

情報通信審議会 情報通信技術分科会

放送システム委員会

報 告

(案)

目 次

I	検討事項	i
II	委員会及び作業班の構成	i
III	検討経過	i
IV	検討概要	iii
V	審議結果	iv
	別表 1 (委員会構成員)	v
	別表 2 (作業班構成員)	vi
	別紙 (検討概要)	
	はじめに	1
1.	これまでの地上放送高度化の検討経緯	2
1.1	地上放送高度化の検討経緯	2
1.2	海外における地上デジタルテレビジョン放送の高度化状況	3
2.	地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化の要求条件	6
2.1	要求条件	6
2.1.1	基本的な考え方	6
2.1.2	システム	7
2.1.3	放送品質	8
2.1.4	技術方式	9
2.1.5	受信機	10
2.2	要求条件との整合性	12
2.2.1	システム	12
2.2.2	放送品質	16
2.2.3	技術方式	17
2.2.4	受信機	22

3.	技術的条件	25
3.1	周波数使用条件	25
3.1.1	地上放送高度化方式	25
3.1.1.1	適用周波数帯	25
3.1.1.2	占有周波数帯幅	25
3.1.1.3	送信周波数の許容偏差	26
3.1.1.4	FFT サンプル周波数と許容偏差	27
3.1.1.5	送信スペクトルマスク	28
3.1.1.6	スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	29
3.1.1.7	測定法	29
3.1.2	高度化放送導入方式 (LDM 方式)	32
3.1.2.1	適用周波数帯	32
3.1.2.2	占有周波数帯幅	32
3.1.2.3	送信周波数の許容偏差	32
3.1.2.4	FFT サンプル周波数と許容偏差	32
3.1.2.5	送信スペクトルマスク	33
3.1.2.6	スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	34
3.1.2.7	測定法	34
3.1.3	電波防護指針	38
3.1.4	他のシステム等への影響	38
3.1.4.1	他の無線システムとの干渉検討	38
3.1.4.2	既存の放送用受信機への影響	38
3.1.4.3	CATV 網で伝送する際の影響	38
3.2	伝送路符号化方式	40
3.2.1	地上放送高度化方式	40
3.2.1.1	概要	40
3.2.1.2	基本構成	43
3.2.1.3	フレーム構成	49
3.2.1.4	フレーム同期信号区間	53
3.2.1.5	TMCC 区間	62
3.2.1.6	サブフレーム区間	84
3.2.1.7	時分割多重フレーム構成	121
3.2.1.8	詳細パラメータ表	122
3.2.2	高度化放送導入方式 (LDM 方式)	205
3.2.2.1	伝送路符号化の基本構成	216
3.2.2.2	TS 再多重	218
3.2.2.3	地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL)	220
3.2.2.4	次世代方式 (LL) 及び次世代放送	240

3.2.2.5	レベル調整	257
3.2.2.6	フレーム構成	257
3.2.2.7	パイロット信号	259
3.2.2.8	伝送スペクトルの構成	261
3.2.2.9	LDM 放送用 TMCC 信号	263
3.2.2.10	次世代放送用 TMCC 信号	269
3.2.2.11	AC 信号	277
3.2.2.12	詳細パラメータ表	291
3.3	多重化方式	356
3.3.1	高度地上デジタルテレビジョン放送方式における多重化方式の要件	356
3.3.1.1	一般	356
3.3.1.2	世界的な標準化動向との整合性	356
3.3.1.3	既存システムとの整合性	356
3.3.1.4	放送の機能	356
3.3.1.5	拡張性・将来性	356
3.3.1.6	放送と通信の連携	357
3.3.1.7	通信サービス	357
3.3.2	技術的条件	357
3.3.2.1	MMT・TLV 方式の概要	358
3.3.2.2	符号化(多重)信号	358
3.3.2.3	伝送制御信号	362
3.3.2.4	その他	368
3.4	限定受信方式	370
3.4.1	スクランブルサブシステム	370
3.4.1.1	スクランブル方式の暗号アルゴリズム	370
3.4.1.2	スクランブルサブシステムにおける暗号アルゴリズムの詳細	371
3.4.1.3	スクランブル手順	384
3.4.1.4	スクランブルの範囲	386
3.4.1.5	スクランブル方式に係る伝送制御信号	386
3.5	情報源符号化方式	388
3.5.1	映像符号化方式	388
3.5.1.1	映像入力フォーマット及び映像符号化方式検討の基本的考え方	388
3.5.1.2	映像入力フォーマット	390
3.5.1.3	映像符号化方式	391
3.5.2	音声符号化方式	396
3.5.2.1	音声符号化方式選定の基本的考え方	396
3.5.2.2	音声入力フォーマット	397
3.5.2.3	音声符号化方式	398

4.	想定されるサービスイメージ例	402
4.1	地上放送高度化方式	402
4.2	高度化放送導入方式 (LDM 方式)	409
5.	今後の課題	411
5.1	伝送路符号化方式	411
5.1.1	地上放送高度化方式	411
5.1.2	高度化放送導入方式 (LDM 方式)	411
5.2	多重化方式	412
5.3	限定受信方式	412
5.4	映像符号化方式	413
	参考資料	414

I 検討事項

放送システム委員会では、情報通信審議会諮問第 2044 号「放送システムに関する技術的条件」(令和元年 6 月 18 日諮問) について、本報告(案) を取りまとめた。

II 委員会及び作業班の構成

放送システム委員会の構成は、別表 1 のとおり。

なお、放送システム委員会の下に、委員会における調査のために必要な情報を収集し、技術的条件についての検討の促進を図るため、地上デジタル放送方式高度化作業班を設置した。地上デジタル放送方式高度化作業班の構成は、別表 2 のとおり。

III 検討経過

1. 放送システム委員会での検討

本件に関する放送システム委員会での検討経過は、次のとおり。

① 第 68 回 (令和元年 7 月 8 日)

地上デジタル放送方式の高度化に関する検討課題及びスケジュールについて検討し、地上デジタル放送方式高度化作業班を設置した。

② 第 72 回 (令和 2 年 2 月 18 日)

地上デジタル方式の高度化の要求条件(案) について検討を行い、地上デジタルテレビジョン放送の高度化に関する要素技術の提案募集を行うこととした。

③ 第 73 回 (令和 2 年 5 月 18 日)

地上デジタル放送方式高度化作業班から検討状況報告(第一次) を受けるとともに、地上デジタルテレビジョンの高度化に関する要素技術の提案募集に応募したものからのヒアリング及び総務省委託研究開発の成果報告を受け、検討を行った。

④ 第 74 回 (令和 3 年 3 月 25 日)

地上デジタル放送方式高度化作業班から検討状況報告(第二次) を受け、検討を行うとともに、地上放送の高度化に関する技術検討スケジュールを確認した。

⑤ 第 75 回 (令和 4 年 4 月 7 日)

地上デジタル放送方式高度化作業班から検討状況報告(第三次) を受け、検討を行った。

⑥ 第 76 回 (令和 4 年 10 月 27 日)

地上デジタル放送方式高度化作業班から技術的条件の中間報告を受け、検討を行った。

⑦ 第 77 回 (令和 5 年 4 月 28 日)

地上デジタル放送方式高度化作業班から報告を受け、委員会報告(案) について検討を行った。

⑧ 第78回（令和5年6月29日）

5月13日から6月12日まで行ったパブリックコメントの結果を受けて、放送システム委員会報告及び答申（案）の取りまとめを行った。

2. 地上デジタル放送方式高度化作業班での調査

地上デジタル放送方式高度化作業班の調査経過は、次のとおり。

① 第1回（令和元年12月26日）

作業班における調査事項、スケジュール、地上デジタル放送方式に関する動向、映像符号化方式の規格動向及び地上デジタル放送方式の高度化の要求条件（素案）について調査を行った。

② 第2回（令和2年2月5日）

地上デジタル放送方式の高度化の要求条件（案）について調査を行うとともに、令和元年度総務省周波数逼迫対策技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」に関して報告を受け、調査を行った。

③ 第3回（令和2年3月3日）

映像符号化方式の最新状況について、調査を行った。

④ 第4回（令和2年3月26日）

地上デジタル放送方式高度化作業班の検討状況報告（第一次）を取りまとめた。

⑤ 第5回（令和2年6月22日）

次世代地上デジタルテレビジョン方式に関する技術の提案募集の結果、地上デジタルテレビジョン方式の高度化に関する総務省委託研究成果及び5Gブロードキャストについて調査を行った。

⑥ 第6回（令和2年10月30日）

令和2年度総務省周波数逼迫対策技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」の調査状況について報告を受け、調査を行った。

⑦ 第7回（令和2年12月23日）

地上デジタル放送高度化に関して、関連団体からヒアリングを実施し、調査を行った。

⑧ 第8回（令和3年2月9日）

令和2年度総務省周波数逼迫対策技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」の成果報告並びに映像符号化及び音声符号化方式に関する中間報告を受け、調査を行った。

⑨ 第9回（令和3年3月11日）

映像符号化方式及び通信技術を利用した放送方式に関して報告を受け、調査を行った。

- ⑩ 第10回（令和3年3月22日）
地上デジタル放送方式高度化作業班検討状況報告（第二次）を取りまとめた。
- ⑪ 第11回（令和3年9月17日）
放送方式に関する調査事項について確認を行った。
- ⑫ 第12回（令和3年10月7日）
映像符号化方式及び音声符号化方式の主観評価実験に関する中間報告を受け、調査を行った。
- ⑬ 第13回（令和4年2月18日）
高度化放送導入方式の既存受信機への影響報告並びに映像符号化方式及び音声符号化方式の主観評価実験の結果報告を受け、調査を行った。
- ⑭ 第14回（令和4年2月28日）
令和3年度の総務省周波数逼迫対策技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」について報告を受けるとともに、各放送方式の要求条件への適合性（素案）について調査を行った。
- ⑮ 第15回（令和4年3月24日）
地上デジタル放送方式高度化作業班の検討状況（第三次）報告をまとめた。
- ⑯ 第16回（令和4年6月22日）
映像符号化方式の性能調査等の結果報告を受け、調査を行った。
- ⑰ 第17回（令和4年10月11日）
放送システムに関する技術的条件について中間報告を受け、調査を行った。
- ⑱ 第18回（令和5年1月31日）
令和4年度の総務省周波数逼迫対策技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」及び地上デジタル放送方式の高度化に関する海外動向について報告を受け、調査を行った。
- ⑲ 第19回（令和5年2月27日）
放送システムに関する技術的条件について最終報告を受け、調査を行った。
- ⑳ 第20回（令和5年3月23日）
作業班報告を取りまとめた。

IV 検討概要

別紙のとおり。

V 審議結果

「放送システムに関する技術的条件」について、答申（案）を取りまとめた。

**情報通信審議会 情報通信技術分科会
放送システム委員会 構成員**

(敬称略)

氏 名		所属・役職
主査 委員	伊丹 誠	東京理科大学 先進工学部 電子システム工学科 教授
主査代理 専門委員	甲藤 二郎	早稲田大学 基幹理工学部 教授
主査代理 専門委員	都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授 (第 76 回まで)
委員	大島 まり	東京大学 大学院 情報学環/生産技術研究所 教授 (第 74 回から第 76 回まで)
〃	高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 学院長/教授
〃	村山 優子	津田塾大学 数学・計算機科学研究所 特任研究員 (第 73 回まで)
専門委員	雨宮 明	一般社団法人日本 CATV 技術協会 筆頭副理事長 (第 75 回から)
〃	井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃	岩崎 裕江	東京農工大学 大学院工学研究院 先端情報科学部門 教授/東北大学 タフ・サイバーフィジカル AI 研究センター 特任教授 (第 76 回から)
〃	上園 一知	一般社団法人日本ケーブルラボ 技術部 主任研究員
〃	大槻 知明	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授 (第 74 回から)
〃	大矢 浩	一般社団法人日本 CATV 技術協会 副理事長 (第 74 回まで)
〃	門脇 直人	国立研究開発法人情報通信研究機構 理事 (第 71 回まで)
〃	児玉 俊介	一般社団法人電波産業会 専務理事 (第 74 回から)
〃	後藤 薫	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁波標準研究 センター 電磁環境研究室 標準校正グループ グループリーダー
〃	関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
〃	丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学 副学長 (リカレント教育担当)・先端科 学技術研究科 教授
〃	豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所ワイヤレス ネットワーク研究センター 研究センター長 (第 72 回から)
〃	松井 房樹	一般社団法人電波産業会 代表理事・専務理事・事務局長 (第 73 回ま で)
〃	山田 孝子	関西学院大学 副学長 (教務機構長) 総合政策学部 教授

**情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会
地上デジタル放送方式高度化作業班 構成員**

(敬称略)

氏 名		主 要 現 職
主任	大槻 知明	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授
主任代理	松田 一郎	東京理科大学 理工学部 教授
〃	伊藤 典男	シャープ株式会社 研究開発事業本部 ソリューション事業推進センター 第二開発室 副所長 (第5回から)
〃	岩尾 洋英	株式会社フジテレビジョン 技術局 技術戦略部 局次長職 技術調査担当
〃	岩田 昭光	株式会社NHKテクノロジーズ ファシリティ技術本部 送受信センター 公共システム部長 (第16回まで)
〃	上園 一知	一般社団法人日本ケーブルラボ 技術部 主任研究員 (第5回から)
〃	大久保 達也	一般社団法人電子情報技術産業協会 事業戦略本部 専門調査役
〃	大島 佳介	一般社団法人日本民間放送連盟 企画部 主事 (第16回から)
〃	大野 秀樹	東芝インフラシステムズ株式会社 府中事業所 放送・ネットワークシステム部 フェロー (第6回から)
〃	岡野 正寛	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 シニア・リード (第11回から)
〃	岡村 浩彰	株式会社テレビ朝日 技術局 技術渉外担当局長
〃	奥村 友秀	三菱電機株式会社 京都製作所 AVディスプレイ製造部 担当部長 (第5回から第15回まで)
〃	齋藤 健太郎	東京電機大学 システムデザイン工学部 デザイン工学科 准教授
〃	斉藤 知弘	一般社団法人放送サービス高度化推進協会 技術部 部長 (第10回まで)
〃	高田 仁	一般社団法人日本民間放送連盟 企画部 専任部長 (第15回まで)
〃	高田 政幸	一般社団法人電波産業会 デジタル放送システム開発部会 委員長 (第5回から第10回まで)
〃	高柳 宣治	ソニー株式会社 HES事業本部 HES技術戦略室 マネージャー
〃	樽見 敏夫	株式会社テレビ東京 技術局 専任局長 (第5回から)

氏 名		主 要 現 職
〃	土田 健一	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長 (第 10 回まで) 一般社団法人電波産業会 デジタル放送システム開発部会 委員長 (第 11 回から)
〃	豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長 (第 11 回から)
〃	中井 了一	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 放送グループ 担当部長
〃	中原 俊二	日本放送協会 技術局 計画管理部 エグゼクティブエンジニア (第 15 回まで) 株式会社NHKテクノロジーズ ファシリティ技術本部 公共システム技術部 エグゼクティブエンジニア (第 17 回から)
〃	中丸 則兼	一般社団法人日本CATV技術協会 事業部 (規格・標準) 部長 (第 5 回から)
〃	中邨 賢治	TVS REGZA 株式会社 R&D センター 先行技術開発担当 参事 (第 5 回から)
〃	中村 直義	一般社団法人放送サービス高度化推進協会 技術部 部長 (第 11 回から)
〃	沼尻 好正	日本アンテナ株式会社 経営戦略室 経営戦略グループ エキスパート
〃	浜口 清	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 総合研究センター長 (第 4 回まで)
〃	深澤 知己	株式会社TBSテレビ メディアテクノロジー局 技術管理部 兼メディア企画室 担当部長
〃	藤井 雅弘	宇都宮大学 工学部 基盤工学科 准教授
〃	藤高 丞士	サン電子株式会社 埼玉事業所 開発本部 開発部 受信機器開発課 主務
〃	竇迫 巖	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 総合研究センター長 (第 5 回から第 10 回まで)
〃	村山 研一	日本放送協会 技術局 管理部 副部長 (第 16 回から)
〃	森吉 達治	日本電気株式会社 都市インフラソリューション事業部門 技術開発プロダクトエンジニア
〃	山影 朋夫	東芝インフラシステムズ株式会社 府中事業所 放送・ネットワークシステム部 主幹 (第 5 回まで)
〃	山口 隆	パナソニックエンターテインメント&コミュニケーション株式会社 ビジュアル・サウンドBU 技術センター ソフト設計部 アライアンス推進課
〃	山下 環	株式会社テレビ東京 技術局 次長 (第 4 回まで)
〃	山本 英雄	日本テレビ放送網株式会社 技術統括局 担当局次長 兼 デジタルコンテンツ制作部長

検 討 概 要

はじめに

我が国では、技術の進展に伴い、平成 12 年から BS デジタル放送、平成 15 年から地上デジタルテレビジョン放送を開始し、また平成 30 年には新 4K8K 衛星放送を開始するなど、新たな技術を順次導入していくことで、放送の高度化を実現してきた。

このような中、総務省では、令和元年度から「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討（技術試験事務）」を開始するなど、放送用周波数の更なる有効活用を見据え、映像圧縮方式の高度化、変調方式の多値化及び偏波の活用をはじめとした、デジタル放送方式の高度化に関する技術的な検討を進めている。

これを踏まえ、地上デジタルテレビジョン放送において、4K8K 衛星放送で実現している超高精細度テレビジョン放送を実現可能とするため、必要な技術的条件を取りまとめることを目的に、令和元年 6 月に情報通信審議会において「放送システムに関する技術的条件」について審議を開始したところである。

情報通信技術分科会放送システム委員会では、現行の放送方式との親和性や国際標準化動向等を考慮しつつ技術的条件の検討を行った。具体的には、まず、地上デジタルテレビジョン放送における超高精細度テレビジョン放送サービスの実現に際して求められる要求条件を設定し、これを満たす新たな放送方式（高度地上デジタルテレビジョン放送方式）に関する技術的条件を取りまとめることとした。検討に当たっては、要求条件を満たす要素技術を募集することで、広くより良い技術を取り入れることとしつつ、上述した技術試験事務と連携し、検討を進め、今般、「放送システムに関する技術的条件」について報告を取りまとめたものである。

1 これまでの地上放送高度化の検討経緯

1.1 地上放送高度化の検討経緯

我が国では、平成 15 年から地上デジタルテレビジョン放送を開始したが、これまでの間、映像符号化技術など様々な放送技術が進展してきている。

このような中、総務省では、「超高精細度衛星・地上放送の周波数有効利用技術の研究開発」（平成 26 年度から平成 28 年度まで）や「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」（平成 28 年度から平成 30 年度まで）を実施し、地上デジタルテレビジョン放送の高度化に資する技術の開発等を行った。また、平成 29 年度には、現行の地上デジタル放送の視聴環境を維持しつつ、地上デジタルテレビジョン放送の高度化を図るため、セグメントを分割して 2K 放送と 4K 放送を同時に放送するセグメント分割方式や階層分割多重（LDM）技術を用いて 2K 放送と 4K 放送を同一チャンネルで伝送する LDM 方式の机上検討も実施した。更に、令和元年度からは、技術的条件の在り方を検討するため、「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」を開始し、新しい放送技術の検証を行うとともに地上デジタルテレビジョン放送の高度化に必要な各種調査を開始した。

このような中、情報通信審議会においても、令和元年 6 月に、地上デジタルテレビジョン放送の高度化等に関する技術的条件についての審議を開始した。

なお、技術的条件の検討においては、地上放送高度化方式、高度化放送導入方式（LDM 方式）及び高度化放送導入方式（セグメント分割方式）の 3 方式（参考資料 1 参照）について検討を行ったが、このうち高度化放送導入方式（セグメント分割方式）については既存受信機への影響を少なくするため、現在地上デジタルテレビジョン放送と同じ変調方式や誤り訂正方式とする必要があることから、地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式（LDM 方式）を優先して検討することとした。

1.2 海外における地上デジタルテレビジョン放送の高度化状況

1990年以降に世界各国でテレビ放送のデジタル化が進められ、近年では次世代の地上デジタルテレビジョン放送方式が複数規格化されるとともに、次世代方式への移行を進める国が見られるようになっている。

具体的には、米国を中心とする「ATSC3.0」、欧州を中心とする「DVB-T2」、中国を中心とする「DTMB-A」が挙げられる。これらの方式では、表1.2-1のとおり誤り訂正符号のLDPCや多値変調、IP方式による多重化などの技術が取り入れられており、高効率かつ柔軟な放送を実現可能としている。

表 1.2-1 次世代方式のパラメータ比較

方式	ATSC3.0 (北米、韓国など)	DVB-T2 (欧州)	DTMB-A (中国)
基本信号構造	LDM、FDM、TDM	TDM	FDM
誤り訂正符号	LDPC+BCH	LDPC+BCH	LDPC+BCH
変調方式	QPSK (均一) 16QAM～4096QAM (不均一)	QPSK～256QAM (均一)	QPSK 16～256APSK
符号化率	{2、3、4、5、6、7、8、 9、10、11、12、13}/15	1/2、3/5、2/3、3/4、4/5、 5/6	1/2、2/3、5/6
帯域幅	6、7、8MHz	1.7、5、6、7、8、10MHz	6、7、8MHz
多重化方式	IP方式	TS方式	IP方式
FFTサイズ	8、16、32k	1、2、4、8、16、32k	4、8、32k

以下は、主な国、地域における次世代の地上デジタルテレビジョン放送方式の導入状況である。

1.2.1 米国

米国は、世界でいち早く地上デジタルテレビジョン放送規格である「ATSC1.0」を策定・採用し、1998年からデジタル放送を開始、2009年にはアナログからデジタルへの完全移行を完了した。しかし、その後、欧州や日本がマルチキャリアを用いた「DVB-T」や「ISDB-T」を採用したことで、シングルキャリアで伝送を行うATSC1.0は、その他の規格と比べると伝送特性が劣るという課題に直面することになった。

そこで、伝送特性の改善や送信可能な情報量の増加を図るために、ATSC (Advanced Television Systems Committee) が2013年頃から開発・検討を開始したのが、IPパケットをデジタル放送に用いる次世代規格「ATSC3.0」である。IP伝送方式のATSC3.0では通信との融合が容易になるため、高画質・高音質の映像配信やターゲット広告、複数言語による字幕放送、災害情報の送信といった新しい通信・放送連携サービスの実現が可能になると考えられている。

2017年11月にはFCC (Federal Communications Commission) が、地上テレビ放送局によるATSC3.0運用開始に関する「報告・命令と規則改正案 (FCC 17-158)」を採択し、FCCによるATSC3.0に関する方針を、以下のとおりとした。

- ① ATSC3.0 への移行は任意とすること
- ② ATSC3.0 に移行する地上テレビ放送局は ATSC3.0 と ATSC1.0 によるサイマル放送を 5 年間実施すること
- ③ ATSC3.0 による放送番組は MVPD (Multichannel Video Programming Distributor、多チャンネル映像番組配信事業者) に課せられている「マストキャリー規則 (Must Carry Rules)」の対象外とすること

ATSC は、2018 年 1 月 10 日に、メンバーによる ATSC3.0 の最終採決で、同規格が承認されたことを発表した。

地上テレビ放送局が ATSC3.0 による放送を開始するためには、既存免許の変更が必要となる。FCC は、その申請を 2019 年 5 月 28 日より受付開始することを発表し、その翌日 5 月 29 日、初となる ATSC3.0 免許を交付した。その後、順次、ATSC3.0 による放送は拡大しており、2023 年 1 月時点では、133 局が ATSC3.0 免許の申請中・承認済（うち 111 局が稼働中）である。

ATSC3.0 では、従来の映像・音声などの番組のみならず、新しい通信・放送連携サービスの実現が期待されており、関連の取組も進められている。例えば、NAB (National Association of Broadcasters) は、ハーワード大学中学校と連携して、ATSC3.0 を用いたブロードキャストを介した遠隔学校教育のソリューションを発表した。学生は、NextGen TV アプリケーションを利用して放送波経由で授業を受講することや、通信を利用してスマートフォンを介して回答等を提出することが可能となる。

1.2.2 欧州

欧州では、「DVB-T」による地上デジタルテレビジョン放送が 1998 年から開始された。「DVB-T2」は、その次世代規格である SD、HD、UHD、モバイル TV・ラジオ、またこれらの組み合わせを対応できる次世代の地上デジタルテレビジョン放送規格であり、伝送容量を DVB-T と比べて 45%程度向上させることができる。

DVB-T2 は、2010 年から商用放送への導入が開始されている。最近では、2016 年半ばからドイツが DVB-T から DVB-T2 への移行を試験放送として開始し、2017 年 3 月に HD 本放送へ移行した。それまでに、DVB-T2 を導入した国では映像符号化方式として MPEG-4 を選択していたが、ドイツが、映像符号化方式として HEVC をはじめて使用する国となった。同国は、2018 から 2019 年にかけて多くの地域で DVB-T2 に切り替え済であり、一部の地域では DVB-T はサービスが維持される。

2023 年 3 月時点で DVB-T2 を用いて UHD 放送を行っている国は、イタリア（チャンネル名：Rai 4K）及びポーランド（チャンネル名：TVP 4K）となっている。

表 1.2.2-1 欧州の DVB-T2 への移行状況

フェーズ	国	内容
移行完了	オーストリア	2017 年に DVB-T2 への移行完了。
	ドイツ	2018～2019 年にかけて多地域で DVB-T2 に切り替え済。 一部の地域では DVB-T のサービスが維持。
	ポーランド	2022 年 6 月に DVB-T2 への移行完了。

移行中	イタリア	2019年6月経済開発省は、2022年6月30日までに全国でDVB-T2を展開するとしたロードマップ「TV4.0」を公開。 2021年7月にDTTのMPEG-2からMPEG-4への切り替えを2022年9月1日に延期することを提示。その後、2022年12月20日にMPEG-4への切り替えを実施済。 DVB-T2への切り替えは、2023年中に完了予定であり、その後は、一部の受信機を除き、DVB-T2をサポートしていないと受信ができなくなる予定。
移行計画中	フランス	2024年のパリ・オリンピックに合わせて、4K番組を提供可能となる次世代地上デジタルネットワークの構築を予定。

1.2.3 韓国

韓国では、ATSC1.0による放送が2001年から開始された。次世代規格については、世界初の地上波4K放送の本放送に向けて、2015年7月に700MHz帯が専用帯域として割り当てられ、その後、2016年6月にATSC3.0に決定された。

韓国国内で既に提供されているCATVやIPTVの4K放送は欧州方式のDVB-T2が採用されているが、地上波において、これと異なるATSC3.0を採用した背景として、周波数利用効率、多様な伝送モード、緊急災害放送機能、インターネット連動サービス対応、モバイル放送に対応することなどが評価されたことが挙げられる。

本放送開始は2017年2月、と一度政府が決定したものの、業界の準備が間に合わなかった。そのため、同年2月に、3か月後の同年5月末に延期された。結果、地上テレビ放送局3社（KBS、MBC、SBS）は、5月31日に首都圏での地上波4Kの本放送を開始した。現在、放送の拡大が進められており、2027年までに地上波4K放送の全国展開をほぼ達成（98%）する計画となっている。なお、既存のATSC1.0と地上波4K放送は2027年までサイマル放送を予定しており、その後、既存のATSC1.0によるサービスは停波される予定である。

ATSC3.0の活用について、2019年、韓国情報通信部が、地震、大雨、火災等の災害関連情報を伝送するための緊急警報サービスの開始を発表した。ATSC3.0で構築された放送インフラと通信インフラを連携し、通信インフラでカバーされていない死角を放送インフラによって補うことで、高い柔軟性を有する全国的な災害関連情報の伝送システムを構築している。2021年に他都市への拡大、2022年には全国的な展開が計画されている。

1.2.4 中国

中国では、「DTMB」による放送が2007年から開始された。次世代の規格に関しては、2018年11月に清華大学を中心とするグループにより、「DTMB-A」を用いた超高精細地上波送信試験が実施された。DTMB-Aは、2019年12月にITUにおいて勧告化された。

2019年3月に、中国工業情報化部・国家ラジオテレビ総局・中央ラジオテレビ（中央広播電視総台）が共同で発表した「超高精細映像産業発展行動計画（2019～2022年）」では、4K・8K関連の産業振興を進める計画が示されている。

2 地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化の要求条件

2.1 要求条件

2.1.1 基本的な考え方

地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化の基本的な考え方は、地上デジタルテレビジョン放送方式の要求条件、超高精細度テレビジョン放送に係る衛星デジタル放送方式並びに超高精細度テレビジョン放送等に係るHDR（ハイダイナミックレンジ）の要求条件を参考にすれば、例えば次のような項目が挙げられる。

- ・地上デジタルテレビジョン放送方式、超高精細度テレビジョン放送に係る衛星デジタル放送方式及び超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る技術的条件を踏まえることとし、技術的に同一のものとするのが適当な場合については、その内容を準用すること。
- ・将来の技術動向等を考慮し、実現可能な技術を採用するとともに、拡張性を有する方式とすること。
- ・超高精細度テレビジョン放送の高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスを実現できること。
- ・他のデジタル放送メディアとの整合性を確保するとともに、通信との連携による新たなサービスにも対応できること。

なお、地上デジタルテレビジョン放送の高度化方式の導入に当たっては、その導入方策の在り方について、過度な負担が生じないように、慎重に検討することが必要である。

2.1.2 システム

項目		要求条件
インターオペラビリティ		<ul style="list-style-type: none"> 衛星放送、CATV、IPTV、蓄積メディア等の様々なメディア間で、できるだけ互換性を有すること。
		<ul style="list-style-type: none"> HDR-TV 用ディスプレイは SDR 映像の表示にも対応できること。
		<ul style="list-style-type: none"> 既存の SDR-TV 用ディスプレイでも HDR 映像をできるだけ違和感なく表示できること。
		<ul style="list-style-type: none"> 既存のシステムに妨害を与えないこと。
		<ul style="list-style-type: none"> CATV など多様な伝送路を使って容易に再放送ができるようにすること。
サービス	高機能化／ 多様化	<ul style="list-style-type: none"> HDTV を超える高画質・高音質・高臨場感サービスを基本として、多様な画質のサービス等を提供できること。
		<ul style="list-style-type: none"> インターネット等通信系のサービスとの柔軟な組み合わせによるサービス提供・受信についても考慮すること。
		<ul style="list-style-type: none"> 多様で柔軟な高機能サービスを提供できること。
		<ul style="list-style-type: none"> 1つのチャンネルで複数の映像サービスを提供できること。
		<ul style="list-style-type: none"> 上り回線に各種の通信手段を利用した双方向サービスについても考慮すること。
		<ul style="list-style-type: none"> 高齢者、障害者等様々な視聴者向けの放送サービスについても考慮すること。
		<ul style="list-style-type: none"> 通信経路によるデータおよびコンテンツの取り込みや差し替え等による放送通信連携サービスについて考慮すること。
		<ul style="list-style-type: none"> 品質の異なる複数のサービスを提供するために、階層伝送の機能を備えること。
		<ul style="list-style-type: none"> 緊急警報信号のような非常災害時における対象受信機への起動制御信号及び緊急情報の放送について考慮すること。
	拡張性	
		<ul style="list-style-type: none"> 放送サービス形態、符号化方式、受信機、コンテンツ保護等について拡張性を有すること。
		<ul style="list-style-type: none"> 制御信号は、将来に想定される放送サービスに対しても容易に対応できること。
ユーザビリティ・ Quality of Experience		<ul style="list-style-type: none"> チャンネル切り替えに要する時間は、できるだけ短いこと。
		<ul style="list-style-type: none"> 種々の放送サービスに視聴者が容易にアクセスできること。
		<ul style="list-style-type: none"> 放送及び通信系のサービスへのアクセスが容易であること。
		<ul style="list-style-type: none"> 視聴者に違和感を与えない程度の映像・音声の遅延差であること。
実時間性		<ul style="list-style-type: none"> 高い実時間性を実現するため、できるだけ遅延時間を短くすること。
		<ul style="list-style-type: none"> 緊急の情報などを、できるだけ低遅延で受信機へ伝送できること。

受信の形態	・固定受信のほか、移動・携帯受信も考慮すること。
	・固定受信は、指向性アンテナによる受信を想定すること。
	・移動受信は、無指向性アンテナによる受信を想定すること。
	・携帯受信は、簡易なアンテナによる受信を想定すること。
	・受信設備（受信アンテナから受信機入力まで）は、できるだけ既存の設備を流用すること。
放送区域	・固定受信では、現行地上デジタルテレビジョン放送のチャンネルプランとほぼ同等のものを策定できること。
	・移動・携帯受信では、できるだけ固定受信と同程度の放送区域を維持できるよう考慮すること。
周波数の有効利用	・SFNが構築できるとともに地域ごとの放送ができること。
	・周波数リパッキングの可能性についても考慮すること。
システム制御	・放送の要件に応じて伝送パラメータの選択や組合せの指定を行うことができ、また、それに合わせて受信機制御ができる方式とすること。
	・送出する映像、音声、データのフォーマットやビットレート、チャンネル数等を任意に選択、変更できること。
著作権保護	・放送及び通信コンテンツの視聴者による記録等を制御できる機能を有すること。
個人情報保護	・視聴者の個人情報保護について考慮すること。
国際展開	・諸外国も容易に導入できるシステムとなるよう考慮すること。
サイバーセキュリティ	・放送及び通信コンテンツの送出並びに送信装置へのサイバー攻撃に対する防御について考慮すること。

2.1.3 放送品質

項目	要求条件
画質	・放送サービスに応じて映像のフォーマットやビットレートを変更できること。
	・UHDTV (HDR 映像) サービスが望まれることを考慮し、できるだけ高い画質を保つこと。
	・情報源符号化による画質劣化の時間率ができるだけ小さいこと。
	・HDR 信号の所要ビットレートが SDR 信号と同等であること。
音質	・放送サービスに応じて音声のフォーマットやビットレートを変更できること。
	・UHDTV サービスに対応した、高音質・高臨場感な音声サービスに適した音質が望まれることを考慮し、できるだけ高い音質を保つこと。

2.1.4 技術方式

項目		要求条件
映像入力フォーマット 及び符号化方式		・ UHDTV を考慮した映像入力フォーマット及び高効率かつ高画質な符号化方式であること。
		・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。
		・ 国際標準と整合した方式を用いること。
		・ 放送サービス要件、現行設備や受信機への負担等を考慮して選定される種々の映像入力フォーマットに適用できること。
		・ SDR 信号（マルチメディアコンテンツを含む。）と HDR 信号の併用、識別及び切替ができること。
		・ HDR 信号と SDR 信号のシームレスな切替・表示ができること。
		・ 視聴環境やディスプレイ性能に応じた輝度調整が容易であること。
		・ 受信される映像信号に対して、受信機側での動的な輝度補正を必要としないこと。
音声入力フォーマット 及び符号化方式		・ 国際標準と整合した方式を用いること。
		・ 高効率かつ高音質な符号化方式であること。
		・ 多チャンネル音声放送をはじめとした、様々なサービス要件に柔軟に対応できる符号化方式であること。
		・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。
		・ 現行設備や受信機への負担等を考慮して選定される種々の音声入力フォーマットに対応できること。
データ符号化方式		・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。
		・ 通信系のサービスとの連携を考慮した符号化方式であること。
多重化方式		・ UHDTV 等の高ビットレートサービスの伝送に適した方式であること。
		・ 多様なサービスの柔軟な編成できる多重化方式であること。
		・ 通信系のサービスとの連携を考慮すること。
		・ CATV、IPTV 等の他のサービスとの相互運用性を考慮すること。
		・ 番組選択の容易性と受信形態に適応する操作性を有すること。
		・ 伝送効率、同期再生の安定性など良好な伝送特性を有すること。
		・ 全国放送／ローカル放送の切り替えが容易なことなど、局間ネットワークの運用性を考慮すること。
		・ 国際標準と整合した方式を用いること。
		・ リアルタイムコンテンツ及びノンリアルタイムコンテンツ（ダウンロード型サービス）に対応できること。
コンテンツ 保護	スクランブル サブシステム	・ 高度な秘匿性を有すること。
		・ 不正受信に対して十分な安全性を有し、脆弱性が発見された場合等に対応できる機能を有すること。

	関連情報サブシステム	・関連情報伝送やコンテンツ保護に関して十分な安全性を有し、その安全性を継続的に維持・改善できること。
		・種々のサービス形態に対応するため、課金・収納方式等に自由度があり、弾力的な運用ができること。
		・個々の視聴者へ向けた情報の伝送・表示ができること。
		・新規関連情報サブシステムへの更新や拡張性を考慮すること。
		・関連情報はできるだけ共通の形式によること。
		・関連情報の配付は、効率的で正確、確実なものであること。
伝送路符号化方式	使用周波数	・UHF 帯の現行地上デジタルテレビジョン放送用周波数帯に導入できること。
	チャンネル間隔	・現行地上デジタルテレビジョン放送からの移行の容易さを考慮すること。
	伝送帯域幅	・他のサービスに干渉妨害を与えず、かつ、他のサービスから干渉妨害を受けない帯域幅以下とすること。
	干渉・混信妨害	・与干渉、被干渉等の電波監理に係る条件を満足すること。
		・飛行場、高速鉄道、高速道路の近くで発生するフラッター妨害に対してもできるだけ安定した受信ができること。
	伝送方式 (変調・誤り訂正方式を含む。)	・周波数有効利用及びUHDTVを含む多様なサービスを伝送できるように、できるだけ大きな伝送容量を確保できる変調方式であること。
		・将来の伝送帯域幅拡大も考慮すること。
		・SFNができる方式であること。
		・固定／移動・携帯の各受信形態を考慮して変調方式を変えられること。
		・サービスの要求に応じた誤り耐性の選択を考慮すること。ただし、伝送容量の低下を最小限にとどめること。
伝送容量	・チャンネルボンディングなどによって伝送容量を拡張できる方式であること。	
	・固定受信の場合、UHDTV放送ができる伝送容量を確保できること。	
	・放送サービス品質にあわせ複数の伝送容量が選択できること。	
伝送品質	・周波数有効利用、隣接チャンネルへの妨害等を考慮した上で、できるだけ高い伝送ビットレートを確保できること。	
	・安定な伝送品質を実現するため、放送サービスエリアで所要のビット誤り率を確保できること。	

2.1.5 受信機

項目	要求条件
受信機の形態	・固定／移動・携帯受信のそれぞれの目的に適合する性能と機能を有し、民生機器として低廉な受信装置であること。

操作性	・操作が簡単であること。
	・所望のサービスの選択ができるだけ統一的な操作方法で行えること。
	・高齢者、障害者等に配慮した操作性を有すること。
	・放送通信連携サービスなど多様なサービスを受信・表示する際に、操作ができるだけ統一的で簡単であること。
	・視聴者の操作に対してできるだけ速やかに応答すること。
共通性／ インターフェース	・映像、音声出力については、既存の受信機の接続について考慮すること。
	・受信機が対応する放送サービスに応じたインターフェースを有すること。
	・適切なコンテンツ保護を実現する機能を有すること。
	・高速データ転送ができること。
	・多様な機器を複数接続でき、かつ、接続設定が容易であること。
処理系	・番組視聴に必要な十分なメモリ容量及びその情報の処理機能・能力を持つこと。
	・放送通信連携サービスにおいて、コンテンツの視聴途中で放送から通信、又は、通信から放送への切り替えがシームレスに行なわれるよう考慮すること。
	・放送通信連携サービスにおいて、同一の番組を構成する複数の映像を、同時に1つまたは複数の表示デバイスに提示できるよう考慮すること。
	・放送通信連携サービスにおいて、受信端末間で連携する機能を考慮すること。
	・移動・携帯受信において、受信環境に応じたシームレスな階層切替に対応できること。
拡張性	・ハードウェア及びソフトウェアの追加、変更について考慮すること。
仕様	・受信機が満たすべき条件が開示されていること。
動作	・HDR-TV 用受信機は、放送信号上のフラグを識別し、対応したモードでの表示を行うこと。
	・個人情報保護する機能を有すること。
	・受信チャンネルの追加、変更について考慮すること。
サイバーセキュリティ	・受信機へのサイバー攻撃に対する防御について考慮すること。

2.2 要求条件との整合性

2.2.1 システム

項目	要求条件	整合性 (地上放送高度化方式)	整合性 (高度化放送導入方式)
インターオペラビリティ	<ul style="list-style-type: none"> 衛星放送、CATV、IPTV、蓄積メディア等の様々なメディア間で、できるだけ互換性を有すること。 	<ul style="list-style-type: none"> MMT・TLV形式を用いることで、BS、CATVとのコンテンツの共通化が実現可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代方式(LL)は、MMT・TLV形式を用いることでBS、CATVとのコンテンツの共通化が実現可能。 地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)は、現行地上デジタルテレビジョン放送と共通。
	<ul style="list-style-type: none"> HDR-TV用ディスプレイはSDR映像の表示にも対応できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間規格において考慮されることを想定。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 既存のSDR-TV用ディスプレイでもHDR映像をできるだけ違和感なく表示できること。 		
	<ul style="list-style-type: none"> 既存のシステムに妨害を与えないこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送に影響を与えないよう新たなチャンネルを確保することが必要。 隣接チャンネルに影響を及ぼさない帯域幅としており、既存のシステムへの影響は限定的。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同じOFDMフレーム構造のため、既存のシステムへの影響は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。
<ul style="list-style-type: none"> CATVなど多様な伝送路を使って容易に再放送ができるようにすること。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いて、CATV網に伝送可能。また、隣接チャンネルへの干渉の影響は現行地上デジタルテレビジョン放送と同等であり、再放送は実現可能。 	(移行期 ^{注1}) <ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送より高い所要C/Nとなるパラメータを用いて、CATV網へ伝送可能。また、隣接チャンネルへの干渉の影響は現行地上デジタルテレビジョン放送と同等であり、再放送は実現可能。 (移行後 ^{注2}) <ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータ 	

			タを用いて、CATV 網に伝送可能。また、隣接チャンネルへの干渉の影響は現行地上デジタルテレビジョン放送と同等であり、再放送は実現可能。
サービス	高機能化／ 多様化	<ul style="list-style-type: none"> ・HDTV を超える高画質・高音質・高臨場感サービスを基本として、多様な画質のサービス等を提供できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・映像符号化に関して、4K 映像のサポート及び VVC 規格採用により実現可能。 ・音声符号化に関して、MPEG-H 3D Audio 及び AC-4 規格採用により、オブジェクトベースにも対応し、音の位置を自由に座標でも配置できる高臨場感な 3 次元立体音声サービスが実現可能。
		<ul style="list-style-type: none"> ・インターネット等通信系のサービスとの柔軟な組み合わせによるサービス提供・受信についても考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高度化した放送・通信連携サービスを実現するために、IP をベースにハイブリッド配信を想定して 4K8K 衛星放送に採用された多重化方式 (MMT・TLV 方式) を採用しており適合。
		<ul style="list-style-type: none"> ・多様で柔軟な高機能サービスを提供できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・映像・音声・データなど多様な情報を、多様な伝送路を用いて伝送可能な多重化方式 (MMT・TLV 方式) を採用しており適合。
		<ul style="list-style-type: none"> ・1つのチャンネルで複数の映像サービスを提供できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・民間規格において考慮されることを想定。
		<ul style="list-style-type: none"> ・上り回線に各種の通信手段を利用した双方向サービスについても考慮すること。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・高齢者、障害者等様々な視聴者向けの放送サービスについても考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・オブジェクトベースに対応した多言語サービス、視覚及び視聴覚障害者用副音声サービス、高齢者用音声サービスなどを高効率に実現可能。
		<ul style="list-style-type: none"> ・通信経路によるデータおよびコンテンツの取り込みや差し替え等による放送通信連携サービスについて考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高度化した放送・通信連携サービスを実現するために、IP をベースにハイブリッド配信を想定して 4K8K 衛星放送に採用された多重化方式 (MMT・TLV 方式) を採用しており適合。
		<ul style="list-style-type: none"> ・品質の異なる複数のサービスを提供するために、階層伝送の機能を備えること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・最大 8 つの階層を設定する機能を有しており、階層ごとにキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定することで、受信形態に応じた品質の異なる複数のサービスを同時に実現することが可能。

		<ul style="list-style-type: none"> 緊急警報信号のような非常災害時における対象受信機への起動制御信号及び緊急情報の放送について考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> TMCC キャリア及び低遅延伝送用のキャリアを用いて、対象受信機に低遅延で緊急情報を伝送する機能を有している。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同様に AC キャリアを用いて、対象受信機に低遅延で緊急情報を伝送する機能を有している。
拡張性		<ul style="list-style-type: none"> 将来の技術の進展に合わせ、できるだけアップグレードに対応できること。 	<ul style="list-style-type: none"> MMT・TLV 形式を用いており、IP 形式による汎用性と拡張性を確保するとともに衛星放送との共通化を図ることが可能。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 放送サービス形態、符号化方式、受信機、コンテンツ保護等について拡張性を有すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 標準規格で規定されている汎用のトランスポート層を用いており、将来新たなサービスに対応した情報源符号化方式を追加することで、新たなサービスへの拡張が可能。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 制御信号は、将来に想定される放送サービスに対しても容易に対応できること。 	<ul style="list-style-type: none"> TMCC 未定義領域や低遅延伝送路を備えており、将来の物理レイヤの拡張性を含んだ新サービスへの対応が可能。また、フレーム同期信号を導入することで新フレーム形式を追加することも可能。 	<ul style="list-style-type: none"> TMCC 未定義領域や AC 領域を用いることで、将来の新サービスへの対応が可能（新フレーム形式に対応はできない）。
ユーザビリティ・Quality of Experience		<ul style="list-style-type: none"> チャンネル切り替えに要する時間は、できるだけ短いこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度のインターリーブ長に設定することで伝送遅延を同程度とすることが可能。また、パラメータの設定によっては短くすることも可能。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 種々の放送サービスに視聴者が容易にアクセスできること。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間規格において考慮されることを想定。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 放送及び通信系のサービスへのアクセスが容易であること。 		
実時間性		<ul style="list-style-type: none"> 視聴者に違和感を与えない程度の映像・音声の遅延差であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 4K8K 衛星放送に採用された多重化方式(MMT・TLV 方式)を採用しており、視聴者に違和感を与えない程度の映像・音声の遅延差が可能。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 高い実時間性を実現するため、できるだけ遅延時間を短くすること。 	<ul style="list-style-type: none"> 伝送路符号化に関して、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度のインターリーブ長に設定することで伝送遅延を同程度とすることが可能。また、パラメータの設定によっては短くすることも可能。 映像符号化に関して、VVC 規格採用により適合。 音声符号化に関して、現行の地上デジタルテレビジョン放送及び 4K8K 衛星放送で用いられる音声符号化方式と比較して、同等又はそれより短いブロック長を持つため適合。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 緊急の情報などを、できるだけ低遅延 	<ul style="list-style-type: none"> 民間規格において考慮されることを想定。 	

	で受信機へ伝送できること。			
受信の形態	<ul style="list-style-type: none"> 固定受信のほか、移動・携帯受信も考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大8つの階層を設定する機能を有しており、階層ごとにキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定することで、移動・携帯受信も考慮している。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大3つの階層を設定する機能を有しており、階層ごとにキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定する等により、移動・携帯受信も考慮している。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 固定受信は、指向性アンテナによる受信を想定すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 階層毎にキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定することが可能であり、想定している。 		
	<ul style="list-style-type: none"> 移動受信は、無指向性アンテナによる受信を想定すること。 			
	<ul style="list-style-type: none"> 携帯受信は、簡易なアンテナによる受信を想定すること。 			
<ul style="list-style-type: none"> 受信設備（受信アンテナから受信機入力まで）は、できるだけ既存の設備を流用すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを用いた場合、既存受信設備を変更することなく受信が可能。 . 			
放送区域	<ul style="list-style-type: none"> 固定受信では、現行地上デジタルテレビジョン放送のチャンネルプランとほぼ同等のものを策定できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを選択可能（現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量が拡大）。 反射波が多い環境においてもより安定した受信が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを選択可能（現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量が拡大）。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 移動・携帯受信では、できるだけ固定受信と同程度の放送区域を維持できるよう考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 考慮している。変調方式や誤り訂正符号化率を下げた移動受信階層の耐性を高めることが可能であり、より安定した移動・携帯受信が期待できる。 		
周波数の有効利用	<ul style="list-style-type: none"> SFN が構築できるとともに地域ごとの放送ができること。 	<ul style="list-style-type: none"> OFDM 形式であり SFN の構築が可能。現行地上デジタルテレビジョン放送と同様 6 MHz 以下の信号帯域幅であり、かつ隣接チャンネルに影響を及ぼさない帯域幅としており、地域ごとの放送が可能。 		
	<ul style="list-style-type: none"> 周波数リパッキングの可能性についても考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 実施可能。 		
システム制御	<ul style="list-style-type: none"> 放送の要件に応じて伝送パラメータの選択や組合せの指定を行うことが 	<ul style="list-style-type: none"> 放送局側から TMCC（伝送多重制御）情報を信号に多重して変調装置に伝えることで、伝送パラメータを指定・適切に設定できる機能を有する。 		

	でき、また、それに合わせて受信機制御ができる方式とすること。	・音声符号化に関して、音響メタデータにより受信機の制御が可能。
	・送出する映像、音声、データのフォーマットやビットレート、チャンネル数等を任意に選択、変更できること。	・チャンネル数やビットレートの配分を柔軟に設定可能。
著作権保護	・放送及び通信コンテンツの視聴者による記録等を制御できる機能を有すること。	・現行地上デジタルテレビジョン放送や 4K8K 衛星放送と同等の機能を実現可能。
個人情報保護	・視聴者の個人情報保護について考慮すること。	・現行地上デジタルテレビジョン放送や 4K8K 衛星放送と同等の機能を実現可能。
国際展開	・諸外国も容易に導入できるシステムとなるよう考慮すること。	・国際標準化された要素技術を採用し、諸外国においても導入が容易。
サイバーセキュリティ	・放送及び通信コンテンツの送出並びに送信装置へのサイバー攻撃に対する防御について考慮すること。	・現行地上デジタルテレビジョン放送や 4K8K 衛星放送と同じく、放送局が適切な防御策を講じることにより実現可能。

注1：「移行期」は、高度化放送導入方式のうち放送波に地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）と次世代方式（LL）の信号が乗っている状態の期間を言う。

注2：「移行後」は、高度化放送導入方式のうち放送波に次世代方式（LL）の信号のみが乗っている状態の期間を言う。

2.2.2 放送品質

項目	要求条件	整合性
画質	・放送サービスに応じて映像のフォーマットやビットレートを変更できること。	・2K 映像及び 4K 映像のサポートと、VVC 規格採用により適合。
	・UHDTV（HDR 映像）サービスが望まれることを考慮し、できるだけ高い画質を保つこと。	・VVC 規格採用により適合。
	・情報源符号化による画質劣化の時間率ができるだけ小さいこと。	・VVC 規格採用により適合。

	<ul style="list-style-type: none"> •HDR 信号の所要ビットレートが SDR 信号と同等であること。 	<ul style="list-style-type: none"> • VVC 主観評価実験の結果得られた所要ビットレートにより適合。
音質	<ul style="list-style-type: none"> • 放送サービスに応じて音声のフォーマットやビットレートを変更できること。 • UHDTV サービスに対応した、高音質・高臨場感な音声サービスに適した音質が望まれることを考慮し、できるだけ高い音質を保つこと。 	<ul style="list-style-type: none"> • MPEG-H 3D Audio 及び AC-4 規格採用により適合。 • 各種音声フォーマット・ビットレートに対応。 • 最大 22.2ch の音声モードにより高臨場感音声サービスに対応。 • 主観評価実験により MPEG-2/4 AAC よりも高効率に符号化可能であることを確認。

2.2.3 技術方式

項目	要求条件	整合性 (地上放送高度化方式)	整合性 (高度化放送導入方式)
映像入力フォーマット 及び符号化方式	<ul style="list-style-type: none"> • UHDTV を考慮した映像入力フォーマット及び高効率かつ高画質な符号化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> • VVC 規格採用により適合。 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 国際標準と整合した方式を用いること。 		
	<ul style="list-style-type: none"> • 放送サービス要件、現行設備や受信機への負担等を考慮して選定される種々の映像入力フォーマットに適用できること。 	<ul style="list-style-type: none"> • 民間規格において考慮されることを想定。 	
	<ul style="list-style-type: none"> • SDR 信号(マルチメディアコンテンツを含む。)と HDR 信号の併用、識別及び切替ができること。 		
	<ul style="list-style-type: none"> • HDR 信号と SDR 信号のシームレスな切替・表示ができること。 		
<ul style="list-style-type: none"> • 視聴環境やディスプレイ性能に応じた輝度調整が容易であること。 	<ul style="list-style-type: none"> • HDR 映像規格 (HLG 及び PQ) の採用により適合。 		

	<ul style="list-style-type: none"> 受信される映像信号に対して、受信機側での動的な輝度補正を必要としないこと。 	
音声入力フォーマット 及び符号化方式	<ul style="list-style-type: none"> 国際標準と整合した方式を用いること。 	<ul style="list-style-type: none"> MPEG-H 3D Audio 及び AC-4 規格採用により適合。
	<ul style="list-style-type: none"> 高効率かつ高音質な符号化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> MPEG-2/4 AAC よりも高効率に符号化可能。
	<ul style="list-style-type: none"> 多チャンネル音声放送をはじめとした、様々なサービス要件に柔軟に対応できる符号化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 最大 22.2ch に対応 (AC-4 については参考資料 2 参照)。 オブジェクトベースに対応した多様なサービスが可能。
	<ul style="list-style-type: none"> 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> MPEG-H 3D Audio 及び AC-4 規格採用により適合。
	<ul style="list-style-type: none"> 現行設備や受信機への負担等を考慮して選定される種々の音声入力フォーマットに対応できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 多くの入力フォーマットに対応。
データ符号化方式	<ul style="list-style-type: none"> 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間規格において考慮されることを想定。
	<ul style="list-style-type: none"> 通信系のサービスとの連携を考慮した符号化方式であること。 	
多重化方式	<ul style="list-style-type: none"> UHDTV 等の高ビットレートサービスの伝送に適した方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> UHDTV サービスの伝送可能。
	<ul style="list-style-type: none"> 多様なサービスの柔軟な編成できる多重化方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 映像・音声・データなど多様な情報を、多様な伝送路を用いて伝送可能。
	<ul style="list-style-type: none"> 通信系のサービスとの連携を考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 通信も伝送路として利用可能であり。通信系のサービスとの連携が可能。
	<ul style="list-style-type: none"> CATV、IPTV 等の他のサービスとの相互運用性を考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 広く普及している IP 上の方式であり、IP ベースの他サービスとの相互運用に適する。
	<ul style="list-style-type: none"> 番組選択の容易性と受信形態に適應する操作性を有すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 制御情報による番組選択の補助とアプリケーションによる UI の提供が可能。
	<ul style="list-style-type: none"> 伝送効率、同期再生の安定性など良好な伝送特性を有すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 多重化に伴うオーバーヘッドが小さく、同期再生のための時間情報を伝送可能。

		<ul style="list-style-type: none"> ・全国放送／ローカル放送の切り替えが容易なことなど、局間ネットワークの運用性を考慮すること。 ・国際標準と整合した方式を用いること。 ・リアルタイムコンテンツ及びノンリアルタイムコンテンツ（ダウンロード型サービス）に対応できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・局間ネットワークの運用で重要な、全国放送とローカル放送で伝送されるストリームを切り替える運用が可能。 ・MMT および CMAF は ISO/IEC で、TLV は ITU-R で標準化された方式。 ・映像・音声・データなどをリアルタイムに伝送可能。 ・ファイルの種類やその大きさを問わず、任意のファイルコンテンツの伝送が可能。
コンテンツ保護	スクランブルサブシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・高度な秘匿性を有すること。 ・不正受信に対して十分な安全性を有し、脆弱性が発見された場合等に対応できる機能を有すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・AES ブロック暗号と Camellia ブロック暗号を選択可能であり、適合。 ・スクランブル方式に脆弱性が発見された場合に対応可能とするために、送信側でスクランブル方式の暗号アルゴリズムを指定できる仕組みを導入し、適合。
	関連情報サブシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・関連情報伝送やコンテンツ保護に関して十分な安全性を有し、その安全性を継続的に維持・改善できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行地上デジタルテレビジョン放送や 4K8K 衛星放送と同等の機能を実現可能。
		<ul style="list-style-type: none"> ・種々のサービス形態に対応するため、課金・収納方式等に自由度があり、弾力的な運用ができること。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・個々の視聴者へ向けた情報の伝送・表示ができること。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・新規関連情報サブシステムへの更新や拡張性を考慮すること。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・関連情報はできるだけ共通の形式によること。 ・関連情報の配付は、効率的で正確、確実なものであること。 	
使用周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・UHF 帯の現行地上デジタルテレビジョン放送用周波数帯に導入できること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上テレビジョン放送に割り当てられている 470MHz-710MHz 帯を使用することを前提。 	

伝送路符号化方式	チャンネル間隔	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送からの移行の容易さを考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 地上テレビジョン放送に割り当てられているチャンネル間隔に合致した 6MHz 以下の信号帯域幅である。 	
	伝送帯域幅	<ul style="list-style-type: none"> 他のサービスに干渉妨害を与えず、かつ、他のサービスから干渉妨害を受けない帯域幅以下とすること。 	<ul style="list-style-type: none"> 帯域幅 5.83MHz の OFDM 形式であり、既存の他システムとの共用条件は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。 現行地上デジタルテレビジョン放送と同じ OFDM 形式であり、既存の他システムとの共用条件は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。 	
	干渉・混信妨害	<ul style="list-style-type: none"> 与干渉、被干渉等の電波監理に係る条件を満足すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 帯域幅 5.83MHz とし、OFDM 形式とすることで、既存の他システムとの共用条件は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同じ OFDM 形式とすることで、既存の他システムとの共用条件は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。
		<ul style="list-style-type: none"> 飛行場、高速鉄道、高速道路の近くで発生するフラッター妨害に対してもできるだけ安定した受信ができること。 	<ul style="list-style-type: none"> 十分な電界強度の受信環境においてフラッター障害の影響をほぼ受けないことを確認。 	<ul style="list-style-type: none"> 本来のアンテナ方向であればフラッター障害の影響を受けないことを確認。
	伝送方式 (変調・誤り訂正方式を含む。)	<ul style="list-style-type: none"> 周波数有効利用及び UHDTV を含む多様なサービスを伝送できるように、できるだけ大きな伝送容量を確保できる変調方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 移動受信階層、固定受信階層とも現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、固定受信階層に 27Mbps 程度、移動受信階層に 1Mbps 程度を割り当てることができ、固定受信階層で UHDTV、移動受信階層で HDTV 相当のサービスを実現することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行期には既存受信機への影響を少なくするため、次世代方式 (LL) での伝送に制限があるが、移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、固定受信階層に 22Mbps 程度を割り当てることができ、固定受信階層で UHDTV サービスを実現することが可能。
		<ul style="list-style-type: none"> 将来の伝送帯域幅拡大も考慮すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 伝送帯域幅を 7MHz 幅、8MHz 幅に拡大することが可能。 	
		<ul style="list-style-type: none"> SFN ができる方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> OFDM 形式であり、SFN が可能。 	

		<ul style="list-style-type: none"> 固定／移動・携帯の各受信形態を考慮して変調方式を変えられること。 サービスの要求に応じた誤り耐性の選択を考慮すること。ただし、伝送容量の低下を最小限にとどめること。 	<ul style="list-style-type: none"> 情報ビットレートや誤り訂正能力に応じた伝送パラメータが設定でき、受信エリアと伝送レートのトレードオフにより最適なものを選択可能。また、変調方式や誤り訂正符号化率を下げて移動受信階層の耐性を高めることでより安定した移動受信も可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行期には既存受信機への影響に配慮する必要があるため、次世代方式（LL）での伝送に制限があるが、情報ビットレートや誤り訂正能力に応じた伝送パラメータが設定でき、受信エリアと伝送レートのトレードオフにより最適なものを選択可能。 移行後には、高度化放送階層に新たに移動受信セグメントを設定することで移動受信対応可能。
		<ul style="list-style-type: none"> チャンネルボンディングなどによって伝送容量を拡張できる方式であること。 	<ul style="list-style-type: none"> LDPC 符号を採用することによって、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを用いた場合、現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量を拡大することが可能。 TMCC 及び低遅延伝送路等を用いて制御情報を伝送することでチャンネルボンディングが実現可能。 	<ul style="list-style-type: none"> LDPC 符号を採用することによって、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを用いた場合、現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量を拡大することが可能。
	伝送容量	<ul style="list-style-type: none"> 固定受信の場合、UHDTV 放送ができる伝送容量を確保できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを用いた場合、固定受信階層に 27Mbps 程度を割り当てることができ、UHDTV サービスを実現することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行期には既存受信機への影響を少なくするため、次世代方式（LL）での伝送に制限があるが、移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要 C/N となるパラメータを用いた場合、固定受信階層に 22Mbps 程度を割り当てることができ、固定受信階層で UHDTV サービスを実現することが可能。
		<ul style="list-style-type: none"> 放送サービス品質にあわせ複数の伝送容量が選択できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 変調方式や誤り訂正符号化率などの伝送パラメータを選択することにより、放送サービス品質に合わせ複数の伝送容量が選択可能。 	

	<ul style="list-style-type: none"> 周波数有効利用、隣接チャンネルへの妨害等を考慮した上で、できるだけ高い伝送ビットレートを確保できること。 	<ul style="list-style-type: none"> 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、UHDTV サービスが伝送可能な伝送容量を確保できる（現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量を拡大することが可能）。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行期には既存受信機への影響を少なくするため、次世代方式（LL）での伝送に制限があるが、移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、固定受信階層に 22Mbps 程度を割り当てることができ、固定受信階層でUHDTV サービスを実現することが可能。
伝送品質	<ul style="list-style-type: none"> 安定な伝送品質を実現するため、放送サービスエリアで所要のビット誤り率を確保できること。 	<ul style="list-style-type: none"> LDPC 符号と BCH 符号による誤り訂正技術を採用することで、安定した伝送品質を確保することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 移行期の地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）では畳み込み符号と RS 符号による誤り訂正技術により安定した伝送品質を確保することが可能。 移行期の次世代方式（LL）や移行後では、LDPC 符号と BCH 符号による誤り訂正技術を採用することで、安定した伝送品質を確保することが可能。

2.2.4 受信機

項目	要求条件	整合性
受信機の形態	<ul style="list-style-type: none"> 固定／移動・携帯受信のそれぞれの目的に適合する性能と機能を有し、民生機器として低廉な受信装置であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 民間規格及び受信機設計において考慮されることを想定。
操作性	<ul style="list-style-type: none"> 操作が簡単であること。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 所望のサービスの選択ができるだけ統一的な操作方法で行えること。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 高齢者、障害者等に配慮した操作性を有すること。 放送通信連携サービスなど多様なサ 	

	<p>ービスを受信・表示する際に、操作ができるだけ統一的で簡単であること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視聴者の操作に対してできるだけ速やかに応答すること。
<p>共通性／ インターフェース</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・映像、音声出力については、既存の受信機の接続について考慮すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・受信機が対応する放送サービスに応じたインターフェースを有すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・適切なコンテンツ保護を実現する機能を有すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・高速データ転送ができること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・多様な機器を複数接続でき、かつ、接続設定が容易であること。
<p>処理系</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・番組視聴に必要な十分なメモリ容量及びその情報の処理機能・能力を持つこと。
	<ul style="list-style-type: none"> ・放送通信連携サービスにおいて、コンテンツの視聴途中で放送から通信、または、通信から放送への切り替えがシームレスに行なわれるよう考慮すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・放送通信連携サービスにおいて、同一の番組を構成する複数の映像を、同時に1つまたは複数の表示デバイスに提示できるよう考慮すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・放送通信連携サービスにおいて、受信端末間で連携する機能を考慮すること。
	<ul style="list-style-type: none"> ・移動・携帯受信において、受信環境に

	<p>応じたシームレスな階層切替に対応できること。</p>	
拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ハードウェア及びソフトウェアの追加、変更について考慮すること。 	
仕様	<ul style="list-style-type: none"> 受信機が満たすべき条件が開示されていること。 	
動作	<ul style="list-style-type: none"> HDR-TV 用受信機は、放送信号上のフラグを識別し、対応したモードでの表示を行うこと。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報を保護する機能を有すること。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 受信チャンネルの追加、変更について考慮すること。 	
サイバーセキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> 受信機へのサイバー攻撃に対する防御について考慮すること。 	

3 技術的条件

3.1 周波数使用条件

3.1.1 地上放送高度化方式

3.1.1.1 適用周波数帯

470MHz を超え、710MHz 以下のテレビジョン放送用周波数帯を対象とする。

(理由)

地上放送高度化方式を導入する際、地上デジタルテレビジョン放送用の受信設備を使うことを想定しており、既存の UHF テレビジョン放送用周波数帯を使用することが望ましいため。

3.1.1.2 占有周波数帯幅

地上放送用周波数の有効活用を図るため、地上放送高度化方式の占有周波数帯幅の許容値は 5.85MHz とする。なお、送信機出力端における送信スペクトルについては、3.1.1.5 節の送信スペクトルマスクにより規定する。

ただし、周波数帯幅の中央の周波数は、各テレビジョンチャンネル中心周波数よりも 1/18MHz (= 55.555…kHz) 高い方へずらして配置 (周波数オフセット) するものとする。

(理由)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) セグメント帯域幅と現行地上デジタルテレビジョン放送の 1 チャンネル帯域幅 (6MHz) が簡単な整数比となるよう、6MHz を 36 分割したものを 1 つの OFDM セグメント (帯域幅 6/36MHz = 166.666…kHz) とし、そのうちの 35 個を信号伝送に、残りの 1 個をガードバンドに割り当てることとする。従って、地上放送高度化方式の信号帯域幅は、6MHz × 35/36 (= 5.833…MHz) になる。

ここで、地上放送高度化方式の OFDM 変調信号において、帯域端キャリアの 99% のエネルギーが含まれる周波数帯幅は、5.22 キャリアとなる (図 3.1.1.2-1)。ここで図 3.1.1.2-1 は帯域端からの離隔に対する帯域端キャリアの、離隔範囲に含まれる電力比であり、 $\int_{-f}^{f_{BW}+f} \left| \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \right|^2 dx$ を数値計算したものである。ここで f_{BW} は信号帯域幅である。帯域端キャリアの 99% のエネルギーを含む帯域幅を周波数帯幅と呼び、キャリア間隔が最大 (771.6…Hz) となるモード 3 の場合、5.841MHz (= $f_c(N_c(N_{seg} - 1) + 5.22 \times 2) = (512 / (81 \times 8192)) \times (216 \times 35 + 5.22 \times 2)$) となる。ここで f_c はキャリア間隔、 $N_c = 216$ はキャリア数、 $N_{seg} = 36$ は 1 チャンネル当たりのセグメント分割数を示す。小数点第 3 位を切り上げて、占有周波数帯幅の許容値は 5.85MHz とした。

また、地上放送高度化方式の占有周波数帯幅の許容値 (5.85MHz) は現行地上デジタルテレビジョン放送方式の占有周波数帯幅の許容値 (5.7MHz) より約 150kHz 広いため、テレビジョンチャンネルの境界とのマージンは 75kHz 程度しかない。現行地上デジタルテレビジョン放送と同様、周波数帯幅の中央の周波数をテレビジョンチャンネルの中心周波数から高い方へ 1/7MHz (≒143kHz)

オフセットする場合、地上放送高度化方式の信号の一部が上側のチャンネル帯にはみ出してしまふ。したがって、地上放送高度化方式の周波数オフセットは現行地上デジタルテレビジョン放送よりも小さい値とする必要がある。そこで隣接する現行地上デジタルテレビジョン放送などへの干渉の影響や、占有周波数帯幅の許容値、送信周波数の許容偏差等を考慮し、地上放送高度化方式の周波数オフセットは 1/18MHz とした（参考資料 3 参照）。周波数帯幅の中央の周波数をテレビジョンチャンネルの中心周波数から高い方へ 1/18MHz オフセットすることにより、1/7MHz オフセットがついている下隣接の現行地上デジタルテレビジョン放送への干渉妨害を低減することができる。さらに、99%エネルギーは 1 チャンネル帯域幅に収まる。

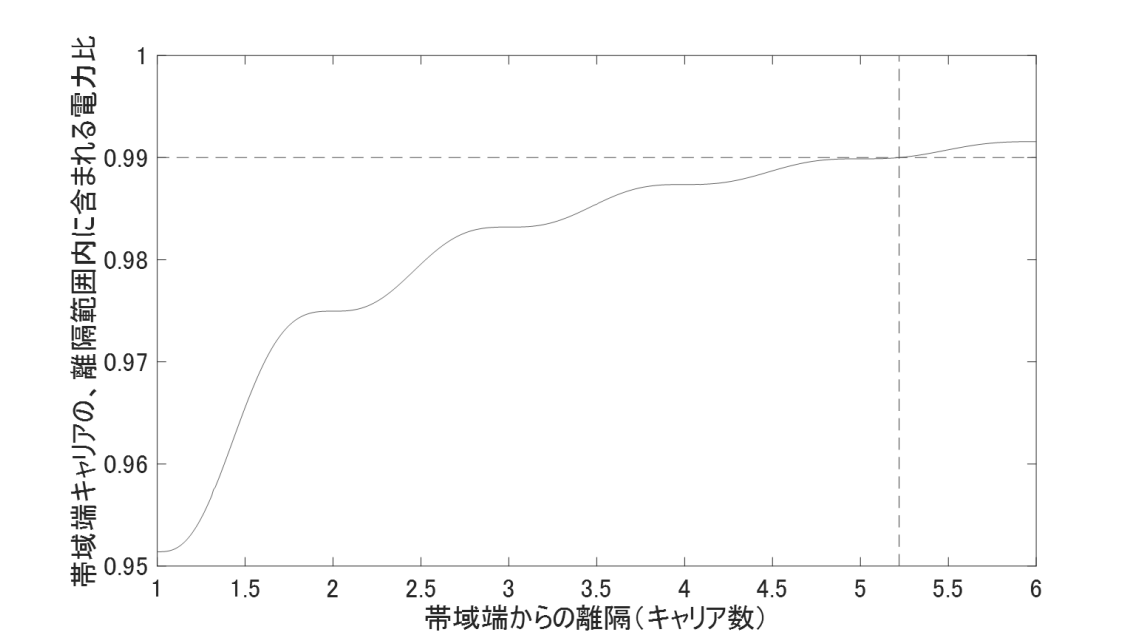


図 3.1.1.2-1 帯域端からの離隔に対する電力比

3.1.1.3 送信周波数の許容偏差

送信周波数の許容偏差は 1Hz とする。

(理由)

SFN (Single Frequency Network) において、複数の送信局からの送信周波数の間に周波数偏差があると、エリアにおける受信特性に劣化が生じることから、周波数偏差を小さくして劣化を抑えることが必要となるため。

そこで、許容値が最も厳しいモード 5、4096QAM の場合を規定することとした。2 送信局で構成する SFN を想定し室内実験で検討した。ビット誤り率が 0 (5 分間測定) を確保するための送信周波数の許容偏差の結果 (参考資料 4-2 3 節) を用い、実験結果を上回らない値、かつ周波数値としたときに整数となる 1Hz とした。

なお、実際の運用の可能性が高い、キャリア変調方式が 1024QAM の場合やモード 3 あるいは 4 についても同様に室内実験結果で検討した。参考のため、同様にキャリア変調方式及びモードごとに送信周波数の許容偏差を定めるとすると、表 3.1.1.3-1 に示す値が考えられる。ここでは、モードが 1 増えるとキャリア間隔が 1/2 となるため、許容偏差も同様に 1/2 倍、1/4 倍とするこ

とが合理的であることから下記表のとおりとした。また、モードは FFT サイズ (N_{FFT}) を表し、 $N_{FFT} = 2^{10+\text{モード}}$ である。

表 3.1.1.3-1 送信周波数の許容偏差

モード \ キャリア変調方式	1024QAM	4096QAM
3	12Hz	4Hz
4	6Hz	2Hz
5	3Hz	1Hz

3.1.1.4 FFT サンプル周波数と許容偏差

地上放送高度化方式の OFDM に使用する FFT サンプル周波数 (f_s) を以下のとおりとする。

$$f_s = 512/81\text{MHz} \quad (6.320987\cdots\text{MHz})$$

また、その許容偏差は、0.3ppm とする。

(理由)

FFT サンプル周波数は、キャリア間隔の逆数である有効シンボル長 T_u において、モード 3 では 8,192 点、モード 4 では 16,384 点、モード 5 では 32,768 点が均等にサンプルされる周波数である。有効シンボル長と FFT サンプル数は比例するため、モードに関わらず同じサンプル周波数となる。OFDM の場合、FFT サンプル周波数が規定されると伝送レート、信号帯域幅が規定される。FFT サンプル周波数を f_s とすると、これと OFDM のパラメータとは以下の関係にある。

$$\frac{1}{f_s} = \frac{T_u}{N_{FFT}}$$

ここで N_{FFT} は FFT サイズを示す。また、1 チャンネルの帯域幅 (6MHz) B は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} B &= \frac{N_c \cdot N_{seg}}{T_u} \\ &= \frac{N_c \cdot N_{seg} \cdot f_s}{N_{FFT}} \end{aligned}$$

ここで N_c は 1 セグメント当たりのキャリア数、 N_{seg} は 1 チャンネル当たりのセグメント分割数である。地上放送高度化方式においては FFT サンプル周波数が ISDB-T 方式のそれと整数比の関係になること、 N_{seg} を ISDB-T 方式よりも大きくすること、信号帯域幅を ISDB-T 方式よりも大きくすること等を勘案し、以下の式により FFT サンプル周波数を定めた。

$$f_s = 32768 \times 6 \times \frac{1}{12 \times 72} \times \frac{1}{36} = \frac{512}{81} = 6.320987 \dots \text{MHz}$$

ここで 32,768 はモード 5 のときの FFT サイズである。12 × 72 はモード 5 のときの 1 セグメント当たりのキャリア数であり、SP のキャリア方向の間隔が 3 の整数倍であることから 12、シンボル方向の間隔がモード 3 では 4 や 8 の整数倍となること等を考慮し 72 とし、値を選定した。

FFT サンプル周波数に誤差が生じると、信号帯域幅が増減する。帯域の端におけるキャリアの周

波数ずれが 1Hz 以下とした条件で FFT サンプル周波数の誤差を求めた結果、最も雑音耐性が脆弱な伝送パラメータ（モード 5、キャリア変調方式 4096QAM）においては約 1Hz 以下となった。その誤差を FFT サンプル周波数で規格化すると、0.34ppm となる。小数点第 2 位を切り捨てて 0.3ppm とした。

3.1.1.5 送信スペクトルマスク

送信スペクトルマスクを以下の図 3.1.1.5-1 のとおりとする。また、スペクトルマスクのブレークポイントを表 3.1.1.5-1 に示す。なお、このマスクはデジタル送信信号の歪み成分にのみ適用し、スプリアスについては対象としない。

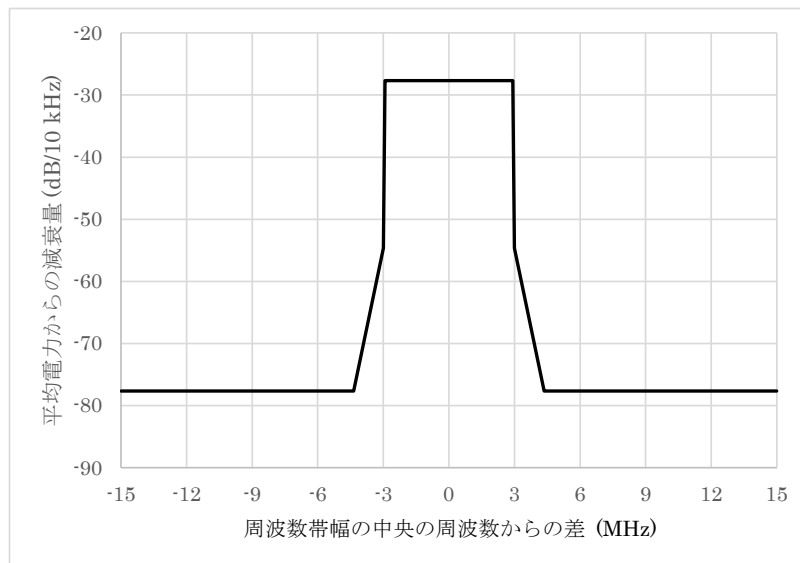


図 3.1.1.5-1 地上放送高度化方式の送信スペクトルマスク

表 3.1.1.5-1 送信スペクトルマスクのブレークポイント

周波数帯幅の中央の周波数からの差 (MHz)	平均電力からの減衰量 (dB/10kHz)	規定の種類
2.92	-27.6	上限
3.00	-54.6	上限
4.36	-77.6	上限

(注 1) : ブレークポイントは、スペクトルアナライザにより周波数スパン 30MHz 以下、分解能帯域幅 RBW は 10kHz で測定する。なお、ビデオ帯域幅 VBW は 300Hz 以下、もしくはアベレージングとする。

(注 2) : 中規模・小規模局においては別途スペクトルマスクを規定することも考えられる。

(理由)

地上放送高度化方式の信号帯域幅は現行地上デジタルテレビジョン放送方式の信号帯域幅を約 5% 広帯域化したものであり、これに沿って平均電力からの減衰量 -27.6dB のブレークポイント

を変更したスペクトルマスクとすることが適当である。搬送波の中心周波数からの差が 2.92MHz のブレークポイントの値は $-27.659\text{dB} = 10 \log(10\text{kHz} / (6\text{MHz} \times 35/36))$ の小数点第 2 位を切り捨てて -27.6dB とした。帯域外に相当する、3.00MHz 及び 4.36MHz のブレークポイントの値は 2.92MHz のブレークポイントの値からの相対値として現行地上デジタルテレビジョン放送と同じ値であるそれぞれ 27dB、50dB 低い値とした。なお、現行地上デジタルテレビジョン放送においては、中継局という概念を導入して周波数許容偏差、空中線電力許容偏差、スペクトルマスクに関して技術基準の緩和が行われており、地上放送高度化方式においても同様の考え方を適用して技術基準を緩和することも考えられる。

3.1.1.6 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

無線設備規則(昭和 25 年電波管理委員会規則第 18 号)第 7 条の現行規定の変更は行わない。

(理由)

高度地上デジタルテレビジョン放送方式におけるスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値について、現行規定を準用することが可能であるため。

3.1.1.7 測定法

3.1.1.7.1 占有周波数帯幅

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) スペクトラムアナライザで OFDM 信号の 99% エネルギー帯域幅を測定する。
- 3) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。
 - ・ 中心周波数 : 変調波の中心周波数
 - ・ SPAN : 20MHz
 - ・ RBW : 10kHz
 - ・ VBW : 300Hz 以下
 - ・ 検波モード : ポジティブピーク検波

3.1.1.7.2 周波数偏差

- 1) OFDM 変調器の出力を周波数測定用モード(変調帯域の中心に一本の無変調キャリアを出力)に設定する。
- 2) 測定確度が 0.1Hz 以内の周波数カウンタを測定点に接続する。
- 3) 送信機の局部発振周波数及び周波数カウンタが十分安定した後、周波数を測定する。
周波数偏差 (Hz) = 測定周波数 (Hz) - 規定送信周波数 (Hz)

3.1.1.7.3 送信スペクトルマスク

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) スペクトラムアナライザで送信出力レベル(Pc)を測定し、記録する。
- 3) 測定点のスペクトラム(Ps)をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{測定値 (dB)} = P_s - P_c$$

4) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : 変調波の中心周波数
- ・ SPAN : 30MHz
- ・ RBW : 10kHz
- ・ VBW : 300Hz 以下
- ・ 検波モード : ポジティブピーク検波

無線設備規則では、平均電力を基準値として RBW を 10kHz としたときのスペクトラムアナライザの指示値で規定されている。

帯域内の場合、10kHz 当たりの電力は平均電力に対して、 $-27.659\text{dB} = 10 \log(10\text{kHz} / (6\text{MHz} \times 35/36))$ となるが、スペクトラムアナライザによっては、補正值が必要となる。補正值は、予め以下の方法で求めておき、測定値から補正值 C (dB) を減ずる。あるいは、測定したスペクトラム波形が帯域内で RBW を 10kHz としたとき (平均電力 - 27.6dB) となるように補正值を設定する。

- ・ 0dBm (あるいはこれに近い値) の CW 信号をスペクトラムアナライザに入力し、最大の RBW で測定値を求める。(この値を A (dB) とする。)
- ・ 上記 CW 信号と同じ電力の OFDM 信号をスペクトラムアナライザに入力し、RBW を 10kHz とし測定値を求める。(この値を B (dB) とする。)
- ・ 補正值 $C = 27.6 - (A \text{ (dB)} - B \text{ (dB)})$

3.1.1.7.4 スプリアス発射及び不要発射

3.1.1.7.4.1 帯域外領域でのスプリアス発射

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) 送信出力を無変調信号にする。
- 3) スペクトラムアナライザで送信出力レベル (P_c) を測定し、記録する。
- 4) 測定点のスプリアス (P_s) をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{スプリアス (dB)} = P_s - P_c$$

5) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : スプリアスの周波数
- ・ SPAN : 30MHz
- ・ RBW : 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
- ・ VBW : RBW の 10 倍程度
- ・ 検波モード : サンプル検波

注記：() 内は測定周波数範囲を示す。

3.1.1.7.4.2 スプリアス領域での不要発射

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) スペクトラムアナライザで送信出力レベル (P_c) を測定し、記録する。

送信出力レベルは変調信号で測定することが基本となる。

- 3) 変調器の出力を測定用 OFDM 信号にし、測定点のスプリアス (Ps) をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{スプリアス (dB)} = P_s - P_c$$

- 4) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : スプリアスの周波数
- ・ SPAN : 20MHz
- ・ RBW : 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
1MHz (1GHz 以上)
- ・ VBW : RBW の 10 倍程度
- ・ 検波モード : サンプル検波

なお、スプリアスの有無を確認するときのスペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : 測定範囲を含むように設定する
- ・ SPAN : 測定範囲を含むように設定する
- ・ RBW : 10kHz ~ 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
0.1MHz ~ 1MHz (1GHz 以上)
- ・ VBW : RBW の 3 ~ 10 倍程度
- ・ 検波モード : ポジティブピーク検波

注記：() 内は測定周波数範囲を示す。

[参考文献]

社団法人 電子情報技術産業協会

地上デジタル放送送信機測定方法ハンドブック

3.1.2 高度化放送導入方式 (LDM 方式)

LDM (Layered Division Multiplexing・電力階層多重) 方式は、現行地上デジタルテレビジョン放送方式に電力差をつけた次世代方式を重畳する手法である。ここでは、高度化放送への移行中となる LDM 方式を用いた LDM 放送、移行後の次世代方式のみを用いた次世代放送について周波数使用条件の規定を行う。

3.1.2.1 適用周波数帯

470MHzを超え、710MHz以下のテレビジョン放送用周波数帯を対象とする。

(理由)

「放送用周波数の更なる有効活用」の観点から現行地上デジタルテレビジョン放送波に階層多重する設計となっており現行の UHF 周波数帯を適用対象とする。

3.1.2.2 占有周波数帯幅

LDM放送及び次世代放送の占有周波数帯域幅の許容値は5.7MHzとする。

(理由)

OFDM セグメント帯域幅と LDM 放送及び次世代放送の 1 チャンネル帯域幅 (6MHz) が簡単な整数比となるよう、6MHz を 14 分割したものを 1 つの OFDM セグメント (帯域幅 $6/14\text{MHz}=428.57\cdots\text{kHz}$) とし、そのうちの 13 個を信号伝送に、残りの 1 個をガードバンドに割り当てることとする。従って、信号帯域幅は $6\text{MHz}\times 13/14(=5.571\cdots\text{MHz})$ となる。

帯域端キャリアの 99% のエネルギーを含む帯域幅を周波数帯幅と呼び、キャリア間隔が最大 ($3.968\cdots\text{kHz}$) となるモード 1 の場合、5.613MHz となる。占有周波数帯幅の許容値は周波数帯幅に余裕を持たせて 5.7MHz とし、モードに係わりなく適用する。

3.1.2.3 送信周波数の許容偏差

送信周波数の許容偏差は1Hzとする。

(理由)

SFN を構成する複数の中継局において発射される電波の周波数偏差が大きくなると SFN 干渉エリア内において受信特性が劣化するため、周波数偏差を抑える必要がある。

そこで、許容値が最も厳しい 4096QAM と最も緩い QPSK について、2 送信所で構成する SFN を想定し実測した結果 (参考資料 6 参照)、モード 3 にて 2 波のレベル比が 3dB 以上という条件でキャリアずれが 0Hz に対して 1Hz の場合の C/N 劣化が 0.1dB 以下となることから、現行地上デジタルテレビジョン放送と同じ許容偏差とした。なお、1Hz の許容偏差は、モード 3 におけるキャリア間隔の 0.1% 程度となる。

3.1.2.4 FFT サンプル周波数と許容偏差

LDM 放送および次世代放送の OFDM に使用する FFT サンプル周波数 (f_s) を以下のとおりとす

る。

$$f_s = 512/63\text{MHz} \text{ (} 8.126984\cdots\text{MHz)}$$

また、許容偏差は、 $\pm 0.3\text{ppm}$ とする。

(理由)

FFT サンプル周波数は、キャリア間隔の逆数である有効シンボル期間(T_u)において、モード1では2,048点、モード2では4,096点、モード3では8,192点が均等にサンプルされる周波数である。OFDMの場合、FFT サンプル周波数が規定されると伝送レート、信号帯域幅が規定される。FFT サンプル周波数を f_s とすると、これとOFDMのパラメータとは以下の関係にある。

$$\frac{1}{f_s} = \frac{T_u}{N_{FFT}}$$

ここで N_{FFT} はFFTサイズを示す。また、1チャンネルの帯域幅(6MHz) B は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} B &= \frac{N_c \cdot N_{seg}}{T_u} \\ &= \frac{N_c \cdot N_{seg} \cdot f_s}{N_{FFT}} \end{aligned}$$

ここで N_c は1セグメント当たりのキャリア数、 N_{seg} は1チャンネル当たりのセグメント分割数である。 f_s はどのモードでも同一値となるが、モード3のパラメータ値として、 N_{FFT} に8,192、 N_c に432、 N_{seg} に14を当てはめると、以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} f_s &= \frac{B \cdot N_{FFT}}{N_c \cdot N_{seg}} \\ &= \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 8192}{432 \cdot} \\ &= \frac{512}{63} \text{ MHz} = 8.126984\cdots\text{MHz} \end{aligned}$$

FFT サンプル周波数に誤差が生じると、帯域幅が増減する。3.1.2.3節に示したとおり、SFNを実施する場合には、送信周波数の許容偏差が0.1%以下であることが必要となる。そこで、帯域の端におけるキャリアの周波数ずれが1Hz以下とした条件でFFT サンプル周波数の誤差を求めた結果、モードに係わらず約3Hz以下となった。その誤差をFFT サンプル周波数で規格化すると、0.369ppmとなる。許容偏差はそれより小さい0.3ppmを基準値とする。

3.1.2.5 送信スペクトルマスク

送信スペクトルマスクを以下の図3.1.2.5-1により規定する。また、スペクトルマスクのブレイクポイントを表3.1.2.5-1に示す。なお、このマスクはデジタル送信信号の歪み成分にのみ適用し、スプリアスについては対象としない。

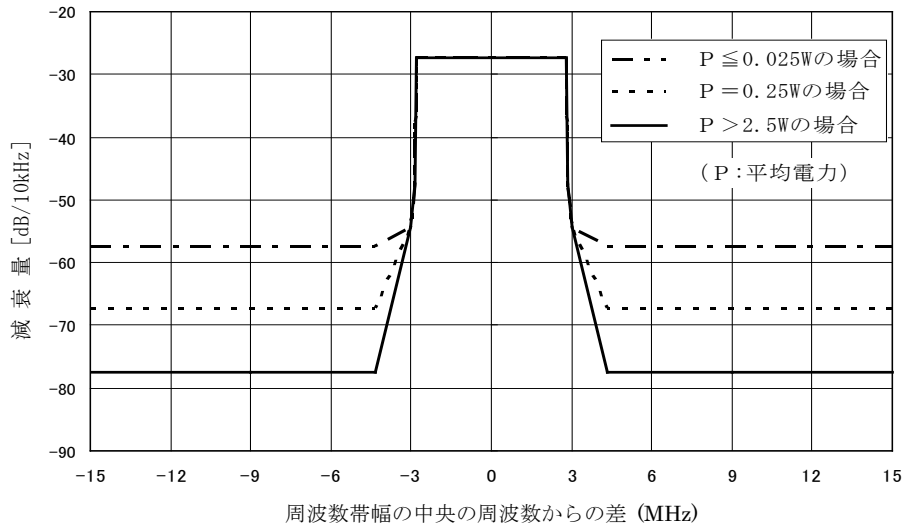


図 3.1.2.5-1 LDM 放送、次世代放送の送信スペクトルマスク

表 3.1.2.5-1 送信スペクトルマスクのブレイクポイント

周波数帯幅の中央の周波数からの差 (MHz)	平均電力 P からの減衰量 (dB/10kHz)	規定の種類
±2.79	-27.4	上限
±2.86	-47.4	上限
±3.00	-54.4	上限
±4.36	-77.4	上限

(理由)

LDM 放送及び次世代放送の変調波は地上デジタルテレビジョン放送と同じ OFDM 変調であり、また、占有周波数帯幅が同一であることから、スペクトルマスクの変更は必要ない。

3.1.2.6 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

無線設備規則第7条の現行規定の変更は行わない。

(理由)

高度地上デジタルテレビジョン放送方式におけるスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値について、現行規定を準用することが可能であるため。

3.1.2.7 測定法

3.1.2.7.1 占有周波数帯幅

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) スペクトラムアナライザで OFDM 信号の 99% エネルギー帯域幅を測定する。

3) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : 変調波の中心周波数
- ・ SPAN : 20MHz
- ・ RBW : 10kHz
- ・ VBW : 300Hz 以下
- ・ 検波モード : ポジティブピーク検波

3.1.2.7.2 周波数偏差

3.1.2.7.2.1 周波数カウンタを用いる方法

1) OFDM 変調器の出力を周波数測定用モード(変調帯域の中心に一本の無変調キャリアを出力)に設定する。

2) 測定精度が 0.1Hz 以内の周波数カウンタを測定点に接続する。

3) 送信機の局部発振周波数及び周波数カウンタが十分安定した後、周波数を測定する。

$$\text{周波数偏差(Hz)} = \text{測定周波数(Hz)} - \text{規定送信周波数(Hz)}$$

3.1.2.7.2.2 ISDB-T 信号アナライザを用いる方法

1) ISDB-T 信号アナライザを測定点に接続する。

2) 送信機の局部発振周波数及び周波数カウンタが十分安定した後、周波数を測定する。

$$\text{周波数偏差(Hz)} = \text{測定周波数(Hz)} - \text{規定送信周波数(Hz)}$$

3.1.2.7.3 送信スペクトルマスク

1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。

2) スペクトラムアナライザで送信出力レベル (Pc) を測定し、記録する。

3) 測定点のスペクトラム (Ps) をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{測定値 (dB)} = P_s - P_c$$

4) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : 変調波の中心周波数
- ・ SPAN : 30MHz
- ・ RBW : 10kHz
- ・ VBW : 300Hz 以下
- ・ 検波モード : ポジティブピーク検波

無線設備規則では、平均電力を基準値として RBW を 10kHz としたときのスペクトラムアナライザの指示値で規定されている。帯域内の場合、10kHz 当たりの電力は平均電力に対して $-27.4 \text{ dB} = 10 \log(10\text{kHz}/5.6\text{MHz})$ となるが、スペクトラムアナライザによっては、補正值が必要となる。補正值は、予め以下の方法で求めておき、測定値から補正值 C(dB) を減ずる。あるいは、測定したスペクトラム波形が帯域内で RBW を 10kHz としたとき (平均電力 - 27.4dB) となるように補正值を設定する。

- ・ 0dBm(あるいはこれに近い値)の CW 信号をスペクトラムアナライザに入力し、最大の RBW で測定値を求める(この値を A(dB)とする)。
- ・ 上記 CW 信号と同じ電力の OFDM 信号をスペクトラムアナライザに入力し、RBW を 10kHz とし測定値を求める(この値を B(dB)とする)。
- ・ 補正值 $C = 27.4 - (A(\text{dB}) - B(\text{dB}))$

3.1.2.7.4 スプリアス発射及び不要発射

3.1.2.7.4.1 帯域外領域でのスプリアス発射

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) 送信出力を無変調信号にする。
- 3) スペクトラムアナライザで送信出力レベル(P_c)を測定し、記録する。
- 4) 測定点のスプリアス(P_s)をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{スプリアス (dB)} = P_s - P_c$$

- 5) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : スプリアスの周波数
- ・ SPAN : 30MHz
- ・ RBW : 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
- ・ VBW : RBW の 10 倍程度
- ・ 検波モード : サンプル検波

注記：()内は測定周波数範囲を示す。

3.1.2.7.4.2 スプリアス領域での不要発射

- 1) 方向性結合器を測定点に挿入し、方向性結合器の出力にスペクトラムアナライザを接続する。
- 2) スペクトラムアナライザで送信出力レベル (P_c) を測定し、記録する。送信出力レベルは変調信号で測定することが基本となる。
- 3) 変調器の出力を測定用 OFDM 信号にし、測定点のスプリアス (P_s) をスペクトラムアナライザで測定する。

$$\text{スプリアス (dB)} = P_s - P_c$$

- 4) スペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : スプリアスの周波数
- ・ SPAN : 20MHz
- ・ RBW : 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
1MHz (1GHz 以上)
- ・ VBW : RBW の 10 倍程度
- ・ 検波モード : サンプル検波

なお、スプリアスの有無を確認するときのスペクトラムアナライザの設定は下記とする。

- ・ 中心周波数 : 測定範囲を含むように設定する
- ・ SPAN : 測定範囲を含むように設定する

- ・ RBW : 10kHz ~ 100kHz (30MHz ~ 1GHz)
0.1MHz ~ 1MHz (1GHz 以上)
 - ・ VBW : RBW の 3 ~ 10 倍程度
 - ・ 検波モード : ポジティブピーク検波
- 注記 : ()内は測定周波数範囲を示す。

[参考文献]

社団法人 電子情報技術産業協会

地上デジタル放送送信機測定方法ハンドブック

3.1.3 電波防護指針

高度地上デジタルテレビジョン放送においても、現行地上デジタルテレビジョン放送と同様、当該放送局を設置する段階において電波法施行規則（昭和 25 年電波監理委員会規則第 14 号）第 21 条の 4（電波の強度に対する安全施設）を満足するよう、必要な離隔距離を算出し、離隔距離以内に入れないような対策（立ち入りを制限する柵などを設置）を施すなどの対策をする必要がある（参考資料 11 参照）。

3.1.4 他のシステム等への影響

3.1.4.1 他の無線システムとの干渉検討

高度地上デジタルテレビジョン放送について、現行地上デジタルテレビジョン放送を除く同一及び隣接帯域の他の無線システムへの与干渉について影響を調査したところ、高度地上デジタルテレビジョン放送が現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の送信電力等となることを想定した場合、問題となるような影響は認められなかった。

また、それらの無線システムからの被干渉については、高度地上デジタルテレビジョン放送に用いられるパラメータにもよるが、現行地上デジタルテレビジョン放送と同等の置局条件となることを想定した場合、現行地上デジタルテレビジョン放送の混信保護基準とほぼ同等となることが確認された。

現行地上デジタルテレビジョン放送と高度地上デジタルテレビジョン放送の間、及び高度地上デジタルテレビジョン放送同士の間での混信保護基準については、現行地上デジタルテレビジョン放送同士の間での混信保護基準とほぼ同等であることが確認された。ただし、地上放送高度化方式の高度地上デジタルテレビジョン放送が、現行地上デジタルテレビジョン放送又は地上放送高度化方式の高度地上デジタルテレビジョン放送に対して上隣接となる場合、用いられるパラメータにもよるものの、現行地上デジタルテレビジョン放送の混信保護基準よりも厳しくなることが想定されるため、置局検討の際に考慮が必要である。また、混信保護基準は、上述のように実際に運用される際のパラメータに依存することから、運用されるパラメータに応じて適切に設定される必要があることに留意が必要である（参考資料 12 参照）。

3.1.4.2 既存の放送用受信機への影響

LDM 方式については、既存の放送用受信機での C/N モニタ値が低く評価されることで、課題が発生する受信機の存在が確認されており、受信側での対策（受信環境改善・受信機交換など）の併用が必要である（参考資料 13 参照）。

3.1.4.3 CATV 網で伝送する際の影響

高度地上デジタルテレビジョン放送をパススルー方式を用いて CATV 網で伝送する場合について、CATV 放送信号と高度地上デジタルテレビジョン放送を隣接伝送した際、与干渉・被干渉の影響はない。なお、LDM 方式をパススルー方式を用いて CATV 網で伝送する場合、選択するパラメータによっては、次世代方式（LL）の受信でエラーとなるエリアが存在するため、対策を講じる必

要がある。

LDM方式をトランスモジュレーション方式を用いてCATV網で伝送する場合、CATVの伝送チャンネルの有効利用の観点から地上デジタルテレビジョン放送（UL）と次世代方式（LL）の情報を1つの搬送波で多重伝送する場合でも、チャンネル登録・選局においてはCATVの既存STB（Set Top Box）でLL側の信号がUL側に影響し誤作動を起こすことはない想定される。地上放送高度化方式をトランスモジュレーション方式を用いてCATV網で伝送する場合について、地上放送高度化方式は現行地上デジタルテレビジョン放送方式と比較すると全く新しい放送方式であることから、新たなSTBの仕様を検討する必要がある（参考資料14参照）。

3.2 伝送路符号化方式

3.2.1 地上放送高度化方式

3.2.1.1 概要

3.2.1.1.1 現行地上デジタルテレビジョン放送方式の長所を継承

現行地上デジタルテレビジョン放送の放送方式である ISDB-T ではマルチパス耐性に優れた OFDM を変調方式とし、部分受信が可能なセグメント構造を取っている。1つのチャンネルで固定受信向けと移動受信向けサービスを同時に実現できることが ISDB-T 方式の長所であり、この点は引き続き継承する。

3.2.1.1.2 複数シンボル長 OFDM 形式を採用

一方、固定受信と移動受信に求められる要求条件は大きく異なるため、それぞれに対応するための最適な伝送パラメータも異なる。このような異なる要求条件に対応するため、1つの伝送チャンネル内で2種類以上の有効シンボル長及びガードインターバル長を用いて階層化を実現する複数シンボル長 OFDM 形式を採用した。これにより、図 3.2.1.1.2-1 に示すように、複数階層を周波数分割多重したサブフレームを移動受信向けのサービスに割り当てるとともに、FFT サイズの異なる固定受信向けサービスに割り当てるサブフレームを時分割多重するなど、多様な階層伝送が可能である。さらに、フレームの末尾に拡張区間を設けることもできる。

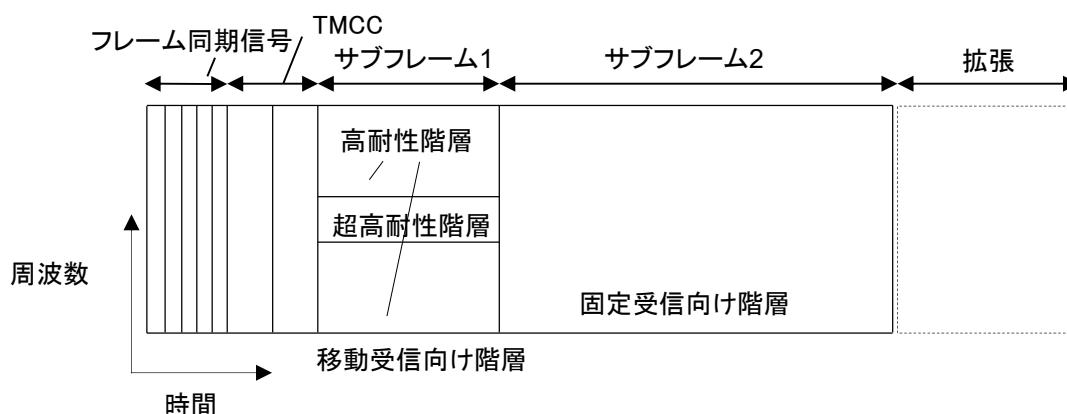


図 3.2.1.1.2-1 地上放送高度化方式のフレーム構成例

3.2.1.1.3 サブフレーム間における新たな信号構造

サブフレーム区間の OFDM 信号の基本的な信号構造については BST (Band Segmented Transmission) 方式を継承するとともに、パラメータを見直す。6MHz で区切られるチャンネルを複数のセグメントに分割する際の数値を 14 から 36 へと増やし、このうち最大 35 セグメントを信号伝送に用いる。これにより固定受信と移動受信への帯域割り当てをより柔軟に行うことができる。また、パイロット信号の配置は、固定受信と移動受信でそれぞれに最適な配置を選択できるようにする。さらに1つのセグメントを3つのサブセグメントに分割する。雑音耐性の高い1次変調

パラメータを用いる高耐性階層と、これよりもさらに雑音耐性が高い1次変調パラメータを適用した超高耐性階層を構成することで、特に移動受信時のサービス可用性を高めることが可能である（参考資料4－6参照）。

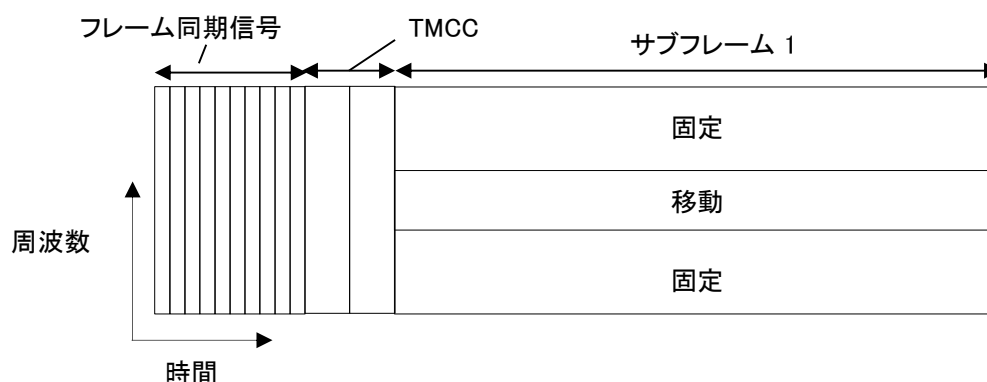
また、ガードバンド及びガードインターバル（GI：Guard Interval）など情報伝送に寄与しない周波数、時間を少なくすることにより周波数利用効率を高めた。FFTサイズは現行地上デジタルテレビジョン放送では8k（8,192（ 2^{13} ）ポイント）で運用されているが、最大32k（32,768（ 2^{15} ）ポイント）まで拡大する。これによりFFTサイズを大きくするとキャリア周波数間隔が小さくなることから、有効シンボル長が長くなり、GI長を一定としたときのGI比が小さくなることから、GIによるオーバーヘッドを削減することができる。また、現行地上デジタルテレビジョン放送との両立性を考慮し、GI長や時間インターリーブ長が現行地上デジタルテレビジョン放送と同等であるパラメータも用意する。

3.2.1.1.4 最新の技術を導入

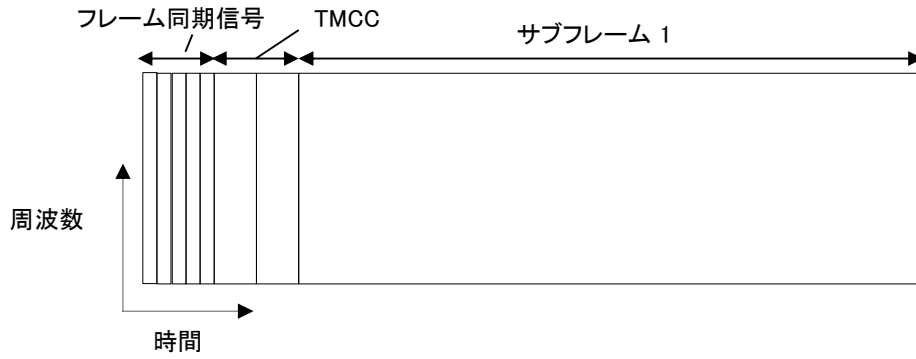
誤り訂正符号はLDPC（Low Density Parity Check）符号とBCH（Bose-Chaudhuri-Hocquenghem）符号の接続符号を用いる。これにより雑音耐性を大幅に向上させることができる。また、信号点の配置を不均一にすることにより多値変調における雑音耐性の向上を図っている。

3.2.1.1.5 多様な階層伝送

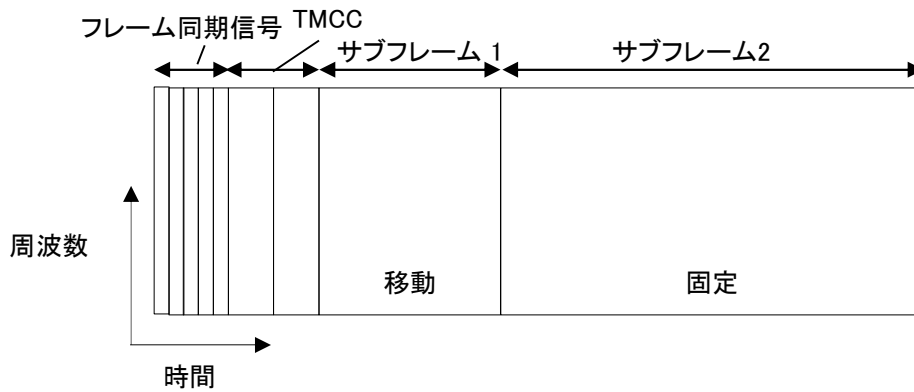
伝送制御信号（TMCC：Transmission and Multiplexing Configuration Control）をフレームの先頭で伝送することで可変長のフレーム構成を実現する。様々な環境における受信を想定した多様な階層伝送を実現するため、図3.2.1.1.5-1に示すように、周波数分割多重や時分割多重及びこれらを組合せたフレーム構成が可能である。



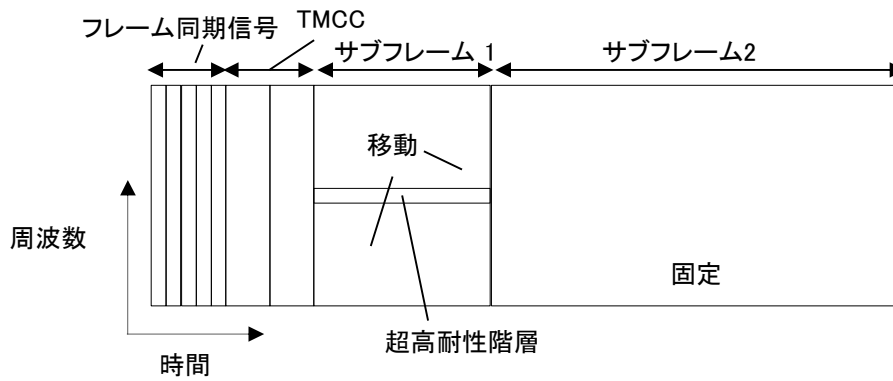
(a) 階層伝送に周波数分割多重を用いるフレーム構成（単一サブフレーム）



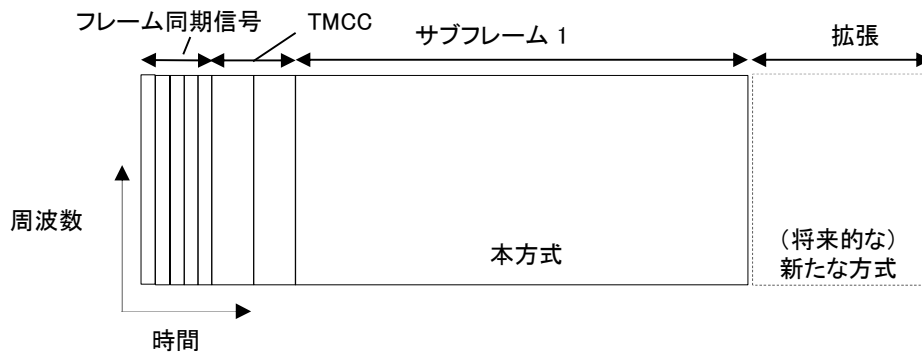
(b) 単一サブフレーム、単一階層構成



(c) 階層伝送に時分割多重を用いるフレーム構成 (2サブフレーム)



(d) 階層伝送に時分割多重と周波数分割多重を用いるフレーム構成 (2サブフレーム)



(e) 拡張区間を用いて将来的な新しい方式を多重するフレーム構成

図 3.2.1.1.5-1 フレーム構成例

3.2.1.2 基本構成

地上放送高度化方式のフレームは図 3.2.1.2-1 に示すようにフレーム同期信号区間、TMCC 区間、単一又は複数のサブフレーム区間及び拡張区間で構成する。図 3.2.1.2-2 に示すようにそれぞれの信号区間用の伝送路符号化部からの出力信号を時分割多重することにより構成する。サブフレームはセグメント構造を持つ単一又は複数の階層で構成する。1つのサブフレームは、シンボル長が同じ複数のシンボルで構成される。TMCC 区間で伝送する伝送制御情報は可変長の情報量を持つとともに、フレーム末尾には拡張区間を設けることができる。また、特定のサブフレームだけを選択的に受信する間欠受信が可能であり、伝送信号の周波数帯域の一部だけを選択的に受信する部分受信にも対応する。なお、高耐性、低遅延を特徴とする伝送路としても使用することのできるパイロット信号である L ch は、フレーム同期信号及び TMCC 区間を除くフレーム全体に渡って伝送することもできる。

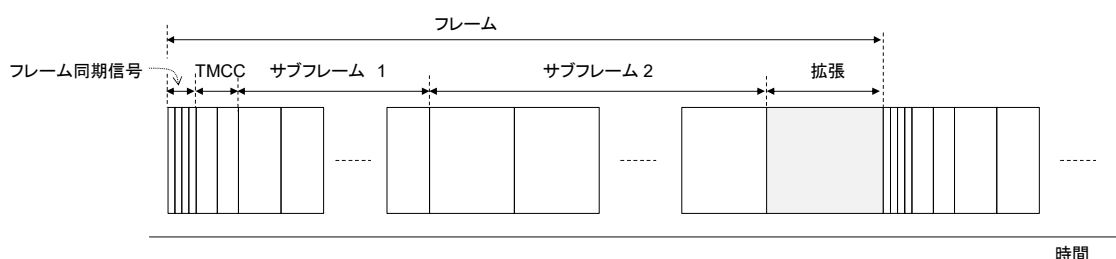


図 3.2.1.2-1 フレーム構成

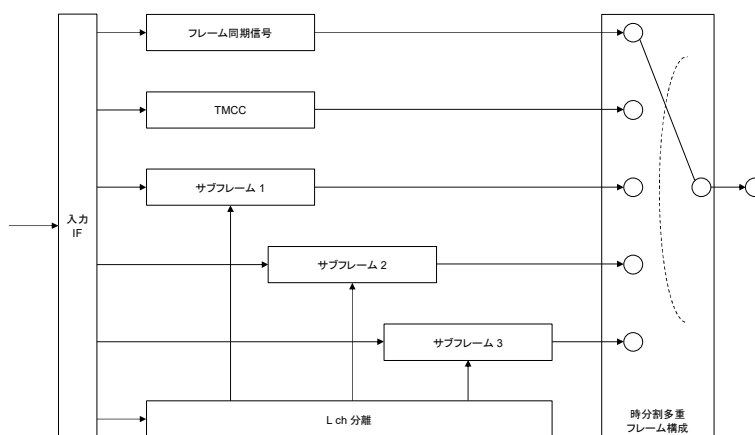


図 3.2.1.2-2 地上放送高度化方式のフレーム構成部 (サブフレームが3つの場合)

3.2.1.2.1 OFDM 変調部

各サブフレームにおける OFDM 変調部の構成を図 3.2.1.2.1-1 に示す。入力インターフェース部から入力される単一又は複数系統の階層ごとにフレームを構成するデータ (階層別フレーム) 及び L ch フレームを入力信号とする。それぞれの階層別フレームは、1次変調部において、誤り訂正符号を格納する FEC (Forward Error Correction) ブロックに変換し、エネルギー拡散、BCH 符号化、LDPC 符号化、ビットインターリーブ (以下「ビット IL」という。)、マッピングを行う。階層毎にキャリアシンボルのレベル調整を行う。各階層のキャリアシンボルを階層合成し、帯域分割、時間インターリーブ (以下「時間 IL」という。)、周波数インターリーブ (以下「周波数 IL」という。)、帯域合成を行い、データセグメントを構成する。L ch フレームは、サブフレームごと

に、先頭に差動基準ビットを付加した後に DBPSK 変調し、L ch 信号を生成する。L ch は広帯域周波数同期及び雑音推定用のパイロット信号であり、データ伝送にも使用することができる。データセグメントにパイロット、L ch を付加し、OFDM フレームを構成する。OFDM フレーム構成後の信号を OFDM 変調し、IF 信号を出力する。

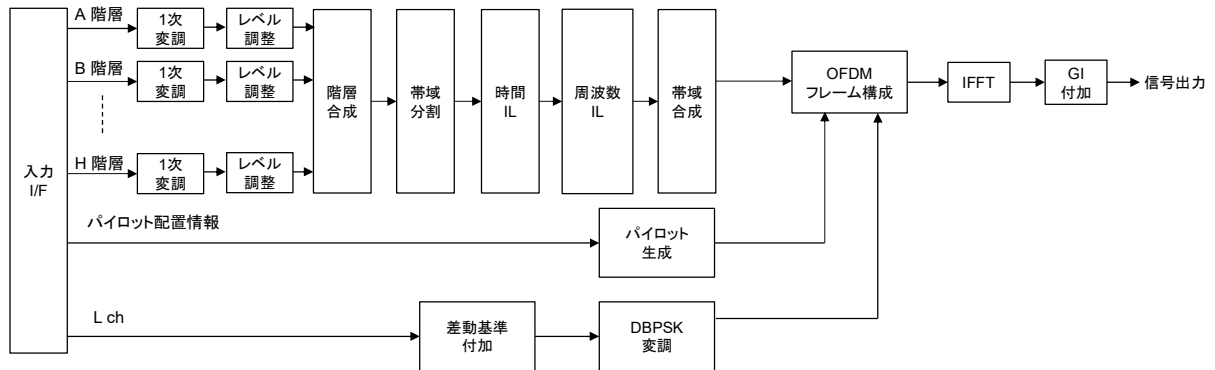


図 3.2.1.2.1-1 OFDM 変調部の構成

3.2.1.2.2 伝送パラメータ

サブフレーム区間の伝送パラメータを表 3.2.1.2.2-1 に、OFDM セグメントパラメータを表 3.2.1.2.2-2 にそれぞれ示す。また、通信速度は総キャリア数をシンボル長で除算した値で表すことができる。FFT サイズが 16,384、GI 比が 800/16,384 の場合、総キャリア数は 35 セグメント分のキャリア数に 3.2.1.6.3.1 節に示す帯域右端の CP を加えた数となり、通信速度は $(432 \times 35 + 1) / ((1 + 800/16384) \times 0.002592)$ となる。

表 3.2.1.2.2-1 サブフレーム区間の伝送パラメータ

帯域幅	6MHz		
セグメント分割数	36		
信号帯域幅	5.83MHz		
セグメント数	35		
フレーム長	最大 350ms (拡張区間を除く)		
間欠受信	対応		
部分受信	対応 (1 ~ 9 セグメント)。ただし、部分受信帯域は 9 セグメント固定		
多重化方式	MMT・TLV 方式		
FFT サイズ (モード)	8k (3)	16k (4)	32k (5)
キャリア間隔	0.7716kHz	0.3858kHz	0.1929kHz
有効シンボル長	1.296ms	2.592ms	5.184ms
キャリア総数	7561	15121	30241
GI 比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, 800/N _{FFT} *, 1600/N _{FFT} *		
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM		
	QPSK は UC、16 ~ 4096 QAM は UC と NUC に対応		
FFT サンプル周波数	512 / 81 = 6.320987...MHz		
内符号	LDPC 符号		
	Normal 符号 : 符号長 69120		

	Short 符号 : 符号長 17280
	符号化率: 2/16, 3/16, 4/16, 5/16, 6/16, 7/16, 8/16, 9/16, 10/16, 11/16, 12/16, 13/16, 14/16
外符号	BCH 符号
	Normal 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (65535, 65343)
	Short 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (16383, 16215)

※ N_{FFT} は FFT サイズを示す

注 : 斜体の数値は概数であることを意味する

UC : Uniform Constellation

NUC : Non-Uniform Constellation

(理由)

FFT サイズに関して、現行地上デジタルテレビジョン放送の運用パラメータであるモード3は、キャリア間隔が広く、移動受信向けサービスに適する伝送パラメータである。また、より大きなFFT サイズはキャリア間隔が狭くなるため、移動受信の観点では不利であるが、GI 比が同一でもGI 長が長くなるため、GI によるオーバーヘッドが小さくなり、伝送レートの観点で利点のある伝送パラメータである。モード6以上の伝送パラメータも考えられるが、キャリア間隔がより狭くなること、シンボル長が長くなりシンボル内での時間変動の影響が憂慮されること、回路規模が大きくなること等を考慮してモードは3から5までの値を利用可能とした。

GI 比については整数分の1の伝送パラメータの他に $800/N_{FFT}$ 及び $1,600/N_{FFT}$ の伝送パラメータを利用可能とした。前者は現行地上デジタルテレビジョン放送の運用パラメータであるモード3、GI 比 1/8 のときのGI 長 (126 μ s) と同等の値であり、現行地上デジタルテレビジョン放送との親和性の観点で利用可能とした。後者はより広い範囲の放送エリアでSFNを構築し、周波数を有効利用することを考慮した伝送パラメータである。その他対応可能なマルチパスの遅延時間と伝送レートのトレードオフを考慮し、運用パラメータを決定する際に多くの選択肢を用意した。1/256は長い遅延時間のマルチパスを考慮する必要のないCATVにおける使用を想定しているため、伝送効率の観点では利点があるものの、電波による地上波での実運用に際しては検討が必要である。表3.2.1.2.2-2にOFDMセグメントパラメータを示す。

表 3.2.1.2.2-2 サブフレーム区間の OFDM セグメントパラメータ

(a) モード3

FFT サイズ	8k							
キャリア数	216							
D_x	3	3	3	3	6	6	6	
D_y	1	2	4	8	1	2	4	
SP の数	72	36	18	9	36	18	9	
BP の数	0	36	54	63	0	18	27	
L ch の数	4							
Data の数	通常	140	176	194	203	176	194	203
	境界シンボル	140	140	140	140	176	176	176
GI 比	1/4				—			
	1600/8192				—			
	1/8							

	800/8192	
	—	1/16

(b) モード4

FFT サイズ		16k									
キャリア数		432									
Dx		3	3	3	6	6	6	12	12	12	
Dy		1	2	4	1	2	4	1	2	4	
SP の数		144	72	36	72	36	18	36	18	9	
BP の数		0	72	108	0	36	54	0	18	27	
L ch の数		8									
Data の数	通常	280	352	388	352	388	406	388	406	415	
	境界シンボル	280	280	280	352	352	352	388	388	388	
GI 比		1/4				—					
		1/8						—			
		1600/16384						—			
		—				1/16					
		—				800/16384					
		—						1/32			

(c) モード5

FFT サイズ		32k											
キャリア数		864											
Dx		3	3	6	6	12	12	24	24	216	216	216	
Dy		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	
SP の数		288	144	144	72	72	36	36	18	4	2	1	
BP の数		0	144	0	72	0	36	0	18	0	2	3	
L ch の数		16											
Data の数	通常	560	704	704	776	776	812	812	830	844	846	847	
	境界シンボル	560	560	704	704	776	776	812	812	844	844	844	
GI 比		1/8				—							
		—		1/16				—					
		—		1600/32768				—					
		—				1/32				—			
		—				800/32768				—			
		—						1/64		—			
		—						1/256					

Dx : キャリア方向のパイロット信号の間隔 (図 3. 2. 1. 6. 3. 2-1 参照)

Dy : シンボル方向のパイロット信号の間隔 (図 3. 2. 1. 6. 3. 2-1 参照)

SP : 分散パイロット (Scattered Pilot)

BP : 境界パイロット (Boundary Pilot)

L ch : 広帯域周波数同期及び雑音推定用のパイロット信号 (L channel)

注: GI 比については使用可能なパラメータを記載しており、— は使用不可の組合せであることを示す。

3.2.1.2.3 信号帯域幅

1チャンネル6MHzを36のセグメントに区切り、このうち35セグメントを信号伝送に用いる。信号帯域幅は $6 \times 35/36 = 5.83\text{MHz}$ である。

(理由)

セグメント数を増やすことにより固定受信と移動受信への帯域割り当てをより柔軟に行うことができるようにした。また、信号帯域幅を広げることにより伝送容量を増大させた。

3.2.1.2.4 情報レート

地上放送高度化方式の情報レートの3つの例(場合A, B, C)について、表3.2.1.2.4-1に算出条件を、表3.2.1.2.4-2に情報レートの値を示す。なお、サブフレーム数は1としている。GI比は現行地上デジタルテレビジョン放送の運用パラメータと同等のGI長となる値($800/N_{\text{FFT}} = 126\mu\text{s}$)とし、フレーム長については選局時間を考慮し300msを越えない値を用いた。情報レートは次式により求め、算出過程で四捨五入等は行っていない。

$$R = N_d \cdot V \cdot (N_{\text{LDPC}} \cdot R_{\text{cr}} - M_{\text{BCH}} - N_{\text{H}}) / N_{\text{LDPC}} / T_f$$

ここで R は情報レート、 N_d はフレーム当たりのデータキャリア数、 V はキャリア変調の多値数、 N_{LDPC} はLDPC符号の符号長、 R_{cr} はLDPC符号の符号化率、 M_{BCH} はBCH符号のパリティビット長、 $N_{\text{H}} = 16$ はFECブロックヘッダ長、 T_f はフレーム長を示し、LDPC符号はNormal符号を想定し $N_{\text{LDPC}} = 69,120$ とした。また、フレーム当たりのデータキャリア数 N_d はサブフレーム区間のシンボル数を N_s 、通常シンボル及び境界シンボルのセグメント当たりのデータキャリア数をそれぞれ N_n 、 N_b 、セグメント数を N_{seg} 、TMCC区間においてサブフレーム1の最上位階層に割り当てられるデータキャリア数を N_t とすると次式により求められる。

$$N_d = (N_n(N_s - 2) + 2 \cdot N_b) \times N_{\text{seg}} + N_t$$

さらに、フレーム長は、シンボル同期区間、TMCC区間、サブフレーム区間の区間長をそれぞれ T_s 、 T_t 、 T_1 とするとこれらの合計により求められる。

$$T_f = T_s + T_t + T_1$$

表3.2.1.2.4-1 情報レートの算出条件

場合	A	B	C
フレーム長 T_f (s)	0.300	0.298	0.297
フレーム同期信号区間	FFT サイズ		
	2k		
	シンボル数		
	5		
TMCC 区間	シンボル長 (ms)		
	0.486		
	区間長 T_s (ms)		
	2.430		
	FFT サイズ		
	8k		
	GI 比		
	800/8192		
サブフレーム区間	シンボル数		
	2		
	キャリア変調方式		
	QPSK		
	シンボル長 (ms)		
	1.423		
	区間長 T_t (ms)		
2.845			
サブフレーム区間	サブフレーム区間に割り当てられるデータキャリア数 N_t		
	80		
	FFT サイズ		
	8k		
サブフレーム区間	GI 比		
	800/8192		
	シンボル数		
	207		
サブフレーム区間	SP 配置 (Dx, Dy)		
	(3, 8)		

	セグメント当たりのデータキャリア数	通常シンボル N_n	203	406	812
		境界シンボル N_b	140	352	776
	セグメント数 N_{seg}		35		
	シンボル長 (ms)		1.423	2.719	5.311
	区間長 T_1 (ms)		294.470	293.605	292.081

区間長、フレーム長は小数点以下第4位を四捨五入した。

表 3.2.1.2.4-2 情報レート (Mbps)

(a) 場合 A (8k)

符号化率	キャリア変調方式					
	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
2/16	1.19	2.39	3.58	4.77	5.97	7.16
3/16	1.81	3.61	5.42	7.22	9.03	10.83
4/16	2.42	4.83	7.25	9.67	12.08	14.50
5/16	3.03	6.06	9.08	12.11	15.14	18.17
6/16	3.64	7.28	10.92	14.56	18.20	21.84
7/16	4.25	8.50	12.75	17.00	21.26	25.51
8/16	4.86	9.73	14.59	19.45	24.31	29.18
9/16	5.47	10.95	16.42	21.90	27.37	32.85
10/16	6.09	12.17	18.26	24.34	30.43	36.51
11/16	6.70	13.39	20.09	26.79	33.49	40.18
12/16	7.31	14.62	21.93	29.24	36.54	43.85
13/16	7.92	15.84	23.76	31.68	39.60	47.52
14/16	8.53	17.06	25.60	34.13	42.66	51.19

(b) 場合 B (16k)

符号化率	キャリア変調方式					
	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
2/16	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50
3/16	1.89	3.78	5.67	7.56	9.45	11.34
4/16	2.53	5.06	7.59	10.12	12.65	15.18
5/16	3.17	6.34	9.51	12.68	15.85	19.02
6/16	3.81	7.62	11.43	15.24	19.05	22.87
7/16	4.45	8.90	13.35	17.81	22.26	26.71
8/16	5.09	10.18	15.27	20.37	25.46	30.55
9/16	5.73	11.46	17.20	22.93	28.66	34.39
10/16	6.37	12.74	19.12	25.49	31.86	38.23
11/16	7.01	14.02	21.04	28.05	35.06	42.07
12/16	7.65	15.31	22.96	30.61	38.26	45.92
13/16	8.29	16.59	24.88	33.17	41.47	49.76
14/16	8.93	17.87	26.80	35.73	44.67	53.60

(c) 場合 C (32k)

符号化率	キャリア変調方式					
	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
2/16	1.28	2.56	3.84	5.12	6.40	7.68
3/16	1.94	3.87	5.81	7.75	9.68	11.62
4/16	2.59	5.19	7.78	10.37	12.96	15.56
5/16	3.25	6.50	9.75	12.99	16.24	19.49
6/16	3.90	7.81	11.71	15.62	19.52	23.43
7/16	4.56	9.12	13.68	18.24	22.80	27.36
8/16	5.22	10.43	15.65	20.87	26.08	31.30
9/16	5.87	11.75	17.62	23.49	29.36	35.24
10/16	6.53	13.06	19.59	26.12	32.64	39.17
11/16	7.19	14.37	21.56	28.74	35.93	43.11
12/16	7.84	15.68	23.52	31.36	39.21	47.05
13/16	8.50	16.99	25.49	33.99	42.49	50.98

14/16	9.15	18.31	27.46	36.61	45.77	54.92
-------	------	-------	-------	-------	-------	-------

情報レートは小数点以下第3位を四捨五入した。

3.2.1.3 フレーム構成

フレームは図 3.2.1.2-1 に示すようにフレーム同期信号区間、TMCC 区間、サブフレーム区間及び拡張区間で構成する。フレーム内には異なる構成の複数のサブフレームを格納することができる。

(理由)

伝送制御信号を伝送する TMCC 区間をフレームの先頭に配置することにより、受信機は復調動作を開始する際に伝送制御信号を受信した後にこれを用いて続くサブフレーム区間の信号を復調することができる。さらにサブフレーム区間の後ろに拡張区間を配置し、現時点では定まっていない用途に将来利用することが可能である。

3.2.1.3.1 フレーム同期信号区間

フレーム同期信号区間はフレームの先頭に配置され、受信機における同期再生のための信号を伝送する区間である。フレーム同期シンボルから成る信号を逆高速フーリエ変換した5つの OFDM シンボルを時間領域において巡回した後に、サイクリックプレフィックス及びサイクリックポストフィックスの付加を行った信号である。なお、部分受信帯域ありの場合は5つの OFDM シンボルを2回繰り返すことで計 10 シンボルにより構成する。また、後続の TMCC 区間の伝送方式等に関する制御信号を伝送する。

(理由)

地上放送高度化方式の信号の存在を検知するとともに同期再生を行い、TMCC 区間の信号を受信するための数十ビットの情報を受信する必要があることから、雑音やマルチパス、周波数オフセットに対して耐性を有するフレーム同期信号を配置した。これにより多様な階層伝送が可能となるとともに将来の拡張性を担保することができる。

3.2.1.3.2 TMCC 区間

TMCC 区間ではフレーム構成やサブフレーム区間に関する可変長の伝送制御情報を伝送する。

(理由)

多様な階層伝送を実現するためにフレームの先頭でフレーム同期信号区間の後に TMCC 区間をデータ伝送とは独立に配置するとともに、将来の拡張性を考慮し可変長の伝送制御情報の伝送にも対応した。

3.2.1.3.3 サブフレーム区間

サブフレーム区間は映像・音声等のデータを伝送する区間とする。1つのフレーム内には単一又は複数のサブフレームが格納され、順にサブフレーム1、サブフレーム2と呼ぶ。それぞれの

サブフレームは単一又は複数のシンボルによって構成するとともにセグメント構造による階層化が可能である。サブフレーム数の最大値は8である。

(理由)

1 チャンネル内で複数事業者がサービスを行う場合に、それぞれの事業者がそれぞれのサブフレームを利用することを考慮し、最大8サブフレーム利用可能なよう TMCC 情報として3ビットを割り当てることとした。

3.2.1.3.3.1 サブフレーム間インターリーブ

フレームが複数のサブフレームで構成される場合、サブフレーム間で時間領域のシンボル単位のインターリーブをすることを可能とし、サブフレーム間インターリーブと呼ぶ。

(理由)

サブフレームのシンボル数が少ない場合、時間領域における当該サブフレームの占有時間の割合が小さく、時間変動に対する伝送耐性が低下することから、複数サブフレームでシンボル単位のインターリーブを適用することでフレーム全体にサブフレームのシンボルを拡散することにより時間インターリーブ効果を得ることができる。

3.2.1.3.3.2 階層

サブフレームは単一又は複数の階層により構成され、セグメント構造を取ることにする。階層は伝送耐性が強い方から順に A 階層、B 階層、C 階層・・・H 階層と呼ぶ。各階層には、想定する電波伝搬環境に応じて最適な伝送パラメータを設定することができる。部分受信帯域ありの場合、A 階層の全てのセグメントは中央の9セグメント内に格納される。この中央の9セグメントの帯域を部分受信帯域と呼び、その上下の13セグメント、合わせて26セグメントを非部分受信帯域と呼ぶ。そのときの部分受信の対象となる階層の最大セグメント数は9とする。なお、部分受信帯域なしの場合は、全帯域が非部分受信帯域である。階層数の最大値は8とする。

(理由)

1 チャンネル内で複数事業者がサービスを行う場合に、それぞれの事業者がそれぞれの階層を利用することを考慮し、TMCC 情報として3ビットを割り当てることとした。また、部分受信帯域のみを受信する狭帯域受信機が受信する帯域幅を6MHz を36セグメントに分割したうちの1/4 に相当する9セグメントとすれば受信機におけるFFT サンプル周波数を1/4 にすることができ、低消費電力化が期待できることから、部分受信帯域は9セグメントとした。

3.2.1.3.3.3 サブ階層

A 階層は複数のサブ階層に分割して構成し、想定する受信環境における雑音耐性に関する伝送パラメータ、具体的にはキャリア変調方式及び誤り訂正符号の符号化率を個別に設定する。サブ階層は部分受信フラグに関わらず、1つのセグメントを1/3ずつに分割したサブセグメント単位で分割可能であり、1から順に番号付けする。すなわちA階層を2つのサブ階層に分割する場合、

Aa 階層、Ab 階層と呼ぶ。セグメント当たりのデータキャリア数が3の倍数ではない場合、データキャリア数を3で割った剰余数分のデータキャリアは上位（番号の若いサブ階層）のサブセグメントに割り当て、残りのサブセグメントよりもデータキャリア数は1だけ多くなる。例えば1セグメント内データキャリア数 $N_C = 388 = 130 + 129 \times 2$ の場合、表 3.2.1.3.3.3-1 のようになる。

表 3.2.1.3.3.3-1 サブセグメントのデータキャリア数の例

セグメント数	データキャリア数
1/3	130
2/3	259
1	388
4/3	518

(理由)

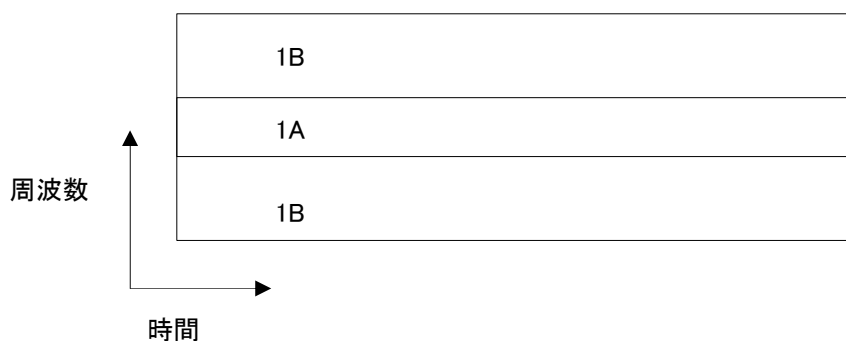
移動受信向けサービスとして音声のみを高耐性で伝送する超高耐性音声サービス等を実現することを想定し、1セグメントよりも小さい単位で階層を割り当てることができるよう、階層を複数のサブ階層に分割して運用することができるようにした。

3.2.1.3.3.4 階層の呼称

映像・音声等データの伝送路としての階層は、サブフレーム番号、階層名、(サブ階層番号)を連結して呼称する。階層名の呼称にはアルファベット (A, B, C) を、サブ階層名の呼称には小文字のアルファベット (a, b) を用い、階層をサブ階層に分割しない場合はサブ階層番号を呼称に含めない。サブフレーム及び階層の呼称の例を図 3.2.1.3.3.4-1 に示す。



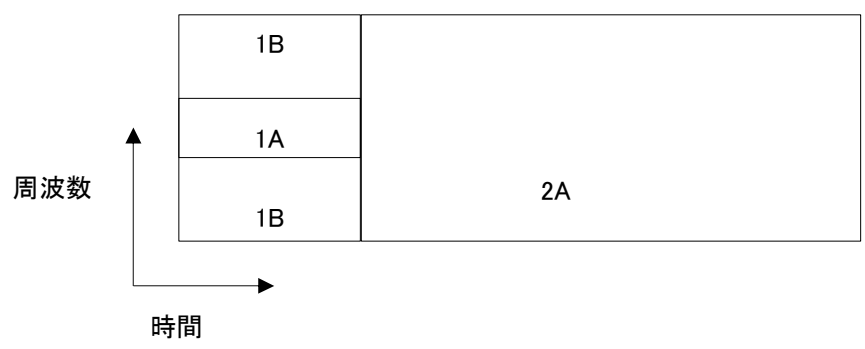
(a) 1 サブフレームの例



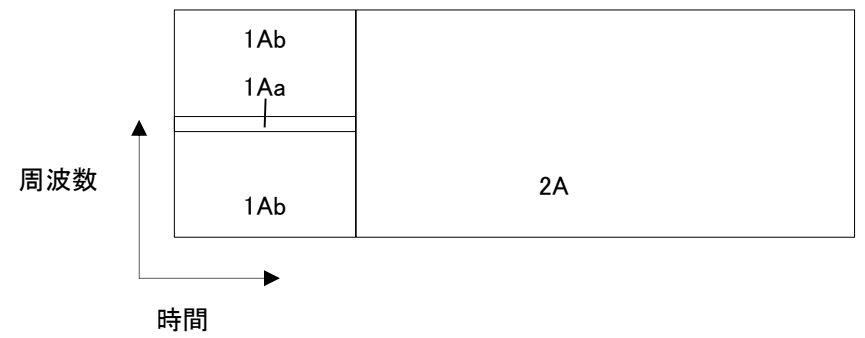
(b) 1 サブフレーム 2 階層の例



(c) 2サブフレームの例



(d) 2階層サブフレームと1階層サブフレームの例



(e) 2サブ階層サブフレームと1階層サブフレームの例

図 3.2.1.3.3.4-1 階層の呼称

3.2.1.3.4 拡張区間

拡張区間は将来拡張のための区間とする。本方式では TMCC 区間で伝送する伝送制御情報により FFT クロック数で表現される区間長に関する情報のみを伝送する。拡張区間における信号形式や伝送方式は規定しない。したがって受信機は拡張区間の信号は無視するものとする。

(理由)

将来的に技術的なイノベーションが達成された場合、帯域内の一部の区間を新たな伝送方式による放送サービスに割り当てることができるよう、サブフレーム区間の後ろに拡張区間を配置できるようにした。

3.2.1.4 フレーム同期信号区間

3.2.1.4.1 概要

フレーム同期信号はフレームの先頭に配置され、受信機における同期再生のための信号とする。また、後続の TMCC 区間の伝送方式等に関する制御信号を送送する区間でもある。PN 符号を BPSK 変調した後に Zadoff-Chu 系列を乗じることで周波数領域信号を生成する。これをフレーム同期シンボルと呼ぶ。フレーム同期シンボルをサブキャリアに割り当て、IFFT により時間領域信号に変換する。時間領域信号は、制御信号の値を示すクロック数分の巡回シフトを行う。制御信号は 1 シンボル当たり 8 ビットとし、制御信号を送送しない先頭シンボル及びこれに続いて制御信号を送送する 4 シンボルの計 5 シンボルでフレーム同期信号を構成する。巡回シフトを行った時間領域信号にサイクリックプレフィックス及びポストフィックスを付加する。FFT サンプル周波数は後続の TMCC 区間やサブフレーム区間と同じ $512/81 = 6.320988 \dots$ MHz、FFT サイズは 2k (2,048 ポイント) とする。キャリア間隔 f_c は FFT サンプル周波数を FFT サイズで除算した値 (3.08642 \dots kHz) であり、シンボル長 T_s は 486 μ s である。フレーム同期信号生成部の構成を図 3.2.1.4.1-1 に、OFDM パラメータを表 3.2.1.4.1-1 に示す。

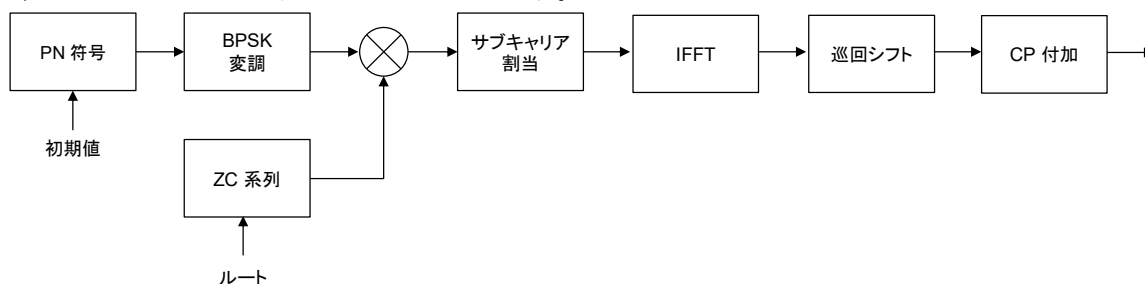


図 3.2.1.4.1-1 フレーム同期信号生成部の構成

表 3.2.1.4.1-1 フレーム同期信号区間の OFDM パラメータ

FFT サイズ	2k
キャリア数	1879
キャリア間隔	<i>3.08642</i> kHz
シンボル長	486 μ s

注 斜体の数値は概数であることを意味する

(理由)

フレーム同期信号は受信機において最初に検出し、データの受信を開始するものであることから検出性能や雑音耐性に優れた方式とした。時間領域における相関処理により狭帯域周波数同期が、周波数領域において広帯域周波数同期が可能である。また時間領域における巡回シフト量によって数十ビットの情報が伝送可能であり、受信機の起動制御信号及び TMCC 区間の伝送パラメータを送送する。フレーム同期信号の FFT サイズとシンボル数は TMCC 区間に関する伝送制御情報の情報量とフレームにおける時間配分により決まるオーバーヘッドを勘案して、FFT サイズを 2k、計 5 シンボルとした。

3.2.1.4.2 周波数領域信号

3.2.1.4.2.1 PN 符号

PN 符号は ‘0’ 及び ‘1’ の 2 値からなる擬似雑音 (Pseudo Noise) 符号であり、図 3.2.1.4.2.1-1 に示す構成による PN 符号発生器で生成する。ここで g は フィードバックパスの結線の有無を示し、地上放送高度化方式においては、PN 符号の生成多項式は $\mathbf{g} = \{g_l, g_{l-1}, \dots, g_2, g_1, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\}$ (次数 $l = 16$)、レジスタの初期値は 0000 0001 1001 1101 (16 進数表記で 0x019d) とする。

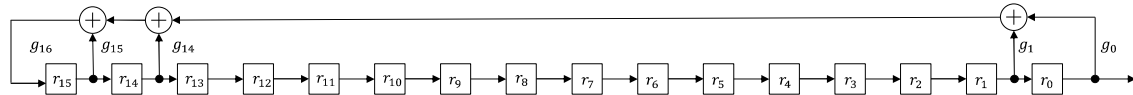


図 3.2.1.4.2.1-1 PN 符号発生器

(理由)

周波数領域において一定角度で位相回転が加わった系列である Zadoff-Chu 系列を拡散するために PN 符号を BPSK 変調した信号を乗ずることとした。生成多項式及びレジスタの初期値は他方式でも使用されている実績のある値を採用した。なお、レジスタの初期値はマイナーバージョン番号を示し、将来新たな方式を導入する場合にはこれと異なる値を用いることが考えられる。

3.2.1.4.2.2 Zadoff-Chu 系列

Zadoff-Chu (ZC) 系列は振幅が一定である複素数からなる系列であり、次式に従って生成する。ここで地上放送高度化方式においてはルート $q = 137$ とする。また ZC 系列の長さは $N_{ZC} = 1879$ とする。

$$Z_q(k) = \exp\left(-j\pi q \frac{k(k+1)}{N_{ZC}}\right) \quad (3.2.1.4.2.2-1)$$

(理由)

自己相関及び相互相関特性に優れる CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 系列の 1 つである Zadoff-Chu 系列を用いることとした。 N_{ZC} はフレーム同期信号区間の信号が 3.1.1.2 節に記載の占有周波数幅を越えないことを前提とし、その範囲での最大の素数である 1,879 とした。また、 q は他方式でも使用されている実績のある値を採用した。なお、 q はメジャー番号を示し、将来新たな方式を導入する場合にはこれと異なる値を用いることが考えられる。

3.2.1.4.2.3 キャリア変調方式

PN 符号発生器の出力は表 3.2.1.4.2.3-1 に示すように PN 符号発生器の出力するビット列を BPSK 変調する。以下、図 3.2.1.4.2.1-1 の PN 符号発生器のレジスタを初期化した後の動作クロックを m 、BPSK 変調後のキャリアシンボルを $c(m)$ とする。

表 3.2.1.4.2.3-1 フレーム同期信号における BPSK 変調

b ₀	出力
0	(+1, 0)
1	(-1, 0)

3.2.1.4.2.4 サブキャリア割当

PN 符号発生回路を BPSK 変調したシンボルと ZC 系列の出力を乗算し、 n 番目の周波数領域信号であるフレーム同期シンボルを次式に従ってサブキャリアに割り付ける。ここで $N_H = (N_{ZC} - 1)/2$ である。

$$s_n(k) = \begin{cases} Z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H + k), & -N_H \leq k \leq -1 \\ Z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H - k), & 1 \leq k \leq N_H \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3.2.1.4.2.4-1)$$

帯域の中心である DC キャリア ($k = 0$) はゼロとし、帯域の左右で対称とする。また、最終フレーム同期シンボルは次式のように符号を反転する。

$$\tilde{s}_n(k) = \begin{cases} s_n(k), & 0 \leq n < N_s - 1 \\ -s_n(k), & n = N_s - 1 \end{cases} \quad (3.2.1.4.2.4-2)$$

ここで N_s はフレーム同期信号のシンボル数である。

(理由)

フレーム同期信号の最終シンボルは受信機が最終シンボルであることを検出することが容易となるよう、符号反転を行うこととした。

3.2.1.4.3 時間領域信号

3.2.1.4.3.1 IFFT

$N_{ZC} = 1879$ キャリア分の周波数領域信号を $N_{FFT} = 2048$ ポイントの IFFT により時間領域信号に変換する。 $\tilde{A}_n(t)$ は n 番目のシンボルの時間領域信号である。

$$\tilde{A}_n(t) = \frac{1}{\sqrt{N_{ZC} - 1}} \sum_{k=-N_H}^{N_H} \tilde{s}_n(k) \exp(2\pi j k f_c t) \quad (3.2.1.4.3.1-1)$$

3.2.1.4.3.2 巡回シフト

時間領域信号は 3.2.1.4.6 節に示す制御信号によって決まるシフト量の巡回シフトを行う。

(理由)

シフト量によって、制御信号を伝送することとした。

3.2.1.4.3.2.1 相対シフト量

フレーム同期信号の制御信号に従って、次式により n 番目のシンボルの相対シフト量 \tilde{M}_n を 2

進数表記したときの i 番目のビット m_i^n を求める。

$$m_i^n = \begin{cases} \left(\sum_{k=0}^{10-i} b_k^n \right) \bmod 2, & i > 10 - N_b^n \\ 1, & i = 10 - N_b^n \\ 0, & i < 10 - N_b^n \end{cases} \quad (3.2.1.4.3.2.1-1)$$

ここで b_k^n は n 番目のフレーム同期シンボルの k 番目の制御信号、 N_b^n は n 番目のシンボルにおける制御情報のビット数である。

(理由)

それぞれのシンボルにおける相対シフト量 \widetilde{M}_n により制御信号を伝送する。また、グレイコード化することにより、制御信号の検出誤りの影響が最小化されるようにした。

3.2.1.4.3.2.2 絶対シフト量

相対シフト量を用い、次式により、 n 番目のシンボルの絶対シフト量 M_n を求める。

$$M_n = \begin{cases} 0, & n = 0 \\ (M_{n-1} + \widetilde{M}_n) \bmod N_{FFT}, & 1 \leq n < N_s \end{cases} \quad (3.2.1.4.3.2.2-1)$$

(理由)

受信機においては、前シンボルの信号で前シンボルのシフト量に相当する位相回転成分と伝送路による影響を合わせてチャネル推定し、チャネル等化するため、前シンボルの巡回シフトの影響が取り除かれることから送り側で当該シンボルに前シンボルの巡回シフト量を入れておくこととした。

3.2.1.4.3.2.3 時間領域信号の巡回シフト

式(3.2.1.4.3.1-1)により時間領域に変換された信号を次式に従って巡回シフトする。 $A_n(t)$ は n 番目のシンボルの時間領域信号を巡回シフトした信号である。

$$A_n(t) = \tilde{A}_n((t + M_n) \bmod N_{FFT}) \quad (3.2.1.4.3.2.3-1)$$

(理由)

時間領域の巡回シフト量により制御信号を伝送できるようにした。

3.2.1.4.4 サイクリックプレフィックス・ポストフィックス付加

有効シンボル区間の前後に、有効シンボル区間の信号の一部を付加する。シンボルの前方に付加する信号をサイクリックプレフィックス、後方に付加する信号をサイクリックポストフィックスとする。有効シンボル A (巡回シフトされた時間領域信号 $A_n(t)$) に、サイクリックプレフィックス及びポストフィックス (B 及び C) を付加する。最初のフレーム同期シンボルは CAB 構造、残りのフレーム同期シンボルは BCA 構造とする。

(理由)

時間領域における相関処理により信号検出及び狭帯域周波数同期が可能となること、また遅延波によるシンボル間干渉を抑制するためサイクリックプレフィックス及びポストフィックスを付加することとした。最初のフレーム同期シンボルとその後のフレーム同期シンボルを容易に区別できるようにした。

3.2.1.4.4.1 CAB 構造

図 3.2.1.4.4.1-1 に示すような構造とする。シンボル先頭に付加する C の領域は 520 クロック、シンボル末尾に付加する B の領域は 504 クロックとし、B の領域はキャリア間隔に相当する正の周波数シフトを行う。

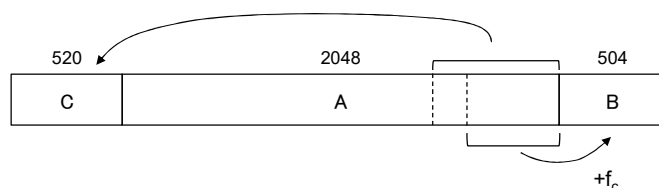


図 3.2.1.4.4.1-1 CAB 構造

(理由)

サイクリックプレフィックス及びポストフィックスは有効シンボル区間と同一波形であることから、これによるオーバーヘッドと受信機における相関値の大きさやガードインターバルとしての役割のトレードオフの関係にあり、この点を考慮し B 及び C の区間長を A のシンボル長の半分とした。受信機において B 及び C を識別するため数値が異なる値とした。

3.2.1.4.4.2 BCA 構造

BCA 構造は、図 3.2.1.4.4.2-1 に示すような構造とする。シンボル先頭に付加する B の領域は 504 クロックとし、キャリア間隔に相当する負の周波数シフトを行う。C の領域は 520 クロックとする。

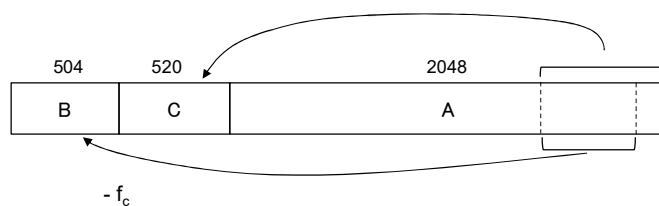


図 3.2.1.4.4.2-1 BCA 構造

(理由)

先頭シンボルとその他のシンボルの構造を変えることで識別を容易にした。

3.2.1.4.5 部分受信帯域の有無によるフレーム同期信号

部分受信帯域の有無によるフレーム同期信号の構成を表 3.2.1.4.5-1 に示す。部分受信帯域なしの場合、フレーム同期信号は 5 シンボル、部分受信帯域ありの場合は 10 シンボルで構成する。制御信号、時間領域の構成及び周波数領域信号の符号反転は表 3.2.1.4.5-1 に示すとおりである。

表 3.2.1.4.5-1 部分受信帯域の有無とフレーム同期信号

(a) 部分受信帯域なしの場合

シンボル番号	制御信号	時間領域構成	符号反転
1	なし (同期シンボル)	CAB	しない
2	Frame_sync_signal1	BCA	しない
3	Frame_sync_signal2	BCA	しない
4	Frame_sync_signal3	BCA	しない
5	Frame_sync_signal4	BCA	する

(b) 部分受信帯域ありの場合

シンボル番号	制御信号	時間領域構成	符号反転
1	なし (同期シンボル)	CAB	しない
2	Frame_sync_signal1	BCA	しない
3	Frame_sync_signal2	BCA	しない
4	Frame_sync_signal3	BCA	しない
5	Frame_sync_signal4	BCA	しない
6	なし (同期シンボル)	BCA	しない
7	Frame_sync_signal1	BCA	しない
8	Frame_sync_signal2	BCA	しない
9	Frame_sync_signal3	BCA	しない
10	Frame_sync_signal4	BCA	する

(理由)

受信する信号帯域幅が 1/4 となる狭帯域受信機においても十分なフレーム同期性能を確保するため、部分受信帯域ありの場合、フレーム同期信号を再送することとした。

3.2.1.4.6 制御信号

フレーム同期信号区間では、緊急起動フラグ及び後続の TMCC 区間における伝送パラメータを伝送する。1 シンボルにつき 8 ビットの情報を伝送し、先頭シンボルを除く 4 シンボルで計 32 ビットの制御信号を伝送する。

(理由)

制御信号の情報量は原理的には $\log_2(N_{FFT}) = 11$ ビットであるが、伝送耐性を考慮し、1 シンボルの情報量は 8 ビットとした。

3.2.1.4.6.1 フレーム同期信号 1

フレーム同期信号 1 の構成を表 3.2.1.4.6.1-1 に示す。

表 3.2.1.4.6.1-1 フレーム同期信号 1 の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Frame_sync_signal1 () {		
ea_wake_up	2	uimsbf
partial_reception_flag	1	bslbf
tmcc_fft_size	2	uimsbf
tmcc_gi_fraction	3	uimsbf
}		

フレーム同期信号 1 の意味：

ea_wake_up (緊急起動フラグ)：この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.1-2 に従って緊急起動フラグを示す。起動制御あり (状態 1) と (状態 2) は緊急情報の内容に変化が生じた場合に状態遷移し、(状態 2) のときにさらなる変化がある場合は (状態 1) に遷移する。起動制御運用なしは、起動制御が運用されておらず、起動制御ありにはならないことを示す。

表 3.2.1.4.6.1-2 緊急起動フラグ

値	意味
00	起動制御なし
01	起動制御あり (状態 1)
10	起動制御あり (状態 2)
11	起動制御運用なし

partial_reception_flag (部分受信フラグ)：この 1 ビットのフィールドは、表 3.2.1.4.6.1-3 に従って部分受信フラグを示す。伝送帯域中央のセグメントが部分受信帯域に設定される場合には '1' に、設定されない場合には '0' に設定される。

表 3.2.1.4.6.1-3 部分受信フラグ

値	意味
0	部分受信帯域なし
1	部分受信帯域あり

tmcc_fft_size (TMCC FFT サイズ)：この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.1-4 に従って TMCC 区間の FFT サイズを示す。

表 3.2.1.4.6.1-4 TMCC FFT サイズ

値	意味
00	8k
01	16k
10	32k
11	リザーブ

tmcc_gi_fraction (TMCC GI 比)：この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.1-5 に従って TMCC 区間の GI 比を示す。なお、GI 比=1/256 については、CATV における使用を想定したパラメータであり、地上波の実フィールドで想定される遅延時間のマルチパスに対して、マルチパス耐性が乏しいため地上波での実運用に際しては検討が必要である。

表 3.2.1.4.6.1-5 TMCC GI 比

値	意味
000	1/4
001	1/8
010	1/16
011	1/32
100	1/64
101	1/256
110	$800/N_{\text{FFT}}$
111	$1600/N_{\text{FFT}}$

3.2.1.4.6.2 フレーム同期信号 2

フレーム同期信号 2 の構成を表 3.2.1.4.6.2-1 に示す。

表 3.2.1.4.6.2-1 フレーム同期信号 2 の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Frame_sync_signal2 () { tmcc_carrier_modulation	2	uimsbf
tmcc_nrepeat	4	uimsbf
tmcc_data_allocation	1	bslbf
reserved	1	bslbf
}		

フレーム同期信号 2 の意味：

tmcc_carrier_modulation (TMCC キャリア変調方式)：この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.2-2 に従って TMCC 区間のキャリア変調方式を示す。

表 3.2.1.4.6.2-2 TMCC キャリア変調方式

値	意味
00	BPSK
01	QPSK
10-11	リザーブ

tmcc_nrepeat (TMCC 符号反復回数)：この 4 ビットのフィールドは TMCC 区間における誤り訂正符号の反復回数を示す。反復回数から 1 を減算した値とする。

tmcc_data_allocation (TMCC データ割り当てフラグ)：この 1 ビットのフィールドは TMCC 区間の残余のサブキャリアにサブフレーム区間のデータを割り当てる場合 ‘1’、割り当てない場合 ‘0’ とする。

3.2.1.4.6.3 フレーム同期信号 3

フレーム同期信号 3 の構成を表 3.2.1.4.6.3-1 に示す。

表 3.2.1.4.6.3-1 フレーム同期信号 3 の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Frame_sync_signal3 () { tmcc_npages	6	uimsbf
tmcc_code_length	1	bslbf
reserved	1	bslbf
}		

フレーム同期信号 3 の意味：

tmcc_npages (TMCC 页数)：この 6 ビットのフィールドは TMCC 情報を 1 回伝送するために必要な FEC ブロック数を示す。FEC ブロック数から 1 を減算した値とする。

tmcc_code_length (TMCC 符号長)：この 1 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.3-2 に従って TMCC 区間で用いられる LDPC 符号の符号長を示す。

表 3.2.1.4.6.3-2 TMCC 符号長

値	意味
0	(1224, 252)
1	(2448, 252)

3.2.1.4.6.4 フレーム同期信号 4

フレーム同期信号 4 の構成を表 3.2.1.4.6.4-1 に示す。

表 3.2.1.4.6.4-1 フレーム同期信号 4 の構成

データ構造	ビット数	データ表記
Frame_sync_signal4 () {		
tmcc_cp_pattern	3	uimsbf
next_frame	4	uimsbf
reserved	1	bslbf
}		

フレーム同期信号 4 の意味 :

tmcc_cp_pattern (TMCC CP 配置) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.4-2 に従って TMCC 区間で用いられる CP の配置を示す。なお、Dx は CP のキャリア方向の間隔を示す。なお、Dx =216 については、CATV における使用を想定したパラメータであり、地上波の実フィールドで想定される遅延時間のマルチパスに対して、マルチパス耐性が乏しいため地上波での実運用に際しては検討が必要である。

表 3.2.1.4.6.4-2 TMCC CP 配置

値	意味
000	Dx=3
001	Dx=6
010	Dx=12
011	Dx=24
100	Dx=216
101	リザーブ
110	リザーブ
111	リザーブ

next_frame (ネクストフレーム) : この 4 ビットのフィールドは表 3.2.1.4.6.4-3 に従って次のフレーム同期信号が来るまでの時間範囲を示す。本フィールドは拡張フレームを含めた時間であり、拡張フレームを除いたフレーム時間は最大 350ms とする (拡張区間がない場合は 0000~0110 の値となる)。

表 3.2.1.4.6.4-3 ネクストフレーム

値	意味
0000	0 ~ 50ms
0001	50 ~ 100ms
0010	100 ~ 150ms
0011	150 ~ 200ms
0100	200 ~ 250ms
0101	250 ~ 300ms
0110	300 ~ 350ms
0111	350 ~ 400ms
1000	400 ~ 500ms
1001	500 ~ 600ms
1010	600 ~ 800ms
1011	800 ~ 1200ms
1100	1200 ~ 1600ms
1101	1600 ~ 2000ms
1110	2000 ~ 2400ms
1111	2400 ~ 3000ms

3.2.1.5 TMCC 区間

3.2.1.5.1 概要

TMCC 区間は伝送制御信号を伝送するための区間とする。TMCC 情報は誤り訂正外符号の情報ビット長を調整するためにパディングした後にエネルギー拡散処理が施される。さらに、誤り訂正外符号として BCH 符号化、内符号として LDPC 符号化が行われる。次に符号を繰り返し伝送する反復符号化が行われる。これを TMCC 信号と呼ぶ。次に TMCC 信号をキャリア変調し、TMCC シンボルを生成する。部分受信帯域及び非部分受信帯域の双方に同一の TMCC シンボルを割り当て、9 セグメントの部分受信帯域及び 26 セグメント（部分受信帯域なしの場合は 35 セグメント）の非部分受信帯域用の TMCC データセグメントを構成する。なお、それぞれの TMCC データセグメントのうち TMCC シンボルを割り当てた後の残余は後続のサブフレーム区間用の伝送主シンボルの伝送のために割り当てられることも可能である。

キャリア方向に位相回転を施し、周波数インターリーブ処理が行われる。周波数インターリーブ後の TMCC シンボルを伝送セグメント順に並べ替えた後、時間方向に同一キャリア番号に割り当てられる CP シンボル及び L ch シンボルによって TMCC フレームを構成し、IFFT により時間領域信号に変換した後、GI を付加する。

TMCC 情報は誤り訂正符号化し、情報量に応じて符号の数を可変する。伝送路推定のためのパイロット信号は特定のサブキャリアに割り当てられる連続キャリアとする。また、誤り訂正符号は情報ビット長 252 ビット、符号長は 1,224 ビットあるいは 2,448 ビットの LDPC 符号とし、BCH 符号と接続させる。雑音耐性を確保するために LDPC 符号後の符号を反復符号化する。キャリア変調方式は BPSK あるいは QPSK とする。キャリア変調方式が低次であることからキャリア方向に位相回転を施す。サブフレームと同様の周波数インターリーブを適用し、時間インターリーブは行わない。受信機における広帯域周波数同期のため、L ch を含み、本数及び配置はサブフレームにおけるそれと同じである。ただし、TMCC 区間の L ch は広帯域周波数同期のためのパイロット信号とし、データ伝送は行わない。TMCC 区間の伝送路符号化部を図 3.2.1.5.1-1 に示す。なお、TMCC 区間の FFT サイズは、後続のサブフレーム区間で用いられる最も小さい FFT サイズ以下とする。

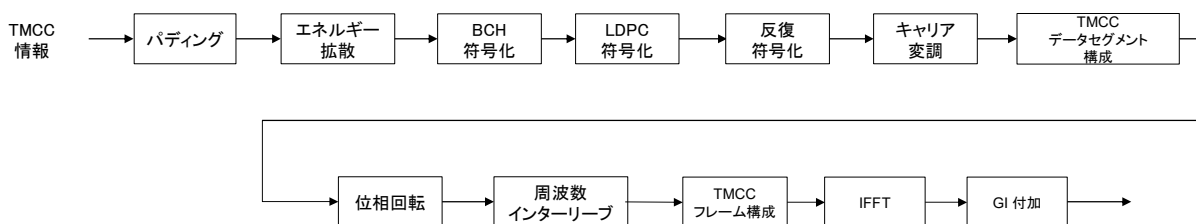


図 3.2.1.5.1-1 TMCC 区間の伝送路符号化

(理由)

TMCC 区間は伝送パラメータ等の制御情報や時刻情報等の受信機が動作を開始するために不可欠な情報を伝送する信号区間であり、必要十分な伝送耐性を備えるよう誤り訂正符号化や周波数インターリーブ等を適用することとした。

3.2.1.5.2 伝送制御情報と誤り訂正符号

伝送制御情報（TMCC 情報）は可変長とし、図 3.2.1.5.2-1 のように必要に応じて複数個の LDPC 符号によって伝送する。BCH 符号のパリティビットを含めて LDPC 符号の情報ビットの整数倍に満たない場合は ‘1’ で埋めることとする。

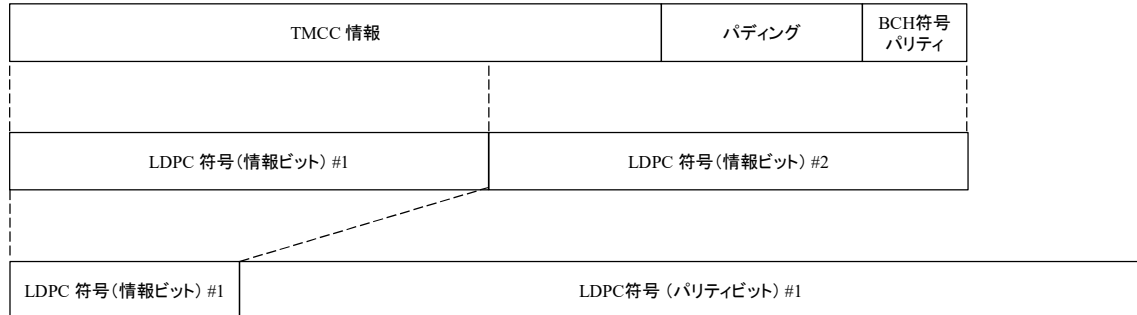


図 3.2.1.5.2-1 伝送制御情報の誤り訂正符号化

3.2.1.5.3 パディング

TMCC 情報の情報量と誤り訂正外符号の情報ビット長を調整する。これをパディングと呼ぶ。具体的には、TMCC 情報の情報量が N_T ビットの時、 $\text{ceil}((N_T + K_o)/N_i) \times N_i - N_T - K_o$ ビットの ‘1’ を TMCC 情報の末尾にパディングする。ここで $\text{ceil}(x)$ は x 以上の最小の整数、 $N_i = 252$ は内符号である LDPC 符号の情報ビット長、 $K_o = 168$ は外符号である BCH 符号のパリティビット長である。

(理由)

TMCC 情報ビット、パディングビット及び BCH パリティビットを合計したときに LDPC 符号の情報ビット長の整数倍となるようにした。

3.2.1.5.4 エネルギー拡散

TMCC 情報とパディングビットと拡散系列の排他的論理和を取る。これをエネルギー拡散と呼ぶ。拡散系列は 1 次変調におけるエネルギー拡散（3.2.1.6.1.3 節）と同様であり、TMCC 情報の先頭でリセットする。

(理由)

TMCC 情報においては「0」及び「1」が連続することが想定されることから拡散を行うこととした。

3.2.1.5.5 誤り訂正符号

外符号は Short 符号用の BCH 符号、内符号は新たに TMCC 用に設計した LDPC 符号をそれぞれ用いる。また、LDPC 符号化後の符号を繰り返し伝送する反復符号化を用いる。

(理由)

高い誤り訂正能力を実現するため、外符号は Short 符号用の BCH 符号、内符号は新たに TMCC 用に設計した LDPC 符号をそれぞれ導入した。BCH 符号は 12 ビットの誤り訂正及び 13 ビット以上の

誤り検出が可能である。

反復符号は、LDPC 符号化された符号を指定の回数反復符号化することにより、最も低い所要 C/N となる伝送パラメータ (QPSK、2/16) よりも高い雑音耐性を確保するために導入した。

3.2.1.5.5.1 外符号

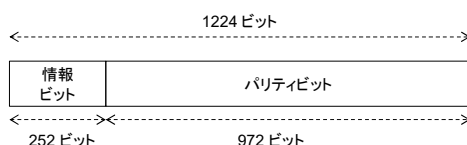
外符号には BCH 符号を用いる。1 次変調における BCH 符号の 14 次の生成多項式 (3.2.1.6.1.4.1 節) を用い、168 ビットのパリティビットを付加する。

3.2.1.5.5.2 内符号

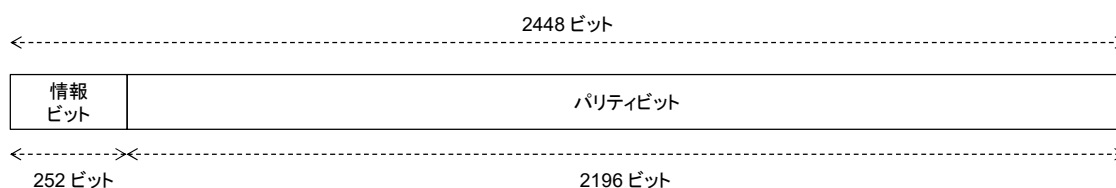
内符号には LDPC 符号を用いる。諸元を表 3.2.1.5.5.2-1 に示す。符号の詳細は表 3.2.1.5.5.2-2 に示す。LDPC 符号の符号ブロックの構成を図 3.2.1.5.5.2-1 に示す。情報ビット長は 252 ビットとし、符号長が 1,224 ビットの符号 1 と 2,448 ビットの符号 2 を選択的に用いることができる。情報ビット列からパリティビット列を求める具体的な手順は、サブフレーム区間の内符号 (3.2.1.6.1.4.2 節) に記す。

(理由)

TMCC 区間の伝送耐性をサブフレーム区間の伝送耐性に合わせられるように、誤り訂正符号の符号化率を設定可能とした。



(a) 符号 1 (1224, 252)



(b) 符号 2 (2448, 252)

図 3.2.1.5.5.2-1 TMCC 伝送用 LDPC 符号の FEC ブロック構成

表 3.2.1.5.5.2-1 TMCC 伝送用 LDPC 符号の諸元

符号長	情報 ビット長	パリティ ビット長	符号化率	タイプ	L	$M1$	$M2$	$Q1$	$Q2$	Q
1224	252	972	0.2059	A	36	540	432	15	12	27
2448	252	2196	0.1029	A	36	72	2124	2	59	61

L : 並列処理単位

$M1$: パリティビット長 1 (2 重対角行列のサイズ)

$M2$: パリティビット長 2 (1 重対角行列のサイズ)

$Q1$: $M1/L$

$Q2$: $M2/L$

Q : $Q1+Q2$

表 3.2.1.5.5.2-2 TMCC 伝送用 LDPC 符号の初期値テーブル
(a) (1224, 252) 符号

13 233 262 544 545 547 559 574 597 615 628 639 657 661 674 678 695 696 706 750 783 788 816 824 851 869 878 913
146 350 477 731 904 960
156 310 509 546 691 872
31 257 453 625 650 742
60 199 414 641 830 849
196 264 409 551 804 855
26 208 518 559 841 916
629
597
740
898
930
592
622
774
781
662
720
965
551
775
729

(b) (2448, 252) 符号

1 10 67 108 181 208 364 544 720 768 936 984 1088 1112 1150 1153 1178 1309 1385 1569 1638 1911 1952 2154
19 46 58 80 98 125 233 251 598 819 867 873 1027 1040 1135 1226 1293 1452 1559 1635 1714 1846 1882
1 8 39 75 215 402 422 722 786 825 885 905 1080 1089 1202 1459 1568 1700 1953 1980 2008 2168 2179
12 32 61 110 120 195 310 522 571 595 691 702 745 776 944 982 1092 1103 1272 1355 1445 1497 1519
4 39 57 115 197 204 216 270 271 550 696 939 990 1093 1412 1540 1614 1787 1957 2019 2068 2123 2173
18 32 55 91 288 318 320 484 541 673 862 913 987 1125 1162 1163 1191 1257 1461 1678 1771 1845 2072 2073
26 45 70 222 355 515 621 760 837 970 1112 1188 1200 1301 1370 1448 1452 1465 1825 1893 1903 1971 2013 2031
263 531 693 1068 1210 1410 1430 1438 1538 1543 1762 1816 1904
117 156 179 307 977 1214 1287 1333 1503 1574 1734 1827 1927

3.2.1.5.5.3 反復符号

LDPC 符号化された符号を図 3.2.1.5.5.3-1 に示すように指定の回数反復符号化する。なお、TMCC 情報が複数の符号によって構成される場合、符号ごとに 3.2.1.4.6.2 節に記載の Frame_sync_signal2 のうち tmcc_nrepeat で指定する回数だけ反復符号化する。少なくとも指定の回数の伝送が可能となるよう OFDM シンボル数を TMCC 区間に割り当てる。指定回数分の符号を格納した後は、TMCC 区間の残りのサブキャリアを利用し、サブフレーム 1 の最上位階層のデータを割り当てる。

(理由)

伝送耐性が容易に設定可能であり、受信機における合成処理も容易な反復符号化を採用した。また、整数個の符号を格納した後の残りのサブキャリアはサブフレーム1の上位階層からデータの伝送に用いることができるようにし、伝送効率を少しでも上げるように考慮した。

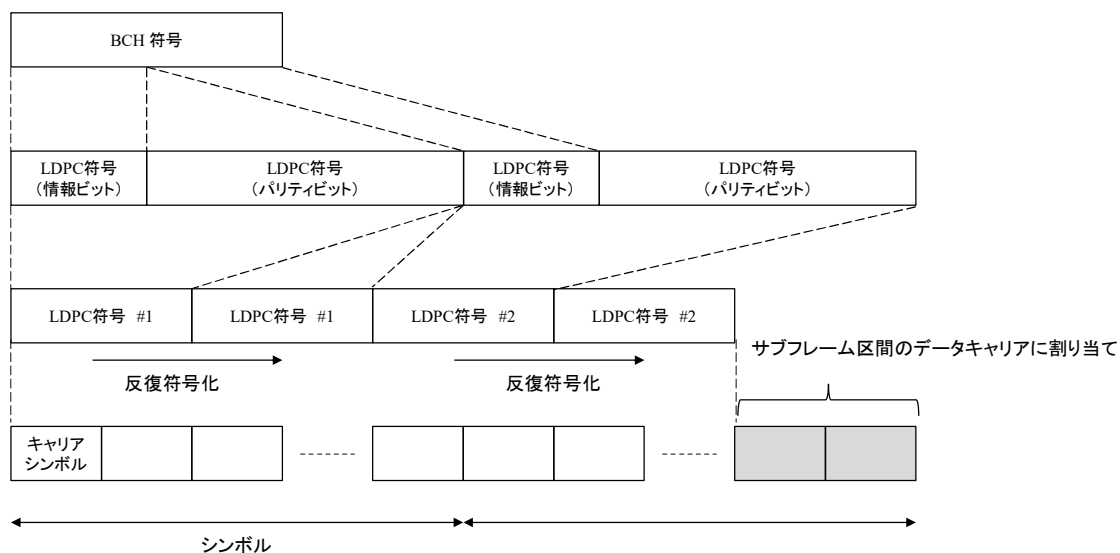


図 3.2.1.5.5.3-1 反復符号化

3.2.1.5.6 キャリア変調方式

キャリア変調方式は BPSK, QPSK のいずれかとする。それぞれのキャリア変調における入力ビット列を表 3.2.1.5.6-1 と表 3.2.1.5.6-2 に示す変調信号にマッピングする。

表 3.2.1.5.6-1 BPSK の変調信号

b_0	出力
0	(1, 0)
1	(-1, 0)

表 3.2.1.5.6-2 QPSK の変調信号

b_0b_1	出力
00	(0.7071, 0.7071)
01	(0.7071, -0.7071)
10	(-0.7071, 0.7071)
11	(-0.7071, -0.7071)

(理由)

伝送耐性を考慮し、多値数が小さいキャリア変調方式を利用可能とした。

3.2.1.5.7 位相回転

データキャリア番号に応じて、位相回転を与える。初期位相は 0 とし、1 キャリア当たりの位相回転量は $17\pi/128$ とする。

(理由)

多値数が小さいキャリア変調方式を採用したことから、キャリア方向に連続して同じシンボルが並ぶことがないように、位相回転を施すこととした。位相回転量における分母は2のべき乗である128、分子は、複数キャリアおきに同位相とならないよう素数である17を用いることとした。

3.2.1.5.8 周波数インターリーブ

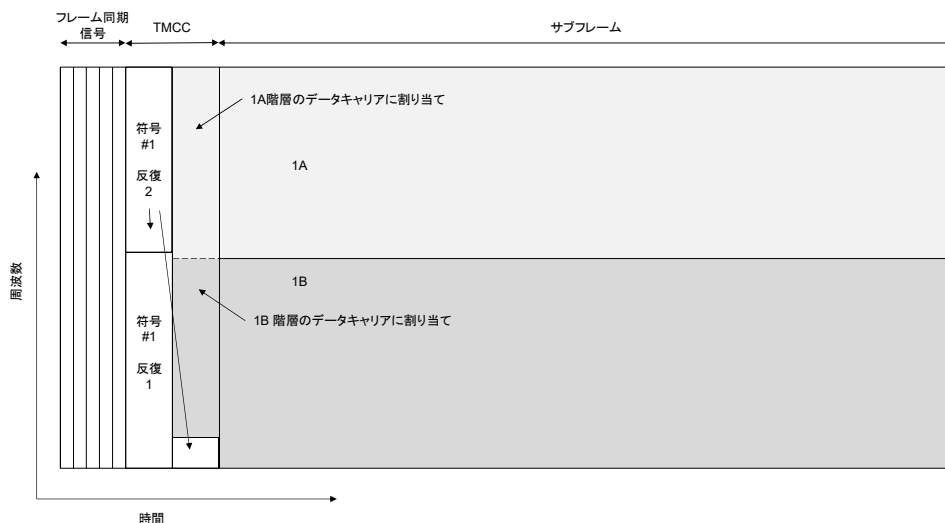
サブフレーム区間と同様の周波数インターリーブ (3.2.1.6.2.9 節) を適用する。

(理由)

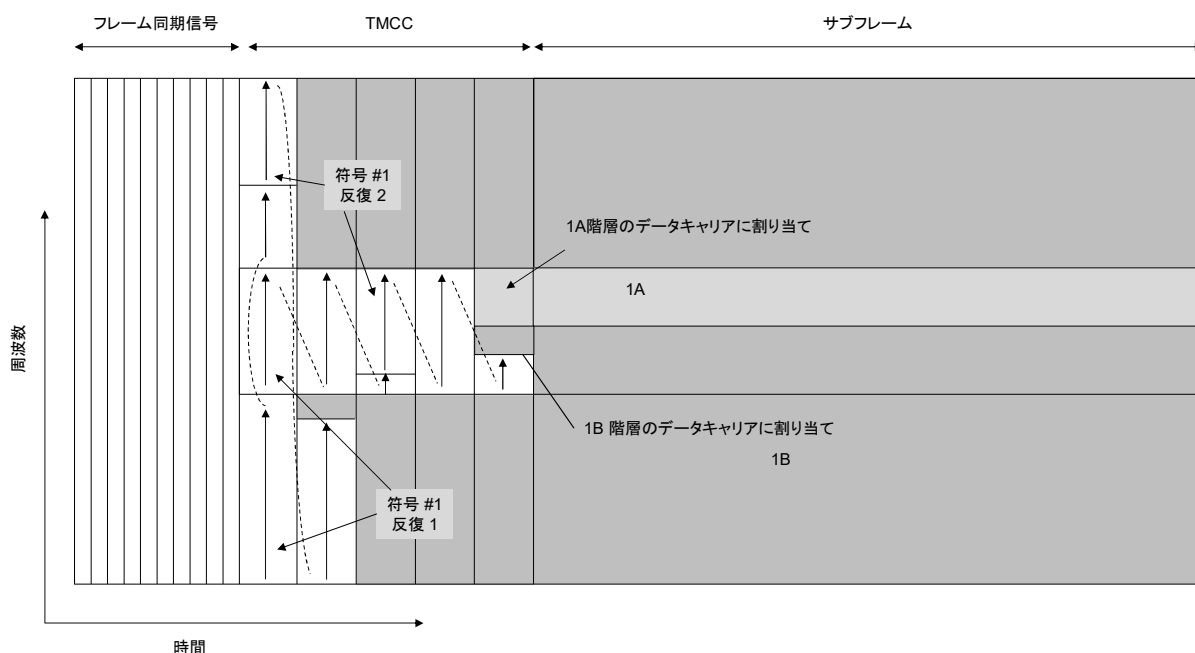
周波数選択性フェージングによる影響を軽減するため、周波数インターリーブを採用した。

3.2.1.5.9 TMCC データセグメント構成

TMCC 情報を変調した TMCC シンボルは、部分受信帯域ありの場合、9セグメントで構成される部分受信帯域及び26セグメントで構成される非部分受信帯域、部分受信帯域なしの場合、35セグメントで構成される非部分受信帯域の TMCC データセグメントを同一の TMCC シンボルによって構成する。なお、フレーム同期信号2の `tmcc_data_allocation` が '0' の場合、部分受信帯域なしの場合は非部分受信帯域に、部分受信帯域ありの場合は部分受信帯域および非部分受信帯域に、指定の反復回数分の LDPC 符号を割り当てた後に残余のサブキャリアがある場合には、それらのサブキャリアに割り当てられる範囲で繰り返し LDPC 符号を割り当てる。`tmcc_data_allocation` が '1' の場合、指定の反復回数分の LDPC 符号を割り当てた後の残余のデータキャリアは図 3.2.1.5.9-1 に示すように部分受信帯域及び非部分受信帯域それぞれにおいて、データキャリア数を上限としてサブフレーム1の上位階層から順に割り当てる。TMCC 区間に割り当てるサブフレーム1のデータキャリアには3.2.1.5.7 節の位相回転、3.2.1.5.8 節の周波数インターリーブは適用するが、3.2.1.6.2.5 節で後述する電力ブーストにおけるレベル調整は適用しない。



(a) 部分受信帯域なし



(b) 部分受信帯域あり

図 3.2.1.5.9-1 TMCC 区間のキャリア割り当て
(サブフレーム区間のデータ割り当てあり、反復回数が 2 の場合)

(理由)

部分受信帯域ありの時は、狭帯域受信機において部分受信帯域の信号のみで TMCC 情報を受信する必要があることから、部分受信帯域内で完結するよう部分受信帯域のキャリアのみを使用して TMCC 情報を伝送することとした。一方、広帯域受信機においては部分受信帯域と比較して広帯域な非部分受信帯域を活用して少ないシンボル数で TMCC 情報を伝送するために、非部分受信帯域のみのキャリアを使用して TMCC 情報を伝送することとした。

また、特に非部分受信帯域において、反復符号化した符号をサブキャリアに割り当てた後にも、多くの残余のサブキャリアがあることから、伝送効率を考慮し、サブフレーム 1 の上位階層から部分受信帯域及び非部分受信帯域それぞれのデータの伝送に用いることができるようにした。

3.2.1.5.10 TMCC セグメント構成

TMCC 区間では図 3.2.1.5.10-1 に示すように、TMCC シンボル、伝送主シンボル、L ch、CP で TMCC セグメントを構成する。TMCC セグメントパラメータを表 3.2.1.5.10-1 に示す。L ch のキャリア配置は 3.2.1.8.4 に記載のとおりとする。

		キャリア番号												----- N _c -1															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
シンボル番号	0	CP						CP						CP					CP					Lch					
	1	CP						CP						CP					CP					Lch					
	2	CP						CP						CP					CP					Lch					
	3	CP						CP						CP					CP					Lch					
	4	CP						CP						CP					CP					Lch					
	5	CP						CP						CP					CP					Lch					
	6	CP						CP						CP					CP					Lch					
	7	CP						CP						CP					CP					Lch					
	8	CP						CP						CP					CP					Lch					
	⋮	CP						CP						CP					CP					Lch					
	⋮	CP						CP						CP					CP					Lch					
	⋮	CP						CP						CP					CP					Lch					
	⋮	CP						CP						CP					CP					Lch					
	⋮	CP						CP						CP					CP					Lch					
N _s -1	CP						CP						CP					CP					Lch						

※ 空白のキャリアシンボルは TMCC シンボル及び伝送主シンボル

図 3.2.1.5.10-1 TMCC 区間の OFDM セグメント構成例

表 3.2.1.5.10-1 TMCC セグメントパラメータ

(a) モード 3

FFT サイズ		8k	
キャリア数		216	
D _x		3	6
D _y		1	1
CP の数		72	36
BP の数		0	
L ch の数		4	
Data の数	通常	140	176
	境界シンボル	140	176
GI 比		1/4	—
		1600/8192	—
		1/8	
		800/8192	
		—	1/16

(b) モード 4

FFT サイズ		16k		
キャリア数		432		
D _x		3	6	12
D _y		1	1	1

CP の数		144	72	36
BP の数		0		
L ch の数		8		
Data の数	通常	280	352	388
	境界シンボル	280	352	388
GI 比		1/4	—	
		1/8	—	
		1600/16384	—	
		—	1/16	
		—	800/16384	
		—	1/32	

(c) モード 5

FFT サイズ		32k				
キャリア数		864				
Dx		3	6	12	24	216
Dy		1	1	1	1	1
CP の数		288	144	72	36	4
BP の数		0				
L ch の数		16				
Data の数	通常	560	704	776	812	844
	境界シンボル	560	704	776	812	844
GI 比		1/8		—		
		—	1/16		—	
		—	1600/32768		—	
		—	1/32		—	
		—	800/32768		—	
		—	1/64			—
		—				1/256

注：GI 比については使用可能なパラメータを記載しており、— は使用不可の組合せであることを示す。

3.2.1.5.11 パイロット信号

3.2.1.5.11.1 CP

伝送路推定用のパイロット信号は特定のサブキャリアに割り当てる連続キャリアとする。受信機において推定した伝送路特性のシンボル方向への補間処理は不要とする。キャリア方向には伝送路特性の推定に十分な数のパイロットを配置することとする。配置はフレーム同期信号区間で伝送する制御情報によって指示し、 $D_x = 3, 6, 12, 24, 216$ のいずれかとする。CP の位相は 3.2.1.6.3.3 節で後述するものと同様である。ただし、TMCC 区間においては $\text{pilot_phase} = 0$ を使用する。CP キャリアのブースト比の具体値を表 3.2.1.8.5.1-1 に示す。

(理由)

TMCC 区間は必ずしも多くのシンボルによって構成されるものではないことからシンボル方向の補間処理が不要となるよう伝送路推定用パイロット信号はシンボル方向に連続して配置することとした。

3.2.1.5.11.2 L ch

TMCC 区間においても L ch を挿入する。ただし、サブフレーム区間とは異なり、データ伝送は行わないこととする。L ch 信号は TMCC 区間の先頭は 3.2.1.6.3.3 で示す W_i とし、その後のシンボルにおける伝送データは ‘1’ とし、シンボルごとに符号を反転する。

(理由)

TMCC 区間は必ずしも多くのシンボルによって構成されるものではないことからデータ伝送に用いるには不十分であり、データ伝送には用いないこととした。一方で、広帯域周波数同期用のパイロット信号として用いることを想定し、L ch 信号自体は挿入することとした。

3.2.1.5.12 OFDM 信号生成

3.2.1.5.12.1 IFFT

TMCC 区間のフレームを IFFT により時間領域信号に変換する。FFT サイズは、フレーム同期信号によって指示し、8k (8, 192) , 16k (16, 384) , 32k (32, 768) のいずれかとする。

3.2.1.5.12.2 GI 付加

時間領域信号に GI を付加する。GI 比はフレーム同期信号によって指示し、1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, $800/N_{FFT}$, $1,600/N_{FFT}$ のいずれかとする。

3.2.1.5.13 TMCC 情報

TMCC 情報の構成を表 3.2.1.5.13-1 に示す。

表 3.2.1.5.13-1 TMCC 情報

データ構造	ビット数	データ表記
TMCC_information () {		
size	14	uimsbf
update_count	3	uimsbf
countdown_index	5	uimsbf
time_info_flag	1	bslbf
if (time_info_flag == ‘1’) {		
ntp_leap_indicator	2	uimsbf
ntp_time	64	uimsbf
}		
emergency_warning_broadcast_system_flag	1	bslbf
earthquake_early_warning_flag	1	bslbf
if (earthquake_early_warning_flag == ‘1’) {		
Earthquake_early_warning_data ()	105	
}		
Frame_configuration {	11	

<code>number_of_subframes</code>	3	uimsbf
<code>inter_subframe_interleave</code>	2	uimsbf
<code>pilot_phase</code>	3	uimsbf
<code>wake_up_group</code>	3	uimsbf
<code>}</code>		
<code>for (i = 0; i < number_of_subframes + 1; i++) {</code>		
<code> Subframe_configuration {</code>	22	
<code> partial_reception_flag</code>	1	bslbf
<code> fft_size</code>	3	uimsbf
<code> gi_fraction</code>	3	uimsbf
<code> number_of_symbols</code>	9	uimsbf
<code> number_of_layers</code>	3	uimsbf
<code> wireless_transmission_system</code>	3	uimsbf
<code> }</code>		
<code> for (j = 0; j < number_of_layers + 1; j++) {</code>		
<code> Layer_configuration {</code>	15	
<code> number_of_sublayers</code>	1	bslbf
<code> sp_pattern</code>	4	uimsbf
<code> sp_coding</code>	1	bslbf
<code> start_boundary_pilot</code>	1	bslbf
<code> end_boundary_pilot</code>	1	bslbf
<code> sp_level</code>	1	uimsbf
<code> time_interleave</code>	3	uimsbf
<code> group_id</code>	3	uimsbf
<code> }</code>		
<code> for (k = 0; k < number_of_sublayers + 1; k++) {</code>		
<code> Sublayer_configuration {</code>	36	
<code> number_of_subsegments</code>	7	uimsbf
<code> carrier_modulation</code>	3	uimsbf
<code> constellation_type</code>	1	bslbf
<code> code_length</code>	2	uimsbf
<code> code_rate</code>	4	uimsbf
<code> fec_block_pointer</code>	16	uimsbf
<code> data_carrier_boost</code>	3	uimsbf
<code> }</code>		
<code> } // k</code>		
<code> } // j</code>		
<code> } // i</code>		
<code> Auxiliary_data ()</code>		
<code>}</code>		

TMCC 情報の意味：

size (サイズ)：この 14 ビットのフィールドは TMCC 情報全体のサイズ (ビット数) を示す。

update_count (更新カウント)：この 3 ビットのフィールドは初期値を 0 とし、TMCC 情報を更新するたびに 1 を加算する。7 の次は再度 0 から開始する。

countdown_index (伝送パラメータ切替指標)：伝送パラメータを切り替える場合には、伝送パラメータ切替指標をカウントダウンすることにより、受信機に切り替えを通知しタイミングが取られる。この指標は、通常、「11111」の値を取るが、伝送パラメータを切り替える場合には、切り替える 31 フレーム前からフレーム毎に 1 ずつ減算し、表 3.2.1.5.13-2 に示すように、カレント情報とネクスト情報を交互に伝送する。なお、「00000」の次は、「11111」に戻るものとする。切り替えタイミングは、「00000」を送出する次のフレーム同期とする。すなわち、新たな伝送パラメータは、「11111」に戻ったフレームから適用する。

表 3.2.1.5.13-2 伝送パラメータ切替指標

値	意味	伝送する情報
11111	通常の値	カレント
11110	切り替え 31 フレーム前	カレント
11101	切り替え 30 フレーム前	ネクスト
11100	切り替え 29 フレーム前	カレント
:	:	:
00010	切り替え 3 フレーム前	カレント
00001	切り替え 2 フレーム前	ネクスト
00000	切り替え 1 フレーム前	カレント

(理由)

カレントフレームとネクストフレームの情報をどちらも 15 フレーム分伝送できるようにした。

time_info_flag (時刻情報フラグ) : 時刻情報フィールドの存否を示す。存在する場合は '1'、存在しない場合は '0' とする。

ntp_leap_indicator (うるう秒指示子) : システムクロックに対するうるう秒調整を実施する際、送信タイムスタンプが、日本時間でうるう秒挿入日前日の午前 9 時 0 分 0 秒からうるう秒挿入日の 1 回目の午前 8 時 59 分 59 秒のシステムクロックに基づいて設定される場合には '01' を、うるう秒削除日前日の午前 9 時 0 分 0 秒からうるう秒削除日の午前 8 時 59 分 58 秒のシステムクロックに基づいて設定される場合には '10' を、その他の場合は '00' を示す。'11' は reserved とする。

ntp_time (NTP 時刻) : 再多重化装置を出発する時刻を NTP (Network Time Protocol) 長形式で示す。秒単位を示す 32 ビットの MSB (Most Significant Bit) が '0' の時は 2036 年を基準とする。

(理由)

映像システムの同期をとるためのシステムクロックとして、時刻情報フラグ (time_info_flag) が時刻情報フィールドの存在を示すときは、NTP 時刻 (ntp_time) により記述する協定世界時 (Coordinated Universal Time, UTC) とうるう秒調整を実施するためのうるう秒指示子 (ntp_leap_indicator) を TMCC 情報として伝送できるようにした。

emergency_warning_broadcast_system_flag (緊急警報放送フラグ) : 緊急警報放送 (EWS: Emergency Warning Broadcast System) の存否を示す。存在する場合は '1'、存在しない場合は '0' とする。

earthquake_early_warning_flag (緊急地震情報フラグ) : 緊急地震速報 (EEW: Earthquake Early Warning) の存否を示す。存在する場合は '1'、存在しない場合は '0' とする。

Earthquake_early_warning_data (緊急地震速報データ) : 表 3.2.1.5.13-3 に示す緊急地震速報の構成とする。同期信号とパリティビットを除き、現行地上デジタルテレビジョン放送の地震動警報情報と同一の情報を伝送する。

(理由)

標準テレビジョン放送等のうちデジタル放送に関する送信の標準方式（平成 23 年総務省令第 87 号）別表第 18 号の表 B₄～B₂₀₃ の項に掲げる地震動警報情報について、平成 26 年総務省告示第 368 号告示に示された構成のうち同期信号とパリティビットを除く 105 ビットについて、同一の情報を伝送するため。

表 3.2.1.5.13-3 緊急地震速報データ

データ構造	ビット数	データ表記
Earthquake_early_warning_data () {	105	
start_end_flag	2	bslbf
update_flag	2	bslbf
eew_identifier	3	uimsbf
if (eew_identifier < 4) {		
current_time	31	uimsbf
eew_page_identifier	1	bslbf
Eew_information ()	56	
} else {		
reserved	32	bslbf
operator_identifier	11	uimsbf
reserved	45	bslbf
}		
crc	10	bslbf
}		

緊急地震速報データの意味：

start_end_flag (開始/終了フラグ)：この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-4 に従って開始/終了フラグを示す。

表 3.2.1.5.13-4 開始/終了フラグ

値	意味
00	緊急情報あり
11	緊急情報なし
01, 10	使用しない

「解説」

TMCC 信号は、伝送される情報がない場合、‘1’ で変調されるため、緊急情報ありの状態を‘00’ とする。また、緊急情報起動フラグの信頼性を向上させるため、緊急情報起動フラグに 2 ビット使用して符号間距離が最大となる反転信号としている。(緊急情報起動フラグの信頼性を確保するために‘10’、‘01’は使用しない。)

update_flag (更新フラグ)：この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-5 に従って緊急情報更新フラグを示す。

表 3.2.1.5.13-5 緊急情報更新フラグ

値	意味
11	緊急情報なし
00	緊急情報あり 第 1 報
01	緊急情報あり 第 2 報
10	緊急情報あり 第 3 報

00	緊急情報あり 第4報
01	緊急情報あり 第5報
...	

ew_identifier (信号識別) : この3ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-6 に従って信号識別を示す。

表 3.2.1.5.13-6 信号識別

値	意味
000	緊急地震速報 (該当地域あり)
001	緊急地震速報 (該当地域なし)
010	緊急地震速報の試験信号 (該当地域あり)
011	緊急地震速報の試験信号 (該当地域なし)
100-110	リザーブ
111	緊急情報なし

current_time (現在時刻) : 緊急情報送出側の現在時刻情報を示す。

ew_page_identifier (ページ種別) : ページ種別を表 3.2.1.5.13-7 に示す。ただし地震情報を伝送しない場合は '0' とする。

表 3.2.1.5.13-7 ページ種別

値	意味
0	都道府県情報
1	震源情報

operator_identifier (放送事業者識別) : 放送事業者を識別するための符号を示す。全国の放送事業者にユニークに割り付ける。

crc (CRC) : 生成多項式は以下のとおりとする。

$$g(x) = x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$$

Eew_information (震源情報) : 表 3.2.1.5.13-8 に示す震源情報の構成とする。

表 3.2.1.5.13-8 震源情報

データ構造	ビット数	データ表記
Eew_information () { if (ew_page_identifier == 0) { prefecture } else if (ew_page_identifier == 1) { total_number_of_earthquake_infomation earthquake_information_identifier earthquake_warning_identifier information_type sign_of_latitude_of_epicenter latitude_of_epicenter sign_of_longitude_of_epicenter longitude_of_epicenter epicenter_depth occurence_time reserved } }	56 1 1 9 1 1 10 1 11 10 10 1	bslbf bslbf bslbf uimsbf bslbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf uimsbf bslbf

震源情報の意味 :

prefecture (都道府県情報) : 都道府県情報を示す。表 3.2.1.5.13-9 に示す都道府県コードを使用して、強い揺れが予想される都道府県 (予想地域名) のビットを '0' とする。同時に複数の緊急地震速報が発報している場合は、それぞれの緊急地震速報において強い揺れが予想される予想

地域名の全てのビットを ‘0’ とする。

表 3.2.1.5.13-9 都道府県コード

コード	予想地域名	コード	予想地域名	コード	予想地域名
0	北海道道央	19	新潟	38	広島
1	北海道道南	20	富山	39	徳島
2	北海道道北	21	石川	40	香川
3	北海道道東	22	福井	41	愛媛
4	青森	23	山梨	42	高知
5	岩手	24	長野	43	山口
6	宮城	25	岐阜	44	福岡
7	秋田	26	静岡	45	佐賀
8	山形	27	愛知	46	長崎
9	福島	28	三重	47	熊本
10	茨城	29	滋賀	48	大分
11	栃木	30	京都	49	宮崎
12	群馬	31	大阪	50	鹿児島
13	埼玉	32	兵庫	51	奄美諸島
14	千葉	33	奈良	52	沖縄本島
15	東京	34	和歌山	53	大東島
16	伊豆諸島	35	鳥取	54	宮古島
17	小笠原	36	島根	55	八重山
18	神奈川	37	岡山		

total_number_of_earthquake_infomation (地震動情報総数) : この1ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-10 に従って発報中の地震動情報総数を示す。同時に伝送可能な地震情報の数は2情報とする。

表 3.2.1.5.13-10 発報中の地震情報総数

値	意味
0	1 情報
1	2 情報

earthquake_information_identifier (地震動情報識別) : この1ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-11 に従って地震動情報識別を示す。当該震源情報で伝送している地震情報が何番目に伝送している地震情報であることを示す。

表 3.2.1.5.13-11 地震動情報識別

値	意味
0	1 情報
1	2 情報

earthquake_warning_identifier (地震動警報識別) : 「地震動警報識別」は、複数の地震が発生した場合に、地震情報を識別するために9ビットを割り当てる。複数の緊急地震速報を区別するために、時刻(秒単位)を元に決定するものとした場合、9ビットの地震識別番号で過去8分32秒間の地震を識別することが可能となる。

information_type (情報種別) : この1ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-12 に従って情報種別を示す。緊急地震速報とキャンセル報を識別する。なお、キャンセル報を示す場合、以降は全て ‘1’ とする。

表 3.2.1.5.13-12 情報種別

値	意味
0	緊急地震速報
1	キャンセル報

sign_of_latitude_of_epicenter (北緯南緯フラグ) : この1ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-13 に従って北緯南緯フラグを示す。

表 3.2.1.5.13-13 北緯南緯フラグ

値	意味
0	北緯
1	南緯

latitude_of_epicenter (緯度情報) : 震源の緯度を示す。0.1度単位とし、10倍して2進数で伝送する。キャンセル報の場合は全て‘1’とする。

sign_of_longitude_of_epicenter (西経東経フラグ) : この1ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-14 に従って西経東経フラグを示す。

表 3.2.1.5.13-14 西経東経フラグ

値	意味
0	東経
1	西経

longitude_of_epicenter (経度情報) : 震源の経度を示す。0.1度単位とし、10倍して2進数で伝送する。キャンセル報の場合は全て‘1’とする。

epicenter_depth (深度情報) : 深度情報を示す。(0-999) km 単位とする。キャンセル報の場合は全て‘1’とする。

occurrence_time (発生時刻) : 地震動の発生時刻を示す。current_time で示される現在時刻と同じ基準年月日時分秒を基準とし、基準時刻からの経過秒数を2進数表記にして、下位10ビットをMSBファーストで割り当てる。

reserved (未定義) : 未定義は‘1’とする。

number_of_subframes (サブフレーム数) : サブフレーム数を示す。サブフレーム数から1を減算した値とする。

inter_subframe_interleave (サブフレーム間インターリーブ) : この2ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-15 に従ってサブフレーム間インターリーブにおける分割数を示す。

表 3.2.1.5.13-15 サブフレーム間インターリーブの分割数

値	意味
00	サブフレーム間インターリーブオフ : 分割数=1
01	サブフレーム間インターリーブオン : 分割数=2
10	サブフレーム間インターリーブオン : 分割数=3
11	サブフレーム間インターリーブオン : 分割数=4

pilot_phase (パイロット位相) : この3ビットのフィールドは変調波におけるパイロット信号の位相を示す W_i を生成する回路の初期値を決定する際に用いる値とする (3.2.1.6.3.3 節参照)。

wake_up_group (起動グループ) : この3ビットのフィールドは起動制御時 (フレーム同期信号1に含まれる緊急起動フラグ (ea_wake_up) の値が、起動制御なし (‘00’) から起動制御あり (‘01’ もしくは ‘10’) へ変化したとき) に受信機が復調対象とすべきグループ識別子 (group_id) を示す (参考資料5 参照)。

partial_reception_flag (部分受信フラグ) : この1ビットのフィールドは、表 3.2.1.5.13-16 に従って部分受信フラグを示す。伝送帯域中央のセグメントが部分受信帯域に設定される場合には‘1’に、設定されない場合には‘0’に設定される。

表 3.2.1.5.13-16 部分受信フラグ

値	意味
0	部分受信帯域なし
1	部分受信帯域あり

fft_size (FFT サイズ) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-17 に従って FFT サイズを示す。

表 3.2.1.5.13-17 FFT サイズ

値	意味
000-010	リザーブ
011	8k
100	16k
101	32k
110-111	リザーブ

(理由)

値がモードと一致するように値と意味を定義した。

gi_fraction (GI 比) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-18 に従って GI 比を示す。なお、GI 比=1/256 については、CATV における使用を想定したパラメータであり、地上放送で想定される遅延時間のマルチパスに対して、マルチパス耐性が乏しいため地上波での実運用に際しては検討が必要である。

表 3.2.1.5.13-18 GI 比

値	意味
000	1/4
001	1/8
010	1/16
011	1/32
100	1/64
101	1/256
110	$800/N_{\text{FFT}}$
111	$1600/N_{\text{FFT}}$

number_of_symbols (シンボル数) : この 9 ビットのフィールドはシンボル数を示す。シンボル数から 1 を減算した値とする。

number_of_layers (階層数) : この 3 ビットのフィールドは階層数を示す。階層数から 1 を減算した値とする。

wireless_transmission_system (無線伝送システム) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-19 に従ってシステムを示す。

表 3.2.1.5.13-19 無線伝送システム

値	意味
000	SISO
001~111	リザーブ

(理由)

将来的に MIMO や MISO の複数アンテナシステム等を用いることを想定し、複数のシステムを識別することができるよう TMCC ビットには 3 ビットを割り当てることとした。

number_of_sublayers (サブ階層数) : この 1 ビットのフィールドはサブ階層数を示す。サブ階層数から 1 を減算した値とする。

sp_pattern (SP パターン) : この 4 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-20 に従って SP パターンを示す。ここで D_x は SP のキャリア方向の間隔を、 D_y はシンボル方向の間隔を示す。なお、 $D_x=216$ については、地上放送で想定される遅延時間のマルチパスに対して、マルチパス耐性が乏しいため地上波での実運用に際しては検討が必要である。

表 3.2.1.5.13-20 SP パターン

値	意味
0000	$D_x=3$ $D_y=1$
0001	$D_x=3$ $D_y=2$
0010	$D_x=3$ $D_y=4$
0011	$D_x=3$ $D_y=8$
0100	$D_x=6$ $D_y=1$
0101	$D_x=6$ $D_y=2$
0110	$D_x=6$ $D_y=4$
0111	$D_x=12$ $D_y=1$
1000	$D_x=12$ $D_y=2$
1001	$D_x=12$ $D_y=4$
1010	$D_x=24$ $D_y=1$
1011	$D_x=24$ $D_y=2$
1100	$D_x=216$ $D_y=1$
1101	$D_x=216$ $D_y=2$
1110	$D_x=216$ $D_y=4$
1111	リザーブ

sp_coding (SP 符号化) : この 1 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-21 に従って SP 符号化方式を示す。

表 3.2.1.5.13-21 SP 符号化

値	意味
0	規定
1	リザーブ

start_boundary_pilot (先頭境界パイロット) : この 1 ビットのフィールドはサブフレームの先頭シンボルにおける境界パイロットの有無を示す。境界パイロットが有る場合は '1' を、無い場合は '0' を示す。サブフレームのシンボル数が 1 あるいは当該階層の D_y が 1 の場合、境界シンボルにおいても境界パイロットは存在しないため、本フィールドは '0' とする。

end_boundary_pilot (終端境界パイロット) : この 1 ビットのフィールドはサブフレームの最終シンボルにおける境界パイロットの有無を示す。境界パイロットが有る場合は '1' を、無い場合は '0' を示す。サブフレームのシンボル数が 1 あるいは当該階層の D_y が 1 の場合、境界シンボルにおいても境界パイロットは存在しないため、本フィールドは '0' とする。分割後のシンボル数が 1 の場合、当該シンボルにおける境界パイロットの有無は start_boundary_pilot によって指

示されることから、このフィールドは start_boundary_pilot と同じ値とする。

sp_level (SP レベル) : この 1 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-22 に従って SP レベル (SP ブースト比) を示す。SP ブースト比の具体値を表 3.2.1.8.5.2-1 に示す。

表 3.2.1.5.13-22 SP レベル

値	意味
0	規定値
1	リザーブ

time_interleave (時間インターリーブ) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-23 に従って時間インターリーブ長を示す。

表 3.2.1.5.13-23 時間インターリーブ

値	意味
000	I = 0
001	I = 0.25
010	I = 0.5
011	I = 0.75
100	I = 1
101	I = 1.5
110	I = 2
111	I = 3

group_id (グループ識別子) : 当該チャンネルの中でサービスを提供している放送事業者のグループを識別する。放送事業者のグループは、最大 2 階層 (最大 3 サブ階層) により構成する。

(理由)

1 つの放送波で複数の放送事業者がサービスを提供する場合のことを想定し、それぞれの階層を提供する放送事業者を識別するための識別子を導入した (参考資料 5 参照)。

number_of_subsegments (サブセグメント数) : この 7 ビットのフィールドはサブセグメント数を示す。サブセグメント数から 1 を減算した値とする。

carrier_modulation (キャリア変調方式) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-24 に従ってキャリア変調方式を示す。

表 3.2.1.5.13-24 キャリア変調方式

値	意味
000	QPSK
001	16QAM
010	64QAM
011	256QAM
100	1024QAM
101	4096QAM
110-111	リザーブ

constellation_type (コンスタレーション識別) : この 1 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-25 に従ってコンスタレーション識別を示す。なお、キャリア変調方式が QPSK の場合は UC とする。

表 3.2.1.5.13-25 コンスタレーション識別

値	意味
0	UC
1	NUC

code_length (符号長) : この 2 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-26 に従って内符号の符号長を示す。

表 3.2.1.5.13-26 符号長

値	意味
00	Short
01	Normal
10-11	リザーブ

code_rate (符号化率) : この 4 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-27 に従って内符号の符号化率を示す。

表 3.2.1.5.13-27 符号化率

値	意味
0000	2/16
0001	3/16
0010	4/16
0011	5/16
0100	6/16
0101	7/16
0110	8/16
0111	9/16
1000	10/16
1001	11/16
1010	12/16
1011	13/16
1100	14/16
1101 - 1111	リザーブ

fec_block_pointer (FEC ブロックポインタ) : この 16 ビットのフィールドはフレーム先頭から FEC ブロックの先頭までのキャリアシンボル数を、時間インターリーブによる遅延を考慮した値として示す。

data_carrier_boost (データキャリアブースト) : この 3 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13-28 に従ってデータキャリアブースト (3.2.1.6.2.5 節) を示す。

表 3.2.1.5.13-28 データキャリアブースト

値	意味
000	0dB
001	2dB
010	3dB
011	4dB
100	5dB
101	6dB
110	7dB
111	8dB

Auxiliary_data (伝送制御補助情報) : 詳細は 3.2.1.5.13.1 節に示す。

3.2.1.5.13.1 伝送制御補助情報

伝送制御補助情報の構成を表 3.2.1.5.13-29 に示す。

表 3.2.1.5.13-29 伝送制御補助情報

データ構造	ビット数	データ表記
<pre>Auxiliary_data () { number_of_aux_data for (i = 0; i < number_of_aux_data + 1; i++) { aux_data_type aux_data_size if (aux_data_type == 0) { Lch_configuration () } else if (aux_data_type == 1) { Future_extention_frame_configuration () } else { reserved } } }</pre>	8	uimsbf
	8	uimsbf
	8	uimsbf

伝送制御補助情報の意味：

number_of_aux_data (伝送制御補助情報数)：この 8 ビットのフィールドは伝送制御補助情報数を示す。伝送制御補助情報の総数から 1 を減算した値とする。

aux_data_type (伝送制御補助情報識別)：この 8 ビットのフィールドは表 3.2.1.5.13.1-30 に従って伝送制御補助情報識別を示す。

表 3.2.1.5.13.1-30 伝送制御補助情報識別

値	意味
00000000	L ch 構成
00000001	将来拡張フレーム構成
00000010-11111110	リザーブ
11111111	補助データの末尾

aux_data_size (伝送制御補助情報サイズ)：この 8 ビットのフィールドは伝送制御補助情報のサイズ (ビット数) を示す。

3.2.1.5.13.1.1 L ch 構成

L ch 構成を表 3.2.1.5.13.1.1-1 に示す。

表 3.2.1.5.13.1.1-1 L ch 構成

データ構造	ビット数	データ表記
<pre>Lch_configuration () { lch_concatenation if (lch_concatenation == '1') { Lch_frame_configuration () } else { for (i = 0; i < number_of_subframes + 1; i++) { Lch_frame_configuration () } } }</pre>	1	bslbf

L ch 構成の意味：

lch_concatenation (L ch 連結フラグ)：オンの場合は '1' とし、サブフレーム間を貫いて 1 つの伝送路とする。オフの場合は '0' とし、サブフレーム 1 の L ch を L1 ch、サブフレーム

2のL chをL2 chと呼ぶ。

L ch フレーム構成を表3.2.1.5.13.1.1-2に示す。

表 3.2.1.5.13.1.1-2 L ch フレーム構成

データ構造	ビット数	データ表記
Lch_frame_configuration () {		
lch_valid	1	bslbf
if (lch_valid == '1') {		
lch_number_of_layer	3	uimsbf
for (i = 0; i < lch_number_of_layer + 1; i++) {		
number_of_segments	6	uimsbf
fec_type	3	uimsbf
fec_npages	6	uimsbf
fec_nrepeat	3	uimsbf
fec_block_pointer	12	uimsbf
fec_block_repeat_pointer	4	uimsbf
}		
}		
}		

L ch フレーム構成の意味：

lch_valid (L ch 有効フラグ)：L ch に有効なデータが含まれる場合 '1' とする。含まれない場合 '0' とする。

lch_number_of_layer (L ch 階層数)：L ch の階層数を示し、階層数から1を減算した値とする。部分受信帯域ありの場合は2階層以上とする。

number_of_segments (L ch セグメント数)：各階層のセグメント数を示す。セグメント数から1を減算した値とする。

fec_type (誤り訂正方式)：この3ビットのフィールドは表3.2.1.5.13.1.1-3に従って誤り訂正方式を示す。

表 3.2.1.5.13.1.1-3 誤り訂正方式

値	意味
000	なし
001	(1224, 252)
010	(2448, 252)
011~111	リザーブ

fec_npages (FEC 页数)：この6ビットのフィールドはL ch 情報を誤り訂正符号化する際に外符号のパリティビットを付加する対象とする内符号の符号数を示す。符号数から1を減算した値とする。

fec_nrepeat (反復回数)：FECブロックの反復回数を示す。反復回数から1を減算した値とする。

fec_block_pointer (FEC ブロックポインタ)：FECブロックの先頭までのビット数を示す。

fec_block_repeat_pointer (FEC ブロック反復回数ポインタ)：フレーム内の先頭 FEC ブロックの反復回数を示す。反復回数から1を減算した値とする。

3.2.1.5.13.1.2 将来拡張フレーム

将来拡張フレーム構成を表3.2.1.5.13.1.2-1に示す。

表 3. 2. 1. 5. 13. 1. 2-1 将来拡張フレーム構成

データ構造	ビット数	データ表記
Future_extention_frame_configuration () {	24	uimsbf
num_clocks	24	
}		

Future_extention_frame_configuration () (将来拡張フレーム構成) :

num_clocks (FFT クロック数) : 将来拡張フレームの長さを FFT クロック数で示す。

3. 2. 1. 6 サブフレーム区間

3. 2. 1. 6. 1 1次変調

伝送主信号の構成を図 3. 2. 1. 6. 1-1 に示す。伝送主信号はエネルギー拡散された、主信号である TLV パケット、TLV パケットの先頭を指示する FEC ブロックヘッダ及び誤り訂正符号のパリティビットから構成される。TLV パケットは可変長であり複数符号の情報ビットにわたって格納されることもあることから主信号領域における TLV パケットの先頭位置を FEC ブロックヘッダにより指示し、4 バイトのヘッダ部及び可変長バイトのデータ部から構成される TLV パケットが配置される。

誤り訂正符号の情報ビットは FEC ブロックヘッダ及び主信号から構成され、主信号領域には TLV パケットが格納される。誤り訂正符号の情報ビット全体に対して、エネルギー拡散信号を加算する。エネルギー拡散信号は誤り訂正符号の符号ごとに初期化される。エネルギー拡散後の主信号は外符号である BCH 符号のパリティビット、内符号である LDPC 符号のパリティビットが付加され、伝送主信号である FEC ブロックを構成する。

1 つの OFDM サブフレーム内に整数個の FEC ブロックが格納される訳ではないため、1 つの FEC ブロックは複数の OFDM サブフレームにわたって配置され、OFDM サブフレームにおける先頭の FEC ブロック位置は FEC ブロックポインタとして TMCC 情報の一部として伝送される。

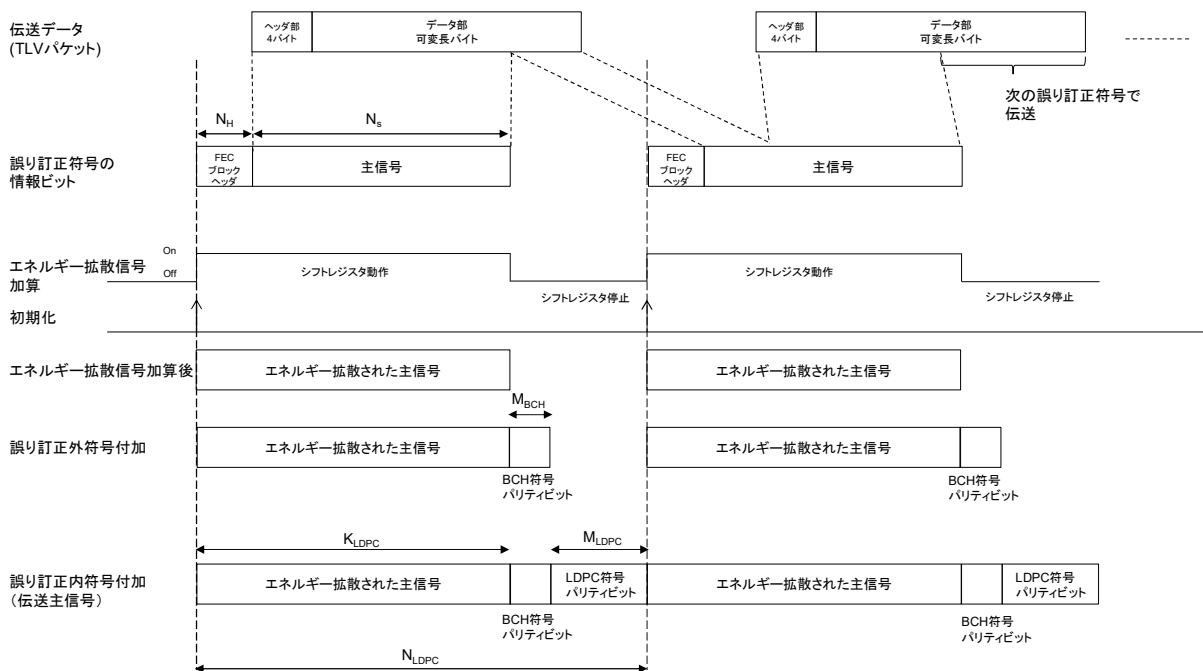


図 3. 2. 1. 6. 1-1 伝送主信号の構成

1 次変調の伝送路符号化は図 3. 2. 1. 6. 1-2 に示すとおり、FEC ブロック変換、エネルギー拡散、BCH 符号化、LDPC 符号化、ビットインターリーブ及びマッピングにより構成する。

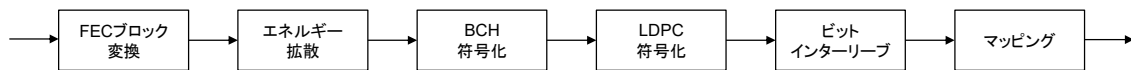


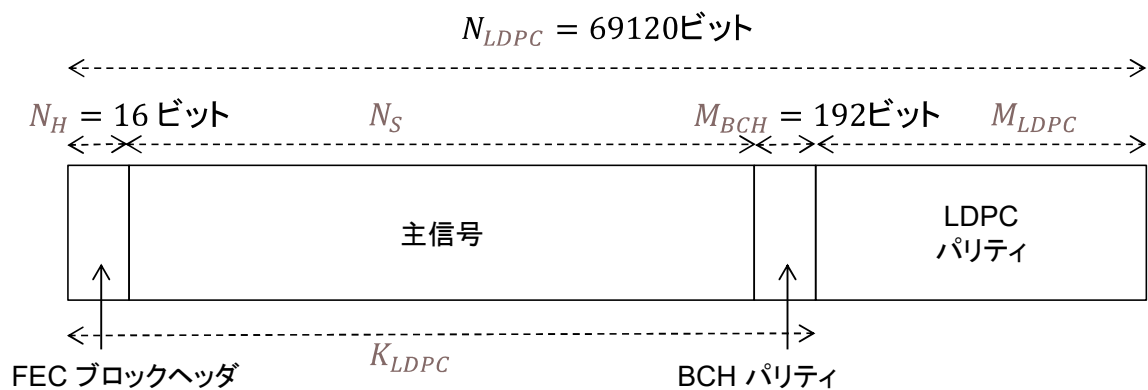
図 3. 2. 1. 6. 1-2 1 次変調の伝送路符号化

3. 2. 1. 6. 1. 1 FEC ブロック変換

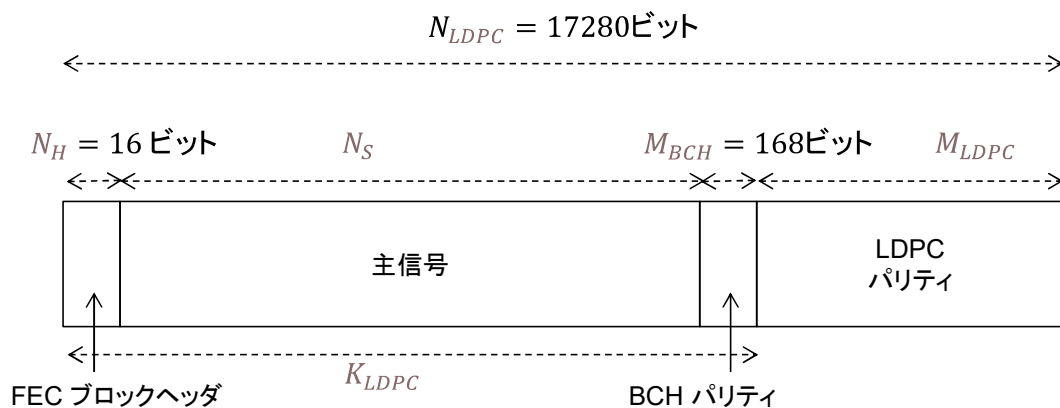
入力データをバッファし、TMCC 情報に含まれる FEC ブロックの先頭位置を示す情報を基に、FEC ブロックに変換する。図 3. 2. 1. 6. 1. 1-1 及び表 3. 2. 1. 6. 1. 1-1 に FEC ブロックの構成を示す。FEC ブロックヘッダは FEC ブロックに包含する最初の TLV パケットの先頭位置を示すものとし、FEC ブロックヘッダを除いた FEC ブロック先頭からのバイト数で表す。先頭バイトが存在しない場合、その値は 0xFFFF とする。

(理由)

誤り訂正符号がブロック符号であるため、FEC ブロックを構成し、符号のうちパリティビットを除く情報ビットの領域に主信号を格納する。



(a) Normal 符号



(b) Short 符号

図 3. 2. 1. 6. 1. 1-1 FEC ブロックの構成

表 3.2.1.6.1.1-1 FEC ブロックの構成

(a) Normal 符号

符号化率	LDPC 符号			BCH 符号		FEC ブロック ヘッダ N_H	主信号 N_s
	符号長 N_{LDPC}	パリティ ビット長 M_{LDPC}	情報 ビット長 K_{LDPC}	パリティ ビット長 M_{BCH}	情報 ビット長 K_{BCH}		
2/16	69120	60480	8640	192	8448	16	8432
3/16	69120	56160	12960	192	12768	16	12752
4/16	69120	51840	17280	192	17088	16	17072
5/16	69120	47520	21600	192	21408	16	21392
6/16	69120	43200	25920	192	25728	16	25712
7/16	69120	38880	30240	192	30048	16	30032
8/16	69120	34560	34560	192	34368	16	34352
9/16	69120	30240	38880	192	38688	16	38672
10/16	69120	25920	43200	192	43008	16	42992
11/16	69120	21600	47520	192	47328	16	47312
12/16	69120	17280	51840	192	51648	16	51632
13/16	69120	12960	56160	192	55968	16	55952
14/16	69120	8640	60480	192	60288	16	60272

(b) Short 符号

符号化率	LDPC 符号			BCH 符号		FEC ブロック ヘッダ N_H	主信号 N_s
	符号長 N_{LDPC}	パリティ ビット長 M_{LDPC}	情報 ビット長 K_{LDPC}	パリティ ビット長 M_{BCH}	情報 ビット長 K_{BCH}		
2/16	17280	15120	2160	168	1992	16	1976
3/16	17280	14040	3240	168	3072	16	3056
4/16	17280	12960	4320	168	4152	16	4136
5/16	17280	11880	5400	168	5232	16	5216
6/16	17280	10800	6480	168	6312	16	6296
7/16	17280	9720	7560	168	7392	16	7376
8/16	17280	8640	8640	168	8472	16	8456
9/16	17280	7560	9720	168	9552	16	9536
10/16	17280	6480	10800	168	10632	16	10616
11/16	17280	5400	11880	168	11712	16	11696
12/16	17280	4320	12960	168	12792	16	12776
13/16	17280	3240	14040	168	13872	16	13856
14/16	17280	2160	15120	168	14952	16	14936

3.2.1.6.1.2 FEC ブロックポインタ

FEC ブロックポインタは、OFDM サブフレーム内で最初の FEC ブロックの先頭位置を示した情報であり、TMCC に記載して伝送する。

(理由)

受信機が FEC ブロックの先頭位置を検出するために、これを指し示すポインタを TMCC 情報の一

部として伝送することとした。

3.2.1.6.1.2.1 ポインタの起点

TMCCに記載されたFECブロックポインタは、当該サブフレームの最初のFECブロックの先頭位置を示す。

3.2.1.6.1.2.2 ポインタ値

サブフレームの先頭から数えて、最初のFECブロックの先頭までの値であり、最初のFECブロックがどのフレームに位置するかには依らない。つまり、TMCC情報に記載されているフレームと同じフレーム内とは限らず、次のフレーム以降の位置が示される場合もある。

3.2.1.6.1.2.3 指示単位

キャリアシンボル単位でデータ数を数える。

3.2.1.6.1.2.4 遅延付加

TMCCに格納するポインタはデータキャリアに適用される時間インターリーブによる遅延を考慮し、変調装置で遅延を加える。図3.2.1.6.1.2.4-1にOFDMフレーム内におけるFECブロックの先頭とTMCC情報によって伝送するFECブロックの時間方向の遅延を含めた関係を示す例を示す。

(理由)

受信機においてはTMCC情報から得られる情報を時間インターリーブによる遅延を考慮することなくそのまま利用できる方が望ましいことから送信側で遅延を考慮することとした。

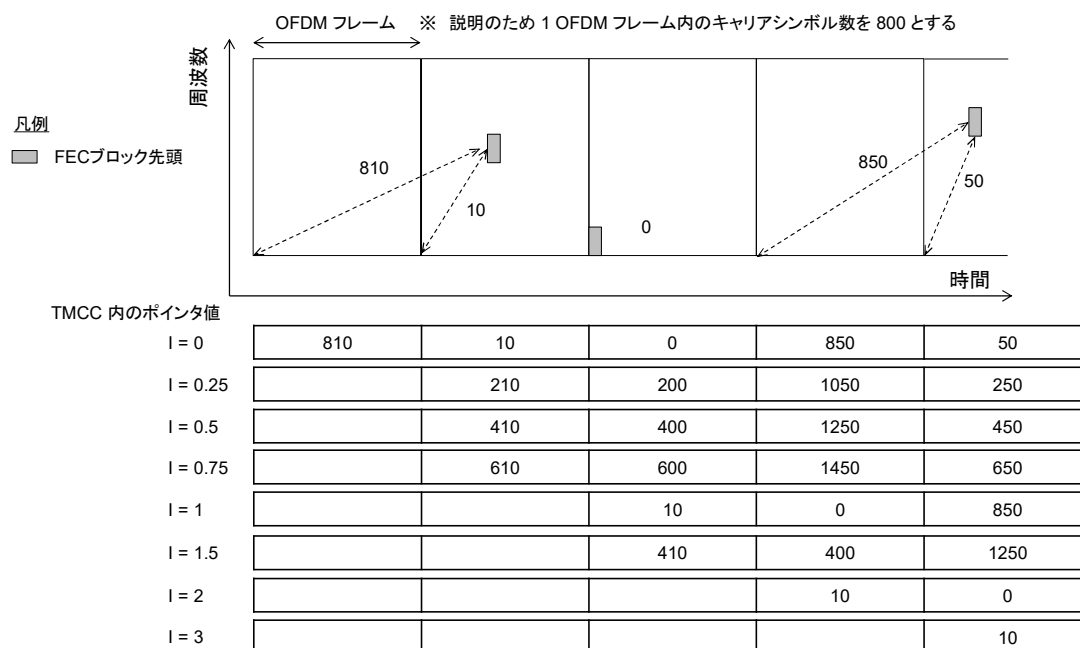


図3.2.1.6.1.2.4-1 FECブロックポインタの遅延の例

3.2.1.6.1.3 エネルギー拡散

エネルギー拡散は、図 3.2.1.6.1.3-1 に示す回路により生成する PRBS（擬似ランダム符号系列）を用いてサブ階層毎に行う。各階層の FEC ブロックに対して、FEC ブロックヘッダ及び主信号と PRBS との間でビット単位の排他的論理和が取られる。なお、PRBS 生成回路の初期値は、低次から‘100101010000000’とし、FEC ブロック毎に初期化する。帰還多項式は以下とする。

$$g(x) = x^{15} + x^{14} + 1$$

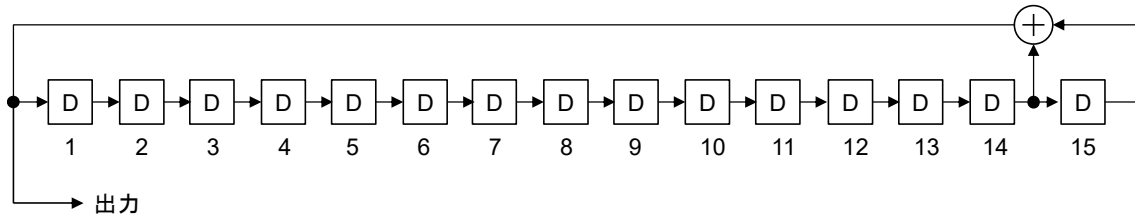


図 3.2.1.6.1.3-1 PRBS 生成回路

(理由)

送信データにおいて ‘0’ あるいは ‘1’ が連続することにより、キャリア変調後のシンボルが同一となることを回避するためにエネルギー拡散を行う。現行地上デジタルテレビジョン放送との整合を図るため、上に示した生成多項式の拡散信号を採用した。

また、現行地上デジタルテレビジョン放送方式では外符号符号化後にエネルギー拡散処理を実施していたが地上放送高度化方式では外符号符号化前に実施している。処理手順を変更した理由は次のとおりである。

現行地上デジタルテレビジョン放送方式では、誤り訂正外符号である RS 符号が全ての階層の TSP を共通で扱うとともにバイト単位の処理であり、またエネルギー拡散の初期化タイミングが階層ごとの OFDM フレームと一致させている。そのため、全階層のバイト単位での誤り訂正外符号符号化を行った後、階層分割し、バイトービット変換を行った後に、ビット単位の処理であるエネルギー拡散を行う必要がある。しかしながら地上放送高度化方式は誤り訂正外符号がビット単位の BCH 符号であるほか、エネルギー拡散の初期化タイミングは OFDM フレームとは関係なく、FEC ブロックの先頭としている。従って、エネルギー拡散を誤り訂正外符号の符号化後に行う必要がなく、BCH 符号化処理を行う前に ‘0’ あるいは ‘1’ の偏在を解消するエネルギー拡散を行うことが合理的であるため。

3.2.1.6.1.4 誤り訂正符号

BCH 符号を外符号、LDPC 符号を内符号とする接続符号とする。BCH 符号は、FEC ブロックヘッダと主信号を含めて誤り訂正保護する。また、LDPC 符号は、FEC ブロックヘッダ、主信号、BCH 符号のパリティビットを含めて誤り訂正保護する。

3.2.1.6.1.4.1 外符号

BCH ブロックへ変換し、主信号及び FEC ブロックヘッダを保護範囲として符号化を行う。訂正可能ビット数は 12 ビットとする。生成多項式は Normal 符号の場合、表 3.2.1.6.1.4.1-1(a) に示す 16 次生成多項式、Short 符号の場合、同図 (b) に示す 14 次生成多項式の積によって生成さ

れる。図 3.2.1.6.1.1-1 に示すように LDPC ブロックに BCH ブロック 1 つを挿入する。

(理由)

BCH 符号は LDPC 符号のエラーフロア領域の残留誤りを訂正することが役割であり、エラーフロア領域の 1 符号当たりの誤りビット数と BCH 符号のパリティビットによるオーバーヘッドとの相反関係を考慮し、1 符号当たりの訂正可能ビット数を 12 ビットとした。また、Normal 符号及び Short 符号の情報ビット数の 2 を底とする対数に相当する次数としてそれぞれ 16 ビット及び 14 ビットの生成多項式に訂正可能ビット数を乗じた 192 ビット及び 168 ビットを BCH 符号のパリティビット長とした。

表 3.2.1.6.1.4.1-1 BCH 符号の生成多項式

(a) 16 次生成多項式

$g_1(x)$	$1 + x + x^3 + x^{12} + x^{16}$
$g_2(x)$	$1 + x^2 + x^3 + x^4 + x^8 + x^9 + x^{11} + x^{12} + x^{16}$
$g_3(x)$	$1 + x^2 + x^3 + x^7 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{13} + x^{16}$
$g_4(x)$	$1 + x + x^3 + x^6 + x^7 + x^{11} + x^{12} + x^{13} + x^{16}$
$g_5(x)$	$1 + x + x^2 + x^3 + x^5 + x^7 + x^8 + x^9 + x^{11} + x^{13} + x^{16}$
$g_6(x)$	$1 + x + x^6 + x^7 + x^9 + x^{10} + x^{12} + x^{13} + x^{16}$
$g_7(x)$	$1 + x + x^2 + x^6 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{15} + x^{16}$
$g_8(x)$	$1 + x + x^3 + x^6 + x^8 + x^9 + x^{12} + x^{15} + x^{16}$
$g_9(x)$	$1 + x + x^4 + x^6 + x^8 + x^{10} + x^{11} + x^{12} + x^{13} + x^{15} + x^{16}$
$g_{10}(x)$	$1 + x + x^2 + x^4 + x^6 + x^8 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{15} + x^{16}$
$g_{11}(x)$	$1 + x^6 + x^8 + x^9 + x^{10} + x^{13} + x^{14} + x^{15} + x^{16}$
$g_{12}(x)$	$1 + x + x^2 + x^3 + x^5 + x^6 + x^7 + x^{10} + x^{11} + x^{15} + x^{16}$

(b) 14 次生成多項式

$g_1(x)$	$1 + x + x^6 + x^{10} + x^{14}$
$g_2(x)$	$1 + x + x^2 + x^5 + x^6 + x^8 + x^{14}$
$g_3(x)$	$1 + x + x^3 + x^4 + x^6 + x^7 + x^9 + x^{10} + x^{14}$
$g_4(x)$	$1 + x^4 + x^5 + x^6 + x^7 + x^8 + x^9 + x^{12} + x^{14}$
$g_5(x)$	$1 + x^2 + x^3 + x^5 + x^{11} + x^{12} + x^{14}$
$g_6(x)$	$1 + x + x^6 + x^8 + x^{14}$
$g_7(x)$	$1 + x^5 + x^6 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{12} + x^{13} + x^{14}$
$g_8(x)$	$1 + x^2 + x^5 + x^7 + x^8 + x^9 + x^{10} + x^{11} + x^{14}$
$g_9(x)$	$1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + x^5 + x^7 + x^8 + x^{10} + x^{13} + x^{14}$
$g_{10}(x)$	$1 + x + x^6 + x^{11} + x^{14}$
$g_{11}(x)$	$1 + x^2 + x^4 + x^8 + x^{10} + x^{11} + x^{14}$
$g_{12}(x)$	$1 + x^2 + x^5 + x^6 + x^9 + x^{11} + x^{14}$

以下の演算により、情報系列 $m = (m_{K_{BCH}-1}, m_{K_{BCH}-2}, \dots, m_1, m_0)$ から符号 $c = (m_{K_{BCH}-1}, m_{K_{BCH}-2}, \dots, m_1, m_0, d_{N_{BCH}-K_{BCH}-1}, \dots, d_1, d_0)$ を得る。ここで K_{BCH} 及び M_{BCH} は BCH 符号の情報ビット長、パリティビット長であり、それぞれ Normal 符号では 65, 343 ビット、192 ビット、Short 符号では 16, 215 ビット、168 ビットである。また、ここで N_{BCH} は BCH 符号の符号長で

あり、Normal 符号では 65,535 ビット、Short 符号では 16,383 ビットである。

- 1) 情報系列に $x^{M_{BCH}-1}$ を乗算する。
- 2) $x^{M_{BCH}-1}m(x)$ を被除数、 $g(x)$ で除算する。このときの剰余多項式を $d(x) = d_{M_{BCH}-1}x^{M_{BCH}-1} + d_{M_{BCH}-2}x^{M_{BCH}-2} + \dots + d_1x + d_0$ とする。
- 3) $c(x) = x^{M_{BCH}-1}m(x) + d(x)$ を符号多項式とする。

(理由)

内符号である LDPC 符号は一般にエラーフロア領域が存在することが知られており、受信状況が必ずしも悪くない場合にも復号誤りが残るという特性を有している。このエラーフロア領域の復号誤りに対する対策として BCH 符号を外符号として接続させることとした。

3.2.1.6.1.4.2 内符号

符号の構造は非正則疑似巡回 LDPC 符号とする。保護範囲は主信号、FEC ブロックヘッダ及び BCH 符号のパリティビットである。符号長 N_{LDPC} が 69,120 ビットの Normal 符号及び 17,280 ビットの Short 符号それぞれについて、符号化率は全 13 種類に対応する。また、並列処理単位を $L = 360$ ビットとする。ただし、Short 符号は 1024QAM、4096QAM とは組み合わせて使用しない。符号化率はサブ階層ごとに独立に設定可能とする。

LDPC 符号のタイプと符号化パラメータを表 3.2.1.6.1.4.2-1 に、初期値テーブルを 3.2.1.8.1 節に示す。 M はパリティビット数を、 Q は M を L で除した値である。 $M_2 \neq 0$ の符号は MET (Multi Edge Type) 型 (タイプ A)、 $M_2 = 0$ の符号は IRA (Irregular Repeat Accumulate) 型 (タイプ B) とする。また、 $M = M1 + M2$ 、 $Q = Q1 + Q2$ である。

$$\begin{aligned} M &= M1 + M2 \\ &= (Q1 + Q2) \cdot L \end{aligned}$$

表 3.2.1.6.1.4.2-1 LDPC 符号のタイプと符号化パラメータ

(a) Normal 符号

符号化率	タイプ	$M1$	$M2$	M	$Q1$	$Q2$	Q
2/16	A	1800	58680	60480	5	163	168
3/16	A	1800	54360	56160	5	151	156
4/16	A	1800	50040	51840	5	139	144
5/16	A	1800	45720	47520	5	127	132
6/16	A	1800	41400	43200	5	115	120
7/16	A	4680	34200	38880	13	95	108
8/16	B	34560	0	34560	96	0	96
9/16	B	30240	0	30240	84	0	84
10/16	B	25920	0	25920	72	0	72
11/16	B	21600	0	21600	60	0	60
12/16	B	17280	0	17280	48	0	48
13/16	B	12960	0	12960	36	0	36
14/16	B	8640	0	8640	24	0	24

(b) Short 符号

符号化率	タイプ	$M1$	$M2$	M	$Q1$	$Q2$	Q
2/16	A	1800	13320	15120	5	37	42

3/16	A	1440	12600	14040	4	35	39
4/16	A	1080	11880	12960	3	33	36
5/16	A	720	11160	11880	2	31	33
6/16	A	720	10080	10800	2	28	30
7/16	B	9720	0	9720	27	0	27
8/16	B	8640	0	8640	24	0	24
9/16	B	7560	0	7560	21	0	21
10/16	B	6480	0	6480	18	0	18
11/16	B	5400	0	5400	15	0	15
12/16	B	4320	0	4320	12	0	12
13/16	B	3240	0	3240	9	0	9
14/16	B	2160	0	2160	6	0	6

- 1) 符号ビット列 λ_i を情報ビット列 s_i にて $\lambda_i = s_i (i = 0, 1, \dots, K_{LDPC} - 1)$ と初期化する。ここで K_{LDPC} は LDPC 符号の情報ビット長である。また、パリティビット列 $p_j (j = 0, 1, M1 + M2 - 1)$ を 0 で初期化する。
- 2) LDPC 符号テーブルに記載されている 1 行目にしたがって、 p_j に符号ビットの先頭 λ_0 を排他的論理和演算処理する。例えば符号化率 2/16 の Normal 符号の場合、以下のように加算する。

$$p_{1617} = p_{1617} \oplus \lambda_0, p_{1754} = p_{1754} \oplus \lambda_0, \dots, p_{59780} = p_{59780} \oplus \lambda_0$$

- 3) 続く $L - 1$ ビットの符号ビット $\lambda_m (m = 1, \dots, L - 1)$ について、 p_j に符号ビットの λ_m を排他的論理和演算処理する。ここで、 λ_m が加算される対象の p_j のアドレス j は、 x を LDPC 符号テーブルの 1 行目の数字として、以下のように計算する。

$$\begin{aligned} (x + m \times Q1) \bmod M1, & \quad x < M1 \\ M1 + (x - M1 + m \times Q2) \bmod M2 & \quad x \geq M1 \end{aligned}$$

- 4) LDPC 符号テーブルの 2 行目にしたがって、 p_j に符号ビットの λ_L を排他的論理和演算処理する。加算のルールは 2) と同様である。続く $L - 1$ ビットの符号ビット $\lambda_m (m = L + 1, \dots, 2L - 1)$ について、 p_j に λ_m を排他的論理和演算処理する。加算のルールは 3) と同様である。
- 5) 以降、4) と同様にして L ビットごとに p_j に符号ビット λ_m を排他的論理和演算処理する処理を繰り返す。これを λ_0 から $\lambda_{K_{LDPC}-1}$ まで実行する。
- 6) パリティビット p_1 から p_{M1-1} に対して以下の処理を行う。

$$p_i = p_i \oplus p_{i-1}$$

- 7) 以下の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ を生成する。

$$\lambda_{K_{LDPC}+Lt+s} = p_{Q1s+t} \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q1$$

$M2 = 0$ の場合、符号として $\Lambda = (\lambda_0, \dots, \lambda_{K_{LDPC}-1}, \lambda_{K_{LDPC}}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1-1})$ が得られ、符号化を終了する。

- 8) LDPC 符号テーブルの表の $K_{LDPC}/L + 1$ 行目以降の数値を用いて 2) ~ 4) と同様の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ を p_j に排他的論理和演算処理し、残りのパリティビット $p_{M1}, \dots, p_{M1+M2-1}$ を得る。
- 9) 以下の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}+M1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1}$ を生成する。

$$\lambda_{K_{LDPC}+M1+Lt+s} = p_{M1+Q2s+t}, \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q2$$

以下の Λ を符号とする。

$$\Lambda = (\lambda_0, \dots, \lambda_{K_{LDPC}-1}, \lambda_{K_{LDPC}}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1-1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1})$$

以上の手順を簡略化すると、以下のとおり表現できる。

- LDPC 符号は、パリティ検査ビット p_n ($n=0, 1, \dots, M1+M2-1$)、情報ビット λ_m ($m=0, 1, \dots, K_{LDPC}-1$) としたとき、情報ビットについて 360 ビットごとに次の演算を繰り返す。なおパリティ検査ビットの初期値は $p_0=p_1=\dots=p_{M1+M2-1}=0$ とする。
- $p_x=p_x \oplus \lambda_m$ ($m=0, 360, 720, \dots$) $p_y=p_y \oplus \lambda_m$ ($m=1, \dots, 359, 361, \dots, 719, 721, \dots$) すべての情報ビットについて演算を行った後、 p_n は次式により与えられる。

$$p_n=p_n \oplus p_{n-1} \quad (n=1, \dots, M1-1)$$
- $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ は次式により与えられる。

$$\lambda_{K_{LDPC}+Lt+s} = p_{Q1s+t} \quad 0 \leq s < 360, 0 \leq t < Q1$$
- $M2 \neq 0$ の場合、 $K_{LDPC}/360+1$ 行目以降のパリティ検査ビット位置を用い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ について、次式により演算を行い、残りのパリティビット $p_{M1}, \dots, p_{M1+M2-1}$ を求める。

$$p_x=p_x \oplus \lambda_m$$
 ($m=K_{LDPC}, K_{LDPC}+360, K_{LDPC}+720, \dots$) $p_y=p_y \oplus \lambda_m$ ($m=K_{LDPC} + 1, \dots, K_{LDPC} + 359, K_{LDPC} + 361, \dots$)
- $\lambda_{K_{LDPC}+M1}$ から、 $\lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1}$ は次式により与えられる

$$\lambda_{K_{LDPC}+M1+Lt+s} = p_{M1+Q2s+t}, \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q2$$

 \oplus は排他的論理和の演算素子を表す
- x は 3.2.1.8.1 節のパリティ検査ビット位置 ($[m/360]+1$) 行目で指定されるパリティ検査ビット位置を示す $[]$ は整数部を表す
- $x < M1$ において $y = \{x + m \times Q1\} \bmod (M1)$
- $x \geq M1$ において $y = \{M1 + (x - M1 + m \times Q2)\} \bmod (M2)$
- $M1, M2, Q1, Q2$ は符号化率により決まる

(理由)

内符号には誤り訂正能力の高い LDPC 符号を採用した。一般に符号長が長いほど誤り訂正能力も高いが、復号回路の規模にも影響があることから、並列処理単位は広く用いられている 360 とし、またキャリア変調方式の多値数 (2, 4, 6, 8, 10, 12) の公倍数となること等を考慮し、 $360 \times 4^3 \times 3 = 69120$ を Normal 符号の符号長とした。また、低ビットレートのサービスへ適用することを考慮し Normal 符号の 1/4 の符号長である Short 符号も利用可能とした。高ビットレートのサービスを実現することを想定した高い多値数のキャリア変調方式である 1024QAM 及び 4096QAM は Short 符号とは組み合わせて使用しないこととした。

3.2.1.6.1.5 ビットインターリーブ

ビットインターリーブは図 3.2.1.6.1.5-1 に示す構造とする。グループワイズインターリーブとブロックインターリーブにより構成する。

キャリア変調方式が QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM の場合に変調多値数に応じて、FEC ブロック内でビットインターリーブを行う。符号化率によって、LDPC 符号のタイプ A/タイプ B の場合分けを行う。LDPC 符号が Normal 符号でキャリア変調方式が 1024QAM の場合のみ、ブロックインターリーブの例外処理を行う。

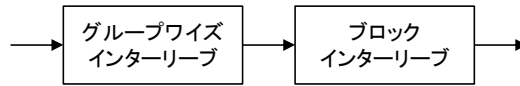


図 3.2.1.6.1.5-1 ビットインターリーブの構造

(理由)

LDPC 符号の復号性能を最大限に発揮させるため、LDPC 符号化後にビットインターリーブを施す。キャリア変調されるビット列の MSB (Most Significant Bit) と LSB (Least Significant Bit) では雑音耐性が異なることから、雑音耐性が同一となるビットをまとめるためのブロックインターリーブと LDPC 符号の並列処理単位で誤り訂正性能とビットごとの雑音耐性を符号化率ごとに最適に組み合わせるためのグループワイズインターリーブによって構成することとした。LDPC 符号が Normal 符号でキャリア変調方式が 1024QAM の場合は、符号長を並列処理単位と多値数で除した値 ($69,120 / 360 / 10 = 19.2$) が整数値にはならず、並列処理単位ごとの処理であるブロックインターリーブでは 1 つのブロックを構成できない余りのビットが残ることになるが、余りのビットはビットインターリーブの対象とはせずそのまま出力することとした。

3.2.1.6.1.5.1 グループワイズインターリーブ

LDPC 符号化後の符号は $L = 360$ ビットごとのグループに分割し、グループを単位として並べ替えを行うこととし、これをグループワイズインターリーブと呼ぶ。並べ替えは、キャリア変調方式及び符号化率ごとに並べ替え後の番号を示すあらかじめ決められたテーブル π (3.2.1.8.2 節) に従うこととする。テーブルでは、1 列目に記載している並び替え後のグループの番号が、並び替え前ではどの番号のグループであるかを示す。なお、番号は FEC ブロックの先頭からグループに対して Normal 符号の場合 0 ~ 191、Short 符号の場合 0 ~ 47 を割り振る。グループワイズインターリーブの並び替えの例を図 3.2.1.6.1.5.1-1 に示す。

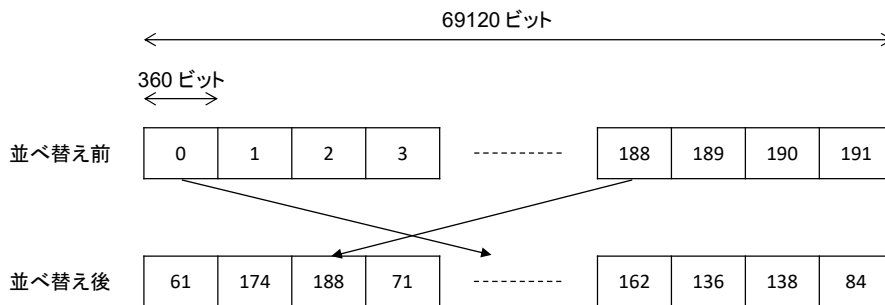


図 3.2.1.6.1.5.1-1 グループワイズインターリーブ (QPSK, 符号化率 2/16 の例)

グループワイズインターリーブは、LDPC 符号の符号化後の符号を L ビットごとのグループとし、キャリア変調方式及び符号化率ごとにあらかじめ決められたテーブル π にしたがってグループ単位で並べ替えを行う。並べ替えの順序を示すテーブル π を 3.2.1.8.2 節 に示す。

$$c_{L \cdot i + j} = c_{L \cdot \pi(i) + j}, \quad 0 \leq i < N_{LDPC}/L, 0 \leq j < L$$

C: 符号を構成するビット

3.2.1.6.1.5.2 ブロックインターリーブ

ブロックインターリーブの概念図を図 3.2.1.6.1.5.2-1 に、パラメータを表 3.2.1.6.1.5.2-1 に示す。グループワイズインターリーブ処理された FEC ブロックは、図に示すとおり、 V 列 (V はキャリア変調における多値数を示す。)のブロックインターリーブに列方向の順に $L=360$ ビットを単位として繰り返し書き込まれ、行方向の順に読み出しされる。ブロックインターリーブのサイズ N_1 は、FEC ブロックのサイズ (N_{LDPC}) を $L \times V$ で除算した整数部に LV を乗じたものとし、次式で表される。

$$N_1 = \text{floor}\left(\frac{N_{LDPC}}{LV}\right) LV$$

$$N_2 = N_{LDPC} - N_1$$

$$c_{j+k \cdot V+i \cdot V \cdot L} = c_{i \cdot V \cdot L+j \cdot L+k}, \quad 0 \leq i < N_1/V, 0 \leq j < V, 0 \leq k < L$$

$$c_{N_1+i} = c_{N_1+i}, \quad 0 \leq i < N_2$$

書き込み

読み出し

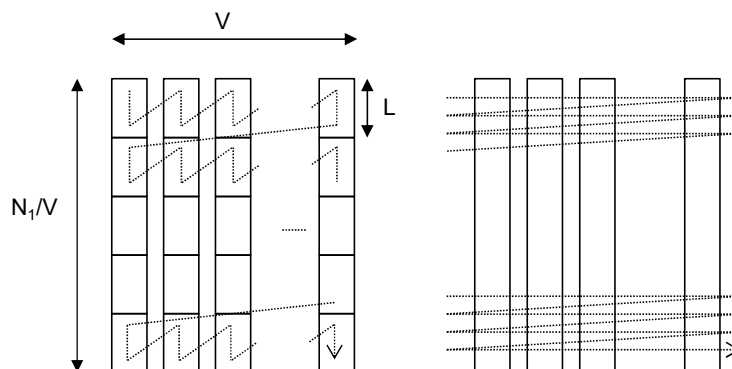


図 3.2.1.6.1.5.2-1 ブロックインターリーブ

表 3.2.1.6.1.5.2-1 ブロックインターリーブのパラメータ

(a) Normal 符号

キャリア変調方式	QPSK	16 QAM	64 QAM	256 QAM	1024 QAM	4096 QAM
多値数 V	2	4	6	8	10	12
FEC ブロック長 N_{LDPC}	69120	69120	69120	69120	69120	69120
N_1	69120	69120	69120	69120	68400	69120
N_2	0	0	0	0	720	0
$N_1/V/L$	96	48	32	24	19	16

(b) Short 符号

キャリア変調方式	QPSK	16 QAM	64 QAM	256 QAM
多値数 V	2	4	6	8
FEC ブロック長 N_{LDPC}	17280	17280	17280	17280

N_1	17280	17280	17280	17280
N_2	0	0	0	0
$N_1/V/L$	24	12	8	6

Short 符号は 1024QAM、4096QAM とは組み合わせて使用しない。

(理由)

Short 符号は低ビットレートな伝送パラメータ、すなわち低次のキャリア変調方式と組み合わせて使用することを想定したものであるため、高ビットレートのサービスを実現することを想定した高い多値数のキャリア変調方式である 1024QAM 及び 4096QAM は Short 符号とは組み合わせて使用しないこととした。

3.2.1.6.1.6 マッピング

入力ビットに対してマッピングを行い、変調シンボルへ変換する。キャリア変調方式は、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM に対応する。キャリア変調方式は、サブ階層ごとに独立して設定可能とする。コンスタレーションは、均一コンスタレーションと、不均一コンスタレーションに対応する。不均一コンスタレーションは信号点間距離が一定の値ではなく、組み合わせる誤り訂正内符号の符号化率ごとに定める信号点配置である。

均一コンスタレーションは、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM に対応し、グレイコード配置を用いる。均一コンスタレーションの座標値を 3.2.1.8.3 節の UC (Uniform Constellation) に示す。16QAM、64QAM、256QAM については、I/Q 平面の第一象限 ($I \geq 0, Q \geq 0$)、すなわち入力ビット列 b_0b_1 が 00 の場合の I/Q 座標値を示している。入力ビット列 b_0b_1 の値に応じて、3.2.1.8.3 節の I/Q 座標値の符号を反転する。例えば、16QAM では以下のマッピングとなる。

$$\begin{aligned} b_0b_1b_2b_3 &= 0000 : (I, Q) = (0.9487, 0.9487) \\ b_0b_1b_2b_3 &= 0100 : (I, Q) = (0.9487, -0.9487) \\ b_0b_1b_2b_3 &= 1000 : (I, Q) = (-0.9487, 0.9487) \\ b_0b_1b_2b_3 &= 1100 : (I, Q) = (-0.9487, -0.9487) \end{aligned}$$

1024QAM、4096QAM については、I 軸及び Q 軸を 1 次元の PAM (Pulse Amplitude Modulation) で表現した場合の振幅値を示している。入力ビット列の偶数ビットを I 軸に、奇数ビットを Q 軸に割り当てる。例えば、1024QAM の I 軸は、入力ビット列の偶数ビットを用いて以下のマッピングとなる。Q 軸についても入力ビット列の奇数ビットを用いて同様のマッピングとなる。

$$\begin{aligned} b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00000 : I = u_{15} = 1.1871 \\ b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00001 : I = u_{14} = 1.1105 \\ b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00011 : I = u_{13} = 1.0339 \\ &: \\ b_0b_2b_4b_6b_8 &= 01000 : I = u_0 = 0.0383 \end{aligned}$$

1024QAM、4096QAM においても入力ビット列 b_0b_1 の値に応じて I/Q 座標値の符号を反転する。例えば、1024QAM の I 軸は以下のマッピングとなる。

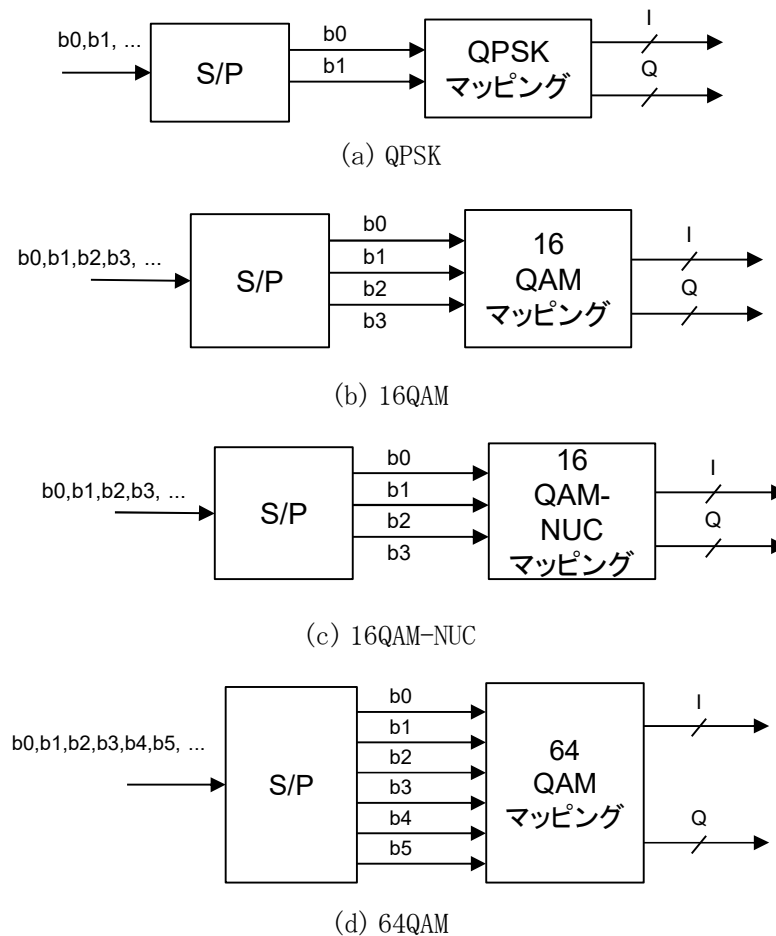
$$\begin{aligned}
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10000 : I = -u_{15} = -1.1871 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10001 : I = -u_{14} = -1.1105 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10011 : I = -u_{13} = -1.0339 \\
& \vdots \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 11000 : I = -u_0 = -0.0383
\end{aligned}$$

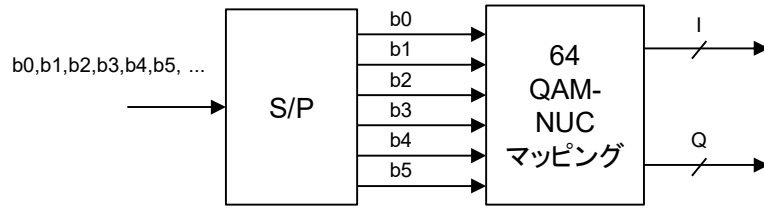
不均一コンスタレーションは、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに対応し、それぞれ16QAM-NUC、64QAM-NUC、256QAM-NUC、1024QAM-NUC、4096QAM-NUCと表記する。LDPC符号の符号化率毎に異なる座標値を使用する。不均一コンスタレーションの座標値を3.2.1.8.3節に示す。均一コンスタレーションと同様、16QAM-NUC、64QAM-NUC、256QAM-NUCについては、I/Q平面の第1象限のI/Q座標値を示している。1024QAM-NUC、4096QAM-NUCについては、I軸及びQ軸を1次元のPAMで表現した場合の振幅値を示している。

(理由)

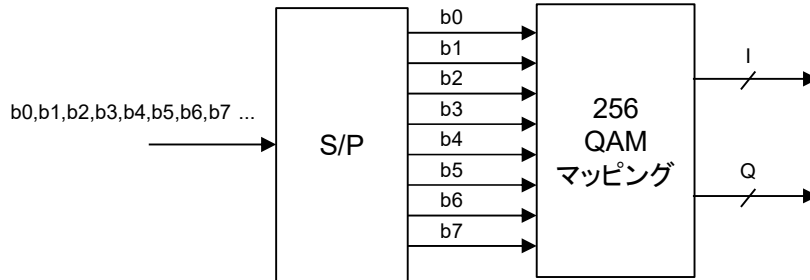
雑音耐性に優れた不均一コンスタレーションを採用した。I/Q座標値は所要C/Nを想定し、LDPC符号の符号化率ごとに最適化を行った。また、受信機におけるLLR (Log Likelihood Ratio: 対数尤度比) 算出回路の回路規模が大きくなり過ぎないように、多値数の大きな1024QAM-NUC及び4096QAM-NUCは1次元の配置、それ以下の多値数の場合には雑音耐性の優れた2次元の配置とした。

マッピングにおける信号処理手順を図3.2.1.6.1.6-1に示す。

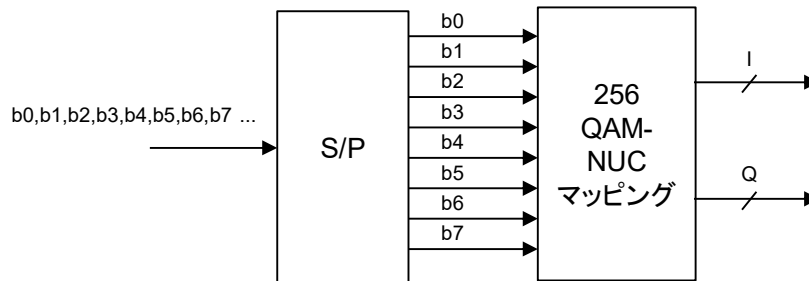




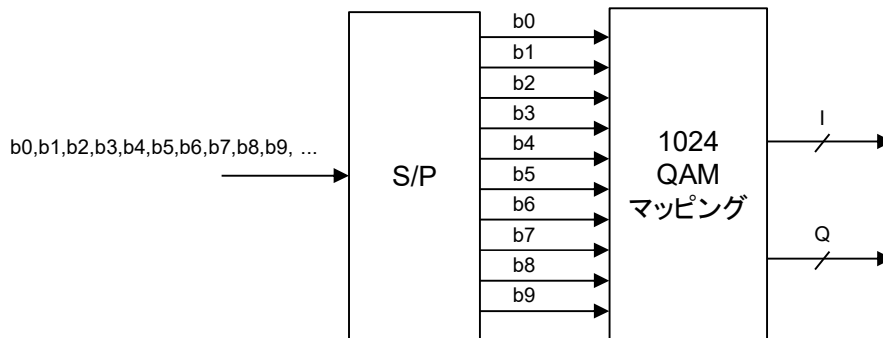
(e) 64QAM-NUC



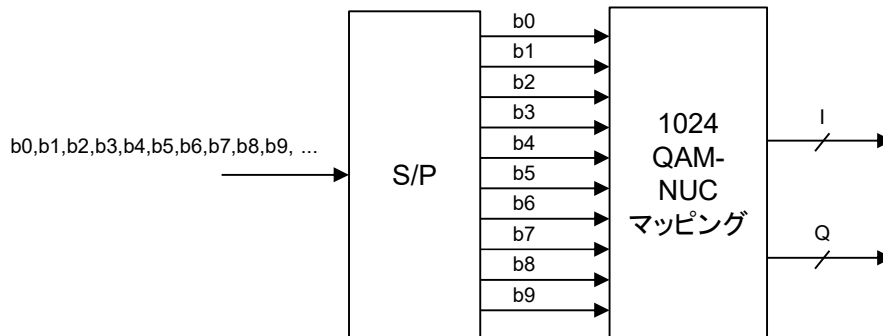
(f) 256QAM



(g) 256QAM-NUC



(h) 1024QAM



(i) 1024QAM-NUC

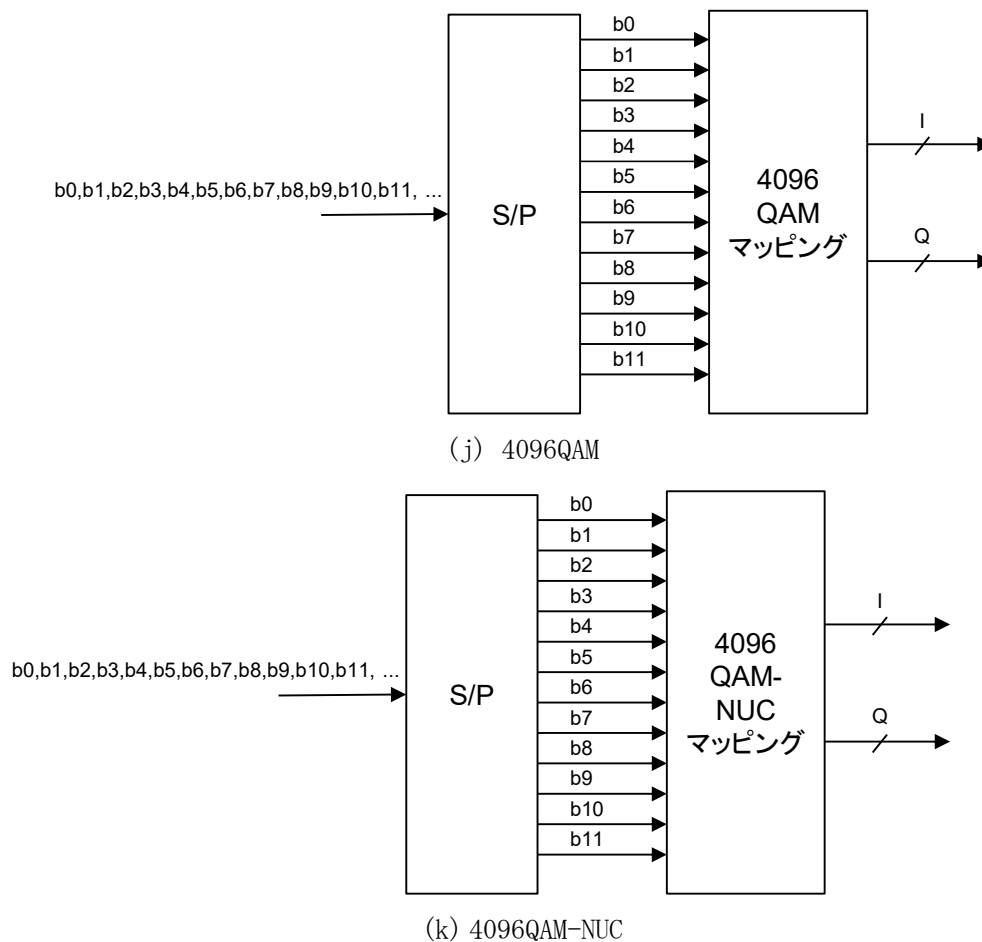


図 3.2.1.6.1.6-1 マッピングにおける信号処理手順

3.2.1.6.2 サブフレーム

サブフレームはフレーム内においてデータを伝送する区間であり、フレーム内には単一又は複数のサブフレームを格納する。

(理由)

データ伝送を行う際には複数のサブフレーム区間ごとに異なる伝送パラメータを用いることができるようにすることで、多様な階層伝送を実現可能とした。

3.2.1.6.2.1 サブフレーム構成

単一又は複数の階層により図 3.2.1.6.2.1-1 に示す OFDM データセグメントを構成し、指定される FFT サイズ、GI 比に基づいて時間領域信号に変換することで OFDM シンボルを生成しサブフレームとする。

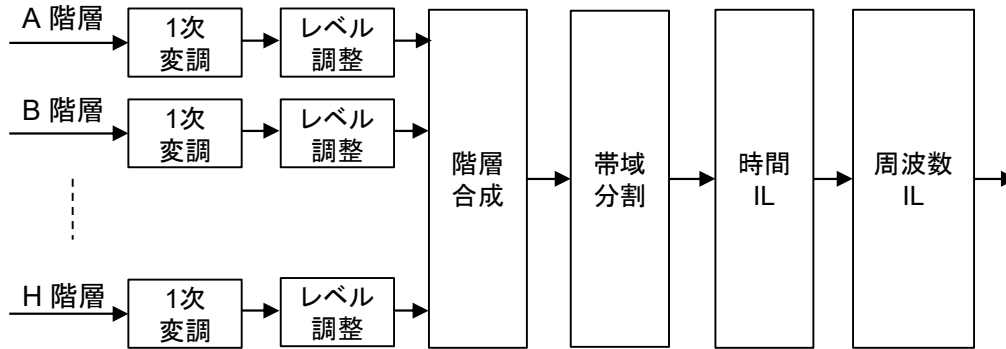


図 3.2.1.6.2.1-1 OFDM データセグメントの構成

(理由)

単一サブフレーム区間内においてもセグメント構造に基づく階層伝送が可能となるようにした。

3.2.1.6.2.2 間欠受信

FFT サイズの小さいサブフレームをフレーム内の時間領域において先に配置することを原則とし、特定のサブフレームだけを選択して受信する間欠受信を可能とする。また複数のサブフレームを時間方向にインターリーブするサブフレーム間インターリーブ (3.2.1.7.2 節) を備える。

(理由)

受信機における低消費電力化を考慮し、放送波の一部を部分的に受信する手法として時間方向の間欠受信が可能となるよう、フレーム同期信号、TMCC 区間及びそれぞれに続くサブフレームを受信すればサービスを取り出すことができるよう考慮した。

3.2.1.6.2.3 階層

サブフレーム内に単一又は複数の階層を格納する。それぞれの階層で SP の配置や時間インターリーブ長等の電波伝搬に係る伝送パラメータを個別に設定することができる。階層はセグメント単位で使い分ける。

(理由)

階層ごとに伝送パラメータを設定可能とし、想定する受信環境に最適な値を選択することができるようにした。

3.2.1.6.2.4 サブ階層

階層内には複数のサブ階層を格納することができる。図 3.2.1.6.2.4-1 に示すように 1 つの階層内に格納される複数のサブ階層はそれぞれ異なるキャリア変調方式及び誤り訂正内符号化率が設定可能であり、マッピング後に複数のサブ階層を合成し 1 つの階層を構成する。以降は複数のサブ階層から構成される 1 つの階層としてレベル調整、階層合成、帯域分割、時間インターリーブ、周波数インターリーブ及び帯域合成によりデータセグメントを構成する。

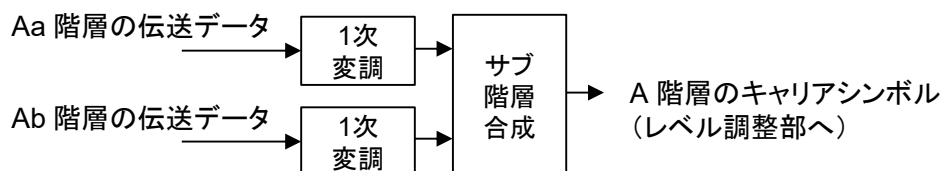


図 3. 2. 1. 6. 2. 4-1 サブ階層合成

(理由)

階層をサブ階層に分割し、それぞれのサブ階層ごとに伝送パラメータを設定可能とし、セグメントよりも小さい単位で帯域を割り当て可能とした。

3. 2. 1. 6. 2. 5 レベル調整

A階層のマッピング後のデータキャリアに対して、I/Q座標値のレベルを振幅が大きくなる方向へ調整する機能を有することとし、これをデータキャリアブーストと呼ぶ。レベル調整の値は、A階層に対して設定可能とし、TMCC情報のdata_carrier_boostによって指定する。その他の階層は0dBとする。A階層のデータキャリアが含まれるセグメントのSPも同様にブーストする。なお、A階層のデータキャリアにデータキャリアブーストを適用した場合においても、信号全体としては適用しない場合と同じ電力となるよう調整することとする。

(理由)

A階層のレベルをブースト可能とし、雑音耐性をキャリア変調方式や符号化率だけではなく電力の面でも設定できるようにした。A階層のデータキャリアブーストを有効にする場合、送信電力を一定にするためにはその他の階層の電力を小さくする必要がある。より上位の階層の方がより耐性の高い伝送パラメータを用いることを想定し、その他の階層にはデータキャリアブーストを適用しないこととした。

3. 2. 1. 6. 2. 6 階層合成

A階層、B階層及びC階層等全ての階層のキャリアシンボルを合成し、1 OFDMシンボルで伝送するデータセグメントを構成し、0～34のセグメント番号を付与する。階層合成の信号処理手順及び例を図3. 2. 1. 6. 2. 6-1及び図3. 2. 1. 6. 2. 6-2に示す。

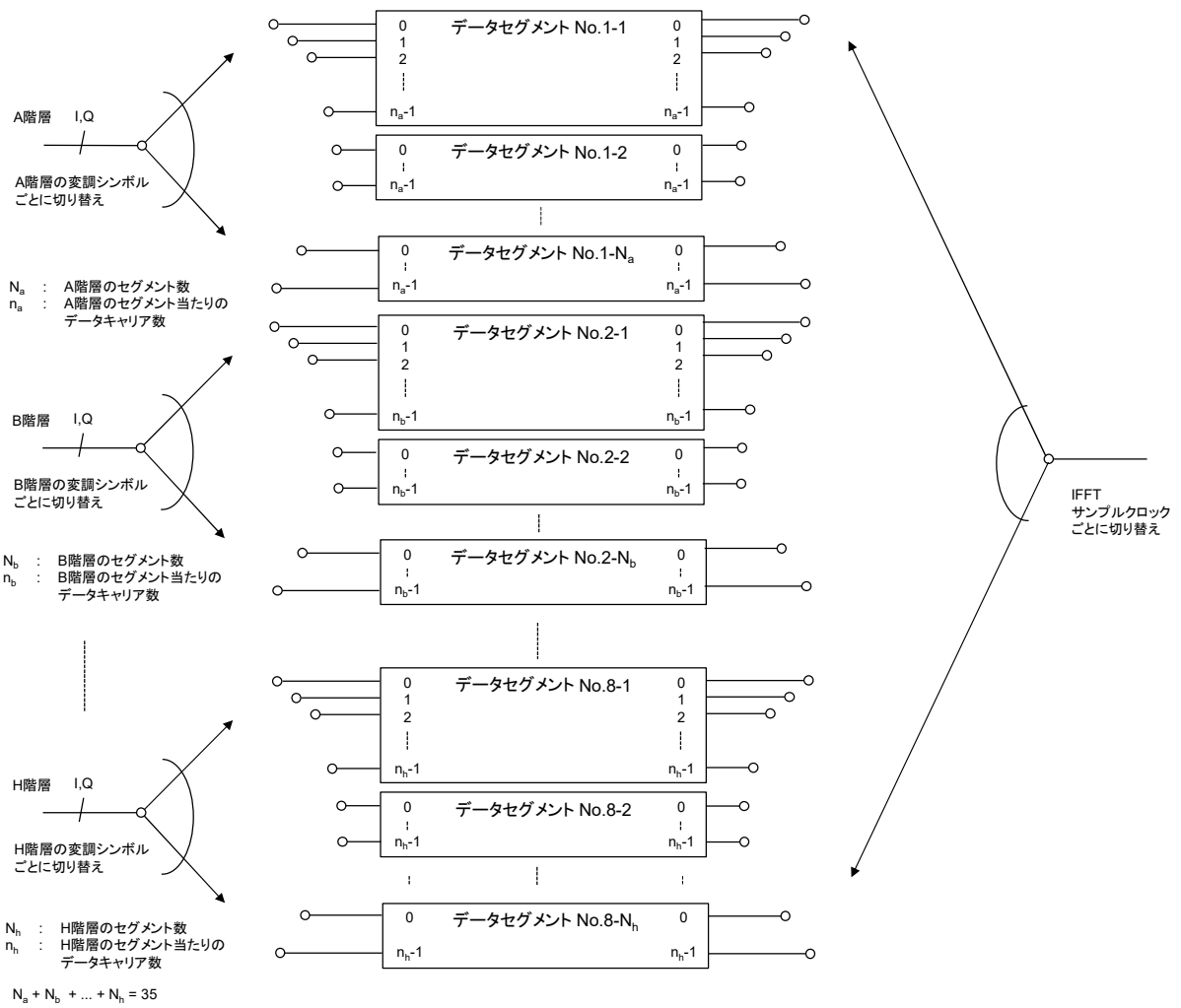
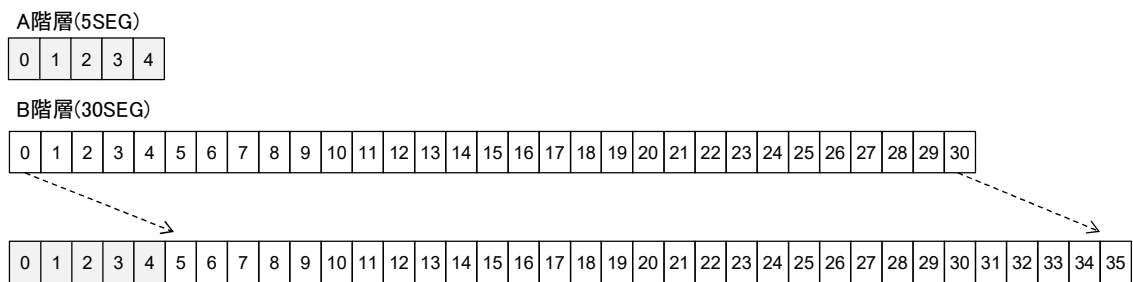
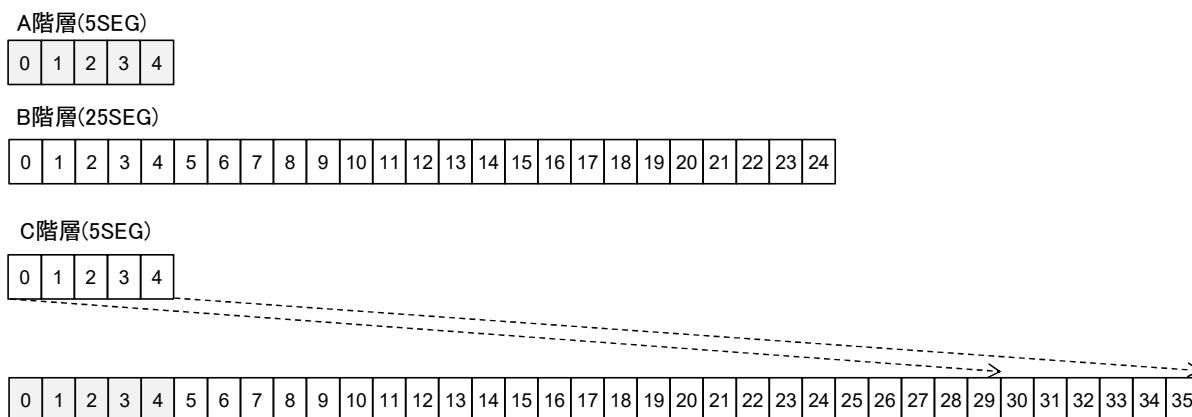


図 3.2.1.6.2.6-1 階層合成の信号処理手順



(a) 2階層の場合



(b) 3階層の場合

図 3. 2. 1. 6. 2. 6-2 階層合成の例

(理由)

階層ごとに伝送路に対する耐性を変えて伝送できるようにした。

3. 2. 1. 6. 2. 7 帯域分割

階層合成により、セグメント番号が振られた階層ごとのセグメントを再度、階層ごとに分割する。

3. 2. 1. 6. 2. 8 時間インターリーブ

3. 2. 1. 6. 2. 8. 1 データセグメント

時間インターリーブの構成を図 3. 2. 1. 6. 2. 8. 1-1 に示す。変調シンボル単位で時間インターリーブを行う。インターリーブ長 (I) はサブフレーム長を単位とし、0、0.25、0.5、0.75、1、1.5、2、3の8種類とする。部分受信帯域及び非部分受信帯域を合わせて階層毎に時間インターリーブを行うこととし、階層ごとにインターリーブ長 (I) を独立して設定できるものとする。TMCC データセグメントのうち TMCC シンボルを割り当てた後の残余のキャリアで伝送される変調シンボルをサブフレーム区間のデータに割り当てる場合においても、それらは時間インターリーブの処理対象としない。時間インターリーブのシンボルバッファの長さは、1つの放送事業者のグループ (同一のグループ識別子 (group_id)) により構成する階層を合計して最大 752, 438 とする。

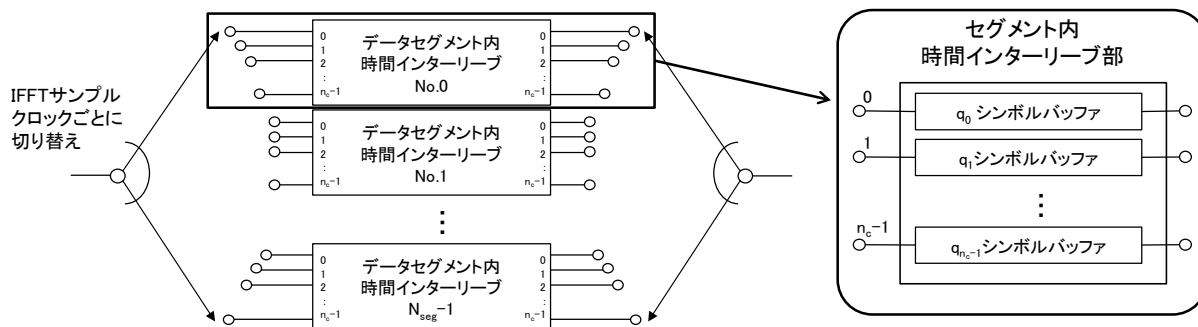


図 3. 2. 1. 6. 2. 8. 1-1 時間インターリーブ

データセグメント内時間インターリーブを構成するシンボルバッファの長さ q_i は次式により与えられる。

$$q_i = (N_k \times n_c \times A + i \times A) \bmod |B|, \quad (i = 0, 1, \dots, n_c - 1)$$

$$B = \text{floor}(S \times I) + (\text{floor}(S \times I) \bmod 2 - 1)$$

$$A = \frac{2^{15}}{N_{FFT}}$$

S : サブフレーム内のシンボル数、 n_c : 1セグメント内のデータキャリア数、 N_k : 階層内のセグメント番号を示す。また $\text{floor}(x)$ は x 以下の最大の整数である。

例) A階層3セグ、B階層32セグ使用の場合 N_k の値 A階層 : 0~2 B階層 : 0~31

境界パイロットシンボルが挿入されている場合、データキャリア番号に応じて S の値が異なる。境界パイロットシンボルのデータキャリア数を n_a 、TMCC 内で指定されるシンボル数を $S_{SUBFRAME}$ 、サブフレーム間インターリーブの分割数を D とすると、 S は次式により与えられる。

$$S = \begin{cases} S_{SUBFRAME} & 0 \leq i < n_a \\ S_{SUBFRAME} - 2D & n_a \leq i < n_c \end{cases}$$

上記シンボルバッファの最大値 752, 438 は、部分受信階層9セグメントのシンボルバッファと非部分受信階層26セグメントのシンボルバッファの合計として以下の式で算出される。

$$\text{シンボルバッファ(最大値)} = M_{\text{部分受信}} + M_{\text{非部分受信}}$$

$$= \sum_{k=0}^{N_{\text{部分受信}}-1} \sum_{i=0}^{n_c-1} (N_k \times n_c \times A + i \times A) \bmod |B_{\text{部分受信}}|$$

$$+ \sum_{k=0}^{N_{\text{非部分受信}}-1} \sum_{i=0}^{n_c-1} (N_k \times n_c \times A + i \times A) \bmod |B_{\text{非部分受信}}|$$

$N_{FFT} = 32768$: FFT サイズ

$n_c = 847$: データキャリア数

$S = 56$: シンボル数

N_k : 階層内のセグメント番号

$N_{\text{非部分受信}} = 26$: 非部分受信階層セグメント数

$N_{\text{部分受信}} = 9$: 部分受信階層セグメント数

$$A = \frac{2^{15}}{N_{FFT}} = \frac{2^{15}}{32768} = 1$$

$$B_{\text{部分受信}} = \text{floor}(S \times I_{\text{部分受信}}) + (\text{floor}(S \times I_{\text{部分受信}}) \bmod 2 - 1) = 83$$

$$B_{\text{非部分受信}} = \text{floor}(S \times I_{\text{非部分受信}}) + (\text{floor}(S \times I_{\text{非部分受信}}) \bmod 2 - 1) = 41$$

$$I_{\text{部分受信}} = 1.5$$

$$I_{\text{非部分受信}} = 0.75$$

(理由)

時間インターリーブはキャリアシンボルを時間方向に分散させることで、伝送路の時間変動に対する耐性を確保するために施す。TMCC データセグメントのうち TMCC シンボルを割り当てた後の残余のキャリアでサブフレーム区間のデータを伝送する場合、それらの変調シンボルはシンボル数が短いとともに、フレーム間で残余のキャリア数が異なることがあるので、時間インターリーブの処理対象とはしないこととした。

部分受信帯域 (I=1.5) と非部分受信帯域 (I=0.75) の2つの帯域を同時に復調することを想定し、シンボルバッファの最大値を算出した。時間インターリーブ長 I=1.5 と I=0.75 の受信特性は、シミュレーションや実験により確認した (参考資料4-7参照)。

3.2.1.6.2.8.2 遅延補正

時間インターリーブにともなう遅延補正を行う。遅延補正シンボル数はサブフレームのシンボル長及び時間インターリーブのパラメータにより、表 3.2.1.6.2.8.2-1 に従って決定する。なお、 $\text{floor}(x)$ は x 以下の最大の整数である。

表 3.2.1.6.2.8.2-1 遅延補正シンボル数

	$\text{floor}(S \times I) = \text{偶数}$	$\text{floor}(S \times I) = \text{奇数}$
I = 0	0	0
その他	2	1

3.2.1.6.2.9 周波数インターリーブ

周波数インターリーブは主に「階層内インターリーブ」「階層間インターリーブ」「セグメント内インターリーブ」の3つで構成する。(図 3.2.1.6.2.9-1)

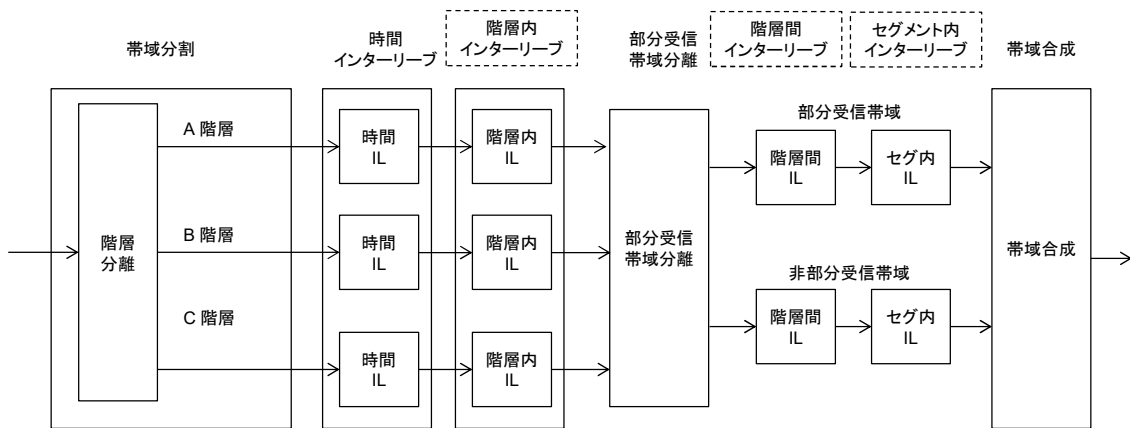


図 3.2.1.6.2.9-1 周波数インターリーブ

(理由)

周波数インターリーブはキャリアシンボルをキャリア方向に分散させることで、周波数選択性フェージングに対する耐性を確保するために施す。

3.2.1.6.2.9.1 階層内インターリーブ

各階層に含まれるセグメント内で図 3.2.1.6.2.9.1-1 に示すように周波数インターリーブ処理を行う。

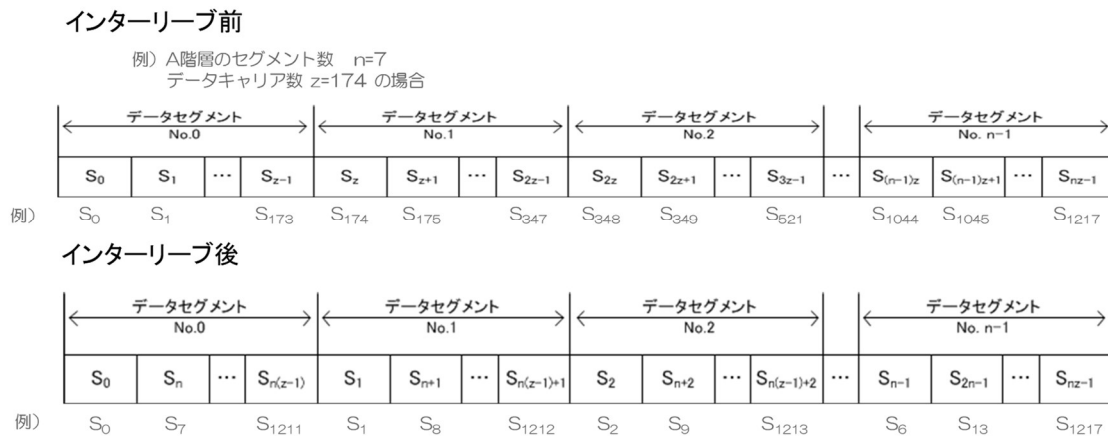


図 3.2.1.6.2.9.1-1 階層内インターリーブ

S_i : データキャリア番号 ($0 \leq i <$ 各階層当たりのデータキャリア数)

n : 各階層のデータセグメント数 ($1 \leq n \leq 35$)

z : 1セグメント当たりのデータキャリア数 (FFT サイズごとに SP 間隔に依る)

- 8kFFT : 140, 176, 194, 203
- 16kFFT : 280, 352, 388, 406, 415
- 32kFFT : 560, 704, 776, 812, 830, 844, 846, 847

境界シンボルではデータ数が変わるが、当該シンボルにおけるデータキャリア数に基づいて動作する。

(理由)

階層内インターリーブはキャリア方向に広い範囲でインターリーブを施すことによりマルチパスによる特定のセグメントにおける振幅低下による誤りの発生を防ぐために行う。

3.2.1.6.2.9.2 部分受信帯域分離

A階層、B階層及びC階層等全ての階層のセグメントから部分受信帯域及び非部分受信帯域を生成する。

(理由)

A階層へのセグメント割り当てが少ない場合にも部分受信帯域内にB階層を割り当てることで部分受信帯域は常に9セグメント幅とし、広い周波数範囲で周波数インターリーブが施されるようにした。これにより周波数選択性フェージングに耐性を高めることができる。

3.2.1.6.2.9.2.1 A階層が9セグメント未満の場合

B階層のセグメント番号の低い方から必要セグメント数を付加し、部分受信帯域(9セグメント)となるようにする。残りのB階層のセグメントは非部分受信帯域とする。

例) A階層が3セグメント、B階層32セグメントの場合

B階層を6セグメントと26セグメントに分割し、A階層の3セグメントとB階層の6セグメントを部分受信帯域とし、B階層の26セグメントを非部分受信帯域とする。

3.2.1.6.2.9.2.2 A階層が9セグメントの場合

A階層を部分受信帯域とし、B階層を非部分受信帯域とする。

3.2.1.6.2.9.3 階層間インターリーブ

階層間インターリーブは部分受信帯域(9セグメント)と非部分受信帯域(26セグメント)の信号に対して行う。なお部分受信帯域なしの場合には、全帯域(35セグメント)にわたって行う。

階層間インターリーブは「階層間セグメント単位インターリーブ」と「階層間キャリア単位インターリーブ」の2種類があり、図3.2.1.6.2.9.3-1に示すように階層間インターリーブへ入力される各階層のSPパターンによって使い分けを行う。部分受信帯域あるいは非部分受信帯域への入力階層数が1の場合及び同一のSPパターンである階層が複数ある場合、「階層間キャリア単位インターリーブ」の処理を行う。入力階層数が2以上であり、かつ前記「階層間キャリア単位インターリーブ」の処理を部分受信帯域あるいは非部分受信帯域全体にわたって行っていない場合は、次に部分受信帯域あるいは非部分受信帯域それぞれ全体にわたって「階層間セグメント単位インターリーブ」を行う。図3.2.1.6.2.9.3-2から図3.2.1.6.2.9.3-4に階層数が1から3の場合の具体的な例を示す。ここで、 N_A 、 N_B 、 N_C はそれぞれA、B、C階層のデータキャリア数である。

(理由)

SPパターンが同一である階層はデータキャリア数も同一であることから、インターリーブの単位を最も細かいキャリア単位で周波数インターリーブを行うこととした。一方、SPパターンが異なる階層はデータキャリア数も異なるため、階層間キャリア単位インターリーブを用いることができないため、セグメント単位での周波数インターリーブを行うことで周波数選択性フェージングに対する耐性を確保した。

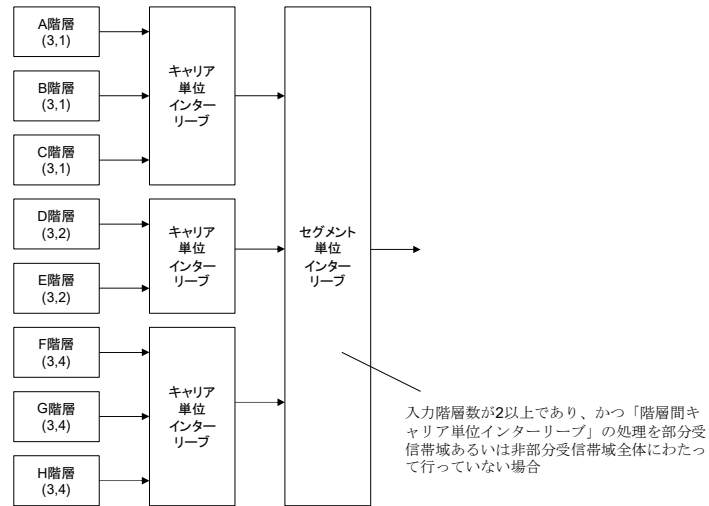


図 3.2.1.6.2.9.3-1 階層間インターリーブ

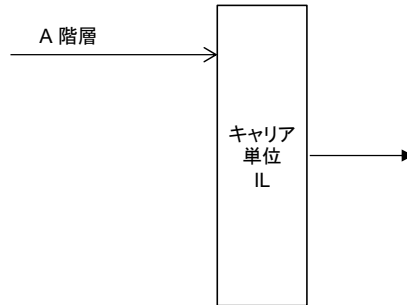


図 3.2.1.6.2.9.3-2 階層間インターリーブの入力が1階層

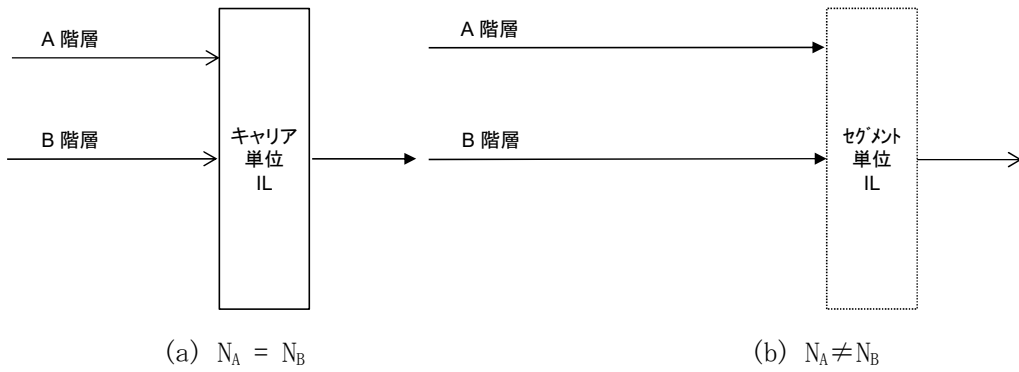
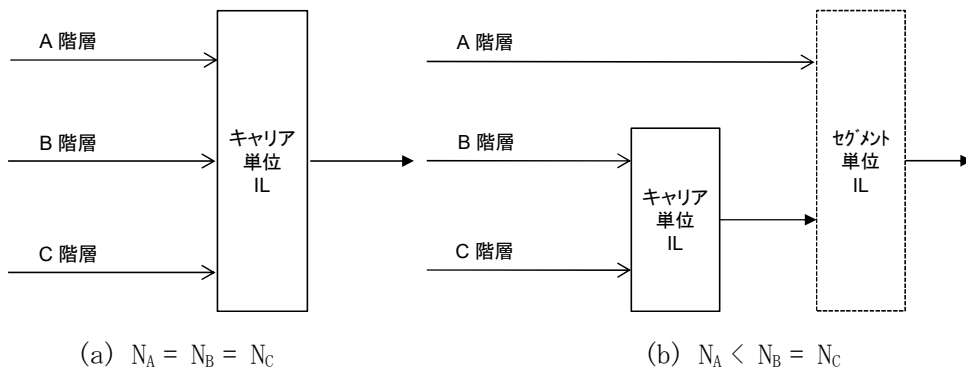


図 3.2.1.6.2.9.3-3 階層間インターリーブの入力が2階層



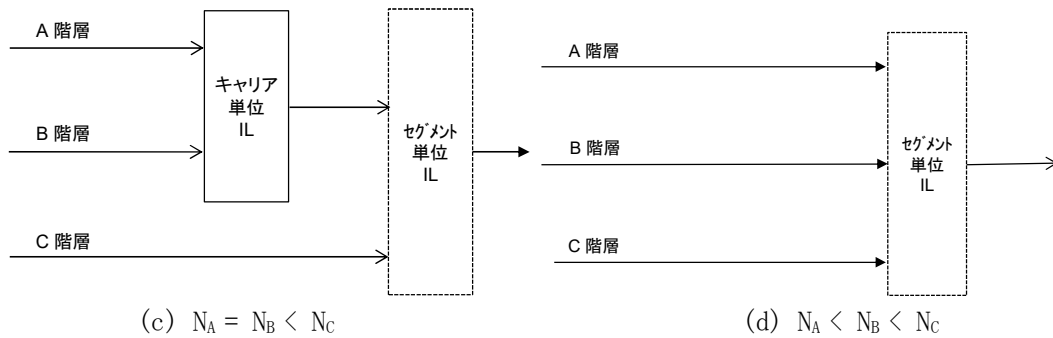


図 3.2.1.6.2.9.3-4 階層間インターリーブの入力が3階層

3.2.1.6.2.9.3.1 階層間セグメント単位インターリーブ

セグメントのブロック単位でインターリーブを行うものであり、階層間インターリーブに入力される各階層のSPパターンが違う場合に行う。インターリーブ前後のセグメントの並びを以下に示す。部分受信帯域ありの場合、部分受信帯域は9セグメント、非部分受信帯域は26セグメント、部分受信帯域なしの場合には35セグメントの並べ替えパターンを用いる。

9セグメント

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8
後	0	6	7	4	3	2	5	8	1

26セグメント

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
後	23	9	1	4	19	21	6	17	13	12	25	7	3	2	14	24	18	15

前	18	19	20	21	22	23	24	25
後	22	10	8	5	11	0	16	20

35セグメント

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
後	34	5	26	8	21	13	14	18	11	29	2	31	32	1	28	10	23	17

前	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
後	16	22	7	27	4	33	30	3	24	6	19	15	12	20	9	25	0

3.2.1.6.2.9.3.2 階層間キャリア単位インターリーブ

キャリア単位でインターリーブを行う。階層間インターリーブに入力される各階層のSPパターンが同じ場合、もしくは1階層のみの場合に行う。A階層が9セグメント、B階層が26セグメントの場合は、部分受信帯域内にはA階層のデータのみが含まれるため、A階層とB階層のSPパターンが異なる場合においても、部分受信帯域では、階層間キャリア単位インターリーブが施される。

階層間キャリア単位インターリーブ処理の内容は、3.2.1.6.2.9.1節 階層内セグメント間インターリーブに準ずる。

3.2.1.6.2.9.4 セグメント内インターリーブ

セグメント内インターリーブはセグメント毎に処理する。図 3.2.1.6.2.9.4-1 に示すように以下の2つで構成する。

- ・ セグメント内キャリアローテーション
- ・ セグメント内キャリアランダムイズ

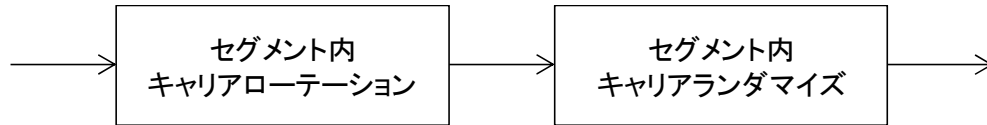


図 3.2.1.6.2.9.4-1 セグメント内インターリーブ

(理由)

セグメント内インターリーブは階層間インターリーブ後のキャリア配置と周波数特性の周期が一致した場合に低振幅のキャリアシンボルが連続することによる誤りの発生を防ぐために、キャリア配列の周期性を排除するために行う。

3.2.1.6.2.9.4.1 セグメント内キャリアローテーション

図 3.2.1.6.2.9.4.1-1 に示すように各セグメント内で周波数インターリーブ処理を行う

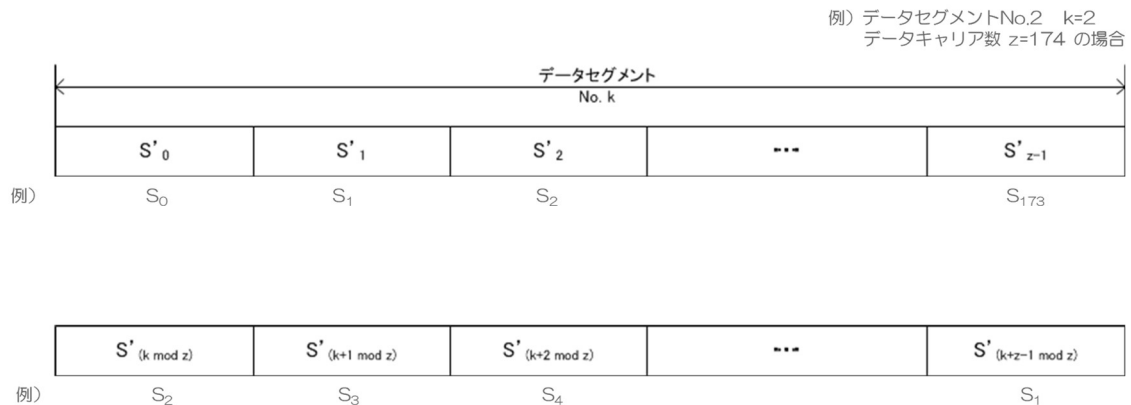


図 3.2.1.6.2.9.4.1-1 セグメント内キャリアローテーション

S'_i : セグメント間インターリーブ後のデータキャリア

($0 \leq i < 1$ セグメント当たりのデータキャリア数)

k : データセグメントNo. ($0 \leq k < 35$)

z : 1セグメント当たりのデータキャリア数 (SP 間隔に依る)

8k FFT : 140, 176, 194, 203

16k FFT : 280, 352, 388, 406, 415

32k FFT : 560, 704, 776, 812, 830, 844, 846, 847

3.2.1.6.2.9.4.2 セグメント内キャリアランダムイズ

セグメント内キャリアランダムイズは、図 3.2.1.6.2.9.4.2-1 に示すアドレス生成回路が出力する値を用いてセグメント単位でデータキャリアを並べ替える。

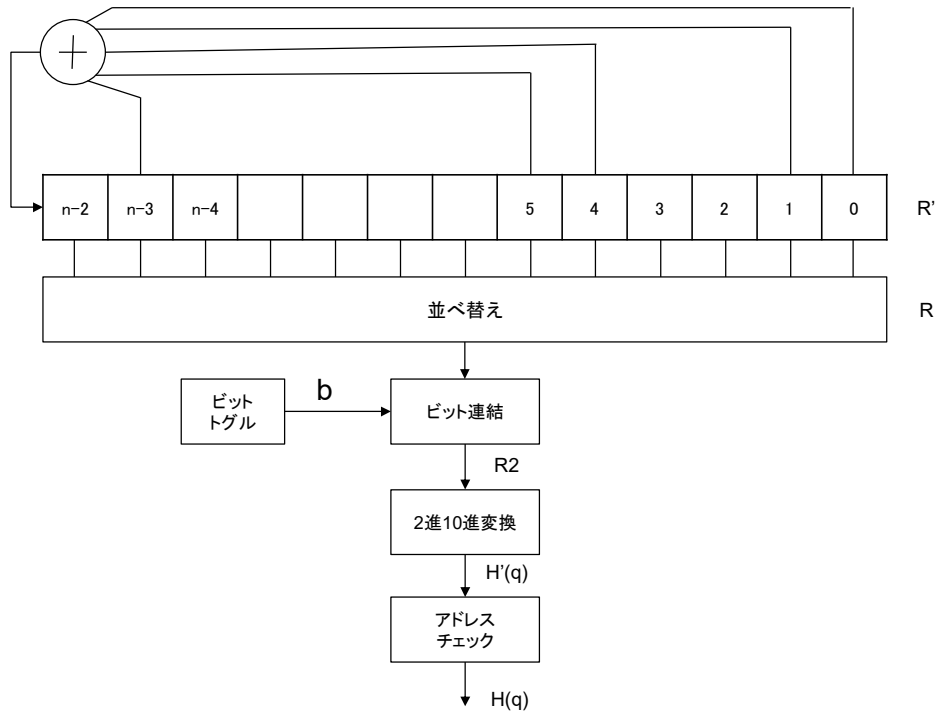


図 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2-1 アドレス生成回路

アドレス生成回路は $n-1$ ビットのレジスタ R' によって構成される PRBS 生成回路、及びレジスタ R' を決められたパターンにより並べ替えたレジスタ R 、ビットトグル部、ビット連結部、2進10進変換部、及びアドレスチェック部で構成する。ここで $n = \text{ceil}(\log_2 216 \times 2^{\text{mode}-})$ である。なお、 $\text{ceil}(x)$ は x 以上の最小の整数である。セグメント当たりのデータキャリアシンボル数を N_c としたとき、アドレス生成回路により生成されるアドレスに基づいてキャリアシンボルを次式により並べ替える。

$$\hat{S}(q) = S(H(q)), \quad 0 \leq q < N_c$$

(理由)

キャリアランダムイズは規則性を排除できる一方でデータキャリア数ごとにランダムイズのテーブルが必要となることから、受信機においてこれらを保持するメモリが必要となる。そのため、受信機においてメモリが不要な回路によりアドレスを生成可能な手法を用いることとした。

3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 1 ビットトグル部

ビットトグル部は1ビットのレジスタで構成する。0で初期化され、サイクルごとにビットを反転する。ビットトグル部の出力するビットを以下、 b とする。

3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 2 PRBS 生成回路

PRBS 回路は図 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2-1 に示す $n-1$ ビットのレジスタ R' により構成する。なお、レジスタのビット番号は右から左へ昇順とする。モードによって表 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 2-1 に示す生成多項式を用いる。初期動作は以下のとおりである。ここで $R'(i)[\cdot]$ はサイクル i におけるレジスタのビット位置を示す。

サイクル $i = 0, 1$: 全てのビットを 0 とする

$$R'(i)[n-2:0] = [0, 0, \dots, 0]$$

サイクル $i = 2$: ビット位置が 0 番のビットを 1、その他のビットを 0 とする

$$R'(i)[n-2:0] = [0, 0, \dots, 0, 1]$$

サイクル $i \geq 3$: PRBS 生成回路の動作

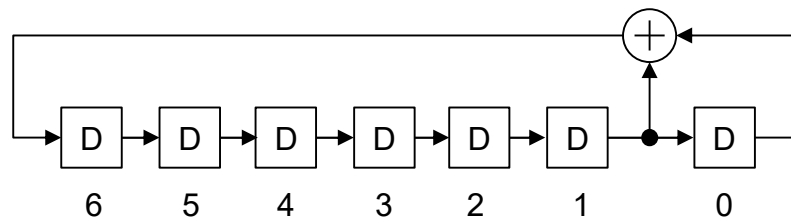
$$R'(i)[n-3:0] = R'(i-1)[n-2:1]$$

$$R'(i)[n-2] = R'(i-1)[0] \oplus R'(i-1)[1] \quad (\text{FFT サイズ } 8k)$$

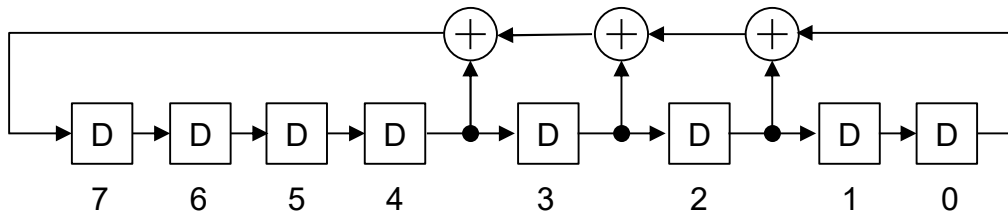
$$R'(i)[n-2] = R'(i-1)[0] \oplus R'(i-1)[2] \oplus R'(i-1)[3] \oplus R'(i-1)[4] \quad (\text{FFT サイズ } 16k)$$

$$R'(i)[n-2] = R'(i-1)[0] \oplus R'(i-1)[4] \quad (\text{FFT サイズ } 32k)$$

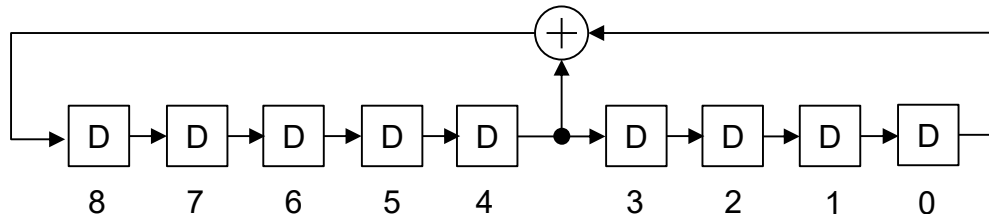
\oplus : 排他的論理和



(a) FFT サイズ 8k の場合



(b) FFT サイズ 16k の場合



(c) FFT サイズ 32k の場合

図 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 2-1 レジスタ R'

表 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 2-1 ランダムテーブル生成用 PRBS 多項式

FFT サイズ	次数	多項式
8k	7	$x^7 + x + 1$
16k	8	$x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$
32k	9	$x^9 + x^4 + 1$

3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 3 並べ替え部

PRBS を構成するレジスタ R' のそれぞれのビットを表 3. 2. 1. 6. 2. 9. 4. 2. 3-1 に示すパターン $p(k)$ を用いて並べ替えて新たにレジスタ列 R を構成する。なお、 $p(k)$ はモードごと、またデー

タキャリア数ごとに異なるものを用いる。表に記載の値は並べ替え前のレジスタ中のビット位置を示しており、並べ替え後のレジスタ R における k 番目のビットは並べ替え前のレジスタ R' の $p(k)$ 番目の位置のビットによって構成する。

$$R' [k] = R[p(k)], \quad 0 \leq k \leq n-2$$

ここで[.] はレジスタのビット位置を示す。

表 3.2.1.6.2.9.4.2.3-1 ランダマイズテーブル生成用並べ替えパターン

FFT サイズ	データ キャリア数	並べ替えパターン									
		8	7	6	5	4	3	2	1	0	
8k	140			0	3	6	1	2	5	4	
	176			1	5	6	3	4	2	0	
	194			2	5	4	3	6	1	0	
	203			2	6	0	4	3	1	5	
16k	280		6	1	5	4	3	2	0	7	
	352		2	1	7	6	3	5	0	4	
	388		1	3	5	6	2	0	4	7	
	406		1	2	4	6	5	0	3	7	
	415		1	2	4	6	5	0	3	7	
32k	560	7	3	2	8	4	5	0	6	1	
	704	8	1	5	6	0	7	3	2	4	
	776	8	1	6	5	0	3	2	7	4	
	812	7	4	1	2	0	5	6	3	8	
	830	1	6	4	0	7	5	2	3	8	
	844	1	7	3	5	0	8	4	6	2	
	846	4	7	2	6	0	5	1	3	8	
	847	1	7	3	5	0	8	4	6	2	

3.2.1.6.2.9.4.2.4 ビット連結部

ビット連結部は $n-1$ ビットのレジスタ R の左にビットトグル部の出力するビット b を連結し、 n ビットで構成されるレジスタ R2 を出力する。

3.2.1.6.2.9.4.2.5 2進10進変換部

2進10進変換部はビット連結部の出力する n ビットのレジスタ R2 を次式に従って10進数 $H'(q)$ に変換してサイクル i における値として出力する。

$$\begin{aligned}
 H' (i) &= \sum_{j=0}^{n-1} R2[j] \cdot 2^j \\
 &= b \cdot 2^{n-1} + \sum_{j=0}^{n-2} R[j] \cdot 2^j
 \end{aligned}$$

3.2.1.6.2.9.4.2.6 アドレスチェック部

アドレスチェック部は、図 3.2.1.6.2.9.4.2-1 のアドレス生成回路が出力する値が有効なもの

であるか、すなわちデータキャリア数-1以下であることをチェックする。サイクル i に沿って2進10進変換部の出力 $H'(i)$ とデータキャリア数 N_c の関係が、 $H'(i) < N_c$ であれば有効なものであるため、 $H(q) = H'(i)$ とし、 q をインクリメントしてサイクルを進める。以上の手順に沿って N_c 個の有効なアドレスが得られるまで繰り返し回路を動作させる。

3.2.1.6.2.10 帯域合成

部分受信帯域ありの場合、部分受信帯域を構成する9セグメントと非部分受信帯域を構成する26セグメントを合成し、35セグメントとする。部分受信帯域なしの場合は、非部分受信帯域を構成するセグメント数が35であるため、本処理は行う必要がない。

3.2.1.6.3 OFDM 変調

3.2.1.6.3.1 伝送セグメント構成

図3.2.1.6.3.1-1に示すように中央セグメントを「No. 0」とし、順次上下にセグメント番号を割り当てる。なお、セグメント番号は上側（右側）から割り当てる。また、帯域の右端にはCPを配置する。

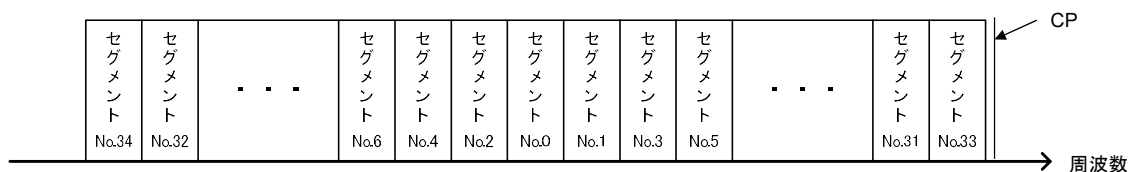
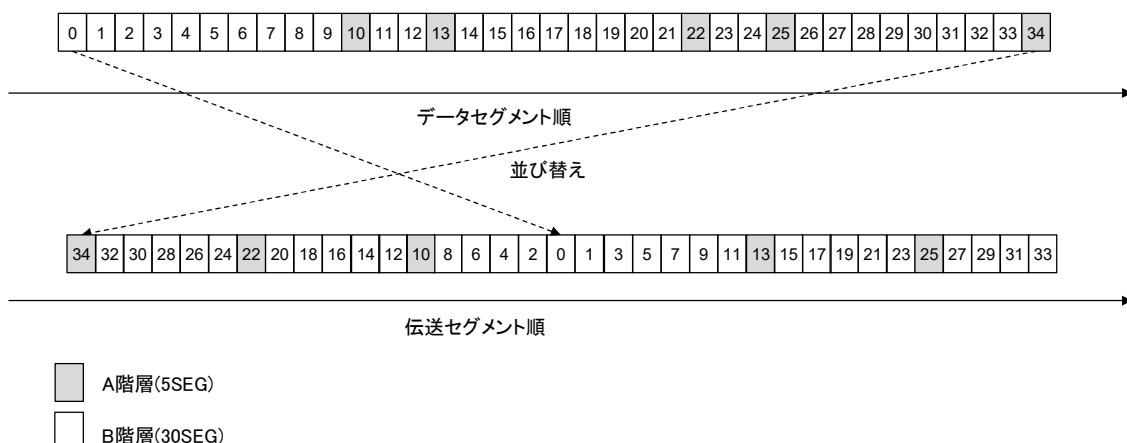


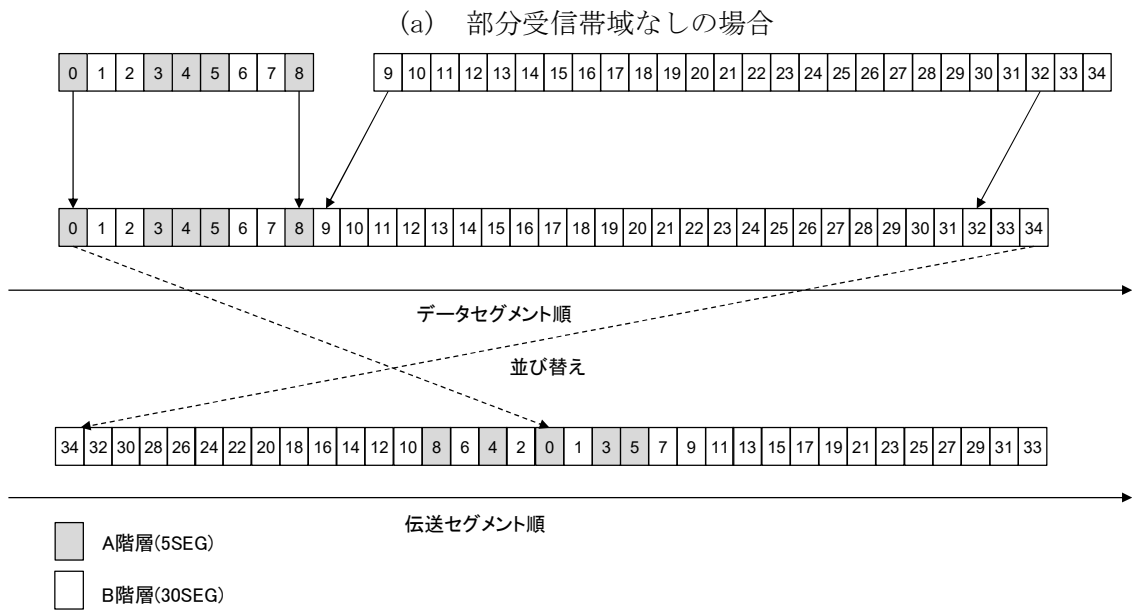
図 3.2.1.6.3.1-1 伝送セグメント構成

(理由)

部分受信のセグメントは任意の配置ではなく、受信側でのチューニングの簡便性を考慮して中央（セグメント No. 0）付近のセグメントとしている。

伝送セグメント構成例を図3.2.1.6.3.1-2に示す。(a)の部分受信帯域なしの場合、A階層のセグメントは帯域全体に分散されるが、(b)に示した部分受信帯域ありの場合は、部分受信を行う狭帯域受信機向けの階層であるA階層は帯域中央の9セグメントの中に配置される。

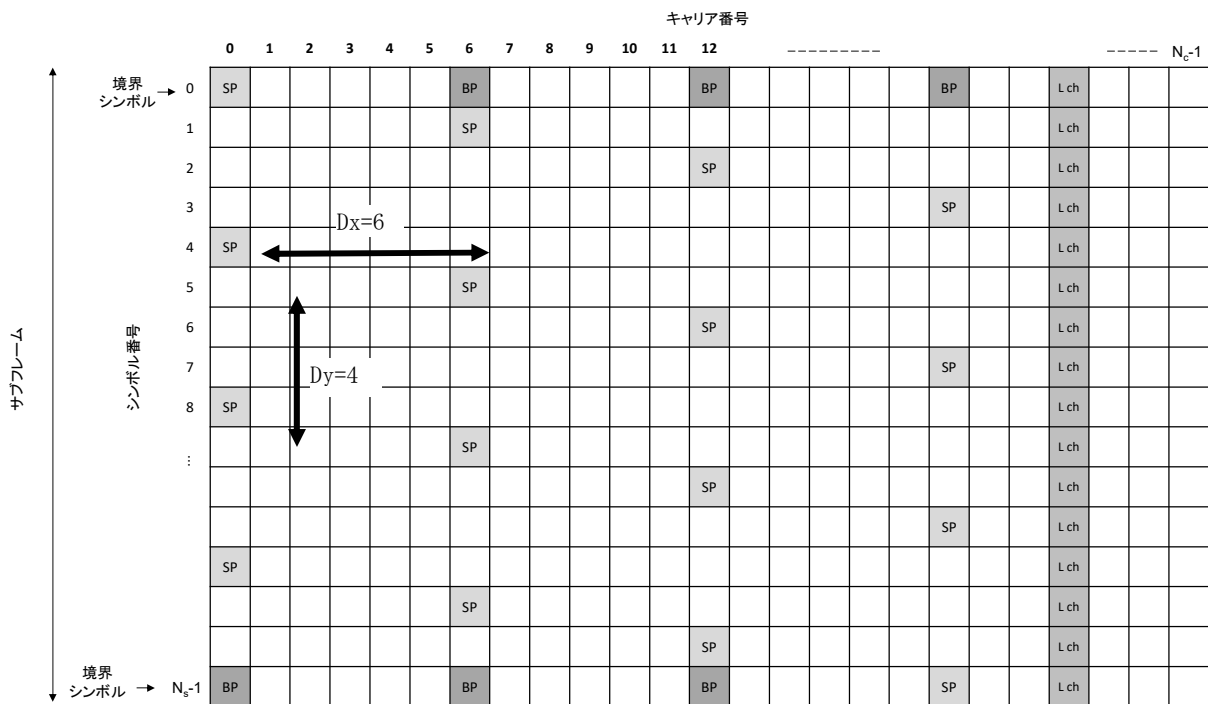




(b) 部分受信帯域ありの場合
図 3. 2. 1. 6. 3. 1-2 伝送セグメント構成例

3. 2. 1. 6. 3. 2 OFDM セグメント構成

サブフレーム区間では図 3. 2. 1. 6. 3. 2-1 に示すように、SP、BP、CP、L ch 及びデータを用いて OFDM セグメントを構成する。L ch のキャリア配置は 3. 2. 1. 8. 4 に記載のとおりとする。



※ 空白のキャリアシンボルはデータキャリア

図 3. 2. 1. 6. 3. 2-1 サブフレーム区間の OFDM セグメント構成

3.2.1.6.3.3 パイロット信号

スカッタードパイロット(SP)、境界パイロット (BP) 及びコンティニユアルパイロット (CP) を生成する。Wi 生成回路を図 3.2.1.6.3.3-1 に示す。Wi はキャリア PRBS 生成回路及びシンボル PRBS 生成回路の出力の排他的論理和とし、それぞれの PRBS 回路は TMCC 情報の pilot_phase を参照して初期値を設定する。キャリア PRBS はキャリア方向についての擬似ランダムバイナリシーケンスであり、図 3.2.1.6.3.3-2 に示す回路により生成する。シンボルの先頭で全てのレジスタについて 1 を初期値としてセットした後、TMCC 情報の pilot_phase にセグメント当たりのサブキャリア数を乗じた数に相当するクロック数を経過した後の状態を初期状態とし、全帯域の左端のキャリアから右端のキャリアまで連続させて PRBS を発生させる。また、シンボル PRBS はシンボル方向についての擬似ランダムバイナリシーケンスであり、図 3.2.1.6.3.3-3 に示す回路により生成する。フレームの先頭で全てのレジスタについて 1 を初期値としてセットした後、pilot_phase に当該サブフレームのシンボル数を乗じた数に相当するクロック数を経過した後の状態を初期状態とし、サブフレームの先頭から末尾のシンボルまで連続させて PRBS を発生させる。SP、BP 及び CP は、Wi 生成回路の出力ビット列 Wi に対し、OFDM セグメントのキャリア番号及びシンボル番号に相当する Wi に関係付けられた BPSK 信号を基に符号化を行うものとする。

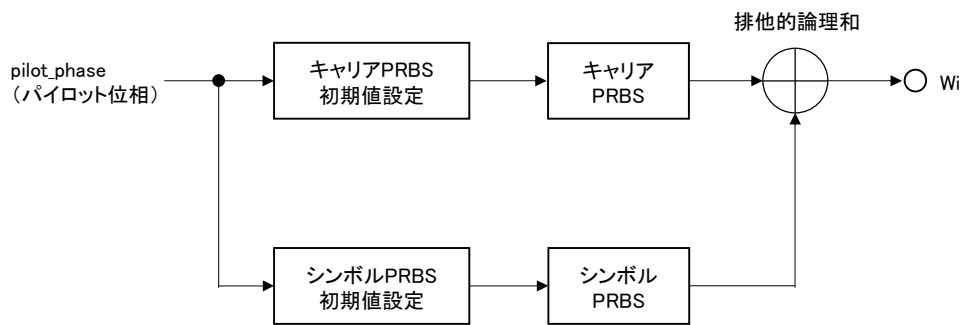


図 3.2.1.6.3.3-1 Wi 生成回路

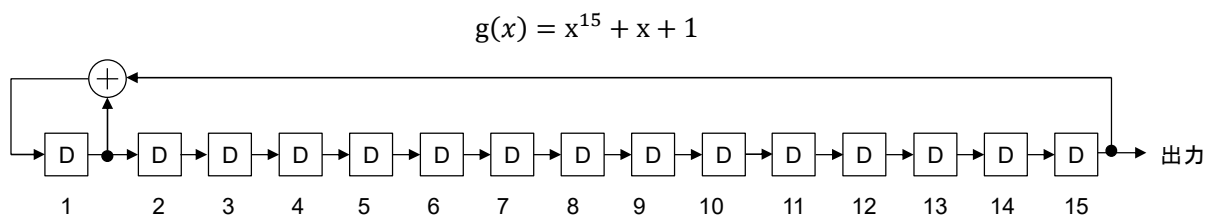


図 3.2.1.6.3.3-2 キャリア PRBS 生成回路

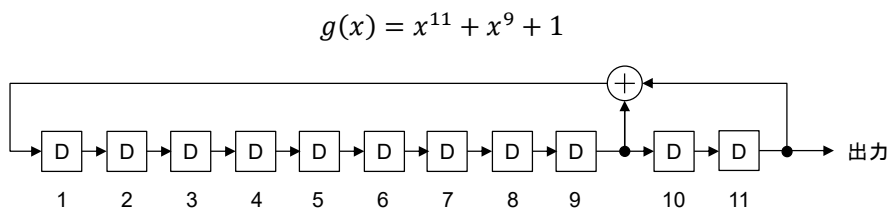


図 3.2.1.6.3.3-3 シンボル PRBS 生成回路

(理由)

伝送路推定用のパイロット信号である SP の位相を設定可能とすることにより、同一チャンネル干渉による受信障害が発生した場合に、干渉関係にある送信波の位相を互いに異なるものに設定することで、希望波及び干渉波の区別が容易になる。またそれぞれの PRBS 生成回路の生成多項式はキャリア方向及びシンボル方向の周期を想定し、それぞれ 15 次及び 11 次とした。

3.2.1.6.3.3.1 ブースト比

SP 及び CP の変調信号の振幅はデータシンボルの平均レベルに対して異なる値とする。具体的な値を 3.2.1.8.5 節に示す。

3.2.1.6.3.3.2 データキャリアブースト時のパイロット信号

データキャリアブースト時は A 階層、あるいは Aa 階層のデータを復調するために必要なパイロット信号も同様にブーストする。ブーストの対象となるキャリアを表 3.2.1.6.3.3.2-1 に示す。

表 3.2.1.6.3.3.2-1 データキャリアブースト時にブースト対象となるキャリア
(a) 部分受信帯域

A 階層の SP 配置と B 階層の SP 配置	部分受信帯域									
	A 階層と B 階層のデータで構成されるセグメント				A 階層のデータで構成されるセグメント			A 階層以外のデータで構成されるセグメント		
	DATA (A)	DATA (B)	SP	L ch	DATA	SP	L ch	DATA	SP	L ch
同一	○	—	○	—						
異なる					○	○	—	—	—	—

(b) 非部分受信帯域

A 階層の SP 配置と B 階層の SP 配置	非部分受信帯域									
	A 階層と B 階層のデータで構成されるセグメント				A 階層のデータで構成されるセグメント			A 階層以外のデータで構成されるセグメント		
	DATA (A)	DATA (B)	SP	L ch	DATA	SP	L ch	DATA	SP	L ch
同一										
異なる					○	○	—	—	—	—

○	ブーストされる
—	ブーストされない
	N/A

(理由)

データキャリアの振幅をブーストするデータキャリアブースト時には、データキャリアを受信するために必要な SP も合わせてブーストの対象とすることとした。一方 L ch はブースト対象の階層を受信するために必ずしも必要ではないため、ブーストの対象とはしないこととした。

3.2.1.6.3.3.3 スキャッタードパイロット (SP)

パイロット信号は W_i に関係付けられた BPSK 信号とする。全ての階層には、 D_x が同じ SP を指

定する。また、上位階層には下位階層よりも小さい値を D_y に指定する。 W_i と変調信号の対応を表 3.2.1.6.3.3.3-1 に示す。表中 A はデータシンボルの平均レベルに対する振幅のブースト比である。振幅 A は FFT サイズ、GI 比及び SP の配置により異なる値とし、それぞれの伝送パラメータごとの具体的な値は 3.2.1.8.5 節に示す。SP/CP の変調信号の振幅はデータシンボルの平均レベルに対して異なる値とする。また、パイロット信号の配置は階層ごとに指定可能とする。SP 配置の例を図 3.2.1.6.3.3.3-1 に示す。

表 3.2.1.6.3.3.3-1 W_i と変調信号

W_i の値	変調信号の振幅 (I, Q)
0	(+A, 0)
1	(-A, 0)

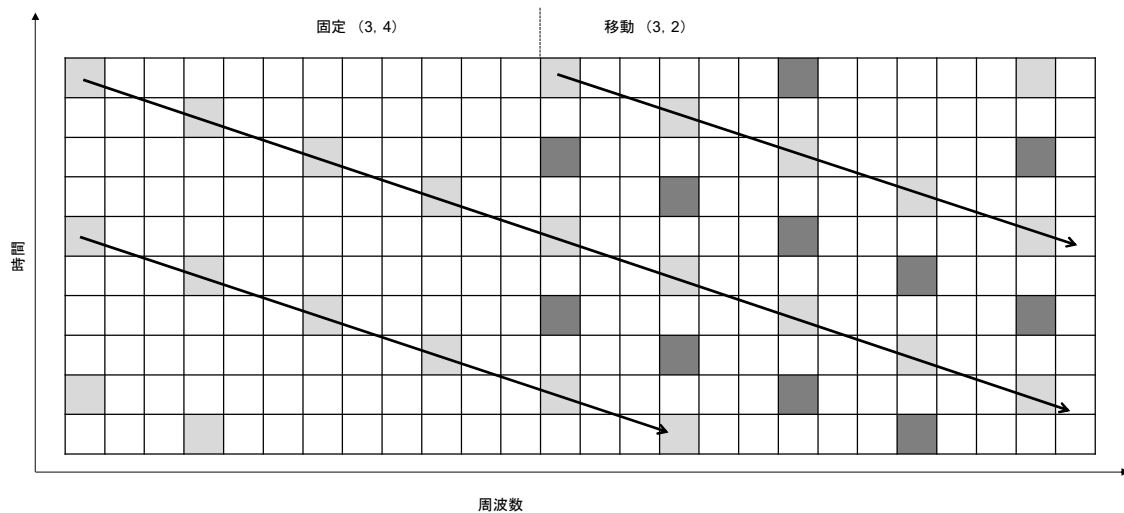


図 3.2.1.6.3.3.3-1 SP 配置の例

(理由)

全ての階層が同じ D_x を用いることで、全帯域を最も疎な配置である、すなわち図 3.2.1.6.3.3.3-1 に示す例（固定受信向け階層の SP 配置が (3, 4)、移動受信向け階層の SP 配置が (3, 2) の場合）において薄いグレーで示したキャリアシンボルは前記のどちらの SP 配置であっても SP となるキャリアシンボルであり、濃いグレーで示したキャリアシンボルは SP 配置がより密な (3, 2) の場合には SP となるが (3, 4) の場合には SP とならないキャリアシンボルである。よって、薄いグレーで示したキャリアシンボルのみが SP であると考えて全帯域の伝送路推定を行うこともできるようにした。また、伝送路の時間変動に対して最適な D_y を選択できるようにした。

3.2.1.6.3.3.4 BP

サブフレームの先頭及び末尾のシンボルは境界シンボルと呼び、境界シンボルにのみ配置する同期変調による伝送主シンボルのための復調基準であるパイロット信号を境界パイロット (BP : Boundary Pilot) 信号、電力拡散信号を加算した BP 信号から生成されるシンボルを BP シンボルと呼ぶ。BP はキャリア番号の D_x に関する剰余がゼロであり、シンボル番号の D_y に関する剰余がゼロではないキャリアに配置され、境界パイロットのブースト比は 1 とする。位相を示す BP

信号は SP と同様に W_i である。BP 配置の例を図 3.2.1.6.3.3.4-1 に示す。

(理由)

サブフレーム端のシンボルで境界パイロットを挿入することで受信機において伝送路推定を行う際のシンボル方向の補間が容易になるようにした。また、境界シンボルとそれ以外のシンボルで信号電力が変わらないよう境界パイロットのブースト比はデータキャリアと同じとした。

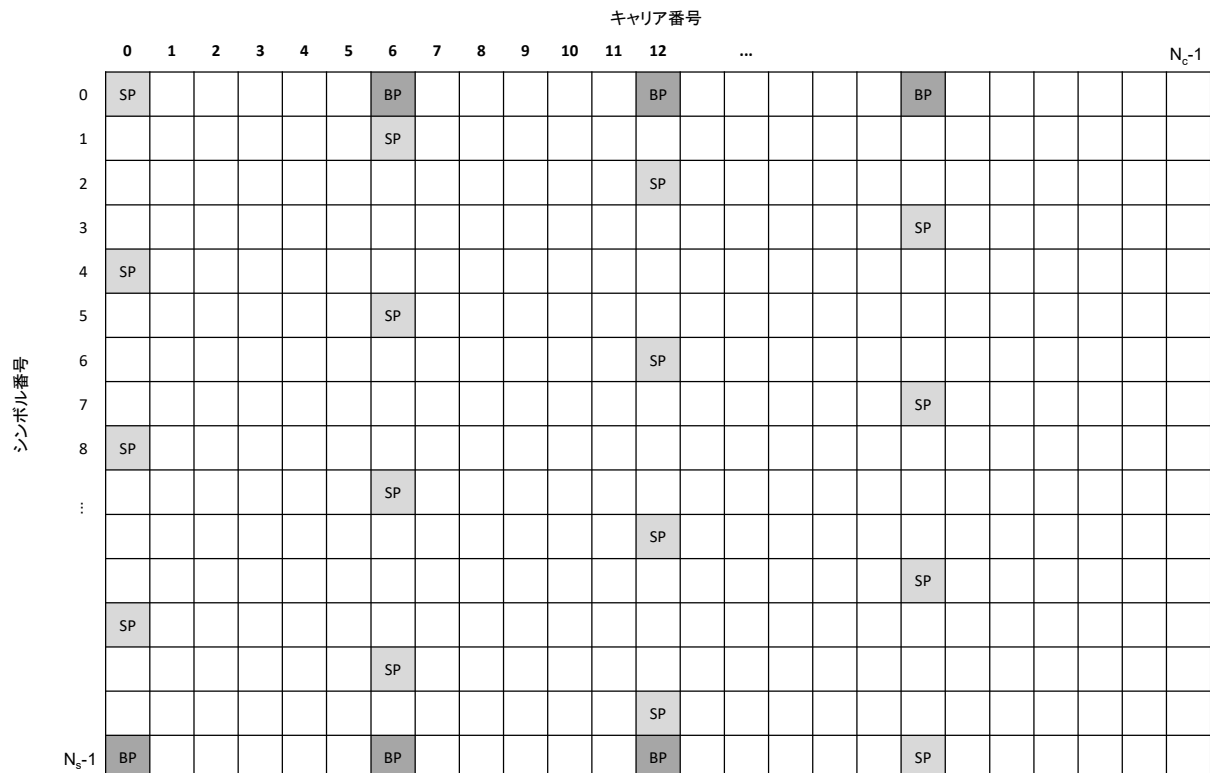


図 3.2.1.6.3.3.4-1 BP 配置の例 ($D_x=6$, $D_y=4$)

3.2.1.6.3.3.5 CP

伝送帯域の右端には同期変調による伝送主シンボルのための復調基準であるパイロット信号を割り当て、これを CP 信号と呼ぶ。CP 信号は SP 信号と同様に W_i とし、これを BPSK 変調した信号を CP シンボルと呼ぶ。 W_i と変調信号の対応は表 3.2.1.6.3.3.3-1 と同じである。なお、変調位相はシンボル方向で同一である。CP の振幅は伝送セグメント構成後に CP に隣接するセグメントの SP の振幅と同一とする。

(理由)

全帯域の右端にパイロット信号を配置し、帯域端を終端することにより受信機において伝送路推定を行う際のキャリア方向の補間が容易になるようにした。

3.2.1.6.3.3.6 L ch

セグメント内の特定のサブキャリアに割り当てられる広帯域周波数同期及び雑音推定用のパイロット信号をL ch 信号と呼び、これにより時間インターリーブを行わない低遅延、低 C/N の伝送特性を有するデータ伝送を可能とする。

L ch 信号は、各サブフレームの先頭においては差動復調の基準ビット、以降のシンボルでは前シンボルの伝送ビットとL ch ビットとの排他的論理和を取った信号であり、これを DBPSK 変調したものをL ch シンボルと呼ぶ。ここで、差動基準は 3.2.1.6.3.3 節で示す W_i とする。L ch の変調信号の振幅は、データシンボルの平均レベルに対して異なる値とし、具体的には 4/3 とする。有効なデータがないときには、スタッフィングビットとして情報 '1' を挿入する。差動符号化は以下のとおりである。

$$L'_0 = W_i$$

$$L'_k = L'_{k-1} \oplus L_k$$

ここで L_k 、 L'_k はそれぞれ各サブフレームにおける k 番目のシンボルの L ch 伝送情報ビット及び伝送シンボルを示す。

L ch 伝送に関する連結フラグ (**lch_concatenation**) がオンのときは、L ch 信号はサブフレーム間で貫かれる。またサブフレーム内でL ch 信号の階層分けを可能とする。伝送フレームの部分受信帯域ありの場合は、少なくとも9セグメント以下の階層とそれ以外に分割される。

誤り訂正符号はLDPC符号と反復符号を接続符号とし、FECブロックの先頭を指示するポインタ及び反復符号の先頭を指示するポインタはTMCC情報で伝送する。伝送データはTLVパケットとし、パケット先頭の0x7fも含め、受信機ではこの同期バイトを利用してパケット同期を取ることとする。

(理由)

L ch は広帯域周波数同期及び雑音推定用のパイロット信号であり、データ伝送の前提となる重要なパイロット信号であることから、データシンボルよりも大きな振幅値とした。具体的な値は現行地上デジタルテレビジョン放送と同じとした。

3.2.1.6.3.3.7 OFDM フレームを構成するキャリア数

サブフレーム区間のキャリア数を表 3.2.1.6.3.3.7-1 に示す。

表 3.2.1.6.3.3.7-1 サブフレーム区間のキャリア数

(a) モード3

		モード3							
OFDM セグメントのキャリア数		216							
データ主シンボル	通常	140×N	176×N	194×N	203×N	176×N	194×N	203×N	
	境界シンボル	140×N	140×N	140×N	140×N	176×N	176×N	176×N	
(Dx, Dy)		(3, 1)	(3, 2)	(3, 4)	(3, 8)	(6, 1)	(6, 2)	(6, 4)	
SP の数		72×N	36×N	18×N	9×N	36×N	18×N	9×N	
BP の数		0	36×N	54×N	63×N	0	18×N	27×N	
L ch の数		4×N							
CP の数		1							

計	216×N+1
---	---------

(b) モード4

		モード4								
OFDM セグメントのキャリア数		432								
データ主シンボル	通常	280×N	352×N	388×N	352×N	388×N	406×N	388×N	406×N	415×N
	境界シンボル	280×N	280×N	280×N	352×N	352×N	352×N	388×N	388×N	388×N
(Dx, Dy)		(3, 1)	(3, 2)	(3, 4)	(6, 1)	(6, 2)	(6, 4)	(12, 1)	(12, 2)	(12, 4)
SP の数		144×N	72×N	36×N	72×N	36×N	18×N	36×N	18×N	9×N
BP の数		0	72×N	108×N	0	36×N	54×N	0	18×N	27×N
L ch の数		8×N								
CP の数		1								
計		432×N+1								

(c) モード5

		モード5										
OFDM セグメントのキャリア数		864										
データ主シンボル	通常	560×N	704×N	704×N	776×N	776×N	812×N	812×N	830×N	844×N	846×N	847×N
	境界シンボル	560×N	560×N	704×N	704×N	776×N	776×N	812×N	812×N	844×N	844×N	844×N
(Dx, Dy)		(3, 1)	(3, 2)	(6, 1)	(6, 2)	(12, 1)	(12, 2)	(24, 1)	(24, 2)	(216, 1)	(216, 2)	(216, 4)
SP の数		288×N	144×N	144×N	72×N	72×N	36×N	36×N	18×N	4×N	2×N	1×N
BP の数		0	144×N	0	72×N	0	36×N	0	18×N	0	2×N	3×N
L ch の数		16×N										
CP の数		1										
計		864×N+1										

Dx : キャリア方向のパイロット信号の間隔 (図 3.2.1.6.3.2-1 参照)

Dy : シンボル方向のパイロット信号の間隔 (図 3.2.1.6.3.2-1 参照)

SP : 分散パイロット (Scattered Pilot)

BP : 境界パイロット (Boundary Pilot)

L ch : 広帯域周波数同期及び雑音推定用のパイロット信号 (L channel)

N : OFDM セグメント数、ただし、N は 35 とする。

3.2.1.6.4 OFDM 信号生成

3.2.1.6.4.1 IFFT

OFDM フレーム構成部の出力信号に対して、IFFT 処理を行う。

3.2.1.6.4.2 GI 付加

OFDM シンボルにガードインターバル (GI) を付加する。GI 比と FFT サイズ、SP 間隔の関係を 3.2.1.8.5 節に示す。Dx はシンボル方向補間後のキャリア間隔、Dy は SP のシンボル間隔を示す。

3.2.1.7 時分割多重フレーム構成

図 3.2.1.7.2-1 に示すように、フレーム同期信号区間、TMCC 区間に続いて順にサブフレームを格納し、時分割多重フレームを構成する。

3.2.1.7.1 サブフレーム

フレームの先頭側からサブフレーム番号順にサブフレームが格納される。

3.2.1.7.2 サブフレーム間インターリーブ

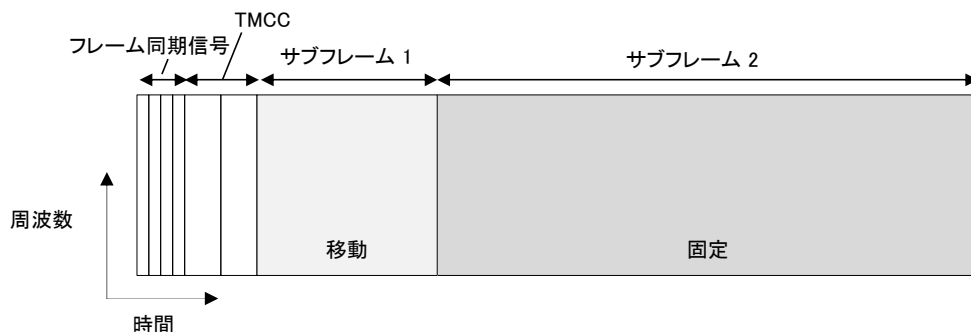
サブフレーム間インターリーブがオフ（分割数=1）の場合、サブフレーム番号順にフレーム内に格納される。サブフレーム間インターリーブがオン（分割数 ≥ 2 ）の場合、それぞれのサブフレーム区間は分割数で示される数に分割された後、サブフレーム番号順にフレーム内に格納される。

サブフレーム間インターリーブのオン/オフは分割数に関するパラメータ

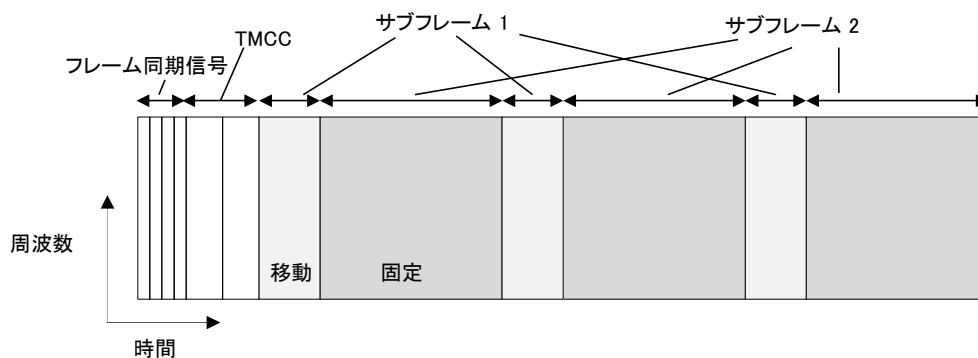
(inter_subframe_interleave) で示され、オフの場合は '00'、オンの場合は '00' 以外とし、サブフレーム間インターリーブを適用する。例えば、サブフレーム 1 のシンボル数が 14、サブフレーム 2 のシンボル数が 48、分割数が 3 のとき、フレーム同期信号区間及び TMCC 区間の後は、サブフレーム 1 が 4 シンボル、サブフレーム 2 が 16 シンボル配置される。これを分割数分繰り返す。シンボル数が分割数で割り切れない場合、サブフレームの先頭側から除算結果を整数値に切り捨て、1 を加算したシンボル数を必要に応じて分割されたシンボル群に割り当てることとする。すなわち、上記の例ではサブフレーム 1 の全 14 シンボルは、5, 5, 4 シンボルずつに、サブフレーム 2 の全 48 シンボルは、16, 16, 16 シンボルずつに分割され、これらが交互に送信される。

(理由)

移動受信向けのサブフレームに対する時間の割り当てが少ない場合に伝送路の時間変動に対する耐性を確保するために、時間方向にサブフレーム区間を分散配置するサブフレーム間インターリーブを導入することとした。



(a) サブフレーム間インターリーブオフ



(b) サブフレーム間インターリーブオン

図 3. 2. 1. 7. 2-1 サブフレーム間インターリーブを適用した場合のフレーム構成

3. 2. 1. 8 詳細パラメータ表

3. 2. 1. 8. 1 LDPC 符号の初期値テーブル

LDPC 符号の初期値テーブルを表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 1-1～表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 13-1 に示す。

3. 2. 1. 8. 1. 1 Normal 符号

3. 2. 1. 8. 1. 1. 1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 1-1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

1617	1754	1768	2501	6874	12486	12872	16244	18612	19698	21649	30954	33221	33723	34495	37587	38542	41510	42268	
52159	59780	206	610	991	2665	4994	5681	12371	17343	25547	26291	26678	27791	27828	32437	33153	35429	39943	45246
46732	53342	60451	119	682	963	3339	6794	7021	7295	8856	8942	10842	11318	14050	14474	27281	28637	29963	37861
42536	43865	48803	59969	175	201	355	5418	7990	10567	10642	12987	16685	18463	21861	24307	25274	27515	39631	40166
43058	47429	55512	55519	59426	117	839	1043	1960	6896	19146	24022	26586	29342	29906	33129	33647	33883	34113	34550
38720	40247	45651	51156	53053	56614	135	236	257	7505	9412	12642	19752	20201	26010	28967	31146	37156	44685	45667
50066	51283	54365	55475	56501	58763	59121	109	840	1573	5523	19968	23924	24644	27064	29410	31276	31526	32173	38175
43570	43722	46655	46660	48353	54025	57319	59818	522	1236	1573	6563	11625	13846	17570	19547	22579	22584	29338	30497
33124	33152	35407	36364	37726	41426	53800	57130	504	1330	1481	13809	15761	20050	26339	27418	29630	32073	33762	34354
36966	43315	47773	47998	48824	50535	53437	55345	348	1244	1492	9626	9655	15638	22727	22971	28357	28841	31523	37543
41100	42372	48983	50354	51434	54574	55031	58193	742	1223	1459	20477	21731	23163	23587	30829	31144	32186	32235	32593
34130	40829	42217	42294	42753	44058	49940	51993	841	860	1534	5878	7083	7113	9658	10508	12871	12964	14023	21055
22680	23927	32701	35168	40986	42139	50708	55350	657	1018	1690	6454	7645	7698	8657	9615	16462	18030	19850	19857
33265	33552	42208	44424	48965	52762	55439	58299	14	511	1376	2586	6797	9409	9599	10784	13076	18509	27363	27667
30262	34043	37043	38143	40246	53811	58872	59250	315	883	1487	2067	7537	8749	10785	11820	15702	20232	22850	23540
30247	41182	44884	50601	52140	55970	57879	58514	256	1442	1534	2342	9734	10789	15334	15356	20334	20433	22923	23521
29391	30553	35406	35643	35701	37968	39541	58097	260	1238	1557	14167	15271	18046	20588	23444	25820	26660	30619	31625
33258	38554	40401	46471	53589	54904	56455	60016												

591 885 1463 3411 14043 17083 17372 23029 23365 24691 25527 26389 28621 29999 40343 40359 40394 45685 46209 54887
1119 1411 1664 7879 17732 27000 28506 32237 32445 34100 34926 36470 42848 43126 44117 48780 49519 49592 51901 56580
147 1333 1560 6045 11526 14867 15647 19496 26626 27600 28044 30446 35920 37523 42907 42974 46452 52480 57061 60152
304 591 680 5557 6948 13550 19689 19697 22417 23237 25813 31836 32736 36321 36493 36671 46756 53311 59230 59248
586 777 1018 2393 2817 4057 8068 10632 12430 13193 16433 17344 24526 24902 27693 39301 39776 42300 45215 52149
684 1425 1732 2436 4279 7375 8493 10023 14908 20703 25656 25757 27251 27316 33211 35741 38872 42908 55079 58753
962 981 1773 2814 3799 6243 8163 12655 21226 31370 32506 35372 36697 47037 49095 55400 57506 58743 59678 60422
6229 6484 8795 8981 13576 28622 35526 36922 37284 42155 43443 44080 44446 46649 50824 52987 59033
2742 5176 10231 10336 16729 17273 18474 25875 28227 34891 39826 42595 48600 52542 53023 53372 57331
3512 4163 4725 8375 8585 19795 22844 28615 28649 29481 41484 41657 53255 54222 54229 57258 57647
3358 5239 9423 10858 15636 17937 20678 22427 31220 37069 38770 42079 47256 52442 55152 56964 59169
2243 10090 12309 15437 19426 23065 24872 36192 36336 36949 41387 49915 50155 54338 54422 56561 57984

3. 2. 1. 8. 1. 1. 2 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 2-1 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

952 1540 1714 4127 4576 13540 16051 22016 28342 29021 29884 34149 43069 45431 45764 49218
560 888 1582 5282 7435 11414 20275 21957 35445 35564 36316 42800 45024 49586 52439 54495
358 690 1339 2085 4919 9289 13240 13592 17626 36076 40463 47406 48151 51157 51667 55260
782 1148 1256 4476 12529 18812 26102 33987 36409 37822 37985 38839 40816 40824 46035 52233
786 1114 1220 8008 15266 16414 18280 19544 24848 27337 29277 31731 31754 34852 50071 50582
61 1023 1329 5463 7360 10119 16898 19922 26180 27792 39278 43941 46391 48767 51534 55637
122 674 1318 3163 4762 11448 13800 14472 17782 21492 21792 22087 23199 30867 32814 54930
201 1523 1535 3026 3795 21814 23438 31100 33271 35220 36784 41091 44823 45201 52727 53980
214 698 872 11001 22869 28522 37629 39576 45388 45685 46767 47410 49179 49707 51036 54550
629 910 1607 3729 7592 12132 19142 20971 26461 26884 27680 28650 32579 38474 44725 46511
459 1092 1245 8857 14843 36588 37166 37409 39090 42239 42434 44302 48827 50073 54458 55508
142 1429 1738 10436 11485 17886 18871 19534 21030 25169 29234 33017 43639 46823 47778 52878
1045 1362 1383 8988 19638 19798 30793 33457 36553 39107 41860 42393 42880 44006 51970 55778
179 1491 1702 6636 14151 22244 22565 22685 27002 28848 28853 31563 33775 44814 46641 52692
493 750 1681 9933 18582 18955 19486 26708 28169 33862 37472 41993 45441 46130 51970 54787
46 612 1350 4248 9202 17520 19232 19497 20177 24136 34460 36988 37528 37984 55455 56037
18 217 234 2619 5013 10736 16236 22379 26775 27970 32100 35692 38772 45572 46062 55106
732 980 1078 2143 12258 13906 20999 21282 40155 41727 43555 47688 47915 49860 51224 51470
1059 1473 1575 11727 20558 23005 29440 34858 35139 37873 38394 38409 39619 44878 47821 52381
285 1186 1679 2583 9932 14540 15464 20148 35790 41235 43021 43062 43877 48636 49400 54782
382 840 1766 6323 7463 11853 15855 15888 24620 24916 31935 32868 33716 34665 47097 51807
1056 1390 1573 5794 10258 10870 11690 13333 16252 16645 18210 21635 25024 29621 30501 45634
556 1507 1725 2796 15637 19402 21719 25713 33014 36410 41815 44160 48353 51766 52608 53372
359 1081 1747 6819 17365 18139 18764 20152 26540 29929 30048 31032 37095 46243 50419 51519
297 746 805 5707 17136 27103 27890 32573 41459 42684 43339 44871 47175 48131 54197 55984
526 550 1548 2108 3225 5925 10665 19215 22974 28698 38245 39765 42509 43235 55012 55025
490 576 617 4353 6355 9433 19430 22898 27224 34620 39420 39883 49496 54119 55305
42 933 1646 4807 9972 11771 12825 18574 23969 24871 32236 41052 43446 43661 47268
404 1200 1631 10778 12006 14743 14965 26387 29817 31421 34357 36147 38146 49531 53692
214 291 1408 8185 8434 12709 15768 16504 23823 24554 29691 30908 37157 53726 55573
104 1026 1043 1978 5485 5912 7899 8444 11562 13092 13869 32334 40343 40616 56077
645 724 1231 7118 11033 14589 17299 20360 21124 24232 31152 33848 38095 44594 46191
358 524 1066 6855 8629 11142 13318 20412 20422 21368 26287 29401 36219 39998 53475
172 206 323 2918 6547 11296 12985 18361 25257 26261 28464 32415 33575 53342 53792
517 689 1458 3764 4738 6395 12184 14460 16822 22290 33094 38976 41535 43310 45909
475 762 794 16878 25613 26912 27498 28702 30147 30402 30480 40097 49193 51015 52390
3582 6978 16762 18054 21006 23402 24053 24684 32380 34957 36704 38720 48479
3092 7012 7705 12494 12593 22146 25810 31500 48236 49750 53385 53483 53758
14340 14744 16962 24367 25385 28318 30752 38563 47016 50468 50926 52848 53000
4600 5410 6591 9437 16713 23711 25180 34179 34991 45491 52486 52838 53988
9551 15754 22520 24032 25914 27722 29829 31308 33362 34465 47258 50435 50746

3. 2. 1. 8. 1. 1. 3 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 3-1 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

561 825 1718 4745 7515 13041 13466 18039 19065 21821 32596 32708 35323 36399 36450 41124 43036 43218 43363 44875 49948
56 102 1779 2427 5381 8768 15336 26473 35717 38748 39066 45002 50720
694 1150 1533 2177 5801 6610 7601 16657 18949 33472 47746 49581 50668
90 1122 1472 2085 2593 4986 8200 9175 15502 44084 46057 48546 50487
521 619 708 6915 8978 14211 17426 23058 23463 27440 29822 33443 42871
449 912 1471 8058 9344 11928 20533 20600 20737 26557 26970 27616 33791
355 700 1528 6478 9588 10790 20992 33122 34283 41295 43439 46249 47763
997 1543 1679 5874 7973 7975 11113 28275 28812 29864 35070 36864 50676
85 326 1392 4186 10855 11005 12913 19263 22984 31733 33787 37567 48173
986 1144 1508 19864 28918 29117 33609 36452 47975 48432 48842 49274 51533
437 1190 1413 3814 6695 17541 22060 25845 28431 37453 38912 44170 49231
327 1171 1204 6952 11880 16469 25058 28956 31523 36770 40189 43422 46481
123 605 619 8118 8455 19550 20529 21762 21950 28485 30946 34755 34765
113 896 971 6400 27059 33383 34537 35827 38796 40582 42594 43098 48525
162 854 1015 2938 10659 12085 13040 32772 33023 35878 49674 51060 51333
100 452 1703 1932 4208 5127 12086 14549 16084 17890 20870 41364 48498
1569 1633 1666 12957 18611 22499 38418 38719 42135 46815 48274 50947 51387
119 691 1190 2457 3865 7468 12512 30782 31811 33508 36586 41789 47426
867 1117 1666 4376 13263 13466 33524 37440 38136 39800 41454 41620 42510
378 900 1754 16303 25369 27103 28360 30958 35316 44165 46682 47016 50004
1321 1549 1570 16276 17284 19431 23482 23920 27386 27517 46253 48617 50118
37 383 1418 15792 22551 28843 36532 36718 38805 39226 45671 47712 51769
150 787 1441 17828 19396 21576 21805 24048 31868 32891 42486 43020 45492
1095 1214 1744 2445 5773 10209 11526 29604 30121 36526 45786 47376 49366
412 448 1281 11164 14501 15538 15773 23305 31960 32721 40744 45731 50269
183 626 837 4491 12237 13705 15177 15973 21266 25374 41232 44147 50529
618 1550 1594 5474 9260 16552 18122 26061 30420 30922 32661 34390 43236
135 496 757 9327 15659 20738 24327 26688 29063 38993 46155 49532 50001
64 126 1714 5561 8921 11300 12688 14454 16857 19585 20528 24107 27252
528 687 1730 9735 11737 16396 19200 33712 34271 38241 42027 44471 45581
69 646 1447 8603 19706 22153 22398 23840 24638 27254 29107 30368 41419
673 845 1285 9100 11064 14804 15425 17357 27248 31223 32410 35444 48018
124 1531 1677 3672 3673 3786 8886 9557 10003 11053 13053 22458 25413
102 1154 1758 5721 6034 14567 17772 28670 33380 34284 35356 47480 48123
48 351 760 2078 9797 22956 26120 34119 39658 41039 45237 47861 49022
254 445 841 6835 18340 19021 20053 22874 32639 36679 42004 45696 49530
16 802 903 6218 16206 22068 23049 28201 30377 33947 44358 44739 49303
153 1542 1629 7992 29900 34931 36927 38651 39981 41085 41327 50185 51484
525 1291 1765 9425 20271 31229 37444 38996 39145 41711 43188 45203 51255
2 244 1648 12321 14991 17426 18456 20126 29915 32581 38880 39516 49013
23 452 705 9414 11862 13764 18179 35458 37892 40471 46041 46494 48746
509 1201 1328 8921 9867 10947 19476 22693 32636 34301 38356 39238 51797
246 249 1390 12438 13266 24060 33628 37130 42923 43298 43709 43721 45413
117 257 748 9419 9461 11350 12790 16724 33147 34168 34683 37884 42699
619 646 740 7468 7604 8152 16296 19120 27614 27748 40170 40289 49366
914 1360 1716 10817 17672 18919 26146 29631 40903 46716 49502 51576 51657
68 702 1552 10431 10925 12856 24516 26440 30834 31179 32277 35019 44108
588 880 1524 6641 9453 9653 13679 14488 20714 25865 42217 42637 48312
6380 12240 12558 12816 21460 24206 26129 28555 41616 51767
8889 16221 21629 23476 33954 40572 43494 44666 44885 49813
16938 17727 17913 18898 21754 32515 35686 36920 39898 43560
9170 11747 14681 22874 24537 24685 26989 28947 33592 34621
2427 10241 29649 30522 37700 37789 41656 44020 49801 51268

3. 2. 1. 8. 1. 1. 4 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 4-1 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

152 1634 7484 23081 24142 26799 33620 40989 41902 44319 44378 45067
140 701 5137 7313 12672 16929 20359 27052 30236 33846 36254 46973
748 769 2891 7812 9964 15629 19104 20551 25796 28144 31518 34124
542 976 2279 18904 20877 24190 25903 28129 36804 41152 41957 46888

173 960 2926 11682 12304 13284 18037 22702 30255 33718 34073 37152
78 1487 4898 7472 8033 10631 11732 19334 24577 34586 38651 43639
594 1095 1857 2368 8909 17295 17546 21865 23257 31273 37013 41454
72 419 1596 7849 16093 23167 26923 31883 36092 40348 44500
866 1120 1568 1986 3532 20094 21663 26664 26970 33542 42578
868 917 1216 12018 15402 20691 24736 33133 36692 40276 46616
955 1070 1749 7988 10235 19174 22733 24283 27985 38200 44029
613 1729 1787 19542 21227 21376 31057 36104 36874 38078 42445
86 1555 1644 4633 14402 14997 25724 31382 31911 32224 43900
353 1132 1246 5544 7248 17887 25769 27008 28773 33188 44663
600 958 1376 6417 6814 17587 20680 25376 29522 31396 40526
179 528 1472 2481 5589 15696 20148 28040 29690 32370 42163
122 144 681 6613 11230 20862 26396 27737 35928 39396 42713
934 1256 1420 3881 4487 5830 7897 9587 17940 40333 41925
622 1458 1490 16541 18443 19401 24860 26981 28157 32875 38755
1017 1143 1511 2169 17322 24662 25971 29149 31450 31670 34779
935 1084 1534 2918 10596 11534 17476 27269 30344 31104 37975
173 532 1766 8001 10483 17002 19002 26759 31006 43466 47443
221 610 1795 9197 11770 12793 14875 30177 30610 42274 43888
188 439 1332 7030 9246 15150 26060 26541 27190 28259 36763
812 1643 1750 7446 7888 7995 18804 21646 28995 30727 39065
44 481 555 5618 9621 9873 19182 22059 42510 45343 46058
156 532 1799 6258 18733 19988 23237 27657 30835 34738 39503
1128 1553 1790 8372 11543 13764 17062 28627 38502 40796 42461
564 777 1286 3446 5566 12105 16038 18918 21802 25954 28137
1167 1178 1770 4151 11422 11833 16823 17799 19188 22517 29979
576 638 1364 12257 22028 24243 24297 31788 36398 38409 47211
334 592 940 2865 12075 12708 21452 31961 32150 35723 46278
1205 1267 1721 9293 18685 18917 23490 27678 37645 40114 45733
189 628 821 17066 19218 21462 25452 26858 38408 38941 42354
190 951 1019 5572 7135 15647 32613 33863 33981 35670 43727
84 1003 1597 12597 15567 21221 21891 23151 23964 24816 46178
756 1262 1345 6694 6893 9300 9497 17950 19082 35668 38447
848 948 1560 6591 12529 12535 20567 23882 34481 46531 46541
504 631 777 10585 12330 13822 15388 23332 27688 35955 38051
676 1484 1575 2215 5830 6049 13558 25034 33602 35663 41025
1298 1427 1732 13930 15611 19462 20975 23200 30460 30682 34883
1491 1593 1615 4289 7010 10264 21047 26704 27024 29658 46766
969 1730 1748 2217 7181 7623 15860 21332 28133 28998 36077
302 1216 1374 5177 6849 7239 10255 34952 37908 39911 41738
220 362 1491 5235 5439 22708 29228 29481 33272 36831 46487
4 728 1279 4579 8325 8505 27604 31437 33574 41716 45082
472 735 1558 4454 6957 14867 18307 22437 38304 42054 45307
85 466 851 3669 7119 32748 32845 41914 42595 42600 45101
52 553 824 2994 4569 12505 24738 33258 37121 43381 44753
37 495 1553 7684 8908 12412 15563 16461 17872 29292 30619
254 1057 1481 9971 18408 19815 28569 29164 39281 42723 45604
16 1213 1614 4352 8091 8847 10022 24394 35661 43800 44362
395 750 888 2582 3772 4151 26025 36367 42326 42673 47393
862 1379 1441 6413 25621 28378 34869 35491 41774 44165 45411
46 213 1597 2771 4694 4923 17101 17212 19347 22002 43226
1339 1544 1610 13522 14840 15355 29399 30125 33685 36350 37672
251 1162 1260 9766 13137 34769 36646 43313 43736 43828 45151
214 1002 1688 5357 19091 19213 24460 28843 32869 35013 39791
646 733 1735 11175 11336 12043 22962 33892 35646 37116 38655
293 927 1064 4818 5842 10983 12871 17804 33127 41604 46588
10927 15514 22748 34850 37645 40669 41583 44090
3329 7548 8092 11659 16832 35304 46738 46888
3510 5915 9603 30333 37198 42866 44361 46416
2575 5311 9421 13410 15375 34017 37136 43990
12468 14492 24417 26394 38565 38936 41899 45593

3. 2. 1. 8. 1. 1. 5 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 5-1 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

608 1394 3635 14404 15203 19848 22161 23175 26651 31945 41227
481 570 11088 11673 11866 17145 17247 17564 21607 25992 31286
1207 1257 1870 8472 8855 10511 15656 17064 22720 28352 30914
1171 1585 6218 7621 10121 11374 13184 22714 27207 27959 38572
244 548 2073 4937 7509 11840 12850 18762 25618 27902 37150
15 1352 7060 7886 8151 10574 14172 15258 24838 30827 35337
1009 1651 13300 13958 26240 29983 32340 40743 41553 42475 42873
638 1405 5544 6797 10001 14934 24766 35758 40719 41787 42342
1467 1481 3202 11324 14048 15217 17608 22544 26736 32073 33405
1274 1343 3576 4166 8712 10756 21175 26866 37021 40341 42064
1232 1590 4409 8705 13307 28481 30893 36031 36780 37697 39149
189 1678 9943 10774 11765 25520 26133 27351 27353 40664 41534
125 1421 5009 9365 12792 15933 16231 25975 27076 27997 32429
1361 1764 5376 11071 14456 16324 20318 26168 28445 30392 34235
1017 1303 3312 6738 7813 18149 25506 29032 36789 38742 43116
463 967 10876 13874 14303 16789 21656 26555 38738 39195 40668
630 1104 3029 3165 5157 12880 14175 16498 35121 38917 40944
716 1054 10011 11739 16913 19396 20892 23370 24392 27614 38467
1081 1238 2872 10259 13618 16943 17363 23570 29721 32411 38969
775 1002 2978 9202 16618 22697 30716 31750 36517 37294 40454
25 497 10687 13308 15302 17525 17539 21865 22279 24516 26992
781 878 6426 8551 12328 21375 27626 28192 29731 35423 35606
729 1734 3479 6850 14347 14776 21998 33617 34690 38597 38704
122 1378 1660 7448 7659 11900 13039 13796 19908
504 716 1551 5655 6245 8365 9825 16627 29100
88 900 1057 2620 16729 17278 17444 26106 26587
30 1697 1736 8718 11664 20885 27043 42569 42913
293 634 1188 4005 5266 6205 26756 30207 37757
254 755 1187 4631 13433 25055 28354 28583 30446
316 1381 1522 3131 4340 27284 28246 28282 43174
84 293 645 2148 7925 13104 25010 36836 39033
982 1486 1660 4287 5335 18350 26913 30774 31280
418 1028 1039 3334 4577 6553 7011 17259 31922
1324 1361 1690 5991 7740 16880 18479 25713 31823
735 1322 1727 8629 14655 15815 16762 23263 36859
19 928 1561 11161 12894 14226 21331 41128 41883
327 940 1004 13616 15894 31400 34106 34443 37957
576 953 1226 2122 4900 5002 10248 25476 30787
249 632 1240 5432 23019 29225 31719 36658 41360
980 1154 1783 4351 10245 23347 27442 28328 38555
581 863 1552 5057 7572 14544 20482 29482 31672
4 502 1450 4883 5176 6824 10430 32680 39581
81 761 1558 2269 5391 13213 24184 25523 39429
1085 1163 1244 7694 9125 17387 22223 26343 37933
204 1127 1483 18302 19939 20576 31599 32619 42911
345 387 591 8727 18080 20628 32251 34562 42821
957 1126 1133 4099 12272 15595 20906 23606 34564
409 1310 1335 2761 11952 26853 27941 29262 31647
329 818 1527 3890 5238 8742 15586 28739 43015
231 1158 1677 4314 15937 17526 18391 22963 39232
34 275 526 2975 4742 16109 17346 29145 37673
497 735 1261 7468 8769 17342 19763 32646 33497
879 1233 1633 11612 22941 23723 31969 35571 39510
886 954 1355 5532 8283 26965 29267 30820 40402
356 1199 1452 8833 14845 21722 23840 26539 27970
553 1570 1732 8249 16820 23181 23234 30754 40399
457 1304 1698 2774 11357 32906 34484 38700 41799
456 579 1155 23844 27261 29172 30980 35000 40984
301 1290 1782 6798 9735 23655 31040 35554 36366
228 483 561 12346 16698 32688 34518 38648 41677
35 184 997 4915 7077 9878 16772 26263 27270
181 193 1255 7548 17103 34511 36590 38107 42065
697 1024 1541 2164 15638 20061 32499 32667 32732
654 968 1632 3215 4901 6286 12414 13963 29636
89 150 450 5771 10863 29809 36886 37914 42983
517 1046 1153 5458 18093 25579 31084 37779 42050

345 914 1372 4548 6720 13678 13755 15422 41938
301 518 1107 3603 6076 9265 19580 41645 42621
155 1013 1441 10166 10545 22042 30084 33026 34505
899 1308 1766 22228 24520 24589 30833 32126 37147
177 230 349 6309 9642 25713 30455 34964 40524
802 1364 1703 3573 17317 20364 22849 24265 24925
3952 10609 11011 16296 31430 39995 40207 41606 42424
16548 19896 22579 23043 23126 24141 34331 34959 37990
12197 15244 22990 23110 25507 30011 37681 38902 39432
2292 11871 15562 22304 33059 35126 39158 41206 41866
3497 7847 11510 16212 19408 26780 27967 33953 34451

3.2.1.8.1.1.6 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.1.6-1 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

1433 3551 5930 8293 11715 12425 14264 17335 22718 36614 38303
894 2650 5160 5232 7528 9399 10347 24238 26882 29766 32375
1450 3997 6744 7562 15569 23016 27200 29193 32849 33254 38785
864 3803 6092 8688 10188 12474 22379 23067 27329 32483 38596
2013 3598 5353 11116 16065 30523 31706 31920 35688 36896 37067
1058 2985 6167 6222 9627 20193 20308 20842 22592 26702 38094
1148 4564 10015 10902 13059 15423 19165 20249 22138 24136 24267
653 3611 6814 8234 14859 21339 21448 24410 26141 26425 38277
342 1992 4954 5102 7780 15322 20102 22040 24154 27668 38424
2771 2837 7858 16144 20043 20758 21990 25754 32232 37322 37703
624 948 7919 10291 21186 24186 25035 25311 25665 30131 37831
438 1571 5061 16288 26760 26831 28652 30764 35086 35358 36233
3530 4053 9005 9297 18544 19579 19981 26348 34159 36716 38809
1101 3898 13807 14319 14708 17491 18247 19249 26016 29336 34927
1573 4387 7057 7652 10426 12219 14867 18658 19508 24925 33176
852 959 6340 8638 8740 17879 17993 28036 32872 33990 36190
913 3965 9852 9931 12792 13503 16904 21072 27616 29701 30144
541 4496 6682 10168 16470 28558 29133 33523 33712 35456 37857
930 1456 9624 12957 17441 20943 23911 27488 27572 28970 38385
762 3464 10205 13291 13778 21278 24444 25977 26107 28740 37946
962 2901 5701 11153 14516 18395 18421 19375 20526 29455 38178
1068 3731 5566 5690 18953 21960 23425 25481 26598 35770 38577
385 2499 14210 15434 15795 17534 26276 26999 30828 31237 31570
712 4041 6437 9346 11248 13001 19788 23997 25381 35072 37264
1541 3171 9483 9780 11542 18579 19629 26436 26510 26530 29842
2826 3355 7323 9453 11577 23289 24321 30276 31560 33505 35115
2607 4113 13679 14818 18726 19373 19484 25852 28394 29075 31499
101 3335 5484 8378 10366 11346 18498 22065 23394 24120 28534
2037 3746 8809 11429 18345 19858 20305 20657 23642 29075 32758
1342 1353 9580 11652 12352 13162 24304 25782 37628 38319 38739
4289 4537 7789 12239 12318 25144 25583 27760 29935 30001 33627
1407 2104 7593 13341 13772 15658 18768 22949 26269 35834 37053
283 3666 7953 8498 10715 15227 15344 21624 23277 23681 24658
1039 2615 8067 10524 11121 17519 17980 22329 28039 30188 31876
2853 4138 11810 11888 15736 17340 18161 21094 23337 29136 36861
732 3115 12067 19926 24457 24863 30681 30844 33326 34660 36203
1689 4238 5000 6964 13104 17145 18382 18810 21246 27798 34365
1988 4480 6362 19230 19702 20121 24061 25225 32060 33790 34882
782 3030 10663 13188 15079 24594 27063 29207 31128 32035 38604
2160 3389 8023 13978 15900 19635 20416 22839 33076 34962 38577
1639 4378 8166 8781 22347 28062 29530 30459 30907 32229 37670
1302 3700 6531 9943 20841 21722 28860 30397 30966 34328 34469
2580 3067 14591 17305 24991 27155 28129 31435 33702 34742 38176
878 2302 3513 8792 30097
27 165 1499 11445 26229
2740 3378 4070 8121 11725
464 695 2670 19972 31016
58 551 769 13142 18176
1818 2794 3077 14099 28393
649 4125 4624 29698 32032

200 2480 2912 23789 36598
212 3477 4526 10049 30926
901 2299 3757 10605 24358
321 1488 1718 24930 25738
2283 3823 3943 16768 35564
253 2932 4234 21419 29606
2701 3576 4425 9250 24023
2217 3403 4654 14977 23115
817 2872 3491 17773 23918
1783 1838 4330 11645 36545
1231 3435 4503 9035 29888
826 1836 2994 22108 22827
229 1417 2078 14324 17714
567 3244 3728 22202 33883
799 1180 1329 12496 22390
549 1311 3657 17564 35009
132 517 3180 5304 35588
2767 3953 4221 30887 34291
2242 2335 4254 31326 36839
1652 3276 4195 6960 23609
1091 1113 1669 9056 16776
2487 3652 4670 6131 34644
302 1753 3905 17009 21920
222 1322 1942 33666 36472
610 2708 4634 17641 35678
363 2202 3152 7833 27924
1851 3837 4167 25505 33398
1057 2960 3952 17247 35467
173 1598 3061 28458 36252
585 593 1049 10807 28267
122 277 2230 16115 25459
366 2458 4321 12655 13600
1611 1691 2543 18867 35201
1831 4355 4649 4774 24781
9157 18312 20409 23571 31607
14457 17051 29658 35875 37742
7110 15010 19055 36741 37883
5419 17091 17716 18981 31131
15196 21587 28478 32583 36053
17134 18820 32977 34175 36060
15599 21709 22462 28663 33979
4691 13050 23737 30447 37128
22733 24839 26808 37191 37396
8896 14951 16202 26775 29470
13355 19354 27988 36027 37312
8938 11340 12434 19496 37986
5876 25181 32766 33412 35330

3. 2. 1. 8. 1. 1. 7 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 7-1 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

1850 4176 4190 7294 8168 8405 9258 9710 13440 16304 16600 18184 18834 19899 22513 25068 26659 27137 27232 29186 29667 30549 31428 33634
2477 2543 5094 8081 9573 10269 11276 11439 13016 13327 16717 18042 19362 19721 20089 20425 20503 21396 24677 24722 28703 32486 32759 33630
1930 2158 2315 2683 3818 4883 5252 5505 8760 9580 11867 13117 14566 15639 17273 18820 21069 24945 25667 26785 30678 31271 33003 33244
1279 1491 2038 2347 2432 4336 4905 6588 7507 7666 8775 9172 10405 12249 12270 12373 12936 13046 13364 15130 17597 22855 27548 32895
620 1897 3775 5552 6799 7621 10167 10172 10615 11367 12093 13241 15426 16623 19467 19792 22069 22370 24472 24594 25205 25954 27800 29422
582 1618 4673 5809 6318 6883 8051 12335 12409 13176 14078 15206 17580 18624 18876 19079 20786 21177 25894 26395 27377 27757 30167 31971
1157 2189 4160 4480 5055 8961 9171 9444 10533 11581 12904 14256 14620 15773 16232 17598 19756 21134 21443 22559 23258 25137 25555 28150

987 1258 1269 2394 4859 5642 5705 6093 6408 7734 8804 10657 11946 16132 20267 25402 26505 26548 27060 29767 29780 31915 31966 33590
1010 1363 1626 5283 6356 10961 12418 14332 14362 16288 16303 16592 17096 20115 20285 20478 21774 22165 22425 23198 25048 25596 31540 32841
895 2743 2912 4971 8803 11183 14500 14617 14638 16776 17901 18622 20244 20845 22214 25676 26161 26281 29978 30392 30922 31542 32038 32443
188 260 411 2823 5512 5645 10019 11856 12671 14273 14673 16091 16169 22333 22934 22945 23542 26503 27159 27279 28277 30114 31626 32722
357 516 3530 4317 8587 9491 10348 11330 13446 14533 15423 17003 17217 19127 20088 20750 21767 22386 24021 27749 29008 29376 30329 32940
2909 3036 4875 9967 10632 12069 12410 14004 14628 15605 15852 18231 18657 19705 20620 22241 29575 29656 31246 32190 32781 33489 33842 34492
4242 5461 5577 7662 11130 13663 17240 17773 18339 19400 22905 24219 25464 25890 26359 27121 27318 27840 30800 32587 32924 33427 33940 34058
421 2222 3457 5257 5600 10147 12754 17380 18854 20333 20345 20752 24578 25196 25638 25725 25822 27610 28006 28563 29632 29973 29991 34166
41 207 1043 4650 5387 6826 7261 8687 9092 10775 11446 12596 16613 19463 20923 24155 24927 25384 26064 27377 28094 32578 32639 34115
1050 5731 15820 16281 26130 29314
5980 6161 14479 22181 22537 32924
7828 9134 11297 17143 25449 29674
8299 10457 14486 21548 22510 32039
1527 7792 10424 19166 29302 29768
5823 13974 21254 21506 25658 29491
6285 9873 12846 14474 17005 29377
1740 4929 8285 20994 32271 34522
12862 16827 22427 23369 27051 30378
4787 10372 10408 12091 20349 26162
6659 22752 24697 28261 28917 32536
6788 15367 21778 28916 30324 33927
7181 12373 21912 24703 28680 34045
2238 4945 14336 19270 29574 33459
10283 15311 17440 24599 24867 28293
324 5264 5375 6581 24348 30288
3112 7656 23825
21624 22318 22633
5284 19790 22758
2700 4039 12576
17028 17520 19579
11914 17834 33989
2199 5502 7184
22 20701 26497
5551 27014 32876
4019 26547 28521
7580 10016 33855
4328 11674 34018
8491 9956 10029
6167 11267 24914
5317 9049 29657
20717 28724 33012
16841 21647 31096
11931 16278 20287
9402 10557 11008
11826 15349 34420
14369 17031 20597
19164 27947 29775
15537 18796 33662
5404 21027 26757
6269 12671 24309
8601 29048 29262
10099 20323 21457
15952 17074 30434
7597 20987 33095
11298 24182 29217
12055 16250 16971
5350 9354 31390
8168 14168 18570

5448 13141 32381
3921 21113 28176
8756 19895 27917
9391 16617 25586
3357 18527 34238
2378 16840 28948
7470 27466 32928
8366 19376 30916
3116 7267 18016
15309 18445 21799
4731 23773 34546
260 4898 5180
8897 22266 29587
2539 23717 33142
19233 28750 29724
9937 15384 16599
10234 17089 26776
8869 9425 13658
6197 24086 31929
9237 20931 27785
10403 13822 16734
20038 21196 26868
13170 27813 28875
1110 20329 24508
11844 22662 28987
2891 2918 14512
15707 27399 34135
8687 20019 26178
6847 8903 16307
23737 23775 27776
17388 27970 31983

3. 2. 1. 8. 1. 1. 8 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 8-1 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

110 3064 6740 7801 10228 13445 17599 17891 17979 18044 19923 21848 23262 25585 25968 30124
1578 8914 9141 9731 10605 11690 12824 18127 18458 24648 24950 25150 26323 26514 27385 27460
3054 3640 3923 7332 10770 12215 14455 14849 15619 20870 22033 26427 28067 28560 29777 29780
1348 4248 5479 8902 9101 9356 10581 11614 12813 21554 22985 23701 24099 24575 24786 27370
3266 8358 16544 16689 16693 16823 17565 18543 19229 21121 23799 24981 25423 28997 29808 30202
320 1198 1549 5407 6080 8542 9352 12418 13391 14736 15012 18328 19398 23391 28117 28793
2114 3294 3770 5225 5556 5991 7075 7889 11145 11386 16561 18956 19034 23605 26085 27132
3623 4011 4225 5249 5489 5711 7240 9831 10458 14697 15420 16015 17782 23244 24215 24386
2624 2750 3871 8247 11135 13702 19290 22209 22975 23811 23931 24872 25154 25165 28375 30200
1060 1240 2040 2382 7723 9165 9656 10398 14517 16653 21241 22348 23476 27203 28443 28445
1070 1233 3416 6633 11736 12808 15454 16505 18720 20162 21425 21874 26069 26855 27292 27978
420 5524 10279 11218 12500 12913 15389 15824 19414 19588 21138 23846 26621 27907 28594 28781
151 1356 2323 3289 4501 10573 13667 14642 16127 17040 17475 18055 24061 26204 26567 29277
1410 3656 4080 6963 8834 10527 17490 17584 18065 19234 22211 22338 23746 24662 29863 30227
1924 2694 3285 8761 9693 11005 17592 21259 21322 21546 21555 24044 24173 26988 27640 28506
1069 6483 6554 9027 11655 12453 16595 17877 18350 18995 21304 21442 23836 25468 28820 29453
149 1621 2199 3141 8403 11974 14969 16197 18844 21027 21921 22266 22399 22691 25727 27721
3689 4839 7971 8419 10500 12308 13435 14487 16502 16622 17229 17468 22710 23904 25074 28508
1270 7007 9830 12698 14204 16075 17613 19391 21362 21726 21816 23014 23651 26419 26748 27195
96 1953 2456 2712 2809 3196 5939 10634 21828 24606 26169 26801 27391 28578 29725 30142
832 3394 4145 5375 6199 7122 7405 7706 10136 10792 15058 15860 21881 23908 25174 25837
730 1735 2917 4106 5004 5849 8194 8943 9136 17599 18456 20191 22798 27935 29559
6238 6776 6799 9142 11199 11867 15979 16830 18110 18396 21897 22590 24020 29578 29644
407 2138 4493 7979 8225 9467 11956 12940 15566 15809 16058 18211 22073 28314 28713
957 1552 1869 4388 7642 7904 13408 13453 16431 19327 21444 22188 25719 28511 29192
3617 8663 22378 28704
8598 12647 19278 22416
15176 16377 16644 22732
12463 12711 18341
11079 13446 29071

2446 4068 8542
10838 11660 27428
16403 21750 23199
9181 16572 18381
7227 18770 21858
7379 9316 16247
8923 14861 29618
6531 24652 26817
5564 8875 18025
8019 14642 21169
16683 17257 29298
4078 6023 8853
13942 15217 15501
7484 8302 27199
671 14966 20886
1240 11897 14925
12800 25474 28603
3576 5308 11168
13430 15265 18232
3439 5544 21849
3257 16996 23750
1865 14153 22669
7640 15098 17364
6137 19401 24836
5986 9035 11444
4799 20865 29150
8360 23554 29246
2002 18215 22258
9679 11951 26583
2844 12330 18156
3744 6949 14754
8262 10288 27142
1087 16563 22815
1328 13273 21749
2092 9191 28045
3250 10549 18252
13975 15172 17135
2520 26310 28787
4395 8961 26753
6413 15437 19520
5809 10936 17089
1670 13574 25125
5865 6175 21175
8391 11680 22660
5485 11743 15165
21021 21798 30209
12519 13402 26300
3472 25935 26412
3377 7398 28867
2430 24650 29426
3364 13409 22914
6838 13491 16229
18393 20764 28078
289 20279 24906
4732 6162 13569
8993 17053 29387
2210 5024 24030
21 22976 24053
12359 15499 28251
4640 11480 24391
1083 7965 16573
13116 23916 24421
10129 16284 23855
1758 3843 21163
5626 13543 26708
14918 17713 21718

13556 20450 24679
3911 16778 29952
11735 13710 22611
5347 21681 22906
6912 12045 15866
713 15429 23281
7133 17440 28982
12355 17564 28059
7658 11158 29885
17610 18755 28852
7680 16212 30111
8812 10144 15718

3. 2. 1. 8. 1. 1. 9 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 9-1 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

200 588 3305 4771 6288 8400 11092 11126 14245 14255 17022 17190 19241 20350 20451 21069 25243
80 2914 4126 5426 6129 7790 9546 12909 14660 17357 18278 19612 21168 22367 23314 24801 24907
1216 2713 4897 6540 7016 7787 8321 9717 9934 12295 18749 20344 21386 21682 21735 24205 24825
6784 8163 8691 8743 10045 10319 10767 11141 11756 12004 12463 13407 14682 15458 20771 21060 22914
463 1260 1897 2128 2908 5157 7851 14177 16187 17463 18212 18221 19212 21864 24198 25318 25450
794 835 1163 4551 4597 5792 6092 7809 8576 8862 10986 12164 13053 14459 15978 23829 25072
144 4258 4342 7326 8165 9627 11432 12552 17582 17621 18145 19201 19372 19718 21036 25147 25774
617 2639 2749 2898 3414 4305 4802 6183 8551 9850 13679 20759 22501 24244 24331 24631 25587
1622 2258 4257 6069 10343 10642 11003 12520 13993 17086 18236 18522 24679 25361 25371 25595
1826 3926 5021 5905 6192 6839 7678 9136 9188 9716 10986 11191 12551 14648 16169 16234
2175 2396 2473 8548 9753 12115 12208 13469 15438 16985 19350 20424 21357 22819 22830 25671
265 397 6675 7152 8074 13030 13161 13336 15843 16917 17930 18014 18660 19218 22236 24940
5744 6883 7780 7839 8485 10016 10548 12131 12158 16211 16793 18749 20570 21757 22255 24489
2082 4768 7025 8803 10237 10932 13885 14266 14370 14982 16411 18443 18773 19570 21420 23311
1040 1376 2823 2998 3789 6636 7755 9819 13705 13868 14176 16202 16247 24943 25196 25489
223 1967 3289 4541 7420 9881 11086 12868 13550 14760 15434 18287 19098 20909 22905 25887
1906 2049 2147 2756 2845 4773 8337 8832 9363 12375 13651 16366 17546 20486 21624 22664
1619 1955 2393 3078 3208 3593 5246 8565 10956 11335 11865 14837 15006 15544 18820 22687
2086 3409 3586 4269 6587 8650 10165 11241 15624 16728 17814 18392 18667 19859 21132 25339
382 1160 1912 3700 3783 12069 14672 16842 18053 19626 20724 21244 21792 22679 23873 24517
1217 1486 5139 6774 7413 10622 11571 11697 13406 13487 20713 22436 22610 22806 23522 23632
1225 2927 6221 6247 8197 9322 11826 11948 12230 13899 15820 16791 17444 23155 24543 24650
1056 2975 6018 7698 7736 7940 11870 12964 17498 17577 19541 20124 20705 22693 23151 25627
658 790 1559 3683 6060 9059 12347 12990 13095 16317 17801 18816 20050 20979 23584 25472
1133 3343 6895 7146 7261 8340 9115 11248 14543 16030 16291 17972 22369 22479 24388 25280
1907 4021 8277 17631
7807 8063 10076 24958
5455 8638 13801 18832
15525 24030 24978
7854 21083 21197
8416 15614 24639
9382 13998 24091
1244 19468 24804
5100 14187 21263
12267 18441 22757
185 23294 23412
5136 24218 25509
6159 12323 19472
7490 9770 19813
1457 2204 4186
14200 15609 18700
4544 6337 17759
3697 13810 14537
10853 16611 23001
504 12709 23116
1338 21523 22880
1098 8530 23846

13699 19776 25783
3299 3629 16222
1821 2402 12416
11177 20793 24292
21580 24038 24094
11769 13819 13950
5388 9428 13527
20320 23996 24752
2923 14906 18768
911 10059 17607
1535 3090 22968
3398 8243 12265
9801 10001 20184
11839 15703 16757
1834 13797 14101
4469 11503 14694
4047 8684 23737
15682 21342 21898
7345 8077 22245
4108 20676 24406
8787 19625 22194
8536 15518 20879
3339 15738 19592
2916 13483 23680
3853 12107 18338
16962 21265 25429
10181 18667 25563
2867 21873 23535
8601 19728 23807
4484 17647 22060
6457 17641 23777
17432 18680 20224
3046 14453 19429
807 2064 12639
17630 20286 21847
13703 13720 24044
8382 9588 10339
18818 23311 24714
5397 13213 24988
4077 9348 21707
10628 15352 21292
1075 7625 18287
5771 20506 20926
13545 18180 21566
12022 19203 25134
86 12306 20066
7797 10752 15305
2986 4186 9128
9099 17285 24986
3530 17904 21836
2283 20216 25272
22562 24667 25143
1673 3837 5198
4188 13181 22061
17800 20341 22591
3466 4433 24958
145 7746 23940
4718 15618 19372
2735 11877 13719
3560 6483 10536
4167 7567 8558
4511 5862 16331
3268 6965 25578
5552 20627 24489

1425 2331 4414
3352 12606 19595
4653 8383 20029
9163 22097 24174
7324 16151 20228
280 4353 25404
5173 7657 25604
6910 13531 22225
18274 19994 21778

3. 2. 1. 8. 1. 1. 10 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 10-1 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282
3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684
2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768

6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970
10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025

6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103
7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577

3. 2. 1. 8. 1. 1. 11 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 11-1 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

1507 1536 2244 4721 6374 7839 11001 12684 13196 13602 14245 14383 14398 16182 17248
623 696 1186 1370 4409 5237 5911 8278 9539 12139 12810 13422 15525 16232 16252
530 1953 3745 5512 6676 9069 9433 10683 11530 12263 12519 14931 15326 15581 16208
273 685 3132 5872 6388 7149 7316 7367 9041 11102 11211 12059 15189 15973 16435
814 1297 1896 6018 7801 8810 9701 9992 10314 13618 13771 14934 15198 16340 16742
58 803 2553 3967 6032 8374 9168 10047 10073 10909 12701 12748 13543 14111 17043
1082 1577 2108 2344 5035 5051 10038 10356 12156 12308 13815 15453 15830 16305 17234
1882 3731 5182 5554 6330 6605 7126 10195 10508 12151 12191 12241 12288 13755 16472
85 604 1278 3768 4831 6820 9471 10773 10873 12785 12973 13623 14562 14697 16811
928 1864 6027 7023 7644 8279 8580 9221 9417 9883 12032 12483 12734 14335 15842
2104 2752 4530 4820 5662 9197 9464 9972 10057 11079 12408 13005 13684 15507 16295
82 752 3374 4026 7265 8112 12236 12434 12460 13110 13495 15110 15299 15359 17221
1137 1411 1546 1614 1835 6053 6151 8618 9059 14057 14941 15670 16321 16965
447 1960 2369 2861 3047 3508 4077 4358 4370 5806 12517 13658 14371 14749
420 981 1657 2313 3353 4699 5094 5184 10076 10530 11521 13040 15960 16853
3572 3851 3870 5218 6400 6780 9167 9603 10328 10543 12892 13722 16910 16929
203 2588 4522 4692 5399 6840 7417 8896 9045 9188 10390 12507 12615 16386
543 1262 2536 4358 7658 7714 9392 11079 12283 12694 14734 16195 16317 16751
905 1059 3393 4347 4554 4758 5568 8652 9991 10717 10975 11146 12824 16373
1229 2308 4876 5329 5424 5906 6227 6667 7141 7697 12055 12969 13582 16638
697 1864 2560 4190 5097 5288 6565 9150 9282 9519 10727 12492 13292 16924
363 3152 3715 3722 4582 5050 8399 9413 9851 10305 12116 13471 15318 16018
338 2342 2404 4733 6189 6792 7251 7921 8509 8579 8729 11921 12900 15546
1630 1867 2018 3038 3202 6364 7648 8692 9496 9705 10433 13508 14583 16341
1041 2754 3015 3427 3512 4351 5174 6539 8100 8639 9912 11911 12666 14187
1134 1619 4758 5545 6842 7045 8421 10373 10390 12672 13484 15178 16697 16727
589 652 1174 2157 3951 4733 5278 5859 7619 9488 11665 12335 15516 16024
1457 1832 2525 3690 5093 6000 6276 7974 8652 9759 10434 15025 15267 16448
932 3328 3349 3511 4776 6266 6711 7761 8674 9748 11167 12134 12942 14354
1939 1979 3141 4238 6715 7148 7673 12025 12455 14829 14989 15081 16491 17242
1363 2451
1953 10230
6218 7655
9302 15856
10461 10503
9005 16075
878 14223 15181
3535 5327 14405
8116 8396 9828
2864 6306 14832
24 11009 16377
7064 11014 16139
4318 8353 14997
583 5626 10217
11196 13669 16585

6123 7518 9304
2258 8250 12082
7564 14195 15236
10104 10233 13778
2044 7801 11705
10906 11443 13227
1592 7853 14796
3054 8887 13077
6486 7003 9238
424 9055 13390
618 4077 11120
11159 13405 16070
2927 8689 17210
723 5842 12062
4817 9269 10820
208 6947 12903
2987 10116 11520
3522 6321 15637
148 3087 12764
262 1613 14121
7236 10798 11759
3193 4958 11292
7537 12439 15202
8000 9580 17269
9665 9691 15654
5946 14246 16040
4283 8145 10944
1082 1829 11267
1272 6119 13182
20 11943 14128
4591 8403 16530
2212 13724 13933
2079 10365 14633
1269 11307 16370
2467 4744 10714
6256 7915 9724
8799 11433 16880
459 6799 10102
3795 6930 13350
1295 13018 14967
3542 7310 10974
6905 15080 16105
2673 3143 12349
4698 4801 14770
7512 15844 15965
3276 4069 10099
1893 4676 6679
1985 7244 10163
6333 12760 12912
852 5954 11771
6958 9242 10613
5651 10089 12309
4124 7455 13224
503 6787 10720
10594 12717 14007
4501 5311 8067
4507 5620 13932
9133 11025 13866
5021 16201 16217
6166 7438 17185
1324 5671 11586
2266 6335 7716
512 9515 11595
869 6096 13886

10049 12536 14474
470 8286 8306
1268 5478 6424
8178 8817 14506
11460 15128 16761
6364 10121 16806
9347 15211 16915
1587 3591 15546
17 4132 17071
1677 8810 15764
3862 7633 13685
3855 11931 12792
2652 13909 17080
5581 13919 16126
7129 8976 11152
6662 7845 13424
9751 9965 13847
3662 9308 9534
4283 7474 7682
2418 8774 13433
508 3864 6859
12098 13920 15326
1129 3271 16892
5072 8819 10323
4749 4984 6390
212 13603 14893
4966 8895 9320
1012 3677 5711
6654 9969 15178
4596 5147 5905
1541 4149 15594
8005 8604 15147
2519 10882 11961
190 8417 13600
3543 4639 14618

3. 2. 1. 8. 1. 1. 12 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 12-1 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

1031 4123 6253 6610 8007 8656 9181 9404 9596 11501 11654 11710 11994 12177
399 553 1442 2820 4402 4823 5011 5493 7070 8340 8500 9054 11201 11387
201 607 1428 2354 5358 5524 6617 6785 7708 10220 11970 12268 12339 12537
36 992 1930 4525 5837 6283 6887 7284 7489 7550 10329 11202 11399 12795
589 1564 1747 2960 3833 4502 7491 7746 8196 9567 9574 10187 10591 12947
804 1177 1414 3765 4745 7594 9126 9230 9251 10299 10336 11563 11844 12209
2774 2830 3918 4148 4963 5356 7125 7645 7868 8137 9119 9189 9206 12363
59 448 947 3622 5139 8115 9364 9548 9609 9750 10212 10937 11044 12668
715 1352 4538 5277 5729 6210 6418 6938 7090 7109 7386 9012 10737 11893
1583 2059 3398 3619 4277 6896 7484 7525 8284 9318 9817 10227 11636 12204
53 549 3010 5441 6090 9175 9336 9358 9839 10117 11307 11467 11507 12902
861 1054 1177 1201 1383 2538 4563 6451 6800 10540 11222 11757 12240 12732
330 1450 1798 2301 2652 3038 3187 3277 4324 4610 9395 10240 10796 11100
316 751 1226 1746 2124 2505 3497 3833 3891 7551 8696 9763 11978 12661
2677 2888 2904 3923 4804 5105 6855 7222 7893 7907 9674 10274 12683 12702
173 3397 3520 5131 5560 6666 6783 6893 7742 7842 9364 9442 12287
421 943 1893 1920 3273 4052 5758 5787 7043 11051 12141 12209 12500
679 792 2543 3243 3385 3576 4190 7501 8233 8302 9212 9522 12286
911 3651 4023 4462 4650 5336 5762 6506 8050 8381 9636 9724 12486
1373 1728 1911 4101 4913 5003 6859 7137 8035 9056 9378 9937 10184
515 2357 2779 2797 3163 3845 3976 6969 7704 9104 10102 11507 12700
270 1744 1804 3432 3782 4643 5946 6279 6549 7064 7393 11659 12002
261 1517 2269 3554 4762 5103 5460 6429 6464 8962 9651 10927 12268
782 1217 1395 2383 5754 6060 6540 7109 7286 7438 7846 9488 10119
2070 2247 2589 2644 3270 3875 4901 6475 8953 10090 10629 12496 12547

863 1190 1609 2971 3564 4148 5123 5262 6301 7797 7804 9517 11408
449 488 865 3549 3939 4410 4500 5700 7120 8778 9223 11660 12021
1107 1408 1883 2752 3818 4714 5979 6485 7314 7821 11290 11472 12325
713 2492 2507 2641 3576 4711 5021 5831 7334 8362 9094 9690 10778
1487 2344 5035 5336 5727 6495 9009 9345 11090 11261 11314 12383 12944
1038 1463 1472 2944 3202 5742 5793 6972 7853 8919 9808 10549 12619
134 957 2018 2140 2629 3884 5821 7319 8676 10305 10670 12031 12588
5294 9842
4396 6648
2863 5308
10467 11711
3412 6909
450 3919
5639 9801
298 4323
397 10223
4424 9051
2038 2376
5889 11321 12500
3590 4081 12684
3485 4016 9826
6 2869 8310
5983 9818 10877
2282 9346 11477
4931 6135 10473
300 2901 9937
3185 5215 7479
472 5845 5915
2476 7687 11934
3279 8782 11527
4350 7138 7144
7454 7818 8253
1391 8717 8844
1940 4736 10556
5471 7344 8089
9157 10640 11919
1343 5402 12724
2581 4118 8142
5165 9328 11386
7222 7262 12955
6711 11224 11737
401 3195 11940
6114 6969 8208
1402 7917 9738
965 7700 10139
3428 5767 12000
3501 7052 8803
1447 10504 10961
1870 1914 7762
613 2063 10520
3561 6480 10466
3389 3887 10110
995 1104 1640
1492 4122 7572
3243 9765 12415
7297 11200 11533
1959 10325 11306
1675 5313 11475
3621 4658 12790
4208 5650 8687
2467 7691 11886
3039 3190 5017
866 1375 2272
4374 6453 8228
2763 4668 4749
640 1346 6924

6588 6983 10075
3389 9260 12508
89 5799 9973
1290 2978 8038
317 742 8017
5378 5618 6586
3369 3827 4536
1000 10436 12288
3762 11384 11897
848 874 8968
1001 4751 12066
1788 6685 12397
5721 8247 9005
649 7547 9837
2263 9415 10862
3954 4111 7767
952 4393 5523
8132 8580 10906
4191 9677 12585
1071 10601 11106
3069 6943 11015
5555 8088 9537
85 2810 3100
1249 8418 8684
2743 12099 12686
2908 3691 9890
10172 10409 11615
8358 10584 12082
4902 6310 8368
4976 10047 11299
7325 8228 11092
4942 6974 8533
5782 9780 9869
15 4728 10395
369 1900 11517
3796 7434 9085
2473 9813 12636
1472 3557 6607
174 3715 4811
6263 6694 8114
4538 6635 9101
3199 8348 10057
6176 7498 7937
1837 3382 5688
8897 11342 11680
455 6465 7428
1900 3666 8968
3481 6308 10199
159 2654 12150
5602 6695 12897
3309 4899 6415
6 99 7615
1722 6386 11112
5090 8873 10718
4164 6731 12121
367 846 7678
222 6050 12711
3154 7149 7557
1556 4667 7990
2536 9712 9932
4104 7040 9983
6365 11604 12457
3393 10323 10743
724 2237 5455
108 1705 6151

3. 2. 1. 8. 1. 1. 13 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 1. 13-1 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

387 648 945 3023 3889 4856 5002 5167 6868 7477 7590 8165 8354
42 406 1279 1968 3016 4196 4599 4996 5019 6350 6785 7051 8529
534 784 1034 1160 2530 5033 5171 5469 6167 6372 6913 7718 8621
944 2506 2806 3149 3559 5101 6076 6083 6092 6147 6866 7908 8155
308 1869 1888 2569 3297 4742 5232 5442 6135 6814 7284 8238 8405
34 464 667 899 2421 3425 5382 6258 6373 6399 6489 7367 7922
2276 3014 3525 3829 4135 4276 4611 4733 4738 4956 6025 7152 8155
1047 1370 2406 2819 4600 4991 5017 5590 6199 6483 6556 6834 7760
66 380 2033 3698 4068 6096 6223 6238 6757 7541 7641 7677 8595
562 697 782 808 921 1703 3032 4300 7027 7481 7839 8160 8526
236 962 1557 2023 2135 2190 2892 3072 4523 6254 6838 7209 7381
196 1167 1179 1426 1675 1763 2345 2560 2613 5024 5761 6522 7973
512 822 1778 1924 2610 3445 4570 4805 5263 5299 8439 8448 8464
1923 2270 3204 3698 4456 4522 4601 5161 5207 6260 6310 6441 6851
104 281 622 1276 2172 2334 2731 3417 3854 4698 8095 8195 8333
451 528 1269 2169 2274 2393 3853 5002 5543 6121 6351 7364 8139
1685 2675 2790 2953 3103 3560 4336 5372 5495 5568 6429 6492 8206
604 1190 1279 2427 2714 3283 3312 3855 4566 6045 6664 6788 8317
338 917 1873 2102 2561 2655 4635 4765 5370 6249 6724 7668 8456
184 1166 1583 1859 2376 2521 3093 4181 4713 4926 5146 6070 8004
175 1227 2367 3402 3628 3982 4265 4282 4355 5972 6434 7280 7765
801 922 1029 1531 1606 3170 3824 4358 4732 4849 5225 6759 8183
509 1507 1704 1765 2183 2574 3271 4050 4299 4964 5968 6324 7091
567 795 1376 2390 2767 3424 5195 6355 6726 7607 8346 8352
308 1060 1973 2364 2937 3526 4221 4745 5185 5845 6146 7762
323 590 732 917 2636 3008 3792 3990 4322 4893 5211 8014
471 1249 1674 1841 2567 3124 3130 4885 5575 7521 7648 8227
1582 1669 1772 2386 3340 3387 3881 4322 6018 6055 6488 7177
976 1003 2127 3575 3816 6225 7404 7499 7542 8237 8421 8630
675 961 1957 3825 3858 4646 5248 5801 5940 6533 7040 8037
79 639 1363 1436 1763 2570 3874 4876 6870 6886 7104 8399
20 297 1330 2264 3287 3534 4441 4746 6569 6971 6976 8179
482 1125 1589 2892 3759 3871 4635 6038 6214 6796 6816 7621
1127 3336 3867 3929 4269 4794 5054 5842 6471 6547 7039 8560
217 1521
1983 8283
3731 4402
208 6703
242 4988
4170 5038
4108 8035
3301 8543
3168 8249
5028 5838
3470 8597
2901 5264
2505 4505
934 5117
1712 5819
3165 7273
3274 6115
4576 6330 7327
5380 6732 8439
2474 3723 7782
384 2783 5846
1453 4436 6625
3220 4261 4835
163 3117 7554
502 2119 4059
2200 4263 4930
2378 6294 7713
743 5501 6809
1364 6062 7808

4680 6468 7895
3469 3602 7304
1609 5386 5647
267 2921 3206
2565 3020 6269
1651 5224 5718
1128 5058 8579
286 3396 7660
1497 5171 6519
1894 6349 7924
1306 7744 8083
3096 3438 3836
2556 7409 8570
3273 4245 7935
1633 2023 3125
584 4914 6062
2015 2915 3435
1457 6366 6461
23 3576 8132
5322 6300 6520
5715 7113 7822
2044 5053 6607
63 5432 7850
5353 6355 8637
346 590 2648
4780 5997 6991
2556 2583 6537
661 2497 8350
7610 8307 8441
671 860 5986
1133 3158 5891
4360 5802 6547
4782 5688 6955
447 5030 6268
1501 5163 7232
1133 2743 3214
959 4100 7554
5712 7643 8385
1442 3180 8008
697 3078 8421
137 922 5123
597 2879 6340
824 2071 7882
1827 4411 5941
3846 5970 6398
1561 1580 7668
4335 6936 8042
4504 5309 6737
1846 3273 3333
272 4885 6718
1835 4761 6931
2141 3760 5129
3975 5012 6504
1258 2822 6030
242 4947 7668
559 6100 8425
1655 1962 4401
2369 2476 2765
114 156 3195
1651 4154 4448
4669 6064 7317
4988 5567 6697
2963 5578 5679
2064 2286 7790
289 4639 7582
1258 4312 5340

2428 4219 7268
1752 2321 6806
118 7302 8603
4170 4280 4445
2207 5067 7257
2 55 7413
1141 4791 7149
3407 5649 8075
2773 3198 3720
6970 7222 8633
2498 4764 5281
1048 2093 5031
2500 2851 8396
1694 3795 6666
2565 3343 4688
4228 4374 5947
2267 6745 7172
175 2662 3926
90 1517 6056
4069 5439 7648
1679 3394 4707
2136 4553 8265
482 2100 2302
3306 3729 8063
5263 7710 8240
1001 1335 4500
576 6736 7250
181 3601 3755
5899 7515 7714
1181 5332 7197
542 1150 1196
1386 2156 5873
656 3019 3213
263 1117 5957
4495 5904 6462
2547 2786 4215
4954 5848 6225
940 4478 7633
2124 3347 7069

3.2.1.8.1.2 Short 符号

3.2.1.8.1.2.1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.1-1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

485 1444 1737 3762 7283 10663
181 1563 1623 3902 12647
1077 1216 1709 11264 13865
303 1225 1369 13470 14991
1067 1226 1795 2169 2507 2677 2727 2773 3609 3926 3996 4192 5004 5921 6134 6385 7419 7595 7821 8996 9413 10318
10557 10886 11307 11599 12641 13430
101 1264 1427 1860 2032 2063 3143 3156 4227 4554 4732 5165 5447 5902 6145 6721 7170 8660 8833 9081 9643 9800
10233 11723 12547 13124 14196 14723
3403 3678 5842 7967 8991 9220 9663 10299 10343 10550
1951 2354 3899 4774 7602 9120 9666 11048 14327 15089
2588 3047 4252 4831 5220 5487 5626 6380 9410 10618
2261 2295 5693 6711 6789 8342 11569 11943 12826 14312
3441 5287 7665 7864 8134 8446 10920 11625 12710 13309

3.2.1.8.1.2.2 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.2-1 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

10 1155 1332 1608 8228 8253 11662
483 1297 1433 4678 5776 10410 13553
862 967 1036 1842 2950 10129 12042
258 872 1037 7129 9442 9491 10644
215 260 590 6003 7554 10499
197 521 1190 1670 3696 4410 4436 4686 5350 5651 7397 7503 8553 9844 10729 11421 11605 11742 11835 12338 12422
288 560 1427 1492 1932 3255 4508 4628 5259 5881 6136 8019 8152 8192 8230 8669 8880 10289 11160 11665 12374
694 1175 1205 2363 2756 2962 3097 3374 4268 4811 6072 6393 6942 9514 9733 10681 11081 11360 12386 13467 13980
25 1200 1266 3036 3441 4940 5161 5254 7231 7585 8088 9414 10217 10349 10409 11177 12151 12497 12934 13123 14029
2599 5475 6890 7755 8567 9088 11980
2708 2836 6062 6328 8890 9831 11173
2522 2634 4989 6831 9523 10731 12107
4738 5653 7862 11986 12773 12839 13045

3.2.1.8.1.2.3 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.3-1 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

159 211 356 1078 1219 1447 1562 2945 4040 4307 7300 11950 12663
163 385 518 669 2137 3537 3738 7393 7668 9235 10263 12293 12959
413 477 747 974 1995 3998 4078 4848 5642 8968 10356 10596 11451
450 538 767 1245 1354 1957 3497 5179 8925 9959 11385 11844
370 381 884 1627 2289 3654 4510 4949 5307 7959 8789 10552
9 146 1045 2160 3696 6477 6509 7297 9854 10704 12493 12533
110 136 327 4780 4841 5818 6642 7015 7594 8053 8882 9916
771 806 928 1281 2049 3065 4006 6536 6818 8041 8548 9357
256 506 939 1176 3954 4207 5143 7352 7620 8473 8534 11045
459 470 916 2393 3302 3371 3572 4732 5492 10845 12327 12767
270 302 754 1105 1430 1916 3788
144 706 1013 7424 7893 9436 10402
1899 3105 11835 12241
1400 7777 10094 10848
8098 10061 10435 12570

3.2.1.8.1.2.4 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.4-1 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

301 342 350 1797 7970 8230 10820 11305
139 530 615 1566 6290 6425 9185 9466
48 419 444 1773 3213 4793 8594 10480
246 455 531 3011 5845 7383 8393 10709
39 262 290 3282 5208 9539 10955 11204
234 267 623 1033 1537 8766 11527 11557
494 661 671 1123 4497 6601 6715 10473
164 425 436 3259 4505 5614 8192 10221
326 377 477 7699 10162 11174 11878
206 360 557 891 930 1847 2427 3888 4491 6494 6911 8084 8945 9549
402 588 657 888 3271 4858 5257 6398 6631 6972 9678 11140 11159 11398
39 111 168 1192 1879 3121 3127 5987 8385 8488 9302 9884 10891 11879
639 640 693 1477 1790 2442 3388 3547 4622 6890 7315 7478 7905 11518
337 544 604 1184 1238 1334 2434 5239 6832 7770 9123 9397 9646 10254
32 77 604 762 1428 2756 2758 6854 7193 7311 7517 9105 10765 11173
910 1918 2342 3280 3362 3913 4586 6316 7693 8878 10922 11145 11863
790 1177 1386 1961 2437 3571 5179 5961 8222 9195 9569 10414 11498

3.2.1.8.1.2.5 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.5-1 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

416 437 444 1657 2662 4109 4405 6308 8251
75 498 687 3903 4582 7035 7650 7871 10382
394 419 474 3515 6708 7277 8703 9969 10489
167 289 612 1847 5277 5900 8326 8508 9462
196 439 620 2128 2375 2501 6902 9308 9552

154 495 623 5024 6241 8364 9996 10104 10346
230 329 661 879 1474 3222 4109 8079 8865
97 172 692 1018 1629 1752 3170 5930
359 377 712 6273 7131 7278 8292 10457
368 551 708 787 2891 6140 7195 9555
44 512 655 2196 6692 7975 8410 10727
27 94 611 5585 7258 8091 9867 10714
608 639 691 3560 6819 7492 7754 7916
46 115 214 2175 5986 7177 8589 10757
282 589 604 969 1856 2433 5742 8900
243 262 669 1330 1366 3339 5517 7517
62 392 651 4175 8349 8557 9192 10015
206 375 697 1449 2015 2390 3926 4428 5084 5236 5872 8486 9398 9997 10469
1079 1384 1664 2936 4618 5359 5455 5537 5726 5875 8044 8521 9746
791 1106 1497 1885 2682 3473 3716 4506 5671 5829 8388 8641 9454

3. 2. 1. 8. 1. 2. 6 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 6-1 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

193 217 530 596 789 1340 1569 1662 1887 1889 2299 2610 2629 2790 3464 3607 3935 4439 5460 5721 5758 6094 6280 6350 6449 6613 6682 6826 6906 7048 7425 8229 8627 8679 8735 8814 9079 9146
435 572 815 903 1063 1962 1989 2215 2417 2862 2914 3182 3980 4414 4566 4895 4950 5163 5336 5388 5642 5764 6586 6719 6787 7262 7609 8000 8561 8790 9027 9334 9358 9420 9444 9553 9614
250 3557 3865 4350 4394 4644 5303 6590 8377 8497 9655
21 602 1038 1212 1243 3938 4136 5620 6516 6777 8226
134 214 1550 1554 1615 3178 5113 5163 5201 7168 7574
134 2692 3810 4954 6766
2394 4734 5731 7427 7653
509 1009 3867 5069 9121
540 2975 6248
4 831 3592
503 1385 7170
348 7774 8897
67 3553 5134
623 6525 8314
2871 7545 8960
4330 4839 7689
4793 5327 8046
2877 3422 8836
2069 7584 9102
1376 3862 4352
4693 7147 9461

3. 2. 1. 8. 1. 2. 7 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 7-1 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

516 1070 1128 1352 1441 1482 2437 5049 5157 5266 5585 5716 6907 8094
299 4342 4520 4988 5163 5453 5731 5752 6985 7155 8031 8407 8519 8618
178 181 743 814 1188 1313 1384 1769 1838 1930 1968 2123 2487 2497 2829 2852 3220 3245 3936 4054 4358 4397 4482 4514 4567 4711 4785 5217 6030 6747 7127 7254 7845 8552
125 430 594 628 641 740 1895 2007 2148 2363 2790 2920 3158 3493 3768 3805 3896 5067 5103 5121 5292 5764 5857 5948 6338 6523 6578 6880 7303 7557 8242 8371 8387 8634
1631 2139 2453 2544 5442 6255
127 2676 3774 4289 5764 7450
1270 1856 2025 2065 3259 7787
645 1648 5077 6644 6650 8198
485 904 4510
624 4137 7388
724 4865 8587
1247 4729 6266
5604 6147 6898
63 4763 6319

930 6174 7453
981 2960 8486
4286 4304 8058
1460 6205 7561
2339 2998 8002
1824 6660 8286
4264 5378 7779
4145 6343 8515
5007 6959 7845
1853 6196 8289

3.2.1.8.1.2.8 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.8-1 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

42 549 1187 1203 1694 1741 2290 2776 2839 2886 3435 3503 3697 4031 4580 4627 5176 5223 5539 5772 6368 6917 6964 7513
13 192 415 563 699 934 1176 1484 1855 2426 3147 3369 3389 4068 4380 4578 4618 4937 4989 5381 5910 6281 6831 7202
1319 1687 2423 3518 3737 4273 5242 6209 6535 6966 7397
1273 2244 2896 3018 3949 4065 4414 4763 5461 5673 7555
344 735 1706 2320 2669 3367 3800 5112 6201 6857 7248
33 1088 1439 2013 2881 3774 3936 5447 5810 6697 7368
615 1580 2410 2698 3801 4182 4991 5483 6046 6292 6538
4564 4745 6784
550 3081 7463
950 2455 2786
1218 2118 6232
3475 4980 6548
4769 5585 6837
450 1681 3707
4038 4889 7174
1432 5762 6265
60 2951 6848
2766 3597 4872
140 2141 4243
874 4142 7054
807 2368 5619
3391 6408 6657
2073 2609 6079
1558 4944 5690
276 875 4345
3273 3767 7300
2695 6102 6743

3.2.1.8.1.2.9 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.9-1 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

579 608 613 760 795 839 910 1895 2239 2535 2670 2871 3127 3316 3779 3829 3936 4454 4772 4926 6048 6166 6352
263 291 694 1172 1232 1925 2657 3037 3057 3400 3550 3812 4185 4325 5202 5441 5479 5640 5864 5892 6154 6157 6227
527 601 1254 1476 1760 2070 2099 2725 2961 3529 3591 4324 4393 4462 4841 5070 5480 5698 5856 5865 6087 6446
235 319 480 2036 2188 2358 2423 2510 2911 3225 3472 3677 3840 4409 4574 4892 5119 5548 5805 5901 6290 6477
1809 2974 3464 5295 5490 5671
2148 3629 4304 4854 4876 6037
2031 2246 3358 4679 6125 6331
874 2483 2964 3872 4509 4904
4001 4303 5079
1652 4524 5263
2551 3381 5524
713 1908 6304
2722 3347 6201
433 923 5564
2181 4242 6202
51 2711 4435
414 708 5539

2222 5036 5974
784 3588 5125
4256 5004 5540
1761 2781 6037
1547 2266 4377
4109 5836 6337
767 2468 4764
2528 5457 5872
884 4651 4807
161 3582 5164
744 2624 4852
239 1740 5807
33 3595 5121

3. 2. 1. 8. 1. 2. 10 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 10-1 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

91 382 494 654 681 695 1643 2171 2576 3027 3115 3390 3633 3644 3812 3883 4474 4607 4674
384 396 982 988 1053 1867 2215 2345 2472 3323 3503 3573 3883 4159 4576 4917 5104 5130
456 580 1590 1715 1786 1843 1934 2251 2261 2466 2525 2958 3467 4334 4530 4779 4885 5021
227 381 394 502 1059 1108 1480 1508 1523 1620 1840 1996 2436 2989 3716 3957 4072 4243 4482 4517 4717 4910 5105
5220 5238 5279
376 957 1706 2028 2228 2439 2552 4249 5234
89 676 1098 1103 1127 1449 1605 2362 4640
66 613 1692 1901 2247 3025 3244 4864 5050
1628 2015 2596
521 802 3804
3178 4080 5057
344 3486 3948
595 2538 2964
300 1355 3476
1292 2761 4819
462 773 3996
133 3494 4342
37 3698 4382
345 3624 4745
124 4197 4978
873 2686 4266
989 2966 4180
1468 1932 4913
1140 4164 5060
3361 4952 5287
2584 4646 5260
809 2481 4893
1201 1532 3877
128 2430 4279
621 4810 5249
200 717 5066
2283 2998 4164
704 2587 4736
106 2080 3279

3. 2. 1. 8. 1. 2. 11 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 11-1 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

137 199 292 423 527 694 798 2233 2339 2948 2986 3261 3284 3410 3612 3866 4296
633 691 1035 1038 1250 1476 1885 2332 2871 3064 3186 3785 4114 4205 4213 4280 4291
136 166 369 677 878 1119 1360 1401 1501 1823 1950 2492 2760 2843 3151 3168 3189
23 27 74 90 779 1085 1204 1364 1846 2594 2971 3075 3373 3486 4030 4037 4044
286 789 1412 1513 2388 2407 2725 2757 2790 2839 3111 3227 3292 3596 3665 3710 4147

79 178 389 447 608 625 672 786 965 1258 1605 1677 1816 1910 3027 3815 4292
208 2694 3685
480 770 791
261 3447 3751
1271 2122 3312
134 352 1592
517 1877 2106
173 693 1792
1975 2062 3529
734 1035 1136
546 863 4212
817 2712 3692
415 3771 4305
646 1514 3870
1481 2675 4276
454 2248 2517
1073 1754 2107
1170 1472 3699
841 2243 3804
2485 3636 3894
1961 2302 3591
225 2704 3938
487 1067 3992
2747 3054 3661
2476 2885 3456
242 487 4018
2037 2511 4232
1278 1636 3609
1099 1450 3842
1299 1632 1717
545 4160 4295

3. 2. 1. 8. 1. 2. 12 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 1. 8. 1. 2. 12-1 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

225 274 898 916 1020 1055 1075 1179 1185 1343 1376 1569 1828 1972 2852 2957 3183
548 602 628 928 1077 1474 1557 1598 1935 1981 2110 2472 2543 2594 2721 2884 2981
59 69 518 900 1158 1325 1367 1480 1744 2069 2119 2406 2757 2883 2914 2966 3232
1330 1369 1712 2133 2206 2487 2596 2606 2612 2666 2726 2733 2754 2811 2948 3030
391 542 689 748 810 1716 1927 2006 2296 2340 2357 2514 2797 2887 2896 3226
256 410 799 1126 1377 1409 1518 1619 1829 2037 2303 2324 2472 2475 2874 2992
862 1522 1905
809 842 945
561 1001 2857
2132 2592 2905
217 401 1894
11 30 1860
210 1188 2418
1372 2273 2455
407 2537 2962
939 2401 2677
2521 3077 3173
1374 2250 2423
23 188 1320
472 714 2144
2727 2755 2887
1814 2824 2852
148 1695 1845
595 1059 2702
1879 2480 2578
17 411 559
146 783 2154
951 1391 1979
1507 1613 3106
642 882 2356

1008 1324 3125
196 1794 2474
1129 1544 2931
765 1681 2591
1550 1936 3048
1596 1607 2794
156 1053 2926
1246 1996 3179
348 752 1943

3.2.1.8.1.2.13 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.1.8.1.2.13-1 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

337 376 447 504 551 864 872 975 1136 1225 1254 1271 1429 1478 1870 2122
58 121 163 365 515 534 855 889 1083 1122 1190 1448 1476 1635 1691 1954
247 342 395 454 479 665 674 1033 1041 1198 1300 1484 1680 1941 2096 2121
80 487 500 513 661 970 1038 1095 1109 1133 1416 1545 1696 1992 2051 2089
32 101 205 413 568 712 714 944 1329 1669 1703 1826 1904 1908 2014 2097
142 201 491 838 860 954 960 965 997 1027 1225 1488 1502 1521 1737 1804
453 1184 1542
10 781 1709
497 903 1546
1080 1640 1861
1198 1616 1817
771 978 2089
369 1079 1348
980 1788 1987
1495 1900 2015
27 540 1070
200 1771 1962
863 988 1329
674 1321 2152
807 1458 1727
844 867 1628
227 546 1027
408 926 1413
361 982 2087
1247 1288 1392
1051 1070 1281
325 452 467
1116 1672 1833
21 236 1267
504 856 2123
398 775 1912
1056 1529 1701
143 930 1186
553 1029 1040
303 653 1308
877 992 1174
1083 1134 1355
298 404 709
970 1272 1799
296 1017 1873
105 780 1418
682 1247 1867

3.2.1.8.2 グループワイズインターリーブ

グループワイズインターリーブ用のテーブルを表 3.2.1.8.2.1.1.1-1～表 3.2.1.8.2.2.3-1 に示す。

3.2.1.8.2.1 Normal 符号

3.2.1.8.2.1.1 UC

3.2.1.8.2.1.1.1 QPSK用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.1.1-1 QPSK用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	61	34	19	99	8	191	142	0	28	0	170	0	101
1	174	148	150	59	96	12	64	1	130	1	114	1	151
2	188	1	132	95	33	188	171	2	35	2	164	2	138
3	71	81	162	50	136	158	48	3	98	3	106	3	135
4	82	29	61	122	55	173	177	4	180	4	0	4	116
5	17	78	147	15	111	48	24	5	119	5	188	5	152
6	4	8	43	144	66	75	6	6	183	6	105	6	86
7	179	112	86	6	162	146	84	7	60	7	45	7	118
8	139	33	16	129	51	113	12	8	128	8	143	8	24
9	66	12	118	36	21	15	187	9	14	9	149	9	169
10	44	31	42	175	12	51	44	10	134	10	175	10	40
11	99	107	119	159	160	119	120	11	2	11	115	11	186
12	178	24	27	165	81	132	11	12	75	12	102	12	89
13	33	57	46	35	161	161	33	13	148	13	107	13	95
14	1	28	87	182	28	91	188	14	190	14	79	14	80
15	149	92	151	181	44	189	126	15	122	15	100	15	168
16	28	27	32	189	38	142	25	16	43	16	174	16	133
17	115	111	187	29	133	93	136	17	173	17	147	17	108
18	46	30	115	2	132	120	180	18	187	18	25	18	142
19	68	122	152	115	163	29	156	19	87	19	162	19	8
20	112	36	15	91	68	156	49	20	186	20	19	20	124
21	104	173	116	41	91	101	61	21	54	21	75	21	159
22	159	32	78	60	30	100	73	22	29	22	23	22	38
23	155	124	188	160	9	22	116	23	53	23	110	23	122
24	51	6	114	51	17	165	70	24	102	24	14	24	184
25	108	144	66	106	71	65	119	25	165	25	84	25	177
26	101	187	20	168	141	98	105	26	146	26	145	26	66
27	182	145	65	173	82	153	87	27	112	27	57	27	44
28	95	106	161	20	78	127	138	28	11	28	161	28	31
29	90	168	17	138	50	74	14	29	101	29	66	29	79
30	56	67	133	183	26	39	181	30	16	30	154	30	2
31	83	117	23	70	105	80	21	31	34	31	31	31	59
32	185	181	166	24	1	38	67	32	65	32	11	32	29
33	126	60	104	127	125	130	161	33	181	33	82	33	120
34	181	11	101	47	155	148	128	34	42	34	17	34	148
35	135	42	92	5	31	81	27	35	46	35	16	35	50
36	171	99	137	119	139	13	68	36	85	36	24	36	105
37	9	7	163	171	182	24	7	37	151	37	136	37	46
38	42	44	121	102	41	125	42	38	188	38	191	38	32
39	189	89	174	135	144	0	45	39	153	39	182	39	54
40	59	143	167	116	88	174	9	40	103	40	88	40	112
41	118	178	105	156	103	140	26	41	13	41	173	41	178
42	41	40	172	120	170	124	123	42	170	42	62	42	85
43	5	82	82	105	126	5	175	43	1	43	47	43	117
44	137	136	33	117	177	68	117	44	133	44	90	44	63
45	34	76	160	136	0	3	5	45	168	45	29	45	126
46	88	79	34	149	190	104	140	46	97	46	74	46	125
47	0	70	57	128	83	136	160	47	143	47	125	47	14
48	81	0	177	85	98	63	190	48	99	48	10	48	33
49	18	174	12	46	4	162	127	49	189	49	86	49	127
50	21	35	58	186	127	106	113	50	57	50	116	50	90

51	123	131	135	113	152	8	183	51	125	51	148	51	181
52	144	39	91	73	43	25	94	52	25	52	36	52	56
53	168	61	127	103	25	182	30	53	69	53	97	53	154
54	86	98	52	52	119	178	125	54	20	54	137	54	74
55	50	53	7	82	64	90	89	55	124	55	69	55	104
56	22	150	81	89	151	96	88	56	90	56	111	56	64
57	151	86	107	184	40	79	69	57	58	57	32	57	185
58	37	14	185	22	36	168	135	58	109	58	138	58	162
59	89	10	170	185	110	172	186	59	100	59	64	59	68
60	121	180	51	155	113	128	103	60	88	60	68	60	72
61	13	189	99	125	37	64	86	61	6	61	3	61	83
62	148	165	191	133	117	69	137	62	31	62	41	62	121
63	153	190	38	37	13	102	149	63	149	63	43	63	91
64	74	126	83	27	63	45	43	64	64	64	185	64	42
65	177	121	186	10	171	66	182	65	175	65	146	65	145
66	150	157	97	137	67	86	66	66	24	66	101	66	94
67	161	55	69	76	87	155	144	67	23	67	56	67	150
68	120	87	4	12	104	163	100	68	62	68	120	68	21
69	25	52	31	98	172	6	31	69	129	69	109	69	189
70	27	167	143	148	116	152	166	70	77	70	37	70	71
71	65	41	37	109	19	164	53	71	117	71	21	71	170
72	114	9	173	42	34	108	76	72	104	72	22	72	149
73	72	156	49	16	121	9	83	73	84	73	99	73	5
74	73	72	70	190	150	111	110	74	152	74	83	74	119
75	64	68	77	84	143	16	124	75	160	75	158	75	102
76	140	100	63	94	102	177	77	76	172	76	39	76	16
77	160	130	179	97	14	53	0	77	158	77	127	77	99
78	85	43	90	25	75	94	114	78	52	78	190	78	28
79	96	141	142	11	158	85	179	79	68	79	28	79	25
80	164	97	55	88	106	72	146	80	15	80	141	80	26
81	15	123	3	166	24	32	91	81	162	81	165	81	171
82	119	140	60	131	73	147	176	82	40	82	157	82	129
83	191	172	155	48	159	184	78	83	135	83	51	83	153
84	169	108	88	161	109	117	172	84	191	84	177	84	191
85	180	186	35	65	129	30	178	85	142	85	159	85	36
86	128	139	96	9	93	54	35	86	41	86	184	86	19
87	146	160	79	8	187	34	57	87	161	87	124	87	48
88	58	102	80	58	46	70	132	88	32	88	55	88	161
89	8	49	138	56	112	149	145	89	92	89	129	89	27
90	36	134	182	124	134	157	32	90	113	90	130	90	58
91	186	23	149	68	76	109	79	91	78	91	189	91	81
92	100	46	128	54	42	73	85	92	94	92	94	92	37
93	26	185	21	3	84	41	29	93	178	93	8	93	188
94	54	38	153	169	168	131	52	94	144	94	123	94	103
95	116	21	95	146	94	187	108	95	138	95	65	95	62
96	105	135	136	87	16	185	133	96	3	96	142	96	53
97	39	83	75	108	157	18	164	97	118	97	81	97	13
98	62	155	30	110	97	4	155	98	72	98	77	98	167
99	70	153	64	121	167	150	60	99	106	99	2	99	183
100	60	162	59	163	70	92	104	100	120	100	171	100	47
101	47	64	154	57	15	143	131	101	123	101	155	101	69
102	67	103	106	90	62	14	58	102	10	102	85	102	164
103	31	77	120	100	107	115	157	103	145	103	166	103	163
104	63	158	113	66	130	20	38	104	86	104	15	104	60
105	77	166	139	49	39	50	129	105	167	105	4	105	146
106	158	54	28	61	54	26	82	106	141	106	48	106	10
107	23	58	14	178	6	83	20	107	147	107	44	107	157
108	131	47	74	18	18	36	81	108	166	108	181	108	75
109	76	149	2	7	176	58	134	109	63	109	160	109	166
110	75	4	72	28	92	169	3	110	12	110	27	110	97
111	154	50	1	67	22	107	153	111	159	111	167	111	179

112	91	15	125	13	89	129	95	112	45	112	117	112	176
113	172	151	6	32	72	121	163	113	156	113	163	113	9
114	97	62	84	34	183	43	34	114	56	114	40	114	6
115	163	101	169	86	79	103	121	115	79	115	168	115	82
116	125	25	93	153	147	21	75	116	27	116	71	116	76
117	157	75	67	112	95	139	39	117	61	117	46	117	144
118	6	176	183	63	188	52	46	118	157	118	58	118	49
119	170	137	181	43	52	167	19	119	83	119	98	119	0
120	103	56	50	164	123	19	2	120	81	120	139	120	52
121	143	154	140	132	149	2	71	121	44	121	50	121	155
122	133	175	71	118	60	40	97	122	30	122	76	122	55
123	7	65	165	93	186	116	165	123	139	123	93	123	84
124	113	18	159	38	122	181	13	124	185	124	78	124	182
125	129	147	189	39	128	61	102	125	184	125	178	125	73
126	145	142	145	17	146	141	4	126	0	126	6	126	130
127	49	171	29	154	35	17	92	127	150	127	33	127	70
128	93	66	108	170	77	33	141	128	115	128	60	128	87
129	147	118	117	81	131	11	154	129	121	129	42	129	180
130	80	48	102	141	48	135	17	130	38	130	133	130	77
131	92	26	109	191	29	1	63	131	5	131	153	131	147
132	102	177	171	152	100	37	107	132	95	132	134	132	96
133	166	114	56	111	137	123	99	133	140	133	150	133	134
134	184	71	190	188	90	180	98	134	7	134	176	134	140
135	19	110	180	147	69	137	130	135	37	135	186	135	3
136	132	182	54	180	148	77	147	136	76	136	135	136	65
137	29	13	0	75	181	166	143	137	137	137	35	137	39
138	130	169	164	72	153	183	122	138	169	138	38	138	110
139	156	69	73	26	27	82	150	139	89	139	34	139	12
140	10	96	131	177	165	23	118	140	171	140	80	140	141
141	53	127	157	126	45	56	72	141	47	141	121	141	115
142	175	105	26	179	189	88	112	142	26	142	156	142	114
143	167	184	41	55	86	67	41	143	19	143	61	143	139
144	165	93	111	1	74	176	28	144	136	144	5	144	23
145	43	164	45	143	11	76	54	145	131	145	180	145	45
146	122	170	36	45	120	35	115	146	179	146	73	146	156
147	35	73	94	21	53	71	170	147	22	147	132	147	4
148	98	20	9	40	156	105	173	148	174	148	128	148	1
149	45	152	141	123	57	87	15	149	164	149	92	149	158
150	94	84	103	23	32	78	101	150	114	150	59	150	109
151	142	85	123	162	175	171	16	151	108	151	70	151	107
152	79	159	184	77	85	55	185	152	71	152	118	152	61
153	127	59	158	62	180	62	47	153	105	153	30	153	131
154	117	179	62	134	142	44	111	154	163	154	13	154	34
155	190	90	22	158	178	57	90	155	96	155	172	155	123
156	87	161	13	176	191	97	55	156	9	156	131	156	143
157	124	120	18	31	5	122	36	157	110	157	95	157	92
158	24	109	8	69	56	112	189	158	50	158	140	158	7
159	173	138	176	114	138	59	40	159	55	159	1	159	98
160	30	94	130	142	135	27	106	160	91	160	152	160	136
161	57	128	44	19	124	99	174	161	49	161	113	161	57
162	111	88	85	96	179	84	169	162	21	162	119	162	190
163	134	37	168	101	20	10	56	163	67	163	89	163	132
164	16	115	146	71	114	134	151	164	126	164	183	164	174
165	11	22	48	30	10	42	18	165	80	165	9	165	20
166	141	51	76	140	108	118	152	166	59	166	67	166	18
167	107	129	178	187	115	144	167	167	66	167	103	167	165
168	40	3	122	92	184	49	59	168	177	168	52	168	51
169	69	80	129	80	7	28	8	169	111	169	87	169	43
170	110	163	68	79	80	126	1	170	93	170	122	170	35
171	109	74	124	0	145	95	22	171	154	171	54	171	88
172	78	116	112	104	173	7	148	172	73	172	63	172	15

173	12	125	25	53	99	110	162	173	74	173	179	173	41
174	187	19	156	145	164	186	37	174	39	174	18	174	173
175	20	95	11	139	166	114	96	175	116	175	112	175	128
176	32	132	89	14	47	151	168	176	82	176	96	176	172
177	106	16	110	33	174	145	50	177	18	177	151	177	22
178	14	91	98	74	2	175	80	178	107	178	108	178	17
179	48	104	126	157	185	138	109	179	51	179	187	179	67
180	38	188	40	150	65	133	139	180	4	180	20	180	160
181	183	183	24	44	3	31	62	181	48	181	12	181	100
182	152	2	100	172	58	179	10	182	8	182	49	182	78
183	52	113	5	151	49	89	93	183	132	183	7	183	187
184	176	146	47	64	59	46	159	184	176	184	169	184	137
185	55	17	148	78	101	160	23	185	17	185	91	185	113
186	3	63	144	130	140	170	51	186	33	186	144	186	106
187	2	45	175	83	118	60	191	187	127	187	26	187	93
188	162	119	39	167	169	154	65	188	70	188	72	188	111
189	136	5	134	4	154	159	158	189	182	189	126	189	175
190	138	191	53	107	61	47	184	190	155	190	104	190	11
191	84	133	10	174	23	190	74	191	36	191	53	191	30

3.2.1.8.2.1.1.2 16QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.1.2-1 16QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	135	133	111	1	7	56	124	155	85	152	132	140	124	
1	96	69	12	182	129	85	153	188	130	87	104	8	153	
2	68	28	128	125	12	9	30	123	97	170	56	176	30	
3	188	111	16	0	138	118	150	132	78	33	148	13	150	
4	29	127	96	121	79	38	137	15	36	48	84	41	137	
5	55	5	24	47	126	182	65	79	101	95	176	165	65	
6	0	97	14	63	96	80	59	59	119	2	154	27	59	
7	45	42	23	154	82	116	178	119	169	184	189	109	178	
8	122	9	37	76	31	96	131	66	112	145	106	121	131	
9	117	160	121	99	124	47	104	68	76	51	96	153	104	
10	143	139	21	82	58	69	40	41	94	94	147	58	40	
11	190	135	167	163	135	176	4	175	175	164	10	181	4	
12	98	138	61	102	125	49	74	184	20	38	8	143	74	
13	41	130	29	166	43	180	33	78	99	90	60	164	33	
14	146	86	117	28	76	8	163	142	21	158	125	103	163	
15	187	94	126	189	29	72	19	32	138	70	101	115	19	
16	99	75	123	56	118	44	82	54	38	124	41	91	82	
17	31	15	45	67	137	154	130	111	1	128	6	66	130	
18	169	21	122	54	50	177	97	139	122	66	120	60	97	
19	95	73	148	39	32	101	108	134	47	111	54	189	108	
20	23	89	79	40	123	35	71	95	53	79	66	101	71	
21	65	59	106	185	171	125	107	34	148	42	82	4	107	
22	74	76	94	184	88	17	164	161	104	45	17	14	164	
23	128	17	161	65	68	34	58	150	73	141	45	102	58	
24	141	64	5	179	117	121	17	58	33	83	135	45	17	
25	59	152	26	4	52	37	114	141	86	73	150	124	114	
26	47	55	151	91	149	170	7	74	93	57	70	104	7	
27	163	106	91	87	46	174	90	112	151	119	133	159	90	
28	27	34	72	137	26	78	11	121	34	20	109	130	11	
29	119	2	42	170	143	4	149	99	158	67	35	133	149	
30	48	163	186	98	11	27	38	178	189	31	131	135	38	
31	26	187	137	71	95	10	142	179	115	179	88	77	142	
32	83	170	76	169	101	65	111	57	95	123	13	25	111	
33	3	52	15	49	161	6	42	90	69	183	124	59	42	
34	8	1	149	73	74	25	68	80	13	26	9	180	68	

35	81	174	13	37	169	15	37	21	188	188	175	141	37
36	24	45	1	11	67	33	94	11	9	15	23	144	94
37	102	99	166	143	54	169	48	29	44	163	166	62	48
38	107	57	69	150	141	188	36	67	117	1	18	114	36
39	93	105	145	123	110	46	62	104	125	133	156	182	62
40	69	4	49	93	130	93	20	52	108	105	30	134	20
41	86	35	85	62	13	36	172	87	32	72	24	148	172
42	170	119	158	3	65	129	45	38	37	81	85	11	45
43	158	31	157	50	1	152	157	81	105	153	113	20	157
44	125	114	110	26	107	59	35	181	70	69	14	125	35
45	92	155	107	140	81	167	41	160	48	182	110	83	41
46	89	67	105	178	100	122	115	176	3	101	50	162	115
47	136	156	47	95	165	184	70	16	191	180	157	75	70
48	91	8	48	183	78	54	118	71	110	185	62	126	118
49	166	88	11	33	150	148	78	13	111	190	58	67	78
50	73	103	82	21	86	42	76	186	166	77	63	9	76
51	88	172	3	53	48	40	160	171	26	6	107	178	160
52	112	149	27	112	24	134	101	9	40	127	39	171	101
53	50	58	7	128	106	189	128	170	24	138	163	152	128
54	137	166	179	118	30	28	50	2	57	75	12	166	50
55	82	37	35	120	170	87	179	177	139	59	187	69	179
56	71	164	95	106	17	70	53	0	56	24	47	174	53
57	44	189	90	139	80	144	92	88	55	175	145	15	92
58	56	71	97	32	187	161	75	149	5	30	36	80	75
59	43	30	63	130	62	185	147	190	159	186	46	168	147
60	49	72	75	173	133	29	138	69	141	139	21	131	138
61	80	148	173	132	51	173	55	33	137	56	78	95	55
62	18	38	130	156	89	166	6	183	51	100	149	56	6
63	35	98	124	119	103	146	123	146	123	176	75	48	123
64	75	176	125	83	93	67	57	61	135	147	3	63	57
65	53	185	83	176	10	57	117	117	61	189	172	82	117
66	174	182	154	159	37	187	27	113	165	116	153	147	27
67	177	134	60	13	148	76	81	6	92	131	115	51	81
68	20	95	92	145	73	19	105	96	19	25	92	108	105
69	90	173	160	36	71	71	8	120	89	5	74	52	8
70	38	78	39	30	120	50	173	162	116	16	185	30	173
71	111	48	8	113	180	158	1	23	102	117	34	139	1
72	84	96	87	2	92	94	86	53	39	74	105	22	86
73	15	26	34	41	140	24	146	140	43	50	20	37	146
74	13	151	0	147	179	43	177	91	170	171	22	173	177
75	9	167	120	174	121	133	132	128	187	114	80	112	132
76	131	159	28	94	131	98	129	46	66	76	76	191	129
77	161	175	144	88	14	149	23	93	60	44	136	98	23
78	173	74	102	92	159	119	100	174	177	107	138	116	100
79	147	53	172	60	9	61	73	126	28	135	127	149	73
80	21	162	93	165	56	90	28	159	79	71	53	167	28
81	164	110	147	59	36	3	91	133	67	181	119	142	91
82	129	54	52	25	177	179	191	8	118	13	29	29	191
83	85	49	191	161	115	2	46	152	75	43	103	154	46
84	4	83	25	100	21	68	139	103	121	122	99	92	139
85	172	79	80	85	122	12	16	102	128	78	184	94	16
86	138	171	146	81	44	111	110	151	150	4	158	71	110
87	62	90	53	61	2	138	166	143	83	58	77	117	166
88	114	61	135	138	4	109	44	100	59	35	26	79	44
89	25	100	116	48	34	141	18	4	96	63	16	122	18
90	165	150	44	177	147	103	119	180	171	187	177	129	119
91	155	121	134	77	163	13	186	166	156	98	169	24	186
92	115	43	31	6	87	66	103	55	124	37	65	81	103
93	148	66	133	22	20	112	69	164	190	169	128	105	69
94	160	144	36	16	5	147	174	18	182	148	40	97	174
95	171	44	176	43	168	21	122	49	11	7	2	137	122

96	7	132	66	115	33	135	10	62	91	10	126	128	10
97	22	188	171	23	63	20	127	20	45	49	69	1	127
98	79	115	142	12	25	7	99	83	183	80	142	113	99
99	179	41	88	66	134	139	158	7	14	161	81	170	158
100	33	25	139	70	40	162	112	187	68	167	79	119	112
101	149	80	38	9	175	55	72	153	173	28	160	7	72
102	77	13	189	164	166	110	9	64	176	142	28	158	9
103	153	104	81	122	185	39	31	37	46	46	7	76	31
104	78	161	113	58	108	26	29	144	107	97	38	19	29
105	189	65	140	105	173	106	22	185	12	92	73	183	22
106	2	116	56	69	61	97	176	19	64	121	72	68	176
107	52	14	40	42	155	114	183	114	147	112	159	31	183
108	116	158	98	38	90	123	60	25	72	88	1	50	60
109	134	51	43	19	104	91	77	116	41	102	15	118	77
110	19	117	19	24	172	100	80	12	7	106	188	33	80
111	5	60	165	180	53	18	3	173	106	173	152	72	3
112	60	190	22	175	41	150	64	122	84	19	86	55	64
113	40	140	78	74	0	178	56	127	23	27	49	65	56
114	64	186	159	160	116	108	43	89	42	41	55	146	43
115	42	123	109	34	114	126	88	115	98	172	112	185	88
116	120	40	86	101	111	75	93	75	35	91	129	111	93
117	58	122	118	72	156	62	39	101	8	191	61	145	39
118	100	102	73	114	66	99	152	189	157	34	97	28	152
119	94	128	46	142	97	89	83	124	58	118	164	21	83
120	51	107	84	20	109	168	66	157	74	108	102	177	66
121	140	183	112	8	127	88	84	108	113	136	116	160	84
122	70	11	141	15	70	175	2	28	155	166	118	32	2
123	32	146	168	190	91	0	113	165	31	155	186	61	113
124	67	10	55	144	57	95	0	163	126	96	87	70	0
125	151	68	183	104	8	77	12	65	65	3	33	106	12
126	17	0	10	79	136	11	143	168	30	165	174	156	143
127	63	84	138	172	83	48	170	77	140	103	64	78	170
128	1	36	129	148	98	191	25	82	127	84	94	132	25
129	178	143	187	31	113	102	21	27	134	109	108	88	21
130	54	153	170	168	99	171	184	137	149	104	165	184	184
131	191	93	169	10	186	41	171	86	54	53	179	35	171
132	34	33	41	107	132	5	89	22	22	23	44	5	89
133	168	50	17	14	60	74	134	110	186	0	167	53	134
134	123	101	104	35	162	86	154	63	129	178	32	138	154
135	14	7	177	52	178	128	14	148	90	17	114	47	14
136	184	27	2	134	23	181	180	158	17	86	43	100	180
137	28	137	119	126	157	53	5	97	133	9	93	10	5
138	101	120	51	167	28	22	120	31	153	168	168	42	120
139	72	191	155	149	16	105	156	105	179	134	134	36	156
140	118	165	77	116	3	140	168	135	144	110	190	175	168
141	113	131	190	186	69	45	165	98	146	18	27	93	165
142	30	18	115	17	6	16	106	44	168	32	25	120	106
143	97	70	153	162	72	73	148	70	88	146	144	190	148
144	109	112	59	151	55	104	145	182	103	129	89	16	145
145	61	154	68	5	184	30	140	191	131	159	98	123	140
146	121	169	57	136	84	143	63	17	71	55	100	87	63
147	132	92	33	55	181	79	24	156	164	154	182	54	24
148	181	29	127	44	188	84	116	129	52	126	91	186	116
149	10	136	20	110	152	145	95	39	162	40	67	18	95
150	36	12	67	158	142	142	161	136	145	151	183	57	161
151	176	157	178	46	153	164	144	169	143	174	173	84	144
152	46	47	74	191	75	117	15	3	80	60	90	99	15
153	39	19	136	29	85	23	102	145	50	52	52	12	102
154	144	181	152	153	128	31	188	154	136	22	121	163	188
155	133	147	9	155	145	159	162	109	152	149	151	157	162
156	124	180	4	117	139	51	13	76	25	156	137	188	13

157	16	141	62	188	164	136	87	5	154	113	0	64	87
158	110	142	32	131	27	157	190	10	184	143	130	38	190
159	106	126	175	97	47	107	155	106	163	11	143	26	155
160	186	118	174	146	15	58	34	35	18	93	4	2	34
161	139	129	30	103	105	156	125	94	27	62	111	136	125
162	156	124	65	78	39	165	136	172	178	177	5	40	136
163	180	3	6	109	77	83	151	45	174	64	171	169	151
164	142	177	58	129	112	155	52	51	77	61	57	90	52
165	37	62	185	57	119	1	32	60	49	160	71	107	32
166	103	16	156	111	167	163	49	42	0	150	122	46	49
167	145	22	162	45	146	113	185	50	185	65	181	172	185
168	11	179	70	68	158	81	61	72	29	130	59	49	61
169	182	39	101	157	64	82	133	85	62	82	42	6	133
170	185	145	108	84	35	127	126	40	15	29	117	39	126
171	183	85	188	141	182	137	169	118	161	115	146	44	169
172	154	32	71	89	22	64	79	36	100	137	155	150	79
173	130	168	114	64	191	186	121	14	87	36	11	85	121
174	105	77	54	7	189	124	182	130	4	8	19	0	182
175	157	6	184	108	19	160	159	131	167	157	180	17	159
176	150	23	100	152	18	120	85	138	63	54	51	127	85
177	87	125	163	75	59	52	51	43	2	89	123	155	51
178	12	82	180	18	151	151	181	48	181	99	68	110	181
179	159	113	164	96	160	190	187	125	180	120	170	34	187
180	152	20	132	133	94	92	167	84	132	68	31	96	167
181	104	109	131	171	38	32	54	24	16	21	141	74	54
182	108	24	99	86	102	153	67	26	81	140	191	86	67
183	167	178	150	181	144	60	189	1	172	14	162	187	189
184	57	46	181	127	174	172	135	56	120	39	48	89	135
185	162	81	50	27	42	63	141	107	82	132	37	151	141
186	126	108	64	124	190	183	96	92	109	125	161	43	96
187	175	63	182	187	154	130	26	147	160	12	178	179	26
188	66	56	103	135	183	131	47	47	10	85	140	161	47
189	127	87	18	80	49	14	109	30	114	162	139	73	109
190	6	91	143	51	176	115	175	73	142	47	95	23	175
191	76	184	89	90	45	132	98	167	6	144	83	3	98

3.2.1.8.2.1.1.3 64QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.1.3-1 64QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	10	29	8	83	17	37	157	77	42	62	92	84	133	
1	61	129	165	23	84	58	20	102	168	68	132	51	96	
2	30	107	180	24	125	107	116	16	36	138	39	171	46	
3	88	59	182	125	70	96	115	42	37	168	44	81	148	
4	33	63	189	30	134	139	49	72	152	55	190	191	78	
5	60	138	61	107	63	138	178	178	118	35	21	127	109	
6	1	30	7	92	68	77	148	62	14	104	70	113	149	
7	102	21	140	104	162	21	152	3	83	126	146	65	161	
8	45	144	105	120	61	144	174	78	105	58	48	181	55	
9	103	109	78	100	31	109	130	53	131	176	13	70	39	
10	119	125	86	68	74	125	171	142	26	20	17	111	183	
11	181	153	75	59	137	153	81	137	120	185	187	76	54	
12	82	34	15	101	7	33	60	67	92	125	119	4	186	
13	112	82	28	189	138	50	146	30	130	9	43	133	73	
14	12	122	82	135	5	122	182	130	158	95	94	119	150	
15	67	157	1	148	60	157	72	56	132	27	157	154	180	
16	69	74	136	160	76	93	46	125	49	163	150	57	189	
17	171	149	130	97	105	29	22	179	72	59	98	146	190	
18	108	35	35	136	160	65	93	86	137	66	96	129	22	

19	26	96	24	184	12	67	101	117	100	144	47	15	135
20	145	134	70	165	114	134	9	20	88	94	86	142	12
21	156	184	152	153	81	184	55	106	24	130	63	143	80
22	81	147	121	150	155	147	40	145	53	170	152	189	42
23	152	26	11	7	112	26	163	25	142	84	158	132	130
24	8	28	36	50	153	28	118	47	110	65	84	44	164
25	16	22	66	12	191	22	30	129	102	136	170	184	70
26	68	12	83	66	82	12	52	22	74	53	81	89	126
27	13	78	57	42	148	129	181	181	188	155	7	134	107
28	99	18	164	18	118	18	151	13	113	172	62	168	57
29	183	51	111	79	108	152	31	35	121	97	191	176	67
30	146	31	137	85	58	73	87	140	12	110	174	106	15
31	27	116	128	121	159	56	117	61	173	173	99	170	157
32	158	83	175	137	43	55	120	69	5	49	116	68	52
33	147	70	156	116	161	174	82	32	126	10	10	74	88
34	132	61	151	86	149	118	95	100	127	23	85	109	5
35	118	102	48	31	96	102	190	121	3	122	113	95	23
36	180	32	44	80	71	30	23	41	93	61	135	19	123
37	120	11	147	8	30	11	36	23	46	159	28	164	66
38	173	176	18	58	145	176	67	173	164	127	53	40	53
39	59	180	64	129	174	180	62	31	109	12	122	23	147
40	186	137	184	128	67	137	14	165	151	108	83	131	177
41	49	90	42	33	77	90	167	73	2	120	141	144	60
42	7	33	159	124	47	68	80	94	98	116	77	58	131
43	17	186	3	187	94	31	27	2	153	64	23	60	108
44	35	39	6	98	48	39	24	21	116	169	131	56	171
45	104	50	162	3	156	95	43	119	89	174	4	75	191
46	129	182	170	132	151	182	94	170	101	51	40	14	44
47	75	189	98	161	141	189	0	120	136	32	168	72	140
48	54	5	101	27	131	5	63	6	35	72	129	91	98
49	72	71	29	90	176	48	5	71	80	67	109	93	154
50	18	148	102	11	183	148	74	163	0	71	51	27	37
51	48	101	21	82	41	101	78	34	133	82	130	25	118
52	15	178	188	71	35	178	158	24	183	70	188	2	176
53	177	121	79	93	83	121	88	186	162	178	147	177	92
54	191	119	138	91	164	62	84	19	185	33	29	120	124
55	51	151	45	78	55	53	109	97	56	13	50	73	138
56	24	54	124	186	169	57	147	114	17	37	26	139	132
57	93	99	118	1	98	99	112	89	87	56	78	152	167
58	106	1	155	28	187	1	124	68	117	139	148	63	173
59	22	97	125	130	124	97	110	43	184	147	164	43	13
60	71	132	34	141	100	44	21	116	54	39	167	122	79
61	29	45	27	126	54	64	47	132	70	129	103	59	32
62	141	141	5	94	104	141	45	141	176	99	36	1	145
63	32	126	97	157	40	126	68	153	91	86	134	121	14
64	143	179	109	170	2	179	184	112	134	160	2	104	113
65	128	72	145	48	72	186	70	90	51	145	177	67	30
66	175	16	54	122	8	16	1	133	38	41	20	108	2
67	86	158	56	181	85	158	66	9	73	157	123	153	0
68	190	87	126	88	182	87	149	83	165	134	27	96	165
69	74	105	187	84	103	105	105	128	99	166	90	24	182
70	36	187	16	5	6	187	140	26	169	88	176	159	153
71	43	103	149	67	37	103	170	150	43	171	5	12	24
72	144	118	160	103	107	82	56	101	167	36	33	61	144
73	46	38	178	144	39	38	98	37	86	73	133	62	87
74	63	130	23	89	42	130	135	74	11	131	189	41	82
75	65	0	141	10	123	0	61	105	144	93	138	174	75
76	133	24	30	110	57	24	79	103	78	133	76	101	141
77	31	7	117	70	106	7	123	50	58	121	41	182	89
78	87	75	25	102	13	80	166	138	64	11	89	28	137
79	44	58	69	163	150	46	185	154	13	52	35	5	33

80	20	98	116	73	129	98	41	18	119	2	72	110	100
81	117	106	131	25	46	106	108	131	33	184	139	190	106
82	76	163	94	39	109	163	122	15	166	181	32	166	128
83	187	117	65	72	188	117	92	144	6	101	73	105	168
84	80	152	191	38	45	76	16	64	75	5	68	37	29
85	101	164	99	174	113	164	26	127	31	0	67	90	36
86	151	167	181	41	44	27	37	136	15	21	101	39	172
87	47	113	185	151	90	113	177	177	28	161	166	48	11
88	130	177	115	168	20	177	173	93	125	6	93	86	111
89	116	143	67	138	165	143	113	152	148	15	54	47	68
90	162	93	93	53	142	35	136	107	27	14	52	123	16
91	127	108	106	6	110	108	89	87	114	83	42	137	10
92	153	135	38	156	22	135	162	148	82	146	110	107	34
93	100	190	71	75	28	190	85	176	45	60	59	128	188
94	94	92	76	32	173	92	54	96	55	90	8	3	35
95	2	55	113	171	38	171	39	1	191	191	179	162	160
96	41	139	132	34	52	60	73	60	160	25	34	115	77
97	138	161	172	112	16	161	58	160	115	141	171	118	83
98	125	66	103	106	34	69	131	124	1	188	143	55	178
99	131	145	95	36	0	145	134	88	69	128	137	77	58
100	11	9	92	26	3	9	188	126	187	74	9	94	59
101	50	57	107	180	144	167	127	149	122	150	126	9	7
102	40	162	4	81	27	49	3	108	177	63	155	26	56
103	21	170	163	155	49	170	164	38	32	115	108	161	110
104	184	133	139	51	139	133	13	48	172	48	142	155	104
105	167	154	72	55	177	154	132	51	52	142	120	148	61
106	172	124	157	37	132	124	129	40	112	92	163	36	76
107	85	131	0	14	184	131	179	187	171	19	12	17	85
108	160	36	12	115	25	36	25	28	124	4	3	103	121
109	105	166	52	154	87	166	18	57	180	102	75	178	93
110	73	86	68	96	152	86	57	139	85	183	159	135	19
111	38	3	88	13	119	3	32	14	150	54	107	149	134
112	157	13	161	183	158	13	119	188	7	107	65	183	179
113	53	175	183	29	78	175	111	158	57	137	128	165	155
114	39	185	39	60	186	83	53	80	60	124	87	10	163
115	97	53	14	140	167	63	155	172	94	189	6	22	115
116	107	181	32	74	97	181	28	33	181	87	22	30	185
117	165	136	49	65	24	136	107	175	29	3	57	71	125
118	168	168	19	9	99	168	133	135	97	148	100	163	112
119	89	146	77	164	69	146	144	155	128	103	24	187	71
120	148	42	174	87	120	54	19	55	19	43	64	54	8
121	126	110	47	113	122	110	160	44	149	46	106	82	119
122	3	165	154	133	133	165	71	147	175	143	117	66	18
123	4	56	17	61	163	115	186	123	50	114	19	88	47
124	114	6	134	142	21	6	153	7	140	85	58	53	151
125	161	100	133	175	51	100	103	146	10	77	95	185	26
126	155	114	51	47	101	42	2	39	174	29	74	80	103
127	182	65	120	20	185	74	12	95	68	44	180	112	122
128	136	41	74	52	111	41	91	59	59	112	125	29	9
129	149	183	177	95	26	183	106	29	39	113	136	150	170
130	111	142	41	134	18	142	64	27	106	164	186	21	146
131	98	89	108	166	10	89	175	17	44	135	154	145	99
132	113	115	142	57	33	71	75	49	62	75	121	11	49
133	139	68	143	54	170	61	189	110	71	119	161	138	72
134	92	52	13	77	95	151	128	63	18	182	88	125	102
135	109	172	26	191	65	172	142	171	107	45	37	8	31
136	174	79	59	123	14	132	187	115	156	175	114	180	40
137	185	37	100	177	130	34	76	12	159	91	102	175	43
138	95	62	123	131	157	66	180	45	146	40	105	117	158
139	56	2	55	2	59	2	34	58	48	158	160	13	142
140	135	150	158	169	115	150	59	84	81	156	80	83	4

141	37	127	62	159	127	127	169	36	111	177	185	157	69
142	163	19	104	35	92	19	90	157	96	186	82	87	139
143	154	159	148	152	56	159	11	164	103	18	124	179	28
144	0	77	135	40	1	52	172	92	34	81	184	34	174
145	96	44	9	149	80	79	97	81	161	42	15	7	101
146	78	23	179	118	66	23	141	189	141	111	16	141	84
147	122	48	53	43	126	114	38	168	154	26	18	97	129
148	5	188	176	173	178	188	191	79	76	89	118	114	156
149	179	14	33	188	147	14	17	174	61	69	173	151	74
150	140	27	169	62	75	75	114	82	135	109	151	52	62
151	83	80	129	119	179	81	126	85	20	98	11	0	91
152	123	112	186	176	171	112	145	70	84	132	91	102	159
153	77	8	43	190	53	8	83	46	77	79	79	130	41
154	9	4	167	127	146	4	143	169	108	153	46	147	38
155	19	17	87	172	88	17	125	182	23	167	140	169	45
156	66	76	119	63	4	47	121	10	145	100	127	92	136
157	42	60	84	0	128	51	10	8	182	17	1	98	169
158	137	94	90	105	121	94	44	183	170	140	169	32	21
159	14	104	150	56	86	104	137	190	139	34	0	50	51
160	23	191	20	76	117	191	86	191	157	149	61	188	181
161	159	85	10	167	19	85	29	180	47	162	66	16	97
162	189	95	122	49	23	59	104	111	9	31	45	136	166
163	110	25	114	139	168	25	154	185	63	30	162	126	175
164	142	120	80	146	181	120	168	162	123	1	149	100	90
165	84	64	50	114	11	185	65	4	138	179	115	45	27
166	169	81	146	99	102	119	159	11	155	16	144	156	86
167	166	160	144	22	93	160	15	166	79	165	30	186	65
168	52	15	96	45	73	15	99	91	4	76	25	79	105
169	91	169	171	64	140	169	35	99	30	96	175	35	143
170	164	10	40	185	89	10	50	52	143	123	153	116	127
171	28	91	73	19	136	91	48	134	25	78	183	158	17
172	124	123	81	111	9	123	138	98	90	105	60	64	6
173	121	155	168	182	180	155	96	151	66	154	38	18	116
174	70	67	112	15	62	45	100	54	147	80	31	42	94
175	115	171	190	178	36	32	102	161	186	57	111	124	117
176	90	140	37	162	79	140	7	66	179	22	182	85	48
177	170	128	173	69	91	128	42	5	129	187	49	160	50
178	58	20	46	158	190	20	156	118	21	24	55	140	25
179	6	111	110	143	143	111	8	159	65	190	145	173	64
180	178	174	60	4	29	78	4	113	41	47	56	78	95
181	176	49	85	117	154	72	69	184	95	151	181	99	63
182	64	43	153	145	32	43	183	109	67	28	104	6	184
183	188	40	2	16	64	40	51	167	22	50	14	31	152
184	57	88	63	17	166	88	165	143	163	117	71	38	120
185	34	69	91	147	116	149	6	156	190	152	178	172	1
186	79	73	127	44	15	70	150	75	16	7	112	46	187
187	62	84	89	21	189	84	77	104	8	106	172	49	162
188	25	47	31	179	175	116	161	76	104	118	165	33	114
189	134	46	58	46	50	162	33	0	189	180	69	69	3
190	150	173	22	108	135	173	176	65	40	38	97	167	81
191	55	156	166	109	172	156	139	122	178	8	156	20	20

3. 2. 1. 8. 2. 1. 1. 4 256QAM用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 1. 1. 4-1 256QAM用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	112	72	24	61	41	9	21	179	91	99	105	16	118
1	121	32	132	110	71	5	36	91	117	59	107	133	61
2	22	158	10	123	118	13	6	101	19	95	136	14	19

3	152	84	31	127	0	50	104	128	59	50	42	114	39
4	56	105	8	148	7	156	24	169	62	122	29	145	116
5	18	181	154	162	101	80	123	69	116	15	124	191	120
6	42	63	34	131	106	30	0	185	9	144	94	53	54
7	28	16	47	71	55	150	162	35	125	6	46	80	124
8	21	111	106	176	11	18	56	156	139	129	47	166	26
9	3	87	42	22	38	84	96	168	104	36	41	68	142
10	132	112	117	157	96	54	101	132	157	175	160	21	47
11	25	185	158	0	66	87	3	163	191	159	112	184	190
12	52	120	121	151	115	40	183	46	119	165	119	73	117
13	149	74	164	155	5	140	74	28	43	35	159	165	35
14	35	176	136	112	123	12	107	5	178	182	27	147	187
15	145	14	35	189	75	169	146	41	180	181	180	89	100
16	120	81	3	36	124	1	84	162	66	189	89	180	0
17	128	79	131	181	47	65	76	112	78	29	129	55	36
18	72	34	90	10	87	90	29	108	120	2	144	135	67
19	125	128	123	46	155	99	73	130	190	115	23	94	141
20	103	163	130	133	162	21	120	153	86	91	166	189	128
21	173	64	168	75	191	94	68	79	11	41	155	78	185
22	46	161	126	80	111	20	134	118	61	60	122	103	82
23	5	146	64	88	187	158	113	102	135	160	102	115	188
24	96	42	142	6	21	27	90	125	115	51	16	72	129
25	75	26	63	165	58	168	2	176	17	106	123	24	66
26	6	191	85	97	1	19	81	71	103	168	113	105	11
27	27	173	162	54	147	128	155	20	75	173	133	188	24
28	124	60	87	31	130	57	79	115	53	20	142	84	149
29	180	3	75	174	61	151	133	98	37	138	75	148	111
30	169	41	65	49	15	37	177	124	101	183	157	85	69
31	47	162	49	139	88	36	26	75	92	70	7	32	56
32	69	23	40	98	84	15	46	103	136	24	79	1	110
33	48	44	69	4	94	45	57	21	97	127	104	131	22
34	98	38	57	170	140	59	70	164	151	47	132	34	135
35	158	24	46	26	107	136	117	173	181	5	116	134	171
36	117	149	181	50	48	4	137	9	188	119	135	41	147
37	106	172	79	16	105	2	173	36	167	171	137	167	179
38	11	88	21	141	172	106	152	56	162	102	162	81	127
39	137	104	103	187	173	160	156	134	143	135	178	54	63
40	80	21	101	13	127	83	55	24	94	116	52	142	64
41	53	118	115	109	98	48	87	16	124	156	66	141	89
42	34	91	60	106	100	103	166	159	54	120	164	75	28
43	7	184	76	120	133	78	140	34	126	105	24	155	73
44	76	70	81	72	154	173	186	15	6	117	115	122	33
45	151	85	110	32	57	33	8	42	31	136	174	140	121
46	153	142	61	63	68	172	149	104	144	149	53	13	2
47	13	25	1	59	131	186	179	54	179	128	146	17	44
48	140	159	7	79	33	24	71	120	84	85	19	8	45
49	94	186	77	172	70	164	65	76	67	46	120	23	85
50	85	148	38	83	8	181	131	60	12	186	2	61	12
51	71	96	143	100	122	35	22	33	107	113	61	49	161
52	65	188	26	92	170	183	94	127	7	73	151	51	144
53	31	190	55	24	44	72	175	88	172	103	1	74	7
54	63	61	56	56	31	73	4	133	79	52	69	181	62
55	41	123	160	130	148	176	165	137	16	82	18	162	182
56	139	169	114	167	63	161	60	61	3	89	111	143	71
57	50	136	89	81	51	119	66	19	30	184	82	42	78
58	109	33	96	103	190	76	18	3	110	22	45	71	134
59	179	109	148	111	142	125	1	170	122	185	26	123	58
60	12	54	108	158	78	121	139	87	29	155	59	161	6
61	99	101	53	159	23	124	80	190	82	125	171	177	143
62	0	7	30	153	30	16	118	13	185	133	175	110	125
63	115	19	93	175	77	174	115	141	145	37	165	149	8

64	123	145	118	8	86	66	62	188	34	27	109	126	9
65	62	137	112	41	35	34	91	106	106	10	101	0	80
66	86	107	172	136	81	177	59	113	168	137	153	63	38
67	138	82	173	70	92	137	89	67	102	76	22	178	51
68	127	121	32	33	157	46	23	145	166	12	148	35	50
69	183	90	179	45	16	44	114	146	100	98	32	175	163
70	167	144	73	84	95	126	159	111	141	148	145	186	53
71	163	187	71	150	179	116	122	74	186	109	172	52	180
72	87	180	67	39	91	69	48	89	14	42	11	43	130
73	95	8	0	166	93	41	38	62	65	16	54	139	139
74	77	132	37	164	39	145	148	175	137	190	62	112	169
75	136	114	78	99	64	3	178	49	68	84	173	10	108
76	178	65	185	126	10	114	109	32	90	94	163	40	74
77	133	29	83	190	85	132	7	99	85	97	99	150	31
78	14	51	54	134	104	32	170	93	13	25	150	182	20
79	142	103	80	40	169	7	189	107	146	11	179	164	189
80	10	139	19	87	34	105	31	171	132	88	76	64	105
81	19	141	92	64	73	31	52	66	49	166	84	83	79
82	122	55	166	154	139	56	110	80	64	131	57	174	101
83	45	108	99	140	166	134	116	155	159	48	138	38	140
84	111	68	16	116	167	155	167	100	111	161	28	47	152
85	131	0	169	184	4	135	99	152	56	65	83	30	42
86	79	124	165	115	183	108	105	4	147	9	17	2	46
87	91	170	159	183	24	93	191	10	149	8	149	116	148
88	20	18	97	30	20	89	92	126	51	58	100	25	115
89	134	143	33	35	116	167	145	109	48	56	103	128	104
90	29	177	84	7	82	81	49	181	50	124	51	160	119
91	59	2	113	42	40	190	77	154	77	68	13	144	172
92	160	22	134	146	138	131	185	105	118	54	139	99	162
93	105	179	43	86	56	127	45	48	184	3	20	5	153
94	64	166	6	58	150	102	163	136	129	169	177	187	41
95	184	53	174	12	177	88	169	161	150	146	3	176	23
96	135	6	86	14	45	62	44	183	70	87	91	82	109
97	150	99	104	149	126	49	53	97	24	108	67	60	84
98	74	73	146	89	161	163	180	31	63	110	81	18	87
99	38	12	153	179	120	170	69	12	108	121	86	185	137
100	24	43	88	128	185	53	164	8	80	163	147	104	136
101	51	69	94	160	117	63	54	184	4	57	106	169	96
102	33	129	137	95	14	38	172	47	130	90	49	39	106
103	68	183	175	171	175	178	144	142	2	100	170	183	191
104	49	71	25	74	119	0	37	18	21	66	128	137	97
105	166	39	45	25	99	77	19	14	28	49	118	22	72
106	165	165	119	29	112	188	32	117	140	61	90	109	21
107	101	171	107	119	74	22	13	73	160	178	114	96	99
108	61	28	182	143	69	180	86	84	23	18	182	151	95
109	189	92	109	178	9	185	111	70	183	7	31	46	13
110	67	189	13	28	76	191	157	68	32	28	152	33	146
111	185	119	145	21	26	153	14	0	176	67	168	29	160
112	17	113	28	23	53	61	67	23	96	13	85	65	65
113	81	20	58	90	146	129	10	96	158	32	191	132	77
114	171	151	82	188	90	144	143	165	131	34	65	95	48
115	104	59	152	96	129	39	127	29	40	86	30	31	90
116	118	46	189	173	125	138	135	122	121	153	183	136	107
117	130	66	27	93	135	166	16	81	173	112	68	159	93
118	113	102	52	147	89	14	150	17	45	63	126	170	98
119	100	182	12	191	168	154	121	131	15	43	190	168	177
120	15	153	124	18	62	82	88	44	69	164	37	67	25
121	147	94	11	62	43	29	106	157	58	132	127	79	83
122	102	140	120	2	37	110	33	26	35	118	9	93	174
123	93	115	51	132	28	146	181	25	22	93	12	111	157
124	168	174	17	20	29	123	160	189	105	38	63	90	5

125	146	125	111	11	17	60	39	83	165	39	64	97	114
126	54	127	14	17	18	187	132	178	174	17	0	113	37
127	114	116	149	135	158	11	130	37	156	154	161	92	183
128	107	31	41	152	52	162	41	123	39	170	125	76	40
129	23	47	129	67	103	25	30	82	57	81	93	58	81
130	73	156	170	73	83	157	63	191	99	141	56	127	94
131	36	147	39	108	3	52	124	39	33	191	44	26	103
132	190	135	116	76	13	91	138	7	134	152	34	27	166
133	177	48	167	91	110	118	15	72	72	111	108	156	70
134	57	110	68	156	188	133	102	160	189	188	77	3	164
135	162	160	180	104	186	17	147	64	170	147	169	6	181
136	84	89	44	48	121	28	20	143	47	180	36	28	75
137	9	86	2	121	59	10	128	149	25	75	121	77	16
138	108	40	141	94	136	130	174	138	133	72	130	125	186
139	8	155	191	125	180	111	184	65	0	26	58	173	112
140	83	100	155	38	159	159	182	58	20	177	95	98	113
141	92	36	23	65	113	42	95	119	27	126	55	138	132
142	116	35	140	177	152	58	187	63	46	179	78	172	151
143	156	57	184	68	156	141	136	166	177	55	5	86	159
144	89	56	48	37	60	142	35	114	41	1	98	45	91
145	157	9	20	124	97	189	75	95	128	143	15	118	1
146	26	80	125	78	108	68	27	172	5	45	10	171	168
147	110	126	95	118	109	107	5	43	42	21	25	62	165
148	16	62	138	186	2	8	58	140	81	40	39	179	155
149	97	75	177	34	178	113	51	57	113	123	14	100	102
150	88	52	186	185	174	6	158	158	98	23	35	19	76
151	161	83	150	113	12	74	142	186	154	162	167	163	175
152	66	1	72	169	27	47	11	86	38	77	134	50	68
153	129	76	176	9	114	75	78	174	123	62	71	57	14
154	164	17	66	69	165	109	93	92	60	134	80	56	156
155	40	122	139	82	49	175	100	45	163	158	140	36	4
156	141	178	128	163	132	147	42	139	114	176	60	102	167
157	43	30	127	114	189	64	141	144	169	31	186	121	43
158	174	131	187	145	46	149	108	147	76	69	6	117	59
159	143	27	9	168	182	92	161	148	171	114	143	154	178
160	58	164	15	44	137	43	72	151	71	142	43	119	122
161	4	106	147	52	128	85	153	59	88	19	185	66	123
162	172	152	59	105	67	96	97	30	74	96	154	20	158
163	176	49	98	51	6	122	47	85	127	101	33	91	17
164	186	37	5	137	25	117	34	40	8	71	189	130	34
165	126	167	22	1	164	171	12	51	55	30	48	69	138
166	2	78	135	161	153	152	112	187	87	140	40	44	30
167	188	95	190	3	160	26	190	78	182	187	181	70	170
168	82	168	70	55	36	79	50	38	1	92	8	153	88
169	32	175	100	182	22	86	40	150	175	80	21	152	131
170	181	117	144	101	143	51	83	129	109	79	141	158	126
171	37	4	91	57	42	95	176	121	142	0	156	88	55
172	191	50	156	43	141	67	119	27	93	104	88	108	15
173	60	13	151	77	176	165	28	94	73	53	70	12	27
174	70	93	171	5	65	112	171	52	112	145	97	59	3
175	144	97	183	47	163	148	188	177	155	139	184	4	173
176	90	150	29	144	50	182	61	110	95	14	74	11	86
177	30	45	122	180	151	143	98	182	138	33	131	120	10
178	78	157	157	66	181	179	85	55	89	74	73	87	18
179	55	130	50	53	144	120	43	22	52	157	92	101	154
180	155	154	4	19	149	139	151	167	161	150	117	37	150
181	187	10	163	117	134	97	154	90	164	44	87	129	52
182	170	133	74	60	72	184	17	77	26	172	176	146	92
183	148	77	18	138	184	104	103	6	10	151	158	9	176
184	119	15	102	142	80	71	82	11	18	64	50	106	57
185	159	67	178	107	102	70	126	1	44	78	96	48	60

186	44	98	62	122	19	115	25	116	36	130	4	7	184
187	182	134	36	85	32	23	125	53	148	83	187	15	145
188	175	138	133	27	171	100	9	2	187	167	38	124	29
189	154	11	105	129	54	98	168	50	152	4	110	190	133
190	1	58	188	15	145	101	129	135	153	107	72	107	32
191	39	5	161	102	79	55	64	180	83	174	188	157	49

3. 2. 1. 8. 2. 1. 1. 5 1024QAM用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 1. 1. 5-1 1024QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	178	35	139	55	21	55	160	77	167	41	74	78	20	
1	39	112	112	45	20	67	7	38	97	83	151	149	118	
2	54	180	159	143	172	91	29	177	86	10	79	114	185	
3	68	115	99	102	86	160	39	110	166	157	49	117	106	
4	122	94	87	98	178	150	110	41	11	50	174	61	82	
5	20	55	70	93	25	21	189	121	57	143	180	10	53	
6	86	50	175	67	104	157	140	145	187	40	133	151	41	
7	137	61	161	62	133	122	143	149	169	168	106	133	40	
8	156	22	51	186	17	16	163	151	104	16	116	168	121	
9	55	130	56	103	106	4	130	14	102	190	16	24	180	
10	52	34	174	57	191	52	173	52	108	103	163	51	45	
11	72	99	143	44	68	57	71	45	63	128	62	107	10	
12	130	64	12	34	80	81	191	117	12	174	164	16	145	
13	152	101	36	167	190	34	106	71	181	129	45	145	175	
14	147	69	77	137	129	121	60	140	1	94	187	161	191	
15	12	188	60	5	29	94	62	111	71	146	128	123	160	
16	69	169	155	178	125	135	149	42	134	186	176	56	177	
17	48	178	167	1	108	178	135	175	152	156	2	159	172	
18	107	119	160	61	147	128	9	172	45	187	126	169	13	
19	44	49	73	159	23	166	147	123	144	32	136	42	29	
20	88	28	127	19	94	40	124	51	124	58	63	57	133	
21	23	72	82	13	167	35	152	72	22	27	28	27	42	
22	181	14	123	2	27	54	55	68	0	147	118	82	89	
23	174	163	145	68	61	149	116	190	51	111	173	11	51	
24	124	52	8	73	12	75	85	73	100	159	19	103	141	
25	81	158	76	115	166	30	112	137	150	158	46	95	99	
26	59	84	164	134	131	58	14	87	179	80	93	120	7	
27	93	179	178	6	120	151	20	153	54	39	121	130	134	
28	22	106	144	33	159	138	79	7	66	54	162	132	52	
29	46	19	86	139	28	110	103	169	79	172	88	98	48	
30	82	33	7	8	7	24	156	17	25	37	0	79	169	
31	110	66	124	40	62	48	167	94	172	57	147	62	162	
32	3	46	27	130	134	115	19	139	59	79	131	75	124	
33	99	124	187	125	59	102	45	183	48	22	54	9	25	
34	75	85	130	60	78	134	73	168	23	178	117	137	165	
35	36	140	162	113	0	126	26	16	55	74	138	3	128	
36	38	148	191	31	121	116	159	146	64	148	69	153	95	
37	119	176	182	155	149	114	44	188	185	18	182	160	148	
38	131	79	16	16	6	27	86	160	164	1	68	84	98	
39	51	65	106	153	5	104	76	116	123	165	143	143	171	
40	115	31	141	59	143	23	56	58	56	87	78	32	14	
41	78	122	38	58	171	51	12	57	80	102	15	88	75	
42	84	82	72	71	153	69	109	47	153	122	7	156	59	
43	33	42	179	136	161	60	117	50	9	77	59	172	26	
44	163	159	111	182	186	161	128	164	177	113	109	93	76	
45	11	96	29	180	35	42	67	191	176	60	32	90	47	
46	2	182	59	15	92	124	150	61	81	73	10	65	34	
47	188	137	183	146	113	125	151	179	17	63	179	129	122	

48	161	123	66	179	55	87	31	114	14	145	165	23	69
49	34	60	52	3	163	28	27	132	43	170	90	6	131
50	89	32	43	32	16	46	133	21	76	55	73	73	105
51	50	75	121	49	54	66	17	102	27	114	71	49	60
52	8	166	20	187	93	143	120	184	175	30	171	146	132
53	90	26	11	70	79	45	153	20	60	131	135	174	63
54	109	191	190	105	37	18	108	108	133	116	123	91	81
55	136	128	92	135	44	26	180	118	91	162	125	152	109
56	77	109	55	12	75	176	52	163	61	14	31	140	43
57	103	81	166	142	182	181	187	112	41	149	22	86	189
58	67	185	94	80	127	95	98	130	111	141	70	191	19
59	41	63	138	69	148	142	63	115	163	181	185	59	186
60	149	27	1	36	179	50	176	103	72	130	155	63	79
61	176	30	122	46	95	2	186	59	95	46	60	36	62
62	134	153	171	172	169	71	179	49	84	47	120	96	85
63	189	118	119	97	141	76	113	35	67	155	113	180	54
64	159	145	109	30	38	175	161	159	129	183	41	67	16
65	184	168	58	10	168	108	32	33	52	52	154	30	46
66	153	143	23	24	128	172	24	76	88	98	177	102	27
67	53	4	31	18	56	17	111	95	121	29	85	118	44
68	129	8	163	89	31	136	41	157	7	48	64	94	139
69	63	12	53	128	57	89	95	125	49	189	55	189	113
70	160	29	13	51	175	38	38	66	168	36	26	50	11
71	139	154	188	54	140	83	10	88	154	53	129	54	102
72	150	108	100	92	164	14	154	37	74	56	84	148	130
73	169	80	158	140	24	25	97	92	138	89	38	109	184
74	148	68	156	145	177	191	141	4	142	133	166	121	119
75	127	105	136	95	88	146	2	24	158	110	44	131	1
76	25	92	34	121	51	120	127	30	132	112	30	29	152
77	175	127	118	77	112	131	40	53	127	179	183	52	146
78	142	170	185	100	49	171	105	25	40	7	189	141	37
79	98	83	10	104	185	129	34	181	139	134	191	20	178
80	56	3	25	41	170	61	11	65	20	49	124	81	61
81	144	155	126	37	87	63	185	12	44	20	77	1	150
82	102	131	104	141	32	153	155	144	6	166	80	45	32
83	94	183	30	118	60	6	61	82	128	99	98	68	163
84	101	16	83	22	65	159	114	107	75	163	190	163	92
85	85	20	47	83	77	47	74	0	114	91	167	127	166
86	132	0	146	152	89	139	158	147	119	117	140	147	142
87	76	15	63	151	3	163	162	79	2	167	52	4	67
88	5	167	134	81	18	84	5	128	8	139	153	48	140
89	177	11	39	110	116	190	177	182	157	151	43	125	157
90	0	189	21	39	184	37	43	90	98	106	25	76	188
91	128	144	44	168	45	64	51	44	118	75	188	136	18
92	45	51	151	65	109	43	148	27	89	45	103	40	87
93	162	150	28	117	53	72	137	127	46	51	152	182	149
94	92	24	22	90	160	97	28	97	160	184	137	13	65
95	62	173	79	7	9	29	181	170	190	135	76	97	183
96	133	172	110	112	100	123	171	141	5	67	149	105	161
97	30	87	71	132	8	103	13	54	165	144	34	101	5
98	17	104	90	28	111	130	104	167	28	90	172	111	31
99	9	17	2	23	69	119	42	3	68	161	122	170	71
100	61	77	103	56	189	65	168	22	189	28	40	43	173
101	70	98	42	122	36	3	93	39	161	12	168	35	73
102	154	157	35	123	173	177	172	10	112	93	141	7	15
103	4	152	5	173	33	1	144	126	173	109	96	115	138
104	146	95	57	133	72	113	80	150	148	95	142	53	156
105	24	186	4	174	144	148	123	100	183	65	58	74	28
106	135	147	0	138	183	167	89	131	33	136	110	2	66
107	104	177	107	75	115	133	81	119	131	13	65	25	170
108	13	57	37	184	137	182	68	180	105	42	9	178	179

109	185	36	54	160	98	173	75	109	186	173	36	167	135
110	79	6	18	35	90	82	78	64	156	69	42	89	86
111	138	162	128	164	142	59	121	84	70	8	50	55	39
112	31	102	148	91	30	92	53	78	117	71	184	138	104
113	112	138	129	191	154	53	65	138	170	76	105	83	17
114	1	110	26	154	180	13	122	46	174	26	156	64	154
115	49	165	75	119	122	152	142	8	36	72	127	66	174
116	113	45	120	111	155	100	157	91	19	34	8	158	56
117	106	23	19	78	130	118	107	101	135	96	61	112	153
118	100	156	116	162	83	98	136	162	125	119	146	8	0
119	65	103	117	29	138	132	66	120	122	164	169	188	97
120	10	1	147	52	14	20	90	98	50	104	181	144	9
121	83	175	114	183	41	5	23	75	113	124	5	31	72
122	73	107	48	27	150	62	8	135	141	11	87	177	23
123	26	125	96	107	132	105	1	70	37	0	150	5	167
124	58	93	61	120	70	137	77	148	38	78	91	110	190
125	114	71	46	129	152	8	54	18	31	123	17	87	80
126	66	134	88	17	117	164	125	161	94	153	18	71	3
127	126	129	67	148	11	106	174	55	149	70	24	22	38
128	117	126	135	79	4	12	35	13	78	137	112	85	120
129	96	9	65	85	124	156	88	113	32	152	81	190	4
130	186	141	180	38	15	56	82	69	178	118	170	37	24
131	14	18	9	126	42	19	134	60	34	66	95	119	159
132	40	111	74	114	181	7	101	106	107	120	29	34	12
133	164	113	176	86	58	169	131	93	13	23	100	38	103
134	158	114	6	101	10	184	33	29	182	85	130	72	22
135	118	161	149	124	22	111	50	80	146	2	48	17	125
136	29	160	49	181	145	73	87	142	93	171	159	92	83
137	121	53	50	0	99	154	36	6	10	19	72	166	50
138	151	86	125	157	126	109	15	155	106	182	75	100	6
139	168	142	64	87	107	145	47	176	109	185	160	179	77
140	183	78	169	47	66	77	83	34	4	21	27	0	168
141	179	40	168	48	174	74	18	48	77	82	108	99	74
142	16	70	157	72	39	9	6	36	87	101	148	155	93
143	105	120	153	147	13	15	21	96	3	100	66	126	49
144	125	181	24	170	97	155	30	81	184	126	144	124	57
145	190	37	108	177	63	86	94	9	83	142	97	157	147
146	116	39	89	165	123	170	72	133	30	68	57	60	2
147	165	62	98	166	84	0	145	185	180	4	115	58	155
148	80	38	33	26	85	31	138	154	96	33	114	33	181
149	64	43	132	64	67	85	184	166	15	31	1	164	96
150	170	41	93	42	76	44	69	85	155	44	132	150	114
151	140	56	40	189	158	99	84	26	110	97	4	18	107
152	171	117	154	116	71	90	58	74	145	9	21	14	110
153	173	48	62	109	46	49	49	122	191	61	92	142	30
154	97	88	142	171	118	68	16	83	151	107	11	15	117
155	60	89	41	150	81	70	48	31	101	86	107	122	127
156	43	151	69	20	162	165	70	11	65	138	175	69	101
157	123	47	105	66	146	11	183	89	99	38	67	19	94
158	71	174	189	25	135	189	3	186	115	169	145	44	129
159	182	91	115	108	2	187	92	187	140	140	14	187	35
160	167	5	152	14	73	41	25	63	26	5	186	134	58
161	95	133	45	163	50	140	115	15	147	81	20	39	70
162	145	59	133	88	114	188	0	158	42	175	51	12	126
163	141	187	3	76	82	168	182	156	136	64	39	173	182
164	187	25	95	175	103	22	139	105	137	59	3	175	151
165	166	44	17	161	188	185	91	129	18	105	86	135	111
166	87	136	186	127	74	93	146	152	53	127	89	176	91
167	143	58	184	74	101	179	102	134	116	191	47	113	64
168	15	7	85	82	157	180	96	32	171	176	53	154	88
169	74	171	165	94	151	144	100	173	16	6	102	171	144

170	111	73	32	53	91	36	119	62	21	25	82	47	137
171	157	132	173	169	119	147	129	104	92	88	139	80	143
172	32	164	113	84	102	107	178	2	162	17	23	108	176
173	172	10	172	190	48	39	46	165	130	108	104	116	84
174	18	76	78	4	1	112	37	1	85	35	157	186	136
175	57	139	181	158	40	101	57	178	69	180	99	139	8
176	35	2	150	21	43	33	118	67	47	125	158	184	112
177	191	74	170	99	64	162	126	23	35	115	12	181	123
178	27	190	102	176	156	183	59	174	82	132	161	28	164
179	47	116	97	63	34	117	165	136	120	24	35	26	115
180	21	90	140	50	110	80	170	19	24	3	178	128	78
181	6	121	81	188	52	79	190	40	73	121	37	70	36
182	19	97	91	144	96	96	188	56	39	177	134	46	90
183	155	54	15	131	136	186	175	28	58	92	83	41	100
184	42	146	137	149	139	127	166	124	62	43	94	21	55
185	120	21	101	156	165	10	99	86	126	84	101	162	108
186	180	135	80	9	19	174	4	43	29	62	111	106	21
187	37	100	68	185	176	88	22	143	90	15	119	77	158
188	28	184	14	96	187	158	132	5	143	154	6	104	68
189	91	67	177	11	47	32	164	171	159	150	33	183	33
190	108	13	131	106	26	141	64	189	188	160	13	185	116
191	7	149	84	43	105	78	169	99	103	188	56	165	187

3.2.1.8.2.1.1.6 4096QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.1.6-1 4096QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	13	50	140	111	110	163	13	161	56	57	46	89	38	
1	4	30	101	33	77	174	93	38	113	73	81	123	84	
2	33	180	19	21	19	26	47	41	58	173	141	13	37	
3	58	100	143	133	164	190	154	138	129	63	37	47	177	
4	157	44	20	18	9	68	76	20	29	179	181	178	96	
5	97	21	41	30	29	80	164	24	137	186	130	159	6	
6	49	25	10	73	68	112	40	14	26	148	167	1	30	
7	37	130	154	139	143	146	8	35	181	181	42	190	94	
8	11	190	122	125	156	97	187	32	45	160	67	53	161	
9	40	135	61	35	108	44	131	179	182	163	151	12	61	
10	161	154	142	77	50	156	100	68	185	4	166	57	52	
11	65	84	100	105	83	134	24	97	156	109	149	109	9	
12	110	150	85	122	35	51	19	94	95	137	136	115	46	
13	31	20	118	91	65	167	7	142	5	99	120	19	68	
14	25	16	124	41	70	19	0	43	105	118	53	36	117	
15	139	184	60	86	144	127	21	53	22	15	99	143	13	
16	170	137	72	11	129	145	61	22	68	5	29	82	80	
17	18	109	78	8	123	102	127	28	4	115	104	96	16	
18	36	189	12	55	148	20	5	44	100	44	19	163	162	
19	61	36	47	71	181	58	48	81	188	153	38	66	179	
20	91	105	181	151	1	30	186	148	176	185	90	154	4	
21	159	151	32	107	26	9	67	187	3	40	105	173	29	
22	103	49	77	45	79	153	179	169	91	12	64	49	106	
23	51	107	45	12	119	143	146	89	178	169	27	65	35	
24	42	108	107	168	63	32	64	115	112	2	40	131	167	
25	64	79	48	51	30	63	85	144	93	37	78	2	76	
26	129	148	136	50	112	189	157	75	121	188	145	78	150	
27	66	121	91	59	174	180	89	40	160	97	97	15	139	
28	84	88	112	7	145	110	12	31	87	65	113	155	78	
29	167	128	18	132	97	41	135	152	153	67	21	90	175	
30	188	62	178	144	84	101	56	30	92	117	12	38	90	
31	45	7	116	16	141	166	128	124	117	90	26	130	182	

32	21	185	80	190	96	104	38	80	152	66	108	63	92
33	173	145	36	31	4	138	184	135	85	135	155	188	188
34	124	166	189	108	183	89	119	160	46	154	183	138	5
35	23	64	151	89	80	42	34	8	20	159	172	184	159
36	15	141	15	124	42	27	54	129	9	146	75	166	140
37	53	102	130	110	20	8	43	147	23	86	60	102	3
38	121	181	115	94	48	161	189	60	189	61	14	139	148
39	189	191	42	67	147	67	136	112	33	182	93	28	124
40	27	94	40	159	38	72	74	171	80	59	73	50	102
41	134	171	177	46	105	81	183	0	173	83	44	186	185
42	137	1	184	140	54	106	17	133	136	91	47	17	144
43	7	14	0	87	125	132	121	100	150	175	176	20	147
44	142	11	105	54	18	175	90	156	159	58	117	112	115
45	141	170	93	142	126	107	111	180	187	138	180	41	31
46	0	63	162	185	72	116	173	77	41	93	66	11	127
47	75	67	180	85	167	186	124	110	141	43	171	8	166
48	125	17	52	84	23	108	26	151	115	98	74	59	59
49	127	51	38	120	64	13	20	69	81	22	80	79	153
50	80	90	31	178	128	96	53	95	38	152	23	45	1
51	77	155	166	101	101	154	14	25	64	96	34	162	187
52	50	98	156	180	92	10	88	117	111	45	48	146	28
53	83	115	109	20	98	103	95	127	2	120	110	40	42
54	151	173	159	174	130	139	82	154	31	180	115	43	11
55	138	26	172	47	36	99	118	64	47	10	50	129	180
56	19	56	123	28	45	164	174	146	0	116	138	119	109
57	119	87	99	145	99	29	112	143	76	170	85	18	113
58	101	138	126	70	88	12	151	29	131	162	122	157	171
59	74	81	187	24	180	118	133	168	191	68	188	37	40
60	2	13	132	131	21	123	18	177	59	3	123	126	53
61	105	31	94	4	33	109	16	183	119	13	129	124	165
62	60	27	131	83	151	133	140	126	39	41	41	110	160
63	56	24	69	56	103	61	142	10	101	131	94	191	87
64	179	29	111	79	5	64	175	26	51	21	69	85	57
65	122	46	43	37	58	0	75	3	161	172	87	165	24
66	131	54	54	27	173	128	1	50	57	55	109	60	83
67	191	78	7	109	146	17	108	92	170	24	3	142	157
68	154	118	87	92	14	6	153	164	140	1	4	135	91
69	88	120	16	52	44	45	139	163	55	79	142	74	110
70	176	164	173	96	66	159	105	11	12	106	24	187	170
71	26	58	163	177	176	1	129	109	133	189	148	179	191
72	32	95	74	141	3	66	57	21	43	52	57	141	45
73	79	122	88	188	49	24	80	37	104	184	17	164	86
74	59	106	97	155	134	38	98	84	52	112	96	34	93
75	148	85	49	38	191	33	170	122	40	53	189	69	116
76	155	96	128	156	51	95	70	49	10	136	9	26	74
77	95	41	114	169	76	187	6	71	120	166	137	33	77
78	67	3	64	136	78	50	117	52	146	29	83	113	70
79	190	187	139	81	95	120	39	15	53	62	114	120	89
80	116	72	81	137	139	21	102	88	166	107	77	95	121
81	24	0	98	112	22	168	103	149	127	128	91	169	101
82	44	143	127	95	121	182	148	86	126	71	119	30	79
83	186	142	144	93	11	184	167	61	157	111	159	0	189
84	99	186	14	106	32	141	63	90	44	187	100	175	69
85	87	146	26	149	127	148	59	155	69	161	36	70	33
86	147	101	79	138	135	31	46	162	118	101	156	91	10
87	175	89	33	15	6	79	116	9	86	49	101	104	131
88	47	23	5	39	87	25	62	153	116	155	65	140	155
89	144	133	84	170	122	144	42	67	54	28	175	25	51
90	28	83	153	146	172	170	32	119	132	94	28	132	36
91	6	92	65	103	102	18	134	189	13	70	15	23	60
92	153	22	59	184	85	176	83	82	167	48	33	105	75

93	46	99	90	43	41	135	152	131	88	0	178	158	64
94	35	136	95	5	37	183	138	190	108	33	88	171	146
95	140	158	149	9	166	7	147	4	168	157	6	6	99
96	57	156	104	189	0	90	15	46	16	151	98	121	47
97	100	91	135	34	8	52	72	118	82	25	13	56	27
98	143	97	23	19	28	94	171	47	65	89	72	22	63
99	62	28	1	63	59	77	101	178	42	88	106	127	105
100	118	162	145	90	15	65	177	59	17	114	5	54	120
101	150	147	190	36	104	3	125	150	83	134	116	68	73
102	41	65	57	23	131	15	107	186	37	75	179	107	156
103	34	139	89	78	162	85	120	123	6	87	157	133	7
104	163	111	8	100	75	43	172	18	190	142	111	84	14
105	107	38	175	75	52	100	104	79	128	6	1	81	111
106	187	161	125	162	184	35	181	57	135	27	35	150	62
107	182	163	169	42	27	124	180	120	124	64	174	99	136
108	98	4	46	161	94	39	25	70	99	69	32	73	85
109	111	75	39	119	91	57	86	62	114	19	62	185	134
110	9	125	9	64	56	78	33	137	34	150	107	67	95
111	96	177	92	65	17	88	145	23	77	38	76	29	48
112	117	12	53	152	159	70	182	185	174	35	25	151	125
113	86	70	179	62	106	76	155	167	158	130	16	87	122
114	135	114	102	173	13	171	78	175	169	127	139	10	23
115	172	6	168	104	25	149	81	16	142	76	169	167	176
116	73	45	4	88	90	121	176	134	98	102	89	148	72
117	72	165	17	118	109	125	159	73	97	123	144	72	21
118	48	126	150	48	149	84	168	139	179	158	95	147	128
119	145	132	191	44	188	16	190	166	175	129	162	5	118
120	22	134	58	40	47	140	52	55	60	133	43	31	103
121	132	40	2	60	111	40	92	165	71	110	58	125	44
122	81	149	66	102	116	150	162	116	110	141	163	145	132
123	89	104	29	61	39	157	65	76	62	95	10	4	123
124	162	188	146	74	182	36	66	99	106	7	133	52	119
125	29	80	167	99	171	48	143	182	7	126	30	44	135
126	168	55	44	53	140	162	31	78	103	85	112	134	22
127	112	34	96	10	124	2	84	93	154	108	11	83	66
128	104	119	25	6	2	62	166	141	18	174	184	46	141
129	12	175	27	172	169	22	178	33	32	190	132	75	107
130	183	66	137	186	155	147	191	176	164	165	153	152	32
131	156	93	161	163	7	83	149	101	139	156	187	62	138
132	20	39	56	134	16	53	51	130	63	171	135	7	26
133	120	47	3	14	100	82	69	58	48	54	71	86	43
134	30	153	141	148	67	177	109	12	143	17	143	172	54
135	158	8	108	3	137	98	161	17	84	121	20	180	149
136	94	69	133	26	165	115	44	132	162	103	134	111	143
137	109	157	51	1	57	69	137	45	138	14	190	61	34
138	177	61	62	157	153	105	114	102	171	36	164	9	41
139	78	35	152	150	115	151	37	7	122	105	191	58	108
140	85	182	6	25	160	136	45	19	27	82	63	14	158
141	133	124	103	123	154	181	115	145	102	8	154	116	190
142	82	168	34	115	161	56	4	54	149	178	70	92	25
143	160	76	160	116	187	173	150	91	148	51	160	170	173
144	102	131	117	57	117	122	71	113	24	23	103	93	18
145	54	59	70	175	62	111	50	36	66	84	131	77	49
146	115	112	134	127	163	47	160	27	163	167	18	88	67
147	69	152	182	82	43	179	41	114	19	30	127	42	65
148	63	82	158	117	89	191	10	174	109	100	147	21	2
149	43	116	83	114	179	119	141	39	90	42	68	106	151
150	130	123	185	160	185	87	91	83	67	72	59	97	15
151	166	9	176	164	10	178	49	140	183	149	158	144	163
152	38	73	170	153	189	155	79	191	74	92	55	182	184
153	165	15	119	176	158	131	11	74	184	77	56	108	71

154	8	86	82	76	73	185	169	56	151	104	79	55	12
155	180	159	13	13	150	91	113	87	125	183	0	94	169
156	71	172	86	181	118	60	36	48	11	39	125	122	8
157	123	18	30	68	61	55	94	158	96	125	126	114	97
158	164	183	35	128	71	54	60	121	186	80	150	153	39
159	90	68	68	0	142	37	23	159	78	143	186	64	145
160	152	103	106	183	120	172	123	136	72	144	140	24	133
161	174	167	11	49	93	169	22	63	21	56	182	80	104
162	114	113	37	22	157	4	3	181	50	119	54	117	100
163	76	5	71	166	31	188	73	34	134	16	7	3	142
164	92	74	165	17	177	158	96	173	94	132	118	177	168
165	5	42	186	191	74	11	27	103	165	139	86	149	174
166	10	174	75	135	186	59	99	42	14	191	170	76	58
167	149	140	188	165	168	160	165	125	155	50	165	128	172
168	126	2	113	72	86	129	28	104	107	164	49	136	164
169	93	10	73	158	46	5	35	107	70	122	61	39	152
170	39	32	24	130	132	34	87	96	177	46	177	181	183
171	108	19	110	154	24	14	58	65	61	140	31	160	55
172	136	127	67	167	107	137	30	1	1	31	185	103	0
173	70	48	22	66	190	117	156	13	28	176	121	174	130
174	17	169	183	2	81	126	126	157	15	60	92	156	154
175	185	117	21	147	178	114	130	184	73	26	45	27	81
176	171	129	148	69	114	49	77	170	35	32	161	183	50
177	146	178	76	58	53	73	185	105	145	11	51	16	126
178	184	53	138	98	34	74	144	188	147	177	152	137	19
179	169	179	174	97	175	28	97	108	180	124	2	101	181
180	3	71	55	143	133	75	55	6	30	74	8	161	112
181	55	52	121	32	113	152	68	2	36	145	82	176	88
182	113	60	157	29	55	142	158	98	75	20	84	35	82
183	128	110	171	179	69	71	110	72	25	34	128	118	114
184	14	57	164	113	136	23	132	5	49	18	124	98	129
185	1	144	147	80	170	86	122	66	123	81	39	168	56
186	16	160	155	182	82	93	29	128	89	168	146	48	186
187	181	43	120	129	138	130	2	106	79	9	22	100	17
188	52	37	129	126	12	92	9	172	144	78	52	71	20
189	106	33	28	171	40	113	163	111	130	113	102	189	137
190	178	77	63	121	152	46	188	85	172	147	173	32	98
191	68	176	50	187	60	165	106	51	8	47	168	51	178

3.2.1.8.2.1.2 NUC

3.2.1.8.2.1.2.1 16QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.2.1-1 16QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	116	34	154	75	31	20	36	51	12	86	140	32	128
1	157	5	83	143	178	164	20	123	183	38	166	15	120
2	105	141	159	169	143	100	126	158	40	127	22	26	91
3	191	142	153	100	125	156	165	156	66	1	87	164	121
4	110	33	136	64	159	58	181	70	35	35	107	57	189
5	149	11	6	190	168	137	59	6	155	31	121	95	30
6	0	111	19	130	34	31	90	83	137	65	66	92	127
7	186	175	73	99	127	124	186	7	58	50	80	25	35
8	88	16	122	23	158	32	191	77	108	67	85	33	76
9	165	166	40	28	157	45	120	46	93	59	109	71	26
10	141	97	97	59	21	90	182	27	47	138	45	74	144
11	179	170	144	92	124	15	170	166	78	28	13	188	45
12	160	30	101	19	153	67	171	52	56	47	144	60	178

13	121	172	106	26	162	182	137	115	122	125	63	36	93
14	35	61	130	32	59	167	62	148	51	11	0	47	14
15	170	181	174	13	156	176	84	35	114	64	52	53	31
16	97	35	48	72	165	55	146	131	10	14	131	134	123
17	7	156	176	173	40	136	106	38	164	56	122	18	155
18	181	139	14	152	108	86	64	90	148	20	135	50	19
19	31	69	27	66	43	135	129	184	190	100	173	7	28
20	130	31	52	41	98	70	56	53	53	46	105	78	152
21	123	41	152	82	119	186	136	116	76	113	98	174	174
22	184	2	173	30	33	130	57	189	75	26	117	126	177
23	34	22	63	45	13	106	108	102	11	53	168	77	168
24	101	27	39	87	175	76	190	107	46	25	8	67	56
25	167	96	92	25	166	62	74	108	2	167	123	54	169
26	68	49	114	101	117	26	70	190	174	42	157	106	95
27	135	165	98	153	25	162	10	55	146	57	93	150	7
28	18	19	190	77	63	0	68	95	119	93	129	23	96
29	91	146	149	73	111	80	139	24	170	33	37	85	133
30	159	65	103	161	74	43	35	84	98	120	119	157	136
31	81	50	160	37	1	99	104	162	22	177	143	108	146
32	53	29	118	120	38	60	63	97	116	129	40	20	172
33	36	132	13	7	169	116	16	72	28	23	59	27	187
34	164	67	29	184	131	151	19	11	67	73	162	158	90
35	139	37	51	61	100	179	66	176	63	104	21	73	44
36	61	28	66	31	164	53	1	117	59	107	79	66	98
37	162	53	168	114	0	46	15	30	154	10	102	113	150
38	79	70	180	24	171	103	61	160	94	27	34	139	40
39	4	119	23	34	101	108	97	143	105	29	36	115	20
40	176	153	170	86	151	69	172	106	187	71	32	43	104
41	127	161	24	81	113	74	72	25	9	13	41	13	191
42	42	6	5	68	20	160	26	42	97	116	177	186	37
43	148	75	157	113	185	115	141	29	166	61	48	51	61
44	147	148	28	14	17	16	80	71	19	40	83	39	42
45	150	45	45	119	86	172	151	59	125	136	94	1	43
46	55	12	53	151	146	161	138	61	189	119	191	75	27
47	109	72	68	117	11	163	156	41	185	141	78	172	159
48	132	62	25	136	12	47	46	130	178	75	101	49	163
49	124	51	191	2	19	73	82	103	115	115	155	79	100
50	9	157	148	53	145	39	95	159	123	30	160	61	164
51	66	86	139	138	85	168	142	73	150	78	189	168	151
52	14	1	15	56	3	72	77	56	60	99	77	14	111
53	128	76	67	189	80	48	76	140	77	17	57	153	102
54	134	136	77	90	133	166	17	112	86	58	11	137	165
55	27	126	100	88	93	133	102	81	69	49	148	148	132
56	29	184	58	20	10	40	92	118	26	51	124	64	138
57	59	189	91	135	72	174	60	120	145	135	65	143	180
58	153	163	50	11	152	188	148	185	143	160	187	87	22
59	22	149	131	191	172	95	99	79	134	32	110	155	70
60	120	79	65	57	140	28	140	49	124	106	100	69	184
61	13	43	17	38	45	14	2	124	111	134	114	5	62
62	187	54	11	157	115	145	78	177	162	5	67	180	167
63	112	24	123	181	79	85	145	47	141	96	150	184	134
64	69	104	86	62	161	64	29	68	80	121	82	136	60
65	163	114	135	104	39	114	174	133	34	19	156	175	160
66	11	177	115	185	99	38	32	88	138	76	43	109	175
67	70	10	120	89	5	134	103	109	130	6	5	40	157
68	58	26	59	51	37	37	3	141	45	82	1	8	153
69	15	154	162	155	110	65	133	180	33	174	126	80	77
70	25	116	9	39	155	1	163	34	127	181	46	179	87
71	102	36	189	80	170	183	23	3	37	139	167	72	185
72	188	20	21	17	123	77	150	64	91	126	149	2	116
73	182	99	12	52	70	129	155	43	84	114	72	17	115

74	156	42	179	74	52	178	44	125	102	55	31	171	176
75	20	180	178	91	81	165	185	149	13	80	161	59	78
76	17	188	110	134	65	56	65	39	16	3	23	41	5
77	10	85	35	108	160	9	134	89	172	165	113	90	39
78	32	158	137	33	132	36	184	63	61	140	137	181	88
79	76	138	3	35	103	158	11	145	182	180	132	146	33
80	5	106	84	132	9	41	38	132	57	92	35	34	126
81	28	169	177	112	88	141	119	170	55	158	76	30	13
82	46	91	124	127	15	157	117	101	101	15	26	140	71
83	166	64	186	18	130	120	167	104	142	170	61	187	188
84	140	56	143	106	71	52	79	15	117	43	141	63	171
85	143	46	26	172	129	128	5	93	87	0	15	116	135
86	65	87	96	29	177	91	130	91	131	162	4	114	21
87	63	83	80	12	128	123	94	179	188	36	25	149	16
88	107	130	31	46	121	82	33	69	191	123	17	121	143
89	119	77	169	78	150	127	157	119	113	91	182	98	51
90	87	103	119	175	36	152	154	0	39	132	92	91	99
91	145	186	33	10	35	148	109	121	54	89	29	52	182
92	62	127	87	131	163	61	30	85	74	112	27	105	85
93	108	144	140	69	83	147	31	138	72	81	73	128	129
94	189	109	88	55	142	104	160	75	29	152	170	16	162
95	114	8	171	97	105	117	96	18	48	161	53	6	66
96	71	55	133	124	48	54	49	36	161	111	64	55	0
97	78	182	150	158	64	3	178	178	139	108	127	58	55
98	122	44	151	133	82	88	110	171	151	45	112	100	73
99	93	147	72	93	46	138	128	146	180	143	171	119	117
100	37	32	85	94	148	25	166	8	1	109	56	29	75
101	12	128	89	22	138	122	7	182	160	150	106	86	181
102	137	135	112	141	147	34	162	152	103	188	186	31	179
103	118	164	126	79	149	29	48	154	173	157	183	37	53
104	56	125	167	44	27	81	34	33	15	62	95	35	170
105	67	95	56	98	56	68	55	96	52	168	165	173	1
106	98	39	49	103	47	159	22	134	186	37	10	159	125
107	113	110	187	118	50	139	143	174	133	178	103	48	69
108	173	90	138	129	42	4	149	20	71	97	74	142	80
109	169	40	145	164	54	119	121	172	132	98	84	102	83
110	39	23	18	165	182	89	89	139	31	186	116	44	57
111	51	160	32	105	23	175	114	65	135	171	20	81	38
112	177	0	90	125	97	6	176	48	70	68	185	141	103
113	1	52	158	107	89	191	107	157	81	41	6	169	109
114	84	4	54	8	167	187	67	161	24	164	133	22	137
115	40	140	104	60	141	118	73	23	112	4	147	166	63
116	158	120	62	128	75	84	51	9	6	131	75	110	74
117	2	134	165	116	32	18	53	2	175	21	62	82	9
118	144	58	79	83	118	27	132	82	96	133	14	46	15
119	73	115	1	6	44	144	83	167	3	151	142	101	118
120	43	123	81	0	96	71	158	28	79	79	44	104	67
121	82	81	102	177	66	13	69	80	156	102	181	112	2
122	92	18	44	49	73	185	153	78	109	145	146	97	113
123	16	183	61	183	190	102	180	135	8	185	164	144	124
124	133	113	10	4	181	23	188	40	153	128	128	65	114
125	129	73	166	142	191	87	101	67	90	12	9	124	6
126	99	145	2	180	92	98	37	86	177	16	60	118	154
127	86	88	116	167	53	189	179	14	49	147	50	189	141
128	57	68	161	111	87	50	111	60	99	48	91	21	50
129	47	122	60	16	176	30	71	10	128	85	88	111	149
130	183	108	108	178	102	112	147	151	21	70	97	162	4
131	171	84	142	1	144	126	189	191	7	179	145	152	46
132	131	94	30	95	28	79	124	13	158	118	28	3	8
133	33	133	78	122	134	109	43	54	89	60	7	154	130
134	26	59	127	71	77	113	86	142	92	83	118	191	94

135	168	14	111	21	184	24	98	105	126	166	99	127	34
136	155	13	46	65	189	75	91	188	32	54	115	131	23
137	178	101	43	110	67	35	45	128	121	155	39	161	54
138	175	82	184	42	187	121	135	183	100	77	125	107	145
139	64	48	163	147	174	150	168	74	88	182	136	177	81
140	52	107	64	121	49	49	183	168	163	154	180	12	58
141	100	112	22	160	94	142	42	127	136	34	179	135	82
142	142	187	41	76	68	125	27	136	20	39	96	4	139
143	90	124	156	168	18	19	81	113	83	189	175	165	156
144	8	93	70	109	186	59	152	37	17	95	3	76	108
145	106	80	20	150	26	140	164	44	42	84	47	133	140
146	45	179	42	159	120	33	58	1	95	18	158	89	166
147	19	178	182	186	62	170	100	144	129	24	172	0	36
148	24	74	55	144	136	78	25	57	118	88	154	45	183
149	80	7	95	40	24	107	4	165	43	2	138	138	110
150	146	60	105	84	4	5	13	66	157	130	176	167	101
151	136	9	132	5	16	97	144	155	50	149	33	145	161
152	125	121	38	15	61	51	112	62	5	52	81	10	84
153	95	167	69	140	179	110	122	126	179	183	134	19	119
154	172	89	134	154	106	10	159	76	140	90	120	11	92
155	104	143	74	174	95	173	187	147	147	148	174	190	3
156	154	168	155	63	135	8	52	186	62	74	151	123	142
157	138	191	141	139	41	63	85	100	38	124	49	132	186
158	6	129	172	27	173	171	50	21	176	187	30	83	158
159	85	176	57	149	154	131	9	16	149	146	108	28	173
160	94	38	7	102	78	66	87	110	159	122	68	120	147
161	74	171	175	123	2	93	127	31	44	44	38	99	49
162	151	117	128	126	22	184	169	99	106	87	153	38	10
163	44	25	75	146	139	181	173	169	152	175	2	178	32
164	174	152	107	9	76	57	14	19	65	94	69	42	65
165	115	118	109	176	58	2	93	50	14	153	111	151	89
166	185	21	99	156	90	154	116	137	168	176	54	84	86
167	89	92	147	170	137	11	175	153	184	173	130	160	131
168	23	78	146	67	114	44	177	17	0	63	71	125	18
169	190	155	117	115	126	180	24	4	107	184	24	122	47
170	111	100	125	145	51	149	40	98	167	103	58	96	107
171	72	71	185	188	84	94	0	12	36	191	178	163	79
172	180	17	0	182	14	177	28	92	73	9	19	9	72
173	54	63	76	85	91	143	12	122	110	137	42	70	25
174	77	98	82	137	183	21	161	5	165	156	51	130	68
175	75	190	129	148	180	17	105	181	120	7	190	185	122
176	117	131	36	171	112	169	41	26	104	105	89	62	29
177	126	151	34	58	122	7	75	114	23	144	16	156	11
178	49	174	93	96	30	146	123	58	25	72	90	88	41
179	103	185	188	179	29	101	39	150	82	159	169	176	190
180	48	15	113	70	69	105	125	187	27	22	70	94	59
181	60	105	71	54	107	22	18	32	41	66	18	93	52
182	83	102	183	162	116	111	54	175	181	8	86	182	97
183	3	3	121	187	55	153	6	173	169	142	184	24	148
184	21	137	47	166	8	83	131	45	85	101	12	56	12
185	50	173	16	50	104	190	118	111	144	190	188	129	24
186	161	162	164	47	6	96	115	94	4	169	163	103	105
187	30	57	4	163	60	132	88	163	18	163	55	170	17
188	96	66	181	48	57	155	8	87	171	69	139	117	106
189	152	150	94	43	7	42	113	22	30	110	104	68	48
190	41	47	37	36	109	92	21	129	68	172	152	183	64
191	38	159	8	3	188	12	47	164	64	117	159	147	112

3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 2 64QAM-NUC 用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 2-1 64QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	62	17	21	92	49	173	28	60	105	7	74	134	3
1	68	64	35	83	118	36	94	117	47	156	90	124	74
2	138	171	52	138	11	60	91	182	97	171	131	102	143
3	168	69	24	67	1	172	112	104	164	76	66	133	191
4	55	132	47	27	22	41	175	53	73	165	146	161	47
5	35	126	39	88	0	149	105	26	170	68	103	34	184
6	104	31	36	13	95	45	65	11	6	5	116	18	56
7	126	140	132	26	85	75	24	121	136	72	77	17	25
8	58	181	174	73	126	144	126	71	111	86	140	119	8
9	176	157	183	16	163	68	101	32	143	57	82	172	41
10	20	32	7	187	98	148	23	179	13	42	46	43	136
11	185	119	187	18	112	168	5	34	44	98	153	25	173
12	125	50	84	76	74	134	35	38	59	162	0	130	6
13	9	3	131	28	16	58	72	145	45	130	85	84	46
14	95	158	27	79	34	86	59	166	191	88	119	46	144
15	27	86	123	130	68	50	46	65	178	31	188	167	43
16	163	51	43	91	168	115	118	137	3	63	98	23	151
17	59	82	158	58	187	167	96	7	7	170	150	100	19
18	66	154	108	140	86	54	42	124	114	92	79	31	72
19	144	176	145	38	84	29	120	58	101	100	48	121	82
20	94	60	127	6	107	1	7	90	78	145	176	30	23
21	130	70	49	43	139	132	125	29	121	146	136	15	167
22	170	117	118	17	53	125	106	144	131	117	21	99	163
23	84	110	95	168	90	114	110	116	40	62	186	127	102
24	65	107	62	141	67	69	85	91	51	123	36	62	86
25	136	111	72	96	178	77	86	88	26	55	22	20	157
26	53	61	124	70	27	135	93	98	153	22	67	143	106
27	155	186	63	147	151	39	14	161	91	138	149	103	148
28	172	178	79	112	106	145	123	83	159	75	50	139	35
29	97	7	136	164	102	139	55	177	106	99	87	171	128
30	110	188	67	97	48	163	134	85	132	177	88	13	30
31	173	81	19	161	127	44	152	154	28	83	117	42	45
32	49	19	100	139	32	146	169	146	189	135	52	1	114
33	10	30	186	65	171	40	2	178	117	190	47	26	5
34	23	165	105	78	29	106	160	123	112	79	158	76	28
35	122	104	171	95	64	178	49	76	162	84	34	159	9
36	61	22	41	146	69	52	103	75	129	182	137	27	92
37	159	35	10	3	91	14	172	3	82	140	40	82	81
38	127	145	53	32	138	78	171	64	60	136	122	48	187
39	12	113	133	158	46	174	148	151	69	0	125	146	121
40	108	155	16	24	52	3	158	99	85	108	93	22	90
41	120	97	17	0	173	126	67	118	57	77	54	156	16
42	116	131	96	94	135	20	128	57	65	8	102	188	129
43	64	26	110	120	38	169	141	106	188	154	190	69	172
44	169	179	25	176	97	98	26	16	36	73	156	86	55
45	174	142	93	128	150	47	69	61	43	37	86	177	160
46	51	63	94	59	76	33	63	162	182	147	28	129	115
47	32	57	51	81	43	121	19	19	186	14	112	160	29
48	72	175	66	21	12	109	133	12	116	10	111	33	130
49	67	122	30	102	28	88	15	94	98	128	71	67	93
50	71	105	75	190	83	185	73	39	149	111	5	176	112
51	82	12	23	8	39	157	173	93	18	168	147	148	145
52	70	24	15	114	142	183	162	92	5	38	165	168	98
53	178	4	162	113	104	152	80	73	63	159	180	158	24
54	33	42	56	29	93	158	97	82	119	125	25	169	127
55	13	147	50	45	31	76	45	138	56	32	157	0	158
56	37	172	3	103	9	56	179	108	163	120	63	155	166
57	56	183	114	56	21	30	124	139	37	132	162	118	141
58	139	120	86	54	161	123	79	130	2	148	42	154	188

59	147	25	146	173	179	137	22	163	187	27	91	110	137
60	39	180	31	177	111	186	75	152	25	69	19	96	59
61	129	95	61	12	92	89	191	159	122	96	177	191	76
62	99	48	125	174	15	83	174	168	29	127	96	4	97
63	86	15	167	108	189	141	58	189	104	103	97	36	91
64	160	150	58	169	2	156	142	102	16	34	159	39	179
65	145	162	103	148	181	143	164	134	22	110	126	56	170
66	41	170	90	123	123	2	29	101	89	161	23	112	10
67	157	148	82	129	26	90	56	66	76	41	184	14	80
68	134	108	155	150	122	151	39	4	144	18	108	145	146
69	166	20	185	77	3	111	100	171	48	35	69	182	88
70	88	149	42	157	117	170	161	170	130	142	35	3	67
71	171	90	26	184	56	161	66	188	34	116	185	88	69
72	36	23	102	61	4	182	99	107	126	28	14	126	34
73	73	83	153	127	88	79	32	23	95	121	58	91	20
74	131	47	120	121	71	66	82	180	139	91	49	105	96
75	93	103	164	156	54	26	165	35	55	112	64	174	26
76	133	5	12	104	144	108	61	175	123	51	121	128	65
77	121	187	156	111	110	119	111	18	158	178	30	157	40
78	11	163	55	68	96	38	57	89	87	139	62	125	139
79	52	137	97	160	132	35	81	181	150	95	139	74	124
80	2	52	78	107	125	180	163	17	175	155	13	116	178
81	184	189	99	117	124	154	129	97	125	20	43	61	185
82	181	184	28	124	148	153	83	62	152	78	189	52	36
83	101	11	177	84	60	175	74	56	171	33	172	187	175
84	5	87	46	35	115	181	11	52	42	133	138	117	87
85	0	84	76	10	65	72	115	128	100	29	76	98	110
86	21	151	22	90	36	80	9	40	52	9	72	73	108
87	161	177	83	106	73	23	117	25	169	54	56	95	95
88	6	174	154	144	42	15	178	191	160	24	8	92	176
89	15	34	152	66	35	122	116	74	70	176	191	181	89
90	14	139	71	64	103	49	16	95	88	122	105	111	134
91	83	75	57	15	99	10	144	143	142	3	78	65	161
92	146	54	1	46	185	4	107	5	96	102	104	63	64
93	60	96	160	125	10	17	34	8	185	56	31	152	168
94	90	102	168	44	153	155	44	1	140	181	61	163	52
95	191	33	149	37	17	179	51	132	99	175	1	147	32
96	25	166	44	20	120	46	90	133	8	174	11	66	37
97	141	167	6	135	62	24	3	135	118	81	142	178	70
98	188	59	137	53	172	37	70	184	14	166	152	87	51
99	128	127	85	71	190	129	181	33	94	30	109	179	75
100	74	134	0	152	59	0	139	37	120	26	132	64	38
101	150	78	159	183	186	171	48	45	9	43	154	93	180
102	63	121	20	162	33	34	109	127	33	113	17	144	84
103	115	182	104	50	166	63	38	122	184	137	60	83	54
104	48	133	178	167	70	27	21	136	137	150	114	140	14
105	142	46	182	11	157	57	84	190	83	89	16	8	159
106	92	124	74	142	30	166	121	158	183	179	2	78	135
107	19	9	172	149	51	177	132	72	58	70	161	2	138
108	4	106	60	131	134	117	43	77	86	11	24	131	2
109	102	71	29	191	160	120	95	114	68	2	171	115	116
110	183	37	40	166	167	113	130	46	155	118	183	123	105
111	54	76	111	31	128	100	151	55	31	183	99	47	174
112	107	94	112	185	188	28	140	105	173	13	155	94	60
113	137	123	191	134	113	6	127	78	1	50	9	186	154
114	124	45	11	19	116	55	88	183	17	46	68	28	21
115	189	16	87	178	170	71	10	103	54	12	133	68	165
116	87	144	139	52	6	150	98	22	110	49	106	21	117
117	3	115	73	188	8	187	153	20	50	40	182	135	7
118	148	10	129	2	155	131	145	24	127	172	166	37	50
119	103	160	157	75	164	147	170	155	11	17	145	151	119

120	43	185	106	110	141	43	64	86	141	47	41	11	111
121	46	85	117	145	140	64	76	63	38	65	15	104	118
122	143	164	109	41	80	102	177	79	49	16	45	77	4
123	114	99	34	159	184	176	13	164	177	74	173	81	11
124	85	91	113	136	131	130	167	13	145	141	4	35	42
125	77	136	144	100	152	93	188	174	107	129	174	71	63
126	29	173	128	9	77	105	102	2	93	101	101	162	0
127	44	1	166	62	24	128	136	14	74	48	134	97	12
128	112	66	13	60	191	138	119	47	4	87	115	41	57
129	113	141	89	34	13	164	1	126	41	187	127	58	79
130	164	152	68	116	182	127	147	84	151	167	92	190	120
131	135	6	14	23	63	142	154	165	146	134	175	101	189
132	75	13	48	42	137	51	62	59	10	158	120	153	58
133	119	41	140	105	146	12	166	142	109	15	181	85	99
134	182	14	81	40	162	42	60	87	103	44	107	166	152
135	45	168	151	118	177	53	168	153	53	53	29	7	113
136	175	89	4	186	45	99	37	112	115	93	160	173	186
137	91	101	179	4	130	133	146	43	147	152	179	44	17
138	40	72	92	5	105	87	77	156	133	23	37	29	22
139	158	67	18	182	72	188	12	50	166	126	27	10	66
140	156	98	181	170	136	13	122	6	46	52	18	49	48
141	177	29	9	87	109	159	143	0	134	97	51	54	142
142	186	62	80	1	156	190	159	81	180	189	167	150	155
143	18	190	165	22	89	140	186	51	161	36	143	32	27
144	81	93	37	55	7	84	104	21	61	115	10	50	1
145	42	73	65	126	143	59	114	9	15	169	135	51	83
146	111	100	135	63	133	104	87	148	157	64	100	45	182
147	26	153	77	14	121	65	189	111	138	25	124	183	150
148	89	28	115	25	25	7	156	147	102	58	163	107	162
149	69	135	189	153	158	189	18	48	167	82	151	113	183
150	109	161	130	98	5	160	52	31	64	1	83	137	61
151	98	39	148	49	180	162	71	36	23	45	38	80	123
152	132	116	184	33	154	74	54	129	181	39	75	79	15
153	79	65	141	69	81	107	68	167	81	191	148	175	190
154	153	56	170	179	23	118	137	150	32	144	168	142	77
155	167	156	169	171	82	101	187	70	20	173	187	141	171
156	100	2	98	93	50	22	25	42	92	6	39	138	73
157	17	27	116	36	129	62	27	15	12	60	80	40	122
158	140	80	5	133	183	61	4	110	0	85	20	122	103
159	34	143	107	57	119	103	135	119	62	149	129	75	44
160	149	40	122	151	19	25	89	109	84	163	70	120	39
161	162	129	142	82	41	124	190	125	165	21	12	53	147
162	31	36	2	72	44	112	20	80	71	90	141	59	53
163	30	21	91	163	66	70	157	27	128	4	73	60	125
164	1	146	138	86	101	16	8	131	176	80	110	184	131
165	179	88	134	47	87	97	92	49	39	105	65	5	133
166	16	18	163	119	78	67	47	140	124	164	95	38	49
167	165	138	161	48	147	116	183	187	148	180	7	6	177
168	76	38	126	99	58	82	40	96	77	61	55	164	107
169	96	169	180	30	108	81	50	120	75	114	128	189	156
170	123	74	70	189	100	110	176	100	135	188	169	24	62
171	78	109	173	115	40	48	78	141	27	151	32	16	78
172	105	68	45	165	174	92	131	160	154	185	113	72	101
173	154	49	147	101	149	184	17	186	174	94	164	19	149
174	80	159	101	80	55	96	41	185	66	124	130	109	68
175	57	112	32	175	79	94	30	68	80	104	59	106	13
176	22	114	176	132	176	91	33	69	172	106	144	114	94
177	187	58	8	89	57	165	138	28	90	119	81	108	169
178	24	118	54	39	145	19	108	176	30	107	89	185	181
179	190	77	188	181	169	31	180	169	179	160	26	165	164
180	47	191	88	85	37	5	113	44	72	67	94	149	104

181	151	53	143	51	114	11	185	173	21	71	118	9	85
182	28	8	59	154	165	32	53	149	108	19	84	57	109
183	50	92	175	137	14	95	6	54	35	131	3	170	31
184	117	44	150	7	75	18	184	115	79	186	178	12	153
185	152	55	190	180	175	21	182	113	19	153	170	90	33
186	7	0	38	155	61	73	31	67	113	157	123	180	132
187	106	130	33	74	20	85	0	10	24	66	6	89	126
188	118	128	119	109	94	136	155	157	67	143	57	132	100
189	180	125	69	122	47	191	149	41	156	184	44	136	140
190	38	79	121	172	18	9	150	30	168	109	33	55	71
191	8	43	64	143	159	8	36	172	190	59	53	70	18

3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 3 256QAM-NUC 用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 3-1 256QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	18	28	172	9	16	48	97	99	47	116	97	41	35	
1	161	190	48	46	133	70	121	72	85	129	39	1	75	
2	152	152	104	66	14	53	122	51	118	57	99	88	166	
3	30	86	60	115	114	97	73	26	136	39	33	186	145	
4	91	131	184	171	145	126	108	141	166	32	10	86	143	
5	138	25	162	110	191	138	167	103	98	68	6	60	184	
6	83	58	86	72	53	141	75	8	72	17	189	33	62	
7	88	179	185	182	80	85	156	110	163	0	179	36	96	
8	127	16	11	57	166	12	64	79	63	127	130	56	54	
9	54	29	132	55	68	50	49	80	116	92	172	154	63	
10	33	103	155	93	21	171	29	1	162	87	76	54	157	
11	46	117	50	154	184	77	18	66	169	142	185	132	103	
12	125	15	146	3	73	173	110	191	114	185	131	67	32	
13	120	1	178	81	165	155	171	126	124	70	40	73	43	
14	122	138	5	157	147	153	8	14	144	163	176	24	126	
15	169	21	28	176	89	92	27	34	110	14	159	7	187	
16	51	34	133	8	180	15	54	21	46	7	8	17	144	
17	150	54	169	24	55	59	41	25	152	59	17	137	91	
18	100	85	106	130	135	7	164	131	104	93	167	91	78	
19	52	157	90	74	94	102	15	61	88	78	116	93	44	
20	95	168	174	30	189	88	129	52	99	54	16	110	39	
21	186	76	95	89	78	150	157	179	106	175	160	18	109	
22	149	23	42	116	103	149	130	109	181	179	5	57	185	
23	81	11	10	34	115	137	111	189	109	183	174	118	102	
24	11	31	78	20	72	62	112	60	3	47	27	145	10	
25	53	60	177	49	24	80	120	68	10	44	115	147	68	
26	164	151	21	65	105	43	152	187	172	28	43	82	29	
27	130	164	112	146	188	16	12	5	107	135	41	6	42	
28	19	41	54	168	84	172	13	185	33	67	136	127	149	
29	176	57	153	166	148	34	101	178	100	38	175	181	83	
30	93	102	136	26	85	107	31	67	191	124	153	113	133	
31	107	132	12	100	32	101	69	6	75	177	144	94	94	
32	29	30	115	7	1	44	180	65	157	101	106	76	130	
33	86	129	108	48	131	17	143	40	79	4	29	20	27	
34	124	64	92	135	34	13	78	27	52	41	105	53	171	
35	65	105	152	111	134	64	125	180	128	164	84	70	19	
36	75	94	180	103	41	24	79	23	6	58	67	185	51	
37	71	169	151	122	167	143	172	56	12	191	35	142	165	
38	74	184	13	6	81	123	40	175	139	169	152	48	148	
39	68	107	62	152	54	118	116	152	30	27	191	131	28	

40	44	32	25	37	142	83	58	38	68	125	72	43	36
41	82	84	51	45	141	49	71	100	111	114	56	151	33
42	59	0	191	155	75	91	126	104	83	62	83	120	173
43	104	148	84	133	155	136	55	111	5	36	168	34	136
44	118	104	167	60	122	29	35	155	119	113	12	146	87
45	103	83	139	68	140	151	191	133	1	34	184	83	82
46	131	149	96	159	13	30	185	157	97	173	65	27	100
47	101	13	111	178	17	36	159	186	56	148	146	101	49
48	8	27	130	39	8	82	44	36	38	130	104	87	120
49	96	90	150	162	23	57	86	39	117	76	80	2	152
50	97	91	7	141	61	66	3	148	78	170	98	164	161
51	119	175	143	69	49	181	80	112	80	6	79	72	162
52	166	144	144	126	51	117	88	156	155	81	51	35	147
53	77	7	117	99	74	26	145	55	141	73	26	140	71
54	50	150	124	163	181	165	98	161	185	79	64	44	137
55	34	114	27	187	162	2	144	15	20	2	137	45	57
56	158	33	38	58	143	37	0	4	161	99	181	81	8
57	21	162	72	73	42	71	62	94	123	43	165	15	53
58	184	137	6	120	71	147	38	91	28	12	52	61	132
59	24	161	128	148	123	174	150	129	180	64	129	71	151
60	165	136	36	108	161	31	166	75	77	69	186	119	163
61	171	49	39	129	177	14	114	160	50	167	48	92	123
62	142	42	26	23	110	146	139	7	29	136	128	123	47
63	36	61	156	10	149	10	60	138	64	187	154	79	92
64	181	35	32	31	126	0	149	62	41	90	58	116	90
65	45	20	127	80	0	63	10	54	121	118	141	0	60
66	90	128	181	114	63	98	72	171	53	88	77	4	99
67	175	188	122	104	178	1	155	78	36	157	187	80	79
68	99	2	52	184	35	142	181	95	48	30	94	114	59
69	13	40	131	77	175	160	26	166	127	128	109	157	108
70	37	18	68	188	186	186	85	144	44	121	81	179	115
71	10	51	140	4	52	104	128	139	22	5	119	22	72
72	140	37	173	56	43	46	19	105	35	25	82	133	0
73	3	191	182	53	139	60	25	53	165	94	38	10	12
74	69	88	154	98	112	134	4	63	59	55	18	65	140
75	16	70	190	17	10	182	170	73	147	3	188	106	160
76	133	176	137	123	40	127	94	121	187	161	143	62	61
77	172	93	61	189	150	106	175	143	153	152	170	5	180
78	173	167	2	32	182	133	136	169	89	61	147	75	74
79	27	92	138	90	164	94	117	165	154	190	2	135	37
80	132	112	43	36	64	61	135	90	18	21	162	46	86
81	79	108	110	170	83	3	102	116	55	82	95	51	117
82	76	9	29	87	174	8	21	102	90	133	21	90	191
83	111	133	116	82	38	113	89	124	69	42	11	141	101
84	123	187	176	11	47	84	140	119	19	180	74	105	52
85	7	22	30	138	30	125	138	81	148	102	151	66	15
86	94	3	57	140	2	130	100	122	129	147	19	190	80
87	70	109	189	127	116	129	33	181	188	153	59	26	156
88	116	56	14	44	25	72	142	37	24	71	1	77	127
89	174	68	4	186	128	81	74	48	8	91	138	13	81
90	15	14	65	165	160	54	133	158	102	60	145	49	131
91	156	45	80	112	144	109	56	87	151	20	7	3	141
92	187	65	33	84	99	96	124	92	11	122	177	40	142
93	110	173	75	75	5	184	17	50	74	63	30	155	31
94	84	172	135	79	187	41	77	86	105	52	42	184	95
95	185	43	20	149	176	148	65	136	81	141	44	19	4
96	14	38	103	41	82	65	119	88	92	84	28	64	73
97	72	46	98	71	60	74	59	45	70	186	20	50	64
98	159	153	56	33	18	93	182	83	101	162	91	168	16
99	143	122	179	144	185	176	105	43	7	72	14	143	18
100	78	52	129	117	104	124	99	64	132	53	4	173	146

101	135	82	105	169	169	163	158	147	120	155	70	153	70
102	17	155	113	25	39	23	24	183	112	181	110	95	181
103	12	55	71	106	183	154	96	146	145	184	31	165	7
104	139	81	160	35	137	51	70	18	57	13	37	156	89
105	67	185	85	119	22	75	83	11	96	77	61	103	124
106	58	186	55	147	109	159	23	28	42	22	55	122	77
107	151	158	0	101	96	116	81	130	45	15	85	100	67
108	177	178	166	118	151	161	132	128	91	174	15	169	116
109	73	74	59	160	46	188	7	164	71	159	183	161	21
110	154	97	183	97	33	120	141	114	149	182	171	188	34
111	145	26	142	62	29	156	61	159	164	143	96	177	41
112	179	143	19	51	65	19	57	35	51	66	103	130	105
113	25	77	22	16	132	45	82	135	130	134	101	31	113
114	108	106	63	70	95	122	115	96	95	151	112	108	97
115	148	146	125	177	31	90	162	30	140	111	161	11	2
116	137	4	165	161	136	95	186	174	178	115	54	38	6
117	85	189	88	131	159	189	103	177	9	144	178	176	55
118	147	119	87	145	170	20	43	115	135	132	78	37	17
119	61	124	93	78	168	168	148	182	34	158	87	174	65
120	20	96	168	47	67	56	47	74	175	131	126	23	38
121	89	121	77	190	79	52	176	69	21	105	57	78	48
122	155	118	45	158	93	25	113	123	32	120	180	99	158
123	183	139	69	76	111	119	151	46	25	24	88	178	159
124	134	145	175	132	90	167	50	17	67	104	92	166	179
125	128	134	100	95	97	99	184	9	17	160	113	128	5
126	191	62	145	13	113	115	165	127	61	35	73	180	30
127	26	126	31	94	92	132	109	125	58	178	90	170	183
128	121	101	91	43	76	42	189	77	134	50	117	111	170
129	126	63	141	91	58	55	90	118	43	49	93	136	135
130	0	147	114	113	127	47	32	13	122	97	89	112	125
131	141	140	157	63	26	145	20	24	2	45	122	117	20
132	112	170	119	2	27	103	46	134	16	98	62	109	106
133	62	73	16	167	156	87	127	59	183	156	25	172	186
134	114	66	1	185	3	187	153	188	54	40	158	63	182
135	48	130	34	22	6	33	161	190	86	171	148	162	188
136	182	156	15	38	28	28	106	101	4	9	118	138	114
137	146	5	147	172	77	67	11	85	39	56	45	55	1
138	115	72	46	86	125	191	67	162	60	23	123	98	14
139	64	183	188	83	173	178	36	70	184	33	60	115	3
140	113	110	70	175	98	164	9	3	171	168	107	171	134
141	189	127	74	143	138	185	28	33	94	95	173	97	178
142	31	39	109	85	172	179	174	151	179	140	114	29	189
143	1	166	126	1	86	162	160	113	13	149	166	191	167
144	39	75	18	15	45	18	16	44	115	51	120	74	40
145	168	59	64	153	118	27	93	150	49	108	13	58	119
146	2	71	89	96	171	190	95	19	143	26	23	89	22
147	43	19	134	92	62	114	6	16	158	19	139	42	190
148	163	135	9	0	179	105	131	98	168	112	86	189	58
149	188	89	161	121	100	112	66	153	159	117	135	68	23
150	35	24	158	102	19	139	39	173	87	83	164	32	155
151	129	125	44	125	163	86	14	137	73	150	47	175	138
152	153	141	3	59	50	58	91	58	156	123	124	125	98
153	66	174	47	139	57	69	163	184	15	89	149	139	84
154	23	67	148	5	56	68	68	12	93	119	150	47	11
155	40	100	187	181	36	11	48	93	125	188	46	12	110
156	6	12	81	64	102	21	123	76	126	85	157	159	88
157	5	181	164	27	121	89	137	167	131	46	100	129	46
158	98	50	121	28	117	135	52	31	40	137	142	14	177
159	56	115	35	173	154	35	5	120	66	18	0	25	175
160	9	79	23	52	119	32	183	2	138	106	71	150	25
161	63	182	24	21	66	180	76	41	76	189	50	52	150

162	180	53	159	151	20	140	179	49	173	109	49	121	118
163	157	80	82	134	91	177	22	107	65	10	36	16	121
164	167	113	40	191	130	158	34	149	27	16	9	134	129
165	162	44	94	29	69	100	147	154	170	74	127	59	168
166	60	160	67	12	44	131	107	117	186	154	156	124	13
167	42	120	163	180	70	175	168	163	182	176	75	183	128
168	49	17	170	54	153	79	146	106	103	65	34	84	104
169	28	177	58	88	152	169	42	82	108	11	163	21	69
170	22	123	97	164	158	6	173	170	82	8	125	126	112
171	80	171	8	179	88	144	53	168	37	96	190	104	169
172	87	48	83	67	108	9	190	32	174	100	182	148	9
173	92	6	53	156	12	108	104	57	167	75	155	9	45
174	160	10	118	109	59	38	51	132	142	1	66	182	174
175	55	165	149	174	4	157	118	10	26	145	69	167	93
176	136	36	73	50	11	40	45	47	160	80	140	8	26
177	170	47	107	128	120	5	30	84	84	165	32	107	56
178	106	87	123	105	87	22	178	140	62	138	169	28	76
179	117	163	79	18	101	110	134	29	190	86	132	144	50
180	178	8	41	61	37	183	169	22	176	107	53	96	154
181	32	154	99	19	129	166	37	142	31	110	68	85	139
182	38	69	186	137	146	121	187	145	150	172	102	69	66
183	105	159	101	14	9	39	177	176	189	166	63	187	85
184	102	78	49	42	106	4	1	89	113	37	133	102	153
185	41	98	120	136	48	78	2	108	137	103	111	30	107
186	57	99	66	183	7	73	154	20	14	139	22	158	111
187	109	116	76	150	15	111	87	97	23	146	134	160	172
188	144	111	17	107	124	128	63	42	0	31	108	163	176
189	47	180	171	142	190	152	92	71	146	48	3	152	164
190	190	142	102	124	107	170	188	172	177	29	24	149	24
191	4	95	37	40	157	76	84	0	133	126	121	39	122

3.2.1.8.2.1.2.4 1024QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.1.8.2.1.2.4-1 1024QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	104	173	36	37	42	27	22	67	99	84	72	30	47	
1	72	19	140	136	59	109	76	20	78	126	39	127	120	
2	159	14	143	161	143	45	91	9	41	45	2	60	151	
3	102	40	102	62	102	105	103	75	100	76	171	115	144	
4	127	115	57	163	168	174	73	143	15	121	32	80	101	
5	112	80	93	129	93	62	7	94	79	91	75	50	68	
6	56	35	67	160	169	185	176	144	139	52	34	150	20	
7	23	24	62	73	140	69	156	122	2	162	154	39	82	
8	90	79	186	76	186	102	172	56	1	79	6	176	44	
9	171	94	103	66	103	91	99	88	172	187	37	171	117	
10	63	33	45	34	40	37	59	180	67	134	112	47	115	
11	39	109	169	162	48	39	31	72	55	108	62	104	58	
12	76	101	34	122	34	31	19	102	186	47	134	70	0	
13	17	61	167	5	167	34	82	100	159	16	31	33	50	
14	2	142	137	87	137	127	167	113	126	72	121	56	72	
15	168	128	5	94	5	111	108	157	69	119	104	3	8	
16	3	130	178	50	178	30	169	170	145	43	44	10	105	
17	45	162	1	105	1	23	98	59	105	107	20	26	133	
18	153	11	61	132	83	157	152	128	89	98	145	19	160	
19	59	159	159	32	159	155	153	162	137	135	8	149	182	
20	75	47	19	121	19	76	36	26	17	147	68	153	107	
21	29	160	13	47	13	19	28	38	30	110	52	141	41	
22	80	143	2	74	2	85	87	61	143	0	58	98	10	
23	30	38	68	189	44	172	8	156	36	60	83	46	18	

24	21	65	73	110	73	122	15	115	179	4	35	64	119
25	176	122	115	45	115	5	29	117	168	61	139	71	108
26	86	6	134	75	134	36	51	190	104	117	82	130	185
27	79	181	6	175	6	100	163	77	32	24	66	107	12
28	149	12	33	17	33	26	182	22	47	167	73	94	46
29	84	45	139	29	139	59	159	74	156	65	179	16	27
30	109	0	8	108	8	136	14	119	13	40	48	164	26
31	154	106	189	191	57	79	86	12	34	55	59	169	94
32	13	153	130	1	130	25	116	8	114	73	86	57	165
33	46	56	125	153	125	134	45	179	178	112	118	168	116
34	146	21	60	20	164	101	142	182	63	85	70	126	111
35	27	125	113	113	113	3	55	85	163	35	115	157	6
36	93	17	31	61	31	96	25	188	107	156	131	133	164
37	78	129	155	42	155	135	175	191	108	95	10	12	89
38	16	85	16	51	16	21	17	154	59	137	119	154	157
39	15	186	153	2	153	2	183	41	29	171	12	135	21
40	68	27	41	165	46	35	16	58	7	9	98	35	4
41	41	155	183	124	66	82	42	142	72	11	24	53	83
42	47	107	71	43	53	47	41	186	150	54	65	40	189
43	44	156	136	186	136	143	185	107	16	131	163	183	137
44	188	191	182	40	182	56	180	73	22	138	67	28	123
45	111	151	180	86	180	54	139	189	10	157	170	1	76
46	60	90	15	168	15	149	148	15	93	152	142	160	95
47	50	135	56	180	117	7	5	130	56	111	56	67	88
48	74	64	179	155	179	175	32	127	135	183	173	163	109
49	191	57	3	16	3	170	133	160	18	161	46	134	45
50	152	113	32	93	32	144	71	55	74	41	135	181	23
51	165	175	49	26	60	71	90	19	110	69	84	59	36
52	157	49	187	166	187	190	83	45	82	21	164	99	84
53	151	108	70	119	64	94	39	137	87	94	18	186	132
54	71	149	105	159	105	64	46	124	129	113	158	86	71
55	155	164	135	56	135	131	1	133	119	8	23	36	31
56	177	26	12	12	12	145	63	146	97	153	181	178	142
57	160	146	142	44	142	40	165	43	128	39	180	152	149
58	24	105	80	46	80	191	122	60	124	57	168	48	13
59	150	104	50	143	146	86	160	183	130	143	0	117	80
60	62	29	42	49	39	90	57	153	76	86	16	44	158
61	36	100	164	25	51	24	64	177	54	12	137	14	48
62	126	84	172	176	172	139	47	123	153	188	177	66	177
63	119	92	97	158	97	20	6	181	106	184	106	172	124
64	183	3	30	92	30	184	78	95	77	15	97	17	146
65	10	58	10	147	10	181	138	49	152	30	186	31	22
66	26	41	24	54	24	29	100	140	158	118	127	182	110
67	55	91	18	172	18	176	124	4	103	136	21	166	131
68	92	139	53	182	174	124	120	51	183	64	29	187	40
69	19	174	128	64	128	159	174	3	155	169	152	55	171
70	125	70	47	157	71	12	24	21	27	148	22	62	167
71	162	182	168	112	36	43	80	164	28	22	108	143	60
72	136	89	92	38	92	187	12	83	116	6	96	69	32
73	42	131	54	39	58	16	112	187	5	68	153	77	29
74	37	25	145	11	145	162	150	148	84	168	101	9	191
75	12	119	95	6	95	57	136	11	102	78	132	113	103
76	128	178	121	127	121	0	125	168	132	105	189	158	112
77	108	7	77	48	77	188	13	149	44	101	188	91	56
78	107	48	100	151	100	11	106	92	148	190	157	189	53
79	97	54	104	82	104	42	134	65	160	3	165	84	15
80	66	184	44	4	63	4	60	30	12	59	64	151	9
81	31	1	59	36	41	164	11	90	33	124	14	74	1
82	0	126	141	183	141	156	129	23	51	170	79	45	52
83	98	43	118	88	118	22	23	116	24	62	26	97	187
84	143	179	22	126	22	95	72	57	40	87	43	122	19

85	174	168	89	117	183	81	147	161	0	46	109	114	141
86	34	120	152	111	152	153	168	125	138	28	93	75	140
87	181	60	151	188	151	141	190	175	117	29	175	41	173
88	85	190	81	138	81	169	33	129	171	186	126	162	24
89	122	68	110	65	110	117	130	126	151	2	160	90	169
90	33	136	38	70	65	50	70	97	60	25	74	110	62
91	124	176	51	170	67	151	58	14	42	177	99	106	75
92	64	163	65	133	50	89	65	96	164	140	100	116	127
93	96	13	74	137	126	120	186	66	111	53	47	131	61
94	99	71	90	146	90	189	107	37	101	154	38	129	42
95	132	147	7	128	7	167	92	178	121	37	107	188	150
96	179	63	112	114	112	177	135	64	166	18	42	92	99
97	6	37	132	148	132	173	119	173	109	189	169	11	166
98	185	72	28	141	28	140	178	184	133	93	185	147	59
99	120	32	23	125	23	118	132	80	134	114	148	108	38
100	65	30	40	10	55	51	75	101	8	33	11	20	153
101	43	123	122	41	69	55	56	34	49	1	77	159	25
102	67	185	123	116	123	113	128	81	58	158	141	146	79
103	57	154	48	33	122	171	161	131	39	122	116	51	126
104	182	167	133	99	133	41	43	76	43	103	136	29	64
105	140	86	69	81	189	63	164	147	123	5	25	109	130
106	54	103	138	187	138	148	62	47	141	104	90	89	104
107	51	138	75	130	75	106	30	135	80	80	36	6	174
108	89	127	184	131	184	9	26	111	66	166	156	96	170
109	121	148	160	107	160	17	140	121	162	34	159	155	49
110	110	50	46	60	68	80	53	44	61	106	85	43	35
111	40	152	83	90	62	97	61	68	85	51	57	111	30
112	129	66	91	173	91	77	113	98	125	10	125	138	92
113	106	46	191	13	191	83	96	48	50	180	120	85	17
114	156	118	154	71	154	182	109	120	176	139	17	119	66
115	123	96	119	15	119	161	141	40	6	125	130	5	161
116	187	10	111	106	111	137	67	87	184	178	60	22	138
117	70	111	78	3	78	15	121	176	14	100	71	105	14
118	105	145	162	149	162	125	179	104	19	13	176	170	172
119	101	99	29	154	29	186	123	106	170	70	151	4	90
120	61	180	39	181	38	88	21	28	52	142	41	15	143
121	7	88	174	174	56	98	48	163	96	185	50	148	5
122	73	158	27	190	27	32	10	52	131	159	4	145	87
123	138	114	107	27	107	138	184	1	98	50	53	63	121
124	134	110	120	177	120	129	171	152	180	66	174	0	113
125	166	73	129	18	129	46	44	79	31	102	128	156	81
126	114	117	17	21	17	52	114	42	53	150	69	81	134
127	139	112	148	22	148	73	3	139	161	127	111	68	154
128	117	52	79	83	79	168	154	16	175	160	27	13	186
129	18	165	63	91	74	115	143	2	9	92	155	137	162
130	11	62	37	150	70	165	85	71	35	81	117	79	93
131	167	23	126	14	52	142	27	7	68	173	81	103	85
132	189	102	114	96	114	38	137	109	191	115	150	2	148
133	58	59	86	53	86	84	68	114	25	144	133	179	86
134	131	36	101	0	101	128	173	112	37	145	51	38	139
135	118	5	124	145	124	166	144	54	115	128	183	180	145
136	180	116	181	67	181	107	166	62	177	74	172	132	65
137	88	98	0	68	0	116	111	169	169	88	30	123	7
138	38	53	157	144	157	123	189	35	181	20	33	144	63
139	137	188	87	184	87	114	170	150	146	116	146	167	33
140	5	39	55	59	49	93	20	171	83	179	105	140	69
141	81	93	35	23	35	78	9	110	70	96	63	174	37
142	52	31	72	118	72	178	145	50	48	17	89	49	128
143	169	28	147	115	147	66	4	108	92	155	3	37	152
144	48	55	170	135	170	146	149	105	71	175	5	82	159
145	184	172	177	55	177	160	50	69	173	75	140	128	181

146	113	189	165	134	165	104	177	118	20	165	78	101	2
147	148	187	166	102	166	121	118	84	38	7	7	21	147
148	35	67	26	8	26	48	104	39	188	191	102	124	91
149	103	15	64	169	89	74	127	132	149	149	184	177	179
150	14	16	98	85	54	13	95	63	75	44	55	121	156
151	9	4	146	156	47	61	54	31	4	23	166	8	168
152	83	22	116	97	116	70	37	18	185	99	138	23	136
153	95	133	109	63	109	60	81	134	90	48	15	136	135
154	1	76	171	104	171	75	110	103	46	163	103	42	73
155	161	44	150	95	150	163	79	185	187	42	92	27	51
156	20	87	20	52	20	179	158	6	174	63	95	139	98
157	133	77	52	98	173	28	162	145	73	164	167	72	106
158	32	18	25	139	25	130	131	24	122	90	94	185	114
159	77	78	108	24	108	154	181	70	144	120	178	18	176
160	25	169	14	78	14	53	40	36	86	27	40	65	54
161	144	166	163	179	163	110	34	29	189	31	54	161	11
162	141	83	88	19	88	10	188	5	11	14	110	7	122
163	94	82	76	28	76	33	52	93	3	19	182	125	67
164	87	161	175	69	175	112	35	99	165	32	28	88	55
165	130	74	161	58	161	18	84	33	167	174	124	34	163
166	163	134	127	109	127	180	157	82	127	26	1	73	70
167	164	157	85	57	98	147	102	89	26	67	114	184	74
168	178	81	82	164	82	133	0	167	120	89	123	52	96
169	135	95	94	31	94	1	2	174	182	97	187	190	188
170	116	42	173	84	45	65	93	27	94	56	19	120	125
171	100	132	66	140	61	68	49	165	65	146	13	102	118
172	158	121	84	103	84	8	77	91	112	82	87	100	178
173	53	8	190	77	190	44	115	138	142	133	190	87	129
174	22	97	4	123	4	108	151	155	118	129	45	95	57
175	82	141	158	171	158	132	66	32	64	109	76	118	102
176	170	20	21	72	21	183	105	159	95	71	88	83	78
177	175	170	99	79	99	6	101	141	81	58	49	112	43
178	147	69	176	152	176	119	187	136	140	130	161	175	184
179	91	177	58	35	85	67	146	151	147	182	147	78	183
180	4	34	117	80	37	14	69	25	62	123	129	58	39
181	173	140	188	7	188	152	74	158	57	176	162	24	100
182	115	124	144	185	144	72	94	86	157	49	191	165	34
183	49	183	131	167	131	150	18	17	45	36	144	54	97
184	28	51	149	9	149	103	89	13	23	181	113	61	155
185	142	137	156	100	156	87	38	172	113	38	143	25	28
186	172	9	9	142	9	58	155	53	91	141	61	191	180
187	186	2	185	89	185	99	191	10	21	151	80	76	3
188	145	75	96	30	96	126	97	46	136	83	91	142	16
189	190	144	11	120	11	92	117	166	154	77	149	93	190
190	69	171	106	178	106	49	126	0	190	172	9	173	175
191	8	150	43	101	43	158	88	78	88	132	122	32	77

3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 5 4096QAM-NUC 用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 1. 2. 5-1 4096QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	166	29	191	25	100	62	21	44	113	16	131	138	93	
1	161	36	38	17	152	42	5	66	23	114	148	94	61	
2	43	132	101	108	16	79	2	45	166	129	141	25	37	
3	77	121	9	104	39	96	24	183	150	128	17	52	170	
4	177	42	62	122	26	26	12	89	133	58	53	48	63	
5	54	167	79	151	58	175	28	72	130	22	138	21	60	
6	162	15	127	163	60	118	52	83	38	67	45	30	135	
7	185	67	18	109	6	173	118	160	18	69	97	27	5	
8	127	14	51	182	126	185	129	152	71	184	112	184	158	

9	62	64	6	66	7	162	3	169	115	78	111	142	47
10	6	95	95	10	59	144	122	131	111	36	77	90	65
11	64	136	114	170	75	159	149	189	44	8	184	171	179
12	30	35	35	37	62	75	105	37	135	132	129	105	76
13	12	18	123	54	47	21	16	57	11	42	135	148	182
14	27	96	31	43	27	70	136	31	98	109	27	129	72
15	89	50	99	96	113	184	99	53	96	46	122	61	20
16	130	83	133	189	41	33	133	97	67	5	2	8	104
17	116	93	81	4	115	92	171	180	114	116	123	72	7
18	190	120	136	79	169	150	84	47	112	91	156	121	181
19	28	156	106	185	30	147	79	148	87	191	128	173	11
20	38	111	5	106	95	174	59	106	146	142	80	100	117
21	135	74	130	67	189	11	62	173	119	85	116	178	152
22	149	100	159	110	138	136	155	178	28	71	40	1	184
23	164	178	124	141	136	97	78	153	86	138	89	14	172
24	48	31	146	39	70	71	134	82	120	79	84	151	143
25	173	189	41	41	140	83	20	50	49	131	41	137	92
26	175	87	110	161	149	45	1	128	175	32	105	180	109
27	71	77	150	160	187	1	51	67	14	83	42	149	177
28	132	161	185	119	177	90	22	81	30	97	39	41	191
29	68	125	8	84	141	102	161	19	144	93	187	5	119
30	5	145	158	183	125	117	173	15	53	47	145	51	132
31	111	59	178	142	171	178	46	102	165	87	18	177	1
32	158	45	119	180	178	138	172	144	162	169	54	110	98
33	24	115	171	70	134	171	162	135	128	126	44	4	10
34	59	57	121	28	15	166	55	186	108	160	183	37	148
35	26	7	129	87	154	109	148	165	39	171	57	122	35
36	145	27	164	58	131	5	70	20	116	34	136	103	126
37	118	191	168	44	183	57	57	35	158	48	13	35	9
38	51	58	111	103	46	9	121	187	62	94	65	168	18
39	37	150	52	97	35	37	86	10	110	152	162	33	70
40	178	89	177	118	44	80	131	139	83	27	51	23	190
41	69	65	190	88	11	142	114	161	93	106	178	165	38
42	189	39	85	20	51	146	31	65	118	151	59	163	66
43	163	118	179	91	170	34	72	172	80	29	104	45	54
44	133	97	142	157	112	152	104	159	88	56	163	119	62
45	98	107	174	69	20	19	120	140	173	84	70	19	122
46	53	171	46	137	161	133	164	132	157	134	87	62	100
47	29	46	61	175	159	181	127	179	102	143	152	88	3
48	169	33	176	45	101	35	83	51	177	2	94	139	2
49	188	127	23	57	52	24	179	26	132	95	126	28	189
50	17	79	163	130	181	51	187	56	174	182	23	44	144
51	180	44	49	178	71	69	7	150	59	121	169	79	153
52	155	10	28	121	28	12	108	25	106	150	9	78	165
53	73	175	86	114	128	25	40	181	34	180	179	77	14
54	45	85	2	133	3	121	73	24	64	108	177	54	154
55	22	26	143	100	167	167	144	85	22	168	139	191	44
56	107	94	120	148	156	15	48	38	4	179	130	99	161
57	104	103	166	169	123	99	68	111	29	13	38	63	113
58	76	168	13	168	18	120	60	157	97	161	35	70	147
59	143	123	87	61	139	107	190	163	155	137	20	24	12
60	70	32	27	12	102	74	135	41	109	117	86	93	90
61	88	172	39	56	13	81	61	62	9	9	180	118	167
62	99	81	115	173	19	52	116	6	107	24	48	112	112
63	124	61	131	143	37	169	106	90	92	25	108	85	34
64	126	186	92	19	90	65	19	164	36	40	47	16	39
65	34	146	117	120	105	36	35	55	24	174	133	56	139
66	80	113	187	29	92	148	143	71	161	52	167	164	142
67	10	37	56	85	135	89	180	145	50	18	75	115	41
68	168	52	11	86	185	131	102	78	21	102	168	161	159
69	66	71	180	11	121	141	76	123	137	167	25	136	149

70	72	53	118	68	50	165	182	138	17	10	67	166	82
71	123	179	30	62	158	16	117	130	43	144	185	83	131
72	63	34	149	49	29	77	93	88	58	33	91	17	88
73	140	21	60	38	104	60	191	64	124	120	165	101	106
74	176	153	71	171	155	56	165	54	31	159	157	15	138
75	49	73	44	76	12	91	23	188	37	105	158	135	105
76	65	78	103	155	184	151	80	155	172	119	110	18	55
77	50	147	140	111	93	111	146	121	100	177	127	39	163
78	52	116	48	92	166	100	153	43	178	156	82	7	71
79	122	138	162	123	14	134	42	29	129	147	58	152	168
80	4	51	125	77	133	38	53	154	79	3	50	188	80
81	181	184	122	186	146	105	139	151	160	140	64	49	96
82	121	162	126	146	24	140	124	27	167	135	76	186	108
83	57	114	29	172	191	191	64	166	32	175	31	113	40
84	18	9	153	55	188	67	167	86	181	4	159	11	50
85	101	0	77	51	116	78	96	99	154	20	8	53	25
86	42	75	72	102	109	7	138	36	7	11	79	13	114
87	179	82	4	158	89	160	132	170	183	63	78	47	79
88	100	3	7	190	65	44	158	59	90	53	146	128	103
89	157	56	165	3	45	93	90	185	54	113	71	84	141
90	165	174	25	124	25	8	110	190	68	31	69	141	151
91	106	180	89	18	21	188	82	115	191	188	3	174	69
92	156	40	26	2	1	164	39	117	156	15	36	190	74
93	95	25	68	78	76	94	175	120	104	186	155	147	110
94	170	159	20	101	151	156	170	113	147	76	160	123	36
95	174	76	12	23	180	13	66	137	10	14	21	170	24
96	117	28	141	46	33	63	145	84	65	80	29	155	67
97	109	66	37	53	124	54	94	63	81	60	49	10	145
98	102	177	139	82	91	82	119	75	134	0	28	34	26
99	186	122	15	113	107	47	130	14	169	118	150	65	8
100	148	5	36	21	119	115	98	12	142	112	81	92	56
101	3	190	82	177	5	158	63	60	57	130	154	134	180
102	134	129	21	89	132	163	87	176	171	153	149	109	13
103	96	62	137	72	118	129	32	147	78	35	182	143	17
104	67	20	80	71	111	187	160	108	48	98	24	80	134
105	150	160	3	8	96	153	34	22	47	163	30	126	28
106	151	16	57	1	143	98	151	9	5	146	72	158	129
107	153	151	128	167	150	88	77	5	40	148	109	162	185
108	11	41	42	40	173	3	95	94	46	99	173	124	85
109	83	30	43	50	108	66	109	16	51	124	33	156	121
110	1	12	47	127	2	76	56	79	151	65	113	60	137
111	105	108	93	191	122	124	113	101	77	96	43	104	136
112	25	128	147	187	22	139	147	96	1	107	55	55	68
113	144	176	70	26	148	10	50	48	72	127	189	32	86
114	8	24	50	64	130	108	38	69	164	185	132	59	188
115	108	8	170	30	142	176	15	168	152	44	176	9	0
116	84	149	54	105	147	103	156	0	70	181	120	150	124
117	78	183	96	90	67	2	11	3	141	54	172	67	120
118	97	130	17	149	97	177	169	143	2	100	166	31	127
119	141	110	152	34	103	168	185	119	89	164	143	185	32
120	60	43	24	6	36	84	183	49	13	90	90	20	94
121	16	38	172	52	63	20	92	34	182	23	125	29	83
122	112	157	10	165	40	61	186	104	85	155	7	64	133
123	7	166	22	117	117	154	107	133	52	1	5	172	97
124	82	19	45	115	55	95	10	174	41	133	66	22	31
125	93	99	169	65	68	14	101	126	66	141	12	140	58
126	46	102	83	63	137	145	33	92	75	74	98	40	33
127	137	188	69	150	144	87	4	87	63	125	83	176	57
128	35	134	134	33	94	179	150	70	185	17	10	43	166
129	103	68	78	154	83	130	41	191	148	6	62	157	162
130	61	106	64	9	56	6	81	177	179	154	11	183	183

131	113	84	183	125	79	0	89	114	138	178	175	169	186
132	129	17	76	42	175	59	166	61	61	38	85	131	81
133	20	164	189	48	0	4	0	105	73	72	0	145	111
134	119	6	184	162	182	114	30	103	180	122	63	153	19
135	92	126	112	144	114	73	54	40	189	92	181	130	107
136	31	63	109	93	85	72	168	116	76	115	188	117	155
137	154	143	33	145	86	180	26	8	84	82	74	95	42
138	115	60	88	5	9	30	140	110	8	19	171	97	84
139	56	158	32	159	10	127	74	13	27	55	117	154	6
140	44	98	105	27	74	104	100	77	184	66	106	182	43
141	90	169	175	166	106	149	9	167	105	145	61	96	130
142	14	117	94	179	17	122	111	156	42	30	153	3	48
143	131	163	53	98	190	126	126	158	69	189	174	159	123
144	160	135	1	59	4	28	43	23	153	103	147	74	64
145	2	137	90	107	34	58	112	42	188	86	93	57	78
146	36	70	66	95	84	64	25	112	19	149	190	66	53
147	21	55	100	140	98	170	88	28	131	104	34	107	173
148	23	2	19	14	38	23	44	2	121	111	142	91	95
149	110	139	108	112	88	41	189	118	26	88	100	102	75
150	152	182	104	135	64	113	37	4	159	123	6	38	45
151	187	165	113	94	78	17	178	98	45	62	1	76	174
152	0	23	58	174	145	157	141	141	16	172	140	181	178
153	184	22	40	128	77	132	49	33	186	136	191	160	160
154	41	13	144	116	163	106	13	125	25	170	161	81	15
155	183	69	97	181	42	29	29	134	176	139	19	187	187
156	120	91	138	36	120	46	8	58	82	28	151	82	102
157	146	155	154	153	69	49	69	7	103	50	14	71	23
158	47	90	148	83	164	183	154	39	163	190	73	167	150
159	114	154	157	0	48	40	45	91	99	101	99	146	156
160	32	1	67	126	23	48	97	171	101	110	121	69	101
161	81	119	145	74	129	128	47	11	122	43	119	87	99
162	75	131	102	131	160	119	36	184	187	7	92	68	91
163	39	72	132	156	81	137	75	76	20	89	95	50	157
164	91	101	173	188	127	112	137	182	136	49	115	120	128
165	136	142	84	73	82	86	6	124	126	59	118	179	175
166	167	140	167	147	53	172	115	127	168	176	186	132	59
167	172	112	0	139	72	143	188	1	145	165	60	189	125
168	58	109	98	47	179	50	85	107	6	45	144	111	22
169	147	148	182	16	31	22	174	80	91	41	22	86	46
170	125	187	156	136	66	43	17	21	55	70	32	89	115
171	86	152	63	81	32	68	142	93	117	39	52	114	164
172	138	105	135	31	168	110	18	73	35	64	164	127	52
173	94	48	14	15	110	186	91	18	56	75	15	125	16
174	33	4	181	138	73	27	163	136	143	77	88	36	21
175	79	11	73	32	186	155	157	52	140	73	46	2	30
176	159	80	75	129	157	135	177	149	190	157	114	106	176
177	87	49	65	176	172	85	103	162	125	166	101	108	146
178	55	185	161	13	49	182	125	109	127	12	124	73	51
179	171	133	116	184	165	189	71	32	74	187	26	26	116
180	85	47	186	35	176	53	14	30	95	51	96	144	87
181	182	141	55	132	80	31	181	95	94	57	4	0	140
182	191	54	34	164	61	161	65	100	12	26	107	116	77
183	9	104	151	134	174	123	184	46	149	158	103	42	73
184	19	86	91	60	153	101	176	17	33	162	16	12	89
185	74	92	160	152	162	190	159	129	0	68	37	133	169
186	13	144	107	24	54	32	128	74	139	61	102	6	4
187	142	88	16	7	99	125	152	68	3	37	56	75	171
188	40	181	188	22	57	18	58	142	123	183	170	175	27
189	139	170	74	80	87	39	27	175	170	81	68	58	49
190	15	173	155	75	8	116	123	146	15	173	134	46	29
191	128	124	59	99	43	55	67	122	60	21	137	98	118

3.2.1.8.2.2 Short 符号

3.2.1.8.2.2.1 UC

3.2.1.8.2.2.1.1 QPSK 用のテーブル

表 3.2.1.8.2.2.1.1-1 QPSK 用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	9	0	6	19	17	0	2	0	4	0	29	0	1
1	29	1	10	33	9	1	21	1	26	1	30	1	16
2	38	2	0	45	15	2	18	2	11	2	11	2	36
3	13	3	5	22	8	3	8	3	25	3	4	3	2
4	5	4	11	43	10	4	22	4	7	4	12	4	3
5	11	5	4	23	14	5	26	5	37	5	13	5	45
6	0	6	20	46	28	6	12	6	27	6	45	6	44
7	28	7	43	32	27	7	7	7	18	7	35	7	39
8	40	8	12	11	29	8	37	8	32	8	40	8	12
9	37	9	21	40	22	9	30	9	1	9	28	9	22
10	25	10	26	13	3	10	23	10	16	10	3	10	8
11	7	11	9	34	12	11	45	11	17	11	9	11	13
12	22	12	28	14	38	12	47	12	2	12	14	12	32
13	8	13	15	47	20	13	40	13	15	13	20	13	17
14	46	14	7	0	4	14	0	14	0	14	23	14	0
15	2	15	13	12	24	15	14	15	9	15	16	15	24
16	30	16	41	6	2	16	27	16	24	16	32	16	19
17	41	17	3	26	1	17	5	17	19	17	19	17	33
18	45	18	27	37	13	18	4	18	13	18	37	18	21
19	20	19	35	4	33	19	9	19	8	19	21	19	40
20	31	20	29	5	31	20	36	20	34	20	27	20	43
21	21	21	33	17	47	21	6	21	44	21	36	21	9
22	36	22	8	25	36	22	29	22	6	22	22	22	47
23	1	23	2	30	35	23	31	23	5	23	26	23	4
24	43	24	32	39	7	24	39	24	23	24	43	24	26
25	44	25	38	29	16	25	17	25	21	25	6	25	34
26	42	26	42	27	25	26	19	26	31	26	34	26	6
27	19	27	30	28	39	27	15	27	22	27	8	27	10
28	14	28	40	10	42	28	41	28	42	28	33	28	37
29	12	29	39	21	6	29	35	29	43	29	31	29	42
30	6	30	36	36	11	30	11	30	38	30	2	30	35
31	10	31	34	9	34	31	10	31	46	31	39	31	41
32	24	32	44	3	18	32	46	32	14	32	42	32	18
33	23	33	25	20	23	33	44	33	35	33	38	33	27
34	35	34	46	24	21	34	38	34	10	34	24	34	7
35	18	35	17	42	44	35	28	35	12	35	25	35	30
36	39	36	18	7	5	36	42	36	30	36	18	36	15
37	33	37	45	41	0	37	43	37	28	37	17	37	20
38	15	38	16	44	32	38	32	38	39	38	0	38	31
39	34	39	22	38	40	39	33	39	20	39	5	39	14
40	3	40	37	15	41	40	24	40	45	40	41	40	25
41	16	41	1	8	19	41	20	41	47	41	7	41	28
42	17	42	14	31	26	42	3	42	40	42	15	42	23
43	27	43	23	16	45	43	13	43	41	43	1	43	38
44	4	44	24	2	46	44	16	44	3	44	47	44	46
45	32	45	19	1	30	45	25	45	33	45	46	45	29
46	26	46	31	35	37	46	34	46	36	46	44	46	5
47	47	47	47	18	43	47	1	47	29	47	10	47	11

3.2.1.8.2.2.1.2 16QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.2.1.2-1 16QAM用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	19	32	11	33	15	41	4	15	27	0	32	31	6
1	12	42	8	16	16	10	24	21	24	1	24	23	9
2	37	35	0	0	8	21	10	29	17	2	35	1	11
3	24	16	6	26	17	37	6	10	16	3	21	42	13
4	18	45	9	35	5	9	12	12	5	4	7	36	8
5	1	38	33	31	30	8	25	32	14	5	31	25	28
6	29	29	35	21	21	11	23	1	30	6	39	47	2
7	39	30	7	34	6	27	22	9	41	7	47	3	25
8	17	9	45	42	2	16	35	31	36	8	0	12	30
9	11	43	28	43	44	23	3	47	26	9	46	30	43
10	9	31	42	32	4	25	1	23	6	10	5	32	27
11	40	11	22	29	9	2	39	30	22	11	41	8	5
12	8	34	39	7	14	34	7	26	34	12	6	11	23
13	4	25	41	47	28	7	18	18	8	13	45	27	16
14	44	39	5	37	29	29	40	0	43	14	36	21	29
15	20	7	26	28	35	28	11	28	13	15	12	40	42
16	21	13	44	5	25	5	19	7	18	16	2	16	12
17	38	4	40	9	20	15	33	20	28	17	22	13	24
18	23	0	12	30	31	31	47	43	19	18	14	34	32
19	33	21	16	25	7	45	42	44	20	19	34	4	38
20	0	46	14	3	38	4	44	3	7	20	27	26	33
21	13	15	43	17	12	43	27	45	44	21	33	35	22
22	5	5	29	23	23	33	38	5	38	22	4	46	46
23	32	20	23	24	10	22	2	17	23	23	26	20	17
24	6	33	21	41	32	18	8	16	0	24	19	29	3
25	25	47	30	45	13	13	28	46	33	25	43	28	15
26	27	44	37	20	40	35	41	40	46	26	18	5	0
27	45	40	1	12	18	30	32	39	37	27	20	43	47
28	34	37	46	27	26	6	30	6	11	28	25	18	37
29	22	19	24	39	42	12	14	38	40	29	38	39	31
30	14	23	19	8	45	44	5	34	9	30	28	24	44
31	46	8	3	4	43	1	43	36	45	31	30	14	34
32	7	12	18	1	11	20	16	22	12	32	17	0	40
33	43	3	20	6	1	40	13	33	35	33	37	10	45
34	31	26	31	2	36	42	20	27	47	34	8	7	10
35	30	14	13	38	34	39	36	24	10	35	29	41	19
36	16	1	47	10	3	19	17	25	31	36	44	37	39
37	28	10	34	40	0	17	21	13	29	37	15	9	26
38	2	28	25	18	27	36	45	14	15	38	9	38	1
39	15	36	15	19	19	38	37	37	42	39	3	33	21
40	3	24	2	46	47	26	15	19	25	40	11	2	7
41	36	22	32	11	37	0	34	8	39	41	16	6	4
42	41	18	27	36	24	32	46	42	32	42	42	19	35
43	35	2	38	13	41	3	29	11	2	43	13	45	18
44	42	6	17	22	46	47	0	4	21	44	1	17	41
45	26	27	36	14	33	14	31	2	4	45	10	15	20
46	47	41	4	15	22	24	9	35	1	46	40	22	36
47	10	17	10	44	39	46	26	41	3	47	23	44	14

3.2.1.8.2.2.1.3 64QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.2.1.3-1 64QAM用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16

0	33	1	7	14	30	17	23	26	37	24	6	4	39
1	18	7	28	7	14	15	20	14	30	25	28	0	11
2	21	6	41	13	40	11	14	11	14	31	25	6	12
3	29	39	8	10	26	10	9	10	13	39	38	29	7
4	14	8	6	9	21	14	44	17	2	15	43	19	3
5	4	41	12	12	5	27	41	23	31	13	11	9	1
6	35	21	14	32	12	37	19	18	27	6	21	38	40
7	32	24	47	30	3	29	36	44	9	10	31	15	31
8	26	37	4	3	18	20	38	3	46	5	47	23	27
9	15	38	38	26	17	7	13	5	41	14	8	27	0
10	11	34	32	22	11	47	16	0	47	3	17	25	45
11	6	15	37	40	38	44	28	22	18	47	39	45	42
12	1	36	23	31	4	16	0	29	23	32	23	36	6
13	47	47	33	4	46	3	8	9	28	11	27	32	5
14	38	5	15	17	7	8	2	1	43	19	30	18	24
15	17	4	46	39	31	12	39	34	10	18	32	10	36
16	45	16	22	21	0	6	31	19	39	7	3	46	46
17	27	13	0	44	1	21	29	42	42	33	35	35	19
18	2	25	34	2	27	13	21	20	16	20	12	34	34
19	5	19	24	20	36	43	10	33	22	17	7	11	22
20	16	35	40	19	8	31	11	37	36	0	1	33	29
21	12	14	45	41	10	19	33	47	8	28	16	42	13
22	23	23	27	16	2	36	32	12	33	2	18	41	35
23	25	18	19	42	22	32	27	35	32	34	36	5	2
24	3	12	43	11	13	18	46	24	4	12	10	31	17
25	0	27	11	27	9	5	7	8	1	36	24	44	33
26	42	31	36	25	37	9	5	13	45	1	41	14	20
27	13	42	9	36	42	0	35	30	19	29	4	17	14
28	41	45	17	46	41	42	26	40	12	22	44	3	15
29	46	10	21	28	32	39	1	6	6	21	22	2	25
30	9	0	31	1	15	35	43	4	35	30	5	12	38
31	24	3	44	29	39	38	40	21	0	16	33	24	9
32	40	20	2	8	23	34	37	43	24	23	46	7	41
33	43	44	1	47	25	2	17	36	25	8	29	8	30
34	7	29	26	33	34	1	47	25	15	45	0	39	44
35	31	26	13	34	24	33	30	46	38	42	26	20	18
36	39	30	42	35	35	30	6	16	44	35	9	43	8
37	34	11	30	6	28	28	18	2	7	26	42	21	28
38	30	28	35	45	20	25	15	28	26	9	37	47	37
39	20	40	5	43	16	41	42	15	21	38	45	13	4
40	8	17	29	18	19	24	3	31	34	41	15	28	32
41	36	46	25	37	33	22	25	41	40	43	40	37	47
42	22	33	16	0	6	4	4	27	29	40	2	26	16
43	10	2	20	38	43	26	22	38	20	27	19	16	43
44	19	43	39	23	29	40	24	7	11	37	14	22	21
45	28	22	10	15	45	46	12	39	5	4	20	1	23
46	37	32	18	24	47	23	45	32	17	44	34	30	26
47	44	9	3	5	44	45	34	45	3	46	13	40	10

3.2.1.8.2.2.1.4 256QAM用のテーブル

表 3.2.1.8.2.2.1.4-1 256QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	31	19	6	11	9	5	7	18	3	28	14	5	25	
1	22	40	12	0	13	45	9	16	7	9	34	37	15	
2	6	36	8	42	14	42	11	21	10	4	22	36	35	
3	33	11	11	24	37	35	15	2	8	27	23	38	32	
4	18	43	7	46	11	13	32	43	23	17	25	16	28	
5	41	45	38	27	17	41	39	10	42	10	21	21	11	

6	23	47	3	25	30	2	12	44	38	12	24	41	0
7	46	25	41	3	47	29	2	42	11	6	6	44	41
8	34	18	9	1	4	15	18	19	0	19	20	10	26
9	3	6	24	41	6	11	45	15	40	30	35	18	34
10	11	20	47	22	12	16	27	20	4	1	26	26	3
11	42	10	17	40	21	0	33	26	28	23	11	27	31
12	13	24	42	19	27	8	6	1	24	39	32	15	1
13	15	21	15	18	29	1	8	38	20	14	19	1	39
14	12	28	28	14	31	33	37	46	32	38	31	43	47
15	24	38	19	36	28	34	24	28	29	34	43	2	18
16	21	35	14	33	5	44	4	17	17	46	13	33	36
17	2	14	43	4	43	7	23	29	25	8	10	14	44
18	10	26	13	47	1	43	47	6	30	15	30	9	33
19	20	29	1	12	35	22	14	22	47	43	12	30	21
20	39	0	29	39	23	24	34	7	19	13	41	8	23
21	37	44	5	30	24	19	25	32	37	47	0	12	37
22	8	17	45	13	18	9	35	31	14	0	40	23	45
23	38	5	37	5	15	38	26	30	43	44	17	4	20
24	26	22	27	2	40	18	5	24	5	7	27	13	14
25	0	7	34	7	0	12	29	3	6	24	29	35	13
26	36	33	0	31	16	26	28	8	39	45	7	31	17
27	17	23	46	9	39	20	19	9	13	18	9	3	40
28	40	1	35	38	10	28	43	12	44	25	37	34	6
29	44	37	4	35	2	21	13	37	22	29	5	19	38
30	43	2	44	15	34	10	30	47	36	37	46	42	9
31	19	4	31	43	36	30	20	40	35	42	42	47	24
32	1	32	39	45	22	40	3	39	16	22	16	46	7
33	7	42	25	44	32	6	17	5	41	31	38	29	27
34	30	34	32	28	26	46	41	35	12	11	15	0	8
35	9	12	36	20	25	37	16	11	15	36	18	25	42
36	14	27	18	32	44	47	22	25	46	20	45	20	5
37	25	9	33	21	20	17	31	45	26	32	2	17	10
38	4	31	23	26	19	3	42	34	2	41	36	39	46
39	28	46	22	23	33	32	10	33	34	33	3	45	2
40	5	13	21	6	42	4	0	23	33	2	33	28	12
41	45	39	40	10	7	39	38	4	31	26	4	6	4
42	27	15	30	8	3	23	44	14	21	21	44	22	19
43	32	30	16	37	46	25	21	27	9	5	28	11	16
44	35	8	26	17	8	36	46	13	45	3	1	32	29
45	47	16	2	34	41	14	40	41	27	16	47	40	30
46	16	41	20	29	45	31	36	36	18	40	39	24	43
47	29	3	10	16	38	27	1	0	1	35	8	7	22

3. 2. 1. 8. 2. 2. 2 NUC

3. 2. 1. 8. 2. 2. 2. 1 16QAM-NUC用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 2. 2. 1-1 16QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	46	3	16	33	23	15	7	2	1	5	9	34	3	
1	11	7	32	9	42	13	0	8	28	30	8	9	35	
2	23	8	33	29	33	9	8	12	12	28	3	13	16	
3	33	35	43	8	17	7	39	21	35	23	40	28	36	
4	10	6	3	12	37	17	17	11	23	9	27	15	41	
5	0	12	29	4	2	18	3	6	36	14	4	39	32	
6	17	13	0	15	22	37	32	4	24	46	7	19	7	
7	47	1	22	13	14	6	2	47	17	21	45	7	20	
8	20	36	40	47	21	16	13	10	10	20	28	17	39	

9	5	38	24	6	0	33	19	16	14	12	29	35	38
10	38	22	44	23	12	41	16	19	15	22	14	26	1
11	29	23	8	16	44	0	14	39	37	34	41	6	47
12	28	46	20	27	30	36	5	7	18	19	20	24	5
13	16	11	13	3	1	5	10	5	13	40	6	38	24
14	41	30	15	46	25	12	27	29	41	15	21	25	14
15	27	34	45	43	35	27	35	17	38	16	5	2	17
16	2	45	7	42	46	1	45	25	33	37	36	37	0
17	31	16	34	14	13	10	26	14	29	25	12	3	34
18	43	39	39	11	10	39	44	15	16	27	31	47	2
19	37	10	42	10	24	46	43	45	21	17	39	27	6
20	34	27	25	28	20	40	11	43	27	36	30	31	13
21	12	4	28	41	15	42	24	23	4	29	15	33	43
22	35	24	18	21	45	28	28	46	9	39	37	4	9
23	24	37	26	44	31	32	34	41	31	35	10	1	15
24	21	33	38	5	41	8	20	20	45	41	34	32	31
25	44	29	10	45	43	38	29	28	40	6	25	21	37
26	40	14	11	18	28	29	22	38	0	10	1	23	21
27	36	41	41	26	36	20	41	24	46	33	47	22	46
28	32	43	47	31	16	4	18	3	7	13	26	36	25
29	39	28	23	25	4	35	9	13	43	18	13	30	26
30	4	32	6	35	32	24	37	32	30	32	32	42	11
31	19	21	1	38	18	45	12	26	34	11	43	20	42
32	26	40	14	2	3	2	21	33	8	4	44	46	30
33	6	19	4	7	6	11	4	36	44	24	24	8	40
34	30	26	12	20	34	47	46	44	47	8	33	11	44
35	9	9	31	37	11	14	33	0	2	3	16	40	10
36	42	20	21	34	40	19	15	37	20	42	42	10	23
37	1	18	19	32	5	22	36	22	6	38	2	41	18
38	22	44	37	24	38	31	42	40	42	2	22	44	8
39	8	25	36	40	27	43	1	1	3	43	19	14	22
40	3	42	30	39	29	21	40	9	22	47	18	0	29
41	45	47	5	1	8	30	25	31	39	0	35	16	28
42	14	5	46	0	26	23	23	42	5	45	23	12	45
43	15	31	27	22	7	26	30	18	32	44	46	18	4
44	13	0	35	19	39	3	6	35	11	7	11	29	33
45	7	2	2	17	9	44	38	34	19	31	17	43	19
46	25	17	9	30	47	34	31	27	25	26	38	45	12
47	18	15	17	36	19	25	47	30	26	1	0	5	27

3.2.1.8.2.2.2 64QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.1.8.2.2.2-1 64QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	2	25	11	12	18	20	12	19	5	4	7	8	26
1	21	2	6	7	9	19	3	20	11	26	31	28	14
2	34	36	8	39	6	13	16	44	16	7	32	33	9
3	25	9	9	31	7	25	11	3	1	21	24	21	10
4	8	3	10	30	14	32	15	6	0	43	15	1	22
5	26	31	7	44	4	9	0	28	22	42	40	39	13
6	18	47	43	14	3	5	25	13	42	33	4	34	40
7	22	19	36	33	34	24	5	15	4	17	23	7	0
8	37	13	46	35	27	39	27	16	26	35	26	0	29
9	30	14	31	17	37	4	29	24	25	19	37	17	24
10	12	24	45	37	17	29	37	9	45	10	1	5	38
11	45	7	19	27	11	40	39	34	32	39	36	41	12
12	47	1	28	2	26	14	20	39	23	27	14	23	17
13	40	21	5	28	15	18	41	8	46	13	44	2	20
14	0	22	2	9	20	43	36	17	31	18	42	14	35

15	7	5	25	26	24	46	31	40	10	34	10	10	41
16	27	20	1	32	40	21	22	29	44	38	6	29	5
17	5	11	4	3	25	44	42	31	15	3	22	25	46
18	4	41	13	46	12	10	24	22	13	28	29	13	8
19	23	38	22	0	0	15	23	10	12	36	20	18	34
20	36	26	27	34	45	35	44	11	36	1	11	35	30
21	14	33	35	6	16	3	40	7	2	5	8	38	21
22	29	27	38	43	13	23	38	35	41	44	17	27	18
23	31	30	20	25	8	47	32	42	20	37	30	44	3
24	39	43	40	21	41	37	33	23	19	16	43	20	27
25	9	12	26	47	35	12	17	2	9	30	0	32	25
26	6	46	16	18	33	30	35	14	43	14	5	31	33
27	17	17	15	45	10	33	34	37	28	9	39	11	19
28	41	10	21	5	39	27	2	33	30	32	35	40	37
29	35	18	14	20	21	36	46	1	7	47	47	30	23
30	19	4	18	13	36	8	45	26	39	29	45	24	36
31	15	45	12	38	1	28	13	45	35	2	12	3	31
32	46	40	41	11	31	38	8	38	34	31	27	36	1
33	44	44	3	29	47	7	19	12	27	23	19	22	2
34	38	29	44	16	23	42	47	47	29	0	25	15	32
35	28	35	39	36	2	22	4	30	24	24	3	37	4
36	42	8	34	8	46	2	7	5	14	11	38	16	11
37	43	0	23	40	44	0	26	18	47	8	13	6	7
38	32	34	47	15	19	6	10	46	18	6	46	42	39
39	33	15	42	41	30	16	30	0	21	46	33	45	42
40	24	23	0	10	42	45	28	41	37	40	34	19	15
41	11	28	37	23	22	26	18	27	8	45	41	47	43
42	3	6	32	1	38	17	6	4	6	15	28	12	47
43	10	32	30	19	29	11	21	21	3	22	16	26	16
44	20	37	24	4	28	31	1	43	38	25	2	43	28
45	13	39	33	22	5	34	43	25	33	20	9	9	44
46	16	16	17	42	32	41	14	36	40	12	21	46	45
47	1	42	29	24	43	1	9	32	17	41	18	4	6

3. 2. 1. 8. 2. 2. 2. 3 256QAM-NUC 用のテーブル

表 3. 2. 1. 8. 2. 2. 2. 3-1 256QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	11	6	3	10	40	19	6	7	8	18	7	25	11	
1	1	7	41	6	42	7	0	21	25	13	17	21	14	
2	12	31	6	8	11	13	20	16	12	16	26	15	32	
3	21	35	42	12	10	4	18	23	9	11	27	12	27	
4	13	8	21	11	15	29	37	24	26	12	9	27	44	
5	15	46	2	24	6	22	27	39	37	26	39	28	43	
6	24	37	25	43	34	44	39	42	35	7	46	11	0	
7	36	21	45	29	37	15	3	0	28	40	47	42	47	
8	34	11	8	3	16	17	1	12	14	24	32	0	1	
9	0	14	39	40	45	14	2	4	5	22	12	37	8	
10	37	13	34	31	25	46	46	22	6	31	35	16	35	
11	9	22	26	7	47	33	11	8	2	17	25	19	33	
12	14	23	47	17	32	12	24	13	29	14	14	18	7	
13	39	30	43	15	8	8	36	30	38	32	11	23	2	
14	19	20	23	19	17	41	14	47	22	35	22	43	41	
15	16	32	20	27	26	35	15	37	31	37	23	45	15	
16	17	34	13	18	29	18	4	5	11	20	16	22	13	
17	28	39	16	5	7	1	16	19	21	9	29	13	4	
18	40	36	38	36	18	26	10	20	17	25	38	32	23	
19	29	17	24	41	21	38	13	26	33	29	33	30	30	
20	23	29	5	25	46	31	35	41	42	47	34	1	16	

21	46	16	40	42	44	34	23	27	43	30	4	6	42
22	30	18	0	13	28	47	26	29	36	23	40	5	46
23	38	45	11	23	27	24	30	38	45	39	10	10	24
24	33	2	7	16	20	11	19	6	20	45	5	8	9
25	3	19	31	35	38	3	42	45	27	4	18	36	17
26	6	33	32	39	43	2	7	40	44	8	37	34	21
27	18	43	15	2	36	16	9	18	13	44	1	24	20
28	26	5	36	46	33	21	33	15	16	5	24	7	18
29	7	10	33	9	5	20	40	43	46	15	44	2	5
30	27	41	9	37	24	30	12	28	10	38	30	39	19
31	45	12	12	32	9	43	34	33	30	46	3	4	12
32	10	0	10	20	13	6	22	10	3	1	0	9	3
33	25	3	30	28	2	25	5	11	32	10	45	14	34
34	4	25	29	0	0	27	28	35	19	21	28	3	28
35	42	40	14	26	4	36	21	2	1	0	13	35	40
36	31	4	18	4	39	42	32	1	15	2	15	20	39
37	43	42	35	44	31	32	38	14	4	43	20	17	37
38	35	1	46	21	1	39	44	32	18	6	6	41	31
39	32	15	4	33	22	40	25	25	40	27	21	44	38
40	5	24	28	34	30	5	17	9	47	19	31	31	45
41	8	44	19	45	12	10	41	3	7	36	19	38	36
42	44	38	1	1	14	9	29	17	34	28	2	33	6
43	41	26	44	30	41	45	45	34	24	42	8	29	22
44	47	47	37	22	23	23	8	36	41	34	41	26	26
45	22	28	27	47	3	37	47	44	23	33	36	40	10
46	20	9	17	38	19	28	31	46	39	41	42	47	25
47	2	27	22	14	35	0	43	31	0	3	43	46	29

3.2.1.8.3 コンスタレーション

キャリア変調方式ごとの座標値を表 3.2.1.8.3.1-1～表 3.2.1.8.3.6-1 に示す。

3.2.1.8.3.1 QPSK の座標値

表 3.2.1.8.3.1-1 QPSK の座標値

b_0b_1	I	Q
00	0.7071	0.7071
01	0.7071	-0.7071
10	-0.7071	0.7071
11	-0.7071	-0.7071

3.2.1.8.3.2 16QAM の座標値

表 3.2.1.8.3.2-1 16QAM の座標値

b_2b_3	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.9487	0.9487	0.7071	0.7071	0.6967	0.7138	0.6574	0.8295	0.3403	0.5341
01	0.9487	0.3162	0.7071	0.7071	0.7036	0.7060	0.5247	0.6841	0.5265	0.3448
10	0.3162	0.9487	0.7071	0.7071	0.7113	0.7091	0.9237	0.6868	0.5730	1.1302
11	0.3162	0.3162	0.7071	0.7071	0.7162	0.6998	0.6895	0.5798	1.1311	0.5638

b_2b_3	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.4633	0.2842	0.2641	0.4530	0.4570	0.2642	0.2599	0.4698	0.4936	0.2530
01	0.2842	0.4633	0.4455	0.2684	0.2642	0.4570	0.4698	0.2599	0.2530	0.4936
10	1.1928	0.5309	0.5216	1.2115	1.2102	0.5067	0.5000	1.2090	1.2040	0.4925
11	0.5309	1.1928	1.2068	0.5083	0.5067	1.2102	1.2090	0.5000	0.4925	1.2040

b_2b_3	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.2416	0.5176	0.4189	0.2173	0.2923	0.9564	0.2976	0.2976
01	0.5176	0.2416	0.2571	0.6578	0.2893	0.2919	0.2976	0.9547
10	0.4929	1.1962	1.1445	0.4326	0.9563	0.9571	0.9547	0.2976
11	1.1962	0.4929	0.5659	1.2088	0.9565	0.2924	0.9547	0.9547

3.2.1.8.3.3 64QAM の座標値

表 3.2.1.8.3.3-1 64QAM の座標値

$b_2b_3b_4b_5$	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	1.0801	1.0801	0.6955	0.6698	0.5879	0.4053	0.5008	1.2136	0.4530	0.2663
0001	1.0801	0.7715	0.7088	0.6934	0.5879	0.4053	0.4994	1.2194	0.4530	0.2663
0010	0.7715	1.0801	0.6937	0.7142	0.5879	0.4053	0.5313	1.1715	0.4530	0.2663
0011	0.7715	0.7715	0.7076	0.7054	0.5879	0.4053	0.5299	1.1788	0.4530	0.2663
0100	1.0801	0.1543	0.6890	0.6964	0.4053	0.5879	1.2107	0.5037	0.2663	0.4530
0101	1.0801	0.4629	0.7046	0.6951	0.4053	0.5879	1.2209	0.5008	0.2663	0.4530
0110	0.7715	0.1543	0.7088	0.7215	0.4053	0.5879	1.1715	0.5299	0.2663	0.4530
0111	0.7715	0.4629	0.7204	0.7279	0.4053	0.5879	1.1802	0.5270	0.2663	0.4530
1000	0.1543	1.0801	0.7015	0.6905	1.0566	0.6114	0.2744	0.4762	1.2092	0.5115
1001	0.1543	0.7715	0.7128	0.6996	1.0566	0.6114	0.2729	0.4762	1.2092	0.5115
1010	0.4629	1.0801	0.6941	0.7147	1.0566	0.6114	0.2773	0.4791	1.2092	0.5115
1011	0.4629	0.7715	0.7220	0.7278	1.0566	0.6114	0.2773	0.4791	1.2092	0.5115
1100	0.1543	0.1543	0.7016	0.6943	0.6114	1.0566	0.4762	0.2729	0.5115	1.2092
1101	0.1543	0.4629	0.7189	0.7015	0.6114	1.0566	0.4762	0.2729	0.5115	1.2092
1110	0.4629	0.1543	0.7064	0.7322	0.6114	1.0566	0.4791	0.2773	0.5115	1.2092
1111	0.4629	0.4629	0.7205	0.7325	0.6114	1.0566	0.4791	0.2758	0.5115	1.2092

$b_2b_3b_4b_5$	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	0.2744	0.4610	0.5414	0.3003	0.3138	0.5793	0.6087	0.3460	0.1435	0.3056
0001	0.6280	1.0969	0.5599	0.2430	0.5461	0.9131	0.6737	0.1969	0.2883	1.4788
0010	0.2479	0.4612	0.3577	0.2094	0.1844	0.3213	0.3011	0.1697	0.1685	0.3080
0011	0.3511	1.2423	0.3559	0.1947	0.8397	1.2603	0.3020	0.1514	0.8380	1.2540
0100	0.4610	0.2744	0.3003	0.5414	0.5793	0.3138	0.3460	0.6087	0.3056	0.1435
0101	1.0969	0.6280	0.2430	0.5599	0.9131	0.5461	0.1969	0.6737	1.4788	0.2883
0110	0.4612	0.2479	0.2094	0.3577	0.3213	0.1844	0.1697	0.3011	0.3080	0.1685
0111	1.2423	0.3511	0.1947	0.3559	1.2603	0.8397	0.1514	0.3020	1.2540	0.8380
1000	0.2670	0.4510	0.9499	0.5644	0.2252	0.6164	0.8851	0.5630	0.1801	0.6889
1001	0.6708	1.1500	1.0671	0.2746	0.2483	1.0289	1.0193	0.2255	0.2060	1.0232
1010	0.2431	0.4399	1.2653	0.8190	0.1708	0.3194	1.2594	0.8435	0.3620	0.6146
1011	0.3648	1.3195	1.4528	0.3009	0.3029	1.4931	1.4867	0.2921	0.5774	0.8829
1100	0.4510	0.2670	0.5644	0.9499	0.6164	0.2252	0.5630	0.8851	0.6889	0.1801
1101	1.1500	0.6708	0.2746	1.0671	1.0289	0.2483	0.2255	1.0193	1.0232	0.2060
1110	0.4399	0.2431	0.8190	1.2653	0.3194	0.1708	0.8435	1.2594	0.6146	0.3620
1111	1.3195	0.3648	0.3009	1.4528	1.4931	0.3029	0.2921	1.4867	0.8829	0.5774

$b_2b_3b_4b_5$	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	0.6111	0.3493	0.1198	0.1675	0.7003	0.3299	1.4322	0.2328
0001	0.6759	0.1488	0.1599	0.3191	0.8893	0.1395	0.6208	1.1813
0010	0.2598	0.1538	0.1316	0.7222	0.4475	0.1313	1.0830	0.9275
0011	0.2512	0.1287	0.3162	0.6128	0.1380	0.1013	0.6997	0.8034
0100	0.4168	0.6160	0.4162	0.1167	0.4490	0.5669	1.0482	0.1620
0101	0.1749	0.7441	0.4044	0.2434	0.1427	0.6699	0.7202	0.1524
0110	0.1824	0.3822	0.7561	0.1578	0.3431	0.3583	1.0716	0.5323
0111	0.1299	0.4106	0.5954	0.4375	0.1212	0.3634	0.7293	0.4590
1000	0.8909	0.5574	0.2885	1.4564	0.8891	0.6028	0.1672	1.0392
1001	1.0296	0.1935	0.8219	1.2347	1.2336	0.2127	0.2404	1.4015
1010	1.2487	0.8124	0.2014	1.0610	1.0675	0.9625	0.1377	0.7164

1011	1.4625	0.2831	0.5596	0.9024	1.3941	0.5912	0.4133	0.7085
1100	0.6179	0.8605	1.4490	0.2819	0.5639	0.8435	0.1392	0.1320
1101	0.2187	1.0469	1.2136	0.8096	0.1948	0.9745	0.4207	0.1367
1110	0.8422	1.2278	1.0465	0.2337	0.6735	1.2236	0.1367	0.4088
1111	0.2996	1.4627	0.8418	0.6320	0.2307	1.3629	0.4224	0.4156

3.2.1.8.3.4 256QAM の座標値

表 3.2.1.8.3.4-1 256QAM の座標値

b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	1.1505	1.1505	0.6908	0.5853	0.5077	1.1249	0.4570	0.2642	0.2369	0.3766
000001	1.1505	0.9971	0.6908	0.5854	0.5074	1.1247	0.4570	0.2642	0.2094	0.3331
000010	0.9971	1.1505	0.6908	0.5853	0.5202	1.1587	0.4570	0.2642	0.2467	0.4178
000011	0.9971	0.9971	0.6908	0.5853	0.5467	1.1503	0.4570	0.2642	0.2331	0.3732
000100	1.1505	0.6903	0.6908	0.5854	0.5356	1.1877	0.4570	0.2642	0.2560	0.4054
000101	1.1505	0.8437	0.6908	0.5854	0.5045	1.1732	0.4570	0.2642	0.2274	0.3511
000110	0.9971	0.6903	0.6908	0.5853	0.5352	1.1522	0.4570	0.2642	0.2786	0.4548
000111	0.9971	0.8437	0.6908	0.5854	0.5728	1.2585	0.4570	0.2642	0.2547	0.4100
001000	0.6903	1.1505	0.6908	0.5854	0.4972	1.1380	0.4570	0.2642	0.2406	0.4205
001001	0.6903	0.9971	0.6908	0.5854	0.4763	1.1793	0.4570	0.2642	0.2106	0.3762
001010	0.8437	1.1505	0.6908	0.5854	0.5384	1.1937	0.4570	0.2642	0.2594	0.4720
001011	0.8437	0.9971	0.6908	0.5854	0.5113	1.2116	0.4570	0.2642	0.2386	0.4103
001100	0.6903	0.6903	0.6908	0.5854	0.5262	1.2152	0.4570	0.2642	0.2704	0.4494
001101	0.6903	0.8437	0.6908	0.5854	0.5151	1.2134	0.4570	0.2642	0.2461	0.4027
001110	0.8437	0.6903	0.6908	0.5854	0.5565	1.3083	0.4570	0.2642	0.3030	0.5108
001111	0.8437	0.8437	0.6908	0.5854	0.5503	1.2816	0.4570	0.2642	0.2626	0.4458
010000	1.1505	0.0767	0.5854	0.6908	1.1220	0.5190	0.2642	0.4570	0.4638	0.2235
010001	1.1505	0.2301	0.5854	0.6908	1.1336	0.5075	0.2642	0.4570	0.4073	0.2047
010010	0.9971	0.0767	0.5854	0.6908	1.1629	0.5106	0.2642	0.4570	0.5180	0.2337
010011	0.9971	0.2301	0.5854	0.6908	1.1751	0.5278	0.2642	0.4570	0.4503	0.2261
010100	1.1505	0.5369	0.5854	0.6908	1.1779	0.5034	0.2642	0.4570	0.4671	0.2547
010101	1.1505	0.3835	0.5854	0.6908	1.1662	0.5015	0.2642	0.4570	0.4079	0.2293
010110	0.9971	0.5369	0.5854	0.6908	1.2305	0.5437	0.2642	0.4570	0.5016	0.2797
010111	0.9971	0.3835	0.5854	0.6908	1.2613	0.5582	0.2642	0.4570	0.4663	0.2685
011000	0.6903	0.0767	0.5853	0.6908	1.1476	0.5012	0.2642	0.4570	0.5094	0.2358
011001	0.6903	0.2301	0.5853	0.6908	1.1766	0.4926	0.2642	0.4570	0.4352	0.2193
011010	0.8437	0.0767	0.5854	0.6908	1.1757	0.5219	0.2642	0.4570	0.5417	0.2430
011011	0.8437	0.2301	0.5854	0.6908	1.2010	0.5232	0.2642	0.4570	0.4859	0.2375
011100	0.6903	0.5369	0.5854	0.6908	1.1716	0.5169	0.2642	0.4570	0.4860	0.2756
011101	0.6903	0.3835	0.5853	0.6908	1.1674	0.5190	0.2642	0.4570	0.4474	0.2573
011110	0.8437	0.5369	0.5854	0.6908	1.2448	0.5663	0.2642	0.4570	0.5497	0.2996
011111	0.8437	0.3835	0.5854	0.6908	1.2810	0.5687	0.2642	0.4570	0.4913	0.2828
100000	0.0767	1.1505	0.8373	0.6921	0.2856	0.4746	1.2102	0.5067	0.2863	1.1753
100001	0.0767	0.9971	0.8373	0.6921	0.2924	0.4812	1.2102	0.5067	0.3427	1.8013
100010	0.2301	1.1505	0.8373	0.6921	0.2917	0.4872	1.2102	0.5067	0.2829	1.1342
100011	0.2301	0.9971	0.8373	0.6921	0.2876	0.4759	1.2102	0.5067	0.2868	1.2865
100100	0.0767	0.6903	0.8373	0.6921	0.2883	0.4581	1.2102	0.5067	0.5745	1.0660
100101	0.0767	0.8437	0.8373	0.6921	0.2893	0.4750	1.2102	0.5067	0.9852	1.6277
100110	0.2301	0.6903	0.8373	0.6921	0.2906	0.4776	1.2102	0.5067	0.5165	1.0159
100111	0.2301	0.8437	0.8373	0.6921	0.2823	0.4700	1.2102	0.5067	0.5815	1.0993
101000	0.5369	1.1505	0.8373	0.6921	0.2771	0.4531	1.2102	0.5067	0.2850	1.0879
101001	0.5369	0.9971	0.8373	0.6921	0.2827	0.4819	1.2102	0.5067	0.2951	1.2365
101010	0.3835	1.1505	0.8373	0.6921	0.2890	0.4726	1.2102	0.5067	0.2773	1.0727
101011	0.3835	0.9971	0.8373	0.6921	0.2949	0.4908	1.2102	0.5067	0.2733	1.1500
101100	0.5369	0.6903	0.8373	0.6921	0.2875	0.4731	1.2102	0.5067	0.5423	1.0040
101101	0.5369	0.8437	0.8373	0.6921	0.2854	0.4894	1.2102	0.5067	0.6035	1.0992
101110	0.3835	0.6903	0.8373	0.6921	0.2910	0.4680	1.2102	0.5067	0.5034	0.9749
101111	0.3835	0.8437	0.8373	0.6921	0.2832	0.4875	1.2102	0.5067	0.5462	1.0249
110000	0.0767	0.0767	0.6921	0.8373	0.4717	0.2742	0.5067	1.2102	1.2343	0.3071
110001	0.0767	0.2301	0.6921	0.8373	0.4645	0.2816	0.5067	1.2102	1.8253	0.4006
110010	0.2301	0.0767	0.6921	0.8373	0.4759	0.2832	0.5067	1.2102	1.1563	0.2994
110011	0.2301	0.2301	0.6921	0.8373	0.4896	0.2909	0.5067	1.2102	1.3357	0.3171

110100	0.0767	0.5369	0.6921	0.8373	0.4388	0.2712	0.5067	1.2102	1.0149	0.6600
110101	0.0767	0.3835	0.6921	0.8373	0.4641	0.2854	0.5067	1.2102	1.4950	1.1597
110110	0.2301	0.5369	0.6921	0.8373	0.4882	0.2915	0.5067	1.2102	0.9788	0.6153
110111	0.2301	0.3835	0.6921	0.8373	0.4613	0.2805	0.5067	1.2102	1.0309	0.6649
111000	0.5369	0.0767	0.6921	0.8373	0.4593	0.2749	0.5067	1.2102	1.1627	0.3173
111001	0.5369	0.2301	0.6921	0.8373	0.4746	0.2808	0.5067	1.2102	1.3295	0.3419
111010	0.3835	0.0767	0.6921	0.8373	0.4838	0.2935	0.5067	1.2102	1.1384	0.3082
111011	0.3835	0.2301	0.6921	0.8373	0.4672	0.2904	0.5067	1.2102	1.2049	0.3283
111100	0.5369	0.5369	0.6921	0.8373	0.4695	0.2879	0.5067	1.2102	1.0035	0.6469
111101	0.5369	0.3835	0.6921	0.8373	0.4872	0.2969	0.5067	1.2102	1.1498	0.8017
111110	0.3835	0.5369	0.6921	0.8373	0.4833	0.2865	0.5067	1.2102	0.9691	0.5930
111111	0.3835	0.3835	0.6921	0.8373	0.4779	0.2931	0.5067	1.2102	1.0338	0.6646

$b_2b_3b_4b_5b_6b_7$	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	0.5859	0.3199	0.1517	0.2676	0.5818	0.3350	0.1215	0.2032	0.5504	0.2902
000001	0.5798	0.3157	0.1491	0.2878	0.5856	0.3310	0.1224	0.1996	0.6811	0.3581
000010	0.6290	0.2176	0.1501	0.2666	0.6387	0.1555	0.1226	0.2117	0.6013	0.1158
000011	0.6216	0.2169	0.1538	0.2854	0.6432	0.1566	0.1241	0.2194	0.7682	0.1547
000100	0.5798	0.3157	0.1696	0.2760	0.5830	0.3402	0.1489	0.2130	0.5441	0.3092
000101	0.5742	0.3118	0.1697	0.2832	0.5865	0.3357	0.1434	0.2023	0.6498	0.4006
000110	0.6216	0.2169	0.1685	0.2773	0.6417	0.1542	0.1527	0.2364	0.6023	0.1065
000111	0.6148	0.2161	0.1728	0.2900	0.6459	0.1552	0.1481	0.2294	0.7797	0.1118
001000	0.3138	0.1773	0.1806	0.6567	0.2563	0.1547	0.1291	0.6189	0.3536	0.1739
001001	0.3142	0.1775	0.1720	0.6656	0.2577	0.1551	0.1271	0.6220	0.1422	0.1086
001010	0.3145	0.1634	0.1886	0.6567	0.2539	0.1331	0.1337	0.5739	0.3832	0.0953
001011	0.3150	0.1635	0.1830	0.6555	0.2555	0.1332	0.1326	0.5774	0.1312	0.0921
001100	0.3142	0.1775	0.3400	0.6001	0.2580	0.1557	0.3264	0.5708	0.3535	0.1757
001101	0.3146	0.1777	0.3343	0.5946	0.2594	0.1561	0.3181	0.5775	0.1416	0.1088
001110	0.3150	0.1635	0.3487	0.6051	0.2556	0.1336	0.3113	0.5610	0.3824	0.0954
001111	0.3155	0.1636	0.3406	0.5955	0.2572	0.1337	0.3025	0.5541	0.1305	0.0924
010000	0.3199	0.5859	0.3028	0.1485	0.3790	0.6007	0.4293	0.1177	0.3884	0.5401
010001	0.3157	0.5798	0.3064	0.1489	0.3756	0.6065	0.4273	0.1142	0.4195	0.6055
010010	0.2176	0.6290	0.3029	0.1483	0.1688	0.7012	0.4318	0.1202	0.1836	0.6535
010011	0.2169	0.6216	0.3073	0.1543	0.1760	0.7030	0.4369	0.1215	0.1927	0.6828
010100	0.3157	0.5798	0.2989	0.1668	0.3818	0.6016	0.4023	0.1723	0.4205	0.5167
010101	0.3118	0.5742	0.3089	0.1703	0.3780	0.6072	0.3970	0.1708	0.4783	0.5742
010110	0.2169	0.6216	0.2957	0.1687	0.1625	0.7085	0.4039	0.1782	0.1301	0.6715
010111	0.2161	0.6148	0.3108	0.1792	0.1700	0.7094	0.4009	0.1783	0.1306	0.6943
011000	0.1773	0.3138	0.6692	0.1816	0.1640	0.3467	0.7581	0.1465	0.2545	0.3692
011001	0.1775	0.3142	0.6676	0.1803	0.1649	0.3478	0.7474	0.1746	0.1491	0.3165
011010	0.1634	0.3145	0.6663	0.1853	0.1283	0.3626	0.7276	0.1537	0.1416	0.4360
011011	0.1635	0.3150	0.6654	0.1880	0.1288	0.3638	0.7322	0.1834	0.0998	0.3707
011100	0.1775	0.3142	0.5949	0.3442	0.1652	0.3494	0.5664	0.4176	0.2566	0.3643
011101	0.1777	0.3146	0.5904	0.3434	0.1661	0.3506	0.5844	0.4120	0.1457	0.3143
011110	0.1635	0.3150	0.5996	0.3556	0.1286	0.3663	0.5665	0.4059	0.1312	0.4379
011111	0.1636	0.3155	0.5986	0.3492	0.1290	0.3675	0.5830	0.3975	0.0960	0.3717
100000	0.9155	0.5630	0.2242	1.3875	0.8751	0.5413	0.1355	1.6352	1.0160	0.5445
100001	0.8998	0.5486	0.3341	1.7952	0.8573	0.4935	0.4776	1.7472	0.8652	0.4474
100010	1.0415	0.2449	0.2789	1.3697	1.0055	0.1921	0.2023	1.3481	1.1286	0.3348
100011	1.0202	0.2443	0.3224	1.4514	0.9593	0.2081	0.3769	1.3239	0.9568	0.2433
100100	0.8998	0.5486	0.8143	1.1514	0.8359	0.5465	1.0475	1.2727	0.8805	0.6810
100101	0.8831	0.5335	1.0287	1.5278	0.8204	0.4979	0.8531	1.5520	0.7870	0.5494
100110	1.0202	0.2443	0.7541	1.1424	0.9781	0.1649	0.7468	1.1180	1.1765	0.1232
100111	0.9979	0.2435	0.7595	1.2209	0.9348	0.1829	0.6145	1.2120	0.9846	0.1171
101000	1.1516	0.7657	0.1955	0.9967	1.1463	0.7183	0.1194	0.9191	1.2156	0.6994
101001	1.2150	0.8088	0.1901	0.9697	1.2915	0.6538	0.1446	0.9125	1.4705	0.9094
101010	1.3530	0.2686	0.2181	1.0284	1.3345	0.2430	0.1493	1.0600	1.3456	0.4371
101011	1.4280	0.2830	0.2070	0.9892	1.3958	0.3892	0.2067	1.0240	1.6415	0.5626
101100	1.2150	0.8088	0.5507	0.8635	1.1249	0.8441	0.5009	0.7923	1.0365	0.9043
101101	1.4799	0.9890	0.5228	0.8415	1.5350	0.9616	0.4480	0.8148	1.2162	1.2129

101110	1.4280	0.2830	0.5638	0.8942	1.4043	0.1392	0.5407	0.8723	1.4122	0.1466
101111	1.7476	0.3437	0.5358	0.8660	1.7849	0.3241	0.4817	0.9061	1.7293	0.1908
110000	0.5630	0.9155	1.4142	0.2378	0.6090	0.8506	1.7577	0.2085	0.5203	0.8946
110001	0.5486	0.8998	1.7789	0.3452	0.5518	0.8706	1.6050	0.5859	0.4839	0.8496
110010	0.2449	1.0415	1.3685	0.2867	0.1905	1.0828	1.3927	0.1540	0.2329	0.9858
110011	0.2443	1.0202	1.4902	0.3703	0.2449	1.0488	1.3359	0.4521	0.2572	0.9654
110100	0.5486	0.8998	1.1426	0.8161	0.6110	0.8039	1.0912	0.9933	0.6950	0.7967
110101	0.5335	0.8831	1.5156	1.0871	0.5550	0.8120	1.4845	0.9744	0.6233	0.7200
110110	0.2443	1.0202	1.1368	0.7795	0.1686	1.0027	1.0129	0.8726	0.1080	0.9491
110111	0.2435	0.9979	1.1919	0.7737	0.2055	0.9803	1.1430	0.6891	0.1222	0.9245
111000	0.7657	1.1516	1.0108	0.2042	0.8119	1.0771	0.9968	0.1610	0.6342	1.0952
111001	0.8088	1.2150	0.9722	0.2095	0.7086	1.2124	0.9586	0.2711	0.5559	1.2129
111010	0.2686	1.3530	1.0436	0.2218	0.2322	1.4159	1.1065	0.1601	0.1349	1.3268
111011	0.2830	1.4280	0.9902	0.2315	0.4474	1.3681	1.0431	0.3103	0.3437	1.2930
111100	0.8088	1.2150	0.8617	0.5678	0.9458	1.0676	0.7440	0.6291	0.8426	1.0293
111101	0.9890	1.4799	0.8447	0.5439	1.0987	1.4083	0.7841	0.5690	0.8675	1.3886
111110	0.2830	1.4280	0.8891	0.5815	0.1886	1.7270	0.8041	0.6639	0.1747	1.6713
111111	0.3437	1.7476	0.8717	0.5548	0.6576	1.7315	0.8562	0.5910	0.5467	1.6232

$b_2b_3b_4b_5b_6b_7$	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	0.0840	0.1466	0.5784	0.3094	0.0601	0.2390	0.5562	0.3063
000001	0.0848	0.1440	0.7217	0.3895	0.0826	0.2999	0.6981	0.3620
000010	0.0850	0.3973	0.6601	0.1742	0.0621	0.4611	0.5831	0.1866
000011	0.0886	0.4054	0.7994	0.2410	0.1300	0.4416	0.7406	0.2191
000100	0.1040	0.1477	0.5261	0.3688	0.1656	0.2138	0.4974	0.4212
000101	0.1011	0.1409	0.6305	0.5001	0.1994	0.2464	0.6323	0.4990
000110	0.2104	0.3641	0.6855	0.0836	0.3133	0.3744	0.6054	0.0617
000111	0.2076	0.3700	0.8368	0.0867	0.2667	0.3729	0.7610	0.0740
001000	0.1022	0.7576	0.4211	0.1892	0.0775	0.7734	0.3723	0.2387
001001	0.1811	0.7427	0.2550	0.0914	0.2184	0.7623	0.2345	0.1777
001010	0.1022	0.5958	0.5082	0.0885	0.0724	0.6148	0.4390	0.1522
001011	0.1198	0.5915	0.0867	0.0723	0.1862	0.5909	0.0718	0.1483
001100	0.4418	0.6294	0.4110	0.2034	0.5084	0.6268	0.3781	0.3544
001101	0.3666	0.6775	0.2544	0.0948	0.3662	0.7161	0.2340	0.0582
001110	0.3389	0.5157	0.5156	0.0715	0.4128	0.5104	0.4408	0.0516
001111	0.3092	0.5270	0.0864	0.0729	0.3073	0.5661	0.0845	0.0524
010000	0.3134	0.0791	0.3276	0.5260	0.0647	0.0625	0.3383	0.6608
010001	0.3112	0.0788	0.3828	0.6757	0.3435	0.0527	0.4188	0.7764
010010	0.4650	0.1030	0.1759	0.5922	0.5444	0.0695	0.2064	0.7437
010011	0.4601	0.1216	0.2313	0.7371	0.4763	0.0926	0.2788	0.8867
010100	0.2836	0.1195	0.4068	0.4734	0.1679	0.0786	0.4332	0.5458
010101	0.2812	0.1189	0.5071	0.6026	0.2799	0.1139	0.5429	0.6320
010110	0.3798	0.2518	0.0812	0.6133	0.4272	0.2840	0.0659	0.7684
010111	0.3901	0.2518	0.0830	0.7679	0.4188	0.2285	0.0903	0.9238
011000	0.7668	0.1006	0.2694	0.3732	0.8270	0.0745	0.2538	0.5540
011001	0.7447	0.2238	0.2005	0.2504	0.8000	0.2362	0.1767	0.2832
011010	0.6367	0.0973	0.1096	0.4420	0.6696	0.0831	0.1565	0.6071
011011	0.6248	0.1688	0.0753	0.2565	0.6652	0.1918	0.0591	0.2710
011100	0.6002	0.5013	0.2994	0.3507	0.6366	0.5216	0.2957	0.4485
011101	0.6611	0.4019	0.2056	0.2456	0.7258	0.3966	0.1826	0.3849
011110	0.5014	0.3949	0.0769	0.4490	0.5263	0.4104	0.0588	0.5764
011111	0.5340	0.3515	0.0724	0.2549	0.6079	0.3203	0.0612	0.4203
100000	0.1455	1.6309	1.0105	0.5564	0.1727	1.5663	1.0034	0.4837
100001	0.4683	1.6286	0.8612	0.4700	0.5130	1.5251	0.8455	0.4210
100010	0.1375	1.3547	1.1062	0.3465	0.1264	1.3270	1.0625	0.2931
100011	0.3844	1.3083	0.9450	0.2951	0.3942	1.3016	0.8965	0.2552
100100	1.0746	1.3053	0.8755	0.7373	1.0391	1.2105	0.9132	0.6652
100101	0.7676	1.4571	0.7451	0.6185	0.7820	1.3630	0.7674	0.5790
100110	0.8446	1.0607	1.1561	0.1179	0.8383	1.0490	1.0910	0.0981
100111	0.6203	1.1953	0.9899	0.0999	0.6247	1.1878	0.9211	0.0854
101000	0.0968	0.9379	1.1920	0.6569	0.0880	0.9504	1.1873	0.5368
101001	0.2492	0.9166	1.4284	0.7817	0.2595	0.9257	1.3729	0.6691

101010	0.1067	1.1211	1.3029	0.4076	0.1104	1.1230	1.2512	0.3237
101011	0.3128	1.0819	1.5585	0.4835	0.3225	1.0993	1.4611	0.4074
101100	0.5766	0.7553	1.0340	0.8746	0.5986	0.7528	1.0880	0.7428
101101	0.4324	0.8475	1.2417	1.0446	0.4347	0.8543	1.2391	0.9164
101110	0.6914	0.8817	1.3602	0.1382	0.7040	0.8813	1.2814	0.1080
101111	0.5109	1.0013	1.6252	0.1636	0.5196	1.0065	1.5043	0.1367
110000	1.6427	0.1597	0.5238	0.9935	1.6074	0.1769	0.6399	0.9772
110001	1.6179	0.4898	0.4482	0.8297	1.5382	0.4590	0.5370	0.8523
110010	1.3458	0.1467	0.3212	1.0672	1.3653	0.1355	0.4556	1.0655
110011	1.3041	0.4177	0.2767	0.8938	1.2957	0.4057	0.2814	1.0595
110100	1.2581	1.0300	0.7105	0.8835	1.2404	0.9853	0.7927	0.8322
110101	1.4535	0.7986	0.6052	0.7381	1.3964	0.7235	0.6624	0.7246
110110	1.0153	0.8661	0.1083	1.1045	1.0339	0.8565	0.1060	1.2743
110111	1.1638	0.6483	0.0936	0.9278	1.1667	0.6454	0.0982	1.0885
111000	0.9401	0.1035	0.6165	1.1857	0.9837	0.0965	0.7758	1.1069
111001	0.9105	0.2777	0.7415	1.4257	0.9350	0.2911	0.8162	1.3338
111010	1.1258	0.1141	0.3764	1.2740	1.1547	0.1200	0.5499	1.2336
111011	1.0642	0.3374	0.4525	1.5344	1.1020	0.3354	0.5492	1.4727
111100	0.7139	0.6180	0.8388	1.0522	0.7423	0.6259	0.9522	0.9362
111101	0.8331	0.4704	1.0086	1.2616	0.8597	0.4643	1.0565	1.1435
111110	0.8443	0.7311	0.1265	1.3177	0.8743	0.7442	0.3191	1.3244
111111	0.9794	0.5398	0.1520	1.5881	1.0067	0.5565	0.1519	1.5311

3.2.1.8.3.5 1024QAMの座標値

表 3.2.1.8.3.5-1 1024QAMの座標値

u	UC	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16
u0	0.0383	0.3999	0.9649	0.2558	0.7464	0.1423	0.6828
u1	0.1149	0.3979	0.9649	0.2381	0.7243	0.1434	0.6895
u2	0.1915	0.8645	0.9649	0.2106	0.7012	0.1455	0.6141
u3	0.2680	0.8612	0.9649	0.2245	0.7249	0.1446	0.6086
u4	0.3446	0.8133	0.9649	0.2528	1.0891	0.3382	1.2296
u5	0.4212	0.8250	0.9649	0.2313	1.4878	0.3408	1.5193
u6	0.4978	0.3832	0.9649	0.2629	1.0164	0.3426	0.9522
u7	0.5744	0.3822	0.9649	0.2820	0.9813	0.3383	1.0102
u8	0.6510	0.4033	0.2628	0.7768	0.1887	0.7058	0.1196
u9	0.7275	0.4214	0.2628	0.7867	0.1878	0.6871	0.1193
u10	0.8041	0.9521	0.2628	0.8881	0.1833	0.6497	0.1227
u11	0.8807	0.9455	0.2628	0.8361	0.1841	0.6596	0.1230
u12	0.9573	1.0011	0.2628	0.9713	0.2992	1.1532	0.3613
u13	1.0339	1.0225	0.2628	1.5620	0.2955	1.5197	0.3609
u14	1.1105	0.4388	0.2628	0.8704	0.3062	0.9850	0.3492
u15	1.1871	0.4203	0.2628	0.8161	0.3104	1.0090	0.3497

u	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
u0	0.1101	0.7205	0.0702	0.7184	0.0511	0.7412	0.0326
u1	0.1112	0.7456	0.0706	0.7860	0.0603	0.8376	0.0961
u2	0.1139	0.5786	0.1592	0.5669	0.1625	0.5716	0.1596
u3	0.1122	0.5789	0.1587	0.5917	0.1772	0.6527	0.2263
u4	0.3398	1.2349	0.3025	1.2286	0.2741	1.1968	0.2956
u5	0.3366	1.5118	0.3012	1.4463	0.3080	1.3545	0.3623
u6	0.3669	0.9299	0.4191	0.9191	0.3990	0.9440	0.4367
u7	0.3678	1.0084	0.4184	1.0557	0.4613	1.0627	0.5144
u8	0.6011	0.1319	0.5665	0.1792	0.5488	0.1588	0.5914
u9	0.5891	0.1322	0.5729	0.1792	0.6254	0.2166	0.6685
u10	0.6745	0.0951	0.7206	0.0601	0.7211	0.0347	0.7568
u11	0.6948	0.0949	0.7591	0.0600	0.8263	0.0892	0.8509
u12	0.9372	0.3936	0.9185	0.4314	0.9409	0.4228	0.9489
u13	1.0006	0.3921	1.0434	0.4379	1.0734	0.4938	1.0572
u14	1.2564	0.3170	1.2402	0.3035	1.2228	0.2868	1.1775
u15	1.5321	0.3174	1.4804	0.3046	1.4023	0.3503	1.3194

3. 2. 1. 8. 3. 6 4096QAM の座標値

表 3. 2. 1. 8. 3. 6-1 4096QAM の座標値

u	UC	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16
u0	0.0191	0.9518	0.2481	0.7722	0.1370	0.6708	0.1107
u1	0.0574	0.9518	0.2233	0.7551	0.1358	0.6712	0.1010
u2	0.0957	0.9518	0.2423	0.7333	0.1390	0.6844	0.1065
u3	0.1340	0.9518	0.2492	0.7485	0.1385	0.6839	0.1116
u4	0.1723	0.9518	0.2534	0.7626	0.1350	0.6013	0.1117
u5	0.2105	0.9518	0.2400	0.7410	0.1387	0.6013	0.1083
u6	0.2488	0.9518	0.2295	0.7712	0.1358	0.5942	0.1080
u7	0.2871	0.9518	0.2500	0.7973	0.1329	0.5942	0.1155
u8	0.3254	0.9518	0.2569	1.1445	0.3473	1.2534	0.3280
u9	0.3636	0.9518	0.2450	1.1539	0.3514	1.1978	0.3294
u10	0.4019	0.9518	0.2492	1.6584	0.3486	1.6952	0.3396
u11	0.4402	0.9518	0.2619	1.3063	0.3451	1.4319	0.3320
u12	0.4785	0.9518	0.2537	0.9109	0.3475	0.9323	0.3701
u13	0.5168	0.9518	0.2480	0.8647	0.3524	0.9352	0.3736
u14	0.5550	0.9518	0.2365	0.9035	0.3519	0.9905	0.3649
u15	0.5933	0.9518	0.2534	0.9400	0.3513	0.9899	0.3538
u16	0.6316	0.3067	0.8410	0.2160	0.6803	0.1157	0.5881
u17	0.6699	0.3067	1.0144	0.2207	0.6579	0.1157	0.5931
u18	0.7081	0.3067	0.8834	0.2242	0.6418	0.1156	0.5785
u19	0.7464	0.3067	0.8087	0.2194	0.6644	0.1156	0.5794
u20	0.7847	0.3067	0.8095	0.1966	0.6919	0.1166	0.6605
u21	0.8230	0.3067	0.8630	0.2008	0.6599	0.1166	0.6575
u22	0.8613	0.3067	0.9464	0.1977	0.6749	0.1168	0.7073
u23	0.8995	0.3067	0.8538	0.1936	0.7154	0.1168	0.7091
u24	0.9378	0.3067	0.8637	0.2635	0.9979	0.3611	0.9046
u25	0.9761	0.3067	1.0512	0.2690	1.0278	0.3611	0.8995
u26	1.0144	0.3067	0.9172	0.2723	1.1464	0.3594	0.9824
u27	1.0526	0.3067	0.8261	0.2670	1.0598	0.3594	0.9926
u28	1.0909	0.3067	0.8265	0.2998	1.1163	0.3428	1.1878
u29	1.1292	0.3067	0.9252	0.3053	1.3144	0.3428	1.2403
u30	1.1675	0.3067	1.7842	0.3024	1.6688	0.3446	1.4700
u31	1.2058	0.3067	0.8576	0.2968	0.9976	0.3446	1.7323

u	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
u0	0.7200	0.0564	0.6879	0.0373	0.7250	0.0290	0.7769
u1	0.7171	0.0567	0.6875	0.0358	0.6825	0.0243	0.7318
u2	0.7424	0.0581	0.7843	0.0713	0.8334	0.0844	0.8721
u3	0.7461	0.0566	0.7788	0.0699	0.7796	0.0841	0.8236
u4	0.5680	0.1715	0.5292	0.1426	0.5422	0.1343	0.6051
u5	0.5684	0.1710	0.5292	0.1436	0.5304	0.1391	0.5653
u6	0.5716	0.1706	0.5879	0.1896	0.6271	0.1892	0.6883
u7	0.5712	0.1722	0.5881	0.1904	0.6011	0.2020	0.6461
u8	1.2345	0.2961	1.2886	0.2612	1.2732	0.2470	1.2133
u9	1.1745	0.2975	1.1728	0.2613	1.1826	0.2674	1.1484
u10	1.6756	0.2973	1.6106	0.3213	1.4917	0.3098	1.3618
u11	1.4334	0.2940	1.4320	0.3195	1.3745	0.3392	1.2834
u12	0.9079	0.4256	0.9060	0.3918	0.9562	0.3796	0.9750
u13	0.9144	0.4259	0.8850	0.3914	0.8928	0.4116	0.9224
u14	1.0051	0.4264	1.0644	0.4604	1.1004	0.4504	1.0875
u15	0.9805	0.4240	1.0066	0.4595	1.0252	0.4894	1.0299
u16	0.1536	0.5572	0.1694	0.5326	0.1487	0.5294	0.1774
u17	0.1536	0.5605	0.1694	0.5340	0.1487	0.5711	0.1451
u18	0.1536	0.5737	0.1723	0.6102	0.2090	0.6133	0.2434
u19	0.1536	0.5727	0.1723	0.6118	0.2090	0.6584	0.2105
u20	0.0751	0.7084	0.0562	0.6927	0.0297	0.7059	0.0479
u21	0.0751	0.7068	0.0562	0.6998	0.0297	0.7542	0.0162
u22	0.0751	0.7585	0.0571	0.7781	0.0888	0.8041	0.1123
u23	0.0751	0.7630	0.0571	0.8042	0.0888	0.8622	0.0804
u24	0.4115	0.8927	0.4007	0.8788	0.3991	0.9151	0.4518

u25	0.4115	0.8964	0.4007	0.9296	0.3977	0.9719	0.4157
u26	0.4111	1.0132	0.4277	1.0047	0.4677	1.0325	0.5265
u27	0.4111	1.0380	0.4277	1.0879	0.4634	1.1018	0.4888
u28	0.3040	1.1802	0.2838	1.1861	0.2707	1.1757	0.3108
u29	0.3040	1.2487	0.2838	1.2868	0.2706	1.2542	0.2771
u30	0.3038	1.4202	0.2934	1.4051	0.3337	1.3408	0.3801
u31	0.3038	1.6372	0.2934	1.5489	0.3334	1.4432	0.3453

3.2.1.8.4 L ch キャリア配置

L ch キャリア配置を表 3.2.1.8.4.1-1～表 3.2.1.8.4.3-1 に示す。

3.2.1.8.4.1 FFT サイズが 8k の場合の配置

表 3.2.1.8.4.1-1 FFT サイズが 8k の場合の配置

セグメント 番号	8kFFT	L ch (キャリア番号)				
		34	20	107	163	208
	32	80	97	167	175	
	30	67	74	113	196	
	28	32	88	137	145	
	26	7	67	119	121	
	24	43	58	115	158	
	22	68	100	151	154	
	20	31	103	116	194	
	18	31	35	179	184	
	16	2	5	109	125	
	14	55	67	110	185	
	12	49	55	164	184	
	10	86	89	146	172	
	8	13	61	113	164	
	6	82	95	119	179	
	4	11	62	145	182	
	2	67	79	149	206	
	0	38	64	170	179	
	1	67	101	170	206	
	3	76	85	143	179	
	5	92	100	148	163	
	7	23	79	121	146	
	9	4	47	122	196	
	11	34	77	194	205	
	13	82	89	158	173	
	15	5	25	166	182	
	17	89	106	127	148	
	19	1	77	188	193	
	21	26	49	152	193	
	23	49	68	139	175	
	25	16	95	203	206	
	27	17	31	113	154	
	29	8	19	131	182	
	31	17	104	188	206	
	33	40	97	128	209	

3.2.1.8.4.2 FFT サイズが 16k の場合の配置

表 3.2.1.8.4.2-1 FFT サイズが 16k の場合の配置

16k	L ch (キャリア番号)								
セグメント	34	20	107	163	208	296	313	383	391

番号	32	67	74	113	196	248	304	353	361
	30	7	67	119	121	259	274	331	374
	28	68	100	151	154	247	319	332	410
	26	31	35	179	184	218	221	325	341
	24	55	67	110	185	265	271	380	400
	22	86	89	146	172	229	277	329	380
	20	82	95	119	179	227	278	361	398
	18	67	79	149	206	254	280	386	395
	16	67	101	170	206	292	301	359	395
	14	92	100	148	163	239	295	337	362
	12	4	47	122	196	250	293	410	421
	10	82	89	158	173	221	241	382	398
	8	89	106	127	148	217	293	404	409
	6	26	49	152	193	265	284	355	391
	4	16	95	203	206	233	247	329	370
	2	8	19	131	182	233	320	404	422
	0	40	97	128	209	217	226	400	419
	1	11	100	166	214	263	304	334	340
	3	74	95	154	164	259	271	332	346
	5	64	82	110	137	236	311	326	347
	7	37	38	163	194	299	317	349	370
	9	28	55	149	176	241	311	352	361
	11	20	100	142	178	236	239	386	425
	13	94	98	118	209	281	284	335	418
	15	53	103	128	178	230	236	380	424
	17	68	89	112	161	221	251	353	389
	19	59	100	131	166	229	302	335	401
	21	44	79	194	208	272	322	340	343
	23	4	82	205	208	244	304	361	407
	25	25	86	116	200	241	295	379	386
	27	61	64	155	166	248	256	334	371
	29	62	64	166	205	265	271	337	364
	31	5	97	154	176	217	314	338	404
33	31	67	128	178	220	299	343	412	

3.2.1.8.4.3 FFT サイズが 32k の場合の配置

表 3.2.1.8.4.3-1 FFT サイズが 32k の場合の配置

(a) その 1

32k	L ch (キャリア番号)								
セグメント 番号	34	20	107	163	208	296	313	383	391
	32	7	67	119	121	259	274	331	374
	30	31	35	179	184	218	221	325	341
	28	86	89	146	172	229	277	329	380
	26	67	79	149	206	254	280	386	395
	24	92	100	148	163	239	295	337	362
	22	82	89	158	173	221	241	382	398
	20	26	49	152	193	265	284	355	391
	18	8	19	131	182	233	320	404	422
	16	11	100	166	214	263	304	334	340
	14	64	82	110	137	236	311	326	347
	12	28	55	149	176	241	311	352	361
	10	94	98	118	209	281	284	335	418
	8	68	89	112	161	221	251	353	389
	6	44	79	194	208	272	322	340	343
	4	25	86	116	200	241	295	379	386
	2	62	64	166	205	265	271	337	364
	0	31	67	128	178	220	299	343	412
	1	62	82	145	199	248	262	368	401
	3	49	97	119	131	242	256	406	412

	5	35	91	131	169	274	319	331	386
	7	19	101	136	139	235	254	365	416
	9	23	61	116	158	242	304	332	425
	11	64	65	202	214	251	287	347	394
	13	25	103	143	197	226	248	326	392
	15	22	44	143	151	221	317	340	406
	17	11	43	190	197	236	253	335	424
	19	67	85	161	206	250	317	428	431
	21	7	47	127	172	245	314	344	349
	23	2	82	155	170	253	277	329	362
	25	37	52	179	209	223	304	416	431
	27	23	73	127	136	233	248	343	419
	29	29	38	136	155	247	320	365	403
	31	8	97	152	202	242	298	409	425
	33	22	28	127	154	275	305	349	362

(b) その2

32k		L ch (キャリア番号)							
セグメント 番号	34	499	506	545	628	680	736	785	793
	32	500	532	583	586	679	751	764	842
	30	487	499	542	617	697	703	812	832
	28	514	527	551	611	659	710	793	830
	26	499	533	602	638	724	733	791	827
	24	436	479	554	628	682	725	842	853
	22	521	538	559	580	649	725	836	841
	20	448	527	635	638	665	679	761	802
	18	472	529	560	641	649	658	832	851
	16	506	527	586	596	691	703	764	778
	14	469	470	595	626	731	749	781	802
	12	452	532	574	610	668	671	818	857
	10	485	535	560	610	662	668	812	856
	8	491	532	563	598	661	734	767	833
	6	436	514	637	640	676	736	793	839
	4	493	496	587	598	680	688	766	803
	2	437	529	586	608	649	746	770	836
	0	437	521	607	646	667	724	767	824
	1	472	487	590	634	658	754	821	844
	3	466	481	554	589	664	730	800	821
	5	476	523	589	623	658	665	820	856
	7	449	460	563	635	674	755	776	803
	9	487	506	556	566	650	671	811	830
	11	434	520	626	637	650	725	793	808
	13	439	532	566	575	677	694	836	838
	15	503	512	599	631	650	689	772	827
	17	455	497	557	647	665	700	757	833
	19	436	524	566	643	656	697	817	859
	21	518	524	556	638	688	728	815	845
	23	434	497	635	640	688	722	814	851
	25	478	503	568	580	655	697	802	835
	27	502	526	550	571	655	755	785	829
	29	446	466	541	569	676	697	770	776
31	445	514	562	616	688	701	769	793	
33	460	467	617	626	703	749	782	818	

3.2.1.8.5 FFT サイズ、GI 比、SP 間隔

FFT サイズと GI 比、GI 長、SP 間隔及びブースト比の具体値を表 3.2.1.8.5.1-1～表 3.2.1.8.5.2-1 に示す。

3.2.1.8.5.1 TMCC 区間の具体値

表 3.2.1.8.5.1-1 TMCC 区間の具体値

No.	FFT サイズ	GI 比	GI 長 (μs)	Dx	Dy	CP ブースト比
1	8k	1/16	81	6	1	1.12
2		800/8192	126.56	3	1	0.85
3				6	1	1.29
4		1/8	162	3	1	0.91
5				6	1	1.34
6		1600/8192	253.13	3	1	1.04
7		1/4	324	3	1	1.06
8	16k	1/32	81	12	1	1.38
9		800/16384	126.56	6	1	1.04
10				12	1	1.54
11		1/16	162	6	1	1.12
12				12	1	1.6
13		1600/16384	253.13	3	1	0.85
14				6	1	1.29
15		1/8	324	3	1	0.91
16				6	1	1.34
17		1/4	648	3	1	1.06
18	32k	1/64	81	24	1	1.61
19		800/32768	126.56	12	1	1.29
20				24	1	1.81
21		1/32	162	12	1	1.38
22				24	1	1.91
23		1600/32768	253.13	6	1	1.06
24				12	1	1.57
25		1/16	324	6	1	1.12
26				12	1	1.6
27		1/8	648	3	1	0.91
28				6	1	1.34
29	1/256	20.25	216	1	2.5	

3.2.1.8.5.2 サブフレーム区間の具体値

表 3.2.1.8.5.2-1 サブフレーム区間の具体値

No.	FFT サイズ	GI 比	GI 長 (μs)	Dx	Dy	SP ブースト比	
1	8k	1/16	81	6	1	1.12	
2					2	1.38	
3					4	1.61	
4		800/8192	126.56	3	1	0.85	
5					2	1.04	
6					4	1.29	
7					8	1.53	
8					6	1	1.29
9						2	1.54
10		4	1.81				
11		1/8	162	3	1	0.91	
12					2	1.12	
13					4	1.38	
14				8	1.61		
15				6	1	1.34	
16					2	1.6	
17		4	1.91				
18		1600/8192	253.13	3	1	1.04	
19					2	1.29	
20					4	1.57	

21					8	1.82	
22					1	1.06	
23		1/4	324	3	2	1.34	
24					4	1.6	
25					8	1.91	
26	16k	1/32	81	12	1	1.38	
27					2	1.61	
28					4	1.93	
29			800/16384	126.56	6	1	1.04
30						2	1.29
31						4	1.53
32					12	1	1.54
33						2	1.81
34						4	2.25
35					6	1	1.12
36						2	1.38
37			1/16	162	6	4	1.61
38						1	1.6
39					12	2	1.91
40						4	2.31
41					3	1	0.85
42						2	1.06
43			1600/16384	253.13	3	4	1.31
44						1	1.29
45					6	2	1.57
46						4	1.82
47						1	0.91
48					3	2	1.12
49						4	1.38
50			1/8	324		1	1.34
51					6	2	1.6
52						4	1.91
53						1	1.06
54		1/4	648	3	2	1.34	
55					4	1.6	
56	32k	1/64	81	24	1	1.61	
57						2	1.93
58					12	1	1.29
59			800/32768	126.56		2	1.53
60						1	1.81
61					24	2	2.25
62					12	1	1.38
63			1/32	162		2	1.61
64						1	1.91
65					24	2	2.31
66					6	1	1.06
67			1600/32768	253.13		2	1.31
68						1	1.57
69					12	2	1.82
70						1	1.12
71			1/16	324	6	2	1.38
72						1	1.6
73					12	2	1.91
74						1	0.91
75			1/8	648	3	2	1.12
76						1	1.34
77					6	2	1.6
78			1/256	20.25	216	1	2.5
79						2	3.17

80					4	3.55
----	--	--	--	--	---	------

3.2.2 高度化放送導入方式 (LDM 方式)

LDM 方式は、地上デジタルテレビジョン放送方式をアップパーレイヤー (UL) とし、次世代方式をローワーレイヤー (LL) とし、それらを一定の電力差 (IL) で重畳する手法である。本節では、高度化放送への移行期間に用いることが想定される LDM 方式を用いた LDM 放送、移行後の次世代方式のみを用いた次世代放送の伝送路符号化方式について規定を行う。なお、LDM 方式のアップパーレイヤーに用いる方式を「地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL)」と、同ローワーレイヤーに用いる方式を「次世代方式 (LL)」と表記することとする。なお、LDM 放送における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) は、現行地上デジタルテレビジョン放送と完全互換性を保つことが前提であるため、多重化方式、情報源符号化方式及びスクランブル方式は、該当する章における条件に関わらず、現行地上デジタルテレビジョン放送と同一である。

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の送信データは、ISDB-T 方式と完全互換を保ち MPEG-2 Systems で規定される TSP (トランスポートストリームパッケージ) 複数個を含むデータのグループ(以下「データセグメント」という。)単位で構成され、所要の伝送路符号化が施される。

次世代方式 (LL) の送信データは TLV (Type Length Value) パッケージである。こちらの送信データも ISDB-T 方式と同一のデータセグメント構成を持ち、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) で伝送する映像、音声などのデータキャリアに一定の電力差 (IL) を保ち重畳して伝送を行う。

さらにデータセグメントは、OFDM フレーミング部においてパイロット信号が付加され、OFDM ブロック (帯域幅 6/14MHz、以下「OFDM セグメント」という。)となる。全 13 個の OFDM セグメントは IFFT により一括して OFDM 送信信号に変換される。

LDM 放送では、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL)、次世代方式 (LL) それぞれで伝送パラメータの異なる複数の階層を同時に伝送する階層伝送が可能である。各階層は、1 つ又は複数の OFDM セグメントにより構成され、階層ごとにキャリア変調方式、内符号の符号化率及び時間インターリーブ長等のパラメータを設定できる。なお、伝送可能な階層数はそれぞれ最大 3 である。

また、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) では、中央部の 1 つの OFDM セグメントについては、周波数インターリーブをそのセグメント内で行うことにより、既存の 1 セグメント受信機を用いてテレビジョン信号の一部を受信すること (部分受信) を可能にしている。部分受信は、次世代放送でも対応するが、LDM 放送における次世代方式 (LL) では 1 セグメントの階層分割は可能とするものの、部分受信用の TMCC 情報の伝送が困難なため部分受信には対応しない。

キャリア変調方式のうち、差動変調である DQPSK を用いたセグメントにはスキッタードパイロット (SP) 信号など伝送路応答を推定するためのパイロット信号が存在しない。そのため LDM 放送を行う際に同期変調のセグメントと共通の復調処理を行うことが困難であることから UL 及び LL のキャリア変調では同期変調のみを使用し、差動変調については使用しないこととする。さらに、差動変調は現行地上デジタルテレビジョン放送でも使用されていないことを考慮し、次世代放送においても使用しないこととした。また、変調波の伝送制御に関する付加情報の伝送路として AC (Auxiliary Channel) を使用する場合、同期変調のセグメントでは AC1、差動変調のセグメントでは AC 1 に加えて AC2 のキャリアが規定されているが、差動変調のセグメントは使用しないため、AC2 は定義しない。

図 3.2.2-1 に階層伝送と部分受信のイメージを示す。表 3.2.2-1 にシステムのモードで識別される OFDM セグメントの伝送パラメータ、表 3.2.2-2 に伝送信号パラメータを示す。

また、表 3.2.2-3 に地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 1 セグメント当たりの情報レート、表 3.2.2-4 に全 13 セグメントの総情報レートを示す。同様に表 3.2.2-5、表 3.2.2-6、表 3.2.2-7 に次世代方式 (LL)、次世代放送 1 セグメント当たりの情報レート、表 3.2.2-8、表 3.2.2-9、表 3.2.2-10 に全 13 セグメントの総情報レートを示す。

表 3.2.2-1 及び表 3.2.2-2 から、シンボル長とガードインターバル比、キャリア総数及びこれらの内訳は、現行地上デジタルテレビジョン放送、LDM 放送、次世代放送いずれも同じ値であり、通信速度も同じ値となる。

なお、本報告書に記載される各放送方式「現行地上デジタルテレビジョン放送方式」、「次世代放送方式」及び「LDM 放送方式」並びに「LDM 放送方式のうちアップパーレイヤー (UL)」及び「LDM 放送方式のうちローワーレイヤー (LL)」を伝送路符号化方式における入力に用いる信号形式で分類すると以下のとおりとなる。

- ・「現行地上デジタルテレビジョン放送方式」：TSP のみを用いる
- ・「LDM 放送方式」：TSP 及び TLV パケットとの両方を用いる
- ・「LDM 放送方式のうちアップパーレイヤー (UL)」：TSP 及び TLV パケットとの両方を用いる方式のうち TSP を用いる
- ・「LDM 放送方式のうちローワーレイヤー (LL)」：TSP 及び TLV パケットとの両方を用いる方式のうち TLV パケットを用いる
- ・「次世代放送方式」：TLV パケットのみを用いる

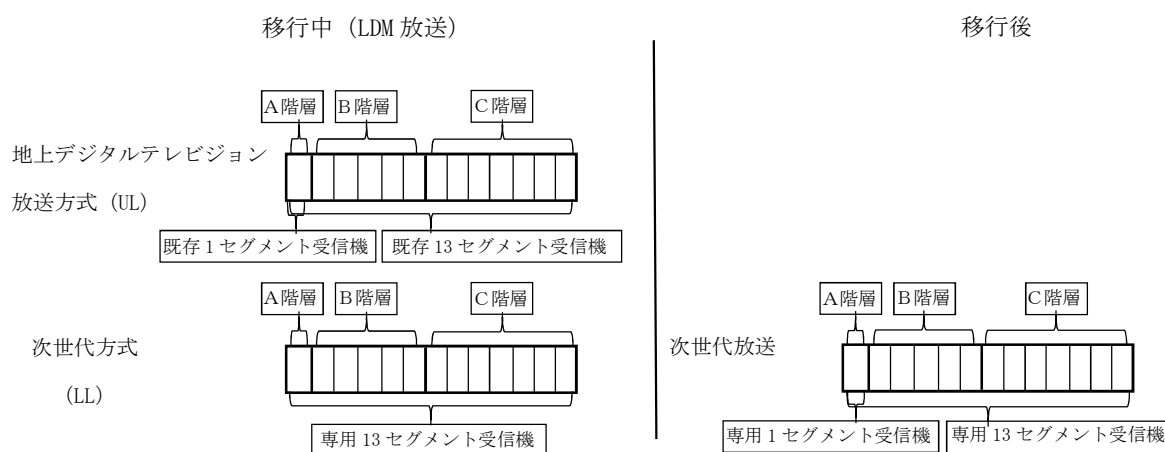


図 3.2.2-1 高度化放送導入方式の階層伝送及び部分受信

表 3.2.2-1 OFDM セグメントパラメータ

モード	モード 1	モード 2	モード 3
セグメント帯域幅 (Bws)	$6000/14 = 428.571\dots \text{kHz}$		
キャリア間隔 (Cs)	$Bws/108 = 3.968\dots \text{kHz}$	$Bws/216 = 1.984\dots \text{kHz}$	$Bws/432 = 0.992\dots \text{kHz}$

キャリア数	総数	108	216	432
	データ	96	192	384
	SP ^{*1}	9	18	36
	CP ^{*1}	0	0	0
	TMCC ^{*2}	1	2	4
	AC1 ^{*3}	2	4	8
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM ^{*4} , 1024QAM ^{*4} , 4096QAM ^{*4}	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM ^{*4} , 1024QAM ^{*4} , 4096QAM ^{*4}	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM ^{*4} , 1024QAM ^{*4} , 4096QAM ^{*4}	
フレーム当たりのシンボル数	204			
有効シンボル長	252 μ s	504 μ s	1008 μ s	
ガードインターバル	63 μ s (1/4), 31.5 μ s (1/8), 15.75 μ s (1/16), 7.875 μ s (1/32)	126 μ s (1/4), 63 μ s (1/8), 31.5 μ s (1/16), 15.75 μ s (1/32)	252 μ s (1/4), 126 μ s (1/8), 63 μ s (1/16), 31.5 μ s (1/32)	
シンボル長	315 μ s (1/4), 283.5 μ s (1/8), 267.75 μ s (1/16), 259.875 μ s (1/32)	630 μ s (1/4), 567 μ s (1/8), 535.5 μ s (1/16), 519.75 μ s (1/32)	1260 μ s (1/4), 1134 μ s (1/8), 1071 μ s (1/16), 1039.5 μ s (1/32)	
フレーム長	64.26ms (1/4), 57.834ms (1/8), 54.621ms (1/16), 53.0145ms (1/32)	128.52ms (1/4), 115.668ms (1/8), 109.242ms (1/16), 106.029ms (1/32)	257.04ms (1/4), 231.336ms (1/8), 218.484ms (1/16), 212.058ms (1/32)	
FFT サンプル周波数	512/63 = 8.126984...MHz			
内符号	畳込み符号 (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)、 LDPC 符号 (2/16~14/16) ^{*5}			
外符号	RS (204, 188)、 BCH 符号 ^{*5}			

*1:SP 及び CP は、受信機の同期、復調用の信号である。

*2:TMCC は、制御情報である。

*3:AC は、放送に関する付加情報を伝送する信号であり、AC1 はすべてのセグメントに同一数ある。

*4:次世代方式 (LL)、次世代放送のみに用いるキャリア変調方式。

*5:次世代方式 (LL)、次世代放送のみに用いる誤り訂正符号。

表 3.2.2-2 伝送信号パラメータ

モード	モード 1	モード 2	モード 3
OFDM セグメント数 (N_s)	13		
帯域幅 (Bw)	$Bws \times N_s + Cs$ = 5.575...MHz	$Bws \times N_s + Cs$ = 5.573...MHz	$Bws \times N_s + Cs$ = 5.572...MHz
同期変調部セグメント数 (n_s)	13		
キャリア間隔 (Cs)	$Bws/108$ = 3.968...kHz	$Bws/216$ = 1.984...kHz	$Bws/432$ = 0.992...kHz

キャリア数	総数	$108 \times N_s + 1 = 1405$	$216 \times N_s + 1 = 2809$	$432 \times N_s + 1 = 5617$
	データ	$96 \times N_s = 1248$	$192 \times N_s = 2496$	$384 \times N_s = 4992$
	SP	$9 \times n_s$	$18 \times n_s$	$36 \times n_s$
	CP*1	1	1	1
	TMCC	n_s	$2 \times n_s$	$4 \times n_s$
	AC1	$2 \times N_s = 26$	$4 \times N_s = 52$	$8 \times N_s = 104$
キャリア変調方式		QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM*3, 1024QAM*3, 4096QAM*3		
フレーム当たりのシンボル数		204		
有効シンボル長		252 μ s	504 μ s	1008 μ s
ガードインターバル		63 μ s (1/4), 31.5 μ s (1/8), 15.75 μ s (1/16), 7.875 μ s (1/32)	126 μ s (1/4), 63 μ s (1/8), 31.5 μ s (1/16), 15.75 μ s (1/32)	252 μ s (1/4), 126 μ s (1/8), 63 μ s (1/16), 31.5 μ s (1/32)
シンボル長		315 μ s (1/4), 283.5 μ s (1/8), 267.75 μ s (1/16), 259.875 μ s (1/32)	630 μ s (1/4), 567 μ s (1/8), 535.5 μ s (1/16), 519.75 μ s (1/32)	1260 μ s (1/4), 1134 μ s (1/8), 1071 μ s (1/16), 1039.5 μ s (1/32)
フレーム長		64.26ms (1/4), 57.834ms (1/8), 54.621ms (1/16), 53.0145ms (1/32)	128.52ms (1/4), 115.668ms (1/8), 109.242ms (1/16), 106.029ms (1/32)	257.04ms (1/4), 231.336ms (1/8), 218.484ms (1/16), 212.058ms (1/32)
インターリーブ	周波数	セグメント間及びセグメント内周波数インターリーブ		
	時間	I=0 (0 シンボル), I=4 (380 シンボル), I=8 (760 シンボル), I=16 (1520 シンボル)	I=0 (0 シンボル), I=2 (190 シンボル), I=4 (380 シンボル), I=8 (760 シンボル)	I=0 (0 シンボル), I=1 (95 シンボル), I=2 (190 シンボル), I=4 (380 シンボル)
内符号*2		畳込み符号 (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8) LDPC 符号 (2/16~14/16) *4		
バイトインターリーブ		12 バイト毎の畳込みバイトインターリーブ		
外符号		RS (204, 188)、 BCH 符号*4		

*1:CP 数は、全帯域の右に 1 本追加したものとする。

*2:内符号は、拘束長 7 (状態数 64)、符号化率 1/2 のマザーコードをパンクチャードした畳込み符号とする。

*3:次世代方式 (LL)、次世代放送のみに用いるキャリア変調方式。

*4:次世代方式 (LL)、次世代放送のみに用いる誤り訂正符号。

表 3.2.2-3 地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 1 セグメントの情報レート

キャリア変調	畳込み符号	伝送 TSP 数*1 (モード 1/2/3)	情報レート (kbps) *2			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
QPSK	1/2	12/ 24 / 48	280.85	312.06	330.42	340.43
	2/3	16/ 32 / 64	374.47	416.08	440.56	453.91
	3/4	18/ 36 / 72	421.28	468.09	495.63	510.65
	5/6	20/ 40 / 80	468.09	520.10	550.70	567.39
	7/8	21/ 42 / 84	491.50	546.11	578.23	595.76
16QAM	1/2	24/ 48 / 96	561.71	624.13	660.84	680.87

	2/3	32/ 64 / 128	748.95	832.17	881.12	907.82
	3/4	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	5/6	40/ 80 / 160	936.19	1040.21	1101.40	1134.78
	7/8	42/ 84 / 168	983.00	1092.22	1156.47	1191.52
64QAM	1/2	36/ 72 / 144	842.57	936.19	991.26	1021.30
	2/3	48/ 96 / 192	1123.43	1248.26	1321.68	1361.74
	3/4	54/ 108 / 216	1263.86	1404.29	1486.90	1531.95
	5/6	60/ 120 / 240	1404.29	1560.32	1652.11	1702.17
	7/8	63/ 126 / 252	1474.50	1638.34	1734.71	1787.28

*1: 伝送 TSP 数はキャリア数、変調方式誤り訂正符号化率から求められる情報レートを伝送するために必要なフレーム当たりの TSP 数である。

例えば QPSK $r=1/2$ 、モード 1、GI=1/8、の場合、フレーム当たりの情報量は
 96 (キャリア) $\times 2$ (ビット) $\times 1/2$ (符号化率) $\times 204$ (シンボル) = 19,584 ビット/フレーム
 よってこの情報レートを伝送するための TSP の数は $19,584/204/8=12$ (個) となる。

*2: 伝送パラメータに対して 1 セグメント当たりの情報レート(ビット)を示す。

情報レート(ビット) = 伝送 TSP 数 $\times 188$ (バイト/TSP) $\times 8$ (ビット/バイト) $\times 1/$
 フレーム長)

表 3.2.2-4 地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 総情報レート*1

キャリア 変調	畳込み 符号	伝送 TSP 数 (モード 1/2/3)	情報レート (Mbps)			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
QPSK	1/2	156/ 312/ 624	3.651	4.056	4.295	4.425
	2/3	208/ 416/ 832	4.868	5.409	5.727	5.900
	3/4	234/ 468/ 936	5.476	6.085	6.443	6.638
	5/6	260/ 520/ 1040	6.085	6.761	7.159	7.376
	7/8	273/ 546/ 1092	6.389	7.099	7.517	7.744
16QAM	1/2	312/ 624/ 1248	7.302	8.113	8.590	8.851
	2/3	416/ 832/ 1664	9.736	10.818	11.454	11.801
	3/4	468/ 936/ 1872	10.953	12.170	12.886	13.276
	5/6	520/ 1040/ 2080	12.170	13.522	14.318	14.752
	7/8	546/ 1092/ 2184	12.779	14.198	15.034	15.489
64QAM	1/2	468/ 936/ 1872	10.953	12.170	12.886	13.276
	2/3	624/ 1248/ 2496	14.604	16.227	17.181	17.702
	3/4	702/ 1404/ 2808	16.430	18.255	19.329	19.915
	5/6	780/ 1560/ 3120	18.255	20.284	21.477	22.128
	7/8	819/ 1638/ 3276	19.168	21.298	22.551	23.234

*1: 1 例として 13 セグメントを同じパラメータとした総情報レートを示す。

なお、階層伝送においては、階層パラメータの構成により変わる。この場合、全 13 セグメントの伝送容量は表 3.2.2-3 に基づいて求められる各セグメントの伝送容量の総和となる。

表 3.2.2-5 次世代方式 (LL)、次世代放送 1 セグメントの情報レート

キャリア 変調	符号化 率	伝送 TSP 数* ¹ (モード 1/2/3)	情報レート (kbps) * ²			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
QPSK	2/16	4/7/13	74.36	82.62	87.48	90.13
	3/16	5/10/20	112.45	124.95	132.30	136.30
	4/16	7/14/27	150.55	167.27	177.11	182.48
	5/16	9/17/33	188.64	209.60	221.93	228.66
	6/16	10/20/40	226.74	251.93	266.75	274.83
	7/16	12/24/47	264.83	294.26	311.57	321.01
	8/16	14/27/53	302.93	336.59	356.39	367.19
	9/16	15/30/60	341.02	378.91	401.20	413.36
	10/16	17/34/67	379.12	421.24	446.02	459.54
	11/16	19/37/73	417.21	463.57	490.84	505.71
	12/16	20/40/80	455.31	505.90	535.66	551.89
	13/16	22/44/87	493.40	548.23	580.48	598.07
	14/16	24/47/93	531.50	590.55	625.29	644.24
	16QAM	2/16	7/13/26	148.71	165.24	174.96
3/16		10/20/40	224.90	249.89	264.59	272.61
4/16		14/27/53	301.09	334.55	354.23	364.96
5/16		17/33/66	377.28	419.20	443.86	457.31
6/16		20/40/80	453.47	503.86	533.50	549.67
7/16		24/47/93	529.66	588.52	623.14	642.02
8/16		27/53/106	605.86	673.17	712.77	734.37
9/16		30/60/120	682.05	757.83	802.41	826.72
10/16		34/67/133	758.24	842.48	892.04	919.07
11/16		37/73/146	834.43	927.14	981.68	1011.43
12/16		40/80/160	910.62	1011.80	1071.31	1103.78
13/16		44/87/173	986.81	1096.45	1160.95	1196.13
14/16		47/93/186	1063.00	1181.11	1250.59	1288.48

*1: 伝送 TSP 数はキャリア数、変調方式誤り訂正符号化率から求められる情報レートを伝送するために必要なフレーム当たりの TSP 数である。

例えば QPSK $r=2/16$ 、モード 1、 $GI=1/8$ 、の場合、フレーム当たりの情報量は
 96 (キャリア) $\times 2$ (ビット) $\times 8,432$ 主信号*³ (ビット) / $69,120$ (ビット) \times
 204 (シンボル) = $4,778.133$ ビット/フレーム

1 つの TSP に 184 バイトの情報を格納するので、 $4,778.133/184/8 = 3.25$ (TSP)
 よって求められる情報レートを伝送するには TSP が 4 個必要となる。

*2: 伝送パラメータに対して 1 セグメント当たりの情報レート (ビット) を示す。

情報レート (ビット) = キャリア数 \times シンボル当たりのビット数 (ビット) \times
 204 (シンボル数) \times 主信号*³ (ビット) / $69,120$ (ビット) \times (1/フレーム長)

*3: 主信号は表 3.2.2.4.2.1-1 「FEC ブロックの構成」にある符号化率に応じた情報レート (ビット)

表 3.2.2-6 次世代方式 (LL)、次世代放送 1 セグメントの情報レート

キャリア 変調	符号化 率	伝送 TSP 数*1 (モード 1/2/3)	情報レート (kbps) *2			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
64QAM	2/16	10/20/39	223.07	247.85	262.43	270.39
	3/16	15/30/59	337.35	374.84	396.89	408.91
	4/16	20/40/79	451.64	501.82	531.34	547.44
	5/16	25/50/99	565.93	628.81	665.80	685.97
	6/16	30/60/119	680.21	755.79	800.25	824.50
	7/16	35/70/139	794.50	882.77	934.70	963.03
	8/16	40/80/159	908.78	1009.76	1069.16	1101.56
	9/16	45/90/179	1023.07	1136.74	1203.61	1240.08
	10/16	50/100/199	1137.35	1263.73	1338.06	1378.61
	11/16	55/110/219	1251.64	1390.71	1472.52	1517.14
	12/16	60/120/239	1365.93	1517.70	1606.97	1655.67
	13/16	65/130/259	1480.21	1644.68	1741.43	1794.20
	14/16	70/140/279	1594.50	1771.66	1875.88	1932.72
	256QAM	2/16	13/26/52	297.43	330.47	349.91
3/16		20/40/79	449.81	499.78	529.18	545.22
4/16		27/53/106	602.19	669.10	708.46	729.92
5/16		33/66/132	754.57	838.41	887.73	914.63
6/16		40/80/159	906.95	1007.72	1067.00	1099.33
7/16		47/93/185	1059.33	1177.03	1246.27	1284.04
8/16		53/106/212	1211.71	1346.35	1425.54	1468.74
9/16		60/120/239	1364.09	1515.66	1604.81	1653.44
10/16		67/133/265	1516.47	1684.97	1784.09	1838.15
11/16		73/146/292	1668.85	1854.28	1963.36	2022.85
12/16		80/160/319	1821.23	2023.59	2142.63	2207.56
13/16		87/173/345	1973.62	2192.91	2321.90	2392.26
14/16		93/186/372	2126.00	2362.22	2501.17	2576.97

*1: 1 フレーム当たりの伝送 TSP 数を示す。

*2: 伝送パラメータに対して 1 セグメント当たりの情報レート(ビット)を示す。

情報レート(ビット) = キャリア数 × シンボル当たりのビット数(ビット) ×
204 (シンボル数) × 主信号*3 (ビット) / 69,120(ビット) × (1/フレーム長)

*3: 主信号は表 3.2.2.4.2.1-1 「FEC ブロックの構成」にある符号化率に応じた情報レート(ビット)

表 3.2.2-7 次世代方式 (LL)、次世代放送 1 セグメントの情報レート

キャリア 変調	符号化 率	伝送 TSP 数*1 (モード 1/2/3)	情報レート (kbps) *2			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
1024QAM	2/16	17/33/65	371.78	413.09	437.39	450.64
	3/16	25/50/99	562.26	624.73	661.48	681.52
	4/16	33/66/132	752.73	836.37	885.57	912.40
	5/16	42/83/165	943.21	1048.01	1109.66	1143.28
	6/16	50/99/198	1133.69	1259.65	1333.75	1374.16
	7/16	58/116/232	1324.16	1471.29	1557.84	1605.05

	8/16	67/133/265	1514.64	1682.93	1781.93	1835.93
	9/16	75/149/298	1705.11	1894.57	2006.02	2066.81
	10/16	83/166/332	1895.59	2106.21	2230.11	2297.69
	11/16	92/183/365	2086.07	2317.85	2454.20	2528.57
	12/16	100/199/398	2276.54	2529.49	2678.29	2759.45
	13/16	108/216/431	2467.02	2741.13	2902.38	2990.33
	14/16	117/233/465	2449.06	2721.18	2881.25	2968.56
4096QAM	2/16	20/39/78	446.14	495.71	524.87	540.77
	3/16	30/59/118	674.71	749.68	793.78	817.83
	4/16	40/79/158	903.28	1003.64	1062.68	1094.89
	5/16	50/99/198	1131.85	1257.61	1331.59	1371.94
	6/16	60/119/238	1360.42	1511.58	1600.50	1649.00
	7/16	70/139/278	1588.99	1765.55	1869.41	1926.05
	8/16	80/159/318	1817.57	2019.52	2138.31	2203.11
	9/16	90/179/358	2046.14	2273.49	2407.22	2480.17
	10/16	100/199/398	2274.71	2527.45	2676.13	2757.22
	11/16	110/219/438	2503.28	2781.42	2945.04	3034.28
	12/16	120/239/478	2731.85	3035.39	3213.94	3311.34
	13/16	130/259/517	2960.42	3289.36	3482.85	3588.39
	14/16	140/279/557	3188.99	3543.33	3751.76	3865.45

*1: 1 フレーム当たりの伝送 TSP 数を示す。

*2: 伝送パラメータに対して 1 セグメント当たりの情報レート(ビット)を示す。

$$\text{情報レート(ビット)} = \text{キャリア数} \times \text{シンボル当たりのビット数(ビット)} \times 204 (\text{シンボル数}) \times \text{主信号}^*3 (\text{ビット}) / 69,120 (\text{ビット}) \times (1/\text{フレーム長})$$

*3: 主信号は表 3.2.2.4.2.1-1 「FEC ブロックの構成」にある符号化率に応じた情報レート(ビット)

表 3.2.2-8 次世代方式 (LL)、次世代放送の総情報レート*1

キャリア変調	符号化率	伝送 TSP 数 (モード 1/2/3)	情報レート (Mbps)			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
QPSK	2/16	43/85/169	0.967	1.074	1.137	1.172
	3/16	64/128/256	1.462	1.624	1.720	1.772
	4/16	86/171/342	1.957	2.175	2.302	2.372
	5/16	108/215/429	2.452	2.725	2.885	2.973
	6/16	129/258/515	2.948	3.275	3.468	3.573
	7/16	151/301/602	3.443	3.825	4.050	4.173
	8/16	172/344/688	3.938	4.376	4.633	4.773
	9/16	194/388/775	4.433	4.926	5.216	5.374
	10/16	216/431/861	4.929	5.476	5.798	5.974
	11/16	237/474/948	5.424	6.026	6.381	6.574
	12/16	259/517/1034	5.919	6.577	6.964	7.175
	13/16	281/561/1121	6.414	7.127	7.546	7.775
	14/16	302/604/1207	6.909	7.677	8.129	8.375
16QAM	2/16	85/169/338	1.933	2.148	2.274	2.343
	3/16	128/256/511	2.924	3.249	3.440	3.544
	4/16	171/342/684	3.914	4.349	4.605	4.745
	5/16	215/429/857	4.905	5.450	5.770	5.945

	6/16	258/515/1030	5.895	6.550	6.935	7.146
	7/16	301/602/1203	6.886	7.651	8.101	8.346
	8/16	344/688/1376	7.876	8.751	9.266	9.547
	9/16	388/775/1549	8.867	9.852	10.431	10.747
	10/16	431/861/1722	9.857	10.952	11.597	11.948
	11/16	474/958/1895	10.848	12.053	12.762	13.149
	12/16	517/1034/2048	11.838	13.153	13.927	14.349
	13/16	561/1121/2241	12.829	14.254	15.092	15.550
	14/16	604/1207/2414	13.819	15.354	16.258	16.750

*1: 1例として13セグメントを同じパラメータとした総情報レートを示す。

なお、階層伝送においては、階層パラメータの構成により変わる。この場合、全13セグメントの伝送容量は表3.2.2-5に基づいて求められる各セグメントの伝送容量の総和となる。

ただし、次世代方式(LL)の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数と地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)の伝送TSPの数により決定される。また、次世代放送の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数により決定される。

表3.2.2-9 次世代方式(LL)、次世代放送の総情報レート*1

キャリア変調	符号化率	伝送 TSP 数 (モード 1/2/3)	情報レート(Mbps)			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
64QAM	2/16	127/254/507	2.900	3.222	3.412	3.515
	3/16	192/383/766	4.386	4.873	5.160	5.316
	4/16	257/513/1026	5.871	6.524	6.907	7.117
	5/16	322/643/1285	7.357	8.174	8.655	8.918
	6/16	387/773/1545	8.843	9.825	10.403	10.718
	7/16	451/902/1804	10.328	11.476	12.151	12.519
	8/16	516/1032/2063	11.814	13.127	13.899	14.320
	9/16	581/1162/2323	13.300	14.778	15.647	16.121
	10/16	646/1291/2582	14.786	16.428	17.395	17.922
	11/16	711/1421/2842	16.271	18.079	19.143	19.723
	12/16	776/1551/3101	17.757	19.730	20.891	21.524
	13/16	841/1681/3361	19.243	21.381	22.639	23.325
	14/16	905/1810/3620	20.728	23.032	24.386	25.125
256QAM	2/16	169/338/676	3.867	4.296	4.549	4.687
	3/16	256/511/1022	5.847	6.497	6.879	7.088
	4/16	342/684/1367	7.828	8.698	9.210	9.489
	5/16	429/857/1713	9.809	10.899	11.540	11.890
	6/16	515/1030/2059	11.790	13.100	13.871	14.291
	7/16	602/1203/2405	13.771	15.301	16.202	16.692
	8/16	688/1376/2751	15.752	17.502	18.532	19.094
	9/16	775/1549/3097	17.733	19.704	20.863	21.495
	10/16	861/1722/3443	19.714	21.905	23.193	23.896
	11/16	948/1895/3789	21.695	24.106	25.524	26.297
	12/16	1034/2068/4135	23.676	26.307	27.854	28.698
	13/16	1121/2241/4481	25.657	28.508	30.185	31.099
	14/16	1207/2414/4827	27.638	30.709	32.515	33.501

*1: 1例として13セグメントを同じパラメータとした総情報レートを示す。

なお、階層伝送においては、階層パラメータの構成により変わる。この場合、全13セグメントの伝送容量は表3.2.2-6に基づいて求められる各セグメントの伝送容量の総和となる。ただし、次世代方式(LL)の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数と地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)の伝送TSPの数により決定される。また、次世代放送の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数により決定される。よって次世代放送の場合、伝送TSP数欄に網掛けで表示している伝送パラメータは使用できない。

表3.2.2-10 次世代方式(LL)、次世代放送の総情報レート*1

キャリア変調	符号化率	伝送TSP数 (モード1/2/3)	情報レート(Mbps)			
			ガード比 1/4	ガード比 1/8	ガード比 1/16	ガード比 1/32
1024QAM	2/16	211/422/844	4.833	5.370	5.686	5.858
	3/16	320/639/1277	7.309	8.121	8.599	8.860
	4/16	428/855/1709	9.786	10.873	11.512	11.861
	5/16	536/1071/2142	12.262	13.624	14.426	14.863
	6/16	644/1287/2574	14.738	16.375	17.339	17.864
	7/16	752/1503/3006	17.214	19.127	20.252	20.866
	8/16	860/1720/3439	19.690	21.878	23.165	23.867
	9/16	968/1936/3871	22.166	24.629	26.078	26.868
	10/16	1076/2152/4304	24.643	27.381	28.991	29.870
	11/16	1184/2368/4736	27.119	30.132	31.905	32.871
	12/16	1292/2584/5168	29.595	32.883	34.818	35.873
	13/16	1401/2801/5601	32.071	35.635	37.731	38.874
	14/16	1509/3017/6033	34.547	38.386	40.644	41.876
	4096QAM	2/16	254/507/1013	5.800	6.444	6.823
3/16		383/766/1532	8.771	9.746	10.319	10.632
4/16		513/1026/2051	11.743	13.047	13.815	14.234
5/16		643/1285/2570	14.714	16.349	17.311	17.835
6/16		773/1545/3089	17.686	19.651	20.806	21.437
7/16		902/1804/3608	20.657	22.952	24.302	25.039
8/16		1032/2063/4126	23.628	26.254	27.798	28.640
9/16		1162/2323/4645	26.600	29.555	31.294	32.242
10/16		1291/2582/5164	29.571	32.857	34.790	35.844
11/16		1421/2842/5683	32.543	36.158	38.285	39.446
12/16		1551/3101/6202	35.514	39.460	41.781	43.047
13/16		1681/3361/6721	38.486	42.762	45.277	46.649
14/16		1810/3620/7240	41.457	46.063	48.773	50.251

*1: 1例として13セグメントを同じパラメータとした総情報レートを示す。なお、階層伝送においては、階層パラメータの構成により変わる。この場合、全13セグメントの伝送容量は表3.2.2-7に基づいて求められる各セグメントの伝送容量の総和となる。

ただし、次世代方式(LL)の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数と地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)の伝送TSPの数により決定される。また、次世代放送の伝送容量は、放送TSの伝送TSPの数により決定される。よって次世代放送の場合、伝送TSP数欄に網掛け

けで表示している伝送パラメータは使用できない。

LDM 変調器の入力信号は、現行地上デジタルテレビジョン放送の多重フレーム構造を有し、MPEG-2 システムズに準拠した TS (トランスポートストリーム) 信号であり、「ARIB STD-B31 運用ガイドライン」では放送 TS と定義されている。放送 TS は、A、B、C 階層、ヌルパケット、AC、TMCC などのデータを ISDB-T 変調装置に伝送するための仕組みで、複数の TSP からなる多重フレームを基本単位として構成されており、STL/TTL の伝送容量も放送 TS のビットレートに合わせて設計されている。

LDM 放送として放送 TS を使用する場合、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送パラメータが決定すると多重フレーム内に各階層 (A, B, C 階層) の TSP が割り当てられる。その際、放送 TS の伝送ビットレートを一定に保つため地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) で伝送しないヌルパケットが追加される。LDM 放送では、次世代方式 (LL) の主信号を伝送するために必要な数のヌルパケットを無効階層 TSP と定義し、そのペイロード領域を用いて次世代方式 (LL) の信号を伝送する。このため、次世代方式 (LL) の伝送に利用可能な TSP の数は、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) で伝送しないヌルパケットの数の範囲内となる。ヌルパケット及び無効階層 TSP は STL では伝送されるが ISDB-T 変調器では破棄される。無効階層 TSP は、送信制御情報用 TSP や AC データ伝送用 TSP としても使用されている。

表 3.2.2-11 にモード 3、ガードインターバル比 1/8 における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送パラメータに応じた利用可能なヌルパケットの数を無効階層 TSP 数として示す。次世代方式 (LL) で伝送可能な伝送パラメータは、表 3.2.2-5、表 3.2.2-6、表 3.2.2-7 の TSP 数×セグメント数から決定される。地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送パラメータが A 階層 QPSK(2/3)、B 階層 64QAM(2/3) の場合、利用可能な無効階層 TSP 数は 2,238 個である。次世代方式 (LL) の伝送パラメータの一例として 16QAM(12/16) 13 セグメントの場合、表 3.2.2-8 から伝送 TSP の数は 2,048 であるので、放送 TS を用いた LDM 放送の伝送が可能となる。

表 3.2.2-11 無効階層で伝送可能となる情報レート (モード 3、ガードインターバル比 1/8)

A 階層 (1セグ)		B 階層 (12セグ)		A 階層 TSP 数	B 階層 TSP 数	合計 TSP 数	利用可能な無効階層 TSP 数 ^{*1}	A 階層 情報レート (Mbps)	B 階層 情報レート (Mbps)	伝送可能な情報レート ^{*2} (Mbps)
キャリア変調	符号化率	キャリア変調	符号化率							
QPSK	2/3	16QAM	1/2	64	1152	1216	3390	0.416	7.490	21.571
			2/3	64	1536	1600	3006	0.416	9.986	19.127
			3/4	64	1728	1792	2814	0.416	11.234	17.906
			5/6	64	1920	1984	2622	0.416	12.483	16.684
			7/8	64	2016	2080	2526	0.416	13.107	16.073
		64QAM	1/2	64	1728	1792	2814	0.416	11.234	17.906
			2/3	64	2304	2368	2238	0.416	14.979	14.240
			3/4	64	2592	2656	1950	0.416	16.852	12.408
			5/6	64	2880	2944	1662	0.416	18.724	10.575
			7/8	64	3024	3088	1518	0.416	19.660	9.659

*1: 利用可能な無効階層 TSP 数は、放送 TS で伝送可能な TSP 数 (4,608) から A 階層、B 階層の合計 TSP 数と IIP、AC パケットそれぞれ 1TSP を引くことで計算される。

*2: 利用可能な無効階層 TSP のペイロード部 (184 バイト) で計算。

次世代放送においては、地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）が終了していることから、表 3.2.2-1 に示す伝送 TSP まで次世代方式の伝送が可能となる。表 3.2.2-2 に示すとおり、OFDM フレーム長はモード、ガード比により変化するため、同じ時間長である 1 多重フレームに含まれる伝送 TSP 数は異なるが、多重フレームの伝送レートはモード、ガード比によらず 29.32Mbps となる。

モード 1、ガード比 1/4 の場合の放送 TS の情報レート

$$1,280 \text{ (TSP)} \times 184 \text{ (バイト)} \times 8 \text{ (ビット)} / 64.26\text{ms (フレーム長)} = 29.32\text{Mbps}$$

このため、放送 TS で信号を伝送する場合、表 3.2.2-8、表 3.2.2-9、表 3.2.2-10 に示す情報レートのうち、29.32Mbps を超える網掛けの伝送パラメータは使用することができない。

また、階層分割を行う場合、各階層の伝送 TSP 数の総和が放送 TS の伝送 TSP 数を超えないよう制限を受ける。

3.2.2.1 伝送路符号化の基本構成

図 3.2.2.1-1 に LDM 放送の伝送路符号化部系統を示す。図中の点線部分が次世代方式（LL）で追加される信号処理部である。

地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）において、MPEG-2 多重器から出力された複数の TS は、データセグメント単位の信号処理に適した TSP 配置とするため TS 再多重部に入力される。TS 再多重部においてバースト信号形式に変換され、外符号のパリティが付加されるとともに単一の TS に変換される。その後、階層伝送を行う場合には、階層情報の指定に沿って階層分割され、最大 3 系統の並列処理部に入力される。

並列処理部においては、主として誤り訂正符号化、インターリーブ等のデジタルデータ処理、キャリア変調が施される。また、バイトインターリーブとビットインターリーブの時間軸操作で生じる階層間の遅延時間差に対して予め遅延補正を行い、タイミングを調整している。誤り訂正、インターリーブ長、キャリア変調方式はそれぞれの階層で独立に設定する。並列処理の後、階層合成された信号は、移動受信における電界変動やマルチパス妨害に対して、誤り訂正符号化の能力を有効に発揮させるため時間インターリーブ部及び周波数インターリーブ部に入力される。

時間インターリーブの方式は、送受あわせた遅延時間を短縮し受信機のメモリ容量を抑えるため畳込みインターリーブとする。また、周波数インターリーブ部は、セグメント構造を確保しつつ、十分なインターリーブ効果が発揮できるよう、セグメント間とセグメント内のインターリーブを組み合わせて構成されている。

次世代方式（LL）の入力信号フォーマットは TLV パケットである。TLV 多重部から入力された TLV パケットは、TS 再多重部にて分割され分割 TLV 信号となる。この分割 TLV 信号は、放送 TS において地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）として伝送されないヌルパケットの一部又は全部を無効階層 TSP と定義してそのペイロードに重畳し、地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）と次世代方式（LL）を合成した放送 TS として TS 再多重部から出力される。

TLV 抽出部では、TS 再多重部から出力された放送 TS から分割 TLV 信号を抽出する。FEC ブロックを構成した後、階層伝送を行う場合には、階層情報の指定に沿って階層分割され、最大 3 系統の並列処理部に入力される。

並列処理部においては、エネルギー拡散、外符号、内符号の誤り訂正符号化、キャリア変調が施される。並列処理の後、階層合成された信号は、時間インターリーブ部、周波数インターリーブ部に入力される。次世代方式 (LL) は地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) とは独立して、それぞれの階層でセグメント構成、時間インターリーブ、周波数インターリーブの設定が可能となる。また、次世代方式 (LL) においてはグレイ符号化の処理も行われる。

処理を終えた地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の信号は IL に応じた電力差にてレベル調整が行われ、合成される。

複数の伝送パラメータが混在する階層伝送に対して、受信機の復調・復号を補助するため、制御情報として TMCC 信号が特定のキャリアを用いて伝送される。また、放送に関する付加情報を伝送するため、特定のキャリアに割り当てられた AC 信号が用いられる。

OFDM フレームは、情報データ、パイロット信号、TMCC 信号及び AC 信号により構成される。フレーム構成を終えた全信号は IFFT 演算により OFDM 送信信号に変換される。

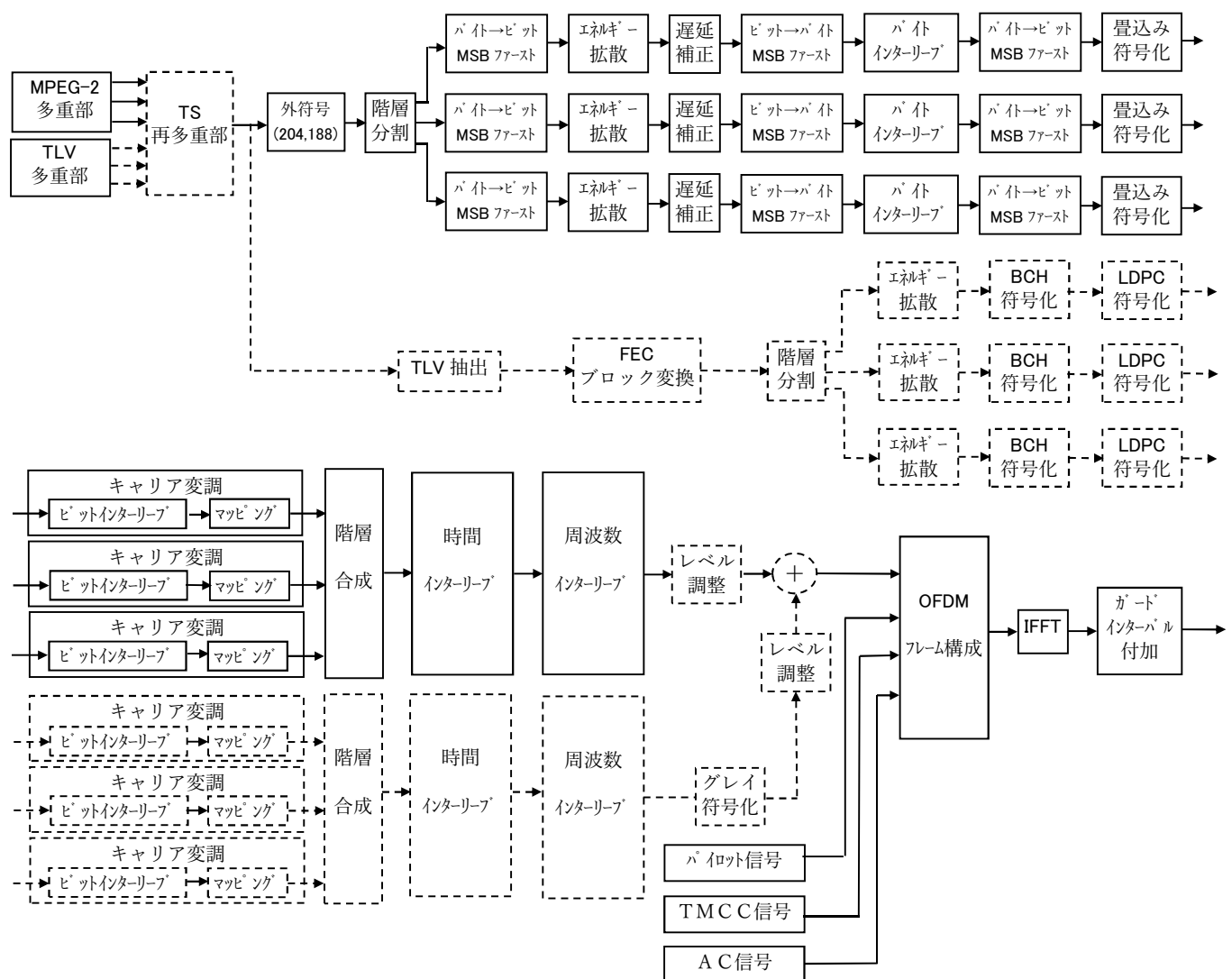


図 3.2.2.1-1 LDM 放送の伝送路符号化部系統
(点線部分が次世代方式 (LL) で追加される)

図 3.2.2.1-2 に次世代放送の伝送路符号化部系統を示す。地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送が不要となることから、TS 再多重部では、次世代方式 (LL) を地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) で伝送していた階層で伝送する。

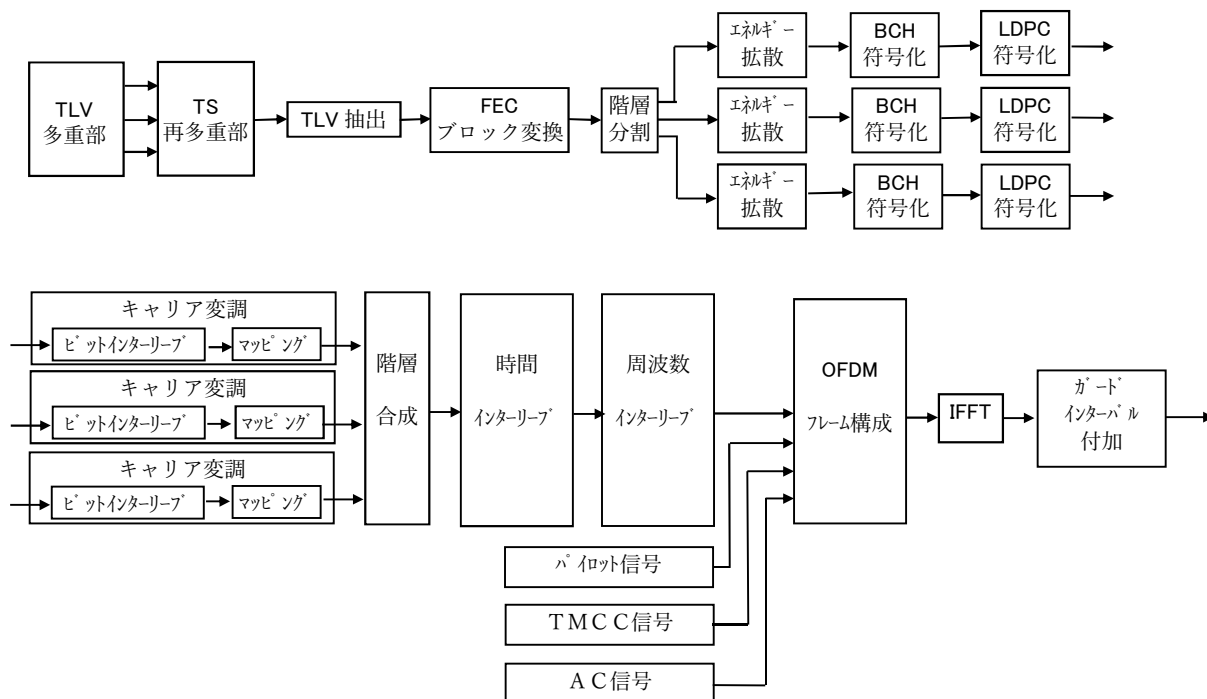


図 3.2.2.1-2 次世代放送の伝送路符号化部系統

3.2.2.2 TS 再多重

再多重後の TS は、 n 個の TSP から成る多重フレームを基本単位として構成される。多重フレームを構成する TSP 数を伝送モードとガードインターバル比について表 3.2.2.2-1 に示す。

多重フレームを構成する TSP は、188 バイトに 16 バイトのヌルデータを付加した 204 バイトの TSP であり伝送 TSP と呼ぶ。伝送 TSP に対して、伝送クロックを FFT サンプルクロックの 4 倍とすることにより、多重フレーム長は OFDM フレーム長と一致する。

表 3.2.2.2-1 多重フレームの構成

モード	1 多重フレームに含まれる伝送 TSP 数			
	ガードインターバル比 1/4	ガードインターバル比 1/8	ガードインターバル比 1/16	ガードインターバル比 1/32
モード 1	1280	1152	1088	1056
モード 2	2560	2304	2176	2112
モード 3	5120	4608	4352	4224

3.2.2.2.1 LDM 放送

LDM 放送を行う場合 TS 再多重部には、MPEG-2 多重部から地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用として 1 つ又は複数の階層の TSP が、また TLV 多重部から次世代方式 (LL) 用として 1 つ又は複数の階層の TLV パケットが入力される。

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送 TSP は、図 3.2.2.2.1-1 に示すように、X 階層 (X は、A、B、C のいずれかを示すものとする) で伝送される (TSP_x) か、最終的に地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 信号としては伝送されないヌルパケット (TSP_{null}) のいずれかに属する。多重フレーム上の伝送 TSP の配置は、図 3.2.2.2.1-2 に示す多重フレームパターン構成用モデル受信機 (現行地上デジタルテレビジョン放送用) で再生される TS と同じとなるようあらかじめ決められる。

次世代方式 (LL) の TLV パケットは、このヌルパケット (TSP_{null}) を用いて伝送 TSP として伝送される。図 3.2.2.2.1-3 に示すとおり、TS 再多重部で生成する FEC ブロックヘッダと入力された TLV パケットを組み合わせることで 184 バイト毎に分割し分割 TLV 信号とする。必要となる数のヌルパケット (TSP_{null}) を無効階層 TSP と定義し、分割 TLV 信号を無効階層 TSP のペイロード部 184 バイトに重畳して伝送 TSP とし、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送 TSP とともに伝送を行う。

3.2.2.2.2 次世代放送

次世代放送を行う場合、TS 再多重部には TLV 多重部から 1 つ又は複数の階層の TLV パケットが入力される。

次世代放送においても、TS 再多重部からは放送 TS が出力される。TS 再多重部で生成する FEC ブロックヘッダと入力された TLV パケットを組み合わせることで 184 バイト毎に分割した分割 TLV 信号を、Y 階層 (Y は、A、B、C のいずれかを示すものとする) で伝送される (TSP_y) のペイロード部に重畳する。このとき、次世代放送として伝送されないヌルパケット (TSP_{null}) も存在する。

(理由)

LDM 放送においては、現行地上デジタルテレビジョン放送と互換性を保ち、STL/TTL の再利用や放送 TS を用いた SFN 構築を可能とするため、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) で伝送されないヌルパケットを利用して次世代方式 (LL) の信号を伝送することとした。

次世代放送においても、伝送 TSP として TLV 信号の伝送を行うことで、STL/TTL の再利用や放送 TS を用いた SFN 構築が可能となる。

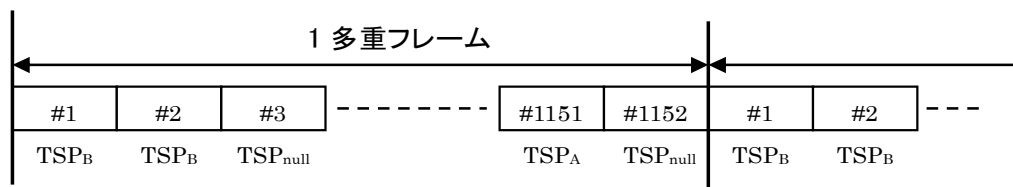


図 3.2.2.2.1-1 再多重されたトランスポートストリームの例
(モード 1、ガードインターバル 1/8 の場合)

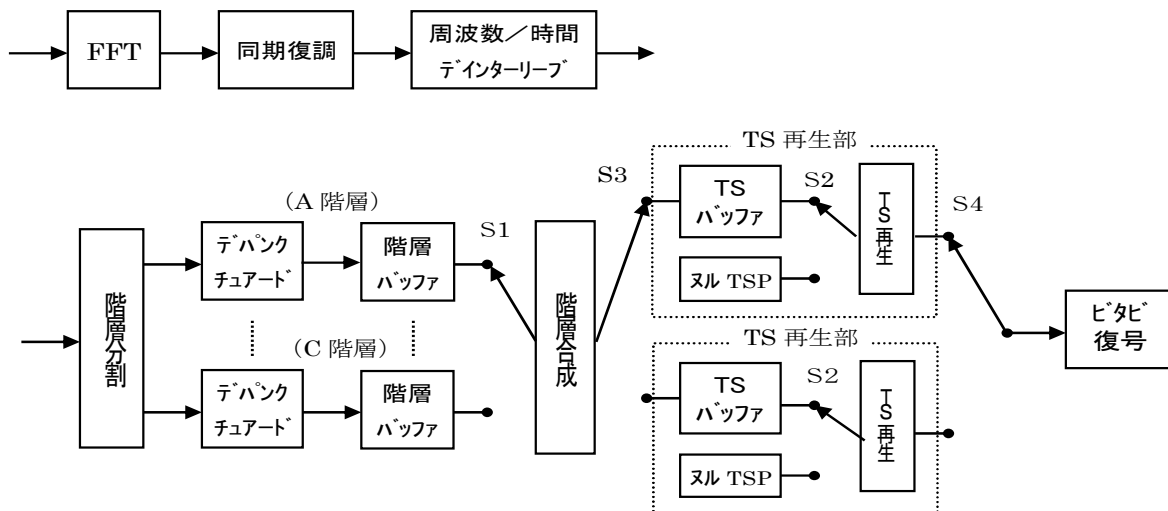


図 3.2.2.2.1-2 多重フレームパターン構成用モデル受信機

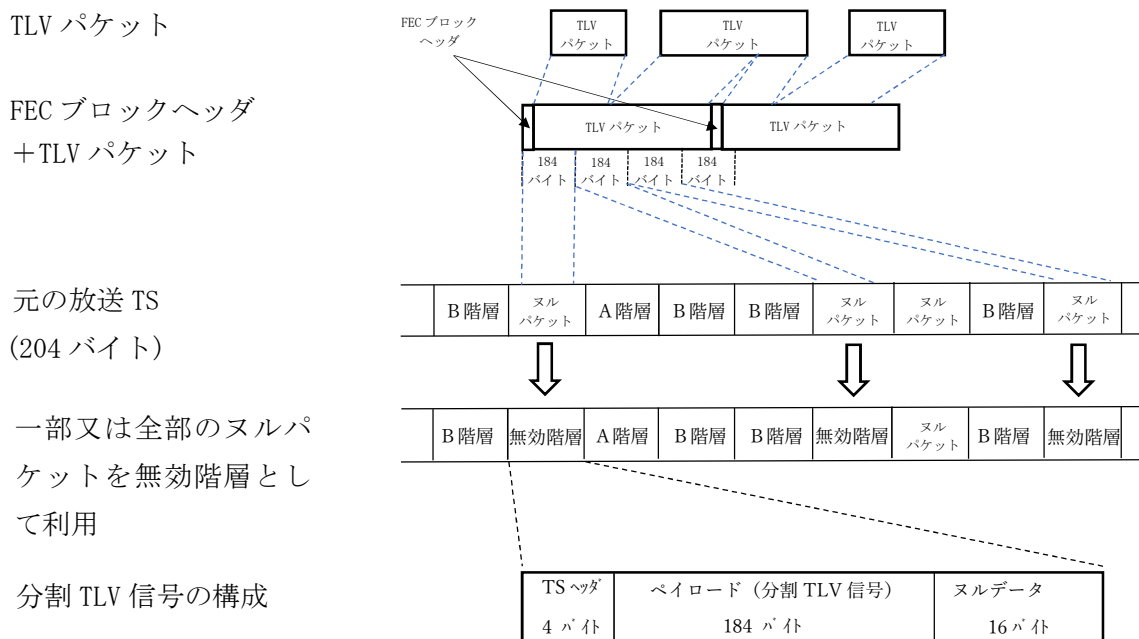


図 3.2.2.2.1-3 放送 TS への TLV 信号重畳法

3.2.2.3 地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL)

LDM 放送における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の送信データは、ISDB-T 方式と完全互換を保つことが前提であるため、3.2.2.3.1 節～3.2.2.3.10 節に記載の内容は ISDB-T 方式と同一である。ただし、キャリア変調方式のうち差動変調は使用しない。

LDM 放送における伝送主信号は、表 3.2.2.2-1 に示す一多重フレームに含まれる主信号のうち必要な数の主信号 (TSP に誤り訂正符号を付加した 204 バイトの地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用信号をいう。) 及び 3.2.2.4 節に示す次世代方式 (LL) 用の FEC ブロックを単位として生成される信号である。

なお、主信号が TSP の場合の誤り訂正は短縮化リードソロモン符号方式とし、伝送主信号の誤り訂正は畳込み符号化方式とする。

伝送主信号が地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の場合の伝送主信号の構成及び送出手順を図 3.2.2.3-1 に示す。

・ TS 再多重部では、以下の信号処理を行う。

- 1) MPEG-2 多重部から TSP (188 バイト) が入力される。また、TLV 多重部から TLV パケット (可変長) が入力される。
- 2) TS 再多重部で生成する FEC ブロックヘッダの後に TLV パケットを順番に LL 用主信号部が満たされるまで連結して FEC ブロックヘッダと LL 用主信号を構築する。この処理を繰り返す。
- 3) 入力された 188 バイトの TSP に 16 バイトのヌルデータを付加し、主信号となる 204 バイトの TSP を構築する。伝送レート調整用にヌルパケット (204 バイト) も生成される。
- 4) 3) で生成されたヌルパケットのうち、次世代方式 (LL) の信号伝送に必要な数のヌルパケットを無効階層として使用する。
- 5) FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として 184 バイト毎に分割する。この分割 TLV 信号を無効階層 (ヌルパケット) のペイロードに重畳する。
 - ・ 伝送主信号を構成するために、さらに以下の信号処理を行う。
- 6) TS 再多重部の信号を外符号化部で受け取り、16 バイトのヌルデータに RS 信号を付加する。(分割 TLV 信号がペイロードに重畳された TSP も同様に RS 信号が付加される。)
- 7) 階層分割部では、外符号を付加した TSP を最大 3 つの階層に分割する。ここで、分割 TLV 信号がペイロードに重畳された TSP やヌルパケットなど階層に属さない信号は破棄される。
- 8) 各階層のエネルギー拡散部では、204 バイトの TSP から TS ヘッダを除いた 203 バイトについてエネルギー拡散を行う。

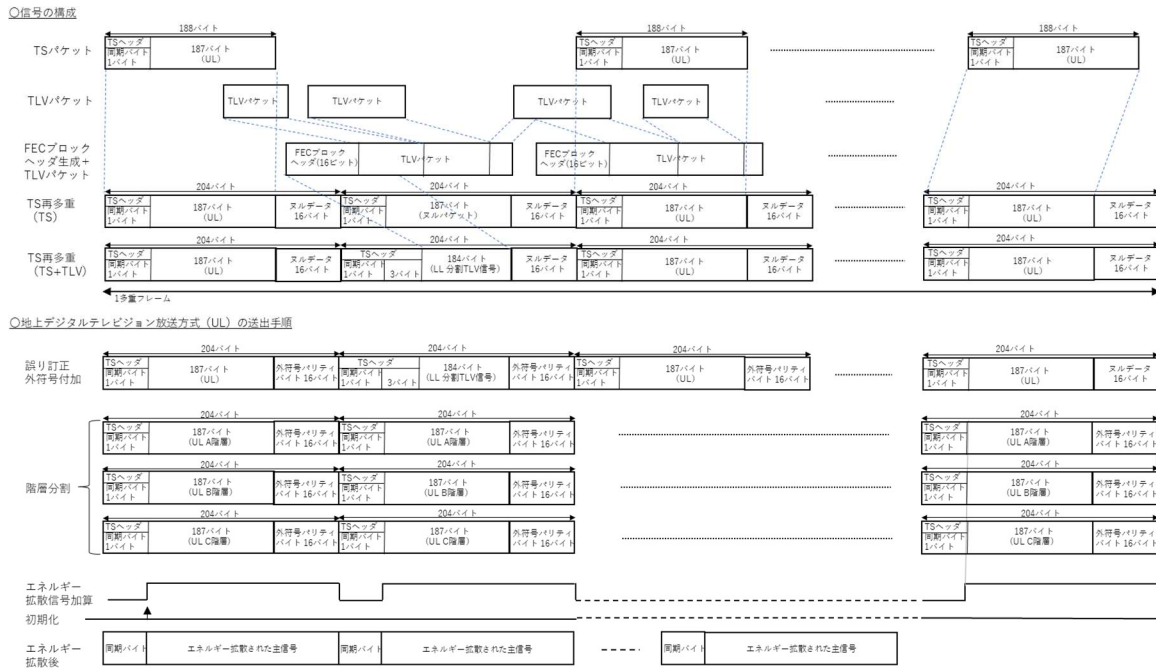


図 3.2.2.3-1 伝送主信号の構成及び送出手順 (LDM 放送時の UL)

注：

- 1) TS 再多重部には、TSP (188 バイト) と TLV パケット (可変長) が入力される。
- 2) TS 再多重部では、FEC ブロックヘッダと LL 用主信号 (TLV パケットを連結) を構築する。
- 3) TS 再多重部において、いずれかの階層で伝送される TSP 及び伝送されないヌルパケットにより多重フレームが形成される。
- 4) FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として分割し、一部又は全部のヌルパケットのペイロードに重畳する。
- 5) 外符号化部にて TS 再多重部出力のヌルデータに RS 信号を付加する。
- 6) 階層分割部では、TSP を最大 3 つの階層に分割する。
- 7) エネルギー拡散は、204 バイトの TSP から TS ヘッダを除いた 203 バイトについて行われる。

3.2.2.3.1 外符号誤り訂正

外符号として、TSP 毎に短縮化リードソロモン符号(204, 188)を適用する。

短縮化リードソロモン(204, 188)符号は、リードソロモン(255, 239)符号において入力データバイトの前に51バイトの00HEXを付加し、符号化後に先頭51バイトを除去することによって生成する。

このリードソロモン符号の元としては、GF(2⁸)の元を用い、GF(2⁸)を定義する原始多項式には、次式 p(x) を用いる。

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

また、(204, 188)短縮化リードソロモン符号の生成多項式 g(x) は次式とする。

$$g(x) = (x - \lambda^0)(x - \lambda^1)(x - \lambda^2) \cdots (x - \lambda^{15}) \quad \text{ただし、} \lambda = 02\text{HEX}$$

(理由)

現行地上デジタルテレビジョン放送方式と整合を図るため、接続符号の外符号としてリードソロモン符号を用いる。短縮化リードソロモン符号は、204バイト中8バイトまでのランダム誤りの訂正が可能である。

MPEG2のTSP、及びRS符号によって誤り保護を施したTSPを図3.2.2.3.1-1に示す。なお、後者の204バイトの packets も伝送TSPと呼ぶ。

同期バイト (1バイト)	データ部 (187バイト)
-----------------	------------------

(a) MPEG2 TSP

同期バイト (1バイト)	データ部 (187バイト)	パリティ部 (16バイト)
-----------------	------------------	------------------

(b) RS 符号によって誤り保護された TSP (伝送 TSP)

図 3.2.2.3.1-1 MPEG2 TSP と伝送 TSP

3.2.2.3.2 階層分割

階層分割部は、再多重後の TS を、TS 同期バイトの次のバイトから同期バイトまでの 204 バイト (伝送 TSP) 単位で、指定された階層に分割する。同時に、ヌルパケットや、次世代方式 (LL) として規定される無効階層の除去を行う。個々の伝送 TSP が属すべき階層は編成情報に基づく階層情報で指定される。最大階層数は3とする。

またこのとき、OFDM フレーム同期は1バイト分シフトし、情報バイトの先頭となる。

2階層分割の例を図 3.2.2.3.2-1 に示す。

(理由)

現行地上デジタルテレビジョン放送方式と整合を図るため、最大3階層まで階層分割を行う。なお、無効階層に重畳される次世代方式 (LL) の信号は、A、B、C 階層いずれにも属さないことから、階層分割部で除去され、以降地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の変調部へ影響を及ぼすことはない。

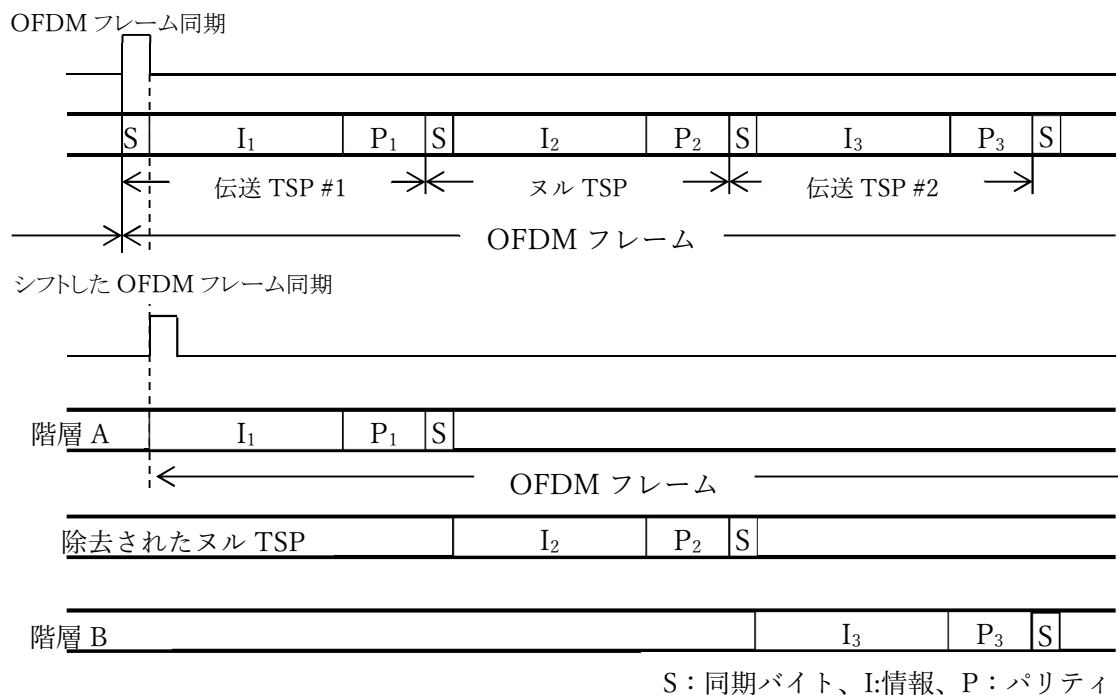


図 3. 2. 2. 3. 2-1 階層分割部の動作例

3. 2. 2. 3. 3 エネルギー拡散

エネルギー拡散は、図3. 2. 2. 3. 3-1に示す回路により生成されるPRBS（擬似ランダム符号系列）を用いて階層毎に行われる。

地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）においては、各階層の伝送TSPに対して、同期バイトを除く信号とPRBSとの間でビット単位の排他的論理和が取られる。

なお、PRBS 生成回路の初期値は、低次から“100101010000000”とし、OFDM フレーム毎に初期化される。この際、OFDM のフレームの先頭は、伝送 TSP 同期バイトの次のバイトの MSB (Most Significant Bit:最上位ビット) とする。また、同期バイト部分においてもシフトレジスタは動作するものとする。

$$g(x) = X^{15} + X^{14} + 1$$

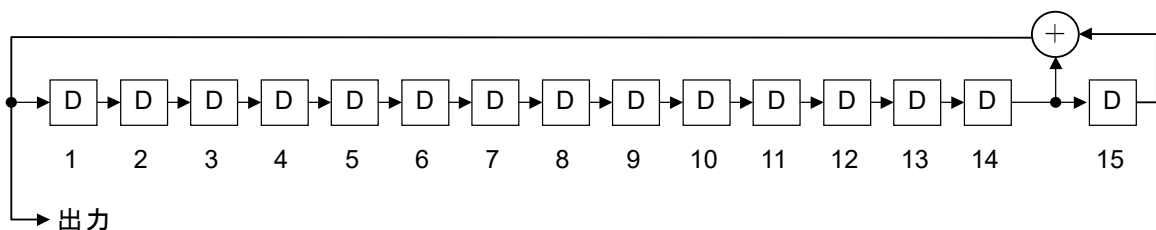


図3. 2. 2. 3. 3-1 PRBSの生成多項式と回路

(理由)

現行地上デジタルテレビジョン放送方式と整合を図るため、上に示した生成多項式 $g(x)$ の 15 次 M 系列拡散信号を用いる。

3.2.2.3.4 遅延補正

バイトインターリーブに伴う遅延補正は、各階層での遅延時間を送受合わせて同一とするためのもので、送信側で行われる。

各階層での補正量は、表3.2.2.3.4-1に示す伝送TSP数の遅延を設けることにより、バイトインターリーブによる送受の遅延量（11伝送TSP）を含めた遅延量が、1フレームとなるように設定する。

表3.2.2.3.4-1 バイトインターリーブに伴う遅延補正量

キャリア変調	畳込み符号	遅延補正量（伝送 TSP 数）		
		モード 1	モード 2	モード 3
QPSK	1/2	$12 \times N - 11$	$24 \times N - 11$	$48 \times N - 11$
	2/3	$16 \times N - 11$	$32 \times N - 11$	$64 \times N - 11$
	3/4	$18 \times N - 11$	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$
	5/6	$20 \times N - 11$	$40 \times N - 11$	$80 \times N - 11$
	7/8	$21 \times N - 11$	$42 \times N - 11$	$84 \times N - 11$
16QAM	1/2	$24 \times N - 11$	$48 \times N - 11$	$96 \times N - 11$
	2/3	$32 \times N - 11$	$64 \times N - 11$	$128 \times N - 11$
	3/4	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$	$144 \times N - 11$
	5/6	$40 \times N - 11$	$80 \times N - 11$	$160 \times N - 11$
	7/8	$42 \times N - 11$	$84 \times N - 11$	$168 \times N - 11$
64QAM	1/2	$36 \times N - 11$	$72 \times N - 11$	$144 \times N - 11$
	2/3	$48 \times N - 11$	$96 \times N - 11$	$192 \times N - 11$
	3/4	$54 \times N - 11$	$108 \times N - 11$	$216 \times N - 11$
	5/6	$60 \times N - 11$	$120 \times N - 11$	$240 \times N - 11$
	7/8	$63 \times N - 11$	$126 \times N - 11$	$252 \times N - 11$

Nはその階層が使用するセグメント数を表す

(理由)

階層伝送においては階層毎に異なる伝送パラメータ（セグメント数、内符号の符号化率、変調方式の組み合わせ）が設定可能であるが、この場合、各階層における伝送ビットレートが異なり、送信側の内符号の符号化から受信側の復号までの伝送速度も異なる。

したがって、後述のバイトインターリーブにより生じる伝送 TSP の遅延量（11TSP）も遅延時間に換算すると階層毎に異なってくる。

この階層間における相対的な遅延時間差を補償するため、バイトインターリーブに先立って、伝送ビットレートに対応した遅延補正を階層毎に行う。

3.2.2.3.5 バイトインターリーブ（符号間インターリーブ）

RS符号で誤り保護され、エネルギー拡散された204バイトの伝送TSPに対して、畳込みバイトインターリーブを行う。インターリーブの深さは12バイトとする。ただし同期バイトの次のバイトは遅延のない基準パスを通過するものとする。

バイトインターリーブ回路を図3.2.2.3.5-1に示す。

符号間インターリーブ回路において、パス0は遅延量0である。パス1のメモリ容量は17バイ

ト、パス2のメモリ容量は $17 \times 2 = 34$ バイト、…とする。また、入力と出力は1バイト毎に、パス0、パス1、パス2、…、パス11、パス0、パス1、パス2、…と順次巡回的に切り替える。

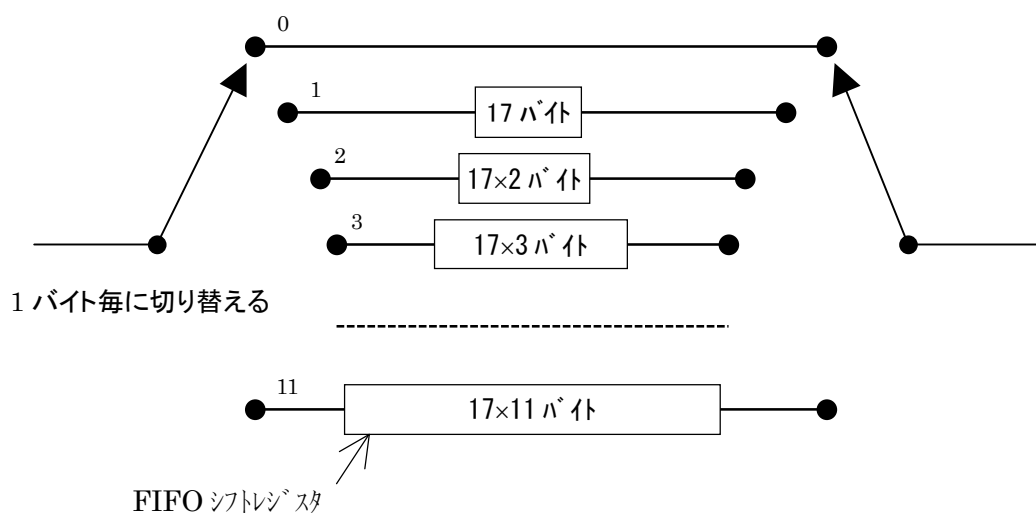


図 3. 2. 2. 3. 5-1 バイトインターリーブ

(理由)

接続符号による誤り訂正の効果をより発揮させるため、外符号と内符号の間にバイトインターリーブ回路を設け、内符号の復号出力におけるバースト誤りの拡散を行う。

3. 2. 2. 3. 6 内符号 (畳込み符号)

内符号は、拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ をマザーコードとするパンクチャード畳込み符号である。マザーコードの生成多項式は、 $G1=171_{oct}$ 、 $G2=133_{oct}$ とする。拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ の原符号の符号化回路を図3. 2. 2. 3. 6-1に示す。

また、選択可能な内符号の符号化率と、そのときのパンクチャ化された伝送信号系列を表3. 2. 2. 3. 6-1に示す。なお、パンクチャ化パターンは、フレーム同期で表3. 2. 2. 3. 6-1のパターンが開始するようにリセットされるものとする。これは、受信機側でのパンクチャ化パターンの同期捕捉信頼性の向上を図るためである。

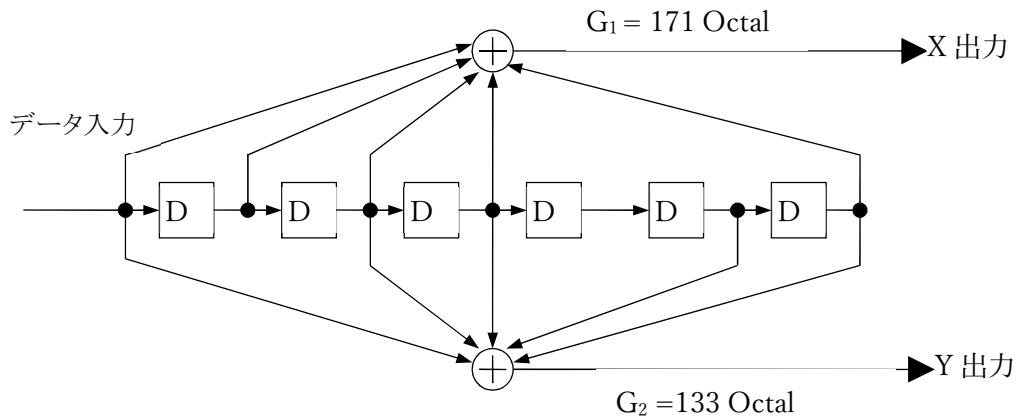


図3.2.2.3.6-1 拘束長k=7、符号化率1/2の畳込み符号の符号化回路

表3.2.2.3.6-1 内符号の符号化率と伝送信号系列

符号化率	パンクチャ化パターン	伝送信号系列
1/2	X : 1 Y : 1	X ₁ , Y ₁
2/3	X : 1 0 Y : 1 1	X ₁ , Y ₁ , Y ₂
3/4	X : 1 0 1 Y : 1 1 0	X ₁ , Y ₁ , Y ₂ , X ₃
5/6	X : 1 0 1 0 1 Y : 1 1 0 1 0	X ₁ , Y ₁ , Y ₂ , X ₃ , Y ₄ , X ₅
7/8	X : 1 0 0 0 1 0 1 Y : 1 1 1 1 0 1 0	X ₁ , Y ₁ , Y ₂ , Y ₃ , Y ₄ , X ₅ , Y ₆ , X ₇

(理由)

パンクチャード技術により複数の符号化率が選択でき、さらに現行地上デジタルテレビジョン放送との整合性を図るために、拘束長7、符号化率1/2の畳込み符号を採用した。

3.2.2.3.7 キャリア変調

3.2.2.3.7.1 キャリア変調部の構成

キャリア変調部は各階層についてあらかじめ指定された方式によりビットインターリーブされ、変調マッピングされる。キャリア変調部の構成を図3.2.2.3.7.1-1に示す。

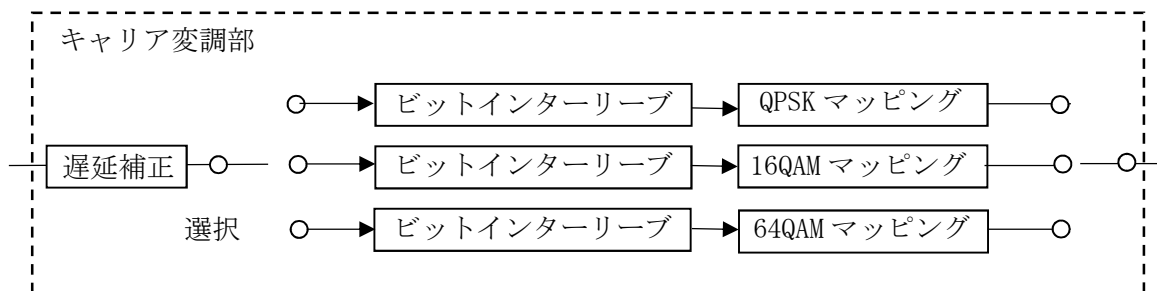


図3.2.2.3.7.1-1 キャリア変調部の構成

3.2.2.3.7.2 遅延補正

キャリア変調部のビットインターリーブに伴い、送受合計で120キャリアシンボルに相当する遅延が生じる。遅延時間は、キャリア変調方式、すなわちキャリアシンボルを構成するビット数に依存する。

この遅延時間差を、表3.2.2.3.7.2-1に示すような遅延補正を付加することにより、送受合計で20FDMシンボルの遅延となるようにビットインターリーブの入力側で補正する。

表 3.2.2.3.7.2-1 ビットインターリーブに伴う遅延補正量

キャリア変調	遅延補正量 (ビット数)		
	モード 1	モード 2	モード 3
QPSK	$384 \times N - 240$	$768 \times N - 240$	$1536 \times N - 240$
16QAM	$768 \times N - 480$	$1536 \times N - 480$	$3072 \times N - 480$
64QAM	$1152 \times N - 720$	$2304 \times N - 720$	$4608 \times N - 720$

Nはその階層が使用するセグメント数を表す。

(理由)

階層毎にビットレートが異なるため、ビットインターリーブによって生じる遅延時間も階層毎に異なる。この遅延時間を各階層で同一にするため、遅延補正を行う。

3.2.2.3.7.3 ビットインターリーブ及びマッピング

3.2.2.3.7.3.1 QPSK

入力信号を2ビット/シンボルとしQPSKのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.2.2.3.7.3.1-1に示す120ビットの遅延素子を入力に挿入し、ビットインターリーブを行う。図3.2.2.3.7.3.1-1に系統を、図3.2.2.3.7.3.1-2にマッピングのコンスタレーションを示す。

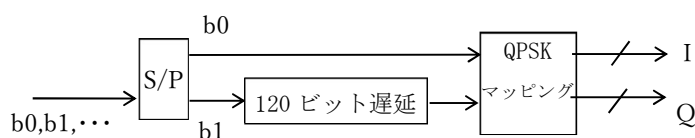


図3.2.2.3.7.3.1-1 QPSK変調系統図

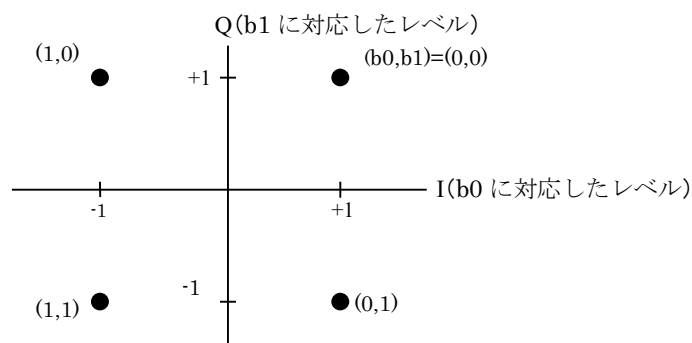


図3.2.2.3.7.3.1-2 QPSK位相図

3.2.2.3.7.3.2 16QAM

入力信号を4ビット/シンボルとし16QAMのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.2.2.3.7.3.2-1に示す遅延素子をb1からb3に挿入し、ビットインターリーブを行う。図3.2.2.3.7.3.2-1に系統を、図3.2.2.3.7.3.2-2にマッピングのコンスタレーションを示す。

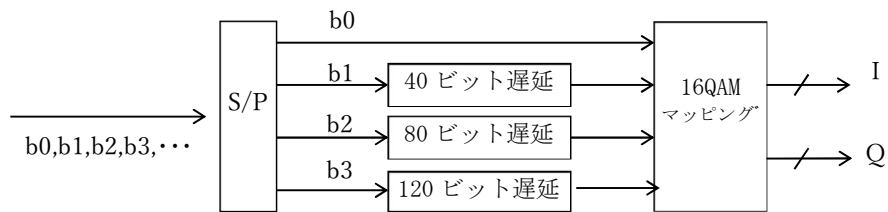


図3.2.2.3.7.3.2-1 16QAM変調系統図

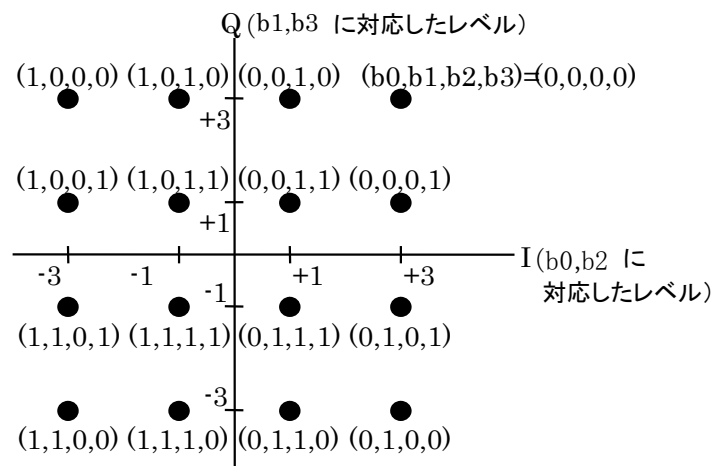


図3.2.2.3.7.3.2-2 16QAMの位相図

3.2.2.3.7.3.3 64QAM

入力信号を6ビット/シンボルとし64QAMのマッピングを行い、複数ビットのI軸データ及びQ軸データを出力する。マッピングに際し、図3.2.2.3.7.3.3-1に示す遅延素子をb1からb5に挿入し、ビットインターリーブを行う。図3.2.2.3.7.3.3-1に系統を、図3.2.2.3.7.3.3-2にマッピングのコンスタレーションを示す。

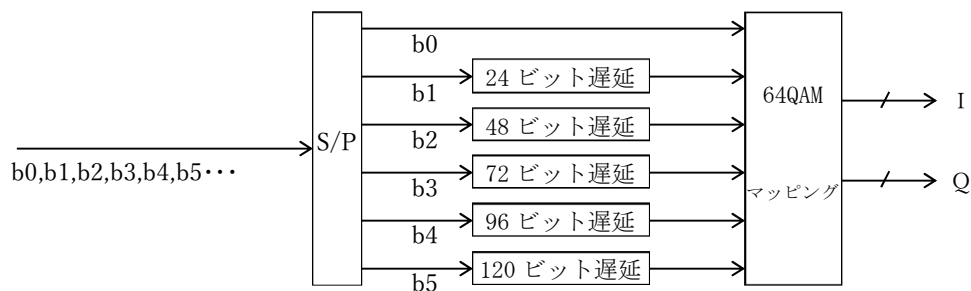


図3.2.2.3.7.3.3-1 64QAM変調系統図

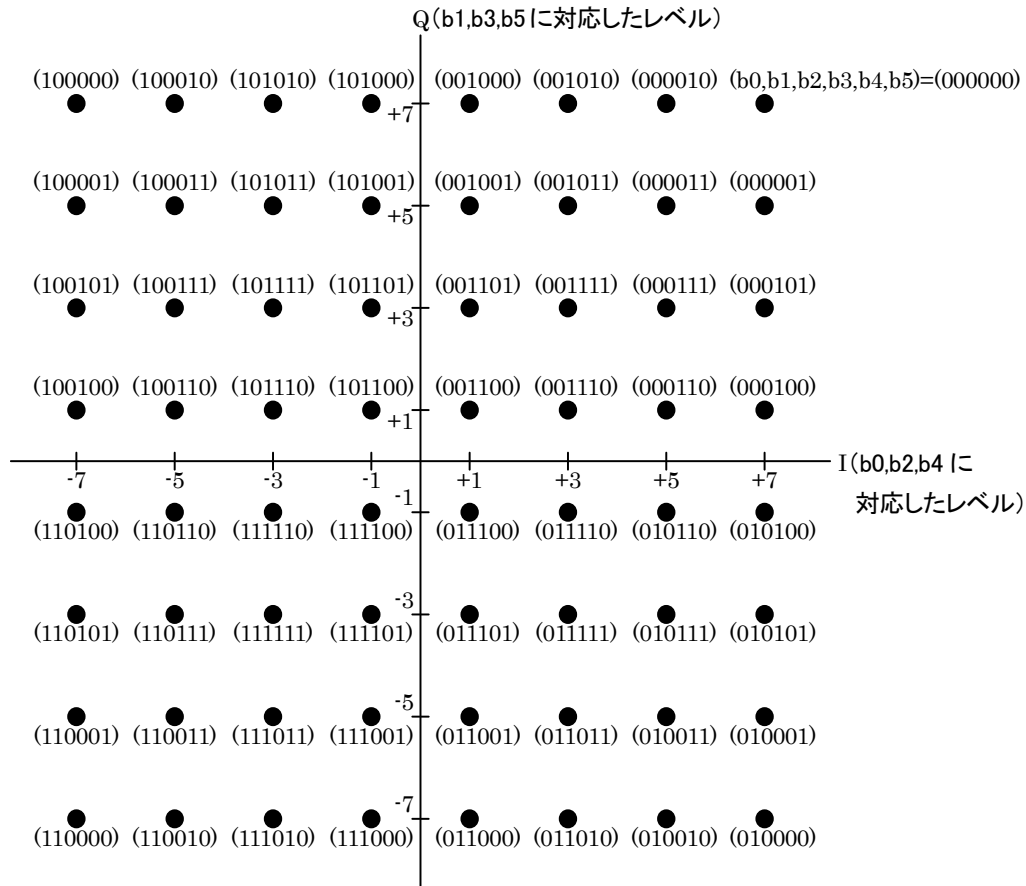


図3. 2. 2. 3. 7. 3. 3-2 64QAM の位相図

3. 2. 2. 3. 7. 4 変調レベルの正規化

図 3. 2. 2. 3. 7. 3. 1-2、図 3. 2. 2. 3. 7. 3. 2-2、図 3. 2. 2. 3. 7. 3. 3-2 で示した各変調方式の位相図の点を $Z (=I+jQ)$ としたとき、表 3. 2. 2. 3. 7. 4-1 に示す正規化係数を乗じて、送信信号レベルを正規化する。この結果、OFDM シンボルの平均電力は変調方式によらず 1 となる。

表 3. 2. 2. 3. 7. 4-1 変調レベルの正規化

キャリア変調方式	正規化係数
QPSK	$Z/\sqrt{2}$
16QAM	$Z/\sqrt{10}$
64QAM	$Z/\sqrt{42}$

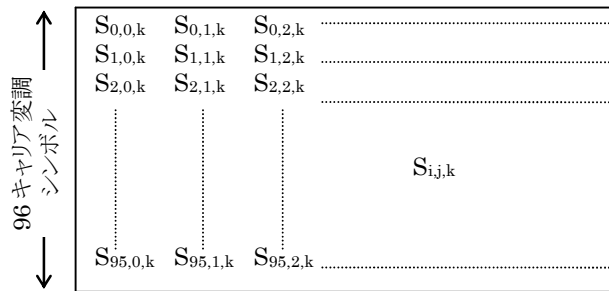
(理由)

変調方式に関わらず、OFDM シンボルの平均電力を一定とするために採用した。

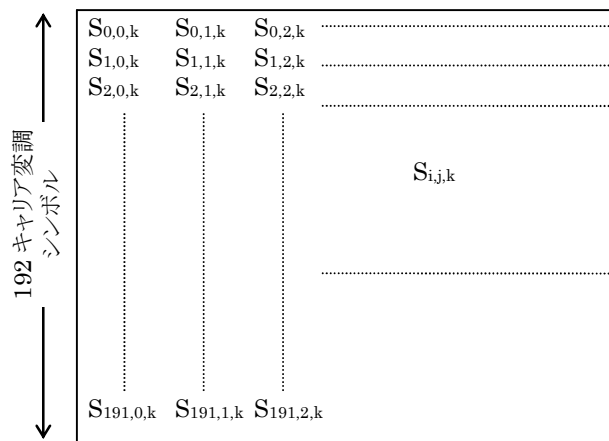
3. 2. 2. 3. 7. 5 データセグメント構成

データセグメントは、3. 2. 2. 6 節で示す OFDM セグメントのデータ部に相当し、モード 1 の場合は 96 キャリアシンボル、モード 2 の場合は 192 キャリアシンボル、モード 3 の場合は 384 キャリアシンボルより構成される。なお、図中の $S_{i,j,k}$ は、 k 番目のセグメントのキャリアシンボルを

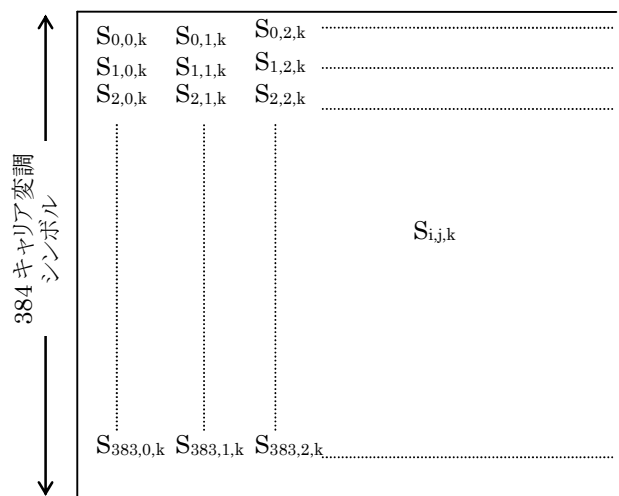
表わす。また、 i は OFDM セグメントにおいてキャリア方向に相当し、 j はシンボル方向に相当するものとする。データセグメントの構成を図 3.2.2.3.7.5-1 に示す。



(a) モード 1 のデータセグメント構成



(b) モード 2 のデータセグメント構成



(c) モード 3 のデータセグメント構成

図 3.2.2.3.7.5-1 データセグメントの構成

3.2.2.3.8 階層合成

あらかじめ指定されたパラメータで伝送路符号化及びキャリア変調が施された各階層の信号を合成し、データセグメントに挿入するとともに、速度変換を行う。

図3.2.2.3.8-1に階層合成の構成を示す。図において、 n_c の値は96（モード1）、192（モード2）、384（モード3）である。また、 $N_{s1} + N_{s2} + N_{s3} = 13$ である。

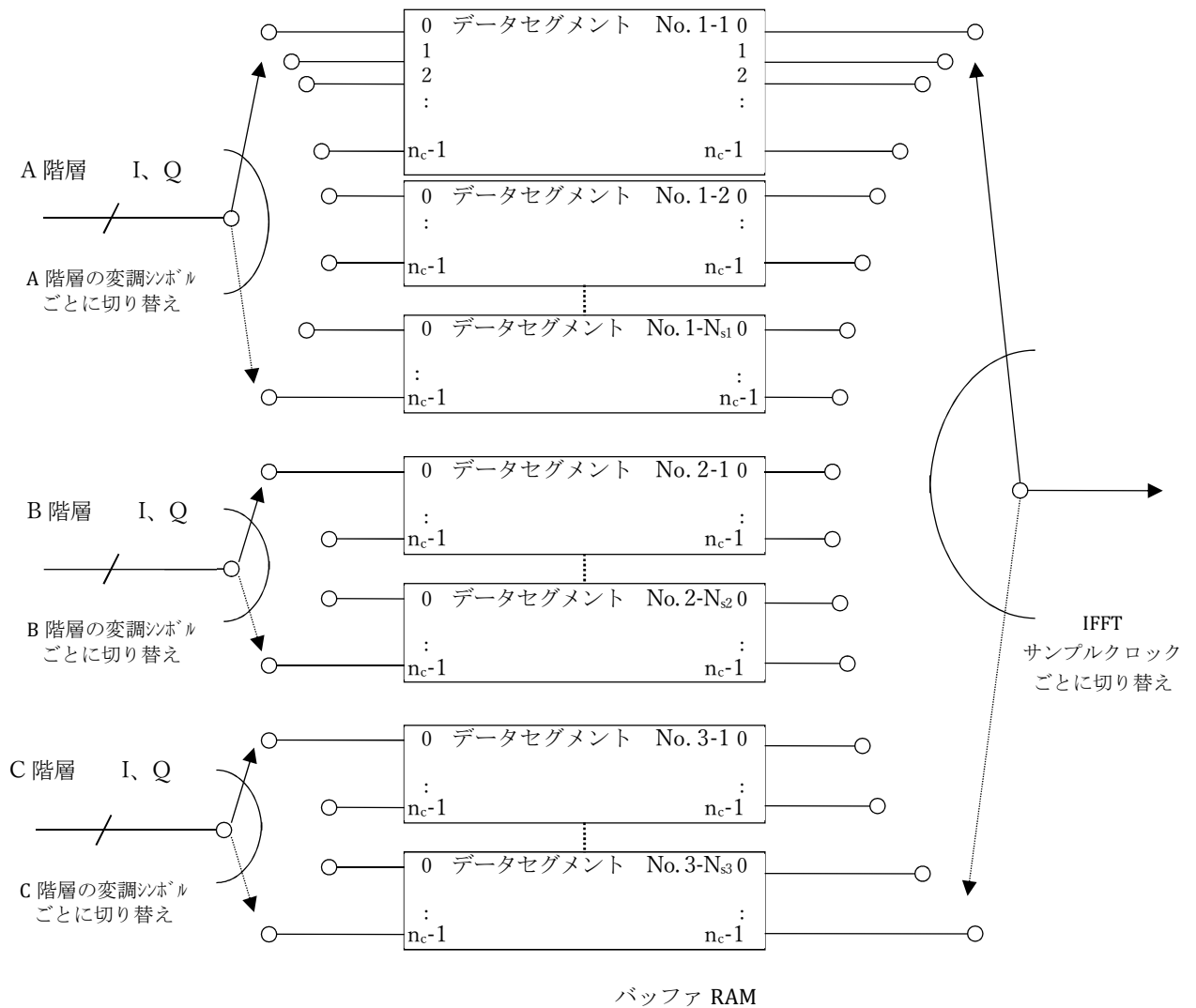
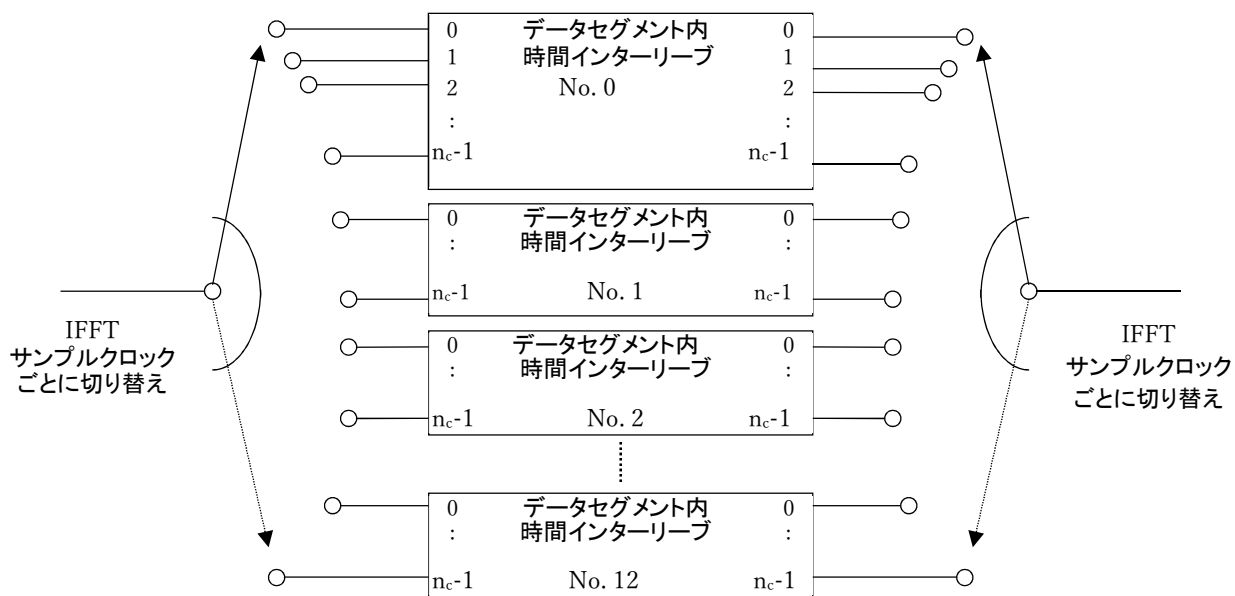


図3.2.2.3.8-1 階層合成の構成

3.2.2.3.9 時間インターリーブ

階層合成された信号に対して、図3.2.2.3.9-1に示すように、変調シンボル単位（I、Q軸単位）で時間インターリーブを行う。

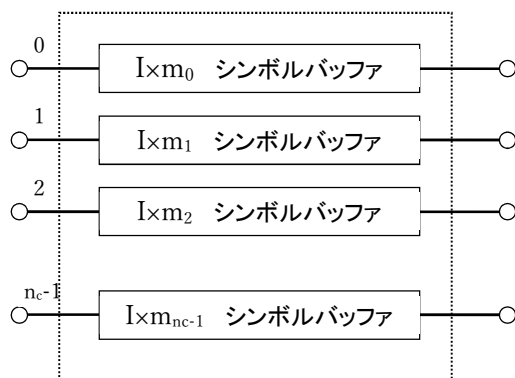


n_c の値は96 (モード1) 、192 (モード2) 、384 (モード3) である。

図 3. 2. 2. 3. 9-1 時間インターリーブの構成

図 3. 2. 2. 3. 9-1 におけるデータセグメント内時間インターリーブの構成を図 3. 2. 2. 3. 9-2 に示す。

なお、図における‘I’は階層単位で指定可能なインターリーブ長に関わるパラメータであり、表3. 2. 2. 3. 9-1に補正遅延量を示す。



ただし、 $m_i = (i \times 5) \bmod 96$ とする。

n_c の値は96 (モード1) 、192 (モード2) 、384 (モード3) である。

図 3. 2. 2. 3. 9-2 セグメント内時間インターリーブの構成

時間インターリーブの長さは、階層ごとに独立にパラメータIで指定される。この結果階層間で生じる遅延時間差に対しては、各階層に表3. 2. 2. 3. 9-1に示すシンボル数の遅延を送信側で補正して、送受合計の遅延量がフレームの整数倍となるように設定される。

表 3. 2. 2. 3. 9-1 時間インターリーブの長さ and 遅延補正量

モード 1			モード 2			モード 3		
長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数	長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数	長さ (I)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数
0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	28	2	2	14	1	1	109	1
8	56	4	4	28	2	2	14	1
16	112	8	8	56	4	4	28	2

なお、この遅延補正は、時間インターリーブ前の信号に対して行われるものとする。

(理由)

遅延補正された後の時間インターリーブによる送受遅延フレーム数は階層ごとに表3. 2. 2. 3. 9-1に示した値となり、単一階層の場合でも同様である。

時間インターリーブは、変調後のシンボルデータを時間的に分散させ、耐フェージング性能を改善するために施される。インターリーブの長さを階層単位で指定することにより、各階層で異なる伝送路、すなわち異なる受信形態を対象としている場合、各伝送路に最適なインターリーブ長を設定することが可能である。

図3. 2. 2. 3. 9-3に時間インターリーブ後のキャリア配列を示す。

なお、時間インターリーブの構成として畳込みインターリーブを採用することにより、送受合わせた遅延時間の短縮と受信機メモリ量の節約を図っている。

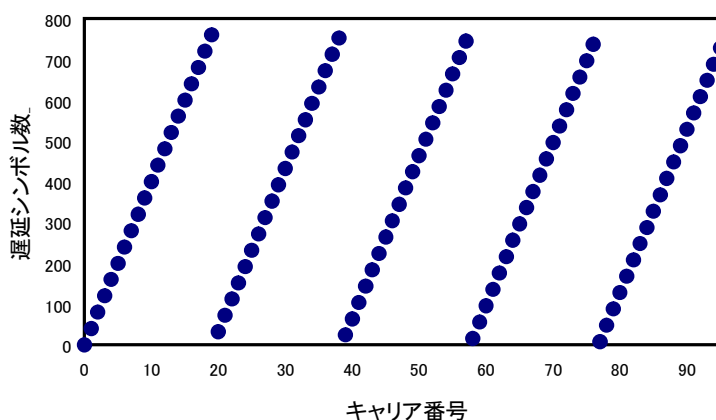


図 3. 2. 2. 3. 9-3 時間インターリーブ後のキャリア配列 (モード 1、I=8 の例)

3. 2. 2. 3. 10 周波数インターリーブ

周波数インターリーブの構成を図 3. 2. 2. 3. 10-1 に示す。

セグメント分割において、部分受信部、同期変調部 (キャリア変調がQPSK、16QAM又は64QAMに指定されたセグメント) の順に、データセグメント番号、0から12、が割り当てられる。

なお階層構成とデータセグメントの関係については、各階層のデータセグメントは番号順に連続的に配置されるものとし、データセグメントの小さい番号を含む階層から、A階層、B階層、C階層とする。

階層が異なる場合でも、同じ種類の変調部に属するデータセグメントにはセグメント間インターリーブが施される。

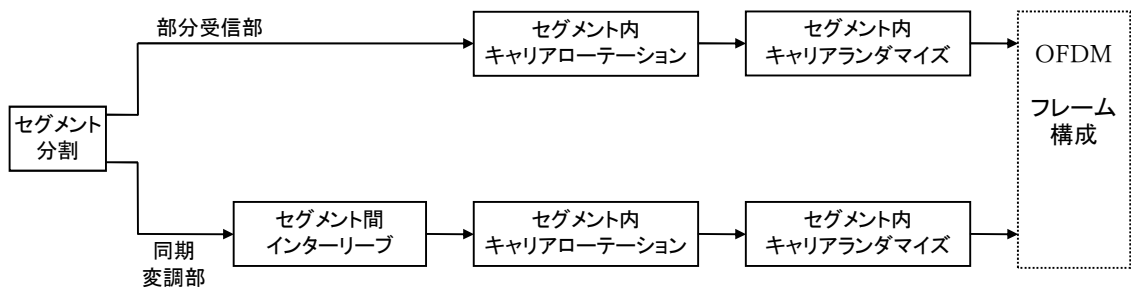


図 3. 2. 2. 3. 10-1 周波数インターリーブの構成

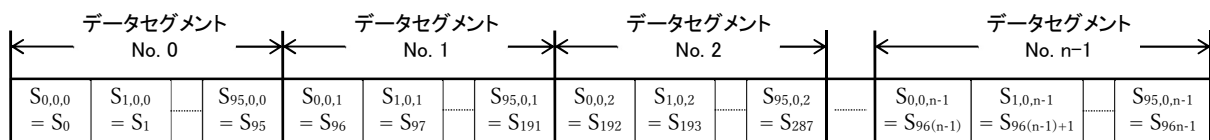
(理由)

部分受信部に関してはそのセグメントのみを受信する受信機を想定しているため、他のセグメントとのインターリーブであるセグメント間インターリーブを実施しない。

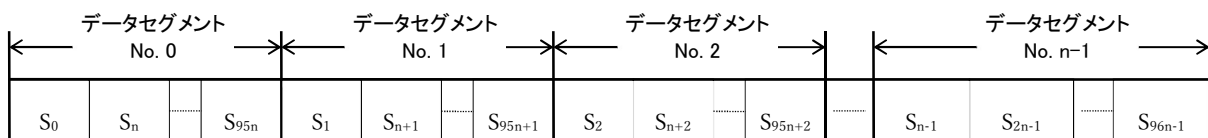
3. 2. 2. 3. 10. 1 セグメント間インターリーブ

セグメント間インターリーブは、図 3. 2. 2. 3. 10. 1-1 に従って同期変調 (QPSK、16QAM、64QAM) 部についてそれぞれに行なわれる。

なお、図における $S_{i,j,k}$ はデータセグメント構成 (図3. 2. 2. 3. 7. 5-1) のキャリアシンボルを、 n は同期変調部に割り当てられたセグメント数を表わす。

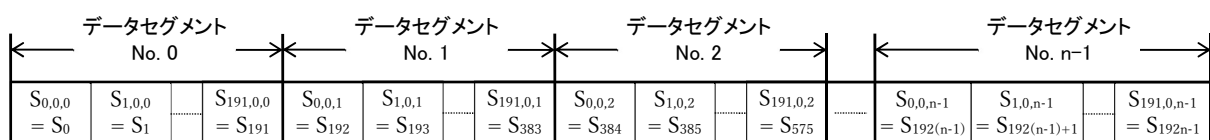


インターリーブ前のシンボル配置

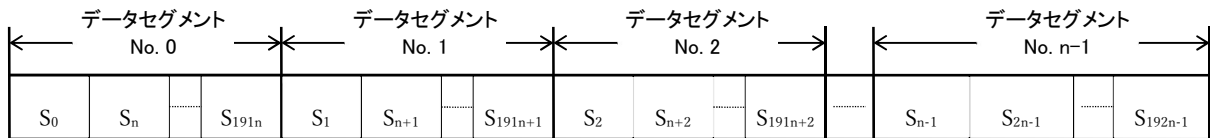


インターリーブ後のシンボル配置

(a) モード1のセグメント間インターリーブ

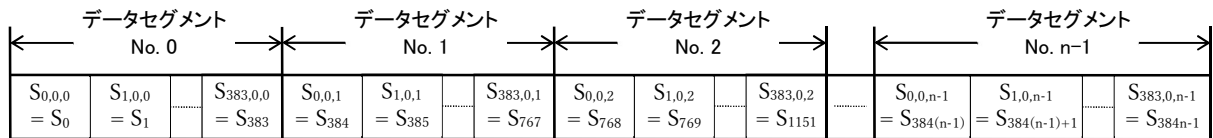


インターリーブ前のシンボル配置

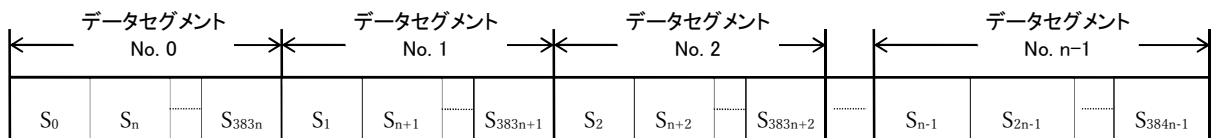


インターリーブ後のシンボル配置

(b) モード2のセグメント間インターリーブ



インターリーブ前のシンボル配置



インターリーブ後のシンボル配置

(c) モード3のセグメント間インターリーブ

図 3. 2. 2. 3. 10. 1-1 各モードのセグメント間インターリーブ

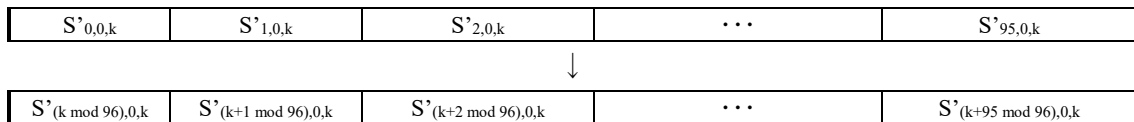
(理由)

セグメント間インターリーブは周波数方向に広い範囲でインターリーブを施すことによって、マルチパスによる特定セグメントの振幅低下によるバースト誤りの発生を防ぐために行う。

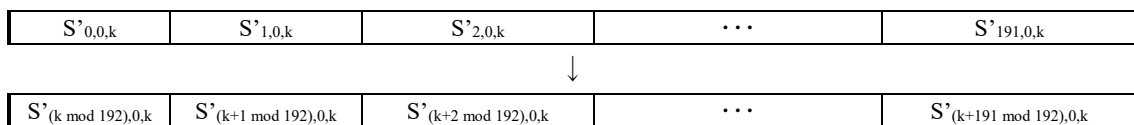
3. 2. 2. 3. 10. 2 セグメント内インターリーブ

セグメント内インターリーブは、セグメント番号に従うキャリアローテーション及びその後のキャリア ランダマイズの2段階で行われる。

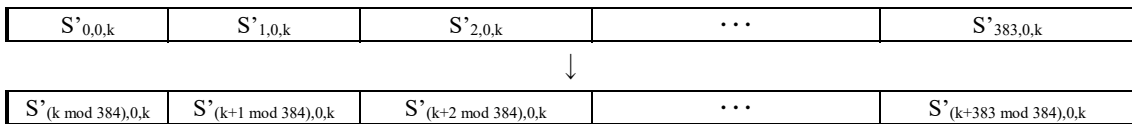
キャリアローテーションを図3. 2. 2. 3. 10. 2-1に示す。ここで $S'_{i,j,k}$ は、セグメント間インターリーブ後におけるk番目セグメントのキャリアシンボルである。



(a) モード1のキャリアローテーション



(b) モード2のキャリアローテーション



(c) モード3のキャリアローテーション

図 3.2.2.3.10.2-1 各モードのキャリアローテーション

次に、キャリア ランダマイズをモード1, 2, 3について表 3.2.2.3.10.2-1 に示す。

表は、キャリアローテーションを終えた時点におけるデータ（昇順のキャリア番号）に対して、キャリア ランダマイズの結果として割り当てられるキャリアを示している。

表 3.2.2.3.10.2-1 各モードのセグメント内キャリアランダムイズ

(a) モード1のセグメント内キャリアランダムイズ

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	80	93	63	92	94	55	17	81	6	51	9	85	89	65	52	15	73	66	46	71	12	70	18	13

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	95	34	1	38	78	59	91	64	0	28	11	4	45	35	16	7	48	22	23	77	56	19	8	36

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	39	61	21	3	26	69	67	20	74	86	72	25	31	5	49	42	54	87	43	60	29	2	76	84

前	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	83	40	14	79	27	57	44	37	30	68	47	88	75	41	90	10	33	32	62	50	58	82	53	24

(b) モード2のセグメント内キャリアランダムイズ

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	98	35	67	116	135	17	5	93	73	168	54	143	43	74	165	48	37	69	154	150	107	76	176	79

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	175	36	28	78	47	128	94	163	184	72	142	2	86	14	130	151	114	68	46	183	122	112	180	42

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	105	97	33	134	177	84	170	45	187	38	167	10	189	51	117	156	161	25	89	125	139	24	19	57

前	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	71	39	77	191	88	85	0	162	181	113	140	61	75	82	101	174	118	20	136	3	121	190	120	92

前	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
後	160	52	153	127	65	60	133	147	131	87	22	58	100	111	141	83	49	132	12	155	146	102	164	66

前	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
後	1	62	178	15	182	96	80	119	23	6	166	56	99	123	138	137	21	145	185	18	70	129	95	90

前	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
後	149	109	124	50	11	152	4	31	172	40	13	32	55	159	41	8	7	144	16	26	173	81	44	103

前	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
後	64	9	30	157	126	179	148	63	188	171	106	104	158	115	34	186	29	108	53	91	169	110	27	59

(c) モード3のセグメント内キャリアランダムイズ

前	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
後	62	13	371	11	285	336	365	220	226	92	56	46	120	175	298	352	172	235	53	164	368	187	125	82

前	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
後	5	45	173	258	135	182	141	273	126	264	286	88	233	61	249	367	310	179	155	57	123	208	14	227

前	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
後	100	311	205	79	184	185	328	77	115	277	112	20	199	178	143	152	215	204	139	234	358	192	309	183

前	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
後	81	129	256	314	101	43	97	324	142	157	90	214	102	29	303	363	261	31	22	52	305	301	293	177

前	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
後	116	296	85	196	191	114	58	198	16	167	145	119	245	113	295	193	232	17	108	283	246	64	237	189

前	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
後	128	373	302	320	239	335	356	39	347	351	73	158	276	243	99	38	287	3	330	153	315	117	289	213

前	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
後	210	149	383	337	339	151	241	321	217	30	334	161	322	49	176	359	12	346	60	28	229	265	288	225

前	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
後	382	59	181	170	319	341	86	251	133	344	361	109	44	369	268	257	323	55	317	381	121	360	260	275

前	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
後	190	19	63	18	248	9	240	211	150	230	332	231	71	255	350	355	83	87	154	218	138	269	348	130

前	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
後	160	278	377	216	236	308	223	254	25	98	300	201	137	219	36	325	124	66	363	169	21	35	107	50

前	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263
後	106	333	326	362	252	271	263	372	136	0	366	206	159	122	188	6	284	96	26	200	197	186	345	340

前	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287
後	349	103	84	228	212	2	67	318	1	74	342	166	194	33	68	267	111	118	140	195	105	202	291	259

前	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311
後	23	171	65	281	24	165	8	94	222	331	34	238	364	376	266	89	80	253	163	280	247	4	362	379

前	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335
後	290	279	54	78	180	72	316	282	131	207	343	370	306	221	132	7	148	299	168	224	48	47	357	313

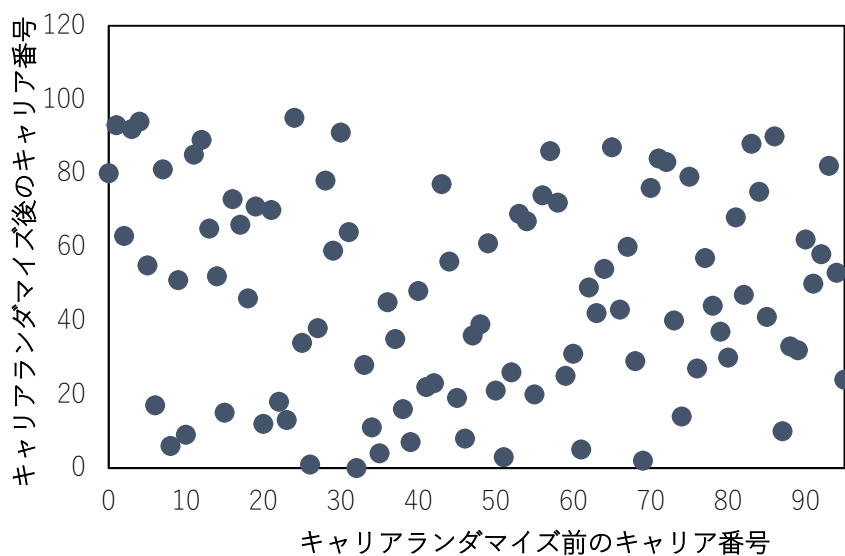
前	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359
後	75	104	70	147	40	110	374	69	146	37	375	354	174	41	32	304	307	312	15	272	134	242	203	209

前	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383
後	380	162	297	327	10	93	42	250	156	338	292	144	378	294	329	127	270	76	95	91	244	274	27	51

(理由)

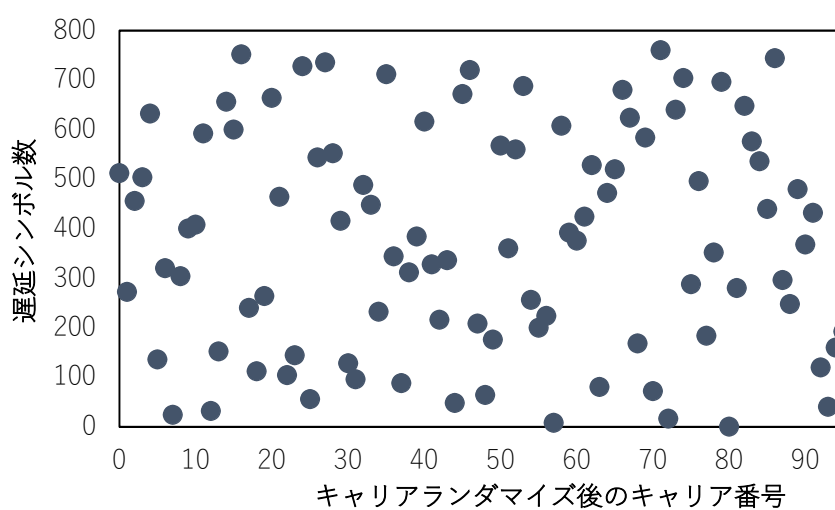
キャリアローテーションとキャリアランダマイズは、キャリア配列の周期性を排除するために行われる。これにより、セグメント間インターリーブ後のキャリア配列周期に周波数選択性フェージングが一致した場合、特定のデータセグメントのキャリアがバースト的に誤る現象が避けられる。

図 3.2.2.3.10.2-2 にモード1におけるキャリアランダマイズの例を、図 3.2.2.3.10.2-3 に時間インターリーブを含めたキャリアランダマイズの例を示す。



(モード1、セグメント番号0、I=8)

図 3.2.2.3.10.2-2 キャリアランダマイズ前後のキャリア配列例



(モード1、セグメント番号0、I=8)

図 3.2.2.3.10.2-3 時間インターリーブ、キャリアランダマイズ後の配列例

3.2.2.4 次世代方式 (LL) 及び次世代放送

LDM 放送における伝送主信号は、3.2.2.3 節で示した地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用の 204 バイトの TSP 及び本節で示す次世代方式 (LL) 用の FEC ブロックを単位として生成される信号である。なお、FEC ブロックは、FEC ブロックヘッダ及び主信号 (TLV パケット) にエネルギー拡散信号を加算した信号に対して誤り訂正符号のパリティビットを加えた 69, 120 ビットの信号で構成される。

なお、主信号が TLV パケットの場合の誤り訂正は、BCH 符号を外符号、LDPC 符号を内符号とする接続符号とする。

伝送主信号が次世代方式 (LL) の場合の伝送主信号の構成及び送出手順を図 3.2.2.4-1 に示す。

- ・ TS 再多重部では、以下の信号処理を行う。
- 1) MPEG-2 多重部から TSP (188 バイト) が入力される。また、TLV 多重部から TLV パケット (可変長) が入力される。
- 2) TS 再多重部で生成する FEC ブロックヘッダの後に TLV パケットを順番に主信号部が満たされるまで連結して FEC ブロックヘッダと主信号を構築する。この処理を繰り返す。
- 3) 入力された 188 バイトの TSP に 16 バイトのヌルデータを付加し、UL 用主信号となる 204 バイトの TSP を構築する。伝送レート調整用にヌルパケット (204 バイト) も生成される。
- 4) 3) で生成されたヌルパケットのうち、必要な数のヌルパケットを無効階層として使用する。
- 5) FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として 184 バイト毎に分割する。この分割 TLV 信号を無効階層 (ヌルパケット) のペイロードに重畳する。
- ・ 伝送主信号を構成するために、さらに以下の信号処理を行う。
- 6) TLV 抽出部では、TS 再多重部の出力から分割 TLV 信号を抽出する。
- 7) FEC ブロック変換部では、分割 TLV 信号から FEC ブロック (誤り訂正符号のパリティビットを除く) を構成する。
- 8) 階層分割部では、FEC ブロックを最大 3 つの階層に分割する。
- 9) 各階層の FEC ブロックのうち、FEC ブロックヘッダ及び主信号についてエネルギー拡散を行う。
- 10) BCH 符号は FEC ブロックヘッダと主信号を含めて誤り訂正保護する。また、LDPC 符号は FEC ブロックヘッダ、主信号、BCH 符号のパリティビットを含めて誤り訂正保護する。

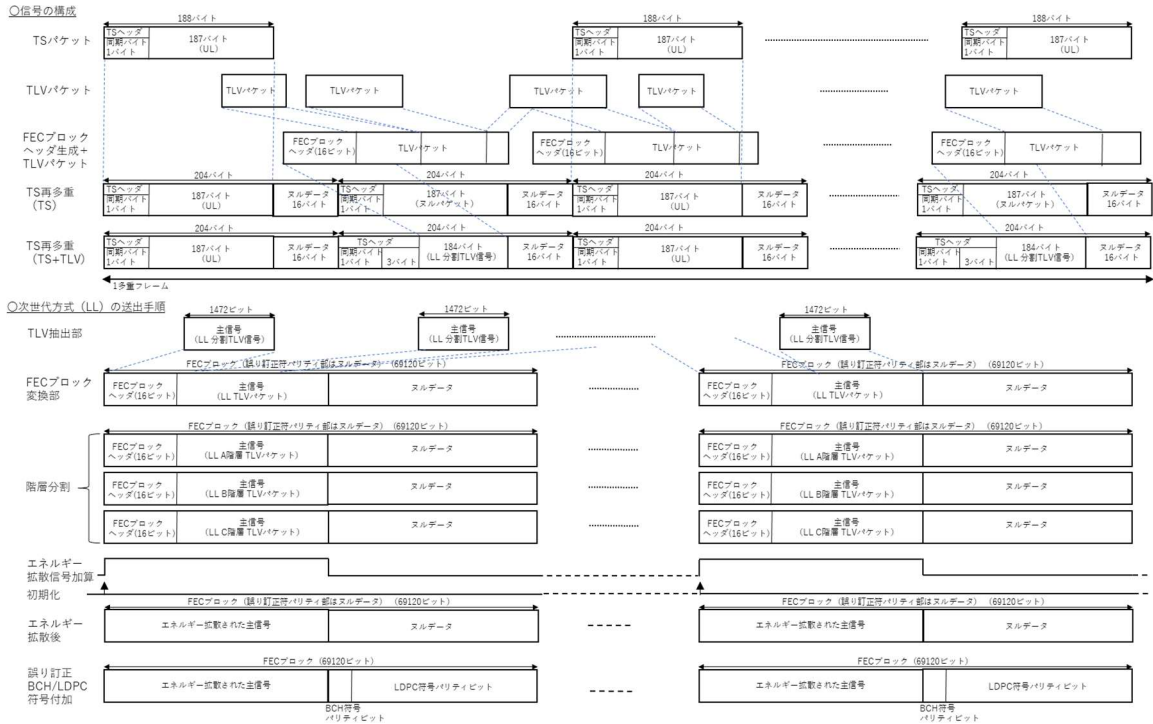


図 3.2.2.4-1 伝送主信号の構成及び送出手順 (LDM 放送時の LL)

注：

- 1) TS 再多重部には、TSP (188 バイト) と TLV パケット (可変長) が入力される。
- 2) TS 再多重部では、FEC ブロックヘッダと次世代方式 (LL) 用主信号 (TLV パケットを連結したもの) を構築する。
- 3) TS 再多重部において、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用のいずれかの階層で伝送される TSP 及び地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) として伝送されないヌルパケットにより多重フレームが形成される。
- 4) FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として 184 バイト毎に分割し、一部又は全部のヌルパケットのペイロードに重畳する。
- 5) TLV 抽出部では、TS 再多重部の出力から分割 TLV 信号を抽出する。
- 6) FEC ブロック変換部では、分割 TLV 信号から FEC ブロック (誤り訂正符号のパリティビットを除く) を構成する。
- 7) 階層分割部では、FEC ブロックを最大 3 つの階層に分割する。
- 8) 各階層の FEC ブロックのうち、FEC ブロックヘッダ及び主信号についてエネルギー拡散を行う。
- 9) BCH 符号は FEC ブロックヘッダと主信号を含めて誤り訂正保護する。また、LDPC 符号は FEC ブロックヘッダ、主信号、BCH 符号のパリティビットを含めて誤り訂正保護する。

次世代放送における伝送主信号は、FEC ブロックを単位として生成される信号である。なお、FEC ブロックは、FEC ブロックヘッダ及び主信号 (TLV パケット) にエネルギー拡散信号を加算した信号に対して誤り訂正符号のパリティビットを加えた 69,120 ビットの信号で構成される。

なお、主信号が TLV パケットの場合の誤り訂正は、BCH 符号を外符号、LDPC 符号を内符号とする接続符号とする。

次世代放送の伝送主信号の構成及び送出手順を図 3.2.2.4-2 に示す。

- ・ TS 再多重部では、以下の信号処理を行う。
- 1) TLV 多重部から TLV パケット (可変長) が入力される。
 - 2) TS 再多重部で生成する FEC ブロックヘッダの後に TLV パケットを順番に主信号部が満たされるまで連結して FEC ブロックヘッダと主信号を構築する。この処理を繰り返す。
 - 3) FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として 184 バイト毎に分割する。
 - 4) この分割 TLV 信号に TS ヘッダ及び 16 バイトのヌルデータを付加し、204 バイトの TSP を構築する。また、伝送レート調整用にヌルパケット (204 バイト) も生成される。
- ・ 伝送主信号を構成するために、さらに以下の信号処理を行う。
- 5) TLV 抽出部では、TS 再多重部の出力から分割 TLV 信号を抽出する。
 - 6) FEC ブロック変換部では、分割 TLV 信号から FEC ブロック (誤り訂正符号のパリティビットを除く) を構成する。
 - 7) 階層分割部では、FEC ブロックを最大 3 つの階層に分割する。
 - 8) 各階層の FEC ブロックのうち、FEC ブロックヘッダ及び主信号についてエネルギー拡散を行う。
 - 9) BCH 符号は FEC ブロックヘッダと主信号を含めて誤り訂正保護する。また、LDPC 符号は FEC ブロックヘッダ、主信号、BCH 符号のパリティビットを含めて誤り訂正保護する。

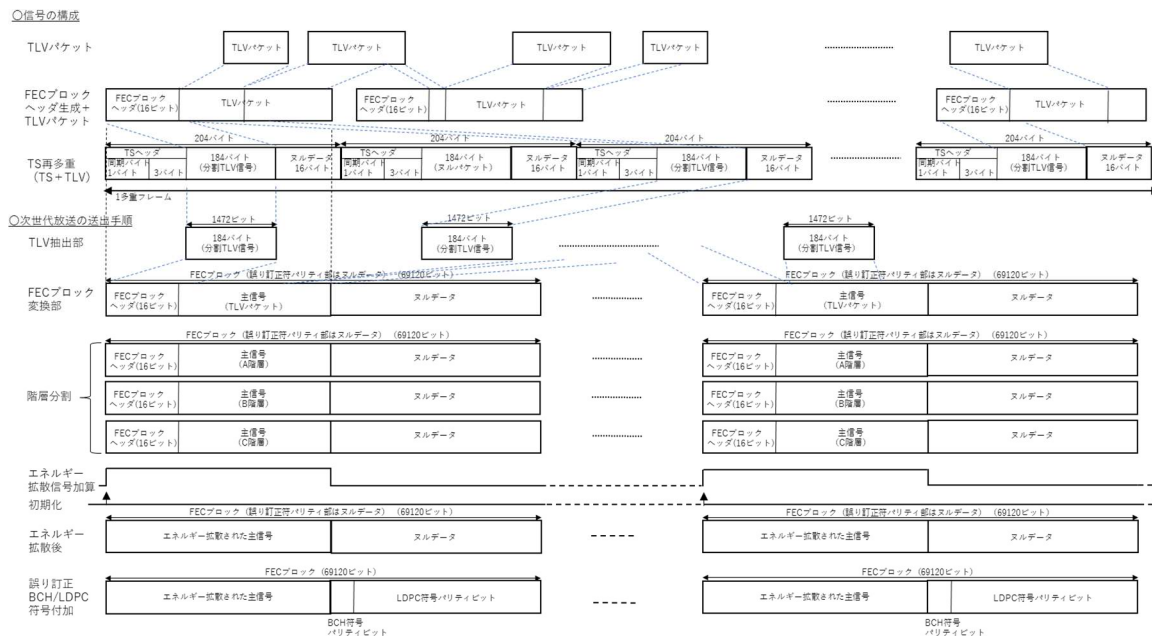


図 3.2.2.4-2 伝送主信号の構成及び送出手順 (次世代放送時)

注：

- 1) TS 再多重部には、TLV パケット（可変長）が入力される。
- 2) TS 再多重部では、FEC ブロックヘッダと主信号（TLV パケットを連結したもの）を構築する。
- 3) TS 再多重部では、FEC ブロックヘッダと主信号を分割 TLV 信号として分割する。
- 4) 分割 TLV 信号に TS ヘッダ及び 16 バイトのヌルデータを付加し、204 バイトの TSP を構築する。また、伝送レート調整用にヌルパケット（204 バイト）も生成される。
- 5) TLV 抽出部では、TS 再多重部の出力から分割 TLV 信号を抽出する。
- 6) FEC ブロック変換部では、分割 TLV 信号から FEC ブロック（誤り訂正符号のパリティビットを除く）を構成する。
- 7) 階層分割部では、FEC ブロックを最大 3 つの階層に分割する。
- 8) 各階層の FEC ブロックのうち、FEC ブロックヘッダ及び主信号についてエネルギー拡散を行う。
- 9) BCH 符号は FEC ブロックヘッダと主信号を含めて誤り訂正保護する。また、LDPC 符号は FEC ブロックヘッダ、主信号、BCH 符号のパリティビットを含めて誤り訂正保護する。

3.2.2.4.1 TLV 抽出

LDM 放送では、放送 TS から階層情報を元に分割 TLV 信号を内包する無効階層 TSP を取り出し、さらにその TSP から分割 TLV 信号を抽出する。

次世代放送では、放送 TS から階層情報を元に必要な階層の TSP を取り出し、さらにその TSP から分割 TLV 信号を抽出する。

（理由）

LDM 放送では、放送 TS に次世代方式（LL）用 TLV 信号が無効階層 TSP に分割重畳されているため。

3.2.2.4.2 FEC ブロック変換

FEC ブロック変換部では、階層毎に分割 TLV 信号を束ね、主信号（TLV パケット）とする。別途に分割 TLV 信号から取り出した FEC ブロックヘッダと主信号とパリティ部（この場合はヌルデータ）を合わせ 69, 120 ビットの FEC ブロックに変換する。

3.2.2.4.2.1 FEC ブロック構成

FEC ブロックの構成を図 3.2.2.4.2.1-1 及び表 3.2.2.4.2.1-1 に示す。FEC ブロックヘッダは FEC ブロックに含まれる最初の TLV パケットの先頭位置を示すものとし、FEC ブロックヘッダを除いた FEC ブロック先頭からのバイト数で表す。先頭バイトが存在しない場合、その値は 0xFFFF とする。



図 3.2.2.4.2.1-1 FEC ブロックの構成

表 3.2.2.4.2.1-1 FEC ブロックの構成

符号化率	LDPC 符号			BCH 符号		FEC ブロックヘッダ	主信号 (ビット)
	符号長 (ビット)	パリティ ビット長	情報 ビット長	パリティ ビット長	情報 ビット長		
2/16	69120	60480	8640	192	8448	16	8432
3/16	69120	56160	12960	192	12768	16	12752
4/16	69120	51840	17280	192	17088	16	17072
5/16	69120	47520	21600	192	21408	16	21392
6/16	69120	43200	25920	192	25728	16	25712
7/16	69120	38880	30240	192	30048	16	30032
8/16	69120	34560	34560	192	34368	16	34352
9/16	69120	30240	38880	192	38688	16	38672
10/16	69120	25920	43200	192	43008	16	42992
11/16	69120	21600	47520	192	47328	16	47312
12/16	69120	17280	51840	192	51648	16	51632
13/16	69120	12960	56160	192	55968	16	55952
14/16	69120	8640	60480	192	60288	16	60272

(理由)

誤り訂正符号がブロック符号であるため、FEC ブロックを構成し、符号のうちパリティビットを除く情報ビットの領域に主信号を格納する。

3.2.2.4.2.2 FEC ブロックポインタ

FEC ブロックポインタは、OFDM フレーム内で最初の FEC ブロックの先頭位置を示した情報であり、階層毎に TMCC に記載され伝送される。

なお、TMCC に記載される FEC ブロックポインタ値は、FEC ブロックポインタを 576 (取りうる FEC ブロック先頭位置の最大公約数) で割った値とし 6 ビットで伝送される。

(理由)

受信機が FEC ブロックの先頭位置を検出するために、これを指し示すポインタを TMCC 情報の一部として伝送することとした。

3.2.2.4.3 階層分割

階層に区分する場合には、FEC ブロックの単位で階層に分割する。ただし、最大階層数は3とする。

(理由)

次世代方式 (LL)、次世代放送では、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と同様に最大3階層まで階層分割を行うことができる。

3.2.2.4.4 エネルギー拡散

エネルギー拡散は、3.2.2.3.3節に示す図3.2.2.3.3-1の回路により生成されるPRBS (擬似ランダム符号系列) を用いて階層毎に行われる。

次世代方式 (LL) 及び次世代放送においては、各階層の FEC ブロックに対して、FEC ブロックヘッダ及び主信号と PRBS との間でビット単位の排他的論理和が取られる。なお、PRBS 生成回路の初期値は、低次から“100101010000000”とし、FEC ブロック毎に初期化される。

(理由)

送信データにおいて“0”あるいは“1”が連続することにより、キャリア変調後のシンボルが同一となることを回避するためにエネルギー拡散を行う。現行地上デジタルテレビジョン放送方式と整合を図るため、3.2.2.3.3節に示した生成多項式 $g(x)$ の15次M系列拡散信号を採用した。

また、現行地上デジタルテレビジョン放送及びLDM放送の地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) では、外符号符号化後にエネルギー拡散を実施していたがLDM放送の次世代方式 (LL) 及び次世代放送では外符号符号化前に実施している。処理手順を変更した理由は次のとおりである。

現行地上デジタルテレビジョン放送及びLDM放送の地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) では、誤り訂正外符号であるRS符号が全ての階層のTSPを共通で扱うとともにバイト単位の処理であり、またエネルギー拡散の初期化タイミングが階層ごとのOFDMフレームと一致させている。そのため、全階層のバイト単位での誤り訂正外符号符号化を行った後、階層分割し、バイト→ビット変換を行った後に、ビット単位の処理であるエネルギー拡散を行う必要がある。しかしながらLDM放送の次世代方式 (LL) 及び次世代放送は誤り訂正外符号がビット単位のBCH符号であるほか、エネルギー拡散の初期化タイミングはOFDMフレームとは関係なく、FECブロックの先頭としている。従って、エネルギー拡散を誤り訂正外符号の符号化後に行う必要がなく、BCH符号化処理を行う前に“0”あるいは“1”の偏在を解消するエネルギー拡散を行うことが合理的であるため。

3.2.2.4.5 外符号 (BCH)

主信号及びFECブロックヘッダを保護範囲としてBCH符号化を行う。訂正可能ビット数は12ビットとする。生成多項式は、表3.2.2.4.5-1に示す16次生成多項式の積によって生成される。図3.2.2.4.2-1に示すようにFECブロックにBCH符号を1つ挿入する。

表 3.2.2.4.5-1 16 次生成多項式

$g1(x)$	$1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$
$g2(x)$	$1+x^2+x^3+x^4+x^8+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{16}$
$g3(x)$	$1+x^2+x^3+x^7+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{13}+x^{16}$
$g4(x)$	$1+x+x^3+x^6+x^7+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$
$g5(x)$	$1+x+x^2+x^3+x^5+x^7+x^8+x^9+x^{11}+x^{13}+x^{16}$
$g6(x)$	$1+x+x^6+x^7+x^9+x^{10}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$
$g7(x)$	$1+x+x^2+x^6+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$
$g8(x)$	$1+x+x^3+x^6+x^8+x^9+x^{12}+x^{15}+x^{16}$
$g9(x)$	$1+x+x^4+x^6+x^8+x^{10}+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{15}+x^{16}$
$g10(x)$	$1+x+x^2+x^4+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$
$g11(x)$	$1+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{13}+x^{14}+x^{15}+x^{16}$
$g12(x)$	$1+x+x^2+x^3+x^5+x^6+x^7+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$

以下の演算により、情報系列 $m = (m_{K_{BCH}-1}, m_{K_{BCH}-2}, \dots, m_1, m_0)$ から符号 $c = (m_{K_{BCH}-1}, m_{K_{BCH}-2}, \dots, m_1, m_0, d_{N_{BCH}-K_{BCH}-1}, \dots, d_1, d_0)$ を得る。ここで K_{BCH} 及び M_{BCH} は BCH 符号の情報ビット長、パリティビット長であり、それぞれ 65, 343 ビット、192 ビットである。また、ここで N_{BCH} は BCH 符号の符号長であり、65, 535 ビットである。

- 1) 情報系列に $x^{M_{BCH}-1}$ を乗算する。
- 2) $x^{M_{BCH}-1}m(x)$ を被除数、 $g(x)$ で除算する。このときの剰余多項式を $d(x) = d_{M_{BCH}-1}x^{M_{BCH}-1} + d_{M_{BCH}-2}x^{M_{BCH}-2} + \dots + d_1x + d_0$ とする。
- 3) $c(x) = x^{M_{BCH}-1}m(x) + d(x)$ を符号多項式とする。

(理由)

BCH 符号は LDPC 符号のエラーフロア領域の残留誤りを訂正することが役割であり、エラーフロア領域の 1 符号当たりの誤りビット数と BCH 符号のパリティビットによるオーバーヘッドとの相反関係を考慮し、1 符号当たりの訂正可能ビット数を 12 ビットとした。また、情報ビット数の 2 を底とする対数に相当する次数として 16 ビットの生成多項式に訂正可能ビット数を乗じた 192 ビットを BCH 符号のパリティビット長とした。

3.2.2.4.6 内符号 (LDPC)

符号の構造は非正則疑似巡回 LDPC 符号とする。保護範囲は主信号と FEC ブロックヘッダ及び BCH 符号のパリティビットである。符号長が 69, 120 ビットの符号化率は全 13 種類に対応する。また、並列処理単位を $L=360$ ビットとする。符号化率は、階層毎に独立に設定可能とする。

LDPC 符号のタイプと符号化パラメータを表 3.2.2.4.6-1 に、初期テーブルを 3.2.2.12.1 節

に示す。 M はパリティビット数を、 Q は M を L で除した値である。 $M2 \neq 0$ の符号は MET (Multi Edge Type) 型 (タイプ A)、 $M2=0$ の符号は IRA (Irregular Repeat Accumulate) 型 (タイプ B) とする。また $M = M1 + M2$ 、 $Q = Q1 + Q2$ である。

$$\begin{aligned} M &= M1 + M2 \\ &= (Q1 + Q2) \cdot L \end{aligned}$$

表 3.2.2.4.6-1 LDPC 符号のタイプと符号化パラメータ

符号化率	タイプ	$M1$	$M2$	M	$Q1$	$Q2$	Q
2/16	A	1800	58680	60480	5	163	168
3/16	A	1800	54360	56160	5	151	156
4/16	A	1800	50040	51840	5	139	144
5/16	A	1800	45720	47520	5	127	132
6/16	A	1800	41400	43200	5	115	120
7/16	A	4680	34200	38880	13	95	108
8/16	B	34560	0	34560	96	0	96
9/16	B	30240	0	30240	84	0	84
10/16	B	25920	0	25920	72	0	72
11/16	B	21600	0	21600	60	0	60
12/16	B	17280	0	17280	48	0	48
13/16	B	12960	0	12960	36	0	36
14/16	B	8640	0	8640	24	0	24

- 1) 符号ビット列 λ_i を情報ビット列 s_i にて $\lambda_i = s_i (i = 0, 1, \dots, K_{LDPC} - 1)$ と初期化する。ここで K_{LDPC} は LDPC 符号の情報ビット長である。また、パリティビット列 $p_j (j = 0, 1, M1 + M2 - 1)$ を 0 で初期化する。
- 2) LDPC 符号テーブルに記載されている 1 行目にしたがって、 p_j に符号ビットの先頭 λ_0 を排他的論理和演算処理する。例えば符号化率 2/16 の場合、以下のように加算する。

$$p_{1617} = p_{1617} \oplus \lambda_0, p_{1754} = p_{1754} \oplus \lambda_0, \dots, p_{59780} = p_{59780} \oplus \lambda_0$$

- 3) 続く $L - 1$ ビットの符号ビット $\lambda_m (m = 1, \dots, L - 1)$ について、 p_j に符号ビットの λ_m を排他的論理和演算処理する。ここで、 λ_m が加算される対象の p_j のアドレス j は、 x を LDPC 符号テーブルの 1 行目の数字として、以下のように計算する。

$$\begin{aligned} &(x + m \times Q1) \bmod M1, & x < M1 \\ &M1 + (x - M1 + m \times Q2) \bmod M2 & x \geq M1 \end{aligned}$$

- 4) LDPC 符号テーブルの 2 行目にしたがって、 p_j に符号ビットの λ_L を排他的論理和演算処理する。加算のルールは 2) と同様である。続く $L-1$ ビットの符号ビット $\lambda_m (m = L + 1, \dots, 2L - 1)$ について、 p_j に λ_m を排他的論理和演算処理する。加算のルールは 3) と同様である。
- 5) 以降、4) と同様にして L ビットごとに p_j に符号ビット λ_m を排他的論理和演算処理する処理を繰り返す。これを λ_0 から $\lambda_{K_{LDPC}-1}$ まで実行する。
- 6) パリティビット p_1 から p_{M1-1} に対して以下の処理を行う。

$$p_i = p_i \oplus p_{i-1}$$

- 7) 以下の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ を生成する。

$$\lambda_{K_{LDPC}+Lt+} = p_{Q1s+t} \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q1$$

$M2 = 0$ の場合、符号として $\Lambda = (\lambda_0, \dots, \lambda_{K_{LDPC}-1}, \lambda_{K_{LDPC}}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1-1})$ が得られ、符号化を終了する。

- 8) LDPC 符号テーブルの表の $K_{LDPC}/L + 1$ 行目以降の数値を用いて 2) ~ 4) と同様の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ を p_j に排他的論理和演算処理し、残りのパリティビット $p_{M1}, \dots, p_{M1+M2-1}$ を得る。
- 9) 以下の処理を行い、 $\lambda_{K_{LDPC}+M1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1}$ を生成する。

$$\lambda_{K_{LDPC}+M1+Lt+s} = p_{M1+Q2s+t}, \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q2$$

以下の Λ を符号とする。

$$\Lambda = (\lambda_0, \dots, \lambda_{K_{LDPC}-1}, \lambda_{K_{LDPC}}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1-1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1})$$

以上の手順を簡略化すると、以下のとおり表現できる。

- LDPC 符号は、パリティ検査ビット $p_n (n=0, 1, \dots, M1+M2-1)$ 、情報ビット $\lambda_m (m=0, 1, \dots, K_{LDPC}-1)$ としたとき、情報ビットについて 360 ビットごとに次の演算を繰り返す。なおパリティ検査ビットの初期値は $p_0 = p_1 = \dots = p_{M1+M2-1} = 0$ とする。
- $p_x = p_x \oplus \lambda_m (m=0, 360, 720, \dots)$ $p_y = p_y \oplus \lambda_m (m=1, \dots, 359, 361, \dots, 719, 721, \dots)$ すべての情報ビットについて演算を行った後、 p_n は次式により与えられる。

$$p_n = p_n \oplus p_{n-1} \quad (n=1, \dots, M1-1)$$
- $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ は次式により与えられる。

$$\lambda_{K_{LDPC}+Lt+s} = p_{Q1s+t} \quad 0 \leq s < 360, 0 \leq t < Q1$$
- $M2 \neq 0$ の場合、 $K_{LDPC}/360+1$ 行目以降のパリティ検査ビット位置を用い、 $\lambda_{K_{LDPC}}$ から $\lambda_{K_{LDPC}+M1-1}$ について、次式により演算を行い、残りのパリティビット $p_{M1}, \dots, p_{M1+M2-1}$ を求める。

$$p_x = p_x \oplus \lambda_m (m=K_{LDPC}, K_{LDPC}+360, K_{LDPC}+720, \dots)$$

$$p_y = p_y \oplus \lambda_m (m=K_{LDPC} + 1, \dots, K_{LDPC} + 359, K_{LDPC} + 361, \dots)$$
- $\lambda_{K_{LDPC}+M1}, \dots, \lambda_{K_{LDPC}+M1+M2-1}$ は次式により与えられる。

$$\lambda_{K_{LDPC}+M1+Lt+s} = p_{M1+Q2s+t}, \quad 0 \leq s < L, 0 \leq t < Q2$$

 \oplus は排他的論理和の演算素子を表す
- x は 3.2.2.12.1 節のパリティ検査ビット位置 ($[m/360]+1$) 行目で指定されるパリティ検査ビット位置を示す。 $[\]$ は整数部を表す。
- $x < M1$ において $y = \{x + m \times Q1\} \bmod (M1)$
- $x \geq M1$ において $y = \{M1 + (x - M1 + m \times Q2)\} \bmod (M2)$
- $M1, M2, Q1, Q2$ は符号化率により決まる。

(理由)

内符号には誤り訂正能力の高い LDPC 符号を採用した。一般に符号長が長いほど誤り訂正能力も高いが、復号回路の規模にも影響があることから、並列処理単位は広く用いられている 360 とし、またキャリア変調方式の多値数 (2, 4, 6, 8, 10, 12) の公倍数となること等を考慮し、 $360 \times 4^3 \times 3 = 69,120$ を符号長とした。

3.2.2.4.7 ビットインターリーブ

ビットインターリーブは図 3.2.2.4.7-1 に示す構造とする。グループワイズインターリーブとブロックインターリーブにより構成する。

キャリア変調方式が QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM の場合に変調多値数に応じて FEC ブロック内でビットインターリーブを行う。符号化率によって LDPC 符号のタイプ A/タイプ B の場合分けを行う。キャリア変調方式が 1024QAM の場合のみ、ブロックインターリーブの例外処理を行う。

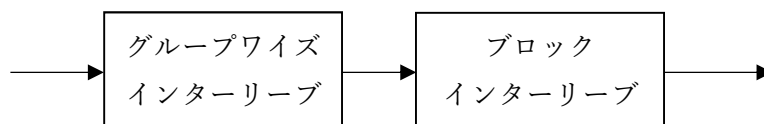


図 3.2.2.4.7-1 ビットインターリーブの構造

(理由)

LDPC 符号の復号性能を最大限に発揮させるため、LDPC 符号化後にビットインターリーブを施す。キャリア変調されるビット列の MSB (Most Significant Bit) と LSB (Least Significant Bit) では雑音耐性が異なることから、雑音耐性が同一となるビットをまとめるためのブロックインターリーブと LDPC 符号の並列処理単位で誤り訂正性能とビットごとの雑音耐性を符号化率ごとに最適に組み合わせるためのグループワイズインターリーブによって構成することとした。キャリア変調方式が 1024QAM の場合は、符号長を並列処理単位と多値数で除した値 ($69, 120/360/10=19.2$) が整数値にはならず、並列処理単位ごとの処理であるブロックインターリーブでは 1 つのブロックを構成できない余りのビットが残ることになるが、簡単のため余りのビットはビットインターリーブの対象とはせずそのまま出力することとした。

3.2.2.4.7.1 グループワイズインターリーブ

LDPC 符号化後の符号は $L=360$ ビットごとのグループに分割し、グループを単位として並べ替えを行うこととし、これをグループワイズインターリーブと呼ぶ。並べ替えは、キャリア変調方式及び符号化率ごとに並べ替え後の番号を示すあらかじめ決められたテーブル π (3.2.2.12.2 節) に従うこととする。テーブルでは、1 列目に記載している並べ替え後のグループの番号が並び替え前ではどの番号のグループであるかを示す。なお、番号は FEC ブロック先頭からグループに対して 0~191 を割り振る。

グループワイズインターリーブの並び替えの例を図 3.2.2.4.7.1-1 に示す。

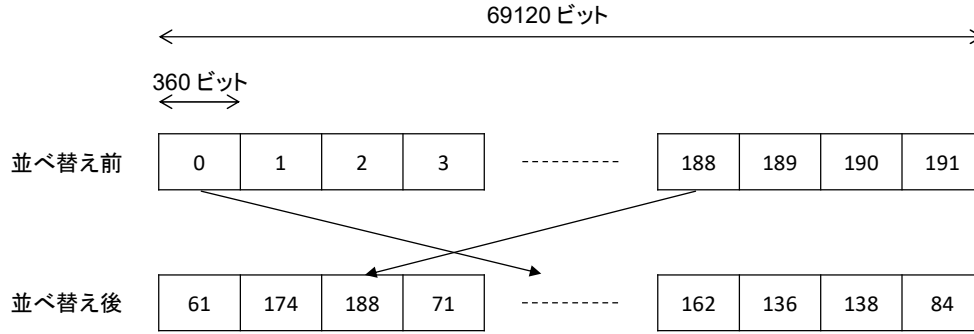


図 3.2.2.4.7.1-1 グループワイズインターリーブ (QPSK, 符号化率 2/16 の例)

グループワイズインターリーブは、LDPC 符号の符号化後の符号を L ビットごとのグループとし、キャリア変調方式及び符号化率ごとにあらかじめ決められたテーブル π に従ってグループ単位で並べ替えを行う。並べ替えの順序を示すテーブル π を 3.2.2.12.2 節に示す。

$$c_{L \cdot i + j} = c_{L \cdot \pi(i) + j}, \quad 0 \leq i < N_{LDPC}/L, 0 \leq j < L$$

C: 符号を構成するビット

3.2.2.4.7.2 ブロックインターリーブ

ブロックインターリーブの概念図を図 3.2.2.4.7.2-1 に、パラメータを表 3.2.2.4.7.2-1 に示す。グループワイズインターリーブ処理された FEC ブロックは、図に示すとおり、V 列 (V はキャリア変調における多値数を示す。) のブロックインターリーブに列方向の順に L=360 ビットを単位として繰り返し書き込まれ、行方向の順に読み出しされる。ブロックインターリーブのサイズ N_1 は、FEC ブロックのサイズ (N_{LDPC}) を $L \times V$ で除算した整数部に LV を乗じたものとし、次式で表される。

ブロックインターリーブは、FEC ブロックの先頭の N_1 ビットを図 3.2.2.4.7.2-1 に示すとおり並べ替える。末尾の N_2 ビットは並べ替えを行わない。なお、 $N_2 \neq 0$ となるのはキャリア変調方式が 1024QAM の場合のみである。なお、 $\text{floor}(x)$ は x 以下の最大の整数である。

$$N_1 = \text{floor}\left(\frac{N_{LDPC}}{LV}\right) LV$$

$$N_2 = N_{LDPC} - N_1$$

$$c_{j+k \cdot V + i \cdot V \cdot L} = c_{i \cdot V \cdot L + j \cdot L + k}, \quad 0 \leq i < N_1/V, 0 \leq j < V, 0 \leq k < L$$

$$c_{N_1+i} = c_{N_1+i}, \quad 0 \leq i < N_2$$

C: 符号を構成するビット

L: 並列処理単位 (360)

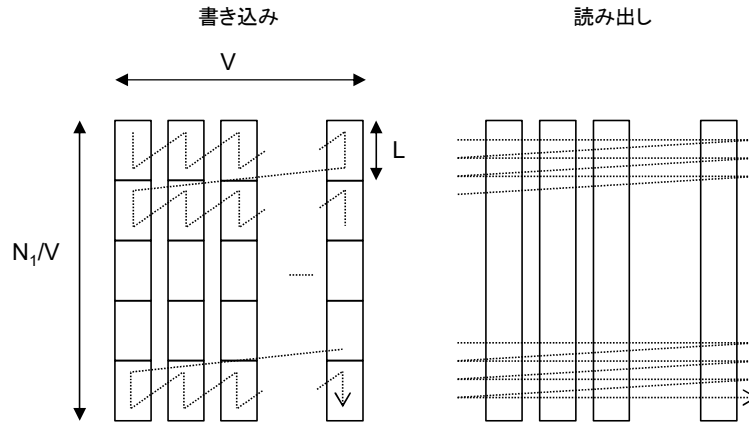


図 3.2.2.4.7.2-1 ブロックインターリーブ

表 3.2.2.4.7.2-1 ブロックインターリーブのパラメータ

キャリア変調方式	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
多値数 V	2	4	6	8	10	12
FEC ブロック長 N_{LDPC}	69120	69120	69120	69120	69120	69120
N_1	69120	69120	69120	69120	68400	69120
N_2	0	0	0	0	720	0
$N_1 / V / L$	96	48	32	24	19	16

3.2.2.4.8 マッピング

入力ビットに対してマッピングを行い、変調シンボルへ変換する。キャリア変調方式は、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに対応する。キャリア変調方式は、階層ごとに独立して設定可能とする。コンスタレーションは均一コンスタレーションと不均一コンスタレーションに対応する。不均一コンスタレーションは信号点間距離が一定の値ではなく、組み合わせる誤り訂正内符号の符号化率ごとに定める信号点配置である。

均一コンスタレーションは、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに対応し、グレイ・コード配置を用いる。均一コンスタレーションの座標値を 3.2.2.12.3 節の UC(Uniform Constellation) に示す。16QAM、64QAM、256QAM については、I/Q 平面の第一象限 ($I \geq 0, Q \geq 0$)、すなわち入力ビット列 b_0b_1 が 00 の場合の I/Q 座標値を示している。入力ビット列 b_0b_1 の値に応じて、3.2.2.12.3 節の I/Q 座標値の符号を反転する。例えば、16QAM では以下のマッピングとなる。

$$b_0b_1b_2b_3 = 0000 : (I, Q) = (0.9487, 0.9487)$$

$$b_0b_1b_2b_3 = 0100 : (I, Q) = (0.9487, -0.9487)$$

$$b_0b_1b_2b_3 = 1000 : (I, Q) = (-0.9487, 0.9487)$$

$$b_0b_1b_2b_3 = 1100 : (I, Q) = (-0.9487, -0.9487)$$

1024QAM、4096QAM については、I 軸及び Q 軸を 1 次元の PAM (Pulse Amplitude Modulation) で表現した場合の振幅値を示している。入力ビット列の偶数ビットを I 軸に、奇数ビットを Q 軸に割り当てる。例えば、1024QAM の I 軸は、入力ビット列の偶数ビットを用いて以下のマッピングとなる。Q 軸についても入力ビット列の奇数ビットを用いて同様のマッピングとなる。

$$\begin{aligned}
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00000 : I = u_{15} = 1.1871 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00001 : I = u_{14} = 1.1105 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 00011 : I = u_{13} = 1.0339 \\
&: \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 01000 : I = u_0 = 0.0383
\end{aligned}$$

1024QAM、4096QAMにおいても入力ビット列 b_0b_1 の値に応じて I/Q 座標値の符号を反転する。例えば、1024QAM の I 軸は以下のマッピングとなる。

$$\begin{aligned}
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10000 : I = -u_{15} = -1.1871 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10001 : I = -u_{14} = -1.1105 \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 10011 : I = -u_{13} = -1.0339 \\
&: \\
b_0b_2b_4b_6b_8 &= 11000 : I = -u_0 = -0.0383
\end{aligned}$$

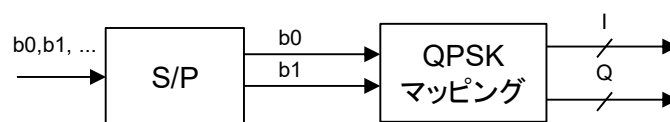
不均一コンスタレーションは、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに対応し、それぞれ 16QAM-NUC、64QAM-NUC、256QAM-NUC、1024QAM-NUC、4096QAM-NUC と表記する。LDPC 符号の符号化率毎に異なる座標値を使用する。不均一コンスタレーション座標値を 3.2.2.12.3 節に示す。均一コンスタレーションと同様、16QAM-NUC、64QAM-NUC、256QAM-NUC については、I/Q 平面の第一象限の I/Q 座標値を示している。1024QAM-NUC、4096QAM-NUC については、I 軸及び Q 軸を 1 次元の PAM で表現した場合の振幅値を示している。

なお、3.2.2.12.3 節に示す均一、不均一コンスタレーション座標値は、いずれも平均電力が 1 に正規化された値を示す。

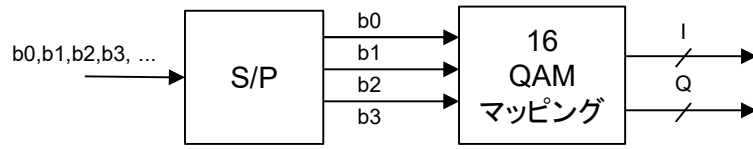
(理由)

LDM 放送の次世代方式 (LL)、次世代放送では、均一コンスタレーションの他、雑音耐性に優れた不均一コンスタレーションも採用した。I/Q 座標値は所要 C/N を想定し、LDPC 符号の符号化率ごとに最適化を行った。また、受信機における LLR (Log Likelihood Ratio: 対数尤度比) 算出回路の回路規模が大きくなり過ぎないように、多値数の大きな 1024QAM-NUC 及び 4096QAM-NUC は 1 次元の配置、それ以下の多値数の場合には雑音耐性の優れた 2 次元の配置とした。

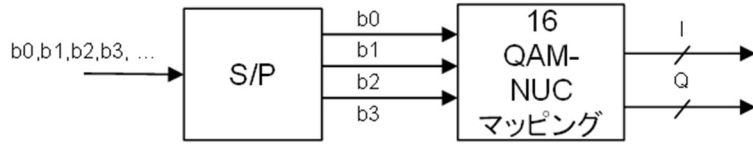
マッピングにおける信号処理手順を図 3.2.2.4.8-1 に示す



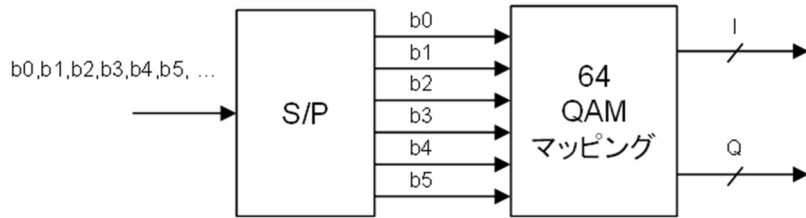
(a) QPSK



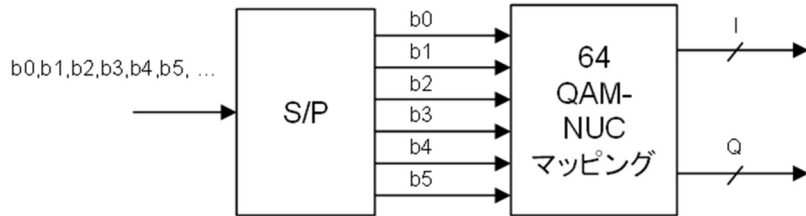
(b) 16QAM



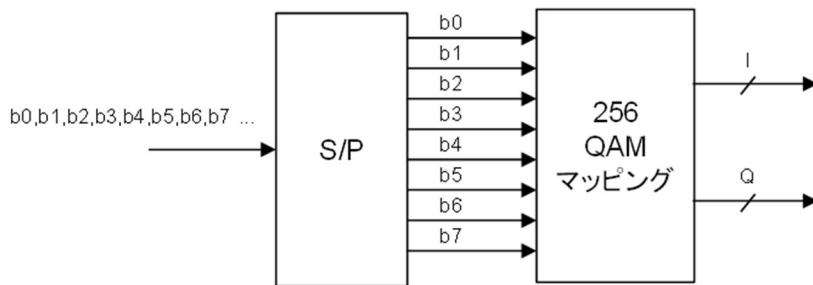
(c) 16QAM-NUC



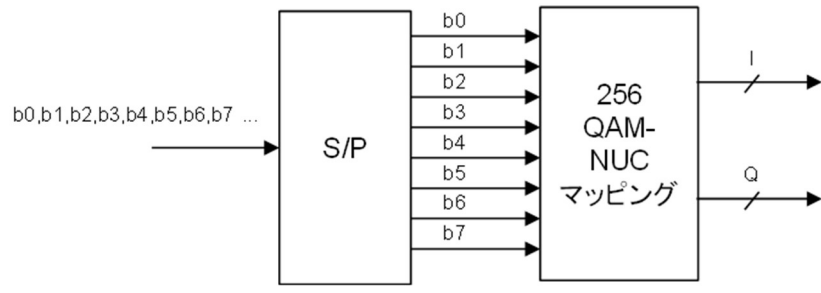
(d) 64QAM



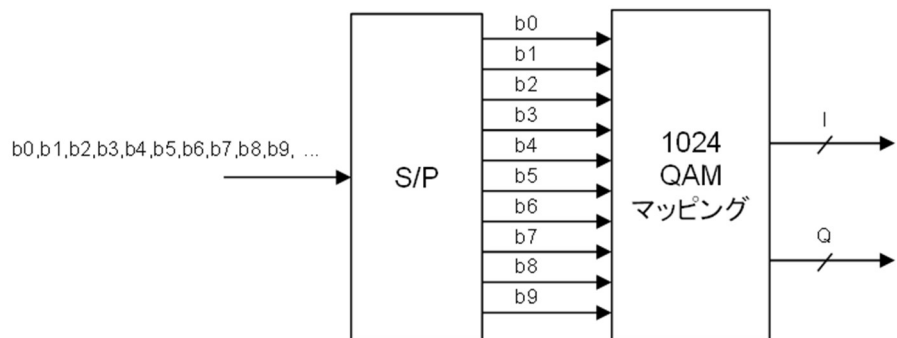
(e) 64QAM-NUC



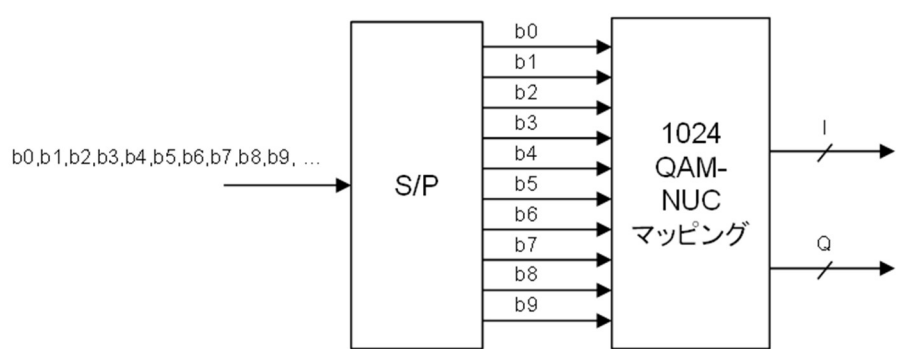
(f) 256QAM



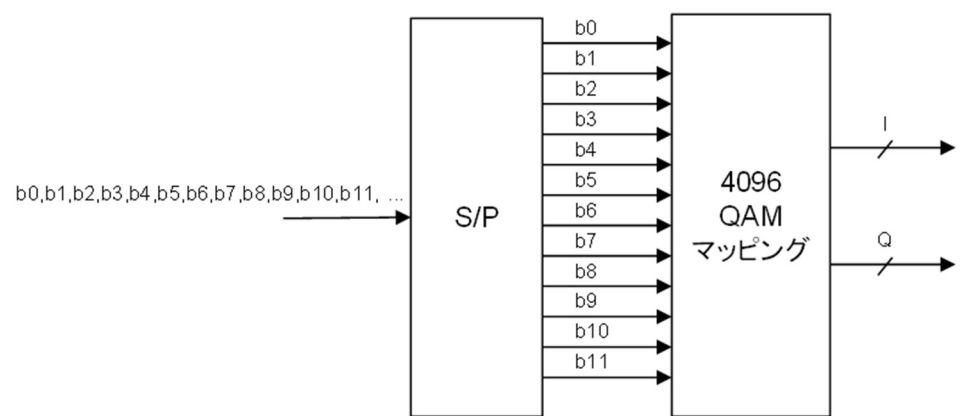
(g) 256QAM-NUC



(h) 1024QAM



(i) 1024QAM-NUC



(j) 4096QAM

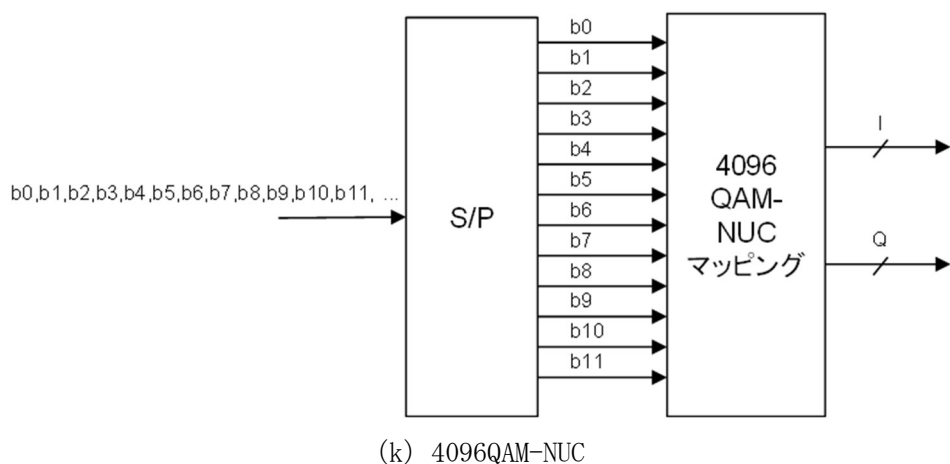


図 3.2.2.4.8-1 マッピングにおける信号処理手順

3.2.2.4.9 階層合成

あらかじめ指定されたパラメータで伝送路符号化及びキャリア変調が施された各階層の信号を合成し、データセグメントに挿入するとともに、速度変換を行う。

構成、及び動作原理は、3.2.2.3.8節と同じ。

(理由)

次世代方式 (LL) においては、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と同様に最大 3 階層に分割された階層情報を合成し、以降のインターリーブ部に信号を渡す。

3.2.2.4.10 時間インターリーブ

階層合成された信号に対して、変調シンボル単位 (I、Q軸単位) で時間インターリーブを行う。構成、動作原理、送受遅延時間は、3.2.2.3.9節と同じ。

(理由)

時間インターリーブはキャリアシンボルを時間方向に分散させることで、伝搬路の時間変動に対する耐性を確保するために施す。

3.2.2.4.11 周波数インターリーブ

セグメント分割において、部分受信部、同期変調部 (キャリア変調がQPSK、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに指定されたセグメント) の順に、データセグメント番号、0 から12、が割り当てられる。

なお、階層構成とデータセグメントの関係については、各階層のデータセグメントは番号順に連続的に配置されるものとし、データセグメントの小さい番号を含む階層から、A階層、B階層、C階層とする。階層が異なる場合でも、同じ種類の変調部に属するデータセグメントにはセグメント間インターリーブが施される。

構成、動作原理、送受遅延時間は、3.2.2.3.10節と同じ。

また、セグメント間、セグメント内インターリーブについては3.2.2.3.10.1、3.2.2.3.10.2節、キャリアランダムイズについては、表3.2.2.3.10.2-1と同じ。

(理由)

周波数インターリーブはキャリアシンボルを周波数方向に分散させることで、周波数選択性フェージングに対する耐性を確保するために施す。

3.2.2.4.12 LDM 信号におけるグレイ符号化

インターリーブ後の地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) のデータを多重する際に、ビット列と信号点の位置関係をグレイ符号化する。グレイ符号化とは隣接する信号点同士のハミング距離*を1に抑える信号処理である。LDM 放送において、2つの方式の信号を多重する際に、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の振幅と位相に応じて、次世代方式 (LL) の振幅と位相に回転を加えることで、多重後のビット列と信号点の位置関係がグレイ符号化される。

LDM 放送におけるグレイ符号化を行う処理フローを図3.2.2.4.12-1に示す。図中でグレイ符号化部において、”I-“はI軸に対して対称移動、”Q-“はQ軸に対して対称移動することを表す。また、同図に地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL)、次世代方式 (LL) とともに QPSK の場合のコンスタレーションとビットの関係も示す。グレイ符号化によって隣接する信号点同士のハミング距離が1に抑えられていることがわかる。

* ハミング距離とは、隣接する信号点同士の最小符号間距離を示す。

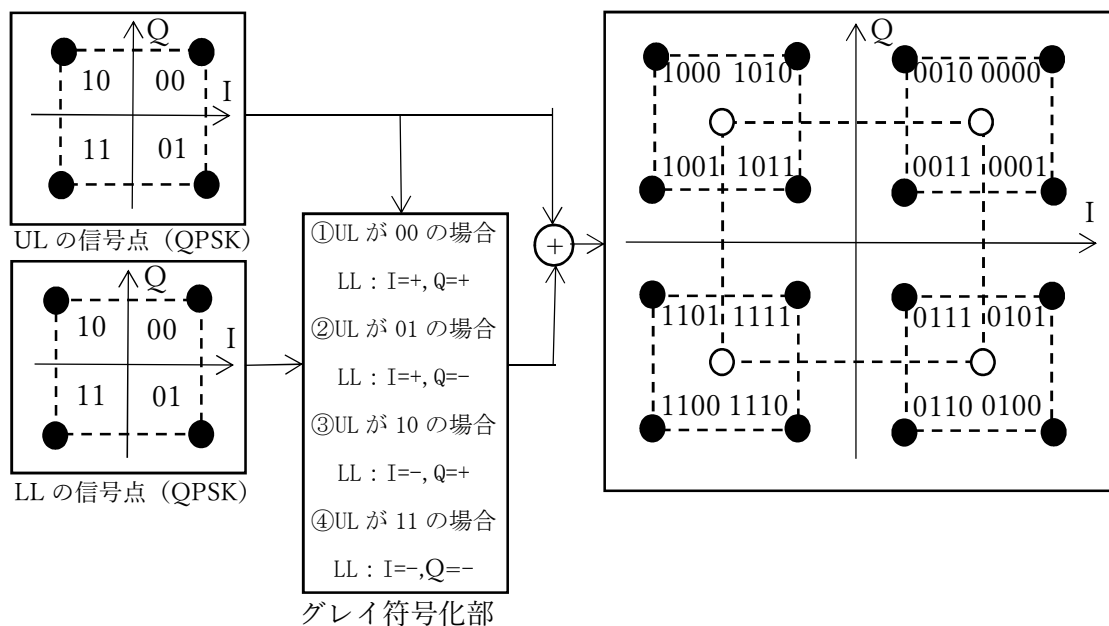


図 3.2.2.4.12-1 変調器のグレイ符号化処理フロー

(理由)

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) のコンスタレーションはそれぞれグレイ符号化されているが、LDM 信号として合成されたとき、コンスタレーションは必ずしもグレイ符号化されない。JD (Joint Detection) 受信 (参考資料7参照) も考慮し、LDM 放送の各コンスタレーションのハミング距離が1となるようグレイ符号化処理を行うこととした。

3.2.2.5 レベル調整

レベル調整は、ULの信号のLLの信号に対する比率が指定される値、かつULとLLの信号を多重した後の平均電力が1となるようUL、LLそれぞれのレベル調整部で調整される。

一般的に複数の変調方式を持つデジタル放送では、変調方式毎に出力レベルが変化しないよう、平均電力が1になるようマッピング部にて正規化処理が行われる。地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) は、単独での使用時と同様に平均電力が1に正規化されるようマッピングされる。LDM 放送においては、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の電力比が IL で指定される値となるよう、かつ地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の合成信号の平均電力が1となるようそれぞれのレベル調整部で調整が行われる。

なお、IL (dB) の指定は、次世代方式 (LL) の TMCC 情報を示す AC キャリアで伝送を行う。

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の信号は、それぞれが独立して階層分割できるよう周波数インターリーブ後の信号で合成することとした。

具体的には、

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) のレベル調整値： $1/\sqrt{1+\alpha^2}$

次世代方式 (LL) のレベル調整値： $\alpha/\sqrt{1+\alpha^2}$

ただし、 $\alpha=10^{(-IL/20)}$

(理由)

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) それぞれの信号出力が指定される IL のレベル差を持ち、かつ合成信号の平均電力が1となるよう調整を行うため。IL については、将来の拡張性を担保するため変更できるようにした。

3.2.2.6 フレーム構成

LDM 放送及び次世代放送におけるフレーム構成は、ISDB-T 方式と完全互換を保つことが前提であるため、本節の記載内容は ISDB-T 方式と同一である。3.2.2.5 節までに示した各段階の処理により、データセグメントにおける伝送路符号化のデータ処理はすべて終了している。本節では、このデータセグメントに各種パイロット信号を付加して行われる OFDM フレーム構成について規定する。

同期変調部の OFDM セグメントをモード1を例に図 3.2.2.6-1 に示す。S_{i,j} は、インターリーブ後のデータセグメント内のキャリアシンボルを表わす。

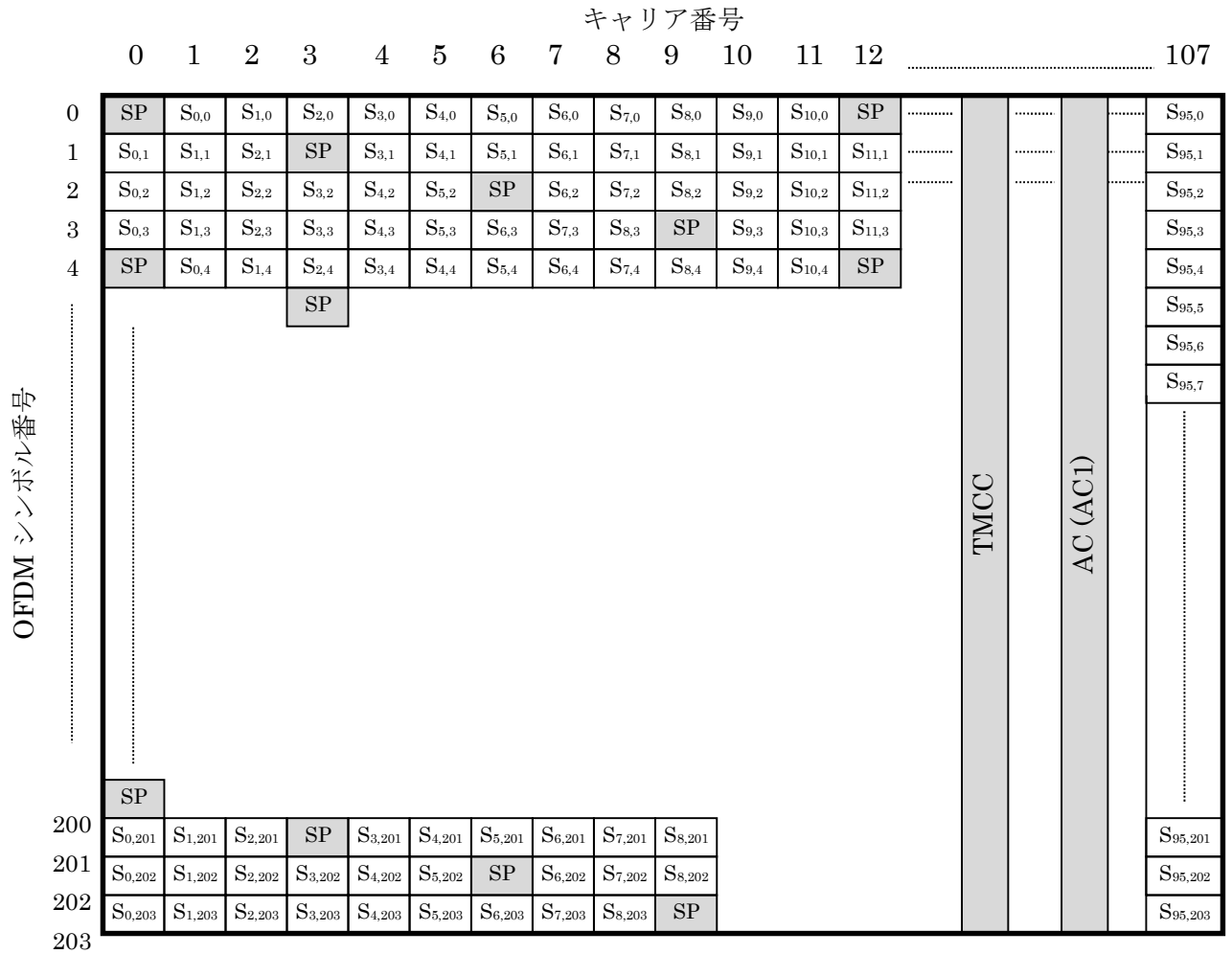


図 3.2.2.6-1 同期変調部の OFDM セグメント構成

SP は、図 3.2.2.6-1 に示すようにキャリア方向に 12 キャリアに 1 回、シンボル方向に 4 シンボルに 1 回挿入される。AC 及び TMCC のキャリア配置を表 3.2.2.6-1 に示す。

表 3.2.2.6-1 同期変調部の AC 及び TMCC のキャリア配置

(a) モード 1 の AC 及び TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	53	61	11	20	74	35	76	4	40	8	7	98
AC1_2	28	83	100	101	40	100	79	97	89	89	64	89	101
TMCC 1	70	25	17	86	44	47	49	31	83	61	85	101	23

(b) モード 2 の AC 及び TMCC のキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_1	10	61	20	35	4	8	98	53	11	74	76	40	7
AC1_2	28	100	40	79	89	64	101	83	101	100	97	89	89
AC1_3	161	119	182	184	148	115	118	169	128	143	112	116	206

AC1_ 4	191	209	208	205	197	197	136	208	148	187	197	172	209
TMCC 1	70	17	44	49	83	85	23	25	86	47	31	61	101
TMCC 2	133	194	155	139	169	209	178	125	152	157	191	193	131

(c) モード3のAC及びTMCCのキャリア配置

セグメント番号	11	9	7	5	3	1	0	2	4	6	8	10	12
AC1_ 1	10	20	4	98	11	76	7	61	35	8	53	74	40
AC1_ 2	28	40	89	101	101	97	89	100	79	64	83	100	89
AC1_ 3	161	182	148	118	128	112	206	119	184	115	169	143	116
AC1_ 4	191	208	197	136	148	197	209	209	205	197	208	187	172
AC1_ 5	277	251	224	269	290	256	226	236	220	314	227	292	223
AC1_ 6	316	295	280	299	316	305	244	256	305	317	317	313	305
AC1_ 7	335	400	331	385	359	332	377	398	364	334	344	328	422
AC1_ 8	425	421	413	424	403	388	407	424	413	352	364	413	425
TMCC 1	70	44	83	23	86	31	101	17	49	85	25	47	61
TMCC 2	133	155	169	178	152	191	131	194	139	209	125	157	193
TMCC 3	233	265	301	241	263	277	286	260	299	239	302	247	317
TMCC 4	410	355	425	341	373	409	349	371	385	394	368	407	347

TMCC、AC (AC1) のキャリアは、マルチパスによる伝送路特性の周期的なディップの影響を軽減するために、周波数方向にランダムに配置されている。

3.2.2.7 パイロット信号

LDM 放送及び次世代放送におけるパイロット信号は、ISDB-T 方式と完全互換を保つことが前提であるため、本節の記載内容は ISDB-T 方式と同一である。

3.2.2.7.1 スキャッタードパイロット (SP)

スキャッタードパイロットは、図3.2.2.7.1-1に示すPRBS生成回路の出力ビット列 W_i に対し、OFDMセグメントのキャリア番号 i に相当する W_i に関係付けられたBPSK信号である。

PRBS生成回路の初期値はセグメント毎に定義される。これを表3.2.2.7.1-1に示す。

W_i と変調信号の対応を表3.2.2.7.1-2に示す。

$$g(x) = x^{11} + x^9 + 1$$

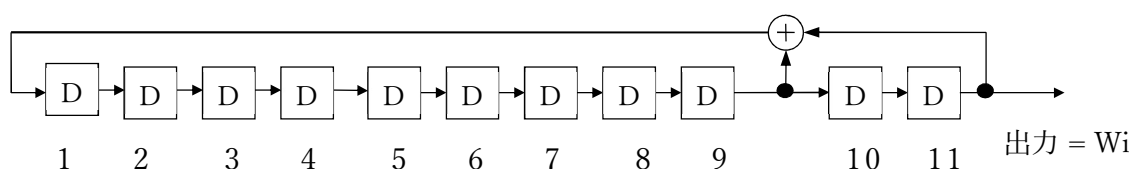


図 3.2.2.7.1-1 PRBS の生成回路

表 3.2.2.7.1-1 PRBS 生成回路の初期値 (低次から)

セグメント番号	モード 1 の初期値	モード 2 の初期値	モード 3 の初期値
11	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
9	1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 1 1	0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0
7	0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
5	0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0	0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0
3	1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0
1	0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 0	0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0
0	1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0	0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1
2	0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0
4	1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0	0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1
6	1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0	0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0	1 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1
8	0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0	1 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0	0 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1
10	1 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1	0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1	1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0
12	0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1	0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0

注：上記表3.2.2.7.1-1において初期値は、全1を初期値としてセットして、全帯域の左端のキャリア（セグメント番号11のキャリア番号0）から右端のキャリアまで連続して発生させた場合と一致する。

表3.2.2.7.1-2 W_i と変調信号

W_i の値	変調信号の振幅 (I, Q)
1	(-4/3, 0)
0	(+4/3, 0)

3.2.2.7.2 コンティニューアルパイロット (CP)

CPは、挿入されるキャリア位置（セグメント内キャリア番号）に従い、3.2.2.7.1節で示したスカッタードパイロットと同様、 W_i の値に応じて変調されたBPSK信号である。 W_i と変調信号の対応は表3.2.2.7.1-2に同じである。なお、変調位相はシンボル方向で同一である。

3.2.2.7.3 TMCC

TMCCは、3.2.2.8節で示す情報に基づいて変調されたDBPSK信号で伝送される。差動基準 B_0 は、3.2.2.7節で示す W_i で規定される。TMCCの変調信号は、差動符号化後の情報0、1に対して、(+4/3, 0), (-4/3, 0)の信号点をとる。

差動符号化前の情報 B_0 から B_{203} に対し、差動符号化後の情報 B'_0 から B'_{203} は次のように規定される。

$$B'_0 = W_i \quad (\text{差動基準})$$

$$B'_k = B'_{k-1} \oplus B_k \quad (k=1, 203, \oplus \text{は排他的論理和を示す})$$

3.2.2.7.4 AC

ACは、放送に関する付加情報の伝送路である。放送に関する付加情報とは、変調波の伝送制御に関する付加情報又は地震動警報情報をいう。

ACはCPと同種のパイロットキャリアをDBPSK変調することにより伝送され、その差動基準は、フレームの先頭シンボルに配置され、3.2.2.7.1節で規定された W_i に応じた値の信号点をとる。

ACの変調信号は、差動符号化後の情報”0、1”に対して $(+4/3, 0)$ と $(-4/3, 0)$ の信号点を取り、放送に関する付加情報がないときには、スタッフィングビットとして情報”1”が挿入される。

ACは、AC1として変調方式に拠らずすべてのセグメントの同じキャリア位置を利用する。

セグメント当たりの伝送容量の例を表3.2.2.7.4-1に示す。TVチャンネル全体の伝送容量はセグメント構成に依存する。

表 3.2.2.7.4-1 ACキャリアと伝送容量の例（モード1、ガード比：1/8の場合）

種別	同期変調部セグメント	
	1本	13本
AC1	7.0 (kbps)	91.3 (kbps)

(誤り訂正符号なし)

3.2.2.8 伝送スペクトルの構成

LDM放送及び次世代放送における伝送スペクトルの構成は、ISDB-T方式と完全互換を保つことが前提であるため、本節の記載内容はISDB-T方式と同一である。

OFDMセグメントの配置を図3.2.2.8-1で規定する。全帯域の中央部をセグメント番号0の位置とし、この上下に順次セグメント番号が割り付けられる。

階層伝送のセグメント使用において、同期変調部はセグメント番号0からセグメント番号に従って順次に配置される。

(図の中で、「部分受信部、同期変調部」の表示はセグメント使用の1例である。)

また、階層伝送において、部分受信に割り当てられるセグメント位置はセグメント番号0のみである。

全伝送スペクトルを構成するため、帯域の右端には、 W_i で位相が規定される連続キャリアが配置される。右端キャリアの変調信号を表3.2.2.8-1に示す。



図 3.2.2.8-1 伝送スペクトル上の OFDM セグメント番号と使用例

表3.2.2.8-1 右端の連続キャリアの変調信号

モード	変調信号の振幅 (I, Q)
モード 1	(-4/3, 0)
モード 2	(+4/3, 0)
モード 3	(+4/3, 0)

右端の連続キャリアは、隣接するセグメントが同期変調部の場合に復調に必要なパイロットキャリアであり、方式上は常に配置される。

部分受信用セグメントの配置は、受信側でのチューニングの簡便性を考慮してセグメント番号0とする。

3.2.2.8.1 RF 信号フォーマット

RF帯における信号フォーマットを規定する。

定義

- k : セグメント番号11のキャリア番号0を0とする全帯域連続なキャリア番号
- n : シンボル番号
- K : キャリア総数(モード1 : 1,405、モード2 : 2,809、モード3 : 5,617)
- T_s : シンボル期間長
- T_g : ガード期間長
- T_u : 有効シンボル期間長
- f_c : RF信号の中心周波数
- K_c : RF信号の中心周波数に対応するキャリア番号
(モード1 : 702、モード2 : 1,404、モード3 : 2,808)
- $c(n, k)$: シンボル番号n、キャリア番号kに対応する複素信号点ベクトル
- $s(t)$: RF信号

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^{K-1} c(n, k) \Psi(n, k, t) \right\}$$

ただし、

$$\Psi(n, k, t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k - K_c}{T_u} (t - T_g - nT_s)} & nT_s \leq t < (n+1)T_s \\ 0 & t < nT_s, \quad (n+1)T_s \leq t \end{cases}$$

なお、LDM放送及び次世代放送の中心周波数は、 K_c に対応するRF周波数で規定される。

3.2.2.8.2 ガードインターバルの付加

ガードインターバルは、IFFT(Inverse Fast Fourier Transform：逆高速フーリエ変換)後の出力データのうち、時間的に後側から、指定された時間長のデータを有効シンボルの前にそのまま付加したものである。この操作を図 3.2.2.8.2-1 に示す。

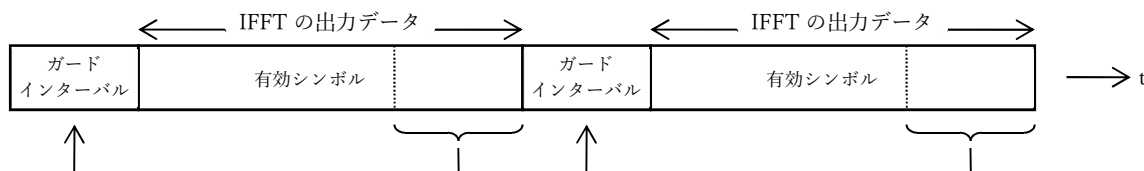


図 3.2.2.8.2-1 ガードインターバルの付加

3.2.2.9 LDM 放送用 TMCC 信号

本節では、LDM 放送における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の伝送制御信号 (TMCC 信号) の情報符号化、伝送方式について規定する。

LDM 放送は既存の受信機にて地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の受信が行われることから、LDM 放送用の TMCC は ISDB-T 方式の TMCC 信号と同一であり 3.2.2.9.1 節から 3.2.2.9.6 節の記載も ISDB-T 方式と同一である。ただし、次世代方式 (LL) が存在することを示す情報として、3.2.2.9.6.9 節において未定義ビットに高度化フラグを規定した。

なお、次世代方式 (LL) 用の TMCC 情報は 3.2.2.11.6 節のとおり、AC 情報を用いて伝送する。

また、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) では、キャリア変調として DPSK は使用しない。

3.2.2.9.1 概要

TMCC 信号は、階層構成や各 OFDM セグメントの伝送パラメータ等、受信機の復調動作に関わる情報を伝送するものである。TMCC 信号は、3.2.2.7 節で規定される TMCC キャリアを用いて伝送される。

3.2.2.9.2 TMCC キャリアのビット割り当て

TMCC キャリアの 204 ビット $B_0 \sim B_{203}$ の割当てを表 3.2.2.9.2-1 に示す。

表 3.2.2.9.2-1 ビット割当て

B_0	TMCCシンボルのための復調基準信号
$B_1 \sim B_{16}$	同期信号($w_0=0011010111101110$ 、 $w_1=1100101000010001$)
$B_{17} \sim B_{19}$	セグメント形式識別(111 (使用しない)、000 (同期変調))
$B_{20} \sim B_{121}$	TMCC情報(102ビット)
$B_{122} \sim B_{203}$	パリティビット

3.2.2.9.3 TMCCシンボルのための復調基準信号

TMCCシンボルのための復調基準信号の振幅及び位相規準は、表3.2.2.7.1-2の W_i で与えられる。

3.2.2.9.4 同期信号

同期信号は、16 ビットのワードで構成される。同期信号には、 $w_0=0011010111101110$ とそれをビット反転した $w_1=1100101000010001$ の2種類あり、フレーム毎に w_0 と w_1 が交互に送出される。同期信号の送出例を表 3.2.2.9.4-1 に示す。

表 3.2.2.9.4-1 同期信号の送出例

フレーム番号	同期信号
1	0011010111101110
2	1100101000010001
3	0011010111101110
4	1100101000010001
⋮	⋮

(注) フレーム番号は、説明のため便宜的に付けたものである。

(理由)

同期信号は、TMCC 信号の同期及び OFDM のフレーム同期を確立するために用いられる。TMCC 情報のビットパターンが同期信号に一致して生じる疑似同期引き込み現象を防ぐために、フレーム毎に同期信号の極性反転が行われる。TMCC 情報はフレーム毎に反転することはないので、フレーム毎の反転により疑似同期引き込みを避けることができる。

3.2.2.9.5 セグメント形式識別

セグメント形式識別は、そのセグメントが差動変調部であるか同期変調部であるかを識別するための信号である。3 ビットのワードで構成され、差動変調部の場合には「111」、同期変調部の場合には「000」が割り当てられる。LDM 放送では差動変調は使用しないことから、常に「000」を割り当てる。

(理由)

TMCC キャリア数はセグメント形式によって異なり、モード 1 で部分受信を行う場合、1 本の TMCC キャリアで復調処理をしなければならない。この場合でも確実な復号が可能のように、識別信号に 3 ビットを割り当て、符号間距離が最大となる反転信号としている。

3.2.2.9.6 LDM 放送時の地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用 TMCC 情報

TMCC 情報は、システム識別、伝送パラメータ切替指標、起動制御信号 (緊急警報放送用起動フラグ)、カレント情報、ネクスト情報など、受信機の復調と復号動作を補助する情報である。

カレント情報は現在の階層構成及び伝送パラメータを示し、ネクスト情報には切り替え後の伝送パラメータを示している。ネクスト情報は、切り替えカウントダウン (3.2.2.9.6.2 章参照) 前において任意の時刻に設定あるいは変更ができるが、カウントダウン中は変更できない。

TMCC 情報のビット割当てを表 3.2.2.9.6-1 に示す。また、カレント・ネクスト情報に含まれる伝送パラメータ情報を表 3.2.2.9.6-2 に示す。

連結送信位相補正量は、伝送方式が共通な地上デジタル音声放送 ISDB-T_{SB} で使用される制御情報である。

102 ビットある TMCC 情報のうち、B₂₀～B₁₀₉ の 90 ビットが定義されているが、B₁₁₀ を高度化フラグとし、残りの 11 ビットは将来の拡張用として未定義とする。運用上、この未定義ビットには、すべて「1」をスタッフィングする。

表 3.2.2.9.6-1 TMCC 情報

ビット割当て	説明		備考
B ₂₀ ～B ₂₁	システム識別		表 3.2.2.9.6.1-1 参照
B ₂₂ ～B ₂₅	伝送パラメータ切替指標		表 3.2.2.9.6.2-1 参照
B ₂₆	起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）		表 3.2.2.9.6.3-1 参照
B ₂₇	カレント情報	部分受信フラグ	表 3.2.2.9.6.4-1 参照
B ₂₈ ～B ₄₀		A 階層伝送パラメータ情報	表 3.2.2.9.6-2 参照
B ₄₁ ～B ₅₃		B 階層伝送パラメータ情報	
B ₅₄ ～B ₆₆		C 階層伝送パラメータ情報	
B ₆₇	ネクスト情報	部分受信フラグ	表 3.2.2.9.6.4-1 参照
B ₆₈ ～B ₈₀		A 階層伝送パラメータ情報	表 3.2.2.9.6-2 参照
B ₈₁ ～B ₉₃		B 階層伝送パラメータ情報	
B ₉₄ ～B ₁₀₆		C 階層伝送パラメータ情報	
B ₁₀₇ ～B ₁₀₉	連結送信位相補正量		すべて「1」
B ₁₁₀	高度化フラグ		表 3.2.2.9.6.9-1 参照
B ₁₁₁ ～B ₁₂₁	未定義		すべて「1」

表 3.2.2.9.6-2 伝送パラメータ情報の構成

説明	ビット数	備考
キャリア変調方式	3	表 3.2.2.9.6.5-1 参照
畳込み符号化率	3	表 3.2.2.9.6.6-1 参照
時間インターリーブの長さ	3	表 3.2.2.9.6.7-1 参照
セグメント数	4	表 3.2.2.9.6.8-1 参照

3.2.2.9.6.1 システム識別

システム識別用の信号に 2 ビット割り当てる。地上デジタルテレビジョン放送システムに「00」、伝送方式が共通な地上デジタル音声放送に「01」をそれぞれ設定する。LDM 放送時には地上デジタルテレビジョン放送システム[00]を設定する。残りの値は未定義とする。システム識別のビット設定を表 3.2.2.9.6.1-1 に示す。

表 3.2.2.9.6.1-1 システム識別

B ₂₀ - B ₂₁	意味
00	地上デジタルテレビジョン放送システム
01	地上デジタル音声放送システム
10, 11	未定義

3.2.2.9.6.2 伝送パラメータ切替指標

伝送パラメータを切替える場合には、伝送パラメータ切替指標をカウントダウンすることにより、受信機に切替えを通知しタイミングが取られる。この指標は、通常、「1111」の値を取るが、伝送パラメータを切替える場合には、切替える 15 フレーム前からフレーム毎に 1 ずつ減算する。なお、「0000」の次は、「1111」に戻るものとする。

切替えタイミングは、「0000」を送出する次のフレーム同期とする。すなわち、新たな伝送パラメータは、「1111」に戻ったフレームから適用する。伝送パラメータ切替指標のカウントダウンを表 3.2.2.9.6.2-1 に示す。

LDM 放送における次世代方式 (LL) のパラメータ切替時にもこの指標を使用する。具体的な動作は 3.2.2.11.6 節に示す。

表3.2.2.9.6.2-1 伝送パラメータ切替指標

B ₂₂ - B ₂₅	意味
1111	通常値
1110	切替え15フレーム前
1101	切替え14フレーム前
1100	切替え13フレーム前
⋮	⋮
0010	切替え3フレーム前
0001	切替え2フレーム前
0000	切替え1フレーム前

(理由)

表3.2.2.9.6-1のカレント情報並びにネクスト情報に含まれる伝送パラメータ及びフラグ（部分受信フラグ、キャリア変調方式、畳込み符号化率、インターリーブ長、セグメント数）のいずれか1つ以上を切替える場合には、表3.2.2.9.6.2-1に示す4ビットの伝送パラメータ切替指標をカウントダウンする。起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）のみを切替える場合には、伝送パラメータ切替指標のカウントダウンは行わない。

3.2.2.9.6.3 緊急警報放送用起動フラグ

緊急警報放送において、受信機への起動制御が行われている場合には起動制御信号を「1」とし、起動制御が行われていない場合には起動制御信号を「0」とする。起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）の割当てを表 3.2.2.9.6.3-1 に示す。

表3.2.2.9.6.3-1 起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）

B ₂₆	意味
0	起動制御なし
1	起動制御あり（緊急警報信号を送信する場合）

3.2.2.9.6.4 部分受信フラグ

部分受信フラグは、伝送帯域中央のセグメントが部分受信用に設定される場合には「1」に、そうでない場合には「0」に設定される。ビット割当てを表3.2.9.6.4-1に示す。

部分受信用にセグメント番号0が設定される場合、その階層は、表3.2.2.9.6-1中のA階層として規定される。なお、ネクスト情報が存在しない場合、フラグは「1」に設定される。

表3.2.2.9.6.4-1 部分受信フラグ

B ₂₇ / B ₆₇	意味
0	部分受信なし
1	部分受信あり

3.2.2.9.6.5 キャリア変調方式

キャリア変調マッピング方式に対するビット割当てを表3.2.2.9.6.5-1に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表3.2.2.9.6.5-1 キャリア変調方式

B ₂₈ - B ₃₀ / B ₄₁ - B ₄₃ / B ₅₄ - B ₅₆ B ₆₈ - B ₇₀ / B ₈₁ - B ₈₃ / B ₉₄ - B ₉₆	意味
000	使用しない
001	QPSK
010	16QAM
011	64QAM
100~110	未定義
111	未使用の階層

TMCC信号のビット割付は全3階層に対して固定割り付けである。階層数が2以下の伝送における空階層では「111」に設定される。また、放送終了時などでネクスト情報が存在しない場合も同様に「111」に設定される。

3.2.2.9.6.6 畳込み符号化率

畳込み符号化率のビット設定を表3.2.2.9.6.6-1に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表3.2.2.9.6.6-1 畳込み符号化率

B ₃₁ - B ₃₃ / B ₄₄ - B ₄₆ / B ₅₇ - B ₅₉ B ₇₁ - B ₇₃ / B ₈₄ - B ₈₆ / B ₉₇ - B ₉₉	意味
000	1/2
001	2/3
010	3/4
011	5/6
100	7/8
101~110	未定義
111	未使用の階層

3.2.2.9.6.7 インターリーブ長

時間インターリーブの長さのビット設定を表 3.2.2.9.6.7-1 に示す。この情報は、表 3.2.2.3.9-1 の時間軸インターリーブにおける I の値を示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表3.2.2.9.6.7-1 時間インターリーブの長さ

B ₃₄ - B ₃₆ / B ₄₇ - B ₄₉ / B ₆₀ - B ₆₂ B ₇₄ - B ₇₆ / B ₈₇ - B ₈₉ / B ₁₀₀ - B ₁₀₂	意味 (Iの値)
000	0(モード 1)、0(モード 2)、0(モード 3)
001	4(モード 1)、2(モード 2)、1(モード 3)
010	8(モード 1)、4(モード 2)、2(モード 3)
011	16(モード 1)、8(モード 2)、4(モード 3)
100	使用しない
101~110	未定義
111	未使用の階層

なお、表3.2.2.9.6.7-1における100は、地上デジタル音声放送方式用に割り当てられたもので、本システムでは使用しない。

3.2.2.9.6.8 セグメント数

階層伝送において、各階層のセグメント数を示すビット設定を表 3.2.2.9.6.8-1 に示す。

なお、未使用の階層に対して又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表 3.2.2.9.6.8-1 セグメント数

B ₃₇ - B ₄₀ / B ₅₀ - B ₅₃ / B ₆₃ - B ₆₆ B ₇₇ - B ₈₀ / B ₉₀ - B ₉₃ / B ₁₀₃ - B ₁₀₆	意味
0000	未定義
0001	セグメント数 1
0010	セグメント数 2
0011	セグメント数 3
0100	セグメント数 4
0101	セグメント数 5
0110	セグメント数 6
0111	セグメント数 7
1000	セグメント数 8
1001	セグメント数 9
1010	セグメント数 10
1011	セグメント数 11
1100	セグメント数 12
1101	セグメント数 13
1110	未定義
1111	未使用の階層

3.2.2.9.6.9 高度化フラグ

受信機に対して LDM 放送が行われていることを示すビット設定を表 3.2.2.9.6.9-1 に示す。

表 3.2.2.9.6.9-1 高度化フラグ

B ₁₁₀	意味
0	LDM 放送あり
1	LDM 放送なし

3.2.2.9.6.10 伝送路符号化方式

TMCC 情報 B₂₀~B₁₂₁は、差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (184, 102) で誤り訂正符号化される。以下に (273, 191) 符号の生成多項式を示す。

$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} \\ + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1$$

(理由)

TMCC 情報は、伝送パラメータの指定や受信機の制御を行うため、データ信号より高い伝送信頼性が必要である。

受信機で接続符号の復号回路を共用することが難しいこと、また、処理遅延の観点からブロック符号が有利なことを考慮し、TMCC の誤り訂正符号は差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (184, 102) である。また、TMCC 信号は複数のキャリアで伝送されるため、信号をアナログ加算することにより所要 C/N を下げ、受信性能を向上させることが可能である。これらの誤り訂正技術と加算処理により、TMCC 信号はデータ信号より小さな C/N で受信可能となる。

なお、同期信号とセグメント形式識別の情報を誤り訂正の対象から外し、複数の TMCC キャリアの全ビット同一にして、パリティビットを含めたビット毎多数決を可能にしている。

3.2.2.9.6.11 変調方式

TMCC キャリアの変調方式は DBPSK とする。(3.2.2.7.3 節参照)

3.2.2.10 次世代放送用 TMCC 信号

本節では、LDM 放送終了後の次世代放送の伝送制御信号 (TMCC 信号) の情報符号化、伝送方式を規定する。

3.2.2.10.1 概要

次世代放送用 TMCC 信号は、階層構成や各 OFDM セグメントの伝送パラメータ等、受信機の復調動作に関わる情報を伝送するものである。次世代放送用 TMCC 信号は、現行地上デジタルテレビジョン放送用 TMCC 信号と同様に 3.2.2.7.3 節で規定される TMCC キャリアを用いて伝送される。

3.2.2.10.2 ビット割り当て

TMCC キャリアの 204 ビット B₀~B₂₀₃ の割り当てを表 3.2.2.10.2-1 に示す。現行地上デジタルテレビジョン放送のビット割り当てと同一形式であるが、TMCC 情報のビット割り当てが異なる。

表3.2.2.10.2-1 ビット割当て

B ₀	TMCCシンボルのための復調基準信号
B ₁ ～B ₁₆	同期信号 (w0=0011010111101110、w1=1100101000010001)
B ₁₇ ～B ₁₉	セグメント形式識別(111(未定義)、同期変調000)
B ₂₀ ～B ₁₂₁	TMCC情報(102ビット)
B ₁₂₂ ～B ₂₀₃	パリティビット

3.2.2.10.3 TMCCシンボルのための復調基準信号

TMCCシンボルのための復調基準信号の振幅及び位相規準は、表3.2.2.7.1-2のW_iで与えられる。

3.2.2.10.4 同期信号

同期信号は、16ビットのワードで構成される。同期信号には、w0=0011010111101110 とそれをビット反転した w1=1100101000010001 の2種類あり、フレーム毎に w0 と w1 が交互に送出される。同期信号の送出例を表 3.2.2.10.4-1 に示す。

表 3.2.2.10.4-1 同期信号の送出例

フレーム番号	同期信号
1	0011010111101110
2	1100101000010001
3	0011010111101110
4	1100101000010001
⋮	⋮

(注) フレーム番号は、説明のため便宜的に付けたものである。

(理由)

同期信号は、TMCC 信号の同期及び OFDM のフレーム同期を確立するために用いられる。TMCC 情報のビットパターンが同期信号に一致して生じる疑似同期引き込み現象を防ぐために、フレーム毎に同期信号の極性反転が行われる。TMCC 情報はフレーム毎に反転することはないので、フレーム毎の反転により疑似同期引き込みを避けることができる。

3.2.2.10.5 セグメント形式識別

セグメント形式識別は、そのセグメントが差動変調部であるか同期変調部であるかを識別するための信号である。3ビットのワードで構成され、同期変調部の場合には「000」が割り当てられる。

(理由)

TMCC キャリア数はセグメント形式によって異なり、部分受信セグメントが同期変調部に属する場合、1本のみとなる。この場合でも確実な復号が可能ないように、識別信号に3ビットを割り当て、符号間距離が最大となる反転信号としている。

3.2.2.10.6 次世代放送用 TMCC 情報

次世代放送においても、TMCC をシステム識別、伝送パラメータ切替指標、起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）、カレント情報、ネクスト情報など、受信機の復調と復号動作を補助する情報として伝送する。

TMCC のキャリア位置や変調方式については現行地上デジタルテレビジョン放送と同一のものとし、ビット割り当てを変更する。

伝送パラメータ切替指標や緊急警報放送起動フラグなどはそのままとし、新たに各階層の FEC ブロック位置を示す FEC ブロックポインタも伝送することとした。TMCC 情報の伝送容量が不足するため、伝送パラメータ切替時に使用するカレント、ネクストの伝送パラメータ情報は 1 つに纏めた。

TMCC 情報のビット割り当てを表 3.2.2.10.6-1 に示す。また、カレント・ネクスト情報に含まれる伝送パラメータ情報を表 3.2.2.10.6-2 に示す。

102 ビットある TMCC 情報のうち、80 ビットが定義されているが、残りの 22 ビットは将来の拡張用として未定義とする。運用上、この未定義ビットには、すべて「1」をスタッフィングする。

表 3.2.2.10.6-1 次世代放送用 TMCC 情報

ビット割当て	説明	備考				
B ₂₀ ～B ₂₁	システム識別	表 3.2.2.10.6.1-1 参照				
B ₂₂ ～B ₂₅	伝送パラメータ切替指標	表 3.2.2.10.6.2-1 参照				
B ₂₆	起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）	表 3.2.2.10.6.3-1 参照				
B ₂₇	部分受信フラグ	表 3.2.2.10.6.4-1 参照				
B ₂₈ ～B ₃₁	カレント/ ネクスト情報	A 階層伝送 パラメータ 情報	キャリア変調方式	表 3.2.2.10.6-2 参照		
B ₃₂			コンスタレーション識別			
B ₃₃			誤り訂正符号長			
B ₃₄ ～B ₃₈			LDPC 符号化率			
B ₃₉ ～B ₄₁			時間インターリーブ長			
B ₄₂ ～B ₄₅			セグメント数			
B ₄₆ ～B ₄₉			B 階層伝送 パラメータ 情報		キャリア変調方式	表 3.2.2.10.6-2 参照
B ₅₀					コンスタレーション識別	
B ₅₁					誤り訂正符号長	
B ₅₂ ～B ₅₆					LDPC 符号化率	
B ₅₇ ～B ₅₉	時間インターリーブ長					
B ₆₀ ～B ₆₃	セグメント数					
B ₆₄ ～B ₆₇	C 階層伝送 パラメータ 情報	キャリア変調方式	表 3.2.2.10.6-2 参照			
B ₆₈		コンスタレーション識別				
B ₆₉		誤り訂正符号長				
B ₇₀ ～B ₇₄		LDPC 符号化率				
B ₇₅ ～B ₇₇		時間インターリーブ長				
B ₇₈ ～B ₈₁		セグメント数				
B ₈₂ ～B ₈₇	A階層 FEC ブロックポインタ	表 3.2.2.10.6.11-1 参照				
B ₈₈ ～B ₉₃	B階層 FEC ブロックポインタ					
B ₉₄ ～B ₉₉	C階層 FEC ブロックポインタ					
B ₁₀₀ ～B ₁₂₁	未定義	すべて「1」				

表3.2.2.10.6-2 伝送パラメータ情報の構成

説明	ビット数	備考
キャリア変調方式	4	表 3.2.2.10.6.5-1 参照
コンスタレーション識別	1	表 3.2.2.10.6.6-1 参照
誤り訂正符号長	1	表 3.2.2.10.6.7-1 参照
LDPC 符号化率	5	表 3.2.2.10.6-8-1 参照
時間インターリーブの長さ	3	表 3.2.2.10.6.9-1 参照
セグメント数	4	表 3.2.2.10.6.10-1 参照

3.2.2.10.6.1 システム識別

システム識別用の信号に2ビット割り当てる。次世代放送用として新たに地上デジタルテレビジョン放送高度化システム「10」を設定する。「11」は未定義とする。システム識別のビット設定を表 3.2.2.10.6.1-1 に示す。

表 3.2.2.10.6.1-1 システム識別

B ₂₀ - B ₂₁	意味
00	地上デジタルテレビジョン放送システム
01	地上デジタル音声放送システム
10	地上デジタルテレビジョン放送高度化システム
11	未定義

3.2.2.10.6.2 伝送パラメータ切替指標

伝送パラメータを切替える場合には、伝送パラメータ切替指標をカウントダウンすることにより、受信機に切替えを通知シタイミングが取られる。この指標は、通常、「1111」の値を取るが、伝送パラメータを切替える場合には、切替える 15 フレーム前からフレーム毎に1ずつ減算し、表 3.2.2.10.6.2-1 に示すように、カレント情報とネクスト情報を交互に伝送する。なお、「0000」の次は、「1111」に戻るものとする。

切替えタイミングは、「0000」を送出する次のフレーム同期とする。すなわち、新たな伝送パラメータは、「1111」に戻ったフレームから適用する。伝送パラメータ切替指標のカウントダウンを表 3.2.2.10.6.2-1 に示す。

表3.2.2.10.6.2-1 伝送パラメータ切替指標

B ₂₂ - B ₂₅	意味	伝送する情報
1111	通常値	カレント
1110	切替え15フレーム前	カレント
1101	切替え14フレーム前	ネクスト
1100	切替え13フレーム前	カレント
:	:	:
0010	切替え3フレーム前	カレント
0001	切替え2フレーム前	ネクスト
0000	切替え1フレーム前	カレント

(理由)

表3.2.2.10.6-1のカレント情報並びにネクスト情報に含まれる伝送パラメータ及びフラグ（部分受信フラグ、キャリア変調方式、畳込み符号化率、インターリーブ長、セグメント数）のいずれか1つ以上を切替える場合には、表3.2.2.10.6.2-1に示す4ビットの伝送パラメータ切替指標をカウントダウンする。起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）のみを切替える場合には、伝送パラメータ切替指標のカウントダウンは行わない。

3.2.2.10.6.3 緊急警報放送用起動フラグ

緊急警報放送において、受信機への起動制御が行われている場合には起動制御信号を「1」とし、起動制御が行われていない場合には起動制御信号を「0」とする。起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）の割当てを表3.2.2.10.6.3-1に示す。

表3.2.2.10.6.3-1 起動制御信号（緊急警報放送用起動フラグ）

B ₂₆	意味
0	起動制御なし
1	起動制御あり（緊急警報信号を伝送する場合）

3.2.2.10.6.4 部分受信フラグ

部分受信フラグは、伝送帯域中央のセグメントが部分受信用に設定される場合には「1」に、そうでない場合には「0」に設定される。ビット割当てを表3.2.2.10.6.4-1に示す。

部分受信用にセグメント番号0が設定される場合、その階層は、表3.2.2.10.6-1中のA階層として規定される。なお、ネクスト情報が存在しない場合、フラグは「1」に設定される。

表3.2.2.10.6.4-1 部分受信フラグ

B ₂₇	意味
0	部分受信なし
1	部分受信あり

3.2.2.10.6.5 キャリア変調方式

キャリア変調方式に対するビット割当てを表3.2.2.10.6.5-1に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表3.2.2.10.6.5-1 キャリア変調方式

B ₂₈ - B ₃₁ / B ₄₆ - B ₄₉ / B ₆₄ - B ₆₇	意味
0000	未定義
0001	QPSK
0010	16QAM
0011	64QAM
0100	未定義
0101	未定義
0110	未定義
0111	未定義

1000	256QAM
1001	1024QAM
1010	4096QAM
1011	未定義
1100	未定義
1101	未定義
1110	未定義
1111	未使用の階層

TMCC信号のビット割付は全3階層に対して固定割り付けである。階層数が2以下の伝送における空階層では「1111」に設定される。また、放送終了時などでネクスト情報が存在しない場合も同様に「1111」に設定される。

3.2.2.10.6.6 コンスタレーション識別

次世代放送のコンスタレーションを指定するフラグであり、均一コンスタレーションの場合には「0」に、不均一コンスタレーションの場合には「1」に設定される。ビット割当てを表3.2.2.10.6.6-1に示す。

表 3.2.2.10.6.6-1 コンスタレーション識別

B ₃₂ B ₅₀ B ₆₈	意味
0	均一コンスタレーション
1	不均一コンスタレーション

3.2.2.10.6.7 誤り訂正符号長

次世代放送の誤り訂正符号長を指定するフラグであり、Normalの場合には「1」に設定される。ビット割当てを表3.2.2.10.6.7-1に示す。

表 3.2.2.10.6.7-1 誤り訂正符号長

B ₃₅ B ₅₁ B ₆₉	意味
0	未定義
1	Normal

3.2.2.10.6.8 LDPC 符号化率

LDPC 符号の符号化率のビット設定を表 3.2.2.10.6.8-1 に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「11111」とする。

表 3.2.2.10.6.8-1 LDPC 符号化率

B ₃₄ - B ₃₈ / B ₅₂ - B ₅₆ / B ₇₀ - B ₇₄	意味	B ₃₄ - B ₃₈ / B ₅₂ - B ₅₆ / B ₇₀ - B ₇₄	意味
00000	2/16	10000	12/16
00001	3/16	10001	13/16
00010	4/16	10010	14/16
00011	5/16	10011	未定義
00100	6/16	10100	未定義

00101	未定義	10101	未定義
00110	未定義	10110	未定義
00111	未使用	10111	未使用
01000	7/16	11000	未定義
01001	8/16	11001	未定義
01010	9/16	11010	未定義
01011	10/16	11011	未定義
01100	11/16	11100	未定義
01101	未定義	11101	未定義
01110	未定義	11110	未定義
01111	未使用	11111	未使用

3.2.2.10.6.9 インターリーブ長

時間インターリーブの長さのビット設定を表 3.2.2.10.6.9-1 に示す。この情報は、表 3.2.2.3.9-1 の時間軸インターリーブにおける I の値を示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表 3.2.2.10.6.9-1 時間インターリーブの長さ

B ₃₉ - B ₄₁ / B ₅₇ - B ₅₉ / B ₇₅ - B ₇₇	意味 (Iの値)
000	0(モード 1)、0(モード 2)、0(モード 3)
001	4(モード 1)、2(モード 2)、1(モード 3)
010	8(モード 1)、4(モード 2)、2(モード 3)
011	16(モード 1)、8(モード 2)、4(モード 3)
100	使用しない
101~110	未定義
111	未使用の階層

なお、表3.2.2.10.6.9-1における100は、地上デジタル音声放送方式用に割り当てられたもので、本システムでは使用しない。

3.2.2.10.6.10 セグメント数

階層伝送において、各階層のセグメント数を示すビット設定を表 3.2.2.10.6.10-1 に示す。

なお、未使用の階層に対して又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表 3.2.2.10.6.10-1 セグメント数

B ₄₂ - B ₄₅ / B ₆₀ - B ₆₃ / B ₇₈ - B ₈₁	意味
0000	未定義
0001	セグメント数 1
0010	セグメント数 2
0011	セグメント数 3
0100	セグメント数 4
0101	セグメント数 5

0110	セグメント数 6
0111	セグメント数 7
1000	セグメント数 8
1001	セグメント数 9
1010	セグメント数 10
1011	セグメント数 11
1100	セグメント数 12
1101	セグメント数 13
1110	未定義
1111	未使用の階層

3.2.2.10.6.11 FEC ブロックポインタ

階層毎に次の OFDM フレームの先頭位置（キャリア）から最初の FEC ブロックの先頭位置（キャリア）までの数を示す情報で、表 3.2.2.10.6.11-1 に示すとおりキャリア数を 576（取りうる FEC ブロック先頭位置の最大公約数）で割った値が記載される。

表 3.2.2.10.6.11-1 FEC ブロックポインタ

B ₈₂ - B ₈₇ / B ₈₈ - B ₉₃ / B ₉₄ - B ₉₉	意味
000000 - 111000	次フレームの FEC ブロック先頭位置 (0~56)

3.2.2.10.6.12 伝送路符号化方式

TMCC 情報 B₂₀~B₁₂₁ は、差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (184, 102) で誤り訂正符号化される。以下に (273, 191) 符号の生成多項式を示す。

$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1$$

(理由)

TMCC 情報は、伝送パラメータの指定や受信機の制御を行うため、データ信号より高い伝送信頼性が必要である。

受信機で接続符号の復号回路を共用することが難しいこと、また、処理遅延の観点からブロック符号が有利なことを考慮し、TMCC の誤り訂正符号は差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (184, 102) である。また、TMCC 信号は複数のキャリアで伝送されるため、信号をアナログ加算することにより所要 C/N を下げ、受信性能を向上させることが可能である。これらの誤り訂正技術と加算処理により、TMCC 信号はデータ信号より小さな C/N で受信可能となる。

なお、同期信号とセグメント形式識別の情報を誤り訂正の対象から外し、複数の TMCC キャリアの全ビット同一にして、パリティビットを含めたビット毎多数決を可能にしている。

3.2.2.10.6.13 変調方式

TMCCキャリアの変調方式はDBPSKとする。(3.2.2.7.3参照)

3.2.2.11 AC 信号

3.2.2.11.1 概要

「AC 信号」とは放送に関する付加情報信号をいう。

放送に関する付加情報とは変調波の伝送制御に関する付加情報、LDM 放送時の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報、又は地震動警報情報をいう。地震動警報情報は、セグメント No. 0 の AC キャリアを用いて伝送する。LDM 放送時の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報は、セグメント No. 0 以外の AC キャリアを用いて伝送するものとする。

3.2.2.11.2 AC 信号のビット割り当て

AC 信号を用いた付加情報信号の伝送は、使用するセグメント番号毎に配置される AC 信号 204 ビット $B_0 \sim B_{203}$ の割り当てを表 3.2.2.11.2-1 に示す。

表 3.2.2.11.2-1 AC 信号のビット割り当て

B_0	AC シンボルのための復調基準信号
$B_1 \sim B_3$	構成識別
$B_4 \sim B_{203}$	変調波の伝送制御に関する付加情報、LDM 放送時の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報、又は地震動警報情報

3.2.2.11.3 AC シンボルのための復調基準信号

AC シンボルのための復調基準信号の振幅及び位相基準は、表 3.2.2.7.1-2 の W_i で与えられる。

3.2.2.11.4 構成識別

AC 信号の構成を識別するために構成識別として 3 ビット割り当てる。構成識別のビット割り当てを表 3.2.2.11.4-1 に示す。

表 3.2.2.11.4-1 構成識別

$B_1 - B_3$	意味
000	LDM 放送時の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報を伝送
010	変調波の伝送制御に関する付加情報を伝送
011	
100	
101	
111	
001	地震動警報情報を伝送
110	

3.2.2.11.5 変調波の伝送制御に関する付加情報

変調波の伝送制御に関する付加情報の伝送方法については、多様な活用の可能性を考慮し、ビット割当ては規定しない。

3.2.2.11.6 LDM 放送時の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報

本節では、LDM 放送時の次世代方式 (LL) の伝送制御信号 (TMCC 情報) の情報符号化、伝送方式を規定する。

地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) 用の TMCC 情報は、3.2.2.9 節の LDM 放送用 TMCC 信号としてシステム識別、起動制御信号 (緊急警報放送用起動フラグ)、カレント/ネクストの変調パラメータなどの情報を伝送する。

一方、次世代方式 (LL) 用の TMCC 情報は、FEC ブロックポインタの追加、変調パラメータの選択肢の増加により TMCC 信号の伝送容量に余裕がないため、AC 信号を用いて伝送する。詳細は、以下に示す。さらに、TMCC 情報節減のためカレント/ネクストの変調パラメータを1つにまとめた。

次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報のビット割当てを表 3.2.2.11.6-1 に示す。また、カレント/ネクスト情報に含まれる伝送パラメータ情報を表 3.2.2.11.6.1-1 に示す。部分受信、時間インターリーブ長、セグメント構成などは、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と独立して設定することが可能となる。なお、次世代方式 (LL) においては、上記にあるとおり TMCC 信号の伝送容量に余裕がないため、部分受信は使用しない。

118 ビットある次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報のうち 90 ビットが定義されているが、残りの 28 ビットは将来の拡張用として未定義とする。この未定義ビットはすべて「1」とする。

なお、次世代方式 (LL) は、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と同じ 13 セグメント構成とし、最大 3 階層の放送に対応するため TMCC 情報にて階層情報を伝送する。

また、次世代方式 (LL) の伝送パラメータ変更は、表 3.2.2.9.6-1 にある TMCC 情報の伝送パラメータ切替指標を用いて行う。次世代方式 (LL) の伝送パラメータは、表 3.2.2.11.6-1 に示すカレント/ネクスト情報に記す。なお、伝送パラメータ切替指標にて通常時、奇数フレーム前時はカレント情報を、偶数フレーム前時はネクスト情報を伝送する。

表 3.2.2.11.6-1 LDM 放送の次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報

ビット割当て	説明		備考	
B ₄ ~B ₅	伝送方式識別		表 3.2.2.11.6.2-1 参照	
B ₆	カレント/ ネクスト情報	部分受信フラグ	表 3.2.2.11.6.3-1 参照	
B ₇ ~B ₁₀		キャリア変調方式	表 3.2.2.11.6.1-1 参照	
B ₁₁		コンスタレーション識別		
B ₁₂		誤り訂正符号長		
B ₁₃ ~B ₁₇		LDPC 符号化率		
B ₁₈ ~B ₂₂		IL		
B ₂₃ ~B ₂₅		時間インターリーブ長		
B ₂₆ ~B ₂₉		セグメント数		
B ₃₀ ~B ₃₃		B 階層伝送	キャリア変調方式	表 3.2.2.11.6.1-1 参照

B ₃₄		パラメータ 情報	コンスタレーション識別		
B ₃₅			誤り訂正符号長		
B ₃₆ ～B ₄₀			LDPC 符号化率		
B ₄₁ ～B ₄₅			IL		
B ₄₆ ～B ₄₈			時間インターリーブ長		
B ₄₉ ～B ₅₂			セグメント数		
B ₅₃ ～B ₅₆		C 階層伝送 パラメータ 情報	キャリア変調方式		表 3.2.2.11.6.1-1 参照
B ₅₇			コンスタレーション識別		
B ₅₈			誤り訂正符号長		
B ₅₉ ～B ₆₃			LDPC 符号化率		
B ₆₄ ～B ₆₈			IL		
B ₆₉ ～B ₇₁			時間インターリーブ長		
B ₇₂ ～B ₇₅		セグメント数			
B ₇₆ ～B ₈₁		A 階層 FEC ブロックポインタ			表 3.2.2.11.6.11-1 参照
B ₈₂ ～B ₈₇	B 階層 FEC ブロックポインタ				
B ₈₈ ～B ₉₃	C 階層 FEC ブロックポインタ				
B ₉₄ ～B ₁₂₁	未定義		すべて「1」		

3.2.2.11.6.1 伝送パラメータ情報

表 3.2.2.11.6.1-1 伝送パラメータ情報の構成

説明	ビット数	備考
キャリア変調方式	4	表 3.2.2.11.6.4-1 参照
コンスタレーション識別	1	表 3.2.2.11.6.5-1 参照
誤り訂正符号長	1	表 3.2.2.11.6.6-1 参照
LDPC 符号化率	5	表 3.2.2.11.6.7-1 参照
IL	5	表 3.2.2.11.6.8-1 参照
時間インターリーブ長	3	表 3.2.2.11.6.9-1 参照
セグメント数	4	表 3.2.2.11.6.10-1 参照

3.2.2.11.6.2 伝送方式識別

現行地上デジタルテレビジョン放送、LDM 放送の伝送方式識別は、3.2.2.9.6.9 節にて記載されている高度化フラグにて認識されるが、次世代方式 (LL) の拡張性を確保するため、AC 信号を用いた次世代方式 (LL) 用 TMCC 情報でも表 3.2.2.11.6.2-1 に示す伝送方式識別でも行う。

LDM 放送においては、常に「00」が設定される。

表 3.2.2.11.6.2-1 伝送方式識別

B ₄ - B ₅	意味
00	LDM
01	未定義
10	未定義
11	ISDB-T

3.2.2.11.6.3 部分受信フラグ

部分受信フラグは、次世代方式 (LL) における伝送帯域中央のセグメントが部分受信用に設定される場合には「1」に、そうでない場合には「0」に設定される。ビット割当てを表 3.2.2.11.6.3-1に示す。

部分受信用にセグメント番号0が設定される場合、その階層は、表 3.2.2.11.6-1 中の A 階層として規定される。なお、ネクスト情報が存在しない場合、フラグは「1」に設定される。

ただし、LDM放送の次世代方式（LL）においては、部分受信は使用しないのでフラグは常に「0」に設定される。

表 3.2.2.11.6.3-1 部分受信フラグ

B ₆	意味
0	部分受信なし
1	部分受信あり

3.2.2.11.6.4 キャリア変調

キャリア変調方式に対するビット割当てを表 3.2.2.11.6.4-1 に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表 3.2.2.11.6.4-1 キャリア変調方式

B ₇ - B ₁₀ / B ₃₀ - B ₃₃ / B ₅₃ - B ₅₆	意味
0000	使用しない
0001	QPSK
0010	16QAM
0011	64QAM
0100	未定義
0101	未定義
0110	未定義
0111	未定義
1000	256QAM
1001	1024QAM
1010	4096QAM
1011	未定義
1100	未定義
1101	未定義
1110	未定義
1111	未使用の階層

TMCC信号のビット割付は全3階層に対して固定割り付けである。階層数が2以下の伝送における空階層では「1111」に設定される。また、放送終了時などでネクスト情報が存在しない場合も同様に「1111」に設定される。

3.2.2.11.6.5 コンスタレーション識別

次世代放送のコンスタレーションを指定するフラグであり、均一コンスタレーションの場合には「0」に、不均一コンスタレーションの場合には「1」に設定される。ビット割当てを表 3.2.2.11.6.5-1に示す。

表3.2.2.11.6.5-1 コンスタレーション識別

B ₁₁ B ₃₄ B ₅₇	意味
0	均一コンスタレーション
1	不均一コンスタレーション

3.2.2.11.6.6 誤り訂正符号長

次世代放送の誤り訂正符号長を指定するフラグであり、Normalの場合には「1」に設定される。ビット割当てを表3.2.2.11.6.6-1に示す。

表3.2.2.11.6.6-1 誤り訂正符号長

B ₁₂ B ₃₅ B ₅₈	意味
0	未定義
1	Normal

3.2.2.11.6.7 LDPC 符号化率

LDPC 号化率のビット設定を表 3.2.2.11.6.7-1 に示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「11111」とする。

表 3.2.2.11.6.7-1 LDPC 符号化率

B ₁₃ - B ₁₇ / B ₃₆ - B ₄₀ / B ₅₉ - B ₆₃	意味	B ₁₃ - B ₁₇ / B ₃₆ - B ₄₀ / B ₅₉ - B ₆₃	意味
00000	2/16	10000	12/16
00001	3/16	10001	13/16
00010	4/16	10010	14/16
00011	5/16	10011	未定義
00100	6/16	10100	未定義
00101	未定義	10101	未定義
00110	未定義	10110	未定義
00111	未使用	10111	未使用
01000	7/16	11000	未定義
01001	8/16	11001	未定義
01010	9/16	11010	未定義
01011	10/16	11011	未定義
01100	11/16	11100	未定義
01101	未定義	11101	未定義
01110	未定義	11110	未定義
01111	未使用	11111	未使用

3.2.2.11.6.8 IL (インジェクションレベル)

LDM 放送における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の電力差である IL の設定を表 3.2.2.11.6.8-1 に示す。

表 3.2.2.11.6.8-1 IL (インジェクションレベル)

B ₁₈ - B ₂₂ / B ₄₁ - B ₄₅ / B ₆₄ - B ₆₈	意味
00000	未定義
00001	未定義
00010	未定義
00011	未定義
00100	未定義
00101	5dB
00110	6dB
00111	7dB
01000	8dB

...	...
11101	29dB
11110	30dB
11111	未使用

3.2.2.11.6.9 インターリーブ長

時間インターリーブの長さのビット設定を表 3.2.2.11.6.9-1 に示す。この情報は、表 3.2.2.3.9-1 の時間軸インターリーブにおける I の値を示す。

なお、未使用の階層又はネクスト情報が存在しない場合は「111」とする。

表 3.2.2.11.6.9-1 時間インターリーブの長さ

$B_{23} - B_{25} / B_{46} - B_{48} / B_{69} - B_{71}$	意味 (I の値)
000	0(モード 1)、0(モード 2)、0(モード 3)
001	4(モード 1)、2(モード 2)、1(モード 3)
010	8(モード 1)、4(モード 2)、2(モード 3)
011	16(モード 1)、8(モード 2)、4(モード 3)
100~110	未定義
111	未使用の階層

3.2.2.11.6.10 セグメント数

階層伝送において、各階層のセグメント数を示すビット設定を表 3.2.2.11.6.10-1 に示す。

なお、未使用の階層に対して又はネクスト情報が存在しない場合は「1111」とする。

表 3.2.2.11.6.10-1 セグメント数

$B_{26} - B_{29} / B_{49} - B_{52} / B_{72} - B_{75}$	意味
0000	未定義
0001	セグメント数 1
0010	セグメント数 2
0011	セグメント数 3
0100	セグメント数 4
0101	セグメント数 5
0110	セグメント数 6
0111	セグメント数 7
1000	セグメント数 8
1001	セグメント数 9
1010	セグメント数 10
1011	セグメント数 11
1100	セグメント数 12
1101	セグメント数 13
1110	未定義
1111	未使用

3.2.2.11.6.11 FEC ブロックポインタ

階層毎に次の OFDM フレームの先頭位置 (キャリア) から最初の FEC ブロックの先頭位置 (キャリア) までの数を示す情報で、表 3.2.2.11.6.11-1 に示すとおりキャリア数を 576 で割った値が記載される。

表 3.2.2.11.6.11-1 FEC ブロックポインタ

B ₇₆ - B ₈₁ / B ₈₂ - B ₈₇ / B ₈₈ - B ₉₃	意味
000000 - 111000	次フレームの FEC ブロック先頭位置 (0~56)

3.2.2.11.6.12 パリティビット

パリティビットは、次世代方式 (LL) 用 TMCC 信号情報 B₄~B₁₂₁ は、差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (200, 118) で誤り訂正符号化される。以下に (273, 191) 符号の生成多項式を示す。

$$g(x) = x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1$$

(理由)

TMCC 情報は、伝送パラメータの指定や受信機の制御を行うため、データ信号より高い伝送信頼性が必要である。

受信機で接続符号の復号回路を共用することが難しいこと、また、処理遅延の観点からブロック符号が有利なことを考慮し、TMCC の誤り訂正符号は差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (200, 118) である。また、TMCC 信号は複数のキャリアで伝送されるため、信号をアナログ加算することにより所要 C/N を下げ、受信性能を向上させることが可能である。これらの誤り訂正技術と加算処理により、TMCC 信号はデータ信号より小さな C/N で受信可能となる。

なお、同期信号とセグメント形式識別の情報を誤り訂正の対象から外し、複数の TMCC キャリアの全ビット同一にして、パリティビットを含めたビット毎多数決を可能にしている。

3.2.2.11.6.13 AC キャリアの変調方式

AC キャリアの変調方式は DBPSK とする (3.2.2.7.4 参照)。

3.2.2.11.7 地震動警報情報

現行地上デジタルテレビジョン放送では、セグメント番号 0 の AC キャリアにて地震動警報情報の伝送が規定されている。LDM 放送及び、次世代放送においても現行地上デジタルテレビジョン放送の規定をそのまま使用することとする。地震動警報情報のビット割当てを表 3.2.2.11.7-1 に示す。

表 3.2.2.11.7-1 地震動警報情報

ビット割当て	説明	備考
B ₄ ~B ₁₆	同期信号	表 3.2.2.11.7.1-1 参照
B ₁₇ ~B ₁₈	開始/終了フラグ	表 3.2.2.11.7.2-1 参照
B ₁₉ ~B ₂₀	更新フラグ	
B ₂₁ ~B ₂₃	信号識別	表 3.2.2.11.7.4-1 参照
B ₂₄ ~B ₁₁₁	地震動警報詳細情報	表 3.2.2.11.7.5.1-1 参照
B ₁₁₂ ~B ₁₂₁	CRC	図 3.2.2.11.7.6-1 参照

B ₁₂₂ ～B ₂₀₃	パリティビット	
------------------------------------	---------	--

地震動警報情報は、セグメント番号0の AC キャリアで伝送される。なお、セグメント番号0内のすべての AC キャリアで同一の地震動警報情報とする。

(解説)

セグメント番号0内のすべての AC キャリアで同一の地震動警報情報とすることにより、異なる AC キャリアで伝送された地震動警報情報を受信機側でアナログ加算できるので、より小さな C/N でも受信可能となる。

3.2.2.11.7.1 同期信号

地震動警報情報を伝送する場合には、同期信号として 13 ビットを割り当てる（表 3.2.2.11.7.1-1 参照）。TMCC の同期信号の先頭3ビットを除く 13 ビット（B₄～B₁₆）と同一の値をとるものとする。

表 3.2.2.11.7.1-1 同期信号の送出力

フレーム番号	同期信号
1	1010111101110
2	0101000010001
3	1010111101110
4	0101000010001
⋮	⋮

(注) フレーム番号は、説明のために便宜的に付けたものである。

構成識別と同期信号を組み合わせた符号を、TMCC の同期信号と同一の 16 ビットの同期ワード（w0=0011010111101110、w1=1100101000010001）とし、TMCC の同期信号と同じタイミングでフレーム毎に w0 と w1 を交互に送出する。

(解説)

TMCC と AC 信号とでアナログ加算を行うことができるので、受信機におけるフレーム同期の受信感度を向上できる。

3.2.2.11.7.2 開始/終了フラグ

地震動警報情報の開始/終了フラグとして2ビットを割り当てる。開始/終了フラグのビットの値を表 3.2.2.11.7.2-1 に示すように設定する。

表 3.2.2.11.7.2-1 開始/終了フラグ

B ₁₇ - B ₁₈	意味
00	地震動警報詳細情報あり (注)
11	地震動警報詳細情報なし
10、01	使用しない

(注) 地震動警報詳細情報の試験信号を含む。

地震動警報情報の送出を開始するときは、開始／終了フラグを「11」から「00」に変更する。また、地震動警報情報の送出を終了するときは、開始／終了フラグを「00」から「11」に変更する。

(解説)

AC信号は、3.2.2.7.4節で規定されるように、放送に関する付加情報がない場合、すべてのビットが「1」で変調されるため、地震動警報詳細情報又はその試験信号を表す場合の開始／終了フラグを「00」とする。また、開始／終了フラグの信頼性を向上させるため、開始／終了フラグに2ビット使用して符号間距離が最大となる反転信号としている。開始／終了フラグの信頼性を確保するため「10」、「01」は使用しない。開始／終了フラグは受信機の起動信号として使用することができる。

3.2.2.11.7.3 更新フラグ

更新フラグは、開始／終了フラグが「00」の場合は「00」を開始値とし、伝送される一地震動警報詳細情報の内容に変更が生じるごとに1ずつ増加するもの（ただし、「11」の次は「00」に戻るものとする。）とし、開始／終了フラグが「11」の場合は更新フラグを「11」とする。

(解説)

地震動警報情報の開始／終了フラグの値が「00」の状態継続中に、信号識別 (B21～B23) 又は表 3.2.2.11.7.5.1-1 に示す地震動情報 (B56～B111) の内容が更新された場合は、図 3.2.2.11.7.3-1 に示すように更新フラグの値を1ずつインクリメントし、受信機に信号識別又は地震動情報が更新されたことを通知する。

更新フラグの送出例を図 3.2.2.11.7.3-1 に示す。

開始／終了フラグ	「11」		「00」				「11」	
更新フラグ	「11」	「00」	「01」	「10」	「11」	「00」	「11」	
信号識別	「111」		「000」				「111」	
地震動情報の内容	なし	第1報	第2報	第3報	第4報	第5報	なし	

図 3.2.2.11.7.3-1 更新フラグの送出例

(注) 第1報、第2報…は表 3.2.2.11.7.4-1 に示す信号識別又は表 3.2.2.11.7.5.1-1 に示す地震動情報の内容が変化している状態を示している。表 3.2.2.11.7.5.1-1 に示す現在時刻又はページ種別が変化しても更新フラグの値は変更しない。

なお、送出構成や内容の更新に関しては様々なパターンが考えられ、具体的な送出方法、更新フラグの運用方法の詳細に関しては別途規定する。

3.2.2.11.7.4 信号識別

地震動警報情報の信号識別は、地震動警報詳細情報の種別を識別するために使用する信号である。信号識別のビットの値を表 3.2.2.11.7.4-1 に示すように設定する。

表 3.2.2.11.7.4-1 信号識別

B ₂₁ - B ₂₃	意味
000	地震動警報詳細情報（該当地域あり） ^(注1)
001	地震動警報詳細情報（該当地域なし） ^(注2)
010	地震動警報詳細情報の試験信号（該当地域あり） ^(注1)
011	地震動警報詳細情報の試験信号（該当地域なし） ^(注2)
100	未定義
101	
110	
111	地震動警報詳細情報なし

（注1）： 放送区域内に地震動警報の対象地域があることをいう。

（注2）： 放送区域内に地震動警報の対象地域がないことをいう。

開始／終了フラグが「00」の場合は、信号識別「000」 / 「001」 / 「010」 / 「011」を送出し、開始／終了フラグが「11」の場合は、信号識別「111」を送出する。

また、地震動警報詳細情報の試験信号（該当地域あり／なし）と地震動警報詳細情報（該当地域あり／なし）は、同時には送出不し。

（解説）

表 3.2.2.11.7.5.1-3 に示すように地震動情報総数は最大2つまで送出することができるが、試験信号と本信号は同時には送出不し。

また、信号識別が該当地域ありと該当地域なしの地震動情報を同時に送出する場合は、いずれの情報も該当地域ありの地震動情報として送出することで、少なくとも1つの地震動情報は該当地域ありであることを受信機に速やかに知らせることができる。

3.2.2.11.7.5 地震動警報詳細情報

地震動警報詳細情報のビット割当ては、信号識別毎に規定する。

3.2.2.11.7.5.1 信号識別が「000」 / 「001」 / 「010」 / 「011」の場合の地震動警報詳細情報

信号識別が「000」 / 「001」 / 「010」 / 「011」の場合（信号識別が地震動警報詳細情報又は地震動警報詳細情報の試験信号を表す場合）の地震動警報詳細情報のビット割当てを表 3.2.2.11.7.5-1 に示す。

表 3.2.2.11.7.5.1-1 信号識別が「000」/「001」/「010」/「011」の場合の地震動警報詳細情報

ビット割当て	説明	
B ₂₄ ~B ₅₄	現在時刻	地震動警報情報を送出する現在時刻情報の情報
B ₅₅	ページ種別	地震動警報の対象となる地震動に関する情報の種別を識別するための符号
B ₅₆ ~B ₁₁₁	地震動情報	ページ種別(B ₅₅)の値が 「0」の場合は表 3.2.2.11.7.5.1-2 参照 「1」の場合は表 3.2.2.11.7.5.1-3 参照

地震動情報を送出しない場合は、ページ種別を「0」とし、地震動情報はすべて「1」とする。現在時刻は、別途定める基準年月日時分秒からの経過秒数を2進数表記とし、下位31ビットをMSBファーストで割り当てる。

(解説)

地震動警報情報を伝送する場合に、TOT(Time Offset Table)や通信回線等による時刻合わせを有する自動起動に対応した受信機では、受信機の時刻と送出された時刻情報を照合することで、受信した地震動警報情報の信頼性を確認することができる。

また、地震動情報は、ページ種別の符号によって、伝送する情報の割当てが異なる。受信機ではページ種別を確認することにより、どちらの情報が伝送されているかを知ることができる。ページ種別が「0」の場合は、表 3.2.2.11.7.5.1-2 に示すように地震動警報の対象地域を示す情報を伝送する。ページ種別が「1」の場合は、表 3.2.2.11.7.5.1-3 に示すように地震動警報の震源に関する情報を伝送する。ただし、ページ種別「0」と「1」の両方の地震動情報を伝送するとは限らない。

(1) ページ種別が「0」の場合の地震動情報

ページ種別が「0」の場合は、地震動警報の対象地域を示す情報とする。表 3.2.2.11.7.5.1-2 に地域のビット割当てを示す。地震動警報の対象地域を含む地域に割り当てられるビットは「0」、地震動警報の対象地域を含まない地域に割り当てられるビットは「1」とする。なお、地震動情報を送出しない場合は、すべて「1」とする。

表 3.2.2.11.7.5.1-2 ページ種別が「0」の場合の地震動情報

ビット	地域	ビット	地域	ビット	地域
B ₅₆	北海道道央	B ₇₅	新潟県	B ₉₄	広島県
B ₅₇	北海道道南	B ₇₆	富山県	B ₉₅	徳島県
B ₅₈	北海道道北	B ₇₇	石川県	B ₉₆	香川県
B ₅₉	北海道道東	B ₇₈	福井県	B ₉₇	愛媛県
B ₆₀	青森県	B ₇₉	山梨県	B ₉₈	高知県
B ₆₁	岩手県	B ₈₀	長野県	B ₉₉	山口県
B ₆₂	宮城県	B ₈₁	岐阜県	B ₁₀₀	福岡県
B ₆₃	秋田県	B ₈₂	静岡県	B ₁₀₁	佐賀県
B ₆₄	山形県	B ₈₃	愛知県	B ₁₀₂	長崎県
B ₆₅	福島県	B ₈₄	三重県	B ₁₀₃	熊本県
B ₆₆	茨城県	B ₈₅	滋賀県	B ₁₀₄	大分県

B ₆₇	栃木県	B ₈₆	京都府	B ₁₀₅	宮崎県
B ₆₈	群馬県	B ₈₇	大阪府	B ₁₀₆	鹿児島
B ₆₉	埼玉県	B ₈₈	兵庫県	B ₁₀₇	奄美諸島
B ₇₀	千葉県	B ₈₉	奈良県	B ₁₀₈	沖縄本島
B ₇₁	東京	B ₉₀	和歌山県	B ₁₀₉	大東島
B ₇₂	伊豆諸島	B ₉₁	鳥取県	B ₁₁₀	宮古島
B ₇₃	小笠原	B ₉₂	島根県	B ₁₁₁	八重山
B ₇₄	神奈川県	B ₉₃	岡山県		

- (注1) 北海道道央は、北海道赤平市、芦別市、石狩市、岩見沢市、歌志内市、恵庭市、江別市、小樽市、北広島市、札幌市、砂川市、滝川市、千歳市、美唄市、深川市、三笠市及び夕張市並びに石狩振興局管内、後志総合振興局管内及び空知総合振興局管内のことをいう。
- (注2) 北海道道南は、北海道伊達市、苫小牧市、登別市、函館市、北斗市及び室蘭市並びに胆振総合振興局管内、渡島総合振興局管内、日高振興局管内及び檜山振興局管内のことをいう。
- (注3) 北海道道北は、北海道旭川市、士別市、名寄市、富良野市、留萌市及び稚内市並びに上川総合振興局管内、宗谷総合振興局管内及び留萌振興局管内のことをいう。
- (注4) 北海道道東は、北海道網走市、帯広市、北見市、釧路市、根室市及び紋別市並びにオホーツク総合振興局管内、釧路総合振興局管内、十勝総合振興局管内及び根室振興局管内のことをいう。
- (注5) 東京は、東京都（大島支庁管内、小笠原支庁管内、八丈支庁管内及び三宅支庁管内を除く。）のことをいう。
- (注6) 伊豆諸島は、東京都大島支庁管内、八丈支庁管内及び三宅支庁管内（須美寿島、鳥島及びペヨネイス列岩を除く。）のことをいう。
- (注7) 小笠原は、東京都小笠原支庁管内のことをいう。
- (注8) 鹿児島は、鹿児島県（奄美市及び大島郡を除く。）のことをいう。
- (注9) 奄美諸島は、鹿児島県奄美市及び大島郡のことをいう。
- (注10) 沖縄本島は、沖縄県糸満市、浦添市、うるま市、沖縄市、宜野湾市、豊見城市、名護市、那覇市、南城市、国頭郡、島尻郡（北大東村及び南大東村を除く。）及び中頭郡のことをいう。
- (注11) 大東島は、沖縄県島尻郡（北大東村及び南大東村に限る。）のことをいう。
- (注12) 宮古島は、沖縄県宮古島市及び宮古郡のことをいう。
- (注13) 八重山は、沖縄県石垣市及び八重山郡のことをいう。

(解説)

複数の地震動警報が同時に発生している場合（最大総数2）、ページ種別「0」の地震動情報（地域情報）は、1つ目と2つ目をそれぞれ送出する場合があります、この場合、地震動警報情報（地域情報）の送出が1つ目から2つ目若しくは2つ目から1つ目に変わる際に更新フラグは更新しない。

(2) ページ種別が「1」の場合の地震動情報

ページ種別が「1」の場合の地震動情報を表 3.2.2.11.7.5.1-3 に示す。

表 3.2.2.11.7.5.1-3 ページ種別が「1」の場合の地震動情報

ビット割当て	説明	
B ₅₆	地震動情報総数	伝送されている地震動情報の総数を識別するために使用する。 総数が1の場合は「0」、総数が2の場合は「1」とする。
B ₅₇	地震動情報識別	伝送されている地震動情報を識別するために使用する。
B ₅₈ ～B ₆₆	地震動警報識別 (注)	地震動警報を識別するために使用する。
B ₆₇	情報種別	地震動警報の種別を識別するために使用する。 地震動情報が、地震動警報が行われたことを示す場合は「0」、地震動警報が取り消されたことを示す場合は「1」とする。 なお、地震動警報が取り消されたことを示す場合、B ₆₈ ～B ₁₁₀ はすべて「1」とする。
B ₆₈	北緯南緯フラグ	「0」は北緯、「1」は南緯を示す。
B ₆₉ ～B ₇₈	緯度情報 (注)	震源の緯度を表すために使用する領域とし、その値は、緯度に10を乗じた値を2進数表示した値とする。
B ₇₉	西経東経フラグ	「0」は東経、「1」は西経を示す。
B ₈₀ ～B ₉₀	経度情報 (注)	震源の経度を表すために使用する領域とし、その値は、経度に10を乗じた値を2進数表示した値とする。
B ₉₁ ～B ₁₀₀	深度情報 (注)	震源の深さを表すために使用する。 その値は、深度 (km) を2進数表示した値とする。
B ₁₀₁ ～B ₁₁₀	発生時刻 (注)	地震動の発生時刻を表すために使用する。
B ₁₁₁	未定義	「1」とする。

(注) 数値表記は2進数表記とし、MSBファーストで割り当てる。

B₅₇の地震動情報識別は、伝送されている地震動情報が1情報目の場合は「0」、2情報目の場合は「1」とする。

発生時刻は、B₂₄～B₅₄で示される現在時刻と同じ基準年月日時分秒を基準とし、基準時刻からの経過秒数を2進数表記にして、下位10ビットをMSBファーストで割り当てる。

(解説)

「地震動警報識別」は、複数の地震動警報が発生した場合に、地震動警報情報を識別するために9ビットを割り当てる。複数の地震動警報情報を区別するために、時刻(秒単位)を元に決定するものとした場合、9ビットの地震動警報識別で過去8分32秒間の地震動警報情報を識別することが可能となる。

B₂₄～B₅₄の現在時刻とB₁₀₁～B₁₁₀の発生時刻を比較することにより、地震動の発生からの経過秒数を知ることができる。

3.2.2.11.7.5.2 信号識別が「100」/「101」/「110」の場合の地震動警報詳細情報

将来の拡張用とし、すべて「1」とする。

3.2.2.11.7.5.3 信号識別が「111」の場合^(注)の地震動警報詳細情報

信号識別が「111」の場合（信号識別が地震動警報詳細情報なしを表す場合）の地震動警報詳細情報のビット割当てを表 3.2.2.11.7.5.3-1 に示す。

表 3.2.2.11.7.5.3-1 信号識別が「111」の場合の地震動警報詳細情報

ビット割当て	説明	
B ₂₄ ～B ₅₅	未定義	すべて「1」とする。
B ₅₆ ～B ₆₆	放送事業者識別	放送事業者を識別するための符号
B ₆₇ ～B ₁₁₁	未定義	すべて「1」とする。

(注) 開始／終了フラグが「11」の場合、信号識別「111」を送出する。

(解説)

放送事業者識別 11 ビットは、全国の放送事業者にユニークに割り付ける。AC 信号のみで放送事業者を識別することができる。

3.2.2.11.7.6 CRC

CRC は地震動警報情報のうち B₂₁～B₁₁₁ を用いて、図 3.2.2.11.7.6-1 に示す生成多項式により生成されるものとし、回路の各レジスタの初期値は「0」とする。

$$\text{生成多項式： } g(x) = x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$$

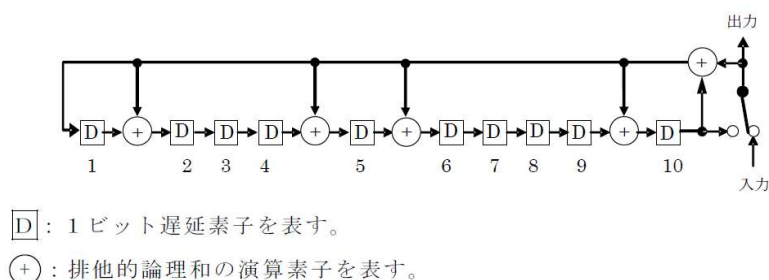


図 3.2.2.11.7.6-1 CRC の生成回路

(解説)

地震動警報詳細情報に関する情報は重要な情報であり高い信頼性が要求されることから、3.2.2.11.7.7 節に示す誤り訂正符号による復号後、CRC による誤り検出を可能とする。

3.2.2.11.7.7 パリティビット

パリティビットは、地震動警報情報のうち B₁₇～B₁₂₁ を用いて、差集合巡回符号 (273, 191) の短縮符号 (187, 105) により生成されるものとする。ここで、差集合巡回符号 (273, 191) 生成多項式は、次のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{生成多項式： } g(x) = & x^{82} + x^{77} + x^{76} + x^{71} + x^{67} + x^{66} + x^{56} + x^{52} + x^{48} \\ & + x^{40} + x^{36} + x^{34} + x^{24} + x^{22} + x^{18} + x^{10} + x^4 + 1 \end{aligned}$$

(解説)

地震動警報情報は重要な情報であり高い信頼性が要求されることから、TMCCと同様に差集合巡回符号を用いた誤り訂正符号で保護される。構成識別及び同期信号を誤り訂正の対象外とし、差集合巡回符号(273, 191)の短縮符号(187, 105)を用いる。

3.2.2.11.8 変調方式

AC キャリアの変調方式はDBPSKとする。(3.2.2.7.4節参照)

3.2.2.12 詳細パラメータ表

3.2.2.12.1 LDPC 符号の初期値テーブル (Normal 符号)

LDPC 符号の初期値テーブルを表 3.2.2.12.1.1-1~3.2.2.12.1.13-1 に示す。

3.2.2.12.1.1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.1-1 符号化率 2/16 符号の初期値テーブル

1617 1754 1768 2501 6874 12486 12872 16244 18612 19698 21649 30954 33221 33723 34495 37587 38542 41510 42268 52159 59780
206 610 991 2665 4994 5681 12371 17343 25547 26291 26678 27791 27828 32437 33153 35429 39943 45246 46732 53342 60451
119 682 963 3339 6794 7021 7295 8856 8942 10842 11318 14050 14474 27281 28637 29963 37861 42536 43865 48803 59969
175 201 355 5418 7990 10567 10642 12987 16685 18463 21861 24307 25274 27515 39631 40166 43058 47429 55512 55519 59426
117 839 1043 1960 6896 19146 24022 26586 29342 29906 33129 33647 33883 34113 34550 38720 40247 45651 51156 53053 56614
135 236 257 7505 9412 12642 19752 20201 26010 28967 31146 37156 44685 45667 50066 51283 54365 55475 56501 58763 59121
109 840 1573 5523 19968 23924 24644 27064 29410 31276 31526 32173 38175 43570 43722 46655 46660 48353 54025 57319 59818
522 1236 1573 6563 11625 13846 17570 19547 22579 22584 29338 30497 33124 33152 35407 36364 37726 41426 53800 57130
504 1330 1481 13809 15761 20050 26339 27418 29630 32073 33762 34354 36966 43315 47773 47998 48824 50535 53437 55345
348 1244 1492 9626 9655 15638 22727 22971 28357 28841 31523 37543 41100 42372 48983 50354 51434 54574 55031 58193
742 1223 1459 20477 21731 23163 23587 30829 31144 32186 32235 32593 34130 40829 42217 42294 42753 44058 49940 51993
841 860 1534 5878 7083 7113 9658 10508 12871 12964 14023 21055 22680 23927 32701 35168 40986 42139 50708 55350 657 1018 1690 6454 7645 7698 8657 9615 16462 18030 19850 19857 33265 33552 42208 44424 48965 52762 55439 58299
14 511 1376 2586 6797 9409 9599 10784 13076 18509 27363 27667 30262 34043 37043 38143 40246 53811 58872 59250
315 883 1487 2067 7537 8749 10785 11820 15702 20232 22850 23540 30247 41182 44884 50601 52140 55970 57879 58514
256 1442 1534 2342 9734 10789 15334 15356 20334 20433 22923 23521 29391 30553 35406 35643 35701 37968 39541 58097
260 1238 1557 14167 15271 18046 20588 23444 25820 26660 30619 31625 33258 38554 40401 46471 53589 54904 56455 60016
591 885 1463 3411 14043 17083 17372 23029 23365 24691 25527 26389 28621 29999 40343 40359 40394 45685 46209 54887
1119 1411 1664 7879 17732 27000 28506 32237 32445 34100 34926 36470 42848 43126 44117 48780 49519 49592 51901 56580
147 1333 1560 6045 11526 14867 15647 19496 26626 27600 28044 30446 35920 37523 42907 42974 46452 52480 57061 60152
304 591 680 5557 6948 13550 19689 19697 22417 23237 25813 31836 32736 36321 36493 36671 46756 53311 59230 59248

586 777 1018 2393 2817 4057 8068 10632 12430 13193 16433 17344 24526 24902 27693 39301 39776 42300 45215 52149
684 1425 1732 2436 4279 7375 8493 10023 14908 20703 25656 25757 27251 27316 33211 35741 38872 42908 55079 58753
962 981 1773 2814 3799 6243 8163 12655 21226 31370 32506 35372 36697 47037 49095 55400 57506 58743 59678 60422
6229 6484 8795 8981 13576 28622 35526 36922 37284 42155 43443 44080 44446 46649 50824 52987 59033
2742 5176 10231 10336 16729 17273 18474 25875 28227 34891 39826 42595 48600 52542 53023 53372 57331
3512 4163 4725 8375 8585 19795 22844 28615 28649 29481 41484 41657 53255 54222 54229 57258 57647
3358 5239 9423 10858 15636 17937 20678 22427 31220 37069 38770 42079 47256 52442 55152 56964 59169
2243 10090 12309 15437 19426 23065 24872 36192 36336 36949 41387 49915 50155 54338 54422 56561 57984

3.2.2.12.1.2 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.2-1 符号化率 3/16 符号の初期値テーブル

952 1540 1714 4127 4576 13540 16051 22016 28342 29021 29884 34149 43069 45431 45764 49218
560 888 1582 5282 7435 11414 20275 21957 35445 35564 36316 42800 45024 49586 52439 54495
358 690 1339 2085 4919 9289 13240 13592 17626 36076 40463 47406 48151 51157 51667 55260
782 1148 1256 4476 12529 18812 26102 33987 36409 37822 37985 38839 40816 40824 46035 52233
786 1114 1220 8008 15266 16414 18280 19544 24848 27337 29277 31731 31754 34852 50071 50582
61 1023 1329 5463 7360 10119 16898 19922 26180 27792 39278 43941 46391 48767 51534 55637
122 674 1318 3163 4762 11448 13800 14472 17782 21492 21792 22087 23199 30867 32814 54930
201 1523 1535 3026 3795 21814 23438 31100 33271 35220 36784 41091 44823 45201 52727 53980
214 698 872 11001 22869 28522 37629 39576 45388 45685 46767 47410 49179 49707 51036 54550
629 910 1607 3729 7592 12132 19142 20971 26461 26884 27680 28650 32579 38474 44725 46511
459 1092 1245 8857 14843 36588 37166 37409 39090 42239 42434 44302 48827 50073 54458 55508
142 1429 1738 10436 11485 17886 18871 19534 21030 25169 29234 33017 43639 46823 47778 52878
1045 1362 1383 8988 19638 19798 30793 33457 36553 39107 41860 42393 42880 44006 51970 55778
179 1491 1702 6636 14151 22244 22565 22685 27002 28848 28853 31563 33775 44814 46641 52692
493 750 1681 9933 18582 18955 19486 26708 28169 33862 37472 41993 45441 46130 51970 54787
46 612 1350 4248 9202 17520 19232 19497 20177 24136 34460 36988 37528 37984 55455 56037
18 217 234 2619 5013 10736 16236 22379 26775 27970 32100 35692 38772 45572 46062 55106
732 980 1078 2143 12258 13906 20999 21282 40155 41727 43555 47688 47915 49860 51224 51470
1059 1473 1575 11727 20558 23005 29440 34858 35139 37873 38394 38409 39619 44878 47821 52381
285 1186 1679 2583 9932 14540 15464 20148 35790 41235 43021 43062 43877 48636 49400 54782
382 840 1766 6323 7463 11853 15855 15888 24620 24916 31935 32868 33716 34665 47097 51807
1056 1390 1573 5794 10258 10870 11690 13333 16252 16645 18210 21635 25024 29621 30501 45634
556 1507 1725 2796 15637 19402 21719 25713 33014 36410 41815 44160 48353 51766 52608 53372
359 1081 1747 6819 17365 18139 18764 20152 26540 29929 30048 31032 37095 46243 50419 51519
297 746 805 5707 17136 27103 27890 32573 41459 42684 43339 44871 47175 48131 54197 55984
526 550 1548 2108 3225 5925 10665 19215 22974 28698 38245 39765 42509 43235 55012 55025
490 576 617 4353 6355 9433 19430 22898 27224 34620 39420 39883 49496 54119 55305
42 933 1646 4807 9972 11771 12825 18574 23969 24871 32236 41052 43446 43661 47268
404 1200 1631 10778 12006 14743 14965 26387 29817 31421 34357 36147 38146 49531 53692
214 291 1408 8185 8434 12709 15768 16504 23823 24554 29691 30908 37157 53726 55573
104 1026 1043 1978 5485 5912 7899 8444 11562 13092 13869 32334 40343 40616 56077
645 724 1231 7118 11033 14589 17299 20360 21124 24232 31152 33848 38095 44594 46191
358 524 1066 6855 8629 11142 13318 20412 20422 21368 26287 29401 36219 39998 53475
172 206 323 2918 6547 11296 12985 18361 25257 26261 28464 32415 33575 53342 53792
517 689 1458 3764 4738 6395 12184 14460 16822 22290 33094 38976 41535 43310 45909
475 762 794 16878 25613 26912 27498 28702 30147 30402 30480 40097 49193 51015 52390
3582 6978 16762 18054 21006 23402 24053 24684 32380 34957 36704 38720 48479
3092 7012 7705 12494 12593 22146 25810 31500 48236 49750 53385 53483 53758
14340 14744 16962 24367 25385 28318 30752 38563 47016 50468 50926 52848 53000
4600 5410 6591 9437 16713 23711 25180 34179 34991 45491 52486 52838 53988
9551 15754 22520 24032 25914 27722 29829 31308 33362 34465 47258 50435 50746

3.2.2.12.1.3 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.3-1 符号化率 4/16 符号の初期値テーブル

561 825 1718 4745 7515 13041 13466 18039 19065 21821 32596 32708 35323 36399 36450 41124 43036 43218 43363 44875 49948
56 102 1779 2427 5381 8768 15336 26473 35717 38748 39066 45002 50720
694 1150 1533 2177 5801 6610 7601 16657 18949 33472 47746 49581 50668

90 1122 1472 2085 2593 4986 8200 9175 15502 44084 46057 48546 50487
521 619 708 6915 8978 14211 17426 23058 23463 27440 29822 33443 42871
449 912 1471 8058 9344 11928 20533 20600 20737 26557 26970 27616 33791
355 700 1528 6478 9588 10790 20992 33122 34283 41295 43439 46249 47763
997 1543 1679 5874 7973 7975 11113 28275 28812 29864 35070 36864 50676
85 326 1392 4186 10855 11005 12913 19263 22984 31733 33787 37567 48173
986 1144 1508 19864 28918 29117 33609 36452 47975 48432 48842 49274 51533
437 1190 1413 3814 6695 17541 22060 25845 28431 37453 38912 44170 49231
327 1171 1204 6952 11880 16469 25058 28956 31523 36770 40189 43422 46481
123 605 619 8118 8455 19550 20529 21762 21950 28485 30946 34755 34765
113 896 971 6400 27059 33383 34537 35827 38796 40582 42594 43098 48525
162 854 1015 2938 10659 12085 13040 32772 33023 35878 49674 51060 51333
100 452 1703 1932 4208 5127 12086 14549 16084 17890 20870 41364 48498
1569 1633 1666 12957 18611 22499 38418 38719 42135 46815 48274 50947 51387
119 691 1190 2457 3865 7468 12512 30782 31811 33508 36586 41789 47426
867 1117 1666 4376 13263 13466 33524 37440 38136 39800 41454 41620 42510
378 900 1754 16303 25369 27103 28360 30958 35316 44165 46682 47016 50004
1321 1549 1570 16276 17284 19431 23482 23920 27386 27517 46253 48617 50118
37 383 1418 15792 22551 28843 36532 36718 38805 39226 45671 47712 51769
150 787 1441 17828 19396 21576 21805 24048 31868 32891 42486 43020 45492
1095 1214 1744 2445 5773 10209 11526 29604 30121 36526 45786 47376 49366
412 448 1281 11164 14501 15538 15773 23305 31960 32721 40744 45731 50269
183 626 837 4491 12237 13705 15177 15973 21266 25374 41232 44147 50529
618 1550 1594 5474 9260 16552 18122 26061 30420 30922 32661 34390 43236
135 496 757 9327 15659 20738 24327 26688 29063 38993 46155 49532 50001
64 126 1714 5561 8921 11300 12688 14454 16857 19585 20528 24107 27252
528 687 1730 9735 11737 16396 19200 33712 34271 38241 42027 44471 45581
69 646 1447 8603 19706 22153 22398 23840 24638 27254 29107 30368 41419
673 845 1285 9100 11064 14804 15425 17357 27248 31223 32410 35444 48018
124 1531 1677 3672 3673 3786 8886 9557 10003 11053 13053 22458 25413
102 1154 1758 5721 6034 14567 17772 28670 33380 34284 35356 47480 48123
48 351 760 2078 9797 22956 26120 34119 39658 41039 45237 47861 49022
254 445 841 6835 18340 19021 20053 22874 32639 36679 42004 45696 49530
16 802 903 6218 16206 22068 23049 28201 30377 33947 44358 44739 49303
153 1542 1629 7992 29900 34931 36927 38651 39981 41085 41327 50185 51484
525 1291 1765 9425 20271 31229 37444 38996 39145 41711 43188 45203 51255
2 244 1648 12321 14991 17426 18456 20126 29915 32581 38880 39516 49013
23 452 705 9414 11862 13764 18179 35458 37892 40471 46041 46494 48746
509 1201 1328 8921 9867 10947 19476 22693 32636 34301 38356 39238 51797
246 249 1390 12438 13266 24060 33628 37130 42923 43298 43709 43721 45413
117 257 748 9419 9461 11350 12790 16724 33147 34168 34683 37884 42699
619 646 740 7468 7604 8152 16296 19120 27614 27748 40170 40289 49366
914 1360 1716 10817 17672 18919 26146 29631 40903 46716 49502 51576 51657
68 702 1552 10431 10925 12856 24516 26440 30834 31179 32277 35019 44108
588 880 1524 6641 9453 9653 13679 14488 20714 25865 42217 42637 48312
6380 12240 12558 12816 21460 24206 26129 28555 41616 51767
8889 16221 21629 23476 33954 40572 43494 44666 44885 49813
16938 17727 17913 18898 21754 32515 35686 36920 39898 43560
9170 11747 14681 22874 24537 24685 26989 28947 33592 34621
2427 10241 29649 30522 37700 37789 41656 44020 49801 51268

3. 2. 2. 12. 1. 4 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 4-1 符号化率 5/16 符号の初期値テーブル

152 1634 7484 23081 24142 26799 33620 40989 41902 44319 44378 45067
140 701 5137 7313 12672 16929 20359 27052 30236 33846 36254 46973
748 769 2891 7812 9964 15629 19104 20551 25796 28144 31518 34124
542 976 2279 18904 20877 24190 25903 28129 36804 41152 41957 46888
173 960 2926 11682 12304 13284 18037 22702 30255 33718 34073 37152
78 1487 4898 7472 8033 10631 11732 19334 24577 34586 38651 43639
594 1095 1857 2368 8909 17295 17546 21865 23257 31273 37013 41454
72 419 1596 7849 16093 23167 26923 31883 36092 40348 44500
866 1120 1568 1986 3532 20094 21663 26664 26970 33542 42578
868 917 1216 12018 15402 20691 24736 33133 36692 40276 46616
955 1070 1749 7988 10235 19174 22733 24283 27985 38200 44029

613 1729 1787 19542 21227 21376 31057 36104 36874 38078 42445
86 1555 1644 4633 14402 14997 25724 31382 31911 32224 43900
353 1132 1246 5544 7248 17887 25769 27008 28773 33188 44663
600 958 1376 6417 6814 17587 20680 25376 29522 31396 40526
179 528 1472 2481 5589 15696 20148 28040 29690 32370 42163
122 144 681 6613 11230 20862 26396 27737 35928 39396 42713
934 1256 1420 3881 4487 5830 7897 9587 17940 40333 41925
622 1458 1490 16541 18443 19401 24860 26981 28157 32875 38755
1017 1143 1511 2169 17322 24662 25971 29149 31450 31670 34779
935 1084 1534 2918 10596 11534 17476 27269 30344 31104 37975
173 532 1766 8001 10483 17002 19002 26759 31006 43466 47443
221 610 1795 9197 11770 12793 14875 30177 30610 42274 43888
188 439 1332 7030 9246 15150 26060 26541 27190 28259 36763
812 1643 1750 7446 7888 7995 18804 21646 28995 30727 39065
44 481 555 5618 9621 9873 19182 22059 42510 45343 46058
156 532 1799 6258 18733 19988 23237 27657 30835 34738 39503
1128 1553 1790 8372 11543 13764 17062 28627 38502 40796 42461
564 777 1286 3446 5566 12105 16038 18918 21802 25954 28137
1167 1178 1770 4151 11422 11833 16823 17799 19188 22517 29979
576 638 1364 12257 22028 24243 24297 31788 36398 38409 47211
334 592 940 2865 12075 12708 21452 31961 32150 35723 46278
1205 1267 1721 9293 18685 18917 23490 27678 37645 40114 45733
189 628 821 17066 19218 21462 25452 26858 38408 38941 42354
190 951 1019 5572 7135 15647 32613 33863 33981 35670 43727
84 1003 1597 12597 15567 21221 21891 23151 23964 24816 46178
756 1262 1345 6694 6893 9300 9497 17950 19082 35668 38447
848 948 1560 6591 12529 12535 20567 23882 34481 46531 46541
504 631 777 10585 12330 13822 15388 23332 27688 35955 38051
676 1484 1575 2215 5830 6049 13558 25034 33602 35663 41025
1298 1427 1732 13930 15611 19462 20975 23200 30460 30682 34883
1491 1593 1615 4289 7010 10264 21047 26704 27024 29658 46766
969 1730 1748 2217 7181 7623 15860 21332 28133 28998 36077
302 1216 1374 5177 6849 7239 10255 34952 37908 39911 41738
220 362 1491 5235 5439 22708 29228 29481 33272 36831 46487
4 728 1279 4579 8325 8505 27604 31437 33574 41716 45082
472 735 1558 4454 6957 14867 18307 22437 38304 42054 45307
85 466 851 3669 7119 32748 32845 41914 42595 42600 45101
52 553 824 2994 4569 12505 24738 33258 37121 43381 44753
37 495 1553 7684 8908 12412 15563 16461 17872 29292 30619
254 1057 1481 9971 18408 19815 28569 29164 39281 42723 45604
16 1213 1614 4352 8091 8847 10022 24394 35661 43800 44362
395 750 888 2582 3772 4151 26025 36367 42326 42673 47393
862 1379 1441 6413 25621 28378 34869 35491 41774 44165 45411
46 213 1597 2771 4694 4923 17101 17212 19347 22002 43226
1339 1544 1610 13522 14840 15355 29399 30125 33685 36350 37672
251 1162 1260 9766 13137 34769 36646 43313 43736 43828 45151
214 1002 1688 5357 19091 19213 24460 28843 32869 35013 39791
646 733 1735 11175 11336 12043 22962 33892 35646 37116 38655
293 927 1064 4818 5842 10983 12871 17804 33127 41604 46588
10927 15514 22748 34850 37645 40669 41583 44090
3329 7548 8092 11659 16832 35304 46738 46888
3510 5915 9603 30333 37198 42866 44361 46416
2575 5311 9421 13410 15375 34017 37136 43990
12468 14492 24417 26394 38565 38936 41899 45593

3. 2. 2. 12. 1. 5 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 5-1 符号化率 6/16 符号の初期値テーブル

608 1394 3635 14404 15203 19848 22161 23175 26651 31945 41227
481 570 11088 11673 11866 17145 17247 17564 21607 25992 31286
1207 1257 1870 8472 8855 10511 15656 17064 22720 28352 30914
1171 1585 6218 7621 10121 11374 13184 22714 27207 27959 38572
244 548 2073 4937 7509 11840 12850 18762 25618 27902 37150
15 1352 7060 7886 8151 10574 14172 15258 24838 30827 35337
1009 1651 13300 13958 26240 29983 32340 40743 41553 42475 42873

638 1405 5544 6797 10001 14934 24766 35758 40719 41787 42342
1467 1481 3202 11324 14048 15217 17608 22544 26736 32073 33405
1274 1343 3576 4166 8712 10756 21175 26866 37021 40341 42064
1232 1590 4409 8705 13307 28481 30893 36031 36780 37697 39149
189 1678 9943 10774 11765 25520 26133 27351 27353 40664 41534
125 1421 5009 9365 12792 15933 16231 25975 27076 27997 32429
1361 1764 5376 11071 14456 16324 20318 26168 28445 30392 34235
1017 1303 3312 6738 7813 18149 25506 29032 36789 38742 43116
463 967 10876 13874 14303 16789 21656 26555 38738 39195 40668
630 1104 3029 3165 5157 12880 14175 16498 35121 38917 40944
716 1054 10011 11739 16913 19396 20892 23370 24392 27614 38467
1081 1238 2872 10259 13618 16943 17363 23570 29721 32411 38969
775 1002 2978 9202 16618 22697 30716 31750 36517 37294 40454
25 497 10687 13308 15302 17525 17539 21865 22279 24516 26992
781 878 6426 8551 12328 21375 27626 28192 29731 35423 35606
729 1734 3479 6850 14347 14776 21998 33617 34690 38597 38704
122 1378 1660 7448 7659 11900 13039 13796 19908
504 716 1551 5655 6245 8365 9825 16627 29100
88 900 1057 2620 16729 17278 17444 26106 26587
30 1697 1736 8718 11664 20885 27043 42569 42913
293 634 1188 4005 5266 6205 26756 30207 37757
254 755 1187 4631 13433 25055 28354 28583 30446
316 1381 1522 3131 4340 27284 28246 28282 43174
84 293 645 2148 7925 13104 25010 36836 39033
982 1486 1660 4287 5335 18350 26913 30774 31280
418 1028 1039 3334 4577 6553 7011 17259 31922
1324 1361 1690 5991 7740 16880 18479 25713 31823
735 1322 1727 8629 14655 15815 16762 23263 36859
19 928 1561 11161 12894 14226 21331 41128 41883
327 940 1004 13616 15894 31400 34106 34443 37957
576 953 1226 2122 4900 5002 10248 25476 30787
249 632 1240 5432 23019 29225 31719 36658 41360
980 1154 1783 4351 10245 23347 27442 28328 38555
581 863 1552 5057 7572 14544 20482 29482 31672
4 502 1450 4883 5176 6824 10430 32680 39581
81 761 1558 2269 5391 13213 24184 25523 39429
1085 1163 1244 7694 9125 17387 22223 26343 37933
204 1127 1483 18302 19939 20576 31599 32619 42911
345 387 591 8727 18080 20628 32251 34562 42821
957 1126 1133 4099 12272 15595 20906 23606 34564
409 1310 1335 2761 11952 26853 27941 29262 31647
329 818 1527 3890 5238 8742 15586 28739 43015
231 1158 1677 4314 15937 17526 18391 22963 39232
34 275 526 2975 4742 16109 17346 29145 37673
497 735 1261 7468 8769 17342 19763 32646 33497
879 1233 1633 11612 22941 23723 31969 35571 39510
886 954 1355 5532 8283 26965 29267 30820 40402
356 1199 1452 8833 14845 21722 23840 26539 27970
553 1570 1732 8249 16820 23181 23234 30754 40399
457 1304 1698 2774 11357 32906 34484 38700 41799
456 579 1155 23844 27261 29172 30980 35000 40984
301 1290 1782 6798 9735 23655 31040 35554 36366
228 483 561 12346 16698 32688 34518 38648 41677
35 184 997 4915 7077 9878 16772 26263 27270
181 193 1255 7548 17103 34511 36590 38107 42065
697 1024 1541 2164 15638 20061 32499 32667 32732
654 968 1632 3215 4901 6286 12414 13963 29636
89 150 450 5771 10863 29809 36886 37914 42983
517 1046 1153 5458 18093 25579 31084 37779 42050
345 914 1372 4548 6720 13678 13755 15422 41938
301 518 1107 3603 6076 9265 19580 41645 42621
155 1013 1441 10166 10545 22042 30084 33026 34505
899 1308 1766 22228 24520 24589 30833 32126 37147
177 230 349 6309 9642 25713 30455 34964 40524
802 1364 1703 3573 17317 20364 22849 24265 24925
3952 10609 11011 16296 31430 39995 40207 41606 42424

16548 19896 22579 23043 23126 24141 34331 34959 37990
12197 15244 22990 23110 25507 30011 37681 38902 39432
2292 11871 15562 22304 33059 35126 39158 41206 41866
3497 7847 11510 16212 19408 26780 27967 33953 34451

3. 2. 2. 12. 1. 6 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 6-1 符号化率 7/16 符号の初期値テーブル

1433 3551 5930 8293 11715 12425 14264 17335 22718 36614 38303
894 2650 5160 5232 7528 9399 10347 24238 26882 29766 32375
1450 3997 6744 7562 15569 23016 27200 29193 32849 33254 38785
864 3803 6092 8688 10188 12474 22379 23067 27329 32483 38596
2013 3598 5353 11116 16065 30523 31706 31920 35688 36896 37067
1058 2985 6167 6222 9627 20193 20308 20842 22592 26702 38094
1148 4564 10015 10902 13059 15423 19165 20249 22138 24136 24267
653 3611 6814 8234 14859 21339 21448 24410 26141 26425 38277
342 1992 4954 5102 7780 15322 20102 22040 24154 27668 38424
2771 2837 7858 16144 20043 20758 21990 25754 32232 37322 37703
624 948 7919 10291 21186 24186 25035 25311 25665 30131 37831
438 1571 5061 16288 26760 26831 28652 30764 35086 35358 36233
3530 4053 9005 9297 18544 19579 19981 26348 34159 36716 38809
1101 3898 13807 14319 14708 17491 18247 19249 26016 29336 34927
1573 4387 7057 7652 10426 12219 14867 18658 19508 24925 33176
852 959 6340 8638 8740 17879 17993 28036 32872 33990 36190
913 3965 9852 9931 12792 13503 16904 21072 27616 29701 30144
541 4496 6682 10168 16470 28558 29133 33523 33712 35456 37857
930 1456 9624 12957 17441 20943 23911 27488 27572 28970 38385
762 3464 10205 13291 13778 21278 24444 25977 26107 28740 37946
962 2901 5701 11153 14516 18395 18421 19375 20526 29455 38178
1068 3731 5566 5690 18953 21960 23425 25481 26598 35770 38577
385 2499 14210 15434 15795 17534 26276 26999 30828 31237 31570
712 4041 6437 9346 11248 13001 19788 23997 25381 35072 37264
1541 3171 9483 9780 11542 18579 19629 26436 26510 26530 29842
2826 3355 7323 9453 11577 23289 24321 30276 31560 33505 35115
2607 4113 13679 14818 18726 19373 19484 25852 28394 29075 31499
101 3335 5484 8378 10366 11346 18498 22065 23394 24120 28534
2037 3746 8809 11429 18345 19858 20305 20657 23642 29075 32758
1342 1353 9580 11652 12352 13162 24304 25782 37628 38319 38739
4289 4537 7789 12239 12318 25144 25583 27760 29935 30001 33627
1407 2104 7593 13341 13772 15658 18768 22949 26269 35834 37053
283 3666 7953 8498 10715 15227 15344 21624 23277 23681 24658
1039 2615 8067 10524 11121 17519 17980 22329 28039 30188 31876
2853 4138 11810 11888 15736 17340 18161 21094 23337 29136 36861
732 3115 12067 19926 24457 24863 30681 30844 33326 34660 36203
1689 4238 5000 6964 13104 17145 18382 18810 21246 27798 34365
1988 4480 6362 19230 19702 20121 24061 25225 32060 33790 34882
782 3030 10663 13188 15079 24594 27063 29207 31128 32035 38604
2160 3389 8023 13978 15900 19635 20416 22839 33076 34962 38577
1639 4378 8166 8781 22347 28062 29530 30459 30907 32229 37670
1302 3700 6531 9943 20841 21722 28860 30397 30966 34328 34469
2580 3067 14591 17305 24991 27155 28129 31435 33702 34742 38176
878 2302 3513 8792 30097
27 165 1499 11445 26229
2740 3378 4070 8121 11725
464 695 2670 19972 31016
58 551 769 13142 18176
1818 2794 3077 14099 28393
649 4125 4624 29698 32032
200 2480 2912 23789 36598
212 3477 4526 10049 30926
901 2299 3757 10605 24358
321 1488 1718 24930 25738
2283 3823 3943 16768 35564
253 2932 4234 21419 29606
2701 3576 4425 9250 24023

2217 3403 4654 14977 23115
817 2872 3491 17773 23918
1783 1838 4330 11645 36545
1231 3435 4503 9035 29888
826 1836 2994 22108 22827
229 1417 2078 14324 17714
567 3244 3728 22202 33883
799 1180 1329 12496 22390
549 1311 3657 17564 35009
132 517 3180 5304 35588
2767 3953 4221 30887 34291
2242 2335 4254 31326 36839
1652 3276 4195 6960 23609
1091 1113 1669 9056 16776
2487 3652 4670 6131 34644
302 1753 3905 17009 21920
222 1322 1942 33666 36472
610 2708 4634 17641 35678
363 2202 3152 7833 27924
1851 3837 4167 25505 33398
1057 2960 3952 17247 35467
173 1598 3061 28458 36252
585 593 1049 10807 28267
122 277 2230 16115 25459
366 2458 4321 12655 13600
1611 1691 2543 18867 35201
1831 4355 4649 4774 24781
9157 18312 20409 23571 31607
14457 17051 29658 35875 37742
7110 15010 19055 36741 37883
5419 17091 17716 18981 31131
15196 21587 28478 32583 36053
17134 18820 32977 34175 36060
15599 21709 22462 28663 33979
4691 13050 23737 30447 37128
22733 24839 26808 37191 37396
8896 14951 16202 26775 29470
13355 19354 27988 36027 37312
8938 11340 12434 19496 37986
5876 25181 32766 33412 35330

3.2.2.12.1.7 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.7-1 符号化率 8/16 符号の初期値テーブル

1850 4176 4190 7294 8168 8405 9258 9710 13440 16304 16600 18184 18834 19899 22513 25068 26659 27137 27232 29186 29667 30549 31428 33634
2477 2543 5094 8081 9573 10269 11276 11439 13016 13327 16717 18042 19362 19721 20089 20425 20503 21396 24677 24722 28703 32486 32759 33630
1930 2158 2315 2683 3818 4883 5252 5505 8760 9580 11867 13117 14566 15639 17273 18820 21069 24945 25667 26785 30678 31271 33003 33244
1279 1491 2038 2347 2432 4336 4905 6588 7507 7666 8775 9172 10405 12249 12270 12373 12936 13046 13364 15130 17597 22855 27548 32895
620 1897 3775 5552 6799 7621 10167 10172 10615 11367 12093 13241 15426 16623 19467 19792 22069 22370 24472 24594 25205 25954 27800 29422
582 1618 4673 5809 6318 6883 8051 12335 12409 13176 14078 15206 17580 18624 18876 19079 20786 21177 25894 26395 27377 27757 30167 31971
1157 2189 4160 4480 5055 8961 9171 9444 10533 11581 12904 14256 14620 15773 16232 17598 19756 21134 21443 22559 23258 25137 25555 28150
987 1258 1269 2394 4859 5642 5705 6093 6408 7734 8804 10657 11946 16132 20267 25402 26505 26548 27060 29767 29780 31915 31966 33590
1010 1363 1626 5283 6356 10961 12418 14332 14362 16288 16303 16592 17096 20115 20285 20478 21774 22165 22425 23198 25048 25596 31540 32841
895 2743 2912 4971 8803 11183 14500 14617 14638 16776 17901 18622 20244 20845 22214 25676 26161 26281 29978 30392 30922 31542 32038 32443
188 260 411 2823 5512 5645 10019 11856 12671 14273 14673 16091 16169 22333 22934 22945 23542 26503 27159 27279

28277 30114 31626 32722
357 516 3530 4317 8587 9491 10348 11330 13446 14533 15423 17003 17217 19127 20088 20750 21767 22386 24021 27749 29008 29376 30329 32940
2909 3036 4875 9967 10632 12069 12410 14004 14628 15605 15852 18231 18657 19705 20620 22241 29575 29656 31246 32190 32781 33489 33842 34492
4242 5461 5577 7662 11130 13663 17240 17773 18339 19400 22905 24219 25464 25890 26359 27121 27318 27840 30800 32587 32924 33427 33940 34058
421 2222 3457 5257 5600 10147 12754 17380 18854 20333 20345 20752 24578 25196 25638 25725 25822 27610 28006 28563 29632 29973 29991 34166
41 207 1043 4650 5387 6826 7261 8687 9092 10775 11446 12596 16613 19463 20923 24155 24927 25384 26064 27377 28094 32578 32639 34115
1050 5731 15820 16281 26130 29314
5980 6161 14479 22181 22537 32924
7828 9134 11297 17143 25449 29674
8299 10457 14486 21548 22510 32039
1527 7792 10424 19166 29302 29768
5823 13974 21254 21506 25658 29491
6285 9873 12846 14474 17005 29377
1740 4929 8285 20994 32271 34522
12862 16827 22427 23369 27051 30378
4787 10372 10408 12091 20349 26162
6659 22752 24697 28261 28917 32536
6788 15367 21778 28916 30324 33927
7181 12373 21912 24703 28680 34045
2238 4945 14336 19270 29574 33459
10283 15311 17440 24599 24867 28293
324 5264 5375 6581 24348 30288
3112 7656 23825
21624 22318 22633
5284 19790 22758
2700 4039 12576
17028 17520 19579
11914 17834 33989
2199 5502 7184
22 20701 26497
5551 27014 32876
4019 26547 28521
7580 10016 33855
4328 11674 34018
8491 9956 10029
6167 11267 24914
5317 9049 29657
20717 28724 33012
16841 21647 31096
11931 16278 20287
9402 10557 11008
11826 15349 34420
14369 17031 20597
19164 27947 29775
15537 18796 33662
5404 21027 26757
6269 12671 24309
8601 29048 29262
10099 20323 21457
15952 17074 30434
7597 20987 33095
11298 24182 29217
12055 16250 16971
5350 9354 31390
8168 14168 18570
5448 13141 32381
3921 21113 28176
8756 19895 27917
9391 16617 25586
3357 18527 34238
2378 16840 28948

7470 27466 32928
8366 19376 30916
3116 7267 18016
15309 18445 21799
4731 23773 34546
260 4898 5180
8897 22266 29587
2539 23717 33142
19233 28750 29724
9937 15384 16599
10234 17089 26776
8869 9425 13658
6197 24086 31929
9237 20931 27785
10403 13822 16734
20038 21196 26868
13170 27813 28875
1110 20329 24508
11844 22662 28987
2891 2918 14512
15707 27399 34135
8687 20019 26178
6847 8903 16307
23737 23775 27776
17388 27970 31983

3.2.2.12.1.8 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.8-1 符号化率 9/16 符号の初期値テーブル

110 3064 6740 7801 10228 13445 17599 17891 17979 18044 19923 21848 23262 25585 25968 30124
1578 8914 9141 9731 10605 11690 12824 18127 18458 24648 24950 25150 26323 26514 27385 27460
3054 3640 3923 7332 10770 12215 14455 14849 15619 20870 22033 26427 28067 28560 29777 29780
1348 4248 5479 8902 9101 9356 10581 11614 12813 21554 22985 23701 24099 24575 24786 27370
3266 8358 16544 16689 16693 16823 17565 18543 19229 21121 23799 24981 25423 28997 29808 30202
320 1198 1549 5407 6080 8542 9352 12418 13391 14736 15012 18328 19398 23391 28117 28793
2114 3294 3770 5225 5556 5991 7075 7889 11145 11386 16561 18956 19034 23605 26085 27132
3623 4011 4225 5249 5489 5711 7240 9831 10458 14697 15420 16015 17782 23244 24215 24386
2624 2750 3871 8247 11135 13702 19290 22209 22975 23811 23931 24872 25154 25165 28375 30200
1060 1240 2040 2382 7723 9165 9656 10398 14517 16653 21241 22348 23476 27203 28443 28445
1070 1233 3416 6633 11736 12808 15454 16505 18720 20162 21425 21874 26069 26855 27292 27978
420 5524 10279 11218 12500 12913 15389 15824 19414 19588 21138 23846 26621 27907 28594 28781
151 1356 2323 3289 4501 10573 13667 14642 16127 17040 17475 18055 24061 26204 26567 29277
1410 3656 4080 6963 8834 10527 17490 17584 18065 19234 22211 22338 23746 24662 29863 30227
1924 2694 3285 8761 9693 11005 17592 21259 21322 21546 21555 24044 24173 26988 27640 28506
1069 6483 6554 9027 11655 12453 16595 17877 18350 18995 21304 21442 23836 25468 28820 29453
149 1621 2199 3141 8403 11974 14969 16197 18844 21027 21921 22266 22399 22691 25727 27721
3689 4839 7971 8419 10500 12308 13435 14487 16502 16622 17229 17468 22710 23904 25074 28508
1270 7007 9830 12698 14204 16075 17613 19391 21362 21726 21816 23014 23651 26419 26748 27195
96 1953 2456 2712 2809 3196 5939 10634 21828 24606 26169 26801 27391 28578 29725 30142
832 3394 4145 5375 6199 7122 7405 7706 10136 10792 15058 15860 21881 23908 25174 25837
730 1735 2917 4106 5004 5849 8194 8943 9136 17599 18456 20191 22798 27935 29559
6238 6776 6799 9142 11199 11867 15979 16830 18110 18396 21897 22590 24020 29578 29644
407 2138 4493 7979 8225 9467 11956 12940 15566 15809 16058 18211 22073 28314 28713
957 1552 1869 4388 7642 7904 13408 13453 16431 19327 21444 22188 25719 28511 29192
3617 8663 22378 28704
8598 12647 19278 22416
15176 16377 16644 22732
12463 12711 18341
11079 13446 29071
2446 4068 8542
10838 11660 27428
16403 21750 23199
9181 16572 18381
7227 18770 21858
7379 9316 16247

8923 14861 29618
6531 24652 26817
5564 8875 18025
8019 14642 21169
16683 17257 29298
4078 6023 8853
13942 15217 15501
7484 8302 27199
671 14966 20886
1240 11897 14925
12800 25474 28603
3576 5308 11168
13430 15265 18232
3439 5544 21849
3257 16996 23750
1865 14153 22669
7640 15098 17364
6137 19401 24836
5986 9035 11444
4799 20865 29150
8360 23554 29246
2002 18215 22258
9679 11951 26583
2844 12330 18156
3744 6949 14754
8262 10288 27142
1087 16563 22815
1328 13273 21749
2092 9191 28045
3250 10549 18252
13975 15172 17135
2520 26310 28787
4395 8961 26753
6413 15437 19520
5809 10936 17089
1670 13574 25125
5865 6175 21175
8391 11680 22660
5485 11743 15165
21021 21798 30209
12519 13402 26300
3472 25935 26412
3377 7398 28867
2430 24650 29426
3364 13409 22914
6838 13491 16229
18393 20764 28078
289 20279 24906
4732 6162 13569
8993 17053 29387
2210 5024 24030
21 22976 24053
12359 15499 28251
4640 11480 24391
1083 7965 16573
13116 23916 24421
10129 16284 23855
1758 3843 21163
5626 13543 26708
14918 17713 21718
13556 20450 24679
3911 16778 29952
11735 13710 22611
5347 21681 22906
6912 12045 15866
713 15429 23281

7133 17440 28982
12355 17564 28059
7658 11158 29885
17610 18755 28852
7680 16212 30111
8812 10144 15718

3. 2. 2. 12. 1. 9 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 9-1 符号化率 10/16 符号の初期値テーブル

200 588 3305 4771 6288 8400 11092 11126 14245 14255 17022 17190 19241 20350 20451 21069 25243
80 2914 4126 5426 6129 7790 9546 12909 14660 17357 18278 19612 21168 22367 23314 24801 24907
1216 2713 4897 6540 7016 7787 8321 9717 9934 12295 18749 20344 21386 21682 21735 24205 24825
6784 8163 8691 8743 10045 10319 10767 11141 11756 12004 12463 13407 14682 15458 20771 21060 22914
463 1260 1897 2128 2908 5157 7851 14177 16187 17463 18212 18221 19212 21864 24198 25318 25450
794 835 1163 4551 4597 5792 6092 7809 8576 8862 10986 12164 13053 14459 15978 23829 25072
144 4258 4342 7326 8165 9627 11432 12552 17582 17621 18145 19201 19372 19718 21036 25147 25774
617 2639 2749 2898 3414 4305 4802 6183 8551 9850 13679 20759 22501 24244 24331 24631 25587
1622 2258 4257 6069 10343 10642 11003 12520 13993 17086 18236 18522 24679 25361 25371 25595
1826 3926 5021 5905 6192 6839 7678 9136 9188 9716 10986 11191 12551 14648 16169 16234
2175 2396 2473 8548 9753 12115 12208 13469 15438 16985 19350 20424 21357 22819 22830 25671
265 397 6675 7152 8074 13030 13161 13336 15843 16917 17930 18014 18660 19218 22236 24940
5744 6883 7780 7839 8485 10016 10548 12131 12158 16211 16793 18749 20570 21757 22255 24489
2082 4768 7025 8803 10237 10932 13885 14266 14370 14982 16411 18443 18773 19570 21420 23311
1040 1376 2823 2998 3789 6636 7755 9819 13705 13868 14176 16202 16247 24943 25196 25489
223 1967 3289 4541 7420 9881 11086 12868 13550 14760 15434 18287 19098 20909 22905 25887
1906 2049 2147 2756 2845 4773 8337 8832 9363 12375 13651 16366 17546 20486 21624 22664
1619 1955 2393 3078 3208 3593 5246 8565 10956 11335 11865 14837 15006 15544 18820 22687
2086 3409 3586 4269 6587 8650 10165 11241 15624 16728 17814 18392 18667 19859 21132 25339
382 1160 1912 3700 3783 12069 14672 16842 18053 19626 20724 21244 21792 22679 23873 24517
1217 1486 5139 6774 7413 10622 11571 11697 13406 13487 20713 22436 22610 22806 23522 23632
1225 2927 6221 6247 8197 9322 11826 11948 12230 13899 15820 16791 17444 23155 24543 24650
1056 2975 6018 7698 7736 7940 11870 12964 17498 17577 19541 20124 20705 22693 23151 25627
658 790 1559 3683 6060 9059 12347 12990 13095 16317 17801 18816 20050 20979 23584 25472
1133 3343 6895 7146 7261 8340 9115 11248 14543 16030 16291 17972 22369 22479 24388 25280
1907 4021 8277 17631
7807 8063 10076 24958
5455 8638 13801 18832
15525 24030 24978
7854 21083 21197
8416 15614 24639
9382 13998 24091
1244 19468 24804
5100 14187 21263
12267 18441 22757
185 23294 23412
5136 24218 25509
6159 12323 19472
7490 9770 19813
1457 2204 4186
14200 15609 18700
4544 6337 17759
3697 13810 14537
10853 16611 23001
504 12709 23116
1338 21523 22880
1098 8530 23846
13699 19776 25783
3299 3629 16222
1821 2402 12416
11177 20793 24292
21580 24038 24094
11769 13819 13950

5388 9428 13527
20320 23996 24752
2923 14906 18768
911 10059 17607
1535 3090 22968
3398 8243 12265
9801 10001 20184
11839 15703 16757
1834 13797 14101
4469 11503 14694
4047 8684 23737
15682 21342 21898
7345 8077 22245
4108 20676 24406
8787 19625 22194
8536 15518 20879
3339 15738 19592
2916 13483 23680
3853 12107 18338
16962 21265 25429
10181 18667 25563
2867 21873 23535
8601 19728 23807
4484 17647 22060
6457 17641 23777
17432 18680 20224
3046 14453 19429
807 2064 12639
17630 20286 21847
13703 13720 24044
8382 9588 10339
18818 23311 24714
5397 13213 24988
4077 9348 21707
10628 15352 21292
1075 7625 18287
5771 20506 20926
13545 18180 21566
12022 19203 25134
86 12306 20066
7797 10752 15305
2986 4186 9128
9099 17285 24986
3530 17904 21836
2283 20216 25272
22562 24667 25143
1673 3837 5198
4188 13181 22061
17800 20341 22591
3466 4433 24958
145 7746 23940
4718 15618 19372
2735 11877 13719
3560 6483 10536
4167 7567 8558
4511 5862 16331
3268 6965 25578
5552 20627 24489
1425 2331 4414
3352 12606 19595
4653 8383 20029
9163 22097 24174
7324 16151 20228
280 4353 25404

5173 7657 25604
6910 13531 22225
18274 19994 21778

3. 2. 2. 12. 1. 10 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 10-1 符号化率 11/16 符号の初期値テーブル

983 2226 4091 5418 5824 6483 6914 8239 8364 10220 10322 15658 16928 17307 18061
1584 5655 6787 7213 7270 8585 8995 9294 9832 9982 11185 12221 12889 17573 19096
319 1077 1796 2421 6574 11763 13465 14527 15147 15218 16000 18284 20199 21095 21194
767 1018 3780 3826 4288 4855 7169 7431 9151 10097 10919 12050 13261 19816 20932
173 692 3552 5046 6523 6784 9542 10482 14658 14663 15168 16153 16410 17546 20989
2214 2286 2445 2856 3562 3615 3970 6065 7117 7989 8180 15971 20253 21312 21428
532 1361 1905 3577 5147 10409 11348 11660 15230 17283 18724 20190 20542 21159 21282
3242 5061 7587 7677 8614 8834 9130 9135 9331 13480 13544 14263 15438 20548 21174
1507 4159 4946 5215 5653 6385 7131 8049 10198 10499 12215 14105 16118 17016 21371
212 1856 1981 2056 6766 8123 10128 10957 11159 11237 12893 14064 17760 18933 19009
329 5552 5948 6484 10108 10127 10816 13210 14985 15110 15565 15969 17136 18504 20818
4753 5744 6511 7062 7355 8379 8817 13503 13650 14014 15393 15640 18127 18595 20426
1152 1707 4013 5932 8540 9077 11521 11923 11954 12529 13519 15641 16262 17874 19386
858 2355 2511 3125 5531 6472 8146 11423 11558 11760 13556 15194 20782 20988 21261
216 1722 2750 3809 6210 8233 9183 10734 11339 12321 12898 15902 17437 19085 21588
1560 1718 1757 2292 2349 3992 6943 7369 7806 10282 11373 13624 14608 17087 18011
1375 1640 2015 2539 2691 2967 4344 7125 9176 9435 12378 12520 12901 15704 18897
1703 2861 2986 3574 7208 8486 9412 9879 13027 13945 14873 15546 16516 18931 21070
309 1587 3118 5472 10035 13988 15019 15322 16373 17580 17728 18125 18872 19876 20457
984 991 1203 3159 4303 5734 8850 9626 12217 17227 17269 18695 18854 19580 19684
2429 6165 6828 7761 9761 9899 9942 10151 11198 11271 13184 14026 14560 18962 20570
876 1074 5177 5185 6415 6451 10856 11603 14590 14658 16293 17221 19273 19319 20447
557 607 2473 5002 6601 9876 10284 10809 13563 14849 15710 16798 17509 18927 21306
939 1271 3085 5054 5723 5959 7530 10912 13375 16696 18753 19673 20328 21068 21258
2802 3312 5015 6041 6943 7606 9375 12116 12868 12964 13374 13594 14978 16125 18621
3002 6512 6965 6967 8504 10777 11217 11931 12647 12686 12740 12900 12958 13870 17860
151 3874 4228 7837 10244 10589 14530 15323 16462 17711 18995 19363 19376 19540 20641
1249 2946 2959 3330 4264 7797 10652 11845 12987 15974 16536 17520 19851 20150 20172
4769 11033 14937
1431 2870 15158
9416 14905 20800
1708 9944 16952
1116 1179 20743
3665 8987 16223
655 11424 17411
42 2717 11613
2787 9015 15081
3718 7305 11822
18306 18499 18843
1208 4586 10578
9494 12676 13710
10580 15127 20614
4439 15646 19861
5255 12337 14649
2532 7552 10813
1591 7781 13020
7264 8634 17208
7462 10069 17710
1320 3382 6439
4057 9762 11401
1618 7604 19881
3858 16826 17768
6158 11759 19274
3767 11872 15137
2111 5563 16776
1888 15452 17925
2840 15375 16376
3695 11232 16970

10181 16329 17920
9743 13974 17724
29 16450 20509
2393 17877 19591
1827 15175 15366
3771 14716 18363
5585 14762 19813
7186 8104 12067
2554 12025 15873
2208 5739 6150
2816 12745 17143
9363 11582 17976
5834 8178 12517
3546 15667 19511
5211 10685 20833
3399 7774 16435
3767 4542 8775
4404 6349 19426
4812 11088 16761
5761 11289 17985
9989 11488 15986
10200 16710 20899
6970 12774 20558
1304 2495 3507
5236 7678 10437
4493 10472 19880
1883 14768 21100
352 18797 20570
1411 3221 4379
3304 11013 18382
14864 16951 18782
2887 15658 17633
7109 7383 19956
4293 12990 13934
9890 15206 15786
2987 5455 8787
5782 7137 15981
736 1961 10441
2728 11808 21305
4663 4693 13680
1965 3668 9025
818 10532 16332
7006 16717 21102
2955 15500 20140
8274 13451 19436
3604 13158 21154
5519 6531 9995
1629 17919 18532
15199 16690 16884
5177 5869 14843
5 5088 19940
16910 20686 21206
10662 11610 17578
3378 4579 12849
5947 19300 19762
2545 10686 12579
4568 10814 19032
677 18652 18992
190 11377 12987
4183 6801 20025
6944 8321 15868
3311 6049 14757
7155 11435 16353
4778 5674 15973
1889 3361 7563
467 5999 10103

7613 11096 19536
2244 4442 6000
9055 13516 15414
4831 6111 10744
3792 8258 15106
6990 9168 17589
7920 11548 20786
10533 14361 19577

3. 2. 2. 12. 1. 11 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 11-1 符号化率 12/16 符号の初期値テーブル

1507 1536 2244 4721 6374 7839 11001 12684 13196 13602 14245 14383 14398 16182 17248
623 696 1186 1370 4409 5237 5911 8278 9539 12139 12810 13422 15525 16232 16252
530 1953 3745 5512 6676 9069 9433 10683 11530 12263 12519 14931 15326 15581 16208
273 685 3132 5872 6388 7149 7316 7367 9041 11102 11211 12059 15189 15973 16435
814 1297 1896 6018 7801 8810 9701 9992 10314 13618 13771 14934 15198 16340 16742
58 803 2553 3967 6032 8374 9168 10047 10073 10909 12701 12748 13543 14111 17043
1082 1577 2108 2344 5035 5051 10038 10356 12156 12308 13815 15453 15830 16305 17234
1882 3731 5182 5554 6330 6605 7126 10195 10508 12151 12191 12241 12288 13755 16472
85 604 1278 3768 4831 6820 9471 10773 10873 12785 12973 13623 14562 14697 16811
928 1864 6027 7023 7644 8279 8580 9221 9417 9883 12032 12483 12734 14335 15842
2104 2752 4530 4820 5662 9197 9464 9972 10057 11079 12408 13005 13684 15507 16295
82 752 3374 4026 7265 8112 12236 12434 12460 13110 13495 15110 15299 15359 17221
1137 1411 1546 1614 1835 6053 6151 8618 9059 14057 14941 15670 16321 16965
447 1960 2369 2861 3047 3508 4077 4358 4370 5806 12517 13658 14371 14749
420 981 1657 2313 3353 4699 5094 5184 10076 10530 11521 13040 15960 16853
3572 3851 3870 5218 6400 6780 9167 9603 10328 10543 12892 13722 16910 16929
203 2588 4522 4692 5399 6840 7417 8896 9045 9188 10390 12507 12615 16386
543 1262 2536 4358 7658 7714 9392 11079 12283 12694 14734 16195 16317 16751
905 1059 3393 4347 4554 4758 5568 8652 9991 10717 10975 11146 12824 16373
1229 2308 4876 5329 5424 5906 6227 6667 7141 7697 12055 12969 13582 16638
697 1864 2560 4190 5097 5288 6565 9150 9282 9519 10727 12492 13292 16924
363 3152 3715 3722 4582 5050 8399 9413 9851 10305 12116 13471 15318 16018
338 2342 2404 4733 6189 6792 7251 7921 8509 8579 8729 11921 12900 15546
1630 1867 2018 3038 3202 6364 7648 8692 9496 9705 10433 13508 14583 16341
1041 2754 3015 3427 3512 4351 5174 6539 8100 8639 9912 11911 12666 14187
1134 1619 4758 5545 6842 7045 8421 10373 10390 12672 13484 15178 16697 16727
589 652 1174 2157 3951 4733 5278 5859 7619 9488 11665 12335 15516 16024
1457 1832 2525 3690 5093 6000 6276 7974 8652 9759 10434 15025 15267 16448
932 3328 3349 3511 4776 6266 6711 7761 8674 9748 11167 12134 12942 14354
1939 1979 3141 4238 6715 7148 7673 12025 12455 14829 14989 15081 16491 17242
1363 2451
1953 10230
6218 7655
9302 15856
10461 10503
9005 16075
878 14223 15181
3535 5327 14405
8116 8396 9828
2864 6306 14832
24 11009 16377
7064 11014 16139
4318 8353 14997
583 5626 10217
11196 13669 16585
6123 7518 9304
2258 8250 12082
7564 14195 15236
10104 10233 13778
2044 7801 11705
10906 11443 13227
1592 7853 14796
3054 8887 13077
6486 7003 9238
424 9055 13390

618 4077 11120
11159 13405 16070
2927 8689 17210
723 5842 12062
4817 9269 10820
208 6947 12903
2987 10116 11520
3522 6321 15637
148 3087 12764
262 1613 14121
7236 10798 11759
3193 4958 11292
7537 12439 15202
8000 9580 17269
9665 9691 15654
5946 14246 16040
4283 8145 10944
1082 1829 11267
1272 6119 13182
20 11943 14128
4591 8403 16530
2212 13724 13933
2079 10365 14633
1269 11307 16370
2467 4744 10714
6256 7915 9724
8799 11433 16880
459 6799 10102
3795 6930 13350
1295 13018 14967
3542 7310 10974
6905 15080 16105
2673 3143 12349
4698 4801 14770
7512 15844 15965
3276 4069 10099
1893 4676 6679
1985 7244 10163
6333 12760 12912
852 5954 11771
6958 9242 10613
5651 10089 12309
4124 7455 13224
503 6787 10720
10594 12717 14007
4501 5311 8067
4507 5620 13932
9133 11025 13866
5021 16201 16217
6166 7438 17185
1324 5671 11586
2266 6335 7716
512 9515 11595
869 6096 13886
10049 12536 14474
470 8286 8306
1268 5478 6424
8178 8817 14506
11460 15128 16761
6364 10121 16806
9347 15211 16915
1587 3591 15546
17 4132 17071
1677 8810 15764
3862 7633 13685
3855 11931 12792
2652 13909 17080
5581 13919 16126
7129 8976 11152

6662 7845 13424
9751 9965 13847
3662 9308 9534
4283 7474 7682
2418 8774 13433
508 3864 6859
12098 13920 15326
1129 3271 16892
5072 8819 10323
4749 4984 6390
212 13603 14893
4966 8895 9320
1012 3677 5711
6654 9969 15178
4596 5147 5905
1541 4149 15594
8005 8604 15147
2519 10882 11961
190 8417 13600
3543 4639 14618

3. 2. 2. 12. 1. 12 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

表 3. 2. 2. 12. 1. 12-1 符号化率 13/16 符号の初期値テーブル

1031 4123 6253 6610 8007 8656 9181 9404 9596 11501 11654 11710 11994 12177
399 553 1442 2820 4402 4823 5011 5493 7070 8340 8500 9054 11201 11387
201 607 1428 2354 5358 5524 6617 6785 7708 10220 11970 12268 12339 12537
36 992 1930 4525 5837 6283 6887 7284 7489 7550 10329 11202 11399 12795
589 1564 1747 2960 3833 4502 7491 7746 8196 9567 9574 10187 10591 12947
804 1177 1414 3765 4745 7594 9126 9230 9251 10299 10336 11563 11844 12209
2774 2830 3918 4148 4963 5356 7125 7645 7868 8137 9119 9189 9206 12363
59 448 947 3622 5139 8115 9364 9548 9609 9750 10212 10937 11044 12668
715 1352 4538 5277 5729 6210 6418 6938 7090 7109 7386 9012 10737 11893
1583 2059 3398 3619 4277 6896 7484 7525 8284 9318 9817 10227 11636 12204
53 549 3010 5441 6090 9175 9336 9358 9839 10117 11307 11467 11507 12902
861 1054 1177 1201 1383 2538 4563 6451 6800 10540 11222 11757 12240 12732
330 1450 1798 2301 2652 3038 3187 3277 4324 4610 9395 10240 10796 11100
316 751 1226 1746 2124 2505 3497 3833 3891 7551 8696 9763 11978 12661
2677 2888 2904 3923 4804 5105 6855 7222 7893 7907 9674 10274 12683 12702
173 3397 3520 5131 5560 6666 6783 6893 7742 7842 9364 9442 12287
421 943 1893 1920 3273 4052 5758 5787 7043 11051 12141 12209 12500
679 792 2543 3243 3385 3576 4190 7501 8233 8302 9212 9522 12286
911 3651 4023 4462 4650 5336 5762 6506 8050 8381 9636 9724 12486
1373 1728 1911 4101 4913 5003 6859 7137 8035 9056 9378 9937 10184
515 2357 2779 2797 3163 3845 3976 6969 7704 9104 10102 11507 12700
270 1744 1804 3432 3782 4643 5946 6279 6549 7064 7393 11659 12002
261 1517 2269 3554 4762 5103 5460 6429 6464 8962 9651 10927 12268
782 1217 1395 2383 5754 6060 6540 7109 7286 7438 7846 9488 10119
2070 2247 2589 2644 3270 3875 4901 6475 8953 10090 10629 12496 12547
863 1190 1609 2971 3564 4148 5123 5262 6301 7797 7804 9517 11408
449 488 865 3549 3939 4410 4500 5700 7120 8778 9223 11660 12021
1107 1408 1883 2752 3818 4714 5979 6485 7314 7821 11290 11472 12325
713 2492 2507 2641 3576 4711 5021 5831 7334 8362 9094 9690 10778
1487 2344 5035 5336 5727 6495 9009 9345 11090 11261 11314 12383 12944
1038 1463 1472 2944 3202 5742 5793 6972 7853 8919 9808 10549 12619
134 957 2018 2140 2629 3884 5821 7319 8676 10305 10670 12031 12588
5294 9842
4396 6648
2863 5308
10467 11711
3412 6909
450 3919
5639 9801
298 4323
397 10223
4424 9051

2038 2376
5889 11321 12500
3590 4081 12684
3485 4016 9826
6 2869 8310
5983 9818 10877
2282 9346 11477
4931 6135 10473
300 2901 9937
3185 5215 7479
472 5845 5915
2476 7687 11934
3279 8782 11527
4350 7138 7144
7454 7818 8253
1391 8717 8844
1940 4736 10556
5471 7344 8089
9157 10640 11919
1343 5402 12724
2581 4118 8142
5165 9328 11386
7222 7262 12955
6711 11224 11737
401 3195 11940
6114 6969 8208
1402 7917 9738
965 7700 10139
3428 5767 12000
3501 7052 8803
1447 10504 10961
1870 1914 7762
613 2063 10520
3561 6480 10466
3389 3887 10110
995 1104 1640
1492 4122 7572
3243 9765 12415
7297 11200 11533
1959 10325 11306
1675 5313 11475
3621 4658 12790
4208 5650 8687
2467 7691 11886
3039 3190 5017
866 1375 2272
4374 6453 8228
2763 4668 4749
640 1346 6924
6588 6983 10075
3389 9260 12508
89 5799 9973
1290 2978 8038
317 742 8017
5378 5618 6586
3369 3827 4536
1000 10436 12288
3762 11384 11897
848 874 8968
1001 4751 12066
1788 6685 12397
5721 8247 9005
649 7547 9837
2263 9415 10862
3954 4111 7767
952 4393 5523

8132 8580 10906
4191 9677 12585
1071 10601 11106
3069 6943 11015
5555 8088 9537
85 2810 3100
1249 8418 8684
2743 12099 12686
2908 3691 9890
10172 10409 11615
8358 10584 12082
4902 6310 8368
4976 10047 11299
7325 8228 11092
4942 6974 8533
5782 9780 9869
15 4728 10395
369 1900 11517
3796 7434 9085
2473 9813 12636
1472 3557 6607
174 3715 4811
6263 6694 8114
4538 6635 9101
3199 8348 10057
6176 7498 7937
1837 3382 5688
8897 11342 11680
455 6465 7428
1900 3666 8968
3481 6308 10199
159 2654 12150
5602 6695 12897
3309 4899 6415
6 99 7615
1722 6386 11112
5090 8873 10718
4164 6731 12121
367 846 7678
222 6050 12711
3154 7149 7557
1556 4667 7990
2536 9712 9932
4104 7040 9983
6365 11604 12457
3393 10323 10743
724 2237 5455
108 05 6151

3.2.2.12.1.13 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

表 3.2.2.12.1.13-1 符号化率 14/16 符号の初期値テーブル

387 648 945 3023 3889 4856 5002 5167 6868 7477 7590 8165 8354
42 406 1279 1968 3016 4196 4599 4996 5019 6350 6785 7051 8529
534 784 1034 1160 2530 5033 5171 5469 6167 6372 6913 7718 8621
944 2506 2806 3149 3559 5101 6076 6083 6092 6147 6866 7908 8155
308 1869 1888 2569 3297 4742 5232 5442 6135 6814 7284 8238 8405
34 464 667 899 2421 3425 5382 6258 6373 6399 6489 7367 7922
2276 3014 3525 3829 4135 4276 4611 4733 4738 4956 6025 7152 8155
1047 1370 2406 2819 4600 4991 5017 5590 6199 6483 6556 6834 7760
66 380 2033 3698 4068 6096 6223 6238 6757 7541 7641 7677 8595
562 697 782 808 921 1703 3032 4300 7027 7481 7839 8160 8526
236 962 1557 2023 2135 2190 2892 3072 4523 6254 6838 7209 7381
196 1167 1179 1426 1675 1763 2345 2560 2613 5024 5761 6522 7973
512 822 1778 1924 2610 3445 4570 4805 5263 5299 8439 8448 8464

1923 2270 3204 3698 4456 4522 4601 5161 5207 6260 6310 6441 6851
104 281 622 1276 2172 2334 2731 3417 3854 4698 8095 8195 8333
451 528 1269 2169 2274 2393 3853 5002 5543 6121 6351 7364 8139
1685 2675 2790 2953 3103 3560 4336 5372 5495 5568 6429 6492 8206
604 1190 1279 2427 2714 3283 3312 3855 4566 6045 6664 6788 8317
338 917 1873 2102 2561 2655 4635 4765 5370 6249 6724 7668 8456
184 1166 1583 1859 2376 2521 3093 4181 4713 4926 5146 6070 8004
175 1227 2367 3402 3628 3982 4265 4282 4355 5972 6434 7280 7765
801 922 1029 1531 1606 3170 3824 4358 4732 4849 5225 6759 8183
509 1507 1704 1765 2183 2574 3271 4050 4299 4964 5968 6324 7091
567 795 1376 2390 2767 3424 5195 6355 6726 7607 8346 8352
308 1060 1973 2364 2937 3526 4221 4745 5185 5845 6146 7762
323 590 732 917 2636 3008 3792 3990 4322 4893 5211 8014
471 1249 1674 1841 2567 3124 3130 4885 5575 7521 7648 8227
1582 1669 1772 2386 3340 3387 3881 4322 6018 6055 6488 7177
976 1003 2127 3575 3816 6225 7404 7499 7542 8237 8421 8630
675 961 1957 3825 3858 4646 5248 5801 5940 6533 7040 8037
79 639 1363 1436 1763 2570 3874 4876 6870 6886 7104 8399
20 297 1330 2264 3287 3534 4441 4746 6569 6971 6976 8179
482 1125 1589 2892 3759 3871 4635 6038 6214 6796 6816 7621
1127 3336 3867 3929 4269 4794 5054 5842 6471 6547 7039 8560
217 1521
1983 8283
3731 4402
208 6703
242 4988
4170 5038
4108 8035
3301 8543
3168 8249
5028 5838
3470 8597
2901 5264
2505 4505
934 5117
1712 5819
3165 7273
3274 6115
4576 6330 7327
5380 6732 8439
2474 3723 7782
384 2783 5846
1453 4436 6625
3220 4261 4835
163 3117 7554
502 2119 4059
2200 4263 4930
2378 6294 7713
743 5501 6809
1364 6062 7808
4680 6468 7895
3469 3602 7304
1609 5386 5647
267 2921 3206
2565 3020 6269
1651 5224 5718
1128 5058 8579
286 3396 7660
1497 5171 6519
1894 6349 7924
1306 7744 8083
3096 3438 3836
2556 7409 8570
3273 4245 7935
1633 2023 3125
584 4914 6062

2015 2915 3435
1457 6366 6461
23 3576 8132
5322 6300 6520
5715 7113 7822
2044 5053 6607
63 5432 7850
5353 6355 8637
346 590 2648
4780 5997 6991
2556 2583 6537
661 2497 8350
7610 8307 8441
671 860 5986
1133 3158 5891
4360 5802 6547
4782 5688 6955
447 5030 6268
1501 5163 7232
1133 2743 3214
959 4100 7554
5712 7643 8385
1442 3180 8008
697 3078 8421
137 922 5123
597 2879 6340
824 2071 7882
1827 4411 5941
3846 5970 6398
1561 1580 7668
4335 6936 8042
4504 5309 6737
1846 3273 3333
272 4885 6718
1835 4761 6931
2141 3760 5129
3975 5012 6504
1258 2822 6030
242 4947 7668
559 6100 8425
1655 1962 4401
2369 2476 2765
114 156 3195
1651 4154 4448
4669 6064 7317
4988 5567 6697
2963 5578 5679
2064 2286 7790
289 4639 7582
1258 4312 5340
2428 4219 7268
1752 2321 6806
118 7302 8603
4170 4280 4445
2207 5067 7257
2 55 7413
1141 4791 7149
3407 5649 8075
2773 3198 3720
6970 7222 8633
2498 4764 5281
1048 2093 5031
2500 2851 8396
1694 3795 6666
2565 3343 4688
4228 4374 5947

2267 6745 7172
175 2662 3926
90 1517 6056
4069 5439 7648
1679 3394 4707
2136 4553 8265
482 2100 2302
3306 3729 8063
5263 7710 8240
1001 1335 4500
576 6736 7250
181 3601 3755
5899 7515 7714
1181 5332 7197
542 1150 1196
1386 2156 5873
656 3019 3213
263 1117 5957
4495 5904 6462
2547 2786 4215
4954 5848 6225
940 4478 7633
2124 3347 7069

3.2.2.12.2 グループワイズインターリーブ (Normal 符号)

グループワイズインターリーブ用のテーブルを表 3.2.2.12.2.1.1-1～表 3.2.2.12.2.2.5-1 に示す。

3.2.2.12.2.1 UC

3.2.2.12.2.1.1 QPSK 用のテーブル

表 3.2.2.12.2.1.1-1 QPSK 用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	61	34	19	99	8	191	142	0	28	0	170	0	101
1	174	148	150	59	96	12	64	1	130	1	114	1	151
2	188	1	132	95	33	188	171	2	35	2	164	2	138
3	71	81	162	50	136	158	48	3	98	3	106	3	135
4	82	29	61	122	55	173	177	4	180	4	0	4	116
5	17	78	147	15	111	48	24	5	119	5	188	5	152
6	4	8	43	144	66	75	6	6	183	6	105	6	86
7	179	112	86	6	162	146	84	7	60	7	45	7	118
8	139	33	16	129	51	113	12	8	128	8	143	8	24
9	66	12	118	36	21	15	187	9	14	9	149	9	169
10	44	31	42	175	12	51	44	10	134	10	175	10	40
11	99	107	119	159	160	119	120	11	2	11	115	11	186
12	178	24	27	165	81	132	11	12	75	12	102	12	89
13	33	57	46	35	161	161	33	13	148	13	107	13	95
14	1	28	87	182	28	91	188	14	190	14	79	14	80
15	149	92	151	181	44	189	126	15	122	15	100	15	168
16	28	27	32	189	38	142	25	16	43	16	174	16	133
17	115	111	187	29	133	93	136	17	173	17	147	17	108
18	46	30	115	2	132	120	180	18	187	18	25	18	142
19	68	122	152	115	163	29	156	19	87	19	162	19	8
20	112	36	15	91	68	156	49	20	186	20	19	20	124
21	104	173	116	41	91	101	61	21	54	21	75	21	159
22	159	32	78	60	30	100	73	22	29	22	23	22	38
23	155	124	188	160	9	22	116	23	53	23	110	23	122

24	51	6	114	51	17	165	70	24	102	24	14	24	184
25	108	144	66	106	71	65	119	25	165	25	84	25	177
26	101	187	20	168	141	98	105	26	146	26	145	26	66
27	182	145	65	173	82	153	87	27	112	27	57	27	44
28	95	106	161	20	78	127	138	28	11	28	161	28	31
29	90	168	17	138	50	74	14	29	101	29	66	29	79
30	56	67	133	183	26	39	181	30	16	30	154	30	2
31	83	117	23	70	105	80	21	31	34	31	31	31	59
32	185	181	166	24	1	38	67	32	65	32	11	32	29
33	126	60	104	127	125	130	161	33	181	33	82	33	120
34	181	11	101	47	155	148	128	34	42	34	17	34	148
35	135	42	92	5	31	81	27	35	46	35	16	35	50
36	171	99	137	119	139	13	68	36	85	36	24	36	105
37	9	7	163	171	182	24	7	37	151	37	136	37	46
38	42	44	121	102	41	125	42	38	188	38	191	38	32
39	189	89	174	135	144	0	45	39	153	39	182	39	54
40	59	143	167	116	88	174	9	40	103	40	88	40	112
41	118	178	105	156	103	140	26	41	13	41	173	41	178
42	41	40	172	120	170	124	123	42	170	42	62	42	85
43	5	82	82	105	126	5	175	43	1	43	47	43	117
44	137	136	33	117	177	68	117	44	133	44	90	44	63
45	34	76	160	136	0	3	5	45	168	45	29	45	126
46	88	79	34	149	190	104	140	46	97	46	74	46	125
47	0	70	57	128	83	136	160	47	143	47	125	47	14
48	81	0	177	85	98	63	190	48	99	48	10	48	33
49	18	174	12	46	4	162	127	49	189	49	86	49	127
50	21	35	58	186	127	106	113	50	57	50	116	50	90
51	123	131	135	113	152	8	183	51	125	51	148	51	181
52	144	39	91	73	43	25	94	52	25	52	36	52	56
53	168	61	127	103	25	182	30	53	69	53	97	53	154
54	86	98	52	52	119	178	125	54	20	54	137	54	74
55	50	53	7	82	64	90	89	55	124	55	69	55	104
56	22	150	81	89	151	96	88	56	90	56	111	56	64
57	151	86	107	184	40	79	69	57	58	57	32	57	185
58	37	14	185	22	36	168	135	58	109	58	138	58	162
59	89	10	170	185	110	172	186	59	100	59	64	59	68
60	121	180	51	155	113	128	103	60	88	60	68	60	72
61	13	189	99	125	37	64	86	61	6	61	3	61	83
62	148	165	191	133	117	69	137	62	31	62	41	62	121
63	153	190	38	37	13	102	149	63	149	63	43	63	91
64	74	126	83	27	63	45	43	64	64	64	185	64	42
65	177	121	186	10	171	66	182	65	175	65	146	65	145
66	150	157	97	137	67	86	66	66	24	66	101	66	94
67	161	55	69	76	87	155	144	67	23	67	56	67	150
68	120	87	4	12	104	163	100	68	62	68	120	68	21
69	25	52	31	98	172	6	31	69	129	69	109	69	189
70	27	167	143	148	116	152	166	70	77	70	37	70	71
71	65	41	37	109	19	164	53	71	117	71	21	71	170
72	114	9	173	42	34	108	76	72	104	72	22	72	149
73	72	156	49	16	121	9	83	73	84	73	99	73	5
74	73	72	70	190	150	111	110	74	152	74	83	74	119
75	64	68	77	84	143	16	124	75	160	75	158	75	102
76	140	100	63	94	102	177	77	76	172	76	39	76	16
77	160	130	179	97	14	53	0	77	158	77	127	77	99
78	85	43	90	25	75	94	114	78	52	78	190	78	28
79	96	141	142	11	158	85	179	79	68	79	28	79	25
80	164	97	55	88	106	72	146	80	15	80	141	80	26
81	15	123	3	166	24	32	91	81	162	81	165	81	171
82	119	140	60	131	73	147	176	82	40	82	157	82	129
83	191	172	155	48	159	184	78	83	135	83	51	83	153
84	169	108	88	161	109	117	172	84	191	84	177	84	191

85	180	186	35	65	129	30	178	85	142	85	159	85	36
86	128	139	96	9	93	54	35	86	41	86	184	86	19
87	146	160	79	8	187	34	57	87	161	87	124	87	48
88	58	102	80	58	46	70	132	88	32	88	55	88	161
89	8	49	138	56	112	149	145	89	92	89	129	89	27
90	36	134	182	124	134	157	32	90	113	90	130	90	58
91	186	23	149	68	76	109	79	91	78	91	189	91	81
92	100	46	128	54	42	73	85	92	94	92	94	92	37
93	26	185	21	3	84	41	29	93	178	93	8	93	188
94	54	38	153	169	168	131	52	94	144	94	123	94	103
95	116	21	95	146	94	187	108	95	138	95	65	95	62
96	105	135	136	87	16	185	133	96	3	96	142	96	53
97	39	83	75	108	157	18	164	97	118	97	81	97	13
98	62	155	30	110	97	4	155	98	72	98	77	98	167
99	70	153	64	121	167	150	60	99	106	99	2	99	183
100	60	162	59	163	70	92	104	100	120	100	171	100	47
101	47	64	154	57	15	143	131	101	123	101	155	101	69
102	67	103	106	90	62	14	58	102	10	102	85	102	164
103	31	77	120	100	107	115	157	103	145	103	166	103	163
104	63	158	113	66	130	20	38	104	86	104	15	104	60
105	77	166	139	49	39	50	129	105	167	105	4	105	146
106	158	54	28	61	54	26	82	106	141	106	48	106	10
107	23	58	14	178	6	83	20	107	147	107	44	107	157
108	131	47	74	18	18	36	81	108	166	108	181	108	75
109	76	149	2	7	176	58	134	109	63	109	160	109	166
110	75	4	72	28	92	169	3	110	12	110	27	110	97
111	154	50	1	67	22	107	153	111	159	111	167	111	179
112	91	15	125	13	89	129	95	112	45	112	117	112	176
113	172	151	6	32	72	121	163	113	156	113	163	113	9
114	97	62	84	34	183	43	34	114	56	114	40	114	6
115	163	101	169	86	79	103	121	115	79	115	168	115	82
116	125	25	93	153	147	21	75	116	27	116	71	116	76
117	157	75	67	112	95	139	39	117	61	117	46	117	144
118	6	176	183	63	188	52	46	118	157	118	58	118	49
119	170	137	181	43	52	167	19	119	83	119	98	119	0
120	103	56	50	164	123	19	2	120	81	120	139	120	52
121	143	154	140	132	149	2	71	121	44	121	50	121	155
122	133	175	71	118	60	40	97	122	30	122	76	122	55
123	7	65	165	93	186	116	165	123	139	123	93	123	84
124	113	18	159	38	122	181	13	124	185	124	78	124	182
125	129	147	189	39	128	61	102	125	184	125	178	125	73
126	145	142	145	17	146	141	4	126	0	126	6	126	130
127	49	171	29	154	35	17	92	127	150	127	33	127	70
128	93	66	108	170	77	33	141	128	115	128	60	128	87
129	147	118	117	81	131	11	154	129	121	129	42	129	180
130	80	48	102	141	48	135	17	130	38	130	133	130	77
131	92	26	109	191	29	1	63	131	5	131	153	131	147
132	102	177	171	152	100	37	107	132	95	132	134	132	96
133	166	114	56	111	137	123	99	133	140	133	150	133	134
134	184	71	190	188	90	180	98	134	7	134	176	134	140
135	19	110	180	147	69	137	130	135	37	135	186	135	3
136	132	182	54	180	148	77	147	136	76	136	135	136	65
137	29	13	0	75	181	166	143	137	137	137	35	137	39
138	130	169	164	72	153	183	122	138	169	138	38	138	110
139	156	69	73	26	27	82	150	139	89	139	34	139	12
140	10	96	131	177	165	23	118	140	171	140	80	140	141
141	53	127	157	126	45	56	72	141	47	141	121	141	115
142	175	105	26	179	189	88	112	142	26	142	156	142	114
143	167	184	41	55	86	67	41	143	19	143	61	143	139
144	165	93	111	1	74	176	28	144	136	144	5	144	23
145	43	164	45	143	11	76	54	145	131	145	180	145	45

146	122	170	36	45	120	35	115	146	179	146	73	146	156
147	35	73	94	21	53	71	170	147	22	147	132	147	4
148	98	20	9	40	156	105	173	148	174	148	128	148	1
149	45	152	141	123	57	87	15	149	164	149	92	149	158
150	94	84	103	23	32	78	101	150	114	150	59	150	109
151	142	85	123	162	175	171	16	151	108	151	70	151	107
152	79	159	184	77	85	55	185	152	71	152	118	152	61
153	127	59	158	62	180	62	47	153	105	153	30	153	131
154	117	179	62	134	142	44	111	154	163	154	13	154	34
155	190	90	22	158	178	57	90	155	96	155	172	155	123
156	87	161	13	176	191	97	55	156	9	156	131	156	143
157	124	120	18	31	5	122	36	157	110	157	95	157	92
158	24	109	8	69	56	112	189	158	50	158	140	158	7
159	173	138	176	114	138	59	40	159	55	159	1	159	98
160	30	94	130	142	135	27	106	160	91	160	152	160	136
161	57	128	44	19	124	99	174	161	49	161	113	161	57
162	111	88	85	96	179	84	169	162	21	162	119	162	190
163	134	37	168	101	20	10	56	163	67	163	89	163	132
164	16	115	146	71	114	134	151	164	126	164	183	164	174
165	11	22	48	30	10	42	18	165	80	165	9	165	20
166	141	51	76	140	108	118	152	166	59	166	67	166	18
167	107	129	178	187	115	144	167	167	66	167	103	167	165
168	40	3	122	92	184	49	59	168	177	168	52	168	51
169	69	80	129	80	7	28	8	169	111	169	87	169	43
170	110	163	68	79	80	126	1	170	93	170	122	170	35
171	109	74	124	0	145	95	22	171	154	171	54	171	88
172	78	116	112	104	173	7	148	172	73	172	63	172	15
173	12	125	25	53	99	110	162	173	74	173	179	173	41
174	187	19	156	145	164	186	37	174	39	174	18	174	173
175	20	95	11	139	166	114	96	175	116	175	112	175	128
176	32	132	89	14	47	151	168	176	82	176	96	176	172
177	106	16	110	33	174	145	50	177	18	177	151	177	22
178	14	91	98	74	2	175	80	178	107	178	108	178	17
179	48	104	126	157	185	138	109	179	51	179	187	179	67
180	38	188	40	150	65	133	139	180	4	180	20	180	160
181	183	183	24	44	3	31	62	181	48	181	12	181	100
182	152	2	100	172	58	179	10	182	8	182	49	182	78
183	52	113	5	151	49	89	93	183	132	183	7	183	187
184	176	146	47	64	59	46	159	184	176	184	169	184	137
185	55	17	148	78	101	160	23	185	17	185	91	185	113
186	3	63	144	130	140	170	51	186	33	186	144	186	106
187	2	45	175	83	118	60	191	187	127	187	26	187	93
188	162	119	39	167	169	154	65	188	70	188	72	188	111
189	136	5	134	4	154	159	158	189	182	189	126	189	175
190	138	191	53	107	61	47	184	190	155	190	104	190	11
191	84	133	10	174	23	190	74	191	36	191	53	191	30

3.2.2.12.2.1.2 16QAM用のテーブル

表 3.2.2.12.2.1.2-1 16QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	135	133	111	1	7	56	124	155	85	152	132	140	124	
1	96	69	12	182	129	85	153	188	130	87	104	8	153	
2	68	28	128	125	12	9	30	123	97	170	56	176	30	
3	188	111	16	0	138	118	150	132	78	33	148	13	150	
4	29	127	96	121	79	38	137	15	36	48	84	41	137	
5	55	5	24	47	126	182	65	79	101	95	176	165	65	
6	0	97	14	63	96	80	59	59	119	2	154	27	59	
7	45	42	23	154	82	116	178	119	169	184	189	109	178	

8	122	9	37	76	31	96	131	66	112	145	106	121	131
9	117	160	121	99	124	47	104	68	76	51	96	153	104
10	143	139	21	82	58	69	40	41	94	94	147	58	40
11	190	135	167	163	135	176	4	175	175	164	10	181	4
12	98	138	61	102	125	49	74	184	20	38	8	143	74
13	41	130	29	166	43	180	33	78	99	90	60	164	33
14	146	86	117	28	76	8	163	142	21	158	125	103	163
15	187	94	126	189	29	72	19	32	138	70	101	115	19
16	99	75	123	56	118	44	82	54	38	124	41	91	82
17	31	15	45	67	137	154	130	111	1	128	6	66	130
18	169	21	122	54	50	177	97	139	122	66	120	60	97
19	95	73	148	39	32	101	108	134	47	111	54	189	108
20	23	89	79	40	123	35	71	95	53	79	66	101	71
21	65	59	106	185	171	125	107	34	148	42	82	4	107
22	74	76	94	184	88	17	164	161	104	45	17	14	164
23	128	17	161	65	68	34	58	150	73	141	45	102	58
24	141	64	5	179	117	121	17	58	33	83	135	45	17
25	59	152	26	4	52	37	114	141	86	73	150	124	114
26	47	55	151	91	149	170	7	74	93	57	70	104	7
27	163	106	91	87	46	174	90	112	151	119	133	159	90
28	27	34	72	137	26	78	11	121	34	20	109	130	11
29	119	2	42	170	143	4	149	99	158	67	35	133	149
30	48	163	186	98	11	27	38	178	189	31	131	135	38
31	26	187	137	71	95	10	142	179	115	179	88	77	142
32	83	170	76	169	101	65	111	57	95	123	13	25	111
33	3	52	15	49	161	6	42	90	69	183	124	59	42
34	8	1	149	73	74	25	68	80	13	26	9	180	68
35	81	174	13	37	169	15	37	21	188	188	175	141	37
36	24	45	1	11	67	33	94	11	9	15	23	144	94
37	102	99	166	143	54	169	48	29	44	163	166	62	48
38	107	57	69	150	141	188	36	67	117	1	18	114	36
39	93	105	145	123	110	46	62	104	125	133	156	182	62
40	69	4	49	93	130	93	20	52	108	105	30	134	20
41	86	35	85	62	13	36	172	87	32	72	24	148	172
42	170	119	158	3	65	129	45	38	37	81	85	11	45
43	158	31	157	50	1	152	157	81	105	153	113	20	157
44	125	114	110	26	107	59	35	181	70	69	14	125	35
45	92	155	107	140	81	167	41	160	48	182	110	83	41
46	89	67	105	178	100	122	115	176	3	101	50	162	115
47	136	156	47	95	165	184	70	16	191	180	157	75	70
48	91	8	48	183	78	54	118	71	110	185	62	126	118
49	166	88	11	33	150	148	78	13	111	190	58	67	78
50	73	103	82	21	86	42	76	186	166	77	63	9	76
51	88	172	3	53	48	40	160	171	26	6	107	178	160
52	112	149	27	112	24	134	101	9	40	127	39	171	101
53	50	58	7	128	106	189	128	170	24	138	163	152	128
54	137	166	179	118	30	28	50	2	57	75	12	166	50
55	82	37	35	120	170	87	179	177	139	59	187	69	179
56	71	164	95	106	17	70	53	0	56	24	47	174	53
57	44	189	90	139	80	144	92	88	55	175	145	15	92
58	56	71	97	32	187	161	75	149	5	30	36	80	75
59	43	30	63	130	62	185	147	190	159	186	46	168	147
60	49	72	75	173	133	29	138	69	141	139	21	131	138
61	80	148	173	132	51	173	55	33	137	56	78	95	55
62	18	38	130	156	89	166	6	183	51	100	149	56	6
63	35	98	124	119	103	146	123	146	123	176	75	48	123
64	75	176	125	83	93	67	57	61	135	147	3	63	57
65	53	185	83	176	10	57	117	117	61	189	172	82	117
66	174	182	154	159	37	187	27	113	165	116	153	147	27
67	177	134	60	13	148	76	81	6	92	131	115	51	81
68	20	95	92	145	73	19	105	96	19	25	92	108	105

69	90	173	160	36	71	71	8	120	89	5	74	52	8
70	38	78	39	30	120	50	173	162	116	16	185	30	173
71	111	48	8	113	180	158	1	23	102	117	34	139	1
72	84	96	87	2	92	94	86	53	39	74	105	22	86
73	15	26	34	41	140	24	146	140	43	50	20	37	146
74	13	151	0	147	179	43	177	91	170	171	22	173	177
75	9	167	120	174	121	133	132	128	187	114	80	112	132
76	131	159	28	94	131	98	129	46	66	76	76	191	129
77	161	175	144	88	14	149	23	93	60	44	136	98	23
78	173	74	102	92	159	119	100	174	177	107	138	116	100
79	147	53	172	60	9	61	73	126	28	135	127	149	73
80	21	162	93	165	56	90	28	159	79	71	53	167	28
81	164	110	147	59	36	3	91	133	67	181	119	142	91
82	129	54	52	25	177	179	191	8	118	13	29	29	191
83	85	49	191	161	115	2	46	152	75	43	103	154	46
84	4	83	25	100	21	68	139	103	121	122	99	92	139
85	172	79	80	85	122	12	16	102	128	78	184	94	16
86	138	171	146	81	44	111	110	151	150	4	158	71	110
87	62	90	53	61	2	138	166	143	83	58	77	117	166
88	114	61	135	138	4	109	44	100	59	35	26	79	44
89	25	100	116	48	34	141	18	4	96	63	16	122	18
90	165	150	44	177	147	103	119	180	171	187	177	129	119
91	155	121	134	77	163	13	186	166	156	98	169	24	186
92	115	43	31	6	87	66	103	55	124	37	65	81	103
93	148	66	133	22	20	112	69	164	190	169	128	105	69
94	160	144	36	16	5	147	174	18	182	148	40	97	174
95	171	44	176	43	168	21	122	49	11	7	2	137	122
96	7	132	66	115	33	135	10	62	91	10	126	128	10
97	22	188	171	23	63	20	127	20	45	49	69	1	127
98	79	115	142	12	25	7	99	83	183	80	142	113	99
99	179	41	88	66	134	139	158	7	14	161	81	170	158
100	33	25	139	70	40	162	112	187	68	167	79	119	112
101	149	80	38	9	175	55	72	153	173	28	160	7	72
102	77	13	189	164	166	110	9	64	176	142	28	158	9
103	153	104	81	122	185	39	31	37	46	46	7	76	31
104	78	161	113	58	108	26	29	144	107	97	38	19	29
105	189	65	140	105	173	106	22	185	12	92	73	183	22
106	2	116	56	69	61	97	176	19	64	121	72	68	176
107	52	14	40	42	155	114	183	114	147	112	159	31	183
108	116	158	98	38	90	123	60	25	72	88	1	50	60
109	134	51	43	19	104	91	77	116	41	102	15	118	77
110	19	117	19	24	172	100	80	12	7	106	188	33	80
111	5	60	165	180	53	18	3	173	106	173	152	72	3
112	60	190	22	175	41	150	64	122	84	19	86	55	64
113	40	140	78	74	0	178	56	127	23	27	49	65	56
114	64	186	159	160	116	108	43	89	42	41	55	146	43
115	42	123	109	34	114	126	88	115	98	172	112	185	88
116	120	40	86	101	111	75	93	75	35	91	129	111	93
117	58	122	118	72	156	62	39	101	8	191	61	145	39
118	100	102	73	114	66	99	152	189	157	34	97	28	152
119	94	128	46	142	97	89	83	124	58	118	164	21	83
120	51	107	84	20	109	168	66	157	74	108	102	177	66
121	140	183	112	8	127	88	84	108	113	136	116	160	84
122	70	11	141	15	70	175	2	28	155	166	118	32	2
123	32	146	168	190	91	0	113	165	31	155	186	61	113
124	67	10	55	144	57	95	0	163	126	96	87	70	0
125	151	68	183	104	8	77	12	65	65	3	33	106	12
126	17	0	10	79	136	11	143	168	30	165	174	156	143
127	63	84	138	172	83	48	170	77	140	103	64	78	170
128	1	36	129	148	98	191	25	82	127	84	94	132	25
129	178	143	187	31	113	102	21	27	134	109	108	88	21

130	54	153	170	168	99	171	184	137	149	104	165	184	184
131	191	93	169	10	186	41	171	86	54	53	179	35	171
132	34	33	41	107	132	5	89	22	22	23	44	5	89
133	168	50	17	14	60	74	134	110	186	0	167	53	134
134	123	101	104	35	162	86	154	63	129	178	32	138	154
135	14	7	177	52	178	128	14	148	90	17	114	47	14
136	184	27	2	134	23	181	180	158	17	86	43	100	180
137	28	137	119	126	157	53	5	97	133	9	93	10	5
138	101	120	51	167	28	22	120	31	153	168	168	42	120
139	72	191	155	149	16	105	156	105	179	134	134	36	156
140	118	165	77	116	3	140	168	135	144	110	190	175	168
141	113	131	190	186	69	45	165	98	146	18	27	93	165
142	30	18	115	17	6	16	106	44	168	32	25	120	106
143	97	70	153	162	72	73	148	70	88	146	144	190	148
144	109	112	59	151	55	104	145	182	103	129	89	16	145
145	61	154	68	5	184	30	140	191	131	159	98	123	140
146	121	169	57	136	84	143	63	17	71	55	100	87	63
147	132	92	33	55	181	79	24	156	164	154	182	54	24
148	181	29	127	44	188	84	116	129	52	126	91	186	116
149	10	136	20	110	152	145	95	39	162	40	67	18	95
150	36	12	67	158	142	142	161	136	145	151	183	57	161
151	176	157	178	46	153	164	144	169	143	174	173	84	144
152	46	47	74	191	75	117	15	3	80	60	90	99	15
153	39	19	136	29	85	23	102	145	50	52	52	12	102
154	144	181	152	153	128	31	188	154	136	22	121	163	188
155	133	147	9	155	145	159	162	109	152	149	151	157	162
156	124	180	4	117	139	51	13	76	25	156	137	188	13
157	16	141	62	188	164	136	87	5	154	113	0	64	87
158	110	142	32	131	27	157	190	10	184	143	130	38	190
159	106	126	175	97	47	107	155	106	163	11	143	26	155
160	186	118	174	146	15	58	34	35	18	93	4	2	34
161	139	129	30	103	105	156	125	94	27	62	111	136	125
162	156	124	65	78	39	165	136	172	178	177	5	40	136
163	180	3	6	109	77	83	151	45	174	64	171	169	151
164	142	177	58	129	112	155	52	51	77	61	57	90	52
165	37	62	185	57	119	1	32	60	49	160	71	107	32
166	103	16	156	111	167	163	49	42	0	150	122	46	49
167	145	22	162	45	146	113	185	50	185	65	181	172	185
168	11	179	70	68	158	81	61	72	29	130	59	49	61
169	182	39	101	157	64	82	133	85	62	82	42	6	133
170	185	145	108	84	35	127	126	40	15	29	117	39	126
171	183	85	188	141	182	137	169	118	161	115	146	44	169
172	154	32	71	89	22	64	79	36	100	137	155	150	79
173	130	168	114	64	191	186	121	14	87	36	11	85	121
174	105	77	54	7	189	124	182	130	4	8	19	0	182
175	157	6	184	108	19	160	159	131	167	157	180	17	159
176	150	23	100	152	18	120	85	138	63	54	51	127	85
177	87	125	163	75	59	52	51	43	2	89	123	155	51
178	12	82	180	18	151	151	181	48	181	99	68	110	181
179	159	113	164	96	160	190	187	125	180	120	170	34	187
180	152	20	132	133	94	92	167	84	132	68	31	96	167
181	104	109	131	171	38	32	54	24	16	21	141	74	54
182	108	24	99	86	102	153	67	26	81	140	191	86	67
183	167	178	150	181	144	60	189	1	172	14	162	187	189
184	57	46	181	127	174	172	135	56	120	39	48	89	135
185	162	81	50	27	42	63	141	107	82	132	37	151	141
186	126	108	64	124	190	183	96	92	109	125	161	43	96
187	175	63	182	187	154	130	26	147	160	12	178	179	26
188	66	56	103	135	183	131	47	47	10	85	140	161	47
189	127	87	18	80	49	14	109	30	114	162	139	73	109
190	6	91	143	51	176	115	175	73	142	47	95	23	175

191	76	184	89	90	45	132	98	167	6	144	83	3	98
-----	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	---	-----	----	---	----

3.2.2.12.2.1.3 64QAM用のテーブル

表 3.2.2.12.2.1.3-1 64QAM用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	10	29	8	83	17	37	157	77	42	62	92	84	133
1	61	129	165	23	84	58	20	102	168	68	132	51	96
2	30	107	180	24	125	107	116	16	36	138	39	171	46
3	88	59	182	125	70	96	115	42	37	168	44	81	148
4	33	63	189	30	134	139	49	72	152	55	190	191	78
5	60	138	61	107	63	138	178	178	118	35	21	127	109
6	1	30	7	92	68	77	148	62	14	104	70	113	149
7	102	21	140	104	162	21	152	3	83	126	146	65	161
8	45	144	105	120	61	144	174	78	105	58	48	181	55
9	103	109	78	100	31	109	130	53	131	176	13	70	39
10	119	125	86	68	74	125	171	142	26	20	17	111	183
11	181	153	75	59	137	153	81	137	120	185	187	76	54
12	82	34	15	101	7	33	60	67	92	125	119	4	186
13	112	82	28	189	138	50	146	30	130	9	43	133	73
14	12	122	82	135	5	122	182	130	158	95	94	119	150
15	67	157	1	148	60	157	72	56	132	27	157	154	180
16	69	74	136	160	76	93	46	125	49	163	150	57	189
17	171	149	130	97	105	29	22	179	72	59	98	146	190
18	108	35	35	136	160	65	93	86	137	66	96	129	22
19	26	96	24	184	12	67	101	117	100	144	47	15	135
20	145	134	70	165	114	134	9	20	88	94	86	142	12
21	156	184	152	153	81	184	55	106	24	130	63	143	80
22	81	147	121	150	155	147	40	145	53	170	152	189	42
23	152	26	11	7	112	26	163	25	142	84	158	132	130
24	8	28	36	50	153	28	118	47	110	65	84	44	164
25	16	22	66	12	191	22	30	129	102	136	170	184	70
26	68	12	83	66	82	12	52	22	74	53	81	89	126
27	13	78	57	42	148	129	181	181	188	155	7	134	107
28	99	18	164	18	118	18	151	13	113	172	62	168	57
29	183	51	111	79	108	152	31	35	121	97	191	176	67
30	146	31	137	85	58	73	87	140	12	110	174	106	15
31	27	116	128	121	159	56	117	61	173	173	99	170	157
32	158	83	175	137	43	55	120	69	5	49	116	68	52
33	147	70	156	116	161	174	82	32	126	10	10	74	88
34	132	61	151	86	149	118	95	100	127	23	85	109	5
35	118	102	48	31	96	102	190	121	3	122	113	95	23
36	180	32	44	80	71	30	23	41	93	61	135	19	123
37	120	11	147	8	30	11	36	23	46	159	28	164	66
38	173	176	18	58	145	176	67	173	164	127	53	40	53
39	59	180	64	129	174	180	62	31	109	12	122	23	147
40	186	137	184	128	67	137	14	165	151	108	83	131	177
41	49	90	42	33	77	90	167	73	2	120	141	144	60
42	7	33	159	124	47	68	80	94	98	116	77	58	131
43	17	186	3	187	94	31	27	2	153	64	23	60	108
44	35	39	6	98	48	39	24	21	116	169	131	56	171
45	104	50	162	3	156	95	43	119	89	174	4	75	191
46	129	182	170	132	151	182	94	170	101	51	40	14	44
47	75	189	98	161	141	189	0	120	136	32	168	72	140
48	54	5	101	27	131	5	63	6	35	72	129	91	98
49	72	71	29	90	176	48	5	71	80	67	109	93	154
50	18	148	102	11	183	148	74	163	0	71	51	27	37
51	48	101	21	82	41	101	78	34	133	82	130	25	118
52	15	178	188	71	35	178	158	24	183	70	188	2	176

53	177	121	79	93	83	121	88	186	162	178	147	177	92
54	191	119	138	91	164	62	84	19	185	33	29	120	124
55	51	151	45	78	55	53	109	97	56	13	50	73	138
56	24	54	124	186	169	57	147	114	17	37	26	139	132
57	93	99	118	1	98	99	112	89	87	56	78	152	167
58	106	1	155	28	187	1	124	68	117	139	148	63	173
59	22	97	125	130	124	97	110	43	184	147	164	43	13
60	71	132	34	141	100	44	21	116	54	39	167	122	79
61	29	45	27	126	54	64	47	132	70	129	103	59	32
62	141	141	5	94	104	141	45	141	176	99	36	1	145
63	32	126	97	157	40	126	68	153	91	86	134	121	14
64	143	179	109	170	2	179	184	112	134	160	2	104	113
65	128	72	145	48	72	186	70	90	51	145	177	67	30
66	175	16	54	122	8	16	1	133	38	41	20	108	2
67	86	158	56	181	85	158	66	9	73	157	123	153	0
68	190	87	126	88	182	87	149	83	165	134	27	96	165
69	74	105	187	84	103	105	105	128	99	166	90	24	182
70	36	187	16	5	6	187	140	26	169	88	176	159	153
71	43	103	149	67	37	103	170	150	43	171	5	12	24
72	144	118	160	103	107	82	56	101	167	36	33	61	144
73	46	38	178	144	39	38	98	37	86	73	133	62	87
74	63	130	23	89	42	130	135	74	11	131	189	41	82
75	65	0	141	10	123	0	61	105	144	93	138	174	75
76	133	24	30	110	57	24	79	103	78	133	76	101	141
77	31	7	117	70	106	7	123	50	58	121	41	182	89
78	87	75	25	102	13	80	166	138	64	11	89	28	137
79	44	58	69	163	150	46	185	154	13	52	35	5	33
80	20	98	116	73	129	98	41	18	119	2	72	110	100
81	117	106	131	25	46	106	108	131	33	184	139	190	106
82	76	163	94	39	109	163	122	15	166	181	32	166	128
83	187	117	65	72	188	117	92	144	6	101	73	105	168
84	80	152	191	38	45	76	16	64	75	5	68	37	29
85	101	164	99	174	113	164	26	127	31	0	67	90	36
86	151	167	181	41	44	27	37	136	15	21	101	39	172
87	47	113	185	151	90	113	177	177	28	161	166	48	11
88	130	177	115	168	20	177	173	93	125	6	93	86	111
89	116	143	67	138	165	143	113	152	148	15	54	47	68
90	162	93	93	53	142	35	136	107	27	14	52	123	16
91	127	108	106	6	110	108	89	87	114	83	42	137	10
92	153	135	38	156	22	135	162	148	82	146	110	107	34
93	100	190	71	75	28	190	85	176	45	60	59	128	188
94	94	92	76	32	173	92	54	96	55	90	8	3	35
95	2	55	113	171	38	171	39	1	191	191	179	162	160
96	41	139	132	34	52	60	73	60	160	25	34	115	77
97	138	161	172	112	16	161	58	160	115	141	171	118	83
98	125	66	103	106	34	69	131	124	1	188	143	55	178
99	131	145	95	36	0	145	134	88	69	128	137	77	58
100	11	9	92	26	3	9	188	126	187	74	9	94	59
101	50	57	107	180	144	167	127	149	122	150	126	9	7
102	40	162	4	81	27	49	3	108	177	63	155	26	56
103	21	170	163	155	49	170	164	38	32	115	108	161	110
104	184	133	139	51	139	133	13	48	172	48	142	155	104
105	167	154	72	55	177	154	132	51	52	142	120	148	61
106	172	124	157	37	132	124	129	40	112	92	163	36	76
107	85	131	0	14	184	131	179	187	171	19	12	17	85
108	160	36	12	115	25	36	25	28	124	4	3	103	121
109	105	166	52	154	87	166	18	57	180	102	75	178	93
110	73	86	68	96	152	86	57	139	85	183	159	135	19
111	38	3	88	13	119	3	32	14	150	54	107	149	134
112	157	13	161	183	158	13	119	188	7	107	65	183	179
113	53	175	183	29	78	175	111	158	57	137	128	165	155

114	39	185	39	60	186	83	53	80	60	124	87	10	163
115	97	53	14	140	167	63	155	172	94	189	6	22	115
116	107	181	32	74	97	181	28	33	181	87	22	30	185
117	165	136	49	65	24	136	107	175	29	3	57	71	125
118	168	168	19	9	99	168	133	135	97	148	100	163	112
119	89	146	77	164	69	146	144	155	128	103	24	187	71
120	148	42	174	87	120	54	19	55	19	43	64	54	8
121	126	110	47	113	122	110	160	44	149	46	106	82	119
122	3	165	154	133	133	165	71	147	175	143	117	66	18
123	4	56	17	61	163	115	186	123	50	114	19	88	47
124	114	6	134	142	21	6	153	7	140	85	58	53	151
125	161	100	133	175	51	100	103	146	10	77	95	185	26
126	155	114	51	47	101	42	2	39	174	29	74	80	103
127	182	65	120	20	185	74	12	95	68	44	180	112	122
128	136	41	74	52	111	41	91	59	59	112	125	29	9
129	149	183	177	95	26	183	106	29	39	113	136	150	170
130	111	142	41	134	18	142	64	27	106	164	186	21	146
131	98	89	108	166	10	89	175	17	44	135	154	145	99
132	113	115	142	57	33	71	75	49	62	75	121	11	49
133	139	68	143	54	170	61	189	110	71	119	161	138	72
134	92	52	13	77	95	151	128	63	18	182	88	125	102
135	109	172	26	191	65	172	142	171	107	45	37	8	31
136	174	79	59	123	14	132	187	115	156	175	114	180	40
137	185	37	100	177	130	34	76	12	159	91	102	175	43
138	95	62	123	131	157	66	180	45	146	40	105	117	158
139	56	2	55	2	59	2	34	58	48	158	160	13	142
140	135	150	158	169	115	150	59	84	81	156	80	83	4
141	37	127	62	159	127	127	169	36	111	177	185	157	69
142	163	19	104	35	92	19	90	157	96	186	82	87	139
143	154	159	148	152	56	159	11	164	103	18	124	179	28
144	0	77	135	40	1	52	172	92	34	81	184	34	174
145	96	44	9	149	80	79	97	81	161	42	15	7	101
146	78	23	179	118	66	23	141	189	141	111	16	141	84
147	122	48	53	43	126	114	38	168	154	26	18	97	129
148	5	188	176	173	178	188	191	79	76	89	118	114	156
149	179	14	33	188	147	14	17	174	61	69	173	151	74
150	140	27	169	62	75	75	114	82	135	109	151	52	62
151	83	80	129	119	179	81	126	85	20	98	11	0	91
152	123	112	186	176	171	112	145	70	84	132	91	102	159
153	77	8	43	190	53	8	83	46	77	79	79	130	41
154	9	4	167	127	146	4	143	169	108	153	46	147	38
155	19	17	87	172	88	17	125	182	23	167	140	169	45
156	66	76	119	63	4	47	121	10	145	100	127	92	136
157	42	60	84	0	128	51	10	8	182	17	1	98	169
158	137	94	90	105	121	94	44	183	170	140	169	32	21
159	14	104	150	56	86	104	137	190	139	34	0	50	51
160	23	191	20	76	117	191	86	191	157	149	61	188	181
161	159	85	10	167	19	85	29	180	47	162	66	16	97
162	189	95	122	49	23	59	104	111	9	31	45	136	166
163	110	25	114	139	168	25	154	185	63	30	162	126	175
164	142	120	80	146	181	120	168	162	123	1	149	100	90
165	84	64	50	114	11	185	65	4	138	179	115	45	27
166	169	81	146	99	102	119	159	11	155	16	144	156	86
167	166	160	144	22	93	160	15	166	79	165	30	186	65
168	52	15	96	45	73	15	99	91	4	76	25	79	105
169	91	169	171	64	140	169	35	99	30	96	175	35	143
170	164	10	40	185	89	10	50	52	143	123	153	116	127
171	28	91	73	19	136	91	48	134	25	78	183	158	17
172	124	123	81	111	9	123	138	98	90	105	60	64	6
173	121	155	168	182	180	155	96	151	66	154	38	18	116
174	70	67	112	15	62	45	100	54	147	80	31	42	94

175	115	171	190	178	36	32	102	161	186	57	111	124	117
176	90	140	37	162	79	140	7	66	179	22	182	85	48
177	170	128	173	69	91	128	42	5	129	187	49	160	50
178	58	20	46	158	190	20	156	118	21	24	55	140	25
179	6	111	110	143	143	111	8	159	65	190	145	173	64
180	178	174	60	4	29	78	4	113	41	47	56	78	95
181	176	49	85	117	154	72	69	184	95	151	181	99	63
182	64	43	153	145	32	43	183	109	67	28	104	6	184
183	188	40	2	16	64	40	51	167	22	50	14	31	152
184	57	88	63	17	166	88	165	143	163	117	71	38	120
185	34	69	91	147	116	149	6	156	190	152	178	172	1
186	79	73	127	44	15	70	150	75	16	7	112	46	187
187	62	84	89	21	189	84	77	104	8	106	172	49	162
188	25	47	31	179	175	116	161	76	104	118	165	33	114
189	134	46	58	46	50	162	33	0	189	180	69	69	3
190	150	173	22	108	135	173	176	65	40	38	97	167	81
191	55	156	166	109	172	156	139	122	178	8	156	20	20

3. 2. 2. 12. 2. 1. 4 256QAM用のテーブル

表 3. 2. 2. 12. 2. 1. 4-1 256QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	112	72	24	61	41	9	21	179	91	99	105	16	118	
1	121	32	132	110	71	5	36	91	117	59	107	133	61	
2	22	158	10	123	118	13	6	101	19	95	136	14	19	
3	152	84	31	127	0	50	104	128	59	50	42	114	39	
4	56	105	8	148	7	156	24	169	62	122	29	145	116	
5	18	181	154	162	101	80	123	69	116	15	124	191	120	
6	42	63	34	131	106	30	0	185	9	144	94	53	54	
7	28	16	47	71	55	150	162	35	125	6	46	80	124	
8	21	111	106	176	11	18	56	156	139	129	47	166	26	
9	3	87	42	22	38	84	96	168	104	36	41	68	142	
10	132	112	117	157	96	54	101	132	157	175	160	21	47	
11	25	185	158	0	66	87	3	163	191	159	112	184	190	
12	52	120	121	151	115	40	183	46	119	165	119	73	117	
13	149	74	164	155	5	140	74	28	43	35	159	165	35	
14	35	176	136	112	123	12	107	5	178	182	27	147	187	
15	145	14	35	189	75	169	146	41	180	181	180	89	100	
16	120	81	3	36	124	1	84	162	66	189	89	180	0	
17	128	79	131	181	47	65	76	112	78	29	129	55	36	
18	72	34	90	10	87	90	29	108	120	2	144	135	67	
19	125	128	123	46	155	99	73	130	190	115	23	94	141	
20	103	163	130	133	162	21	120	153	86	91	166	189	128	
21	173	64	168	75	191	94	68	79	11	41	155	78	185	
22	46	161	126	80	111	20	134	118	61	60	122	103	82	
23	5	146	64	88	187	158	113	102	135	160	102	115	188	
24	96	42	142	6	21	27	90	125	115	51	16	72	129	
25	75	26	63	165	58	168	2	176	17	106	123	24	66	
26	6	191	85	97	1	19	81	71	103	168	113	105	11	
27	27	173	162	54	147	128	155	20	75	173	133	188	24	
28	124	60	87	31	130	57	79	115	53	20	142	84	149	
29	180	3	75	174	61	151	133	98	37	138	75	148	111	
30	169	41	65	49	15	37	177	124	101	183	157	85	69	
31	47	162	49	139	88	36	26	75	92	70	7	32	56	
32	69	23	40	98	84	15	46	103	136	24	79	1	110	
33	48	44	69	4	94	45	57	21	97	127	104	131	22	
34	98	38	57	170	140	59	70	164	151	47	132	34	135	
35	158	24	46	26	107	136	117	173	181	5	116	134	171	
36	117	149	181	50	48	4	137	9	188	119	135	41	147	

37	106	172	79	16	105	2	173	36	167	171	137	167	179
38	11	88	21	141	172	106	152	56	162	102	162	81	127
39	137	104	103	187	173	160	156	134	143	135	178	54	63
40	80	21	101	13	127	83	55	24	94	116	52	142	64
41	53	118	115	109	98	48	87	16	124	156	66	141	89
42	34	91	60	106	100	103	166	159	54	120	164	75	28
43	7	184	76	120	133	78	140	34	126	105	24	155	73
44	76	70	81	72	154	173	186	15	6	117	115	122	33
45	151	85	110	32	57	33	8	42	31	136	174	140	121
46	153	142	61	63	68	172	149	104	144	149	53	13	2
47	13	25	1	59	131	186	179	54	179	128	146	17	44
48	140	159	7	79	33	24	71	120	84	85	19	8	45
49	94	186	77	172	70	164	65	76	67	46	120	23	85
50	85	148	38	83	8	181	131	60	12	186	2	61	12
51	71	96	143	100	122	35	22	33	107	113	61	49	161
52	65	188	26	92	170	183	94	127	7	73	151	51	144
53	31	190	55	24	44	72	175	88	172	103	1	74	7
54	63	61	56	56	31	73	4	133	79	52	69	181	62
55	41	123	160	130	148	176	165	137	16	82	18	162	182
56	139	169	114	167	63	161	60	61	3	89	111	143	71
57	50	136	89	81	51	119	66	19	30	184	82	42	78
58	109	33	96	103	190	76	18	3	110	22	45	71	134
59	179	109	148	111	142	125	1	170	122	185	26	123	58
60	12	54	108	158	78	121	139	87	29	155	59	161	6
61	99	101	53	159	23	124	80	190	82	125	171	177	143
62	0	7	30	153	30	16	118	13	185	133	175	110	125
63	115	19	93	175	77	174	115	141	145	37	165	149	8
64	123	145	118	8	86	66	62	188	34	27	109	126	9
65	62	137	112	41	35	34	91	106	106	10	101	0	80
66	86	107	172	136	81	177	59	113	168	137	153	63	38
67	138	82	173	70	92	137	89	67	102	76	22	178	51
68	127	121	32	33	157	46	23	145	166	12	148	35	50
69	183	90	179	45	16	44	114	146	100	98	32	175	163
70	167	144	73	84	95	126	159	111	141	148	145	186	53
71	163	187	71	150	179	116	122	74	186	109	172	52	180
72	87	180	67	39	91	69	48	89	14	42	11	43	130
73	95	8	0	166	93	41	38	62	65	16	54	139	139
74	77	132	37	164	39	145	148	175	137	190	62	112	169
75	136	114	78	99	64	3	178	49	68	84	173	10	108
76	178	65	185	126	10	114	109	32	90	94	163	40	74
77	133	29	83	190	85	132	7	99	85	97	99	150	31
78	14	51	54	134	104	32	170	93	13	25	150	182	20
79	142	103	80	40	169	7	189	107	146	11	179	164	189
80	10	139	19	87	34	105	31	171	132	88	76	64	105
81	19	141	92	64	73	31	52	66	49	166	84	83	79
82	122	55	166	154	139	56	110	80	64	131	57	174	101
83	45	108	99	140	166	134	116	155	159	48	138	38	140
84	111	68	16	116	167	155	167	100	111	161	28	47	152
85	131	0	169	184	4	135	99	152	56	65	83	30	42
86	79	124	165	115	183	108	105	4	147	9	17	2	46
87	91	170	159	183	24	93	191	10	149	8	149	116	148
88	20	18	97	30	20	89	92	126	51	58	100	25	115
89	134	143	33	35	116	167	145	109	48	56	103	128	104
90	29	177	84	7	82	81	49	181	50	124	51	160	119
91	59	2	113	42	40	190	77	154	77	68	13	144	172
92	160	22	134	146	138	131	185	105	118	54	139	99	162
93	105	179	43	86	56	127	45	48	184	3	20	5	153
94	64	166	6	58	150	102	163	136	129	169	177	187	41
95	184	53	174	12	177	88	169	161	150	146	3	176	23
96	135	6	86	14	45	62	44	183	70	87	91	82	109
97	150	99	104	149	126	49	53	97	24	108	67	60	84

98	74	73	146	89	161	163	180	31	63	110	81	18	87
99	38	12	153	179	120	170	69	12	108	121	86	185	137
100	24	43	88	128	185	53	164	8	80	163	147	104	136
101	51	69	94	160	117	63	54	184	4	57	106	169	96
102	33	129	137	95	14	38	172	47	130	90	49	39	106
103	68	183	175	171	175	178	144	142	2	100	170	183	191
104	49	71	25	74	119	0	37	18	21	66	128	137	97
105	166	39	45	25	99	77	19	14	28	49	118	22	72
106	165	165	119	29	112	188	32	117	140	61	90	109	21
107	101	171	107	119	74	22	13	73	160	178	114	96	99
108	61	28	182	143	69	180	86	84	23	18	182	151	95
109	189	92	109	178	9	185	111	70	183	7	31	46	13
110	67	189	13	28	76	191	157	68	32	28	152	33	146
111	185	119	145	21	26	153	14	0	176	67	168	29	160
112	17	113	28	23	53	61	67	23	96	13	85	65	65
113	81	20	58	90	146	129	10	96	158	32	191	132	77
114	171	151	82	188	90	144	143	165	131	34	65	95	48
115	104	59	152	96	129	39	127	29	40	86	30	31	90
116	118	46	189	173	125	138	135	122	121	153	183	136	107
117	130	66	27	93	135	166	16	81	173	112	68	159	93
118	113	102	52	147	89	14	150	17	45	63	126	170	98
119	100	182	12	191	168	154	121	131	15	43	190	168	177
120	15	153	124	18	62	82	88	44	69	164	37	67	25
121	147	94	11	62	43	29	106	157	58	132	127	79	83
122	102	140	120	2	37	110	33	26	35	118	9	93	174
123	93	115	51	132	28	146	181	25	22	93	12	111	157
124	168	174	17	20	29	123	160	189	105	38	63	90	5
125	146	125	111	11	17	60	39	83	165	39	64	97	114
126	54	127	14	17	18	187	132	178	174	17	0	113	37
127	114	116	149	135	158	11	130	37	156	154	161	92	183
128	107	31	41	152	52	162	41	123	39	170	125	76	40
129	23	47	129	67	103	25	30	82	57	81	93	58	81
130	73	156	170	73	83	157	63	191	99	141	56	127	94
131	36	147	39	108	3	52	124	39	33	191	44	26	103
132	190	135	116	76	13	91	138	7	134	152	34	27	166
133	177	48	167	91	110	118	15	72	72	111	108	156	70
134	57	110	68	156	188	133	102	160	189	188	77	3	164
135	162	160	180	104	186	17	147	64	170	147	169	6	181
136	84	89	44	48	121	28	20	143	47	180	36	28	75
137	9	86	2	121	59	10	128	149	25	75	121	77	16
138	108	40	141	94	136	130	174	138	133	72	130	125	186
139	8	155	191	125	180	111	184	65	0	26	58	173	112
140	83	100	155	38	159	159	182	58	20	177	95	98	113
141	92	36	23	65	113	42	95	119	27	126	55	138	132
142	116	35	140	177	152	58	187	63	46	179	78	172	151
143	156	57	184	68	156	141	136	166	177	55	5	86	159
144	89	56	48	37	60	142	35	114	41	1	98	45	91
145	157	9	20	124	97	189	75	95	128	143	15	118	1
146	26	80	125	78	108	68	27	172	5	45	10	171	168
147	110	126	95	118	109	107	5	43	42	21	25	62	165
148	16	62	138	186	2	8	58	140	81	40	39	179	155
149	97	75	177	34	178	113	51	57	113	123	14	100	102
150	88	52	186	185	174	6	158	158	98	23	35	19	76
151	161	83	150	113	12	74	142	186	154	162	167	163	175
152	66	1	72	169	27	47	11	86	38	77	134	50	68
153	129	76	176	9	114	75	78	174	123	62	71	57	14
154	164	17	66	69	165	109	93	92	60	134	80	56	156
155	40	122	139	82	49	175	100	45	163	158	140	36	4
156	141	178	128	163	132	147	42	139	114	176	60	102	167
157	43	30	127	114	189	64	141	144	169	31	186	121	43
158	174	131	187	145	46	149	108	147	76	69	6	117	59

159	143	27	9	168	182	92	161	148	171	114	143	154	178
160	58	164	15	44	137	43	72	151	71	142	43	119	122
161	4	106	147	52	128	85	153	59	88	19	185	66	123
162	172	152	59	105	67	96	97	30	74	96	154	20	158
163	176	49	98	51	6	122	47	85	127	101	33	91	17
164	186	37	5	137	25	117	34	40	8	71	189	130	34
165	126	167	22	1	164	171	12	51	55	30	48	69	138
166	2	78	135	161	153	152	112	187	87	140	40	44	30
167	188	95	190	3	160	26	190	78	182	187	181	70	170
168	82	168	70	55	36	79	50	38	1	92	8	153	88
169	32	175	100	182	22	86	40	150	175	80	21	152	131
170	181	117	144	101	143	51	83	129	109	79	141	158	126
171	37	4	91	57	42	95	176	121	142	0	156	88	55
172	191	50	156	43	141	67	119	27	93	104	88	108	15
173	60	13	151	77	176	165	28	94	73	53	70	12	27
174	70	93	171	5	65	112	171	52	112	145	97	59	3
175	144	97	183	47	163	148	188	177	155	139	184	4	173
176	90	150	29	144	50	182	61	110	95	14	74	11	86
177	30	45	122	180	151	143	98	182	138	33	131	120	10
178	78	157	157	66	181	179	85	55	89	74	73	87	18
179	55	130	50	53	144	120	43	22	52	157	92	101	154
180	155	154	4	19	149	139	151	167	161	150	117	37	150
181	187	10	163	117	134	97	154	90	164	44	87	129	52
182	170	133	74	60	72	184	17	77	26	172	176	146	92
183	148	77	18	138	184	104	103	6	10	151	158	9	176
184	119	15	102	142	80	71	82	11	18	64	50	106	57
185	159	67	178	107	102	70	126	1	44	78	96	48	60
186	44	98	62	122	19	115	25	116	36	130	4	7	184
187	182	134	36	85	32	23	125	53	148	83	187	15	145
188	175	138	133	27	171	100	9	2	187	167	38	124	29
189	154	11	105	129	54	98	168	50	152	4	110	190	133
190	1	58	188	15	145	101	129	135	153	107	72	107	32
191	39	5	161	102	79	55	64	180	83	174	188	157	49

3. 2. 2. 12. 2. 1. 5 1024QAM 用のテーブル

表 3. 2. 2. 12. 2. 1. 5-1 1024QAM 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	178	35	139	55	21	55	160	77	167	41	74	78	20	
1	39	112	112	45	20	67	7	38	97	83	151	149	118	
2	54	180	159	143	172	91	29	177	86	10	79	114	185	
3	68	115	99	102	86	160	39	110	166	157	49	117	106	
4	122	94	87	98	178	150	110	41	11	50	174	61	82	
5	20	55	70	93	25	21	189	121	57	143	180	10	53	
6	86	50	175	67	104	157	140	145	187	40	133	151	41	
7	137	61	161	62	133	122	143	149	169	168	106	133	40	
8	156	22	51	186	17	16	163	151	104	16	116	168	121	
9	55	130	56	103	106	4	130	14	102	190	16	24	180	
10	52	34	174	57	191	52	173	52	108	103	163	51	45	
11	72	99	143	44	68	57	71	45	63	128	62	107	10	
12	130	64	12	34	80	81	191	117	12	174	164	16	145	
13	152	101	36	167	190	34	106	71	181	129	45	145	175	
14	147	69	77	137	129	121	60	140	1	94	187	161	191	
15	12	188	60	5	29	94	62	111	71	146	128	123	160	
16	69	169	155	178	125	135	149	42	134	186	176	56	177	
17	48	178	167	1	108	178	135	175	152	156	2	159	172	
18	107	119	160	61	147	128	9	172	45	187	126	169	13	
19	44	49	73	159	23	166	147	123	144	32	136	42	29	
20	88	28	127	19	94	40	124	51	124	58	63	57	133	

21	23	72	82	13	167	35	152	72	22	27	28	27	42
22	181	14	123	2	27	54	55	68	0	147	118	82	89
23	174	163	145	68	61	149	116	190	51	111	173	11	51
24	124	52	8	73	12	75	85	73	100	159	19	103	141
25	81	158	76	115	166	30	112	137	150	158	46	95	99
26	59	84	164	134	131	58	14	87	179	80	93	120	7
27	93	179	178	6	120	151	20	153	54	39	121	130	134
28	22	106	144	33	159	138	79	7	66	54	162	132	52
29	46	19	86	139	28	110	103	169	79	172	88	98	48
30	82	33	7	8	7	24	156	17	25	37	0	79	169
31	110	66	124	40	62	48	167	94	172	57	147	62	162
32	3	46	27	130	134	115	19	139	59	79	131	75	124
33	99	124	187	125	59	102	45	183	48	22	54	9	25
34	75	85	130	60	78	134	73	168	23	178	117	137	165
35	36	140	162	113	0	126	26	16	55	74	138	3	128
36	38	148	191	31	121	116	159	146	64	148	69	153	95
37	119	176	182	155	149	114	44	188	185	18	182	160	148
38	131	79	16	16	6	27	86	160	164	1	68	84	98
39	51	65	106	153	5	104	76	116	123	165	143	143	171
40	115	31	141	59	143	23	56	58	56	87	78	32	14
41	78	122	38	58	171	51	12	57	80	102	15	88	75
42	84	82	72	71	153	69	109	47	153	122	7	156	59
43	33	42	179	136	161	60	117	50	9	77	59	172	26
44	163	159	111	182	186	161	128	164	177	113	109	93	76
45	11	96	29	180	35	42	67	191	176	60	32	90	47
46	2	182	59	15	92	124	150	61	81	73	10	65	34
47	188	137	183	146	113	125	151	179	17	63	179	129	122
48	161	123	66	179	55	87	31	114	14	145	165	23	69
49	34	60	52	3	163	28	27	132	43	170	90	6	131
50	89	32	43	32	16	46	133	21	76	55	73	73	105
51	50	75	121	49	54	66	17	102	27	114	71	49	60
52	8	166	20	187	93	143	120	184	175	30	171	146	132
53	90	26	11	70	79	45	153	20	60	131	135	174	63
54	109	191	190	105	37	18	108	108	133	116	123	91	81
55	136	128	92	135	44	26	180	118	91	162	125	152	109
56	77	109	55	12	75	176	52	163	61	14	31	140	43
57	103	81	166	142	182	181	187	112	41	149	22	86	189
58	67	185	94	80	127	95	98	130	111	141	70	191	19
59	41	63	138	69	148	142	63	115	163	181	185	59	186
60	149	27	1	36	179	50	176	103	72	130	155	63	79
61	176	30	122	46	95	2	186	59	95	46	60	36	62
62	134	153	171	172	169	71	179	49	84	47	120	96	85
63	189	118	119	97	141	76	113	35	67	155	113	180	54
64	159	145	109	30	38	175	161	159	129	183	41	67	16
65	184	168	58	10	168	108	32	33	52	52	154	30	46
66	153	143	23	24	128	172	24	76	88	98	177	102	27
67	53	4	31	18	56	17	111	95	121	29	85	118	44
68	129	8	163	89	31	136	41	157	7	48	64	94	139
69	63	12	53	128	57	89	95	125	49	189	55	189	113
70	160	29	13	51	175	38	38	66	168	36	26	50	11
71	139	154	188	54	140	83	10	88	154	53	129	54	102
72	150	108	100	92	164	14	154	37	74	56	84	148	130
73	169	80	158	140	24	25	97	92	138	89	38	109	184
74	148	68	156	145	177	191	141	4	142	133	166	121	119
75	127	105	136	95	88	146	2	24	158	110	44	131	1
76	25	92	34	121	51	120	127	30	132	112	30	29	152
77	175	127	118	77	112	131	40	53	127	179	183	52	146
78	142	170	185	100	49	171	105	25	40	7	189	141	37
79	98	83	10	104	185	129	34	181	139	134	191	20	178
80	56	3	25	41	170	61	11	65	20	49	124	81	61
81	144	155	126	37	87	63	185	12	44	20	77	1	150

82	102	131	104	141	32	153	155	144	6	166	80	45	32
83	94	183	30	118	60	6	61	82	128	99	98	68	163
84	101	16	83	22	65	159	114	107	75	163	190	163	92
85	85	20	47	83	77	47	74	0	114	91	167	127	166
86	132	0	146	152	89	139	158	147	119	117	140	147	142
87	76	15	63	151	3	163	162	79	2	167	52	4	67
88	5	167	134	81	18	84	5	128	8	139	153	48	140
89	177	11	39	110	116	190	177	182	157	151	43	125	157
90	0	189	21	39	184	37	43	90	98	106	25	76	188
91	128	144	44	168	45	64	51	44	118	75	188	136	18
92	45	51	151	65	109	43	148	27	89	45	103	40	87
93	162	150	28	117	53	72	137	127	46	51	152	182	149
94	92	24	22	90	160	97	28	97	160	184	137	13	65
95	62	173	79	7	9	29	181	170	190	135	76	97	183
96	133	172	110	112	100	123	171	141	5	67	149	105	161
97	30	87	71	132	8	103	13	54	165	144	34	101	5
98	17	104	90	28	111	130	104	167	28	90	172	111	31
99	9	17	2	23	69	119	42	3	68	161	122	170	71
100	61	77	103	56	189	65	168	22	189	28	40	43	173
101	70	98	42	122	36	3	93	39	161	12	168	35	73
102	154	157	35	123	173	177	172	10	112	93	141	7	15
103	4	152	5	173	33	1	144	126	173	109	96	115	138
104	146	95	57	133	72	113	80	150	148	95	142	53	156
105	24	186	4	174	144	148	123	100	183	65	58	74	28
106	135	147	0	138	183	167	89	131	33	136	110	2	66
107	104	177	107	75	115	133	81	119	131	13	65	25	170
108	13	57	37	184	137	182	68	180	105	42	9	178	179
109	185	36	54	160	98	173	75	109	186	173	36	167	135
110	79	6	18	35	90	82	78	64	156	69	42	89	86
111	138	162	128	164	142	59	121	84	70	8	50	55	39
112	31	102	148	91	30	92	53	78	117	71	184	138	104
113	112	138	129	191	154	53	65	138	170	76	105	83	17
114	1	110	26	154	180	13	122	46	174	26	156	64	154
115	49	165	75	119	122	152	142	8	36	72	127	66	174
116	113	45	120	111	155	100	157	91	19	34	8	158	56
117	106	23	19	78	130	118	107	101	135	96	61	112	153
118	100	156	116	162	83	98	136	162	125	119	146	8	0
119	65	103	117	29	138	132	66	120	122	164	169	188	97
120	10	1	147	52	14	20	90	98	50	104	181	144	9
121	83	175	114	183	41	5	23	75	113	124	5	31	72
122	73	107	48	27	150	62	8	135	141	11	87	177	23
123	26	125	96	107	132	105	1	70	37	0	150	5	167
124	58	93	61	120	70	137	77	148	38	78	91	110	190
125	114	71	46	129	152	8	54	18	31	123	17	87	80
126	66	134	88	17	117	164	125	161	94	153	18	71	3
127	126	129	67	148	11	106	174	55	149	70	24	22	38
128	117	126	135	79	4	12	35	13	78	137	112	85	120
129	96	9	65	85	124	156	88	113	32	152	81	190	4
130	186	141	180	38	15	56	82	69	178	118	170	37	24
131	14	18	9	126	42	19	134	60	34	66	95	119	159
132	40	111	74	114	181	7	101	106	107	120	29	34	12
133	164	113	176	86	58	169	131	93	13	23	100	38	103
134	158	114	6	101	10	184	33	29	182	85	130	72	22
135	118	161	149	124	22	111	50	80	146	2	48	17	125
136	29	160	49	181	145	73	87	142	93	171	159	92	83
137	121	53	50	0	99	154	36	6	10	19	72	166	50
138	151	86	125	157	126	109	15	155	106	182	75	100	6
139	168	142	64	87	107	145	47	176	109	185	160	179	77
140	183	78	169	47	66	77	83	34	4	21	27	0	168
141	179	40	168	48	174	74	18	48	77	82	108	99	74
142	16	70	157	72	39	9	6	36	87	101	148	155	93

143	105	120	153	147	13	15	21	96	3	100	66	126	49
144	125	181	24	170	97	155	30	81	184	126	144	124	57
145	190	37	108	177	63	86	94	9	83	142	97	157	147
146	116	39	89	165	123	170	72	133	30	68	57	60	2
147	165	62	98	166	84	0	145	185	180	4	115	58	155
148	80	38	33	26	85	31	138	154	96	33	114	33	181
149	64	43	132	64	67	85	184	166	15	31	1	164	96
150	170	41	93	42	76	44	69	85	155	44	132	150	114
151	140	56	40	189	158	99	84	26	110	97	4	18	107
152	171	117	154	116	71	90	58	74	145	9	21	14	110
153	173	48	62	109	46	49	49	122	191	61	92	142	30
154	97	88	142	171	118	68	16	83	151	107	11	15	117
155	60	89	41	150	81	70	48	31	101	86	107	122	127
156	43	151	69	20	162	165	70	11	65	138	175	69	101
157	123	47	105	66	146	11	183	89	99	38	67	19	94
158	71	174	189	25	135	189	3	186	115	169	145	44	129
159	182	91	115	108	2	187	92	187	140	140	14	187	35
160	167	5	152	14	73	41	25	63	26	5	186	134	58
161	95	133	45	163	50	140	115	15	147	81	20	39	70
162	145	59	133	88	114	188	0	158	42	175	51	12	126
163	141	187	3	76	82	168	182	156	136	64	39	173	182
164	187	25	95	175	103	22	139	105	137	59	3	175	151
165	166	44	17	161	188	185	91	129	18	105	86	135	111
166	87	136	186	127	74	93	146	152	53	127	89	176	91
167	143	58	184	74	101	179	102	134	116	191	47	113	64
168	15	7	85	82	157	180	96	32	171	176	53	154	88
169	74	171	165	94	151	144	100	173	16	6	102	171	144
170	111	73	32	53	91	36	119	62	21	25	82	47	137
171	157	132	173	169	119	147	129	104	92	88	139	80	143
172	32	164	113	84	102	107	178	2	162	17	23	108	176
173	172	10	172	190	48	39	46	165	130	108	104	116	84
174	18	76	78	4	1	112	37	1	85	35	157	186	136
175	57	139	181	158	40	101	57	178	69	180	99	139	8
176	35	2	150	21	43	33	118	67	47	125	158	184	112
177	191	74	170	99	64	162	126	23	35	115	12	181	123
178	27	190	102	176	156	183	59	174	82	132	161	28	164
179	47	116	97	63	34	117	165	136	120	24	35	26	115
180	21	90	140	50	110	80	170	19	24	3	178	128	78
181	6	121	81	188	52	79	190	40	73	121	37	70	36
182	19	97	91	144	96	96	188	56	39	177	134	46	90
183	155	54	15	131	136	186	175	28	58	92	83	41	100
184	42	146	137	149	139	127	166	124	62	43	94	21	55
185	120	21	101	156	165	10	99	86	126	84	101	162	108
186	180	135	80	9	19	174	4	43	29	62	111	106	21
187	37	100	68	185	176	88	22	143	90	15	119	77	158
188	28	184	14	96	187	158	132	5	143	154	6	104	68
189	91	67	177	11	47	32	164	171	159	150	33	183	33
190	108	13	131	106	26	141	64	189	188	160	13	185	116
191	7	149	84	43	105	78	169	99	103	188	56	165	187

3.2.2.12.2.1.6 4096QAM用のテーブル

表 3.2.2.12.2.1.6-1 4096QAM用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	13	50	140	111	110	163	13	161	56	57	46	89	38	
1	4	30	101	33	77	174	93	38	113	73	81	123	84	
2	33	180	19	21	19	26	47	41	58	173	141	13	37	
3	58	100	143	133	164	190	154	138	129	63	37	47	177	
4	157	44	20	18	9	68	76	20	29	179	181	178	96	

5	97	21	41	30	29	80	164	24	137	186	130	159	6
6	49	25	10	73	68	112	40	14	26	148	167	1	30
7	37	130	154	139	143	146	8	35	181	181	42	190	94
8	11	190	122	125	156	97	187	32	45	160	67	53	161
9	40	135	61	35	108	44	131	179	182	163	151	12	61
10	161	154	142	77	50	156	100	68	185	4	166	57	52
11	65	84	100	105	83	134	24	97	156	109	149	109	9
12	110	150	85	122	35	51	19	94	95	137	136	115	46
13	31	20	118	91	65	167	7	142	5	99	120	19	68
14	25	16	124	41	70	19	0	43	105	118	53	36	117
15	139	184	60	86	144	127	21	53	22	15	99	143	13
16	170	137	72	11	129	145	61	22	68	5	29	82	80
17	18	109	78	8	123	102	127	28	4	115	104	96	16
18	36	189	12	55	148	20	5	44	100	44	19	163	162
19	61	36	47	71	181	58	48	81	188	153	38	66	179
20	91	105	181	151	1	30	186	148	176	185	90	154	4
21	159	151	32	107	26	9	67	187	3	40	105	173	29
22	103	49	77	45	79	153	179	169	91	12	64	49	106
23	51	107	45	12	119	143	146	89	178	169	27	65	35
24	42	108	107	168	63	32	64	115	112	2	40	131	167
25	64	79	48	51	30	63	85	144	93	37	78	2	76
26	129	148	136	50	112	189	157	75	121	188	145	78	150
27	66	121	91	59	174	180	89	40	160	97	97	15	139
28	84	88	112	7	145	110	12	31	87	65	113	155	78
29	167	128	18	132	97	41	135	152	153	67	21	90	175
30	188	62	178	144	84	101	56	30	92	117	12	38	90
31	45	7	116	16	141	166	128	124	117	90	26	130	182
32	21	185	80	190	96	104	38	80	152	66	108	63	92
33	173	145	36	31	4	138	184	135	85	135	155	188	188
34	124	166	189	108	183	89	119	160	46	154	183	138	5
35	23	64	151	89	80	42	34	8	20	159	172	184	159
36	15	141	15	124	42	27	54	129	9	146	75	166	140
37	53	102	130	110	20	8	43	147	23	86	60	102	3
38	121	181	115	94	48	161	189	60	189	61	14	139	148
39	189	191	42	67	147	67	136	112	33	182	93	28	124
40	27	94	40	159	38	72	74	171	80	59	73	50	102
41	134	171	177	46	105	81	183	0	173	83	44	186	185
42	137	1	184	140	54	106	17	133	136	91	47	17	144
43	7	14	0	87	125	132	121	100	150	175	176	20	147
44	142	11	105	54	18	175	90	156	159	58	117	112	115
45	141	170	93	142	126	107	111	180	187	138	180	41	31
46	0	63	162	185	72	116	173	77	41	93	66	11	127
47	75	67	180	85	167	186	124	110	141	43	171	8	166
48	125	17	52	84	23	108	26	151	115	98	74	59	59
49	127	51	38	120	64	13	20	69	81	22	80	79	153
50	80	90	31	178	128	96	53	95	38	152	23	45	1
51	77	155	166	101	101	154	14	25	64	96	34	162	187
52	50	98	156	180	92	10	88	117	111	45	48	146	28
53	83	115	109	20	98	103	95	127	2	120	110	40	42
54	151	173	159	174	130	139	82	154	31	180	115	43	11
55	138	26	172	47	36	99	118	64	47	10	50	129	180
56	19	56	123	28	45	164	174	146	0	116	138	119	109
57	119	87	99	145	99	29	112	143	76	170	85	18	113
58	101	138	126	70	88	12	151	29	131	162	122	157	171
59	74	81	187	24	180	118	133	168	191	68	188	37	40
60	2	13	132	131	21	123	18	177	59	3	123	126	53
61	105	31	94	4	33	109	16	183	119	13	129	124	165
62	60	27	131	83	151	133	140	126	39	41	41	110	160
63	56	24	69	56	103	61	142	10	101	131	94	191	87
64	179	29	111	79	5	64	175	26	51	21	69	85	57
65	122	46	43	37	58	0	75	3	161	172	87	165	24

66	131	54	54	27	173	128	1	50	57	55	109	60	83
67	191	78	7	109	146	17	108	92	170	24	3	142	157
68	154	118	87	92	14	6	153	164	140	1	4	135	91
69	88	120	16	52	44	45	139	163	55	79	142	74	110
70	176	164	173	96	66	159	105	11	12	106	24	187	170
71	26	58	163	177	176	1	129	109	133	189	148	179	191
72	32	95	74	141	3	66	57	21	43	52	57	141	45
73	79	122	88	188	49	24	80	37	104	184	17	164	86
74	59	106	97	155	134	38	98	84	52	112	96	34	93
75	148	85	49	38	191	33	170	122	40	53	189	69	116
76	155	96	128	156	51	95	70	49	10	136	9	26	74
77	95	41	114	169	76	187	6	71	120	166	137	33	77
78	67	3	64	136	78	50	117	52	146	29	83	113	70
79	190	187	139	81	95	120	39	15	53	62	114	120	89
80	116	72	81	137	139	21	102	88	166	107	77	95	121
81	24	0	98	112	22	168	103	149	127	128	91	169	101
82	44	143	127	95	121	182	148	86	126	71	119	30	79
83	186	142	144	93	11	184	167	61	157	111	159	0	189
84	99	186	14	106	32	141	63	90	44	187	100	175	69
85	87	146	26	149	127	148	59	155	69	161	36	70	33
86	147	101	79	138	135	31	46	162	118	101	156	91	10
87	175	89	33	15	6	79	116	9	86	49	101	104	131
88	47	23	5	39	87	25	62	153	116	155	65	140	155
89	144	133	84	170	122	144	42	67	54	28	175	25	51
90	28	83	153	146	172	170	32	119	132	94	28	132	36
91	6	92	65	103	102	18	134	189	13	70	15	23	60
92	153	22	59	184	85	176	83	82	167	48	33	105	75
93	46	99	90	43	41	135	152	131	88	0	178	158	64
94	35	136	95	5	37	183	138	190	108	33	88	171	146
95	140	158	149	9	166	7	147	4	168	157	6	6	99
96	57	156	104	189	0	90	15	46	16	151	98	121	47
97	100	91	135	34	8	52	72	118	82	25	13	56	27
98	143	97	23	19	28	94	171	47	65	89	72	22	63
99	62	28	1	63	59	77	101	178	42	88	106	127	105
100	118	162	145	90	15	65	177	59	17	114	5	54	120
101	150	147	190	36	104	3	125	150	83	134	116	68	73
102	41	65	57	23	131	15	107	186	37	75	179	107	156
103	34	139	89	78	162	85	120	123	6	87	157	133	7
104	163	111	8	100	75	43	172	18	190	142	111	84	14
105	107	38	175	75	52	100	104	79	128	6	1	81	111
106	187	161	125	162	184	35	181	57	135	27	35	150	62
107	182	163	169	42	27	124	180	120	124	64	174	99	136
108	98	4	46	161	94	39	25	70	99	69	32	73	85
109	111	75	39	119	91	57	86	62	114	19	62	185	134
110	9	125	9	64	56	78	33	137	34	150	107	67	95
111	96	177	92	65	17	88	145	23	77	38	76	29	48
112	117	12	53	152	159	70	182	185	174	35	25	151	125
113	86	70	179	62	106	76	155	167	158	130	16	87	122
114	135	114	102	173	13	171	78	175	169	127	139	10	23
115	172	6	168	104	25	149	81	16	142	76	169	167	176
116	73	45	4	88	90	121	176	134	98	102	89	148	72
117	72	165	17	118	109	125	159	73	97	123	144	72	21
118	48	126	150	48	149	84	168	139	179	158	95	147	128
119	145	132	191	44	188	16	190	166	175	129	162	5	118
120	22	134	58	40	47	140	52	55	60	133	43	31	103
121	132	40	2	60	111	40	92	165	71	110	58	125	44
122	81	149	66	102	116	150	162	116	110	141	163	145	132
123	89	104	29	61	39	157	65	76	62	95	10	4	123
124	162	188	146	74	182	36	66	99	106	7	133	52	119
125	29	80	167	99	171	48	143	182	7	126	30	44	135
126	168	55	44	53	140	162	31	78	103	85	112	134	22

127	112	34	96	10	124	2	84	93	154	108	11	83	66
128	104	119	25	6	2	62	166	141	18	174	184	46	141
129	12	175	27	172	169	22	178	33	32	190	132	75	107
130	183	66	137	186	155	147	191	176	164	165	153	152	32
131	156	93	161	163	7	83	149	101	139	156	187	62	138
132	20	39	56	134	16	53	51	130	63	171	135	7	26
133	120	47	3	14	100	82	69	58	48	54	71	86	43
134	30	153	141	148	67	177	109	12	143	17	143	172	54
135	158	8	108	3	137	98	161	17	84	121	20	180	149
136	94	69	133	26	165	115	44	132	162	103	134	111	143
137	109	157	51	1	57	69	137	45	138	14	190	61	34
138	177	61	62	157	153	105	114	102	171	36	164	9	41
139	78	35	152	150	115	151	37	7	122	105	191	58	108
140	85	182	6	25	160	136	45	19	27	82	63	14	158
141	133	124	103	123	154	181	115	145	102	8	154	116	190
142	82	168	34	115	161	56	4	54	149	178	70	92	25
143	160	76	160	116	187	173	150	91	148	51	160	170	173
144	102	131	117	57	117	122	71	113	24	23	103	93	18
145	54	59	70	175	62	111	50	36	66	84	131	77	49
146	115	112	134	127	163	47	160	27	163	167	18	88	67
147	69	152	182	82	43	179	41	114	19	30	127	42	65
148	63	82	158	117	89	191	10	174	109	100	147	21	2
149	43	116	83	114	179	119	141	39	90	42	68	106	151
150	130	123	185	160	185	87	91	83	67	72	59	97	15
151	166	9	176	164	10	178	49	140	183	149	158	144	163
152	38	73	170	153	189	155	79	191	74	92	55	182	184
153	165	15	119	176	158	131	11	74	184	77	56	108	71
154	8	86	82	76	73	185	169	56	151	104	79	55	12
155	180	159	13	13	150	91	113	87	125	183	0	94	169
156	71	172	86	181	118	60	36	48	11	39	125	122	8
157	123	18	30	68	61	55	94	158	96	125	126	114	97
158	164	183	35	128	71	54	60	121	186	80	150	153	39
159	90	68	68	0	142	37	23	159	78	143	186	64	145
160	152	103	106	183	120	172	123	136	72	144	140	24	133
161	174	167	11	49	93	169	22	63	21	56	182	80	104
162	114	113	37	22	157	4	3	181	50	119	54	117	100
163	76	5	71	166	31	188	73	34	134	16	7	3	142
164	92	74	165	17	177	158	96	173	94	132	118	177	168
165	5	42	186	191	74	11	27	103	165	139	86	149	174
166	10	174	75	135	186	59	99	42	14	191	170	76	58
167	149	140	188	165	168	160	165	125	155	50	165	128	172
168	126	2	113	72	86	129	28	104	107	164	49	136	164
169	93	10	73	158	46	5	35	107	70	122	61	39	152
170	39	32	24	130	132	34	87	96	177	46	177	181	183
171	108	19	110	154	24	14	58	65	61	140	31	160	55
172	136	127	67	167	107	137	30	1	1	31	185	103	0
173	70	48	22	66	190	117	156	13	28	176	121	174	130
174	17	169	183	2	81	126	126	157	15	60	92	156	154
175	185	117	21	147	178	114	130	184	73	26	45	27	81
176	171	129	148	69	114	49	77	170	35	32	161	183	50
177	146	178	76	58	53	73	185	105	145	11	51	16	126
178	184	53	138	98	34	74	144	188	147	177	152	137	19
179	169	179	174	97	175	28	97	108	180	124	2	101	181
180	3	71	55	143	133	75	55	6	30	74	8	161	112
181	55	52	121	32	113	152	68	2	36	145	82	176	88
182	113	60	157	29	55	142	158	98	75	20	84	35	82
183	128	110	171	179	69	71	110	72	25	34	128	118	114
184	14	57	164	113	136	23	132	5	49	18	124	98	129
185	1	144	147	80	170	86	122	66	123	81	39	168	56
186	16	160	155	182	82	93	29	128	89	168	146	48	186
187	181	43	120	129	138	130	2	106	79	9	22	100	17

188	52	37	129	126	12	92	9	172	144	78	52	71	20
189	106	33	28	171	40	113	163	111	130	113	102	189	137
190	178	77	63	121	152	46	188	85	172	147	173	32	98
191	68	176	50	187	60	165	106	51	8	47	168	51	178

3.2.2.12.2.2 NUC

3.2.2.12.2.2.1 16QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.2.12.2.2.1-1 16QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率												
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
0	116	34	154	75	31	20	36	51	12	86	140	32	128
1	157	5	83	143	178	164	20	123	183	38	166	15	120
2	105	141	159	169	143	100	126	158	40	127	22	26	91
3	191	142	153	100	125	156	165	156	66	1	87	164	121
4	110	33	136	64	159	58	181	70	35	35	107	57	189
5	149	11	6	190	168	137	59	6	155	31	121	95	30
6	0	111	19	130	34	31	90	83	137	65	66	92	127
7	186	175	73	99	127	124	186	7	58	50	80	25	35
8	88	16	122	23	158	32	191	77	108	67	85	33	76
9	165	166	40	28	157	45	120	46	93	59	109	71	26
10	141	97	97	59	21	90	182	27	47	138	45	74	144
11	179	170	144	92	124	15	170	166	78	28	13	188	45
12	160	30	101	19	153	67	171	52	56	47	144	60	178
13	121	172	106	26	162	182	137	115	122	125	63	36	93
14	35	61	130	32	59	167	62	148	51	11	0	47	14
15	170	181	174	13	156	176	84	35	114	64	52	53	31
16	97	35	48	72	165	55	146	131	10	14	131	134	123
17	7	156	176	173	40	136	106	38	164	56	122	18	155
18	181	139	14	152	108	86	64	90	148	20	135	50	19
19	31	69	27	66	43	135	129	184	190	100	173	7	28
20	130	31	52	41	98	70	56	53	53	46	105	78	152
21	123	41	152	82	119	186	136	116	76	113	98	174	174
22	184	2	173	30	33	130	57	189	75	26	117	126	177
23	34	22	63	45	13	106	108	102	11	53	168	77	168
24	101	27	39	87	175	76	190	107	46	25	8	67	56
25	167	96	92	25	166	62	74	108	2	167	123	54	169
26	68	49	114	101	117	26	70	190	174	42	157	106	95
27	135	165	98	153	25	162	10	55	146	57	93	150	7
28	18	19	190	77	63	0	68	95	119	93	129	23	96
29	91	146	149	73	111	80	139	24	170	33	37	85	133
30	159	65	103	161	74	43	35	84	98	120	119	157	136
31	81	50	160	37	1	99	104	162	22	177	143	108	146
32	53	29	118	120	38	60	63	97	116	129	40	20	172
33	36	132	13	7	169	116	16	72	28	23	59	27	187
34	164	67	29	184	131	151	19	11	67	73	162	158	90
35	139	37	51	61	100	179	66	176	63	104	21	73	44
36	61	28	66	31	164	53	1	117	59	107	79	66	98
37	162	53	168	114	0	46	15	30	154	10	102	113	150
38	79	70	180	24	171	103	61	160	94	27	34	139	40
39	4	119	23	34	101	108	97	143	105	29	36	115	20
40	176	153	170	86	151	69	172	106	187	71	32	43	104
41	127	161	24	81	113	74	72	25	9	13	41	13	191
42	42	6	5	68	20	160	26	42	97	116	177	186	37
43	148	75	157	113	185	115	141	29	166	61	48	51	61
44	147	148	28	14	17	16	80	71	19	40	83	39	42
45	150	45	45	119	86	172	151	59	125	136	94	1	43
46	55	12	53	151	146	161	138	61	189	119	191	75	27

47	109	72	68	117	11	163	156	41	185	141	78	172	159
48	132	62	25	136	12	47	46	130	178	75	101	49	163
49	124	51	191	2	19	73	82	103	115	115	155	79	100
50	9	157	148	53	145	39	95	159	123	30	160	61	164
51	66	86	139	138	85	168	142	73	150	78	189	168	151
52	14	1	15	56	3	72	77	56	60	99	77	14	111
53	128	76	67	189	80	48	76	140	77	17	57	153	102
54	134	136	77	90	133	166	17	112	86	58	11	137	165
55	27	126	100	88	93	133	102	81	69	49	148	148	132
56	29	184	58	20	10	40	92	118	26	51	124	64	138
57	59	189	91	135	72	174	60	120	145	135	65	143	180
58	153	163	50	11	152	188	148	185	143	160	187	87	22
59	22	149	131	191	172	95	99	79	134	32	110	155	70
60	120	79	65	57	140	28	140	49	124	106	100	69	184
61	13	43	17	38	45	14	2	124	111	134	114	5	62
62	187	54	11	157	115	145	78	177	162	5	67	180	167
63	112	24	123	181	79	85	145	47	141	96	150	184	134
64	69	104	86	62	161	64	29	68	80	121	82	136	60
65	163	114	135	104	39	114	174	133	34	19	156	175	160
66	11	177	115	185	99	38	32	88	138	76	43	109	175
67	70	10	120	89	5	134	103	109	130	6	5	40	157
68	58	26	59	51	37	37	3	141	45	82	1	8	153
69	15	154	162	155	110	65	133	180	33	174	126	80	77
70	25	116	9	39	155	1	163	34	127	181	46	179	87
71	102	36	189	80	170	183	23	3	37	139	167	72	185
72	188	20	21	17	123	77	150	64	91	126	149	2	116
73	182	99	12	52	70	129	155	43	84	114	72	17	115
74	156	42	179	74	52	178	44	125	102	55	31	171	176
75	20	180	178	91	81	165	185	149	13	80	161	59	78
76	17	188	110	134	65	56	65	39	16	3	23	41	5
77	10	85	35	108	160	9	134	89	172	165	113	90	39
78	32	158	137	33	132	36	184	63	61	140	137	181	88
79	76	138	3	35	103	158	11	145	182	180	132	146	33
80	5	106	84	132	9	41	38	132	57	92	35	34	126
81	28	169	177	112	88	141	119	170	55	158	76	30	13
82	46	91	124	127	15	157	117	101	101	15	26	140	71
83	166	64	186	18	130	120	167	104	142	170	61	187	188
84	140	56	143	106	71	52	79	15	117	43	141	63	171
85	143	46	26	172	129	128	5	93	87	0	15	116	135
86	65	87	96	29	177	91	130	91	131	162	4	114	21
87	63	83	80	12	128	123	94	179	188	36	25	149	16
88	107	130	31	46	121	82	33	69	191	123	17	121	143
89	119	77	169	78	150	127	157	119	113	91	182	98	51
90	87	103	119	175	36	152	154	0	39	132	92	91	99
91	145	186	33	10	35	148	109	121	54	89	29	52	182
92	62	127	87	131	163	61	30	85	74	112	27	105	85
93	108	144	140	69	83	147	31	138	72	81	73	128	129
94	189	109	88	55	142	104	160	75	29	152	170	16	162
95	114	8	171	97	105	117	96	18	48	161	53	6	66
96	71	55	133	124	48	54	49	36	161	111	64	55	0
97	78	182	150	158	64	3	178	178	139	108	127	58	55
98	122	44	151	133	82	88	110	171	151	45	112	100	73
99	93	147	72	93	46	138	128	146	180	143	171	119	117
100	37	32	85	94	148	25	166	8	1	109	56	29	75
101	12	128	89	22	138	122	7	182	160	150	106	86	181
102	137	135	112	141	147	34	162	152	103	188	186	31	179
103	118	164	126	79	149	29	48	154	173	157	183	37	53
104	56	125	167	44	27	81	34	33	15	62	95	35	170
105	67	95	56	98	56	68	55	96	52	168	165	173	1
106	98	39	49	103	47	159	22	134	186	37	10	159	125
107	113	110	187	118	50	139	143	174	133	178	103	48	69

108	173	90	138	129	42	4	149	20	71	97	74	142	80
109	169	40	145	164	54	119	121	172	132	98	84	102	83
110	39	23	18	165	182	89	89	139	31	186	116	44	57
111	51	160	32	105	23	175	114	65	135	171	20	81	38
112	177	0	90	125	97	6	176	48	70	68	185	141	103
113	1	52	158	107	89	191	107	157	81	41	6	169	109
114	84	4	54	8	167	187	67	161	24	164	133	22	137
115	40	140	104	60	141	118	73	23	112	4	147	166	63
116	158	120	62	128	75	84	51	9	6	131	75	110	74
117	2	134	165	116	32	18	53	2	175	21	62	82	9
118	144	58	79	83	118	27	132	82	96	133	14	46	15
119	73	115	1	6	44	144	83	167	3	151	142	101	118
120	43	123	81	0	96	71	158	28	79	79	44	104	67
121	82	81	102	177	66	13	69	80	156	102	181	112	2
122	92	18	44	49	73	185	153	78	109	145	146	97	113
123	16	183	61	183	190	102	180	135	8	185	164	144	124
124	133	113	10	4	181	23	188	40	153	128	128	65	114
125	129	73	166	142	191	87	101	67	90	12	9	124	6
126	99	145	2	180	92	98	37	86	177	16	60	118	154
127	86	88	116	167	53	189	179	14	49	147	50	189	141
128	57	68	161	111	87	50	111	60	99	48	91	21	50
129	47	122	60	16	176	30	71	10	128	85	88	111	149
130	183	108	108	178	102	112	147	151	21	70	97	162	4
131	171	84	142	1	144	126	189	191	7	179	145	152	46
132	131	94	30	95	28	79	124	13	158	118	28	3	8
133	33	133	78	122	134	109	43	54	89	60	7	154	130
134	26	59	127	71	77	113	86	142	92	83	118	191	94
135	168	14	111	21	184	24	98	105	126	166	99	127	34
136	155	13	46	65	189	75	91	188	32	54	115	131	23
137	178	101	43	110	67	35	45	128	121	155	39	161	54
138	175	82	184	42	187	121	135	183	100	77	125	107	145
139	64	48	163	147	174	150	168	74	88	182	136	177	81
140	52	107	64	121	49	49	183	168	163	154	180	12	58
141	100	112	22	160	94	142	42	127	136	34	179	135	82
142	142	187	41	76	68	125	27	136	20	39	96	4	139
143	90	124	156	168	18	19	81	113	83	189	175	165	156
144	8	93	70	109	186	59	152	37	17	95	3	76	108
145	106	80	20	150	26	140	164	44	42	84	47	133	140
146	45	179	42	159	120	33	58	1	95	18	158	89	166
147	19	178	182	186	62	170	100	144	129	24	172	0	36
148	24	74	55	144	136	78	25	57	118	88	154	45	183
149	80	7	95	40	24	107	4	165	43	2	138	138	110
150	146	60	105	84	4	5	13	66	157	130	176	167	101
151	136	9	132	5	16	97	144	155	50	149	33	145	161
152	125	121	38	15	61	51	112	62	5	52	81	10	84
153	95	167	69	140	179	110	122	126	179	183	134	19	119
154	172	89	134	154	106	10	159	76	140	90	120	11	92
155	104	143	74	174	95	173	187	147	147	148	174	190	3
156	154	168	155	63	135	8	52	186	62	74	151	123	142
157	138	191	141	139	41	63	85	100	38	124	49	132	186
158	6	129	172	27	173	171	50	21	176	187	30	83	158
159	85	176	57	149	154	131	9	16	149	146	108	28	173
160	94	38	7	102	78	66	87	110	159	122	68	120	147
161	74	171	175	123	2	93	127	31	44	44	38	99	49
162	151	117	128	126	22	184	169	99	106	87	153	38	10
163	44	25	75	146	139	181	173	169	152	175	2	178	32
164	174	152	107	9	76	57	14	19	65	94	69	42	65
165	115	118	109	176	58	2	93	50	14	153	111	151	89
166	185	21	99	156	90	154	116	137	168	176	54	84	86
167	89	92	147	170	137	11	175	153	184	173	130	160	131
168	23	78	146	67	114	44	177	17	0	63	71	125	18

169	190	155	117	115	126	180	24	4	107	184	24	122	47
170	111	100	125	145	51	149	40	98	167	103	58	96	107
171	72	71	185	188	84	94	0	12	36	191	178	163	79
172	180	17	0	182	14	177	28	92	73	9	19	9	72
173	54	63	76	85	91	143	12	122	110	137	42	70	25
174	77	98	82	137	183	21	161	5	165	156	51	130	68
175	75	190	129	148	180	17	105	181	120	7	190	185	122
176	117	131	36	171	112	169	41	26	104	105	89	62	29
177	126	151	34	58	122	7	75	114	23	144	16	156	11
178	49	174	93	96	30	146	123	58	25	72	90	88	41
179	103	185	188	179	29	101	39	150	82	159	169	176	190
180	48	15	113	70	69	105	125	187	27	22	70	94	59
181	60	105	71	54	107	22	18	32	41	66	18	93	52
182	83	102	183	162	116	111	54	175	181	8	86	182	97
183	3	3	121	187	55	153	6	173	169	142	184	24	148
184	21	137	47	166	8	83	131	45	85	101	12	56	12
185	50	173	16	50	104	190	118	111	144	190	188	129	24
186	161	162	164	47	6	96	115	94	4	169	163	103	105
187	30	57	4	163	60	132	88	163	18	163	55	170	17
188	96	66	181	48	57	155	8	87	171	69	139	117	106
189	152	150	94	43	7	42	113	22	30	110	104	68	48
190	41	47	37	36	109	92	21	129	68	172	152	183	64
191	38	159	8	3	188	12	47	164	64	117	159	147	112

3. 2. 2. 12. 2. 2. 2 64QAM-NUC 用のテーブル

3. 2. 2. 12. 2. 2. 2-1 64QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	62	17	21	92	49	173	28	60	105	7	74	134	3	
1	68	64	35	83	118	36	94	117	47	156	90	124	74	
2	138	171	52	138	11	60	91	182	97	171	131	102	143	
3	168	69	24	67	1	172	112	104	164	76	66	133	191	
4	55	132	47	27	22	41	175	53	73	165	146	161	47	
5	35	126	39	88	0	149	105	26	170	68	103	34	184	
6	104	31	36	13	95	45	65	11	6	5	116	18	56	
7	126	140	132	26	85	75	24	121	136	72	77	17	25	
8	58	181	174	73	126	144	126	71	111	86	140	119	8	
9	176	157	183	16	163	68	101	32	143	57	82	172	41	
10	20	32	7	187	98	148	23	179	13	42	46	43	136	
11	185	119	187	18	112	168	5	34	44	98	153	25	173	
12	125	50	84	76	74	134	35	38	59	162	0	130	6	
13	9	3	131	28	16	58	72	145	45	130	85	84	46	
14	95	158	27	79	34	86	59	166	191	88	119	46	144	
15	27	86	123	130	68	50	46	65	178	31	188	167	43	
16	163	51	43	91	168	115	118	137	3	63	98	23	151	
17	59	82	158	58	187	167	96	7	7	170	150	100	19	
18	66	154	108	140	86	54	42	124	114	92	79	31	72	
19	144	176	145	38	84	29	120	58	101	100	48	121	82	
20	94	60	127	6	107	1	7	90	78	145	176	30	23	
21	130	70	49	43	139	132	125	29	121	146	136	15	167	
22	170	117	118	17	53	125	106	144	131	117	21	99	163	
23	84	110	95	168	90	114	110	116	40	62	186	127	102	
24	65	107	62	141	67	69	85	91	51	123	36	62	86	
25	136	111	72	96	178	77	86	88	26	55	22	20	157	
26	53	61	124	70	27	135	93	98	153	22	67	143	106	
27	155	186	63	147	151	39	14	161	91	138	149	103	148	
28	172	178	79	112	106	145	123	83	159	75	50	139	35	
29	97	7	136	164	102	139	55	177	106	99	87	171	128	
30	110	188	67	97	48	163	134	85	132	177	88	13	30	

31	173	81	19	161	127	44	152	154	28	83	117	42	45
32	49	19	100	139	32	146	169	146	189	135	52	1	114
33	10	30	186	65	171	40	2	178	117	190	47	26	5
34	23	165	105	78	29	106	160	123	112	79	158	76	28
35	122	104	171	95	64	178	49	76	162	84	34	159	9
36	61	22	41	146	69	52	103	75	129	182	137	27	92
37	159	35	10	3	91	14	172	3	82	140	40	82	81
38	127	145	53	32	138	78	171	64	60	136	122	48	187
39	12	113	133	158	46	174	148	151	69	0	125	146	121
40	108	155	16	24	52	3	158	99	85	108	93	22	90
41	120	97	17	0	173	126	67	118	57	77	54	156	16
42	116	131	96	94	135	20	128	57	65	8	102	188	129
43	64	26	110	120	38	169	141	106	188	154	190	69	172
44	169	179	25	176	97	98	26	16	36	73	156	86	55
45	174	142	93	128	150	47	69	61	43	37	86	177	160
46	51	63	94	59	76	33	63	162	182	147	28	129	115
47	32	57	51	81	43	121	19	19	186	14	112	160	29
48	72	175	66	21	12	109	133	12	116	10	111	33	130
49	67	122	30	102	28	88	15	94	98	128	71	67	93
50	71	105	75	190	83	185	73	39	149	111	5	176	112
51	82	12	23	8	39	157	173	93	18	168	147	148	145
52	70	24	15	114	142	183	162	92	5	38	165	168	98
53	178	4	162	113	104	152	80	73	63	159	180	158	24
54	33	42	56	29	93	158	97	82	119	125	25	169	127
55	13	147	50	45	31	76	45	138	56	32	157	0	158
56	37	172	3	103	9	56	179	108	163	120	63	155	166
57	56	183	114	56	21	30	124	139	37	132	162	118	141
58	139	120	86	54	161	123	79	130	2	148	42	154	188
59	147	25	146	173	179	137	22	163	187	27	91	110	137
60	39	180	31	177	111	186	75	152	25	69	19	96	59
61	129	95	61	12	92	89	191	159	122	96	177	191	76
62	99	48	125	174	15	83	174	168	29	127	96	4	97
63	86	15	167	108	189	141	58	189	104	103	97	36	91
64	160	150	58	169	2	156	142	102	16	34	159	39	179
65	145	162	103	148	181	143	164	134	22	110	126	56	170
66	41	170	90	123	123	2	29	101	89	161	23	112	10
67	157	148	82	129	26	90	56	66	76	41	184	14	80
68	134	108	155	150	122	151	39	4	144	18	108	145	146
69	166	20	185	77	3	111	100	171	48	35	69	182	88
70	88	149	42	157	117	170	161	170	130	142	35	3	67
71	171	90	26	184	56	161	66	188	34	116	185	88	69
72	36	23	102	61	4	182	99	107	126	28	14	126	34
73	73	83	153	127	88	79	32	23	95	121	58	91	20
74	131	47	120	121	71	66	82	180	139	91	49	105	96
75	93	103	164	156	54	26	165	35	55	112	64	174	26
76	133	5	12	104	144	108	61	175	123	51	121	128	65
77	121	187	156	111	110	119	111	18	158	178	30	157	40
78	11	163	55	68	96	38	57	89	87	139	62	125	139
79	52	137	97	160	132	35	81	181	150	95	139	74	124
80	2	52	78	107	125	180	163	17	175	155	13	116	178
81	184	189	99	117	124	154	129	97	125	20	43	61	185
82	181	184	28	124	148	153	83	62	152	78	189	52	36
83	101	11	177	84	60	175	74	56	171	33	172	187	175
84	5	87	46	35	115	181	11	52	42	133	138	117	87
85	0	84	76	10	65	72	115	128	100	29	76	98	110
86	21	151	22	90	36	80	9	40	52	9	72	73	108
87	161	177	83	106	73	23	117	25	169	54	56	95	95
88	6	174	154	144	42	15	178	191	160	24	8	92	176
89	15	34	152	66	35	122	116	74	70	176	191	181	89
90	14	139	71	64	103	49	16	95	88	122	105	111	134
91	83	75	57	15	99	10	144	143	142	3	78	65	161

92	146	54	1	46	185	4	107	5	96	102	104	63	64
93	60	96	160	125	10	17	34	8	185	56	31	152	168
94	90	102	168	44	153	155	44	1	140	181	61	163	52
95	191	33	149	37	17	179	51	132	99	175	1	147	32
96	25	166	44	20	120	46	90	133	8	174	11	66	37
97	141	167	6	135	62	24	3	135	118	81	142	178	70
98	188	59	137	53	172	37	70	184	14	166	152	87	51
99	128	127	85	71	190	129	181	33	94	30	109	179	75
100	74	134	0	152	59	0	139	37	120	26	132	64	38
101	150	78	159	183	186	171	48	45	9	43	154	93	180
102	63	121	20	162	33	34	109	127	33	113	17	144	84
103	115	182	104	50	166	63	38	122	184	137	60	83	54
104	48	133	178	167	70	27	21	136	137	150	114	140	14
105	142	46	182	11	157	57	84	190	83	89	16	8	159
106	92	124	74	142	30	166	121	158	183	179	2	78	135
107	19	9	172	149	51	177	132	72	58	70	161	2	138
108	4	106	60	131	134	117	43	77	86	11	24	131	2
109	102	71	29	191	160	120	95	114	68	2	171	115	116
110	183	37	40	166	167	113	130	46	155	118	183	123	105
111	54	76	111	31	128	100	151	55	31	183	99	47	174
112	107	94	112	185	188	28	140	105	173	13	155	94	60
113	137	123	191	134	113	6	127	78	1	50	9	186	154
114	124	45	11	19	116	55	88	183	17	46	68	28	21
115	189	16	87	178	170	71	10	103	54	12	133	68	165
116	87	144	139	52	6	150	98	22	110	49	106	21	117
117	3	115	73	188	8	187	153	20	50	40	182	135	7
118	148	10	129	2	155	131	145	24	127	172	166	37	50
119	103	160	157	75	164	147	170	155	11	17	145	151	119
120	43	185	106	110	141	43	64	86	141	47	41	11	111
121	46	85	117	145	140	64	76	63	38	65	15	104	118
122	143	164	109	41	80	102	177	79	49	16	45	77	4
123	114	99	34	159	184	176	13	164	177	74	173	81	11
124	85	91	113	136	131	130	167	13	145	141	4	35	42
125	77	136	144	100	152	93	188	174	107	129	174	71	63
126	29	173	128	9	77	105	102	2	93	101	101	162	0
127	44	1	166	62	24	128	136	14	74	48	134	97	12
128	112	66	13	60	191	138	119	47	4	87	115	41	57
129	113	141	89	34	13	164	1	126	41	187	127	58	79
130	164	152	68	116	182	127	147	84	151	167	92	190	120
131	135	6	14	23	63	142	154	165	146	134	175	101	189
132	75	13	48	42	137	51	62	59	10	158	120	153	58
133	119	41	140	105	146	12	166	142	109	15	181	85	99
134	182	14	81	40	162	42	60	87	103	44	107	166	152
135	45	168	151	118	177	53	168	153	53	53	29	7	113
136	175	89	4	186	45	99	37	112	115	93	160	173	186
137	91	101	179	4	130	133	146	43	147	152	179	44	17
138	40	72	92	5	105	87	77	156	133	23	37	29	22
139	158	67	18	182	72	188	12	50	166	126	27	10	66
140	156	98	181	170	136	13	122	6	46	52	18	49	48
141	177	29	9	87	109	159	143	0	134	97	51	54	142
142	186	62	80	1	156	190	159	81	180	189	167	150	155
143	18	190	165	22	89	140	186	51	161	36	143	32	27
144	81	93	37	55	7	84	104	21	61	115	10	50	1
145	42	73	65	126	143	59	114	9	15	169	135	51	83
146	111	100	135	63	133	104	87	148	157	64	100	45	182
147	26	153	77	14	121	65	189	111	138	25	124	183	150
148	89	28	115	25	25	7	156	147	102	58	163	107	162
149	69	135	189	153	158	189	18	48	167	82	151	113	183
150	109	161	130	98	5	160	52	31	64	1	83	137	61
151	98	39	148	49	180	162	71	36	23	45	38	80	123
152	132	116	184	33	154	74	54	129	181	39	75	79	15

153	79	65	141	69	81	107	68	167	81	191	148	175	190
154	153	56	170	179	23	118	137	150	32	144	168	142	77
155	167	156	169	171	82	101	187	70	20	173	187	141	171
156	100	2	98	93	50	22	25	42	92	6	39	138	73
157	17	27	116	36	129	62	27	15	12	60	80	40	122
158	140	80	5	133	183	61	4	110	0	85	20	122	103
159	34	143	107	57	119	103	135	119	62	149	129	75	44
160	149	40	122	151	19	25	89	109	84	163	70	120	39
161	162	129	142	82	41	124	190	125	165	21	12	53	147
162	31	36	2	72	44	112	20	80	71	90	141	59	53
163	30	21	91	163	66	70	157	27	128	4	73	60	125
164	1	146	138	86	101	16	8	131	176	80	110	184	131
165	179	88	134	47	87	97	92	49	39	105	65	5	133
166	16	18	163	119	78	67	47	140	124	164	95	38	49
167	165	138	161	48	147	116	183	187	148	180	7	6	177
168	76	38	126	99	58	82	40	96	77	61	55	164	107
169	96	169	180	30	108	81	50	120	75	114	128	189	156
170	123	74	70	189	100	110	176	100	135	188	169	24	62
171	78	109	173	115	40	48	78	141	27	151	32	16	78
172	105	68	45	165	174	92	131	160	154	185	113	72	101
173	154	49	147	101	149	184	17	186	174	94	164	19	149
174	80	159	101	80	55	96	41	185	66	124	130	109	68
175	57	112	32	175	79	94	30	68	80	104	59	106	13
176	22	114	176	132	176	91	33	69	172	106	144	114	94
177	187	58	8	89	57	165	138	28	90	119	81	108	169
178	24	118	54	39	145	19	108	176	30	107	89	185	181
179	190	77	188	181	169	31	180	169	179	160	26	165	164
180	47	191	88	85	37	5	113	44	72	67	94	149	104
181	151	53	143	51	114	11	185	173	21	71	118	9	85
182	28	8	59	154	165	32	53	149	108	19	84	57	109
183	50	92	175	137	14	95	6	54	35	131	3	170	31
184	117	44	150	7	75	18	184	115	79	186	178	12	153
185	152	55	190	180	175	21	182	113	19	153	170	90	33
186	7	0	38	155	61	73	31	67	113	157	123	180	132
187	106	130	33	74	20	85	0	10	24	66	6	89	126
188	118	128	119	109	94	136	155	157	67	143	57	132	100
189	180	125	69	122	47	191	149	41	156	184	44	136	140
190	38	79	121	172	18	9	150	30	168	109	33	55	71
191	8	43	64	143	159	8	36	172	190	59	53	70	18

3.2.2.12.2.3 256QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.2.12.2.3-1 256QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	18	28	172	9	16	48	97	99	47	116	97	41	35	
1	161	190	48	46	133	70	121	72	85	129	39	1	75	
2	152	152	104	66	14	53	122	51	118	57	99	88	166	
3	30	86	60	115	114	97	73	26	136	39	33	186	145	
4	91	131	184	171	145	126	108	141	166	32	10	86	143	
5	138	25	162	110	191	138	167	103	98	68	6	60	184	
6	83	58	86	72	53	141	75	8	72	17	189	33	62	
7	88	179	185	182	80	85	156	110	163	0	179	36	96	
8	127	16	11	57	166	12	64	79	63	127	130	56	54	
9	54	29	132	55	68	50	49	80	116	92	172	154	63	
10	33	103	155	93	21	171	29	1	162	87	76	54	157	
11	46	117	50	154	184	77	18	66	169	142	185	132	103	
12	125	15	146	3	73	173	110	191	114	185	131	67	32	
13	120	1	178	81	165	155	171	126	124	70	40	73	43	
14	122	138	5	157	147	153	8	14	144	163	176	24	126	

15	169	21	28	176	89	92	27	34	110	14	159	7	187
16	51	34	133	8	180	15	54	21	46	7	8	17	144
17	150	54	169	24	55	59	41	25	152	59	17	137	91
18	100	85	106	130	135	7	164	131	104	93	167	91	78
19	52	157	90	74	94	102	15	61	88	78	116	93	44
20	95	168	174	30	189	88	129	52	99	54	16	110	39
21	186	76	95	89	78	150	157	179	106	175	160	18	109
22	149	23	42	116	103	149	130	109	181	179	5	57	185
23	81	11	10	34	115	137	111	189	109	183	174	118	102
24	11	31	78	20	72	62	112	60	3	47	27	145	10
25	53	60	177	49	24	80	120	68	10	44	115	147	68
26	164	151	21	65	105	43	152	187	172	28	43	82	29
27	130	164	112	146	188	16	12	5	107	135	41	6	42
28	19	41	54	168	84	172	13	185	33	67	136	127	149
29	176	57	153	166	148	34	101	178	100	38	175	181	83
30	93	102	136	26	85	107	31	67	191	124	153	113	133
31	107	132	12	100	32	101	69	6	75	177	144	94	94
32	29	30	115	7	1	44	180	65	157	101	106	76	130
33	86	129	108	48	131	17	143	40	79	4	29	20	27
34	124	64	92	135	34	13	78	27	52	41	105	53	171
35	65	105	152	111	134	64	125	180	128	164	84	70	19
36	75	94	180	103	41	24	79	23	6	58	67	185	51
37	71	169	151	122	167	143	172	56	12	191	35	142	165
38	74	184	13	6	81	123	40	175	139	169	152	48	148
39	68	107	62	152	54	118	116	152	30	27	191	131	28
40	44	32	25	37	142	83	58	38	68	125	72	43	36
41	82	84	51	45	141	49	71	100	111	114	56	151	33
42	59	0	191	155	75	91	126	104	83	62	83	120	173
43	104	148	84	133	155	136	55	111	5	36	168	34	136
44	118	104	167	60	122	29	35	155	119	113	12	146	87
45	103	83	139	68	140	151	191	133	1	34	184	83	82
46	131	149	96	159	13	30	185	157	97	173	65	27	100
47	101	13	111	178	17	36	159	186	56	148	146	101	49
48	8	27	130	39	8	82	44	36	38	130	104	87	120
49	96	90	150	162	23	57	86	39	117	76	80	2	152
50	97	91	7	141	61	66	3	148	78	170	98	164	161
51	119	175	143	69	49	181	80	112	80	6	79	72	162
52	166	144	144	126	51	117	88	156	155	81	51	35	147
53	77	7	117	99	74	26	145	55	141	73	26	140	71
54	50	150	124	163	181	165	98	161	185	79	64	44	137
55	34	114	27	187	162	2	144	15	20	2	137	45	57
56	158	33	38	58	143	37	0	4	161	99	181	81	8
57	21	162	72	73	42	71	62	94	123	43	165	15	53
58	184	137	6	120	71	147	38	91	28	12	52	61	132
59	24	161	128	148	123	174	150	129	180	64	129	71	151
60	165	136	36	108	161	31	166	75	77	69	186	119	163
61	171	49	39	129	177	14	114	160	50	167	48	92	123
62	142	42	26	23	110	146	139	7	29	136	128	123	47
63	36	61	156	10	149	10	60	138	64	187	154	79	92
64	181	35	32	31	126	0	149	62	41	90	58	116	90
65	45	20	127	80	0	63	10	54	121	118	141	0	60
66	90	128	181	114	63	98	72	171	53	88	77	4	99
67	175	188	122	104	178	1	155	78	36	157	187	80	79
68	99	2	52	184	35	142	181	95	48	30	94	114	59
69	13	40	131	77	175	160	26	166	127	128	109	157	108
70	37	18	68	188	186	186	85	144	44	121	81	179	115
71	10	51	140	4	52	104	128	139	22	5	119	22	72
72	140	37	173	56	43	46	19	105	35	25	82	133	0
73	3	191	182	53	139	60	25	53	165	94	38	10	12
74	69	88	154	98	112	134	4	63	59	55	18	65	140
75	16	70	190	17	10	182	170	73	147	3	188	106	160

76	133	176	137	123	40	127	94	121	187	161	143	62	61
77	172	93	61	189	150	106	175	143	153	152	170	5	180
78	173	167	2	32	182	133	136	169	89	61	147	75	74
79	27	92	138	90	164	94	117	165	154	190	2	135	37
80	132	112	43	36	64	61	135	90	18	21	162	46	86
81	79	108	110	170	83	3	102	116	55	82	95	51	117
82	76	9	29	87	174	8	21	102	90	133	21	90	191
83	111	133	116	82	38	113	89	124	69	42	11	141	101
84	123	187	176	11	47	84	140	119	19	180	74	105	52
85	7	22	30	138	30	125	138	81	148	102	151	66	15
86	94	3	57	140	2	130	100	122	129	147	19	190	80
87	70	109	189	127	116	129	33	181	188	153	59	26	156
88	116	56	14	44	25	72	142	37	24	71	1	77	127
89	174	68	4	186	128	81	74	48	8	91	138	13	81
90	15	14	65	165	160	54	133	158	102	60	145	49	131
91	156	45	80	112	144	109	56	87	151	20	7	3	141
92	187	65	33	84	99	96	124	92	11	122	177	40	142
93	110	173	75	75	5	184	17	50	74	63	30	155	31
94	84	172	135	79	187	41	77	86	105	52	42	184	95
95	185	43	20	149	176	148	65	136	81	141	44	19	4
96	14	38	103	41	82	65	119	88	92	84	28	64	73
97	72	46	98	71	60	74	59	45	70	186	20	50	64
98	159	153	56	33	18	93	182	83	101	162	91	168	16
99	143	122	179	144	185	176	105	43	7	72	14	143	18
100	78	52	129	117	104	124	99	64	132	53	4	173	146
101	135	82	105	169	169	163	158	147	120	155	70	153	70
102	17	155	113	25	39	23	24	183	112	181	110	95	181
103	12	55	71	106	183	154	96	146	145	184	31	165	7
104	139	81	160	35	137	51	70	18	57	13	37	156	89
105	67	185	85	119	22	75	83	11	96	77	61	103	124
106	58	186	55	147	109	159	23	28	42	22	55	122	77
107	151	158	0	101	96	116	81	130	45	15	85	100	67
108	177	178	166	118	151	161	132	128	91	174	15	169	116
109	73	74	59	160	46	188	7	164	71	159	183	161	21
110	154	97	183	97	33	120	141	114	149	182	171	188	34
111	145	26	142	62	29	156	61	159	164	143	96	177	41
112	179	143	19	51	65	19	57	35	51	66	103	130	105
113	25	77	22	16	132	45	82	135	130	134	101	31	113
114	108	106	63	70	95	122	115	96	95	151	112	108	97
115	148	146	125	177	31	90	162	30	140	111	161	11	2
116	137	4	165	161	136	95	186	174	178	115	54	38	6
117	85	189	88	131	159	189	103	177	9	144	178	176	55
118	147	119	87	145	170	20	43	115	135	132	78	37	17
119	61	124	93	78	168	168	148	182	34	158	87	174	65
120	20	96	168	47	67	56	47	74	175	131	126	23	38
121	89	121	77	190	79	52	176	69	21	105	57	78	48
122	155	118	45	158	93	25	113	123	32	120	180	99	158
123	183	139	69	76	111	119	151	46	25	24	88	178	159
124	134	145	175	132	90	167	50	17	67	104	92	166	179
125	128	134	100	95	97	99	184	9	17	160	113	128	5
126	191	62	145	13	113	115	165	127	61	35	73	180	30
127	26	126	31	94	92	132	109	125	58	178	90	170	183
128	121	101	91	43	76	42	189	77	134	50	117	111	170
129	126	63	141	91	58	55	90	118	43	49	93	136	135
130	0	147	114	113	127	47	32	13	122	97	89	112	125
131	141	140	157	63	26	145	20	24	2	45	122	117	20
132	112	170	119	2	27	103	46	134	16	98	62	109	106
133	62	73	16	167	156	87	127	59	183	156	25	172	186
134	114	66	1	185	3	187	153	188	54	40	158	63	182
135	48	130	34	22	6	33	161	190	86	171	148	162	188
136	182	156	15	38	28	28	106	101	4	9	118	138	114

137	146	5	147	172	77	67	11	85	39	56	45	55	1
138	115	72	46	86	125	191	67	162	60	23	123	98	14
139	64	183	188	83	173	178	36	70	184	33	60	115	3
140	113	110	70	175	98	164	9	3	171	168	107	171	134
141	189	127	74	143	138	185	28	33	94	95	173	97	178
142	31	39	109	85	172	179	174	151	179	140	114	29	189
143	1	166	126	1	86	162	160	113	13	149	166	191	167
144	39	75	18	15	45	18	16	44	115	51	120	74	40
145	168	59	64	153	118	27	93	150	49	108	13	58	119
146	2	71	89	96	171	190	95	19	143	26	23	89	22
147	43	19	134	92	62	114	6	16	158	19	139	42	190
148	163	135	9	0	179	105	131	98	168	112	86	189	58
149	188	89	161	121	100	112	66	153	159	117	135	68	23
150	35	24	158	102	19	139	39	173	87	83	164	32	155
151	129	125	44	125	163	86	14	137	73	150	47	175	138
152	153	141	3	59	50	58	91	58	156	123	124	125	98
153	66	174	47	139	57	69	163	184	15	89	149	139	84
154	23	67	148	5	56	68	68	12	93	119	150	47	11
155	40	100	187	181	36	11	48	93	125	188	46	12	110
156	6	12	81	64	102	21	123	76	126	85	157	159	88
157	5	181	164	27	121	89	137	167	131	46	100	129	46
158	98	50	121	28	117	135	52	31	40	137	142	14	177
159	56	115	35	173	154	35	5	120	66	18	0	25	175
160	9	79	23	52	119	32	183	2	138	106	71	150	25
161	63	182	24	21	66	180	76	41	76	189	50	52	150
162	180	53	159	151	20	140	179	49	173	109	49	121	118
163	157	80	82	134	91	177	22	107	65	10	36	16	121
164	167	113	40	191	130	158	34	149	27	16	9	134	129
165	162	44	94	29	69	100	147	154	170	74	127	59	168
166	60	160	67	12	44	131	107	117	186	154	156	124	13
167	42	120	163	180	70	175	168	163	182	176	75	183	128
168	49	17	170	54	153	79	146	106	103	65	34	84	104
169	28	177	58	88	152	169	42	82	108	11	163	21	69
170	22	123	97	164	158	6	173	170	82	8	125	126	112
171	80	171	8	179	88	144	53	168	37	96	190	104	169
172	87	48	83	67	108	9	190	32	174	100	182	148	9
173	92	6	53	156	12	108	104	57	167	75	155	9	45
174	160	10	118	109	59	38	51	132	142	1	66	182	174
175	55	165	149	174	4	157	118	10	26	145	69	167	93
176	136	36	73	50	11	40	45	47	160	80	140	8	26
177	170	47	107	128	120	5	30	84	84	165	32	107	56
178	106	87	123	105	87	22	178	140	62	138	169	28	76
179	117	163	79	18	101	110	134	29	190	86	132	144	50
180	178	8	41	61	37	183	169	22	176	107	53	96	154
181	32	154	99	19	129	166	37	142	31	110	68	85	139
182	38	69	186	137	146	121	187	145	150	172	102	69	66
183	105	159	101	14	9	39	177	176	189	166	63	187	85
184	102	78	49	42	106	4	1	89	113	37	133	102	153
185	41	98	120	136	48	78	2	108	137	103	111	30	107
186	57	99	66	183	7	73	154	20	14	139	22	158	111
187	109	116	76	150	15	111	87	97	23	146	134	160	172
188	144	111	17	107	124	128	63	42	0	31	108	163	176
189	47	180	171	142	190	152	92	71	146	48	3	152	164
190	190	142	102	124	107	170	188	172	177	29	24	149	24
191	4	95	37	40	157	76	84	0	133	126	121	39	122

3.2.2.12.2.2.4 1024QAM-NUC用のテーブル

表 3.2.2.12.2.2.4-1 1024QAM-NUC用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	104	173	36	37	42	27	22	67	99	84	72	30	47	
1	72	19	140	136	59	109	76	20	78	126	39	127	120	
2	159	14	143	161	143	45	91	9	41	45	2	60	151	
3	102	40	102	62	102	105	103	75	100	76	171	115	144	
4	127	115	57	163	168	174	73	143	15	121	32	80	101	
5	112	80	93	129	93	62	7	94	79	91	75	50	68	
6	56	35	67	160	169	185	176	144	139	52	34	150	20	
7	23	24	62	73	140	69	156	122	2	162	154	39	82	
8	90	79	186	76	186	102	172	56	1	79	6	176	44	
9	171	94	103	66	103	91	99	88	172	187	37	171	117	
10	63	33	45	34	40	37	59	180	67	134	112	47	115	
11	39	109	169	162	48	39	31	72	55	108	62	104	58	
12	76	101	34	122	34	31	19	102	186	47	134	70	0	
13	17	61	167	5	167	34	82	100	159	16	31	33	50	
14	2	142	137	87	137	127	167	113	126	72	121	56	72	
15	168	128	5	94	5	111	108	157	69	119	104	3	8	
16	3	130	178	50	178	30	169	170	145	43	44	10	105	
17	45	162	1	105	1	23	98	59	105	107	20	26	133	
18	153	11	61	132	83	157	152	128	89	98	145	19	160	
19	59	159	159	32	159	155	153	162	137	135	8	149	182	
20	75	47	19	121	19	76	36	26	17	147	68	153	107	
21	29	160	13	47	13	19	28	38	30	110	52	141	41	
22	80	143	2	74	2	85	87	61	143	0	58	98	10	
23	30	38	68	189	44	172	8	156	36	60	83	46	18	
24	21	65	73	110	73	122	15	115	179	4	35	64	119	
25	176	122	115	45	115	5	29	117	168	61	139	71	108	
26	86	6	134	75	134	36	51	190	104	117	82	130	185	
27	79	181	6	175	6	100	163	77	32	24	66	107	12	
28	149	12	33	17	33	26	182	22	47	167	73	94	46	
29	84	45	139	29	139	59	159	74	156	65	179	16	27	
30	109	0	8	108	8	136	14	119	13	40	48	164	26	
31	154	106	189	191	57	79	86	12	34	55	59	169	94	
32	13	153	130	1	130	25	116	8	114	73	86	57	165	
33	46	56	125	153	125	134	45	179	178	112	118	168	116	
34	146	21	60	20	164	101	142	182	63	85	70	126	111	
35	27	125	113	113	113	3	55	85	163	35	115	157	6	
36	93	17	31	61	31	96	25	188	107	156	131	133	164	
37	78	129	155	42	155	135	175	191	108	95	10	12	89	
38	16	85	16	51	16	21	17	154	59	137	119	154	157	
39	15	186	153	2	153	2	183	41	29	171	12	135	21	
40	68	27	41	165	46	35	16	58	7	9	98	35	4	
41	41	155	183	124	66	82	42	142	72	11	24	53	83	
42	47	107	71	43	53	47	41	186	150	54	65	40	189	
43	44	156	136	186	136	143	185	107	16	131	163	183	137	
44	188	191	182	40	182	56	180	73	22	138	67	28	123	
45	111	151	180	86	180	54	139	189	10	157	170	1	76	
46	60	90	15	168	15	149	148	15	93	152	142	160	95	
47	50	135	56	180	117	7	5	130	56	111	56	67	88	
48	74	64	179	155	179	175	32	127	135	183	173	163	109	
49	191	57	3	16	3	170	133	160	18	161	46	134	45	
50	152	113	32	93	32	144	71	55	74	41	135	181	23	
51	165	175	49	26	60	71	90	19	110	69	84	59	36	
52	157	49	187	166	187	190	83	45	82	21	164	99	84	
53	151	108	70	119	64	94	39	137	87	94	18	186	132	
54	71	149	105	159	105	64	46	124	129	113	158	86	71	
55	155	164	135	56	135	131	1	133	119	8	23	36	31	

56	177	26	12	12	12	145	63	146	97	153	181	178	142
57	160	146	142	44	142	40	165	43	128	39	180	152	149
58	24	105	80	46	80	191	122	60	124	57	168	48	13
59	150	104	50	143	146	86	160	183	130	143	0	117	80
60	62	29	42	49	39	90	57	153	76	86	16	44	158
61	36	100	164	25	51	24	64	177	54	12	137	14	48
62	126	84	172	176	172	139	47	123	153	188	177	66	177
63	119	92	97	158	97	20	6	181	106	184	106	172	124
64	183	3	30	92	30	184	78	95	77	15	97	17	146
65	10	58	10	147	10	181	138	49	152	30	186	31	22
66	26	41	24	54	24	29	100	140	158	118	127	182	110
67	55	91	18	172	18	176	124	4	103	136	21	166	131
68	92	139	53	182	174	124	120	51	183	64	29	187	40
69	19	174	128	64	128	159	174	3	155	169	152	55	171
70	125	70	47	157	71	12	24	21	27	148	22	62	167
71	162	182	168	112	36	43	80	164	28	22	108	143	60
72	136	89	92	38	92	187	12	83	116	6	96	69	32
73	42	131	54	39	58	16	112	187	5	68	153	77	29
74	37	25	145	11	145	162	150	148	84	168	101	9	191
75	12	119	95	6	95	57	136	11	102	78	132	113	103
76	128	178	121	127	121	0	125	168	132	105	189	158	112
77	108	7	77	48	77	188	13	149	44	101	188	91	56
78	107	48	100	151	100	11	106	92	148	190	157	189	53
79	97	54	104	82	104	42	134	65	160	3	165	84	15
80	66	184	44	4	63	4	60	30	12	59	64	151	9
81	31	1	59	36	41	164	11	90	33	124	14	74	1
82	0	126	141	183	141	156	129	23	51	170	79	45	52
83	98	43	118	88	118	22	23	116	24	62	26	97	187
84	143	179	22	126	22	95	72	57	40	87	43	122	19
85	174	168	89	117	183	81	147	161	0	46	109	114	141
86	34	120	152	111	152	153	168	125	138	28	93	75	140
87	181	60	151	188	151	141	190	175	117	29	175	41	173
88	85	190	81	138	81	169	33	129	171	186	126	162	24
89	122	68	110	65	110	117	130	126	151	2	160	90	169
90	33	136	38	70	65	50	70	97	60	25	74	110	62
91	124	176	51	170	67	151	58	14	42	177	99	106	75
92	64	163	65	133	50	89	65	96	164	140	100	116	127
93	96	13	74	137	126	120	186	66	111	53	47	131	61
94	99	71	90	146	90	189	107	37	101	154	38	129	42
95	132	147	7	128	7	167	92	178	121	37	107	188	150
96	179	63	112	114	112	177	135	64	166	18	42	92	99
97	6	37	132	148	132	173	119	173	109	189	169	11	166
98	185	72	28	141	28	140	178	184	133	93	185	147	59
99	120	32	23	125	23	118	132	80	134	114	148	108	38
100	65	30	40	10	55	51	75	101	8	33	11	20	153
101	43	123	122	41	69	55	56	34	49	1	77	159	25
102	67	185	123	116	123	113	128	81	58	158	141	146	79
103	57	154	48	33	122	171	161	131	39	122	116	51	126
104	182	167	133	99	133	41	43	76	43	103	136	29	64
105	140	86	69	81	189	63	164	147	123	5	25	109	130
106	54	103	138	187	138	148	62	47	141	104	90	89	104
107	51	138	75	130	75	106	30	135	80	80	36	6	174
108	89	127	184	131	184	9	26	111	66	166	156	96	170
109	121	148	160	107	160	17	140	121	162	34	159	155	49
110	110	50	46	60	68	80	53	44	61	106	85	43	35
111	40	152	83	90	62	97	61	68	85	51	57	111	30
112	129	66	91	173	91	77	113	98	125	10	125	138	92
113	106	46	191	13	191	83	96	48	50	180	120	85	17
114	156	118	154	71	154	182	109	120	176	139	17	119	66
115	123	96	119	15	119	161	141	40	6	125	130	5	161
116	187	10	111	106	111	137	67	87	184	178	60	22	138

117	70	111	78	3	78	15	121	176	14	100	71	105	14
118	105	145	162	149	162	125	179	104	19	13	176	170	172
119	101	99	29	154	29	186	123	106	170	70	151	4	90
120	61	180	39	181	38	88	21	28	52	142	41	15	143
121	7	88	174	174	56	98	48	163	96	185	50	148	5
122	73	158	27	190	27	32	10	52	131	159	4	145	87
123	138	114	107	27	107	138	184	1	98	50	53	63	121
124	134	110	120	177	120	129	171	152	180	66	174	0	113
125	166	73	129	18	129	46	44	79	31	102	128	156	81
126	114	117	17	21	17	52	114	42	53	150	69	81	134
127	139	112	148	22	148	73	3	139	161	127	111	68	154
128	117	52	79	83	79	168	154	16	175	160	27	13	186
129	18	165	63	91	74	115	143	2	9	92	155	137	162
130	11	62	37	150	70	165	85	71	35	81	117	79	93
131	167	23	126	14	52	142	27	7	68	173	81	103	85
132	189	102	114	96	114	38	137	109	191	115	150	2	148
133	58	59	86	53	86	84	68	114	25	144	133	179	86
134	131	36	101	0	101	128	173	112	37	145	51	38	139
135	118	5	124	145	124	166	144	54	115	128	183	180	145
136	180	116	181	67	181	107	166	62	177	74	172	132	65
137	88	98	0	68	0	116	111	169	169	88	30	123	7
138	38	53	157	144	157	123	189	35	181	20	33	144	63
139	137	188	87	184	87	114	170	150	146	116	146	167	33
140	5	39	55	59	49	93	20	171	83	179	105	140	69
141	81	93	35	23	35	78	9	110	70	96	63	174	37
142	52	31	72	118	72	178	145	50	48	17	89	49	128
143	169	28	147	115	147	66	4	108	92	155	3	37	152
144	48	55	170	135	170	146	149	105	71	175	5	82	159
145	184	172	177	55	177	160	50	69	173	75	140	128	181
146	113	189	165	134	165	104	177	118	20	165	78	101	2
147	148	187	166	102	166	121	118	84	38	7	7	21	147
148	35	67	26	8	26	48	104	39	188	191	102	124	91
149	103	15	64	169	89	74	127	132	149	149	184	177	179
150	14	16	98	85	54	13	95	63	75	44	55	121	156
151	9	4	146	156	47	61	54	31	4	23	166	8	168
152	83	22	116	97	116	70	37	18	185	99	138	23	136
153	95	133	109	63	109	60	81	134	90	48	15	136	135
154	1	76	171	104	171	75	110	103	46	163	103	42	73
155	161	44	150	95	150	163	79	185	187	42	92	27	51
156	20	87	20	52	20	179	158	6	174	63	95	139	98
157	133	77	52	98	173	28	162	145	73	164	167	72	106
158	32	18	25	139	25	130	131	24	122	90	94	185	114
159	77	78	108	24	108	154	181	70	144	120	178	18	176
160	25	169	14	78	14	53	40	36	86	27	40	65	54
161	144	166	163	179	163	110	34	29	189	31	54	161	11
162	141	83	88	19	88	10	188	5	11	14	110	7	122
163	94	82	76	28	76	33	52	93	3	19	182	125	67
164	87	161	175	69	175	112	35	99	165	32	28	88	55
165	130	74	161	58	161	18	84	33	167	174	124	34	163
166	163	134	127	109	127	180	157	82	127	26	1	73	70
167	164	157	85	57	98	147	102	89	26	67	114	184	74
168	178	81	82	164	82	133	0	167	120	89	123	52	96
169	135	95	94	31	94	1	2	174	182	97	187	190	188
170	116	42	173	84	45	65	93	27	94	56	19	120	125
171	100	132	66	140	61	68	49	165	65	146	13	102	118
172	158	121	84	103	84	8	77	91	112	82	87	100	178
173	53	8	190	77	190	44	115	138	142	133	190	87	129
174	22	97	4	123	4	108	151	155	118	129	45	95	57
175	82	141	158	171	158	132	66	32	64	109	76	118	102
176	170	20	21	72	21	183	105	159	95	71	88	83	78
177	175	170	99	79	99	6	101	141	81	58	49	112	43

178	147	69	176	152	176	119	187	136	140	130	161	175	184
179	91	177	58	35	85	67	146	151	147	182	147	78	183
180	4	34	117	80	37	14	69	25	62	123	129	58	39
181	173	140	188	7	188	152	74	158	57	176	162	24	100
182	115	124	144	185	144	72	94	86	157	49	191	165	34
183	49	183	131	167	131	150	18	17	45	36	144	54	97
184	28	51	149	9	149	103	89	13	23	181	113	61	155
185	142	137	156	100	156	87	38	172	113	38	143	25	28
186	172	9	9	142	9	58	155	53	91	141	61	191	180
187	186	2	185	89	185	99	191	10	21	151	80	76	3
188	145	75	96	30	96	126	97	46	136	83	91	142	16
189	190	144	11	120	11	92	117	166	154	77	149	93	190
190	69	171	106	178	106	49	126	0	190	172	9	173	175
191	8	150	43	101	43	158	88	78	88	132	122	32	77

3. 2. 2. 12. 2. 2. 5 4096QAM-NUC 用のテーブル

表 3. 2. 2. 12. 2. 2. 5-1 4096QAM-NUC 用のテーブル

番号	符号化率													
	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16	
0	166	29	191	25	100	62	21	44	113	16	131	138	93	
1	161	36	38	17	152	42	5	66	23	114	148	94	61	
2	43	132	101	108	16	79	2	45	166	129	141	25	37	
3	77	121	9	104	39	96	24	183	150	128	17	52	170	
4	177	42	62	122	26	26	12	89	133	58	53	48	63	
5	54	167	79	151	58	175	28	72	130	22	138	21	60	
6	162	15	127	163	60	118	52	83	38	67	45	30	135	
7	185	67	18	109	6	173	118	160	18	69	97	27	5	
8	127	14	51	182	126	185	129	152	71	184	112	184	158	
9	62	64	6	66	7	162	3	169	115	78	111	142	47	
10	6	95	95	10	59	144	122	131	111	36	77	90	65	
11	64	136	114	170	75	159	149	189	44	8	184	171	179	
12	30	35	35	37	62	75	105	37	135	132	129	105	76	
13	12	18	123	54	47	21	16	57	11	42	135	148	182	
14	27	96	31	43	27	70	136	31	98	109	27	129	72	
15	89	50	99	96	113	184	99	53	96	46	122	61	20	
16	130	83	133	189	41	33	133	97	67	5	2	8	104	
17	116	93	81	4	115	92	171	180	114	116	123	72	7	
18	190	120	136	79	169	150	84	47	112	91	156	121	181	
19	28	156	106	185	30	147	79	148	87	191	128	173	11	
20	38	111	5	106	95	174	59	106	146	142	80	100	117	
21	135	74	130	67	189	11	62	173	119	85	116	178	152	
22	149	100	159	110	138	136	155	178	28	71	40	1	184	
23	164	178	124	141	136	97	78	153	86	138	89	14	172	
24	48	31	146	39	70	71	134	82	120	79	84	151	143	
25	173	189	41	41	140	83	20	50	49	131	41	137	92	
26	175	87	110	161	149	45	1	128	175	32	105	180	109	
27	71	77	150	160	187	1	51	67	14	83	42	149	177	
28	132	161	185	119	177	90	22	81	30	97	39	41	191	
29	68	125	8	84	141	102	161	19	144	93	187	5	119	
30	5	145	158	183	125	117	173	15	53	47	145	51	132	
31	111	59	178	142	171	178	46	102	165	87	18	177	1	
32	158	45	119	180	178	138	172	144	162	169	54	110	98	
33	24	115	171	70	134	171	162	135	128	126	44	4	10	
34	59	57	121	28	15	166	55	186	108	160	183	37	148	
35	26	7	129	87	154	109	148	165	39	171	57	122	35	
36	145	27	164	58	131	5	70	20	116	34	136	103	126	
37	118	191	168	44	183	57	57	35	158	48	13	35	9	
38	51	58	111	103	46	9	121	187	62	94	65	168	18	
39	37	150	52	97	35	37	86	10	110	152	162	33	70	

40	178	89	177	118	44	80	131	139	83	27	51	23	190
41	69	65	190	88	11	142	114	161	93	106	178	165	38
42	189	39	85	20	51	146	31	65	118	151	59	163	66
43	163	118	179	91	170	34	72	172	80	29	104	45	54
44	133	97	142	157	112	152	104	159	88	56	163	119	62
45	98	107	174	69	20	19	120	140	173	84	70	19	122
46	53	171	46	137	161	133	164	132	157	134	87	62	100
47	29	46	61	175	159	181	127	179	102	143	152	88	3
48	169	33	176	45	101	35	83	51	177	2	94	139	2
49	188	127	23	57	52	24	179	26	132	95	126	28	189
50	17	79	163	130	181	51	187	56	174	182	23	44	144
51	180	44	49	178	71	69	7	150	59	121	169	79	153
52	155	10	28	121	28	12	108	25	106	150	9	78	165
53	73	175	86	114	128	25	40	181	34	180	179	77	14
54	45	85	2	133	3	121	73	24	64	108	177	54	154
55	22	26	143	100	167	167	144	85	22	168	139	191	44
56	107	94	120	148	156	15	48	38	4	179	130	99	161
57	104	103	166	169	123	99	68	111	29	13	38	63	113
58	76	168	13	168	18	120	60	157	97	161	35	70	147
59	143	123	87	61	139	107	190	163	155	137	20	24	12
60	70	32	27	12	102	74	135	41	109	117	86	93	90
61	88	172	39	56	13	81	61	62	9	9	180	118	167
62	99	81	115	173	19	52	116	6	107	24	48	112	112
63	124	61	131	143	37	169	106	90	92	25	108	85	34
64	126	186	92	19	90	65	19	164	36	40	47	16	39
65	34	146	117	120	105	36	35	55	24	174	133	56	139
66	80	113	187	29	92	148	143	71	161	52	167	164	142
67	10	37	56	85	135	89	180	145	50	18	75	115	41
68	168	52	11	86	185	131	102	78	21	102	168	161	159
69	66	71	180	11	121	141	76	123	137	167	25	136	149
70	72	53	118	68	50	165	182	138	17	10	67	166	82
71	123	179	30	62	158	16	117	130	43	144	185	83	131
72	63	34	149	49	29	77	93	88	58	33	91	17	88
73	140	21	60	38	104	60	191	64	124	120	165	101	106
74	176	153	71	171	155	56	165	54	31	159	157	15	138
75	49	73	44	76	12	91	23	188	37	105	158	135	105
76	65	78	103	155	184	151	80	155	172	119	110	18	55
77	50	147	140	111	93	111	146	121	100	177	127	39	163
78	52	116	48	92	166	100	153	43	178	156	82	7	71
79	122	138	162	123	14	134	42	29	129	147	58	152	168
80	4	51	125	77	133	38	53	154	79	3	50	188	80
81	181	184	122	186	146	105	139	151	160	140	64	49	96
82	121	162	126	146	24	140	124	27	167	135	76	186	108
83	57	114	29	172	191	191	64	166	32	175	31	113	40
84	18	9	153	55	188	67	167	86	181	4	159	11	50
85	101	0	77	51	116	78	96	99	154	20	8	53	25
86	42	75	72	102	109	7	138	36	7	11	79	13	114
87	179	82	4	158	89	160	132	170	183	63	78	47	79
88	100	3	7	190	65	44	158	59	90	53	146	128	103
89	157	56	165	3	45	93	90	185	54	113	71	84	141
90	165	174	25	124	25	8	110	190	68	31	69	141	151
91	106	180	89	18	21	188	82	115	191	188	3	174	69
92	156	40	26	2	1	164	39	117	156	15	36	190	74
93	95	25	68	78	76	94	175	120	104	186	155	147	110
94	170	159	20	101	151	156	170	113	147	76	160	123	36
95	174	76	12	23	180	13	66	137	10	14	21	170	24
96	117	28	141	46	33	63	145	84	65	80	29	155	67
97	109	66	37	53	124	54	94	63	81	60	49	10	145
98	102	177	139	82	91	82	119	75	134	0	28	34	26
99	186	122	15	113	107	47	130	14	169	118	150	65	8
100	148	5	36	21	119	115	98	12	142	112	81	92	56

101	3	190	82	177	5	158	63	60	57	130	154	134	180
102	134	129	21	89	132	163	87	176	171	153	149	109	13
103	96	62	137	72	118	129	32	147	78	35	182	143	17
104	67	20	80	71	111	187	160	108	48	98	24	80	134
105	150	160	3	8	96	153	34	22	47	163	30	126	28
106	151	16	57	1	143	98	151	9	5	146	72	158	129
107	153	151	128	167	150	88	77	5	40	148	109	162	185
108	11	41	42	40	173	3	95	94	46	99	173	124	85
109	83	30	43	50	108	66	109	16	51	124	33	156	121
110	1	12	47	127	2	76	56	79	151	65	113	60	137
111	105	108	93	191	122	124	113	101	77	96	43	104	136
112	25	128	147	187	22	139	147	96	1	107	55	55	68
113	144	176	70	26	148	10	50	48	72	127	189	32	86
114	8	24	50	64	130	108	38	69	164	185	132	59	188
115	108	8	170	30	142	176	15	168	152	44	176	9	0
116	84	149	54	105	147	103	156	0	70	181	120	150	124
117	78	183	96	90	67	2	11	3	141	54	172	67	120
118	97	130	17	149	97	177	169	143	2	100	166	31	127
119	141	110	152	34	103	168	185	119	89	164	143	185	32
120	60	43	24	6	36	84	183	49	13	90	90	20	94
121	16	38	172	52	63	20	92	34	182	23	125	29	83
122	112	157	10	165	40	61	186	104	85	155	7	64	133
123	7	166	22	117	117	154	107	133	52	1	5	172	97
124	82	19	45	115	55	95	10	174	41	133	66	22	31
125	93	99	169	65	68	14	101	126	66	141	12	140	58
126	46	102	83	63	137	145	33	92	75	74	98	40	33
127	137	188	69	150	144	87	4	87	63	125	83	176	57
128	35	134	134	33	94	179	150	70	185	17	10	43	166
129	103	68	78	154	83	130	41	191	148	6	62	157	162
130	61	106	64	9	56	6	81	177	179	154	11	183	183
131	113	84	183	125	79	0	89	114	138	178	175	169	186
132	129	17	76	42	175	59	166	61	61	38	85	131	81
133	20	164	189	48	0	4	0	105	73	72	0	145	111
134	119	6	184	162	182	114	30	103	180	122	63	153	19
135	92	126	112	144	114	73	54	40	189	92	181	130	107
136	31	63	109	93	85	72	168	116	76	115	188	117	155
137	154	143	33	145	86	180	26	8	84	82	74	95	42
138	115	60	88	5	9	30	140	110	8	19	171	97	84
139	56	158	32	159	10	127	74	13	27	55	117	154	6
140	44	98	105	27	74	104	100	77	184	66	106	182	43
141	90	169	175	166	106	149	9	167	105	145	61	96	130
142	14	117	94	179	17	122	111	156	42	30	153	3	48
143	131	163	53	98	190	126	126	158	69	189	174	159	123
144	160	135	1	59	4	28	43	23	153	103	147	74	64
145	2	137	90	107	34	58	112	42	188	86	93	57	78
146	36	70	66	95	84	64	25	112	19	149	190	66	53
147	21	55	100	140	98	170	88	28	131	104	34	107	173
148	23	2	19	14	38	23	44	2	121	111	142	91	95
149	110	139	108	112	88	41	189	118	26	88	100	102	75
150	152	182	104	135	64	113	37	4	159	123	6	38	45
151	187	165	113	94	78	17	178	98	45	62	1	76	174
152	0	23	58	174	145	157	141	141	16	172	140	181	178
153	184	22	40	128	77	132	49	33	186	136	191	160	160
154	41	13	144	116	163	106	13	125	25	170	161	81	15
155	183	69	97	181	42	29	29	134	176	139	19	187	187
156	120	91	138	36	120	46	8	58	82	28	151	82	102
157	146	155	154	153	69	49	69	7	103	50	14	71	23
158	47	90	148	83	164	183	154	39	163	190	73	167	150
159	114	154	157	0	48	40	45	91	99	101	99	146	156
160	32	1	67	126	23	48	97	171	101	110	121	69	101
161	81	119	145	74	129	128	47	11	122	43	119	87	99

162	75	131	102	131	160	119	36	184	187	7	92	68	91
163	39	72	132	156	81	137	75	76	20	89	95	50	157
164	91	101	173	188	127	112	137	182	136	49	115	120	128
165	136	142	84	73	82	86	6	124	126	59	118	179	175
166	167	140	167	147	53	172	115	127	168	176	186	132	59
167	172	112	0	139	72	143	188	1	145	165	60	189	125
168	58	109	98	47	179	50	85	107	6	45	144	111	22
169	147	148	182	16	31	22	174	80	91	41	22	86	46
170	125	187	156	136	66	43	17	21	55	70	32	89	115
171	86	152	63	81	32	68	142	93	117	39	52	114	164
172	138	105	135	31	168	110	18	73	35	64	164	127	52
173	94	48	14	15	110	186	91	18	56	75	15	125	16
174	33	4	181	138	73	27	163	136	143	77	88	36	21
175	79	11	73	32	186	155	157	52	140	73	46	2	30
176	159	80	75	129	157	135	177	149	190	157	114	106	176
177	87	49	65	176	172	85	103	162	125	166	101	108	146
178	55	185	161	13	49	182	125	109	127	12	124	73	51
179	171	133	116	184	165	189	71	32	74	187	26	26	116
180	85	47	186	35	176	53	14	30	95	51	96	144	87
181	182	141	55	132	80	31	181	95	94	57	4	0	140
182	191	54	34	164	61	161	65	100	12	26	107	116	77
183	9	104	151	134	174	123	184	46	149	158	103	42	73
184	19	86	91	60	153	101	176	17	33	162	16	12	89
185	74	92	160	152	162	190	159	129	0	68	37	133	169
186	13	144	107	24	54	32	128	74	139	61	102	6	4
187	142	88	16	7	99	125	152	68	3	37	56	75	171
188	40	181	188	22	57	18	58	142	123	183	170	175	27
189	139	170	74	80	87	39	27	175	170	81	68	58	49
190	15	173	155	75	8	116	123	146	15	173	134	46	29
191	128	124	59	99	43	55	67	122	60	21	137	98	118

3.2.2.12.3 コンスタレーション

キャリア変調方式ごとの座標値を表 3.2.2.12.3.1-1～表 3.2.2.12.3.6-1 に示す。

3.2.2.12.3.1 QPSK の座標値

表 3.2.2.12.3.1-1 QPSK の座標値

b_0b_1	I	Q
00	0.7071	0.7071
01	0.7071	-0.7071
10	-0.7071	0.7071
11	-0.7071	-0.7071

3.2.2.12.3.2 16QAM の座標値

表 3.2.2.12.3.2-1 16QAM の座標値

b_2b_3	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.9487	0.9487	0.7071	0.7071	0.6967	0.7138	0.6574	0.8295	0.3403	0.5341
01	0.9487	0.3162	0.7071	0.7071	0.7036	0.7060	0.5247	0.6841	0.5265	0.3448
10	0.3162	0.9487	0.7071	0.7071	0.7113	0.7091	0.9237	0.6868	0.5730	1.1302
11	0.3162	0.3162	0.7071	0.7071	0.7162	0.6998	0.6895	0.5798	1.1311	0.5638

b_2b_3	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.4633	0.2842	0.2641	0.4530	0.4570	0.2642	0.2599	0.4698	0.4936	0.2530
01	0.2842	0.4633	0.4455	0.2684	0.2642	0.4570	0.4698	0.2599	0.2530	0.4936
10	1.1928	0.5309	0.5216	1.2115	1.2102	0.5067	0.5000	1.2090	1.2040	0.4925
11	0.5309	1.1928	1.2068	0.5083	0.5067	1.2102	1.2090	0.5000	0.4925	1.2040

b_2b_3	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
00	0.2416	0.5176	0.4189	0.2173	0.2923	0.9564	0.2976	0.2976
01	0.5176	0.2416	0.2571	0.6578	0.2893	0.2919	0.2976	0.9547
10	0.4929	1.1962	1.1445	0.4326	0.9563	0.9571	0.9547	0.2976
11	1.1962	0.4929	0.5659	1.2088	0.9565	0.2924	0.9547	0.9547

3.2.2.12.3.3 64QAM の座標値

表 3.2.2.12.3.3-1 64QAM の座標値

$b_2b_3b_4b_5$	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	1.0801	1.0801	0.6955	0.6698	0.5879	0.4053	0.5008	1.2136	0.4530	0.2663
0001	1.0801	0.7715	0.7088	0.6934	0.5879	0.4053	0.4994	1.2194	0.4530	0.2663
0010	0.7715	1.0801	0.6937	0.7142	0.5879	0.4053	0.5313	1.1715	0.4530	0.2663
0011	0.7715	0.7715	0.7076	0.7054	0.5879	0.4053	0.5299	1.1788	0.4530	0.2663
0100	1.0801	0.1543	0.6890	0.6964	0.4053	0.5879	1.2107	0.5037	0.2663	0.4530
0101	1.0801	0.4629	0.7046	0.6951	0.4053	0.5879	1.2209	0.5008	0.2663	0.4530
0110	0.7715	0.1543	0.7088	0.7215	0.4053	0.5879	1.1715	0.5299	0.2663	0.4530
0111	0.7715	0.4629	0.7204	0.7279	0.4053	0.5879	1.1802	0.5270	0.2663	0.4530
1000	0.1543	1.0801	0.7015	0.6905	1.0566	0.6114	0.2744	0.4762	1.2092	0.5115
1001	0.1543	0.7715	0.7128	0.6996	1.0566	0.6114	0.2729	0.4762	1.2092	0.5115
1010	0.4629	1.0801	0.6941	0.7147	1.0566	0.6114	0.2773	0.4791	1.2092	0.5115
1011	0.4629	0.7715	0.7220	0.7278	1.0566	0.6114	0.2773	0.4791	1.2092	0.5115
1100	0.1543	0.1543	0.7016	0.6943	0.6114	1.0566	0.4762	0.2729	0.5115	1.2092
1101	0.1543	0.4629	0.7189	0.7015	0.6114	1.0566	0.4762	0.2729	0.5115	1.2092
1110	0.4629	0.1543	0.7064	0.7322	0.6114	1.0566	0.4791	0.2773	0.5115	1.2092
1111	0.4629	0.4629	0.7205	0.7325	0.6114	1.0566	0.4791	0.2758	0.5115	1.2092

$b_2b_3b_4b_5$	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	0.2744	0.4610	0.5414	0.3003	0.3138	0.5793	0.6087	0.3460	0.1435	0.3056
0001	0.6280	1.0969	0.5599	0.2430	0.5461	0.9131	0.6737	0.1969	0.2883	1.4788
0010	0.2479	0.4612	0.3577	0.2094	0.1844	0.3213	0.3011	0.1697	0.1685	0.3080
0011	0.3511	1.2423	0.3559	0.1947	0.8397	1.2603	0.3020	0.1514	0.8380	1.2540
0100	0.4610	0.2744	0.3003	0.5414	0.5793	0.3138	0.3460	0.6087	0.3056	0.1435
0101	1.0969	0.6280	0.2430	0.5599	0.9131	0.5461	0.1969	0.6737	1.4788	0.2883
0110	0.4612	0.2479	0.2094	0.3577	0.3213	0.1844	0.1697	0.3011	0.3080	0.1685
0111	1.2423	0.3511	0.1947	0.3559	1.2603	0.8397	0.1514	0.3020	1.2540	0.8380
1000	0.2670	0.4510	0.9499	0.5644	0.2252	0.6164	0.8851	0.5630	0.1801	0.6889
1001	0.6708	1.1500	1.0671	0.2746	0.2483	1.0289	1.0193	0.2255	0.2060	1.0232
1010	0.2431	0.4399	1.2653	0.8190	0.1708	0.3194	1.2594	0.8435	0.3620	0.6146
1011	0.3648	1.3195	1.4528	0.3009	0.3029	1.4931	1.4867	0.2921	0.5774	0.8829
1100	0.4510	0.2670	0.5644	0.9499	0.6164	0.2252	0.5630	0.8851	0.6889	0.1801
1101	1.1500	0.6708	0.2746	1.0671	1.0289	0.2483	0.2255	1.0193	1.0232	0.2060
1110	0.4399	0.2431	0.8190	1.2653	0.3194	0.1708	0.8435	1.2594	0.6146	0.3620
1111	1.3195	0.3648	0.3009	1.4528	1.4931	0.3029	0.2921	1.4867	0.8829	0.5774

b ₂ b ₃ b ₄ b ₅	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
0000	0.6111	0.3493	0.1198	0.1675	0.7003	0.3299	1.4322	0.2328
0001	0.6759	0.1488	0.1599	0.3191	0.8893	0.1395	0.6208	1.1813
0010	0.2598	0.1538	0.1316	0.7222	0.4475	0.1313	1.0830	0.9275
0011	0.2512	0.1287	0.3162	0.6128	0.1380	0.1013	0.6997	0.8034
0100	0.4168	0.6160	0.4162	0.1167	0.4490	0.5669	1.0482	0.1620
0101	0.1749	0.7441	0.4044	0.2434	0.1427	0.6699	0.7202	0.1524
0110	0.1824	0.3822	0.7561	0.1578	0.3431	0.3583	1.0716	0.5323
0111	0.1299	0.4106	0.5954	0.4375	0.1212	0.3634	0.7293	0.4590
1000	0.8909	0.5574	0.2885	1.4564	0.8891	0.6028	0.1672	1.0392
1001	1.0296	0.1935	0.8219	1.2347	1.2336	0.2127	0.2404	1.4015
1010	1.2487	0.8124	0.2014	1.0610	1.0675	0.9625	0.1377	0.7164
1011	1.4625	0.2831	0.5596	0.9024	1.3941	0.5912	0.4133	0.7085
1100	0.6179	0.8605	1.4490	0.2819	0.5639	0.8435	0.1392	0.1320
1101	0.2187	1.0469	1.2136	0.8096	0.1948	0.9745	0.4207	0.1367
1110	0.8422	1.2278	1.0465	0.2337	0.6735	1.2236	0.1367	0.4088
1111	0.2996	1.4627	0.8418	0.6320	0.2307	1.3629	0.4224	0.4156

3.2.2.12.3.4 256QAMの座標値

表 3.2.2.12.3.4-1 256QAMの座標値

b ₂ b ₃ b ₄ b ₅ b ₆ b ₇	UC		2/16		3/16		4/16		5/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	1.1505	1.1505	0.6908	0.5853	0.5077	1.1249	0.4570	0.2642	0.2369	0.3766
000001	1.1505	0.9971	0.6908	0.5854	0.5074	1.1247	0.4570	0.2642	0.2094	0.3331
000010	0.9971	1.1505	0.6908	0.5853	0.5202	1.1587	0.4570	0.2642	0.2467	0.4178
000011	0.9971	0.9971	0.6908	0.5853	0.5467	1.1503	0.4570	0.2642	0.2331	0.3732
000100	1.1505	0.6903	0.6908	0.5854	0.5356	1.1877	0.4570	0.2642	0.2560	0.4054
000101	1.1505	0.8437	0.6908	0.5854	0.5045	1.1732	0.4570	0.2642	0.2274	0.3511
000110	0.9971	0.6903	0.6908	0.5853	0.5352	1.1522	0.4570	0.2642	0.2786	0.4548
000111	0.9971	0.8437	0.6908	0.5854	0.5728	1.2585	0.4570	0.2642	0.2547	0.4100
001000	0.6903	1.1505	0.6908	0.5854	0.4972	1.1380	0.4570	0.2642	0.2406	0.4205
001001	0.6903	0.9971	0.6908	0.5854	0.4763	1.1793	0.4570	0.2642	0.2106	0.3762
001010	0.8437	1.1505	0.6908	0.5854	0.5384	1.1937	0.4570	0.2642	0.2594	0.4720
001011	0.8437	0.9971	0.6908	0.5854	0.5113	1.2116	0.4570	0.2642	0.2386	0.4103
001100	0.6903	0.6903	0.6908	0.5854	0.5262	1.2152	0.4570	0.2642	0.2704	0.4494
001101	0.6903	0.8437	0.6908	0.5854	0.5151	1.2134	0.4570	0.2642	0.2461	0.4027
001110	0.8437	0.6903	0.6908	0.5854	0.5565	1.3083	0.4570	0.2642	0.3030	0.5108
001111	0.8437	0.8437	0.6908	0.5854	0.5503	1.2816	0.4570	0.2642	0.2626	0.4458
010000	1.1505	0.0767	0.5854	0.6908	1.1220	0.5190	0.2642	0.4570	0.4638	0.2235
010001	1.1505	0.2301	0.5854	0.6908	1.1336	0.5075	0.2642	0.4570	0.4073	0.2047
010010	0.9971	0.0767	0.5854	0.6908	1.1629	0.5106	0.2642	0.4570	0.5180	0.2337
010011	0.9971	0.2301	0.5854	0.6908	1.1751	0.5278	0.2642	0.4570	0.4503	0.2261
010100	1.1505	0.5369	0.5854	0.6908	1.1779	0.5034	0.2642	0.4570	0.4671	0.2547
010101	1.1505	0.3835	0.5854	0.6908	1.1662	0.5015	0.2642	0.4570	0.4079	0.2293
010110	0.9971	0.5369	0.5854	0.6908	1.2305	0.5437	0.2642	0.4570	0.5016	0.2797
010111	0.9971	0.3835	0.5854	0.6908	1.2613	0.5582	0.2642	0.4570	0.4663	0.2685
011000	0.6903	0.0767	0.5853	0.6908	1.1476	0.5012	0.2642	0.4570	0.5094	0.2358
011001	0.6903	0.2301	0.5853	0.6908	1.1766	0.4926	0.2642	0.4570	0.4352	0.2193
011010	0.8437	0.0767	0.5854	0.6908	1.1757	0.5219	0.2642	0.4570	0.5417	0.2430
011011	0.8437	0.2301	0.5854	0.6908	1.2010	0.5232	0.2642	0.4570	0.4859	0.2375
011100	0.6903	0.5369	0.5854	0.6908	1.1716	0.5169	0.2642	0.4570	0.4860	0.2756
011101	0.6903	0.3835	0.5853	0.6908	1.1674	0.5190	0.2642	0.4570	0.4474	0.2573
011110	0.8437	0.5369	0.5854	0.6908	1.2448	0.5663	0.2642	0.4570	0.5497	0.2996
011111	0.8437	0.3835	0.5854	0.6908	1.2810	0.5687	0.2642	0.4570	0.4913	0.2828
100000	0.0767	1.1505	0.8373	0.6921	0.2856	0.4746	1.2102	0.5067	0.2863	1.1753
100001	0.0767	0.9971	0.8373	0.6921	0.2924	0.4812	1.2102	0.5067	0.3427	1.8013
100010	0.2301	1.1505	0.8373	0.6921	0.2917	0.4872	1.2102	0.5067	0.2829	1.1342
100011	0.2301	0.9971	0.8373	0.6921	0.2876	0.4759	1.2102	0.5067	0.2868	1.2865
100100	0.0767	0.6903	0.8373	0.6921	0.2883	0.4581	1.2102	0.5067	0.5745	1.0660
100101	0.0767	0.8437	0.8373	0.6921	0.2893	0.4750	1.2102	0.5067	0.9852	1.6277

100110	0.2301	0.6903	0.8373	0.6921	0.2906	0.4776	1.2102	0.5067	0.5165	1.0159
100111	0.2301	0.8437	0.8373	0.6921	0.2823	0.4700	1.2102	0.5067	0.5815	1.0993
101000	0.5369	1.1505	0.8373	0.6921	0.2771	0.4531	1.2102	0.5067	0.2850	1.0879
101001	0.5369	0.9971	0.8373	0.6921	0.2827	0.4819	1.2102	0.5067	0.2951	1.2365
101010	0.3835	1.1505	0.8373	0.6921	0.2890	0.4726	1.2102	0.5067	0.2773	1.0727
101011	0.3835	0.9971	0.8373	0.6921	0.2949	0.4908	1.2102	0.5067	0.2733	1.1500
101100	0.5369	0.6903	0.8373	0.6921	0.2875	0.4731	1.2102	0.5067	0.5423	1.0040
101101	0.5369	0.8437	0.8373	0.6921	0.2854	0.4894	1.2102	0.5067	0.6035	1.0992
101110	0.3835	0.6903	0.8373	0.6921	0.2910	0.4680	1.2102	0.5067	0.5034	0.9749
101111	0.3835	0.8437	0.8373	0.6921	0.2832	0.4875	1.2102	0.5067	0.5462	1.0249
110000	0.0767	0.0767	0.6921	0.8373	0.4717	0.2742	0.5067	1.2102	1.2343	0.3071
110001	0.0767	0.2301	0.6921	0.8373	0.4645	0.2816	0.5067	1.2102	1.8253	0.4006
110010	0.2301	0.0767	0.6921	0.8373	0.4759	0.2832	0.5067	1.2102	1.1563	0.2994
110011	0.2301	0.2301	0.6921	0.8373	0.4896	0.2909	0.5067	1.2102	1.3357	0.3171
110100	0.0767	0.5369	0.6921	0.8373	0.4388	0.2712	0.5067	1.2102	1.0149	0.6600
110101	0.0767	0.3835	0.6921	0.8373	0.4641	0.2854	0.5067	1.2102	1.4950	1.1597
110110	0.2301	0.5369	0.6921	0.8373	0.4882	0.2915	0.5067	1.2102	0.9788	0.6153
110111	0.2301	0.3835	0.6921	0.8373	0.4613	0.2805	0.5067	1.2102	1.0309	0.6649
111000	0.5369	0.0767	0.6921	0.8373	0.4593	0.2749	0.5067	1.2102	1.1627	0.3173
111001	0.5369	0.2301	0.6921	0.8373	0.4746	0.2808	0.5067	1.2102	1.3295	0.3419
111010	0.3835	0.0767	0.6921	0.8373	0.4838	0.2935	0.5067	1.2102	1.1384	0.3082
111011	0.3835	0.2301	0.6921	0.8373	0.4672	0.2904	0.5067	1.2102	1.2049	0.3283
111100	0.5369	0.5369	0.6921	0.8373	0.4695	0.2879	0.5067	1.2102	1.0035	0.6469
111101	0.5369	0.3835	0.6921	0.8373	0.4872	0.2969	0.5067	1.2102	1.1498	0.8017
111110	0.3835	0.5369	0.6921	0.8373	0.4833	0.2865	0.5067	1.2102	0.9691	0.5930
111111	0.3835	0.3835	0.6921	0.8373	0.4779	0.2931	0.5067	1.2102	1.0338	0.6646

$b_2b_3b_4b_5b_6b_7$	6/16		7/16		8/16		9/16		10/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	0.5859	0.3199	0.1517	0.2676	0.5818	0.3350	0.1215	0.2032	0.5504	0.2902
000001	0.5798	0.3157	0.1491	0.2878	0.5856	0.3310	0.1224	0.1996	0.6811	0.3581
000010	0.6290	0.2176	0.1501	0.2666	0.6387	0.1555	0.1226	0.2117	0.6013	0.1158
000011	0.6216	0.2169	0.1538	0.2854	0.6432	0.1566	0.1241	0.2194	0.7682	0.1547
000100	0.5798	0.3157	0.1696	0.2760	0.5830	0.3402	0.1489	0.2130	0.5441	0.3092
000101	0.5742	0.3118	0.1697	0.2832	0.5865	0.3357	0.1434	0.2023	0.6498	0.4006
000110	0.6216	0.2169	0.1685	0.2773	0.6417	0.1542	0.1527	0.2364	0.6023	0.1065
000111	0.6148	0.2161	0.1728	0.2900	0.6459	0.1552	0.1481	0.2294	0.7797	0.1118
001000	0.3138	0.1773	0.1806	0.6567	0.2563	0.1547	0.1291	0.6189	0.3536	0.1739
001001	0.3142	0.1775	0.1720	0.6656	0.2577	0.1551	0.1271	0.6220	0.1422	0.1086
001010	0.3145	0.1634	0.1886	0.6567	0.2539	0.1331	0.1337	0.5739	0.3832	0.0953
001011	0.3150	0.1635	0.1830	0.6555	0.2555	0.1332	0.1326	0.5774	0.1312	0.0921
001100	0.3142	0.1775	0.3400	0.6001	0.2580	0.1557	0.3264	0.5708	0.3535	0.1757
001101	0.3146	0.1777	0.3343	0.5946	0.2594	0.1561	0.3181	0.5775	0.1416	0.1088
001110	0.3150	0.1635	0.3487	0.6051	0.2556	0.1336	0.3113	0.5610	0.3824	0.0954
001111	0.3155	0.1636	0.3406	0.5955	0.2572	0.1337	0.3025	0.5541	0.1305	0.0924
010000	0.3199	0.5859	0.3028	0.1485	0.3790	0.6007	0.4293	0.1177	0.3884	0.5401
010001	0.3157	0.5798	0.3064	0.1489	0.3756	0.6065	0.4273	0.1142	0.4195	0.6055
010010	0.2176	0.6290	0.3029	0.1483	0.1688	0.7012	0.4318	0.1202	0.1836	0.6535
010011	0.2169	0.6216	0.3073	0.1543	0.1760	0.7030	0.4369	0.1215	0.1927	0.6828
010100	0.3157	0.5798	0.2989	0.1668	0.3818	0.6016	0.4023	0.1723	0.4205	0.5167
010101	0.3118	0.5742	0.3089	0.1703	0.3780	0.6072	0.3970	0.1708	0.4783	0.5742
010110	0.2169	0.6216	0.2957	0.1687	0.1625	0.7085	0.4039	0.1782	0.1301	0.6715
010111	0.2161	0.6148	0.3108	0.1792	0.1700	0.7094	0.4009	0.1783	0.1306	0.6943
011000	0.1773	0.3138	0.6692	0.1816	0.1640	0.3467	0.7581	0.1465	0.2545	0.3692
011001	0.1775	0.3142	0.6676	0.1803	0.1649	0.3478	0.7474	0.1746	0.1491	0.3165
011010	0.1634	0.3145	0.6663	0.1853	0.1283	0.3626	0.7276	0.1537	0.1416	0.4360
011011	0.1635	0.3150	0.6654	0.1880	0.1288	0.3638	0.7322	0.1834	0.0998	0.3707
011100	0.1775	0.3142	0.5949	0.3442	0.1652	0.3494	0.5664	0.4176	0.2566	0.3643
011101	0.1777	0.3146	0.5904	0.3434	0.1661	0.3506	0.5844	0.4120	0.1457	0.3143
011110	0.1635	0.3150	0.5996	0.3556	0.1286	0.3663	0.5665	0.4059	0.1312	0.4379
011111	0.1636	0.3155	0.5986	0.3492	0.1290	0.3675	0.5830	0.3975	0.0960	0.3717
100000	0.9155	0.5630	0.2242	1.3875	0.8751	0.5413	0.1355	1.6352	1.0160	0.5445
100001	0.8998	0.5486	0.3341	1.7952	0.8573	0.4935	0.4776	1.7472	0.8652	0.4474

100010	1.0415	0.2449	0.2789	1.3697	1.0055	0.1921	0.2023	1.3481	1.1286	0.3348
100011	1.0202	0.2443	0.3224	1.4514	0.9593	0.2081	0.3769	1.3239	0.9568	0.2433
100100	0.8998	0.5486	0.8143	1.1514	0.8359	0.5465	1.0475	1.2727	0.8805	0.6810
100101	0.8831	0.5335	1.0287	1.5278	0.8204	0.4979	0.8531	1.5520	0.7870	0.5494
100110	1.0202	0.2443	0.7541	1.1424	0.9781	0.1649	0.7468	1.1180	1.1765	0.1232
100111	0.9979	0.2435	0.7595	1.2209	0.9348	0.1829	0.6145	1.2120	0.9846	0.1171
101000	1.1516	0.7657	0.1955	0.9967	1.1463	0.7183	0.1194	0.9191	1.2156	0.6994
101001	1.2150	0.8088	0.1901	0.9697	1.2915	0.6538	0.1446	0.9125	1.4705	0.9094
101010	1.3530	0.2686	0.2181	1.0284	1.3345	0.2430	0.1493	1.0600	1.3456	0.4371
101011	1.4280	0.2830	0.2070	0.9892	1.3958	0.3892	0.2067	1.0240	1.6415	0.5626
101100	1.2150	0.8088	0.5507	0.8635	1.1249	0.8441	0.5009	0.7923	1.0365	0.9043
101101	1.4799	0.9890	0.5228	0.8415	1.5350	0.9616	0.4480	0.8148	1.2162	1.2129
101110	1.4280	0.2830	0.5638	0.8942	1.4043	0.1392	0.5407	0.8723	1.4122	0.1466
101111	1.7476	0.3437	0.5358	0.8660	1.7849	0.3241	0.4817	0.9061	1.7293	0.1908
110000	0.5630	0.9155	1.4142	0.2378	0.6090	0.8506	1.7577	0.2085	0.5203	0.8946
110001	0.5486	0.8998	1.7789	0.3452	0.5518	0.8706	1.6050	0.5859	0.4839	0.8496
110010	0.2449	1.0415	1.3685	0.2867	0.1905	1.0828	1.3927	0.1540	0.2329	0.9858
110011	0.2443	1.0202	1.4902	0.3703	0.2449	1.0488	1.3359	0.4521	0.2572	0.9654
110100	0.5486	0.8998	1.1426	0.8161	0.6110	0.8039	1.0912	0.9933	0.6950	0.7967
110101	0.5335	0.8831	1.5156	1.0871	0.5550	0.8120	1.4845	0.9744	0.6233	0.7200
110110	0.2443	1.0202	1.1368	0.7795	0.1686	1.0027	1.0129	0.8726	0.1080	0.9491
110111	0.2435	0.9979	1.1919	0.7737	0.2055	0.9803	1.1430	0.6891	0.1222	0.9245
111000	0.7657	1.1516	1.0108	0.2042	0.8119	1.0771	0.9968	0.1610	0.6342	1.0952
111001	0.8088	1.2150	0.9722	0.2095	0.7086	1.2124	0.9586	0.2711	0.5559	1.2129
111010	0.2686	1.3530	1.0436	0.2218	0.2322	1.4159	1.1065	0.1601	0.1349	1.3268
111011	0.2830	1.4280	0.9902	0.2315	0.4474	1.3681	1.0431	0.3103	0.3437	1.2930
111100	0.8088	1.2150	0.8617	0.5678	0.9458	1.0676	0.7440	0.6291	0.8426	1.0293
111101	0.9890	1.4799	0.8447	0.5439	1.0987	1.4083	0.7841	0.5690	0.8675	1.3886
111110	0.2830	1.4280	0.8891	0.5815	0.1886	1.7270	0.8041	0.6639	0.1747	1.6713
111111	0.3437	1.7476	0.8717	0.5548	0.6576	1.7315	0.8562	0.5910	0.5467	1.6232

$b_2b_3b_4b_5b_6b_7$	11/16		12/16		13/16		14/16	
	I	Q	I	Q	I	Q	I	Q
000000	0.0840	0.1466	0.5784	0.3094	0.0601	0.2390	0.5562	0.3063
000001	0.0848	0.1440	0.7217	0.3895	0.0826	0.2999	0.6981	0.3620
000010	0.0850	0.3973	0.6601	0.1742	0.0621	0.4611	0.5831	0.1866
000011	0.0886	0.4054	0.7994	0.2410	0.1300	0.4416	0.7406	0.2191
000100	0.1040	0.1477	0.5261	0.3688	0.1656	0.2138	0.4974	0.4212
000101	0.1011	0.1409	0.6305	0.5001	0.1994	0.2464	0.6323	0.4990
000110	0.2104	0.3641	0.6855	0.0836	0.3133	0.3744	0.6054	0.0617
000111	0.2076	0.3700	0.8368	0.0867	0.2667	0.3729	0.7610	0.0740
001000	0.1022	0.7576	0.4211	0.1892	0.0775	0.7734	0.3723	0.2387
001001	0.1811	0.7427	0.2550	0.0914	0.2184	0.7623	0.2345	0.1777
001010	0.1022	0.5958	0.5082	0.0885	0.0724	0.6148	0.4390	0.1522
001011	0.1198	0.5915	0.0867	0.0723	0.1862	0.5909	0.0718	0.1483
001100	0.4418	0.6294	0.4110	0.2034	0.5084	0.6268	0.3781	0.3544
001101	0.3666	0.6775	0.2544	0.0948	0.3662	0.7161	0.2340	0.0582
001110	0.3389	0.5157	0.5156	0.0715	0.4128	0.5104	0.4408	0.0516
001111	0.3092	0.5270	0.0864	0.0729	0.3073	0.5661	0.0845	0.0524
010000	0.3134	0.0791	0.3276	0.5260	0.0647	0.0625	0.3383	0.6608
010001	0.3112	0.0788	0.3828	0.6757	0.3435	0.0527	0.4188	0.7764
010010	0.4650	0.1030	0.1759	0.5922	0.5444	0.0695	0.2064	0.7437
010011	0.4601	0.1216	0.2313	0.7371	0.4763	0.0926	0.2788	0.8867
010100	0.2836	0.1195	0.4068	0.4734	0.1679	0.0786	0.4332	0.5458
010101	0.2812	0.1189	0.5071	0.6026	0.2799	0.1139	0.5429	0.6320
010110	0.3798	0.2518	0.0812	0.6133	0.4272	0.2840	0.0659	0.7684
010111	0.3901	0.2518	0.0830	0.7679	0.4188	0.2285	0.0903	0.9238
011000	0.7668	0.1006	0.2694	0.3732	0.8270	0.0745	0.2538	0.5540
011001	0.7447	0.2238	0.2005	0.2504	0.8000	0.2362	0.1767	0.2832
011010	0.6367	0.0973	0.1096	0.4420	0.6696	0.0831	0.1565	0.6071
011011	0.6248	0.1688	0.0753	0.2565	0.6652	0.1918	0.0591	0.2710
011100	0.6002	0.5013	0.2994	0.3507	0.6366	0.5216	0.2957	0.4485
011101	0.6611	0.4019	0.2056	0.2456	0.7258	0.3966	0.1826	0.3849

011110	0.5014	0.3949	0.0769	0.4490	0.5263	0.4104	0.0588	0.5764
011111	0.5340	0.3515	0.0724	0.2549	0.6079	0.3203	0.0612	0.4203
100000	0.1455	1.6309	1.0105	0.5564	0.1727	1.5663	1.0034	0.4837
100001	0.4683	1.6286	0.8612	0.4700	0.5130	1.5251	0.8455	0.4210
100010	0.1375	1.3547	1.1062	0.3465	0.1264	1.3270	1.0625	0.2931
100011	0.3844	1.3083	0.9450	0.2951	0.3942	1.3016	0.8965	0.2552
100100	1.0746	1.3053	0.8755	0.7373	1.0391	1.2105	0.9132	0.6652
100101	0.7676	1.4571	0.7451	0.6185	0.7820	1.3630	0.7674	0.5790
100110	0.8446	1.0607	1.1561	0.1179	0.8383	1.0490	1.0910	0.0981
100111	0.6203	1.1953	0.9899	0.0999	0.6247	1.1878	0.9211	0.0854
101000	0.0968	0.9379	1.1920	0.6569	0.0880	0.9504	1.1873	0.5368
101001	0.2492	0.9166	1.4284	0.7817	0.2595	0.9257	1.3729	0.6691
101010	0.1067	1.1211	1.3029	0.4076	0.1104	1.1230	1.2512	0.3237
101011	0.3128	1.0819	1.5585	0.4835	0.3225	1.0993	1.4611	0.4074
101100	0.5766	0.7553	1.0340	0.8746	0.5986	0.7528	1.0880	0.7428
101101	0.4324	0.8475	1.2417	1.0446	0.4347	0.8543	1.2391	0.9164
101110	0.6914	0.8817	1.3602	0.1382	0.7040	0.8813	1.2814	0.1080
101111	0.5109	1.0013	1.6252	0.1636	0.5196	1.0065	1.5043	0.1367
110000	1.6427	0.1597	0.5238	0.9935	1.6074	0.1769	0.6399	0.9772
110001	1.6179	0.4898	0.4482	0.8297	1.5382	0.4590	0.5370	0.8523
110010	1.3458	0.1467	0.3212	1.0672	1.3653	0.1355	0.4556	1.0655
110011	1.3041	0.4177	0.2767	0.8938	1.2957	0.4057	0.2814	1.0595
110100	1.2581	1.0300	0.7105	0.8835	1.2404	0.9853	0.7927	0.8322
110101	1.4535	0.7986	0.6052	0.7381	1.3964	0.7235	0.6624	0.7246
110110	1.0153	0.8661	0.1083	1.1045	1.0339	0.8565	0.1060	1.2743
110111	1.1638	0.6483	0.0936	0.9278	1.1667	0.6454	0.0982	1.0885
111000	0.9401	0.1035	0.6165	1.1857	0.9837	0.0965	0.7758	1.1069
111001	0.9105	0.2777	0.7415	1.4257	0.9350	0.2911	0.8162	1.3338
111010	1.1258	0.1141	0.3764	1.2740	1.1547	0.1200	0.5499	1.2336
111011	1.0642	0.3374	0.4525	1.5344	1.1020	0.3354	0.5492	1.4727
111100	0.7139	0.6180	0.8388	1.0522	0.7423	0.6259	0.9522	0.9362
111101	0.8331	0.4704	1.0086	1.2616	0.8597	0.4643	1.0565	1.1435
111110	0.8443	0.7311	0.1265	1.3177	0.8743	0.7442	0.3191	1.3244
111111	0.9794	0.5398	0.1520	1.5881	1.0067	0.5565	0.1519	1.5311

3.2.2.12.3.5 1024QAM の座標値

表 3.2.2.12.3.5-1 1024QAM の座標値

u	UC	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16
u0	0.0383	0.3999	0.9649	0.2558	0.7464	0.1423	0.6828
u1	0.1149	0.3979	0.9649	0.2381	0.7243	0.1434	0.6895
u2	0.1915	0.8645	0.9649	0.2106	0.7012	0.1455	0.6141
u3	0.2680	0.8612	0.9649	0.2245	0.7249	0.1446	0.6086
u4	0.3446	0.8133	0.9649	0.2528	1.0891	0.3382	1.2296
u5	0.4212	0.8250	0.9649	0.2313	1.4878	0.3408	1.5193
u6	0.4978	0.3832	0.9649	0.2629	1.0164	0.3426	0.9522
u7	0.5744	0.3822	0.9649	0.2820	0.9813	0.3383	1.0102
u8	0.6510	0.4033	0.2628	0.7768	0.1887	0.7058	0.1196
u9	0.7275	0.4214	0.2628	0.7867	0.1878	0.6871	0.1193
u10	0.8041	0.9521	0.2628	0.8881	0.1833	0.6497	0.1227
u11	0.8807	0.9455	0.2628	0.8361	0.1841	0.6596	0.1230
u12	0.9573	1.0011	0.2628	0.9713	0.2992	1.1532	0.3613
u13	1.0339	1.0225	0.2628	1.5620	0.2955	1.5197	0.3609
u14	1.1105	0.4388	0.2628	0.8704	0.3062	0.9850	0.3492
u15	1.1871	0.4203	0.2628	0.8161	0.3104	1.0090	0.3497

u	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
u0	0.1101	0.7205	0.0702	0.7184	0.0511	0.7412	0.0326
u1	0.1112	0.7456	0.0706	0.7860	0.0603	0.8376	0.0961
u2	0.1139	0.5786	0.1592	0.5669	0.1625	0.5716	0.1596
u3	0.1122	0.5789	0.1587	0.5917	0.1772	0.6527	0.2263
u4	0.3398	1.2349	0.3025	1.2286	0.2741	1.1968	0.2956

u5	0.3366	1.5118	0.3012	1.4463	0.3080	1.3545	0.3623
u6	0.3669	0.9299	0.4191	0.9191	0.3990	0.9440	0.4367
u7	0.3678	1.0084	0.4184	1.0557	0.4613	1.0627	0.5144
u8	0.6011	0.1319	0.5665	0.1792	0.5488	0.1588	0.5914
u9	0.5891	0.1322	0.5729	0.1792	0.6254	0.2166	0.6685
u10	0.6745	0.0951	0.7206	0.0601	0.7211	0.0347	0.7568
u11	0.6948	0.0949	0.7591	0.0600	0.8263	0.0892	0.8509
u12	0.9372	0.3936	0.9185	0.4314	0.9409	0.4228	0.9489
u13	1.0006	0.3921	1.0434	0.4379	1.0734	0.4938	1.0572
u14	1.2564	0.3170	1.2402	0.3035	1.2228	0.2868	1.1775
u15	1.5321	0.3174	1.4804	0.3046	1.4023	0.3503	1.3194

3.2.2.12.3.6 4096QAM の座標値

表 3.2.2.12.3.6-1 4096QAM の座標値

u	UC	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16
u0	0.0191	0.9518	0.2481	0.7722	0.1370	0.6708	0.1107
u1	0.0574	0.9518	0.2233	0.7551	0.1358	0.6712	0.1010
u2	0.0957	0.9518	0.2423	0.7333	0.1390	0.6844	0.1065
u3	0.1340	0.9518	0.2492	0.7485	0.1385	0.6839	0.1116
u4	0.1723	0.9518	0.2534	0.7626	0.1350	0.6013	0.1117
u5	0.2105	0.9518	0.2400	0.7410	0.1387	0.6013	0.1083
u6	0.2488	0.9518	0.2295	0.7712	0.1358	0.5942	0.1080
u7	0.2871	0.9518	0.2500	0.7973	0.1329	0.5942	0.1155
u8	0.3254	0.9518	0.2569	1.1445	0.3473	1.2534	0.3280
u9	0.3636	0.9518	0.2450	1.1539	0.3514	1.1978	0.3294
u10	0.4019	0.9518	0.2492	1.6584	0.3486	1.6952	0.3396
u11	0.4402	0.9518	0.2619	1.3063	0.3451	1.4319	0.3320
u12	0.4785	0.9518	0.2537	0.9109	0.3475	0.9323	0.3701
u13	0.5168	0.9518	0.2480	0.8647	0.3524	0.9352	0.3736
u14	0.5550	0.9518	0.2365	0.9035	0.3519	0.9905	0.3649
u15	0.5933	0.9518	0.2534	0.9400	0.3513	0.9899	0.3538
u16	0.6316	0.3067	0.8410	0.2160	0.6803	0.1157	0.5881
u17	0.6699	0.3067	1.0144	0.2207	0.6579	0.1157	0.5931
u18	0.7081	0.3067	0.8834	0.2242	0.6418	0.1156	0.5785
u19	0.7464	0.3067	0.8087	0.2194	0.6644	0.1156	0.5794
u20	0.7847	0.3067	0.8095	0.1966	0.6919	0.1166	0.6605
u21	0.8230	0.3067	0.8630	0.2008	0.6599	0.1166	0.6575
u22	0.8613	0.3067	0.9464	0.1977	0.6749	0.1168	0.7073
u23	0.8995	0.3067	0.8538	0.1936	0.7154	0.1168	0.7091
u24	0.9378	0.3067	0.8637	0.2635	0.9979	0.3611	0.9046
u25	0.9761	0.3067	1.0512	0.2690	1.0278	0.3611	0.8995
u26	1.0144	0.3067	0.9172	0.2723	1.1464	0.3594	0.9824
u27	1.0526	0.3067	0.8261	0.2670	1.0598	0.3594	0.9926
u28	1.0909	0.3067	0.8265	0.2998	1.1163	0.3428	1.1878
u29	1.1292	0.3067	0.9252	0.3053	1.3144	0.3428	1.2403
u30	1.1675	0.3067	1.7842	0.3024	1.6688	0.3446	1.4700
u31	1.2058	0.3067	0.8576	0.2968	0.9976	0.3446	1.7323

u	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16	13/16	14/16
u0	0.7200	0.0564	0.6879	0.0373	0.7250	0.0290	0.7769
u1	0.7171	0.0567	0.6875	0.0358	0.6825	0.0243	0.7318
u2	0.7424	0.0581	0.7843	0.0713	0.8334	0.0844	0.8721
u3	0.7461	0.0566	0.7788	0.0699	0.7796	0.0841	0.8236
u4	0.5680	0.1715	0.5292	0.1426	0.5422	0.1343	0.6051
u5	0.5684	0.1710	0.5292	0.1436	0.5304	0.1391	0.5653
u6	0.5716	0.1706	0.5879	0.1896	0.6271	0.1892	0.6883
u7	0.5712	0.1722	0.5881	0.1904	0.6011	0.2020	0.6461
u8	1.2345	0.2961	1.2886	0.2612	1.2732	0.2470	1.2133
u9	1.1745	0.2975	1.1728	0.2613	1.1826	0.2674	1.1484
u10	1.6756	0.2973	1.6106	0.3213	1.4917	0.3098	1.3618
u11	1.4334	0.2940	1.4320	0.3195	1.3745	0.3392	1.2834

u12	0.9079	0.4256	0.9060	0.3918	0.9562	0.3796	0.9750
u13	0.9144	0.4259	0.8850	0.3914	0.8928	0.4116	0.9224
u14	1.0051	0.4264	1.0644	0.4604	1.1004	0.4504	1.0875
u15	0.9805	0.4240	1.0066	0.4595	1.0252	0.4894	1.0299
u16	0.1536	0.5572	0.1694	0.5326	0.1487	0.5294	0.1774
u17	0.1536	0.5605	0.1694	0.5340	0.1487	0.5711	0.1451
u18	0.1536	0.5737	0.1723	0.6102	0.2090	0.6133	0.2434
u19	0.1536	0.5727	0.1723	0.6118	0.2090	0.6584	0.2105
u20	0.0751	0.7084	0.0562	0.6927	0.0297	0.7059	0.0479
u21	0.0751	0.7068	0.0562	0.6998	0.0297	0.7542	0.0162
u22	0.0751	0.7585	0.0571	0.7781	0.0888	0.8041	0.1123
u23	0.0751	0.7630	0.0571	0.8042	0.0888	0.8622	0.0804
u24	0.4115	0.8927	0.4007	0.8788	0.3991	0.9151	0.4518
u25	0.4115	0.8964	0.4007	0.9296	0.3977	0.9719	0.4157
u26	0.4111	1.0132	0.4277	1.0047	0.4677	1.0325	0.5265
u27	0.4111	1.0380	0.4277	1.0879	0.4634	1.1018	0.4888
u28	0.3040	1.1802	0.2838	1.1861	0.2707	1.1757	0.3108
u29	0.3040	1.2487	0.2838	1.2868	0.2706	1.2542	0.2771
u30	0.3038	1.4202	0.2934	1.4051	0.3337	1.3408	0.3801
u31	0.3038	1.6372	0.2934	1.5489	0.3334	1.4432	0.3453

3.3 多重化方式

3.3.1 高度地上デジタルテレビジョン放送方式における多重化方式の要件

高度地上デジタルテレビジョン放送方式の要求条件を踏まえ、超高精細度テレビジョン放送に係る衛星デジタル放送方式の要求条件を参考に、高度地上デジタルテレビジョン放送方式に係る多重化方式の要件を検討した。検討に当たっては、より具体的な方式策定の方向性を示すため、以下のとおり詳細化した。ただし、以下の要件は多重化方式の仕組みに対する要件であって、運用や受信機実装に対する要件ではない。

3.3.1.1 一般

- ① 2026年から2028年頃において導入可能な技術とすること。
- ② 伝送路は、高度地上デジタルテレビジョン放送方式を前提すること。

3.3.1.2 世界的な標準化動向との整合性

- ① 世界的な標準化動向と整合の取れた多重化方式であること。
- ② 放送・通信連携における世界的な標準化動向と整合のとれた方式であること。

3.3.1.3 既存システムとの整合性

- ① 超高精細度テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送等の既存放送システム（送出・受信）との整合性が確保されていること。

3.3.1.4 放送の機能

- ① 従来放送の基本機能（AV同期、クロック同期、選局応答性、蓄積の容易性）をサポートすること。
- ② 単一の伝送路で伝送する場合、コンテンツを構成するコンポーネントや制御信号を1つのフローに多重できること。
- ③ EPGを実現するための確実かつ必要十分なメタ情報配信が可能であること。
- ④ 迅速なサービス起動・切り替えが可能であること。
- ⑤ 緊急時や災害時に対応したサービス及び確実な告知ができること。
- ⑥ 複数の事業者が同一のチャンネルを共用する仕組みを提供できること。

3.3.1.5 拡張性・将来性

- ① 将来の拡張性を考慮した多重化方式であること。
- ② 新たな放送サービスを開始するために追加される制御信号は、既存の受信機の動作に影響を及ぼさないこと。
- ③ 様々なフォーマットの映像・音声サービスを安定して実現できること。
- ④ 新たなCAS/DRMが必要となれば、それに対応可能であること。

3.3.1.6 放送と通信の連携

3.3.1.6.1 多様な伝送路への適用

- ① MTU (Maximum Transmission Unit(伝送可能なパケットの最大サイズ))や伝送品質が異なる伝送路又は伝送する情報に応じた効率的な伝送が可能であること。

3.3.1.6.2 ハイブリッド配信(参考資料 15 参照)

- ① 単一の伝送路及び複数の伝送路で伝送されるコンテンツを構成するコンポーネントをトランスポートレイヤで特定し、それらの提示のための同期を確保できること。
- ② 放送・通信の両伝送路のコンポーネントを組み合わせたプログラム構成が可能であること。
- ③ 放送・通信の両伝送路におけるストリーム型コンテンツの同期再生が1つ又は複数の表示デバイスに提示を可能とする多重化方式であること。
- ④ ライブストリーミング時には、end-to-end 遅延が一定範囲に収まること。
- ⑤ 放送・通信の伝送路間でのスケーラブルなサービス提供が可能であること。
- ⑥ 放送から通信のストリーミング再生に切り替え、また放送受信へ切り替えることができること。
- ⑦ 放送と通信の両方の利用に基づき、複数コンポーネントから条件に合ったコンポーネントを受信機が選択しシームレスに切り替えることができる多重化方式であること。
- ⑧ ③・⑦について、視聴者による操作に加えて、必要に応じた放送事業者による制御も可能であること。

3.3.1.6.3 アプリケーションサービス

- ① 放送番組に連動するアプリケーションサービスが実現できること。

3.3.1.7 通信サービス

- ① 通信サービス(ストリーミング)に関しては、放送・通信連携サービスに特化した仕様ではなく、既存の通信サービスでのサーバ等のインフラ及び受信端末の機能が利用できること。

3.3.2 技術的条件

多重化方式は、ISO/IEC 23008-1(MPEG-H MMT(MPEG Media Transport))及びITU-R 勧告 BT.1869(放送システムにおける可変長パケットの多重化方式)の規定に基づく「MMT・TLV方式」とし、平成23年総務省令第87号第58条及び平成26年総務省告示第233号に規定されるIPパケット、TLV(type-length-value)パケット、圧縮IPパケット、及びMMTP(MMT protocol)パケット及び伝送制御信号、記述子及び識別子の構成を用いる。

(理由)

多重化方式の要求条件に基づき、高度化した放送・通信連携サービスを実現するために、IPをベースにハイブリッド配信を想定して4K8K衛星放送に採用された方式(MMT・TLV方式)とするこ

とが適当であるため(参考資料 16 参照)。

3.3.2.1 MMT・TLV 方式の概要

MMT・TLV 方式のレイヤモデルを図 3.3.2.1-1 に示す。

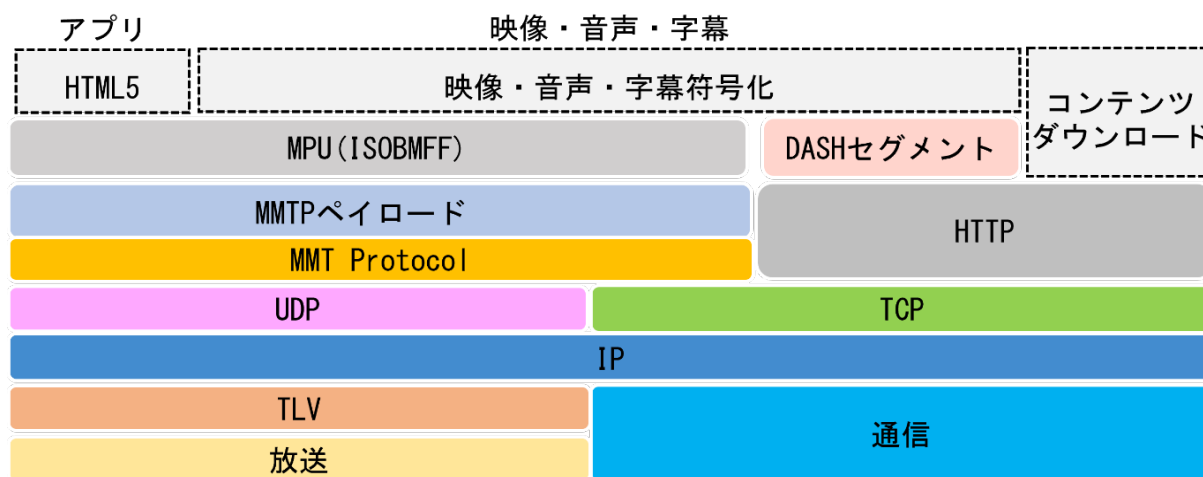


図 3.3.2.1-1 MMT・TLV 方式のレイヤモデル

放送番組の映像信号及び音声信号の符号は Media Fragment Unit (MFU) / Media Processing Unit (MPU) とし、MMTP ペイロードに乗せて MMTP パケット化し、IP パケットで伝送する。また、放送番組に関連するデータコンテンツや字幕の信号についても MFU/MPU の形式とし、MMTP ペイロードに乗せて MMTP パケット化し、IP パケットで伝送する。ISOBMFF (ISO base media file format, ISO/IEC 14496-12) の一種に映像信号や音声信号のメディアアプリケーションフォーマットのプロファイルを規定する CMAF (Common media application format, ISO/IEC 23000-19) がある。メディアアプリケーションフォーマットを CMAF とする場合も同様に、CMAF を MMTP ペイロードに乗せて MMTP パケット化し、IP パケットで伝送する。このように、放送コンテンツのメディアアプリケーションフォーマットを CMAF の規定に基づくものとする方法は MMT・TLV 方式に包含される。

これらの映像信号や音声信号のデータを伝送する仕組みに加え、MMT-SI (signaling information)、TLV-SI の 2 種類の伝送制御信号を用いる。MMT-SI は放送番組の構成などを示す伝送制御信号であり、MMT の制御メッセージの形式とし、MMTP ペイロードに乗せ MMTP パケット化し IP パケットで伝送する。TLV-SI は IP パケットの多重に関する伝送制御信号であり、選局のための情報や IP アドレスとサービスの対応情報を提供する。

3.3.2.2 符号化(多重)信号

TLV パケット、IP パケット (IPv4/UDP パケット、IPv6/UDP パケット、ヘッダ圧縮した IP パケット)、MMTP パケット、MMTP ペイロードは、平成 26 年告示第 233 号に規定されるとおりとする (表 3.3.2.2-1)。

表 3. 3. 2. 2-1 符号化(多重)信号の規定

符号化(多重)信号	規定
TLV パケット	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 11 号
IP パケット	平成 23 年総務省令第 87 号別表第 22 号及び平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 7 号
圧縮 IP パケット	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 10 号
MMTP パケット	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 9 号
MMTP ペイロード	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 9 号別記第 1 及び別記第 2

MMTP ペイロードの構成の詳細を図 3. 3. 2. 2-1 及び表 3. 3. 2. 2-2 に示す(MMTP ペイロードは ISO/IEC 23008-1 に規定されている)。

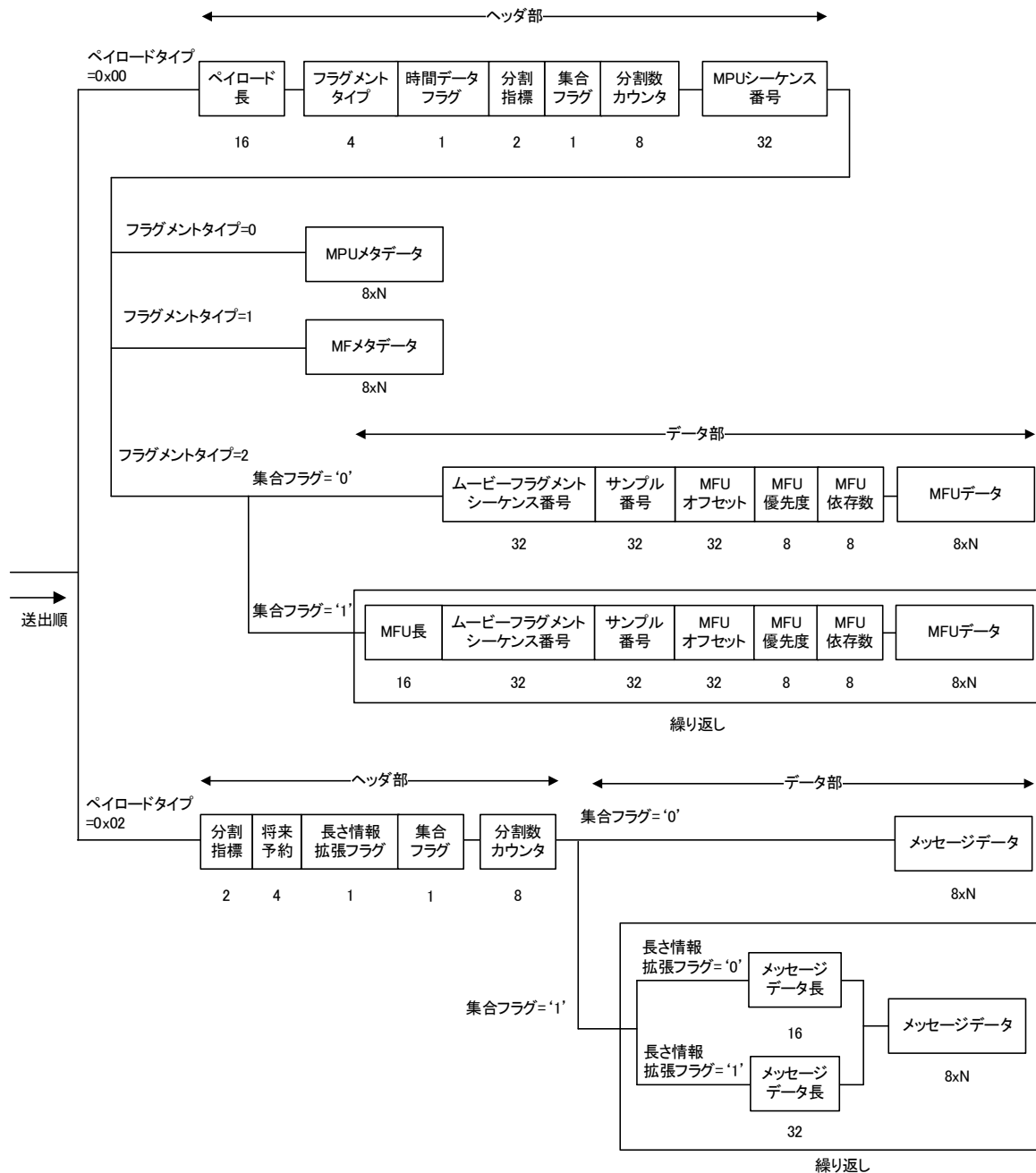


図 3. 3. 2. 2-1 MMTP ペイロードの構成

<pre> for (j=0; j<M; j++) { message_byte } } else { for (i=0; i<N; i++) { if (length_extension_flag ==1) message_length Else message_length for (j=0; j<M; j++) { message_byte } } } } } </pre>	<p>8</p> <p>32</p> <p>16</p> <p>8</p>	<p>bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>bslbf</p>
--	---------------------------------------	---

図 3.3.2.2-1 及び表 3.3.2.2-2 に示す MMTP ペイロードの構成において、表 3.3.2.2-3 のフラグメントタイプに従ってメディアデータやメタデータを MMTP ペイロードに格納する。4K8K 衛星放送の場合、MPU メタデータ及びムービーフラグメントメタデータで提供されるコーデック情報等は制御情報として提供されるため、MPU メタデータとムービーフラグメントメタデータは送出せず、フラグメントタイプが '2' の MFU を格納している。CMAF を MMTP ペイロードに乗せる場合、フラグメントタイプが '0' の MPU メタデータ、フラグメントタイプが '1' の Movie Fragment (MF) メタデータ、フラグメントタイプが '2' の MFU を格納する。MPU メタデータには ISOBMFF の 'ftyp' ボックスや 'moov' ボックスの情報を、MF メタデータには 'moof' ボックスの情報をそれぞれ格納する(図 3.3.2.2-2)。

表 3.3.2.2-3 フラグメントタイプ

fragment_type の値	フラグメントタイプの意味
0	MPU メタデータ
1	ムービーフラグメントメタデータ
2	MFU(符号化した映像信号あるいは音声信号等の一部をいう。以下同じ)
3 - 15	未使用

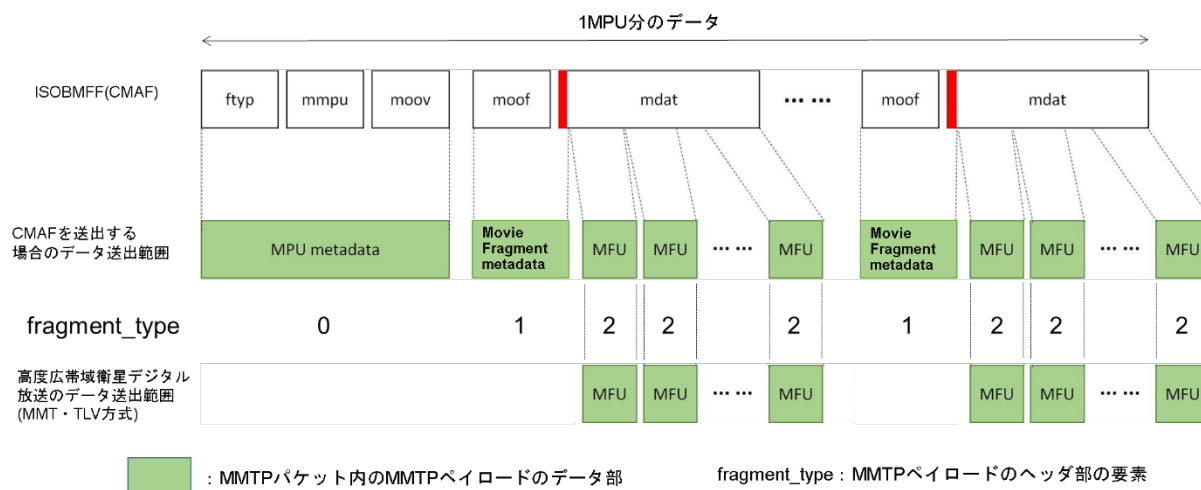


図 3.3.2.2-2 4K8K 衛星放送(MMT・TLV方式)と CMAF を送出する場合のデータ送出範囲の違い

3.3.2.3 伝送制御信号

平成 26 年総務省告示第 233 号の規定を準用するとともに、高度地上デジタルテレビジョン放送方式を導入するための規定を追加する(表 3.3.2.3-1)。

表 3.3.2.3-1 伝送制御信号の規定

伝送制御信号		規定
TLV-SI のテーブル	TLV-NIT	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 18 号 2
	AMT	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 19 号
TLV-SI の記述子	サービスリスト記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 6
	システム管理記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 7
	第 2 世代地上配信システム記述子	高度地上デジタルテレビジョン放送方式の伝送路符号化方式(地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式(LDM 方式)のうち、LDM 放送における次世代方式(LL)及び次世代放送における次世代方式に限る)に対応する規定を追加する。
	部分受信記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 3 を TLV-SI にも準用する。
TLV-SI の識別子	テーブル識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号
	記述子タグ	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号
	サービス形式識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号及び平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 6 の注 4

	サービス識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号
	ネットワーク識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号
	システム管理識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 22 号及び平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 7 の注 3 の規定に、放送の標準方式の種別を追記する。
MMT-SI のメッセージ	PA メッセージ	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 27 号
	M2 セクションメッセージ	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 28 号
	CA メッセージ	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 29 号
MMT-SI のテーブル	MMT Package (MP) テーブル	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 27 号別記注 14 の規定に、アセットタイプを追記する。
	CA テーブル	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 29 号別記
MMT-SI の記述子	MPU タイムスタンプ記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 1
	依存関係記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 2
	アクセス制御記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 3
	スクランブル方式記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 4
	緊急情報記述子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 5
	MH-階層符号化記述子	MMT-SI として階層符号化記述子を追加する。
MMT-SI の識別子	記述子タグ	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 31 号
	限定受信方式識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 31 号
	スクランブル方式識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 31 号、及び平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 4 の注 4 の規定に、暗号化アルゴリズムの種別を追記する。
	サービス識別子	平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 31 号

(1) 第 2 世代地上配信システム記述子

高度地上デジタルテレビジョン放送方式の伝送路符号化方式の物理条件を示すための第 2 世代地上配信システム記述子を追加する。第 2 世代地上配信システム記述子の構成を図 3.3.2.3-1 に示す。

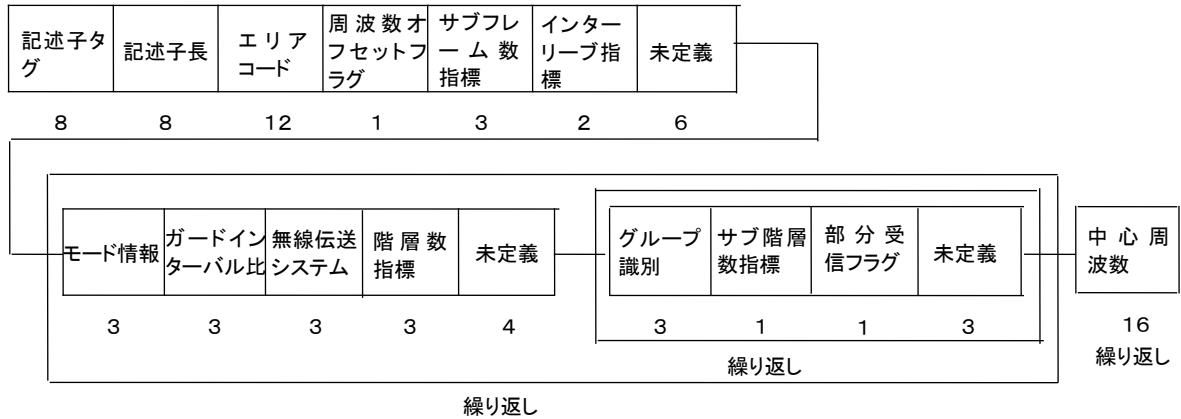


図 3.3.2.3-1 第2世代地上配信システム記述子の構成

注

- 1 記述子タグの値は、第2世代地上配信システム記述子を示す 0xF2 とする。
- 2 記述子長は、これより後に続くデータバイト数を書き込む領域とする。
- 3 エリアコードは、放送が行われる地域を識別するために使用する領域とする。
- 4 周波数オフセットフラグは、中心周波数で示される値の単位を切り替えるフラグとし、‘0’は 1/7MHz 単位、‘1’は 1/18MHz 単位とする。
- 5 サブフレーム数指標は、信号を構成するサブフレーム数とし、(サブフレーム数-1)で表記する。
- 6 インターリーブ指標は、サブフレームにまたがる時間軸方向のシンボルブロックインターリーブの指標とし、割当ては表 3.3.2.3-2 に示すとおりとする。

表 3.3.2.3-2 インターリーブ指標の割当て

値	割当て
‘00’	サブフレーム間インターリーブオフ：分割数=1
‘01’	サブフレーム間インターリーブオン：分割数=2
‘10’	サブフレーム間インターリーブオン：分割数=3
‘11’	サブフレーム間インターリーブオン：分割数=4

- 7 モード情報は、伝送モードを示す FFT サイズとし、表 3.3.2.3-3 に示すとおりとする。

表 3.3.2.3-3 モード情報の割当て

値	割当て
‘000’	2k (2048)
‘001’	4k (4096)
‘010’	8k (8192)
‘011’	16k (16384)
‘100’	32k (32768)
‘101’ - ‘111’	未定義

- 8 ガードインターバル比は、ガードインターバル期間長の有効シンボル長に対する比率を識別するために使用する領域とし、割当ては表 3.3.2.3-4 に示すとおりとする。尚、 N_{FFT} はモード情報で示される FFT サイズである。

表 3.3.2.3-4 ガードインターバル比の割当て

値	割当て
'000'	1/4
'001'	1/8
'010'	1/16
'011'	1/32
'100'	1/64
'101'	1/256
'110'	$800/N_{\text{FFT}}$
'111'	$1600/N_{\text{FFT}}$

- 9 無線伝送システムは、無線伝送路の多重化方式あるいは符号化方式を識別するために使用する領域とし、'000' は SISO とし、'001' - '111' は未定義とする。
- 10 階層数指標は、当該サブフレームを構成する階層数とし、(階層数-1) で表記する。
- 11 グループ識別は、当該チャンネルの中で 1 つのサービスを提供しているグループの識別とする。
- 12 サブ階層数指標は、当該階層を構成するサブ階層数とし、(サブ階層数-1) で表記する。当該階層をサブ階層に分割しない場合、当該階層に含まれるサブ階層数は 1 とする。
- 13 部分受信フラグは、'0' は部分受信帯域、'1' は非部分受信帯域で当該階層が伝送されていることを表す。
- 14 中心周波数は、同一の放送番組の放送を同時に行うために使用する各周波数帯幅の中央の周波数とし、周波数オフセットフラグで示される単位で周波数を表現した値を書き込むこととする。
- 15 本記述子は、高度地上デジタルテレビジョン放送方式(地上放送高度化方式)及び高度地上デジタルテレビジョン放送方式(高度化放送導入方式(LDM 方式)のうち、LDM 放送における次世代方式(LL)及び次世代放送における次世代方式に限る)を行う場合のみ使用するものとし、TLV-NIT の記述子 2 の領域で伝送するものとする。

(理由)

高度地上デジタルテレビジョン放送方式のための地上伝送路の物理的条件を示すため。

(2) 部分受信記述子

部分受信記述子を TLV-SI にも準用する。

(理由)

部分受信専用受信機が、受信対象サービスを特定するために必要なため。

(3) システム管理記述子の放送の標準方式の種別

システム管理記述子に放送の標準方式の種別を追加する(表 3.3.2.3-5)。

表 3.3.2.3-5 放送の標準方式の種別の割当て(下線は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 7 注 3 放送の標準方式の種別の表に追加する部分)

値	割当て
‘000000’	未定義
‘000001’	標準方式第 6 章第 2 節に定めるデジタル放送 (狭帯域 CS デジタル放送)
‘000010’	標準方式第 5 章第 2 節に定めるデジタル放送 (BS デジタル放送)
‘000011’	標準方式第 3 章に定めるデジタル放送 (地上デジタルテレビジョン放送)
‘000100’	標準方式第 6 章第 3 節に定めるデジタル放送 (広帯域 CS デジタル放送)
‘000101’	標準方式第 2 章に定めるデジタル放送 (地上デジタル音声放送)
‘000110’	未定義
‘000111’	標準方式第 6 章第 4 節に定めるデジタル放送 (高度狭帯域 CS デジタル放送)
‘001000’	標準方式第 5 章第 3 節に定めるデジタル放送 (高度 BS デジタル放送)
‘001001’	標準方式第 6 章第 5 節に定めるデジタル放送 (高度広帯域 CS デジタル放送)
‘001010’	標準方式第 4 章第 2 節に定めるデジタル放送 (セグメント連結伝送方式による V-High マルチメディア放送)
‘001011’	標準方式第 4 章第 1 節に定めるデジタル放送 (セグメント連結伝送方式による V-Low マルチメディア放送)
<u>‘001100’</u>	<u>高度地上デジタルテレビジョン放送方式(地上放送高度化方式) として規定する標準方式</u>
<u>‘001101’</u>	<u>高度地上デジタルテレビジョン放送方式(高度化放送導入方式 (LDM 方式)のうち、LDM 放送における次世代方式(LL)及び次世代 放送における次世代方式に限る)として規定する標準方式</u>
‘001110’ - ‘111111’	未定義

(理由)

放送の標準方式種別として高度地上デジタルテレビジョン放送方式を識別するため。

(4) MP テーブル

MP テーブルで用いられるアセットタイプの割当てに、アセットタイプを追加する(表 3.3.2.3-6)。

表 3.3.2.3-6 アセットタイプの割当て(下線が追加する割当て)

符号	割当て
<u>ac-4</u>	<u>ETSI TS 103 190-2 で規定される AC-4 audio 音声ストリーム</u>
hvc1	ITU-T 勧告 H.265 で規定される HEVC 映像ストリーム
<u>mhm1</u>	<u>ISO/IEC 23008-3 で規定される MPEG-H 3D Audio 音声ストリーム</u>
mp4a	ISO/IEC14496-3 で定義される音声ストリーム
<u>vv1</u>	<u>ITU-T 勧告 H.266 で規定される VVC 映像ストリーム</u>

(理由)

映像符号化方式として ITU-T 勧告 H.266 及び ISO/IEC 23090-3 で規定される VVC を、音声符号化方式として ISO/IEC 23008-3 で規定される MPEG-H 3D Audio 及び ETSI TS 103 190-2 で規定される AC-4 を識別するため。

(5) MH-階層符号化記述子

階層符号化を示す MH-階層符号化記述子を MMT-SI として新たに追加する。MH-階層符号化記述子の構成は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 14 に基づくものとするが、ISO/IEC 23008-1 と整合を取り、記述子タグのビット数を 16 ビットとして以下のように規定する(図 3.3.2.3-2)。



図 3.3.2.3-2 MH-階層符号化記述子の構成

注

- 1 記述子タグは、階層符号化記述子を示す 0x8037 とする。
- 2 記述子長は、これに続くデータバイト数を書き込む領域とする。
- 3 時間方向階層符号化フラグは、基本階層インデックスを使用して番組要素ビットストリームのフレームレートを向上させる場合は '0'、向上させない場合は '1' とする。
- 4 空間方向階層符号化フラグは、基本階層インデックスを使用して番組要素ビットストリームの空間解像度を向上させる場合は '0' とし、向上させない場合は '1' とする。
- 5 画質階層符号化フラグは、基本階層インデックスを使用して番組要素ビットストリームの SNR 品質又は忠実度を向上させる場合は '0' とし、向上させない場合は '1' とする。

- 6 階層符号化識別子は、利用されている階層符号化の種別を識別するために使用する領域とし、割当ては表 3.3.2.3-7 に示すとおりとする。

表 3.3.2.3-7 階層符号化識別子の割当て

値	割当て(下線は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 14 注 6 の表に追加する部分)
0	未定義
1	空間方向階層符号化
2	画質階層符号化
3	時間方向階層符号化
4-7	未定義
8	混合階層符号化
9-14	未定義
15	ITU-T 勧告 H. 265 で規定される映像ストリーム又は ITU-T 勧告 H. 265 で規定される時間方向映像サブビットストリーム又は ITU-T 勧告 H. 266 で規定される時間方向映像サブビットストリーム

- 7 階層インデックスは、符号化階層のテーブルにおいて、当該番組用途の固有の値とする。
- 8 TREF 存在フラグは '1' とする。(下線は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 14 注 8 からの変更部分)
- 9 基本階層インデックスは、番組要素の階層インデックスとする。
- 10 階層チャンネルは、序列を持つ一連の伝送チャンネルの中から、当該番組要素に関する対象チャンネル番号を示すものとする。
- 11 本記述子は、MP テーブルのアセット記述子領域で伝送するものとする。(下線は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 21 号別記第 14 注 11 からの変更部分)

(理由)

MMT・TLV 方式において階層符号化を示す伝送制御信号を送出し、VVC 映像符号化方式に対応するため。また、注 6 において割当て値 15 に対し ITU-T 勧告 H. 265 の規定を行うのは、MPEG-2 Systems 規格 (ISO/IEC 13818-1) の「階層符号化記述子」で規定されているものと整合を取るため。更に、注 8 において、MPEG-2 Systems 規格で規定される TS (Transport Stream) の構成要素であり MMT では存在しない TREF フラグを規定するのは、MPEG-2 Systems 規格の「階層符号化記述子」の構成と整合を取るため。

(6) スクランブル方式識別子

スクランブル方式識別子に暗号化アルゴリズムの種別を追記する。詳細は 3.4 に記載のとおり。

3.3.2.4 その他

ARIB 標準規格 STD-B60 に規定され、4K8K 衛星放送の MMT・TLV 方式で使用されている SI (伝送制御信号、番組配列情報) を準用するとともに、高度地上デジタルテレビジョン放送方式を導入す

るための規定を民間標準化機関において追加する。

3.4 限定受信方式

限定受信方式について、高度地上デジタルテレビジョン放送方式の要求条件を踏まえ、スクランブルサブシステムに関する技術検討を行った。現行の4K8K衛星放送と同じく、複数の暗号アルゴリズムから選択可能とする方式とし、多重化レベルで暗号アルゴリズムを指定する記述子などを導入することとした。具体的には、暗号アルゴリズムは、CRYPTRECで公表されている電子政府推奨暗号リストを参考に、AES 128ビットブロック暗号及びCamellia 128ビットブロック暗号から選択可能とするとともに、鍵長を128ビット、192ビット、256ビットから選択可能とした。また、スクランブル方式の暗号アルゴリズムを指定する記述子としてスクランブル方式記述子を導入するとともに、通信利用を考慮してメッセージ認証方式記述子を検討した。さらに、現行放送（4K8K衛星放送）の多重化方式に加え、放送コンテンツのメディアアプリケーションフォーマットをISO/IEC 23000-19(Common media application format(CMAF))の規定に基づくものとする多重化方式を想定し、現行の4K8K衛星放送のスクランブル方式、及びCMAFのスクランブル方式であるMPEG Common Encryption (CENC)いずれも対応可能となるように、スクランブル手順及びスクランブルの範囲を検討した。

3.4.1 スクランブルサブシステム

3.4.1.1 スクランブル方式の暗号アルゴリズム

スクランブル方式の暗号アルゴリズムに関しては、AES 128ビットブロック暗号及びCamellia 128ビットブロック暗号を選択可能とする。

鍵長に関しては、128ビット、192ビット、256ビットのいずれかを選択可能とする。

(理由)

暗号アルゴリズム： 現行の4K8K衛星放送との整合性を確保するため。

鍵長： 計算機の性能向上及び大規模な量子計算機による将来的な安全性の低下を考慮したため。

暗号アルゴリズムに関しては、現行の4K8K衛星放送との整合性を確保するため、CRYPTREC (Cryptography Research and Evaluation Committees：電子政府推奨暗号の安全性を評価・監視し、暗号技術の適切な実装法・運用法を調査・検討するプロジェクト)の電子政府推奨暗号リスト^{※1}に掲載されているAES 128ビットブロック暗号及びCamellia 128ビットブロック暗号を採用した。この電子政府推奨暗号リストは、最新・最先端の暗号解析結果を基にして、専門家により安全性評価、実装評価及び利用実績の評価が行われ、推奨暗号としてまとめられたもので、暗号アルゴリズムの選定に当たっては大きな指標となる。また、現行の4K8K衛星放送と同様、暗号アルゴリズムに脆弱性が発見された場合を考慮し、AES、Camelliaいずれかを選択又は切り替えできるようにした。

※1 <https://www.cryptrec.go.jp/list/cryptrec-ls-0001-2012r7.pdf> 電子政府における調達のために参照すべき暗号のリスト (CRYPTREC暗号リスト)

鍵長に関しては、計算機の性能向上及び大規模な量子計算機による将来的な安全性の低下を考慮し、現行の4K8K衛星放送で採用されている128ビットに加え、192ビット、256ビットを選択できるようにした。鍵長を選択する際には、CRYPTRECで公表されている暗号強度要件に関する設定基準^{※2}等を踏まえ、適切なセキュリティ強度を実現する鍵長を選択することが望ましい。

※2 <https://www.cryptrec.go.jp/list/cryptrec-ls-0003-2022.pdf> 暗号強度要件（アルゴリズム及び鍵長選択）に関する設定基準

3.4.1.2 スクランブルサブシステムにおける暗号アルゴリズムの詳細

3.4.1.2.1 AES 暗号（鍵長 128 ビットの場合）

鍵長 128 ビットの場合の AES 暗号は、平成 26 年総務省告示第 235 号別表第二号別記第 1～別記第 4 に基づくものとする。

3.4.1.2.2 AES 暗号 (鍵長 192 ビットの場合)

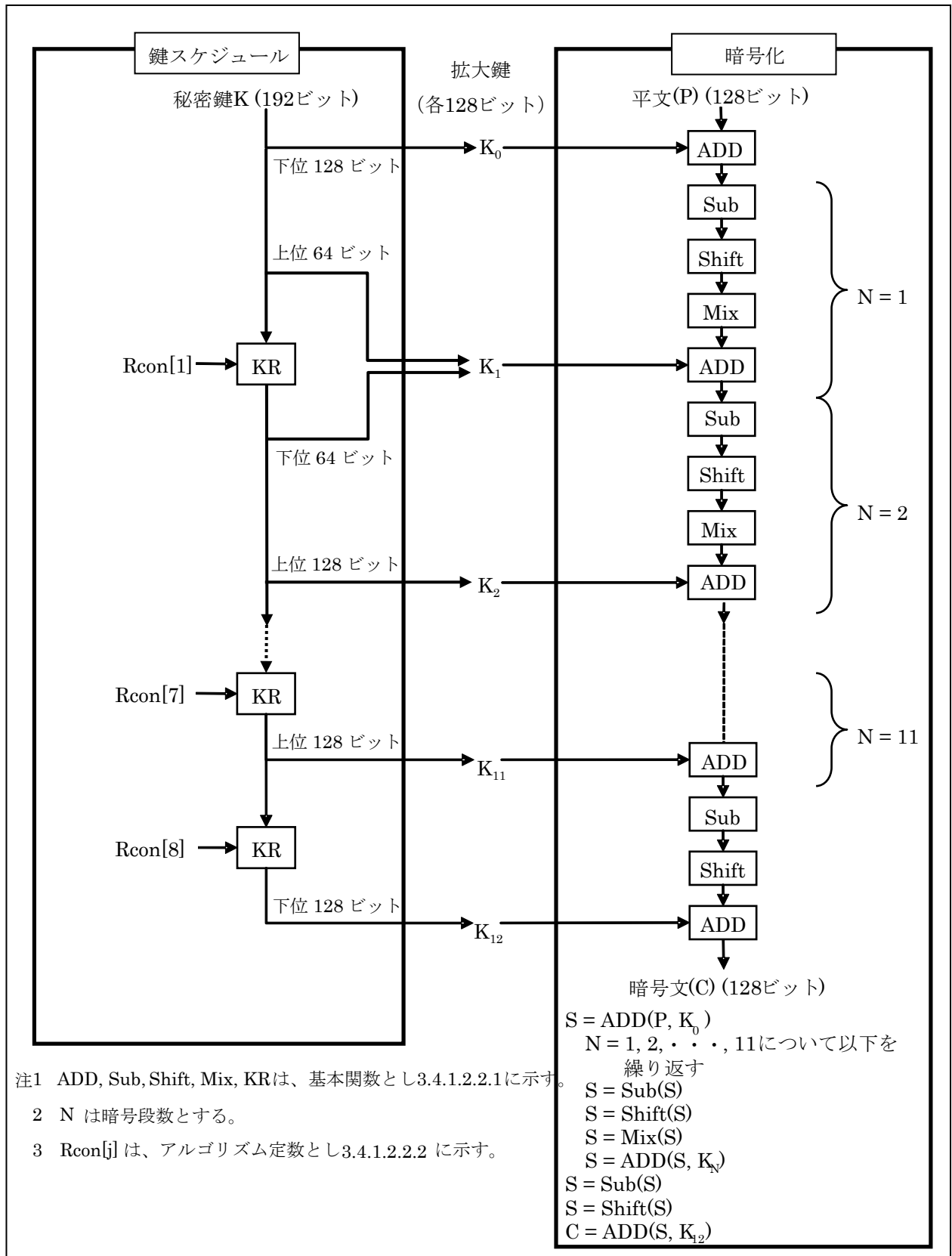


図 3.4.1.2.2-1 AES 暗号のアルゴリズム (鍵長 192 ビットの場合)

3.4.1.2.2.1 基本関数

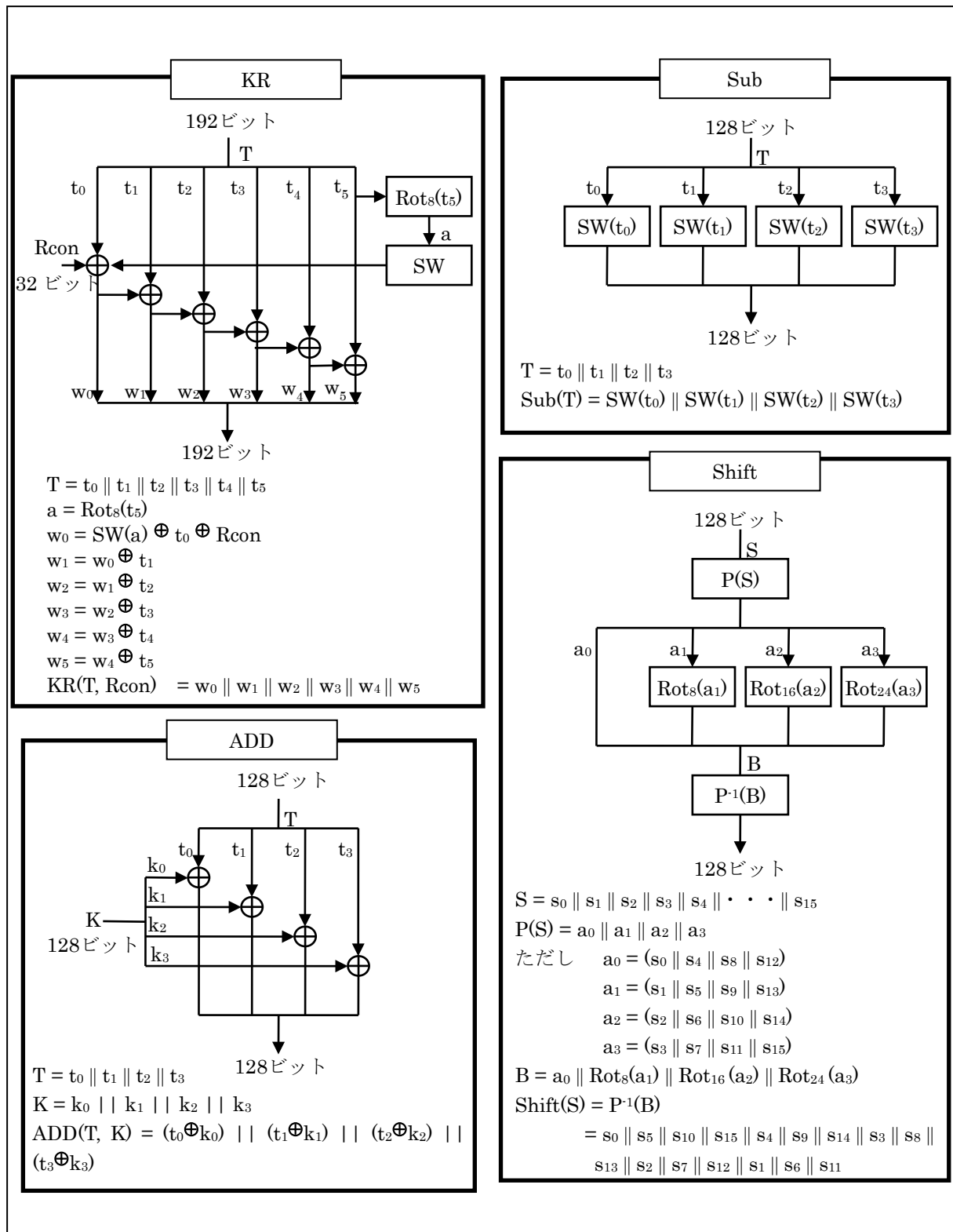


図 3.4.1.2.2.1-1 AES 暗号の基本関数 (鍵長 192 ビットの場合)

- 注1 Tは、基本関数への入力とする。
 2 \oplus は、ビット毎の排他的論理和とする。
 3 \parallel は、ブロックの結合とする。
 4 SWは、補助関数とし3.4.1.2.2.2に示す。
 5 Rot_n は、左巡回nビットシフトとする。
 6 \cdot は、GF(2⁸)上の乗算を表す。
 既約多項式は、
 $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ とする。

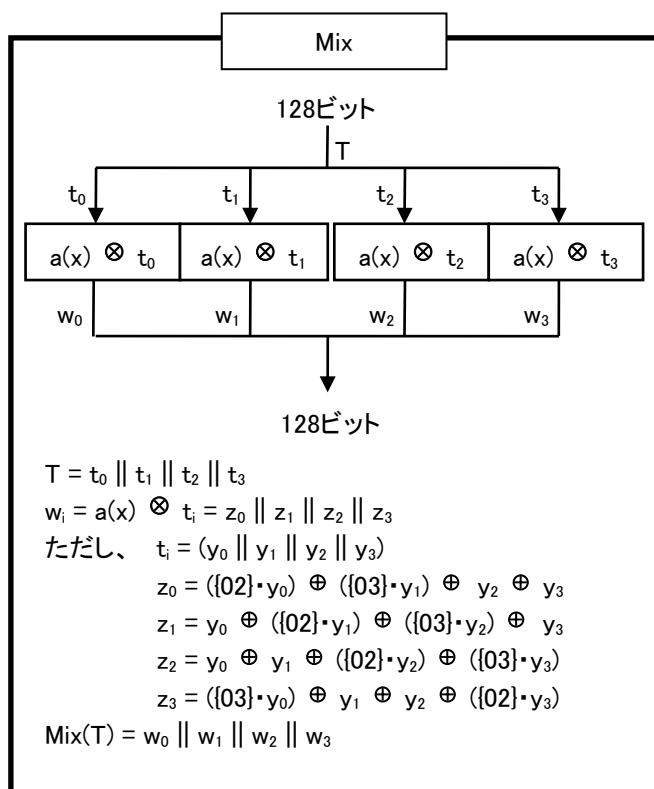


図 3. 4. 1. 2. 2. 1-2 AES 暗号の基本関数 (鍵長 192 ビットの場合)

3. 4. 1. 2. 2. 2 アルゴリズム定数と補助関数

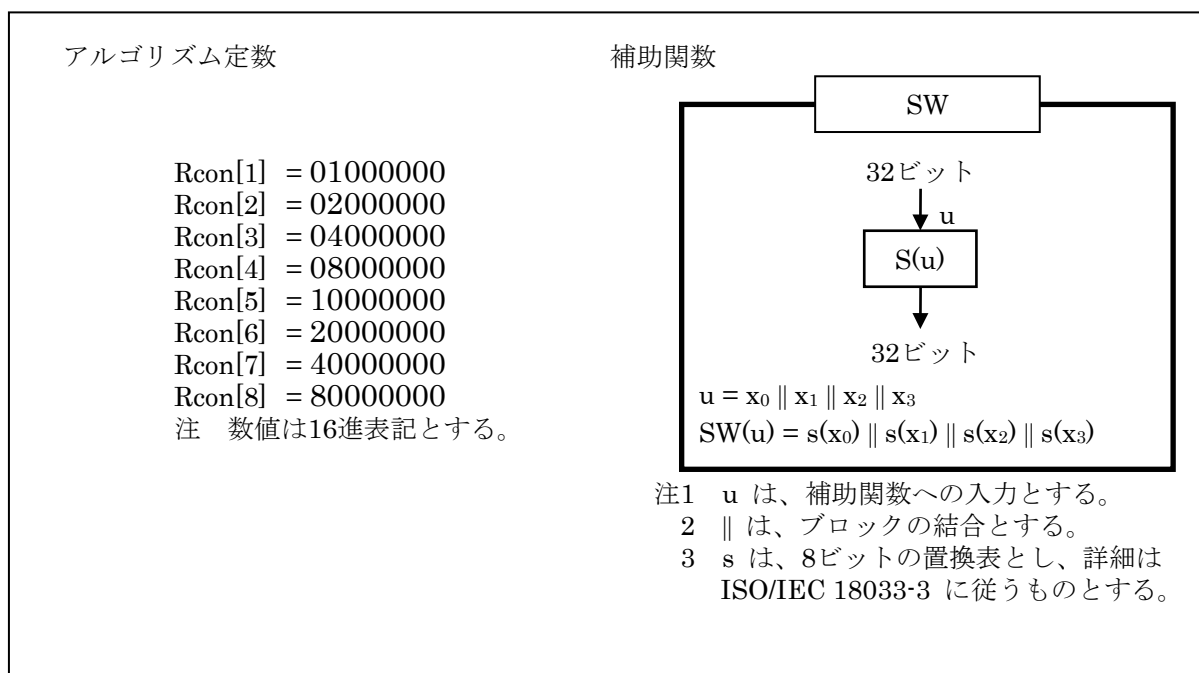


図 3. 4. 1. 2. 2. 2-1 AES 暗号のアルゴリズム定数と補助関数 (鍵長 192 ビットの場合)

3.4.1.2.3 AES 暗号 (鍵長 256 ビットの場合)

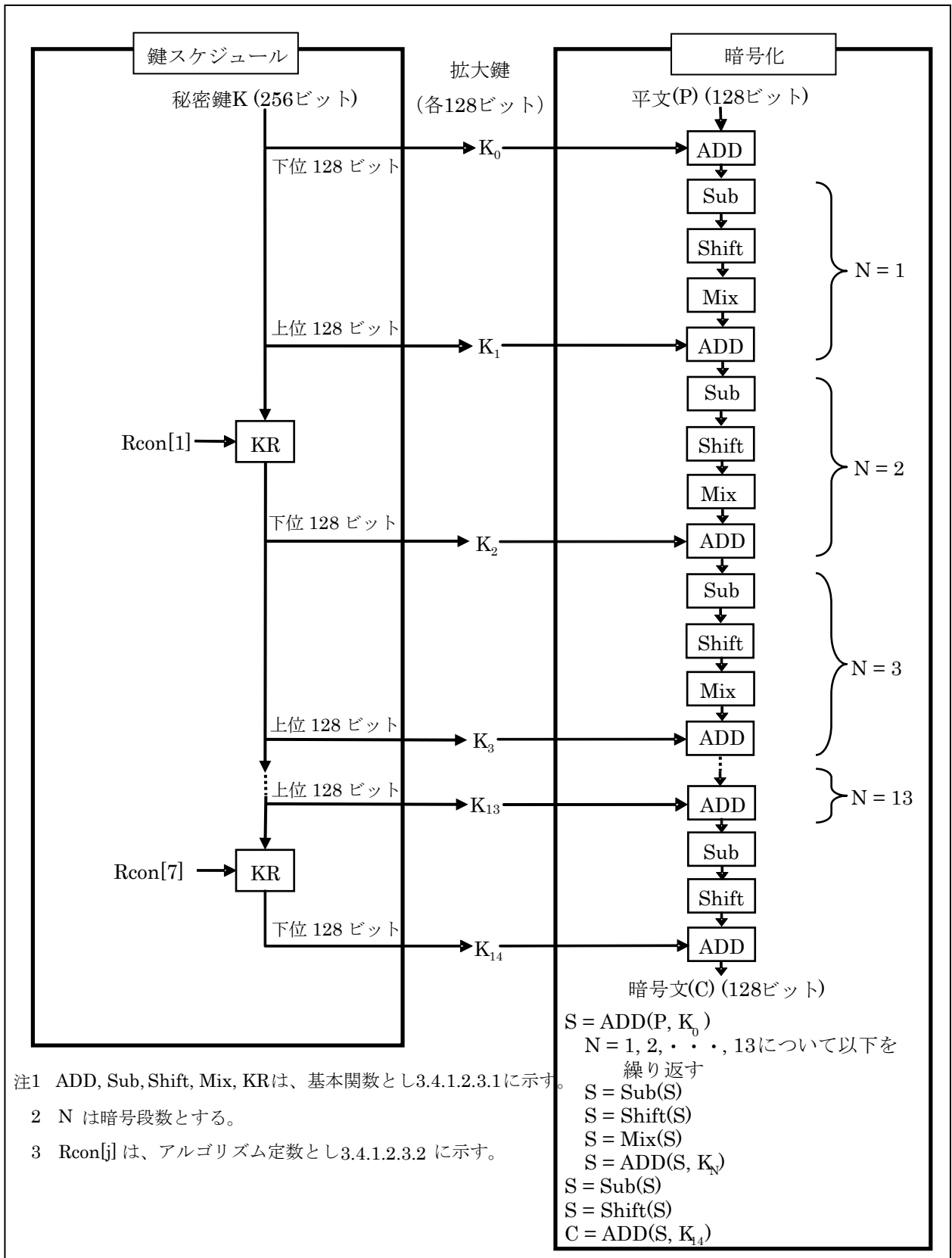


図 3.4.1.2.3-1 AES 暗号のアルゴリズム (鍵長 256 ビットの場合)

3. 4. 1. 2. 3. 1 基本関数

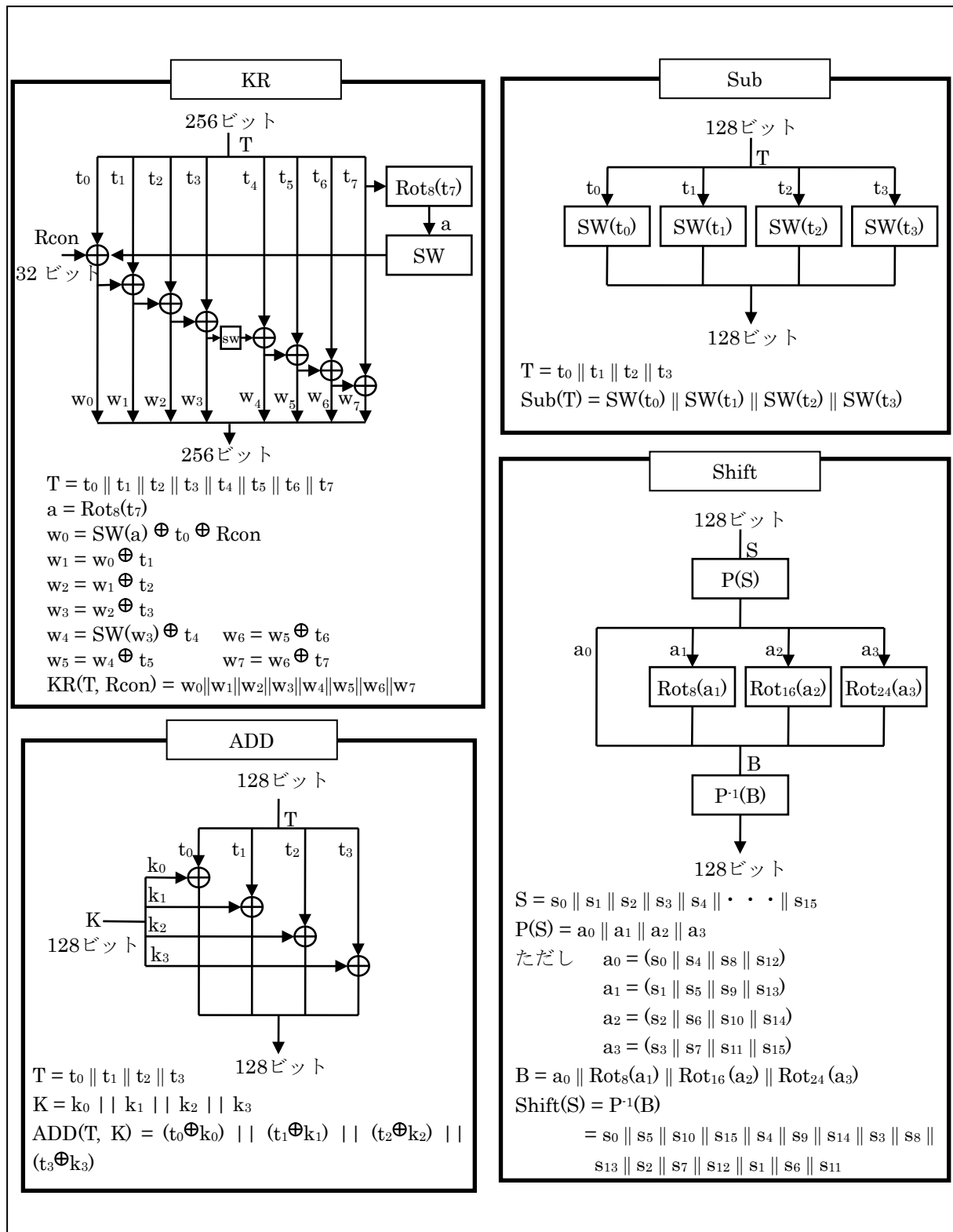


図 3. 4. 1. 2. 3. 1-1 AES 暗号の基本関数 (鍵長 256 ビットの場合)

- 注1 Tは、基本関数への入力とする。
 2 \oplus は、ビット毎の排他的論理和とする。
 3 \parallel は、ブロックの結合とする。
 4 SWは、補助関数とし3.4.1.2.3.2に示す。
 5 Rot_n は、左巡回nビットシフトとする。
 6 \cdot は、GF(2⁸)上の乗算を表す。
 既約多項式は、
 $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ とする。

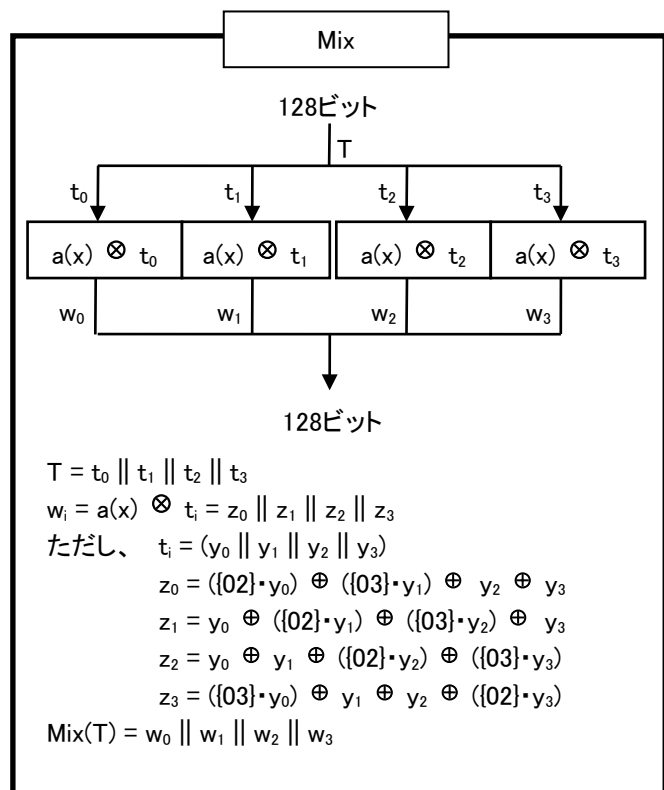


図 3. 4. 1. 2. 3. 1-2 AES 暗号の基本関数 (鍵長 256 ビットの場合)

3. 4. 1. 2. 3. 2 アルゴリズム定数と補助関数

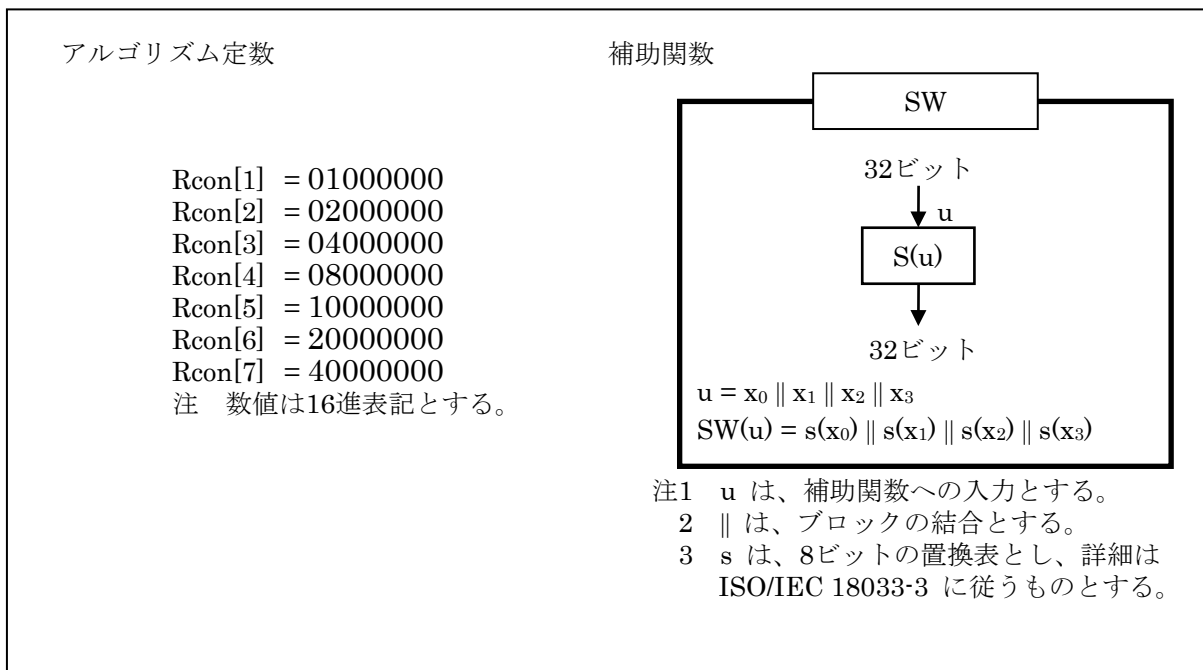


図 3. 4. 1. 2. 3. 2-1 AES 暗号のアルゴリズム定数と補助関数 (鍵長 256 ビットの場合)

3.4.1.2.4 Camellia 暗号（鍵長 128 ビットの場合）

鍵長 128 ビットの場合の Camellia 暗号は、平成 26 年総務省告示第 235 号別表第三号別記第 1～別記第 5 に基づくものとする。

3.4.1.2.5 Camellia 暗号 (鍵長 192 ビットの場合)

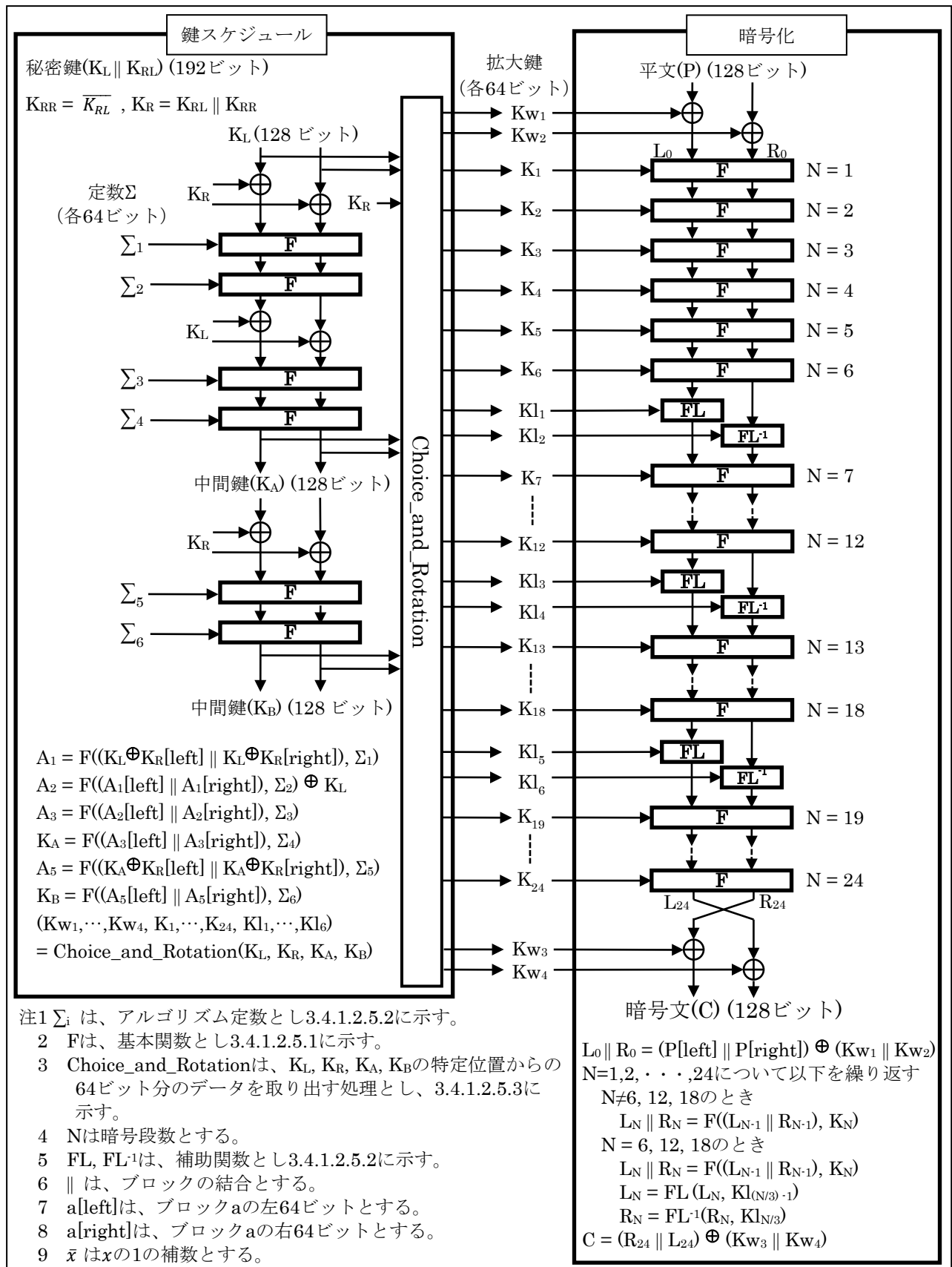
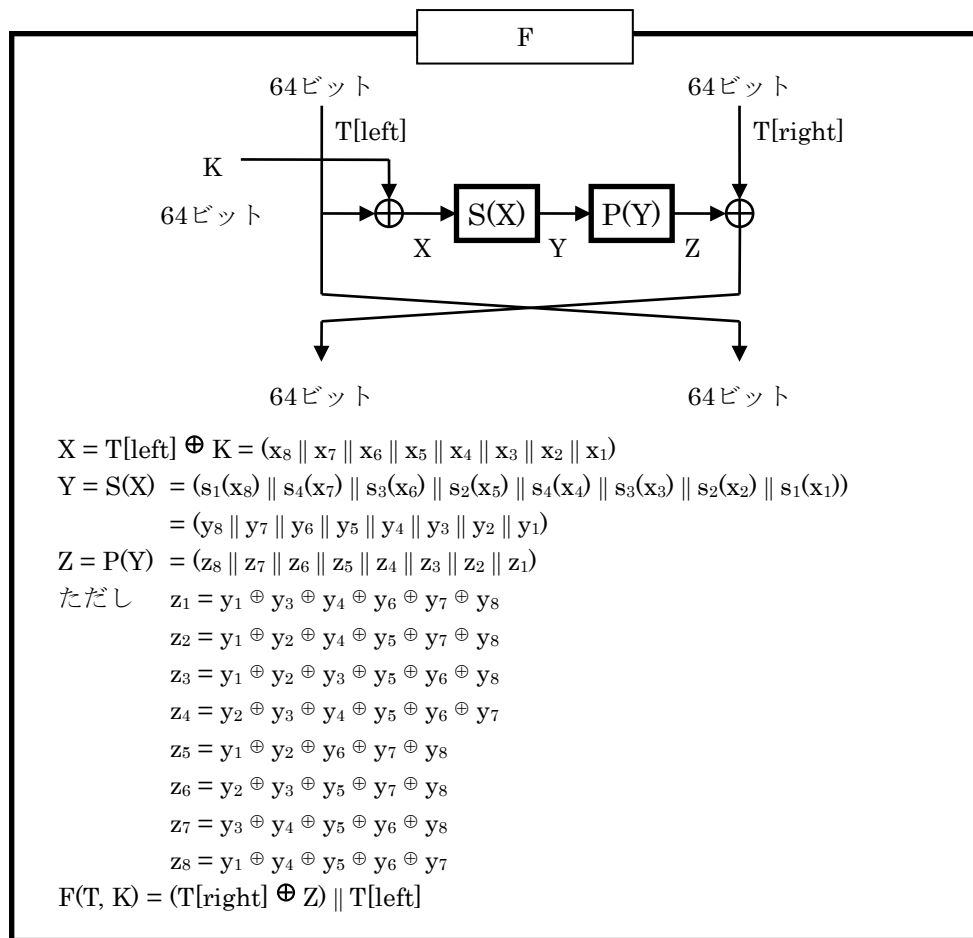


図 3.4.1.2.5-1 Camellia 暗号のアルゴリズム (鍵長 192 ビットの場合)

3.4.1.2.5.1 基本関数



- 注1 Tは、基本関数への入力とする。
 2 T[left]は、ブロックTの左64ビットとする。
 3 T[right]は、ブロックTの右64ビットとする。
 4 \parallel は、ブロックの結合とする。
 5 s_i は、8ビットの置換表とし、詳細はISO/IEC18033-3:2005(E) 5.2.3.4節に従うこととする。

図 3.4.1.2.5.1-1 Camellia 暗号の基本関数

3.4.1.2.5.2 補助関数とアルゴリズム定数補助関数とアルゴリズム定数

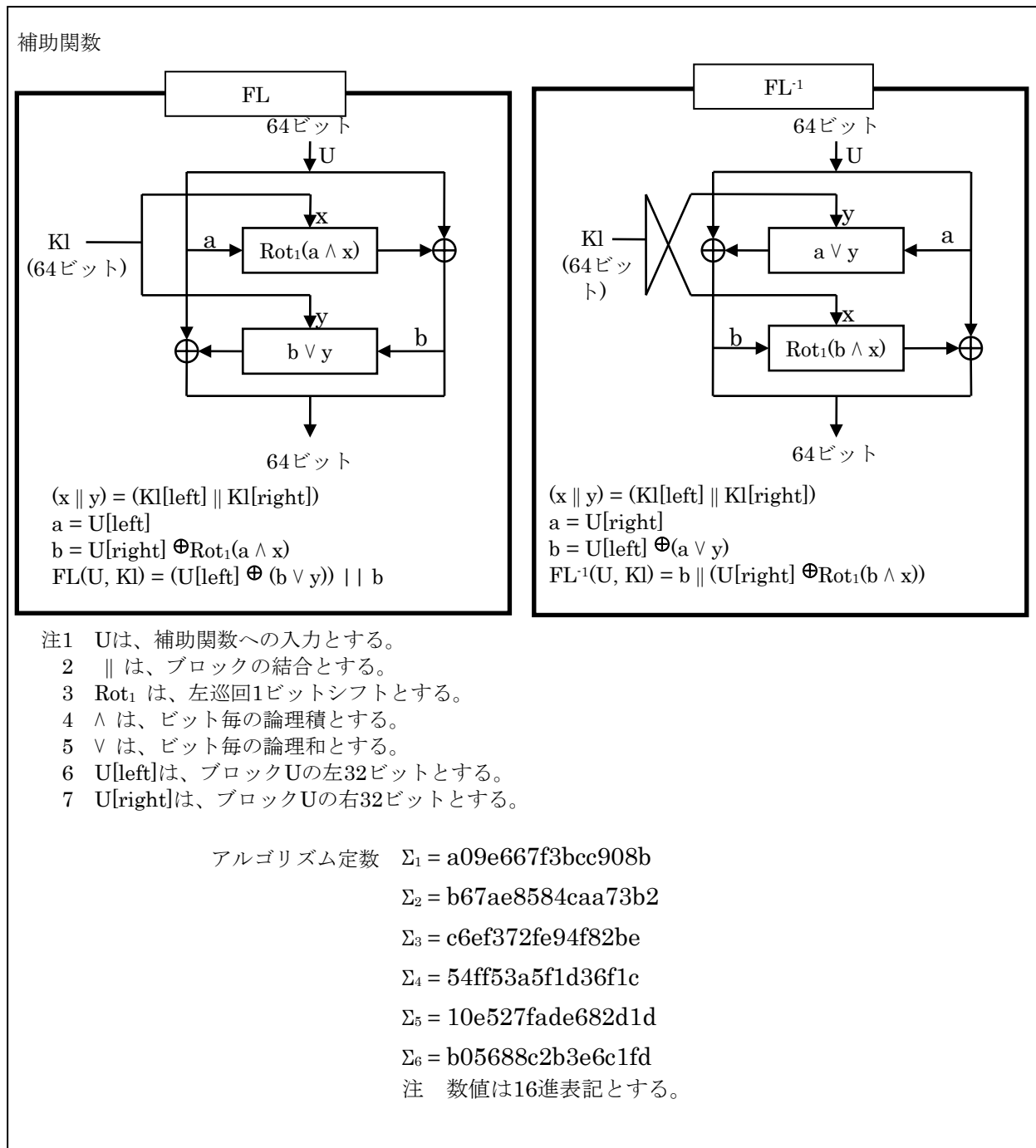


図 3.4.1.2.5.2-1 Camellia 暗号の補助関数とアルゴリズム定数

3.4.1.2.5.3 Choice_and_Rotation

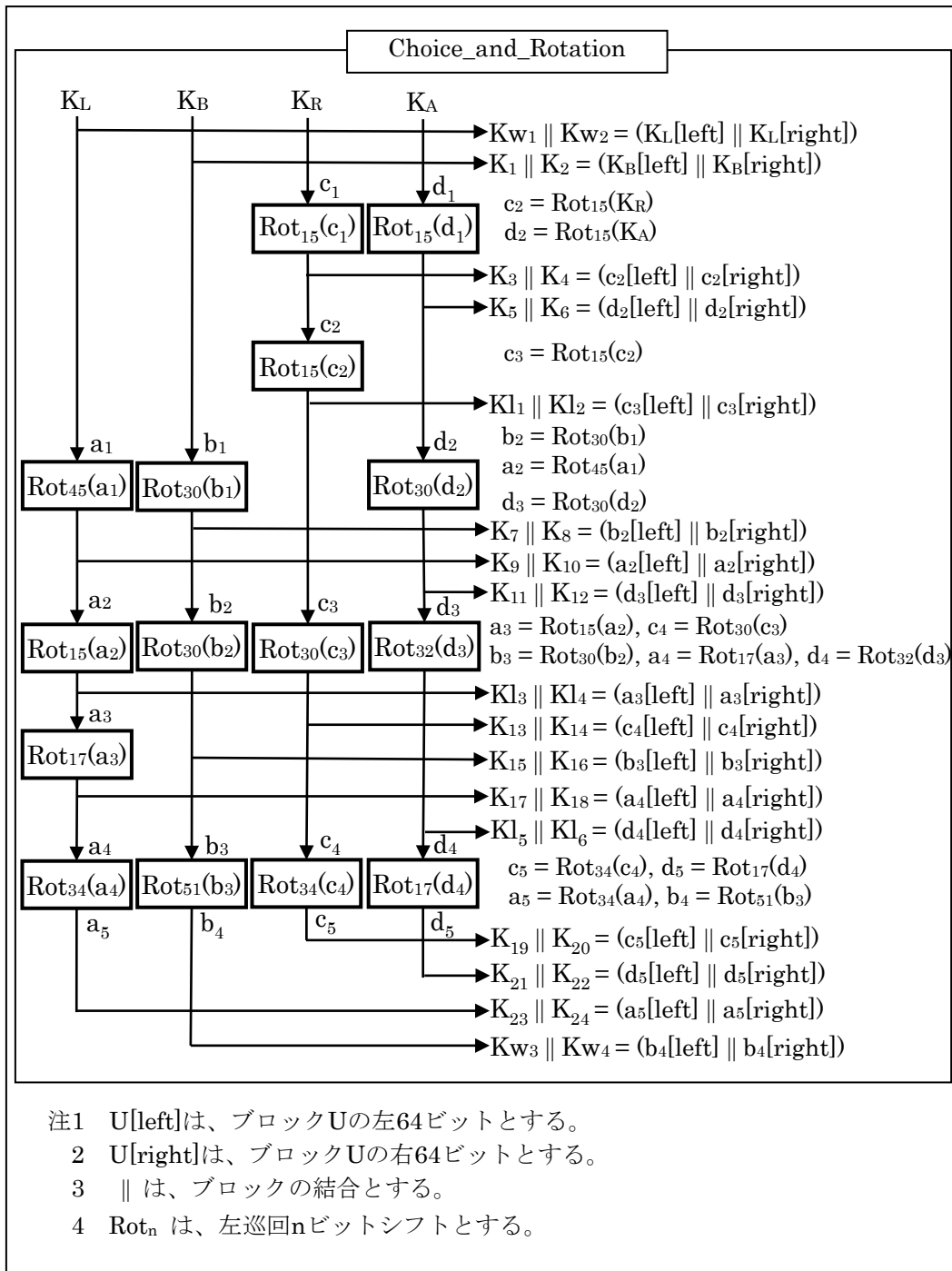


図 3.4.1.2.5.3-1 Camellia 暗号の Choice_and_Rotation

3.4.1.2.6 Camellia 暗号 (鍵長 256 ビットの場合)

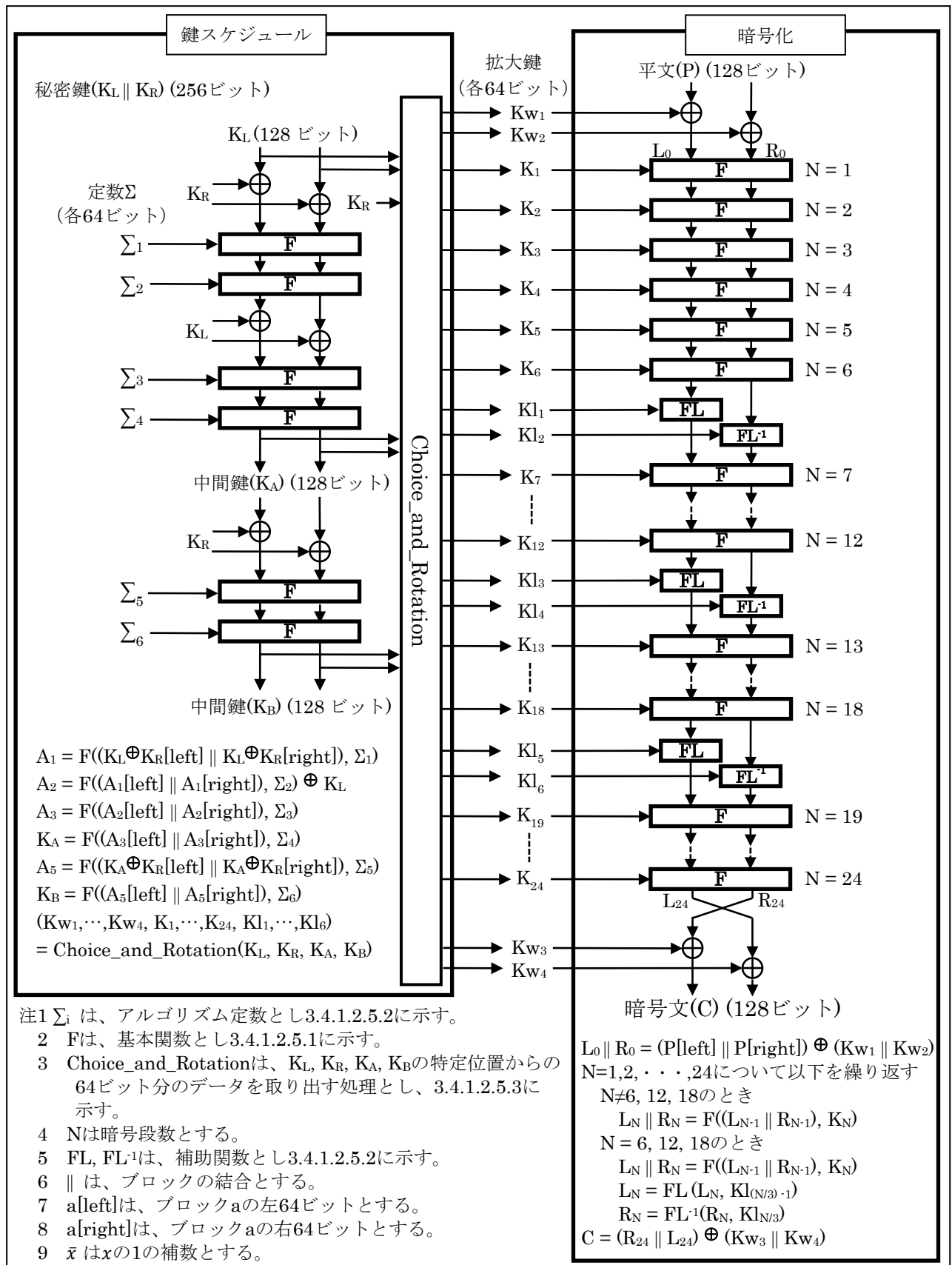


図 3.4.1.2.6-1 Camellia 暗号のアルゴリズム (鍵長 256 ビットの場合)

3.4.1.3 スクランブル手順

スクランブル手順に関して、暗号利用モードはCTRモード又はCBCモードとする

(理由)

現行方式（4K8K衛星放送）との整合性、及びCENCの規定との整合性を確保するため。

3.4.1.3.1 AESを用いたスクランブル手順（CTRモード）

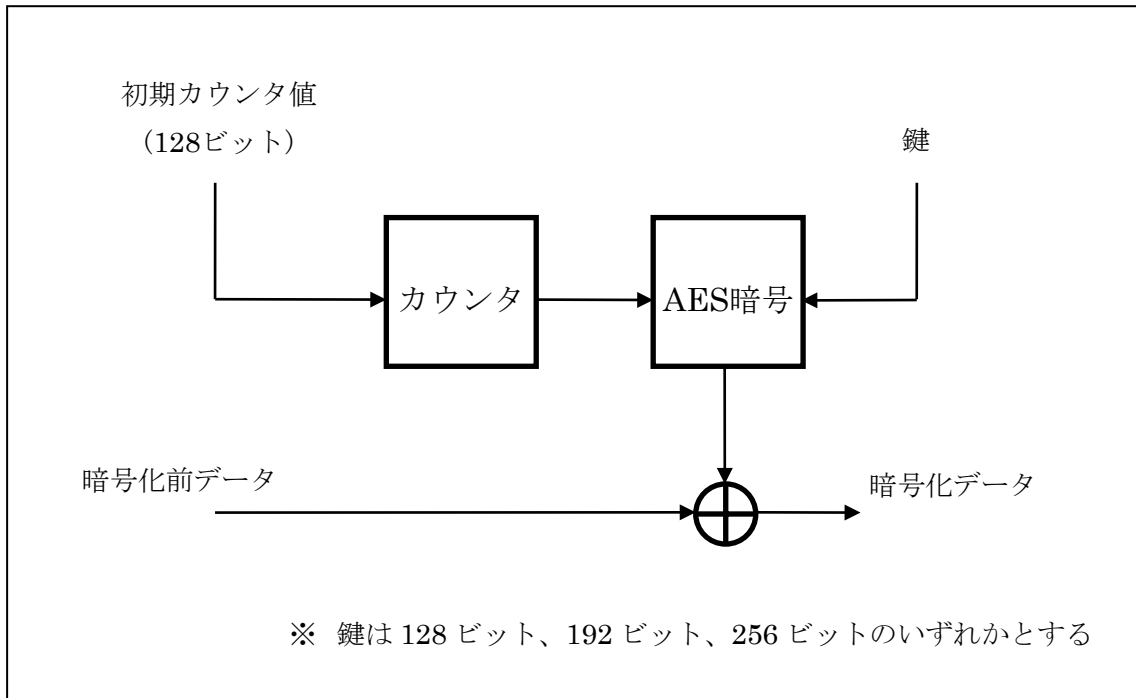


図 3.4.1.3.1-1 AESを用いたスクランブル手順（CTRモード）

3.4.1.3.2 AESを用いたスクランブル手順（CBCモード）

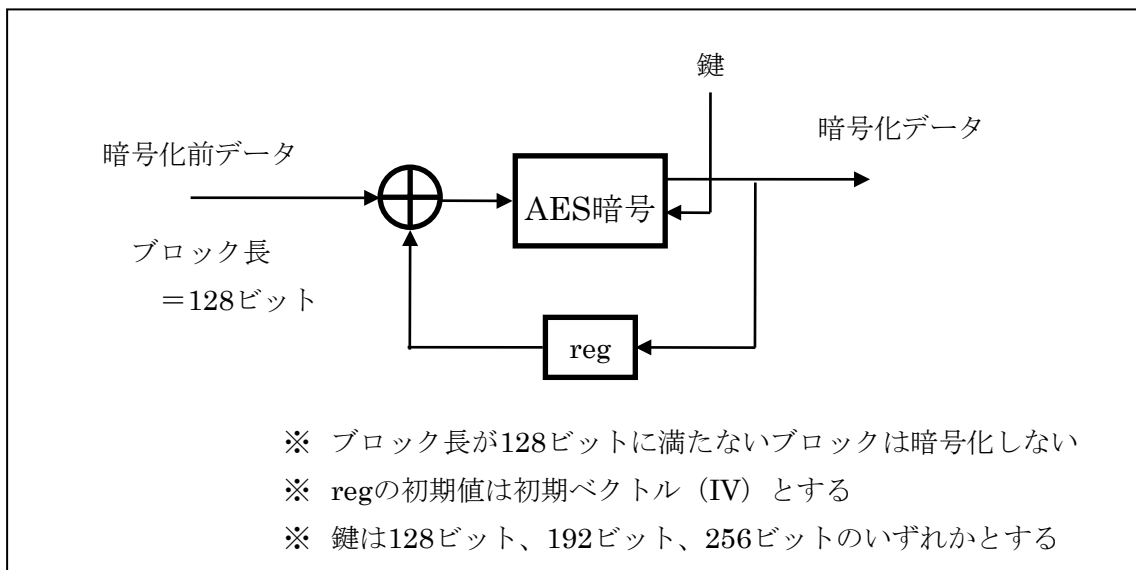


図 3.4.1.3.2-1 AESを用いたスクランブル手順（CBCモード）

3.4.1.3.3 Camellia を用いたスクランブル手順 (CTR モード)

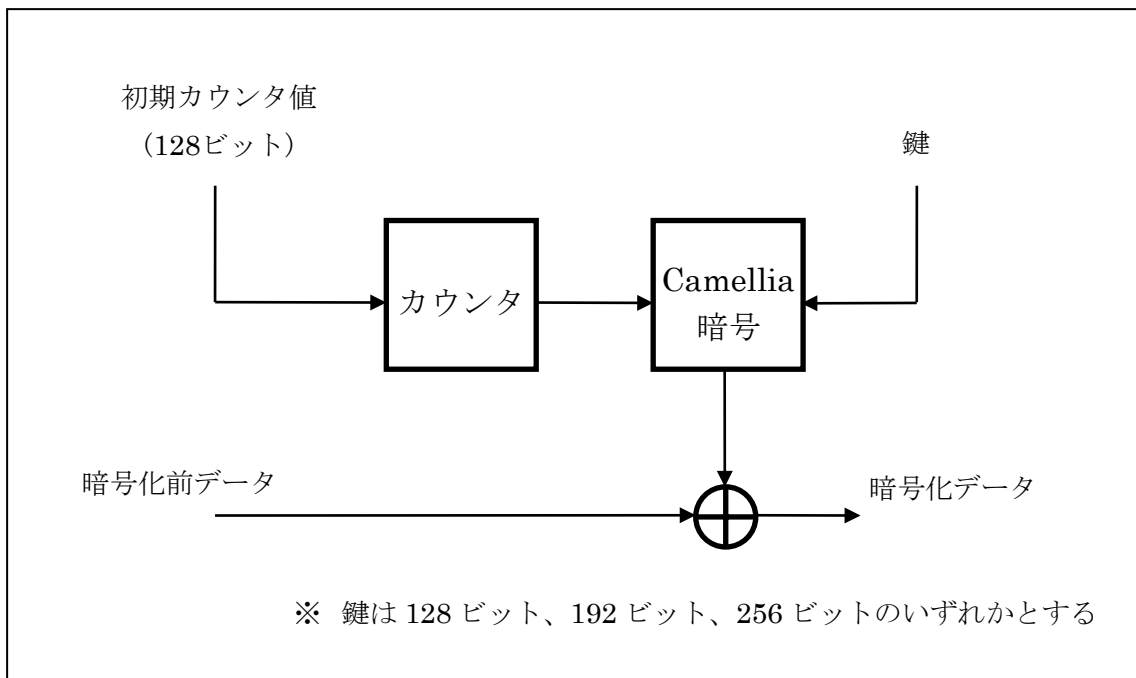


図 3.4.1.3.3-1 Camellia を用いたスクランブル手順 (CTR モード)

3.4.1.3.4 Camellia を用いたスクランブル手順 (CBC モード)

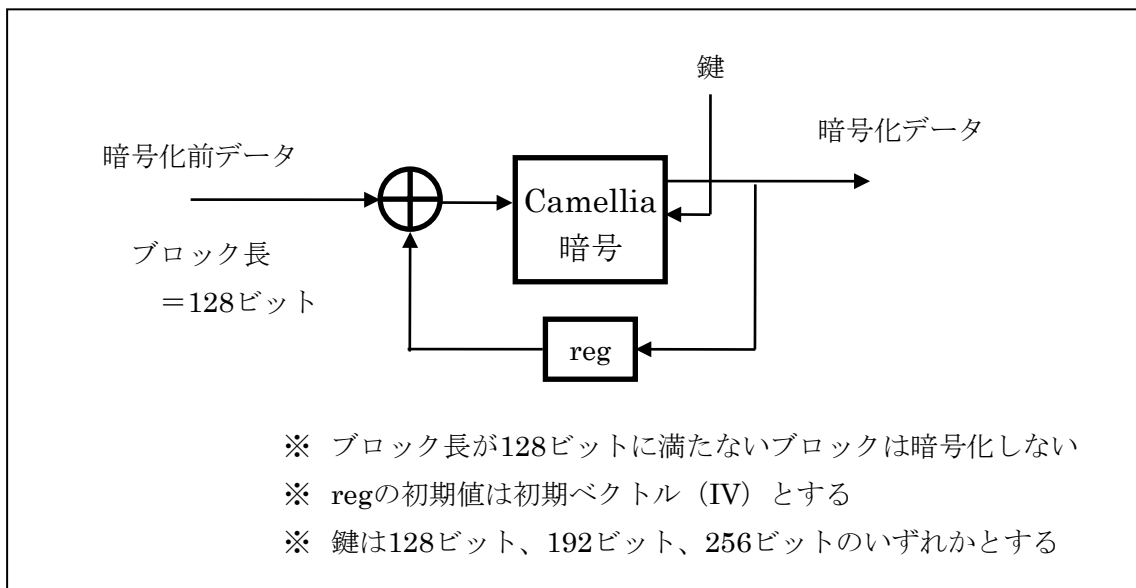


図 3.4.1.3.4-1 Camellia を用いたスクランブル手順 (CBC モード)

3.4.1.4 スクランプルの範囲

スクランブルの範囲は、MMTP パケットのペイロード部のデータ部（全部もしくはその一部）及び IP パケットのペイロード部とする。

(理由)

現行方式（4K8K 衛星放送）との整合性、及び CENC の規定との整合性を確保するため。

現行方式（4K8K 衛星放送）との整合性を確保するため、スクランブルの範囲は MMTP パケットのペイロード部のデータ部及び IP パケットのペイロード部とする。ただし、CENC の場合はデータ部の全てではなく、その一部を暗号化する仕様があり、CENC の規定との整合性を確保するため、データ部の一部を暗号化することも可能とする。

3.4.1.5 スクランプル方式に係る伝送制御信号

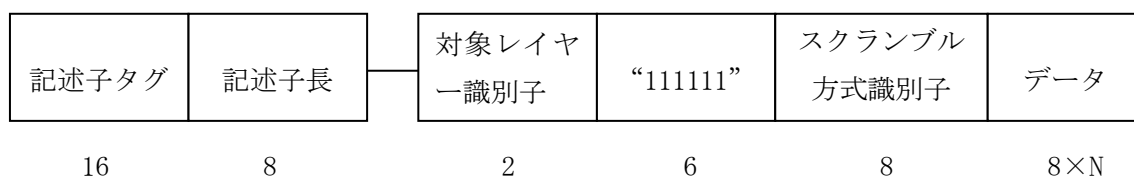
現行方式（4K8K 衛星放送）と同様、スクランブルサブシステムの識別のために、平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 29 号に記載の伝送制御信号（CA メッセージ）に配置される CA テーブル（平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 29 号別記）に配置可能な記述子として、スクランブル方式記述子（図 3.4.1.5-1）を導入する。スクランブル方式記述子の構成は平成 26 年総務省告示第 233 号別表第 30 号別記第 4 と同じであるが、鍵長 128 ビット、192 ビット、256 ビットのいずれかを選択できるようにするため、スクランブル方式識別子の値を追加した（表 3.4.1.5-1）。

パケットの改ざんを防止できるメッセージ認証方式（改ざん検出のために、パケット単位にメッセージ認証コードを付与する仕組み）について検討するとともに、メッセージ認証方式を識別するメッセージ認証方式記述子を検討した。ただし、メッセージ認証方式記述子が配置されない場合は、メッセージ認証を行わない（メッセージ認証コードが付加されない）ことを示す。なお、放送で映像音声のコンポーネントを配信し、通信で字幕データ等のコンポーネントを配信するケースも想定されるが、通信で配信されるコンポーネントに関しては、コンテンツ保護のために、各種 DRM などを適用することも想定される。この場合、必要に応じて、各記述子の拡張領域に各種 DRM に関するセキュリティ情報を記述することも想定されるが、その詳細は、事業者任意規格とする。

なお、メッセージ認証方式記述子に関しては、放送番組を受信するために必須な仕組みではないことから、民間規格として定めることが適当である。

(理由)

スクランブル方式に脆弱性が発見された場合において対応可能とするため。



注1) 記述子タグの値は、スクランブル方式記述子を示す 0x8005 とする。

注2) 記述子長は、これより後に続くデータバイト数を書き込む領域とする。

注3) 対象レイヤー識別子は、スクランブル時の暗号化対象 (IP パケット、MMT パケット) を示す。

注4) スクランブル方式識別子 (表 3.4.1.5-1) は、スクランブル時の暗号アルゴリズムの種別を示す。

注5) 本記述子は、CA メッセージの CA テーブルの記述子領域又は MP テーブルの MPT ディスクリプタ領域若しくは MP テーブルのアセットディスクリプタ領域で伝送するものとする。

図 3.4.1.5-1 スクランブル方式記述子の構成

表 3.4.1.5-1 : スクランブル方式識別子の値の割当て

値 (2 進数)	割当て
00000000	未定義
00000001	AES、鍵長 128 ビット
00000010	Camellia、鍵長 128 ビット
00000011	AES、鍵長 192 ビット
00000100	Camellia、鍵長 192 ビット
00000101	AES、鍵長 256 ビット
00000110	Camellia、鍵長 256 ビット
00000111 - 11111111	未定義

3.5 情報源符号化方式

3.5.1 映像符号化方式

3.5.1.1 映像入力フォーマット及び映像符号化方式検討の基本的考え方

映像符号化方式の検討に当たり、高度地上デジタルテレビジョン放送方式に対する要求条件を踏まえ、特に、超高精細度テレビジョン(UHDTV)サービスを可能とすることを基本とし、4K8K 衛星放送の映像入力フォーマット、及び映像符号化技術の技術動向や国際規格化の状況等を考慮した。

3.5.1.1.1 4K8K 衛星放送の映像入力フォーマット

4K8K 衛星放送の映像入力フォーマットを表 3.5.1.1.1-1 に示す。HDTV を超える超高精細テレビジョンサービスを提供するため、空間解像度は 1,920×1,080 (HDTV)に加えて 3,840×2,160 (4K UHDTV)及び 7,680×4,320 (8K UHDTV)を、フレーム周波数は飛越走査の 30Hz (HDTV のみ、フィールド周波数は 60Hz)に加えて順次走査の 60Hz と 120Hz (いずれも 1/1,001 倍を含む。)を、表色系は HDTV 用の従来色域表色系に加えて広色域表色系を、伝達関数は SDR-TV (標準ダイナミックレンジ)と HDR-TV (ハイダイナミックレンジ)を、色差サブサンプリングは 4:2:0 を、符号化画素ビット数は HDTV 用の 8 ビットに加えて 10 ビットを、それぞれ採用している。

3.5.1.1.2 映像符号化方式の国際規格

ITU-T と ISO/IEC とが共同で検討してきた最新の映像符号化方式である VVC (Versatile Video Coding)が 2020 年に ITU-T 勧告 H. 266 及び ISO/IEC 23090-3 として発行された。本規格には、Main 10、Main 10 Still Picture、Multilayer Main 10、Main 10 4:4:4、Main 10 4:4:4 Still Picture、Multilayer Main 10 4:4:4 の 6 つのプロファイルが規定されている。2022 年の第二版には、画素ビット数を 12 ビット及び 16 ビットに拡張したプロファイルが追加されている。VVC 規格は、4K8K 衛星放送に採用されている HEVC 規格よりもビットレートを 50%弱削減(主観画質評価時)することが報告されている。現行の国際規格の中で最も高い符号化効率を実現する VVC を、高度地上デジタルテレビジョン放送方式に採用することを前提とした。

表 3.5.1.1.1-1 4K8K 衛星放送の映像入力フォーマット

パラメータ	1080/60/I	1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P	4320/120/P
画面アスペクト比	16:9					
ライン当たり 有効サンプル数	1920		3840		7680	
フレーム当たり 有効ライン数	1080		2160		4320	
符号化サンプリング 構造	Y', C _B , C _R (非定輝度)、4:2:0					
画素アスペクト比	1:1 (正方画素)					
フレーム周波数[Hz]	30/1.001, 30	60/1.001, 60	60/1.001, 60	120/1.001, 120	60/1.001, 60	120/1.001, 120
フィールド周波数[Hz]	60/1.001, 60	-				
走査方式	飛越走査	順次走査				
SDR- TV	画素ビット数	8 ビット, 10 ビット		10 ビット		
	カラリメトリ 伝達関数	Rec. ITU-R BT. 709, IEC 61966-2-4(xvYCC), Rec. ITU-R BT. 2020		Rec. ITU-R BT. 2020		
HDR- TV	画素ビット数	10 ビット				
	カラリメトリ 伝達関数	Rec. ITU-R BT. 2100 HLG 方式又は PQ 方式 (表 3.5.1.1.1-2 参照)				

表 3.5.1.1.1-2 HDR-TV の伝達関数

HLG 方式	PQ 方式
$E' = \begin{cases} \sqrt{3L} & 0 \leq L \leq 1/12 \\ a \cdot \ln(12L - b) + c & 1/12 < L \leq 1 \end{cases}$ <p>ただし、E'は映像信号のカメラ出力に、Lはカメラの入力光に比例した電圧とし、いずれも 0 から 1 の範囲で正規化した値とする。a, b及びcは定数であり、以下のとおりとする。</p> <p>$a = 0.17883277$ $b = 0.28466892$ $c = 0.55991073$</p>	$E' = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}} \right)^{m_2} \quad 0 \leq L \leq 1$ <p>ただし、E'は映像信号のカメラ出力に比例した電圧とする。Lはカメラの入力光に比例した電圧とし、$L = 1$が表示輝度 10,000 cd/m²に対応するものとする。m_1, m_2, c_1, c_2及びc_3は定数であり、以下のとおりとする。</p> <p>$m_1 = 2610/4096 \times 1/4 = 0.1593017578125$ $m_2 = 2523/4096 \times 128 = 78.84375$ $c_1 = 3424/4096 \times 32 = 0.8359375 = c_3 - c_2 + 1$ $c_2 = 2413/4096 \times 32 = 18.8515625$ $c_3 = 2392/4096 \times 32 = 18.6875$</p>

3.5.1.2 映像入力フォーマット

4K8K 衛星放送の映像入力フォーマット、及び映像符号化技術の技術動向や国際規格化の状況等を考慮し、高度地上デジタルテレビジョン放送方式における映像入力フォーマットは表 3.5.1.2-1 のとおりとする。

表 3.5.1.2-1 高度地上デジタルテレビジョン放送方式における映像入力フォーマット

パラメータ (注 1)	1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P (注 2)	4320/120/P (注 2)
画面アスペクト比	16:9				
ライン当たり 有効サンプル数	1920	3840		7680	
フレーム当たり 有効ライン数	1080	2160		4320	
符号化サンプリング 構造	Y', C _B , C _R (非定輝度)、4:2:0				
画素アスペクト比	1:1 (正画素)				
フレーム周波数[Hz]	60/1.001, 60	60/1.001, 60	120/1.001, 120	60/1.001, 60	120/1.001, 120
走査方式	順次走査				
画素ビット数	10 ビット				
SDR- TV	カラリメトリ 伝達関数	Rec. ITU-R BT. 709, Rec. ITU-R BT. 2020 (注 3)	Rec. ITU-R BT. 2020		
HDR- TV	カラリメトリ 伝達関数	Rec. ITU-R BT. 2100 HLG 方式又は PQ 方式			

注 1： 飛越走査映像は、順次走査映像に変換して符号化する。

注 2： 将来、符号化方式の更なる高圧縮化や伝送方式の改善等が実現され、符号化映像の高品質性の担保がなされた場合に適用する。

注 3： 2,160/P や 4,320/P 映像をダウンコンバートして 1,080/P 形式に変換する場合等に適用する。

4K8K 衛星放送の映像入力フォーマットの内、1,080/60/I (飛越走査方式) を高度地上デジタルテレビジョン放送方式の映像入力フォーマットから除外する。

(理由)

放送局での順次走査変換により順次走査方式映像のみの送出に統一可能であること、及び、VVC 規格の飛越走査方式への対応が限定的であり画質評価が十分に行われていない等のため。

広色域表色系から xvYCC を除外する。

(理由)

BT. 2020 や BT. 2100 の広色域表色系が広く普及し、BT. 709 への後方互換性を備える xvYCC を用いる必要性が低下したため。

画素ビット数は 10 ビットのみとする。

(理由)

HEVC 規格と異なり、VVC 規格には 8 ビット限定のプロファイルがないこと、及び 10 ビット以上の映像フォーマットが一般的になったため。

3.5.1.2.1 映像信号パラメータ

映像の有効走査線数、走査方式、フレーム周波数、画面の横と縦の比及び 1 走査線当たりの有効標本化数（輝度信号及び色差信号）は、表 3.5.1.2.1-1 に示すとおりとする。

なお、映像信号のアナログインタフェースに関わる、水平同期信号及び垂直同期信号の波形の許容範囲及び水平走査の繰返し周波数及び標本化周波数の許容偏差については、現時点でデジタルインタフェースが主流になっているため規定しない。

表 3.5.1.2.1-1 映像信号パラメータ

		1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P	4320/120/P
有効走査線数		1080 本	2160 本	2160 本	4320 本	4320 本
走査方式		順次	順次	順次	順次	順次
フレーム周波数 [Hz]		60/1.001, 60	60/1.001, 60	120/1.001, 120	60/1.001, 60	120/1.001, 120
画面の横と縦の比		16:9	16:9	16:9	16:9	16:9
1 走査線当たり の有効標本化数	輝度信号	1920	3840	3840	7680	7680
	色差信号	960	1920	1920	3840	3840

3.5.1.3 映像符号化方式

映像符号化技術の技術動向や国際規格化の状況等を考慮し、高度地上デジタルテレビジョン放送方式における映像符号化方式は表 3.5.1.3-1 のとおりとする。

表 3.5.1.3-1 高度地上デジタルテレビジョン放送方式における映像符号化方式

符号化規格 (注 1)	1080/60/P	2160/60/P	2160/120/P	4320/60/P (注 2)	4320/120/P (注 2)
準拠規格	Rec. ITU-T H.266 ISO/IEC 23090-3 (VVC) Rec. ITU-T H.274 ISO/IEC 23002-7 (VSEI) (注 3)				
プロファイル (注 4)	Main 10, Multilayer Main 10				
レベル (Main 10 プロファイル)	4.1	5.1	5.2	6.1	6.2
レベル (Multilayer Main 10 プロファイル) (注 5)	5.0	6.1	6.2	6.3	- (注 6)

注 1：飛越走査映像は、順次走査映像に変換して符号化する。

注 2：将来、符号化方式の更なる高圧縮化や伝送方式の改善等が実現され、符号化映像の高品質性の担保がなされた場合に適用する。

注 3：VVC 符号化データに含める各種補助情報を規定する。

VSEI: Versatile supplemental enhancement information

注 4：Multilayer Main 10 プロファイルは、本プロファイルを用いるサービス環境が整った際に適用する。

注 5：階層中で最大となる画像フォーマットに対応したレベルを設定する。

注 6：VVC 規格で定められたレベルの制約のため、4, 320/120/P に階層符号化を適用しない。

基本サービス向けに Main 10 プロファイルを使用する。複数映像の効率的な伝送、インターネットと連携した配信、サブコンテンツ配信などを可能とする Multilayer Main 10 プロファイルも使用可能とする。

(理由)

Multilayer Main 10 プロファイルは、高機能化・多様化要件にある放送通信連携サービス（例えば放送で 4K UHD TV を、通信で 8K UHD TV を伝送する）等に有用である一方、対応機器の市場導入が放送サービス開始よりも後になると見込まれるため（参考資料 18 参照）。

Main 10 Still Picture プロファイルは不採用とする。

(理由)

静止画像用であり、データ放送での静止画像用符号化方式としての採用は考えられるが、高度地上デジタルテレビジョン放送方式には適さないため。

4:4:4 符号化サンプリング構造をサポートする Main 10 4:4:4、Main 10 4:4:4 Still Picture、Multilayer Main 10 4:4:4 の各プロファイルは不採用とする。

(理由)

限られた伝送レートで高画質化を実現する上で不向きなため。

3.5.1.3.1 所要ビットレート

採用した各映像フォーマットを VVC で符号化する場合に、適切な放送品質を得るために必要なビットレートを明らかにするため、1,080/60/P 映像及び 2,160/60/P 映像の符号化実験及び画質評価実験を行った。エンコーダには、2025 年頃にハードウェアで実現可能なリアルタイムエンコーダの画質を実現するソフトウェアシミュレータを用いた。デコーダには VVC 規格の参照ソフトウェア VTM を用いた。実験の結果、所要ビットレートを表 3.5.1.3.1-1 のとおり推定した（参考資料 19 5 章参照）。

表 3.5.1.3.1-1 所要ビットレート（注 1）

1080/60/P	7Mbps
2160/60/P	30Mbps（注 2）

注 1：符号化難易度の高い映像を含む評価画像のほぼ全てで一定水準以上の画質を確保可能なビットレートを示す。

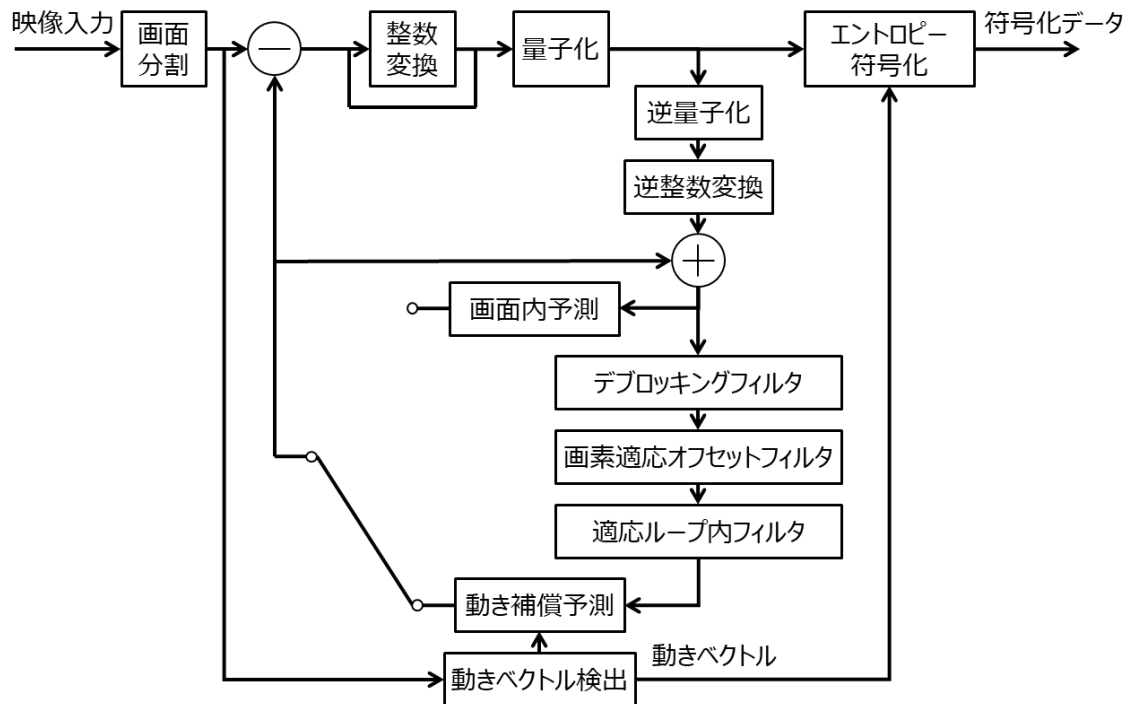
注 2：実験では、ビットレートを 20Mbps, 30Mbps と離散的に設定しており、判断基準を満たすビットレートは 30Mbps であった。線形近似により推定される所要ビットレートは 22Mbps となる。

なお、1,080/60/P は符号化制御チューニングを行うことによって、実用的には 5Mbps で十分となる可能性が高い（参考資料 19 6.4.1 章参照）。

2,160/60/P に関しては、追加実験の結果、空間解像度を落として符号化歪を低減する画質改善手法を適用することで、15Mbps にて 4K 放送品質相当の画質となる（ただし、符号化難易度が高い一部の映像を除く）ことを確認した（参考資料 19 7.5 章参照）。

3.5.1.3.2 映像の圧縮手段、送出手段

映像信号の圧縮手段及び送出手段は、画面内予測符号化方式、動き補償予測符号化方式、整数変換方式、エントロピー符号化方式、画素適応オフセットフィルタ方式及び適応ループ内フィルタ方式を組み合わせたものとする。



- 注1 画面分割は、最小 4×4 画素から最大 128×128 画素の正方形領域又は矩形領域に分割する処理を示すものとする。
- 注2 整数変換は、最小 2×2 画素から最大 64×64 画素の正方形又は矩形ブロックに対する整数精度の直交変換処理を示すものとする。
- 注3 画面内予測は、現在の画像情報において符号化処理済みの隣接ブロックの画素を用いて予測を行う処理を示し、動き補償予測は、未来及び過去の複数の画像情報を用いてブロックサイズを可変とする動き補償予測を行う処理を示すものとする。
- 注4 デブロッキングフィルタは、符号化に伴いブロックの境界に発生するノイズを低減する処理を示すものとする。
- 注5 画素適応オフセットフィルタは、符号化に伴いブロックの内部に発生するノイズを、画素値を利用して低減する処理を示すものとする。
- 注6 適応ループ内フィルタは、符号化に伴いブロックの内部に発生するノイズを、ノイズの統計的な特性を利用して低減する処理を示すものとする。
- 注7 逆量子化、逆整数変換及びエントロピー符号化は、ITU-T 勧告 H. 266 に従うものとする。
- 注8 動きベクトル検出は、最小 4×4 画素から最大 128×128 画素の正方形領域又は矩形領域のブロック単位に行うものとする。
- 注9 符号化データは、ITU-T 勧告 H. 266 の映像ビットストリーム構文に従い生成するものとする。

なお、「整数変換方式」とは、原画像を最小二画素四方から最大六十四画素四方の単位で整数精度の直交変換により空間周波数成分に変換し、その周波数成分を視覚特性を反映して量子化することにより情報量を減らす方式をいう。また「適応ループ内フィルタ方式」とは、画素適応オフセットフィルタ適用後の画素に対して、入力画素値との平均二乗誤差を最小化するフィルタを適用することにより画質を向上させる方式をいう。

3.5.2 音声符号化方式

3.5.2.1 音声符号化方式選定の基本的考え方

音声符号化方式について、高度地上デジタルテレビジョン放送方式に対する要求条件を基に、現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されている MPEG-2 AAC と比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応した音声符号化方式を選定した。

3.5.2.1.1 チャンネルベース音響

放送局の番組制作では、各音声素材（ナレーションのようなダイアログ、背景音、効果音等）を収録して最終的に1つ（又は複数）のチャンネル構成（例えば、2ch ステレオや5.1ch）にまとめて放送される。受信側ではチャンネル構成（2ch ステレオの場合は1ch目が左チャンネル、2ch目が右チャンネル）に対応するスピーカから再生することにより、制作意図のまま番組音声を楽しむ。このように制作時のチャンネル構成と受信機側の再生チャンネル構成が同一であることを前提に受信側のスピーカからそのまま再生される音声信号を制作/伝送する音響方式をチャンネルベース音響と呼ぶ。

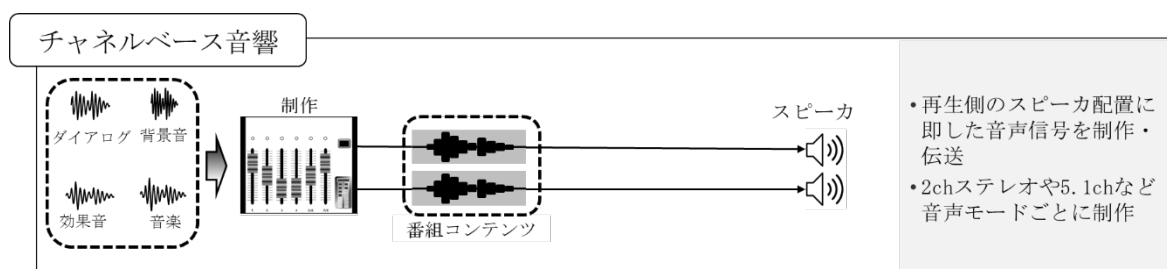


図 3.5.2.1.1-1 チャンネルベース音響

3.5.2.1.2 オブジェクトベース音響

放送局の番組制作では、各音声素材（ナレーションのようなダイアログや背景音、音楽や効果音等）を収録して、個別に音声素材と音声素材を再生する位置や音量などを記述した音響メタデータとともに放送される。受信側では、音響メタデータを基に受信機のスピーカ構成に合わせて番組音声を再構成してスピーカから再生することにより、視聴環境や視聴者の好みに合わせて番組音声をカスタマイズして楽しむ。このように視聴環境に応じて信号処理することを前提に音声素材となる音声信号と音響メタデータを制作/伝送する音響方式をオブジェクトベース音響と呼ぶ。

オブジェクトベース音響では、音声素材を個別に受信できるため、視聴環境のスピーカ配置に最適化したり、ナレーションなどダイアログの音量だけを個別に調整することで聞き取りやすくしたり、少ない音声信号数で多言語放送に対応することで様々な言語の話者に正しく情報を伝えたりするなど、視聴環境や視聴者の好みに合わせた音声サービスをきめ細かく提供できる。

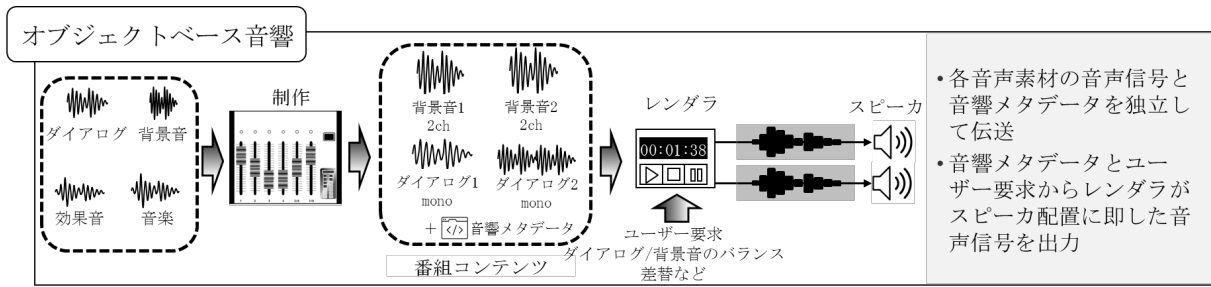


図 3.5.2.1.2-1 オブジェクトベース音響

3.5.2.2 音声入力フォーマット

3.5.2.2.1 標本化周波数

音声信号の標本化周波数は、48kHz とする。

(理由)

現状の実運用動向を鑑み、標本化周波数は48kHzのみとした。

48kHz 以外の標本化周波数については、実運用動向から放送局設備へのインパクトが大きいため、また、当面サービスが想定されていないため。

3.5.2.2.2 入力量子化ビット数

入力量子化ビット数は、16 ビット以上とする。

(理由)

現状の実運用動向を鑑み、量子化ビット数は16 ビット以上とした。

3.5.2.2.3 対応する音声信号

対応する音声信号は、チャンネルベース音響とオブジェクトベース音響の音声信号とする。

音声信号のうち、同時に再生される可能性があるすべての音声信号の標本化の時刻は、同一時刻であることとする。

(理由)

チャンネルベース音響に加え、多様な音声サービスを実現可能なオブジェクトベース音響を採用したため。

3.5.2.2.4 入力音声チャンネル数

最大入力音声チャンネル数は、56 チャンネルとする。

(理由)

22.2 マルチチャンネル音響に対応し、且つ、オブジェクトベース音響を用いた音声信号の差し替えによる音声サービスを考慮して、MPEG-H 3D Audio のレベル4で規定された最大入力音声チャ

ネル数としたため。

3.5.2.3 音声符号化方式

3.5.2.3.1 MPEG-H 3D Audio

3.5.2.3.1.1 準拠規格

ISO/IEC 23008-3 Information technology -High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 3:3D audio (3rd Edition : 2022)

プロファイルは ISO/IEC 23008-3 に準拠する Baseline profile とする

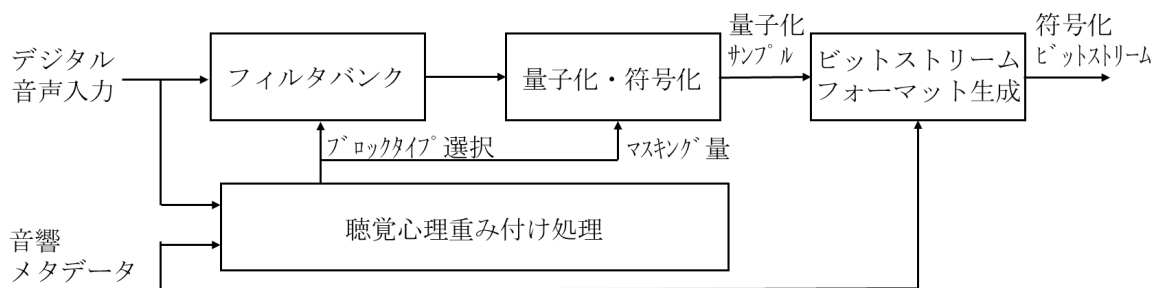
(理由)

現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されている MPEG-2 AAC と比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応しているため。

オブジェクトベースによる音声サービスを実施可能であり、且つ、回路規模が最も小さいプロファイルであるため。

3.5.2.3.1.2 音声信号の圧縮手順及び送出手順

圧縮手順は以下のとおりとする。



符号化は、時間周波数変換符号化方式及び聴覚心理重み付けビット割当方式を組み合わせたものとする。

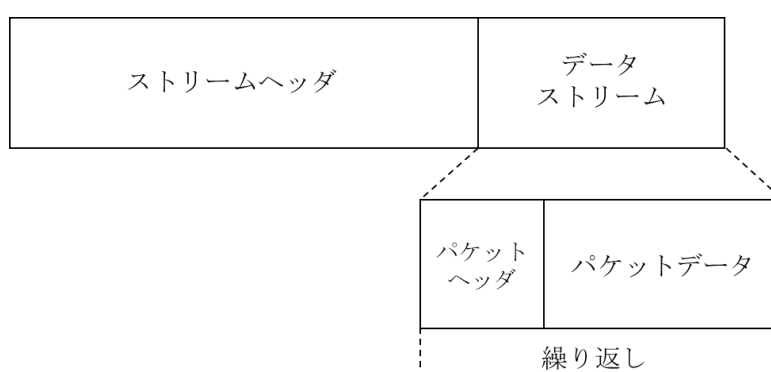
1. フィルタバンクは、デジタル音声入力信号を変形離散コサイン変換によって時間から周波数軸へ変換する。この際、フィルタバンクは、入力信号の聴覚心理特性に応じて、変形離散コサイン変換への入力ブロックタイプ及び窓関数を選択する。
2. 聴覚心理重み付け処理は、フィルタバンクへの入力信号に対応して、マスキング量（一の音声信号と他の音声信号を識別できる限界）及びフィルタバンクの入力ブロックタイプを算出する。
3. 量子化及び符号化は、聴覚心理重み付け処理で計算されたマスキング量に基づき、フィルタバンクからの出力信号を各ブロックで使用できるトータルビット数を超えない範囲で量子化及び符号化し、量子化サンプルを出力する。

4. 入力音声信号の最大チャンネル数は 56 チャンネルであり、1 つ以上のチャンネルベース音響又はオブジェクトベース音響の音声信号によって構成される。音響メタデータは入力音声信号の属性を示す情報であり、各処理で参照、また量子化及び符号化され、ビットストリームに多重化される。
5. 符号化ビットストリームの構成は、3.5.2.3.1.3 節のビットストリーム形式 MHAS (MPEG-H 3D Audio Stream) を使用するものとする。

3.5.2.3.1.3 ビットストリーム形式

送出手順は以下のとおりとする。

(MHAS 形式のビットストリーム構成)



1. ビットストリーム構成は、ISO/IEC 23008-3 記載の MPEG-H 3D Audio Stream (MHAS) に準拠するものとする。
2. ストリームヘッダは、ビットストリーム及び後に続くデータストリームの属性、制御等に関する情報を含み、ISO/IEC 23008-3 に記載の 1 つ以上パケットで構成されるパケット列である。
3. データストリームは、データストリームに関するヘッダ情報とパケットデータを含み、ISO/IEC 23008-3 で規定される符号化データのパケット、又はその他のパケットであり、データストリーム毎に繰り返す。
4. パケットヘッダは、パケットの種類を示す識別番号、パケットの長さ等の情報から構成される。
5. パケットデータは、パケットヘッダの情報に基づく入力信号の符号化されたデータ、あるいは符号化データの復号のための制御情報等から構成される。

3.5.2.3.2 AC-4

3.5.2.3.2.1 準拠規格

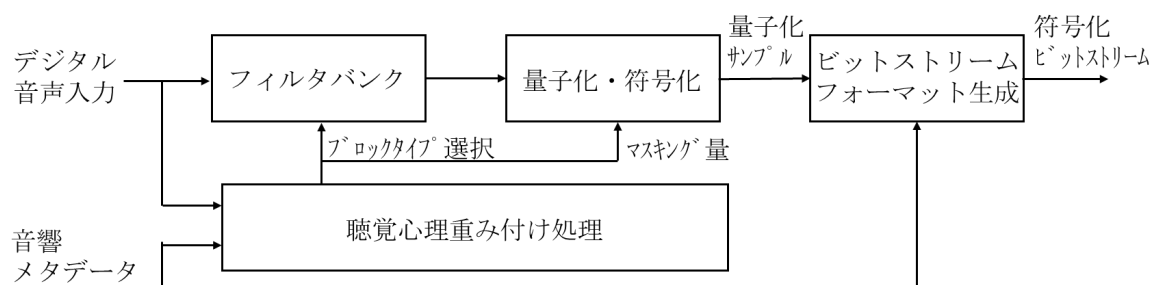
ETSI TS 103 190-2 V1.2.1 (2018-02) Digital Audio Compression (AC-4) Standard; Part 2: Immersive and personalized audio

(理由)

現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されている MPEG-2 AAC と比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応しているため。

3.5.2.3.2.2 音声信号の圧縮手順及び送出手順

圧縮手順は以下のとおりとする。



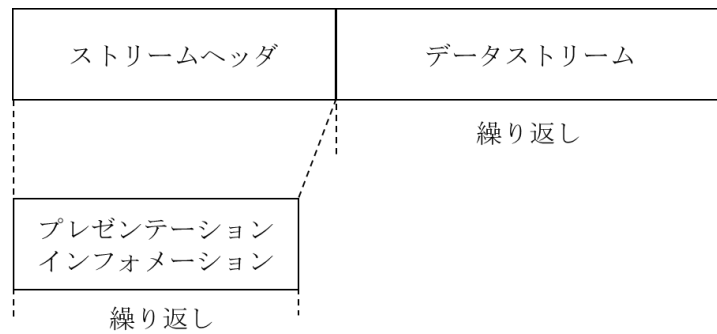
符号化は、時間周波数変換符号化方式及び聴覚心理重み付けビット割当方式を組み合わせたものとする。

1. フィルタバンクは、デジタル音声入力信号を直交ミラーフィルタと変形離散コサイン変換によって時間から周波数軸へ変換する。この際、フィルタバンクは、入力信号の聴覚心理特性に応じて、変形離散コサイン変換への入力ブロックタイプを選択する。
2. 聴覚心理重み付け処理は、フィルタバンクへの入力信号に対応して、マスキング量（一の音声信号と他の音声信号を識別できる限界）及びフィルタバンクの入力ブロックタイプを算出する。
3. 量子化及び符号化は、聴覚心理重み付け処理で計算されたマスキング量に基づき、フィルタバンクからの出力信号を各ブロックで使用できるトータルビット数を超えない範囲で量子化及び符号化し、量子化サンプルを出力する。
4. 入力音声信号の最大チャンネル数は 56 チャンネルであり、1 つ以上のチャンネルベース音響又はオブジェクトベース音響の音声信号によって構成される。音響メタデータは入力音声信号の属性を示す情報であり、各処理で参照、また量子化及び符号化され、ビットストリームに多重化される。
5. 符号化ビットストリームの構成は、3.5.2.3.2.3 節のビットストリーム形式 raw AC-4 frame を使用するものとする。

3.5.2.3.2.3 ビットストリーム形式

送出手順は以下のとおりとする。

(raw AC-4 frame 形式のビットストリーム構成)



1. ビットストリーム構成は、ETSI TS 103 190-2 に規定される raw AC-4 frame に準拠するものとする。
2. ストリームヘッダは、ETSI TS 103 190-2 に規定される形式で伝送する音声素材の組み合わせを示すプレゼンテーションインフォメーションを含むものとする。
3. データストリームは、ETSI TS 103 190-2 に規定される形式で音声素材が符号化されているものであり、伝送する音声素材の数だけ繰り返して含むものとする。
4. 音声素材の組み合わせを示すプレゼンテーションインフォメーションは、ETSI TS 103 190-2 に規定される形式で音声素材の組み合わせの数だけ繰り返して含むものとする。

4 想定されるサービスイメージ例

4.1 地上放送高度化方式

地上放送高度化方式によって、要求条件を満足する種々のシステム構成が可能となる。システム構成の例、及び、1チャンネル（6MHz）当たりの帯域割当のイメージを以下に示す。

1) 固定受信向け伝送の構成例（図 4.1-1）

内容	想定受信形態	データレート
番組 1	固定受信	30.7Mbps

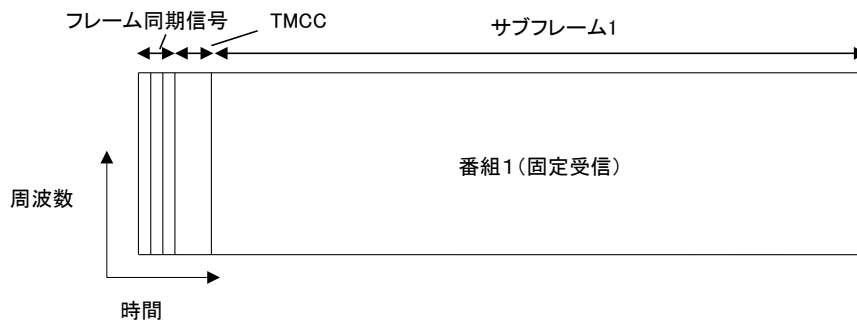


図 4.1-1 固定受信向けの構成例

2) 固定受信向けと移動受信向け伝送の構成例 1（図 4.1-2）

内容	想定受信形態	データレート
番組 1	移動受信	0.94Mbps ^{*1}
番組 1	固定受信	26.6Mbps

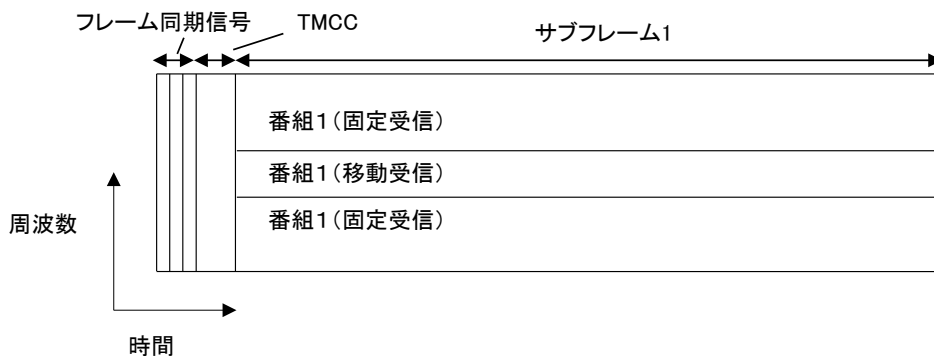


図 4.1-2 固定受信向けと移動受信向けの構成例 1

3) 固定受信向けと移動受信向け伝送の構成例 2（図 4.1-3）

内容	想定受信形態	データレート
番組 1	移動受信	1.07Mbps ^{*1}
番組 1	固定受信	27.3Mbps

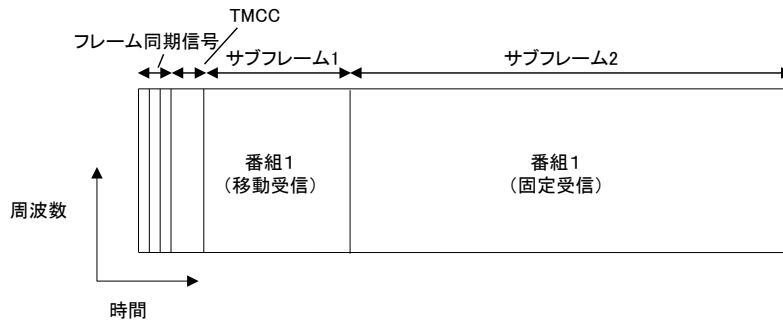


図 4. 1-3 固定受信向けと移動受信向けの構成例 2

4) 固定受信向けと高耐性音声を含む移動受信向け伝送の構成例 1 (図 4. 1-4)

内容	想定受信形態	データレート
番組 1 (音声)	移動受信	66. 2kbps
番組 1		0. 94Mbps ^{※1}
番組 1	固定受信	24. 9Mbps

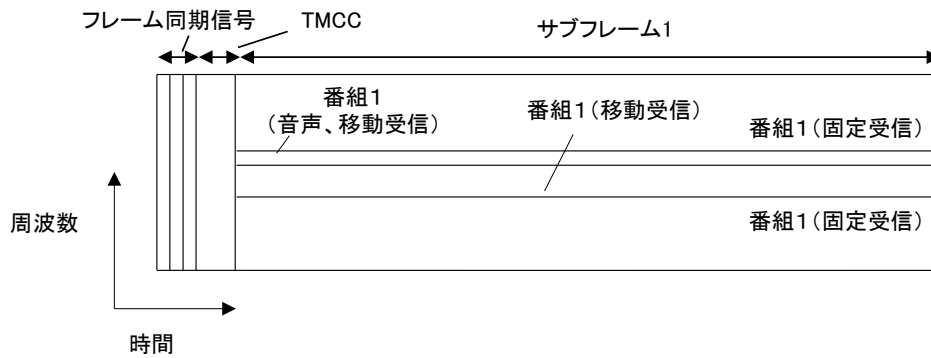


図 4. 1-4 固定受信向けと高耐性音声を含む移動受信向けの構成例 1

5) 固定受信向けと高耐性音声を含む移動受信向け伝送の構成例 2 (図 4. 1-5)

内容	想定受信形態	データレート
番組 1 (音声)	移動受信	74. 0kbps
番組 1		1. 01Mbps ^{※1}
番組 1	固定受信	25. 5Mbps

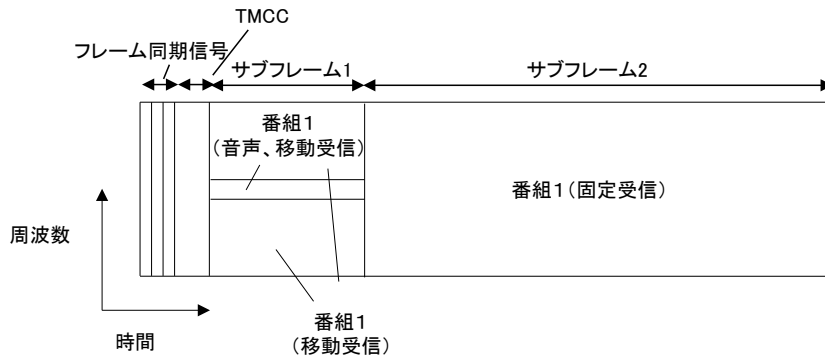


図 4.1-5 固定受信向けと移動受信向け及び高耐性音声の構成例 2

6) 情報源符号化が階層符号化の伝送の構成例 1 (図 4.1-6)

内容	想定受信形態	データレート
番組 1 (基本レイヤ)	移動受信	2.1Mbps ^{※1}
番組 1 (拡張レイヤ)	固定受信	22.4Mbps

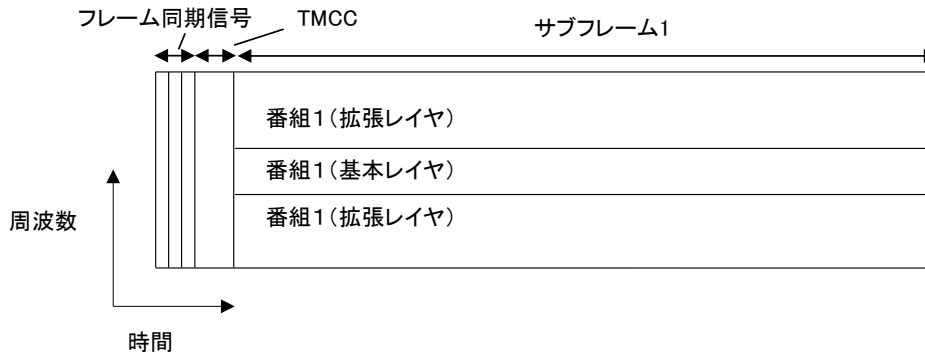


図 4.1-6 情報源符号化が階層符号化の構成例 1

7) 情報源符号化が階層符号化の伝送の構成例 2 (図 4.1-7)

内容	想定受信形態	データレート
番組 1 (基本レイヤ)	移動受信	2.1Mbps ^{※1}
番組 1 (拡張レイヤ)	固定受信	23.2Mbps

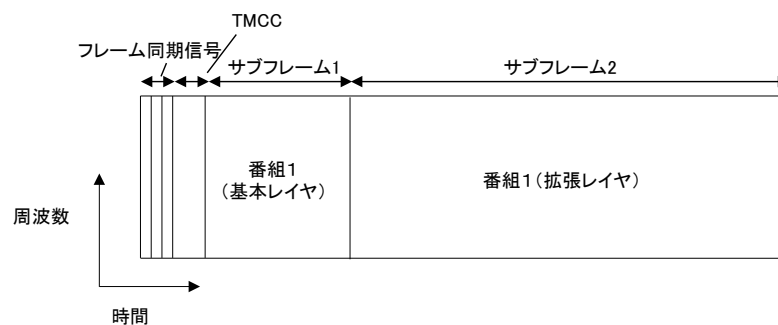


図 4.1-7 情報源符号化が階層符号化の構成例 2

8) 2番組伝送の構成例1 (図4.1-8)

内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	2.1Mbps
番組2		(1.05Mbps/番組 ^{※1})
番組1	固定受信	22.4Mbps
番組2		(11.2Mbps/番組 ^{※2})

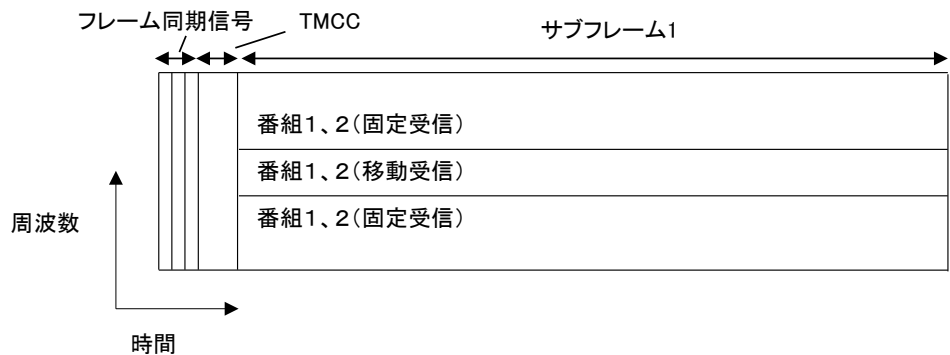


図4.1-8 2番組の構成例1

9) 2番組伝送の構成例2 (図4.1-9)

内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	2.1Mbps
番組2		(1.05Mbps/番組 ^{※1})
番組1	固定受信	23.2Mbps
番組2		(11.6Mbps/番組 ^{※2})

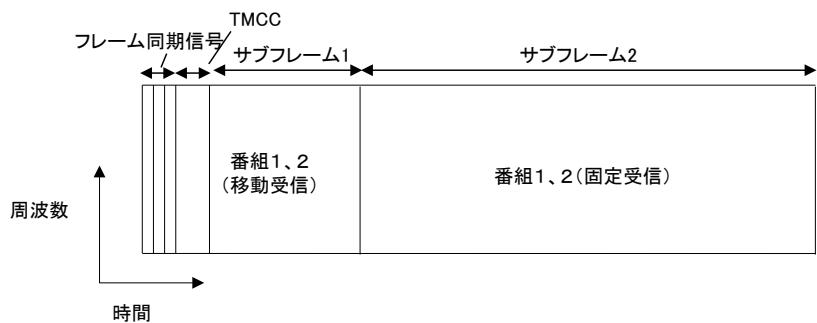


図4.1-9 2番組の構成例2

10) 6番組伝送の構成例 (図4.1-10)

内容	想定受信形態	データレート
番組1	固定受信	30.7Mbps
番組2		
番組3		
番組4		

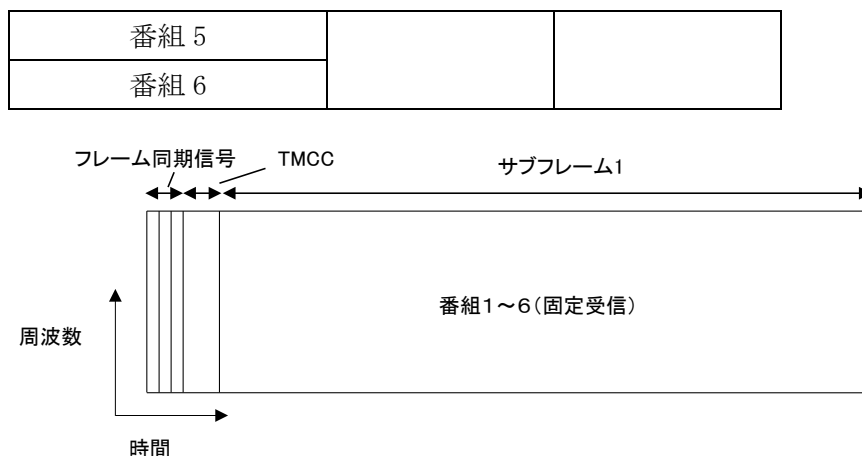


図 4.1-10 6 番組の構成例

11) 拡張区間を活用する伝送の構成例 (図 4.1-11)

内容	想定受信形態	データレート
番組 1	固定受信	21.2Mbps
—	拡張区間	—

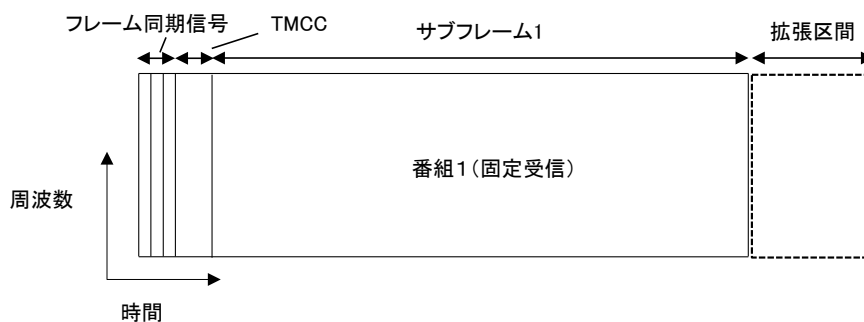


図 4.1-11 拡張区間を活用する構成例

※1 VVC 2K の所要映像ビットレートを下回り今後の画質評価が必要

※2 VVC 4K の所要映像ビットレートを下回り今後の画質評価が必要

表 4.1-1 伝送レートの算出条件

項番		1	2	3	4	5	6	
フレーム長 (s)		0.299	0.299	0.298	0.299	0.300	0.298	
フレーム同期信号	シンボル数	5	10	5	10	5	10	
部分受信帯域		なし	あり	なし	あり	なし	あり	
TMCC 区間	FFT サイズ	8k						
	GI 比	800/8192						
	シンボル数	2	8	2	8	2	8	
	キャリア変調方式	QPSK						
サブ フレーム 1	A/A1 階層	FFT サイズ	16k	16k	8k	16k	8k	16k
		GI 比	800/16384	800/16384	800/8192	800/16384	800/8192	800/16384
		シンボル数	108	104	27	104	39	104
	A/A1 階層	セグメント数	35	4	35	2	12	9
		キャリア変調方式	256QAM-NUC	16QAM-NUC	16QAM-NUC	QPSK	QPSK	16QAM-NUC
		符号化率	12/16	7/16	7/16	2/16	2/16	7/16
		データレート	30.68	0.94	1.07	0.07	0.07	2.10
		所要 C/N (dB)	19.7	5.7	5.7	-4.3	-4.3	5.7
		A2 階層	セグメント数				4	23
	キャリア変調方式					16QAM-NUC	16QAM-NUC	
	符号化率					7/16	7/16	
	データレート					0.94	1.01	
	B 階層	セグメント数		31		29		26
		キャリア変調方式		256QAM-NUC		256QAM-NUC		256QAM-NUC
		符号化率		12/16		12/16		12/16
		データレート		26.63		24.95		22.41
		所要 C/N (dB)		19.7		19.7		19.7
	サブ フレーム 2	A/A1 階層	FFT サイズ			32k		32k
			GI 比			800/32768		800/32768
			シンボル数			48		45
A 階層		セグメント数			35		35	
		キャリア変調方式			256QAM-NUC		256QAM-NUC	
		符号化率			12/16		12/16	
		データレート			27.30		25.50	
		所要 C/N (dB)			19.7		19.7	
拡張区間 (s)								

項番		7	8	9	10	11	
フレーム長 (s)		0.300	0.299	0.300	0.300	0.299	
フレーム同期信号	シンボル数	5	10	5	5	5	
部分受信帯域		なし	あり	なし	なし	なし	
TMCC 区間	FFT サイズ	8k					
	GI 比	800/8192					
	シンボル数	2	8	2	2	2	
	キャリア変調方式	QPSK					
サブフレーム 1	A/A1 階層	FFT サイズ	8k	16k	8k	16k	16k
		GI 比	800/8192	800/16384	800/8192	800/16384	800/16384
		シンボル数	54	104	54	108	75
	A/A1 階層	セグメント数	35	9	35	35	35
		キャリア変調方式	16QAM-NUC	16QAM-NUC	16QAM-NUC	256QAM-NUC	256QAM-NUC
		符号化率	7/16	7/16	7/16	12/16	12/16
		データレート (Mbps)	2.13	2.11	2.12	30.68	21.24
		所要 C/N (dB)	5.7	5.7	5.7	19.7	19.7
		A2 階層	セグメント数				
	キャリア変調方式						
	符号化率						
	データレート (Mbps)						
	所要 C/N (dB)						
	B 階層	セグメント数		26			
		キャリア変調方式		256QAM-NUC			
		符号化率		12/16			
		データレート (Mbps)		22.41			
		所要 C/N (dB)		19.7			
	サブフレーム 2	A/A1 階層	FFT サイズ	32k		32k	
			GI 比	800/32768		800/32768	
シンボル数			41		41		
A 階層		セグメント数	35		35		
		キャリア変調方式	256QAM-NUC		256QAM-NUC		
		符号化率	12/16		12/16		
		データレート (Mbps)	23.22		23.22		
		所要 C/N (dB)	19.7		19.7		
拡張区間 (s)						0.09	

4.2 高度化放送導入方式（LDM方式）

LDM放送を用いた高度化放送導入において想定される伝送可能な構成例を図4.2-1に示す。

高度地上デジタルテレビジョン放送方式の伝送容量による制約や今後の符号化技術の進展等を加味し2K番組や4K番組の放送に実際に適用される映像ビットレートをそれぞれ5～7Mbps、15～22Mbps程度と想定した。

「移行前」は、すなわち現在の状況である。放送波には現行地上デジタルテレビジョン放送方式の信号が乗り、12セグメントを用いた固定受信では16.85Mbpsのレートで2Kのサービスが、1セグメントを用いた移動受信では416kbpsのレートで簡便な画質のサービスが行われている。

LDM放送による高度化導入を実施する放送事業者はこの間に移行の準備を行う。想定される準備作業としては、送出設備（演奏所の4Kマスター）や変調器、補償器の整備、既存の制御監視装置との結合等がある。

変調器を例にとって作業内容を述べると、各放送局（親局及び中継局）で使用している変調器をLDM変調器に順次交換していくこととなる。LDM変調器は地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）のみを出力することが可能であり、ミニサテ以外の中継局では2系統の変調器を備えているので昼間に片系ずつ交換することが可能と考えられる。事前確認を変調器設置時に実施しておく必要はあるが、現行地上デジタルテレビジョン放送からLDM放送への切替は、TMCC内の高度化フラグで一斉に行われる。また、新規導入された装置と既存のSTL/TTLが組み合わせられるネットワークでの動作確認は、方面別や規模別などで放送休止時間帯での実施が想定される。

「移行中」はLDM放送を用いて導入を進めている状態である。放送波には地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）に加えて次世代方式（LL）による信号が乗る。12セグメントを用いた固定受信では14.97Mbpsのレートで2Kの放送が、1セグメントを用いた移動受信では416kbpsのレートで簡便な画質の放送が、いずれもこれまで使われてきた受信機でそのまま視聴される。

次世代方式（LL）については2.17Mbpsを送る方式①と13.15Mbpsを送る方式②とが考えられる。前者は現行地上デジタルテレビジョン放送とほぼ同じ視聴エリアが得られるが、画質は2K相当となる*。また、後者は4Kコンテンツの伝送が可能*であるが視聴エリアは限定的となる。これらはいずれも次世代方式（LL）専用の受信機で視聴される。設備面では後者の場合所要C/Nが高くなるため、IF-TTLや放送波中継局への対応が必要となり前者に比べて整備期間が長くなると思われる。その場合は、全放送局一斉ではなく機器の整備が完了した局からLDM放送を開始することも考えられる。

「移行後」は次世代方式（LL）対応の受信機が十分に普及し、導入を終えた状態である。放送波には次世代方式（LL）の信号のみが乗り、12セグメントを用いた固定受信では22.25Mbpsのレートで4Kの放送が、1セグメントを用いた移動受信では588kbpsのレートで高画質な放送*が視聴されることとなり、地上波の高度化が実現される。

* 今後の画質評価が必要

※図中のビットレートは総伝送容量を表す

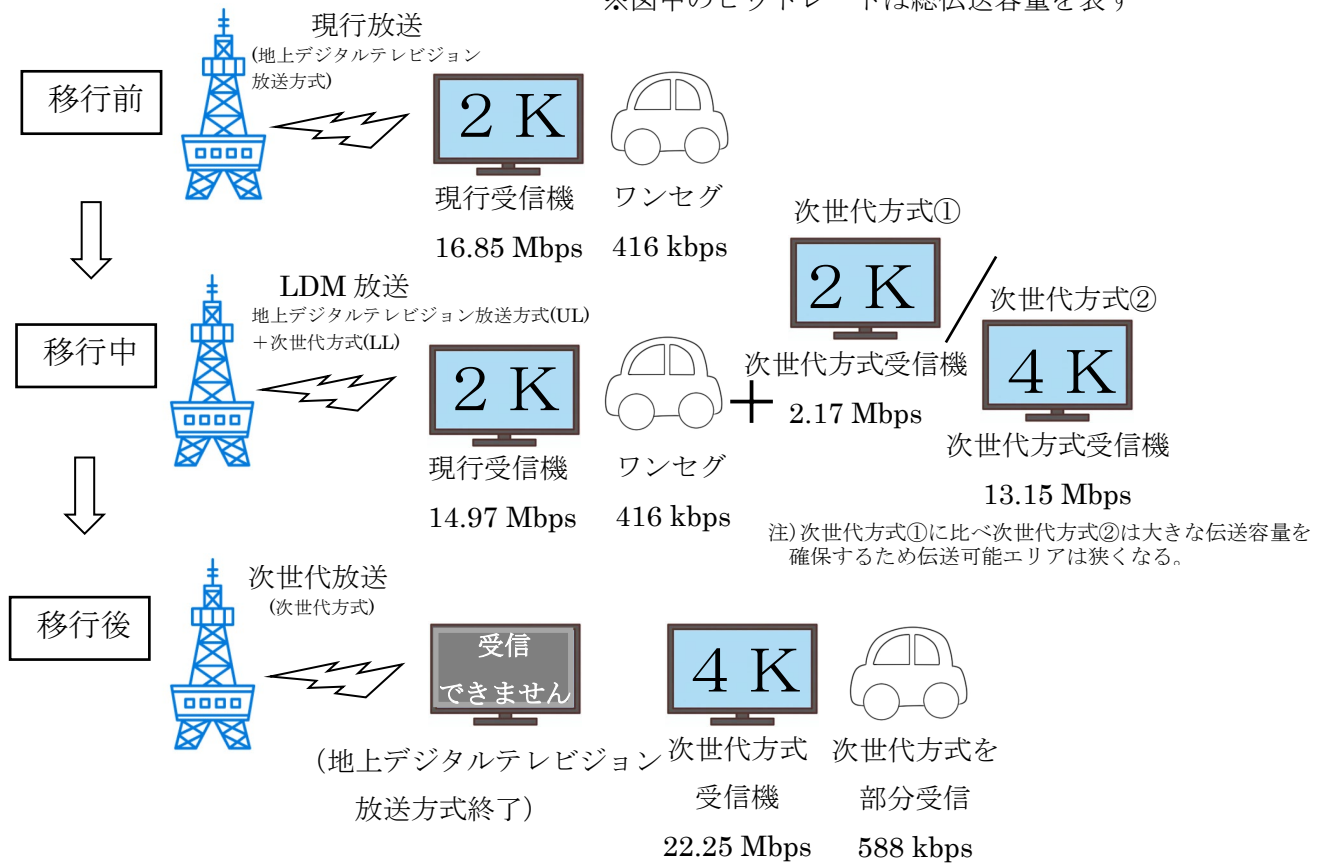


図4. 2-1 LDM放送、次世代放送において想定される構成例

表4. 2-1 構成例についてのパラメータ

	使用階層	受信形態	セグメント数	キャリア変調	畳込み符号化率* / LDPC符号化率	データレート (Mbps)	所要C/N (dB)
移行前	A階層	移動	1	QPSK	2/3*	0.416	5.7
	B階層	固定	12	64QAM	3/4*	16.85	18.7
移行中	UL (A階層)	移動	1	QPSK	2/3*	0.416	6.0
	UL (B階層)	固定	12	64QAM	2/3*	14.97	19.4
	LL (次世代方式①)	固定	13	QPSK	4/16	2.17	19.2
	LL (次世代方式②)	固定	13	16QAM	12/16	13.15	32.2
移行後	A階層 (次世代放送)	移動	1	16QAM	7/16	0.588	6.0
	B階層 (次世代放送)	固定	12	256QAM	11/16	22.25	19.1

注) ・モード3、ガード比1/8で試算。
 ・所要C/Nの数値はシミュレーション値。

5 今後の課題

5.1 伝送路符号化方式

本報告における伝送路符号化方式は、地上デジタルテレビジョン放送方式高度化の要求条件に基づき方式の機能・性能を実証したものである。地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式、いずれの場合においても、プロトタイプを送受信機は開発済みであり、これを用いた実証実験により性能が確認されているが、今後、受信機用 LSI の開発やこれを実装した低廉な受信機の開発が望まれる。

5.1.1 地上放送高度化方式

地上放送高度化方式は、フレーム同期信号の導入により多様な階層伝送が可能であり、セグメント構造による帯域幅使用の柔軟性、複数の伝送モード、誤り訂正、変調方式、ガードインターバル長等幅広いパラメータ選択が可能である。

今後は、実用に即した、放送事業者および視聴者への負担が最も少ない伝送方式を含めたパラメータの選定などが望まれる。

また、現行地上デジタルテレビジョン放送方式から地上放送高度化方式への移行後に送信周波数変更を行う際には、受信機が実際に受信している送信局を特定できる機能が、周波数変更作業において有効であることから、その機能を実現するための情報を放送波に重畳する技術の検討が望まれる。

5.1.2 高度化放送導入方式 (LDM 方式)

5.1.2.1 送信パラメータの選択

4.2 節で記したように LDM 放送では、次世代方式 (LL) の信号は地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) より低い電力で送信されるが、強力な誤り訂正技術を用いることで雑音耐性の向上を図っている。次世代方式 (LL) と地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) のそれぞれに必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせを得るには、参考資料 9 及び 10 で検証したパラメータ以外の変調方式と電力差を選択する場合、改めて実験による検証を行い、妥当性を確認することが望まれる。

5.1.2.2 時刻情報伝送の検討

地上デジタルテレビジョン放送の高度化に当たり、通信との連携を鑑みてコンテンツ提示の基準信号として時刻情報の伝送が求められる。放送波を用いた時刻情報の伝送としては、コンテンツのストリームへの NTP 形式による重畳や TMCC や AC への重畳も考えられる。地上デジタルテレビジョン放送では、部分受信の場合、時刻情報の伝送は 1 つのセグメントで完結する必要があるが、現行の TMCC ではリザーブビットが少なく、また部分受信用セグメントには地震動警報情報の AC 伝送が規定されるなど伝送容量の確保が厳しい。今後、時刻情報の伝送に関する検討が行われることが望まれる。

5.1.2.3 復調方式の選択

LDM放送にて、次世代方式（LL）の復調法としてJD(Joint Detection)とSIC(Successive Interference Canceler)の2つの手法がある。JD復調は統合復調法を用いるもので、複数の信号が重畳されたLDM信号から直接それぞれの目的信号を取り出す手法である。またSIC復調は逐次干渉除去法を用いるもので、LDM放送信号から地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）を復調・再変調して新たに地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）のレプリカ信号を作り、その信号をLDM放送信号から差し引くことで地上デジタルテレビジョン放送方式（UL）信号を取り除き、残ったLLの信号を復調するものである。参考資料10に示すとおり、固定受信、移動受信の実験結果では、JDとSICに受信性能の有意な差はみとめられないが、SIC復調では、受信機の回路規模、遅延時間などに課題があることから、SIC受信の必要性について、今後さらなる検討が望まれる。

5.2 多重化方式

基幹放送に求められる要件や、Webブラウザによる提示(参考資料17参照)を含む多様化する視聴環境に対応するためのシステムモデル、通信系のコンテンツ配信方式、4K8K衛星放送の仕様などを考慮し、民間標準化機関などでトランスポート方式の詳細規定が検討されることが望まれる。

5.3 限定受信方式

5.3.1 スランブル方式の暗号アルゴリズムや鍵長の選定

スランブル方式の暗号アルゴリズムや鍵長の選定に当たっては、以下の各項に留意することが望まれる。

- ・ スランブル方式は、暗号アルゴリズム自身の安全性だけでなく、受信機における実装面、コスト面、及び実用化スケジュール、ならびに、長期にわたってセキュリティリスクを抑える送出運用などに考慮して、民間標準化機関や運用検討の場において、放送事業者や受信機製造メーカーなどの関係者で最終的に選定される必要がある。
- ・ 長期視点で見ると、より効率的な暗号解析手法が見つかる可能性も否定できない。CRYPTRECの電子政府推奨暗号リストの改定など、暗号アルゴリズムの最新動向に今後留意される必要があり、民間標準化機関や運用検討の場において、必要に応じて、議論・検討される必要がある。

5.3.2 鍵の更新頻度

鍵の更新頻度については、民間規格や運用検討の場において議論・検討する必要がある。その際、以下の各項に留意することが望まれる。

- ・ 4K8K衛星放送と同様のスランブル方式を用いる場合、現行の鍵更新頻度で良いかどうか議論される必要がある。
- ・ スランブル方式にCENCを用いる場合、鍵を取得する際に受信機とDRMライセンスサーバ間の通信が発生するため、現行の鍵更新頻度よりも少なくする必要がある。
- ・ 鍵長と鍵更新頻度はトレードオフの関係にあるため、鍵長の選択とセットで考えられる必要がある。

5.3.3 関連情報サブシステム

関連情報サブシステムに関しては、現状を維持しつつ、高度地上デジタルテレビジョン放送方式におけるサービス要件が決まり次第、民間標準化機関や運用検討の場において議論・検討されることが望まれる。

5.3.4 受信機におけるスクランブルサブシステムの責任分界点の設定

多重化方式の検討に当たって、Web ブラウザによる提示を想定する以下の3種類のシステムモデルが想定されている。受信機におけるスクランブルサブシステムの責任分界点をどこに設定するのか、民間標準化機関や運用検討の場において議論・検討されることが望まれる。

- ・ CMAF を用いない場合（現行の 4K8K 衛星放送と同様）
- ・ 受信機システムで CMAF 形式に変換し、ブラウザで提示する場合
- ・ 放送事業者から CMAF 形式で信号を送出し、受信機システムのブラウザに直接入力する場合

5.4 映像符号化方式

放送用の VVC エンコーダ・デコーダは、民間標準化機関で規定される運用ガイドラインや運用規定に基づいて開発されることになる。まずは Main 10 プロファイルに対応したエンコーダ・デコーダが開発され、放送開始当初は Main 10 プロファイルでのサービスが行われるものと想定される。その後、Multilayer Main 10 プロファイルに対応したエンコーダ・デコーダが開発され、本プロファイルを用いるサービス環境が整うことが期待される。Multilayer Main 10 プロファイルの運用自由度が Main 10 プロファイルに比べ大きいことから、Multilayer Main 10 プロファイルのサービスが開始された際に、Main 10 プロファイル対応受信機と Multilayer Main 10 プロファイル対応受信機のそれぞれの仕様に応じてサービスを確実に受けられるようにするために、Multilayer Main 10 プロファイルの運用については、今後、民間標準化機関において規定されることが望まれる。

これら民間標準化機関で定める運用規定等についても、国際的な普及展開の活動が望まれる。

参 考 资 料

目 次

参考資料 1	地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式の概要	416
参考資料 2	AC-4 の要求条件の適合性に関する補足	426
参考資料 3	地上放送高度化方式の周波数オフセット	427
参考資料 4	地上放送高度化方式の伝送特性に関する実証実験結果	434
参考資料 5	地上放送高度化方式の運用想定	500
参考資料 6	高度化放送導入方式の送信周波数の許容偏差	503
参考資料 7	LDM 信号の復号方法による受信特性と復調処理の懸念と対策方法	507
参考資料 8	高度化放送導入方式の回線設計例	512
参考資料 9	高度化放送導入方式の伝送特性（室内伝送実験結果）	513
参考資料 10	高度化放送導入方式の伝送特性（屋外伝送実験結果）	520
参考資料 11	電波防護指針に関する調査結果	557
参考資料 12	他の無線システムとの影響調査結果	565
参考資料 13	既存の放送用受信機への影響調査結果	576
参考資料 14	CATV 網で伝送する際の影響調査結果	588
参考資料 15	ハイブリッド配信の要件と想定されるユースケース	595
参考資料 16	多重化方式の要求条件等への適合性評価	596
参考資料 17	Web ブラウザによる提示を想定するシステムモデル	601
参考資料 18	マルチレイヤプロファイルのユースケース	603
参考資料 19	VVC 主観評価実験報告	612
参考資料 20	音声符号化方式の品質比較のための主観評価実験結果	647
参考資料 21	レンダラ方式の品質比較のための主観評価実験結果	650
参考資料 22	最大入力音声チャンネル数の考え方について	654

参考資料 1 地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式の概要

1. 地上放送高度化方式

1.1 特色

地上放送高度化方式は、超高精細度映像サービスを実現するとともに、移動受信向けサービスと固定受信向けサービスを1チャンネルの中で提供できること等を基本とし、通信工学の発展を受けた最新の要素技術を取り入れることで、周波数利用効率が改善されるとともに多様な機能を提供することが可能な方式である。

高度衛星デジタル放送方式と同様に、誤り訂正符号については、強力な誤り訂正能力を持つLDPC (Low Density Parity Check) 符号を採用し、現行地上デジタルテレビジョン放送方式 (ISDB-T) と比べて大幅に雑音耐性が向上している。また、キャリア変調方式は最大 12 ビットの情報が伝送可能な 4096 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) までの多値変調を利用可能とした。キャリア変調方式の多値化による雑音耐性の低下を軽減するために、信号点配置が格子状ではない不均一コンスタレーションも利用可能とした。

フレームの先頭に同期信号を配置し、これに続いて情報量が可変である伝送制御信号 (TMCC : Transmission and Multiplexing Configuration Control) を伝送することで、移動受信向けサービスと固定受信向けサービスを自在に組み合わせる多様な階層伝送が可能であり、またフレームの末尾に拡張信号区間を配置することができるなど拡張性を考慮した。また、緊急警報放送や緊急地震速報等の安全・安心情報を迅速かつ着実に視聴者へ届けることが必要であることから、これらを低遅延時間かつ高雑音耐性で伝送することが可能である。

1.2 概要

1.2.1 現行地上デジタルテレビジョン放送方式の長所を継承

現行地上デジタルテレビジョン放送の放送方式である ISDB-T ではマルチパス耐性に優れる OFDM を変調方式とし、部分受信が可能なセグメント構造を取っている。一つのチャンネルで固定受信向けと移動受信向けサービスを同時に実現できることが ISDB-T の長所であり、この点は引き続き継承することとした。

一方、固定受信と移動受信に求められる要求条件は大きく異なるため、それぞれに対応するための最適な伝送パラメータも異なる。このような異なる要求条件に対応するため、一つの伝送チャンネル内で 2 種類以上の有効シンボル長およびガードインターバル長を用いて階層化を実現する複数シンボル長 (MSL : Multi Symbol Length) OFDM 形式を採用した。

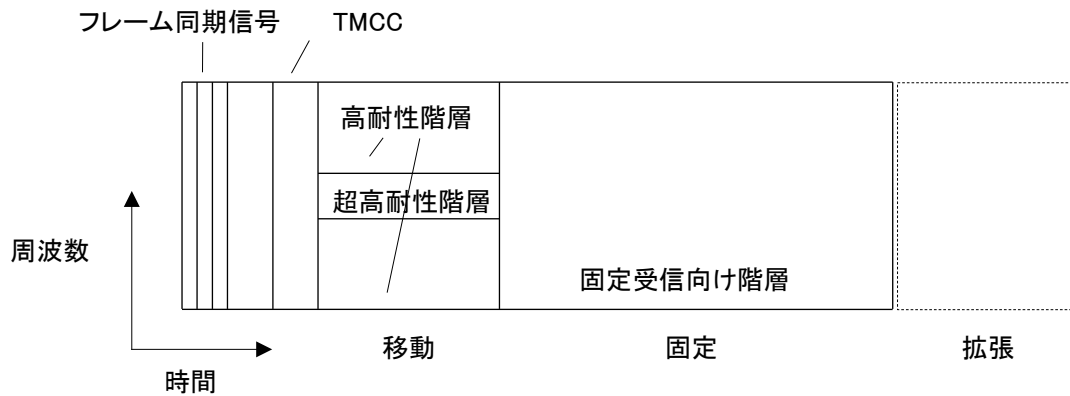


図 1.2-1 地上放送高度化方式の基本フレーム構成例

1.2.2 新たな信号構造

OFDM 信号の基本的な信号構造については BST (Band Segmented Transmission) 方式を継承するとともに、パラメータを見直すこととした。6 MHz で区切られるチャンネルを複数のセグメントに分割する際の数 を 14 から 36 へと増やし、このうち最大 35 セグメントを信号伝送に用いることとした。これにより固定受信と移動受信への帯域割り当てをより柔軟に行うことができる。また、パイロット信号の配置は、固定受信と移動受信でそれぞれに最適な配置を選択できるようにした。さらに一つのセグメントを 3 つのサブセグメントに分割し、雑音耐性の高い一次変調パラメータを用いる高耐性階層と、これよりもさらに雑音耐性が高い一次変調パラメータを適用した超高耐性階層を構成することで、特に移動受信時のサービス可用性を高めることが可能である。

また、ガードバンドおよびガードインターバル (GI : Guard Interval) など情報伝送に寄与しない周波数、時間を少なくすることにより周波数利用効率を高めた。FFT サイズは現行地上デジタルテレビジョン放送では 8,192 (2^{13}) ポイントで運用されているが、最大 32,768 (2^{15}) ポイントまで拡大した。これにより GI の物理的な長さを一定としたときの GI によるオーバーヘッドを削減することができる。また、現行地上デジタルテレビジョン放送との両立性を考慮し、GI 長や時間インターリーブ長が現行地上デジタルテレビジョン放送と同一であるパラメータも用意した。

1.2.3 最新の技術を導入

誤り訂正符号は内符号に LDPC (Low Density Parity Check) 符号、外符号に BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号を用いる接続符号とした。これにより雑音耐性を大幅に向上させることができる。また、信号点の配置を不均一にすることにより多値変調における雑音耐性の向上を図っている。

1.2.4 多様な伝送パラメータ

地上放送高度化方式で選択可能な伝送パラメータを表 1.2-1 に示す。本表に示すように多様なパラメータにより、要求に応じた多様な伝送耐性と伝送レートをきめ細やかに設定可能となっている。

表 1.2-1 地上放送高度化方式の伝送パラメータ

帯域幅	6 MHz
セグメント分割数	36
信号帯域幅	5.83 MHz
セグメント数	35
間欠受信	対応
部分受信	対応 (1 ~ 9 セグメント)
FFT サイズ (モード)	8k (3), 16k (4), 32k (5)
GI 比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, 800/N _{FFT} [*] , 1600/N _{FFT}
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM
	QPSK は均一コンスタレーションにのみ対応 16~4096QAM は均一コンスタレーション及び不均一コンスタレーションに対応
FFT サンプル周波数	$512/81 = 6.3209\dots$ MHz
内符号	LDPC 符号
	Normal 符号 : 符号長 69120
	Short 符号 : 符号長 17280
	符号化率 : 2/16, 3/16, 4/16, 5/16, 6/16, 7/16, 8/16, 9/16, 10/16, 11/16, 12/16, 13/16, 14/16
外符号	BCH 符号
	Normal 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (65535, 65343)
	Short 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (16383, 16215)

2. 高度化放送導入方式

本方式は現行地上デジタルテレビジョン放送から高度化された放送への移行を目的としており、現行地上デジタルテレビジョン放送のチャンネル内で地上デジタルテレビジョン放送の高度化を実施する方式である。以下に記載の LDM 方式及び3階層セグメント分割方式がある。

2.1 LDM 方式

2.1.1 LDM 方式の特色

LDM 方式は、現行地上デジタルテレビジョン放送から高度化された放送への移行中に、高度な圧縮技術や強力な誤り訂正など最新の要素技術を取り入れた次世代方式の信号を、地上デジタルテレビジョン放送にレベル差をつけて重畳することで、円滑な移行を実現する方式である。

最大の特長は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同一チャンネルに次世代方式を重畳するため、新たな周波数を必要とせず、放送用周波数が逼迫している現状に適していることである。

LDM 方式を用いた放送サービスを LDM 放送と呼ぶ。LDM 放送では、地上デジタルテレビジョン放送方式の信号は、引き続き既存の受信機により視聴可能としつつ、新たな次世代方式対応受信機では、次世代方式の信号が視聴できるというものである。これにより移行中の次世代方式対応受信機の普及が期待される。

次世代方式の信号は、地上デジタルテレビジョン放送方式より低い電力で送信されるが、強力な誤り訂正技術を用いているため、次世代方式と地上デジタルテレビジョン放送方式それぞれの変調方式と電力差を適切に選択することで、各々のサービスに必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせを得ることが可能である。移行後は、次世代方式のみを送る次世代放送となるので、より多くの情報が伝送され、固定受信では、高度な 4K サービスが実現される。移動受信でも、高画質なサービスが提供される。

また、次世代方式は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同じ信号構造をベースとするため、LDM 放送及び次世代放送においても、これまでと同様に SFN や放送波中継などにも容易に対応することができる。

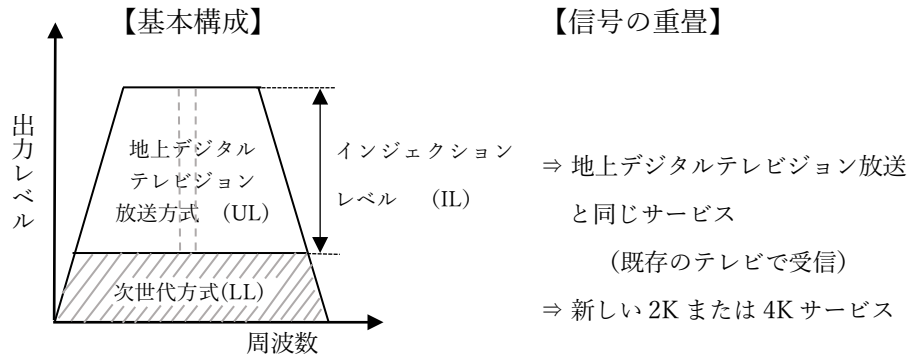
さらに、緊急警報放送や緊急地震速報などの災害情報の伝達にも対応しており、放送事業者の使命である安全・安心の担保にも寄与できる。

送信設備の面では、LDM 放送と次世代放送のパラメータを適切に選択することにより変調器等の一部の機器を LDM 方式対応機器に置換することで導入でき、送信機や送信空中線は、ほぼそのまま使用できるため、大規模な設備改修を必要としない。

2.1.2 LDM 方式の概要

LDM 方式の基本構成を図 2.1-1 に示す。LDM 方式は地上デジタルテレビジョン放送方式 (Upper Layer、以下「UL」という。) と同一チャンネルに、一定の電力差 (インジェクションレベル、以下「IL」という。) を持つ新しい 2K または 4K サービスを次世代方式の信号 (Lower Layer、以下「LL」という。) として重畳する。地上デジタルテレビジョン放送方式部分の UL の変調方式は、現行地上デジタルテレビジョン放送の規定の範囲内で選択し、次世代方式部分の LL の変調方式は、強力な LDPC 誤り訂正符号を採用し、適切な IL を選択することで必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせ

せを得ることが可能となる。



UL : Upper Layer (高電力階層) LL : Lower Layer (低電力階層)
 IL : Injection Level (LL階層の電力に対するUL階層の電力の比)

図 2.1-1 LDM 方式の基本構成

2.1.2.1 地上デジタルテレビジョン放送へのデータ重畳手法とマイグレーション

LDM 方式では、次世代方式 (LL) は、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と同一のキャリア配置、セグメント構成とし、パイロット信号 (SP、CP)、TMCC 信号および AC 信号は地上デジタルテレビジョン放送の信号を共用し、地上デジタルテレビジョン放送の映像音声などのデータキャリア部分に次世代方式の信号を重畳する。

このため、現行地上デジタルテレビジョン放送から地上デジタルテレビジョン放送方式と次世代方式の信号を同時に伝送する LDM 放送へ、さらに現行地上デジタルテレビジョン放送方式終了後の次世代方式の信号のみとなる次世代放送へと容易に移行することができる (図 2.1-2 参照)。

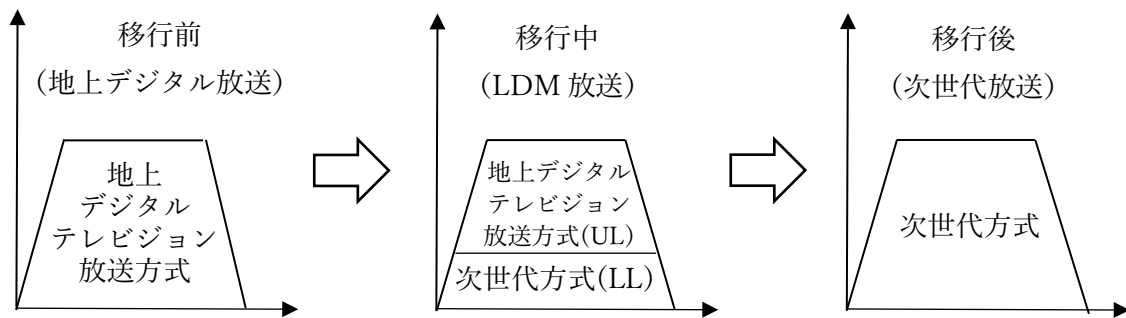


図 2.1-2 地上デジタルテレビジョン放送から LDM 放送を経由した次世代放送への移行

2.1.2.2 TMCC を用いたステータスの伝達

LDM 方式は、地上デジタルテレビジョン放送のデータキャリア部分のみに次世代方式の信号を重畳することから、地上デジタルテレビジョン放送の信号構造がベースとなる。また、移行後の次世代放送においても、映像音声などコンテンツ形式は異なるものの、パイロット信号、TMCC 信号といったシステム構成は、そのまま流用される。このため、TMCC 信号を用いて、送信設備、受信機に対して移行前、移行中、移行後の状態を伝達することとした。移行中には、LDM 方式であ

ることを示すフラグを未定義ビットに規定し、移行後には、次世代放送のコンテンツを示す新たな規定を行う。なお、移行中の次世代方式における TMCC 情報は、AC 信号を用いて伝送する。

2.1.2.3 復調法

LDM 方式で伝送された信号の復調には、JD 復調と SIC 復調の 2 つの手法がある。

JD 復調は、統合復調法 (Joint Detection) を用いるもので、複数の信号が重畳された LDM 信号から直接それぞれの目的信号を取り出す手法である。また SIC 復調は、逐次干渉除去法 (Successive Interference Canceler) を用いるもので、LDM 信号から UL の地上デジタルテレビジョン放送を復調・再変調して新たに地上デジタルテレビジョン放送のレプリカ信号を作り、その信号を LDM 信号から差し引くことで地上デジタルテレビジョン放送信号を取り除き、残った LL の信号を復調するものである。どちらの手法を用いるかについては、受信機メーカーが受信性能やメモリ等のコストなどから適切に選択するものとする。

2.1.2.4 放送 TS による伝送の効率化

現行地上デジタルテレビジョン放送では、放送 TS として最大 3 階層の TSP を束ねて伝送を行っている。また、階層毎に多様な変調方式に対応するため、必要に応じて NULL パケットを挿入し、常に一定の伝送ビットレートでの伝送が行われている。

LDM 方式では、放送 TS に含まれる NULL パケットを無効階層と定義し、そこに次世代方式の信号を重畳することで伝送の効率化を図っている。ただし、放送 TS の伝送ビットレートは、32.5Mbps と一定であるので、移行中における地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の信号の情報レートの総和は制限される。また、移行後の次世代放送の情報レートも制限される。

2.2 3階層セグメント分割方式

2.2.1 3階層セグメント分割方式の特色

3階層セグメント分割方式（以下「セグメント分割方式」という。）は、現行地上デジタルテレビジョン放送から高度化された放送への移行中に、高度な圧縮技術や強力な誤り訂正など最新の要素技術を取り入れた次世代方式の信号を、同一チャンネルの中で提供することで、高度化された放送への円滑な移行を実現できるよう検討されてきた方式である。

セグメント分割方式は、ISDB-Tをベースに拡張した方式であり、現行地上デジタルテレビジョン放送では2階層（ワンセグ、2Kサービス）に分割して伝送していた周波数セグメントを3階層に分割し、C階層に次世代方式の信号を多重することで、新たなサービス（以下「新サービス」という。）を同時に伝送する方式である。この方式による放送を、3階層セグメント分割放送と呼ぶ。

移行中は、現行地上デジタルテレビジョン放送方式の信号と次世代方式の信号のセグメント数は、トレードオフの関係となる。従って、現行地上デジタルテレビジョン放送のセグメント数は少し減少するが、次世代MPEG2エンコーダーを使用することにより、画質を現行地上デジタルテレビジョン放送とほぼ同等にすることが可能である。なお、次世代方式の信号のセグメント数は数セグメント程度となるが、VVC (Versatile Video Coding) やキャリア変調の多値化により、効率的な伝送が実現可能である。

中継ネットワークにおいて、現行地上デジタルテレビジョン放送から3階層セグメント分割放送への切替え、及び3階層セグメント分割放送から次世代放送（現行地上デジタルテレビジョン放送が終了した移行後の伝送方式による放送）への切替えでは、基本的に現行の周波数をそのまま利用するため、周波数リパック作業が不要であり、必要な設備導入としては、主にセグメント分割方式変調器や補償器、マスター設備の一部機器である。また、親局から順次SFN単位で開局が可能であり、設備導入の計画が立て易いと考えられる。

2.2.2 概要

セグメント分割方式は、ISDB-T をベースに拡張したものである。移行中のセグメント分割方式における C 階層及び次世代放送のキャリア変調は、QPSK、16QAM～4096QAM まで対応可能とし、誤り訂正符号の内符号に LDPC、外符号に BCH を用いることや、不均一コンスタレーションを用いることで、所要 C/N の低減を図っている。

2.2.2.1 セグメント分割 SISO 方式システム概念

セグメント分割 SISO 方式により、現行地上デジタルテレビジョン放送のワンセグと 2K 信号に加えて、次世代方式の信号を送信する場合の、送信から受信までのシステム概念を図 2.2-1 に示す。この場合、送信側では、周波数セグメントを 3 階層に分割し、A 階層にワンセグ信号、B 階層に 2K 信号、C 階層に次世代方式の信号を配置して、水平偏波で伝送する。受信側では、現行受信機は水平偏波を受け、A 階層ワンセグ信号、B 階層 2K 信号を復調できれば、現行の放送サービスが視聴可能である。次世代方式に対応した受信機により、水平偏波を受けて C 階層の次世代方式の信号を復調すれば、新サービスが視聴可能となる。

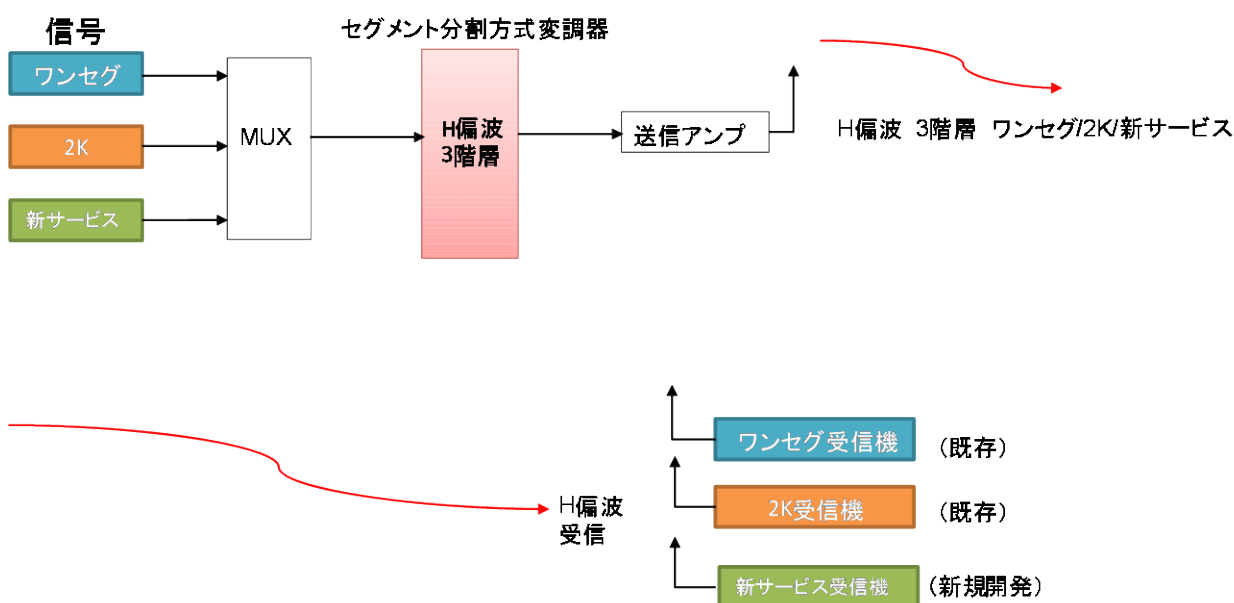


図 2.2-1 3 階層セグメント分割 SISO 方式概念図

2.2.2.2 セグメント分割 SISO 方式 伝送構造及び伝送パラメータと伝送容量の関係

セグメント分割 SISO 方式を導入した場合の、移行中から移行後までの伝送セグメント構造の例を図 2.2-2 に示す。移行中の伝送方式では、水平偏波において A 階層を 1 セグメント、B 階層を 8 セグメント、C 階層を 4 セグメントにして 3 階層で配置する。

3 階層セグメント分割放送の伝送パラメータと伝送容量例を、表 2.2-1 に示す。この場合、B 階層は 8 セグメント、64QAM 変調で、TS レート 11.2Mbps となり、他の情報を考慮すると、映像 TS レートを 9.5Mbps 程度にする必要がある。C 階層は、所要 C/N を現行地上デジタルテレビジョン放送と

同等な所要 C/N とし、伝送容量を最大にした場合、4 セグメント、256QAM 変調、符号化率 12/16 で最大 TS レート約 8.1Mbps での伝送が可能である。これにより、安定した伝送と移行中から移行後まで、現行地上デジタルテレビジョン放送と同等な受信エリアをカバーすることが可能となる。

C 階層の伝送容量を上げる方法として、B 階層を 1 セグメント減少させ 7 セグメント、C 階層を 1 セグメント増加させ 5 セグメントとする方法がある。この場合の B 階層は、64QAM で最大 TS レートは 9.8Mbps となり、他の情報量も調整し映像 TS レートを 8.5Mbps 程度に下げる必要があるが、C 階層は 256QAM で最大 TS レート約 10.1Mbps となり、C 階層の伝送容量を増やすことが可能である。

移行後の次世代放送の伝送構造として、A 階層以外の 12 セグメントを C 階層に割り当てた場合、C 階層の伝送容量は、256QAM 符号化率 12/16 で 24.2Mbps となり、4K 画質を十分維持して伝送可能となる。ワンセグは、現行地上デジタルテレビジョン放送と同等な所要 C/N を実現する 16QAM 符号化率 7/16 とし、その場合の伝送容量は 0.58Mbps となり、現行地上デジタルテレビジョン放送のワンセグ伝送容量 0.41Mbps と比較して増加する。

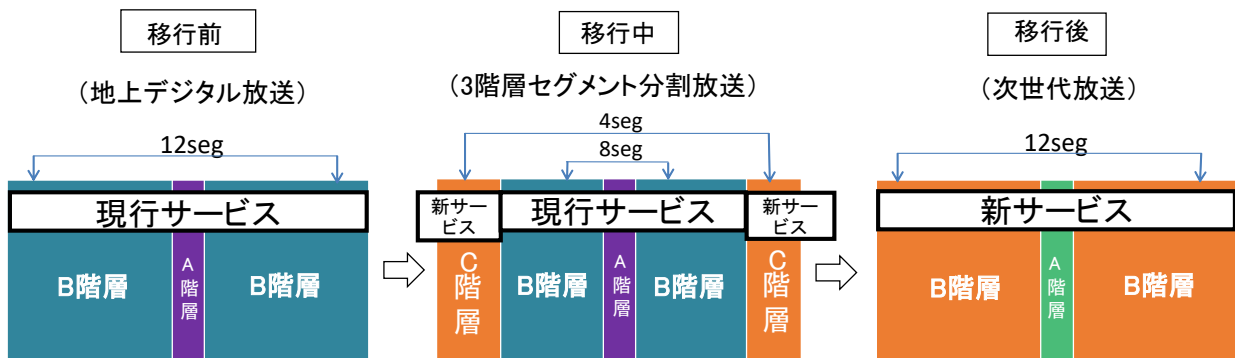


図 2.2-2 セグメント分割 SIS0 方式の伝送構造（移行中から移行後）

表 2.2-1 3 階層セグメント分割放送の伝送パラメータと伝送容量例

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
占有帯域	5.57MHz								
階層	C 階層							B 階層	A 階層
セグメント数	4							8	1
GI	126 μs								
キャリア変調	64QAM UC	64QAM UC	256QAM NUC	256QAM NUC	256QAM UC	1024QAM NUC	1024QAM NUC	64QAM UC	QPSK
誤り訂正符号	畳込み	LDPC						畳込み	畳込み
符号化率	7/8	14/16	12/16	13/16	12/16	9/16	11/16	3/4	2/3

所要 C/N [dB]	22.0	19.3	20.8	22.4	21.7	20.2	24.0	18.8	6.6
伝送容量 [Mbps]	6.6	6.1	8.1	8.8	8.1	7.6	9.3	11.2	0.41

参考資料2 AC-4 の要求条件の適合性に関する補足

欧米各国で採用されている AC-4 Level 3 で 22.2 マルチチャンネル音響 (22.2ch) を符号化するためには、聴感的に重要度の低いチャンネルを適応的にまとめて、最大 17.1 個の座標付きモノ信号として符号化する。復号側では、これを 22.2ch にレンダリングして出力を得る。ARIB での主観音質評価試験では良好な結果を得た。

更なる高音質化などのために、22.2ch をそのまま符号化する必要がある場合、同時最大デコードチャンネル数が AC-4 Level 3 では不足する。放送開始時期が明確になることで各放送事業者が必要とする最大入力音声チャンネル数や同時最大デコードチャンネル数などが具体化するものと思われ、これに適合する形で、現在の AC-4 規格上で“Reserved”となっている Level 4 として定義する必要がある。これは、符号化・復号アルゴリズムはそのままに、対応する最大チャンネル数の上限を明確化するものである。

参考資料3 地上放送高度化方式の周波数オフセット

1. 地上放送高度化方式の周波数オフセットについて

1.1. 背景

地上放送高度化方式の信号帯域幅は現行地上デジタルテレビジョン放送の 5.57 MHz より大きい 5.83 MHz となっており、現行地上デジタルテレビジョン放送信号の周波数オフセット値である +1/7 MHz を適用すると、図 1-1 に示すように信号がテレビジョンチャンネルの境界の周波数（例えば UHF 13ch では 476 MHz）を越えてしまう。このため、地上放送高度化方式の周波数オフセットを新たに定める必要がある。オフセットの選定に当たっては、隣接する現行地上デジタルテレビジョン放送への干渉の影響等を考慮する必要がある。

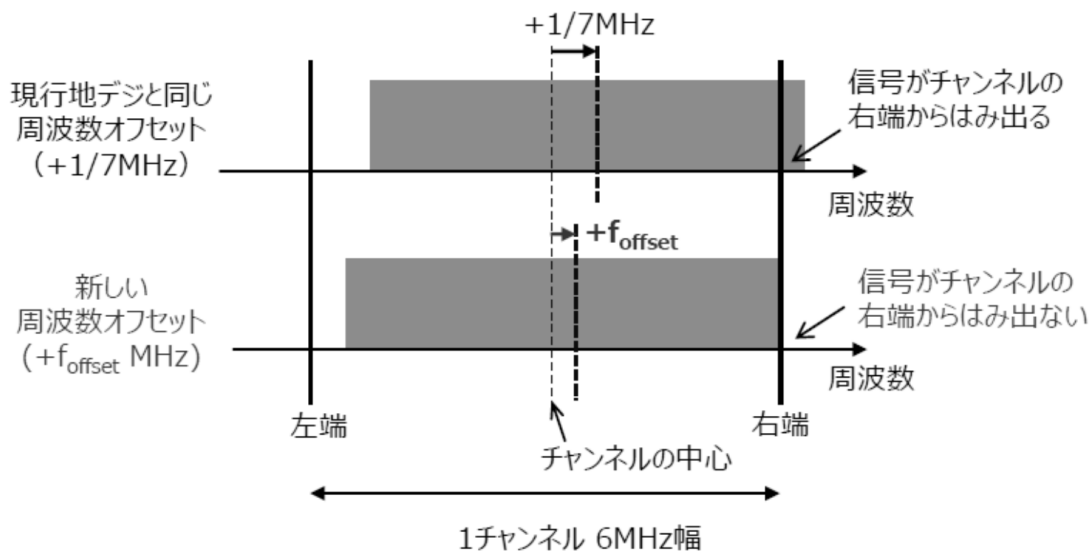


図 1-1 周波数オフセットとチャンネルの関係

1.2. 周波数オフセットの要件

周波数オフセットの値を定めるに当たっては、以下の2点を考慮する必要がある。

- 1) 信号の 99% 電力がテレビジョンチャンネルの境界を越えないこと (図 1-2)

$$f_c + f_{offset} + B_{half} + 5.22 \times f_{cs} \leq f_r$$

ここで、 f_c はチャンネルの中心周波数、 f_{offset} は周波数オフセット、 B_{half} は信号帯域幅の半分、 f_{cs} はキャリア間隔、 f_r はテレビジョンチャンネルの境界の周波数である。 f_{cs} は、キャリア間隔が最大であるモード 3 の 771.6 Hz として考える。また、5.22 は報告書本編 3.1.1.2 節 図 3-1 に示したとおり、高度化方式の OFDM 変調信号において、帯域端キャリアの 99% エネルギーが含まれる周波数幅である。ここで同図を図 1-3 として再掲する。これは帯域端からの離隔に対する帯域端キャリアの、離隔範囲に含まれる電力比であり、

$\int_{-f}^{f_{BW}+f} \left| \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \right|^2 dx$ を数値計算したものである。ここで f_{BW} は信号帯域幅である。1 テレビ

ジョンチャンネルの周波数幅は 6 MHz であることから、周波数オフセット値は図 1-2 に示すように以下の関係を満たす必要がある。

$$f_{offset} \leq 79.3 \text{ kHz}$$

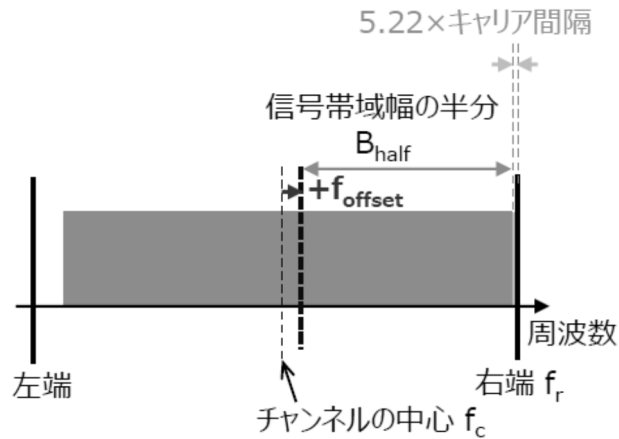


図 1-2 信号電力を考慮した周波数オフセットの要件

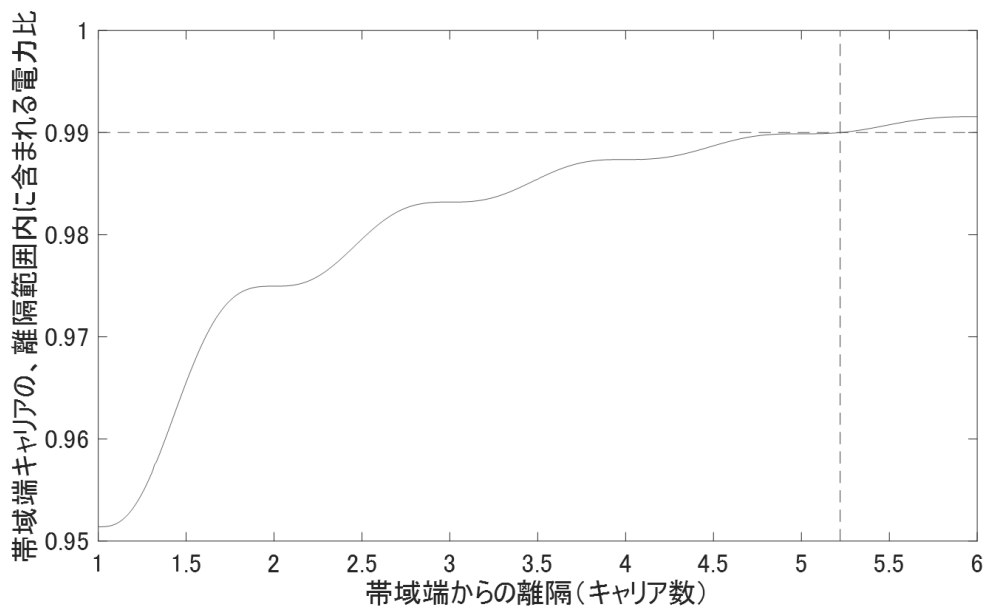


図 1-3 帯域端からの離隔に対する電力比

2) 送信周波数の許容偏差を含めること

送信周波数の許容偏差は、無線設備規則別表第 1 号 7 の 10、注 21、注 49、告示 69 号を参照すると、その最大値は空中線電力が 0.05 W の場合 20 kHz とされている。許容偏差の上限を現行地上デジタルテレビジョン放送と同等であると仮定すると、周波数オフセット値は上記の式にこれを追加的に考慮すると、次式を満たす必要がある。

$$f_{offset} \leq 79.3 \text{ kHz} - 20 \text{ kHz} = 59.3 \text{ kHz}$$

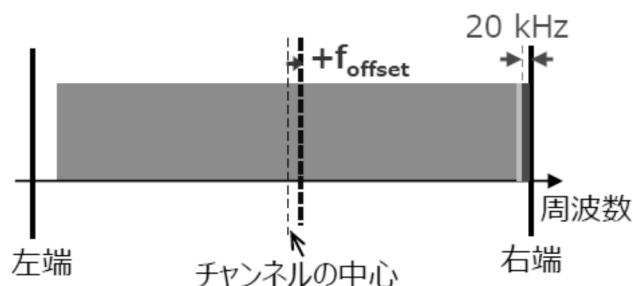


図 1-4 周波数許容偏差を考慮した周波数オフセットの要件

1.3. 周波数オフセット値

地上デジタルテレビジョン放送の周波数オフセット値である $1/7$ MHz は 6 MHz を 14 分割した 1 セグメント幅の $1/3$ である。すなわち、 $6 / 14 / 3 = 1/7$ MHz である。これを地上放送高度化方式に当てはめると、 1 チャンネルの分割数が 36 であることから、 $6 / 36 / 3 = 1/18$ MHz = $55.555 \dots$ kHz となる。これは上述した周波数オフセットの要件を満足している。したがって、現行地上デジタルテレビジョン放送との整合性を考慮し、地上放送高度化放送の周波数オフセット値としては表 1-1 に示すように、 $1/3$ セグメント幅に相当する $1/18$ MHz をその候補の値とした。

表 1-1 チャンネルとセグメントの関係

	現行地上デジタルテレビジョン放送	高度化方式
チャンネル幅	6 MHz	
セグメント数	13	35
セグメント幅	$6 / 14$ MHz	$6 / 36$ MHz
$1/3$ セグメント幅	$2 / 14 = 1 / 7$ MHz	$2 / 36 = 1 / 18$ MHz
信号配置		

2. 干渉実験

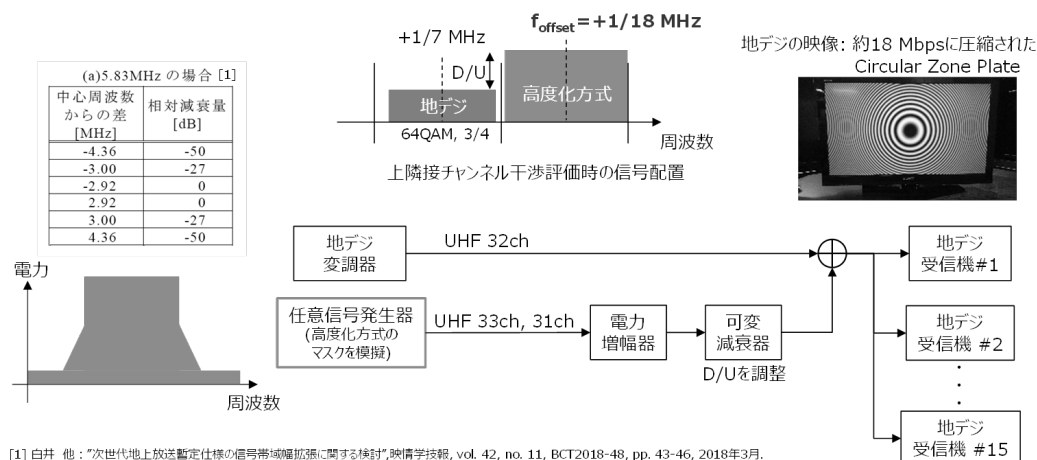
2022 年 7 月 22 日に NHK 放送技術研究所において、ARIB 地上デジタル放送伝送路符号化作業班と、ARIB 地上放送高度化方式検討 TG 合同で干渉実験を実施し、高度化方式のオフセット値をチャンネルの中心周波数から $1/18$ MHz 高い周波数とすることを決定した。

2.1. 目的

本実験は、1 節を考慮して、地上放送高度化方式の周波数オフセット値が、その候補値である $1/18$ MHz の場合の地上デジタルテレビジョン放送への与干渉を確認することを目的とした。

2.2. 実験系統

室内実験の系統図を図 2-1 に示す。



[1] 白井 他: "次世代地上放送放送仕様の信号帯域幅拡張に関する検討", 映像学技報, vol. 42, no. 11, BCT2018-48, pp. 43-46, 2018年3月.

図 2-1 室内実験の系統図

2.3. 測定手法

高度化方式の周波数オフセット $f_{\text{offset}} = +1/18 \text{ MHz}$ ($=55.5555\cdots \text{kHz}$) とした場合の隣接チャンネル干渉実験の測定手順を以下に示す。また、このときのスペクトラムアナライザの画面を図 2-2 に示す。なお、以下正常受信とは、1 分間映像を観測して画面にブロック歪みなどが表示しない状態を言う。

2.3.1. 上隣接チャンネル干渉

- 1) 現行地上デジタルテレビジョン放送信号の中心周波数を $587 + 1/7 \text{ [MHz]}$ (UHF 32ch) とする。
- 2) 高度化方式信号の中心周波数を $593 + 1/18 \text{ [MHz]}$ (UHF 33ch) とする。
- 3) 測定対象の現行地上デジタルテレビジョン放送受信機全 15 台が正常受信可能な $D/U = -21 \text{ dB}$ とする。
- 4) D/U を調整し、各受信機の許容限を測定する。

(結果概要)

- ・ $D/U = -21.5 \text{ dB}$ で受信機の 1 台にブロックノイズが発生 (#6)
- ・ 許容限の中央値は $D/U = -27 \text{ dB}$
- ・ 許容限の最良値は $D/U = -29.5 \text{ dB}$ (#7 は正常受信)
- ・ $D/U = -30 \text{ dB}$ で受信機全 15 台にブロックノイズが発生

2.3.2. 下隣接チャンネル干渉

- 1) 現行地上デジタルテレビジョン放送信号の中心周波数を $587 + 1/7 \text{ [MHz]}$ (UHF 32ch) とする。
- 2) 高度化方式信号の中心周波数を $581 + 1/18 \text{ [MHz]}$ (UHF 31ch) とする。
- 3) 測定対象の現行地上デジタルテレビジョン放送受信機全 15 台が正常受信可能な $D/U = -28 \text{ dB}$ とする。
- 4) D/U を調整し、各受信機の許容限を測定する。

(結果概要)

- ・ D/U = -28.5 dB で受信機の 1 台にブロックノイズが発生(#4)
- ・ 許容限の中央値は D/U = -29 dB
- ・ 許容限の最良値は D/U = -30.5 dB (#2, #3, #9 は正常受信)
- ・ D/U = -31 dB で受信機全 15 台にブロックノイズが発生

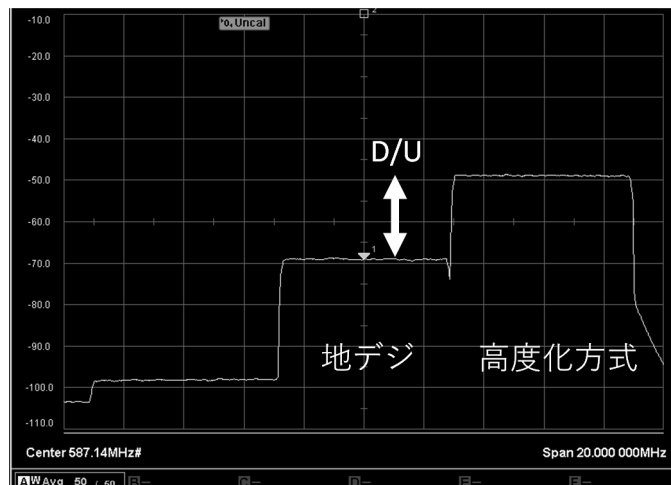
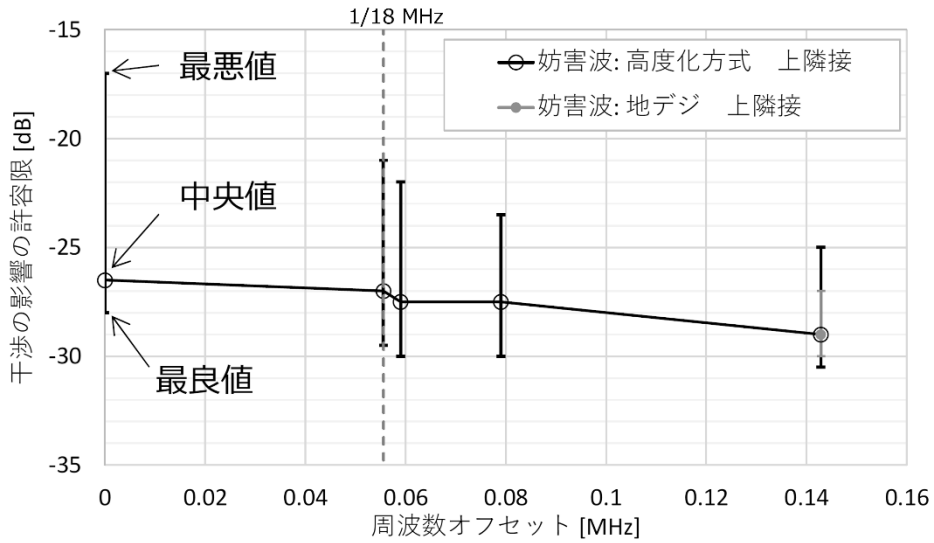


図 2-2 スペクトラムアナライザ

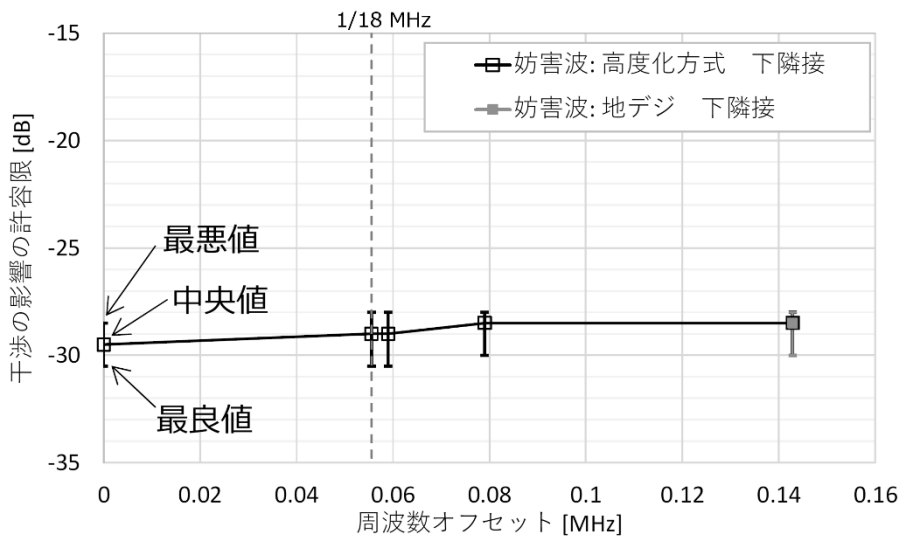
2.4. 測定結果

希望波を現行地上デジタルテレビジョン放送信号、干渉波（妨害波）を高度化方式信号のマスクを模擬した任意信号発生器の出力信号とし、その高度化方式信号の周波数オフセット f_{offset} を 0 Hz, +1/18 MHz (=55.555 … kHz), +59 kHz, +79 kHz, +143 kHz とし、現行地上デジタルテレビジョン放送受信機全 15 台の干渉の許容限を測定した結果を示す。干渉波（妨害波）としては現行地上デジタルテレビジョン放送 (f_{offset} は +143 kHz) についても測定した。ここで、許容限は正常受信可能な D/U の最小値と定義し、0.5 dB 刻みで測定を実施した。現行地上デジタルテレビジョン放送の伝送パラメータを現行の運用パラメータ（キャリア変調方式 64QAM, 符号化率 3/4）とした場合の受信機全 15 台の上隣接チャンネル干渉の許容限の最悪値、中央値、最良値を図 2-3 に、下隣接チャンネル干渉の結果を図 2-4 に、室内実験における許容限の個別の測定データを表 3-1 に示す。なお、D/U 変更後にチャンネルの初期スキャンを実施しても、許容限は変化しなかった。



※ 図中の点線は 1/18 MHz を示す

図 2-3 上隣接チャンネル干渉の測定結果



※ 図中の点線は 1/18MHz を示す

図 2-4 下隣接チャンネル干渉の測定結果

3. まとめ

以上の実験結果から、地上放送高度化方式の周波数オフセット値を 1/18 MHz とすることとした。

表 3-1 室内実験における許容限の測定結果

妨害波の信号帯域幅 (MHz)		5.84										5.58		
周波数オフセット (MHz)		0		+1/18 (+0.05555...)		+0.059		+0.079		+1/7 (+0.142857...)		+1/7 (+0.142857...)		
希望波に対する妨害波の配置		上隣接	下隣接	上隣接	下隣接	上隣接	下隣接	上隣接	下隣接	上隣接	下隣接	上隣接	下隣接	
受信機 番号	1	-23.0	-29.0	-24.5	-28.5	-24.5	-28.5	-24.5	-28.5	-25.5	-28.5	-28.5	-28.5	
	2	-18.0	-30.5	-23.0	-30.5	-24.0	-30.5	-25.0	-30.0	-30.5	-30.0	-30.0	-30.0	
	3	-18.5	-30.5	-23.5	-30.5	-24.0	-30.0	-26.0	-30.0	-30.5	-30.0	-30.0	-30.0	
	4	-27.0	-28.5	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0	-28.5	-28.0	-29.0	-28.0	-28.0	-28.0	
	5	-28.0	-29.5	-28.0	-29.0	-28.5	-29.0	-28.5	-29.0	-29.0	-29.0	-28.5	-28.5	
	6	-17.0	-30.5	-21.0	-30.0	-22.0	-30.0	-24.5	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	
	7	-26.5	-30.0	-29.5	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	-29.5	-29.5
	8	-26.0	-29.0	-26.5	-28.5	-26.5	-28.5	-26.5	-28.0	-27.5	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0
	9	-27.5	-30.5	-28.5	-30.5	-28.5	-30.0	-29.0	-30.0	-30.5	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0
	10	-26.5	-29.0	-27.0	-28.5	-27.0	-28.5	-27.0	-28.5	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0
	11	-28.0	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5	-29.0	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0
	12	-27.0	-29.5	-27.0	-29.0	-27.5	-29.0	-27.5	-29.0	-29.0	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5
	13	-27.5	-28.5	-28.0	-28.5	-28.0	-28.5	-28.0	-28.5	-28.5	-28.0	-28.0	-28.0	-28.0
	14	-22.5	-29.0	-23.5	-28.5	-23.5	-28.5	-23.5	-28.5	-25.0	-28.5	-28.5	-28.5	-28.5
	15	-27.0	-29.5	-27.5	-29.0	-27.5	-29.0	-27.5	-28.5	-28.0	-28.0	-28.5	-28.5	-28.5
干渉の 影響の 許容限	最悪値	-17.0	-28.5	-21.0	-28.0	-22.0	-28.0	-23.5	-28.0	-25.0	-28.0	-28.0	-28.0	
	中央値	-26.5	-29.5	-27.0	-29.0	-27.5	-29.0	-27.5	-28.5	-29.0	-28.5	-28.5	-28.5	
	最良値	-28.0	-30.5	-29.5	-30.5	-30.0	-30.5	-30.0	-30.0	-30.5	-30.0	-30.0	-30.0	

単位 dB

参考資料4 地上放送高度化方式の伝送特性に関する実証実験結果

地上放送高度化方式の伝送特性を把握するため、計算機シミュレーション、室内及び野外実験を実施した。

参考資料4-1 計算機シミュレーションによる評価

1. 概要

地上放送高度化方式の TMCC 及びサブフレームの受信特性を計算機シミュレーションにより評価した。

2. TMCC 信号の伝送特性評価

報告書本編 3.3.1.5.2 節で示した TMCC 誤り訂正符号についてソフトウェアシミュレーションにて性能を評価した。

2.1. シミュレーション条件

(符号長、情報ビット長) = (1224, 252) 符号及び (2448, 252) 符号の 2 種類の LDPC 符号について、それぞれ LDPC 符号ブロック数を 1, 2, 4, 8 として、計 8 通りの誤り訂正符号についてシミュレーションを行った。各パラメータの詳細を表 2-1 に示す。

表 2-1 TMCC 誤り訂正符号シミュレーション実行パラメータ一覧

LDPC 符号長 [ビット]	LDPC 符号 ブロック数	BCH 符号長 [ビット] (=LDPC 情報長 × ブロック数)	TMCC 情報長 [ビット] (=BCH 情報長)	TMCC 符号長 [ビット] (=LDPC 符号長 × ブロック数)	TMCC 符号化率
1224	1	252	84	1224	0.0686
1224	2	504	336	2448	0.1372
1224	4	1008	840	4896	0.1715
1224	8	2016	1848	9792	0.1887
2448	1	252	84	2448	0.0343
2448	2	504	336	4896	0.0686
2448	4	1008	840	9792	0.0857
2448	8	2016	1848	19584	0.0943

キャリア変調方式は QPSK、伝搬モデルは加法性白色ガウス雑音 (AWGN: Additive White Gaussian Noise) 及びキャリア変調信号の IQ 信号に平均 0、振幅 1 の独立した乱数を乗じる Rayleigh 環境、反復符号化における反復回数は 1 回とした。さらに QPSK、Rayleigh、LDPC 符号長 2448 ビットの組み合わせについては反復符号化における反復回数が 3 回及び 6 回のシミュレーションも実施した。なお、シミュレーションの終了条件は情報ビット数が 10^{10} ビットあるいは誤り符号語数が 50 以上とした。

2.2. シミュレーション結果

シミュレーション結果を図 2-1 に示す。また、図 2-1 から導かれる FER (Frame Error Rate :

フレーム誤り率) = 10^{-4} における所要 C/N [dB]の一覧を表 2-2 に示す。LDPC 符号により低い所要 C/N を達成出来ており、反復符号化によってさらに低い所要 C/N を得られることが確認できる。また BCH 符号を外符号としたことで FER が低い領域において目立ったエラーフロアがなく良好な誤り訂正能力を示している。

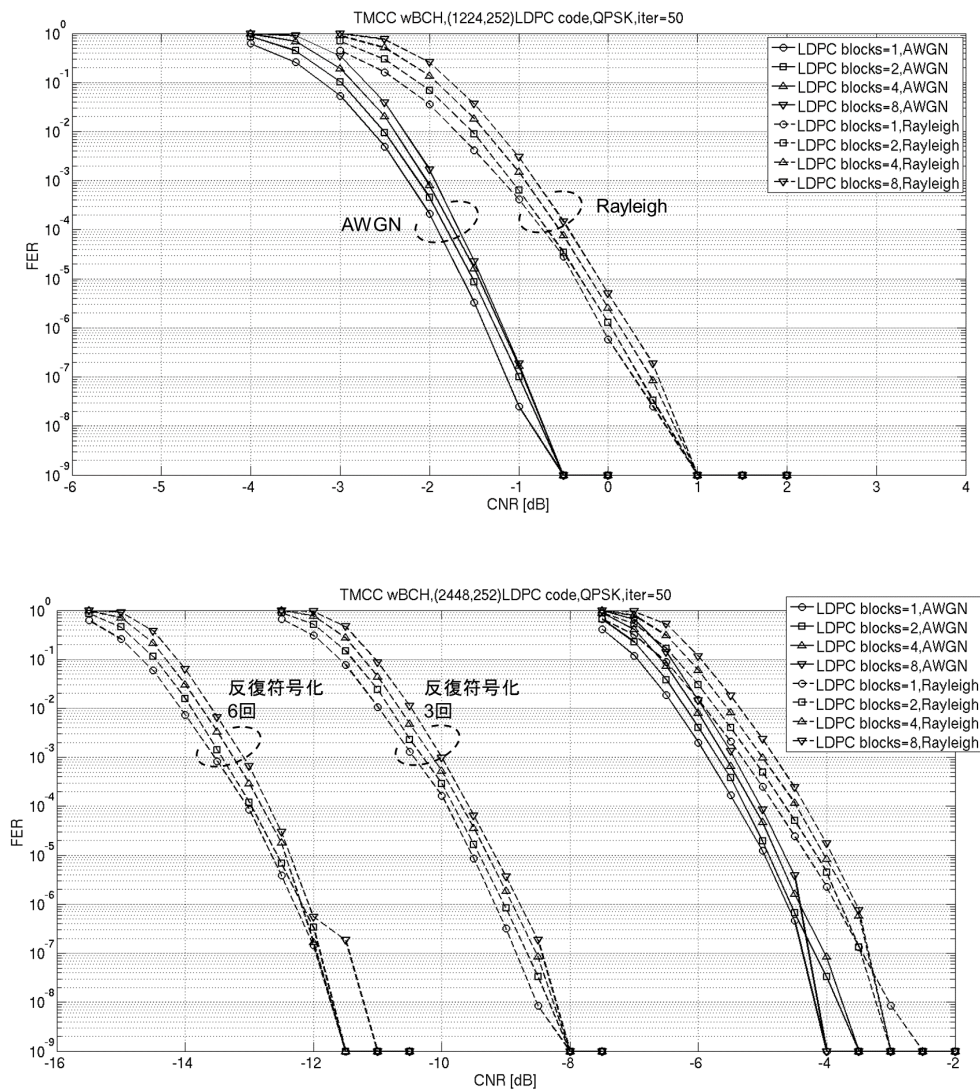


図 2-1 TMCC 誤り訂正符号シミュレーション結果
(上: LDPC 符号長 1224 ビット、下: LDPC 符号長 2448 ビット)

表 2-2 FER= 10^{-4} 所要 C/N [dB] 一覧

LDPC 符号長 [ビット]	変調方式、 チャンネル	反復符号化 回数	LDPC ブロック数			
			1	2	4	8
1224	QPSK AWGN	1	-1.9	-1.8	-1.7	-1.6
1224	QPSK Rayleigh	1	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4
2448	QPSK AWGN	1	-5.4	-5.2	-5.1	-5.0
2448	QPSK Rayleigh	1	-4.8	-4.6	-4.4	-4.3
2448	QPSK Rayleigh	3	-9.9	-9.8	-9.6	-9.5

2448	QPSK Rayleigh	6	-13.0	-12.9	-12.8	-12.6
------	---------------	---	-------	-------	-------	-------

2.3. まとめ

TMCC 誤り訂正符号のソフトウェアシミュレーションによる評価を行った。反復符号化回数が 1 回でも所要 C/N は 0 dB を下回っており、例えば現行地上デジタルテレビジョン放送と同等の雑音耐性を持つ伝送パラメータを用いる場合には、サブフレーム区間のデータ受信に支障はないと考えられる。また、最も高耐性な伝送パラメータ（キャリア変調方式が QPSK、LDPC 符号の符号化率が 2/16）を用いる際には、反復符号化回数を例えば 6 回とすれば、所要 C/N は -10 dB 以下とすることができるため、TMCC 情報の保護に必要な誤り訂正性能を有していることを確認した。

3. サブフレームの伝送特性評価

サブフレームの伝送特性を計算機シミュレーションにより評価した。所要 C/N は外符号である BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号復号後のビット誤り率 (BER) がエラーフリーとなる最小の C/N とした。伝送路は固定受信環境と移動受信環境の 2 つを想定した。固定受信の伝搬モデルには、AWGN 環境とマルチパス環境 (D/U = 3 dB 遅延時間 = 121.5 μ s)、移動受信の伝搬モデルには、TU6 (Typical Urban 6-path Rayleigh fading channel model) を用いた。伝送パラメータを表 3-1 に示す。サブフレーム#1 は移動受信用、サブフレーム#2 は固定受信用の信号を想定している。観測した情報ビット数は、固定受信環境では 10^9 ビット、移動受信環境では 10^{10} ビットである。

表 3-1 伝送パラメータ

項目	TMCC	サブフレーム#1	サブフレーム#2
FFT サイズ	8k	8k	32k
有効シンボル長 [μ s]	1296	1296	5184
ガードインターバル長 [μ s] (ガードインターバル比)	126.56 (800/8192)	126.56 (800/8192)	126.56 (800/32768)
セグメント数	35	35	35
シンボル数	1	36	47
キャリア変調方式	QPSK	16QAM-NUC	1024QAM-NUC
LDPC 符号化率	—	7/16	9/16
反復回数	10	—	—
時間インターリーブ	—	I=2	I=1
SP 配置 (周波数方向の間隔、 時間方向の間隔)	(6, 1)	(6, 1)	(12, 2)

3.1. 固定受信環境での評価

固定受信環境での伝送特性を計算機シミュレーションにより評価した。サブフレーム#2 における C/N に対する BER 特性を

図 3-1 に、伝送効率と所要 C/N の関係を図 3-2 に示す。ここでの伝送効率とは、キャリア変調における多値数の次数と LDPC 符号化率を乗算したものであり、1つのキャリアシンボルで伝送される実効的な情報ビット数を示している。図 3-2 はキャリア変調方式に 64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAM、LDPC 符号の符号化率に 2/16~14/16 を用いた結果である。結果により所要 C/N に応じて伝送効率が増減することが確認できた。

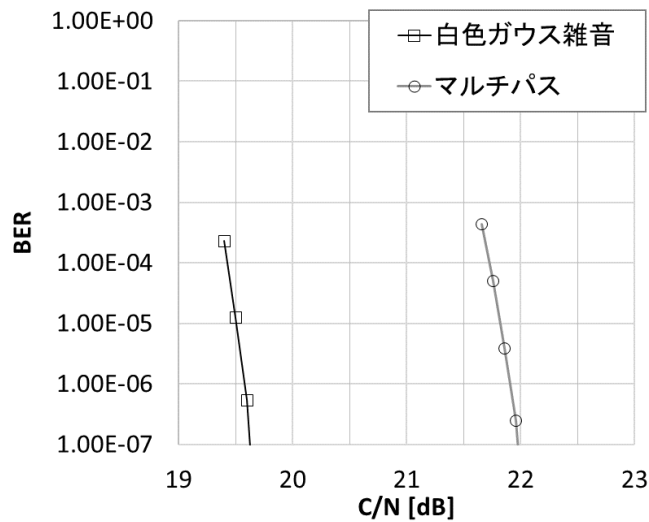


図 3-1 計算機シミュレーションにおける C/N に対する BER 特性

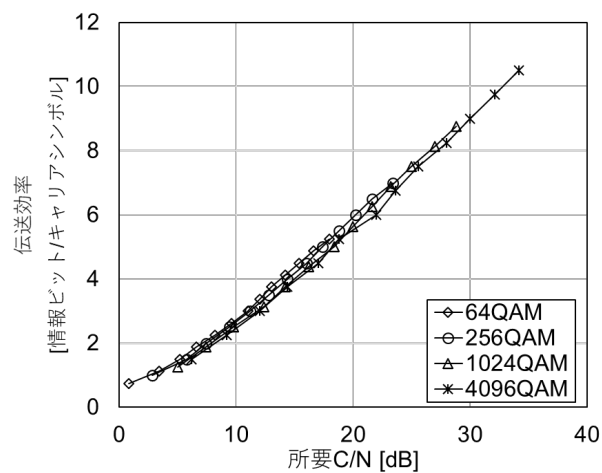


図 3-2 計算機シミュレーションにおける伝送効率と所要 C/N の関係

3.2. 移動受信環境での評価

移動受信環境における伝送特性を計算機シミュレーションにより評価した。サブフレーム#1における C/N に対する BER 特性を図 3-3 に示す。最大ドップラー周波数は 20 Hz とした。これは前述のとおり中心周波数 600 MHz で換算すると移動速度 36 km/h に相当する。所要 C/N は 12.7 dB であった。次に移動速度 200 km/h までの速度範囲における、速度耐性を図 3-4 に示す。図には、より高耐性となるキャリア変調方式と LDPC 符号化率を用いた場合の結果を併せて示している。結果より今回検討した移動速度の範囲では移動速度による所要 C/N の劣化は生じないことが確認で

きた。

次に伝送効率と所要 C/N の関係を図 3-5 に示す。ここでの伝送効率とは、キャリア変調における多値数の次数と LDPC 符号化率を乗算したものであり、1 つのキャリアシンボルで伝送される実効的な情報ビット数を示している。図はキャリア変調方式に QPSK、16QAM、64QAM、LDPC 符号の符号化率に 2/16~8/16 を用いた結果である。結果より所要 C/N に応じて伝送効率が増減することが確認できた。

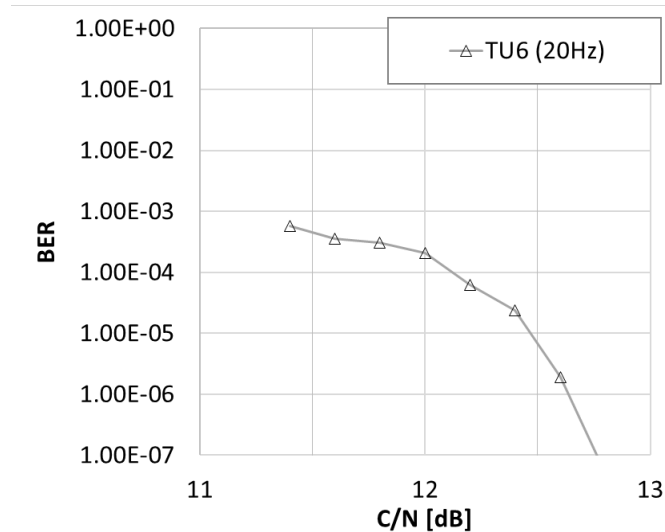


図 3-3 計算機シミュレーションにおける C/N に対する BER 特性

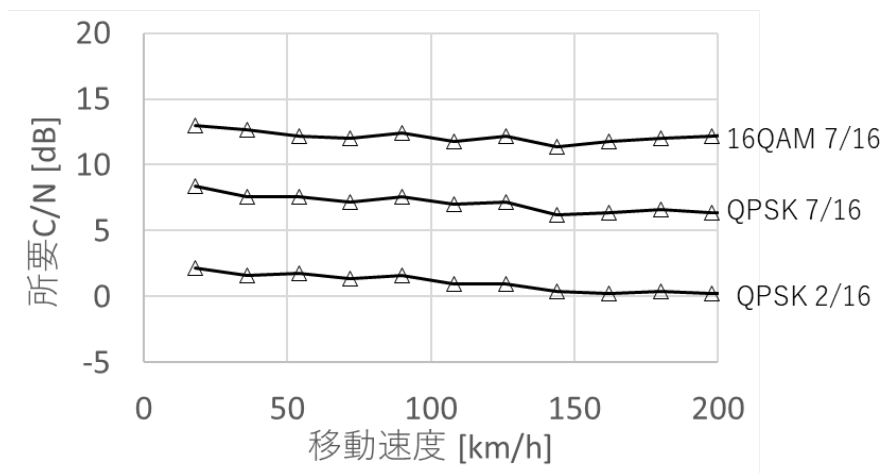
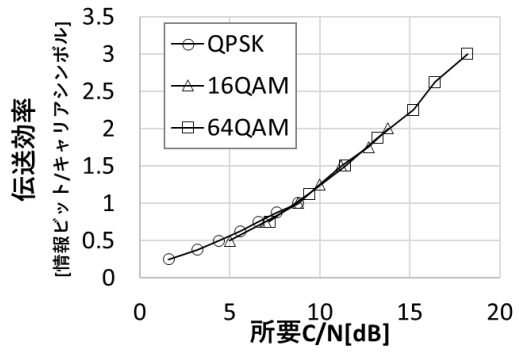
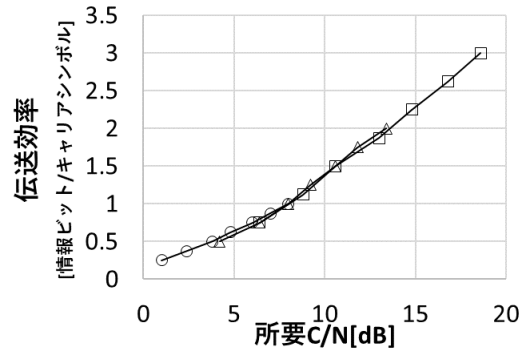


図 3-4 計算機シミュレーションにおける速度耐性の結果



(a) 移動速度 36 km/h



(b) 移動速度 108 km/h

図 3-5 計算機シミュレーションにおける伝送効率と所要 C/N の関係

参考資料 4-2 室内伝送実験

1. 概要

地上放送高度化方式の TMCC 区間及びサブフレーム区間の受信特性を室内実験により評価した。固定受信環境と移動受信環境の伝送路を想定し、固定受信の伝搬モデルには、AWGN 環境とマルチパス環境(D/U = 3 dB 遅延時間 = 121.5 μ s)を、移動受信の伝搬モデルには、TU6(Typical Urban 6-path Rayleigh fading channel model)を用いた。伝送パラメータは計算機シミュレーションで用いたもの(参考資料 4-1 表 3-1)と同じである。

2. サブフレームの伝送特性評価

サブフレームの伝送特性を室内実験により評価した。所要 C/N は外符号である BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号復号後の BER がエラーフリーとなる最小の C/N とした。

2.1. 固定受信環境での評価

固定受信環境での伝送特性を室内実験により評価した。サブフレーム#2 における C/N に対する BER 特性を図 2-1 に示す。結果より計算機シミュレーションと同等の特性であることが確認できた。キャリア変調方式を 64QAM 以上として、すべての LDPC 符号化率における所要 C/N を測定し、伝送効率と共にプロットした結果を図 2-2 に示す。所要 C/N の増加と共に伝送効率が大きくなることが確認できた。マルチパスの遅延時間特性の結果を図 2-3 に示す。ガードインターバル内のマルチパスであれば所要 C/N に大きな劣化は生じないことが確認できた。次にマルチパスの遅延時間を 63 μ s としたときの、D/U に対する所要 C/N を測定した結果を図 2-4 に示す。

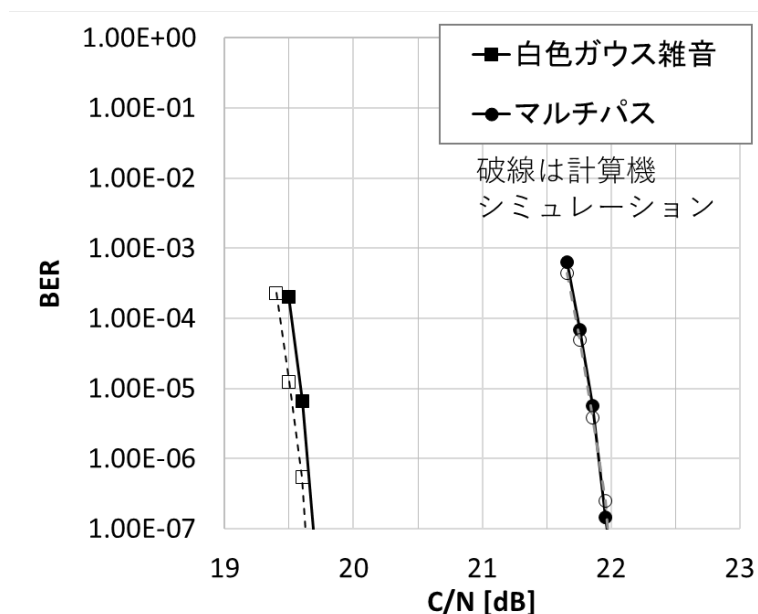


図 2-1 室内実験における C/N に対する BER 特性

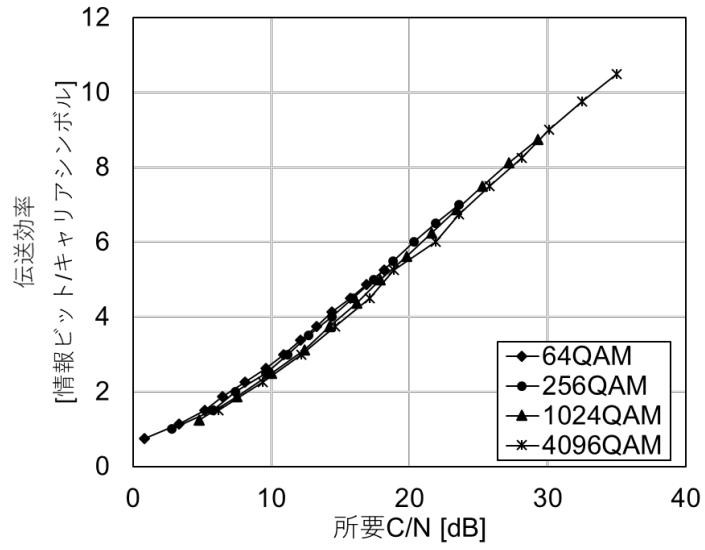


図 2-2 室内実験における伝送効率と所要 C/N の関係

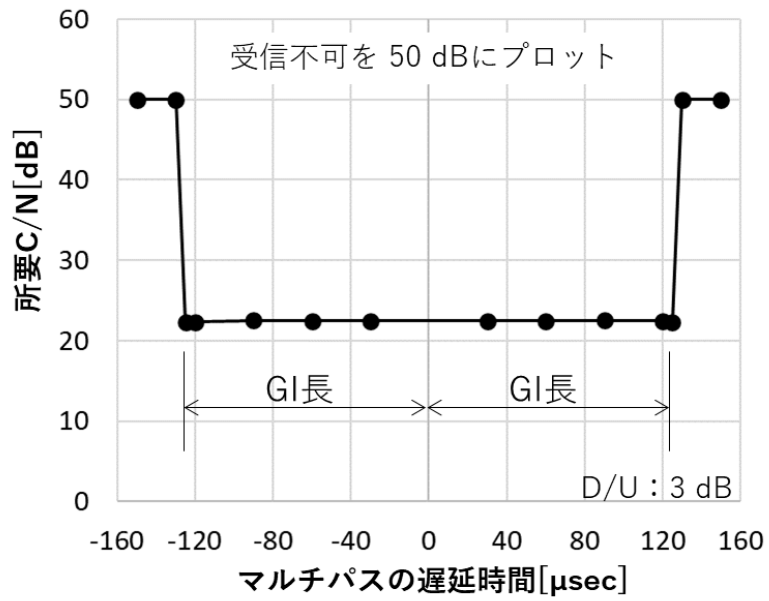


図 2-3 室内実験におけるマルチパスの遅延時間特性

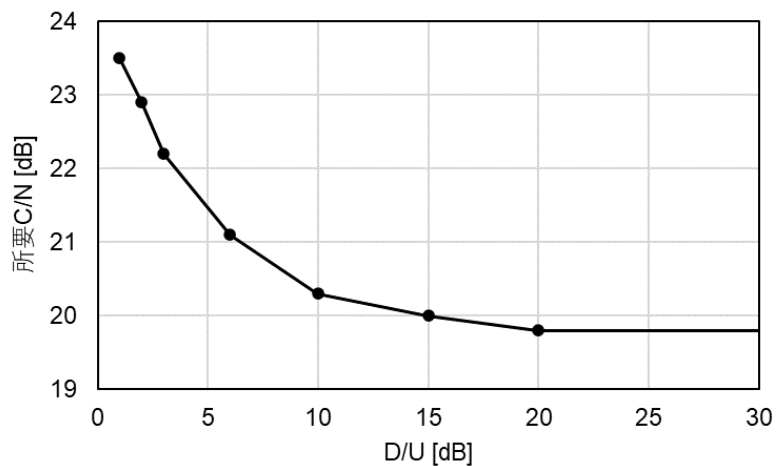


図 2-4 室内実験におけるマルチパスの D/U に対する所要 C/N

2.2. 移動受信環境での評価

移動受信環境での伝送特性を室内実験により評価した。サブフレーム#1 における C/N に対する BER 特性を図 2-5、速度耐性を図 2-6 に示す。結果より計算機シミュレーションと同等の特性であることが確認できた。伝送効率と所要 C/N の関係を図 2-7 に示す。

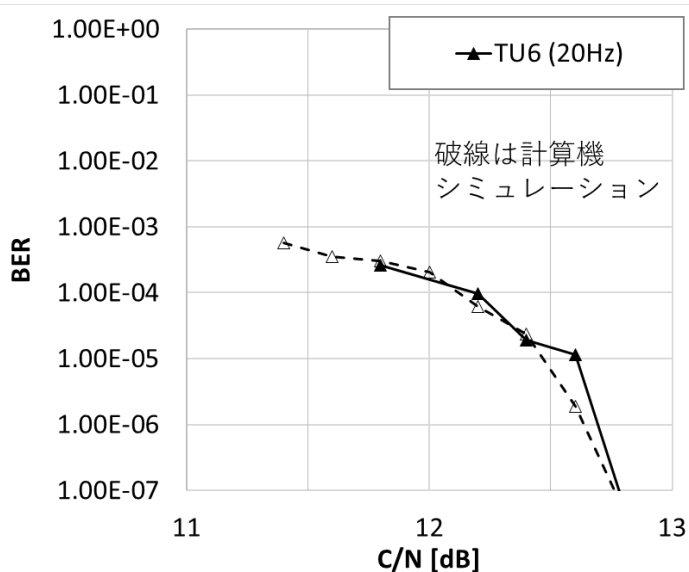


図 2-5 室内実験における C/N に対する BER 特性

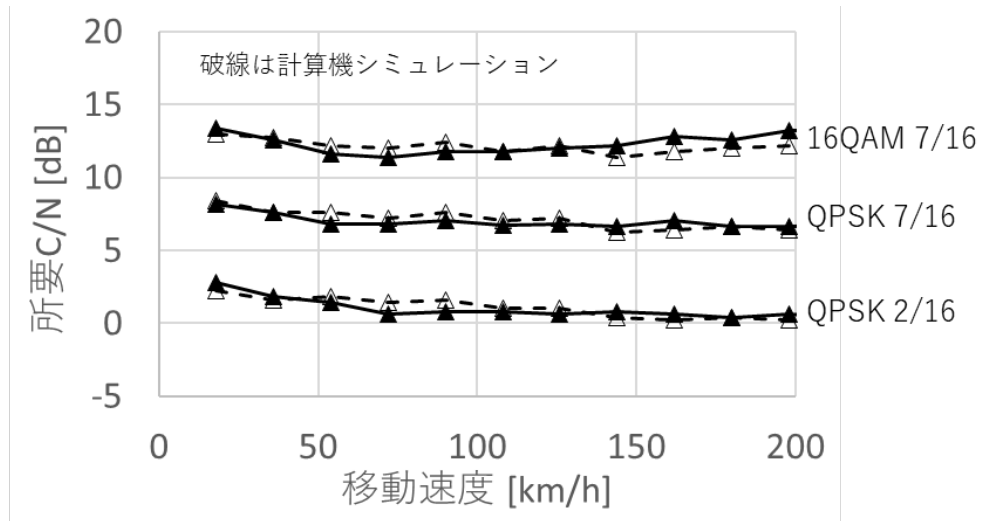
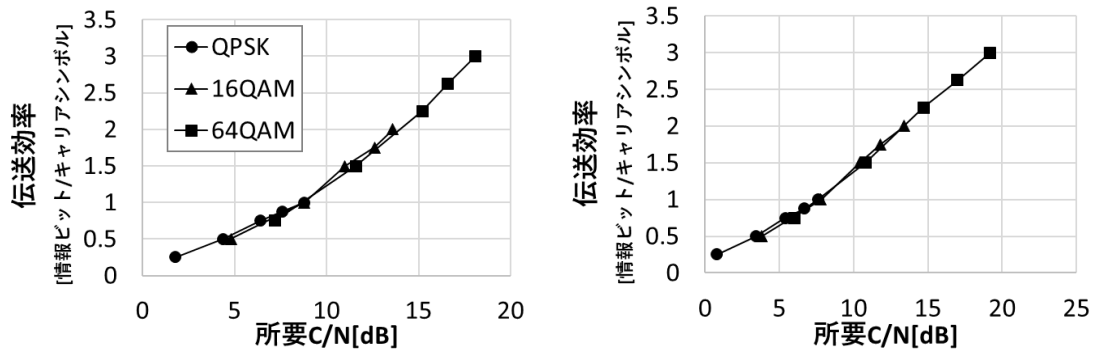


図 2-6 室内実験における速度耐性の結果



(a) 移動速度 36 km/h

(b) 移動速度 108 km/h

図 2-7 室内実験における伝送効率と所要 C/N の関係

3. SFN 環境での評価

SFN 環境を想定して、送信周波数の偏差に対する受信特性を評価した。2 局からの信号の遅延時間差を 63 μ s (ガードインターバル長の半分) として、周波数偏差 Δf に対する BER を測定した。本実験で用いた伝送パラメータを表 3-1 に示す。FFT サイズ、キャリア変調方式、LDPC 符号の符号化率が異なる 15 種類の伝送パラメータでの受信特性を比較した。受信機への入力 C/N は、1024QAM-NUC では 30dB と 40 dB の 2 通り、4096QAM-NUC では 40dB の 1 通りとした。2 局間の電力比である D/U は、4096QAM-NUC・符号化率 14/16 のパラメータのみ、3 dB と 6 dB で評価し、それ以外のパラメータでは 3 dB とした。

実験システムを図 3-1 に示す。2 つのシグナルジェネレータの出力信号の周波数に差をつけることで、希望波と妨害波に周波数偏差を与えた。測定時間を 5 分間とし、BCH 符号復号後の BER がエラーフリーとなる最小の周波数偏差を所要周波数偏差とした。

表 3-1 SFN 環境での評価に用いた伝送パラメータ

項目	値																	
モード	3						4						5					
FFT サイズ	8k						16k						32k					
有効シンボル長 [μ s]	1296						2592						5184					
OFDM キャリア間隔 [Hz]	772						386						193					
ガードインターバル長 [μ s] (ガードインターバル比)	126.56 (800/16384)						126.56 (800/16384)						126.56 (800/32768)					
セグメント数	35						35						35					
シンボル数	224						112						56					
サブフレーム数	1						1						1					
SP 配置	(Dx, Dy) = (3, 4)						(Dx, Dy) = (6, 4)						(Dx, Dy) = (12, 2)					
キャリア変調方式	1024QAM-NUC			4096QAM-NUC			1024QAM-NUC			4096QAM-NUC			1024QAM-NUC			4096QAM-NUC		
符号化率	9/16	12/16	12/16	13/16	14/16	14/16	9/16	12/16	12/16	13/16	14/16	14/16	9/16	12/16	12/16	13/16	14/16	
C/N [dB]	30	40	30	40	40	40	30	40	30	40	40	40	30	40	30	40	40	40
D/U [dB]	3	3	3	3	3	6	3	3	3	3	3	6	3	3	3	3	3	6

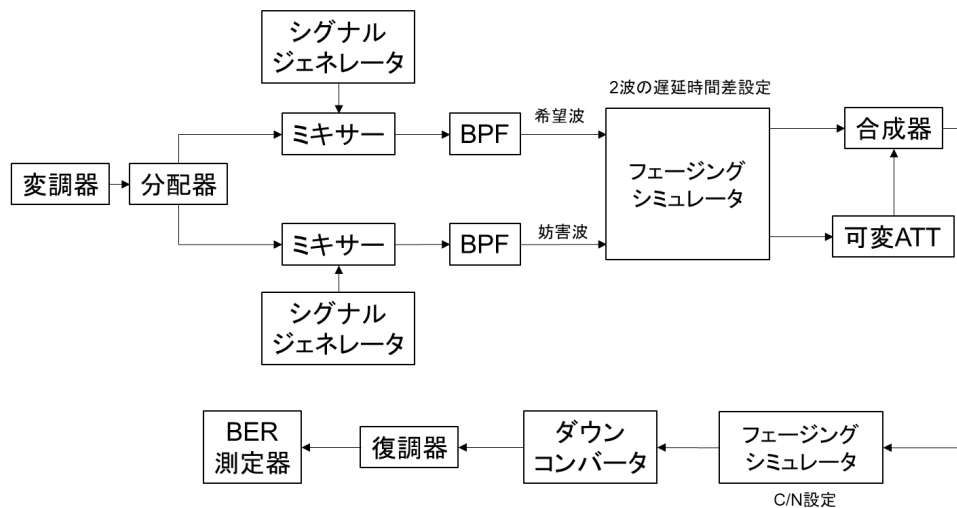


図 3-1 実験系統図

3.1. 1024QAM-NUC

FFT サイズ 8k、キャリア変調方式が 1024QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-2 に示す。BER 測定の結果がエラーフリーとなった場合は 1×10^{-10} にプロットしており、本節における BER 特性結果は以下同様のプロットとした。C/N = 40 dB における所要周波数偏差は、符号化率 9/16 の場合 39 Hz、符号化率 12/16 の場合 21 Hz であった。C/N = 30 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 9/16 の場合は 36 Hz、符号化率が 12/16 の場合は 14 Hz であった。符号化率が大きく、受信 C/N が低い場合は所要周波数偏差が小さくなった。

FFT サイズ 16k、キャリア変調方式が 1024QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-3 に示す。C/N = 40 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 9/16 の場合は 20 Hz、符号化率が 12/16 の場合は 10 Hz であった。C/N = 30 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 9/16 の場合は 19 Hz、符号化率が 12/16 の場合は 7 Hz であった。

FFT サイズ 32k、キャリア変調方式が 1024QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-4 に示す。C/N = 40 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 9/16 の場合は 13 Hz、符号化率が 12/16 の場合は 5 Hz であった。C/N = 30 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 9/16 の場合は 12 Hz、符号化率が 12/16 の場合は 4 Hz であった。

キャリア変調方式が 1024QAM-NUC、符号化率が 12/16、C/N = 30 dB として、各モードにおける周波数偏差に対する BER 特性の結果を図 3-5 に示す。また、周波数偏差をキャリア間隔で正規化した結果を図 3-6 に示す。FFT サイズが大きい場合、キャリア間隔が小さくなるため、同一の周波数偏差に対してキャリア間干渉の影響が大きくなり、所要周波数偏差が小さくなった。キャリア間隔で正規化後の所要周波数偏差は約 2% となった。

以上の所要周波数偏差の測定結果を表 3-2 に示す。

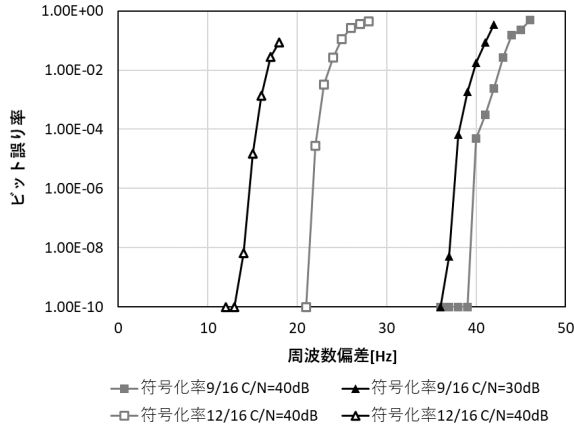


図 3-2 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・C/N による比較 (1024QAM・8kFFT)

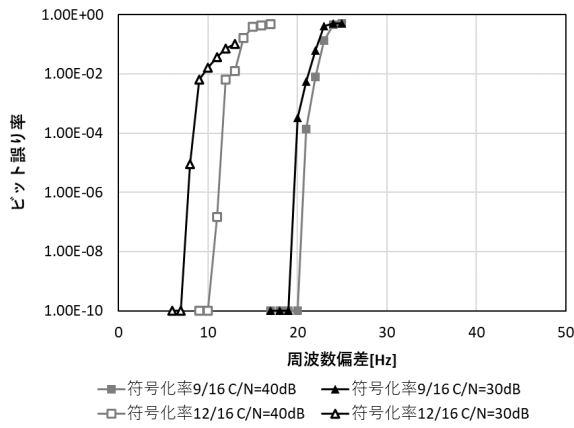


図 3-3 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・C/N による比較 (1024QAM・16kFFT)

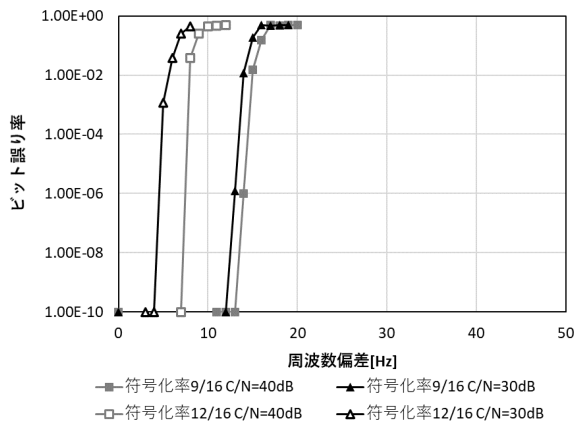


図 3-4 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・C/N による比較 (1024QAM・32kFFT)

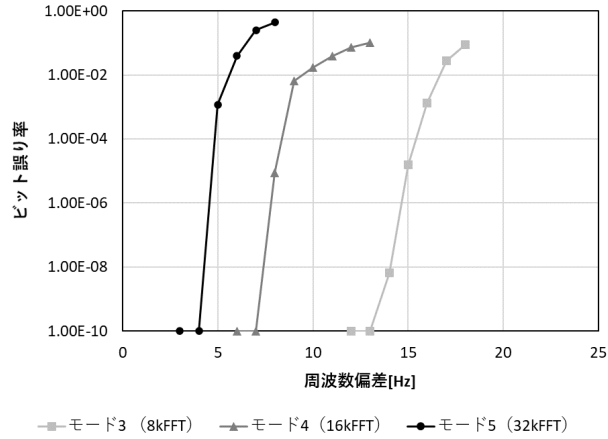


図 3-5 周波数偏差に対する BER 特性
モードによる比較 (1024QAM 符号化率 12/16 C/N=30 dB)

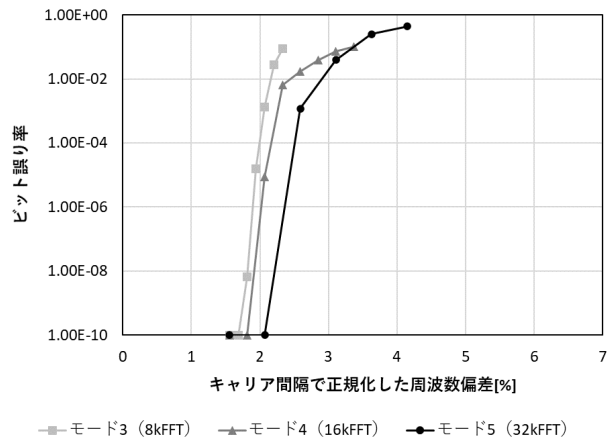


図 3-6 キャリア間隔で正規化した周波数偏差に対する BER 特性
モードによる比較 (1024QAM 符号化率 12/16 C/N=30 dB)

表 3-2 所要周波数偏差の測定結果 (1024QAM-NUC)

キャリア変調方式	符号化率	C/N [dB]	D/U [dB]	所要周波数偏差 [Hz]			キャリア間隔で正規化した所要周波数偏差		
				モード 3	モード 4	モード 5	モード 3	モード 4	モード 5
1024QAM-NUC	9/16	40	3	39	20	13	5.18 %	5.18 %	6.73 %
1024QAM-NUC	12/16	40	3	21	10	5	2.72 %	2.59 %	2.59 %
1024QAM-NUC	9/16	30	3	36	19	12	4.66 %	4.92 %	6.21 %
1024QAM-NUC	12/16	30	3	14	7	4	1.81 %	1.81 %	2.07 %

3.2. 4096QAM-NUC

FFT サイズ 8k、キャリア変調方式が 4096QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-7 に示す。D/U = 3 dB における所要周波数偏差は、符号化率が 12/16 の場合は 12 Hz、符号化率が 13/16 の場合は 6 Hz、符号化率が 14/16 の場合、 $\Delta f = 0$ Hz でエラーフリーとならなかった。D/U = 3 dB でエラーフリーとならない符号化率が 14/16 について、D/U = 6 dB の場合、所要周波数偏差は 6 Hz であった。

FFT サイズ 16k、キャリア変調方式が 4096QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の結果を図 3-8 に示す。D/U = 3dB における所要周波数偏差は、符号化率が 12/16 の場合は 6 Hz、符号化率が 13/16 の場合は 3 Hz、符号化率が 14/16 の場合は、 $\Delta f = 0$ Hz でエラーフリーとならなかった。D/U = 3 dB でエラーフリーとならない符号化率が 14/16 について、D/U = 6 dB の場合、所要周波数偏差は 3 Hz であった。

FFT サイズ 32k、キャリア変調方式が 4096QAM-NUC における周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-9 に示す。D/U = 3dB における所要周波数偏差は、符号化率が 12/16 の場合は 3 Hz、符号化率が 13/16 の場合は 1 Hz、符号化率が 14/16 の場合は、 $\Delta f = 0$ Hz でエラーフリーとならなかった。D/U = 3 dB でエラーフリーとならない符号化率が 14/16 について、D/U=6 dB の場合、所要周波数偏差は 1 Hz であった。

キャリア変調方式を 4096QAM-NUC、符号化率を 14/16、D/U = 6 dB として、各モードにおける周波数偏差に対する BER 特性の測定結果を図 3-10 に示す。また、周波数偏差をキャリア間隔で正規化した結果を図 3-11 に示す。1024QAM と同様に、FFT サイズが大きいと、キャリア間隔が小さくなるため、同一の周波数偏差に対してキャリア間干渉の影響が大きくなり、また、正規化後の所要周波数偏差はほぼ同等となる。

以上の所要周波数偏差の結果を表 3-3 に示す。この中で最小値は正規化周波数で 0.52 %である。

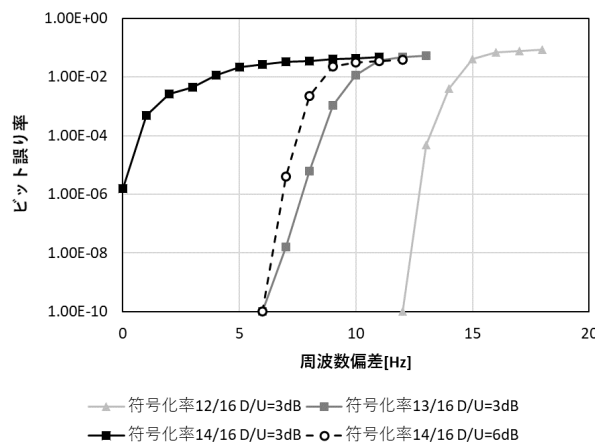


図 3-7 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・D/U による比較 (4096QAM・8kFFT)

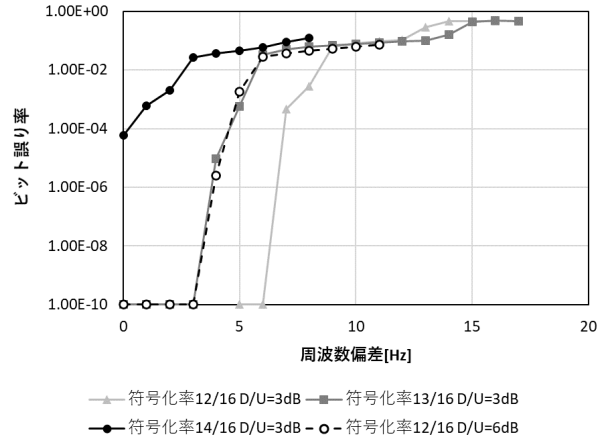


図 3-8 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・D/U による比較 (4096QAM・16kFFT)

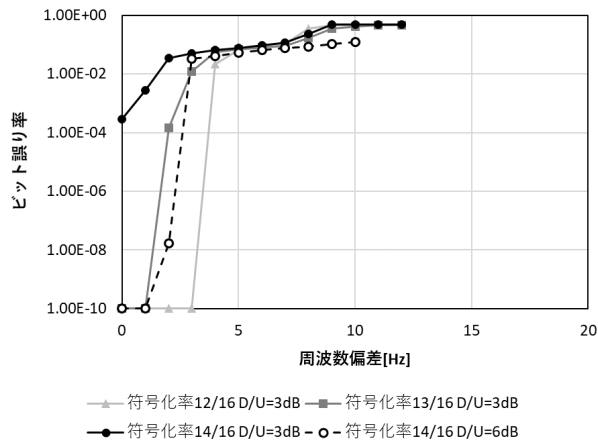


図 3-9 周波数偏差に対する BER 特性
符号化率・D/U による比較 (4096QAM・32kFFT)

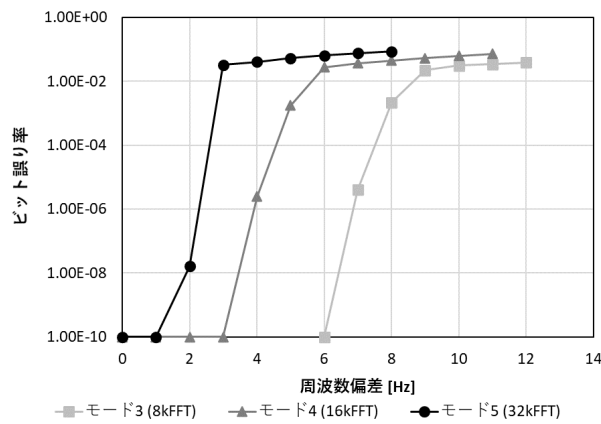


図 3-10 周波数偏差に対する BER 特性
モードによる比較 (4096QAM 符号化率 14/16 D/U=6dB)

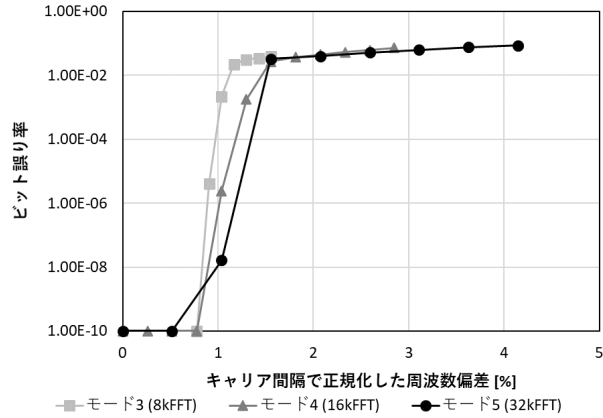


図 3-11 キャリア間隔で正規化した周波数偏差に対する BER 特性
モードによる比較 (4096QAM 符号化率 14/16 D/U=6 dB)

表 3-3 所要周波数偏差の結果 (4096QAM-NUC)

キャリア変調	符号化率	C/N [dB]	D/U [dB]	所要周波数偏差 [Hz]			キャリア間隔で正規化した所要周波数偏差		
				モード 3	モード 4	モード 5	モード 3	モード 4	モード 5
4096QAM-NUC	12/16	40	3	12	6	3	1.68 %	1.56 %	1.56 %
4096QAM-NUC	13/16	40	3	6	3	1	0.78 %	0.78 %	0.52 %
4096QAM-NUC	14/16	40	3	- *	- *	- *	- %*	- %*	- %*
4096QAM-NUC	14/16	40	6	6	3	1	0.78 %	0.78 %	0.52 %

*エラーフリーが得られなかった

参考資料 4-3 野外伝送実験

1. 概要

芝実験試験局から出力 1 kW、UHF 28ch を用いて電波発射を行い、固定受信環境と移動受信環境における受信特性を評価した。

2. 実験日時

- 測定期間：2021 年 11 月 24 日～12 月 17 日（土日祝を除く合計 18 日）
- 実験電波発射時間：午前 10 時 00 分～午後 6 時 00 分
- 送信信号内容：疑似ランダム信号（PN 信号）

3. 実験試験局の送信諸元

芝実験試験局の送信諸元を表 3-1 に示す。

表 3-1 芝実験試験局の送信諸元

送信場所	東京タワー(東京都港区)
チャンネル (中心周波数)	UHF 28 ch (563.143 MHz)

偏波面	水平
送信機出力	1 kW
送信海拔高	280 m

4. 受信系統及び使用機材一覧

1) 受信系統

固定受信実験の受信系統を図 4-1 に示す。実験に用いた受信アンテナは 14 素子八木アンテナであり、その利得は 9.2 dBi である。アンテナを地上高 10 m まで上げて、電界強度、信号品質、受信可否、最小受信電力の測定を行った。電界強度は可変 ATT (Attenuator: 減衰器) を 0 dB としてスペクトラムアナライザにより測定した受信電力値から換算した。信号品質の測定では復調装置より出力される MER 値、遅延プロファイル、周波数特性、コンスタレーションを記録した。受信可否は BCH 復号後の BER を 5 分間測定し、誤り無しの場合を受信可能とした。最小受信電力は可変 ATT 値を 1 dB ステップで大きくしていき、上述の受信可否の測定を行い、受信可能となる最小の受信電力を記録した。

移動受信実験の受信系統を図 4-2 に示す。実験に用いた受信アンテナは無指向性のクロスダイポールアンテナであり、その利得は 0 dBi、設置高は約 2 m である。復調装置より出力されるビット誤り率(BER)を 1 秒ごとに記録した。ここで取得した誤り率は BCH 復号後の BER 測定結果である。さらに、電界強度と GPS (Global Positioning System: 全地球測位システム) から得られる位置情報・速度情報も同時に記録した。以下、1 秒ごとに記録したデータをサンプルと呼ぶ。

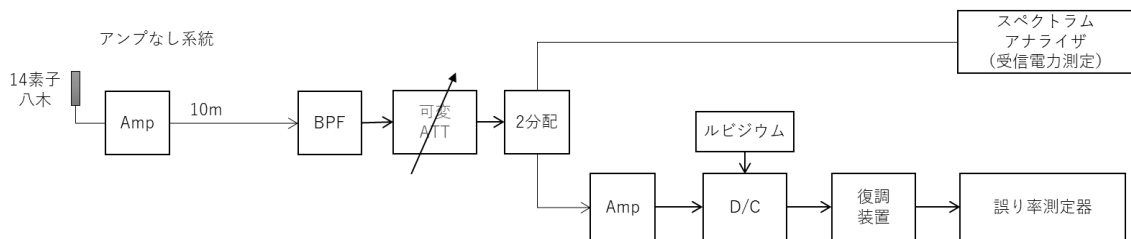


図 4-1 受信系統図 (固定受信環境における測定)

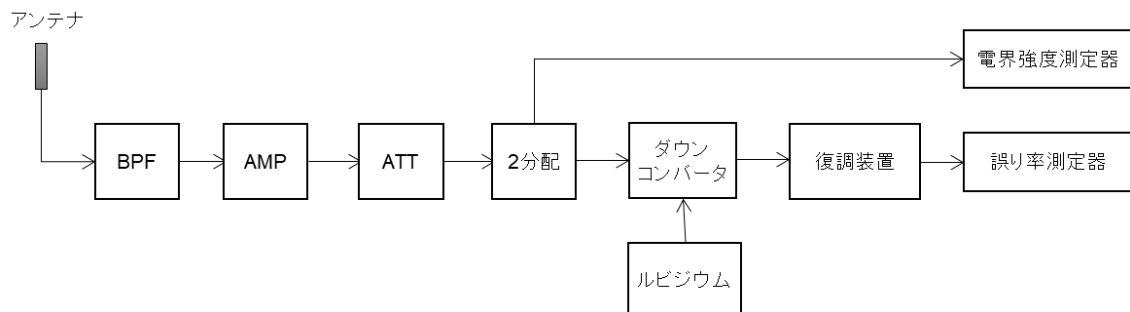


図 4-2 受信系統図 (移動受信環境における測定)

2) 使用機器一覧

使用機器一覧を表 4-1、表 4-2 に示す。

表 4-1 使用機器一覧(固定受信測定)

使用機器名	製造業者	型名
受信アンテナ	日本アンテナ	50Ω型 UHF 八木アンテナ
帯域通過フィルタ (BPF)	古河 C&B	F1DR-28
高周波低雑音増幅器 (アンテナ直下 AMP)	日本アンテナ	NPA30U2
可変アッテネータ (ATT)	多摩川電子	TPA-401B
2 分配	ミニサーキット	ZFSC-2-4
ダウンコンバータ(D/C)	日本通信機	8761B
高周波低雑音増幅器 (D/C 前段 AMP)	SONOMA	310N
ルビジウム	Stanford Research Systems	FS725
復調装置	ハードウェア：NEC ソフトウェア：東芝	試作装置のため 型番無し
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS2840A
誤り率測定器	営電	7710A

表 4-2 使用機器一覧(移動受信測定)

使用機器名	製造業者	型名
受信アンテナ	八木アンテナ	HTS-7556
帯域通過フィルタ (BPF)	日本通信機	8000ZZ
高周波低雑音増幅器 (AMP)	SONOMA	310N
可変アッテネータ (ATT)	多摩川電子	TRA-110
3 分配	ミニサーキット	ZFSC-3-4
ダウンコンバータ	日本通信機	8761B
ルビジウム	Stanford Research Systems	FS725
SAW フィルタ	営電	9814B-002
復調装置	ハードウェア：NEC ソフトウェア：東芝	試作装置のため 型番無し
電界強度測定器	ローデシュワルツ	ESRP
誤り率測定器	営電	7710A

5. 測定内容

1) 伝送パラメータ

実験に用いた伝送パラメータは計算機シミュレーションや室内実験での評価に用いたもの(参考資料 4-1 表 3-1)と同じであり、以下単一パラメータでの評価と呼ぶ。本実験では、固定受信測定ではサブフレーム#2 を、移動受信測定ではサブフレーム#1 を測定した。

また、固定受信測定では、複数パラメータでの評価として、サブフレーム#2 のキャリア変調方式と LDPC 符号の符号化率を変えて、ガウス雑音環境での所要 C/N が約 10 dB、20 dB、30 dB となる伝送パラメータによる測定も実施した。さらに所要 C/N が約 20 dB となる伝送パラメータについては、単一サブフレーム伝送時との比較を行った。複数パラメータでの評価に用いた伝送パラメータを表 5-1 に示す。

表 5-1 複数パラメータでの評価に用いた伝送パラメータ
(固定受信環境における測定)

	パラメータ①	パラメータ②	パラメータ③	パラメータ②'
サブフレーム数	2 (以下サブフレーム#2の値を記載)			1
FFT サイズ	32k			
有効シンボル長 [μs]	5184			
ガードインターバル長 [μs] (ガードインターバル比)	126.56 (800/32768)			
セグメント数	35			
シンボル数	47			56
キャリア変調方式	64QAM-NUC	1024QAM-NUC	4096QAM-NUC	1024QAM-NUC
LDPC 符号符号化率	7/16	9/16	12/16	9/16
時間インターリーブ	I=1			I=1
SP 配置 (周波数方向の間隔、 時間方向の間隔)	(12, 2)			
備考	所要 C/N 9.7 dB	所要 C/N 19.8 dB	所要 C/N 30.1 dB	所要 C/N 19.8 dB
	サブフレーム#1 のパラメータは 単一パラメータでの評価と同じ			

2) 測定ポイント・ルート

固定受信測定の測定ポイントと移動受信測定の測定ルートを図 5-1 に示す。固定受信測定では送信所から南西方向に向かって 42km までの範囲を対象に 20 ポイントで測定を行った。移動受信測定では以下の高速道路、一般道で測定した。

- 高速道路：中央道、東名、横浜横須賀道路など
- 一般道路：環状 7 号、国道 20 号、国道 246 号、国道 1 号、国道 16 号など

実験では高速道路を含む約 550 km のコースを走行し、有効サンプルは 48158 サンプルであった。有効サンプルは取得した全サンプルのうち、信号待ちなどで、測定車が停止している時のサンプルを除外したものである。

また、複数パラメータを用いた固定受信測定の測定ポイントを図 5-2 に示す。計算電界強度が 50 dBμV/m となるコンタ内の 12 ポイントで測定を行った。

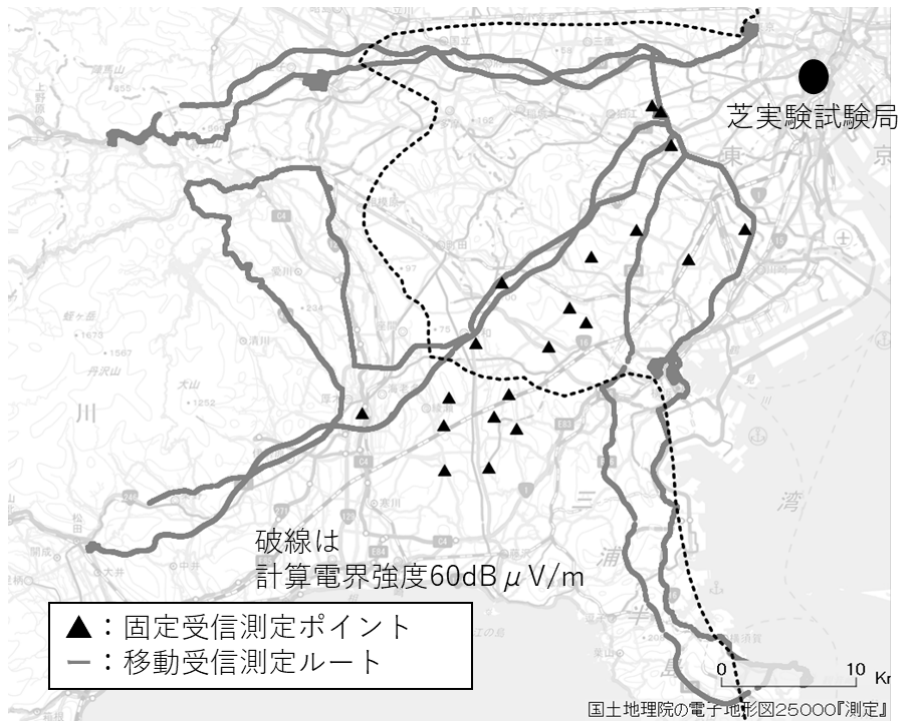


図 5-1 測定ポイント・ルート

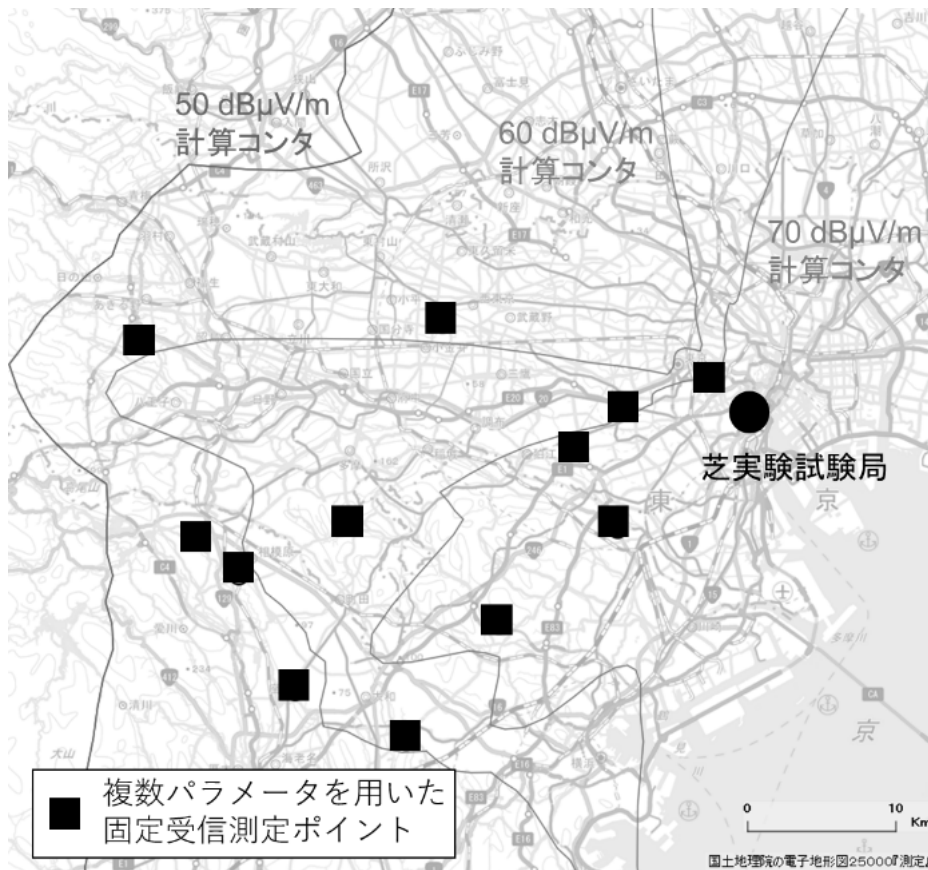


図 5-2 複数パラメータを用いた固定受信実験の測定ポイント

6. 結果

6.1. 固定受信環境での評価結果

6.1.1. 単一パラメータでの評価結果

測定結果の一覧を表 6-1 に示す。全 20 ポイントの内 14 ポイントで受信可能となった。受信の可否を地図上のプロットしたものを図 6-1 に示す。また、送信所からの距離、電界強度受信可否の関係を示したグラフを図 6-2 に示す。結果より、計算電界強度が 60 dB μ V/m のコンタ内では、概ね受信可能となっており、受信の可否は電界強度に依存していることがわかる。

次に、受信可能となった 14 ポイントを対象に所要受信レベルの分布を示した結果を図 6-3 に示す。結果より所要受信電力は -86 ~ -83 dBm で分布していることがわかる。測定ポイントによりマルチパスによる影響や電力の時間変動の度合などが異なるため、所要受信電力に差が生じた。

表 6-1 測定結果一覧(固定受信測定)

所在地	距離 [km]	方角 [°]	東経	北緯	アンテナ 直下の AMP	電界強度 (計算値) [dB μ V/m]	電界強度 (実測値) [dB μ V/m]	計算電界強度 との差分 [dB]	MER [dB]	BER	受信 可否	最小受 信電力 [dBm]
東京都世田谷区砧公園 1	11.4	74.9	35.37.55.0	139.37.24.4	なし	73.5	70.3	-3.17	35.5	0	○	-85.57
東京都世田谷区玉川 1 丁目 1-4 付近	11.6	61.5	35.36.32.0	139.37.56.0	なし	72.2	67.5	-4.73	33.7	0	○	-84.43
東京都世田谷区砧 1 丁目 1 0-1 1	11.9	77.8	35.38.09.7	139.36.58.2	なし	75.7	78.5	2.82	40	0	○	-86.38
神奈川県川崎市幸区東古市場 1 付近	12.6	21.9	35.33.11.0	139.41.35.6	なし	79.8	77.5	-2.31	41	0	○	-85.41
神奈川県横浜市港北区樽町 3 丁目 9-31 付近	16.6	32.6	35.31.58.2	139.38.47.6	なし	78.5	77.4	-1.13	40.9	0	○	-85.53
神奈川県横浜市都筑区都筑区東山田町 894 付近	17.4	47.4	35.33.09.4	139.36.13.2	あり	71.2	57.5	-13.70	31.3	0	○	-84.01
神奈川県横浜市都筑区平台 27-1 付近	21.3	49.6	35.32.03.9	139.33.58.2	なし	82.7	72.6	-10.07	38.2	0	○	-85.27
神奈川県横浜市保土ヶ谷区上菅田町 1422 付近	25	41.5	35.29.25.8	139.33.45.5	あり	73.8	64.9	-8.89	37.9	0	○	-85.6
神奈川県横浜市緑区上山 4 丁目 73-2 付近	25.1	45.3	35.29.59.5	139.32.55.1	なし	80.7	74.6	-6.15	38.2	0	○	-86.35
神奈川県横浜市緑区長津田みなみ台 3 丁目	27.7	55.4	35.31.00.1	139.29.33.0	あり	64.4	51.4	-12.96	32.8	0	○	-83.07
神奈川県横浜市旭区今川町 9 6-2	28.25	43.4	35.28.25.4	139.31.51.0	なし	78.4	72.7	-5.70	38.1	0	○	-85.2
神奈川県横浜市瀬谷区本郷 1 丁目 7 0-2	32.02	50.7	35.28.32.9	139.28.16.1	あり	57.3	41.1	-16.18	20.8	3.39E-03	×	—
神奈川県横浜市瀬谷区阿久和南 4 丁目 8-2 付近	32.8	42.8	35.26.30.0	139.29.56.7	あり	67	57.1	-9.88	33.1	0	○	-85.39
神奈川県横浜市泉区中田町 2841 付近	34.4	39.2	35.25.06.6	139.30.19.8	あり	58	39.3	-18.67	18.7	2.84E-02	×	—
神奈川県横浜市泉区上飯田町 2133-10 付近	34.6	42.4	35.25.36.7	139.29.10.3	あり	61.2	48.0	-13.19	26.7	0	○	-83.5
神奈川県大和市福田 4 1 1 2	36.4	47.6	35.26.14.2	139.26.51.8	あり	62.9	56.9	-6.03	33.3	0	○	-85.64
神奈川県綾瀬市落合南 9 丁目 1 0-2 0	37	45.6	35.25.05.2	139.26.41.1	あり	49.3	39.4	-9.94	15.4	4.99E-01	×	—
神奈川県横浜市泉区下飯田町 5-5	38.2	38.2	35.23.17.5	139.29.02.8	あり	54.6	39.8	-14.85	20.8	5.45E-04	×	—
神奈川県藤沢市遠藤 3 1 9 0	40.5	42.5	35.23.25.6	139.26.37.9	あり	57.5	37.0	-20.52	10	5.00E-01	×	—
神奈川県海老名市中新田 3 2 9 1-1 9	41.8	53	35.25.54.9	139.22.38.1	あり	60.3	41.8	-18.46	11.6	4.99E-01	×	—

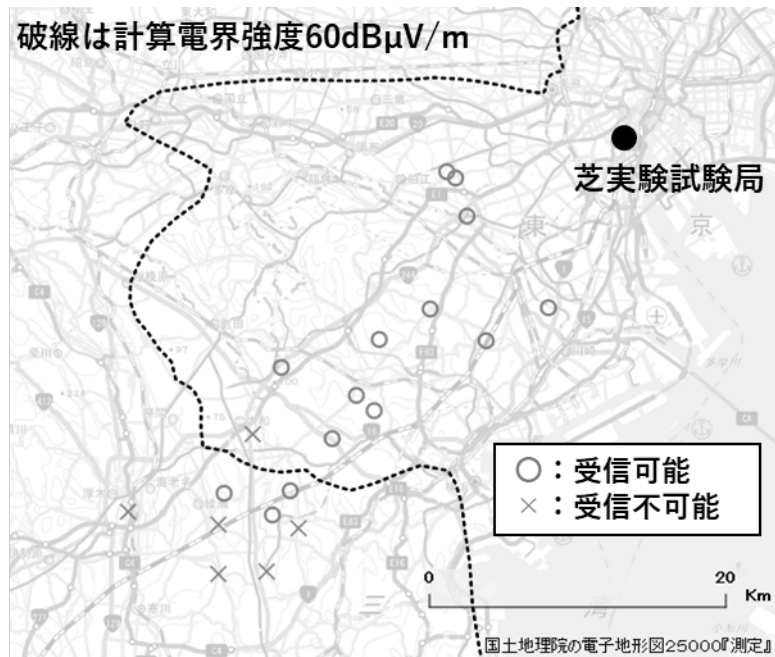


図 6-1 受信可否の結果

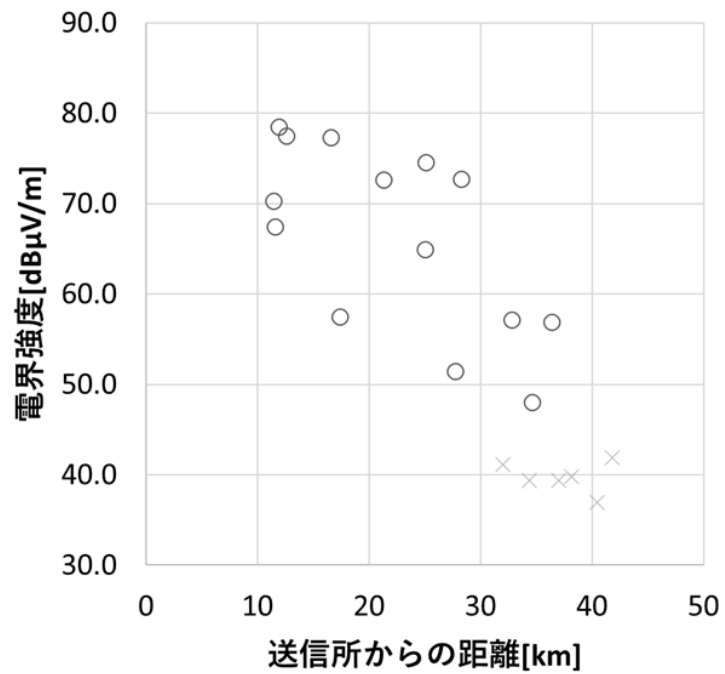


図 6-2 送信所からの距離・電界強度と受信可否の関係

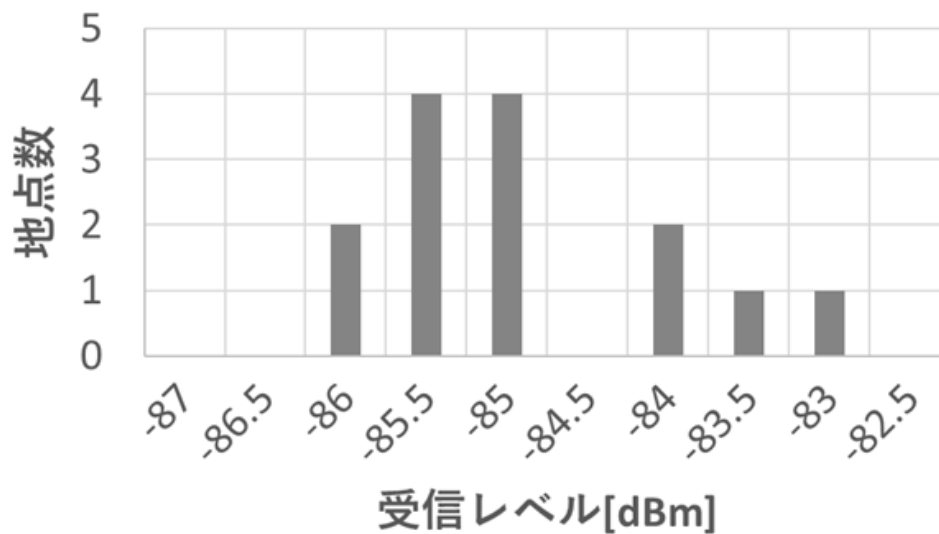


図 6-3 所要受信レベルの分布

6.1.2. 複数パラメータでの評価結果

測定結果の一覧を表 6-2 に示す。測定ポイント、及びその受信可否を図 6-4 に示す。また、送信所からの距離、電界強度、受信可否の関係を示したグラフを図 6-5 に示す。送信所からの距離、MER、受信可否の関係を示したグラフを図 6-6 に示す。所要 C/N が約 10dB であるパラメータ①はすべての地点で受信可能であった。所要 C/N が約 20dB であるパラメータ②、パラメータ②' は 60 dB μ V/m コンタ内においては全ての地点で受信可能であった。所要 C/N が約 30 dB であるパラメータ③は 60 dB μ V/m コンタ内において概ね受信可能であった。一方で 70 dB μ V/m のコンタ内において受信不可となる地点もあった。これは地形や建造物等により電界強度及び MER が低い地点であったためと考えられる。表 6-3 に受信可能地点における最小受信電力の平均値を示す。パラメータ①、②、③でおよそ 10 dB の差が生じており、室内実験における AWGN 環境での所要 C/N と同様の傾向が見られた。また、パラメータ②と②' はほぼ同等の最小受信電力となり、フレーム構成を単一サブフレームとした場合と、2 サブフレームとした場合で、同等の特性が得られることが確認できた。

表 6-2 測定結果一覧(複数パラメータによる固定受信測定)

所在地	距離 [km]	方角 [°]	東経	北緯	アンテナ直下のAMP	計算電界 (計算値) [dBμV/m]	電界強度 (実測値) [dBμV/m]	計算電界との差分 [dB]	MER [dB]	パラメータ①		パラメータ②		パラメータ②'		パラメータ③	
										受信可否	最小受信電力 [dBm]	受信可否	最小受信電力 [dBm]	受信可否	最小受信電力 [dBm]	受信可否	最小受信電力 [dBm]
東京都世田谷区砧1丁目10-11	11.96	77.9	35.38.10	139.36.57	なし	76.7	70.4	-6.28	36.4	○	-96.5	○	-85.48	○	-84.53	○	-75.48
東京都新宿区霞ヶ丘町1	3.28	131.4	35.40.42	139.43.05	なし	74.1	65.9	-8.17	30.8	○	-96.03	○	-84.9751	○	-84.79	○	-73.9751
東京都世田谷区松原6丁目9	8.21	91.2	35.39.37	139.39.16	なし	68.2	77.8	9.65	40.4	○	-96.19	○	-86.0583	○	-86.19	○	-75.0583
神奈川県川崎市中原区等々力2-2	11.77	49	35.35.21	139.38.49	なし	82.8	83.3	0.51	42.8	○	-96.64	○	-86.59	○	-86.73	○	-76.59
神奈川県横浜市都筑区二の丸14	22.08	50	35.31.52	139.33.30	あり	80.7	54.1	-26.57	29.2	○	-95.01	○	-85.38	○	-84.21	×	-
神奈川県座間市入谷東1丁目6	35.94	58.8	35.29.26	139.24.21	あり	68.3	58.4	-9.91	35.7	○	-96.1	○	-85.12	○	-85.22	○	-74.12
神奈川県横浜市瀬谷区南台2丁目4-65	32.01	46.6	35.27.38	139.29.18	あり	64.2	61.7	-2.46	38.8	○	-96.72	○	-85.77	○	-85.73	○	-75.77
東京都小金井市関野町2丁目9	21.64	106.6	35.42.51	139.30.58	あり	63.5	55.2	-8.29	32	○	-96.37	○	-85.3	○	-85.43	○	-71.3
東京都八王子市戸吹町1746-1	41.28	96.8	35.42.06	139.17.28	あり	62.4	49.2	-13.25	28.1	○	-95.33	○	-85.36	○	-85.77	×	-
神奈川県相模原市緑区下九沢2048	38.16	77.3	35.34.57	139.20.01	あり	56.7	44.2	-12.55	20.1	○	-95.23	×	-	×	-	×	-
神奈川県相模原市中央区横山6丁目7-22	36.16	72.6	35.33.40	139.21.50	あり	57.4	46.6	-10.85	26.3	○	-96.23	○	-84.96	○	-85.86	×	-
東京都町田市野津田町2035	28.02	74.7	35.35.31	139.26.47	あり	77.6	60.8	-16.82	38.4	○	-96.8	○	-85.73	○	-85.73	○	-75.73

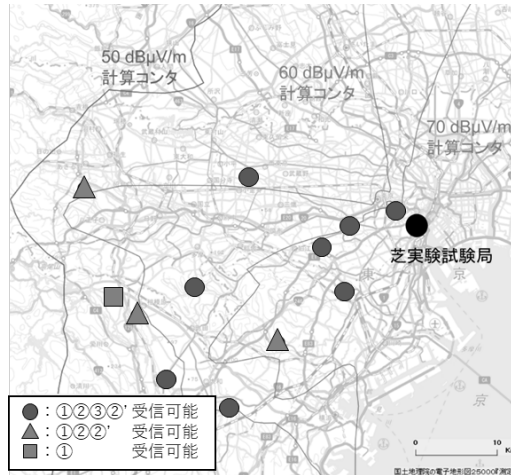


図 6-4 複数パラメータを用いた固定受信実験における受信可否の結果

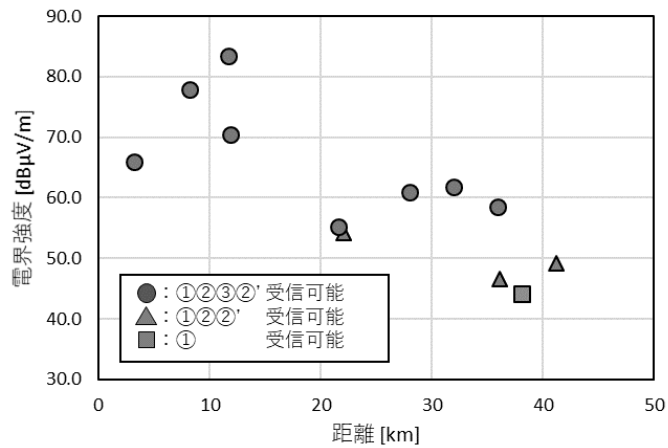


図 6-5 距離に対する電界強度

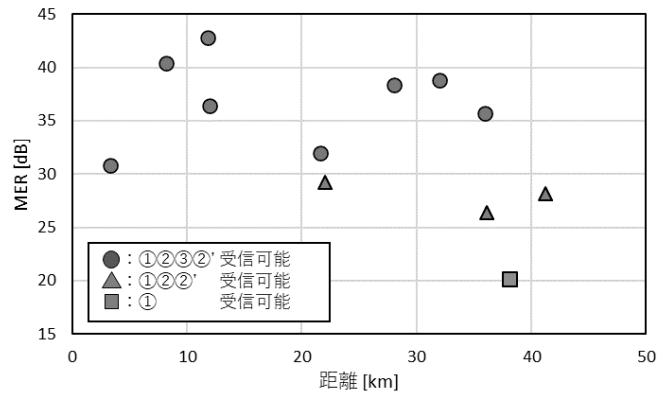


図 6-6 距離に対する MER

表 6-3 複数パラメータを用いた固定受信実験における所要受信電力平均値

	パラメータ①	パラメータ②	パラメータ③	パラメータ②'
所要受信電力 平均値 [dBm]	-96.10	-85.52	-74.88	-85.47

6.2. 移動受信環境での評価結果

測定ルート上における電界強度を図 6-7 に示す。電界強度と移動速度の分布をそれぞれ図 6-8、図 6-9 に示す。測定ルート上に受信の可否をプロットした結果を図 6-10 に示す。結果より固定受信エリアの目安となる計算電界強度が $60 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ のコンタ内では概ね受信可能であることが確認できる。電界強度に対する正受信率を図 6-11 に示す。正受信率 95 % を達成する電界強度は、 $51.6 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$ であった。

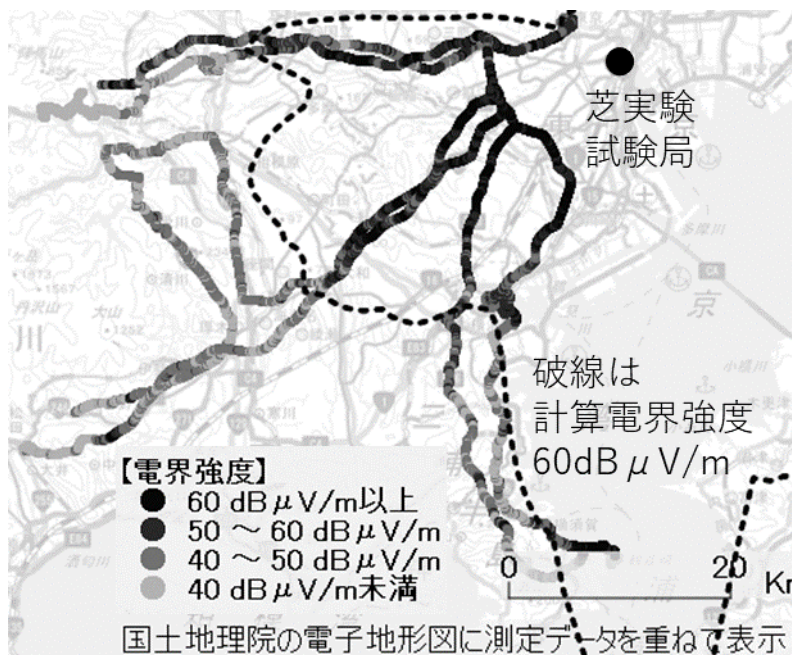


図 6-7 測定ルート上の電界強度

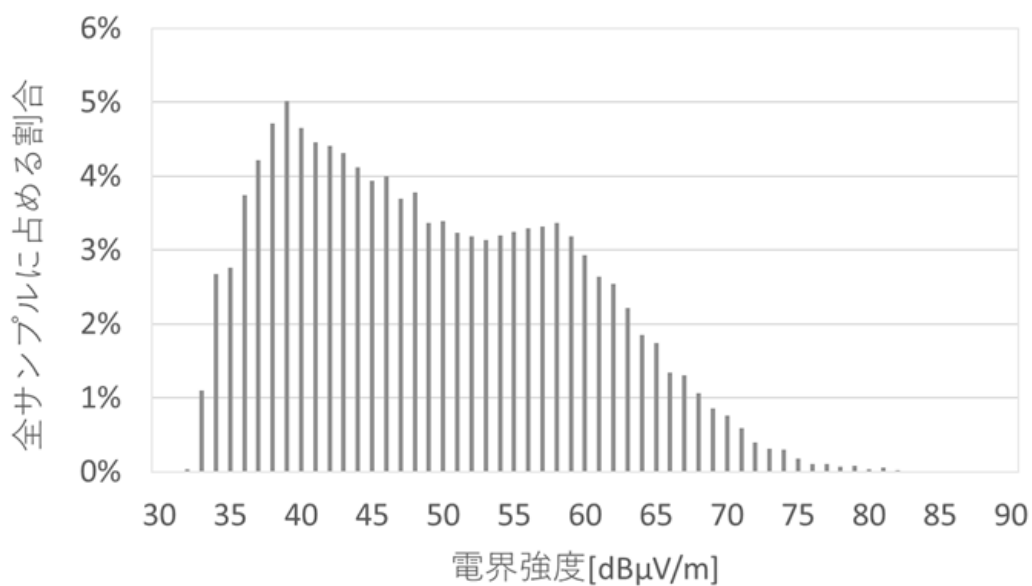


図 6-8 電界強度の分布

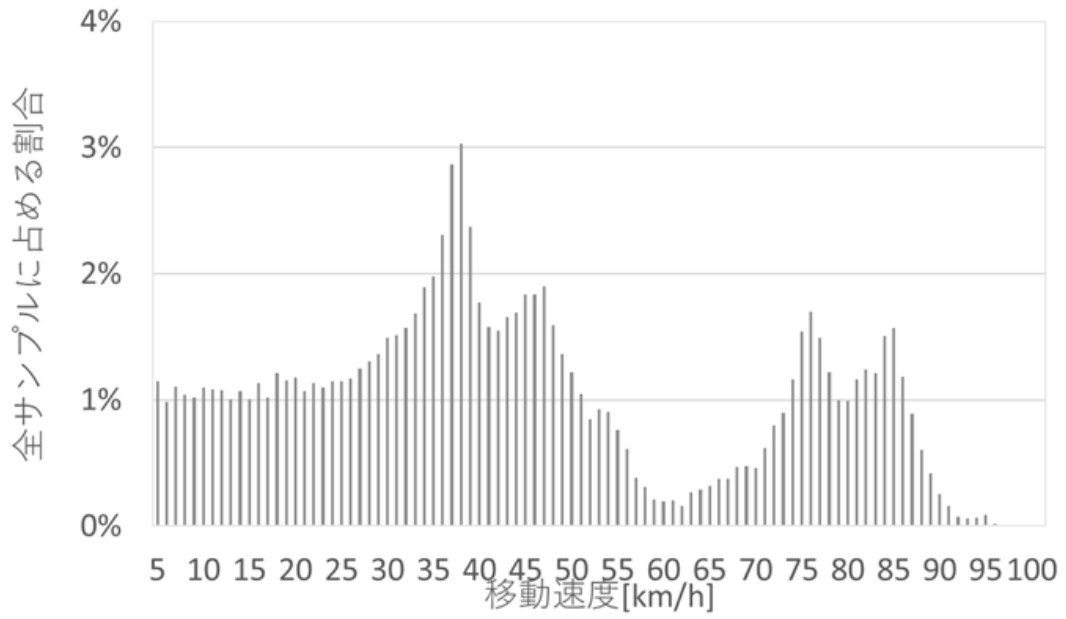


図 6-9 移動速度の分布

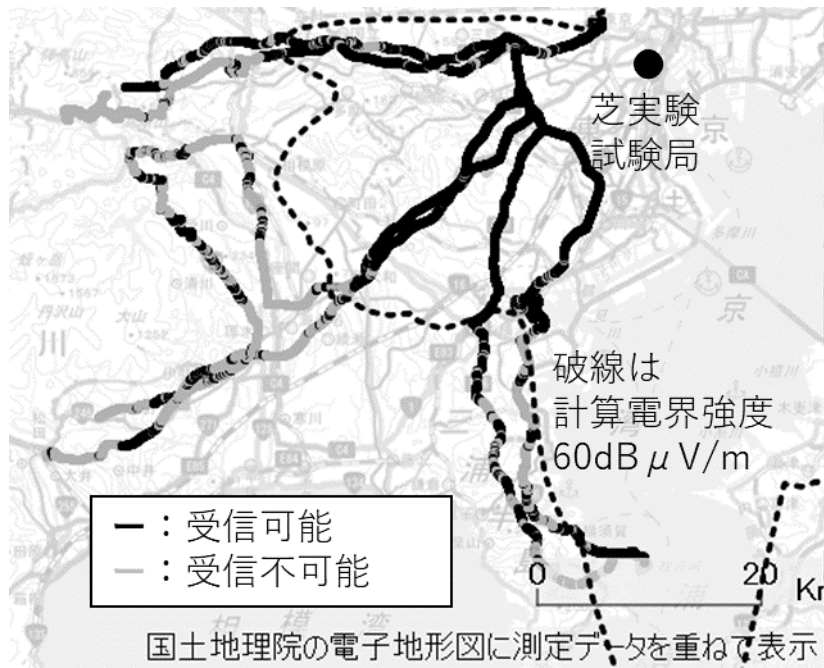


図 6-10 受信可否の結果

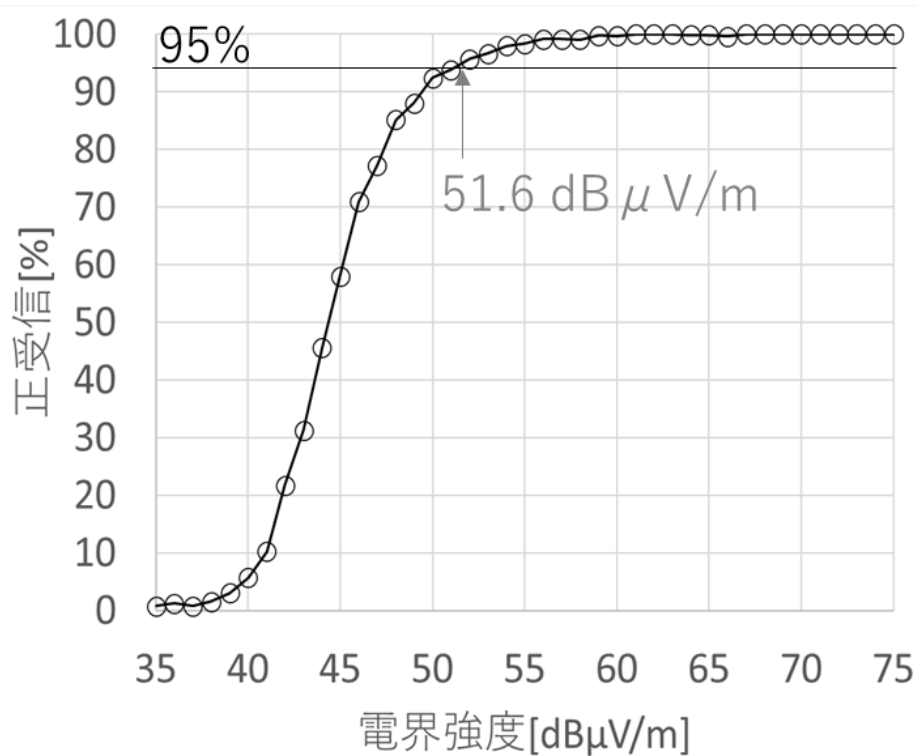


図 6-11 正受信率の評価

7. 実用化に向けた調査・分析結果の妥当性・実現性

野外実験で得られた結果を計算機シミュレーション・室内実験と比較した。固定受信環境での測定では図 6-3 に示したとおり、所要受信電力は $-86 \sim -83$ dBm で分布していた。この結果の検証のため、室内実験にて取得した受信電力に対する BER 特性を図 7-1 に示す。図では、AWGN 環境とマルチパス環境 ($D/U = 3$ dB) での結果を示している。結果より、AWGN 環境での所要受信電力は -86 dBm であり、マルチパスが加わることで、 2.3 dB 劣化することがわかる。野外実験ではマルチパスによる劣化の他に電界強度の時間変動なども含まれるため、図 6-3 の結果ではこの劣化範囲に収まらないポイントも点在するが、多くのポイントがこの範囲内に収まっており、概ね妥当な結果であることが確認できた。

移動受信環境での測定結果では、電界強度に対する正受信率を評価した結果(図 6-11)に示したとおり、正受信率 95 %を達成する電界強度は、 51.6 dBμV/m であった。この結果は、フレーム同期信号を含まない高度化方式にて、同じキャリア変調の多値数・LDPC 符号化率を用いた場合の結果(参考資料 4-6 超高耐性伝送 図 6-7 (a)の A1 階層の結果を参照)と同等であった。フレーム同期信号の有無により同期再生手法が異なるため同期の捕捉や追従の性能も異なるが、同等の結果が得られたことから拡張性を持たせたフレーム構造による移動受信サービスの実現性が確認できた。

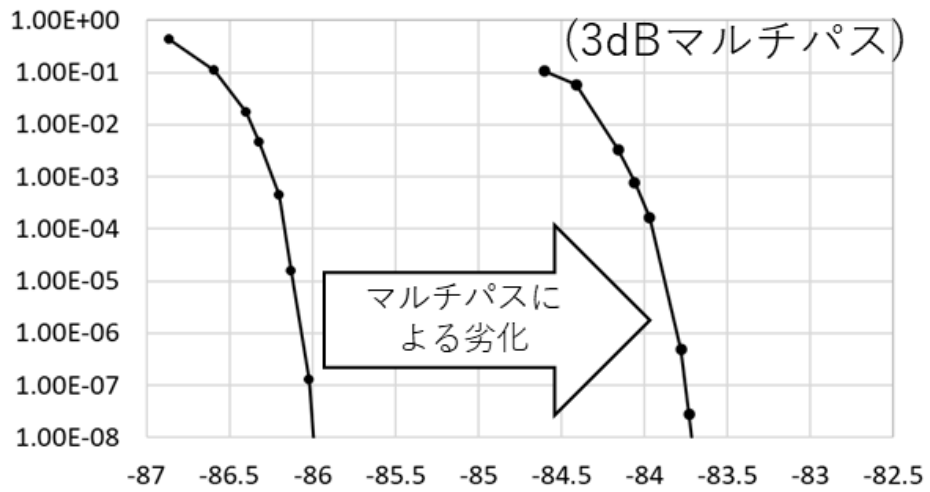


図 7-1 マルチパスによる劣化量の調査 (室内実験)

参考資料 4-4 フレーム同期信号の有無による伝送特性の評価

1. 概要

フレーム同期信号の有無による伝送特性の違いを室内実験により評価した。ここでは、固定受信環境と移動受信環境の伝送路を想定した伝送特性と高度化方式の信号が現行地上デジタルテレビジョン放送から受ける被干渉の影響について評価した。

2. 伝送特性評価

固定受信環境と移動受信環境の伝送特性を室内実験により評価した。固定受信の伝搬モデルには、AWGN 環境とマルチパス環境 (D/U=3dB, 10dB 遅延時間=63.3 μ s) を、移動受信の伝搬モデルには、TU6 (Typical Urban 6-path Rayleigh fading channel model) を用いた。A 階層は移動受信用、B 階層は固定受信用の信号を想定している。所要 C/N は外符号である BCH 符号復号後の BER がエラーフリーとなる最小の C/N とした。

2.1. 固定受信環境での評価

固定受信環境での伝送特性を室内実験により評価した。フレーム同期信号のない場合の評価に用いた伝送パラメータを表 2-1 に示す。フレーム同期信号がある場合は、表 2-1 に示した伝送パラメータで単一のサブフレームを構成し、フレーム内に格納した。B 階層における C/N に対する AWGN 環境での BER 特性を図 2-1 に示す。またマルチパス環境での BER 特性を図 2-2 に示す。フレーム同期信号がないフレーム構成では、ISDB-T と同様に特定のサブキャリアを TMCC として割り当て、伝送制御情報を伝送している。さらに TMCC の伝送特性を担保するためにブースト比を 1.99 としている。そのため、フレーム同期信号がない場合は、TMCC のサブキャリア電力をブーストした分だけ、データキャリアの電力が減衰する。フレーム同期信号の有無による搬送波電力に対するデータキャリアの相対電力の違いを、評価条件の伝送パラメータにおけるパイロットやデータキャリアの数、ブースト比から求めると、0.15 dB である。フレーム同期信号がない場合の伝送特性は、ある場合に比べて約 0.1 ~ 0.2 dB の劣化が生じているのはこのためであると考えられる。したがって、固定受信環境ではフレーム同期信号の有無により伝送特性に軽微な差があるが、その要因は TMCC のサブキャリア電力のブーストによるものであり、ブーストしなければフレーム同期信号の有無による伝送特性の差はないと考えられる。

表 2-1 伝送パラメータ (固定受信環境)

項目	A 階層		B 階層		
	FFT サイズ	16k			
有効シンボル長 [μ s]	2592				
ガードインターバル長 [μ s] (ガードインターバル比)	126.56 (800/16384)				
シンボル数	112				
セグメント数	4	31			
キャリア変調方式	16QAM NUC	64QAM NUC	256QAM NUC	1024QAM NUC	1024QAM NUC

LDPC 符号化率	7/16	12/16	12/16	9/16	10/16
時間インターリーブ	I=2	I=1			
SP 配置 (周波数方向の間隔、 時間方向の間隔)	(6, 4)	(6, 4)			

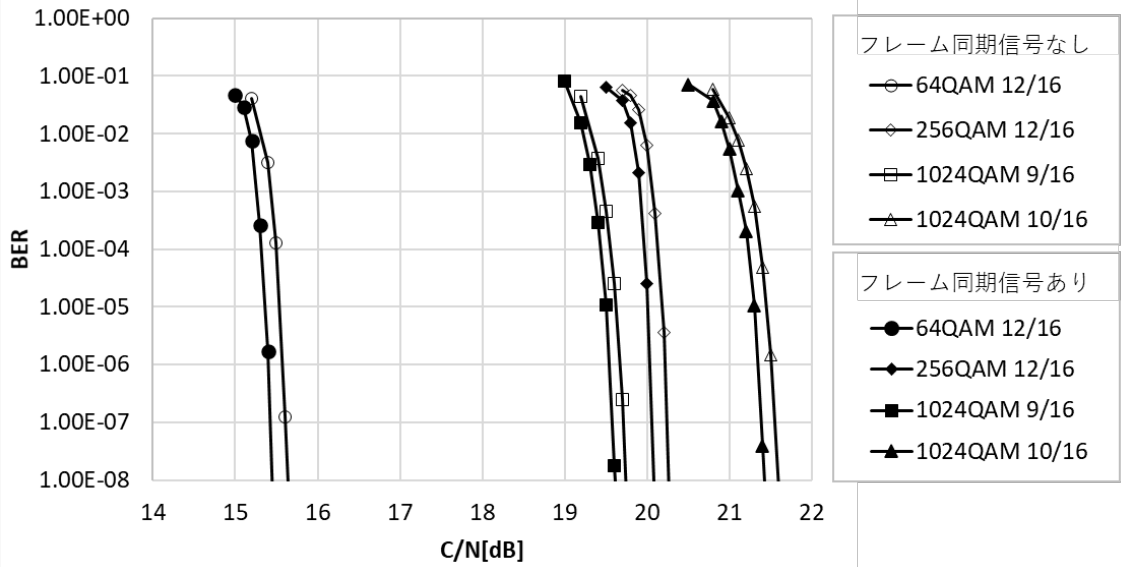
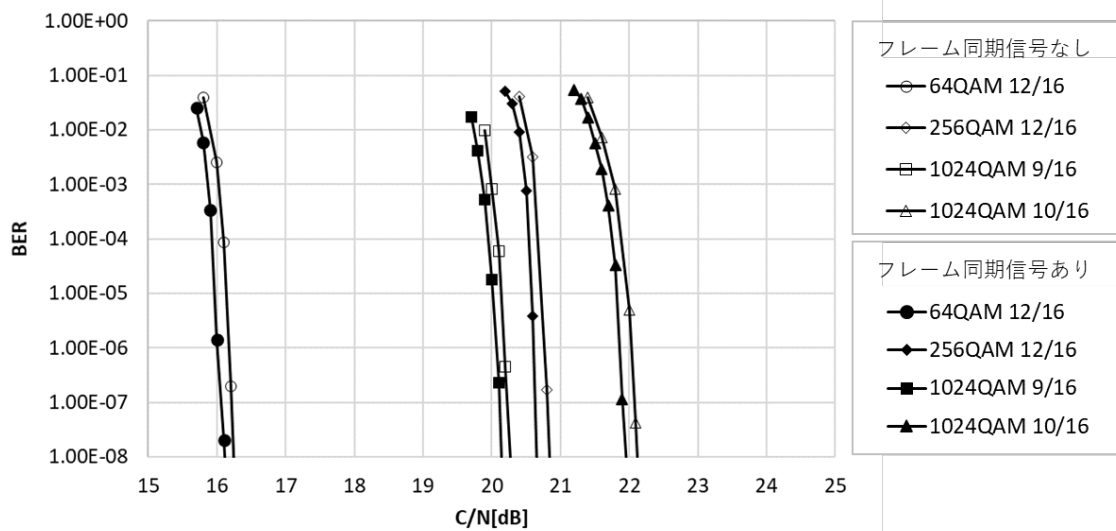
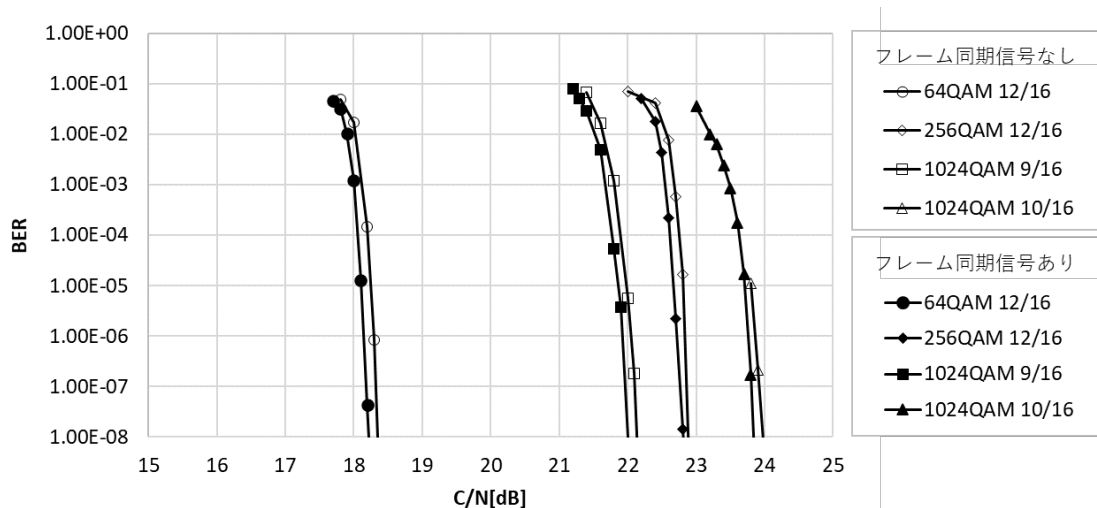


図 2-1 室内実験における C/N に対する BER 特性 (AWGN 環境)



(a) D/U=10 dB



(b) D/U=3 dB

図 2-2 室内実験における C/N に対する BER 特性 (マルチパス環境)

2.2. 移動受信環境での評価

移動受信環境での伝送特性を室内実験により評価した。フレーム同期信号のない場合の評価に用いた伝送パラメータを表 2-2 に示す。フレーム同期信号がある場合は、表 2-2 に示した伝送パラメータで単一のサブフレームを構成しフレーム内に格納した。移動受信環境での A 階層における移動速度に対する所要 C/N の特性を図 2-3 に示す。図中の移動速度は、中心周波数 600MHz で最大ドップラー周波数を速度に換算した値である。2つの伝送特性には約 0.2 ~ 0.4 dB の差が生じたが、その差の要因は TMCC キャリアのブースト比や測定精度の影響によるものと考えられる。したがって、フレーム同期信号の有無によって同期再生手法が異なるものの、移動受信環境においても伝送特性の差はないと考えられる。

表 2-2 伝送パラメータ (移動受信環境)

項目	A階層	B階層
FFT サイズ	16k	
有効シンボル長 [μs]	2592	
ガードインターバル長 [μs] (ガードインターバル比)	126.56 (800/16384)	
部分受信フラグ	オフ	
シンボル数	112	
セグメント数	4	31
キャリア変調方式	16QAM NUC	1024QAM NUC
LDPC 符号化率	7/16	9/16
時間インターリーブ	I=2	I=1
SP 配置 (周波数方向の間隔、 時間方向の間隔)	(6, 2)	(6, 2)

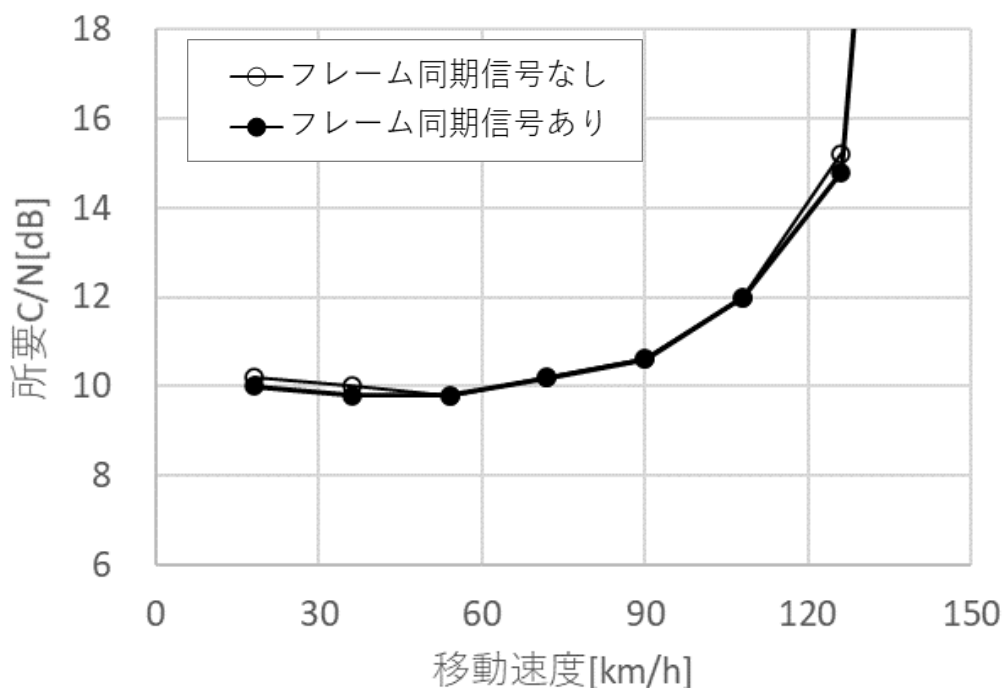


図 2-3 室内実験における移動速度に対する所要 C/N 特性 (移動受信環境)

3. 被干渉特性評価

3.1. 測定内容及び手法

現行地上デジタルテレビジョン放送から高度化方式への被干渉の影響を調査するために、同一チャンネル干渉、隣接チャンネル干渉の試験を実施した。測定系統図と試験パラメータを図 3-1 と表 3-1 に示す。図 3-1 に示す測定系統における BPF への入力レベルを受信入力レベルとする。希望波の電力を一定とし、干渉波の電力を変化させてときに内符号復号後の BER が 1.0×10^{-7} 以下となる電力の値 (以下、許容電力と呼ぶ) を測定し、希望波と干渉波の電力比である所要 D/U を求めた。伝送パラメータは現行地上デジタルテレビジョン放送と同等の伝送耐性のものに加え、所要 C/N が高くなるものと低くなるものを加えた 3 種類とした。本試験は UHF 27~29ch を用いて実施した。周波数オフセット値は、現行地上デジタルテレビジョン放送が 1/7 MHz、高度化方式が 1/18 MHz を想定した。本調査での周波数配置を図 3-2 に示す。

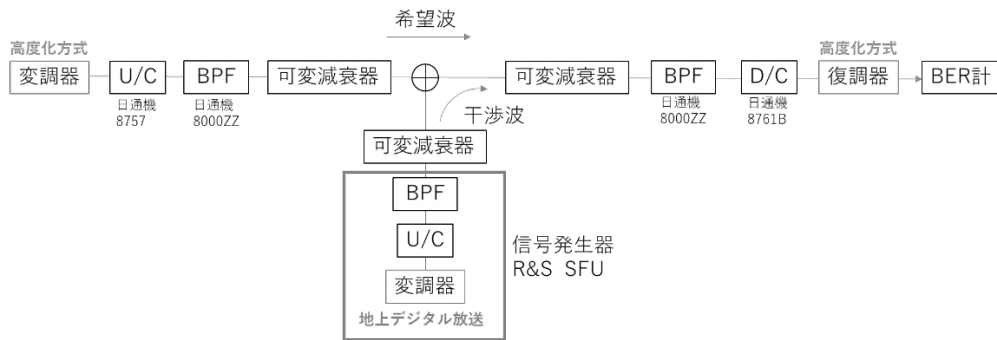


図 3-1 測定系統図

表 3-1 試験パラメータ

項目	高度化方式	
受信入力レベル	-65 dBm	
干渉保護基準	内符号復号後の BER 1E-7	
パラメータ 1 (弱)	16kFFT 800/16384	1024QAM-NUC R=12/16 I=1 SP(6, 4)
パラメータ 2 (中)	16kFFT 800/16384	256QAM-NUC R=12/16 I=1 SP(6, 4)
パラメータ 3 (強)	16kFFT 800/16384	1024QAM-NUC R=9/16 I=1 SP(6, 4)

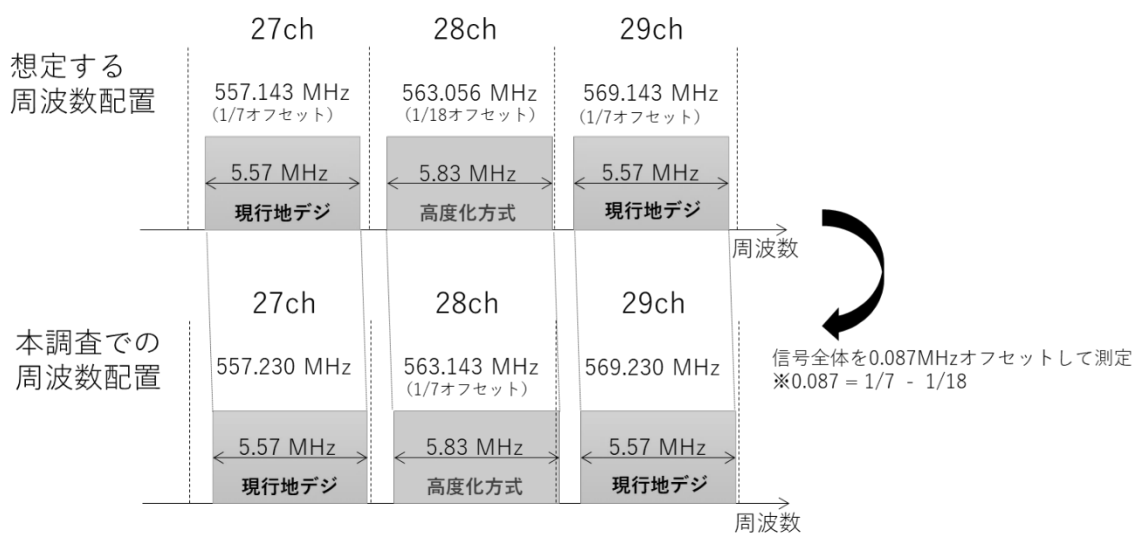


図 3-2 周波数配置

3.2. 測定結果

被干渉試験の結果を表 3-2 に示す。フレーム同期信号の有無で所要 D/U が変わらないことが確認できる。また、全ての試験パラメータで現行地上デジタルテレビジョン放送の混信保護基準を満足した。

(現行地上デジタルテレビジョン放送の混信保護比 (D/U) 同一 ch : 28dB 上隣接 ch : -29dB 下隣接 ch : -26dB)

表 3-2 被干渉試験結果

No.	項目	試験 パラ メータ	キャリア変調方式 と符号化率	受信 入力 (dBm)	フレーム同期信号(有)		フレーム同期信号(無)	
					所要 D/U (dB)	許容電力 (dBm)	所要 D/U (dB)	許容電力 (dBm)
1	同一 チャン ネル	1(弱)	1024QAM 12/16	-65	26	-91	26	-91
2		2(中)	256QAM 12/16	-65	21	-86	21	-86
3		3(強)	1024QAM 9/16	-65	20	-85	20	-85
4	上隣接 チャン ネル	1(弱)	1024QAM 12/16	-65	-36	-29	-36	-29
5		2(中)	256QAM 12/16	-65	-41	-21	-41	-21
6		3(強)	1024QAM 9/16	-65	-41	-21	-41	-21
7	下隣接 チャン ネル	1(弱)	1024QAM 12/16	-65	-36	-29	-36	-29
8		2(中)	256QAM 12/16	-65	-41	-21	-41	-21
9		3(強)	1024QAM 9/16	-65	-41	-21	-41	-21

4. まとめ

以上の実験結果から、フレーム同期信号の有無により伝送特性と被干渉特性に大きな差は生じず、同等の特性が得られることを確認した。

参考資料 4-5 受信エリア検証（野外実験）

1. 概要

大阪地区の実験試験局を用いて、固定受信環境における伝送特性を評価した。

図 1-1 に生駒実験試験局と送信アンテナの外観を示し、送信諸元を表 1-1 に示す。固定受信環境の試験の受信系統図を図 1-2 に、使用機器の詳細を表 1-2 に示す。また、測定点は実験試験局の 60 dB μ V/m コンタ内を約 5 km のメッシュで区切り、1 メッシュ当たり 1 地点以上をランダムに選定した。図 1-3 に選定した測定点（101 地点）と 60 dB μ V/m コンタを示す。測定を行った 101 地点の詳細を表 1-3 測定点の詳細に示す。各測定点では、遅延プロファイル、周波数特性等の伝送路特性を取得し、受信コンスタレーション、ビット誤り率、所要受信電力を測定した。なお、図 1-2 において、フィルタ後段に挿入した可変減衰器によって、受信電力の調整を行い、疑似エラーフリー（ 1.0×10^{-12} を下回るビット誤り率）を満たす評価基準として、LDPC 符号の復号後のビット誤り率が 1.0×10^{-7} を下回る最小の受信電力を「所要受信電力」と定義した。

なお、本実験はフレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案に基づく実験装置を用いて実施した。参考資料 4-4 によるとフレーム同期信号の有無によって伝送特性に大きな差異は見られないことから、フレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案を用いた実験結果を最終結果として適用することが可能である。

表 1-1 生駒実験試験局の送信諸元

送信場所	生駒山中腹（東大阪市）
チャンネル（中心周波数）	UHF 19 ch (509.143 MHz)
偏波面	水平／垂直
送信機出力	1 kW
送信海拔高	570 m

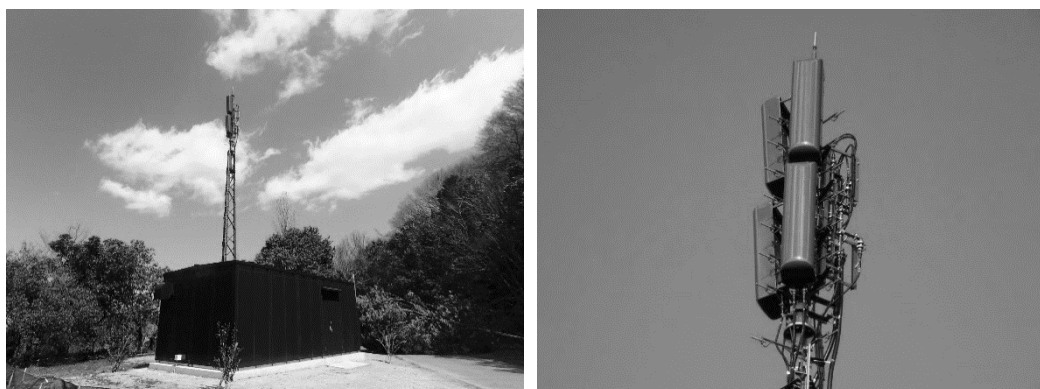


図 1-1 生駒実験試験局の全景と送信アンテナ外観

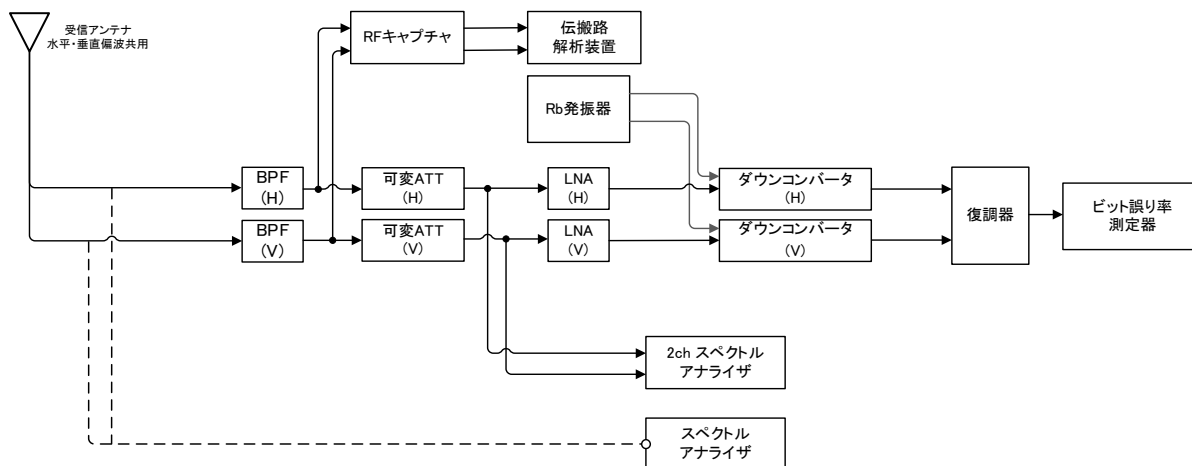


図 1-2 固定受信環境の受信系統図

表 1-2 使用機器一覧

使用機器名	製造業者	型名
受信アンテナ	日本アンテナ	K507
帯域通過フィルタ (BPF)	日本通信機	8000ZZ
可変アッテネータ (ATT)	多摩川電子	TPA-401B
高周波低雑音増幅器 (LNA)	SONOMA	310
ダウンコンバータ	日本通信機	8761B
復調器	ソシオネクスト	FEBX-F01AT (試作器)
ビット誤り率測定器	営電	7709B
2ch スペクトラムアナライザ	ADVANTEST	U3741
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS2840A
ルビジウム	Stanford Research Systems	FS725
RF キャプチャ	営電	4422A
伝搬路解析装置	日本通信機	6950 (試作器)

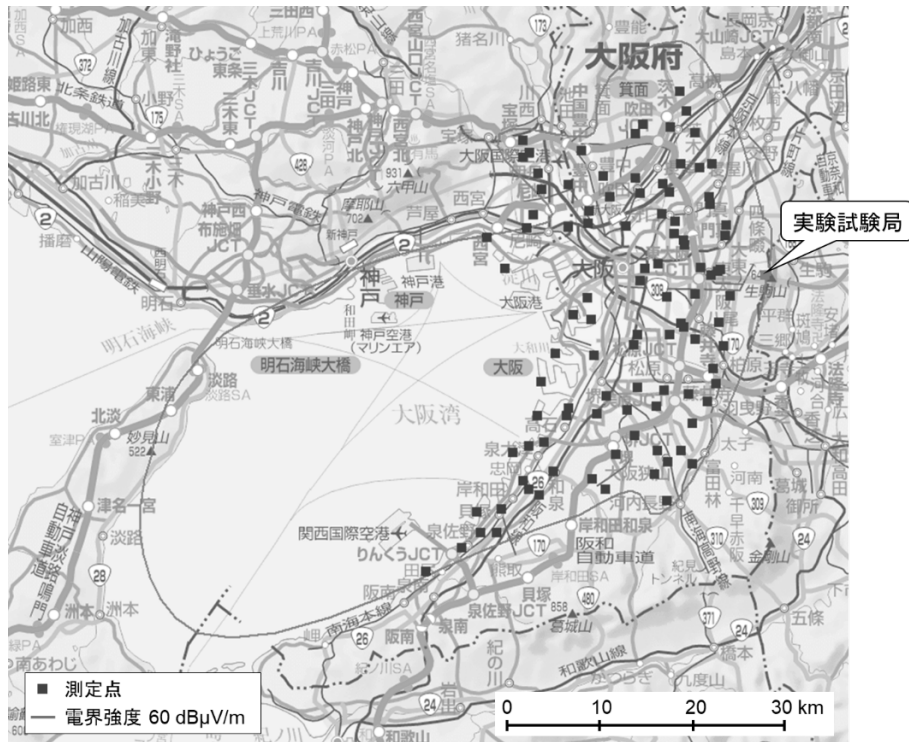


図 1-3 受信エリア検証における測定点(電子地形図(国土地理院)引用)

表 1-3 測定点の詳細

	測定地区	伝送距離 (km)	計算電界強度 (dB μ V/m)	地形による 遮蔽	建物による 遮蔽
1	大阪府茨木市彩都やまぶき1丁目	24.2	65.0	無	有
2	高槻市塚原1丁目	21.8	72.0	無	無
3	大阪府茨木市三島丘2丁目	19.5	67.2	無	無
4	兵庫県伊丹市荻野7丁目	29.9	59.8	有	有
5	兵庫県伊丹市瑞ヶ丘4丁目	28.6	64.3	無	無
6	大阪府豊中市刀根山元町2丁目	23.9	66.7	無	無
7	大阪府吹田市千里万博公園1丁目	20.7	69.5	無	無
8	大阪府茨木市北春日丘4丁目	20.9	65.4	無	無
9	大阪府茨木市春日3丁目	18.9	65.7	無	無
10	大阪府茨木市学園南町9丁目	17.1	68.3	無	無
11	兵庫県伊丹市鈴原町3丁目	26.8	58.0	無	無
12	兵庫県伊丹市中野東3丁目	29.1	64.8	無	無
13	兵庫県尼崎市田熊1丁目	23.3	62.7	無	無
14	大阪府豊中市服部緑地1丁目	20.4	66.7	無	無
15	大阪府吹田市朝日ヶ丘町6丁目	17.4	70.1	無	有
16	大阪府茨木市宮島2丁目	15.0	72.6	無	無
17	大阪府摂津市別府2丁目	14.8	60.5	無	無
18	大阪府摂津市鳥飼上	13.6	77.0	無	無
19	大阪府寝屋川市太間町18	13.3	74.4	無	無
20	兵庫県尼崎市塚口町4丁目	25.8	57.4	無	無
21	大阪府大阪市吹田市芳野町16丁目	18.7	66.8	無	無
22	大阪府吹田市南高浜町7丁目	16.1	65.8	無	無
23	大阪府摂津市一津屋	13.6	70.3	無	無
24	大阪府寝屋川市中神田町6丁目	10.4	72.0	無	無
25	大阪府門真市上島町22丁目	9.6	73.0	無	無
26	兵庫県尼崎市七松町2丁目	25.8	58.2	無	有
27	兵庫県尼崎市琴浦町77	26.2	56.4	無	無
28	兵庫県尼崎市常光寺4丁目	21.8	63.4	無	無
29	大阪府大阪市淀川区三津屋中2丁目	19.8	60.0	無	有
30	大阪府大阪市東淀川区柴島2丁目	15.9	74.9	無	無
31	大阪市旭区太子橋2丁目	13.0	69.0	無	無
32	大阪府守口市松下町1丁目	5.9	69.9	無	無
33	大阪府大阪市鶴見緑地公園1丁目	9.6	81.1	無	無
34	大阪府大阪市鶴見区緑3丁目	10.8	81.2	無	無

35	大阪府大阪市鶴見区緑3丁目	10.8	80.5	無	無
36	大阪府大東市深野北4丁目	6.8	86.5	無	有
37	大阪府大東市深野1丁目	6.0	83.1	無	無
38	兵庫県西宮市甲子園浜1丁目	30.3	65.8	無	無
39	兵庫県尼崎市平左衛門町66	28.0	68.8	無	無
40	大阪府大阪市中央区 大阪城3	13.0	73.8	無	有
41	大阪府大阪市鶴見区浜1丁目	9.3	78.5	無	無
42	大阪府東中浜4丁目	11.5	73.1	無	無
43	大阪府東大阪市本庄西1丁目	7.0	84.6	無	無
44	大阪府大阪市中新開1丁目	5.1	92.6	無	無
45	大阪府東大阪市中新開2丁目	4.9	88.8	無	無
46	大阪府大阪市大正区泉尾7丁目	19.3	66.7	無	無
47	大阪府大阪市天王寺区餌差町6丁目	13.5	82.1	無	無
48	大阪府大阪市生野区小路東4丁目	10.9	76.6	無	無
49	大阪府東大阪市中小坂4丁目	7.9	87.8	無	無
50	大阪府東大阪市菱江	5.9	88.4	無	無
51	大阪府大阪市若草町	4.4	97.7	無	無
52	大阪府大阪市大正区鶴町2丁目	21.2	71.8	無	無
53	大阪府大阪市大正区南恩加島4丁目	19.4	73.3	無	無
54	大阪市東住吉区南田辺3丁目	15.2	71.8	無	無
55	大阪府八尾市西久宝寺136	10.4	86.0	無	無
56	大阪府八尾市西久宝寺	10.4	86.6	無	無
57	大阪市八尾市山本町3丁目	7.1	87.0	無	無
58	大阪府堺市堺区匠町159	24.2	73.8	無	無
59	大阪府堺市堺区松屋町1丁目	7.9	72.4	無	無
60	大阪市住吉区长居東2丁目	16.1	78.4	無	無
61	大阪府八尾市竹濑西4丁目	12.1	76.5	無	無
62	大阪市八尾市植松7丁目	10.3	78.1	無	無
63	大阪府八尾市曙川東1丁目	8.8	74.5	無	有
64	大阪府堺市西区築港新町	26.8	72.4	無	無
65	大阪府堺市堺区百舌鳥夕雲町2丁目	21.6	67.1	無	無
66	大阪府堺市北区南花田町	18.3	74.5	無	無
67	大阪府松原市市岡2丁目	16.6	76.6	無	無
68	大阪府羽曳野市伊賀5丁目	15.3	76.7	無	無
69	大阪府藤井寺市国府1丁目	12.8	69.5	無	無
70	大阪府大阪市高砂市高砂3丁目	28.9	66.8	無	無
71	大阪府堺市西区浜寺公園町3丁目	26.2	66.5	無	無

72	大阪府堺市西区浜寺公園町1丁目	25.6	63.5	無	無
73	大阪府堺市西区神野町2丁目	23.5	66.1	無	無
74	大阪府堺市東区白鷺町1丁目	20.8	71.2	無	無
75	大阪府堺市美原区小寺12	18.4	75.0	無	無
76	大阪府羽曳野市埴生野975	17.8	77.4	無	無
77	大阪府泉大津市なぎさ町8丁目	31.5	70.1	無	無
78	大阪府泉北郡忠岡町新浜3丁目	33.3	68.6	無	無
79	大阪府泉大津助松町4丁目	29.9	66.2	無	無
80	大阪府堺市南区宮山台2丁目	25.2	73.2	無	有
81	大阪府大阪狭山市岩室	22.1	75.0	無	無
82	大阪府富田林市藤沢台1丁目	21.0	70.6	無	無
83	大阪府岸和田市春木若松町	34.2	57.0	無	無
84	大阪府和泉市府中町3丁目	31.1	59.4	無	無
85	大阪府岸和田市西之内町44	34.4	61.1	無	無
86	大阪府堺市南区新檜尾台4丁目	28.8	72.2	無	無
87	大阪府狭山市大野台2丁目	24.6	66.5	無	無
88	大阪府大阪狭山市金剛1丁目	22.7	60.9	無	無
89	大阪府富田林市甲田4丁目	21.8	61.2	無	無
90	大阪府貝塚市二色南町	40.2	66.1	無	無
91	大阪府貝塚市堀2丁目	38.0	58.8	無	無
92	大阪府岸和田市小松里町990	34.0	69.3	無	無
93	大阪府堺市南区和山台2丁目	28.8	72.0	無	無
94	大阪府河内長野市小山田町681	26.5	67.7	無	無
95	大阪府泉佐野市鶴原2006	41.4	61.6	無	無
96	大阪府泉佐野市栄町2丁目	44.0	59.5	無	無
97	大阪府貝塚市堤6丁目	40.2	60.5	無	無
98	大阪府泉南市りんくう南浜	48.6	62.5	無	無
99	大阪府藤井寺市川北2丁目	11.5	76.4	無	無
100	大阪府羽曳野市白鳥2丁目	15.0	67.7	無	無
101	大阪府豊中市千成町3丁目	20.2	64.1	無	無

また、各測定点にて電界強度の測定を行い、送信点である生駒実験試験局からの距離と測定した水平偏波の電界強度の関係を図 1-4 に示した。計算により自由空間電界強度を求め、測定結果と併せて示した。図 1-4 より、伝搬距離と電界強度は概ね相関していることが分かる。計算値との差が最小となった地点である大阪府東大阪市本庄西1丁目 (No. 43) と計算値との差が最大となった地点である大阪府富田林市甲田4丁目 (No. 89) における受信信号の特性をそれぞれ図 1-5 及び図 1-6 に示す。図 1-5 と比較すると図 1-6 の遅延プロファイルにはマルチパス波が多く含ま

れており、伝搬路の周波数特性においても、リップルがあることが確認できる。このように、多様な伝搬環境が含まれる 101 地点において受信特性の評価を行った。

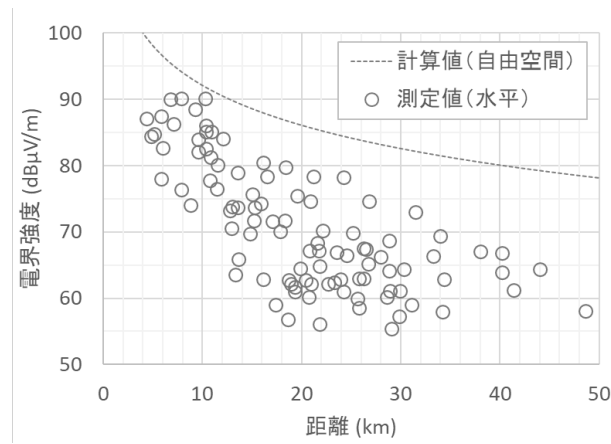
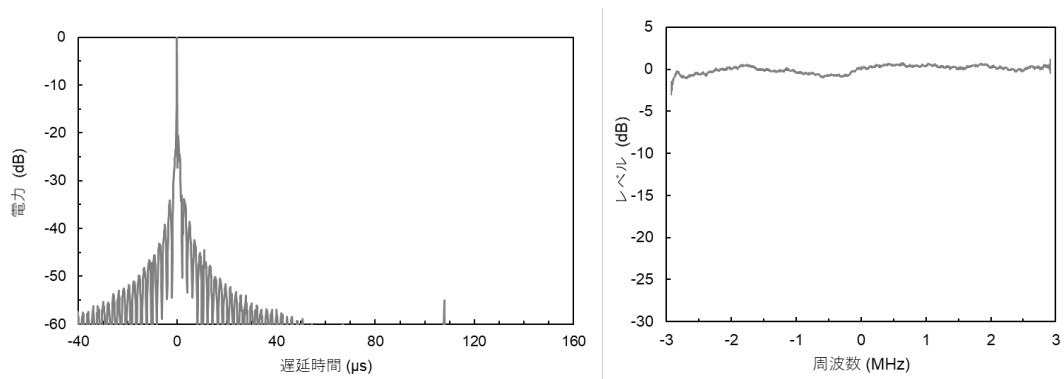


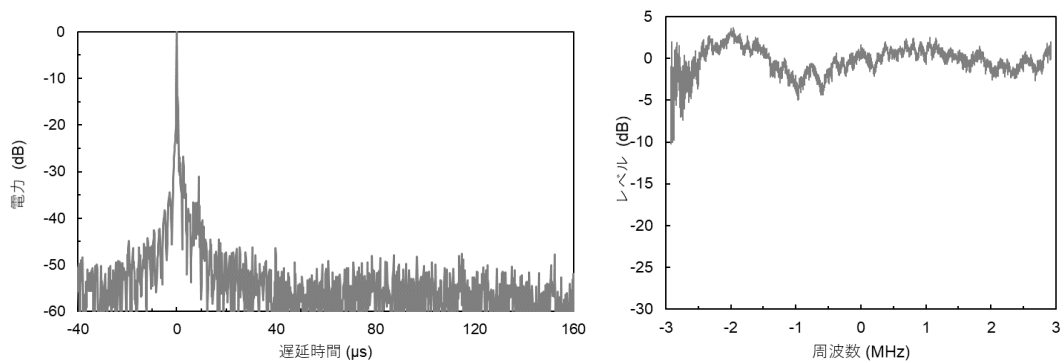
図 1-4 測定点の電界強度の測定結果 (水平偏波)



(a) 遅延プロファイル

(b) 伝搬路の周波数特性

図 1-5 計算値との差が最小となった地点 (No. 43) の受信信号



(a) 遅延プロファイル

(b) 伝搬路の周波数特性

図 1-6 計算値との差が最大となった地点 (No. 89) の受信信号

2. 伝送パラメータの検討

2.1. FFT サイズ

101 地点で取得した水平偏波の受信特性において、FFT サイズの違いによる比較を行った。表 2-1 において、FFT サイズの異なるパラメータである p1 と p2 における所要受信電力を比較し、各パラメータにおける所要受信電力の最小値、中央値、最大値を図 2-1 に示した。また、累積確率が 90% を超える測定値も併せて図 2-1 に示し、101 地点における所要受信電力の累積確率を図 2-2 に示した。図 2-1 及び図 2-2 より、所要受信電力は概ね一致しており、中央値で比較すると p1 が -83.6 dBm、p2 が -83.5 dBm となり、表 2-2 に示す AWGN 環境における所要 C/N の差と一致することを確認した。また、室内実験（有線接続における RF 折り返しでの測定）で測定した所要受信電力と野外実験で測定した所要受信電力の差を所要受信電力増加量として規定し、p1 と p2 の所要受信電力増加量の累積確率を図 2-3 に示した。図 2-3 より、p1 と p2 の増加量は概ね変わらないことを確認した。累積確率 50% で、p1 は増加量が約 0.7 dB、p2 は約 0.8 dB となり、共に 1 dB を下回った。

表 2-1 伝送パラメータ

パラメータ	p1	p3	p4	p2
調査項目	複数の所要 C/N			FFT サイズ
B 階層の所要 C/N	20 dB	16 dB	22 dB	20 dB
システム	SISO			
階層数	2			
信号帯域幅 (A 階層 : B 階層)	5.83 MHz (0.66 MHz : 5.17 MHz)			
セグメント数 (A 階層 : B 階層)	35 (4 : 31)			
有効シンボル長 [μ s]	2592			5184
GI 長 [μ s] (GI 比)	126 (800/16384)			126 (800/32768)
B 階層のキャリア変調方式	1024 QAM	64 QAM	1024 QAM	1024 QAM
B 階層の LDPC 符号化率	9/16	12/16	10/16	9/16
時間インターリーブ I	I=1			
FFT サイズ	16k-FFT			32k-FFT
SP 配置 (Dx, Dy)	(6, 4)			(12, 2)

Dx はキャリア方向の間隔、Dy はシンボル方向の間隔

表 2-2 AWGN 環境における所要 C/N (計算機シミュレーション)

パラメータ	p1	p2	p3	p4
所要 C/N [dB]	20.0	20.1	16.1	21.8

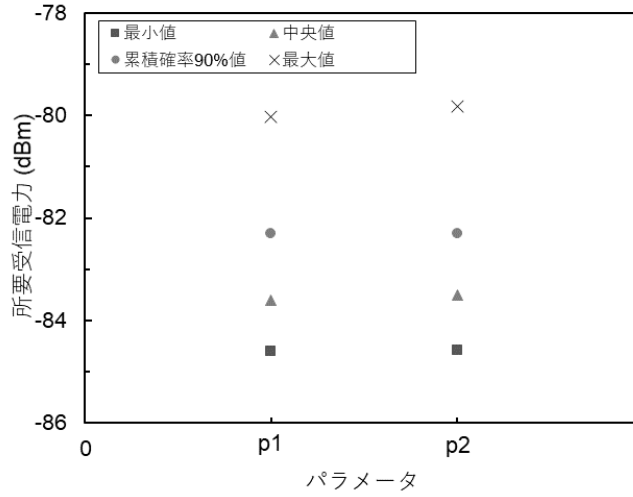


図 2-1 所要受信電力の比較

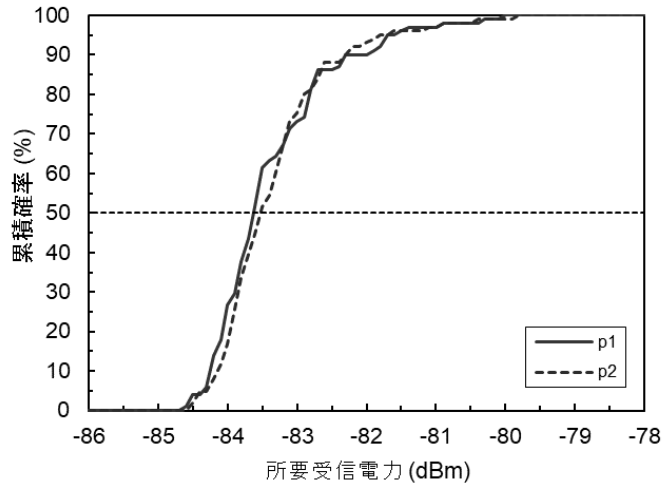


図 2-2 所要受信電力の累積確率

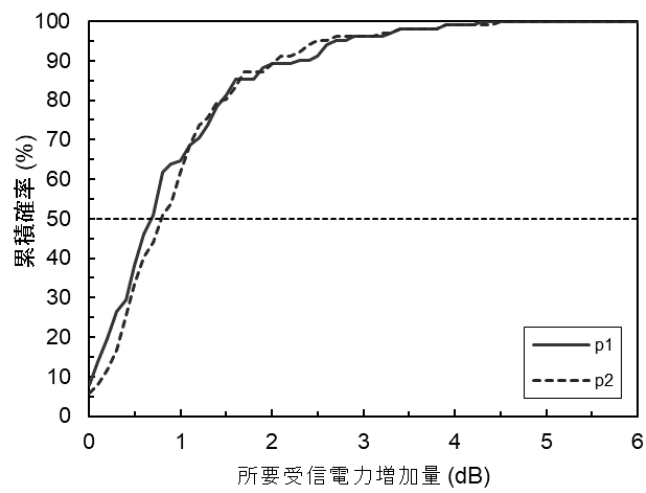


図 2-3 所要受信電力増加量の累積確率

2.2. 所要 C/N

101 地点で取得した水平偏波の受信特性において表 2-1 に示した複数の所要 C/N (20 dB ,16 dB , 22 dB) を想定したパラメータである p1、p3、p4 による所要受信電力の比較を行った。各パラメータにおける所要受信電力の最小値、中央値、累積確率 90%を超える値、最大値を図 2-4 に示す。また、101 地点における所要受信電力の累積確率を図 2-5 に示した。各パラメータにおいて所要受信電力の中央値で比較すると、p1 が-83.6 dBm、p3 が-87.7 dBm、p4 が-82.0 dBm となり、p1 に対して p3 が-4.1 dB、p4 が+1.6 dB となった。表 2-2 に示す AWGN 環境における所要 C/N は p1 に対して p3 が-3.9 dB、p4 が+1.8 dB であるため、野外環境においても概ねその差は一致していることを確認した。また、各パラメータの所要受信電力増加量の累積確率を図 2-6 に示す。図 2-6 より、パラメータによって増加量は大きく変わらず、累積確率 50%で、p1 は増加量が約 0.7 dB、p3 は約 0.8 dB、p4 は約 0.7 dB となり、全て 1 dB を下回った。

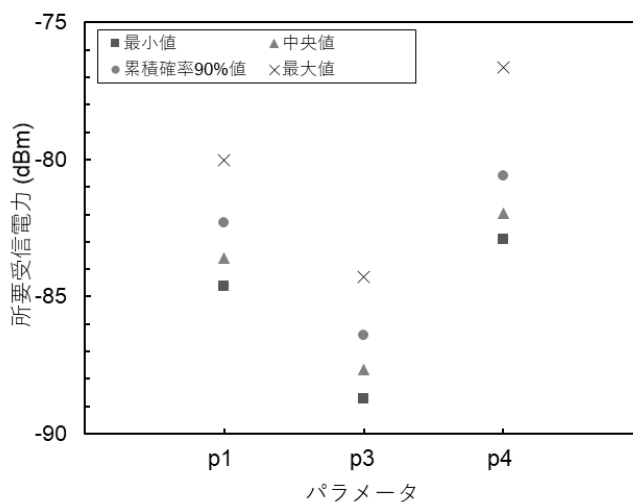


図 2-4 所要受信電力の比較

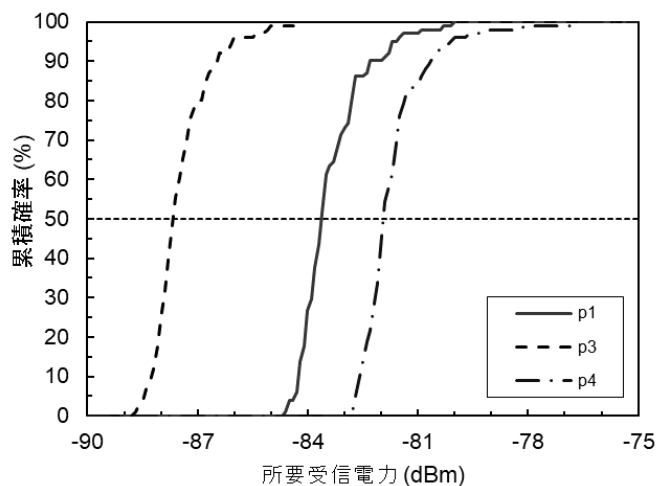


図 2-5 所要受信電力の累積確率

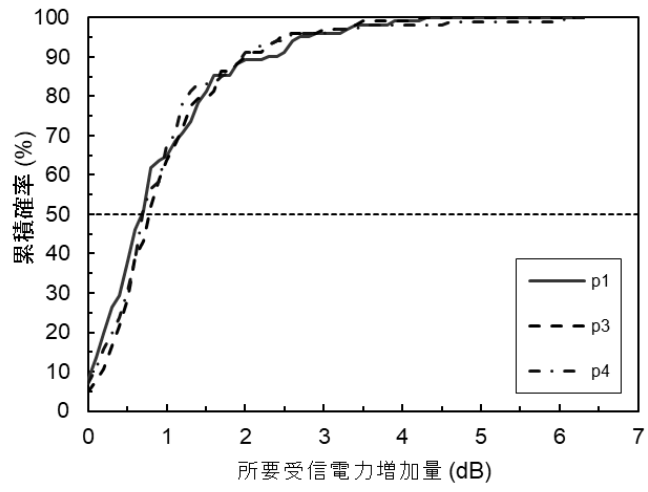


図 2-6 所要受信電力増加量の累積確率

参考資料 4-6 超高耐性伝送

1. 低レートで高耐性な情報を伝送する手法の検討

地上放送高度化方式は、現行地上デジタルテレビジョン放送方式 ISDB-T の特徴である移動受信用サービスと固定受信用サービスを同時に提供する階層伝送可能なセグメント構造を継承している。ISDB-T の移動受信用サービス (ワンセグ) には高耐性な伝送パラメータが用いられているが、ビル影や高架下など電界強度が大きく低下する場所では、ワンセグの伝送パラメータでも受信することができない。受信不良によって生じる映像・音声の途切れは不快感が強く、視聴意欲の低下を招いてしまう。この問題を解決するために、補完用の音声データを伝送することで、映像は途切れても音声だけは途切れにくくさせる手法について調査した。ここでは、地上放送高度化方式において途切れにくい移動受信用サービスを実現するために、低い受信レベルでも補完用の音声データ等の低レートの情報を伝送する手法について検討した結果を報告する。音声のみを効率よく伝送するために階層よりも小さい単位で伝送容量の指定が可能なサブ階層について検討を行った。本方式による効果を計算機シミュレーション、室内実験、野外実験にて評価した。

なお、本実験はフレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案に基づく実験装置を用いて実施した。参考資料 4-4 によるとフレーム同期信号の有無によって伝送特性に大きな差異は見られないことから、フレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案を用いた実験結果を最終結果として適用することが可能である。

2. サブ階層を導入した地上放送高度化方式

2.1. 地上放送高度化方式における階層伝送

地上放送高度化方式では、信号帯域幅を 35 個のセグメントに分割しており、各階層の帯域幅はセグメントを単位として設定できる。また、中央 9 セグメントは部分受信が可能な帯域としており、この帯域における A 階層のセグメント数は、1~9 の中から設定できる。各階層では、キャリア変調方式、LDPC 符号化率、SP 配置、時間インターリーブ長が個別に設定でき、目的や用途に応じたサービスの提供が可能である。

2.2. サブ階層の導入

地上放送高度化方式へのサブ階層の導入として、移動受信向けサービスを伝送する階層 (A 階層) を 2 つのサブ階層 (A0、A1 階層) に分割して伝送する手法を検討した。A1 階層は映像・音声を伝送する従来の移動受信用サービスの位置付けである。A0 階層は、A1 階層よりも高耐性な伝送パラメータを用いて音声データのみを伝送することで、A1 階層が受信できないエリアを補完する。ラジオや FM 放送のインターネットストリーミング提供サービスにおける音声のビットレートは 48 kbps であることから、ここでは A0 階層で伝送する音声データも同程度とした。48 kbps の音声データを伝送する場合、セグメント単位での帯域幅の割り当てでは伝送容量が音声データのビットレートに対して過剰となることがある。そのため、サブ階層では 1/3 セグメント単位で帯域幅の設定を可能とした。キャリア変調方式を QPSK、LDPC 符号の符号化率を 2/16~8/16 とした場合における、セグメント数の違いによる伝送容量を表 2-1 に示す。音声データを想定した伝送レートを 30~80 kbps として、表中ではこのレートを満たしているところを灰色で示している。A0

階層の伝送パラメータとして QPSK、LDPC 符号化率 2/16 を用いて 48 kbps の音声データを伝送する例を考えると、階層のように 1 セグメント単位で指定する場合は 2 セグメントの割り当てが必要である。一方、サブ階層を用いると 1/3 セグメント単位で指定ができるため、4/3 セグメントの割り当てとなる。そのため、残りの帯域幅を別のサブ階層 (A1 階層) へ割り当てることができる。サブ階層を導入した地上放送高度化方式の送信ブロックを図 2-1 に示す。各サブ階層ではキャリア変調方式と LDPC 符号化率を個別に設定することができる。受信機は受信状況に応じて両階層の出力を切り替えながら復調することが想定されるため、伝送遅延に関わる伝送パラメータである時間インターリーブはサブ階層間で共通としている。

表 2-1 セグメント数の違いによる伝送容量

キャリア変調方式	LDPC 符号化率	セグメント数								
		1/3	2/3	1	4/3	5/3	2	7/3	8/3	3
QPSK	2/16	12	24	36	48	60	73	85	97	109
	3/16	18	37	55	73	91	110	128	146	164
	4/16	24	49	73	98	122	146	171	195	220
	5/16	31	61	92	122	153	183	214	245	275
	6/16	37	73	110	147	184	220	257	294	331
	7/16	43	86	129	172	214	257	300	343	386
	8/16	49	98	146	195	244	293	342	391	439

単位は[kbps]

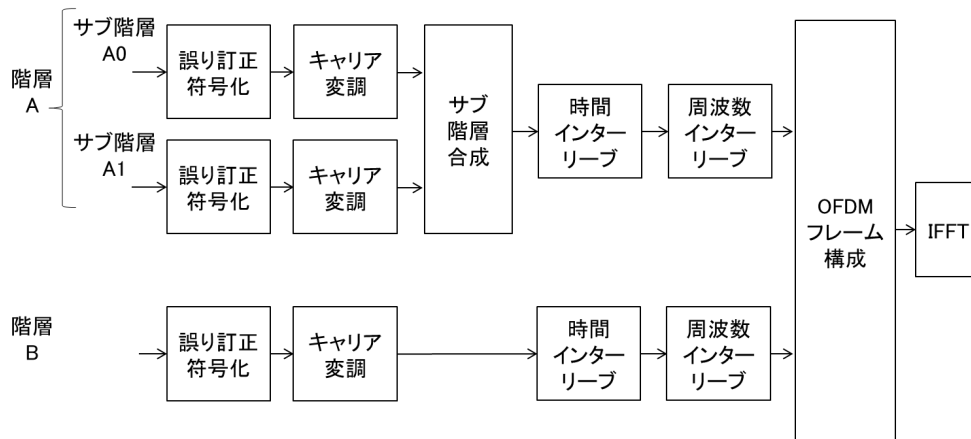


図 2-1 送信ブロック図

3. 計算機シミュレーションによる評価

サブ階層の受信特性を計算機シミュレーションにより評価した。伝送パラメータを表 3-1 に示す。A0 階層のキャリア変調方式は QPSK として、セグメント数、LDPC 符号化率、LDPC 符号長を変えた場合の伝送特性を比較した。A1 階層にはガウス雑音環境で現行地上デジタルテレビジョン放送のワンセグと同等の所要 C/N となる伝送パラメータを用いた。移動受信の伝搬モデルには、TU6 (Typical Urban 6-path Rayleigh fading channel model) を用いた。所要 C/N は外

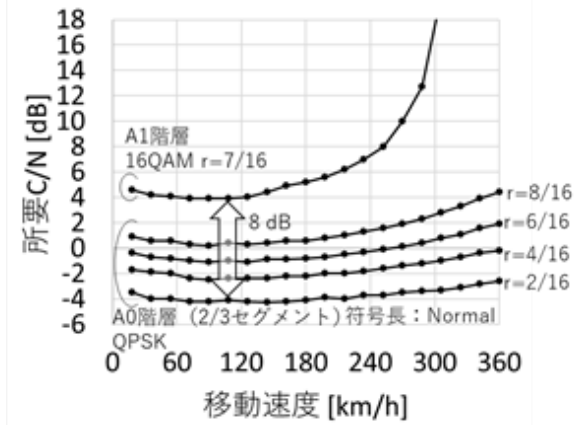
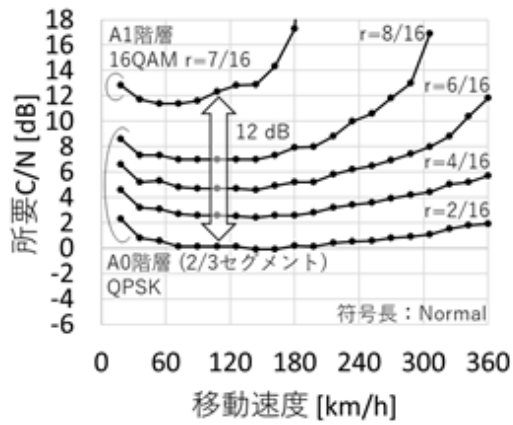
符号である BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号復号後の BER がエラーフリーとなる最小の C/N とした。

各 LDPC 符号化率における移動速度に対する所要 C/N を求めた結果を図 3-1 に示す。図中の移動速度は最大ドップラー周波数を中心周波数 600 MHz で換算した値である。所要 C/N は符号化率が低い程低くなっており、A0 階層へ地上放送高度化方式で最も高耐性である QPSK 符号化率 2/16 を用いた場合の所要 C/N は、A1 階層と比べて受信アンテナが 1 本では 12 dB、4 本では 8 dB 低くなることわかる。

次に、A0 階層のセグメント数の違いによる伝送特性について評価した。セグメント数が少ない場合、LDPC 符号ブロックのサイズが A0 階層の OFDM フレームのサイズよりも大きくなり、1 つの LDPC 符号ブロックが複数の OFDM フレームにまたがることもある。その場合、伝送遅延の増加を招く。表 3-2 にセグメント数と 1 つの LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数の関係を示す。結果よりセグメント数が 1 未満の場合、符号長 Normal では、LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数が増加するため伝送遅延が増加することがわかる。10OFDM フレーム長はおおよそ 300 ms であることから 3~4 の OFDM フレームにまたがる場合、約 1 s の伝送遅延の増加を招いてしまう。一方、符号長 Short では、セグメント数に依らず LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数は変わらないため、伝送遅延の増加は生じない。A0 階層のセグメント数の違いによる伝送特性を比較した結果を図 3-2 に示す。図では符号長 Normal と符号長 Short の特性を示している。LDPC 符号は符号長が長い程、誤り訂正能力が高いため、セグメント数に依らず符号長 Normal の方が符号長 Short に比べて良好な特性となっている。アンテナ 1 本での受信を想定した場合、セグメント数が少ない程、符号長 Normal の特性は良好となっていることが確認できる。これは前述のとおり、セグメント数が 1 未満の場合、符号長 Normal では、LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数が増加しているため、伝送路の時間変動の影響を緩和できているためだと考えられる。一方、アンテナ 4 本での受信を想定した場合には、セグメント数が 1 未満の場合においても符号長 Normal と符号長 Short の間に顕著な差は確認できない。これは、伝送特性への影響は、ダイバーシティ受信による利得が支配的となり、伝送路の時間変動の影響を緩和できる効果は小さくなったためであると考えられる。

表 3-1 伝送パラメータ

項目	A0 階層	A1 階層
FFT サイズ	16384	
有効シンボル長 [μs]	2592	
ガードインターバル長[μs] (ガードインターバル比)	126.56 (800/16384)	
セグメント数	1/3 ~ 3	4
キャリア変調方式	QPSK	16QAM
LDPC 符号化率	2/16、4/16、6/16、8/16	7/16
LDPC 符号長	Normal (69120 ビット)、Short (17280 ビット)	
時間インターリーブ長[ms]	584	
SP 配置	周波数方向 : 6 キャリア 時間方向 : 2 シンボル	



(a) アンテナ 1 本での受信を想定

(b) アンテナ 4 本での受信を想定

図 3-1 各 LDPC 符号化率における速度耐性

表 3-2 LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数

セグメント数	OFDM フレーム内 伝送可能ビット数 (QPSK を使用)	LDPC 符号ブロックがまたがる OFDM フレーム数	
		Normal (69120)	Short (17280)
1/3	28672	3~4	1~2
2/3	57344	2~3	1~2
1	86016	1~2	1~2
2	172032	1~2	1~2
3	258048	1~2	1~2

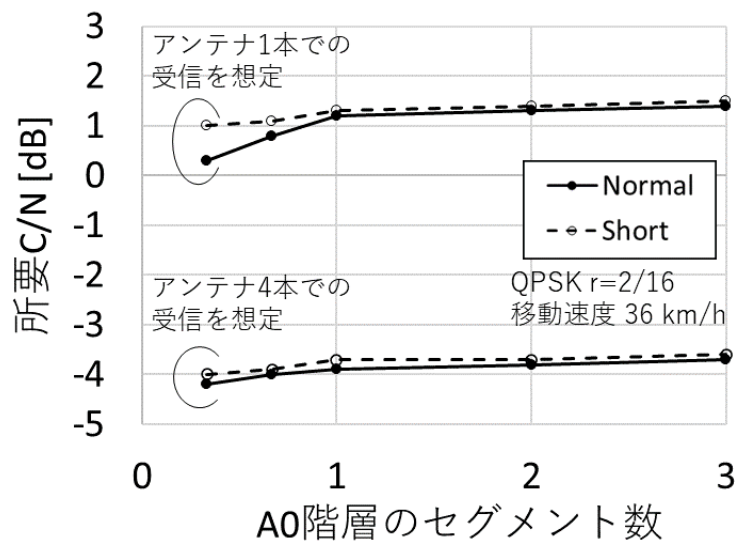


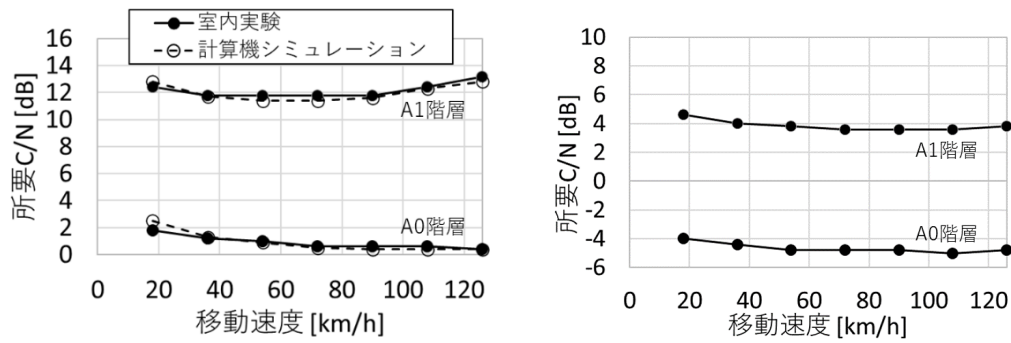
図 3-2 A0 階層のセグメント数の違いによる所要 C/N

4. 変復調装置を用いた評価（室内実験）

サブ階層の受信特性を室内実験により評価した。伝送パラメータを表 4-1 に示す。各 LDPC 符号化率における移動速度に対する所要 C/N を求めた結果を図 4-1 に示す。移動速度は最大ドップラー周波数が 60Hz（中心周波数 600 MHz で換算した場合移動速度 126km/h に相当）までの範囲で評価した。アンテナ 1 本での受信を想定した結果には、計算機シミュレーション結果も併せて示している。結果より、計算機シミュレーションの結果と同様の傾向が確認できた。次に A0 階層のセグメント数の違いによる所要 C/N を比較した結果を図 4-2 に示す。図より、セグメント数が 1 未満では所要 C/N が低減しており、計算機シミュレーション結果と同等の傾向であることが確認できた。但し、3 節で述べたとおり、セグメント数が 1 未満の場合は伝送遅延の増加を招く。

表 4-1 伝送パラメータ

項目	A0 階層	A1 階層
FFT サイズ	16384	
有効シンボル長 [μs]	2592	
ガードインターバル長 [μs] (ガードインターバル比)	126.56 (800/16384)	
セグメント数	2	4
キャリア変調方式	QPSK	16QAM
LDPC 符号化率	2/16	7/16
LDPC 符号長	Normal (69120 ビット)	
時間インターリーブ長 [ms]	584	
SP 配置	周波数方向 : 6 キャリア 時間方向 : 2 シンボル	



(a) アンテナ 1 本での受信を想定 (b) アンテナ 4 本での受信を想定

図 4-1 各 LDPC 符号化率における速度耐性

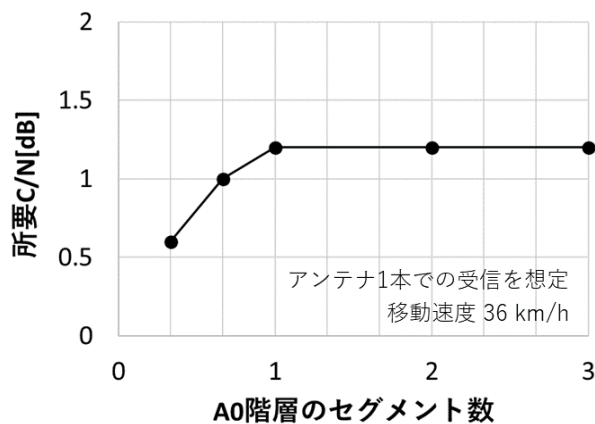


図 4-2 A0 階層のセグメント数の違いによる所要 C/N

5. 受信エリア検証 (野外実験)

5.1. 概要

芝実験試験局から出力 1kW、UHF 28ch を用いて電波発射を行い、各サブ階層の受信特性を評価した。

5.2. 実験日時

- 測定期間：2021 年 11 月 1 日～11 月 19 日 (土日祝を除く合計 13 日)
- 実験電波発射時間：午前 10 時 00 分～午後 6 時 00 分
- 送信信号内容：映像・音声を含む TLV 信号

5.3. 受信系統及び使用機材一覧

1) 受信系統図

受信系統を図 5-1 に示す。実験に用いた受信アンテナの利得は 0 dBi、設置高は約 2 m である。復調装置より出力される BCH 復号後のパケット誤り率を 1 秒ごとに記録した。復調装置を 2 台用いて、受信アンテナ本数が 1、4 のときの受信特性を同時に取得した。さらに、電界強度と GPS から得られる位置情報・速度情報も同時に記録した。以下、1 秒ごとに記録したデータをサンプルと呼ぶ。

2) 使用機器一覧

使用機器一覧を表 5-1 に示す。

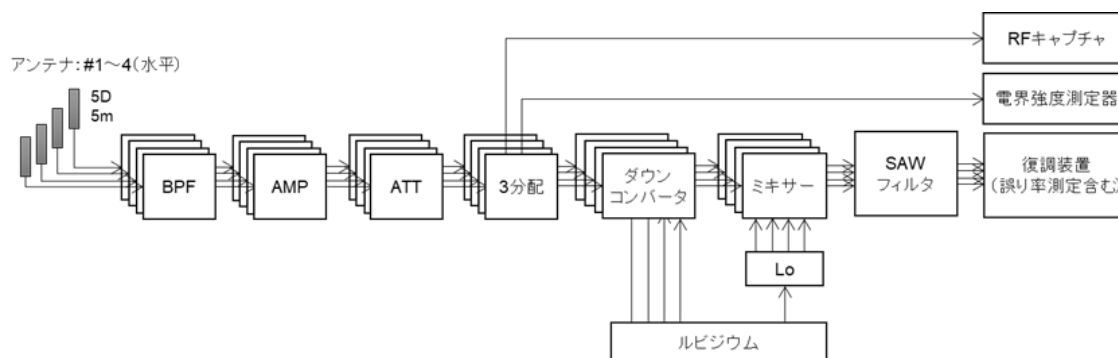


図 5-1 受信系統図

表 5-1 使用機器一覧

使用機器名	製造業者	型名
受信アンテナ	八木アンテナ	HTS-7556
帯域通過フィルタ (BPF)	日本通信機	8000ZZ
高周波低雑音増幅器 (AMP)	SONOMA	310N
可変アッテネータ (ATT)	多摩川電子	TRA-110
3分配	ミニサーキット	ZFSC-3-4
ダウンコンバータ	日本通信機	8761B
ミキサー	ミニサーキット	ZFM-150+
信号発生器 (Lo)	ローデシュワルツ	SMB 100A
ルビジウム	Stanford Research Systems	FS725
SAW フィルタ	営電	9814B-002
復調装置	ハードウェア: NEC ソフトウェア: 東芝	試作装置のため 型番無し
電界強度測定器	ローデシュワルツ	ESRP

5.4. 測定内容

1) 伝送パラメータ

実験に用いた伝送パラメータは室内実験での評価に用いた表 4-1 と同じである。本実験では、2つのサブ階層 (A0 階層、A1 階層) を用いて、A1 階層にて映像・音声サービス、A0 階層にて高耐性な音声サービスを行う場合について評価を行った。

2) 測定ルート

以下の高速道路、一般道を測定した。

- 高速道路：中央道、東名、横浜横須賀道路など
- 一般道路：環状7号、国道20号、国道246号、国道1号、国道16号など

測定したルートを図 5-2 に示す。高速道路を含む約 550km のコースを走行し、有効サンプルは 53613 サンプルであった。有効サンプルは取得した全サンプルのうち、信号待ちなどで、測定車が停止している時のサンプルを除外したものである。

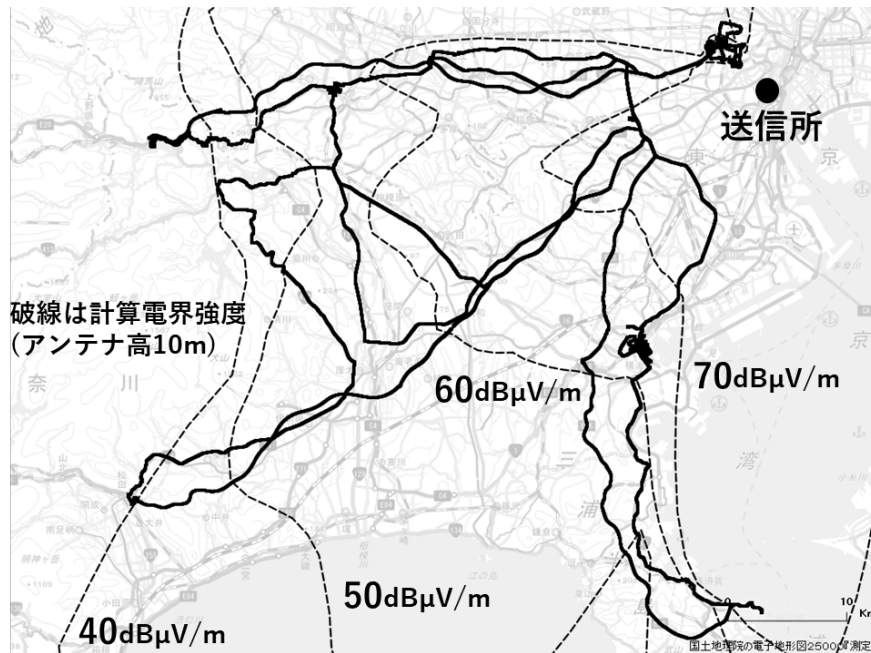


図 5-2 測定ルート

6. 結果

測定ルート上における電界強度を図 6-1 に示す。電界強度と移動速度の分布をそれぞれ図 6-2、図 6-3 に示す。また、測定ルート上に各サブ階層の受信の可否をプロットした結果を図 6-4 に示す。結果より受信アンテナ 1 本の場合、送信所から比較的離れた計算電界強度が 50~60 dBμV/m 程度の地点で A0 階層のみ受信可能となる傾向があることが確認できる。受信アンテナ 4 本の場合は、アンテナ 1 本に比べて所要 C/N が小さくなるため計算電界強度が 40~50 dBμV/m 程度の地点での効果が確認できる。

補完による効果が顕著に現れたトンネル内を走行した時の電界強度の変動と各サブ階層の受信の可否をまとめた結果を図 6-5 に示す。トンネル内では遮蔽により 10 dB 以上電界強度が低くなるため A1 階層には誤りが生じているが、A0 階層は継続して受信可能であることがわかる。

次に電界強度ごとの各サブ階層の受信可否について解析した結果を図 6-6 に示す。図は電界強度の分布に受信の可否を示す積み上げ棒グラフである。図より電界強度の小さいところで A0 階層のみ受信可能となっており、補完の効果が確認できる。電界強度が比較的大きい場合にも各サブ階層で誤りが生じているのは、トンネルなどで断続的に受信不良となった場合、トンネルを抜けた後、同期を確立するまでに一定の時間を要するためである。電界強度に対する正受信率を図 6-7 に示す。正受信率 95 %を達成する電界強度を比較すると A0 階層は A1 階層よりも受信アンテナ 1 本では 11.0 dB、受信アンテナ 4 本では 5.5 dB 低くなった。

次に各サブ階層の受信エリア率を算出した結果を図 6-8 に示す。受信エリア率は測定ルートを 20 m ごとに区切り、その範囲に誤りサンプルが含まれない場合を正受信エリアとして比率を算出した。計算電界強度 30~80 dBμV/m まで 10 dB ごとのコンタ内のサンプルに対して受信エリア率を算出した。結果より計算電界強度が 50 dBμV/m 以下となるエリアにおいて、A0 階層と A1 階層の受信エリア率に顕著な差が確認できた。

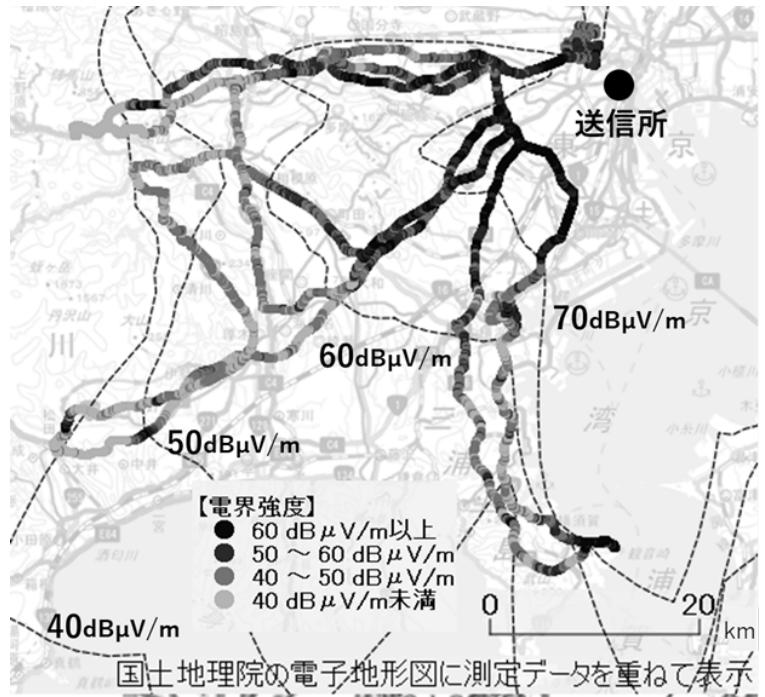


図 6-1 測定ルート上における電界強度

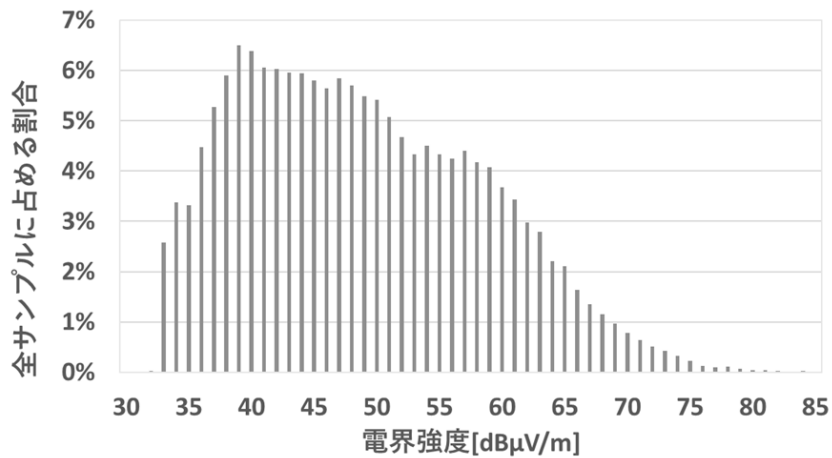


図 6-2 電界強度の分布

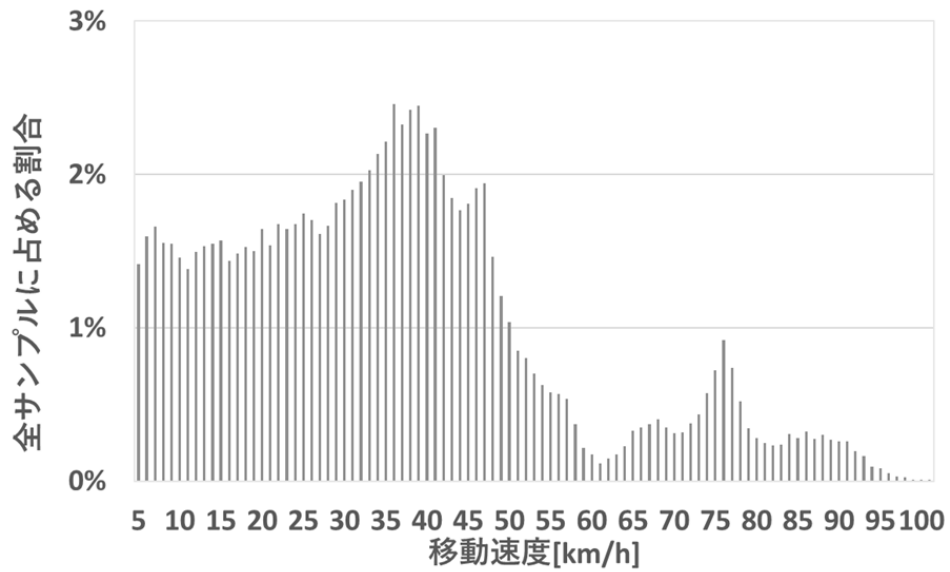
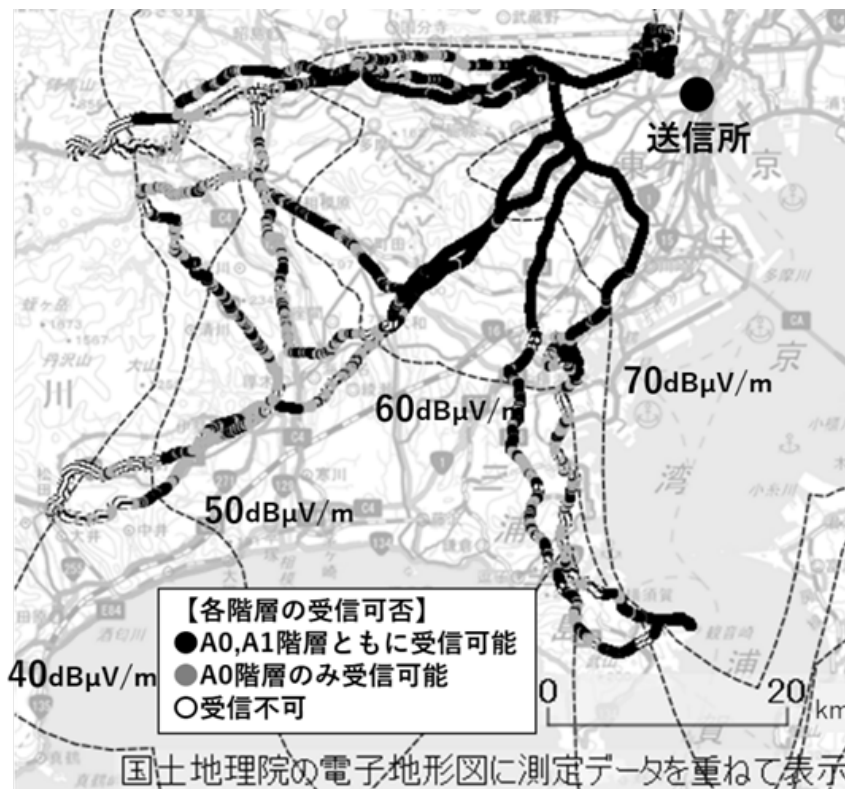


図 6-3 移動速度の分布



(a) 受信アンテナ 1 本



(b) 受信アンテナ 4 本

図 6-4 測定ルート上における受信の可否

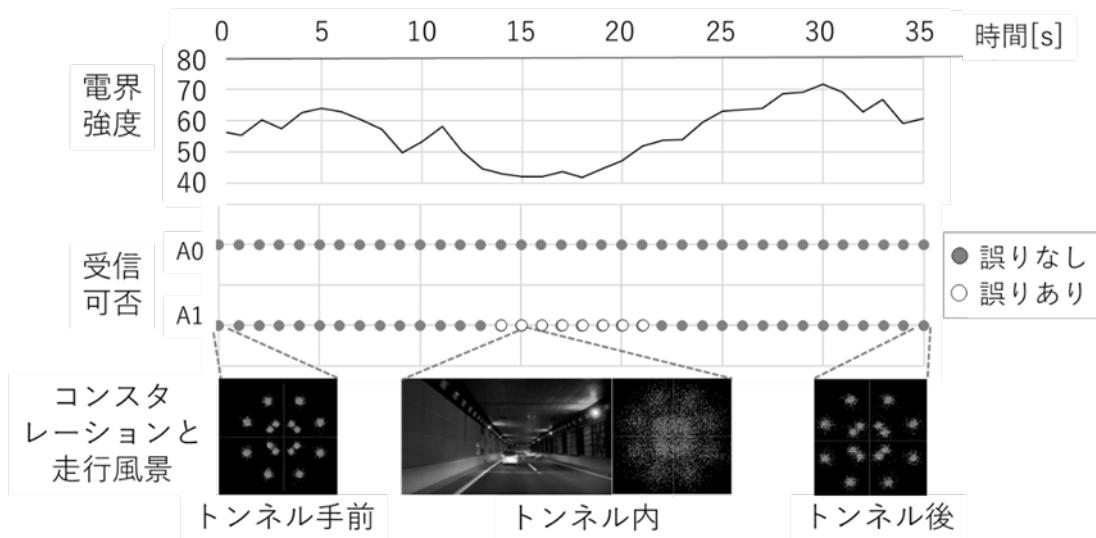


図 6-5 トンネル内の走行における受信の可否 (受信アンテナ 1 本)

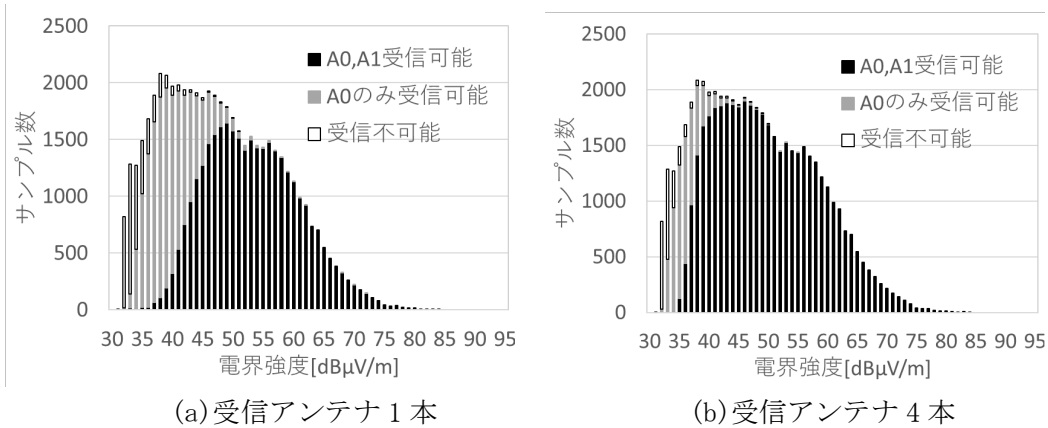


図 6-6 電界強度ごとの各サブ階層の受信可否

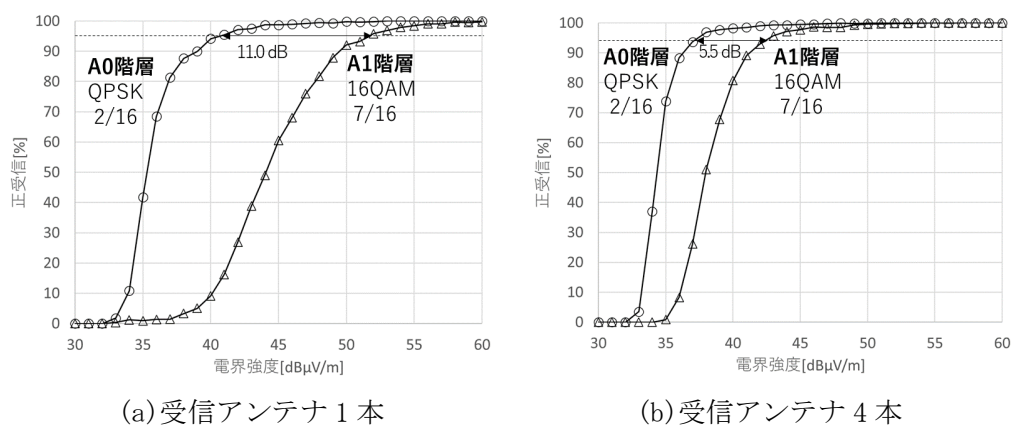


図 6-7 正受信率の比較

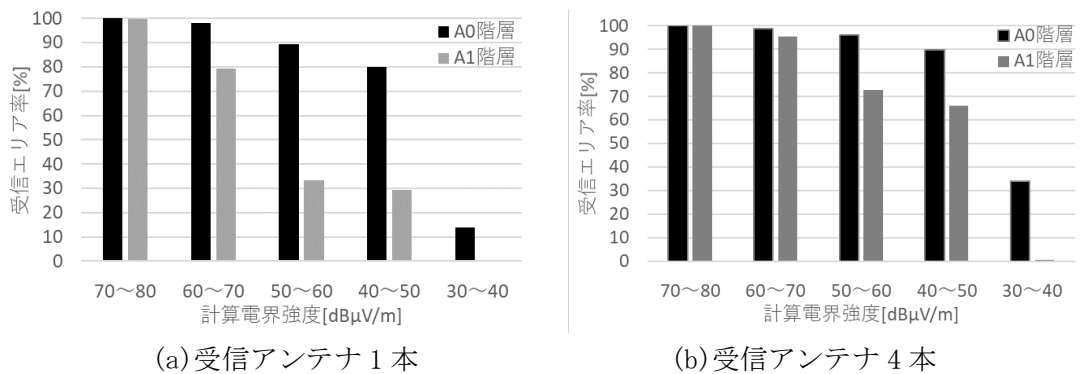


図 6-8 受信エリア率の比較

7. 実用化に向けた調査・分析結果の妥当性・実現性

野外実験で得られた結果を計算機シミュレーションと比較した。A1 階層には ISDB-T のワンセグと同程度の所要 C/N となる伝送パラメータ(16QAM $r=7/16$) を用いて 1 Mbps 程度の映像音声サービス、A0 階層には地上放送高度化方式で最も高耐性な伝送パラメータ(QPSK $r=2/16$)を用いて 48 kbps 程度の音声サービスを行う場合を想定して評価した。計算機シミュレーションでは、図 3-1 に示すとおり、自動車での受信を想定した実用的な速度範囲(120 km/h 以下)においては、受信アンテナ 1 本では 12 dB、受信アンテナ 4 本では 8 dB の所要 C/N 差となることを確認した。

A0 階層の所要 C/N は受信アンテナ 1 本では 0 dB、受信アンテナ 4 本では-4 dB 程度であることが確認できた。

野外実験により正受信率 95%を達成する電界強度を比較した結果では、図 6-7 に示したとおり、受信アンテナ 1 本では 11 dB、受信アンテナ 4 本では 5.5 dB の差が確認できた。A0 階層の正受信率 95%を達成する電界強度は受信アンテナ 1 本では 41 dB μ V/m、受信アンテナ 4 本では 37 dB μ V/m 程度であることが確認できた。

また、野外実験では A0、A1 階層にてコンテンツを伝送し、電界強度の低いエリアでは A0 階層による音声補完が可能であることを実証した。

参考資料 4-7 時間インターリーブの評価

本実験はフレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案に基づく実験装置を用いて実施した。参考資料 4-4 によるとフレーム同期信号の有無によって伝送特性に大きな差異は見られないことから、フレーム同期信号のない地上放送高度化方式の原案を用いた実験結果を最終結果として適用することが可能である。

1. 固定受信の時間インターリーブ評価

固定受信の時間インターリーブは、実フィールドを模擬した伝搬モデルを図 1-1 に示す測定系に入力し、雑音発生器によりノイズを加えた後の復調後のビット誤り率 (BER) を測定した。伝搬モデルは、固定波とレイリー分布に従う 1 波 (固定波に対して、電力 -31.4 dB、遅延 $4.1 \mu\text{s}$ 、ドップラー周波数 1 Hz) を足した 2 波である。比較のため AWGN 環境のみ (伝搬モデルなし) も測定した。

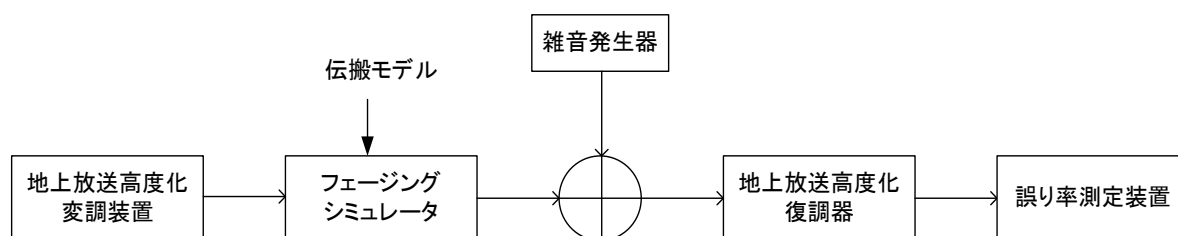


図 1-1 伝搬モデルを用いる場合の測定系

測定した時間インターリーブ長ごとの BER を図 1-2 に示す。測定中にエラーがない場合は $\text{BER}=1.0 \times 10^{-9}$ と表示する。AWGN、伝搬モデルともに、時間インターリーブなし ($I=0$) に対して時間インターリーブあり ($I=0.25 \sim 3$) は若干の改善効果がみられるが、時間インターリーブ長により明確な差はないといえる。この室内試験の結果より時間インターリーブは受信特性の改善のため必要であるが、 $I=0.75$ 以上の改善効果が確認できなかった。

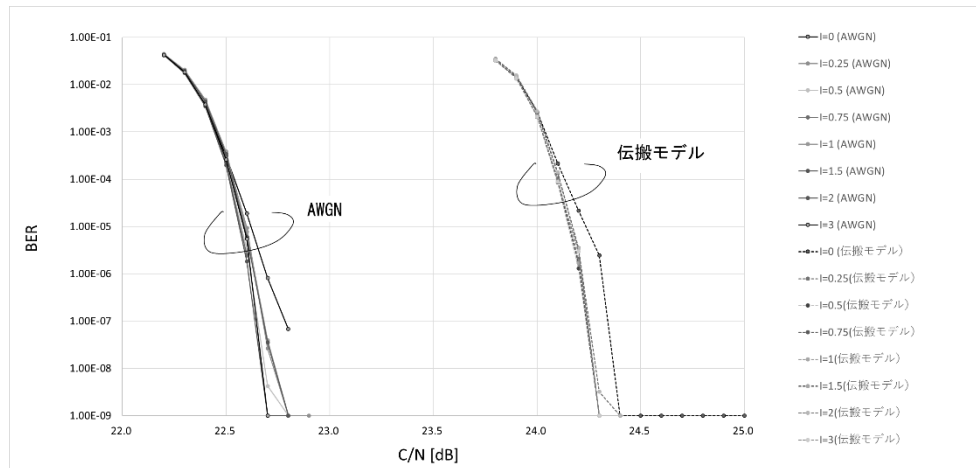


図 1-2 時間インターリーブ長ごとの BER

2. 移動受信の時間インターリーブ評価

移動受信の時間インターリーブ長は、シミュレーションによる受信特性評価、及び野外実験による正受信率の測定を行った。

計算機シミュレーションは送信パラメータ (64QAM 9/16) の3種類の時間インターリーブ長 ($I=1, 1.5, 2$) を用い、評価チャンネルは4つの独立した TU6 (Typical Urban 6path) を用いて完全同期の4ダイバーシティ MRC (Maximal Ratio Combining) の受信特性を評価した。

図 2-1、表 2-1 にシミュレーション (TU6) による時間インターリーブ長ごとの最大ドップラー周波数に対する所要 C/N を示す。インターリーブ長を長くすることにより所要 C/N が低くなる傾向が確認できる。地上デジタルテレビジョン放送で使われる最大周波数 710 MHz において高速道路における移動受信速度である時速約 100 km に相当するドップラー最大周波数 $F_d=70$ Hz では時間インターリーブ長ごとの所要 C/N は $I=1$ が 10.59 dB、 $I=1.5$ が約 10.42 dB、 $I=2$ が約 10.24 dB であり、 $I=1.5$ から $I=2$ までの改善効果は 0.2 dB 未満であった。また、一般道路における移動受信速度である時速約 45 km に相当する最大ドップラー周波数 $F_d=30$ Hz では、時間インターリーブ長ごとの所要 C/N は $I=1$ が 9.23 dB、 $I=1.5$ が約 8.85 dB、 $I=2$ が約 8.84 dB であり、 $I=1.5$ から $I=2$ までの改善効果は 0.01 dB 未満であった。

この結果は、 $I=1.5$ よりも長い時間インターリーブ長による受信特性の改善効果が少ないことを示している。

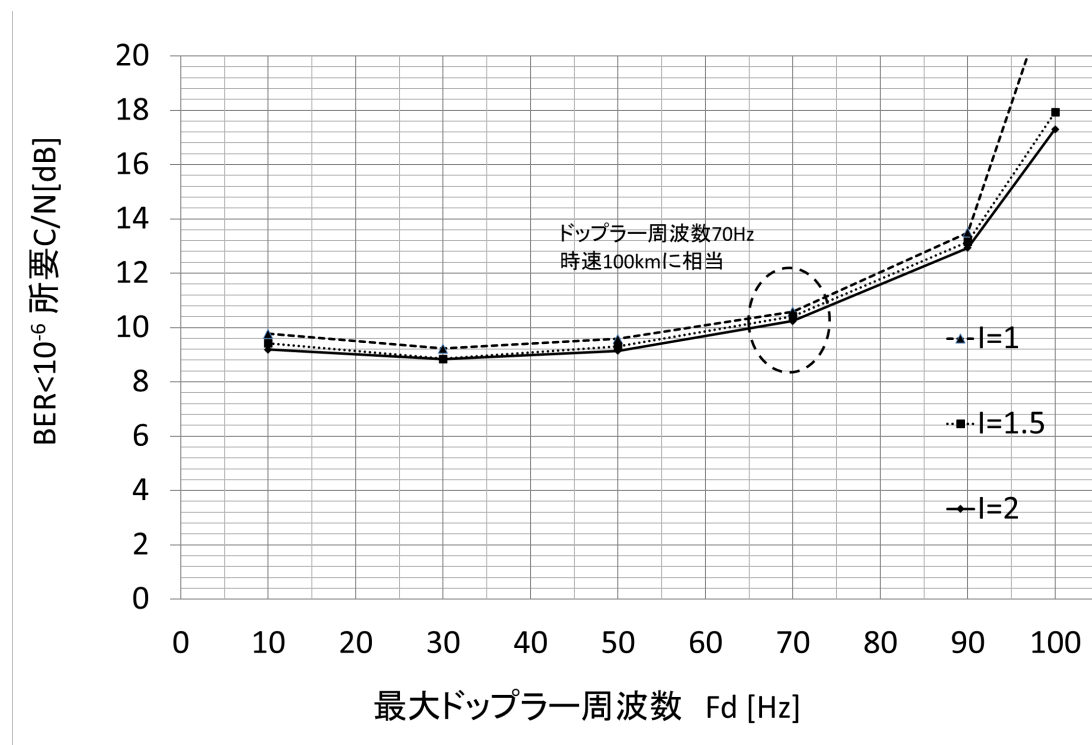


図 2-1 最大ドップラー周波数に対する所要 C/N(シミュレーション(TU6))

表 2-1 最大ドップラー周波数に対する所要 C/N(シミュレーション(TU6)) [dB]

時間インターリーブ長(I)	最大ドップラー周波数(Fd)					
	10Hz	30Hz	50Hz	70Hz	90Hz	100Hz
1	9.77	9.23	9.58	10.59	13.50	23.00
1.5	9.42	8.85	9.31	10.42	13.16	17.93
2	9.19	8.84	9.14	10.24	12.94	17.30

芝実験試験局の野外実験は、同一の経路で異なる時間インターリーブ長の実験信号を受信して行った。伝送パラメータはシミュレーションと同じパラメータ（キャリア変調方式 64QAM、符号化率 9/16）の3種類の時間インターリーブ長(I=1, 1.5, 2)を用いた。この実験により測定した正受信率を図 2-2、表 2-2 に示す。

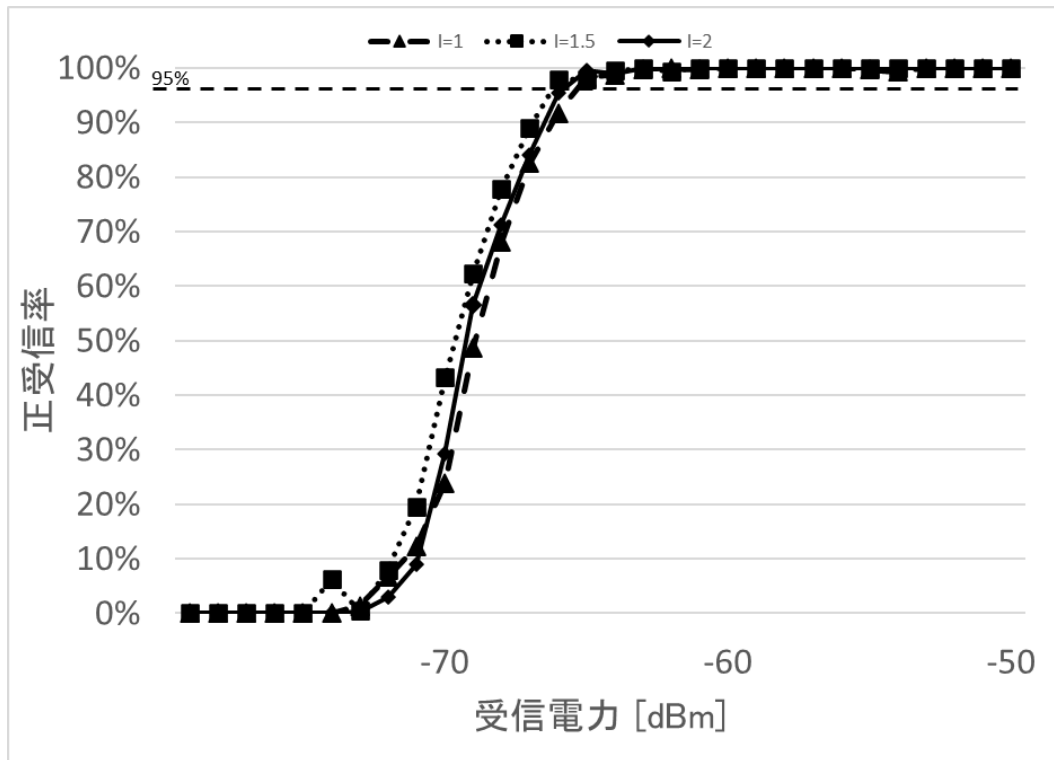


図 2-2 芝実験試験局の正受信率（時間インターリーブ長 I=1, 1.5, 2）

表 2-2 正受信率 95%以上を達成する受信電力（時間インターリーブ長 I=1, 1.5, 2）

芝実験試験局	I=1	I=1.5	I=2
正受信率 95%以上を達成する 受信電力 [dBm]	-65	-66	-66

図 2-2 に示すように野外実験により測定した正受信率は I=1.5、2、1 の順で特性が良い結果が得られた。天候の変化など受信環境による影響を軽減するために同一経路を同じ日に 3 回野外実験を実施したが、測定した受信電力は若干差があり、それが I=1.5 が最も特性が良くなった要因と考えられる。

3. 復調 LSI に実装するメモリセル数

時間インターリーブ長が長いほど受信特性は改善するが、復調 LSI に実装するメモリセル数や遅延量が増加するトレードオフの関係がある。図 3-1 に主な地上デジタルテレビジョン放送方式として、DVB-T2（欧州第 2 世代）、ATSC 3.0（米国第 2 世代）、ISDB-T と地上放送高度化方式（SISO）において時間インターリーブの処理に必要なセル数を示す。地上放送高度化方式は、移動受信に用いる 9 セグメントの場合と、全帯域である 35 セグメントの場合を示す。キャリア変調された I, Q 信号をセルと呼び、総メモリ量はセル数とセル数当たりのビット数の積から計算される。図 3-1 から地上放送高度化方式において I=2 よりも長い時間インターリーブ長を 35 セグメントに適用すると、ISDB-T や海外の地上放送方式と比較して必要なセル数が大きくなる。また移動受信に用いる 9 セグメントでも、I=2 よりも長い時間インターリーブ長に必要なセル数は線形的に増加す

るが、I=1.5 と I=2 を比較して表 2-2 に示す正受信率 95%を達成する受信電力がどちらも-66 dBm であったことから、I=1.5 と I=2 ではほぼ同等の受信特性であることを示している。また、遅延量はメモリセル数に比例して増加し、地上放送高度化方式の時間インターリーブ長 I=1.5 が ISDB-T の時間インターリーブ長による約 430 ms とほぼ同等の遅延であるが、I=2 では遅延量が約 600ms となり、ISDB-T よりも大きくなる。

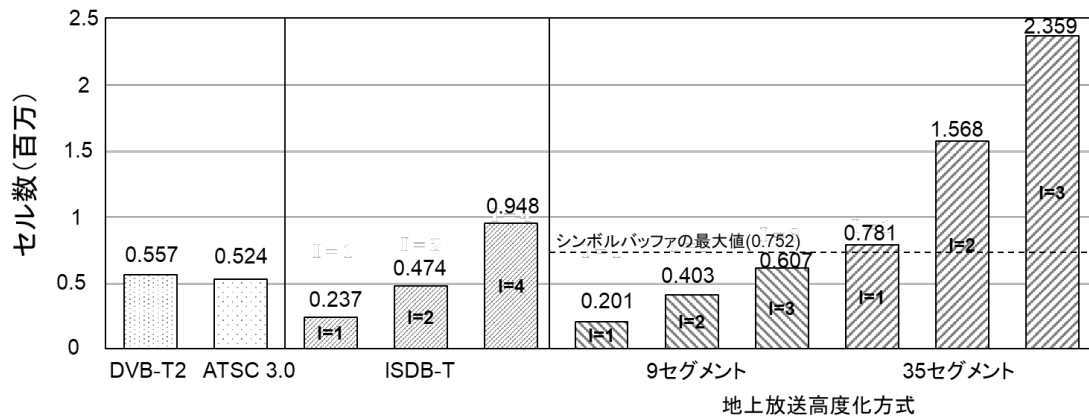


図 3-1 時間インターリーブの処理に必要なメモリセル数

4. まとめ

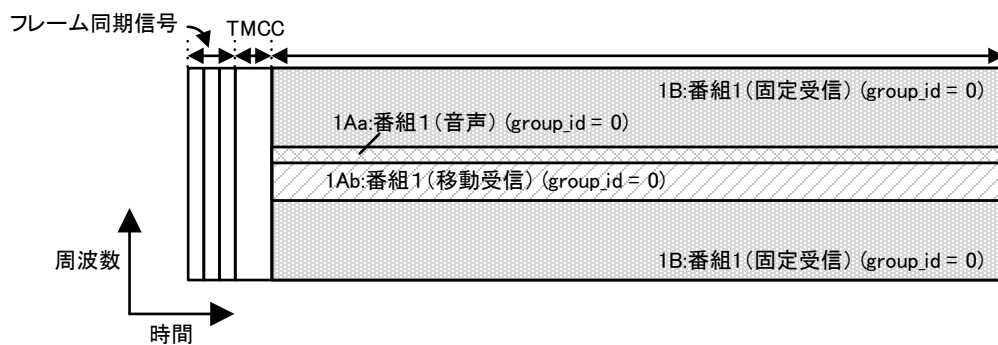
以上のシミュレーションと野外実験による評価結果、及び復調 LSI のメモリサイズや遅延量の抑制を踏まえ、都市部の移動受信では時間インターリーブ長 I=1.5 が適切であることを確認した。

参考資料5 地上放送高度化方式の運用想定

地上放送高度化方式が実際に運用される際に、1チャンネルの中で複数の放送事業者が放送サービスを提供することも考えられるため、伝送制御信号に現行地上デジタルテレビジョン放送にはない概念を導入した。また、即時性が求められる緊急地震速報の伝送時の伝送制御信号とこれを受けた受信機に期待する動作を示す。

1. グループ識別子 (group_id)

現行地上デジタルテレビジョン放送ではこれまで1つの物理チャンネルでは1つの放送事業者が放送を行ってきた。地上高度化方式においては、1つの物理チャンネル内で複数の放送事業者が放送サービスを提供することも想定しており、このため各放送事業者が時分割や周波数分割された階層を利用する際、放送事業者ごとの番組を識別するために、グループ識別子を導入した。放送事業者ごとの番組を識別するグループ識別子の構成例を図1-1、図1-2に示す。

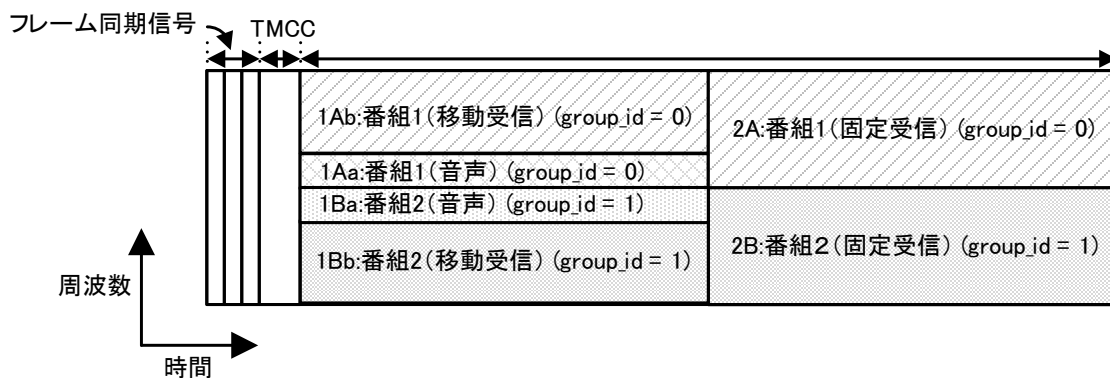


(a) フレーム構成

番組1 音声	番組1 移動受信	番組1 固定受信
1Aa	1Ab	1B
階層A (group_id = 0)		階層B (group_id = 0)
サブフレーム 1		

(b) 階層ごとのグループ識別子の値

図 1-1 グループ識別子の構成例 1



(a) フレーム構成

番組1 音声	番組1 移動受信	番組2 音声	番組2 移動受信	番組2 固定受信	番組2 固定受信
1Aa	1Ab	1Ba	1Bb	2A	2B
階層A (group_id = 0)		階層B (group_id = 1)		階層A (group_id = 0)	階層B (group_id = 1)
サブフレーム 1				サブフレーム 2	

(b) 階層ごとのグループ識別子の値

図 1-2 グループ識別子の構成例 2

図 1-1 の例では、1つの放送事業者（番組1）が超高耐性音声（1Aa）、移動受信（1Ab）と固定受信（1B）により構成されている。階層Aは2つのサブ階層により構成され、1Aaの伝送パラメータをより高耐性にするにより継続して音声受信しやすくなる。

図 1-2 の例では2つの放送事業者（番組1、番組2）によりフレームを構成し、サブフレームや階層ごとに雑音耐性が異なる伝送パラメータとすることにより、様々な受信環境にて受信を継続することができる。

このグループ識別子を用いることにより、報告書本編「4. 想定されるサービスイメージ例」に示される次の2つのサービス例を実現することができる。

- 「5) 固定受信向けと移動受信向け及び高耐性音声のサービス例 2」
C/Nが低い受信環境でも超高耐性音声階層を復調することにより、音声は継続して受信する。
- 「6) 情報源符号化が階層符号化のサービス例 1」
C/Nが低い受信環境では番組1（基本）を、高い環境では番組1（基本）と番組1（拡張）の2つの階層を復調し、例えば映像符号化のマルチレイヤプロファイルを用いた、より高画質な番組を視聴する。

これらのサービスイメージ例を構成するため、放送事業者のグループにより識別する階層は最大2とした。

2. 緊急起動制御

緊急起動制御は、放送信号により緊急情報を表示するときに受信機を起動し、緊急情報を表示することを可能にするための制御信号である。緊急起動制御の受信シーケンス（例）を図 2-1 に示す。

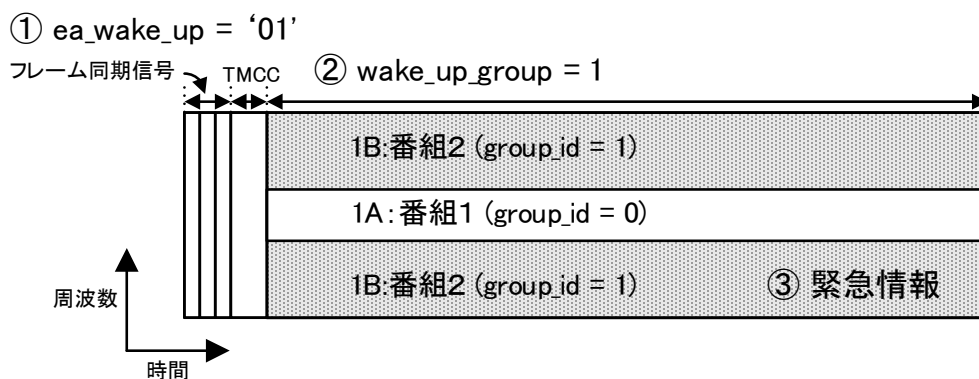


図 2-1 緊急起動制御の受信シーケンス（例）

フレーム同期信号 1 に配置される緊急起動フラグ (ea_wake_up、①) (報告書本編 3.2.1.4.6.1 節参照) の値が「起動制御なし」から「起動制御あり (状態 1・状態 2)」に変化したとき、TMCC 情報の緊急起動グループ識別子 (wake_up_group、②) に示される放送事業者が提供する番組を放送している階層を復調する。これにより受信機は、この番組内で伝送される緊急情報 (③) を受信することができる。

参考資料6 高度化放送導入方式の送信周波数の許容偏差

1 目的

LDM 放送及び次世代放送の周波数使用条件検討に当たり、送信周波数の許容偏差を求める。

SFN を構成する複数の中継局において発射される電波の周波数偏差が大きくなると SFN 干渉エリア内において受信特性が劣化するため、周波数偏差を抑える必要がある。

このため、LDM 放送及び次世代放送の信号を使用し、周波数偏差の調査を行った。

2 伝送パラメータ

LDM 放送および次世代放送では、OFDM のキャリア配置を示すモードは 1 から 3 を使用することができる。今回の調査ではキャリア間隔が最も狭く厳しい条件となるモード 3 で試験を行った。伝送パラメータは表 2-1 のとおり。

表 2-1 送信周波数許容偏差試験で用いた伝送パラメータ

項目	主波	遅延波	A 階層	B 階層	LL	UC/NUC	JD/SIC	IL
1	LDM	LDM	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)	UC	SIC	21dB
2	LDM	LDM	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)	UC	SIC	21dB
3	次世代	次世代	256QAM (11/16)		—	NUC	—	—
4	次世代	次世代	4096QAM (9/16)		—	NUC	—	—

3 試験系統

試験系統を図 3-1 に示す。1 台の LDM 変調器の IF 信号を 2 系統の送信設備に接続し、SFN を構築しながら一方の送信周波数をずらして測定を行った。

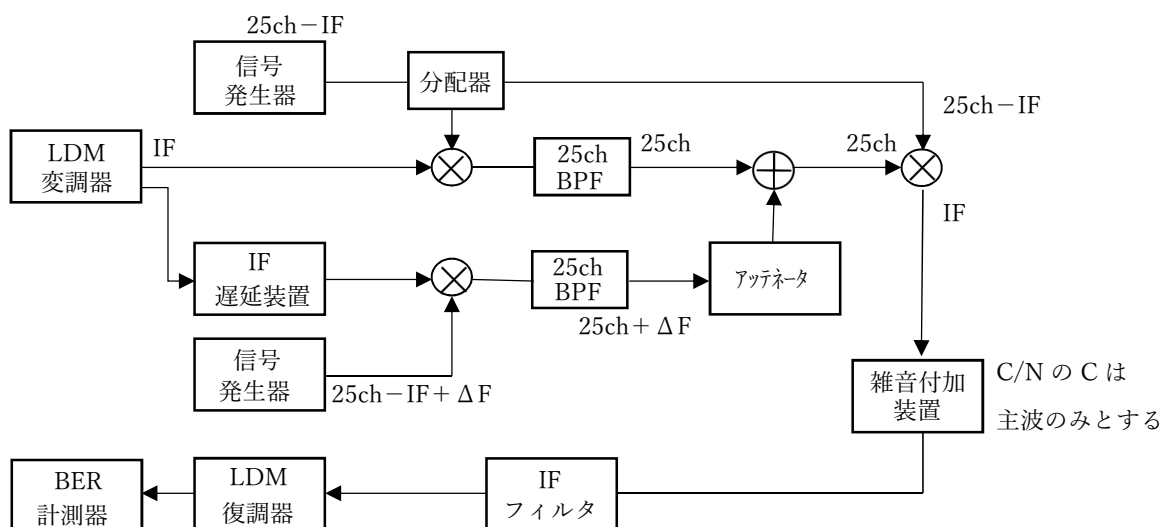


図 3-1 試験系統

4 測定結果

伝送パラメータ毎の周波数ずれ特性を図 4-1～図 4-6 に示す。

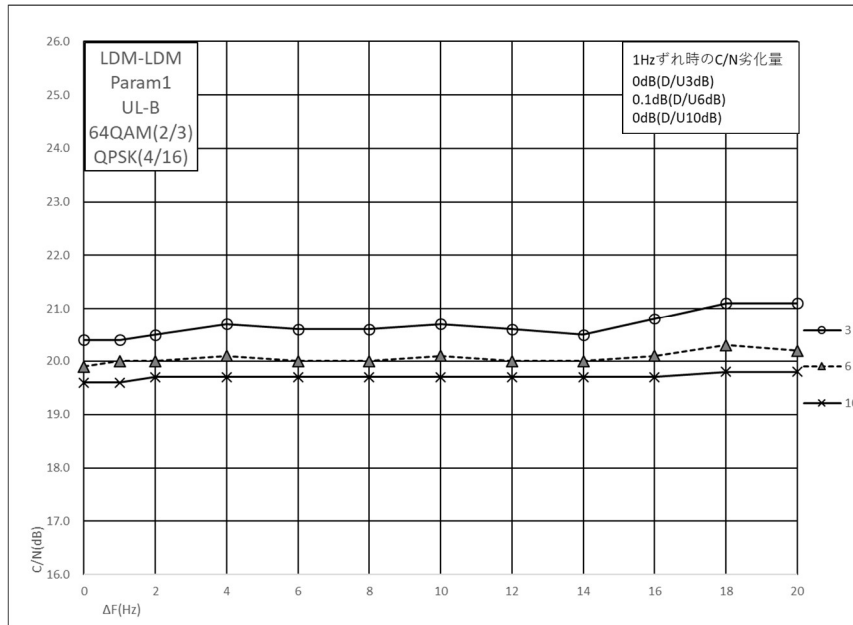


図 4-1 LDM 放送 (UL:64QAM(2/3), LL:QPSK(4/16), IL:21dB) UL の周波数ずれ特性

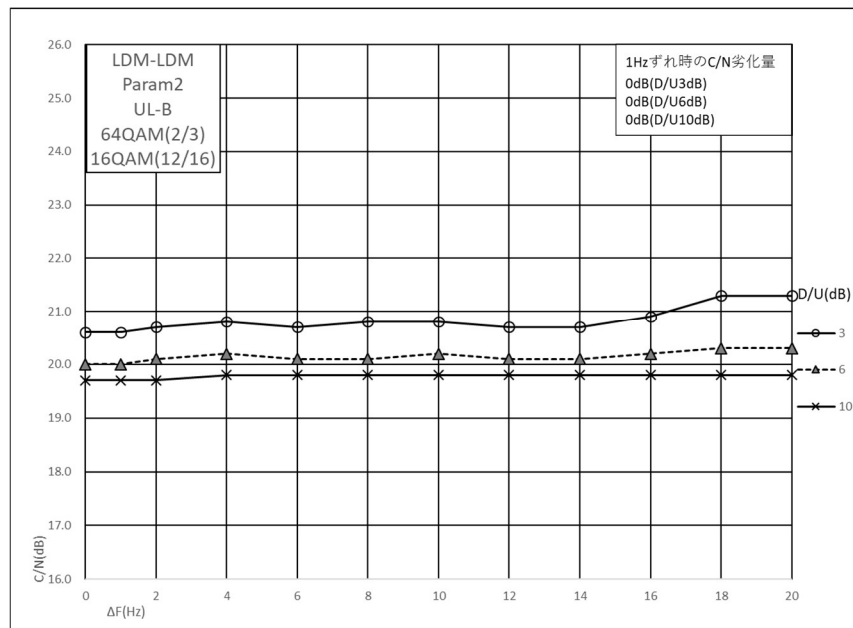


図 4-2 LDM 放送 (UL:64QAM(2/3), LL:16QAM(12/16), IL:21dB) UL の周波数ずれ特性

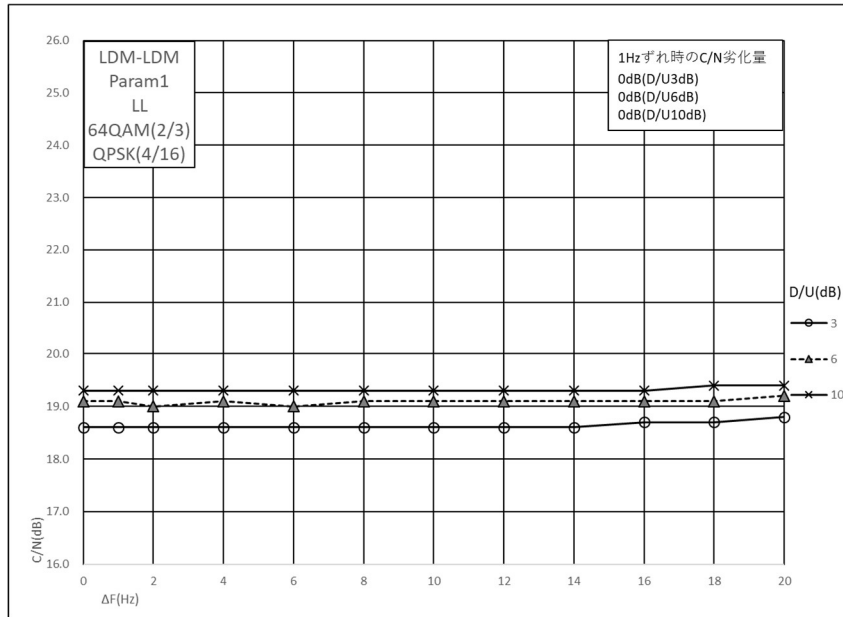


図 4-3 LDM 放送 (UL:64QAM(2/3), LL:QPSK(4/16), IL:21dB) LL の周波数ずれ特性

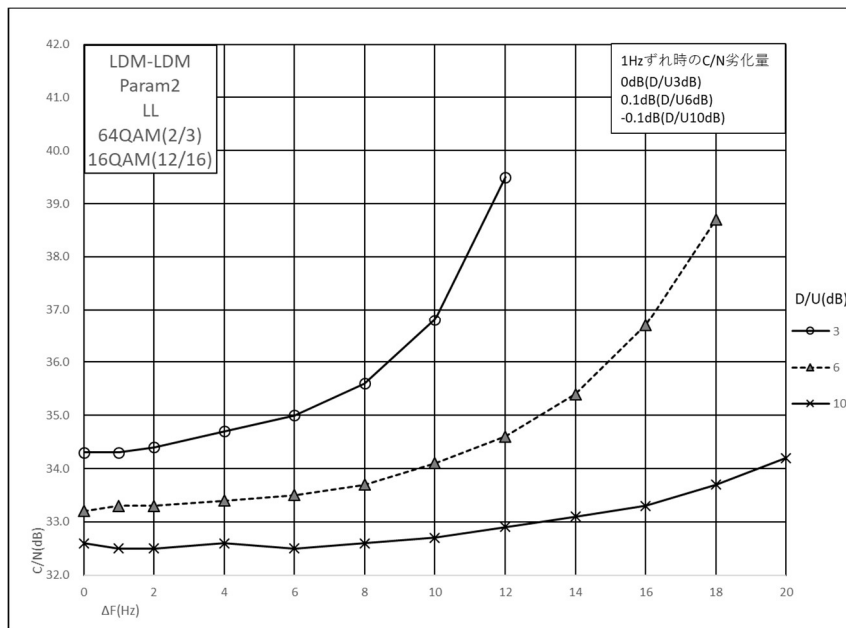


図 4-4 LDM 放送 (UL:64QAM(2/3), LL:16QAM(12/16), IL:21dB) LL の周波数ずれ特性

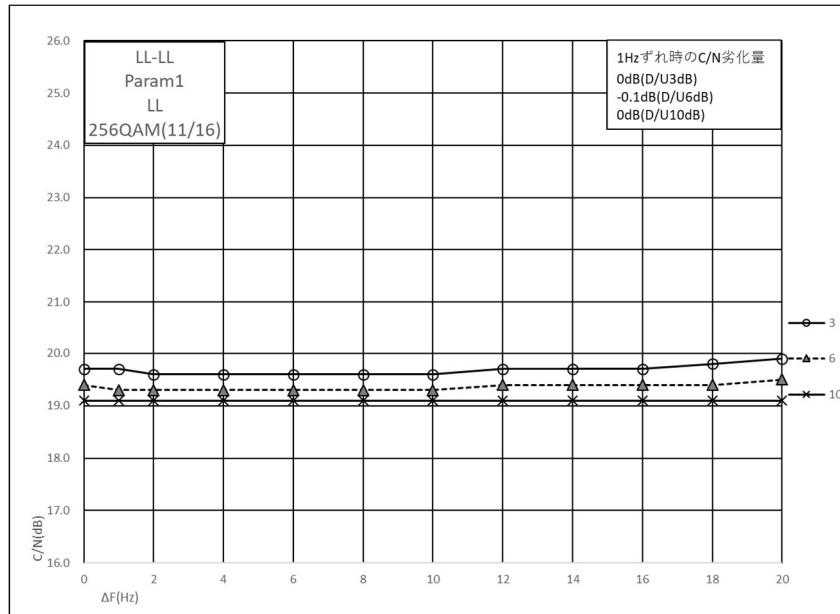


図 4-5 次世代放送 (A 階層 : 256QAM(11/16)) A 階層の周波数ずれ特性

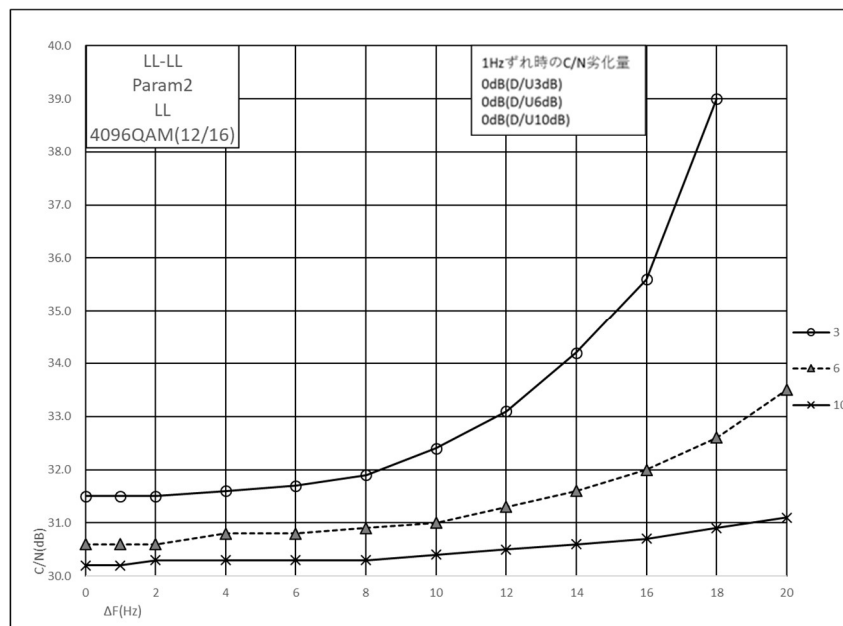


図 4-6 次世代放送 (A 階層 : 4096QAM(12/16)) A 階層の周波数ずれ特性

5 まとめ

図 4-1～図 4-6 の周波数ずれ特性から、各伝送パラメータにおいても周波数ずれ 0Hz の所要 C/N に対して周波数ずれ 1Hz 時の C/N 劣化は 0.1dB 以下となった。

参考資料7 LDM 信号の復号方法による受信特性と復調処理の懸念と対策方法

1 復号方法による受信特性の比較

本節は、LDM 方式の 2 種類の復号方法（逐次干渉除去（SIC: Successive Interference Cancellation）、一括復調(JD: Joint Detection)）の受信特性について述べる。

SIC は、受信信号から信号レプリカ（UL の復調信号から作成した ISDB-T 信号）を除去してから LL を逐次復調する方式である。一方 JD は、受信信号から直接 LL を復調する方式であり、復調回路が簡素化でき処理遅延を低減できる。LDM 方式は、JD に適したグレイ符号が適用されている。

LDM 方式の IL に対する受信特性は、2 種類の実験（変調器出力の折り返し実験、移動受信）が実施された。折り返し実験は、UL と LL の電力比（IL: Injection Level）を 17~22dB まで変化させて測定した。また、移動受信は IL=21dB に固定して測定した。

これらの実験結果から、フェージングなどの様々な受信環境において十分な受信特性を確保するためには、21dB よりもマージンのある IL、もしくは SIC による復調が望ましいことが示された。

1.1 変調器出力折り返し実験

UL 64QAM(2/3), LL 16QAM (12/16)の信号の折り返し実験による IL に対する所要受信電力を図 1.1-1 に示す。IL が 20dB 以下の条件では、JD に比べて、JD-Gray（グレイ符号化）、SIC の方が低い所要受信電力による受信が可能であった。また、20dB 以上では JD、JD-Gray と SIC は同等の受信特性が得られたことが示された。一方で IL の技術基準は 5~30dB まで可能であるので、IL16dB 以下の特性の検証も必要と思われる。

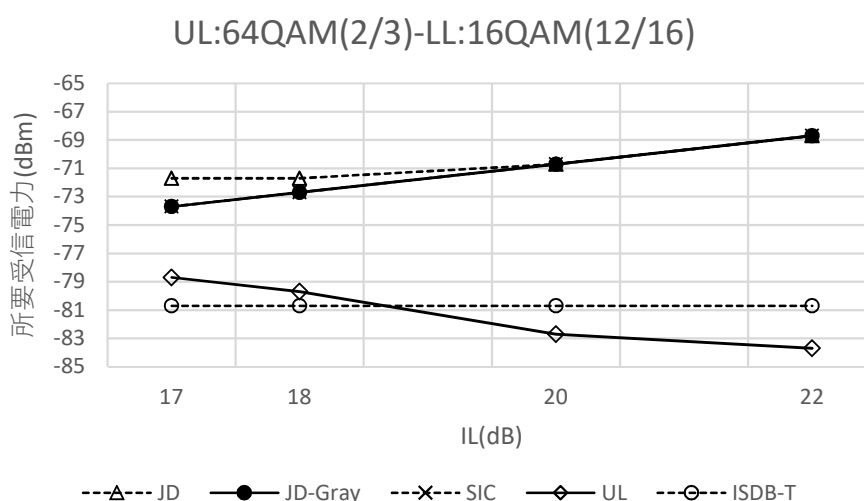


図 1.1-1 変調器折り返し実験 IL 対所要受信電力(UL:64QAM(2/3) LL:16QAM(12/16))
(JD-Gray と SIC のカーブはほぼ重なっている)

1.2 移動受信

東山実験試験局（名古屋エリア）単局による移動受信特性を図 1.2-1、図 1.2-2 に示す。伝送パラメータは UL:64QAM(2/3)、LL:QPSK(4/16)、IL は変調器出力折り返し実験で SIC と JD (JD-Gray) で差が出なかった 21dB で実施している。

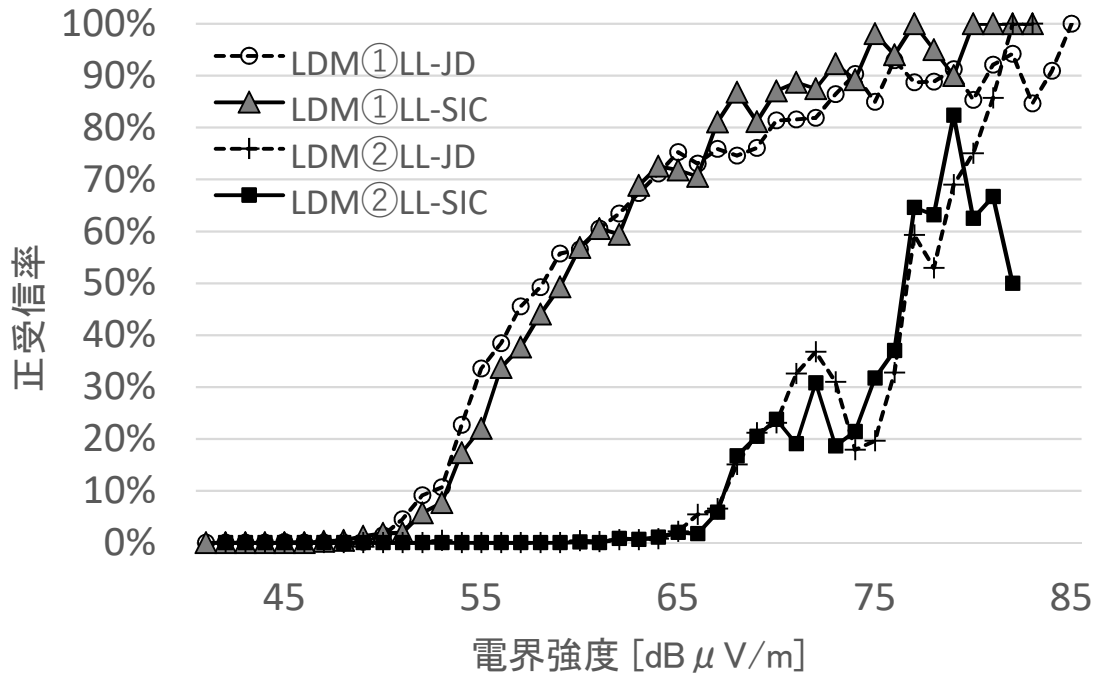
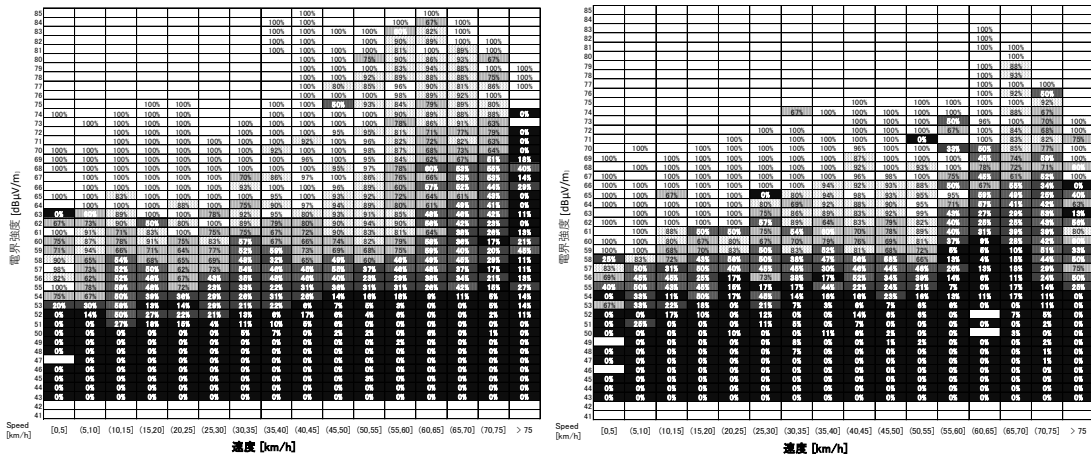


図 1.2-1 移動受信 正受信率



(a) JD (JD-Gray)

(b) SIC

図 1.2-2 移動受信 速度と電界強度に対するエラー発生分布

図 1.2-1 の正受信率特性においては、SIC と JD (JD-Gray) はほぼ同等の受信特性が示された。また、図 1.2-2 の速度と電界強度に対するエラー発生分布においては、バラツキがあるもの

の、SIC と JD (JD-Gray) の有意な差はみられなかった。

このように、固定受信、移動受信において、SIC と JD (JD-Gray) の復調方式において大きな差はみられないが、IL の低い値において SIC が優位となる可能性もある。
次節では、SIC 復調時の懸念と対策手法について述べる。

2 LDM 方式復調処理の懸念と対策方法

本節は、LDM 方式の復調処理の懸念と、その懸念を解消する 2 種類の対策方法について述べる。

LDM 方式の伝送路符号化は UL・LL とともに独立した 3 階層により構成され、それぞれ階層合成の後に時間インターリーブ、周波数インターリーブを行い、UL と LL の信号を多重する。この LDM 方式の復調処理を図 2-1 に示す。(SIC: Successive Interference Cancellation) を適用した復調処理は、受信信号から信号レプリカ (UL の復調信号から作成した ISDB-T 信号) を除去してから LL を復調する。信号レプリカを作成するために時間インターリーブを繰り返すことになり、必要となるメモリと遅延が増加する課題が挙げられる。

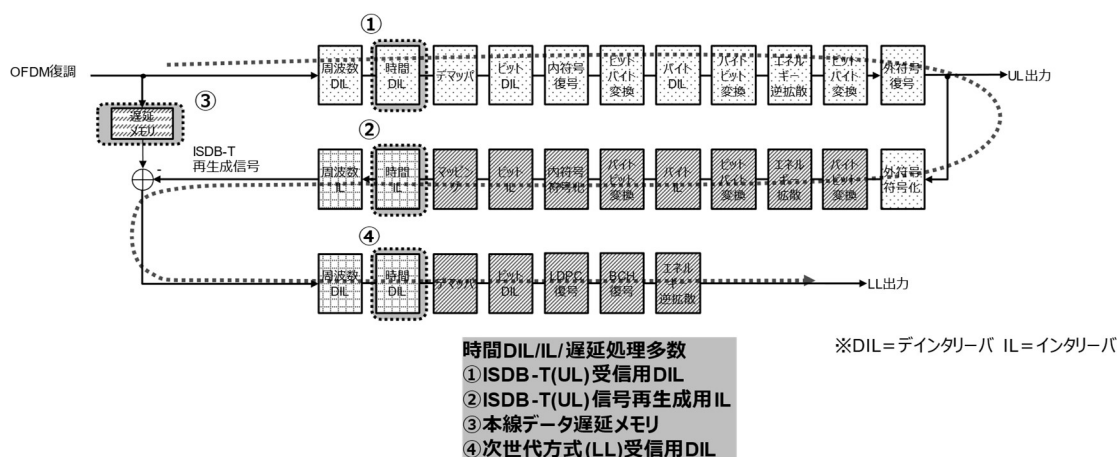


図 2-1 LDM 方式の復号処理 (逐次干渉除去)

この課題を解消するため、2 種類の対策方法が考えられる。

2.1 UL と LL の時間／周波数インターリーブ共通化

LL のセグメント構成を UL と同一にすることにより、時間インターリーブと周波数インターリーブを共通化することができる。時間インターリーブ前に UL と LL を多重化するこの構成を図 2.1-1 に示す。復調処理は、図 2.1-2 に示すように信号レプリカを生成するための時間インターリーブを繰り返す必要がなくなり、メモリと遅延の増加を最小限にすることができる。

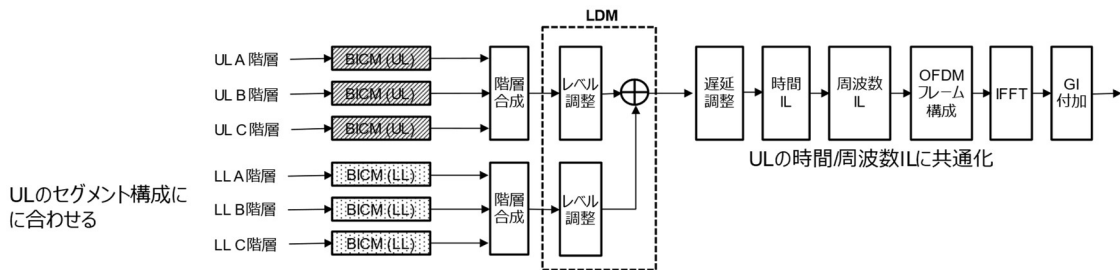


図 2.1-1 時間/周波数 IL の共通化

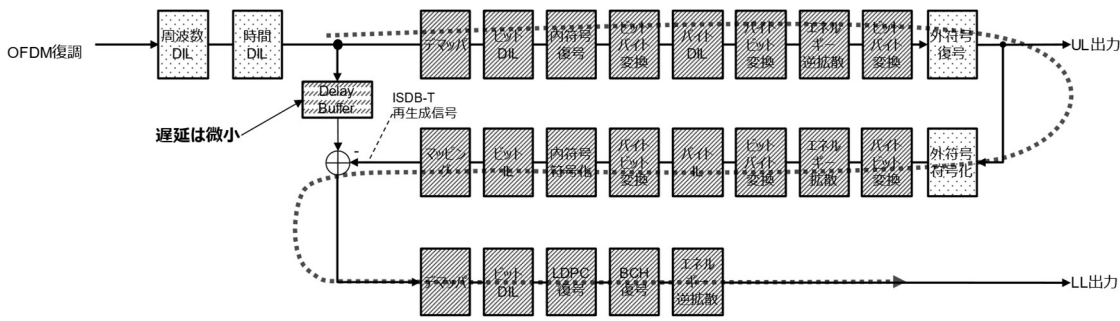


図 2.1-2 共通化した時間/周波数インターリーブの復調処理

2.2 LL 階層再構成

変調器が LL を UL と同一のセグメント構成にする LL 階層再構成を、図 2.2-1 に示す。

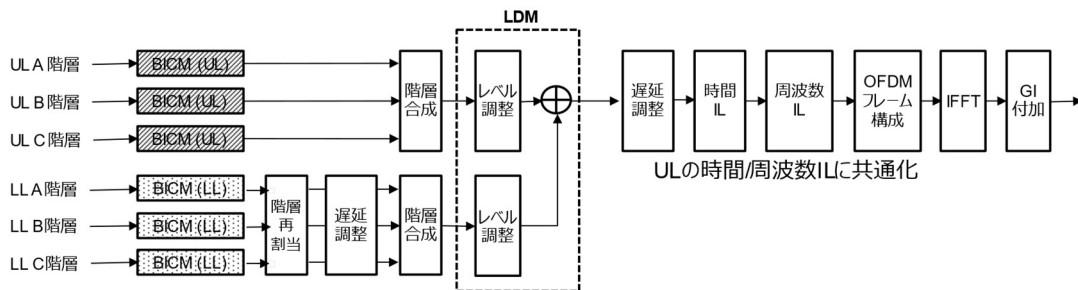


図 2.2-1 LL 階層再構成

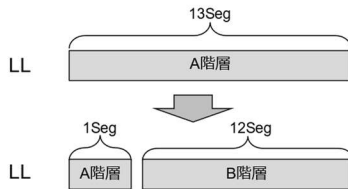
LL 階層再構成は、LL の A・B・C 階層のセグメントを UL と同一に割り当てた後、同一階層は同遅延とする遅延調整を行うことによって、UL のセグメント構成に関わらず LL のセグメント構成を自由に選択することを可能にする。

制御情報に配置する LL の階層構成は、階層再構成前のセグメント数と同階層で最も遅延の大きい時間インターリーブ長を設定する。また FEC ブロックポインタは、階層再構成後の階層に含まれる最も長い時間インターリーブ長として遅延させる。

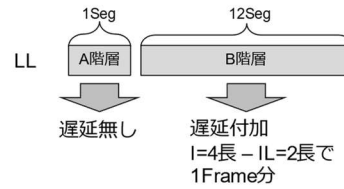
一例を図 2.2-2 に示す。UL が 2 階層 (A 階層のセグメント数が 1、時間インターリーブ長が $I=4$ 、B 階層のセグメント数が 12、時間インターリーブ長が $I=2$)、LL が 1 階層 (セグメント数が 13) の場合、LL を 1 セグメントと 12 セグメントに割り当て、12 セグメントに時間インター

リーブの差である 1 フレーム分の遅延調整を行う。制御情報に配置する LL の階層構成は A 階層 13 セグメント、時間インターリーブ長 $I=4$ を設定して、FEC ブロックポインタを $I=4$ として遅延させる。

例) UL: A1seg B12seg / LL: A13seg



例) UL: A1seg(IL=4) B12seg(IL=2) / LL: A13seg



モード3		
長さ (1)	遅延補正シンボル数	送受遅延フレーム数
0	0	0
1	109	1
2	14	1
4	28	2

図

2.2-2 階層再構成（階層再割当と遅延調整）の例

参考資料 8 高度化放送導入方式の回線設計例

LDM 放送及び次世代放送の回線設計例を表 1 に示す。表 1 において所要電界強度には、マルチパスマージン、同一チャンネル及び隣接チャンネル干渉に対するマージン、多段中継におけるマージン及び場所率・時間率補正值を含んでいない。

表 1 LDM 放送及び次世代放送の回線設計例

	LDM 放送①		LDM 放送②		次世代放送	現行地上デジタル テレビジョン放送 (参考)
	UL	LL	UL	LL	B 階層	B 階層
(1) 変調方式	64QAM	QPSK	64QAM	16QAM	256QAM	64QAM
(2) 符号化率	2/3	4/16	2/3	12/16	11/16	3/4
(3) 所要 C/N* (dB)	19.4	19.2	19.4	32.2	19.1	20.1
(4) 装置化マージン (dB)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
(5) 受信機所要 C/N (dB)	22.4	22.2	22.4	35.2	22.1	23.1
(6) 受信機雑音指数 (dB)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
(7) 雑音帯域幅 (kHz)	5600.0	5600.0	5600.0	5600.0	5600.0	5600.0
(8) 受信雑音電力 (dBm)	-99.3	-99.3	-99.3	-99.3	-99.3	-99.3
(9) 外来雑音電力 (dBm)	-102.7	-102.7	-102.7	-102.7	-102.7	-102.7
(10) 全受信雑音電力 (dBm)	-97.7	-97.7	-97.7	-97.7	-97.7	-97.7
(11) 受信機入力終端電圧 (dB μ V)	33.4	33.2	33.4	46.2	33.1	34.1
(12) 受信アンテナ利得 (dB)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
(13) アンテナ実効長 (dB)	-13.8	-13.8	-13.8	-13.8	-13.8	-13.8
(14) フィーダー・機器挿入損 (dB)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
(15) 所要電界強度 (dB μ V/m)	48.3	48.1	48.3	61.1	48.0	49.0

* : LDM 放送①、②における UL、LL の所要 C/N は IL:21dB で試算した。

- ・ 使用周波数は 470MHz で試算。
- ・ (3) 所要 C/N:LDM 放送①、LDM 放送②、次世代放送についてはシミュレーション結果 (参考資料-9 参照) より、地上デジタルテレビジョン放送については、ARIB STD-B31 参考資料 3 A3.2.4 節表 A3.3-2 より引用。
- ・ (4) 装置化マージン、(6) 受信機雑音指数、(7) 雑音帯域幅、(9) 外来雑音電力、(12) 受信アンテナ利得、(14) フィーダー・機器挿入損の数値は平成 11 年度電通技審議 74 号答申参考資料 1 より引用。

参考資料9 高度化放送導入方式の伝送特性（室内伝送実験結果）

1 目的

LDM 放送及び次世代放送の伝送特性を把握するため、室内にて伝送パラメータ、各種伝送条件を想定した伝送実験を実施する。実験結果はシミュレーションとの比較も行い、装置化による劣化の程度を測定する。

2 伝送パラメータ

LDM 放送及び次世代放送で想定される伝送パラメータ（LDM 放送①、LDM 放送②、次世代放送①）のほか、いくつかの伝送パラメータにて室内試験を行う。今回使用する伝送パラメータは表 2-1 のとおり。

表 2-1 室内試験で用いる伝送パラメータ

放送波	A 階層	B 階層	LL
ISDB-T	QPSK (2/3)	64QAM (3/4)	
LDM 放送①	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)
LDM 放送②	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)
次世代放送①	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—
次世代放送②	4096QAM (9/16)		—

3 試験系統

ガウス雑音環境下における伝送パラメータ毎の所要 C/N 測定に用いた試験系統を図 3-1 に示す。また同様に SFN 条件における伝送パラメータ毎の所要 C/N 測定に用いた試験系統を図 3-2 に示す。

野外試験に際し伝送パラメータ毎に所要受信電力の測定を把握するための測定系統を図 3-3 に示す。SFN 条件においては、無効階層インサータから IIP 制御による遅延制御を行った。また、単独条件においては、LDM 変調器 (2) の系統を切り離して試験を行った。

LDM 変調器、LDM 復調器は単体のみで ISDB-T、LDM 放送、次世代放送の信号送出及び、受信が可能となる機能を有する。

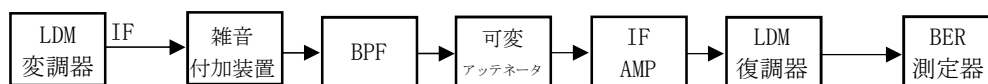


図 3-1 所要 C/N 測定に用いた試験系統図

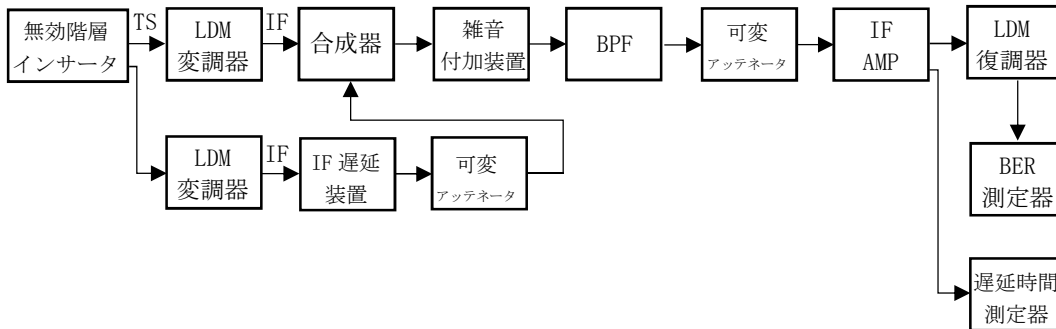


図 3-2 SFN 条件における所要 C/N 測定に用いた試験系統図

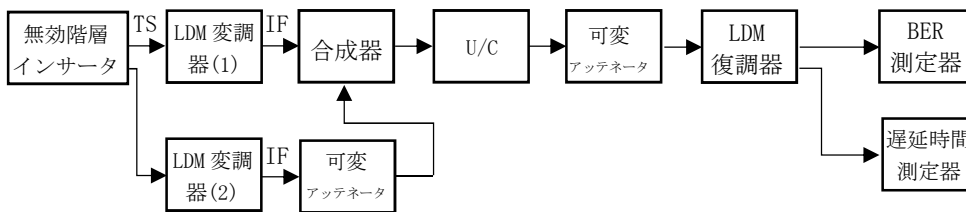


図 3-3 所要受信電力測定に用いた試験系統図

4 試験結果

4.1 LDM 放送及び次世代放送単独波による所要 C/N 値

ISDB-T、LDM 放送及び次世代放送それぞれの単独波における所要 C/N のシミュレーション結果、および実機実測結果を表 4.1-1 に示す。

表 4.1-1 ISDB-T、LDM 放送及び次世代放送単独波における所要 C/N

放送波	A 階層、 UL-A 階層	B 階層、 UL-B 階層	LL	次世代方式 コンスタレーション	IL (dB)	シミュレーション結果			実機実測結果		
						A 階層、 UL-A 階層 (dB)	B 階層、 UL-B 階層 (dB)	LL (dB)	A 階層、 UL-A 階層 (dB)	B 階層、 UL-B 階層 (dB)	LL (dB)
ISDB-T	QPSK (2/3)	64QAM (3/4)	—	—	—	5.7	18.7	—	5.8	19.2	—
LDM 放送①	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)	UC	21	6.0	19.4	19.2	5.9	19.5	19.6
LDM 放送②	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)	UC	21	6.1	19.4	32.2	5.9	19.5	32.4
次世代放送①	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—	NUC	—	6.0	19.1	—	6.3	19.1	—
次世代放送②	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—	UC	—	6.2	19.9	—	6.5	20.1	—

4.2 LDM 放送及び次世代放送 SFN 波における所要 C/N

ISDB-T、LDM 放送、次世代放送それぞれの SFN 波における所要 C/N のシミュレーション結果、および実機実測結果を表 4.2-1 に示す。SFN 条件としては、主波に対して遅延波は D/U=3dB、遅延時間差 113.45 μ s（現行地上デジタルテレビジョン放送のガードインターバル比の 90%値）とした。

表 4.2-1 ISDB-T、LDM 放送及び次世代放送 SFN 波における所要 C/N

放送波	A 階層、 UL-A 階層	B 階層、 UL-B 階層	LL	次世代方式 コンスタ レーション	IL (dB)	遅延時間差 (μ s)	D/U (dB)	シミュレーション結果			実機実測結果		
								A 階層、 UL-A 階層 (dB)	B 階層、 UL-B 階層 (dB)	LL (dB)	A 階層、 UL-A 階層 (dB)	B 階層、 UL-B 階層 (dB)	LL (dB)
ISDB-T	QPSK(2/3)	64QAM(3/4)	—	—	—	113.45	3.0	7.6	20.8	—	8.0	21.3	—
LDM 放送①	QPSK(2/3)	64QAM(2/3)	QPSK(4/16)	UC	21	113.45	3.0	8.1	20.9	18.1	8.1	20.5	18.6
LDM 放送②	QPSK(2/3)	64QAM(2/3)	16QAM(12/16)	UC	21	113.45	3.0	8.1	21.0	33.3	8.2	20.6	33.5
次世代放送①	16QAM(7/16)	256QAM(11/16)	—	NUC	—	113.45	3.0	6.2	19.7	—	5.8	19.6	—
次世代放送②	16QAM(7/16)	256QAM(11/16)	—	UC	—	113.45	3.0	6.2	20.1	—	6.0	20.2	—

4.3 LDM 放送時における IL 対所要受信電力特性

LDM 放送における IL を変化させたときの各階層の所要受信電力を測定した。

4.3.1 LDM 放送① UL:A 階層 QPSK(2/3), B 階層 64QAM(2/3) LL:QPSK(2/16~8/16) の場合

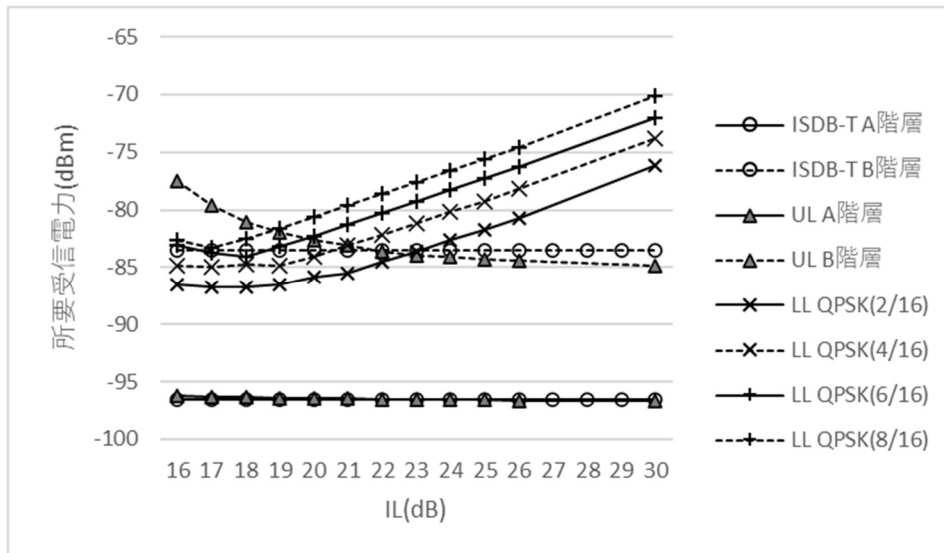


図 4.3.1-1 IL 対所要受信電力特性 (LL : QPSK)

4.3.2 LDM 放送② UL:A 階層 QPSK(2/3), B 階層 64QAM(2/3) LL:16QAM(2/16~12/16) の場合

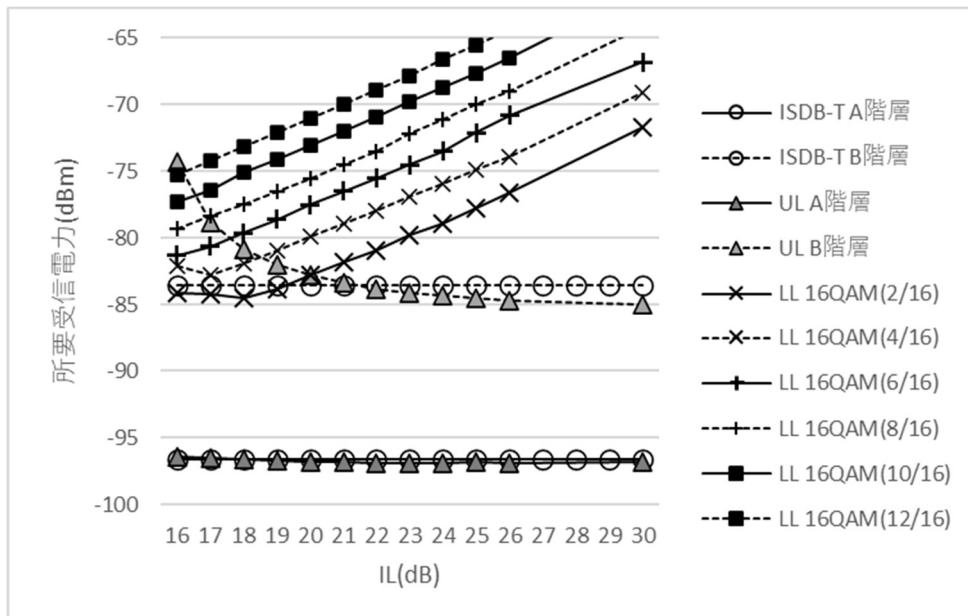


図 4.3.2-1 IL 対所要受信電力特性 (LL : 16QAM)

4.4 LDM 放送時における SFN 条件下での D/U 対所要受信電力特性

LDM 放送における、SFN 条件下（遅延時間量 $113.54 \mu s$ ）での D/U を変化させたときの各階層の所要受信電力を測定した。

4.4.1 主波：LDM 放送① — 遅延波：LDM 放送①の場合

LDM 放送①（UL:A 階層 QPSK(2/3), B 階層 64QAM(2/3) LL:QPSK(4/16)）

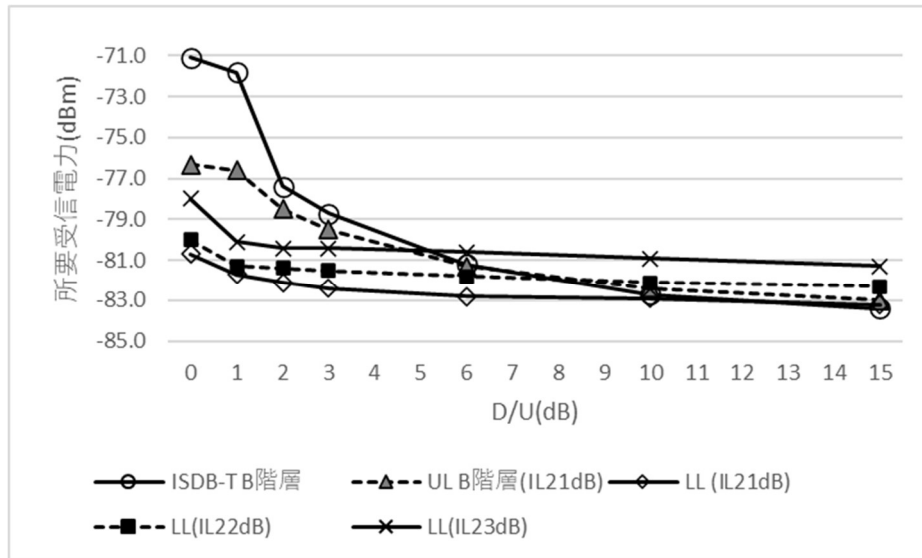


図 4.4.1-1 D/U 対所要受信電力特性 (LDM 放送①)

4.4.2 主波：LDM 放送② — 遅延波：LDM 放送②の場合

LDM 放送②（UL:A 階層 QPSK(2/3), B 階層 64QAM(2/3) LL:16QAM(12/16)）

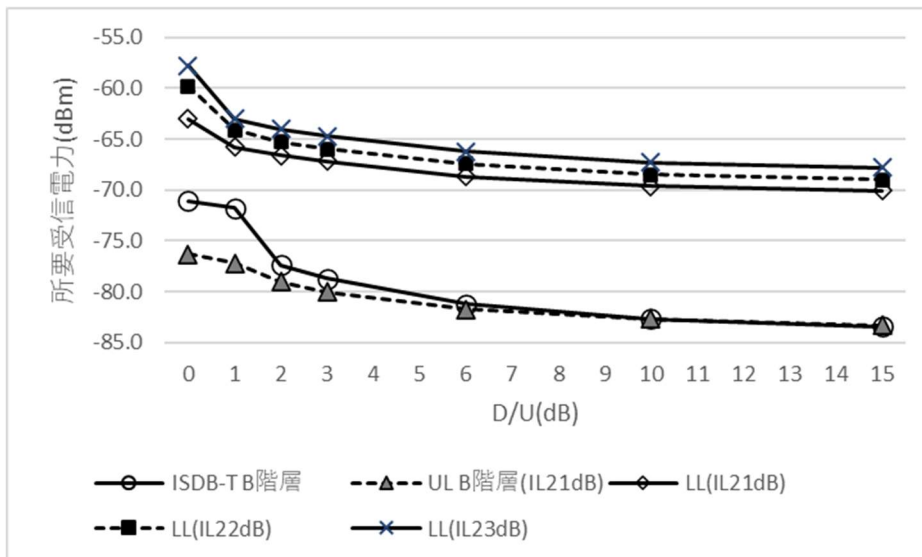


図 4.4.2-1 D/U 対所要受信電力特性 (LDM 放送②)

4.5 LDM 放送における SFN 条件下での遅延時間差対所要受信電力特性

LDM 放送における、SFN 条件下 (D/U3dB) での遅延時間差を変化させたときの各階層の所要受信電力の変化を測定した。

4.5.1 主波 : LDM① - 遅延波 : LDM①の場合

LDM① (UL (B 階層:64QAM(2/3))、LL (QPSK(4/16))、D/U=3dB)

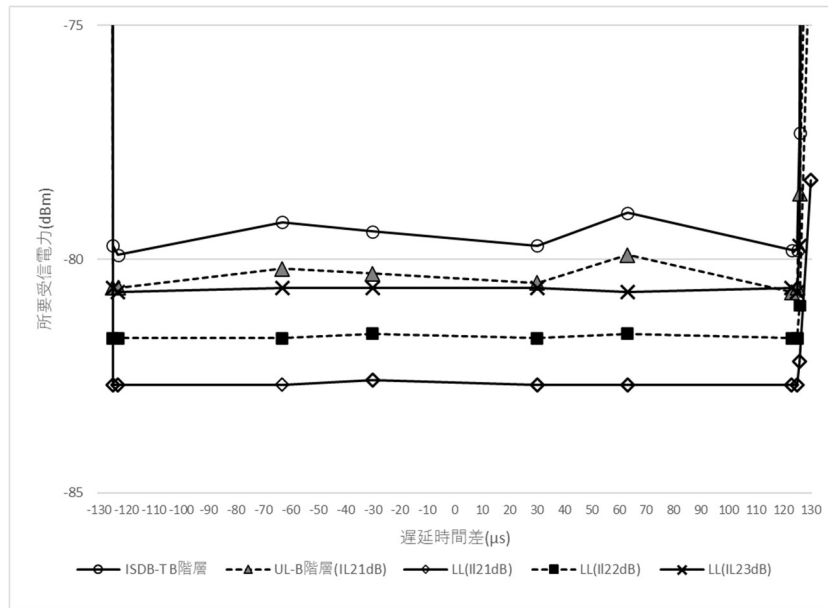


図 4.5.1-1 遅延時間差対所要受信電力特性 (LDM 放送①)

4.5.2 主波 : LDM② - 遅延波 : LDM②の場合

LDM② (UL (B 階層:64QAM(2/3))、LL (16QAM(12/16))、D/U=3dB)

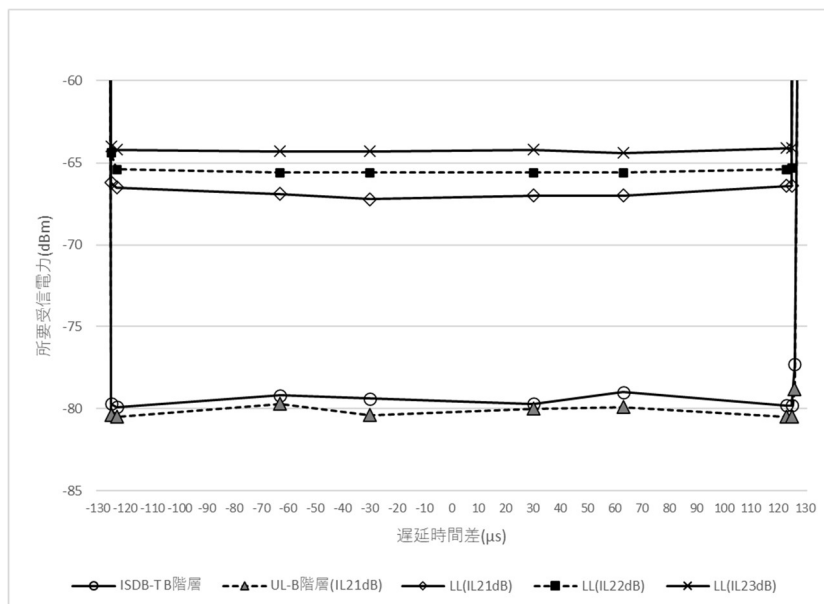


図 4.5.2-1 遅延時間差対所要受信電力特性 (LDM 放送②)

5 まとめ

ISDB-T、LDM 放送及び次世代放送における伝送パラメータ毎の所要 C/N 値について、シミュレーション値と実機測定結果とを比較すると、最大 0.5dB の差異が見られたものの、0.1dB~0.4dB の範囲に納まっており、装置化実現に向けて大きな問題がないことがわかった。

単独波に比べ SFN 波では、ISDB-T、地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) の実機測定において、最大 2.3dB の劣化が確認された。これは、従来の誤り訂正技術によるものであり、次世代方式で用いられる誤り訂正技術では改善が見られ、さらに次世代放送では特に比較的符号化率の低い A 階層において単独波に比べ SFN 波の方が所要 C/N が低くなった。

IL 対所要受信電力特性については、現行地上デジタルテレビジョン放送 (ISDB-T B 階層) の視聴者が LDM 放送① (UL-B 階層) も視聴できるよう ISDB-T B 階層と LDM 放送① (UL-B 階層) の所要受信電力を等しくする必要がある。図 4.3.1-1 から読み取れるように、この IL は 21dB となり、その時の所要受信電力は -83.5dBm である。

IL が 21dB の時、同様の所要受信電力となる LL の変調方式は、図 4.3.1-1 から QPSK(4/16) と読み取れることから、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度のサービスエリアを確保できる LL の変調パラメータは QPSK (4/16) となることがわかる。これはエリア優先のパラメータと呼べる。

一方、4K 放送の伝送容量を 13.5Mbps としたときの変調方式は 16QAM(12/16) である。LL が 16QAM(12/16) の場合は図 4.3.2-1 から、どの変調パラメータにおいても ISDB-T B 階層の所要受信電力を上回るため、同一エリアを確保することができないことが読み取れる。よって画質を優先する LL の変調パラメータとして 16QAM(12/16) を選択した。

SFN 条件下において、主波に対して遅延波の受信信号レベルが高くなる (=D/U 値が小さくなる) と所要受信電力が増加する。LDM 放送①においては、図 4.4.1-1 から読み取れるように、 $D/U < 3\text{dB}$ の領域では ISDB-T B 階層よりも低い電力での受信が可能となる。

また、LDM 放送②においては、図 4.4.2-1 から読み取れるように、LL は常に ISDB-T B 階層よりも高い受信電力が必要となる。

SFN 条件下における遅延時間差対所要受信電力特性においては、図 4.5.1-1 及び図 4.5.2-1 から読み取れるように、遅延時間差がガードインターバルに収まる範囲内では、UL のみならず、LL の階層においても、所要受信電力の増加はほとんどなく、SFN の伝送ができることが示された。

参考資料 10 高度化放送導入方式の伝送特性（屋外伝送実験結果）

参考資料 10-1 実証実験（固定受信）実験結果

1 まえがき

地上デジタル放送高度化導入方式（LDM 方式）の仕様に基づく変復調器を用いて、大阪エリアに設置した大阪実験試験局から電波発射を行い、100 か所程度のポイントで地上デジタルテレビジョン放送、LDM 放送および次世代放送を固定受信して受信特性の比較調査を行った。

2 実験日時

測定期間：令和 4 年 10 月 6 日～12 月 27 日

試験電波発射時間：午前 9 時 30 分～午後 6 時 00 分

送信信号内容：ビット誤り率測定のための PN 信号

3 実験局の概要

A-PAB（一般社団法人 放送サービス高度化推進協会）が免許人となっている「大阪実験試験局」を使用した。実験試験局の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 実験試験局概要

実験試験局名称	大阪実験試験局
送信地点	生駒山中腹（大阪府東大阪市）
送信チャンネル周波数（中心周波数）	UHF19ch (509.142857MHz)
送信機出力	1kW
最大 ERP	4.6kW
送信アンテナ	多段型ダイポール 偏波共用アンテナ 2 段 2 面
アンテナ方向	真北から 240 度および 350 度方向
送信海拔高	570m
偏波面	水平偏波

4 測定系統、測定方法および使用機器一覧

4.1 測定系統

送信系統図を図 4.1-1 に、固定受信の系統図を図 4.1-2 に示す。

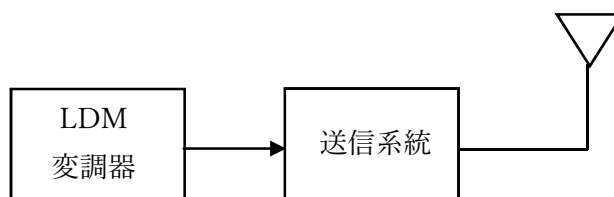


図 4.1-1 送信系統図（測定に用いる PN 信号は LDM 変調器内部にて発生）

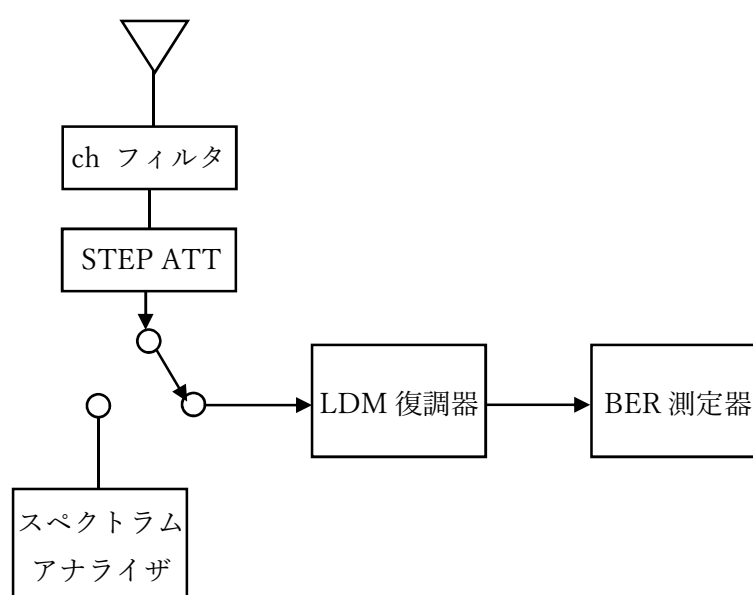


図 4.1-2 固定受信の系統図

4.2 測定方法

地上デジタルテレビジョン放送 (ISDB-T)、LDM 放送及び次世代放送について、いずれも PN 信号を送信し、ステップ減衰器を用いて受信信号を減衰させて BER を測定した。地上デジタルテレビジョン放送および LDM 放送 (A 階層、B 階層) については畳込み符号復号後の BER が 2×10^{-4} よりも小さくなる時の、また LDM 放送 (LL) および次世代放送については LDPC 符号復号後の BER が 1×10^{-7} より小さくなる最小受信電力を所要受信電力とした。

4.3 使用機器一覧

表 4.3-1 に使用機器一覧を示す。

表 4.3-1 使用機器一覧

機器名	製造者	型番	備考
LDM 受信機①	東芝		LL 階層分割機能未対応
LDM 受信機②	東芝		LL 階層分割機能対応済
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS2712	
ステップ減衰器	多摩川電子	TRA602D-50NJ	
BER 測定器	営電	7710B	
BPF	日本通信機		19ch 対応

また、図 4.3-1～図 4.3-2 に固定受信測定の様子を示す。



図 4.3-1 測定車内に設置した機器類

左：LDM 受信機・LL 階層分割機能未対応のものと対応済みの 2 台
 中央奥：LDM 受信機制御用 PC 中央手前：ステップ減衰器 中央下：チャンネルフィルタ (19ch)
 右：BER 測定器



図 4. 3-2 固定受信調査の様子

5 伝送パラメータ

今回の固定受信調査で用いた伝送パラメータを表 5-1 に示す。

表 5-1 固定受信調査 伝送パラメータ

番号	測定信号	A 階層 UL (A 階層)	B 階層 UL (B 階層)	LL	IL (dB)
1	ISDB-T	QPSK (2/3)	64QAM (3/4)	—	—
2	LDM 放送①	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)	21, 22, 23
3	LDM 放送②	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)	21, 22, 23
4	次世代放送①	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—	—
5	次世代放送②	16QAM (7/16)	4096AM (9/16)	—	—
6	次世代放送③	256QAM (11/16)		—	—
7	次世代放送④	4096AM (9/16)		—	—

※LDM 放送①②の LL については JD (統合復調) 受信と SIC (逐次干渉除去) 受信とで測定を行った。

※次世代放送については NUC (不均一コンスタレーション) と UC (均一コンスタレーション) について測定を行った。

6 測定ポイント

大阪実験試験局の受信電界強度が $60\text{dB}\mu\text{V/m}$ となるエリアを一边 5km のメッシュに区切り、極力 1 マスにつき 1 か所以上のポイントを選び、総数で 100 か所程度での測定を目指した。測定ポイントの分布図を図 6-1 に、一覧を表 6-1 に示す。

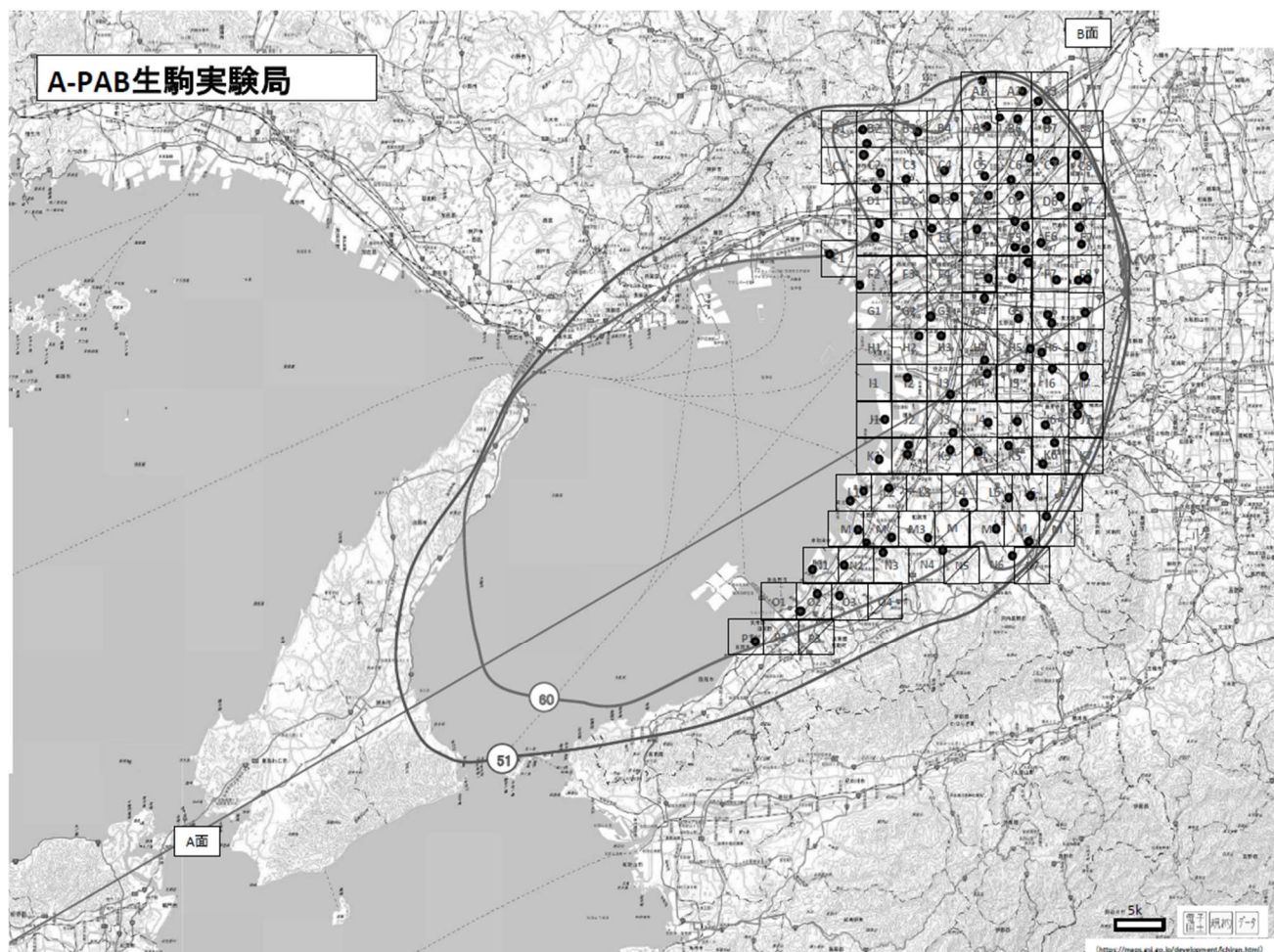


図 6-1 多地点固定受信測定ポイントの分布

表 6-1 測定ポイント一覧

地点番号	測定場所	伝送距離 (km)	自由空間電界強度 ($\text{dB}\mu\text{V/m}$)
A1-1	大阪府茨木市彩都やまぶき 1 丁目	24.2	85.9
A2-1	大阪府高槻市塚原 1 丁目	21.8	86.8
A3-1	大阪府茨木市三島丘 2 丁目	19.5	87.7
B2-1	兵庫県伊丹市荻野 7 丁目	29.9	84.0
B2-3	兵庫県伊丹市瑞原 1 丁目	28.7	84.4
B3-3	大阪府豊中市刀根山元町 2 丁目	23.9	86.0
B5-2	大阪府吹田市千里万博公園 10	20.7	87.2

地点番号	測定場所	伝送距離 (km)	自由空間電界強度 (dB μ V/m)
B6-1	大阪府茨木市北春日丘 4 丁目	20.9	87.1
B6-2	大阪府茨木市春日 3 丁目	18.9	88.0
B7-1	大阪府茨木市学園南町 9	17.1	88.9
C2-1	兵庫県伊丹市鈴原町 3	26.8	85.0
C2-2	兵庫県伊丹市中野東 3 丁目	29.1	84.3
C3-1	兵庫県尼崎市田熊 1 丁目	23.3	86.2
C4-1	大阪府豊中市服部緑地 1	20.4	87.3
C5-1	大阪府吹田市藤が丘町 7	17.4	88.7
C6-1	大阪府茨木市宮島 2 丁目	15.0	90.0
C6-2	大阪府摂津市別府 2 丁目	14.8	90.1
C7-1	大阪府摂津市鳥飼上	13.6	90.9
C8-1	大阪府寝屋川市太間町 18	13.3	91.1
D1-1	兵庫県尼崎市塚口町 4 丁目	25.8	85.3
D3-1	大阪府大阪市吹田市芳野町 16	18.7	88.1
D3-2	大阪府豊中市千成町 3 丁目	20.2	87.4
D4-1	大阪府吹田市南高浜町 7	16.1	89.4
D5-1	大阪府摂津市一津屋	13.6	90.9
D6-1	大阪府寝屋川市中神田町 6	10.4	93.2
D7-1	大阪府門真市上島町 22	9.6	93.9
E1-1	兵庫県尼崎市七松町 2 丁目	25.8	85.3
E1-3	兵庫県尼崎市大庄中通 4 丁目	26.6	85.0
E2-1	兵庫県尼崎市常光寺 4 丁目	21.8	86.8
E3-1	大阪府大阪市淀川区三津屋中 2 丁目	19.8	87.6
E4-1	大阪府大阪市東淀川区柴島 2 丁目	15.9	89.5
E5-1	大阪市旭区太子橋 2 丁目	13.0	91.3
E5-2	大阪府守口市松下町 1	5.9	98.1
E5-3	大阪府大阪市鶴見緑地公園 1	9.6	93.9
E5-4	大阪府大阪市鶴見区緑 3 丁目	10.8	92.9
E6-1	大阪府大阪市鶴見区緑 3 丁目	10.8	92.9
E7-1	大阪府大東市深野北	6.8	96.9
E7-3	大阪府大東市深野 1 丁目	6.0	98.0
F1-1	兵庫県西宮市甲子園浜 1 丁目	30.3	83.9
F2-1	尼崎市平左衛門町 66	28.0	84.6
F5-1	大阪府大阪市中央区大阪城	13.0	91.3
F6-1	大阪府大阪市鶴見区浜 1 丁目	9.3	94.2

地点番号	測定場所	伝送距離 (km)	自由空間電界強度 (dB μ V/m)
F6-2	大阪府大阪市東中浜4丁目	11.5	92.3
F7-1	大阪府東大阪市本庄西1丁目	7.0	96.6
F8-1	大阪府東大阪市中新開1丁目	5.1	99.4
F8-2	大阪府東大阪市中新開2丁目	4.9	99.7
G3-1	大阪府大阪市大正区泉尾7丁目	19.3	87.8
G4-1	大阪府大阪市天王寺区餌差町6	13.5	90.9
G5-1	大阪府大阪市生野区巽北4丁目	10.9	92.8
G6-1	大阪府東大阪市中小坂4丁目	7.9	95.6
G6-2	大阪府東大阪市菱江3丁目	5.9	98.1
G7-1	大阪府東大阪市若草町8	4.4	100.7
H2-2	大阪府大阪市大正区鶴町2丁目	21.2	87.0
H3-1	大阪府大阪市大正区南恩加島4丁目	19.6	87.7
H4-1	大阪市東住吉区南田辺3丁目	15.2	89.9
H5-1	大阪府大阪市平野区加美東6丁目	10.4	93.2
H6-1	大阪府八尾市西久宝寺	10.4	93.2
H7-1	大阪府大阪市八尾市山本町3丁目	7.1	96.5
I2-1	大阪府堺市堺区匠町159	24.2	85.9
I3-2	大阪府大阪市住之江区新北島3丁目	20.4	87.3
I4-2	大阪府大阪市住吉区长居東1丁目	16.1	89.4
I5-1	大阪府八尾市竹濑西4丁目	12.1	91.9
I6-1	大阪市八尾市植松7丁目	10.3	93.3
I7-2	大阪府柏原市法善寺1丁目	10.4	93.2
J1-1	大阪府堺市西区築港新町	26.8	85.0
J3-1	大阪府堺市堺区百舌鳥夕雲町2丁目	21.6	86.8
J4-1	大阪府堺市北区南花田町	18.3	88.3
J5-1	大阪府松原市岡2丁目	16.6	89.1
J6-2	大阪府羽曳野市野々上5丁目	15.2	89.9
J7-1	大阪府藤井寺市道明寺1丁目	12.8	91.4
J7-2	大阪府藤井寺市川北2丁目	11.5	92.3
K1-1	大阪府高石市高砂3丁目	28.9	84.3
K2-1	大阪府堺市西区浜寺公園町3丁目	26.2	85.2
K2-2	大阪府堺市西区浜寺公園町1丁目	25.6	85.4
K3-1	大阪府堺市西区神野町2丁目	23.5	86.1
K4-1	大阪府堺市東区白鷺町1丁目	20.8	87.2
K5-1	大阪府堺市美原区小寺	18.4	88.2

地点番号	測定場所	伝送距離 (km)	自由空間電界強度 (dB μ V/m)
K6-1	大阪府羽曳野市埴生野	17.8	88.5
K6-2	大阪府羽曳野市白鳥二丁目	15.0	90.0
L1-1	大阪府泉大津市なぎさ町8	31.5	83.6
L1-2	大阪府和泉北郡忠岡町2	33.3	83.1
L2-1	大阪府泉大津助松町4丁目	29.9	84.0
L4-1	大阪府堺市南区宮山台2丁目	25.2	85.5
L5-1	大阪府大阪狭山市岩室1402	22.1	86.6
L6-1	大阪府富田林市藤沢台1丁目	21.0	87.1
M1-1	大阪府岸和田市春木若松町13	34.2	82.8
M2-1	大阪府和泉市府中町3丁目	31.1	83.7
M2-2	大阪府岸和田市西之内町44	34.4	82.8
M3-1	大阪府堺市南区新檜尾台4	28.8	84.3
M5-1	大阪府狭山市大野台2丁目	24.6	85.7
M6-1	大阪府大阪狭山市金剛1丁目	22.7	86.4
M7-1	大阪府富田林市甲田4丁目	21.8	86.8
N1-1	大阪府貝塚市二色南町	40.2	81.4
N2-1	大阪府貝塚市堀2丁目	38.0	81.9
N3-1	大阪府岸和田市小松里町990	34.0	82.9
N4-1	大阪府堺市南区城山台2	28.8	84.3
N6-1	大阪府河内長野市小山田町	26.5	85.1
O2-1	大阪府泉佐野市鶴原2006	41.4	81.2
O2-2	大阪府泉佐野市栄町2	44.0	80.7
O3-1	大阪府貝塚市堤6	40.2	81.4
P1-1	大阪府泉南市りんくう南浜2	48.6	79.8

7 測定結果

7.1 受信電界分布

結果的に 101 の地点で測定を行った。受信電界の分布を図 7.1-1 に示す。

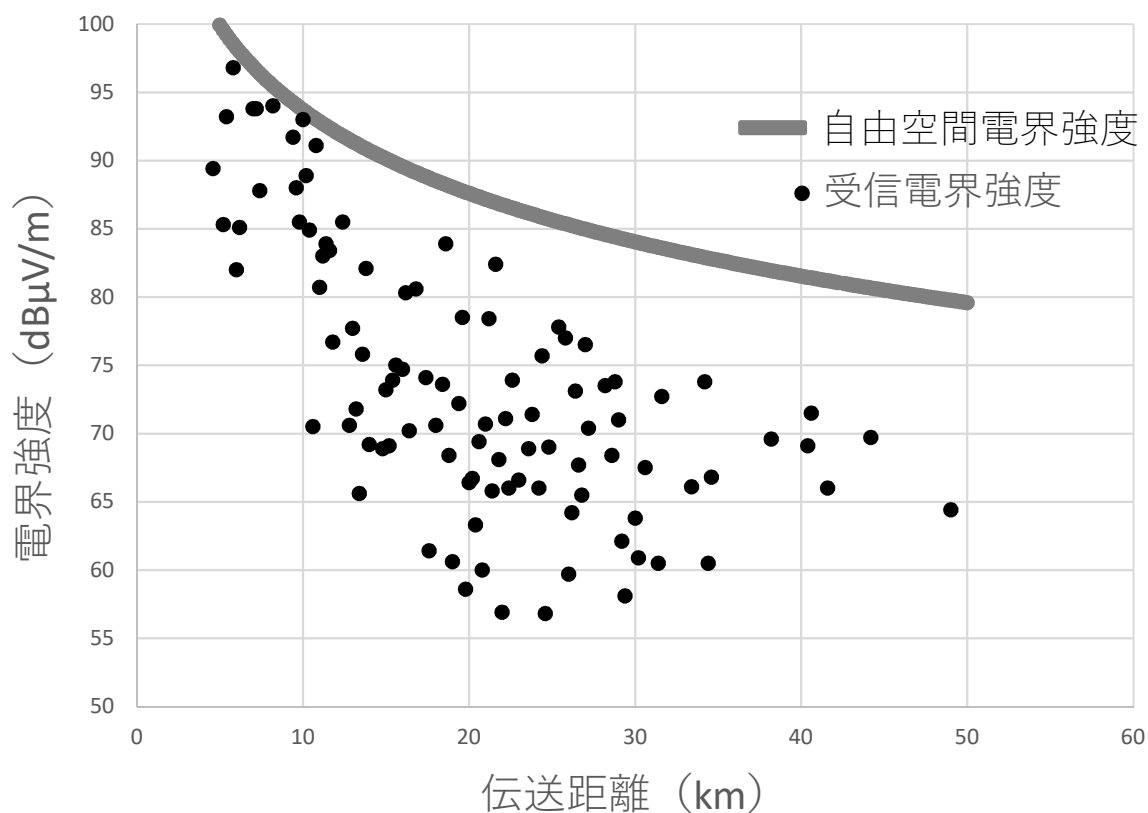


図 7.1-1 受信電界分布

7.2 所要受信電界強度

各パラメータについて測定した所要受信電力を電界強度に換算し、最大値／中央値／最小値を表 7.2-1～表 7.2-3 に示す。

表 7.2-1 所要受信電界強度 (ISDB-T 及び LDM 放送①) (単位: dBμV/m)

	ISDB-T	LDM 放送①								
		IL:21dB			IL:22dB			IL:23dB		
	B 階層	UL-B	LL-JD	LL-SIC	UL-B	LL-JD	LL-SIC	UL-B	LL-JD	LL-SIC
最大値	55.3	56.4	52.8	52.7	52.3	51.1	51.0	55.7	54.9	54.8
中央値	49.7	50.8	49.2	49.0	50.3	49.9	49.9	50.3	51.0	51.0
最小値	47.9	48.1	48.1	47.7	47.5	48.6	49.3	46.9	49.7	49.8
地点数	101	101	101	101	12	12	12	101	101	101

表 7.2-2 所要受信電界強度 (LDM 放送②) (単位: dB μ V/m)

	LDM 放送②								
	IL:21dB			IL:22dB			IL:23dB		
	UL-B	LL-JD	LL-SIC	UL-B	LL-JD	LL-SIC	UL-B	LL-JD	LL-SIC
最大値	55.6	70.6	70.6	52.3	68.9	69.0	54.6	70.6	70.6
中央値	50.9	62.7	62.6	49.9	63.9	63.9	50.1	65.0	65.0
最小値	48.4	61.5	61.6	48.0	63.0	63.0	47.8	62.0	62.0
地点数	101	87	87	12	11	11	77	77	77

表 7.2-3 所要受信電界強度 (次世代放送①~④) (単位: dB μ V/m)

	次世代放送①		次世代放送②		次世代放送③		次世代放送④	
	階層分割-B 階層				13 セグメント使用			
	NUC	UC	NUC	UC	NUC	UC	NUC	UC
最大値	52.1	52.4	57.1	57.9	52.6	53.9	58.1	60.5
中央値	48.8	49.6	53.1	55.3	48.5	49.4	52.9	55.0
最小値	48.4	49.2	52.5	52.8	47.9	48.8	52.2	54.3
地点数	53	53	53	51	98	98	97	97

7.3 所要受信電界強度の累積確率

受信電界強度累積確率を図 7.3-1~図 7.3-4 に、受信確率 95%、99%となる電界強度を表 7.3-1 と表 7.3-2 に示す。

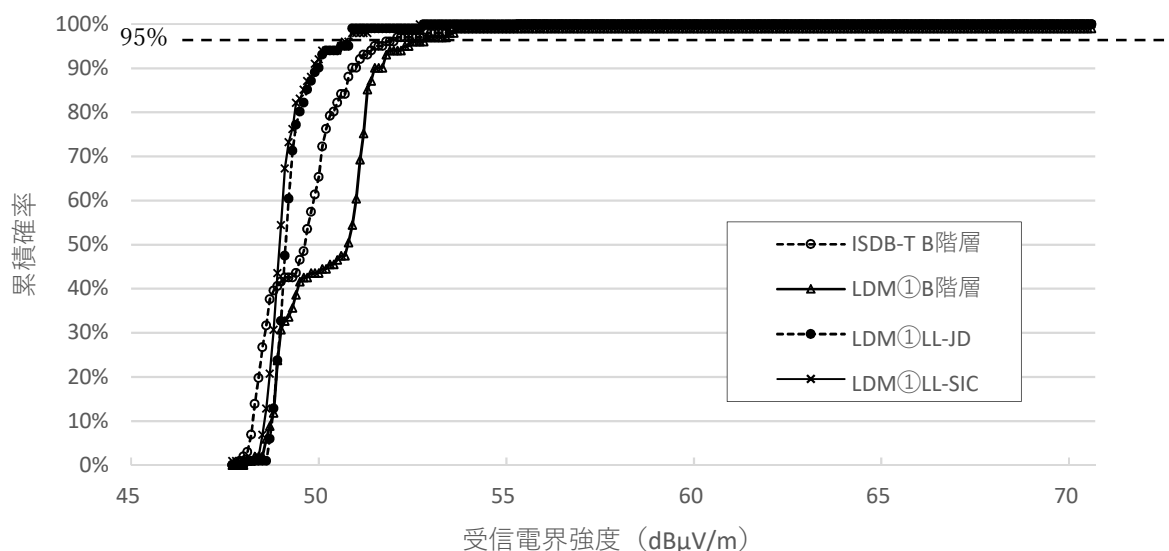


図 7.3-1 所要受信電界強度の累積確率 (ISDB-T 及び LDM 放送①)
(LDM 放送の IL は 21dB)

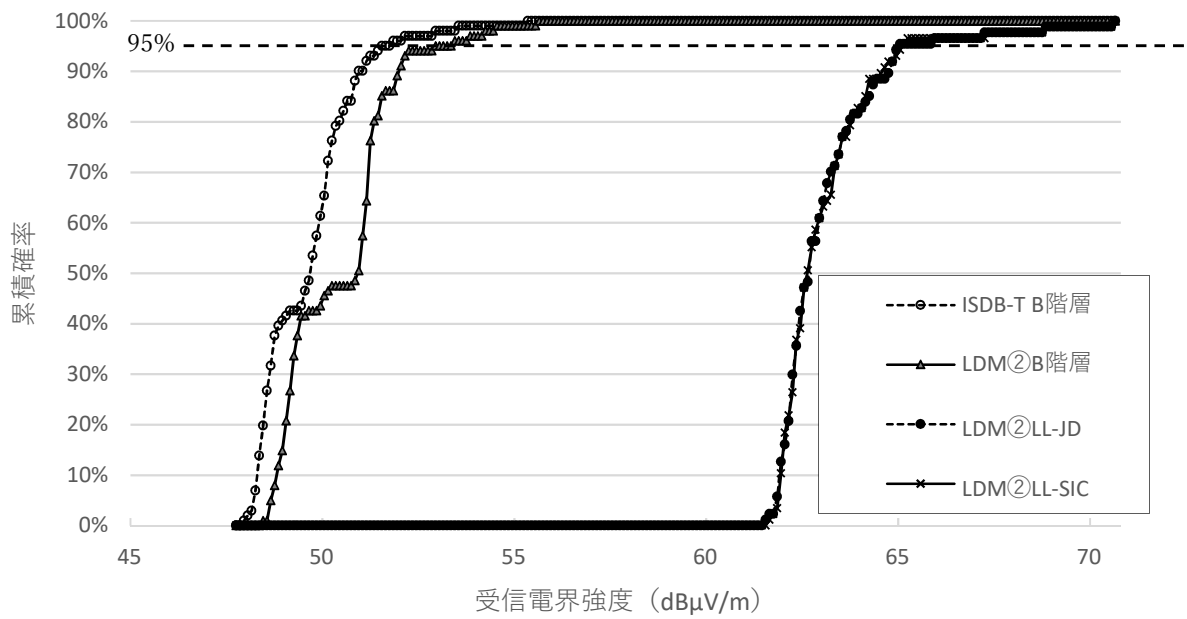


図 7.3-2 所要受信電界強度の累積確率 (ISDB-T 及び LDM 放送②)
(LDM 放送の IL は 21dB)

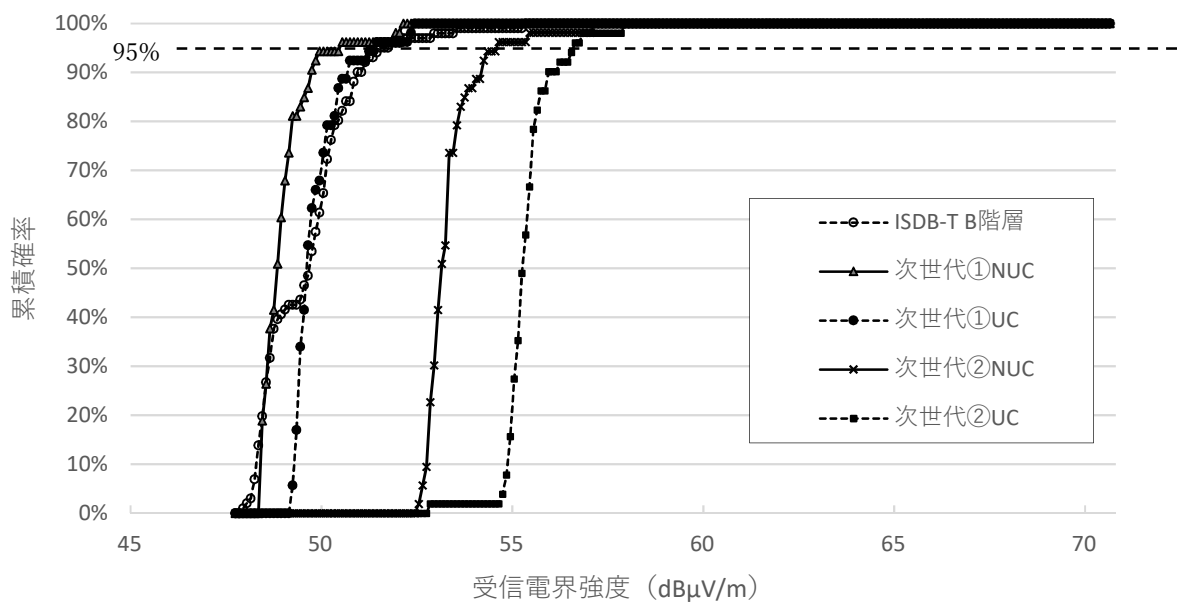


図 7.3-3 所要受信電界強度の累積確率 (ISDB-T 及び次世代放送①)

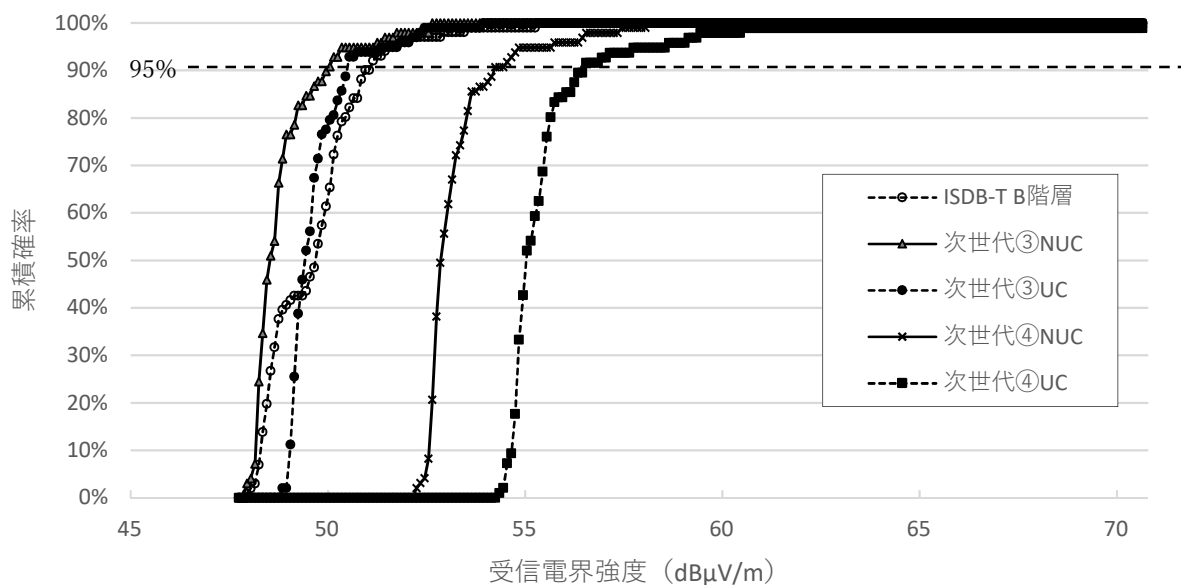


図 7.3-4 所要受信電界強度の累積確率 (ISDB-T 及び次世代放送③)

表 7.3-1 正受信率 95%・99%以上を達成する電界強度

(ISDB-T 及び LDM 放送①②) LDM 放送の IL は①②とも 21dB 単位: dB μ V/m)

	ISDB-T B 階層	LDM① B 階層	LDM① LL-JD	LDM① LL-SIC	LDM② B 階層	LDM② LL-JD	LDM② LL-SIC
95%	51.5	52.3	50.6	50.6	52.9	65.0	65.1
99%	53.5	53.7	50.9	51.4	54.5	68.8	68.8

表 7.3-2 正受信率 95%・99%以上を達成する電界強度

(次世代放送①②③④) 単位: dB μ V/m)

	次世代① NUC	次世代① UC	次世代② NUC	次世代② UC	次世代③ NUC	次世代③ UC	次世代④ NUC	次世代④ UC
95%	50.5	51.4	54.6	56.6	50.3	51.3	54.8	57.7
99%	52.1	52.4	57.1	57.9	52.6	52.4	57.4	60.5

8 まとめ

- ISDB-T の B 階層と LDM 放送①②の B 階層の所要受信電界強度に有意な差は見られない
よって LDM 放送は地上デジタルテレビジョン放送方式 (ISDB-T) 受信機の受信特性には影響を与えないと思われる。
- LDM 放送の LL について JD 受信と SIC 受信の所要受信電界強度に有意な差は見られない。
- NUC と UC との比較では NUC の方が 1dB 程度、所要受信電界強度が低くなり、特性的に優位と思われる。

参考資料 10-2 実証実験（移動受信）実験結果

1 まえがき

高度化放送導入方式（LDM 方式）の仕様に基づく変復調器を用いて、福岡エリアに設置した福岡実験試験局および名古屋エリアに設置した東山実験試験局、鍋田実験試験局から電波発射を行い、福岡局単局および東山局と鍋田局による SFN 環境下において地上デジタルテレビジョン放送、LDM 放送および次世代放送を移動受信し受信特性の比較調査を行った。

2 実験日時

測定期間：令和 4 年 7 月 27 日～8 月 3 日（福岡実験試験局）

令和 4 年 8 月 17 日～10 月 4 日（東山および鍋田実験試験局）

試験電波発射時間：午前 10 時 00 分～午後 6 時 00 分

送信信号内容：ビット誤り率測定のための PN 信号

3 実験局の概要

A-PAB（一般社団法人 放送サービス高度化推進協会）が免許人となっている「福岡実験試験局」「東山実験試験局」および「鍋田実験試験局」を使用した。実験試験局の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 実験試験局概要

実験試験局名称	福岡実験試験局	東山実験試験局	鍋田実験試験局
送信タワー	福岡タワー	東山タワー	鍋田中継局
送信周波数 (中心周波数)	701.142857MHz	605.142857MHz	605.142857MHz
送信機出力	1kW	1kW	10W
最大 ERP	1.5kW	980W	74W
送信アンテナ高	212m	203m	42.5m
送信アンテナ	多段型ダイポール 偏波共用アンテナ 2 段 3 面	多段型ダイポール 偏波共用アンテナ 1 段 3 面	多段型ダイポール 偏波共用アンテナ 1 段 2 面
アンテナ方向	真北から 37 度、217 度 および 307 度方向	真北から 25 度、205 度 および 295 度方向	真北から 15 度 および 270 度方向
偏波面	水平偏波	水平偏波	水平偏波

4 送信系統

福岡局単局での調査時の送信系統図を図 4-1 に、東山局と鍋田局での SFN 環境下での調査時の送信系統図を図 4-2 に示す。調査に用いる PN 信号は単局での調査時には LDM 変調器の内部にて、SFN 環境での調査時には無効階層インサータの内部にて生成した。

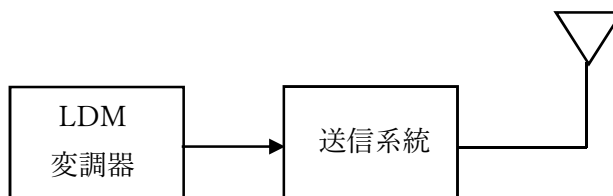


図 4-1 福岡局単局での調査時の送信系統図

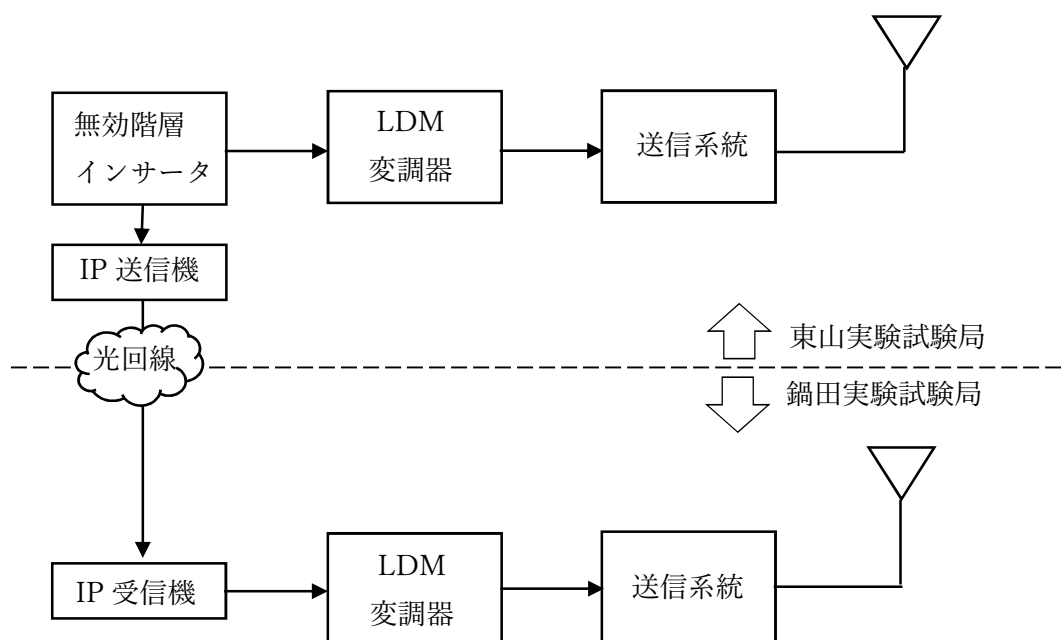


図 4-2 SFN 環境下での調査時の送信系統図

5 受信系統および使用機器一覧

5.1 使用受信機

受信機は、地上デジタルテレビジョン放送（ISDB-T）および LDM 放送については移動受信対応受信機（以下、ISDB-T 受信機）と LDM 復調器の 2 台で同時に、また次世代放送については LDM 復調器のみで移動受信を行った。

5.2 ISDB-T 受信機の受信系統

地上デジタルテレビジョン放送（ISDB-T）および LDM 放送（A 階層、B 階層）の移動受信特性を評価するため、一般的に車載受信機に用いられているダイバーシティ受信を用いた。

移動実験の機材の接続図を図 5.2-1 に示す。4 つのアンテナから入力された試験信号を ISDB-T 受信機に接続した。USB 接続した PC により、A 階層、B 階層それぞれの BER を 500ms ごとにログデータとして取得した。BER が 2×10^{-4} よりも大きい値をエラーとした。時速 1km 以下は静止状態として、測定データから除去した。

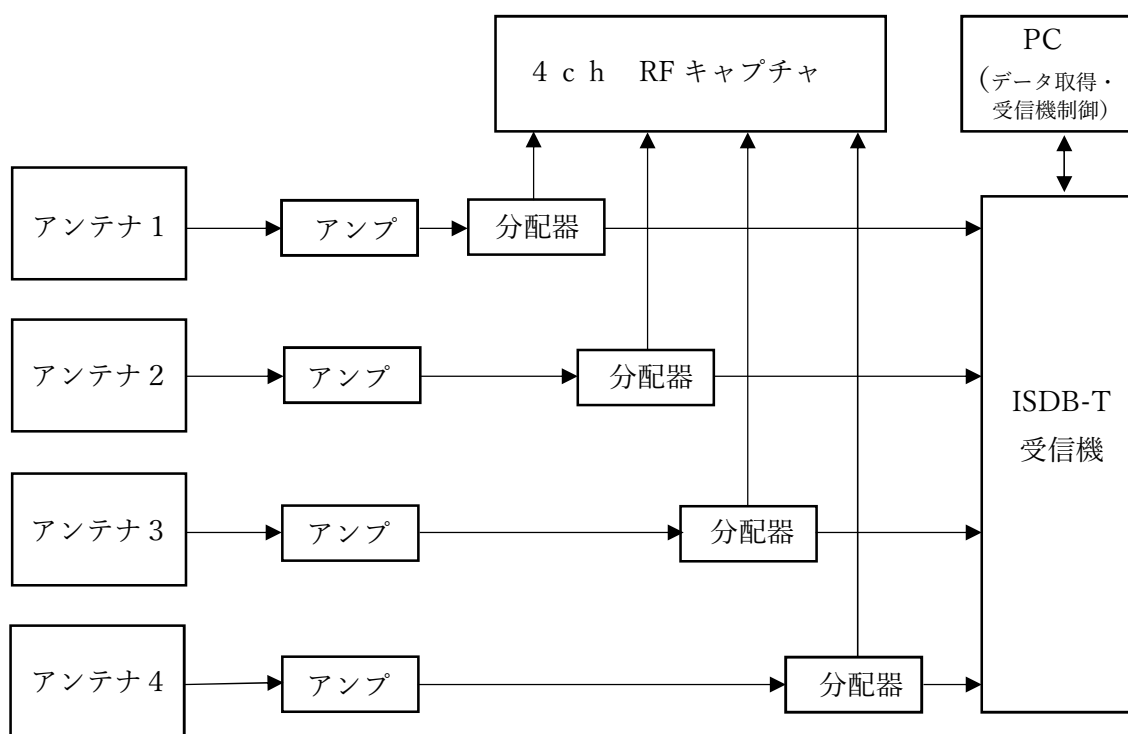


図 5.2-1 ISDB-T 受信機の受信系統図

5.3 LDM 復調器の受信系統

LDM 復調器は、ダイバーシティ受信に対応していないため、単一アンテナで移動受信を行った。移動実験の機材の接続図を図 5.3-1 に示す。LDM 復調器からの各階層の受信可否、スペアナからの受信電力、GPS による時刻、位置、速度情報をそれぞれ記録し、時刻をキーに各データを突き合わせてログデータとした。受信可否の判定は、地上デジタルテレビジョン放送（ISDB-T）、LDM 放送（A 階層、B 階層）は RS 復号後の信号誤りの有無、LDM 放送（LL）は BCH 復号後の信号誤りの有

無で行った。

また、時速 1km 以下は静止状態として、測定データから除去した。

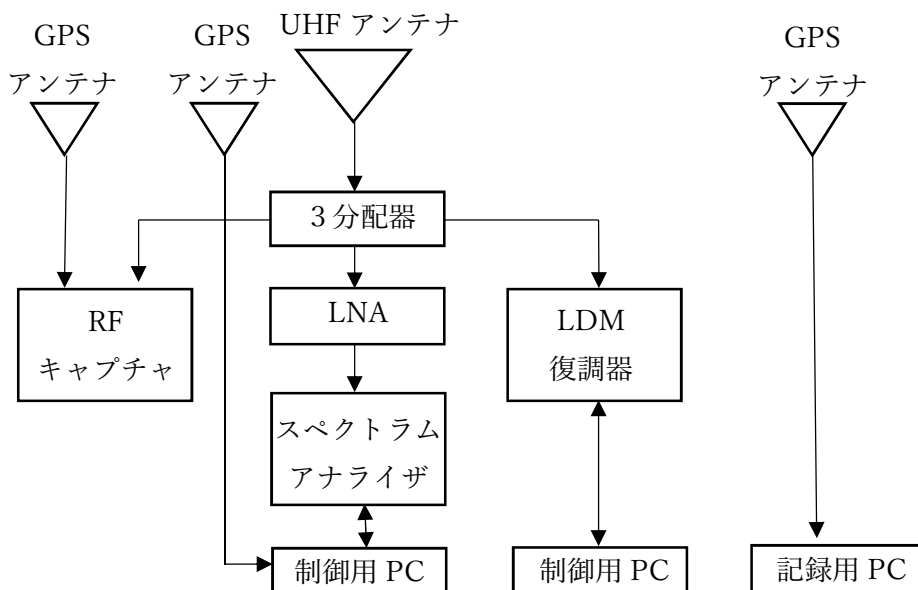


図 5. 3-1 LDM 復調器の受信系統図

5. 4 使用機器一覧

表 5. 4-1 に使用機器一覧を示す

表 5. 4-1 使用機器一覧

機器名	製造者	型番	備考
LDM 復調器①	東芝		LL 階層分割機能未対応
LDM 復調器②	東芝		LL 階層分割機能対応済
ISDB-T 受信機			4ch ダイバシティ受信
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS2840A	
解析ソフト	アンリツ	ISDB-T フィルダ	スペアナの受信電力を記録
ステップ減衰器	多摩川電子	TRA602D-50NJ	
RF キャプチャ	営電	4420A	1ch 収録
RF キャプチャ	営電	4422A	4ch 収録
BER 測定器	営電	7710B	次世代放送 (LL) エラーログ収集用
BPF	日本通信機		51ch (福岡) 35ch (名古屋) 対応

また、図 5. 4-1～図 5. 4-5 に移動受信測定の様子を示す



図 5. 4-1 正面から見た測定車 屋根の上にアンテナ 5 基を設置
4 基は ISDB-T 受信機用 / 1 基は LDM 復調器用



図 5. 4-2 測定車の屋根に設置したアンテナ
(型名 : CL1039 無指向性)



図 5.4-3 車内に設置した測定機器①

左：LDM 復調器からの各階層受信可否を記録

右：ISDB-T 受信機からの受信可否・受信電力等を記録



図 5.4-4 車内に設置した測定機器②

左：スペアナの受信電力を記録 右：時刻／位置／速度を記録



図 5.4-5 移動受信調査の様子

6 伝送パラメータおよび送信条件

6.1 伝送パラメータ

今回の移動受信実験で用いた伝送パラメータを表 6.1-1 に示す。

表 6.1-1 移動受信調査 伝送パラメータ

No	種別	A 階層 UL (A 階層)	B 階層 UL (B 階層)	LL	IL (dB)
1	地上デジタルテレビジョン放送 (ISDB-T)	QPSK (2/3)	64QAM (3/4)	—	—
2	LDM 放送①	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)	21
3	LDM 放送②	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)	21
4	次世代放送	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—	—

※LDM 放送①②の LL については JD (統合復調) 受信と SIC (逐次干渉除去) 受信とで測定を行った。

※次世代放送については名古屋エリア (東山局・鍋田局) にて、また、NUC (不均一コンスタレーション) と UC (均一コンスタレーション) について測定を行った。

6.2 SFN 送信条件

東山局と鍋田局を用いた SFN 環境での調査では、東山局に無効階層インサータを設置し、その放送 TS 出力を東山局の LDM 変調器及び IP 伝送装置経由で鍋田局の LDM 変調器に接続した。無効階層インサータから出力される放送 TS は、ISDB-T のみならず LDM 放送及び次世代放送でも ISDB-T と同じフレーム構造を維持するため、変調器毎での送信内容は同一のものとなる。

遅延調整は、放送 TS の IIP 信号を利用し、東山局および鍋田局の LDM 変調器出力タイミングを

揃える設定（遅延時間差 0）とした。

7 測定結果（福岡エリア）

7.1 ISDB-T 受信機（地上デジタルテレビジョン放送及び LDM 放送）

移動受信で得られた正受信率を図 7.1-1～7.1-2 に、正受信率 95%を達成する電界強度の一覧を表 7.1-1 に示す。

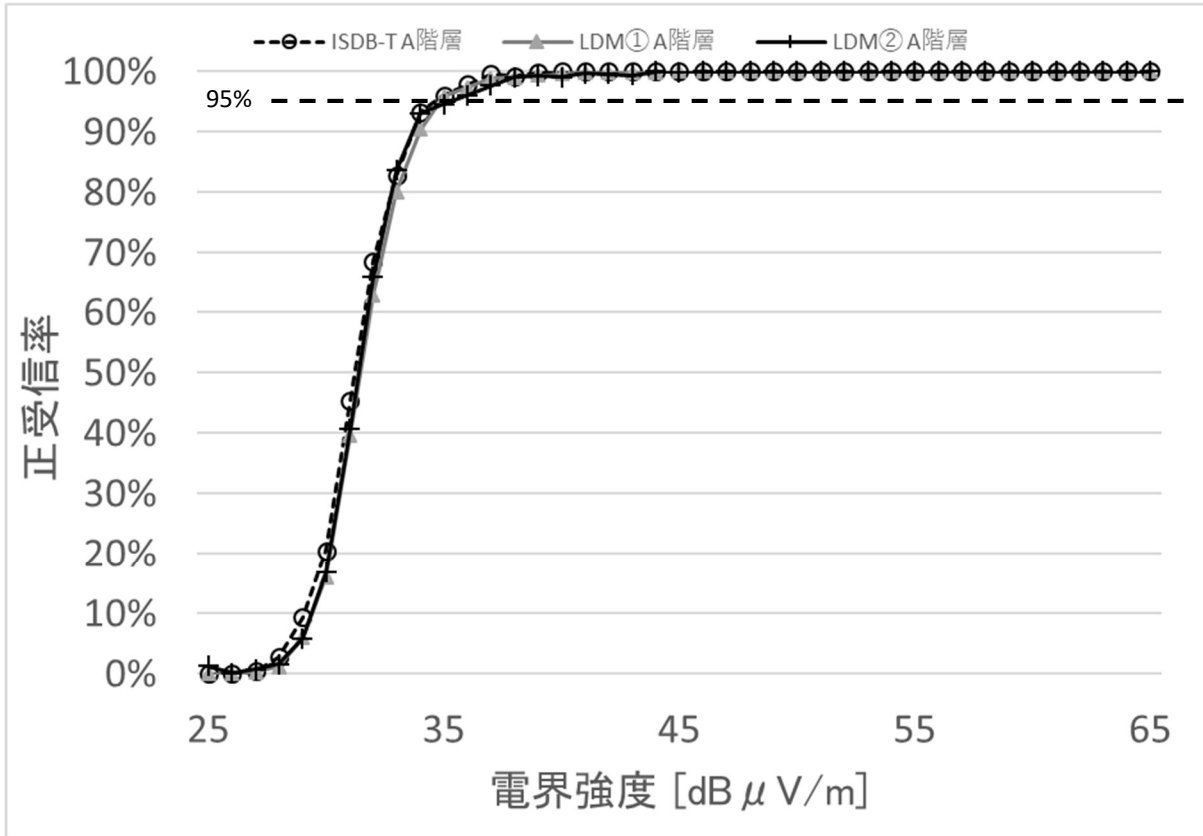


図 7.1-1 正受信率（福岡 ISDB-T 受信機）A 階層

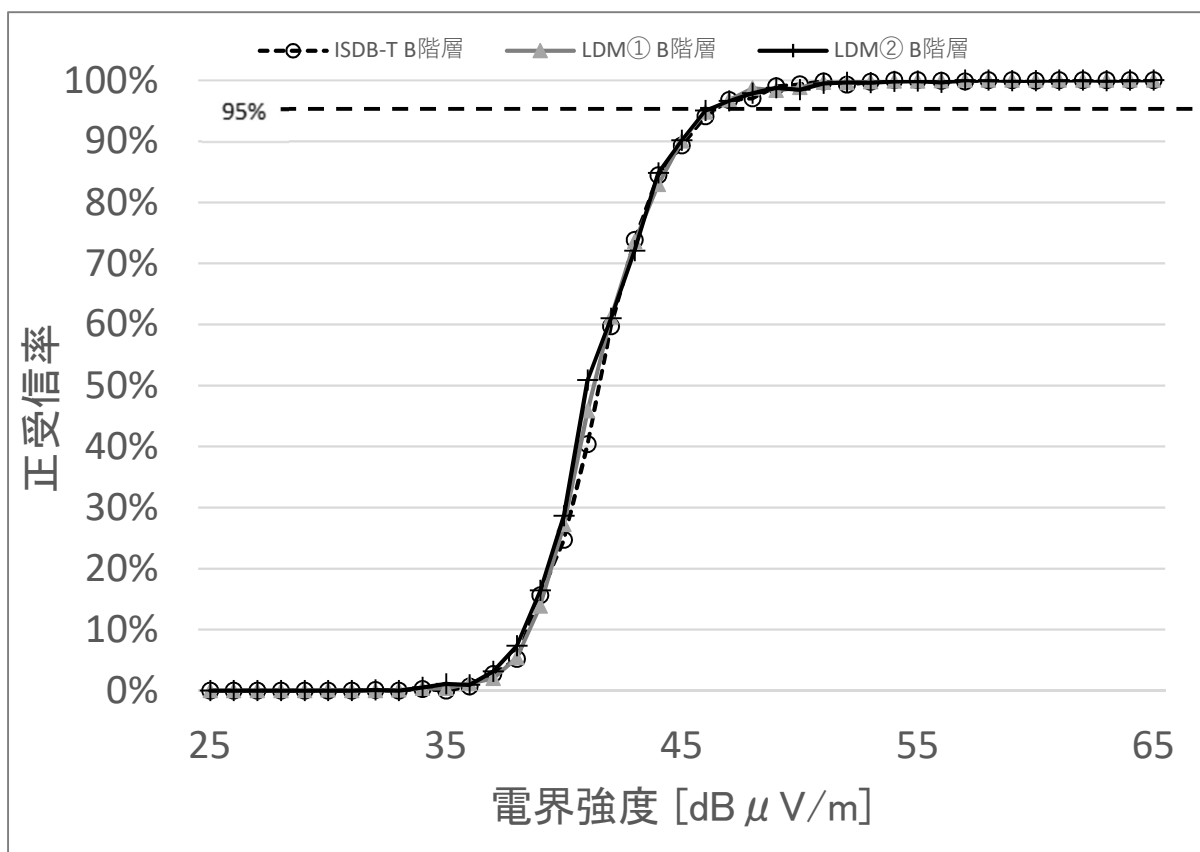


図 7.1-2 正受信率（福岡 ISDB-T 受信機）B 階層

表 7.1-1 正受信率 95%以上を達成する電界強度 (dB μV/m)

		ISDB-T	LDM①	LDM②
福岡 (51ch)	A 階層	35	35	35
	B 階層	47	46	46

7.2 LDM復調器（地上デジタルテレビジョン放送及びLDM放送）

移動受信で得られた正受信率を図7.2-1～図7.2-3に、正受信率95%を達成する電界強度の一覧を表7.2-1に示す。

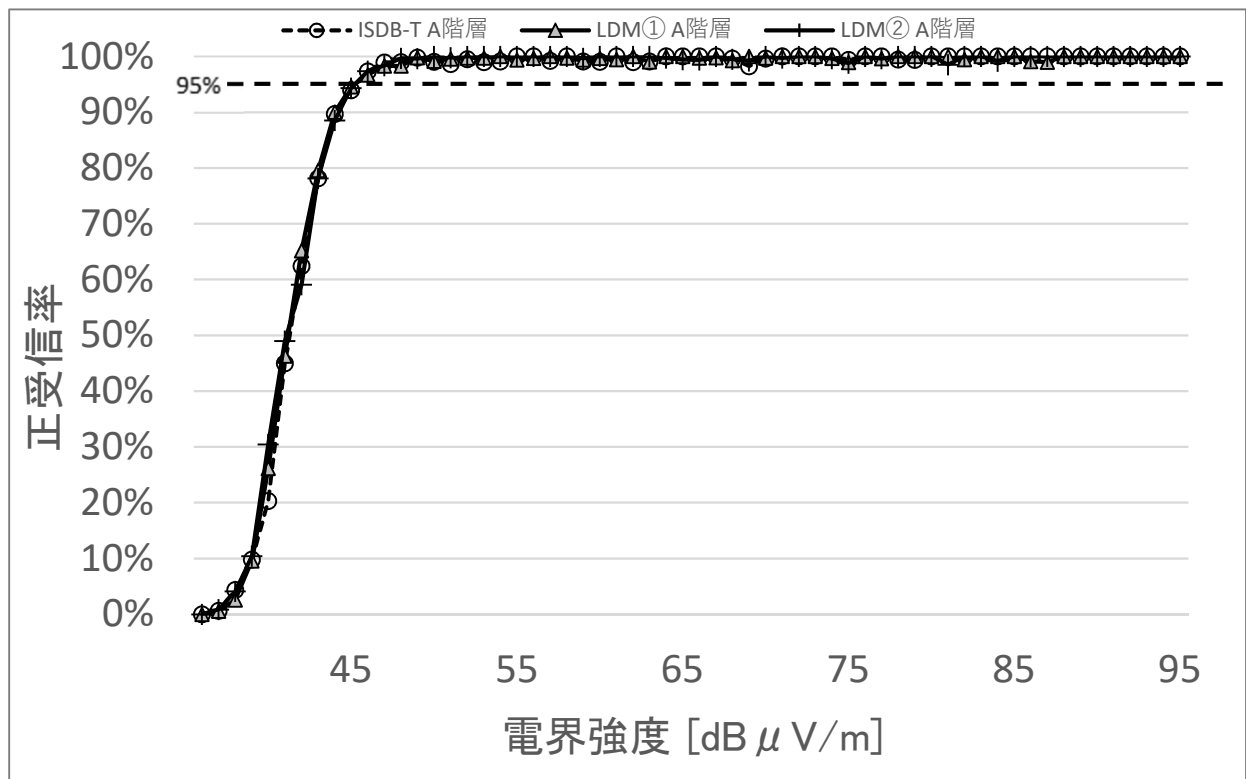


図7.2-1 正受信率（福岡 LDM復調器）A階層

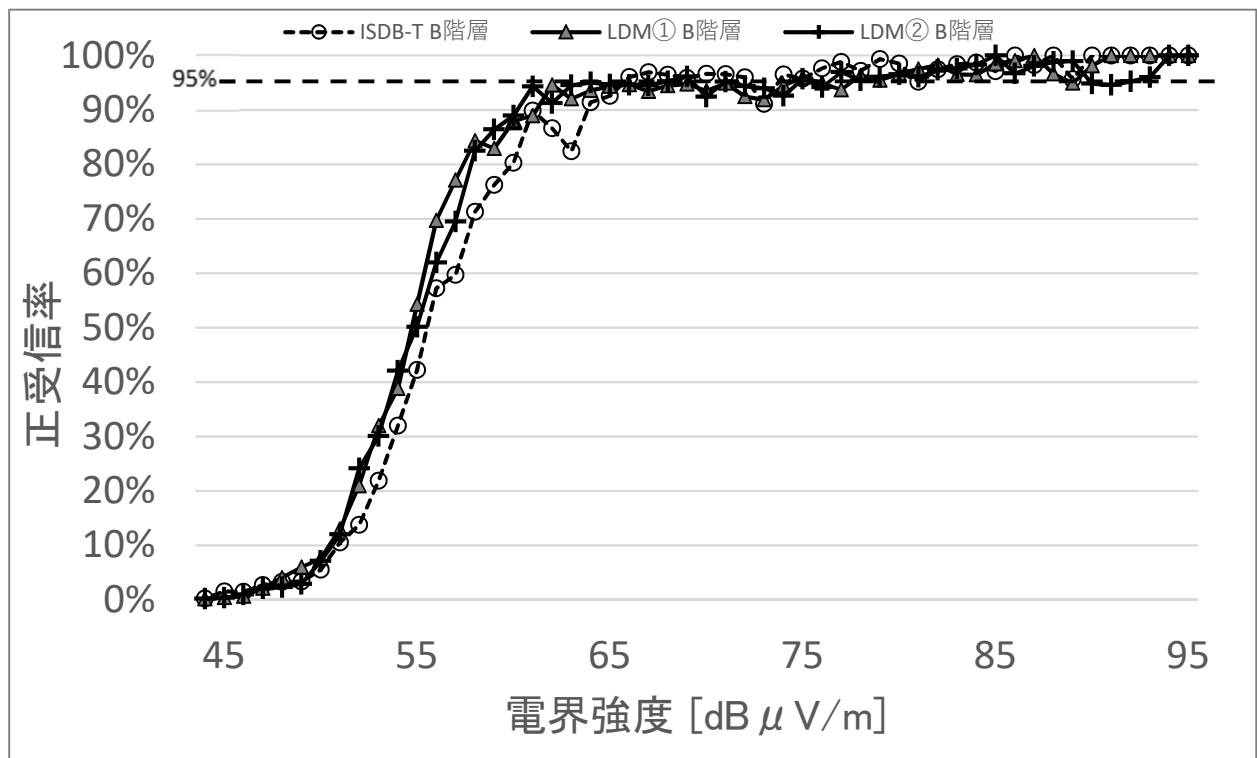


図7.2-2 正受信率（福岡 LDM復調器）B階層

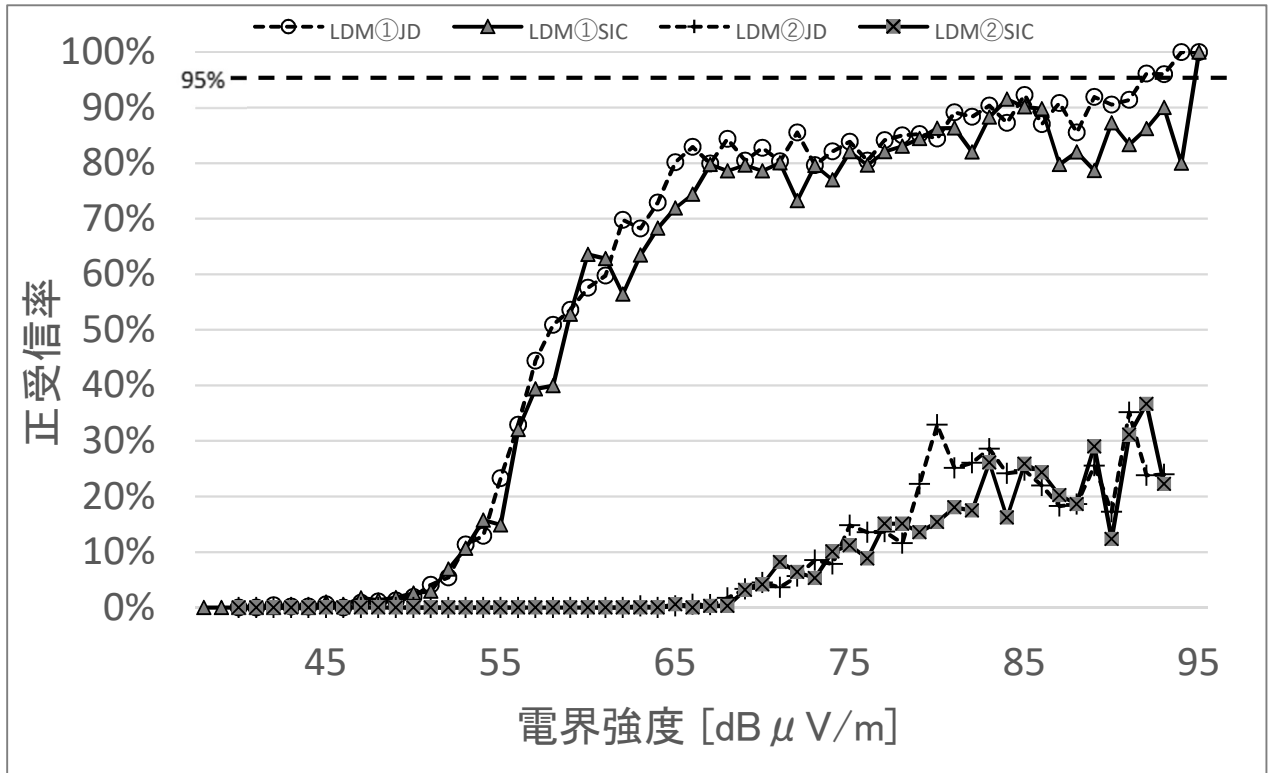


図 7.2-3 正受信率（福岡 LDM 復調器）LL（JD 受信/SIC 受信）

表 7.2-1 正受信率 95%以上を達成する電界強度 (dB μV/m)

		ISDB-T	LDM①	LDM②
福岡 (51ch)	A 階層	46	45	46
	B 階層	74	78	77

8 測定結果（名古屋エリア）

8.1 ISDB-T 受信機（地上デジタルテレビジョン放送及び LDM 放送）

SFN 環境下で得られた正受信率を図 8.1-1～図 8.1-2 に、正受信率 95%を達成する電界強度の一覧を表 8.1-1 に示す。

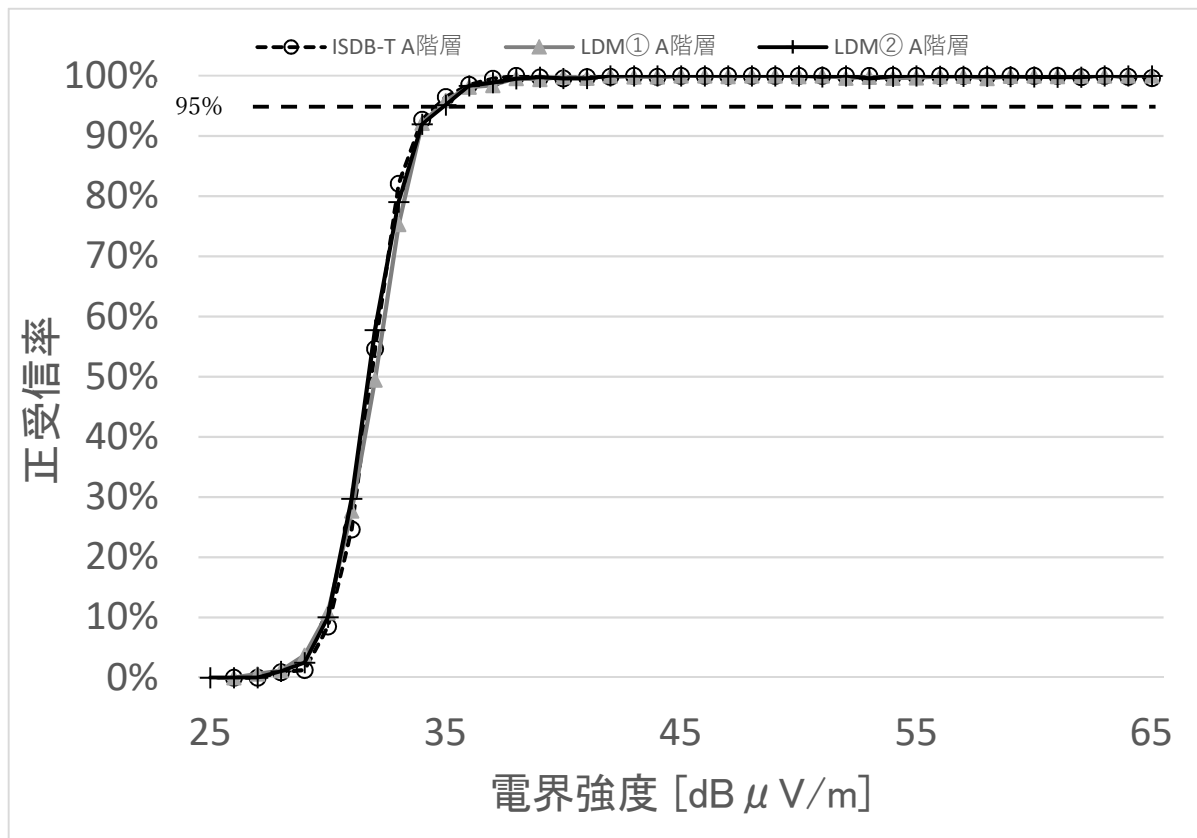


図 8.1-1 正受信率 (SFN ISDB-T 受信機) A 階層

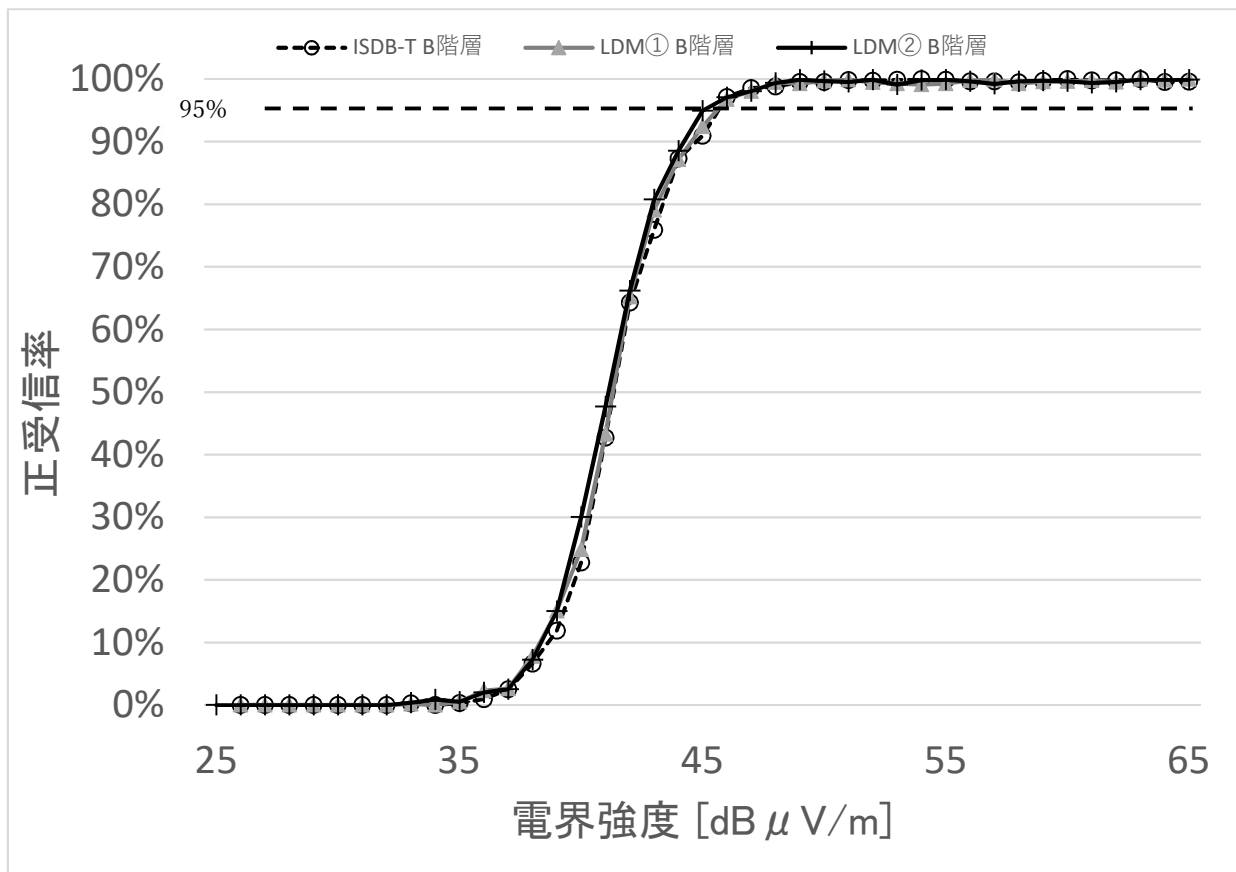


図 8.1-2 正受信率 (SFN ISDB-T 受信機) B 階層

表 8.1-1 正受信率 95%以上を達成する電界強度[dB μV/m]

		ISDB-T	LDM①	LDM②
SFN (35ch)	A 階層	35	35	35
	B 階層	46	46	45

8.2 LDM 復調器（地上デジタルテレビジョン放送及びLDM 放送）

SFN 環境下で得られた正受信率を図 8.2-1～図 8.2-3 に、正受信率 95%を達成する電界強度の一覧を表 8.2-1 に示す。

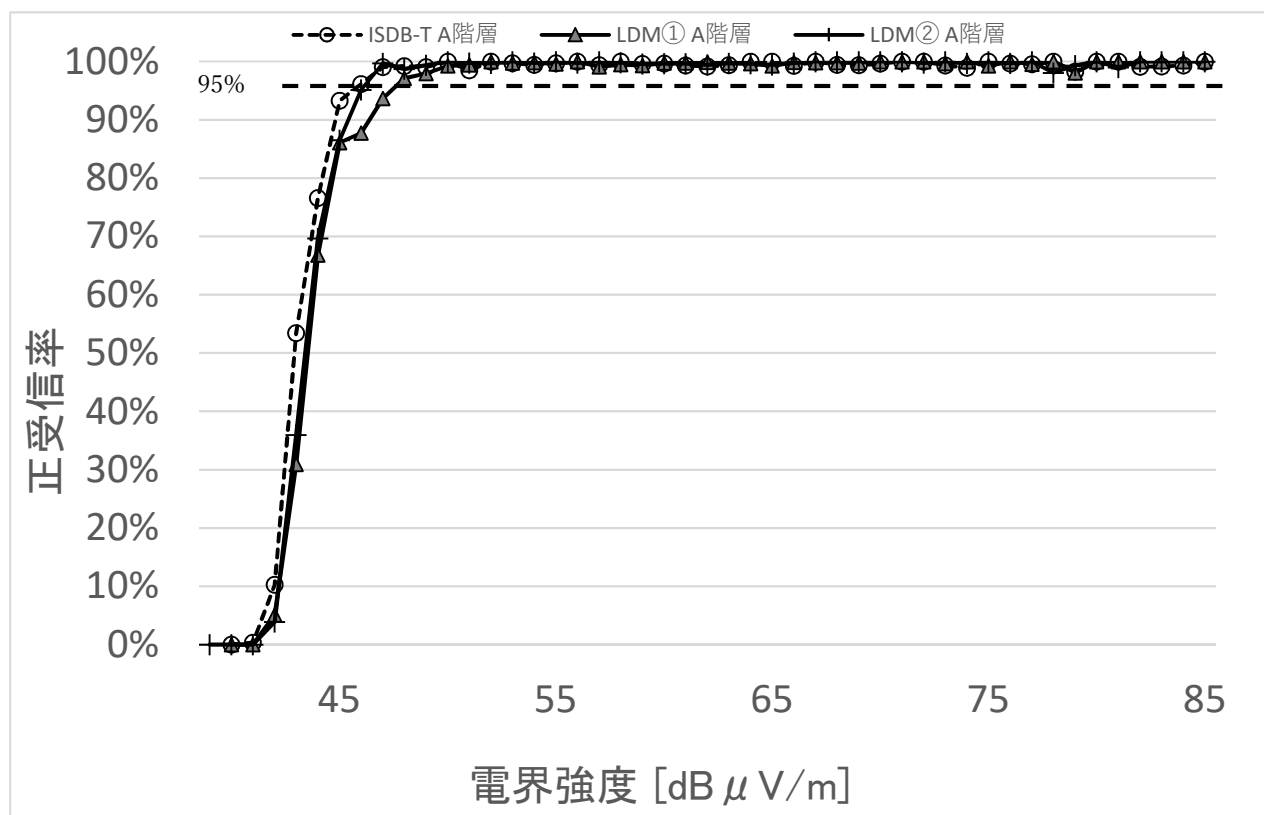


図 8.2-1 正受信率(SFN LDM 復調器) A 階層

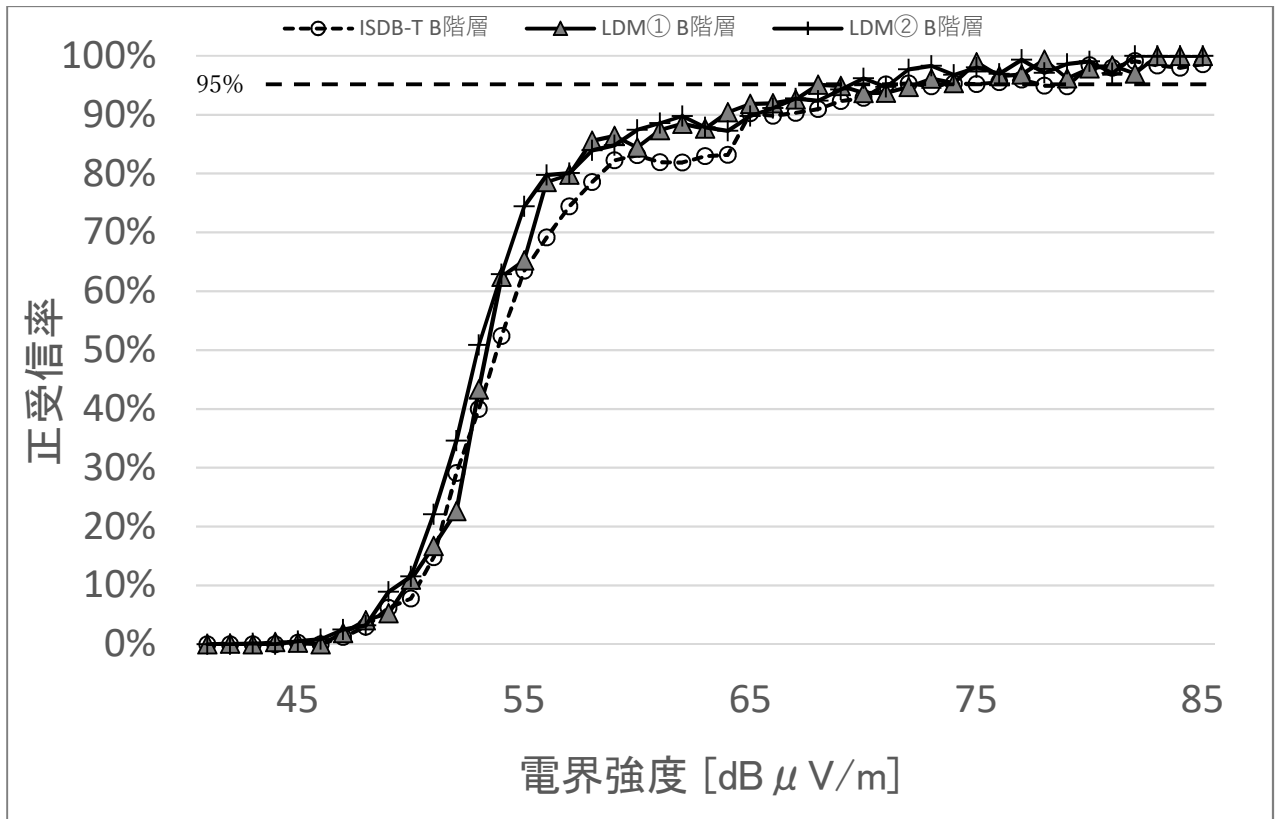


図 8.2-2 正受信率(SFN LDM復調器) B階層

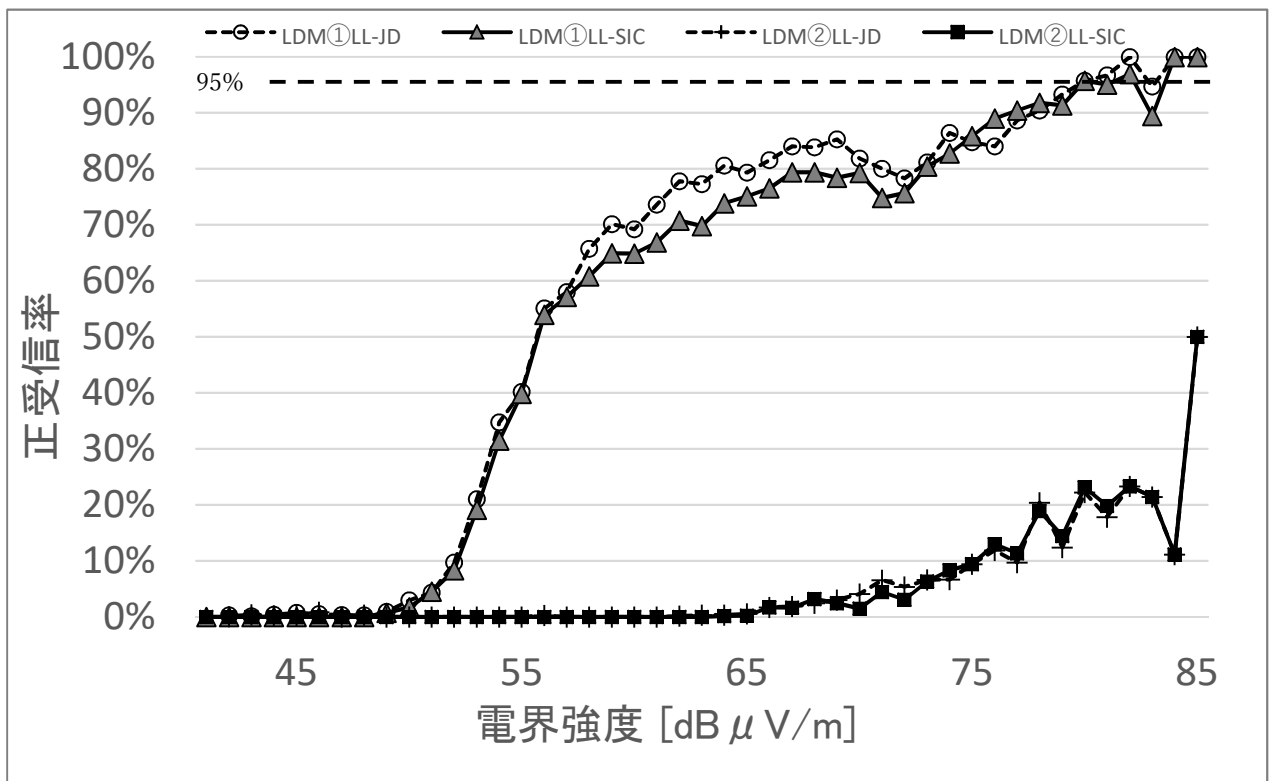


図 8.2-3 正受信率(SFN LDM復調器) LL (JD受信/SIC受信)

表 8. 2-1 正受信率 95%以上を達成する電界強度[dB μ V/m]

		ISDB-T	LDM①	LDM②
SFN (35ch)	A 階層	46	48	46
	B 階層	71	72	70

8. 3 LDM 復調器 (次世代放送)

SFN 環境下で得られた正受信率を図 8. 3-1 に、正受信率 95%を達成する電界強度の一覧を表 8. 3-1 に示す。

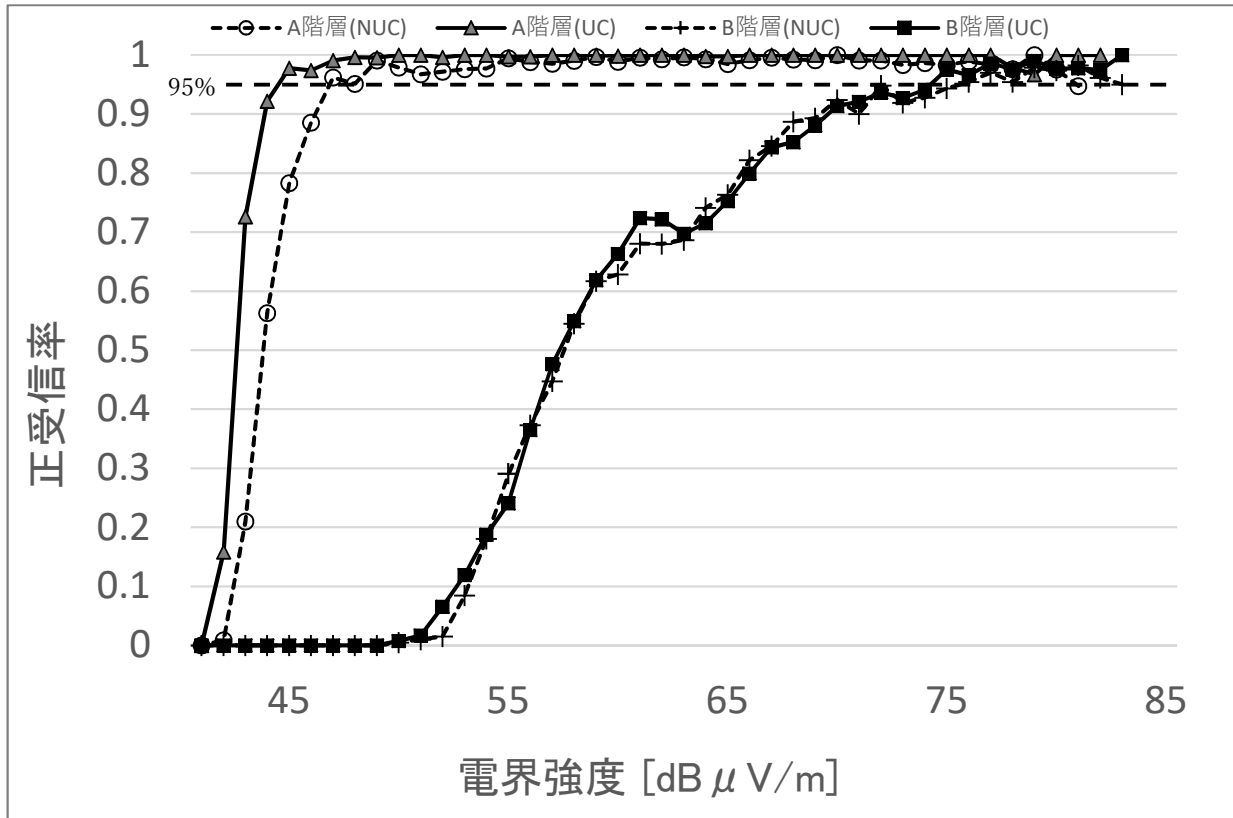


図 8. 3-1 正受信率(SFN : 次世代放送)

表 8. 3-1 正受信率 95%以上を達成する電界強度[dB μ V/m]

		NUC	UC
SFN (35ch)	次世代 A 階層	47	45
	次世代 B 階層	76	75

9 まとめ

- LDM 復調器、ISDB-T 受信機それぞれ同一機材での受信を比較した場合、地上デジタルテレビジョン放送 (ISDB-T) の A 階層と LDM 放送の A 階層、地上デジタルテレビジョン放送の B 階層と LDM 放送の B 階層とでは、正受信率や受信エリア図、エラー分布においてほとんど差異が見られず、LDM 放送への移行は、既存の受信機での受信特性には影響を与えないことがわかった。
(LDM 復調器は 1 本アンテナであり、4 本アンテナでダイバーシティ受信をする ISDB-T 受信機と性能の比較をするものではない)
- LDM 放送①②の LL については JD (統合復調) 受信と SIC (逐次干渉除去) 受信とで測定を行ったが受信特性に有意な差は見られなかった。
- 名古屋エリアでの次世代放送については NUC (不均一コンスタレーション) と UC (均一コンスタレーション) について測定を行った。こちらも有意な差は見られず、測定日の違いによる受信特性の差の方が大きかった。

参考資料 10-3 実証実験（フラッター障害）実験結果

1 まえがき

高度化放送導入方式（LDM方式）の仕様に基づく変復調器を用いて、芝実験試験局から電波発射を行い、羽田空港から離陸する航空機による、フラッター障害に対する調査を行った。

2 実験日時

測定期間：令和4年10月26日～11月8日

試験電波発射時間：午前10時～午後6時00分

送信信号内容：ビット誤り率測定のためのPN信号

3 実験局の概要

A-PAB（一般社団法人 放送サービス高度化推進協会）が免許人となっている「芝実験試験局」を使用した。実験試験局の概要を表3-1に示す。

表 3-1 実験試験局概要

実験試験局名称	芝実験試験局
送信地点	東京タワー（東京都港区）
送信チャンネル周波数（中心周波数）	UHF28ch(563.142857MHz)
送信機出力	1kW
最大 ERP	2.1kW
送信アンテナ	多段型ダイポール 偏波共用アンテナ 2段 3面
アンテナ方向	真北から 45度、135度 および 225度方向
送信海拔高	280m
偏波面	水平偏波

4 測定系統、測定方法及び仕様機器一覧

航空機によるフラッター障害の発生は10秒程度と短いので、測定場所では受信信号をキャプチャするに留め、後日障害による劣化量を分析した。詳しくは7節で述べる。

4.1 測定系統

送信系統図を図 4.1-1 に、受信系統図を図 4.1-2 に、分析系統図を図 4.1-3 に示す。

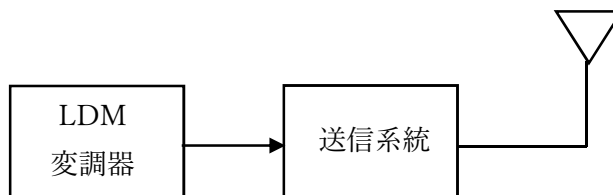


図 4.1-1 送信系統図（測定に用いる PN 信号は LDM 変調器内部にて生成）

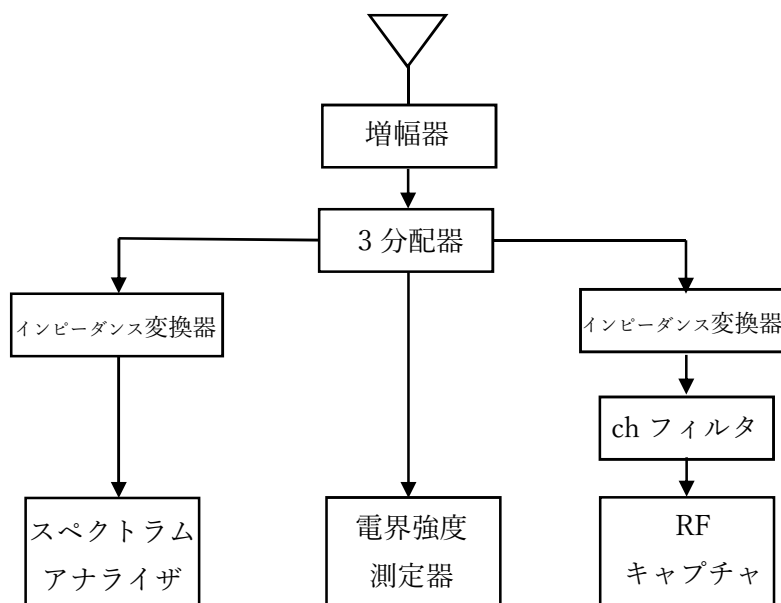


図 4.1-2 受信系統図

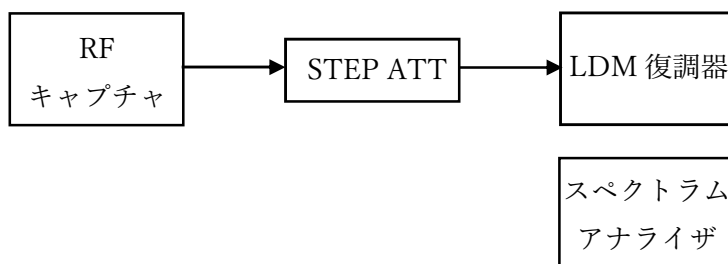


図 4.1-3 分析系統図

4.2 使用機器一覧

表 4.2-1 に使用機器一覧を示す。

表 4. 2-1 使用測定機材一覧

機器名	製造メーカ	型 名	適 用
八木アンテナ	マスプロ電工	U206	20 素子 UHF 用
スペクトラムアナライザ	アンリツ	MS8901A	電界強度測定用
電界強度測定器	協立テクノロジー	KFI4602S	D/U, ドップラー周波数測定用
A/D コンバーター	協立テクノロジー	-	KFI4602S 用
RF キャプチャ	営電	4420A	データは外部 SSD に記録
増幅器	DX アンテナ	GCU433D1	電源部付属
分配器	マスプロ電工	4SPFW	-
同軸ケーブル	マスプロ電工	5C-FV	12m、1m
同軸ケーブル	フジクラ	5D-2W	1m
測定用 PC1	東芝		-
測定用 PC2	SONY	VAIO PCG-6V1N	-
RF キャプチャ操作用 PC	HP	-	-
インピーダンス変換器	MACOM	TPX-75-4	75 Ω ⇄ 50 Ω 変換
フィルタ (BPF)	日本電業工作	-	UHF28ch のみ通過

図 4. 2-1 に測定車内に設置した機器類、図 4. 2-2 に受信調査の様子を示す。

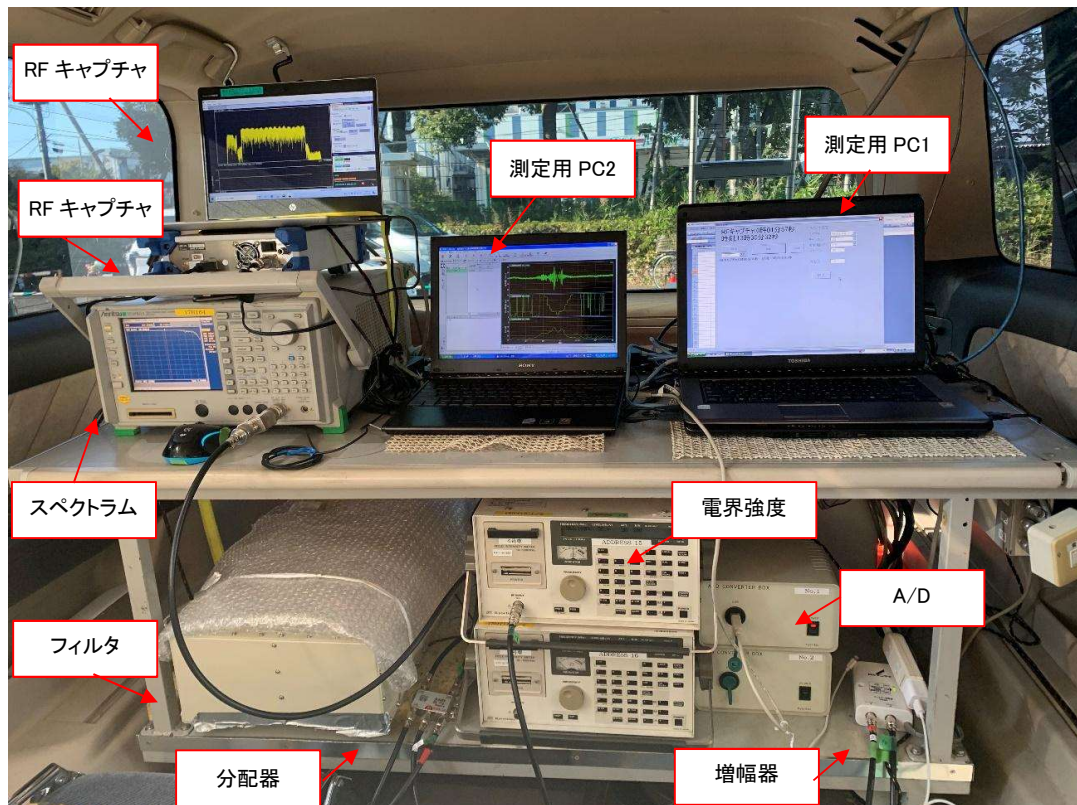


図 4. 2-1 測定車内に設置した機器類



図 4.2-2 受信調査の様子

5 伝送パラメータ

今回のフラッター障害調査で用いた伝送パラメータを表 5-1 に示す。

表 5-1 フラッター障害調査で用いた伝送パラメータ

番号	測定信号	A 階層	B 階層	LL	IL (dB)
		UL (A 階層)	UL (B 階層)		
1	ISDB-T	QPSK (2/3)	64QAM (3/4)	—	—
2	LDM 放送①	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	QPSK (4/16)	21, 22, 23
3	LDM 放送②	QPSK (2/3)	64QAM (2/3)	16QAM (12/16)	21, 22, 23
4	次世代放送①	16QAM (7/16)	256QAM (11/16)	—	—
5	次世代放送②	16QAM (7/16)	4096AM (9/16)	—	—
6	次世代放送③	256QAM (11/16)		—	—

6 飛行ルート及び測定ポイント

調査期間中は、常時北風となる可能性が高いことから、北風運用時に羽田空港から北向きに離陸する飛行ルートを調査対象とした。

調査対象とした飛行ルートと調査地点の位置関係を図 6-1 に示す。

調査地点は、羽田空港の北側に位置する「城南島海浜公園駐車場」内の「地点 1」及び「地点 2」とした。

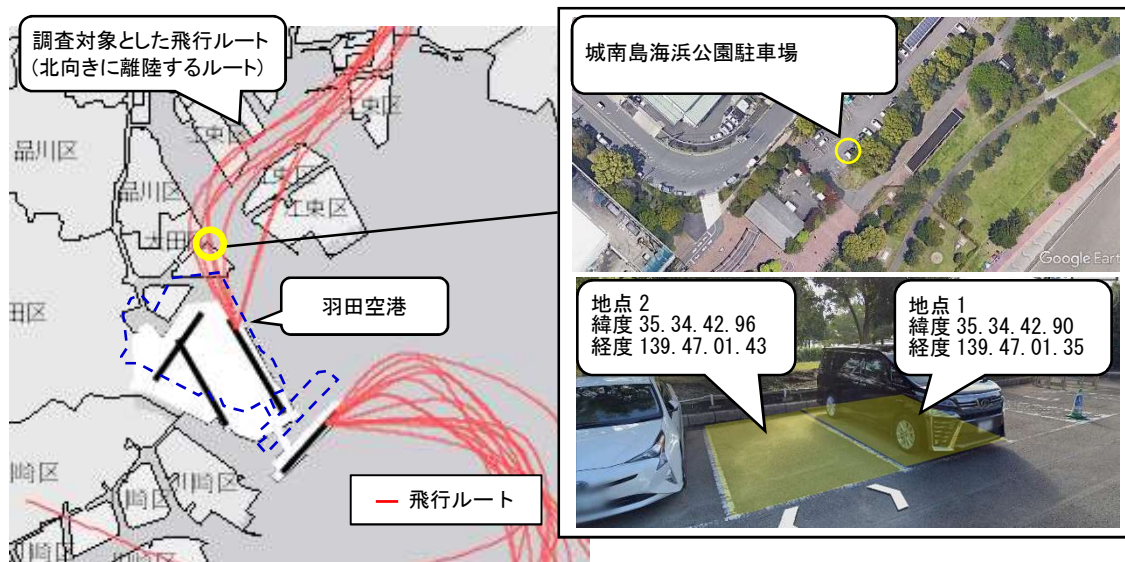


図 6-1 飛行ルートと調査地点

7 フラッター障害の評価法

今回の調査において、フラッター現象は航空機が離陸し測定点付近を通過する 10 秒間程度のみ直接波と航空機による反射波の干渉で生じる。このため、今回の調査では、フラッター障害が確認できる受信場所、受信アンテナ方向を事前に調査し、10 機程度の航空機が離陸する間、試験放送の受信信号を RF キャプチャに収録する。分析は、RF キャプチャを再生し、通常時の所要受信電力とフラッター障害発生時の所要受信電力を測定し、所要受信電力の増加量を評価した。

なお、所要受信電力は、現行地上デジタルテレビジョン放送、および LDM 放送の地上デジタルテレビジョン放送方式 (UL) では、ビタビ復号-リードソロモン符号復号後、また LDM 放送次世代方式 (LL) および次世代放送では、LDPC 復号-BCH 符号復号後の信号で航空機通過の 10 秒程度の間のビットエラー発生の有無で評価した。通常時の所要受信電力についても、同様の手法で航空機通過前の 10 秒程度の時間のビットエラー発生の有無で評価した。

8 測定及び分析結果

フラッター現象を収録した RF キャプチャを再生し、伝送パラメータ毎に所要受信電力の増加量を調査した。結果を以下に示す。

8.1 ISDB-T

伝送パラメータを ISDB-T (現行地上デジタルテレビジョン放送) とした場合のフラッター発生状況と障害状況を表 8.1-1 に示す。

表 8.1-1 フラッター発生と障害状況 (ISDB-T)

フラッター発生状況(10月26日)			現行地上デジタルテレビジョン放送 B階層		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
10:52	6.0	8.8	-83.0	-81.5	1.5
11:11	19.1	11.1	-82.8	-82.8	0.0
11:15	5.6	10.3	-82.9	-82.3	0.6
11:40	17.1	16.6	-82.9	-82.8	0.1
12:05	20.9	26.8	-83.0	-82.7	0.3
12:14	10.6	15.7	-82.9	-82.2	0.7
13:08	10.2	7.4	-82.7	-82.3	0.4
13:16	4.7	11.1	-82.9	-80.3	2.6

注) 調査地点：地点1 (受信電界強度 54.7dB μ V/m、受信高 5m)

8.2 LDM①

伝送パラメータを LDM①とした場合のフラッター発生状況と障害状況を表 8.2-1 及び表 8.2-2 に示す。

表 8.2-1 フラッター発生と障害状況 (LDM① UL-B階層)

フラッター発生状況(10月27日)			LDM① UL-B階層		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
12:33	9.6	3.4	-82.9	-82.8	0.1
12:43	30.4	28.2	-83.1	-80.9	2.2
12:48	9.1	7.2	-83.0	-83.0	0.0
12:55	4.8	13.6	-83.0	-81.0	2.0
13:09	3.3	19.5	-82.9	-81.6	1.3
13:19	2.5	16.2	-83.1	-82.0	1.1
13:36	10.2	12.8	-83.2	-82.9	0.3
13:44	5.5	7.5	-82.8	-82.4	0.4

注) 調査地点：地点1 (受信電界強度 54.7dB μ V/m、受信高 5m)

表 8.2-2 フラッター発生と障害状況 (LDM① LL-JD、LL-SIC)

フラッター発生状況(10月27日)			LDN① LL-JD			LDM① LL-SIC		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
12:33	9.6	3.4	-80.3	-80.3	0.0	-80.7	-80.6	0.1
12:43	30.4	28.2	-80.5	-79.9	0.6	-80.8	-80.1	0.7

12:48	9.1	7.2	-80.3	-79.7	0.6	-80.7	-80.7	0.0
12:55	4.8	13.6	-80.4	-77.9	2.5	-80.8	-78.4	2.4
13:09	3.3	19.5	-80.3	-79.0	1.3	-80.6	-79.3	1.3
13:19	2.5	16.2	-80.3	-79.9	0.4	-80.7	-80.3	0.4
13:36	10.2	12.8	-80.3	-79.9	0.4	-80.6	-80.3	0.3
13:44	5.5	7.5	-80.3	-80.2	0.1	-80.7	-80.6	0.1

注) 調査地点：地点1 (受信電界強度 54.7dB μ V/m、受信高 5m)

8.3 LDM②

伝送パラメータを LDM②とした場合のフラッター発生状況と障害状況を表 8.3-1 及び表 8.3-2 に示す。

表 8.3-1 フラッター発生と障害状況 (LDM② UL-B 階層)

フラッター発生状況(11月1日)			LDM② UL-B 階層		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
11:11	22.2	4.1	-83.8	-83.8	0.0
11:36	14.8	11.4	-83.6	-83.6	0.0
12:32	15.1	5.9	-83.7	-83.7	0.0
12:42	21.9	17.4	-83.6	-83.6	0.0
12:54	15.1	8.2	-83.5	-83.5	0.0
13:15	17.8	0.7	-83.7	-83.7	0.0
13:22	25.3	15.0	-83.5	-83.5	0.0
13:47	16.1	10.8	-83.6	-83.4	0.2

注) 調査地点：地点2 (受信電界強度 65.5dB μ V/m、受信高 10m)

表 8.3-2 フラッター発生と障害状況 (LDM② LL-JD、LL-SIC)

フラッター発生状況(11月1日)			LDM② LL-JD			LDM② LL-SIC		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
11:11	22.2	4.1	-63.3	-62.8	0.5	-63.2	-62.7	0.5
11:36	14.8	11.4	-63.0	-61.5	1.5	-63.1	-61.2	1.9
12:32	15.1	5.9	-61.9	-59.7	2.2	-61.9	-59.2	2.7
12:42	21.9	17.4	-62.7	-60.9	1.8	-62.8	-61.0	1.8
12:54	15.1	8.2	-62.6	-61.4	1.2	-62.7	-61.5	1.2
13:15	17.8	0.7	-62.8	-62.7	0.1	-63.0	-62.3	0.7
13:22	25.3	15.0	-62.7	-61.7	1.0	-62.6	-61.6	1.0

13:47	16.1	10.8	-63.1	-62.4	0.7	-62.8	-62.4	0.4
-------	------	------	-------	-------	-----	-------	-------	-----

注) 調査地点：地点2 (受信電界強度 65.5dB μ V/m、受信高 10m)

8.4 次世代放送① B階層 (NUC)

伝送パラメータを次世代放送①とした場合のフラッター発生状況と障害状況を表 8.4-1 に示す。

表 8.4-1 フラッター発生と障害状況 (次世代放送① B階層 NUC)

フラッター発生状況(11月7日)			次世代放送① B階層 NUC		
フラッター発生時刻	D/Uの最悪値 (dB)	ドップラー周波数 (Hz)	平常時所要受信電力 (dBm)	フラッター発生時所要受信電力 (dBm)	所要受信電力増加量 (dB)
11:06	0.5	7.1	-82.5	-80.8	1.7
11:17	6.8	3.1	-82.3	-81.4	0.9
11:26	3.9	20.3	-82.4	-80.0	2.4
11:53	5.8	7.5	-82.2	-81.5	0.7
12:25	5.4	3.8	-82.2	-81.2	1.0
12:35	6.8	9.7	-82.1	-81.3	0.8
12:55	14.9	3.8	-82.1	-82.1	0.0
13:00	1.1	2.8	-81.9	-80.3	1.6

注) 調査地点：地点1 (受信電界強度 54.7dB μ V/m、受信高 5m)

9 まとめ

それぞれの伝送パラメータに対する分析結果からフラッター障害による所要受信電力増加量を表 9-1 に纏めた。

航空機通過により、所要受信電力が増加しないケースも存在するが、中央値で 1dB 程度、最大値で 2.5dB 程度、所要受信電力が増加することを確認した。

今回の調査では、あえてフラッター現象が発生しやすいよう、直接の受信波と航空機による反射波の電力比が 3dB 程度となるよう受信アンテナの調整が行われ、あるべき受信アンテナ設置方向とは異なるが、本来であれば受信マージンは十分あり、フラッター障害による影響は受けないことを確認した。

表 9-1 フラッター障害による所要受信電力増加量

	ISDB-T	LDM 放送①			LDM 放送②			次世代放送①
	B階層	UL-B階層	LL-JD	LL-SIC	UL-B階層	LL-JD	LL-SIC	B階層
最大値	2.6	2.2	2.5	2.4	0.2	2.2	2.7	2.4
中央値	0.5	0.8	0.5	0.3	0.0	1.1	1.1	0.9
最小値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.0

参考資料11

電波防護指針に関する調査結果

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査 の概要（1）

「課題」 地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式(LDM方式)について、電波の強度に対する安全施設を満足するよう、必要な離隔距離を算出するとともに電波防護指針を満足するための条件を例示する。

- ・ 現行の局舎やアンテナ構成等を参考にして電波防護に関する電波強度を計算するための標準モデルを作成した。
- ・ 標準モデルをもとに、局舎周辺の電波強度の距離特性を計算し、電波防護指針を満足するための条件を示した。

（注）2方式は同じOFDMの連続波であり、異なるのは帯域幅。電波防護で考慮されるのは電波の強度あり、信号の帯域幅にはよらないことから、ここでの報告は、2方式とも同一のものとして扱い、「地上高度化放送」として表現している。

成果 1

■ 「地上高度化放送」の標準モデルの作成

- 親局は単独局（アンテナ共用なし）、中継局は6波共用とし、送信条件は現行の地上デジタル放送と同様とした。
- 出力、送信地上高などは中央値、アンテナ形式は最頻のものを選択し、表1、2のように標準モデルを作成した。

表1 親局モデル

項目	値
送信出力	1kW
損失	0.855 dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.2dB
ERP	8.6 kW
送信アンテナ地上高	60 m
送信アンテナ	4 素子双ループ 4 段 4 面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	1 (共用なし)

表2 中継局モデル（6波共用）

項目	値
送信出力	10 W
損失	2.17dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.3 dB
ERP	65 W
送信アンテナ地上高	30 m
送信アンテナ	4 素子双ループ 2 段 2 面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	6 (6波共用)

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査 の概要（2）

成果 2

■ 指向性を考慮した算出式による標準モデルの電波強度

- 親局モデル、中継局モデル（6波）ともに、図 1、2 に示すように電波強度は鉄塔直下（俯角90度）で最も大きく、鉄塔直下以遠のすべての離隔距離で、鉄塔直下の電波強度を下回る結果となった。電波強度の基準値を満足した。
 - 親局モデルの鉄塔直下の電波強度は基準値に対して2.18%であった。
 - 中継局モデル（6波）の鉄塔直下の電波強度は基準値に対して0.425%であった。

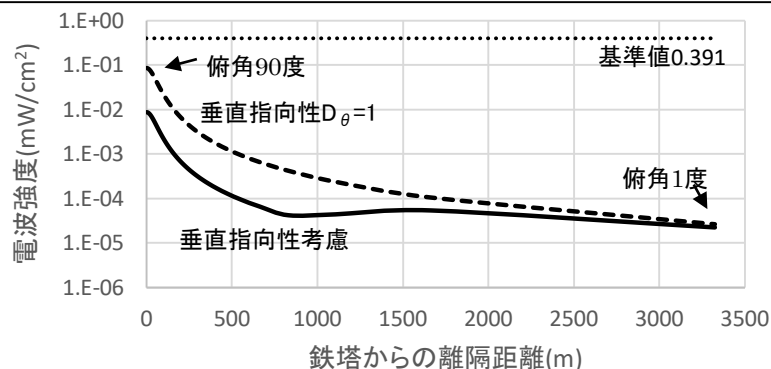


図1 親局モデルの電波強度の距離特性

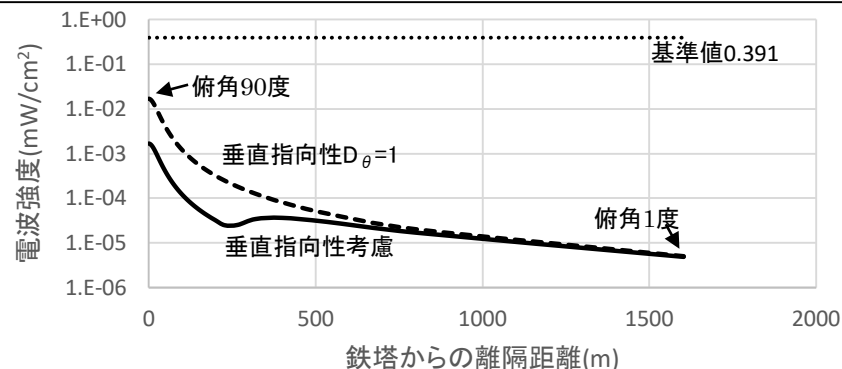


図2 中継局モデル（6波）の電波強度の距離特性

■ まとめ

- 標準モデルの計算結果から、親局、中継局のほとんどの局において、地上における電波強度は電波防護の基準を下回るものと推定される。
- ただし、実際には様々な電波発射・電波環境があることから、発射される電波強度の計算結果が基準値を超える場合は、電波の強度を測定し、結果に応じて電波防護指針を満たすための対策を講じる必要があることを留意しなければならない。
- このように、地上デジタルテレビジョン放送の高度化方式においても、現行の地上デジタルテレビジョン放送と同様に電波防護指針に適合させることが出来ることを確認した。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（1）

■ 電波防護の考え方（「電波防護のための基準への適合確認の手引き」による）

- 無線設備から発射される電波の強度が電波防護の基準値を超える場所には、取扱者以外が容易に出入りすることができないように、柵の設置など対策が求められる。

■ 電波強度の基準値

- 周波数は地上テレビの中央のチャンネル番号ch32とすると、表1に示すように電波強度（電力束密度）の基準値は 0.391mW/cm^2 。

表1 地上テレビ (ch32)の電波の強度の基準値（許容値）

項目	値	備考
周波数 f	587.142857 MHz	Ch32（地上テレビの中央のチャンネル番号）
基準値 S （電力束密度）	0.391428 mW/cm^2	$f/1500 \text{ mW/cm}^2$ 以下（300MHzを越え1GHz以下） （注） f はMHz

■ 電波強度の算出式（*1）

- 基本算出式（図1）

利得 G は、どの方向においても主輻射方向の利得を用いる。この算出結果 S が基準値を満たしている場合は、これ以上の評価は必要ない。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K \quad (\text{mW/cm}^2)$$

- 指向性を考慮した基本算出式（図2）

基本算出式の算出結果 S_0 (mW/cm^2)に、算出地点の方向に対する電力指向性係数 $D(\theta)$ を乗じることにより算出する。空中線補正係数 F は回転しない空中線の場合は1とする。

$$S = S_0 D(\theta) \cdot F \quad (\text{mW/cm}^2)$$

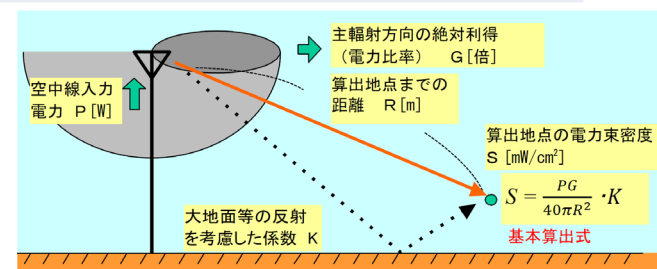


図1 基本算出式の求め方（概念図）

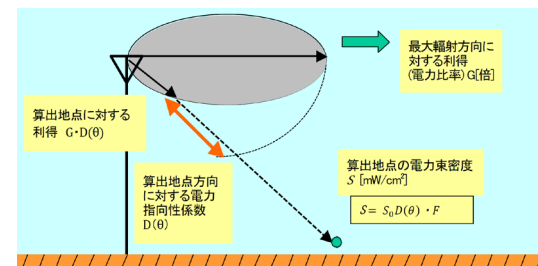


図2 指向性を考慮した基本算出式（概念図）

(*1) 算出方法及び測定方法は「平成11年郵政省告示第300号（無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を定める件）」に従う。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（2）

■ 地上高度化放送の標準モデル

- 親局は単独局（アンテナ共用なし）、中継局は6波共用^(*2)とし、送信条件は現行の地上デジタル放送と同様とした。
- 出力、送信地上高などは中央値、アンテナ形式は最頻のものを選択し、表2、3のように標準モデルを作成した。
 - 親局のモデル
 - ・ 出力1kW、ERP8.6kW、送信地上高60m、送信アンテナ4素子双ループ4段4面、共用なし
 - 中継局のモデル
 - ・ 出力10W、ERP65W、送信地上高30m、送信アンテナ4素子双ループ2段2面、6波共用

表2 親局モデル

項目	値
送信出力	1kW
損失	0.855 dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.2dB
ERP	8.6 kW
送信アンテナ地上高	60 m
送信アンテナ	4素子双ループ4段4面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	1 (共用なし)

(注) ERP/出力=9.345dBを損失と送信アンテナ利得に分配
損失は給電線0.7 dB(CX77D 75m程度)、他0.155dB

表3 中継局モデル

項目	値
送信出力	10 W
損失	2.17dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.3 dB
ERP	65 W
送信アンテナ地上高	30 m
送信アンテナ	4素子双ループ2段2面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	6 (6波共用)

(注) ERP/出力=8.13dBを損失と送信アンテナ利得に分配
損失は給電線0.9 dB(CX39D45m程度)、共用器1.0dB、他0.27dB

(*2) 現行地デジの親局はアンテナ共用のない単独局が最も多いことから、地上高度化放送の親局モデルは単独局とした。現行地デジの中継局は単独局から8波共用局まで広く分布しているが、地上高度化放送の中継局では共同建設がさらに進むことを想定し、地上高度化放送の中継局モデルは同一放送区域の系統数として最も多い6波（NHK 2波、民放 4波）を共用するものとした。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（3）

■ 指向性を考慮した算出式による電波強度

- モデル化した送信アンテナの垂直指向特性を用いて算出式により、鉄塔からの離隔距離（俯角90度から1度まで）と電波強度の関係を求めた。
- 親局モデル、中継局モデル（6波）ともに、電波強度は鉄塔直下（俯角90度）で最も大きく、鉄塔直下以遠のすべての離隔距離で、鉄塔直下の電波強度を下回る結果となった。
 - 親局モデルの鉄塔直下の電波強度は、 $8.54 \times 10^{-3} \text{ mW/cm}^2$ 。基準値に対して2.18%であった。
 - 中継局モデル（6波）の鉄塔直下の電波強度は、 $1.66 \times 10^{-3} \text{ mW/cm}^2$ 。基準値に対して0.425%であった。

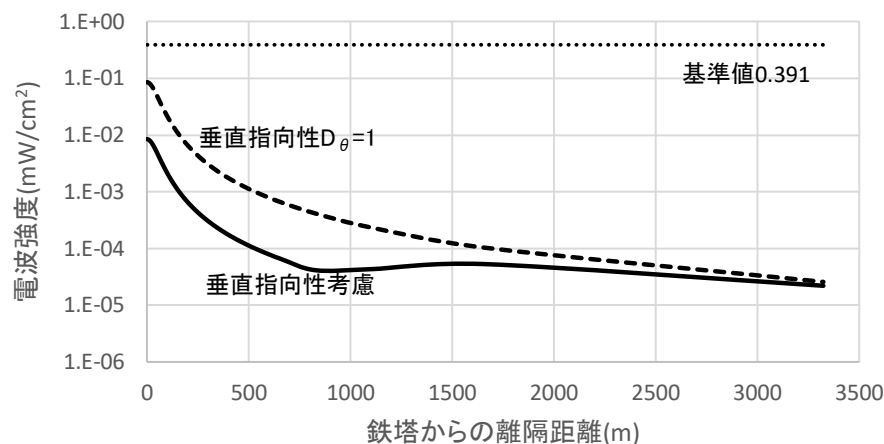


図3 親局モデルの電波強度の距離特性

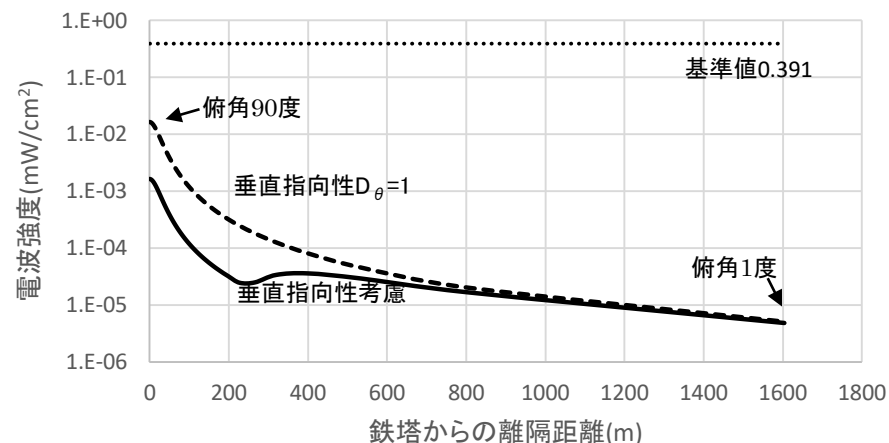
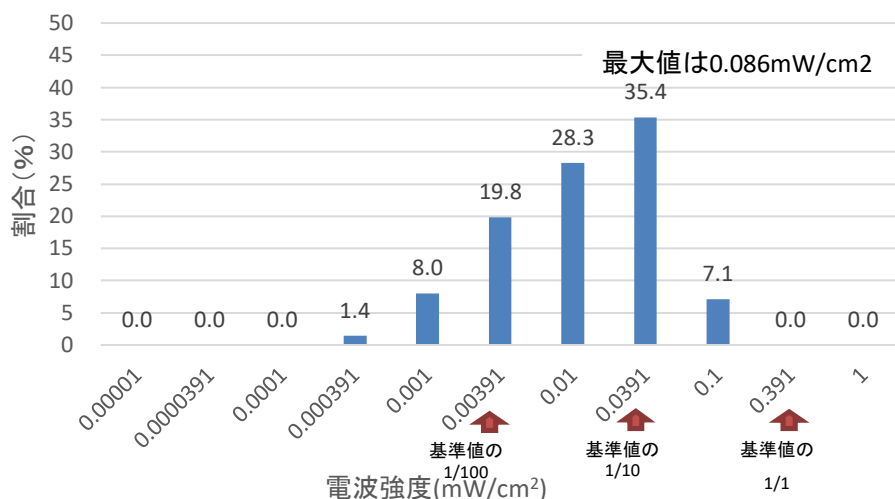


図4 中継局モデル（6波）の電波強度の距離特性

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（４）

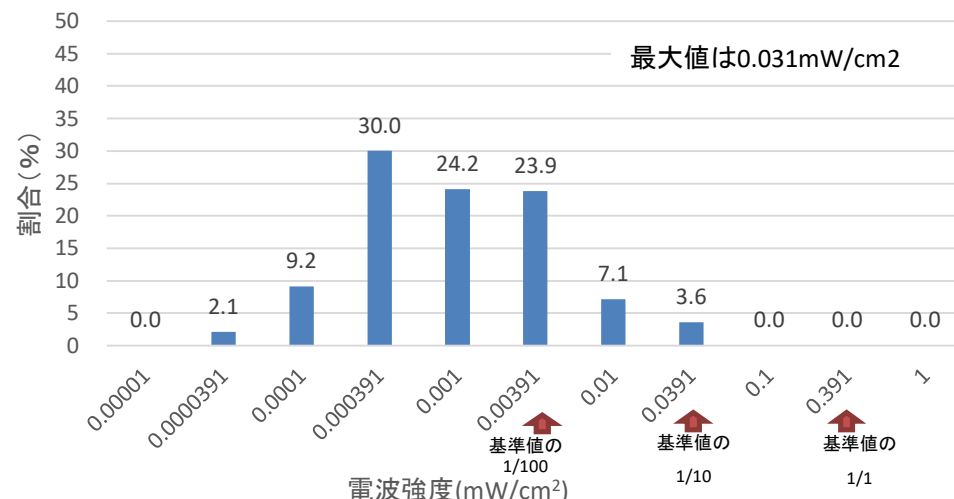
■ 親局、中継局、各々の鉄塔直下の電波防護に係る電波強度

- 標準モデルでは親局、中継局とも鉄塔直下が最も電波強度が大きい結果となった。
- そこで、実際の親局、中継局（*3）の各々のERP、送信地上高を採用し、各々の鉄塔直下（地上高2m）の電波強度を計算した。周波数はどれもch32、鉄塔から1波のみ発射したものとし、垂直指向性は考慮し標準モデルの考え方によった。
- 親局、中継局の鉄塔直下の電波強度の分布をそれぞれ図5、図6に示す。
 - ・ 親局は、すべての局が電波防護基準値を下回る。92.9%の局が基準値の1/10を下回った。
 - ・ 中継局は、すべての局が電波防護基準値の1/10を下回った。



(注)横軸区間の見方: 0.1は0.0391超0.1以下

図5 親局の電波強度の分布（1波当たり）



(注)横軸区間の見方: 0.1は0.0391超0.1以下

図6 中継局（3W超）の電波強度の分布（1波当たり）

(*3) 基幹放送用周波数使用計画に記載された親局、中継局を対象とした。親局はNHK総合44局、NHK教育1局、民放127局、中継局はNHK総合218局、NHK教育254局、民放902局
 なお、今回の電波防護の調査では、NHK総合の親局に併設されたNHK教育については親局として扱った。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（5）

■ 考察

■ 親局の電波強度について

- 親局モデル(1kW、単独局)の電波強度は、どの離隔距離においても地上において基準値に対して2.18%以下であり、基準値を下回った。電波強度は鉄塔直下で一番大きかった。
- 実際の親局では、出力3kW以上や低い送信地上高(30m程度)など、電波防護上条件が不利な局が存在することから、ERPと地上高については実際の諸元をもとに鉄塔直下の一波当たりの電波強度を計算したところ、すべての局で基準値を下回った。92.9%の局が基準値の1/10を下回った。
- このことから、実際の地上高度化放送において鉄塔共用(アンテナ共用)がさらに進むことを想定しても大部分(92.9%)の親局は、鉄塔直下においても基準値を満足する計算結果となることが推定される。

■ 中継局の電波強度について

- 中継局モデル(10W、6波共用)の電波強度は、どの離隔距離においても地上において基準値に対して0.425%以下であった。電波強度は鉄塔直下で一番大きかった。
- 実際の中継局では、出力30W以上や低い送信地上高(14m程度)など、電波防護上条件が不利な局が存在することから、ERPと地上高については実際の諸元をもとに鉄塔直下の一波当たりの電波強度を計算したところ、すべての局で基準値の1/10を下回った。
- このことから、実際の地上高度化放送においては全社で鉄塔共用(アンテナ共用)となっても、ほとんどの中継局は、鉄塔直下においても基準値を満足する計算結果となることが推定される。

■ 地上高度化放送の電波防護について

- 親局、中継局のほとんどの局において地上における電波強度は電波防護の基準を下回るものと推定される。ただし、出力が大きく送信地上高の低い親局については、鉄塔共用(アンテナ共用)が進むと計算上基準を上回る可能性がある。
- また、親局などで同じ敷地に隣接して複数の鉄塔がある場合、鉄塔の高所に展望台がある場合、もしくは、STL/TTLや他の通信アンテナと共存する多用途鉄塔の場合など、実際には様々な電波発射・電波環境があることから、電波防護に関してはこれらの電波による影響も考慮される必要がある。
- したがって、計算によるほか、実測により電波防護の要否を判定することも必要となる場合があると考えられる。

参考資料12

他の無線システムとの影響調査結果

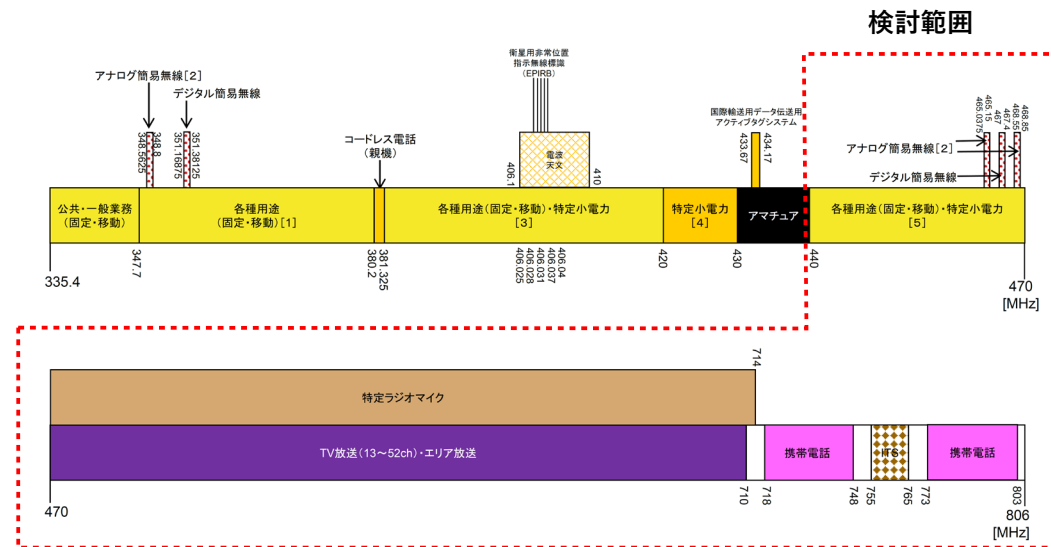
新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

高度化方式（地上放送高度化方式、高度化放送導入方式（LDM方式））と他の無線システム* との被干渉・与干渉試験を実施・評価

* ISDB-T、高度化方式の相互干渉、特定ラジオマイク、エリアワンセグ、業務用無線、LTE

無線システム		被干渉							
		ISDB-T	地上放送高度化	LDM方式	特定ラジオマイク (470~710MHz)	特定ラジオマイク (710~714MHz)	エリアワンセグ	業務用無線	LTE (5G)
与干渉	ISDB-T	済	再	再	済	済	済	済	済
	地上放送高度化	再	済	—	済	済	ISDB-T同様	再	R4
	LDM方式	ISDB-T同様	—	再	済	済	ISDB-T同様	済	R4
	特定ラジオマイク(470~710MHz)	済	済	再	—	—	—	—	—
	特定ラジオマイク(710~714MHz)	済	済	再	—	—	—	—	—
	エリアワンセグ	済	再	再	—	—	—	—	—
	業務用無線	済	再	再	—	—	—	—	—
	LTE (5G)	済	R4	R4	—	—	—	—	—

凡例：(再)再試験を実施する項目 (R4)R4年度に実施する項目 (—)対象外



新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 令和4年度の調査内容

- LDM方式のInjection Level(IL)値・変調パラメータの変更に伴い、被干渉の再試験を実施
- 地上放送高度化方式の周波数オフセットの変更に伴い、被干渉及び与干渉の再試験を実施
- LTEとの被干渉及び与干渉の試験を実施

■ 主要結論

- 高度化方式と他の無線システムとの混信保護比の再試験を行ったところ、調査したパラメータではISDB-Tの混信基準値とほぼ同等であることを確認した。
- 地上放送高度化方式とISDB-Tとの隣接関係については、上隣接チャンネルにおける周波数オフセット+1/18MHzでの干渉の影響の許容限は、最悪値でISDB-Tの混信保護基準（D/U=-29dB）を1dB下回ったが、他はISDB-Tの混信保護基準を満足した。
- 高度化方式とLTEとの混信保護比の検討では、LTEから高度化方式への被干渉は大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響はなかった。また、高度化方式からLTEへの与干渉試験では、高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uは同程度であることを確認した。

- 地上デジタルテレビジョン放送の高度化方式においても、ISDB-Tの混信保護基準を適用することが可能と想定される。
- ISDB-Tまたは地上放送高度化方式に対して、地上放送高度化方式が上隣接となる場合は、置局検討の際に考慮が必要である。
- 高度化方式から他の無線システムへの干渉については、問題となるような影響はなかった。
- ただし、最終的な方式として変調パラメータが決定していないことや、伝送フォーマットが変更される可能性があることから、今後、方式が定まった時点で混信保護比を再調査する必要がある。

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 地上放送高度化方式からISDB-Tへの影響調査

- 地上放送高度化方式とISDB-Tとの隣接関係については、上隣接チャンネルにおける周波数オフセット +1/18MHzでの干渉の影響の許容限は、最悪値でISDB-Tの混信保護基準（D/U=-29dB）を1dB下回ったが、他はISDB-Tの混信保護基準を満足した。

表 地上放送高度化方式からISDB-Tへの干渉試験結果

妨害波の占有周波数帯幅		5.85MHz				
希望波に対する妨害波の配置		同一	上隣接	下隣接	上隣々接	下隣々接
周波数オフセット		+1/18MHz				
干渉の影響の許容限	最悪値	19.2	-28	-36	-36	-34
	中央値	17.6	-37	-38	-40	-40
	最良値	17.0	-39	-40	-41	-41
ISDB-Tの混信保護基準		28	-29	-26	—	—

単位
[dB]

表 試験パラメータ（地上放送高度化方式は標準的なパラメータを使用）

項目	地上放送高度化方式	ISDB-T
干渉の種別	与干渉	被干渉
入力レベル	—	-65dBm
干渉保護基準 (内符号復号後のBER)	—	2×10^{-4}
パラメータ	256QAM, NUC 符号化率 R=12/16 時間インターリーブ長 I=1 (292ms) 所要C/N=20.2dB オフセット: +1/18MHz	64QAM 符号化率 R=3/4 時間インターリーブ長 I=2 (215ms) 所要C/N=20.1dB オフセット: +1/7MHz

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ ISDB-Tから高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値 (ISDB-Tから高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル	25	26	28
上隣接チャンネル	-34	-34	-29
下隣接チャンネル	-37	-34	-26
上隣々接チャンネル	-38	-36	—
下隣々接チャンネル	-38	-36	—

■ 高度化方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- 地上放送高度化方式の上隣接チャンネルを除いて、ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値 (高度化方式から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル	25	27	28
上隣接チャンネル	-34	-26	-29
下隣接チャンネル	-37	-30	-26
上隣々接チャンネル	-38	-41	—
下隣々接チャンネル	-38	-44	—

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 特定ラジオマイク（470～710MHz）デジタル方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた（同一チャンネルを除く）。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値（特定ラジオマイク（470～710MHz）デジタル方式から高度化方式）、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T（参考）
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル(*)	21	22	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-38	-34	-14
下隣接チャンネル	-42	-37	-20
上隣々接チャンネル	-45	-43	-39
下隣々接チャンネル	-45	-45	-39

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

■ 特定ラジオマイク（470～710MHz）アナログ方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた（同一チャンネルを除く）。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値（特定ラジオマイク（470～710MHz）アナログ方式から高度化方式）、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T（参考）
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル(*)	21	22	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-39	-36	-14
下隣接チャンネル	-42	-40	-20
上隣々接チャンネル	-44	-44	-39
下隣々接チャンネル	-45	-45	-39

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 特定ラジオマイク（710～714MHz）から高度化方式への被干渉特性の評価

- テレビホワイトスペースの特定ラジオマイクに適用されるISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(特定ラジオマイク(710～714MHz)から高度化方式)、D/U [dB]		
		LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
		UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
デジタルマイク	上隣接チャンネル	-33	-32	-14 [※]
アナログマイク	上隣接チャンネル	-36	-35	-14 [※]

※ テレビホワイトスペースの特定ラジオマイクが上隣接チャンネルになるときの混信保護基準を参考値として記載した。

■ エリアワンセグから高度化方式への混信保護基準の暫定値[※]

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値(エリアワンセグから高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	QPSK, 1/2 所要C/N=4.9dB
同一チャンネル(*)	23	24	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-36	-33	-17
下隣接チャンネル	-41	-40	-14
上隣々接チャンネル	-42	-40	-17
下隣々接チャンネル	-43	-41	-14

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 業務用無線（タクシー無線等）から高度化方式への被干渉特性の評価

- 大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響はなかった。

希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(業務用無線($\pi/4$ シフトQPSK)から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
下隣接チャンネル	-37	-36	規定なし

■ LTE（718～728MHz）から高度化方式への被干渉特性の評価

- 大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響はなかった

希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(LTE(718～728MHz)から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
上隣々接チャンネル	-45	-45	規定なし

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 高度化方式から特定ラジオマイク（470～710MHz）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uは同一であり、高度化方式から特定ラジオマイク（470～710MHz）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から特定ラジオマイク(470～710MHz))、D/U [dB]	
		デジタルマイク	アナログマイク
		入力レベル-90dBm	入力レベル-90dBm
LDM方式	同一チャンネル	4	-5
地上放送高度化方式、+1/18MHz	同一チャンネル	4	-5
ISDB-T(参考)	同一チャンネル	4	-5

■ 高度化方式から特定ラジオマイク（710～714MHz）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uはほぼ同一であり、高度化方式から特定ラジオマイク（710～714MHz）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から特定ラジオマイク(710～714MHz))、D/U [dB]	
		デジタルマイク	アナログマイク
		入力レベル-90dBm	入力レベル-90dBm
LDM方式	下隣接チャンネル	-46	-58
地上放送高度化方式、+1/18MHz	下隣接チャンネル	-47	-58
ISDB-T(参考)	下隣接チャンネル	-50	-60

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 高度化方式から業務用無線（タクシー無線等）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uは同一であり、高度化方式から業務用無線（タクシー無線等）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から業務用無線(4値FSK))、D/U [dB]	
		業務用無線(4値FSK)	
		入力レベル-90dBm	
LDM方式	上隣接チャンネル	-64	
地上放送高度化方式、+1/18MHz	上隣接チャンネル	-64	
ISDB-T(参考)	上隣接チャンネル	-64	

■ 高度化方式からLTE（718～728MHz）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uはほぼ同一であり、高度化方式からLTE（718～728MHz）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式からLTE(718～728MHz))、D/U [dB]	
		LTE(弱電界)	LTE(強電界)
		入力レベル-83dBm	入力レベル-65dBm
LDM方式	下隣々接チャンネル	-90	-67
地上放送高度化方式、+1/18MHz	下隣々接チャンネル	-90	-68
ISDB-T(参考)	下隣々接チャンネル	-90	-68

(参考) 新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 試験パラメータ (地上デジタル放送)

項目	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T	備考
入力レベル	-65dBm		-65dBm	同一、隣接、隣隣接
干渉保護基準 (内符号復号後のBER)	1×10^{-7}		2×10^{-4}	
パラメータ1 (弱)	移行中(LL: 次世代方式②) UL:64QAM(2/3) LL:16QAM(12/16), UC IL:21dB I=2 (215ms) 所要C/N=32.2dB オフセット: +1/7MHz	1024QAM NUC R=12/16 I=1 (292ms) 所要C/N=25.1dB オフセット: +1/18MHz		変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)
パラメータ2 (中)	移行中(LL: 次世代方式①) UL:64QAM(2/3) LL:QPSK(4/16), UC IL:21dB I=2 (215ms) 所要C/N=19.2dB オフセット: +1/7MHz	256QAM NUC R=12/16 I=1 (292ms) 所要C/N=20.2dB オフセット: +1/18MHz	64QAM R=3/4 I=2 (215ms) 所要C/N=20.1dB オフセット: +1/7MHz	変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)
パラメータ3 (強)	移行後(B階層: 次世代放送) UL: - LL:256QAM(11/16), NUC IL: - I=2 (215ms) 所要C/N=19.1dB オフセット: +1/7MHz	1024QAM NUC R=9/16 I=1 (292ms) 所要C/N=19.8dB オフセット: +1/18MHz		変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)

高度化方式の試験パラメータは、ISDB-Tと同等の置局条件となることを想定して、ISDB-Tの所要C/Nと近いパラメータを評価対象として選定した。

参考資料13

既存の放送用受信機への影響調査結果

既存の放送用受信機への影響調査結果

【調査概要】

高度化放送導入方式の階層分割多重方式（LDM方式）に関する受信技術について調査を行う。具体的には、昨年度の放送用受信技術の調査結果を踏まえ、LDM方式の既存ISDB-T受信機（固定受信機や車載受信機等）に与える影響について調査し、実運用時に想定される課題や解決策を取りまとめる。

【調査内容】

① 変更した伝送パラメータでの既存受信機への影響調査

昨年度、実施した伝送パラメータにおいて、スキャンでチャンネル登録されない受信機の存在が確認されたため、よりILを大きくとった伝送パラメータ（IL = 21, 22, 23dB）により、既存ISDB-T受信機でのチャンネル登録動作、受信動作の検証を行い、既存受信機への影響調査を行う。

② マルチパス環境調査

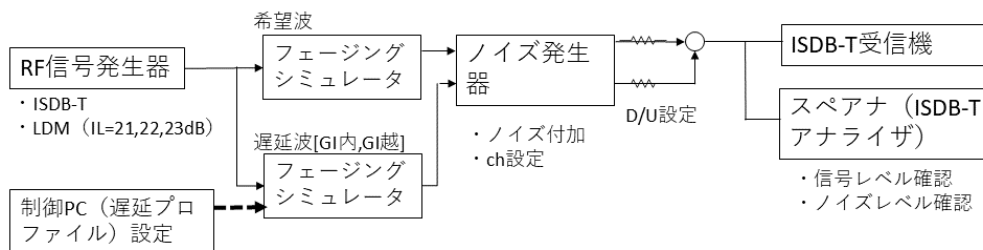
マルチパス環境における受信動作について、ISDB-T方式との比較を行う。

③ 車載向けダイバーシティ受信調査

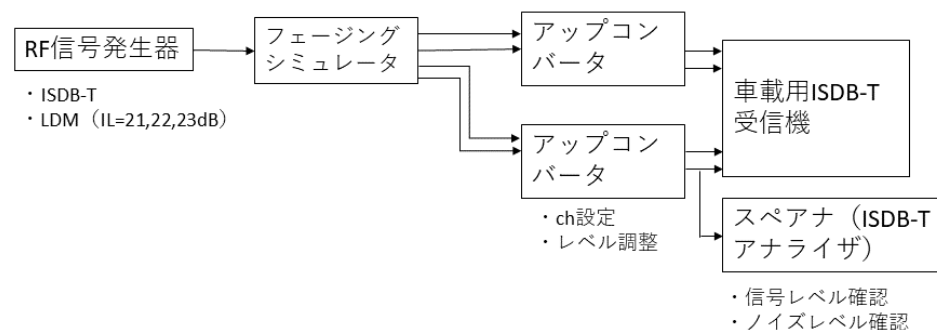
4ダイバーシティ対応のフェージングシミュレータを用いて、ダイバーシティ受信動作をISDB-T方式との比較を行う。

④ 次世代放送に移行後の現行受信機動作調査

チャンネル選局時に誤動作しないことを確認する。



マルチパス環境実験システム図



ダイバーシティ受信環境実験システム図

既存の放送用受信機への影響調査結果

① 変更した伝送パラメータでの既存受信機への影響調査

■ チャンネル登録動作、受信画質の検証（固定受信機36機種、車載受信機5機種により検証）

- ・ C/N = 18dB、22dB相当の受信環境において、LDM方式 UL:B階層64QAM (2/3) (IL = 21,22,23dB) について ISDB-T方式 B階層64QAM(3/4)と比較した。

<固定受信機の検証結果>

表1：スキャンでチャンネル登録されなかった機種数（固定受信機）

	LDM				ISDB-T
	IL=19dB	IL=21dB	IL=22dB	IL=23dB	
C/N=18dB	(13)	7	3	3	1
C/N=22dB	(3)	0	0	0	0

表2：ブロックノイズが発生した機種数（固定受信機）

	LDM			ISDB-T
	IL=21dB	IL=22dB	IL=23dB	
C/N=18dB	4	3	3	3
C/N=22dB	0	0	0	0

※ IL=19dBの（）は今年度検証対象機種のうち、昨年度検証した機種の結果

※ C/N=18dB：受信機の実用域、C/N=22dB：JEITA基準値

- ・ 今回のパラメータにおいてもスキャンでチャンネル登録されない受信機の存在が確認された（表1）。
- ・ C/N=18dBにおいて、ISDB-T方式では3機種でブロックノイズが発生したが、LDM方式では、IL=21dBにおいて、ブロックノイズが発生する機種が1機種増えて、4機種となった。（表2）。

<車載受信機の検証結果>

- ・ C/N = 18dB相当のノイズ付加でチャンネル登録されなかったり、ブロックノイズが発生した機種はなかった。

■ EPG録画（固定受信機12機種により検証）、設置確認の検証（固定受信機21機種により検証）

- ・ LDM方式では、C/Nモニタ値が低く検出される（詳細はP581）ことで、EPG録画に失敗する機種（詳細はP582）、設置時に受信品質が不足しているメッセージが表示され、設置確認に課題が生じる機種があることも確認された（詳細はP583）。

※ C/Nモニタ値：受信機で算出される受信C/Nの評価値。多くの機種では、アンテナ方向調整等の目的に使用される受信品質表示値に換算される。

既存の放送用受信機への影響調査結果

■ ②マルチパス環境調査（固定受信機21機種により検証）

- GI（ガードインターバル）越マルチパス波、GI内マルチパス波を妨害波として比較した。LDM方式はISDB-T方式と比較して妨害波耐性が概ね同等または高い結果となった。（詳細はP584）

■ ③車載向けダイバーシティ受信調査（車載受信機5機種により検証）

■ マルチパス環境調査（フェージングとドップラーシフトを付加して検証）

- GI内+GI越マルチパス波、GI内マルチパス波（TU-6）、GI越マルチパス波を妨害波として比較した。LDM方式はISDB-T方式と比較して妨害波耐性が概ね同等または高い結果となった。（詳細はP585）

※ TU-6（Typical urban 6-path Rayleigh Fading Channel Model）：

6波のマルチパス環境下における都市部での移動受信を想定した伝搬モデル

ETSI EN 300 910 V8.5.1, "Digital Cellular Telecommunications System (Phase2+) ; Radio Transmission and Reception (GSM 05.05 Version 8.5.1 Release 1999) " C3.3 Typical case for urban area (TUx)

https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300900_300999/300910/08.05.01_60/en_300910v080501p.pdf

■ 受信電界強度によるC/Nモニタ値の検証

- LDM方式では、受信電界強度が十分に高い場合にも、「裏番組表取得機能動作下限しきい値」を下回り、機能が利用できない機種や動作範囲が狭まる機種があった。また、C/Nモニタ値が低く検出されることが確認され、車両取付検査が正しく実施できなくなる懸念が生じる。（詳細はP586）

■ ④次世代放送に移行後の現行受信機動作調査（固定受信機25機種、車載受信機3機種により検証）

- 受信機内テーブル情報と地域コードを考慮して、プリセットを保存する機種があり、初期スキャン後もプリセットが削除されない機種が1機種あった（固定受信機）。
- TMCCの起動制御信号に反応して、出力を外部入力から地デジに切り替える機能を有する機種があり、外部入力視聴中に、メディアが地デジに切り替わり、「現在放送されていません。」の黒画面になる機種が1機種あった（固定受信機）。ただし、移行後に初期スキャンを行えば、チャンネル登録されないため、このような動作は発生しない。

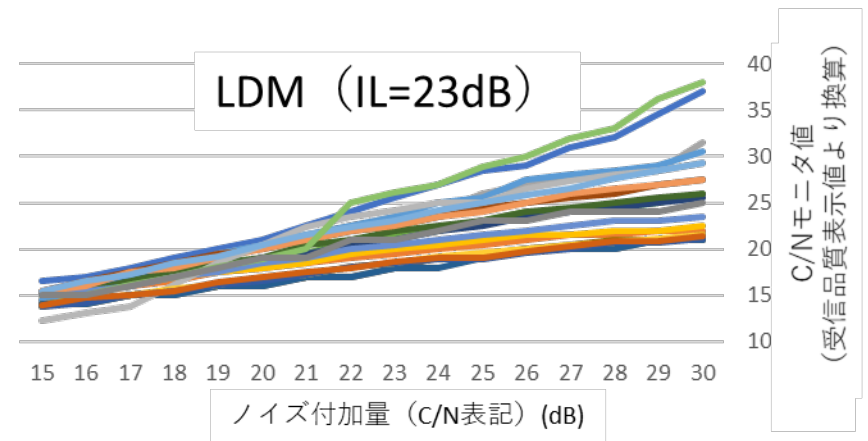
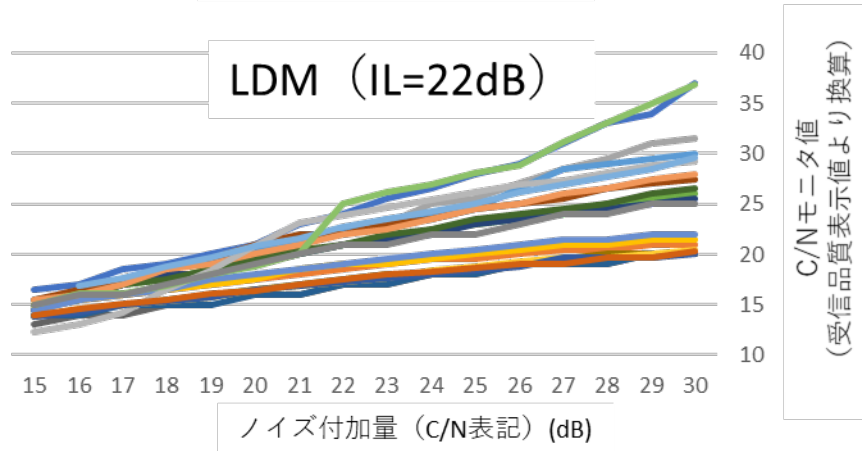
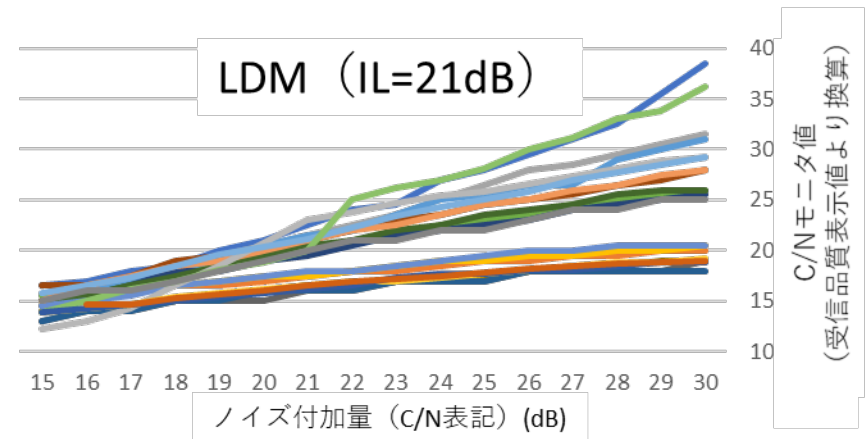
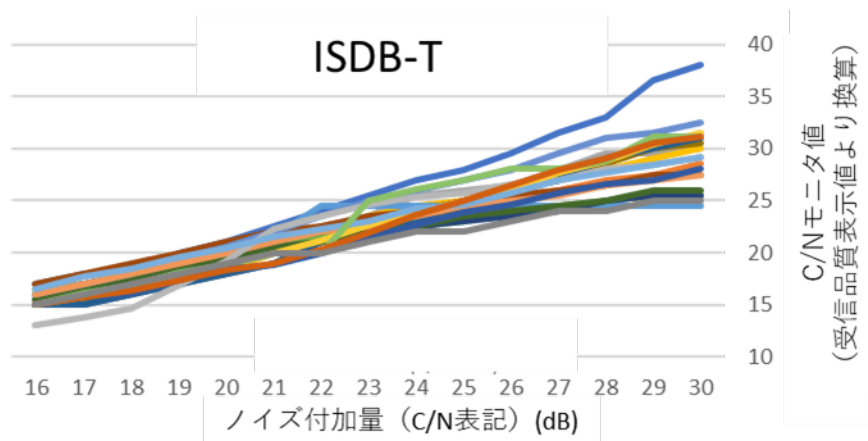
既存の放送用受信機への影響調査結果

- **技術試験事務で実施した受信機検証について、電子情報技術産業協会（JEITA）より、メーカ各社での検証を目的とした、評価用RFストリームの提供依頼を受け、以下のパラメータで評価用RFストリームを作成し、希望する受信機メーカー17社に配布した。**
 - LDM方式 UL:B階層64QAM (2/3) (IL = 21,22,23dB) および現行ISDB-T方式 B階層64QAM(3/4)をベースストリームとして、
 - ベースストリームにC/N = 15、16、17、18、20、22、30dB相当のノイズを付加 各7種類 (①検証用)
 - GI越多波マルチパス D/U = 5、10、15dB、ノイズ付加なし/あり (C/N = 22dB相当) 各6種類 (②検証用)
 - GI内多波マルチパス D/U = 5dB、ノイズ付加あり (C/N = 22dB相当) 各1種類 (②検証用)
 - GI内単波マルチパス D/U = 1dB、ノイズ付加 C/N = 20、22、24dB相当 各3種類 (②検証用)
 - 車載受信機検証用 4 ダイバーシティ信号 各1種類 (③検証用)
 - 移行後の次世代方式 3種類 (④検証用)
 - 次世代放送方式 (定常状態)
 - TMCC起動制御信号 (緊急警報放送用起動フラグを無→有→無に遷移)
 - TMCC伝送パラメータ切替指標をカウントダウン
- **JEITAより検証結果について各社にアンケートを実施したところ、固定受信機メーカー12社、車載受信機メーカー1社から回答があり、以下の課題が報告された。**
 - ベースストリームにノイズ付加
 - C/Nが低く検出され録画中止となる (1社)
 - スキャンでチャンネル登録されない (3社)
 - 設置が正しいか判断できない (3社)
 - ISDB-Tに比較し、視聴時の画音への影響が出るC/Nが高くなった (2社)
 - マルチパス付加
 - スキャンでチャンネル登録されない (2社)
 - ISDB-Tに比較し、視聴時の画音への影響が出るC/Nが高くなった (2社)
 - 車載受信機検証信号による受信電界強度検証
 - 12セグの受信エリアが狭くなる (1社)

既存の放送用受信機への影響調査結果

■ ノイズ付加検証によるC/Nモニタ値の検証

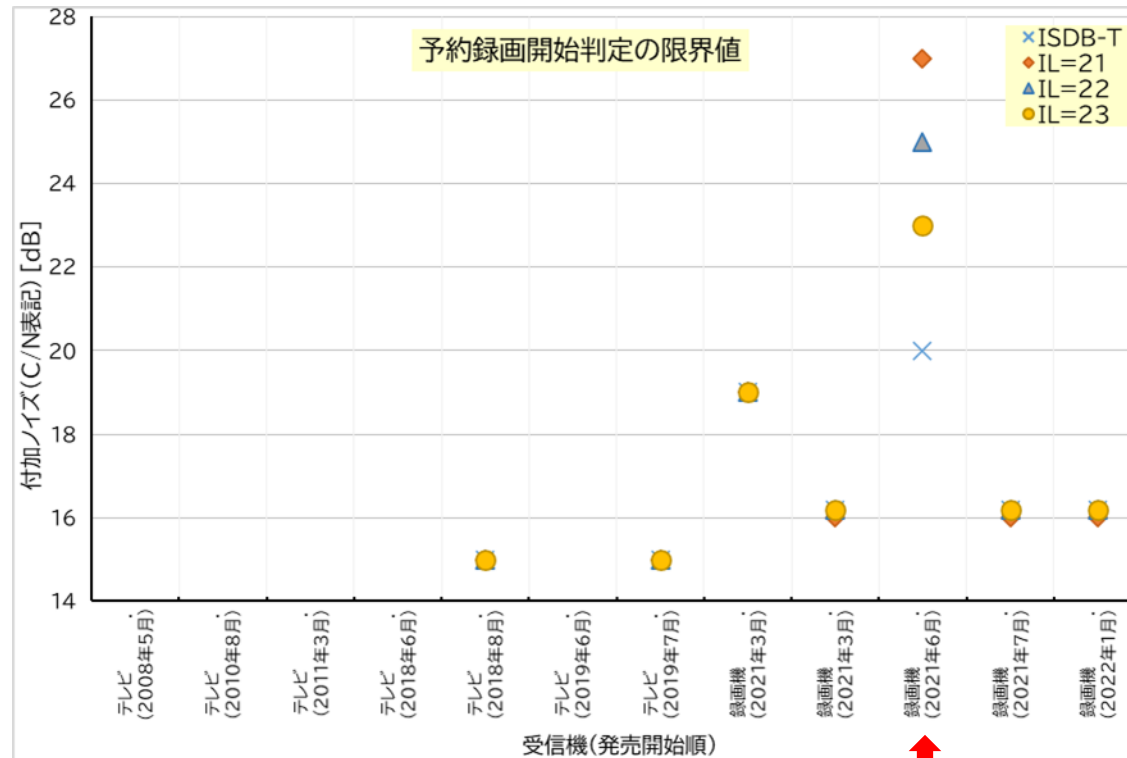
- テレビ14機種、録画機6機種、STB1機種について、アンテナ方向調整等の目的に使用される各受信機の受信品質表示値を各機種種の受信C/N換算手法によりC/Nモニタ値としてプロットした。
- C/Nモニタ値は、CHプリセット判定、録画開始判定、設置時確認等に使用される。
- LDMの導入により、良好な受信環境において、C/Nモニタ値が低く評価される機種がある。



既存の放送用受信機への影響調査結果

■ 予約録画検証

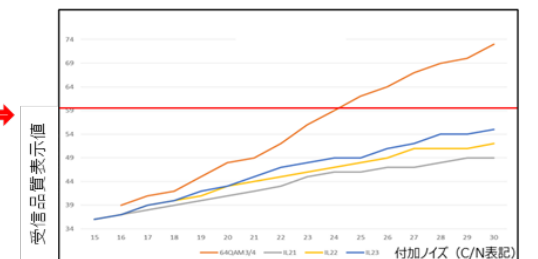
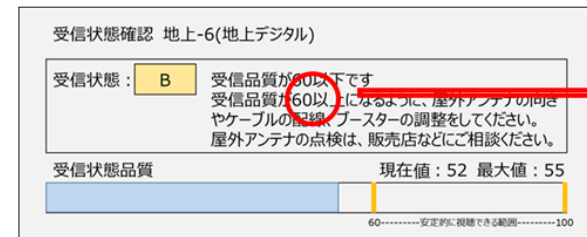
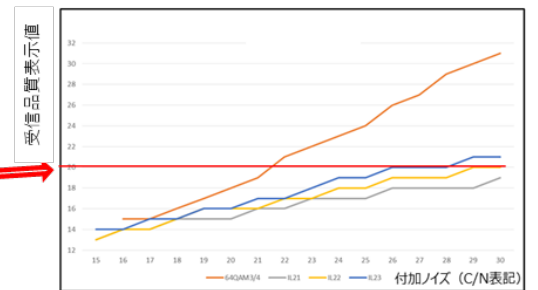
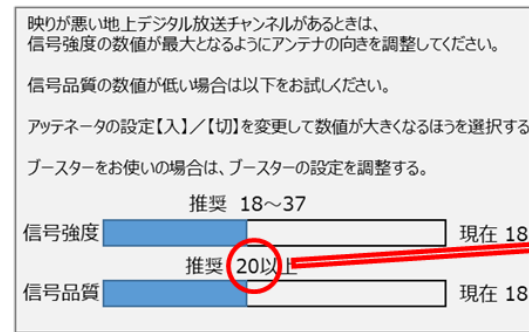
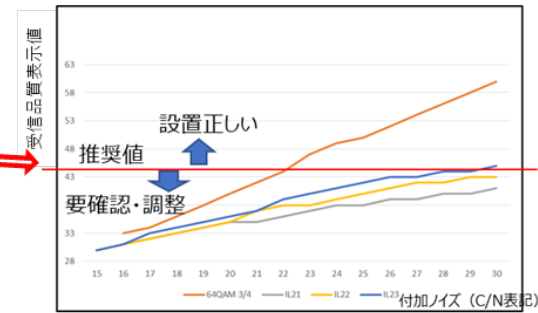
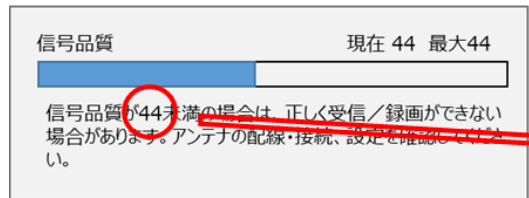
- 12機種でEPG予約録画検証を実施。予約録画開始判定の限界値について、12機種中11機種でLDM方式（64QAM(2/3)）のノイズ耐性は、ISDB-T方式（64QAM(3/4)）と同等の結果。プロットのない5機種については、方式によらず受信限界まで（映像不良の状態でも）録画動作が実行された。
- 予約録画開始判定の限界値について、1機種（赤矢印）でLDM方式のノイズ耐性が低い結果となった。
- C/N差は、IL=21dBで7dB、IL=22dBで5dB、IL=23dBで3dBであった。この機種では、LDMの導入により録画可能なエリアが狭まることになり、アンテナ・ブースタの見直し等の対処が必要になる。



既存の放送用受信機への影響調査結果

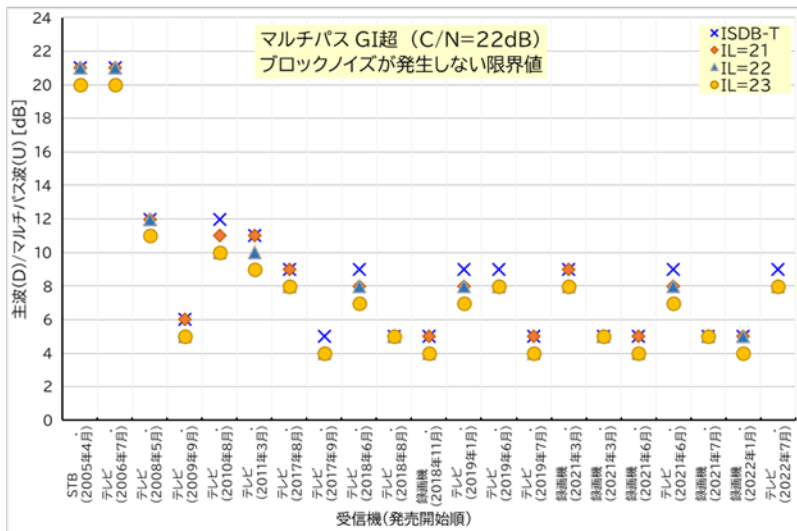
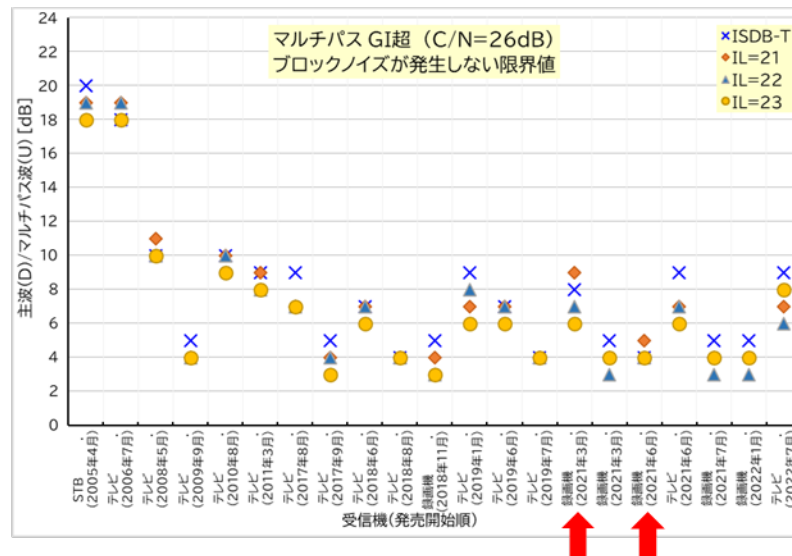
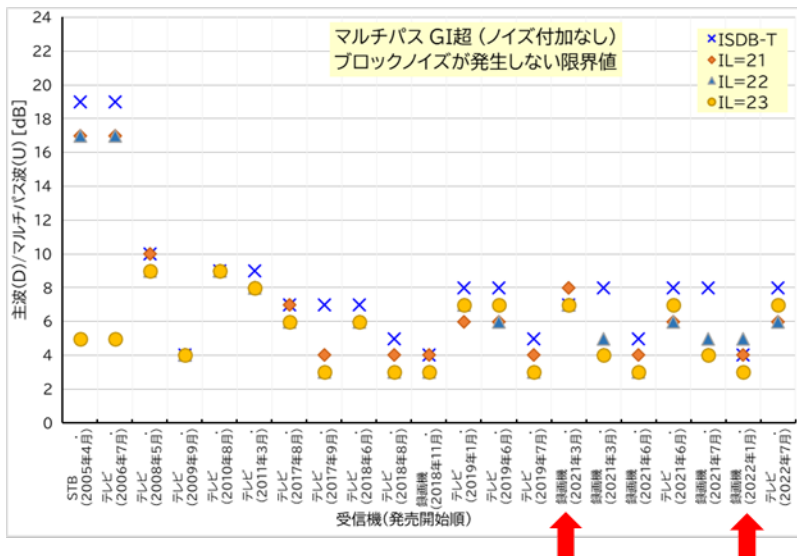
■ C/Nモニタ値が不足する場合の受信品質表示例（固定受信機）

- LDM導入により、アンテナ方向調整等の目的に使用される受信品質表示値が、21機種中9機種で大きく下がる結果を確認した。
- 受信品質表示値に推奨値等が記載されている受信機は、9機種中6機種。
- LDM導入以降（特に導入時）は、設置が正しいか判断できず、お客さまからの問い合わせ対応や、アンテナ設置時の代替設置確認手段の提供が必要となる。



既存の放送用受信機への影響調査結果

マルチパス環境検証（固定受信機）



【検証方法】

- ベースストリームにGI越およびGI内マルチパスを付加。D/U（主波の電力と遅延波の電力比）をパラメータにブロックノイズが発生しない限界値を検証

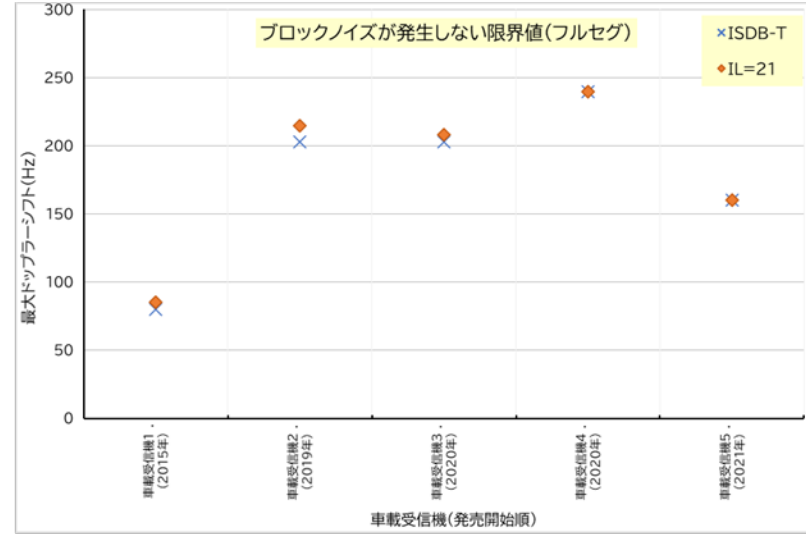
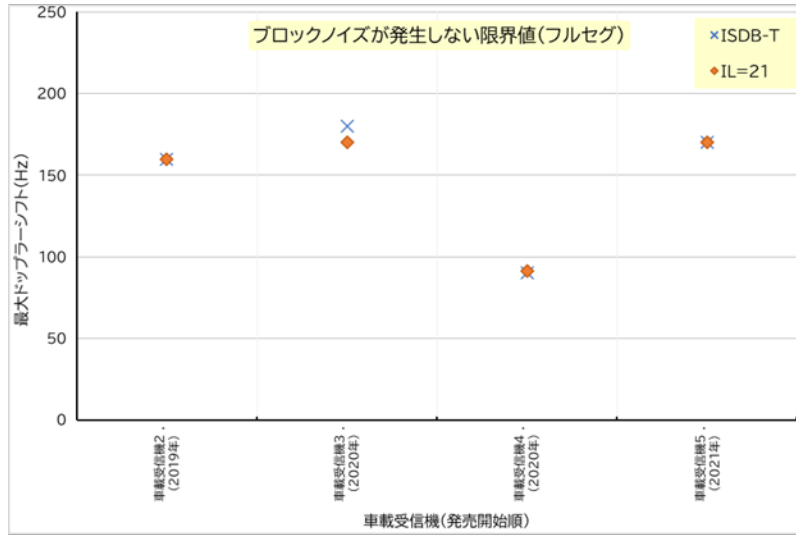
【検証結果】

- GI越マルチパスでは、LDM方式（64QAM(2/3)）は、ISDB-T方式（64QAM(3/4)）に比較して、概ねマルチパス波妨害波耐性が同等または高い結果となった（赤矢印についてはLDM方式の耐性が低い）
- GI内マルチパスでは、C/N=26dBおよびC/N=22dB相当の受信環境でD/U = 0dBでLDM方式、ISDB-T方式ともに21機種すべての受信機で良好に受信できた

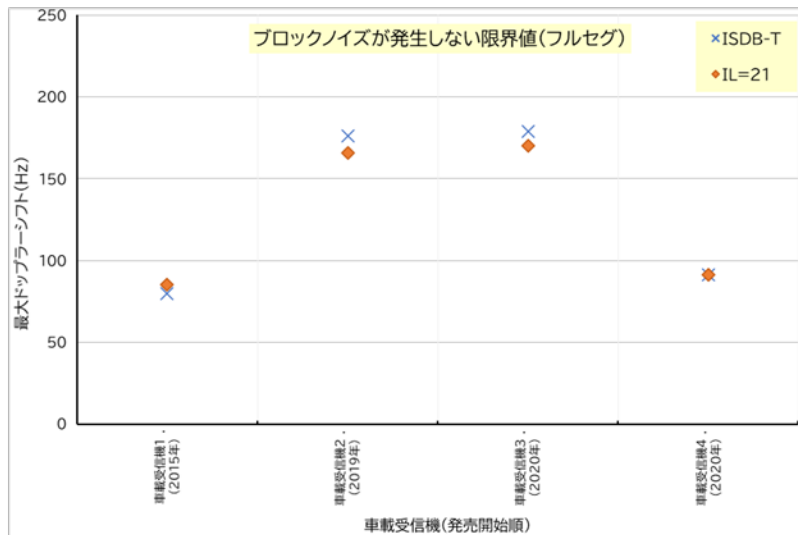
既存の放送用受信機への影響調査結果

■ マルチパス+フェージング環境（車載受信機）

1. 主波+妨害波2波（5μsec遅延 D/U=1dB および 180μsec遅延 D/U=5dB） 2. GI内マルチパス波TU-6



3. GI越マルチパス波（D/U=16dB）+ TU6



【検証方法】

- フルセグ固定モードにてブロックノイズが発生しない最大ドップラーシフト量と比較

【検証結果】

- ISDB-T方式（64QAM(3/4)）とLDM方式（64QAM(2/3)）、IL=21dBは、ほぼ同等の結果となった。

グラフで4機種のプロットとなっている実験では、ISDB-T方式においても動作が不安定となる1機種があり、測定対象外とした。

※ 車速 (km/h) = 最大ドップラーシフト f_d (Hz) × 光速 (km/h) / 送信周波数(Hz)
 (送信周波数22chの場合、光速/送信周波数=2.05、 $f_d=100$ は車速205 km/hに相当)

既存の放送用受信機への影響調査結果

■ 受信電界強度によるC/Nモニタ値の検証（車載受信機）

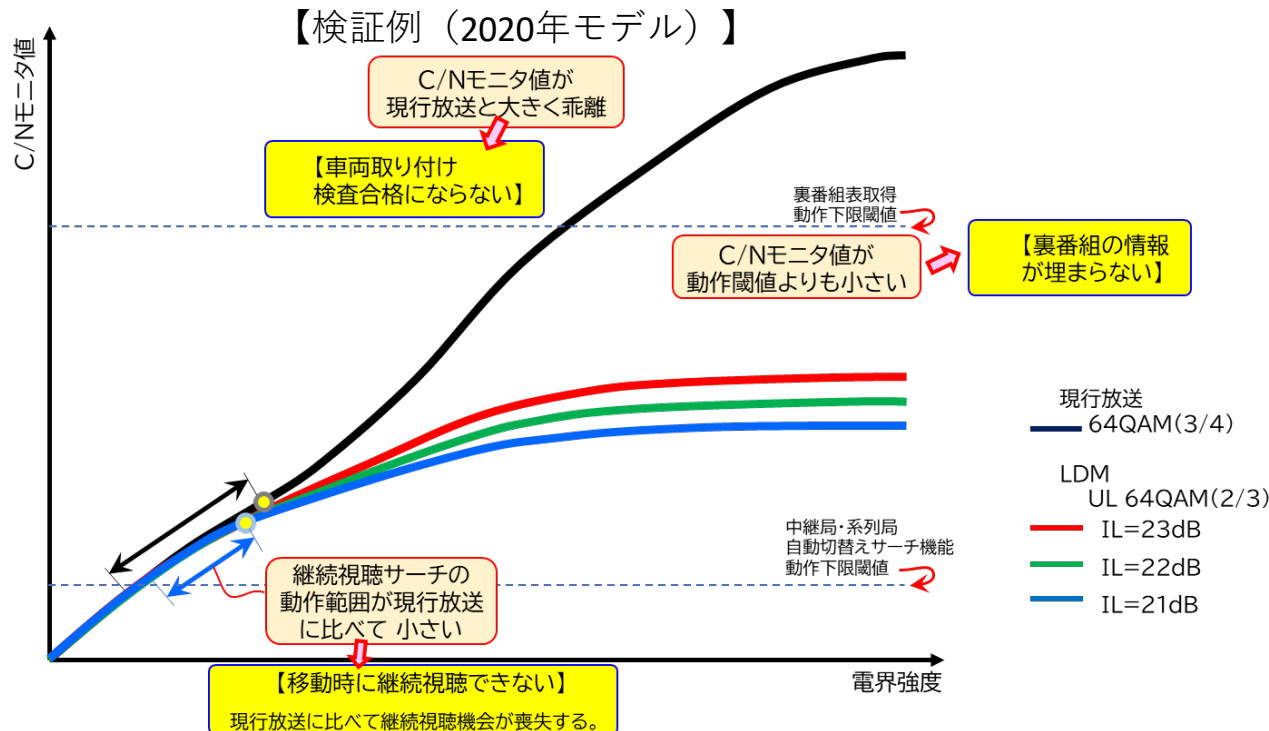
令和4年2月18日 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 地上デジタル放送方式高度化作業班（第13回）

資料デ高作13-2 地上デジタル放送 高度化放送導入方式 既存受信機での受信検証報告【電子情報技術産業協会】

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/housou_system/02ryutsu08_04000482.html

により指摘のあったLDM方式の課題「①ワンセグしか映らない、②受信境界で追従できない、③裏番組表が取れない、④取付が確認できない」について検証した。

この検証例では、③、④の課題が認められた。



課題④「継続視聴サーチ」について、電界強度を1dBステップで変化させて、測定した結果、サーチ動作範囲の上限・下限ともに現行放送が広がったが、差は1ステップであり、有意な差があるとは言えなかった。なお、LDMで上限の電界強度が低くなったのは、符号化率を3/4から2/3に下げたことで、所要C/Nが下がり、フルセグからワンセグへの切替点となる電界強度が低くなったためである。これは、フルセグが視聴可能なエリアが拡大したと捉えることもできるが、サーチ動作範囲が狭くなることにより、継続視聴機能にとっては課題となる。

既存の放送用受信機への影響調査結果

■ まとめ

IL=21～23dBにおいても受信機内でC/Nモニタ値が低く評価され、以下の課題が発生する受信機の存在が確認された。

（固定受信機）

- スキャンでチャンネル登録されない
- 予約録画が実行されない
- 受信品質表示値が低く表示され設置判断を正しくできない

（車載受信機）

- 裏番組表を取得できない
- 車両メーカーにて正しい取付判断ができない
- フルセグ受信エリアが狭くなる（JEITAからのアンケート回答）

【解決手段】

- 放送側で伝送パラメータの選択により、課題を回避することは困難であり、受信側での対策（受信環境改善・受信機交換など）の併用が必要と考えられる。

参考資料14
CATV網で伝送する際の影響調査結果

CATV網で伝送する際の影響調査結果

【調査概要】

1. パススルー方式に関する調査

地上放送高度化方式（周波数オフセット値1/18MHz）、及び高度化放送導入方式（LDM方式）の新たなパラメータ（※1）を用いた室内試験及びCATV施設での伝送実験を行い、与干渉と被干渉信号のレベル差（許容範囲）を定量的に把握とともに、各方式信号のレベル変動に対する耐性を調査した。

（※1）令和3年度と令和4年度の試験パラメータ（592頁）を参照。

2. トランスモジュレーション方式に関する調査

LDM方式については、CATVの伝送チャンネルの有効利用の観点からULとLLの情報を一つの搬送波で多重伝送する場合、CATVの既存STB（Set Top Box）でLL側の信号がUL側のデコードに影響しないかを調査した。

地上放送高度化方式については、全く新しい方式であり、ISDB-T信号と同一搬送波で多重することは想定しておらず、既存STBへの影響は調査しない。

【実施内容】

1. 室内試験で高度化方式（地上放送高度化方式、LDM方式）の信号とCATV放送信号間の隣接妨害特性、CATV施設で伝送試験を実施し、実験結果を評価した。
2. 想定されるトランスモジュレーション方式の仕様をSTBメーカーに提示し、既存のトランスモジュレーション対応STBにおける誤動作の可能性等、影響について市場稼働中の6社にヒアリングを実施した。

CATV網で伝送する際の影響調査結果

1) パススルー方式に関する調査

<地上放送高度化方式>

● 室内試験（表1参照）

CATVでは、隣接チャンネルのレベル差は、有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令（平成23年総務省令第95号）第15条 区別五において「受信者端子において10dB以内」と規定されている。

このような中、隣接信号に影響を与えないためのD/Uは、周波数オフセット1/18MHzにおいて、表1のとおり被干渉・与干渉すべて-10dB以下となったため、問題ないことが確認された。

● CATV施設での伝送試験

実施（いちほケーブルテレビ）の5地点にて搬送波レベル変動による影響調査（※1）を実施。

地上放送高度化方式の信号レベルを放送中の地デジ信号と同一に設定した後、3dB低下させエラーフリーで受信できることを確認した（表3 右列参照）。

※1：有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令（平成23年総務省令第95号）

第15条 区別四に定める「搬送波のレベル変動は、1分間において3dB以内」に伴う耐レベル変動調査。

<LDM方式>

● 室内試験（表2参照）

隣接CATV信号からの被干渉について調査を実施、いずれもD/Uが-10dB以下という結果で問題がないことが確認された。

CATV信号への与干渉については、LLに新たなパラメータを用いた場合でも、ULも含めたLDM方式のスペクトラムの変更はなく、昨年度報告（※2）で問題がないことを確認済み。※2：2022年2月28日 情報通信審議会 地上デジタル放送高度化作業班（第14回）資料：デ高作14-2

● CATV施設での伝送試験（表3参照）

試験パラメータのうち、所要C/Nの高いパラメータ（表3 LDM②-1、LDM②-2：IL=21dB、LL階層16QAM(12/16)、所要C/N32.2dB）では、いくつかの測定点でLDM方式の信号レベルが-3dB以上でもLL階層が受信エラーとなり、何らかの対策を講じる必要があることが確認された。

表3 CATV施設での伝送試験結果（判断条件：-3dB以下でも受信可能であること）

測定点	測定項目	LDM方式								地上放送高度化方式
		パラメータ								パラメータ
		1: LDM①-1	2: LDM①-2	3: LDM②-1	4: LDM②-2	5: 次世代①-1	6: 次世代①-2	7: 次世代②-1	8: 次世代②-2	オフセット周波数 : +1/18MHz
国分寺台 ①HFC	受信限界レベル(dB)	-16.5/OK	-16.4/OK	-3.4/OK	-3.5/OK	-16.2/OK	-17.2/OK	-10.7/OK	-12.8/OK	-12.7/OK
国分寺台 ②FTTH	受信限界レベル(dB)	-11.2/OK	-11.0/OK	受信できず /NG	受信できず /NG	-9.9/OK	-12.1/OK	-5.2/OK	-8.2/OK	-10.4/OK
馬立 ③HFC	受信限界レベル(dB)	-14.2/OK	-14.1/OK	-1.4/NG	-1.4/NG	-14.1/OK	-14.9/OK	-8.9/OK	-11.1/OK	-12.3/OK
緑区あすみが丘 ④HFC	受信限界レベル(dB)	-16.9/OK	-16.7/OK	-3.6/OK	-3.6/OK	-16.5/OK	-17.3/OK	-10.8/OK	-13.0/OK	-14.6/OK
緑区あすみが丘 ⑤FTTH	受信限界レベル(dB)	-11.8/OK	-11.6/OK	受信できず /NG	受信できず /NG	-11.4/OK	-12.2/OK	-5.8/OK	-8.0/OK	-9.4/OK

表1 地上放送高度化方式の隣接与干渉、被干渉調査（室内試験）

被干渉信号				地上放送高度化方式 (dB)	地上放送高度化方式(dB)		与干渉信号
J.83C 64QAM	J.83C 256QAM						
下側隣接(dB)	上側隣接(dB)	下側隣接(dB)	上側隣接(dB)	—			
-21.0	-25.0	-16.3	-19.5	-13.99	上側隣接(dB)	CATV信号： J.83C 64QAM	
				-19.28	下側隣接(dB)		
				-14.03	上側隣接(dB)	CATV信号： J.83C 256QAM	
				-19.33	下側隣接(dB)		

表2 LDM方式の被干渉調査（室内試験）

被干渉信号 (LDM信号)	与干渉信号 (CATV信号)			
	J.83C: 64QAM		J.83C: 256QAM	
パラメータ	下側隣接 D/U(dB)	上側隣接 D/U(dB)	下側隣接 D/U(dB)	上側隣接 D/U(dB)
1: LDM①-1	-35.86	-25.99	-35.91	-25.95
2: LDM①-2	-32.94	-27.03	-32.88	-26.96
3: LDM②-1	-29.94	-20.02	-30.92	-20.03
4: LDM②-2	-29.79	-19.98	-29.70	-20.03
5: 次世代①-1	-39.94	-27.04	-39.86	-26.99
6: 次世代①-2	-39.95	-28.00	-40.02	-28.05
7: 次世代②-1	-35.06	-25.91	-35.03	-25.98
8: 次世代②-2	-40.11	-26.96	-39.99	-26.97

CATV網で伝送する際の影響調査結果

2) トランスモジュレーション方式に関する調査

<トランスモジュレーション方式>

UL階層のISDB-Tのトランスモジュレーション方式（※1）をベースとし、LL階層の次世代方式については高度BSデジタル放送のトランスモジュレーション方式（※2）の手法を用いて単一搬送波で伝送する方式を想定。

※1：（一社）日本ケーブルラボ仕様 J Labs SPEC-007：地上デジタルテレビジョン放送 トランスモジュレーションならびに自主放送運用仕様

※2：（一社）日本ケーブルラボ仕様 J Labs SPEC-033：高度BSデジタル放送 トランスモジュレーション運用仕様（単一QAM変調方式）

<調査方法>

このトランスモジュレーション方式信号が既存STBに与える影響（誤動作の有無等）についてSTBベンダにヒアリング調査を実施した。

<調査結果>

- ① TLV非対応STBではスキャンで次世代方式のNIT等が読み取れないため、チャンネル登録されない。
- ② 想定しないネットワーク識別子を有するストリームは、チャンネル登録されない。

上記いずれかの理由により、次世代方式を誤って受信し、誤動作を起こすことはないとの回答を得た。

◆ まとめ

■パススルー方式

- CATV放送信号と地上放送高度化方式（周波数オフセット1/18MHz）及びLDM方式をパススルー方式で隣接伝送した場合、与干渉・被干渉の影響はない。
- LDM方式の伝送に関して、所要C/Nが32.2dBのパラメータを選択した場合は、LL階層の受信でエラーとなるエリアが存在するため、対策を講じる必要がある。

■トランスモジュレーション方式

- LDM方式に関して、ULとLLを単一搬送波で多重伝送する場合、誤動作を起こすことはない想定される。
- 地上放送高度化方式は、全く新しい方式であり、新たな仕様を作成する必要がある。

(参考) 地上放送高度化方式、LDM方式の試験信号パラメータ

1) 地上放送高度化方式の試験パラメータ

地上放送高度化方式の試験信号パラメータ オフセット周波数+1/18MHz			
項目	A階層	B階層	C階層
セグメント数	4	31	0
キャリア変調方式	16QAM	256QAM	QPSK
コンスタレーション	NUC	NUC	均一
LDPC符号長(bit)	69120	69120	69120
LDPC符号化率	7/16	12/16	2/16
時間インターリーブ	I=2	I=1	I=0
データキャリアブースト比	0dB	0dB	0dB
パイロットパターン	Dx=6,Dy=2	Dx=6,Dy=4	Dx=6,Dy=4
パイロットパターン符号化	符号反転方式	符号反転方式	符号反転方式
全キャリアパイロットフラグ	なし	なし	なし

2) LDM方式の試験パラメータ

LDM方式の試験信号パラメータと所要C/N								
年度	番号：方式名	A階層 変調:セグメント数	B階層 変調:セグメント数	LL階層	IL (dB)	UC/NUC	LL階層 復調方式	LL階層/次世代放送 の所要C/N(dB)
令和4年度	1：LDM①-1	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	QPSK(4/16)	21	UC	SIC	19.2
	2：LDM①-2	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	QPSK(4/16)	21	UC	JD	19.2
	3：LDM②-1	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	21	UC	SIC	32.2
	4：LDM②-2	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	21	UC	JD	32.2
	5：次世代①-1	256QAM(11/16):13 ^{注1}	—	—	—	UC	—	19.9
	6：次世代①-2	256QAM(11/16):13 ^{注1}	—	—	—	NUC	—	19.1
	7：次世代②-1	4096QAM(9/16):13 ^{注1}	—	—	—	UC	—	25.3
	8：次世代②-2	4096QAM(9/16):13 ^{注1}	—	—	—	NUC	—	23.3
令和3年度	1：LDM-①	QPSK(2/3)：1	16QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	12	UC	SIC	23.4
	2：LDM-②	QPSK(2/3)：1	64QAM(1/2):12	16QAM(12/16)	16	UC	JD	27.8

注1：装置の設定の制約や実験スケジュール上、A階層13セグメントのみで試験をした。

(参考) LDM方式のトランスモジュレーション方式の調査

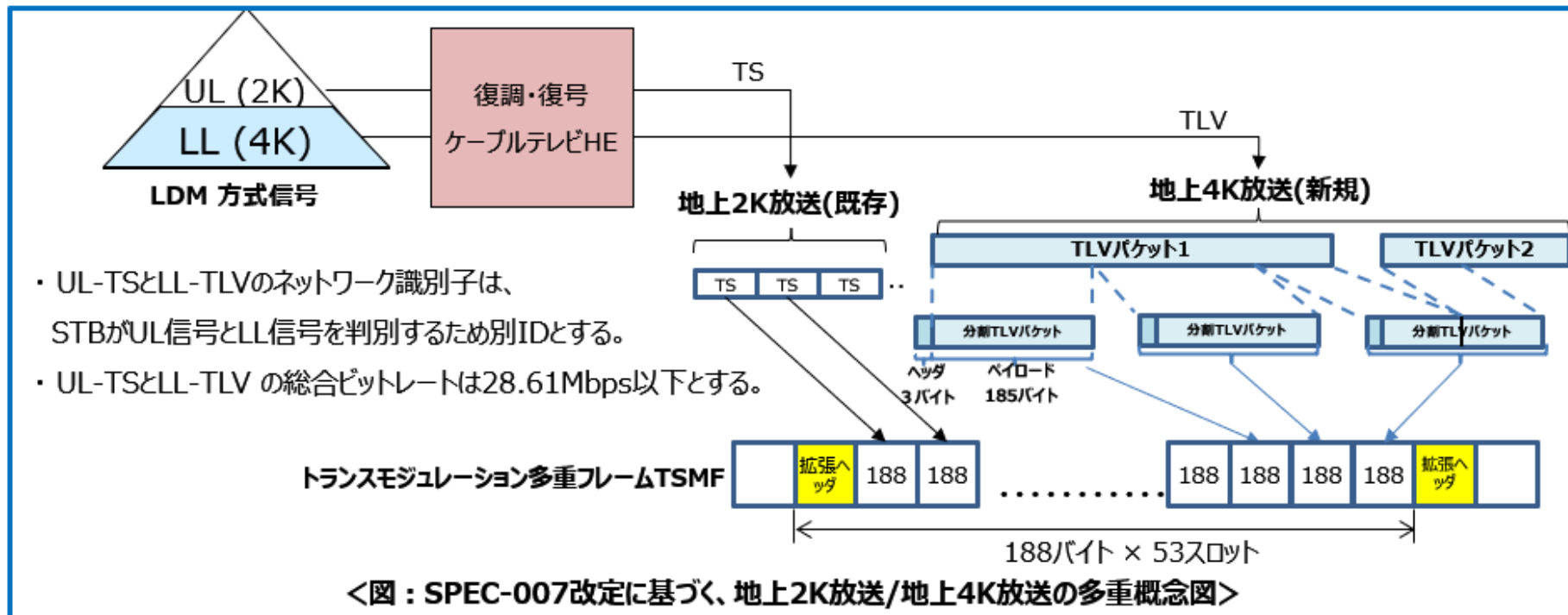
■ LDM方式のトランスモジュレーション (以下、LDM-TMとする。)

- LDM-TMは、LDM方式信号をHEで受信し復調されたISDB-TのTSと次世代方式のTLVをTSMFに多重するトランスモジュレーション方式を想定している(下図参照)。LDM-TM信号をJlabs SPEC-007対応の既存STBで受信した時の地上2K放送の受信への影響(誤動作の有無等)についてSTBベンダ(15社中、市場稼働中の6社)へのヒアリングを実施。

● 調査結果

- ✓ TLV非対応STBではスキャンで次世代方式のNIT等が読み取れないため、チャンネル登録されない。
- ✓ 想定しないネットワーク識別子を有するストリームは、チャンネル登録されない。

上記いずれかの理由により、次世代方式を誤って受信し、誤動作を起こすことはないとの回答を得た。



(参考) LDM方式からCATV信号への与干渉について (※昨年度報告資料を抜粋)

B 新しい放送サービスの実現

～新たな放送サービスの実現に必要な技術
基準等の調査検討に関する主な成果①～



3階層セグメント分割方式、階層分割多重方式、及び地上放送高度化方式について、CATV信号(64QAM、256QAM)の隣接被干渉、与干渉の調査および、CATV多チャンネル信号歪みの影響調査

3方式と
CATV再放送

■ 各方式信号とCATV信号間の与干渉調査

各方式信号からCATV信号への与干渉調査

(各方式のレベルを変化させ、CATV信号のBERがRS前で 1×10^{-4} と成るD/Uを測定する。)


方式	与干渉信号(60～80dB μ V可変)			被干渉信号(最低受信レベルに設定)			
	パラメータ			J.83C:64QAM (49dB μ V固定)		J.83C:256QAM (55dB μ V固定)	
3階層セグメント分割 方式 (SISO)	キャリア変調	UC/NU C	符号化率 [dB]	上側隣接 D/U[dB]	下側隣接 D/U[dB]	上側隣接 D/U[dB]	下側隣 D/U[dB]
		1024QAM	NUC	11/16	-25.0	-21.4	-19.1
階層分割多重(LDM) 方式	A階層:QPSK(2/3)、 B階層:16QAM(2/3)、IL:12、 LL:16QAM(12/16)、グレイ符号化 ON			-25.5	-21.9	-19.8	-16.3
地上放送高度化方式 (SISO)	A階層:16QAM 7/16 B階層:256QAM 12/16			-25.5	-18.3	-20.4	-14.2

23

参考資料 15 ハイブリッド配信の要件と想定されるユースケース

高度地上デジタルテレビジョン放送方式における多重化方式の要件のうち、3.3.1.1.6.2 ハイブリッド配信 の要件(丸数字は要件に対応)から想定されるユースケースを表 A2-1 に示す。

表 A2-1 ハイブリッド配信の要件とユースケース

ハイブリッド配信の要件	ユースケース
① 単一の伝送路及び複数の伝送路で伝送されるコンテンツを構成するコンポーネントをトランスポートレイヤで特定しそれらの提示のための同期を確保できること。	<p>A：放送と通信の同期提示 (マルチアングル/AR 等)</p> 
③ 放送・通信の両伝送路におけるストリーム型コンテンツの同期再生が 1 つ又は複数の表示デバイスに提示を可能とする多重化方式であること。	<p>B：通信補完による放送の高品質化 (4K の 8K 化等)</p> 
⑤ 放送・通信の伝送路間でのスケーラブルなサービス提供が可能であること。	<p>C：放送・通信間の遷移</p> 
⑥ 放送から通信のストリーミング再生に切り替え、また放送受信へ切り替えることができること。	<p>D：コンテンツ差し替え (個別の広告差し替え等)</p> 
⑦ 放送と通信の両方の利用に基づき、複数コンポーネントから条件に合ったコンポーネントを受信機が選択しシームレスに切り替えることができる多重化方式であること。	
⑧ ③・⑦について、視聴者による操作に加えて、必要に応じた放送事業者による制御も可能であること。	

注：要件②および④はハイブリッド配信における基本的な要件であるため、ユースケースの提示は省略する。

参考資料 16 多重化方式の要求条件等への適合性評価

1 多重化方式の要求条件

No.	要求条件	適合性	備考
1(1)	UHDTV 等の高ビットレートサービスの伝送に適した方式であること。	UHDTV サービスの伝送可能。	
1(2)	多様なサービスの柔軟な編成できる多重化方式であること。	映像・音声・データなど多様な情報を、多様な伝送路を用いて伝送可能。	
1(3)	通信系のサービスとの連携を考慮すること。	通信も伝送路として利用可能であり。通信系のサービスとの連携が可能。	
1(4)	CATV、IPTV 等の他のサービスとの相互運用性を考慮すること。	広く普及している IP 上の方式であり、IP ベースの他サービスとの相互運用に適する。	
1(5)	番組選択の容易性と受信形態に適應する操作性を有すること。	制御情報による番組選択の補助とアプリケーションによる UI の提供が可能。	
1(6)	伝送効率、同期再生の安定性など良好な伝送特性を有すること。	多重化に伴うオーバーヘッドが小さく、同期再生のための時間情報を伝送可能。	送受間の同期再生に関しては、システムモデルに依存する。
1(7)	全国放送／ローカル放送の切り替えが容易なことなど、局間ネットワークの運用性を考慮すること。	局間ネットワークの運用で重要な、全国放送とローカル放送で伝送されるストリームを切り替える運用が可能。	
1(8)	国際標準と整合した方式を用いること。	MMT および CMAF は ISO/IEC で標準化された方式。TLV は ITU-R 勧告に記載されている方式。	
1(9)	リアルタイムコンテンツ及びノンリアルタイムコンテンツ（ダウンロード型サービス）に対応できること。	映像・音声・データなどをリアルタイムに伝送可能。 ファイルの種類やその大きさを問わず、任意のファイルコンテンツの伝送が可能。	

2 多重化方式の要件

No.	要件	適合性	備考
2.1 一般			
2.1(1)	伝送路は、地上デジタルテレビジョン放送を前提する。	地上デジタルテレビジョン放送に適用可能な MMT・TLV 方式を採用。	
2.2 世界的な標準化動向との整合性			
2.2(1)	世界的な標準化動向と整合の取れた多重化方式であること。	MMT および CMAF は ISO/IEC で標準化された方式。TLV は ITU-R 勧告に記載されている方式。	
2.2(2)	放送・通信連携における世界的な標準化動向と整合のとれた方式であること。	MMT は放送・通信連携に対応した国際標準規格として策定。	
2.3 既存システムとの整合性			
2.3(1)	超高精細度テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送等の既存放送システム（送出・受信）との整合性が確保されていること。	IP および TLV は既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式に準拠。	
2.4 放送の機能			
2.4(1)	従来放送の基本機能(AV 同期、クロック同期、選局応答性、蓄積の容易性)をサポートすること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式でありサポート可能。	Web ブラウザによる提示を前提としたシステムモデルは今後の検討課題。
2.4(2)	単一の伝送路で伝送する場合、コンテンツを構成するコンポーネントや制御信号を一つのフローに多重できること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式であり多重可能。	
2.4(3)	EPG を実現するための確実かつ必要十分なメタ情報配信が可能であること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式であり配信可能。	
2.4(4)	迅速なサービス起動・切り替えが可能であること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式であり迅速なサービス起動・切り替えが可能。	Web ブラウザによる提示を前提としたシステムモデルは今後の検討課題

			題。
2.4(5)	緊急時や災害時に対応したサービス及び確実な告知ができること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式であり告知可能。	
2.4(6)	複数の事業者が同一のチャンネルを共用する仕組みを提供できること。	既存の高度広帯域衛星デジタル放送方式と同じ方式で提供可能。	

2.5 拡張性・将来性

2.5(1)	将来の拡張性を考慮した多重化方式であること。	MMT、IP、TLVの各レイヤで、拡張性が十分に確保される。	
2.5(2)	新たな放送サービスを開始するために追加される制御信号は、既存の受信機の動作に影響を及ぼさないこと。	制御信号には識別子等を付加しており、制御信号が追加されても既存の受信機の動作に影響を及ぼさない。	
2.5(3)	様々なフォーマットの映像・音声サービスを安定して実現できること。	様々なフォーマットの映像・音声を安定して伝送可能。	
2.5(4)	新たなCAS/DRMが必要となれば、それに対応可能であること。	新たなCAS/DRMに対応可能。	

2.6 放送と通信の連携

2.6.1 多様な伝送路への適用

2.6(1)	MTU(Maximum Transmission Unit) 伝送可能なパケットの最大サイズ)や伝送品質が異なる伝送路又は伝送する情報に応じた効率的な伝送が可能であること。	MMTPパケット、IPパケット、TLVパケットのいずれも可変長であり、伝送路や伝送する情報に応じてパケットサイズを選択することが可能で、大きなパケットの利用など、高レート伝送において高効率伝送の可能性がある。	
--------	--	--	--

2.6.2 ハイブリッド配信

2.6(2)	単一の伝送路及び複数の伝送路で伝送されるコンテンツを構成するコンポーネントをトランスポートレイヤで特定し、それらの提示のための同期を確保できること。	トランスポートのレイヤでコンポーネントの種類やロケーションを特定し、提示のための同期を確保することが可能。	
--------	--	---	--

2.6(3)	放送・通信の両伝送路のコンポーネントを組み合わせたプログラム構成が可能であること。	放送・通信で伝送するコンポーネントを組み合わせたプログラム構成が可能。	
2.6(4)	放送・通信の両伝送路におけるストリーム型コンテンツの同期再生が1つ又は複数の表示デバイスに提示を可能とする多重化方式であること。	放送・通信におけるストリーム型コンテンツの同期再生が1つ又は複数の表示デバイスに提示可能である。	
2.6(5)	ライブストリーミング時には、end-to-end 遅延が一定範囲に収まること。	通信の伝送方式等の考慮により、end-to-end 遅延を一定値に収めることが可能。	
2.6(6)	放送・通信の伝送路間でのスケラブルなサービス提供が可能であること。	放送・通信で伝送するコンポーネントを組み合わせることで、スケラブル配信が可能。	
2.6(7)	放送から通信のストリーミング再生に切り替え、また放送受信へ切り替えることができること。	放送・通信で伝送するコンポーネントのロケーション情報を用いて、放送から通信、または、通信から放送への受信切り替えが可能である。	
2.6(8)	放送と通信の両方の利用に基づき、複数コンポーネントから条件に合ったコンポーネントを受信機が選択しシームレスに切り替えることができる多重化方式であること。	放送と通信で伝送するストリームのうち条件に合ったものを選択し、時々刻々切り替える運用が可能。	
2.6(9)	2.6(4)・2.6(8)について、視聴者による操作に加えて、必要に応じた放送事業者による制御も可能であること	必要に応じて制御情報等を規定することで制御可能。	

2.6.3 アプリケーションサービス

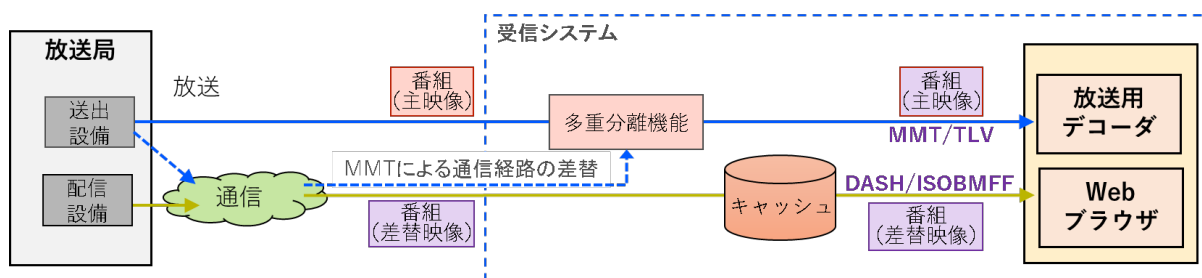
2.6(10)	放送番組に連動するアプリケーションサービスが実現できること。	アプリケーションを伝送可能であり、放送番組に連動するアプリケーションサービスが実現可能。	
---------	--------------------------------	--	--

2.7 通信サービス

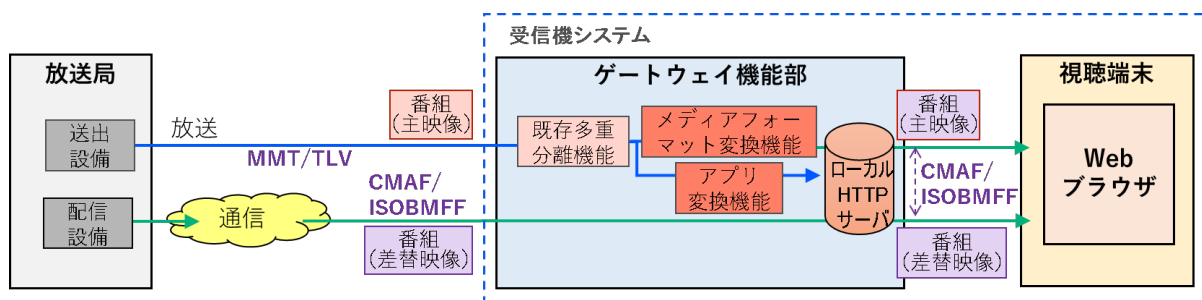
2.7(1)	通信サービス(ストリーミング)に関しては、放送・通信連携サービスに特化した仕様ではなく、既存の通信サービスでのサーバ等のインフラ及び受信端末の機能が利用できること。	既存のハードウェアインフラを利用可能であるが、送出サーバのソフトウェアを改修が必要。	
--------	--	--	--

参考資料 17 Web ブラウザによる提示を想定するシステムモデル

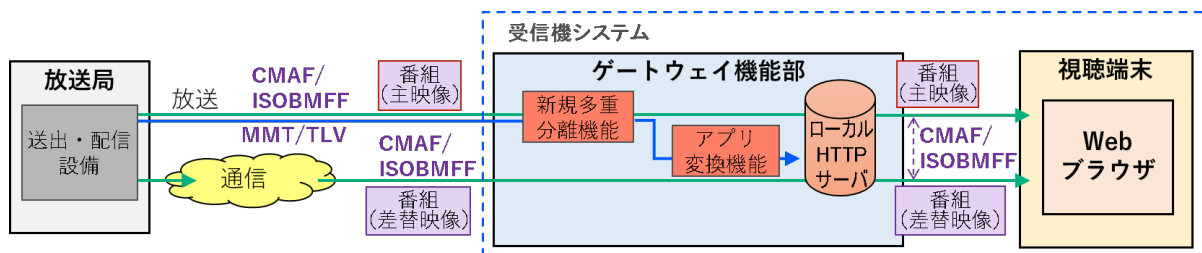
Web ブラウザによる提示を想定する 3 種類のシステムモデルを図 A3-1 に示す。CMAF を用いない場合(図 A3-1(a))、受信機システムで CMAF 形式に変換しブラウザで提示する場合(図 A3-1(b))、放送事業者から CMAF 形式で信号を送出し受信機システムのブラウザに直接入力する場合(図 A3-1(c))の 3 種類のシステムモデルが考えられる。



(a) CMAF を用いない場合



(b) 受信機システムが CMAF に変換する場合

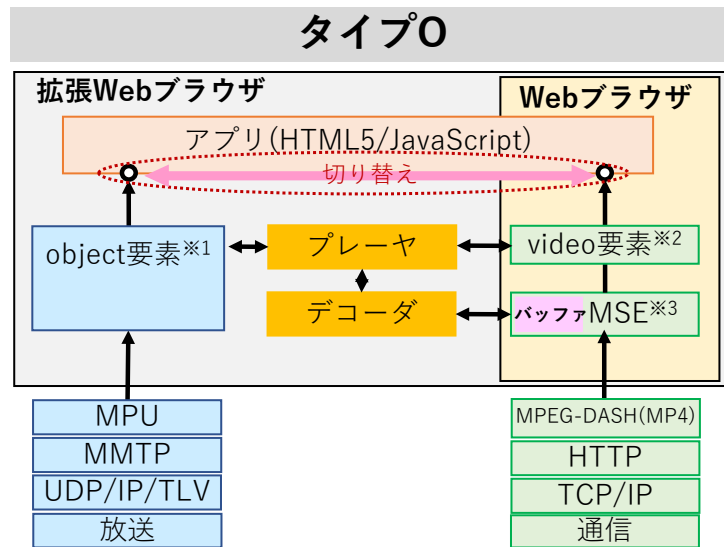


(c) 送出システムが CMAF を用いる場合

図 A3-1 想定するシステムモデル

Web ブラウザの利用方法として 2 種類が考えられる。一つは、object 要素を用いて受信機に組み込まれたプレーヤを利用する方式であり、ハイブリッドキャストに採用されている方法である(以下、タイプ 0 と呼ぶ)。他方は、W3C 規格に準拠した video 要素や MSE を利用する方法であり、多くの PC やスマホの Web ブラウザに実装されている(以下、タイプ M と呼ぶ)。なお、市販されている多くのハイブリッドキャスト対応受信機は video 要素と MSE をサポートしているため、構成

上はタイプ0とタイプMの両方の形態をとることができる。タイプ0とタイプM+ゲートウェイの比較を図A3-2に示す。



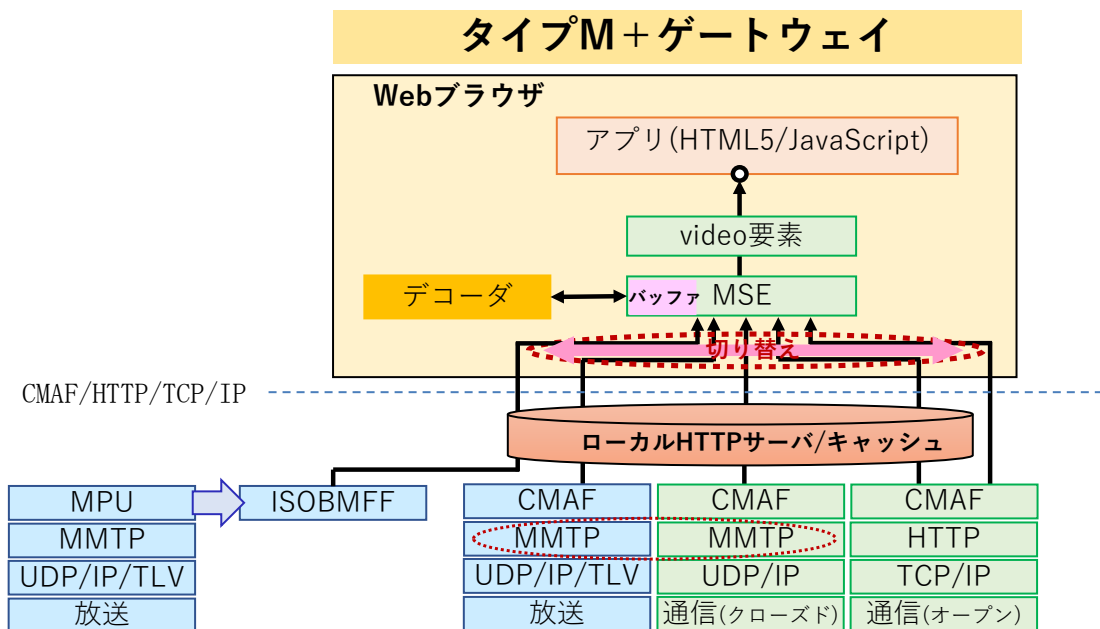
放送独自の拡張（プラグイン）を使用

※1 Web非標準のプラグインを組み込むための要素

※2 Web標準の動画再生のための要素

※3 MSE…Media Source Extensions、動画再生制御のためのvideo要素の機能

(a) タイプ0



(b) タイプM+ゲートウェイ

図A3-2 タイプ0とタイプM+ゲートウェイの構成の比較

参考資料 18 マルチレイヤプロファイルのユースケース

1 本資料の位置付け

高度地上デジタルテレビジョン放送方式(以下、高度地上放送方式)における VVC 規格(ITU-T H.266 | ISO/IEC 23090-3)を採用した映像符号化方式の検討において、高度地上放送方式の要求条件を満たす機能を実現する方法として VVC 規格のマルチレイヤプロファイルが候補に挙がっている。

本資料は、想定される各ユースケースへのマルチレイヤプロファイルの適用可能性に関する 2023 年 1 月時点での検討結果をまとめたものである。

2 VVC 規格のマルチレイヤプロファイル

VVC 規格の初版(2020 年 8 月発行)には、以下の 6 つのプロファイルが含まれている。

- Main 10
- Main 10 Still Picture
- Main 10 4:4:4
- Main 10 4:4:4 Still Picture
- Multilayer Main 10
- Multilayer Main 10 4:4:4

基本となるプロファイルはシングルレイヤの Main 10 プロファイルであり、高度地上放送方式用のプロファイルとして検討している。マルチレイヤ(階層符号化)機能をもつプロファイルは、Multilayer Main 10 プロファイルと Multilayer Main 10 4:4:4 プロファイルである。“10”は画素ビット数が 10 ビットであることを意味する。“4:x:x”は色差信号のサンプリング形式を意味する。Multilayer Main 10 プロファイルのサンプリング形式は従来の放送規格で使用されている 4:2:0 であり、プロファイル名称では省略されている。

階層符号化は、同じコンテンツの複数のバリエーションをまとめて符号化する。このバリエーションは大別して、信号的なバリエーション(例:UHDTV 映像と HDTV 映像)と、サービスのバリエーション(例:ステレオ映像の左映像と右映像)の二種類があり、VVC 規格では基準コンテンツの符号化映像を基本レイヤ(Base Layer:BL)、各バリエーションの符号化映像をサブレイヤ(本文書内では Enhancement Layer:EL 表記を使用する)と呼ぶ。バリエーション間の相関性を利用した符号化を行うことで、各バリエーションを個別に符号化する場合に比べ、トータルのビットレートを削減できるというメリットがある。一方で、従来の Main10 のストリームであれば 1 本の符号化映像のみの復号処理を行えばよいが、Multilayer Main 10 のストリームにおける EL の復号には BL の復号映像を必要とし、また BL と EL との同期復号を必要とするため、受信機のリソースが新たに必要になる。

VVC 規格のマルチレイヤプロファイルの特徴は、HEVC 規格等の従来規格と比べて、基本プロファイル(VVC では Main 10 プロファイル)からツールを追加することなく拡張して実現できることにある。従来規格

では、階層符号化におけるサブレイヤ間の参照予測方式がシングルレイヤでの参照予測方式と異なるため、実装複雑度が増加し、マルチレイヤプロファイルに準拠した製品は限定的であった。VVC 規格では、サブレイヤ間の参照予測方式がシングルレイヤの参照予測方式と同等であるため、従来規格よりも実装複雑度が低減しており、今後マルチレイヤプロファイルに準拠した多くの製品が開発され、テレビ受信機への導入の障壁が低くなることが期待される。一方で Multilayer Main 10 プロファイルデコーダの市場登場時期が Main 10 プロファイルデコーダよりも後になることが予想されており、市場規模が小さいとマルチレイヤプロファイル対応受信機のコストが高くなる可能性がある。

3 マルチレイヤプロファイルのユースケース

3.1 ユースケース一覧

現時点で、以下のユースケースを検討している。

表 3.1-1 検討したユースケース

ID	ユースケース	説明
1	周波数資源利用の最適化	移動受信機向けの映像符号化と、固定受信機向けの映像符号化をマルチレイヤ化することで、固定受信機向けの受信映像を高画質化する。
2	プリエンコード映像へのライブコンテンツの重畳	プリエンコード映像の送の実現と、プリエンコード映像の送出中にニュース速報等を重畳する際の負荷を軽減する。
3	インターネットと連携したプレミアムコンテンツ配信	放送伝送路で提供するコンテンツよりも高精細・高画質なコンテンツを、インターネットを併用して配信する。
4	視聴者のニーズに応じたサブコンテンツ配信	手話映像やサブカメラ映像等、視聴者の需要に応じたサブコンテンツの選択表示を可能にする。

3.2 ユースケース 1: 周波数資源利用の最適化

3.2.1 課題

同一番組を、移動受信機向け(低解像度映像)と、固定受信機向け(高解像度映像)とで放送する場合、全体のビットレートに限られるため、固定受信機向けのビットレートは、移動受信機向けビットレートの分だけ減少する。この結果、固定受信機向けの映像品質が低下する。

3.2.2 マルチレイヤプロファイルによる実装

移動受信機向け低解像度映像および固定受信機向け高解像度映像の符号化に、階層符号化を適用する。固定受信機は、移動受信機向けと固定受信機向けの双方を受信することで高解像度映像を復号表示する。

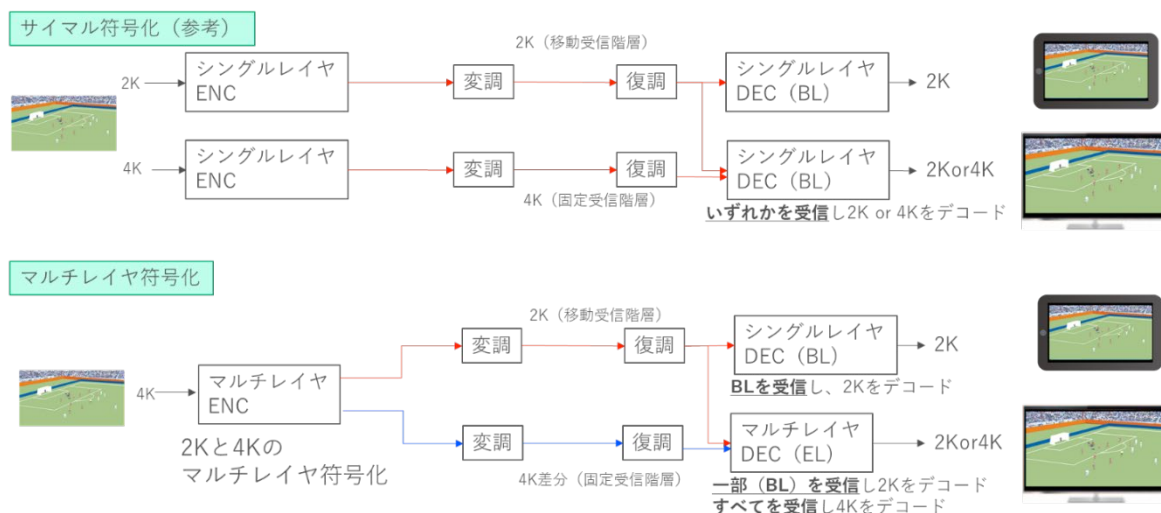


図 3.2.2-1 マルチレイヤプロファイルを用いた
移動受信機向け低解像度映像および高解像度映像の符号化

3.2.3 特徴

固定受信機向け高解像度映像の品質が向上する。一方、EL の復号処理量は BL の復号を伴うため、低解像度映像が 2K、高解像度映像が 4K の場合には 1.25 倍になる。符号化品質の向上については JVET-AB0045 (https://jvet-experts.org/doc_end_user/documents/28_Mainz/wg11/JVET-AB0045-v2.zip)において 2K/4K のマルチレイヤにおいて 4K Main 10 profile に対して平均 1.7% のビット量の改善が報告されている。これらの性能は符号化条件によって異なるがおおむねサイマル符号化に比べ同等以上の性能を示す。

3.2.4 代替方法

3.2.4.1 サイマル符号化を用いた実装

低解像度映像と高解像度映像を個別に符号化し、それぞれを移動受信機向けと固定受信機向けに放送する。低コストのシングルレイヤ Main 10 プロファイルデコーダが市場に先行して登場する可能性が高く、移動受信機及び固定受信機の双方が早期に実現できる。一方、個別に符号化するためストリームの総ビットレートは多くなる。

3.3 ユースケース 2: プリエンコード映像へのライブコンテンツの重畳

3.3.1 課題

従来の放送では、事件、事故、災害等の生命・財産にかかわる重大な情報を即座に伝えるために、全ての番組コンテンツの送出において、緊急性や重要度の高い情報(以下、ライブコンテンツ)を重畳した映像入力をリアルタイムに符号化・送出するシステムが採用されている。一方、OTT では、事前に送出用符号化ストリームを作成し、送出する非リアルタイム符号化・送出システム (VoD サービス) が一般的であり、符号化制御の最適化が高く、相対的に低ビットレートでの伝送を可能としている。放送においても、事前に非リアルタイムで送出用符号化ストリームを作成し、送出する仕組みを導入することによって高画質化または低ビットレート化が期待されるが、非リアルタイム符号化・送出におけるライブコンテンツの重畳方法が課題となる。

3.3.2 マルチレイヤプロファイルによる実装

メインコンテンツの符号化映像(プリエンコード信号)を BL として再利用し、ライブコンテンツを EL としてリアルタイム符号化を行う。受信機は、BL のみを受信することでメインコンテンツを受信でき、EL を同時に受信することでライブコンテンツが重畳された映像を受信可能となる。緊急性や重要度の高いライブコンテンツの送出時には、システムレイヤにおいて EL の受信を制御するフラグを併せて送出することによって、自動的に EL の受信が可能となる。

ライブコンテンツ(テロップ等)はプリエンコードされたメインコンテンツと同じ解像度で符号化される。この際、テロップ等で覆い隠されない画面領域は、スキップ符号化(メインコンテンツの復号画素をそのまま表示)されるため、ライブコンテンツの符号化・復号負荷は、スキップ符号化領域では僅かとなる。

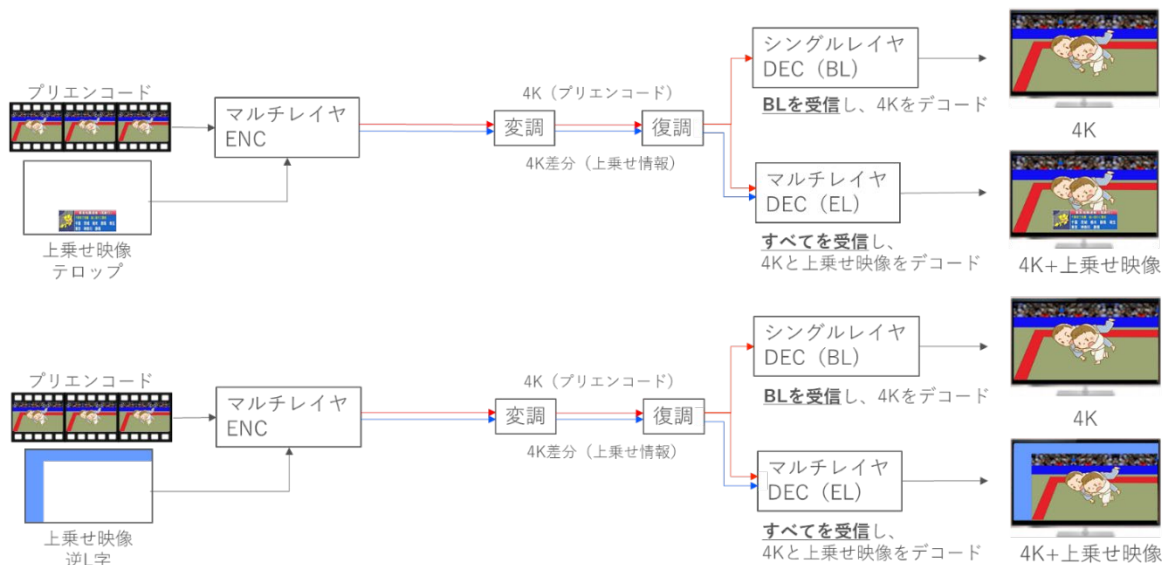


図 3.3.2-1 マルチレイヤプロファイルを用いたプリエンコード映像へのライブコンテンツ重畳

3.3.3 特徴

プリエンコード映像の送出においても、上乗せ映像の重畳や日本で多く用いられている逆 L 字等のスタイルのテロップ送出を実現でき、非リアルタイム符号化・送出が可能となる。EL の復号には BL の復号を伴うため、プリエンコードを行わない従来方式に対し、復号対象画素数が 2 倍となるが、符号化制御の最適化度が高いプリエンコードを導入することで符号化品質の向上が期待される。また、VoD サービスと放送送出信号とを共用することが可能となる。

3.3.4 代替方法

3.3.4.1 受信側での画面合成による実装

プリエンコードしたメインコンテンツとは別のコンテンツとしてライブコンテンツをリアルタイム符号化し、各コンテンツの配置情報、提示時間情報などのメタ情報を付加して送出する。受信機は、それぞれのコンテンツとメタ情報を復号し、画面合成する。

市場に先行して出る低コストの Main 10 プロファイルデコーダで構成可能である。また、Web ブラウザによる表示を採用することによって、データ放送やサービスの高機能化に伴う画面レイアウトの複雑化にも容易に対応できることが期待される。一方で、メインコンテンツと上乗せ映像コンテンツの復号が必要になるため、

従来方式に比べ上乘せ映像コンテンツの画素数だけ、復号対象画素数が増加する。また、画面合成制御に高性能な映像処理が必要となる可能性がある。

3.3.4.2 送信側での画面合成による実装

従来の放送システムと同様に、すべてのコンテンツを、リアルタイムエンコーダを用いて送出する。

プリエンコード送出による画質向上または低ビットレート化の効果は得られない。

3.3.4.3 サブピクチャ符号化による実装

VVC 規格のサブピクチャ符号化は、画面を複数のタイルに分割し、各タイルを独立に符号化することで、ビットストリームレベルで画面の部分差し替えを実現する。受信機は、メインコンテンツのビットストリームの一部が置き換えられたビットストリームを復号する。符号化時のタイル配置のとおりに表示されるため、画面合成処理は不要である。

メインコンテンツ符号化時に、様々な領域にライブコンテンツが重畳されることを想定して、複数の上乘せ位置に対応するサブピクチャを構成しておく必要がある。また、タイル分割の制約があり、複雑なレイアウトへの対応が難しい。さらに、受像機の動作検証が複雑になる。レイアウトの柔軟性を高めるには、タイル分割の粒度を細かくする必要があるが、これによりメインコンテンツの符号化効率が低下する。また、サブピクチャ単位での入れ替えに限定されるため、図示した L 字などの縮小を伴う画像処理に対応できない。

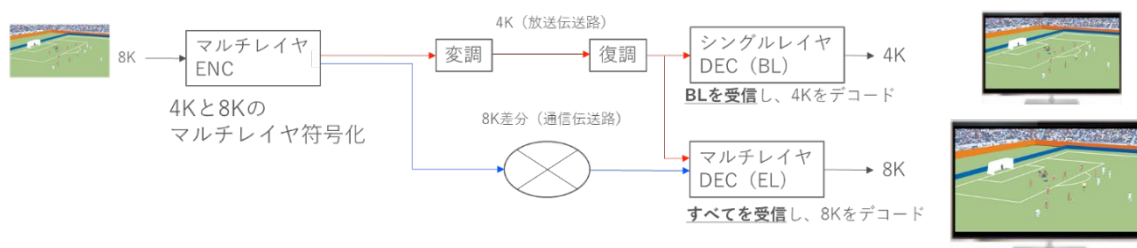
3.4 ユースケース 3: インターネットと連携したプレミアムコンテンツ配信

3.4.1 課題

放送と通信の連携によって、従来の放送サービスでは実現できなかった高付加価値(高画質、高解像度など)を提供するプレミアムサービスの提供を可能とする。

3.4.2 マルチレイヤプロファイルによる実装

放送波に加え、通信を用いて付加情報を提供することにより高品質映像サービスを実現する。基本となる映像サービスを放送波によって送信しつつ、高品質映像はインターネット等の通信手段で配信する。放送と通信の両方に対応した受信機は、高品質映像を受信して復号・表示できる。



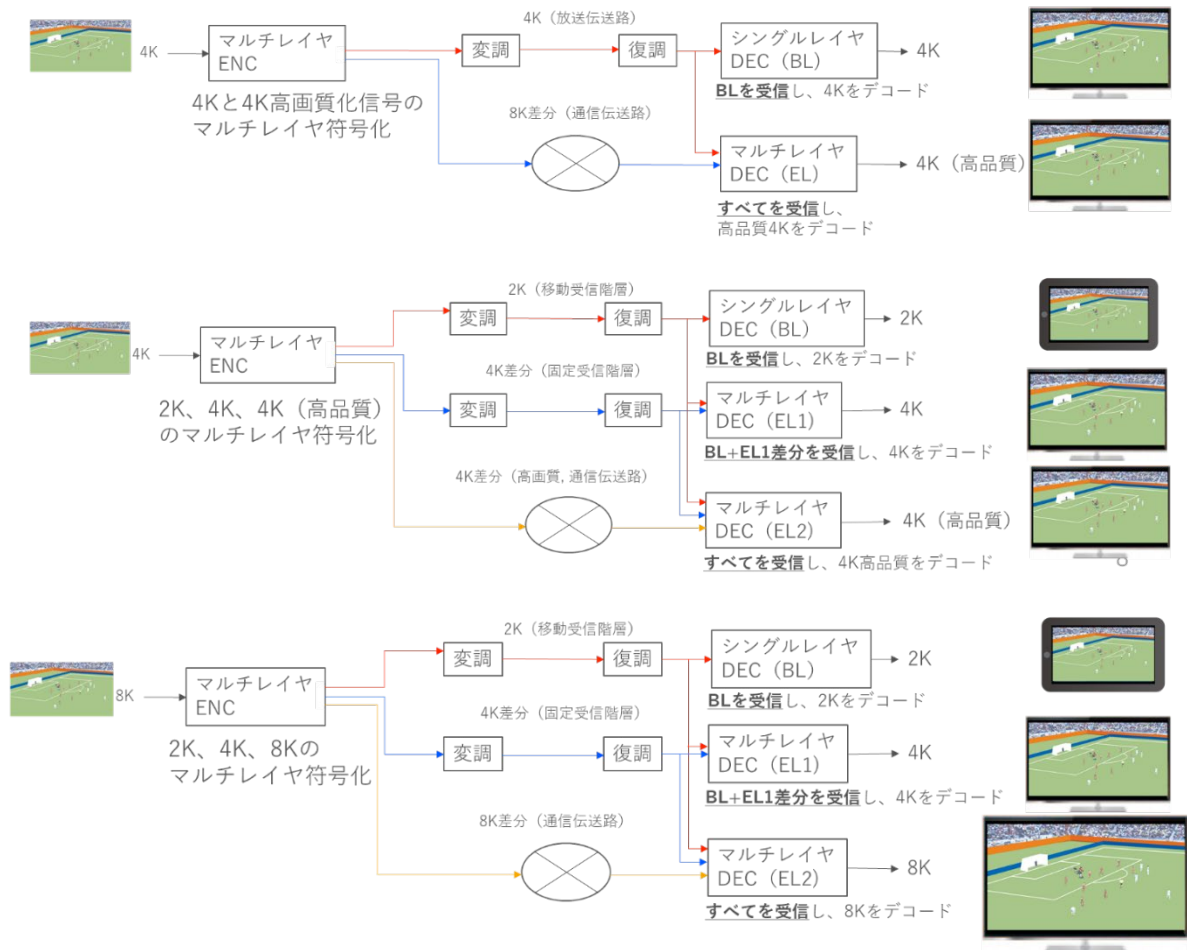


図 3.4.2-1 マルチレイヤプロフィールを用いたプレミアムコンテンツの符号化

3.4.3 特徴

異経路によるコンテンツの伝送では、経路ごとの伝送品質の違いから受信機において信号同期処理を必要とするが、高品質化映像を EL として通信経路で配信することにより、サイマル符号化して配信する場合に比べてビットレートを低減することができる。EL の復号には BL の復号を必要とするため、サイマル符号化ストリームの復号処理に比べ復号対象画素数が 1.25 倍 (4K (2K/4K) 受信の場合) ~ 1.31 倍 (8K (2K/4K/8K) 受信の場合) 増加する。

伝送容量の問題で配信が困難な映像信号 (8K 映像や 4K 映像の高品質化成分など) の追加配信サービスが提供可能となる拡張性を確保できる。また、放送通信連携技術やチャンネルボンディングなどの導入により伝送帯域が拡大された際に先行して開始したサービスに影響を与えずにサービスを拡張可能となる。

3.4.4 代替方法

3.4.4.1 伝送方式の変更による実現

チャンネルボンディングや、新方式への移行後に空いた周波数の利用等によって放送伝送路のビットレートを高めて、高品質映像サービスを放送波のみで行う。

追加の周波数帯域を必要とするため、放送開始後の実現可能性は低い。旧サービスを終了し、新サービスに移行する場合、サービスの移行期には、既に普及したサービスと新サービスの両立が一定期間必要となる。また、例えば 8K などの映像フォーマットのサービスを追加する場合は新たなフォーマットのためだけの周波数を新たに必要とし、周波数の利用効率が低下する。

3.4.4.2 伝送経路の追加による実現

放送波と独立な通信路を用いて高品質映像サービスを提供する。放送波と独立となるため通信路に要求する伝送レートがマルチレイヤに比べ高くなる。

3.5 ユースケース 4: 視聴者のニーズに応じたサブコンテンツ配信

3.5.1 課題

従来の放送サービスは、不特定多数の視聴者が同じ映像を見ることを前提としたものであり、視聴者毎のニーズに応じて異なる映像を提供することはできなかった。近年、手話サービスなど、放送サービスへのアクセス性向上の意識が高まっている。また、スポーツ番組等ではメイン映像に加え、視聴者それぞれが見たい視点からの映像(マルチビュー)のニーズがある。このように、メインコンテンツのほかに視聴者のニーズに応じたサブコンテンツを配信できることが求められる。

3.5.2 マルチレイヤプロファイルによる実装

メインコンテンツを基本サービスとして提供し、視聴者ニーズに応えるサブコンテンツを付加サービスとして提供する。サブコンテンツを EL として符号化することにより、視聴者が受信レイヤを選択して視聴したいコンテンツを選択表示することが可能となる。

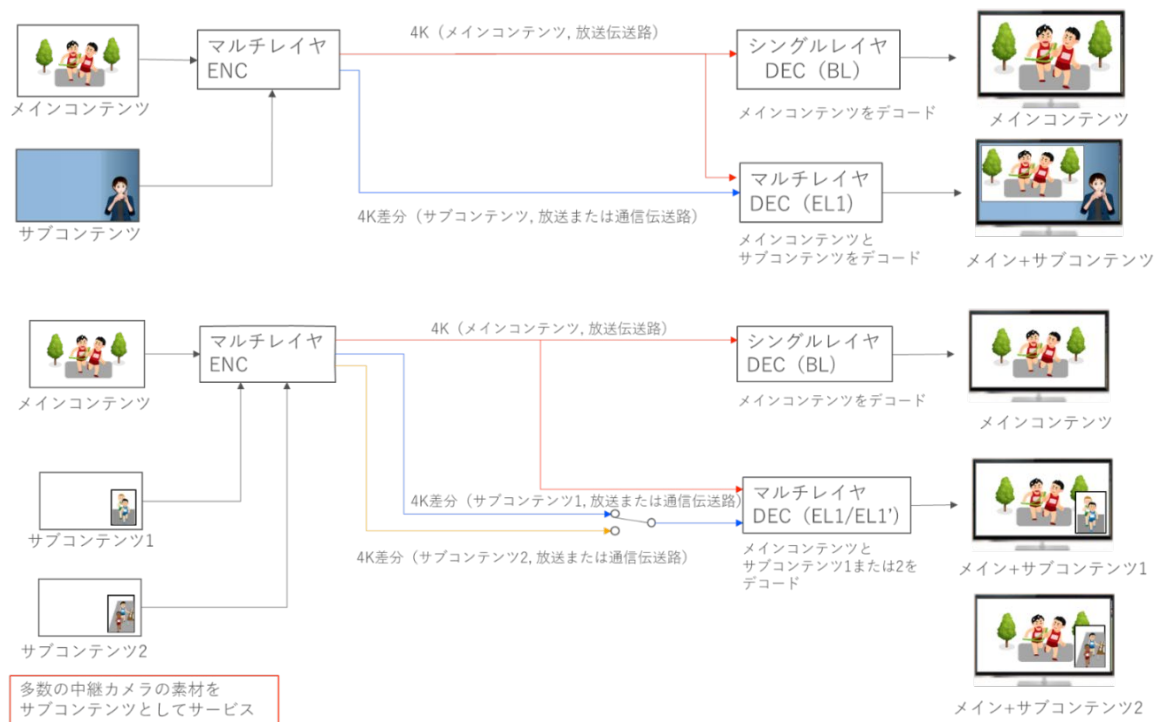


図 3.5.2-1 マルチレイヤプロファイルを用いたサブコンテンツの符号化

3.5.3 特徴

サブコンテンツのレイアウトを制作時に管理することができ、かつレイアウトに技術上の制約が生じない。受信機では、画面合成処理を不要とし、機種の違いによる見栄えの違いなども生じない。また、視聴者側でサブコンテンツのレイアウトを自由に変えることができないため制作側の想定するコンテンツ提示が可能。サブコンテンツを、通信など異経路を用いて伝送する場合は、伝送品質の違いから受信機において信号同期処理を新たに必要とする。また、ELの復号にはBLの復号を常に必要とするため、送出時に1本の映像として伝送する従来方式に比べ復号対象画素数が2倍となる。

サブコンテンツを受信する機能のない受信機が普及した後も普及機器に影響を与えることなくサービスの拡張が実現できる。

3.5.4 代替方法

3.5.4.1 サブピクチャ符号化による実装

ユースケース2と同様に、サブピクチャ符号化を適用する(3.3.4.3 参照)。サブコンテンツは、メインコンテンツとは独立したビットストリームとして配信される。受信機は、メインコンテンツのビットストリームの一部を、視聴者が選択したサブコンテンツのビットストリームに置き換えて復号する。

ユースケース2(3.3.4.3)と同様のレイアウト上のデメリットがあり、制作においてマルチビュー映像の配置が制約される。また、サブピクチャ単位での入れ替えに限定されるため、図3.5.2-1に例示した手話のような縮小映像を伴う表現を実現することは困難である。

3.5.4.2 受信機での画面合成による実装

メインコンテンツストリーム、サブストリーム、レイアウト制御を示す補助情報を含んだマルチストリームを伝送し、受信機では各ストリームをデコードし、レイアウト情報をもとに画面合成を行う。演出上の技術的制約無しに放送サービスが実現可能である。実装複雑度は上がるが、視聴者が任意にサブコンテンツのレイアウトを設定することもできる。メインコンテンツとサブコンテンツの復号が必要になるため、複数のデコーダを必要とし、従来方式に比べサブコンテンツの画素数分、復号対象画素数は増加する。

複数のデコーダと画面合成処理が必要となるが、市場に先行して出る低コストの Main 10 プロファイルデコーダで構成可能である。また、Web ブラウザによる表示の導入によって、データ放送やサービスの高機能化に伴う画面レイアウトの複雑化にも容易に対応できることが期待される。ただし、画面合成制御に高性能な映像処理が必要となる可能性がある。

3.5.4.3 送信側での画面合成による実現

従来の放送システムと同様に、すべてのコンテンツを、1本の映像として送出する。

視聴者側で見たい映像を自由に選択するというニーズには対応できない。

4 マルチレイヤプロファイルの導入時期と実現できるサービス

マルチレイヤプロファイルを導入することによって新たな放送サービスを実現できる可能性がある一方、マルチレイヤプロファイル対応のデコーダの開発時期を明らかにしているチップベンダは本報告書執筆時点ではない。

本資料で挙げたユースケース(サービス)は、サービスの受信必須性(全ての受信機で受信・視聴可能とする)がそれぞれ異なるため、マルチレイヤプロファイル対応受信機の市場導入時期(高度地上放送方式サービス開始時か、開始後か)によって実現可能性が変わる。表 4-1 に実現可能性をまとめる。

表 4-1 各ユースケースの実現可能性

マルチレイヤプロファイル対応 受信機の市場導入時期	ユースケースの実現可能性			
	1	2	3	4
高度地上放送方式サービス開始時	✓	✓	✓	✓
高度地上放送方式サービス開始後	—	—	✓	✓

ユースケース 1(周波数資源利用の最適化)は、受信機の大半を占める固定受信機がマルチレイヤプロファイルに対応する必要がある。ユースケース 2(プリエンコード映像へのライブコンテンツの重畳)は、全ての受信機がマルチレイヤプロファイルに対応する必要がある。したがって、マルチレイヤプロファイル対応受信機が高度地上放送方式サービス開始後に市場導入される場合には、それまでに発売された非対応受信機の置き換えが必要となる。一方、ユースケース 3(インターネットと連携したプレミアムコンテンツ配信)とユースケース 4(視聴者のニーズに応じたサブコンテンツ配信)は、メインコンテンツへの付加的なサービスであり、必ずしもすべての受信機がマルチレイヤプロファイルに対応している必要はない。

まえがき

総務省からの諮問第 2044 号「放送システムに関する技術的条件」(2019 年 6 月 18 日)を受け、情報通信審議会放送システム委員会に地上デジタル放送方式高度化作業班が設置され、技術的条件の検討が始まった。本活動の一環として、2020 年 6 月 22 日に、ARIB に対して映像符号化及び音声符号化方式の高度化に必要な技術的検討の依頼があった。

本依頼を受け、映像符号化方式作業班は、映像符号化方式の検討を開始している。2021 年 1 月には、VVC 規格を用いた際の所要ビットレートを求めるための主観評価実験の計画案を作成し、地上デジタル放送方式高度化作業班にて報告した。

本報告書は、上記計画案に従い実施した VVC 規格の主観評価実験の結果報告である。2021 年 10 月の中間報告では、所要ビットレートを報告した。本最終報告書では、特定のビットレートでの画質に関する考察を追加した。

1. 目的

VVC 規格を適用した地上波デジタル放送の運用ガイドラインや技術基準の策定に寄与することを目的とし、UHDTV 及び HDTV の VVC 符号化映像の主観評価実験を実施して、所要ビットレートを明らかにする。所要ビットレートとは、放送されるほぼ全ての映像で一定水準以上の画質を確保可能なビットレートである。

2. 実験計画

2.1. 実験会場、日時

日本放送協会放送技術研究所(世田谷区砧)

2021年5月17日～28日

2.2. 評価映像

表 2-1 に示す、映像情報メディア学会の標準動画像を評価映像として用いた。

幅広い符号化難易度分布を持ち、かつ多様な絵柄を含む評価映像群を選定するため、絵柄の重複がなく様々な絵柄が含まれること、超高精細映像の評価映像として適切であること、符号化難易度の分布が従来の評価映像と類似することを条件とした。

表 2-1 評価映像

映像形式	準拠規格	シーン
1080/60/P, SDR	Rec. ITU-R BT.709	ハイビジョン・システム評価用標準動画像第二版 B シリーズの 8 映像(図 2-1)
2160/60/P, SDR	Rec. ITU-R BT.2020	超高精細・広色域標準動画像 A シリーズ、及び B シリーズの 8 映像(図 2-2)
2160/60/P, HDR	Rec. ITU-R BT.2100	超高精細・広色域 HDR 版標準動画像 C シリーズの 8 映像(図 2-3)
2160/60/P, SDR	Rec. ITU-R BT.2020	2160/60/P, HDR 評価映像を SDR 変換したもの 主観評価実験には用いていない

評価映像は、表 2-2 に示す映像形式にて実験で使用した。

表 2-2 映像形式

項目	値
映像信号形式	Y'CbCr 4:2:2
画素ビット数	10-bit
シーン長	10 秒 900 フレーム(15 秒)の内、第 180 フレームから第 779 フレームまでを使用






			
<u>S201</u> Ginkgo trees	S202 Truck train	<u>S204</u> Red leaves (pan up)	<u>S209</u> Fountain (dolly)
			
S210 Studio concert	S214 Basketball	S218 Horse racing (dirt)	<u>S265</u> Fountain (chromakey)

図 2-1 1080/60/P, SDR の評価映像









			
A03 Trains C	<u>A05</u> Steel plant	A06 Festival	B06 Paddock
			
<u>B07</u> Marathon (start)	<u>B09</u> Marathon (panning)	<u>B11</u> Water polo (scrolling)	B13 Drama (coffee)

図 2-2 2160/60/P, SDR の評価映像




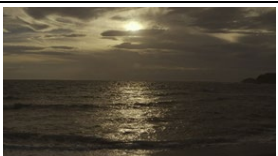



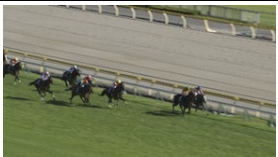
			
C01 Fireworks (willow)	C05 Fireworks (barrage)	C06 Drama (standing up)	C08 Drama (sunset)
			
C11 Swim race (backstroke)	C12 Volleyball (fixed)	C15 Paddock (fixed)	C17 Horse race (homestretch)

図 2-3 2160/60/P, HDR の評価映像

2.3. 符号化条件

表 2-3 に示すエンコーダ A 及びエンコーダ B を用いて VVC 符号化を行った。エンコーダ A は、2025 年頃にハードウェアで実現可能なリアルタイムエンコーダの画質を実現するソフトウェアエンコーダである。エンコーダ B は、実装方法の違いによる符号化性能差の検証のために補助的に用いるものであり、一部のビットレートのみで使用した。実験では、エンコーダ A の符号化映像とエンコーダ B の符号化映像とを混ぜて評定者に提示した。この際、エンコーダ B の符号化映像は、符号化難易度が比較的高いもの(図 2-1 (1080/60/P, SDR) 及び図 2-2 (2160/60/P, SDR) それぞれの中の、下線付きの 4 評価映像)のみを使用した。

また、1080/60/P, SDR の評価映像 S265 (Fountain (chromakey)) に対してエンコーダ A の符号化制御のチューニングを行った映像が提供された。このチューニング効果を確認するビューイングを、本実験とは別に実施した。

表 2-3 VVC エンコーダ

エンコーダ	説明	符号化ビットレート
A	VVC エンコーダエミュータ 総務省の技術試験事務にて開発した、2025 年頃にハードウェアで実現可能なリアルタイムエンコーダの画質を実現するソフトウェアシミュレータ	表 2-4 に記載した全ビットレートで符号化
B	Fraunhofer HHI 研究所 VVC ソフトウェアエンコーダ VVenC (Version 0.2.1.0) VVC 標準化作業で開発された、最高性能を達成する参照ソフトウェア VTM (VVC Test Model) の最適化版リアルタイム動作よりも高性能化を主眼としており、将来の放送サービスにそのまま適用することは難しい	1080/60/P, SDR は 3Mbps 及び 7Mbps にて符号化 2160/60/P, SDR は 10Mbps 及び 20Mbps にて符号化

表 2-4 に示す条件にて VVC 符号化を行った。

ビットレートは、高度広帯域衛星デジタル放送の映像符号化方式検討時¹の値 (HEVC を用い、1080/60/P, 2160/60/P でそれぞれ 10 Mbps – 15 Mbps, 30 Mbps – 40 Mbps で符号化) を参考に決めた。高ビットレートレンジでは VVC 方式の適用により 30% のビットレート削減が確実に見通せることから、高ビットレート側の値をそれぞれ 10 Mbps ($\approx 15 \times 0.7$), 30 Mbps ($\approx 40 \times 0.7$) とした。低ビットレートレンジの値は、これらの値の 70%, 50%, 30% とした。

表 2-4 符号化条件

項目	値	
プロファイル	Main 10 (10-bit, 4:2:0)	
ビットレート	1080/60/P 2160/60/P	3 Mbps, 5 Mbps, 7 Mbps, 10 Mbps 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps, 30 Mbps
符号化パラメータ	GOP 構造	階層 B 参照 (ARIB STD-B32 に記載の L3 構造)
	IRAP 間隔	32/60 sec
	GOP 長	8 フレーム
	CPB サイズ	1 秒分

¹ 実験報告書は https://www.soumu.go.jp/main_content/000262094.pdf である。

項目	値	
	色差信号 サンプリング位置	垂直・水平方向共、輝度信号位置と同じ (vui_chroma_sample_loc_type_frame = 2)
ツール設定	エンコーダ A	スクリーンコンテンツ向けツール(IBC)は無効化 他のツールは非公開
	エンコーダ B	Medium 設定、MCTF (プレフィルタ)は無効化

2.4. 評価実験方法

表 2-5 に示す方法にて実施した。

表 2-5 評価実験方法

項目	内容
評価方法	二重刺激劣化尺度(DSIS)法、5段階劣化尺度(表 2-6) 基準映像—評価映像のペアを一回提示
観視条件	Rec. ITU-R BT.500-14
評価者	専門家 38 人 注記: 装置故障により、1 人の 2160/60/P, SDR の実験データが欠損
ディスプレイ	PVM-X550 (55-inch LCD)
視距離	画面高の 1.5 倍(1.5H) (2160/60/P 時) 画面高の 3 倍(3H) (1080/60/P 時)

表 2-6 5段階劣化尺度

評点	評価語
5	劣化が分からない
4	劣化が分かるが気にならない
3	劣化が気になるが邪魔にならない
2	劣化が邪魔になる
1	劣化が非常に邪魔になる

一回の実験時間は、約 2 時間 30 分となった。内訳は、3 つの映像フォーマットそれぞれの観視・評価時間 (20 分×3)、説明時間 (30 分)、及び休憩時間 (30 分×2) である。なお、新型コロナウイルス対策のため、一日当たりの評価者数上限を 6 名 (午前 3 名、午後 3 名) とした。

2.5. 所要ビットレート推定の基準

放送品質を満足するサービスを提供するためには、画質の許容限界と見なされる平均評価値 (Mean Opinion Score, MOS) 3.5 以上がほぼ全ての映像で満足することが望まれ、また MOS 3 未満は放送品質として許容しがたいと考えられる。そこで、平均値と分散を元に、MOS 3.5 以上及び MOS 3 未満に該当するか否かを、有意水準 5% で検定する。

3. 符号化結果

各映像フォーマットの客観画質(15秒平均)を以下に示す。

3.1. エンコーダ A

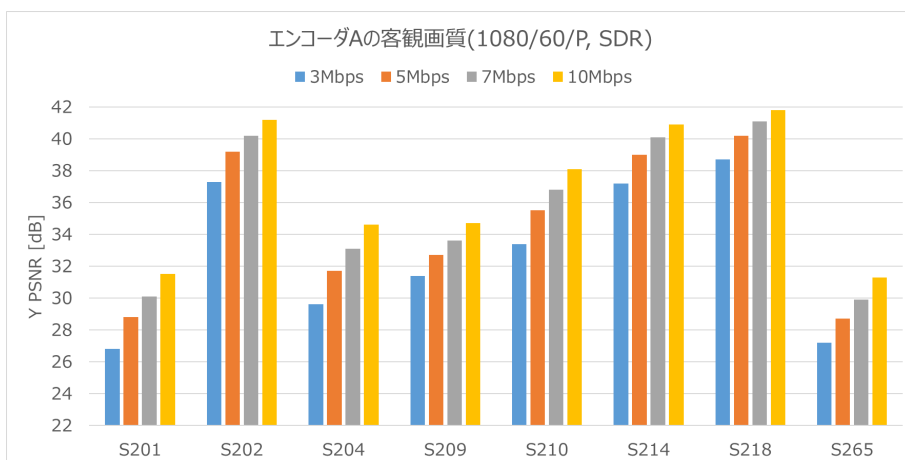


図 3-1 エンコーダ A の客観画質(1080/60/P, SDR)

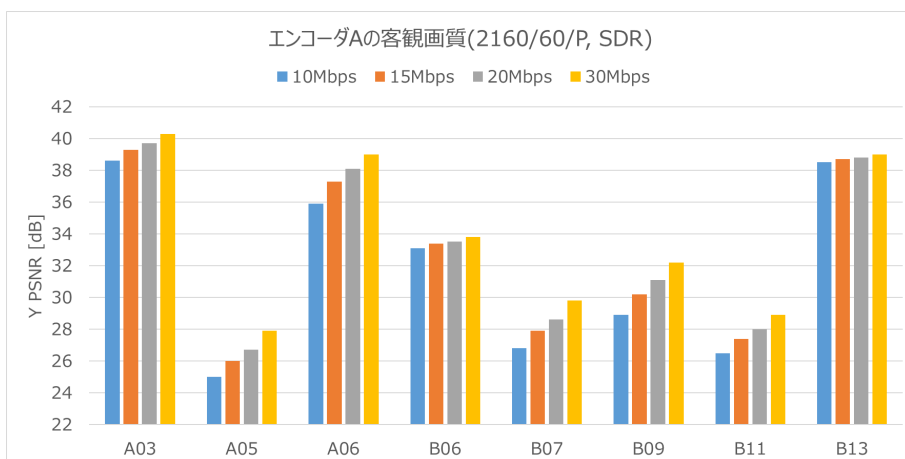


図 3-2 エンコーダ A の客観画質(2160/60/P, SDR)

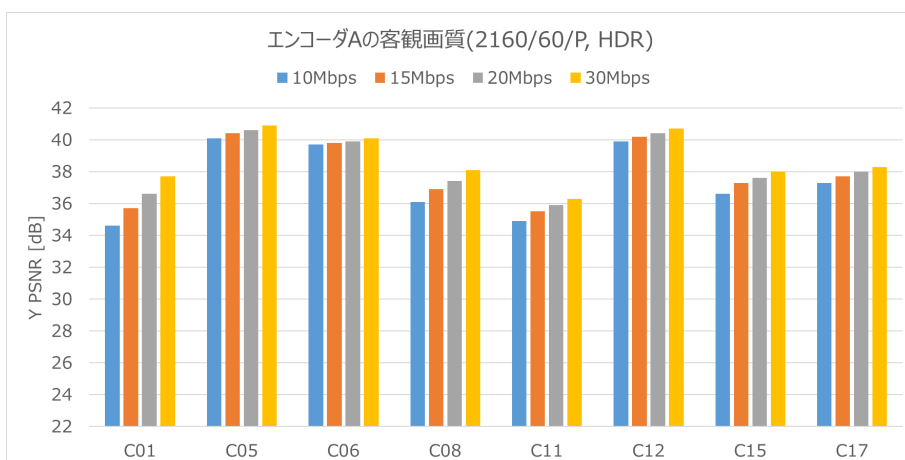


図 3-3 エンコーダ A の客観画質(2160/60/P, HDR)

3.2. エンコーダ B

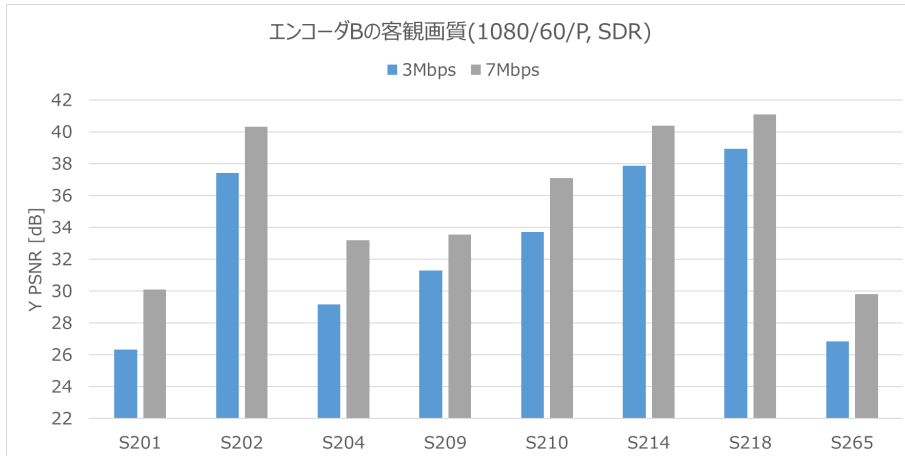


図 3-4 エンコーダ B の客観画質(1080/60/P, SDR)

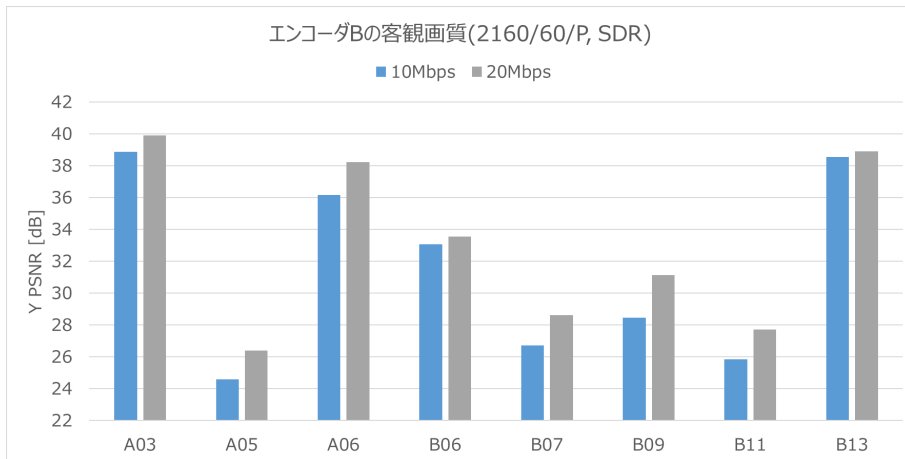


図 3-5 エンコーダ B の客観画質(2160/60/P, SDR)

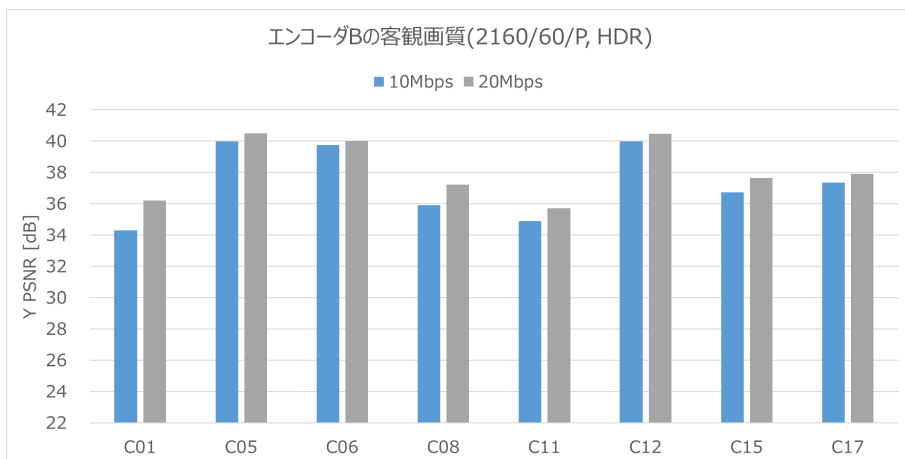


図 3-6 エンコーダ B の客観画質(2160/60/P, HDR)

2160/60/P, HDR 映像を SDR 変換した映像の客観画質を図 3-7、2160/60/P, HDR 映像と SDR 変換した映像との比較を図 3-8 に示す。SDR 変換により概ね 3 dB 低下する。

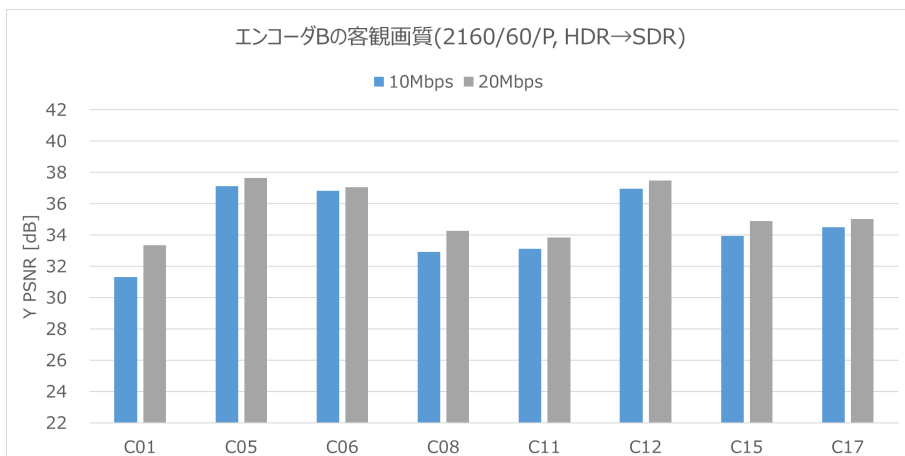


図 3-7 エンコーダ B の客観画質(2160/60/P, HDR→SDR)

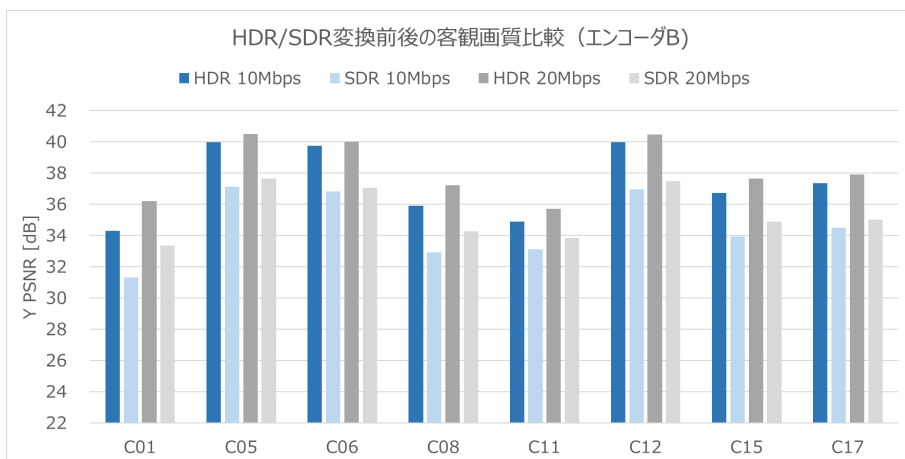


図 3-8 エンコーダ B における 2160/60/P, HDR 映像を SDR 変換した場合の客観画質の違い

4. 実験結果

4.1. 評価者のスクリーニング

3つの映像フォーマットそれぞれで、評価者のスクリーニングを行った。外れ値によって除外される評価者はいなかった。

更に、Pearson 相関に基づくスクリーニングを行った。図 4-1、図 4-2、図 4-3 に各映像フォーマットにおける、各評価者の評価結果と評価者平均値との Pearson 相関を示す。2160/60/P, HDR のみ、Pearson 相関が 0.4 未満の評価者が 7 名おり、これら評価者の評価結果を除外した。スクリーニング後の評価者数は 1080/60/P, SDR、2160/60/P, SDR、2160/60/P, HDR でそれぞれ、38 名、37 名、31 名となった。

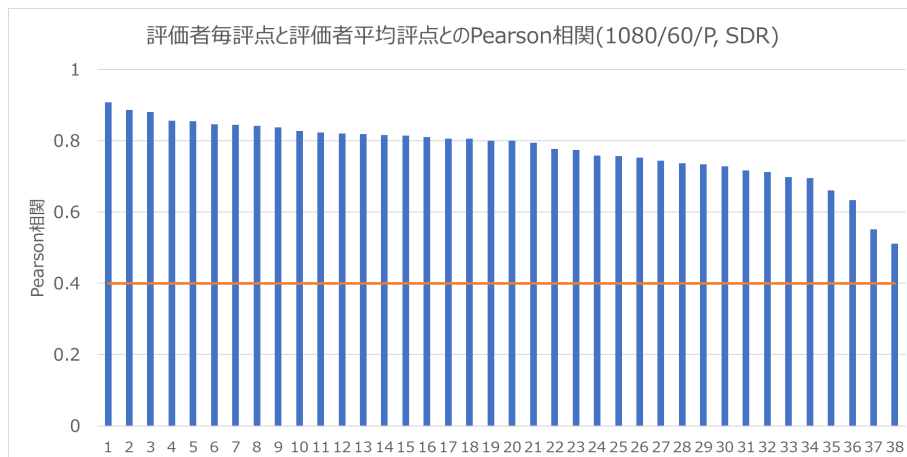


図 4-1 評価者毎評点と評価者平均評点との Pearson 分布(1080/60/P, SDR)

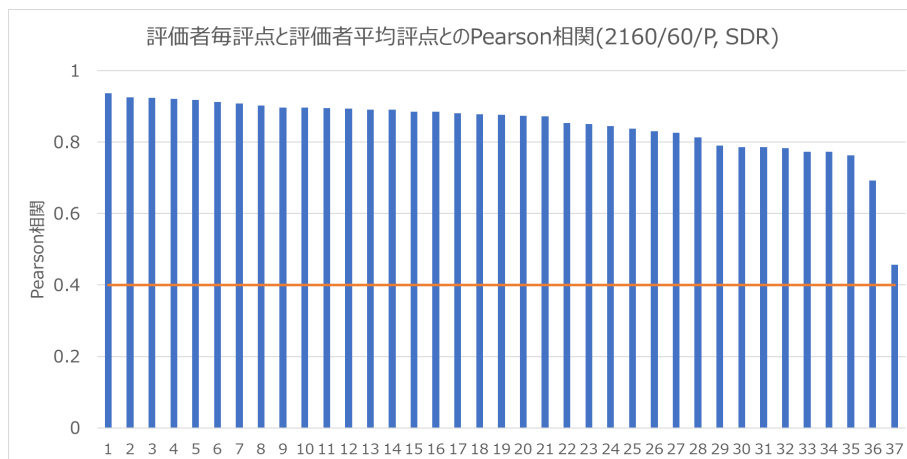


図 4-2 評価者毎評点と評価者平均評点との Pearson 分布(2160/60/P, SDR)

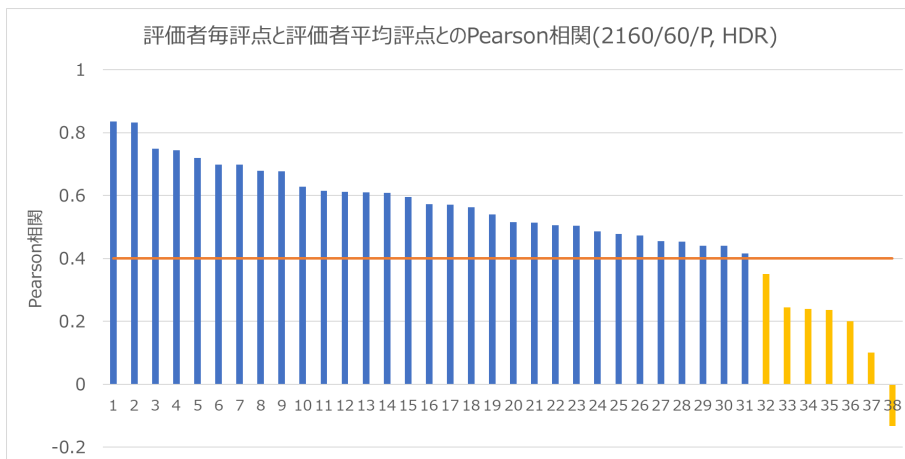


図 4-3 評価者毎評点と評価者平均評点との Pearson 分布(2160/60/P, HDR)

4.2. ビットレートと MOS 値との関係

エンコーダ A の符号化映像について、各映像フォーマットでのビットレートと MOS 値との関係、及び画質基準に対する評価映像の割合を示す。表の「MOS 値 3.5 以上」及び「MOS 値 3.0 未満」の算出には、エラー上限値を用いている。また、参考値である「MOS 値平均」の算出には、平均値を用いている。

4.2.1. 1080/60/P, SDR

最も符号化難易度が高い評価映像 S265 の MOS 値は、ビットレートが 7 Mbps 以上の時に 3.0 以上となる。また、5 Mbps 以上の時に、S265 以外の全評価映像の MOS 値が 3.5 以上となる。

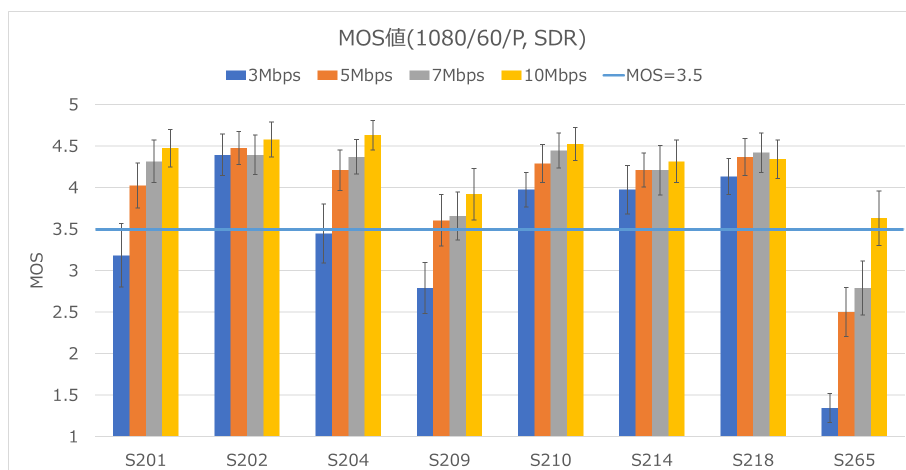


図 4-4 1080/60/P, SDR の評価映像におけるビットレートと MOS 値との関係(平均値と 95%信頼区間)

表 4-1 1080/60/P, SDR の評価映像におけるビットレートと画質基準に対する評価映像の割合

	3 Mbps	5 Mbps	7 Mbps	10 Mbps
MOS 値 3.5 以上	6 / 8	7 / 8	7 / 8	8 / 8
MOS 値 3.0 未満	1 / 8	1 / 8	0 / 8	0 / 8
MOS 値平均(参考)	3.4	4.0	4.1	4.3

4.2.2. 2160/60/P, SDR

最も符号化難易度が高い評価映像 A05 の MOS 値は、ビットレートが 30 Mbps 以上の時に 3.0 以上となる。また、30 Mbps 以上の時に、A05 以外の全評価映像の MOS 値が 3.5 以上となる。

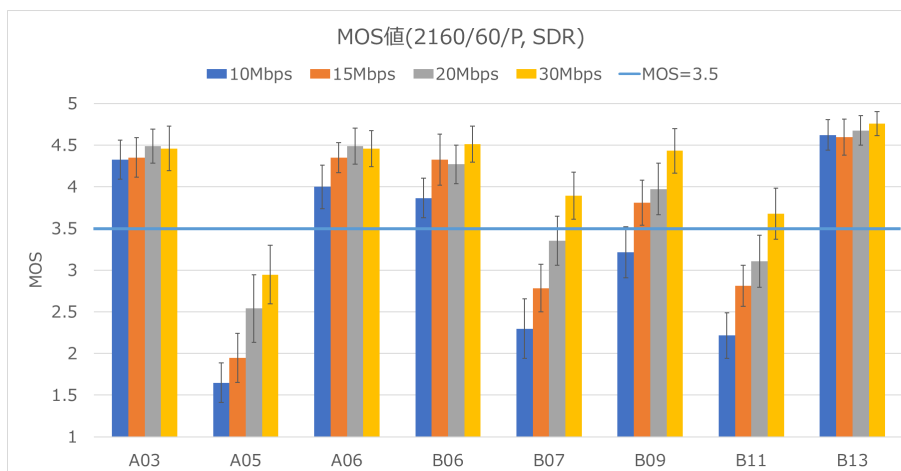


図 4-5 2160/60/P, SDR の評価映像におけるビットレートと MOS 値との関係(平均値と 95%信頼区間)

表 4-2 2160/60/P, SDR の評価映像におけるビットレートと画質基準に対する評価映像の割合

	10 Mbps	15 Mbps	20 Mbps	30 Mbps
MOS 値 3.5 以上	5 / 8	5 / 8	6 / 8	7 / 8
MOS 値 3.0 未満	3 / 8	1 / 8	1 / 8	0 / 8
MOS 値平均(参考)	3.3	3.6	3.9	4.1

4.2.3. 2160/60/P, HDR

ビットレートが 10 Mbps の時に、全ての評価映像の MOS 値が 3.0 以上となる。

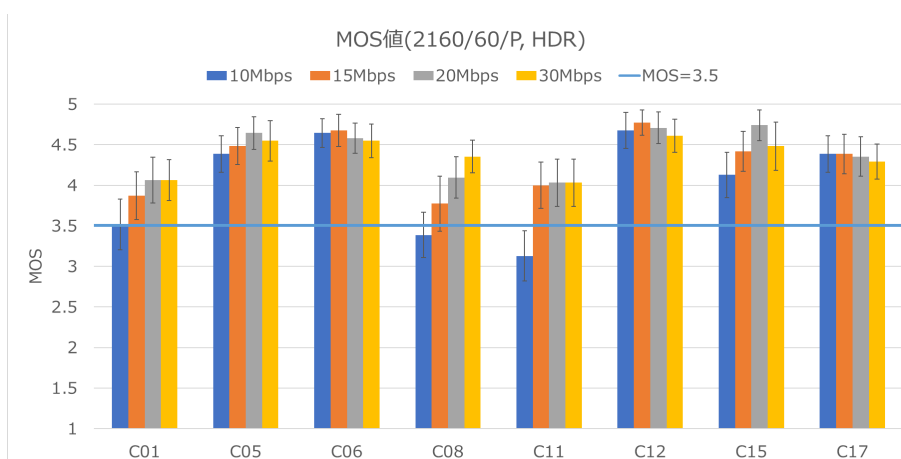


図 4-6 2160/60/P, HDR の評価映像におけるビットレートと MOS 値との関係(平均値と 95%信頼区間)

表 4-3 2160/60/P, HDR の評価映像におけるビットレートと画質基準に対する評価映像の割合

	10 Mbps	15 Mbps	20 Mbps	30 Mbps
MOS 値 3.5 以上	7 / 8	8 / 8	8 / 8	8 / 8
MOS 値 3.0 未満	0 / 8	0 / 8	0 / 8	0 / 8

MOS 値平均(参考)	4.0	4.3	4.4	4.4
-------------	-----	-----	-----	-----

5. 所要ビットレート

2.5 節の判断基準から、VVC 方式適用時の所要ビットレートは表 5-1 のように導出される。なお、2160/60/P 映像の所要ビットレートは、SDR 映像と HDR 映像で分けず、SDR 映像で得られた値とした。

今回用いた HDR 映像の符号化難易度は SDR 映像に比べて低く、図 8-2、図 8-3 に示すように SDR 映像における符号化難易度の低い 4 つのシーケンス(A03, A06, B06, B13)に相当する。これらのシーケンスは SDR 映像の主観評価実験においていずれも 10Mbps で MOS 値 3.5 以上の要求品質を満たしており(図 4-5)、HDR 映像の主観評価結果(図 4-6)と整合している。また、実際の運用では 2160/60/P, SDR 映像相当の符号化難易度を持つ 2160/60/P, HDR 映像が使用されると想定される。これらのことから、HDR 映像には SDR 映像と同等のビットレートが要求されると考えられる。

表 5-1 VVC 方式適用時の所要ビットレート

	1080/60/P	2160/60/P
所要ビットレート	7 Mbps	30 Mbps

6. 考察

6.1. エンコーダ A の妥当性

エンコーダ A の符号化映像と、エンコーダ B の符号化映像との MOS 値の違いを図 6-1 及び図 6-2 に示す。映像は、本実験の評価映像の中で符号化難易度が比較的高いものである。

これらの図のとおり、エンコーダ A とエンコーダ B との MOS 値差は、シーンによって変わるものの、平均して同等と見なせる。このことから、本実験結果は、エンコーダ A に特化した結果ではないと言える。

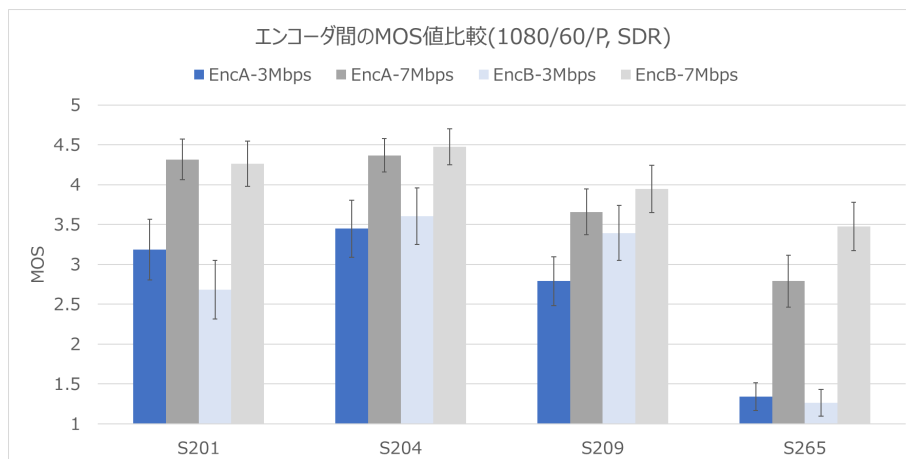


図 6-1 エンコーダ A とエンコーダ B の MOS 値比較 (1080/60/P, SDR 映像)

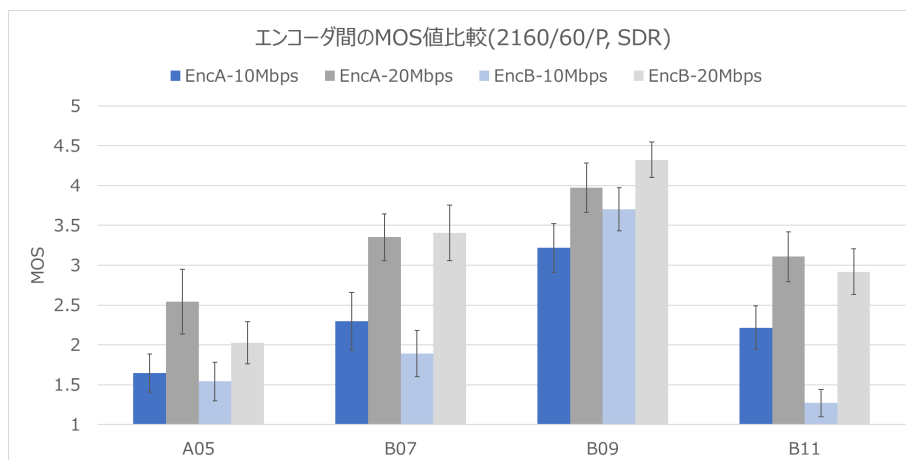


図 6-2 エンコーダ A とエンコーダ B の MOS 値比較 (2160/60/P, SDR 映像)

6.2. 所要ビットレート推定(2160/60/P, SDR)

5章では、2160/60/P, SDRの所要ビットレートを30 Mbpsとした。本実験における次に小さいビットレートは20 Mbpsであり、2.5節の判断基準を満たすビットレートは20 Mbpsと30 Mbpsの間にあると考えられる。そこで、20 Mbpsと30 Mbpsの間を直線近似し、判断基準を満足するビットレートを推定した。

図4-5及び表4-2から、評価映像A05のMOS値が3.0以上、かつ評価映像B11のMOS値が3.5以上となるビットレートが、推定するビットレートとなる。図6-3及び図6-4は、それぞれのビットレートとMOS値(実線は平均値、点線はエラーバー上限及び下限)との関係である。エラーバー上限が上記の値となるビットレート22 Mbpsが、実際の所要ビットレートと推定される。

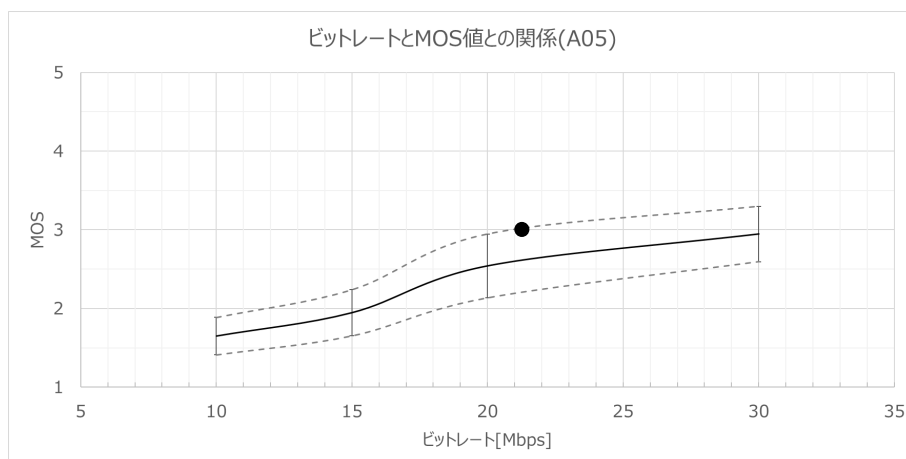


図 6-3 ビットレートと MOS 値との関係 (評価映像 A05)

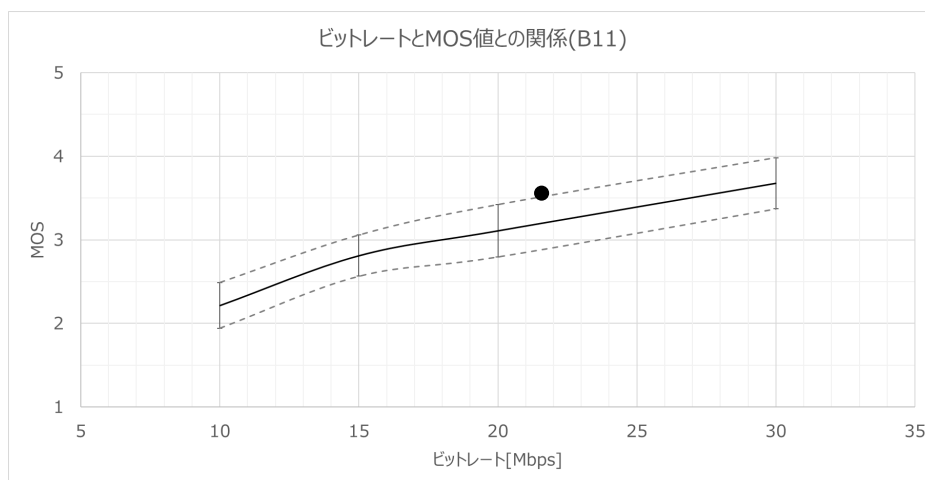


図 6-4 ビットレートと MOS 値との関係 (評価映像 B11)

6.3. VVC 規格の公称性能と所要ビットレートとの関係

VVC 規格の HEVC 規格からの圧縮効率向上は、客観画質評価に基づく分析によって 40%弱、主観画質評価に基づく分析によって 50%弱(共に SDR 映像)と、VVC 標準化を担う機関から報告されている。これらは、評価に用いられた少数の評価映像の平均的な数値である。一方、本報告における所要ビットレートは、符号化難易度の高い映像を含む評価画像のほぼ全てで一定水準以上の画質を確保可能なビットレートである。この違いに留意する必要がある。

近年の映像符号化方式は、映像に存在する冗長性を徹底的に取り除くことで圧縮効率を伸ばしている。冗長性が比較的多く存在し符号化難易度が低い映像では公称性能に近い圧縮効率向上となる一方、冗長性が少なく符号化難易度が高い映像では小さくなる。極端な例では、冗長性のないノイズ映像は圧縮効率

の向上を期待できない。

今回の実験結果で得られた 1080/60/P 映像及び 2160/60/P 映像の VVC による所要ビットレートと高度広帯域衛星デジタル放送の映像符号化方式検討時の HEVC による所要ビットレートを表 6-1 に示す。1080/60/P では 30%以上の圧縮効率向上が認められる一方で、2160/60/P では圧縮効率の向上が小さい。

表 6-1 VVC と HEVC の所要ビットレート

	VVC	HEVC
1080/60/P	7 Mbps	10 – 15 Mbps
2160/60/P	30 Mbps	30 – 40 Mbps

符号化難易度が高い映像を除いた他の 2160/60/P 映像における、MOS 値 3.5 を超えるビットレートの比較を表 6-2 に示す。HEVC の場合の 15Mbps に対して、VVC では 10Mbps であり、30%以上の圧縮効率向上が認められる。

表 6-2 符号化難易度が高い映像を除いた他の 2160/60/P 映像における、MOS 値が 3.5 を超えるビットレート

VVC	HEVC	HEVC からの 圧縮効率向上率
10 Mbps	15 Mbps	約 33%

6.4. 主観画質改善の可能性

6.4.1. 1080/60/P, SDR

2.3 節のように、符号化制御チューニングを行ったエンコーダ A の符号化映像(評価映像 S265 のみ)が提供されたため、チューニング前(本実験対象)とチューニング後(本実験対象外)との主観的な画質比較を、実験参加者へのデモセッション(実験後、表 2-5 の条件に合致しない環境)にて実施した。

符号化制御チューニングを行うことによって、主観画質が概ね一つ上のビットレート(例えば、チューニング後の 5 Mbps 映像の主観画質は、チューニング前の 7 Mbps 映像のものと同様)となることが確認された。他の評価映像では未確認ではあるが、このような符号化制御チューニングは、HEVC 方式の実用化時にも同様な効果を生んだものであるため、他のシーンへの悪影響はないものと推定される。

4.2.1 節のように、所要ビットレートは評価映像 S265 の MOS 値によって 7 Mbps という結論となっているが、上記の結果を考慮すると、実用的には 5 Mbps でも基準を満足する可能性が高いものと思われる。

6.4.2. 2160/60/P, SDR

2160/60/P SDR の評価映像の中で、特に A05 の符号化難易度が高い。2160/60/P SDR の評価映像セットの中には、他にも A07 という非常に符号化難易度が高い映像がある(図 8-2 参照)。事前の主観画質確認では、本実験よりも更に高いビットレートでの符号化でないと十分な主観画質が得られないことが判明している。

VVC 規格は、従来規格にはない新たな符号化ツールとして、例えば RPR (Reference Picture Resampling)² が導入されている。RPR を用いて、符号化難易度が高いシーンでは空間解像度を落として(例えば 2160/P を 1080/P に)符号化することで、主観画質の向上が期待できる。RPR は本実験で使用したエンコーダに実装されていないため、使用していない。

² 動き補償時に、処理対象ピクチャと参照ピクチャとの画面サイズ比を考慮したスケーリングとフィルタリングを行う技術である。これにより、各ピクチャで異なる画面サイズを取ることが可能になる。

7. 追加画質評価

7.1. 目的

特定のビットレートでの 2160/60/P 映像の符号化画質の考察、及び画質改善手法(空間解像度を落として符号化歪を低減する二つの手法)の効果を確認する目的で、追加の画質評価を実施した。

情報通信審議会放送システム委員会地上デジタル放送方式高度化作業班で検討中の伝送方式による映像ビットレートを参考に、7 Mbps, 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps, 25 Mbps の画質を検討した。

7.2. 実験計画

7.2.1. 実験会場、日時

日本放送協会放送技術研究所(世田谷区砧)

2021年12月17日、20日

7.2.2. 評価映像

図 2-2 の 2160/60/P, SDR 映像(8 シーケンス)に、図 7-1 の映像 A07(6.4.2 節で言及した符号化難易度が非常に高い映像)を追加した。映像形式は表 2-2 のとおりである。

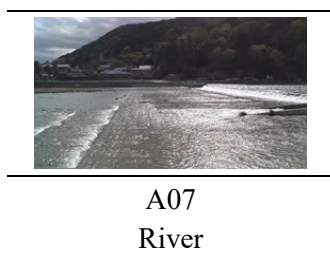


図 7-1 追加評価映像

7.2.3. 符号化条件

表 2-3 のエンコーダ B の 1.2.0 版を用いて、表 7-1 の条件で VVC 符号化を行った。ビットレート及びツール設定が表 2-4 とは異なる(表中下線部)。Slower 設定は、実時間動作可能なエンコーダの 2025 年以降の更なる性能改善を想定した設定であり、BD-Rate が Medium 設定よりも約 6%改善する一方、処理時間は約 14 倍増加する。

9 つの評価映像の内、符号化難易度が相対的に低い 5 つの映像(A03, A06, B06, B09, B13)は、図 4-5 に示すとおり、10 Mbps で MOS 値が 3.5 を超えているため、7 Mbps のみの評価とした。

表 7-1 符号化条件

項目	値 (注:表 2-4 と異なる設定を下線で示す)	
プロファイル	Main 10 (10-bit, 4:2:0)	
ビットレート	7 Mbps, 10 Mbps, 15 Mbps, 20 Mbps, 25 Mbps	
符号化パラメータ	GOP 構造	階層 B 参照 (ARIB STD-B32 に記載の L3 構造)
	IRAP 間隔	32/60 sec
	GOP 長	8 フレーム
	CPB サイズ	1 秒分

項目	値（注：表 2-4 と異なる設定を下線で示す）	
	色差信号 サンプリング位置	垂直・水平方向共、輝度信号位置と同じ (vui_chroma_sample_loc_type_frame = 2)
ツール設定	<u>Medium 設定、及び Slower 設定</u> <u>MCTF(プレフィルタ)を有効化(設定値 2)</u> <u>PerceptQPA(適応 QP 処理による主観画質向上オプション)を有効化(設定値 1)</u>	

7.2.4. 符号化映像

符号化映像は表 7-2 のとおりである。4K 解像度映像(3,840×2,160)をそのまま符号化した映像(以下、4K 符号化映像)に加え、符号化前に空間方向のローパスフィルタを適用した符号化映像(以下、前処理符号化映像)、及び RPR を想定し符号化画素数変更を行った符号化映像(6.4.2 節で言及、以下、RRP 符号化映像)の三種類の符号化映像を使用した。前処理符号化映像及び RPR 符号化映像は共に符号化する映像の空間解像度を低下させたものであるが、RPR 符号化映像は前処理符号化映像とは異なり、符号化画素数が少なく、符号化処理量も減少する。なお、シーン内で符号化解像度及び前処理フィルタ係数を固定し、映像に応じた適応的な制御は行っていない。

表 7-2 符号化映像

符号化映像	解像度縮小率(W, H)	符号化画素数	前処理
4K	(1/1, 1/1)	3,840×2,160	なし
前処理(2K 相当)	(1/1, 1/1)	3,840×2,160	フィルタ A
前処理(3K 相当)	(1/1, 1/1)	3,840×2,160	フィルタ B
RPR(2K)	(1/2, 1/2)	1,920×1,080	なし
RPR(3K)	(3/4, 3/4)	2,880×1,624	なし

表 7-2 のフィルタ A 及びフィルタ B は、RPR(2K)符号化及び RPR(3K)符号化にて符号化画素数を削減する際に使用するフィルタ(Lanczos-3)と同一の係数とした。これにより、元映像に対する 4K 再構成映像のボケ具合は、2K 同士及び 3K 同士で等しい。フィルタ係数と周波数特性は 8.2.1 節及び 8.2.2 節に記載のとおりである。

7.3. 評価方法

7.3.1. 客観画質

復号映像の輝度成分 PSNR を元解像度・前処理適用前の原映像をリファレンスとして測定する。併せて、符号化ログからエンコーダ入力映像(前処理適用後もしくは画素数変更後)をリファレンスとした輝度成分 PSNR を測定する。

7.3.2. 主観画質

主観評価方法は表 7-3 のとおりとする。時間等の制約を考慮し、比較的簡単な形式とした。符号化画素数を変更した場合には、復号映像を元の画素数に復元した上で、モニタに表示する。画素数の復元に用いたフィルタ(Lanczos-3)は 8.2.3 節及び 8.2.4 節に記載のとおりである。

表 7-3 主観評価方法

項目	内容
提示方法	7.3.3 節のとおり
観視条件	実験室環境
評価者	専門家 16 名
ディスプレイ	PVM-X550 (55-inch LCD)
視距離	画面高の 1.5 倍(1.5H)

7.3.3. 評価基準及び提示方法

以下の二つの評価を行った。

7.3.3.1. 評価 1: ビットレート毎の画質評価

符号化難易度が高い 4 つの映像(A05, A07, B07, B11)それぞれについて、表 7-4 のビットレート及びツール設定の順に提示・評価を行った。Slower 設定は、画質向上の効果がより明確になると想定される 7 Mbps 及び 10 Mbps のみとした。

表 7-4 絶対評価におけるビットレート・ツール設定

提示順番	ビットレート	ツール設定
1	7 Mbps	Medium
2	7 Mbps	Slower
3	10 Mbps	Medium
4	10 Mbps	Slower
5	15 Mbps	Medium
6	20 Mbps	Medium
7	25 Mbps	Medium

各ビットレート・ツール設定の組では、原画像の後に以下の順番で符号化映像を連続的に提示し、評定者は最後の符号化映像提示後に評価シートに評価値を記入する。なお、提示中の映像のビットレート、ツール設定及び符号化手法を評定者に事前に説明した上で評価を行い、また評定者が繰り返し映像を見ることを許容する。

表 7-5 各ビットレート・ツール設定での映像提示順番と評価内容

提示順番	符号化映像	評価値
1	4K 符号化映像	5 段階劣化尺度 (表 2-6、原画像比較)
2	前処理 (2K 相当) 符号化映像	4K 符号化映像との画質比較 ○: 良い △: 同等 ×: 悪い
3	前処理 (3K 相当) 符号化映像	
4	RPR(2K)符号化映像	
5	RPR(3K)符号化映像	

7.3.3.2. 評価 2: 4K 放送品質映像との画質比較

リアルタイム HEVC ハードウェアエンコーダの 30 Mbps (4K 放送品質相当)での符号化映像 (以降、HEVC

30Mbps)との画質比較を行う。

符号化難易度が高い4つの映像(A05, A07, B07, B11)については、表 7-1 の全てのビットレートにおいて評価する。なお、評価時間の制約から、事前確認の結果に基づき、ツール設定及び符号化映像はそれぞれ、Medium 設定、前処理(2K 相当)符号化映像(A05, A07 の場合)もしくは前処理(3K 相当)符号化映像(B07, B11 の場合)としている。

符号化難易度が相対的に低い5つの映像(A03, A06, B06, B09, B13)については、7 Mbps のみの評価とし、ツール設定及び符号化映像は Medium 及び 4K 符号化映像としている。

評価は、HEVC 30 Mbps と比較して、良い(○)、同等(△)、悪い(×)とする。

VVC 符号化映像と HEVC 30 Mbps 符号化映像は、隣接して並べた二つの 4K モニタに、シーン毎に同期する形で個別に提示する。1.5H の視距離を維持するため、評定者はそれぞれのモニタの前に適宜移動し、映像を繰り返し見ることを許容した。

7.4. 結果

7.4.1. 客観画質

図 7-2 から図 7-5 に、符号化難易度が高い映像(A05, A07, B07, B11)の客観画質(15 秒平均)を示す。各図には各ビットレート・ツール設定・符号化手法での輝度 PSNR(4K 原画像比較)に加え、VVC 符号化前の前処理適用映像及び RPR 適用映像の輝度 PSNR(4K 原画像比較)を示している。

前処理や RPR の効果は、映像、空間解像度、ビットレートによって異なるが、空間解像度を低下させるほど 4K 符号化映像よりも PSNR が低下する傾向があり、最大 1.5 dB 低下している(画像 B11)。同一空間解像度では、前処理よりも RPR の方が PSNR は低下し、最大 0.5 dB 低下している(画像 B11)。また、Medium 設定よりも Slower 設定の方が PSNR は増加し、最大 0.3dB 増加している(画像 B11)。

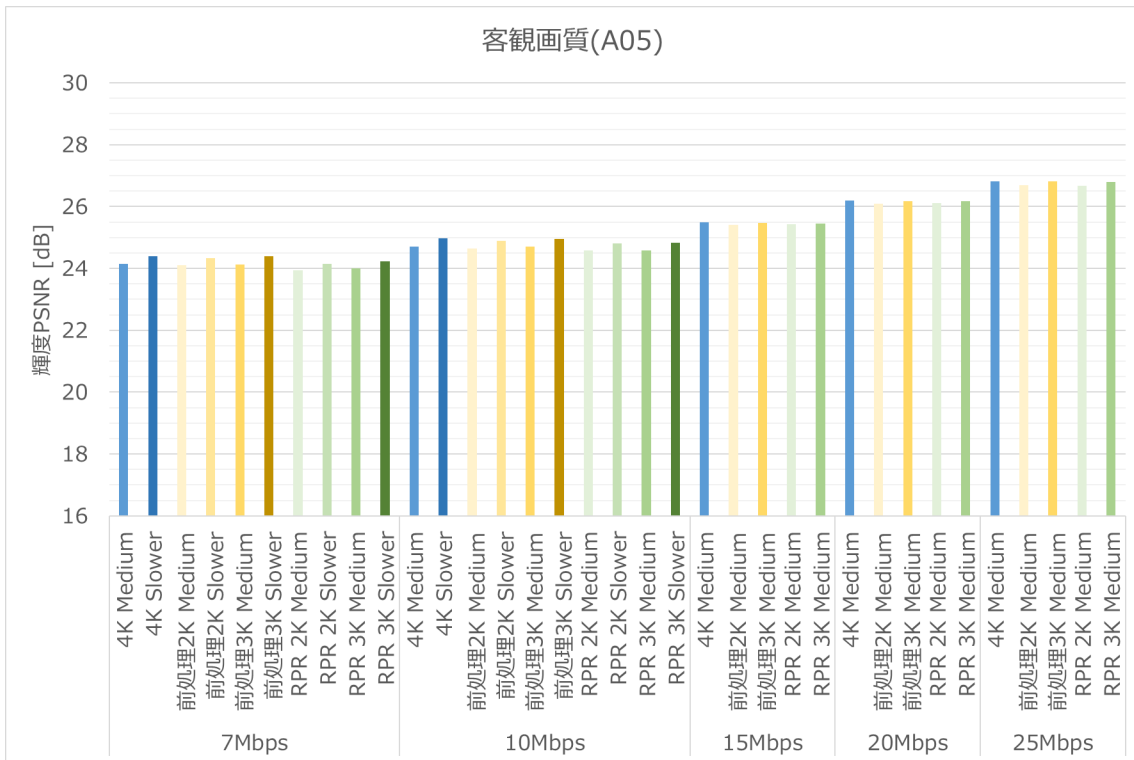


图 7-2 客觀畫質(A05)

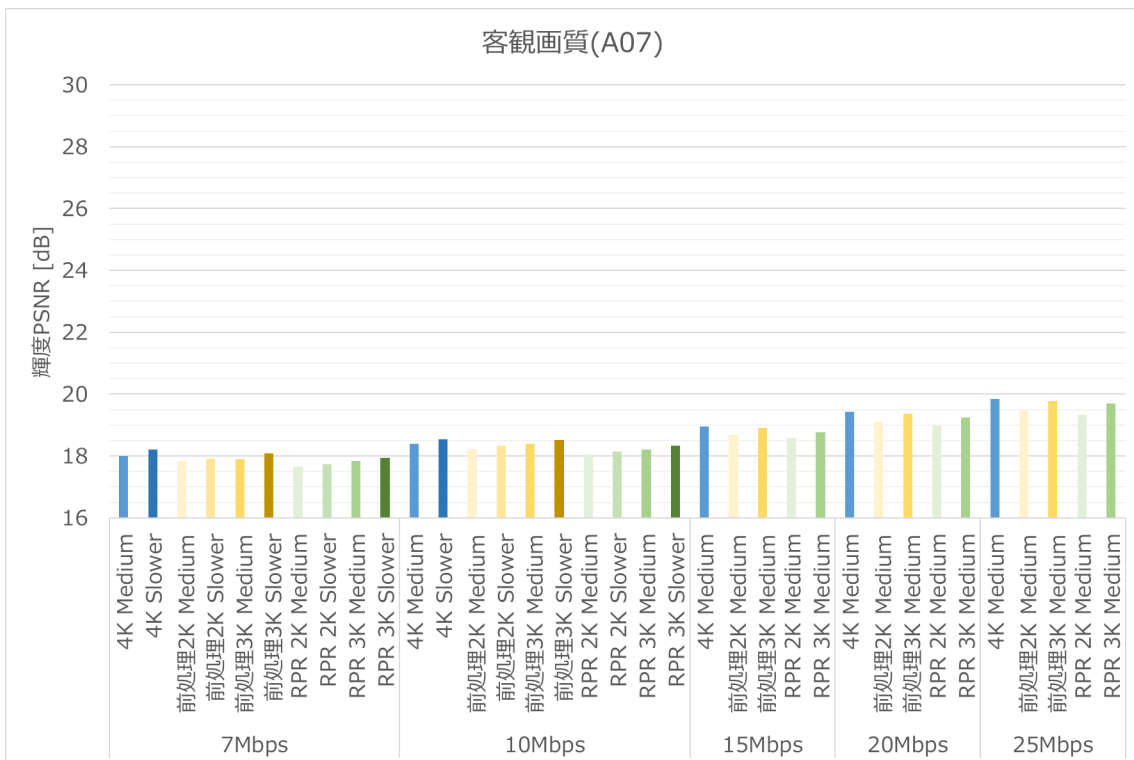


图 7-3 客觀畫質(A07)

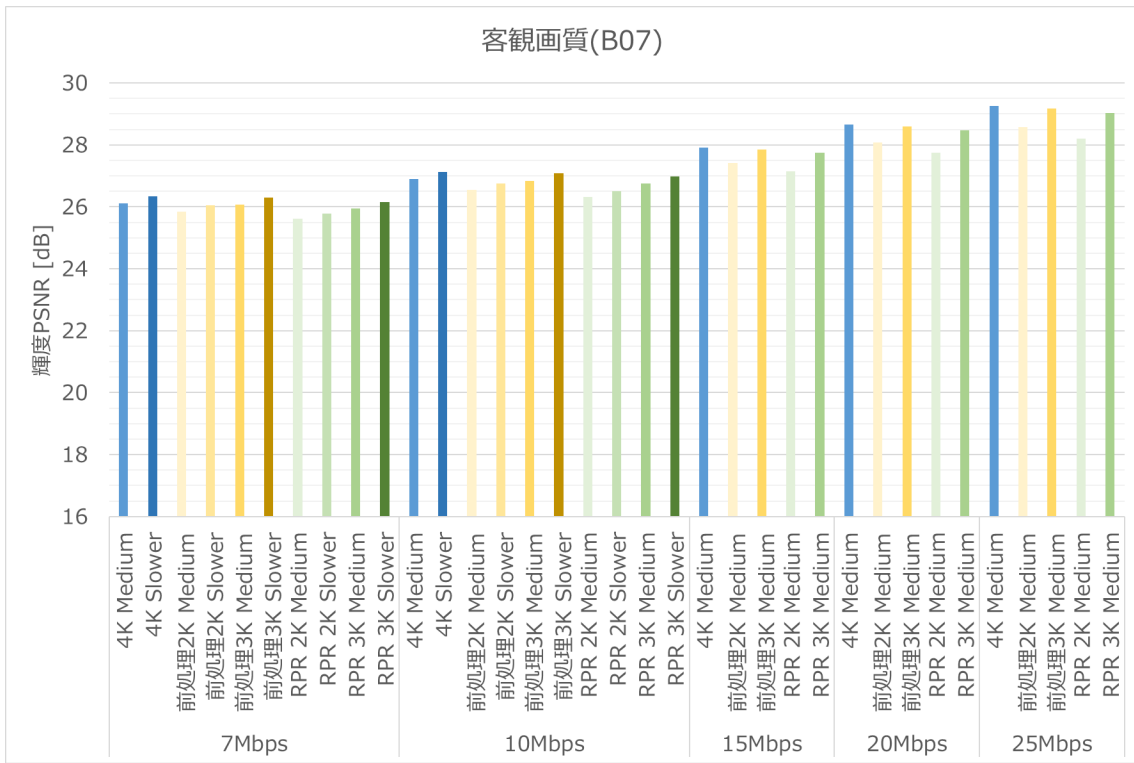


图 7-4 客觀畫質(B07)

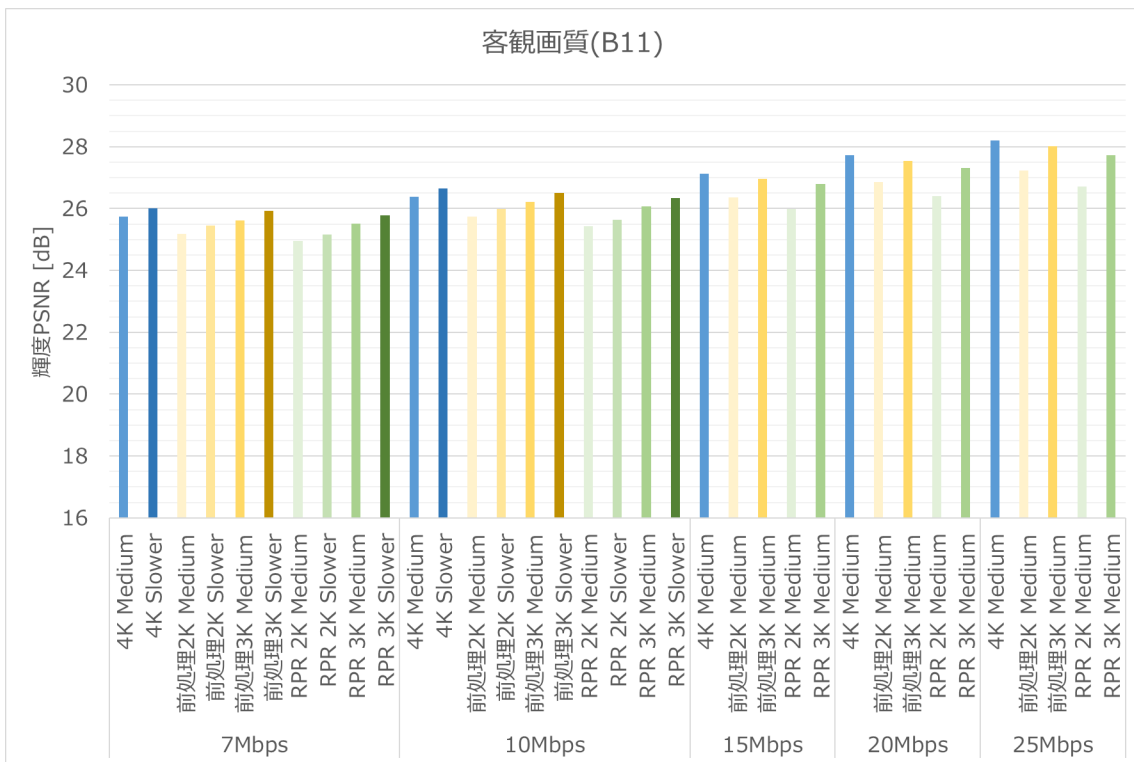


图 7-5 客觀畫質(B11)

図 7-6 に、符号化難易度が低い映像(A03, A06, B06, B09, B13)の 7 Mbps における客観画質を示す。B09を除き輝度 PSNR が 30 dB を超えている。また、3K 解像度相当の前処理フィルタが最も高い PSNR になっている。

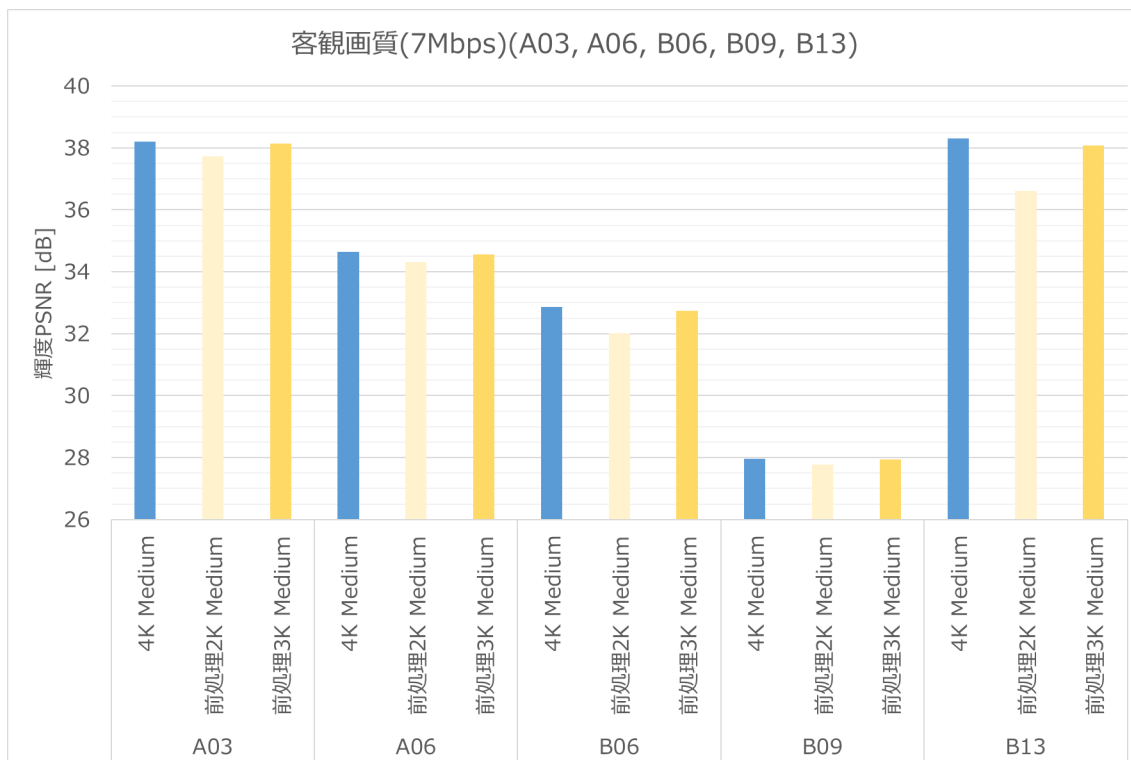


図 7-6 符号化難易度が低い映像の客観画質

図 7-7 に、圧縮前の前処理映像及び RPR 映像の輝度 PSNR を示す。RPR の方が PSNR は低下するが、これは画素数復元時のローパスフィルタの影響と考えられる。なお、評定者へのヒアリングにより主観画質(ボケ具合)は同等であることを確認した。

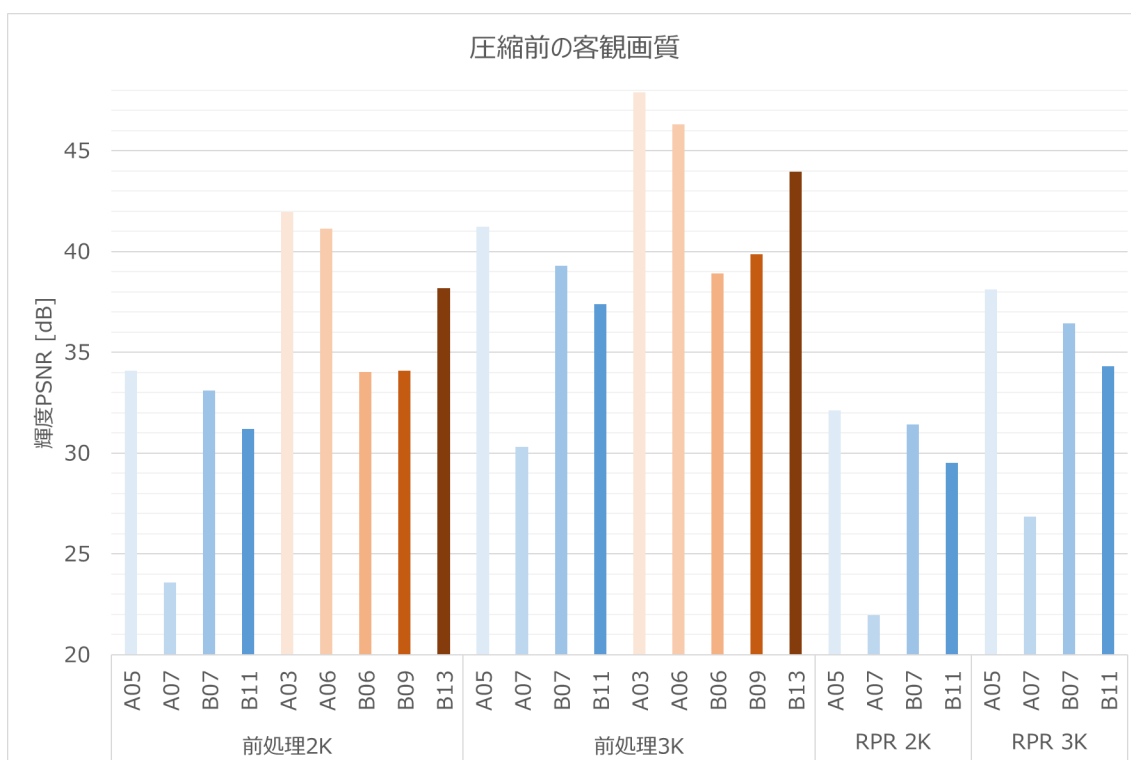


図 7-7 圧縮前の客観画質

図 7-8 に、符号化難易度が高い 4 つの映像(A05, A07, B07, B11)について、符号化入力映像(前処理映像及び 2K/3K 解像度映像)を基準とした場合の 7 Mbps における輝度 PSNR を示す。前処理及び RPR 共に、符号化解像度を 2K 相当まで落とすことで輝度 PSNR が 1 dB–2 dB 向上している。これは、同一レートでの条件下で量子化パラメータが小さくなって符号化歪が軽減したことを意味する。

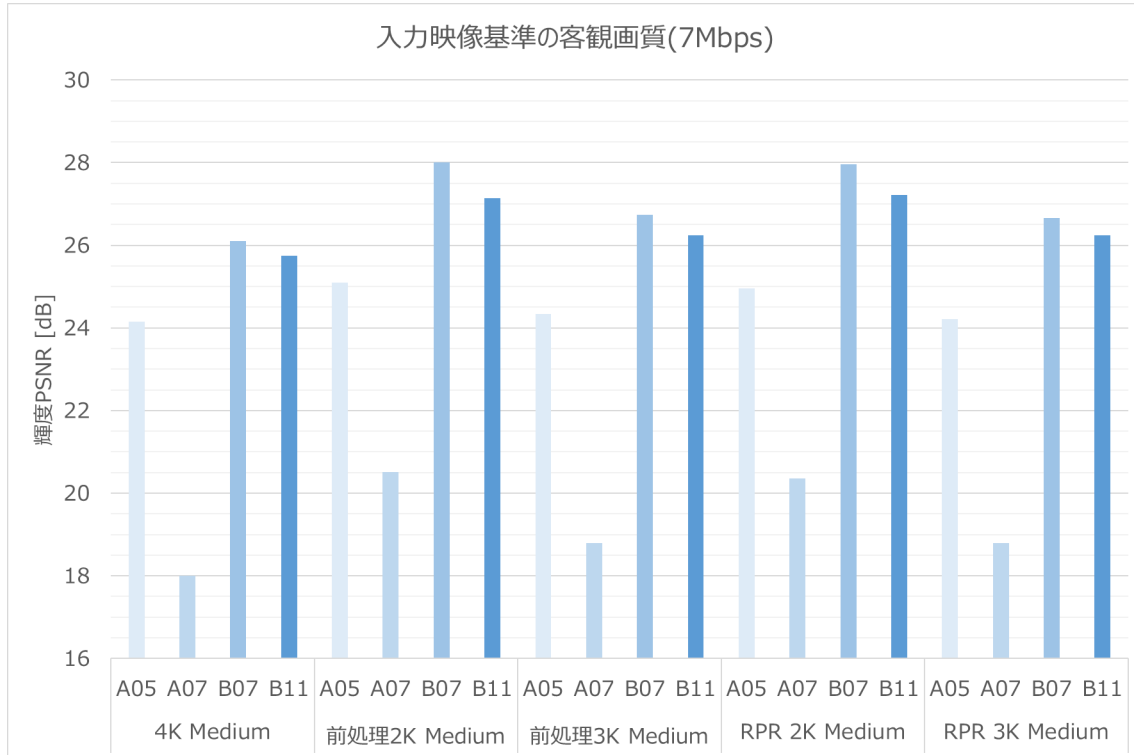


図 7-8 符号化入力映像基準の 7 Mbps 客観画質(A05, A07, B07, B11)

7.4.2. 評価者のスクリーニング

本実験は簡易的な主観画質評価のため、統計処理に基づいたスクリーニングは実施していない。

7.4.3. 符号化難易度が高い映像のビットレートと MOS 値との関係

図 7-9 に、符号化難易度が高い 4 映像の 4K 符号化映像の MOS 値を示す。全ての映像で MOS 値が 3.0 以上になるのは 20 Mbps から 25 Mbps の間である。10 Mbps 以下では全ての映像で MOS 値が 3.0 を下回る。Slower 設定は Medium 設定よりも若干の MOS 値改善があるが、一つ上のビットレート以上にまで改善することはなかった。今回の実験条件では Slower 設定による主観画質改善の効果は少なく、7.4.5 節に結果を示す HEVC 30 Mbps 符号化映像との比較において、評価を Medium 設定に限定したことは結論には影響しないと言える。

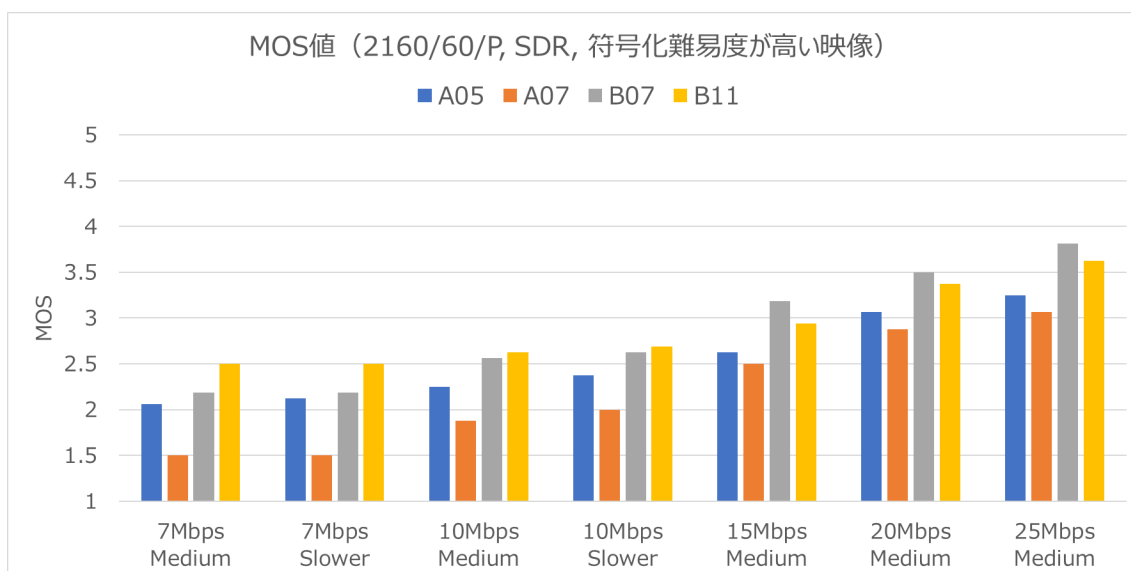


図 7-9 2160/60/P, SDR の符号化難易度が高い映像におけるビットレートと MOS 値との関係

7.4.4. 画質改善手法の効果

図 7-10から図 7-16に、評価1における、4K 符号化映像と比較した場合の、前処理符号化映像及び RPR 符号化映像の主観画質を良い(○)、同等(△)、悪い(×)の割合で示す。

以下の傾向が見られる。

- 符号化難易度の高さの順(A07, A05, B07, B11)で、4K 符号化映像よりも「良い」と回答した評定者が多くなる。ただし全評定者が「良い」と答えた条件はない。
- 「良い」と回答した割合は、低ビットレート(15 Mbps 以下)では RPR(3K)符号化映像が最も高く、次いで RPR(2K)符号化映像、前処理(2K/3K 相当)符号化映像の順である。高ビットレート(20 Mbps 以上)では RPR(3K)符号化映像及び前処理(3K 相当)符号化映像、RPR(2K)符号化映像及び前処理(2K 相当)符号化映像の順である。
- 「悪い」と回答した割合は、RPR(2K)符号化映像及び前処理(2K 相当)符号化映像が高く、次いで RPR(3K)符号化映像及び前処理(3K 相当)符号化映像の順である。
- ビットレートが高くなるにつれて「悪い」の割合が増加する傾向がある。

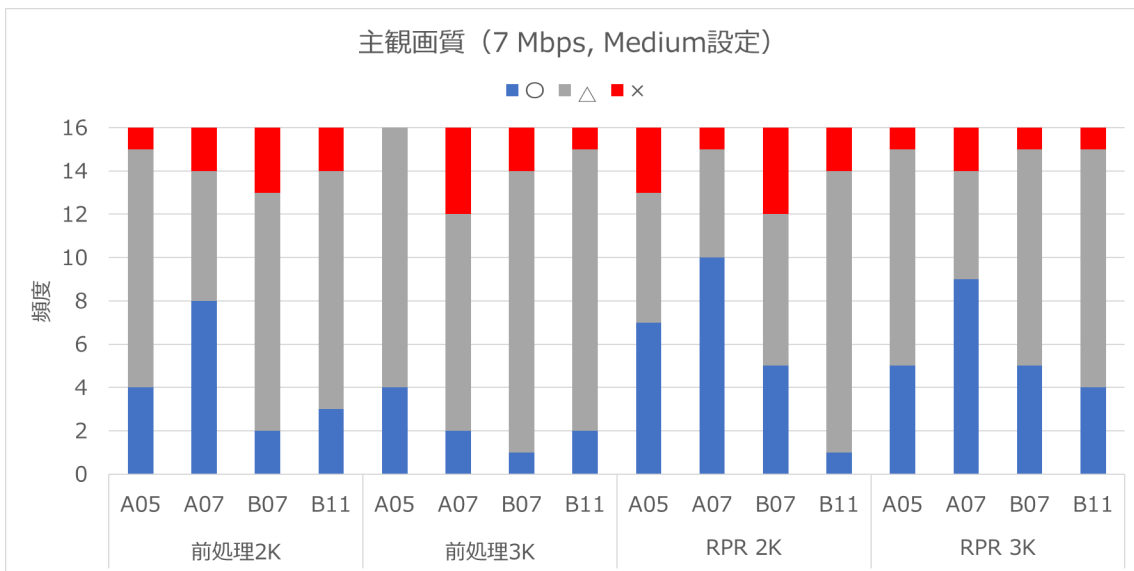


図 7-10 主観画質(7 Mbps, Medium 設定)

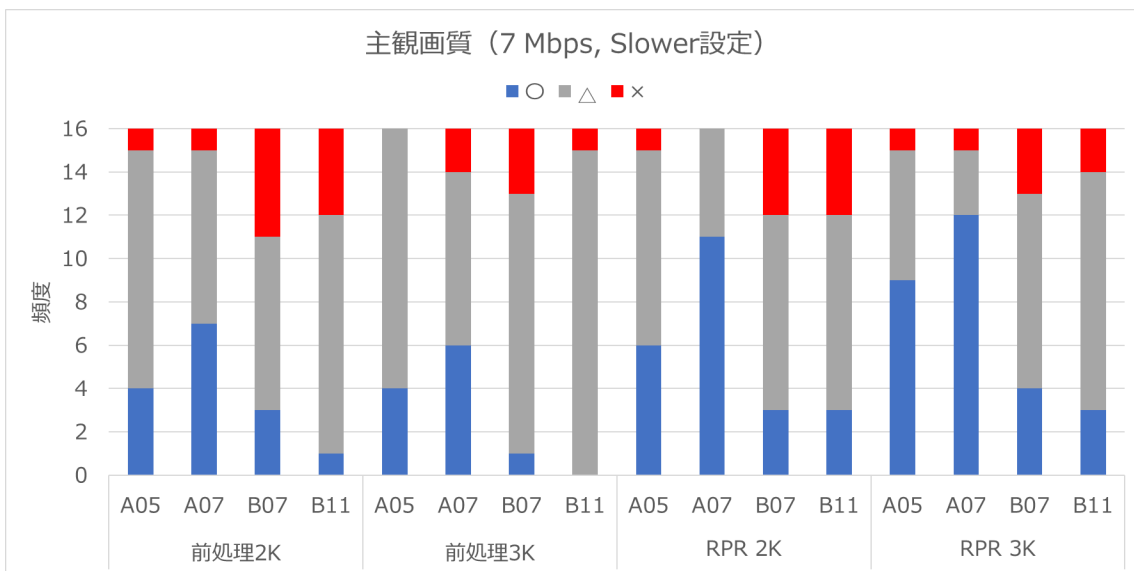


図 7-11 主観画質(7 Mbps, Slower 設定)

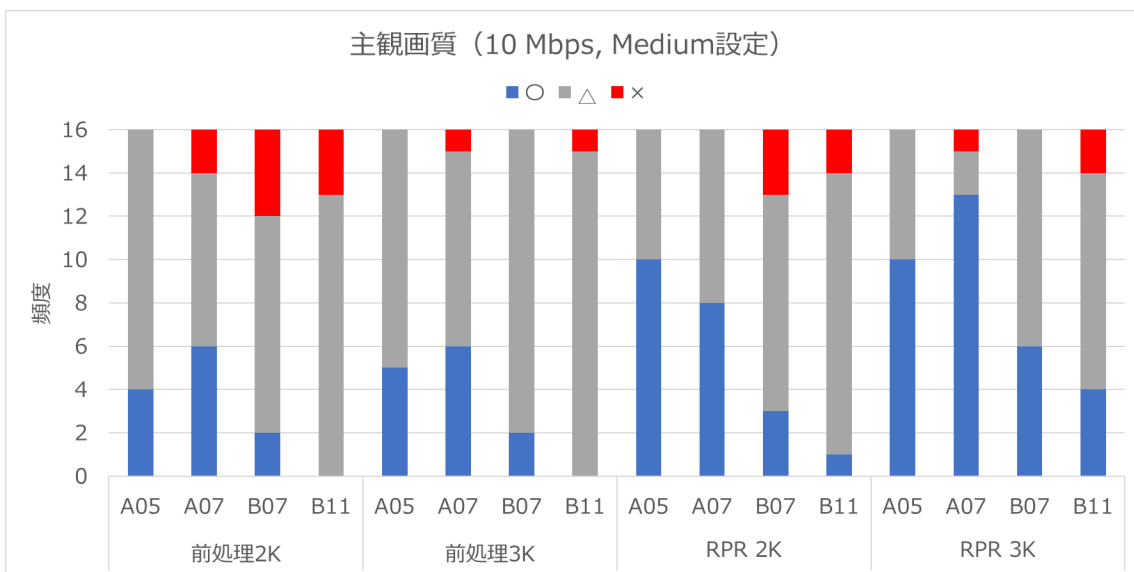


圖 7-12 主觀畫質(10 Mbps, Medium 設定)

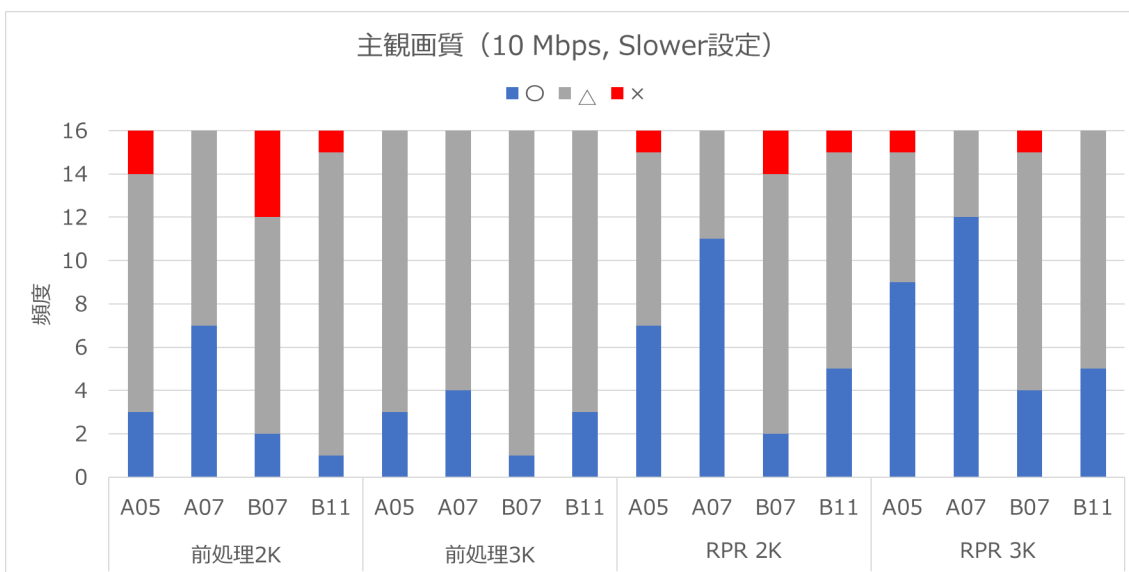


圖 7-13 主觀畫質(10 Mbps, Slower 設定)

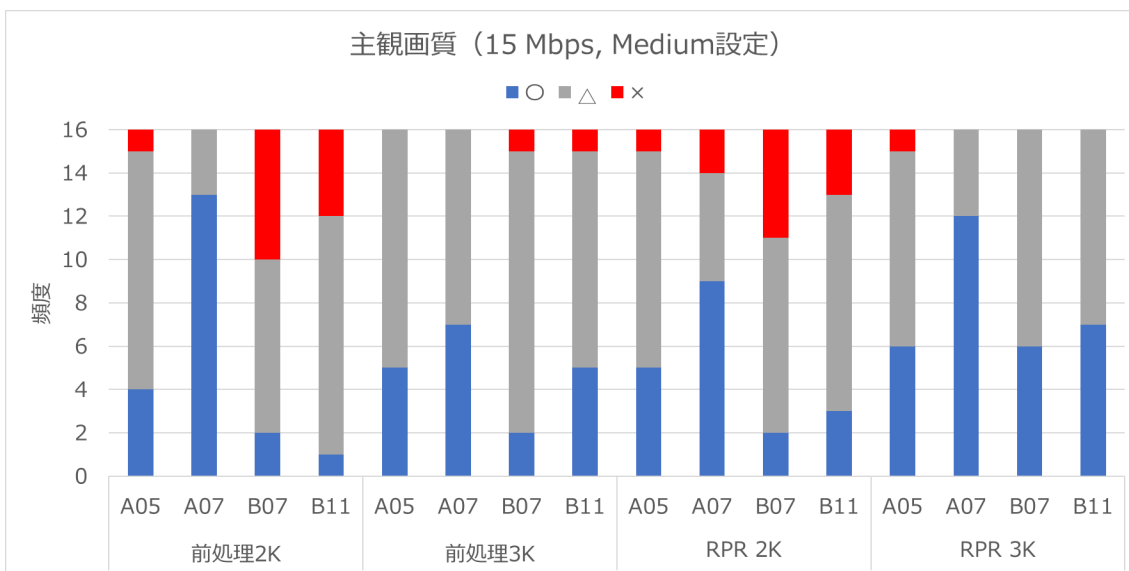


圖 7-14 主觀畫質(15 Mbps, Medium 設定)

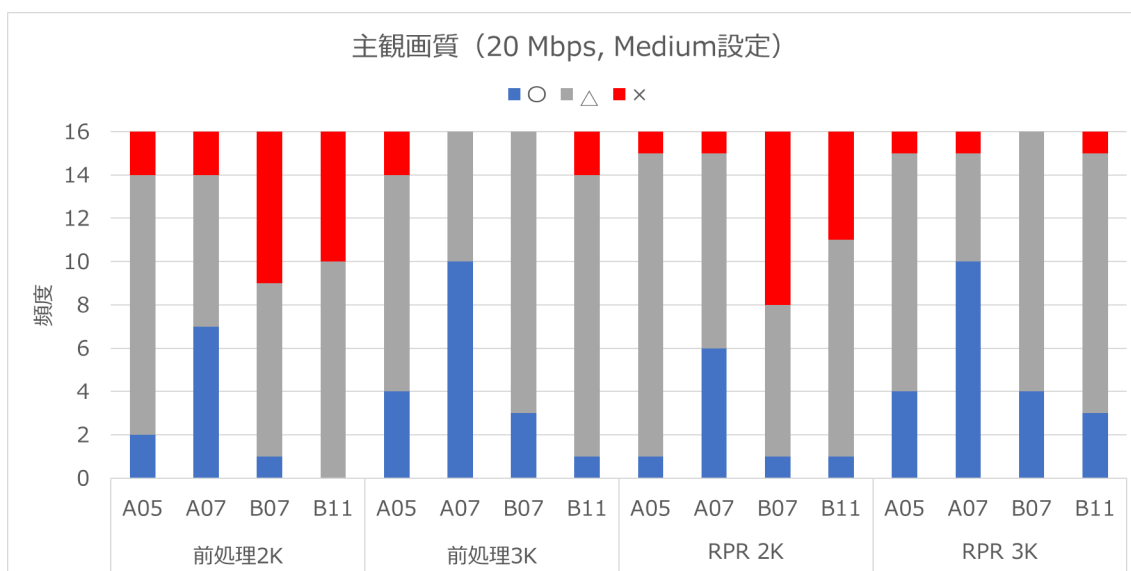


図 7-15 主観画質 (20 Mbps, Medium 設定)

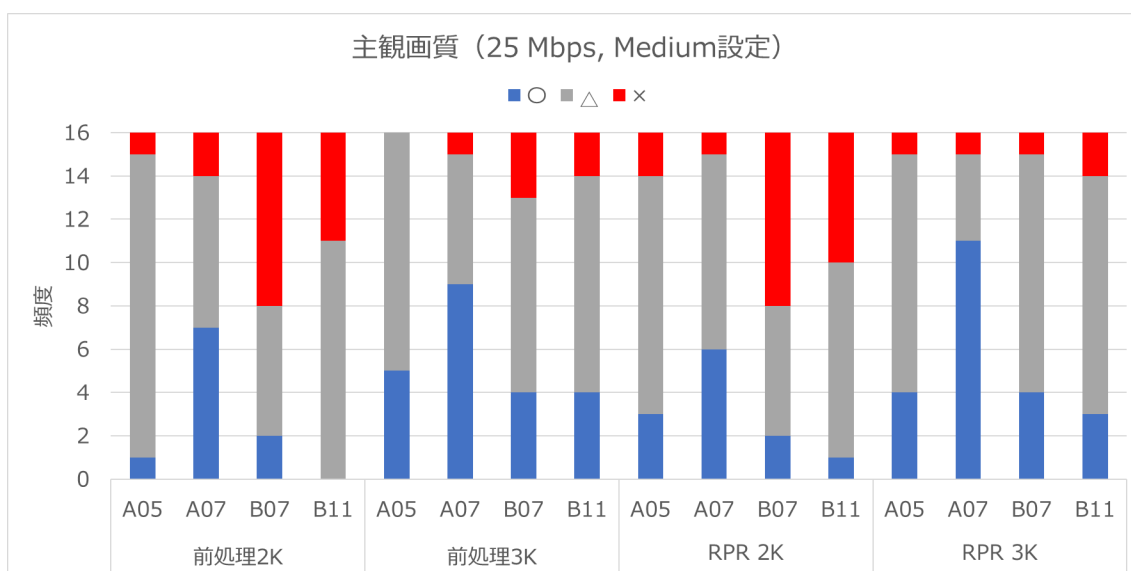


図 7-16 主観画質 (25 Mbps, Medium 設定)

7.4.5. HEVC 30 Mbps 符号化映像との比較

評価 2 での VVC 符号化映像は、事前確認を行い、7.3.3.2 節のとおり符号化難易度が高い映像では前処理符号化映像、符号化難易度が低い映像では 4K 符号化映像に絞っている。図 7-17 に、映像毎に HEVC 30 Mbps 符号化映像と比較した画質を示す。符号化難易度が高い映像 (A05, A07, B07, B11) では、15 Mbps で概ね半数以上の評定者が、20 Mbps 及び 25 Mbps では大多数の評定者が、VVC 符号化映像は HEVC 30 Mbps 符号化映像と「同等」または「良い」と回答した。

図 7-18 に、4 つの映像をまとめて HEVC 30 Mbps 符号化映像と総合的な画質を比較した場合の、HEVC 30 Mbps 符号化映像と「同等」以上と評価した回答数を示す。評定者全員が HEVC 30 Mbps 符号化映像と同等以上と評価したビットレートは 20 Mbps であり、15 Mbps では 44% (7 名) が「同等」と回答した。

符号化難易度が低い映像 (A03, A06, B06, B09, B13) では、7 Mbps において全ての映像で半数以上の評定者が VVC 符号化映像は HEVC 30 Mbps 符号化と「同等」または「良い」と回答し、大多数の評定者が「同等」と回答した。

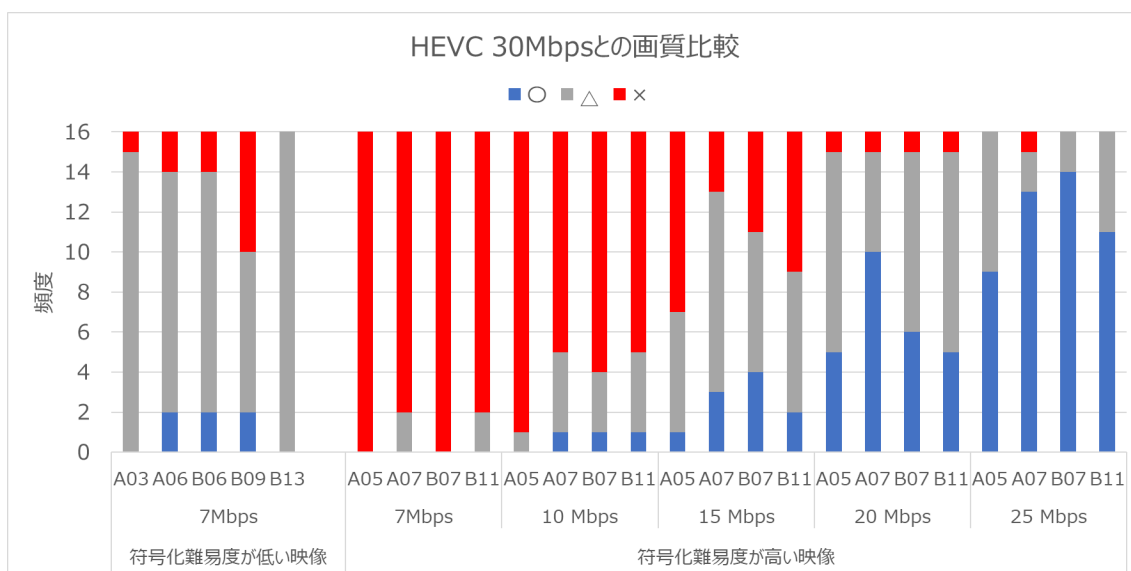


図 7-17 HEVC 30 Mbps 符号化映像との画質比較(映像別)

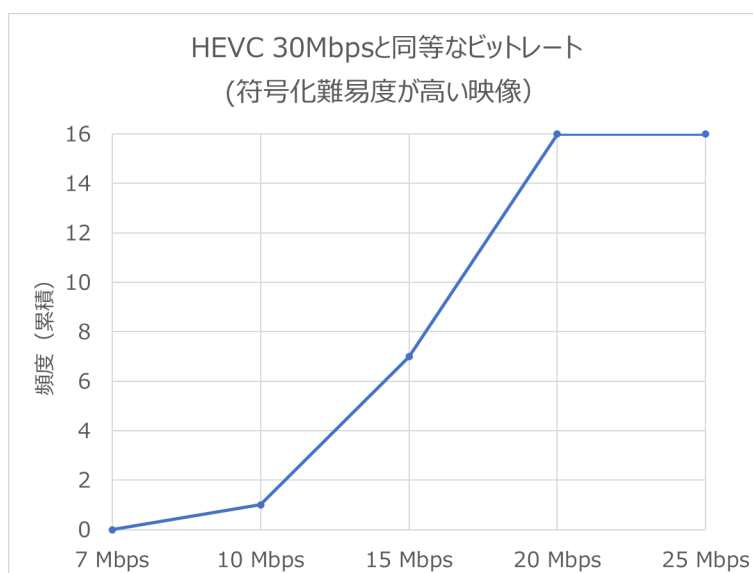


図 7-18 HEVC 30 Mbps 符号化映像と同等以上と評価した回答数 (符号化難易度が高い映像を前処理によって空間解像度を落とした場合)

7.4.6. ヒアリング結果

全評価映像のビューイング後に、評定者にヒアリングを行った。回答の概要は以下のとおりである。

- 大半の評定者が、低ビットレート(15 Mbps 未満)では前処理や RPR による画質改善が見られたと回答した。ただし、一つ上のビットレート(例えば 7 Mbps なら 10 Mbps)相当以上まで画質が向上したと評価した評定者はいなかった。
- 一部の評定者からは Slower 設定による画質改善があることが指摘された。ただし、図 7-9 が示すように Medium 設定との主観画質差は僅かであった。
- 放送局の評定者からは、10 Mbps 以下では符号化難易度が高い映像の劣化が大きく、放送品質の観点で疑問視する声が複数あった。前処理や RPR は、画質向上の観点で適用が望ましいとの意見であった。

- 前処理や RPR は絵柄やビットレートによって主観画質への効果が変わり、低ビットレートでは改善を示すものの、高ビットレートでは前処理による劣化が気になることが指摘され、絵柄やビットレートに応じて適切に制御する必要があるとの意見があった。

7.5. 考察

7.5.1. 各ビットレートでの画質

上記の結果を基に、表 7-6 に各ビットレートでの画質をまとめる。

表 7-6 ビットレート毎の画質

ビットレート	画質	画質改善の可能性
7 Mbps, 10 Mbps	符号化難易度が低い映像の場合、4K 放送品質相当の画質となる。 符号化難易度が高い映像の場合、4K 放送品質未満の画質となる。	前処理や RPR で画質改善を確認した。 (映像とビットレートの組み合わせによって効果が異なる)
15 Mbps	符号化難易度が高い一部の映像の場合、4K 放送品質未満の画質となる。	
20 Mbps, 25 Mbps	4K 放送品質相当もしくは高い画質となる。	

注 1: 「4K 放送品質」とは、リアルタイム HEVC ハードウェアエンコーダ (2021 年現在) の 30 Mbps の画質である (7.3.3.2 節参照)。

注 2: 「4K 放送品質」との比較では、符号化難易度が高い映像の VVC 符号化において、前処理を適用している。

注 3: VVC 符号化には VVenC (1.2.0 版) を使用 (7.2.3 節参照) しており、所要ビットレート導出 (1 章から 6 章) で用いた、VVC エンコーダエミュレータ (2.3 節参照) ではない。

7.5.2. 画質改善手法の効果

入力映像への前処理 (ローパスフィルタによる画面内高周波成分の抑制) 及び RPR (符号化画素数の削減) は共に、符号化難易度が高い映像を低ビットレートで符号化する場合に主観画質の改善効果がある。両手法共、映像とビットレートの組み合わせによって効果が異なるが、これらを適切に行うことで主観画質が改善されることが確認された。

両手法は、エンコーダの符号化制御の観点でも効果がある。図 7-8 に示すように、7 Mbps では 2K 相当まで解像度を落とすことで輝度 PSNR が 1 dB-2 dB 向上している。これは同一レートでの条件下で平均量子化パラメータが小さくなった (即ち符号化しやすくなった) ことを意味し、各ブロックの量子化パラメータ制御の自由度が増え、エンコーダの符号化制御破綻 (符号化バッファのオーバーフロー) を抑えやすくなったと言える。本実験で用いた映像よりも符号化難易度が高い映像が入力された際にも、絵柄に応じて適切に制御すれば、低ビットレートでの符号化破綻を抑制できることが期待される。

また、RPR は前処理と比べて画面内ブロック数が少なくなり、ブロックヘッダのオーバーヘッドが下がるため、低ビットレートでの符号化制御破綻の回避はより容易になると考えられる。

8. 付録

8.1. 評価映像の選定

8.1.1. 選定基準

高度広帯域衛星デジタル放送の映像符号化方式検討(以下、HEVC 実験)の時と同様に、多様な符号化難易度や絵柄を含む評価映像を選択した。符号化難易度は、輝度信号の PSNR とする。

8.1.2. 符号化難易度の導出方法

VVenC で符号化した際の符号化難易度とした。符号化条件を表 8-1 に示す。

表 8-1 符号化条件

項目	内容
エンコーダ	VVenC version 0.2.1.0
ツール設定	Medium 設定、MCTF は無効化
符号化パラメータ	Random access GOP 長 8 フレーム IRAP 間隔 32 フレーム
ビットレート	1080/60/P: 8 Mbps 2160/60/P: 20 Mbps
処理フレーム数	900 フレーム

8.1.3. 符号化難易度分布と選定した評価映像

映像情報メディア学会標準動画像における符号化難易度の分布と、選定した映像を映像フォーマット毎に示す。符号化難易度が高いシーンを中心に、中間のシーンも含めて選定している。図右側は、HEVC 実験時の 4320/60/P 評価映像を各解像度にダウンサンプルした後に、同一条件で符号化した場合の符号化難易度である(2160/60/P, HDR は除く)。

8.1.3.1. 1080/60/P, SDR

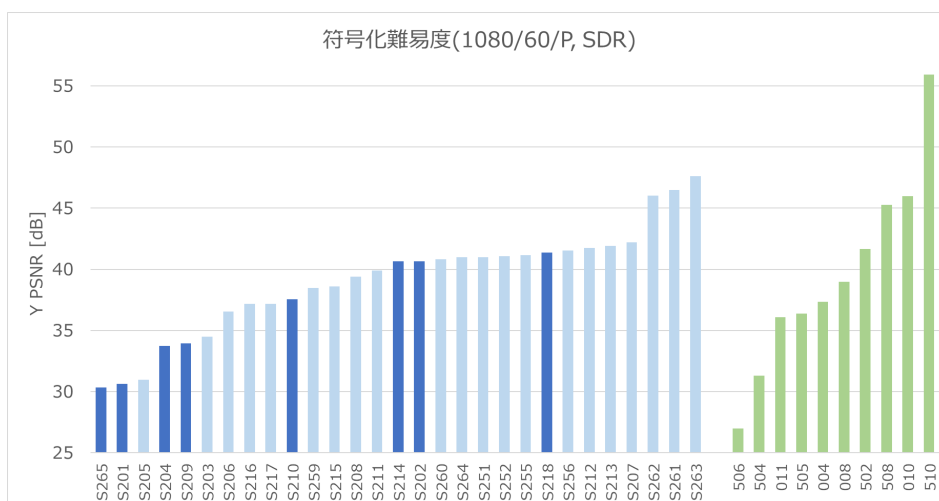


図 8-1 1080/60/P 映像の符号化難易度、選定した評価映像(濃青線で表示)

8.1.3.2. 2160/60/P, SDR

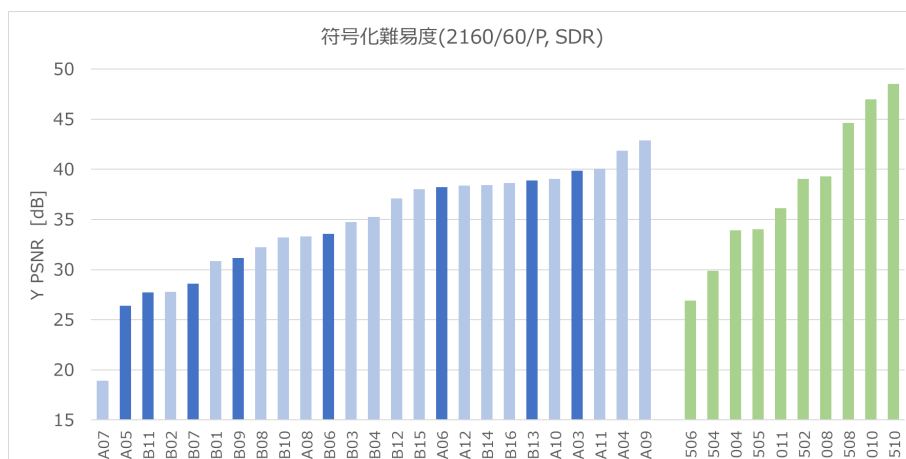


図 8-2 2160/60/P, SDR 映像の符号化難易度、選択した評価映像 (濃青線で表示)

8.1.3.3. 2160/60/P, HDR

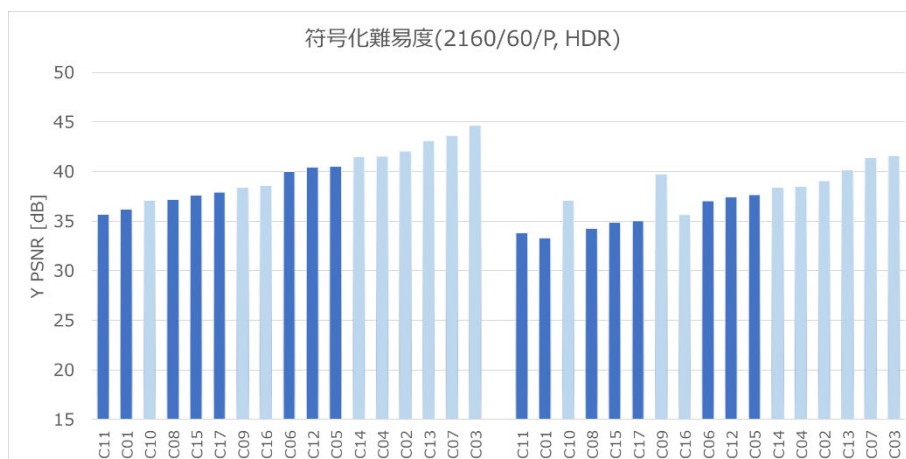


図 8-3 2160/60/P, HDR 映像の符号化難易度、選択した評価映像 (濃青線で表示)
右側は SDR 変換した場合の符号化難易度

8.2. 前処理及び符号化解像度変更で適用したフィルタ

符号化解像度変更で用いる縮小・拡大フィルタとして、Lanczos-3 フィルタを用いた。一次元フィルタであり、画像に対して水平方向、垂直方向の順に適用する。

前処理フィルタは、フィルタ A(2K 相当)は表 8-3 の C1、フィルタ B(3K 相当)は表 8-2 の C1 とした。

8.2.1. 3/4 縮小フィルタ

縮小後の画素位置によって、適用するフィルタ C1, C2, C3 を切り替えて適用する。他のフィルタも同様である。

表 8-2 3/4 縮小フィルタ係数(分母 256)

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
C1	0	5	-25	51	194	51	-25	5	0	0
C2	0	4	-12	-1	170	119	-25	0	1	0
C3	0	1	0	-25	119	170	-1	-12	4	0

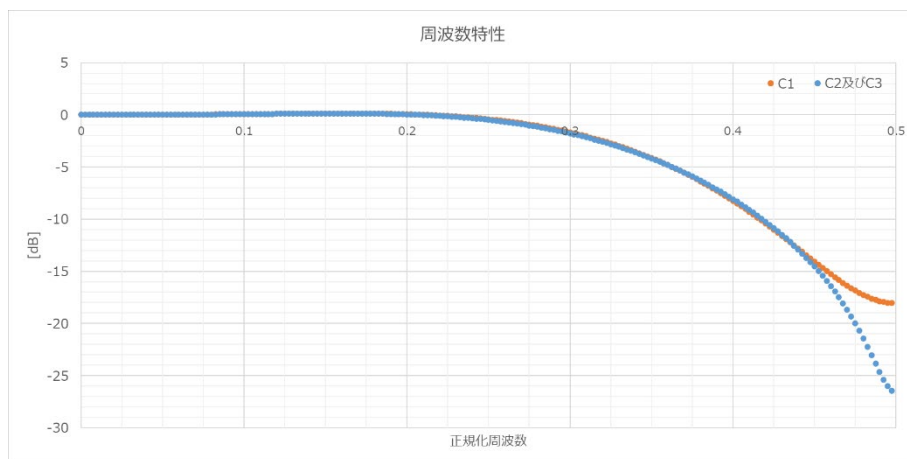


図 8-4 3/4 縮小フィルタの周波数特性

8.2.2. 1/2 縮小フィルタ

表 8-3 1/2 縮小フィルタ係数(分母 256)

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
C1	0	3	0	-17	0	78	128	78	0	-17	0	3	0	0

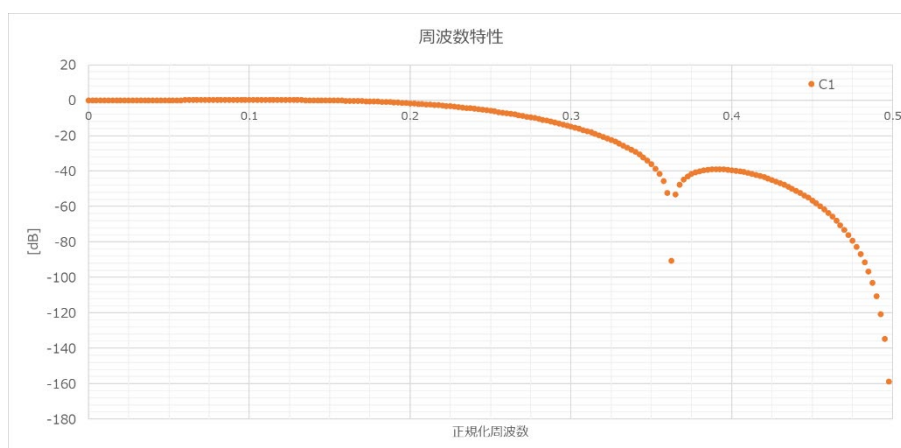


図 8-5 1/2 縮小フィルタの周波数特性

8.2.3. 4/3 拡大フィルタ

表 8-4 4/3 拡大フィルタ係数(分母 256)

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
C1	0	0	256	0	0	0
C2	2	-18	74	225	-34	7
C3	6	-34	156	156	-34	6
C4	7	-34	225	74	-18	2

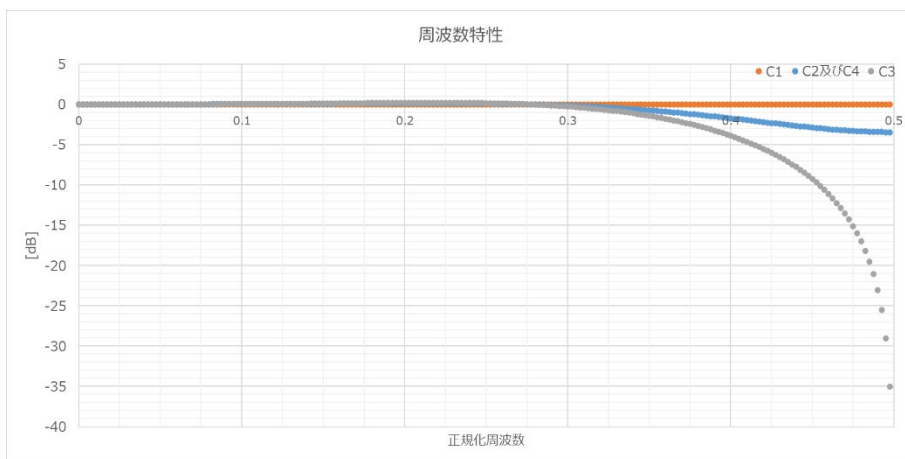


図 8-6 4/3 拡大フィルタの周波数特性

8.2.4. 2/1 拡大フィルタ

表 8-5 2/1 拡大フィルタ係数(分母 256)

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
C0	0	0	256	0	0	0
C1	6	-34	156	156	-34	6

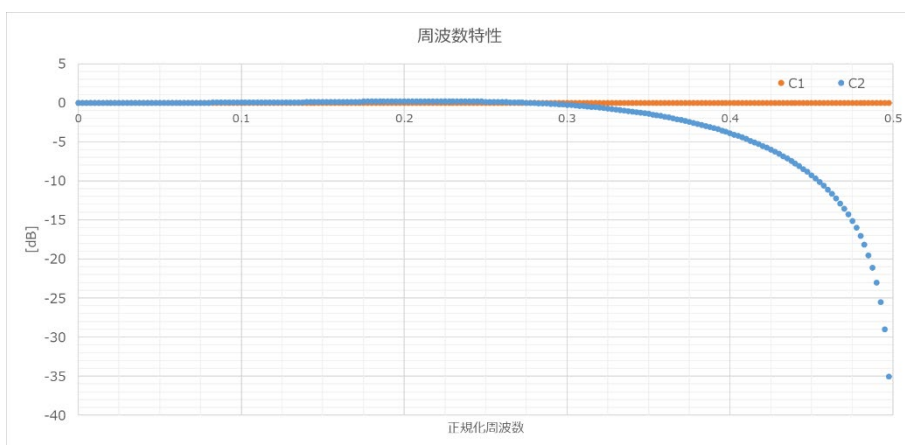
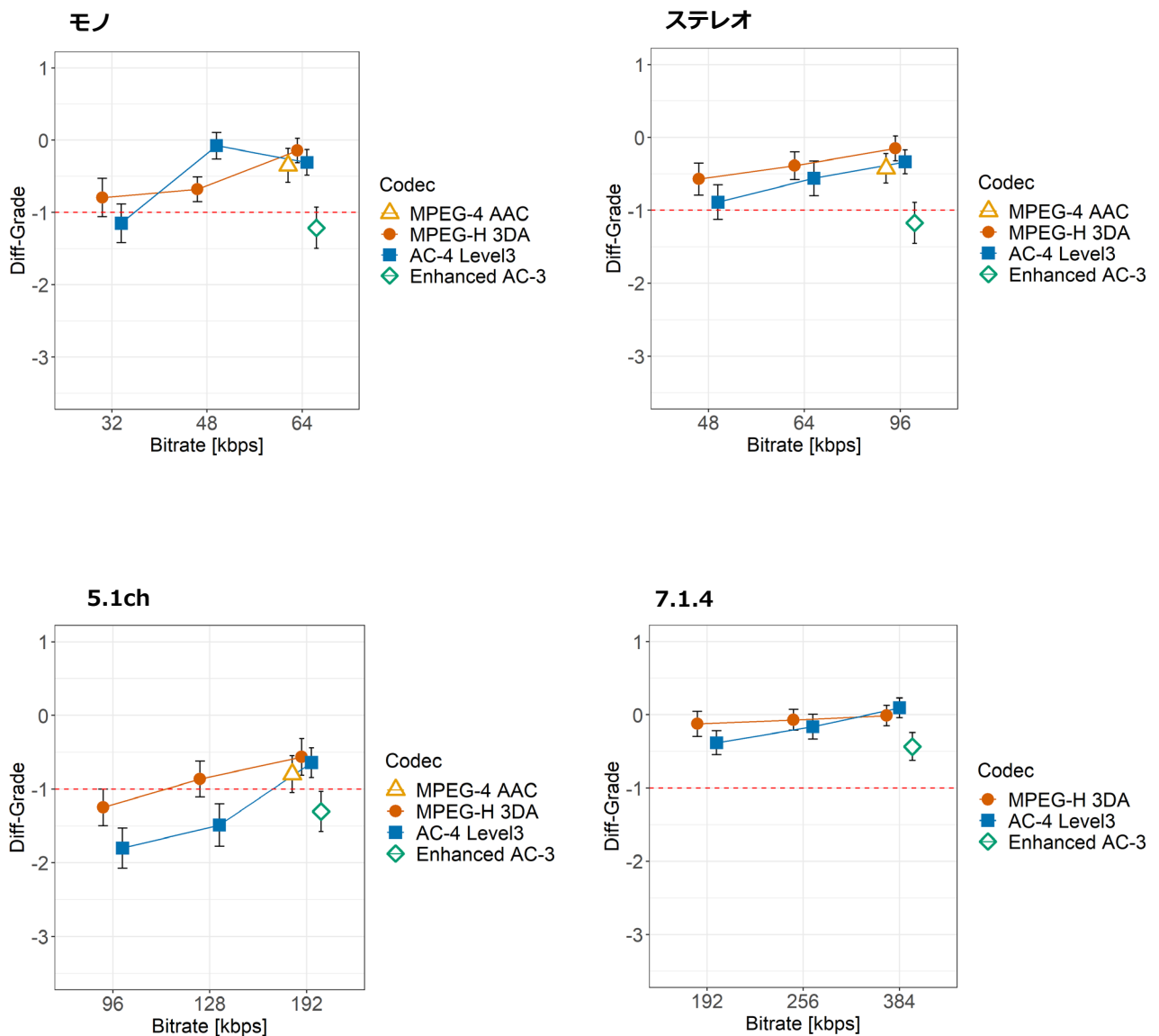


図 8-7 2/1 拡大フィルタの周波数特性

参考資料 20 音声符号化方式の品質比較のための主観評価実験結果

各音声符号化方式の音質を比較するために、同じ音源を同一ビットレートで符号化・復号した評価音を用いて、勧告 ITU-R BS. 1116 に基づく主観評価実験を行い、放送品質を満たすビットレート（所要ビットレート）を確認した。主観評価実験では音声フォーマット毎に 4 音源を用いた。4 音源の評価結果の平均を図 1 に示す。また、全ての音源で 95%の信頼区間が差分評価値で-1.0を上回るビットレートを所要ビットレートとした場合の各音声フォーマットの所要ビットレートを表 1 に示す（‘-’は「該当なし」）。



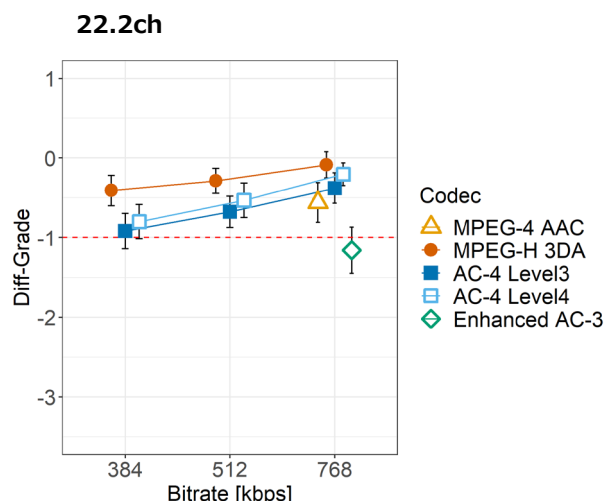


図 1 コアコーデの評価結果 (4 音源の平均)

表 1 MPEG-H 3DA と AC-4 の放送品質を満たすビットレート

音声符号化方式	音声フォーマット				
	22.2ch	7.1.4	5.1ch	2ch (ステレオ)	1ch (モノ)
MPEG-H 3DA	512 kbps	192 kbps	—	96 kbps	64 kbps
AC-4	768 kbps	256 kbps	—	—	48 kbps

放送品質を満たすビットレートが確認できた MPEG-H 3DA と AC-4 では、2 チャンネル以上のマルチチャンネル音響方式の場合 MPEG-H 3DA の方が、モノの場合 AC-4 の方が放送品質を満たすビットレートが低いことが分かった。但し、同じビットレートで評点の差を検定した結果、放送品質での利用が想定されるビットレートにおいては両音声符号化方式間に統計的な有意差はみられなかった。今回の実験では、先行研究に基づき MPEG-H 3DA と AC-4 の所要ビットレートと言われているビットレートを中心に実験を行ったため、MPEG-4 AAC と Enhanced AC-3 では放送品質を満たすビットレートを確認することはできなかった。同じビットレートで比較して、MPEG-4 AAC よりも有意に評点が高かったのは、MPEG-H 3DA (22.2ch の天ぷら)、有意に評点が低かったのは Enhanced AC-3 (22.2ch の拍手、5.1ch の花火、2ch のグロックン、1ch のウィンドチャイム・グロックン) であった。MPEG-H 3DA か AC-4 を用いることで、従来よりもビットレートを低く設定しても同等もしくはより高い品質が担保される。

次に、多言語放送や裏トークなどの副音声を想定し、2 カ国語放送と 4 カ国語放送を 22.2ch と 2ch を実施した場合に放送品質を満たすビットレートを表 2 に示す。MPEG-4 AAC の所要ビットレートは、複数ストリームを想定し、先行研究によるチャンネルベース音響の所要ビットレートを言語数で乗じた値となっている。MPEG-H 3DA と AC-4 は 22.2ch か 2ch の背景音と言語数分のモノのダイアログから構成されるオブジェクトベース音響の所要ビットレートで各音声素材の所要ビットレートはチャンネルベース音響と同じ所要ビットレートを用いている。現行の 4K8K 衛星放送で使

用されている MPEG-4 AAC と比較して、オブジェクトベース音響に対応した音声符号化方式を用いることにより、チャンネル数の多い 22.2ch では現行放送の 1.5～3 割、2ch でも 6～8 割程度のビットレートで 2～4 カ国語放送のサービスが可能となる。

表 2 想定される放送サービスに必要なビットレート

音声符号化方式	放送サービスの例			
	22.2ch2 カ国語	22.2ch4 カ国語	ステレオ 2 カ国語	ステレオ 4 カ国語
MPEG-4 AAC	2,800 kbps	5,600 kbps	288 kbps	576 kbps
MPEG-H 3DA	640 kbps (23%)	768 kbps (14%)	224 kbps (78%)	352 kbps (61%)
AC-4	864 kbps (31%)	960 kbps (17%)	(> 192 kbps (67%))	(> 288 kbps (50%))

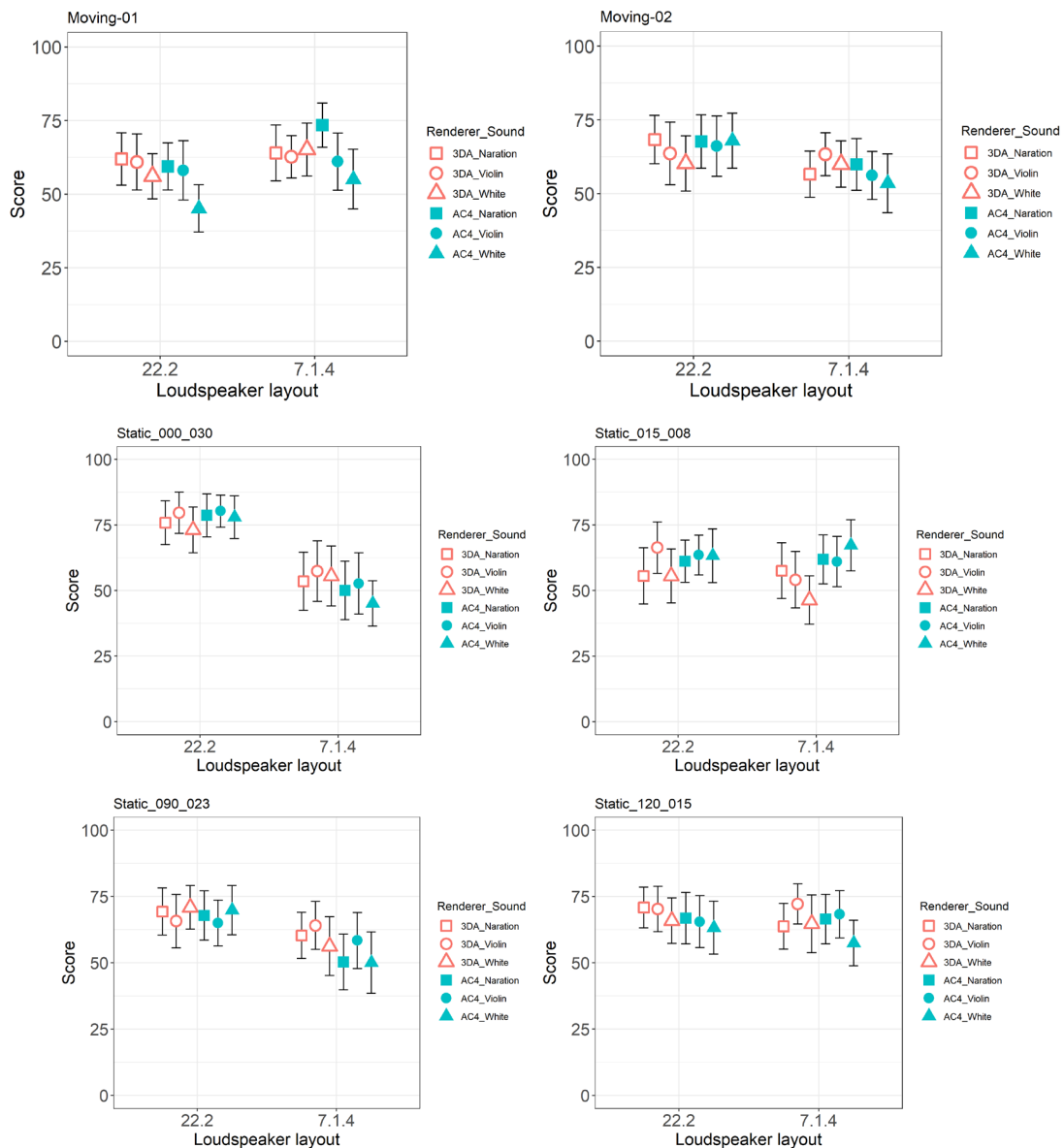
参考文献：

地上デジタル放送方式高度化に関わる適用技術検討作業 最終報告 音声符号化方式の比較検討
 (情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 地上デジタル放送方式高度化作業
 班 (第 13 回) 参考資料 4)

参考資料 21 レンダラ方式の品質比較のための主観評価実験結果

1. パンニング則

オブジェクトベース音響では、音声信号と再生位置を記述したメタデータをセットで伝送し、再生環境のスピーカ配置に合わせて再生信号を作成（レンダリング）する。MPEG-H 3DA では、位置情報を極座標で記述し、3D-VBAP アルゴリズム（3 スピーカで再生）を用い、Enhanced AC-3 及び AC-4 では、位置情報を直交座標で記述し、トリプルバランスパンナーアルゴリズム（最大 8 スピーカを指定）を用いる。パンニング則による印象差を確認するために、9 種類の位置情報、3 種類の音源、計 27 種類のオブジェクトをサラウンドサークルの中心位置で聴取する主観評価実験を行った。9 種類の位置情報は、画面上を異なる高さで左右に移動する動き、聴取者の周囲を周りながら上昇・下降する動きの 2 動作、7 方向（前方 2 方向、側方 2 方向、後方 1 方向、上方 2 方向）の静止位置である。スピーカ配置は、22.2ch と 7.1.4 の 2 種類とした。実験は多重刺激で、0-100 で回答させた。



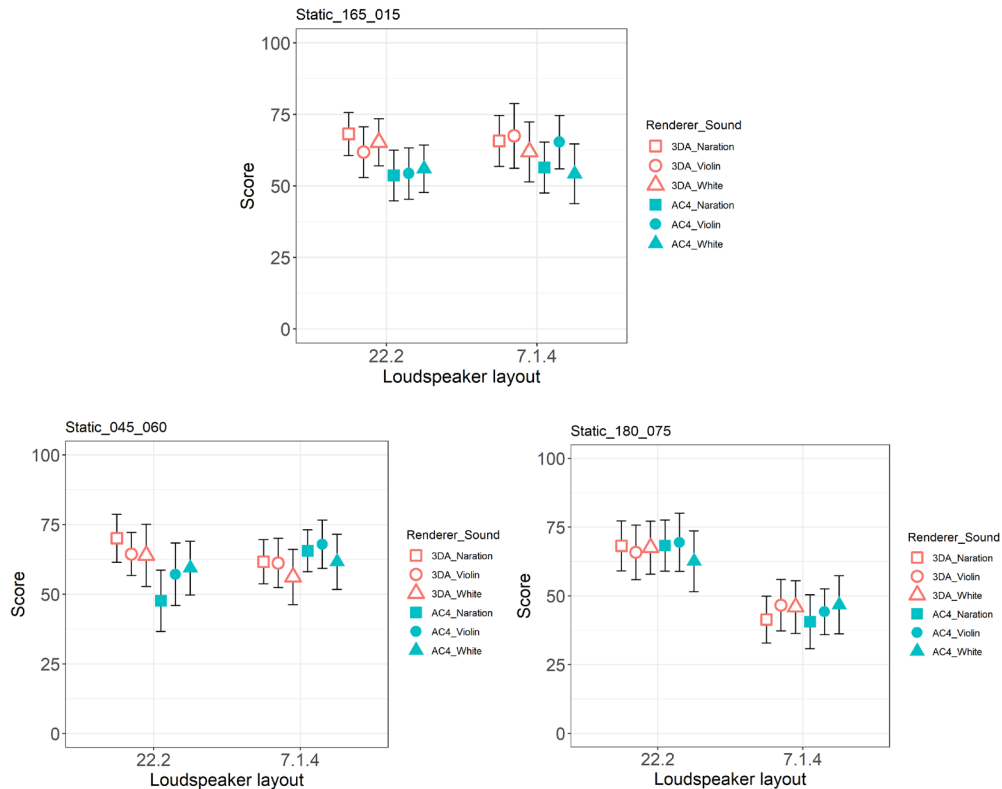


図 1-1 パンニング則の実験結果（上段：動き①，②、下段：静止 7 種類）

音源やスピーカ配置による品質差と比較して、パンニング則による品質差は小さく音声符号化方式に差があるとは言えない。一方、画面上に音像を移動させるという実験を実施するときに、座標系の違いや設計思想の違いにより、同一条件で実施することが困難であった。極座標を採用する MPEG-H 3DA では、聴取位置から見た音像位置をスピーカ配置によらず、角度（例：方位角 15 度、仰角 7.5 度）で指定する。一方、直交座標を採用する Enhanced AC-3 及び AC-4 では、スピーカとの相対位置で音像位置を指定するため、スピーカ配置に依存して想定される音像の位置が変化する。今回は、中層は方位角 30 度と 135 度、上層を方位角 45 度と 135 度を基準とした。このため、上層の方位角 30 度にスピーカを配置する 5.1.4 は実験条件から除外した。座標系を制作者の意図を保持したまま変換することは困難であり、どちらか一方の方式を採用することが望ましい。

2. 再生環境（スピーカ配置）への適応

制作時のスピーカ配置と再生時のスピーカ配置が異なるとき、MPEG-H 3DA では聴取者からみた角度が保持されるようにレンダリングする (Egocentric) のに対し、Enhanced AC-3 及び AC-4 では基準となる四隅のスピーカとの相対位置が保持されるようにレンダリングする (Allocentric)。この設計思想の違いが聴感に与える影響を調べるために主観評価実験を実施した。コンテンツは 22.2ch の背景音に 4 個の静的なオブジェクトが配置されたコンテンツ 3 種類、動的なオブジェクトが 1 個配置されたコンテンツ 1 種類、22.2ch の主チャンネル 22 個をオブジェクトとするコンテンツ 2 種類とした。評価はそれぞれのパンニング則で 22.2ch のスピーカ配置にオブジェクトをレンダリングさせた音源（背景音はダウンミックス係数を指定）を参照刺激とし、参照刺激からの

印象差を 0-100 点で評価させた。評価音は、22.2ch (隠れ基準)、7.1.4、5.1.4 の 3 種類である。

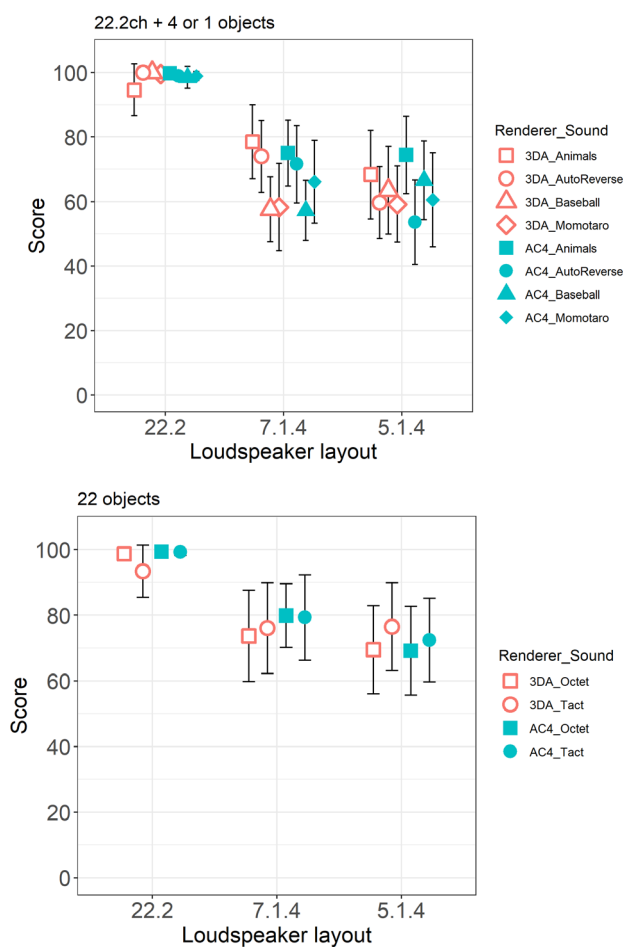


図 2-1 再生環境適応の実験結果

音源やスピーカ配置による品質差と比較して、レンダリング手法による差は小さく、音声符号化方式による差があるとは言えない。音像位置を重視するのか、方向が多少変化しても明瞭度を重視するのかは、番組制作意図にも関連し、評価が分かれる点であろう。

今回の実験において、音響メタデータは勧告 ITU-R BS. 2076 に規定される音響定義モデル (ADM) を使用した。ADM には使用できる記述子や設定できるパラメータに自由度があり、想定される動作が異なったり、音声符号化方式によっては動作しなかったりと運用上の課題が散見された。各社が独自の ADM プロファイルを公表しているが、EBU では制作用プロファイルが規格化され、ITU-R では放送用プロファイルが検討中である。実運用に則したプロファイルやメタデータのテンプレートなど、円滑な設備整備・番組交換を行うには、運用規定によるメタデータの仕様の明確化が求められる。

参考文献：

地上デジタル放送方式高度化に関わる適用技術検討作業 最終報告 音声符号化方式の比較検討

(情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 地上デジタル放送方式高度化作業
班 (第 13 回) 参考資料 4)

参考資料 22 最大入力音声チャンネル数の考え方について

入力音声チャンネル数は最大 56ch とした。これは、MPEG で回路規模を規定するためのパラメータであるレベル 4 の最大入力音声チャンネル数 (=56ch) に対応したものである。放送開始時期が明確になることで各放送事業者が必要とする最大入力音声チャンネル数が具体化するものと思われる。そこで、高度広帯域衛星デジタル放送 (4K8K 衛星放送) の音声符号化方式で採用されている、22.2 マルチチャンネル音響に対応し、且つ、オブジェクトベース音響によるサービスを想定した場合の最大入力音声チャンネル数について検討を行った。

オブジェクトベース音響では以下のサービスが新たに想定されている。

- ・再生環境への最適化
 - 様々なスピーカレイアウトに受信機で対応
- ・アクセス性改善
 - 受信機でダイアログを聴きやすく調整
- ・視聴者の好みに合わせた再生
 - 多言語音声・解説音声・背景音などのダイアログの差し替え、ホーム&アウェイなど

上記、想定サービスを前提にオブジェクトベース音響によるコンテンツ事例と入力音声チャンネル数の関係を表 1 にまとめた。オブジェクトベース音響の場合、多言語放送や緊急放送などの音声信号、2ch ステレオのサイマル放送なども音声オブジェクトとして同一エンコーダに入力することになり、いくつかのコンテンツによっては、音声信号の合計数は 56ch を超える場合も想定されることが分かった。実運用を考慮していないことを鑑み、MPEG で規定されているレベル 4 で制約を与えることが妥当であるとした。

表 1 オブジェクトベース音響のコンテンツ事例と入力音声チャンネル数

コンテンツ名	サービス事例	ダイアログ	背景音	Total (Stereo × 2 + 5.1 × 2)
国際放送21言語	国際放送21言語		42ch(2ch) : Stereo × 42カ国語	42ch
	OBAによる国際放送21言語	22ch(2ch) : 21カ国語 (mono)、緊急放送	2ch(2ch) : 背景音	28ch(+Stereo × 2) 70ch(+Stereo × 42)
スポーツ番組 (解説)	異なる解説で聞きたい	6ch(2ch) : 解説 (普通、英語、裏トーク、専門家、音声解説)、緊急放送	24ch(24ch) : 背景音 (22.2)	46ch
ドキュメンタリ (吹き替え)	出演者が日本語を話さないときに吹き替えて聞きたい、本人の声で聞きたい	7ch(2ch) : ダイアログ (日本語、英語、吹き替え、オリジナル、裏トーク、音声解説)、緊急放送	24ch(24ch) : 背景音 (22.2)	47ch
音楽	歌手グループの誰か一人の歌声を聞きたい	11ch(3ch) : 歌声 (全員、歌手A~D : Stereo)、緊急放送	24ch(24ch) : 伴奏 (22.2)	51ch
音楽	アレンジ違いの楽曲 (伴奏) を聞きたい。ナレーションはOFFにしたい。	15ch(14ch) : メインとなる楽器・演奏 (7.1.4)、ナレーション (日本語、英語)、緊急放送	36ch(12ch) : アレンジの異なる伴奏3種類 (7.1.4)	67ch
スポーツ番組 (Home & Away)	スポーツ番組で応援しているチームよりの背景音や解説を聞きたい (+裏トーク+二カ国語)	7ch(2ch) : Home (日本語、英語、裏トーク、無)、Away (日本語、英語、裏トーク、無)、緊急放送	48ch(24ch) : Home (22.2背景)、Away (22.2背景)	71ch