

携帯端末向けマルチメディア放送システム

ISDB-Tmm

(Integrated Services Digital Broadcasting

Terrestrial Mobile Multi-Media Broadcasting)

の技術的条件

中間報告

2009年01月26日

情報通信審議会 放送システム委員会

マルチメディア放送システム作業班

アドホックグループ1

構成

第 1 章 周波数条件

第 2 章 情報源符号化方式

第 3 章 アクセス制御方式

第 4 章 多重化方式

第 5 章 伝送路符号化方式

第 6 章 置局条件[T.B.D]

第 7 章 共用条件[T.B.D]

第1章 周波数条件

目次

第1章 周波数条件	1
1.1 適用周波数帯域	1-1
1.2 伝送周波数帯幅	1-1
1.3 送信周波数の許容偏差	1-1
1.4 IFFT サンプル周波数の許容偏差	1-1
1.5 送信スペクトルマスク [T.B.D]	1-2
1.6 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値 [T.B.D]	1-2

1.1 適用周波数帯域

VHF 帯の 207.5MHz - 222MHz を対象とする。

1.2 伝送周波数帯幅

周波数帯幅は以下の通りとする。

($6000/14 \times n + 38.48$)kHz を小数点以下切り上げた値
ここで、n: 13 セグメント形式または、1 セグメント形式と 13 セグメント形式を連結した OFDM フレームに含まれる OFDM セグメントの数。 $13 \leq n \leq [33]$ (T.B.D) (注1)。

(理由)

- ・ 周波数帯幅は
帯域上下端のキャリアの中心周波数の間隔= $6000/14 \times n$ (kHz)
帯域下端キャリアの 99%のエネルギーを含む帯域の半分=19.24 (kHz)
帯域上端キャリアの 99%のエネルギーを含む帯域の半分=19.24 (kHz)
とを加えたものである。
- ・ 超短波放送のうちデジタル放送（衛星補助放送を除く。）を行う放送局の周波数の許容偏差（無線設備規則 第二節 第六条（占有周波数帯幅の許容値）関連 別表第二号）と同一の値とする。
- ・ リアルタイムストリーミングサービスとファイルキャストサービスを効率的に多重伝送し、また、それらを連携させたマルチメディア放送サービスを実施するため、1つ以上の 13 セグメント形式が必要である。

1.3 送信周波数の許容偏差

送信周波数の許容偏差は 1 Hz とする。

尚、電波の能率的な利用を著しく阻害するものではないと特に総務大臣が認めたときは 500Hz とする。

(理由)

- ・ この許容偏差は SFN 時に生じるキャリア間干渉の許容量からの制限によるものである。
- ・ 超短波放送のうちデジタル放送（衛星補助放送を除く。）を行う放送局の周波数の許容偏差（無線設備規則 第二節 第五条（周波数の許容偏差）関連 別表第一号）と同一の値とする。

1.4 IFFTサンプル周波数の許容偏差

IFFT サンプル周波数の許容偏差は民間規格として標準化することが望ましい。具体的には、民間で標準化された ARIB 標準規格「地上デジタル放送音声放送の伝送方式」(ARIB STD-B29) の 5.3 項 IFFT サンプル周波数の許容偏差の規定が適当である。

OFDM に使用する IFFT サンプル周波数の許容偏差は、n を連結セグメント数とすると

き、

$$\pm 0.3\text{ppm} \times (13/n)$$

以内とする。

1.5 送信スペクトルマスク [T.B.D]

[T.B.D] (注1)

1.6 スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値 [T.B.D]

[T.B.D] (注1)

注1:マルチメディア放送システム間、及び、隣接業務システムとの共用条件による。

第2章 情報源符号化方式

目次

第2章 情報源符号化方式.....	2-1
2.1 情報源符号化方式（リアルタイム型）	2-1
2.1.1 映像符号化方式	2-1
2.1.1.1 H.264 | MPEG-4 AVC の運用ガイドライン	2-2
2.1.2 音声符号化	2-6
2.1.2.1 音声入力フォーマット	2-6
2.1.2.2 音声符号化方式.....	2-6
2.1.3 データ符号化.....	2-7
2.1.4 メタデータ伝送符号化方式	2-8
2.1.4.1 メタデータのバイナリ圧縮符号化	2-8
2.1.4.2 メタデータのテキスト符号化	2-9
2.2 情報源符号化方式（非リアルタイム型）	2-10
2.2.1 映像符号化方式	2-10
2.2.1.1 H.264 | MPEG-4 AVC の運用ガイドライン	2-11
2.2.2 音声符号化方式	2-13
2.2.2.1 音声入力フォーマット	2-13
2.2.2.2 音声符号化方式.....	2-14
2.2.3 データ符号化方式.....	2-14
2.2.3.1 符号化方式.....	2-14
2.2.4 メタデータ伝送符号化方式	2-15
2.2.4.1 メタデータのバイナリ圧縮符号化	2-15
2.2.4.2 メタデータのテキスト符号化	2-15

映像符号化方式は、将来のサービスの発展、高度化を考慮し、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することを提案する。具体的には、ARIB 標準規格「デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式」(ARIB STD-B24)のモノメディア符号化方式の規定をベースとすることが適当である。

(理由)

- ・ 受信機の共用化などの観点から、既存メディアである「ワンセグ」とできる限り整合性を取ることが望ましい。そのため、「ワンセグ」の映像符号化方式として規定されている、ARIB STD-B24 のモノメディア符号化方式 映像符号化のうちの H.264|MPEG-4 AVC をベースとして提案する。
- ・ H.264|MPEG-4 AVC は符号化効率の点で最も優れた映像符号化方式であり、受信機製造の面からも最も容易に実装が可能である

2.1 情報源符号化方式（リアルタイム型）

2.1.1 映像符号化方式

映像符号化は、ARIB-STD B24 第一編第2部ならびに付録規定 G H.264|MPEG-4 AVC 映像符号化に関する運用ガイドライン (ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10)に規定される方式を用いる。ただし、レベル2. 2、3. 0まで拡張する。

(理由)

- ・ 受信機の共用化などの観点から、既存メディアである「ワンセグ」とできる限り整合性を取ることが望ましい。そのため、「ワンセグ」の映像符号化方式として規定されている、ARIB STD-B24 のモノメディア符号化方式 映像符号化のうちの H.264|MPEG-4 AVC をベースとして提案する。
- ・ H.264|MPEG-4 AVC は符号化効率の点で最も優れた映像符号化方式であり、受信機製造の面からも最も容易に実装が可能である
- ・ モバイル端末ディスプレイの高画素化に伴い、現行より高品質のサービスへの要求が大きくなると想定されるため、レベル 2.2、3.0 まで拡張する。
- ・ 受信端末の処理能力の制限等を考慮し、H.264 スケーラブル符号/MPEG-4 AVC+SVC などのスケーラブル符号化の適用の是非についても検討することが望ましい。

☒ 2.1-1 に符号化パラメータの制約条件を示す。バッファサイズなど、ここに制約条件として記載されていないパラメータに関しては、ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 の規定に従うものとする。

図 2.1-1 符号化パラメータの制約条件

項目	制約条件
信号形式	YCbCr 4:2:0
量子化ビット数	8 bit
走査方式	プログレッシブ
最大画面サイズ	表 3.2.1.1-2 による
最大ビットレート	表 3.2.1.1-2 による
ピクチャの時間間隔	0.7 秒以内
カラー記述	Rec. ITU-R BT.1361 (Rec. ITU-R BT.709)準拠

表 2-1 最大画面サイズと最大ビットレート

プロファイル	レベル	最大画面サイズ[マクロブロック数] (対応する典型的な水平画素数×垂直 ライン数)	最大ビットレート (ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 規定値)
Baseline また は Main	Level 1	99(176×144)	64kbps
	Level 1.1	396(352×288)	192kbps
	Level 1.2	396(352×288)	384kbps
	Level 1.3	396(352×288)	768kbps
	Level 2	396(352×288)	2Mbps
	Level 2.1	792(352×480)	4Mbps
	Level 2.2	1620(720×480)	4Mbps
	Level 3	1620(720×480)	10Mbps

2.1.1.1 H.264 | MPEG-4 AVC の運用ガイドライン

ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 では、レベルに応じて、最大画面サイズとフレームレート(単位時間当たりのマクロブロック数)が定められており、リソースのフォーマット、受信表示装置及びその処理等を考慮し、運用するレベルと符号化映像フォーマットを定めることが望ましい。

2.1.1.1.1 想定する映像フォーマット

想定する映像フォーマットと対応するシンタックスを表 2-2 に示す。SQVGA,QVGA における 16:9 画面は、画素アスペクトは 4:3 画面と同じとし、垂直画素数を減らした画面サイズとする。

表 2-2 想定する映像フォーマット

フォーマット	画面サイズ	アスペクト比	seq_parameter_set_rbsp ()		vui_parameters ()	
			pic_width_in_mbs_minus1	pic_height_in_map_units_minus1	aspect_ratio_info_present_flag	aspect_ratio_idc
SQVGA	160×120	4:3	9	7※	1	1
SQVGA	160×90	16:9	9	5※		1
525QSIF	176×120	4:3	10	7※		3
526QSIF	176×120	16:9	10	7※		5
QCIF	176×144	4:3	10	8		2
QVGA	320×240	4:3	19	14		1
QVGA	320×180	16:9	19	11※		1
525SIF	352×240	4:3	21	14		3
526SIF	352×240	16:9	21	14		5
CIF	352×288	4:3	21	17		2
525HHR	352×480	4:3	21	29		3
525HHR	352×480	16:9	21	29		5
VGA	640×480	4:3	39	29		1
525 SD	720×480	4:3	44	29		3
525 SD	720×480	16:9	44	29		5

※ 画面幅あるいは高さが 16 で割り切れない場合、有効サンプルの右側あるいは有効ラインの下側に架空の映像データ(ダミーデータ)を付加し、実際には 16 の倍数のサンプル数あるいはライン数で符号化処理される。デコーダではダミーデータを除いた有効サンプルあるいは有効ライン映像信号として出力される。

2.1.1.1.2 フレームレート

フレームレートは、VUI Parameter の変数を用いて、 $\text{フレームレート} = \text{time_scale} / \text{num_units_in_tick}$ 出計算し、1000/1001 の整数倍とする。フレームスキップを制限しないこととする。ただし、運用する映像フォーマットに対し、各レベルにおける最大にフレームレート[Hz]は表 2-3 に示す通りとする。

表 2-3 各レベルにおける最大フレームレート[Hz]

	1	1.1	1.2	1.3	2	2.1
SQVGA(4:3)	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
SQVGA(16:9)	24000/1001	30000/1002	30000/1002	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525QSIF(4:3)	15000/1001	30000/1003	30000/1003	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525QSIF(16:9)	15000/1001	30000/1004	30000/1004	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QCIF	15000/1001	30000/1005	30000/1005	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(4:3)	-	10000/1001	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(16:9)	-	12000/1001	24000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525SIF(4:3)	-	15000/2002	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525ISF(16:9)	-	15000/2002	15000/1002	30000/1001	30000/1001	30000/1001
CIF	-	15000/2002	15000/1003	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525HHR(4:3)	-	-	-	-	-	30000/1001
525HHR(16:9)	-	-	-	-	-	30000/1001
VGA	-	-	-	-	-	-
525 SD	-	-	-	-	-	-
525SD	-	-	-	-	-	-

	2.2	3
SQVGA(4:3)	30000/1001	30000/1001
SQVGA(16:9)	30000/1001	30000/1001
525QSIF(4:3)	30000/1001	30000/1001
525QSIF(16:9)	30000/1001	30000/1001
QCIF	30000/1001	30000/1001
QVGA(4:3)	30000/1001	30000/1001
QVGA(16:9)	30000/1001	30000/1001
525SIF(4:3)	30000/1001	30000/1001
525ISF(16:9)	30000/1001	30000/1001
CIF	30000/1001	30000/1001
525HHR(4:3)	30000/1001	30000/1001
525HHR(16:9)	30000/1001	30000/1001
VGA	15000/1001	30000/1001
525 SD	15000/1001	30000/1001
525SD	15000/1001	30000/1001

2.1.1.1.3 カラー記述

カラー記述は、Rec. ITU-R BT. 1361(Rec. ITU-R BT. 709) に準拠する。VUI Parameters において、video_signal_type_present_flag=0 あるいは colour_description_present_flag=0 の場合、colour_primaries, transfer_characteristics, matrix_coefficients の全ての値は 2 (Unspecified)となるが、デコーダ側で全ての値を 1 (Rec. ITU-R BT. 709) と等価であると解釈することとする。

2.1.2 音声符号化

2.1.2.1 音声入力フォーマット

音声入力フォーマットは、省令「標準テレビジョン放送等のうちデジタル放送に関する信号の標準方式」第一章第七条(音声信号)を適用する。

(1) 入力標準化周波数

入力標準化周波数は、32kHz, 44.1kHz 及び 48kHz とする。

(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。

(3) 入力チャンネル数

入力チャンネル数の最大入力音声チャンネル数は、5 チャンネル+1 チャンネル(低域強調用チャンネル)とする。

(理由)

- ・ 入力標準化周波数としてはBSデジタル放送、及び地上デジタルテレビジョン放送において上記の 3 種の周波数が規定されており、本提案方式についても放送機器の互換性を考慮して同一のパラメータを提案する。
- ・ 量子化ビット数についてはハードウェア規模やコストへの影響が比較的少ないこと、16ビットを超える量子化ビット数を備えた音響機器が普及しつつあることから将来の拡張を可能とする 16 ビット以上とした。
- ・ 入力チャンネル数としては、最大はBSデジタル放送、及び地上デジタルテレビジョン放送に規定される 5 チャンネル+1 チャンネル(低域強調用チャンネル)(5.1ch)とするのが、伝送容量の制限、ハード規模への影響等も考慮した結果適当であると考えられる。

2.1.2.2 音声符号化方式

音声符号化方式は、将来のサービスの発展、高度化を考慮し、国際的な標準規格をベースとした民間規格として

標準化することを提案する。具体的には、民間で標準化された ARIB 標準規格「デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式」(ARIB STD-B32) 及び MPEG Surround(ISO/IEC23003-1) をベースとすることが適当である。

(1) 機能

入力されたベースバンドの PCM デジタル音声信号を圧縮符号化し、MPEG-2 で規定されたエレメンタリーストリームを出力する。

(2) 技術規格

MPEG-2 AAC Audio(ISO/IEC 13818-7)及び MPEG Surround(ISO/IEC23003-1) に準拠する。

(3) 符号化標本化周波数

入力標本化周波数(32kHz、44.1kHz、48kHz)に加えて 16kHz, 22.05kHz, 24kHzとする。

(理由)

- ・ AAC 方式はBSデジタル放送、及び地上デジタルテレビジョン放送の音声符号化方式として規定されており、共用化のメリットが大きいと考えられる。
- ・ AAC 方式の音質特性については、MPEG や ARIB 音声符号化作業班の実験結果から、高音質及び低ビットレートの両方において、十分な性能を示すことが検証されている。
- ・ 符号化標本周波数は、低ビットレート符号化も考慮し、入力標本化周波数(32kHz、44.1kHz、48kHz)に加えて、16kHz, 22.05kHz, 24kHzの採用が適切であると考えられる。
- ・ 低ビットレートでのマルチチャンネル音声符号化を行うため、MPEG Surround 方式が ISO/IEC23003-1 として規格化されている。これは MPEG-2 AAC 方式との後方互換性を持っており、MPEG Surround 方式による音声符号化ストリームからステレオあるいはモノラルの音声を MPEG-2 AAC 方式のデコーダにより復号することが可能であり、廉価版端末との整合性も高く、有効な選択肢であると考えられる。
- ・ MPEG-2 AAC 方式と MPEG-4 AAC 方式には技術上はほぼ同等の技術を使用している。現放送システムでは MPEG-2 AAC 方式が採用されていることから、本提案では MPEG-2 AAC を提案するが、現状の携帯端末等では MPEG-4 AAC 方式が採用されている機種も存在することから、将来的な受信機の作成コスト等を考慮し、運用により MPEG-4 AAC 方式を導入する可能性の検討を行うことも有効であるとする。

2.1.3 データ符号化

データ符号化方式は、将来のサービスの発展、高度化を考慮し、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することを提案する。具体的には、民間で標準化された ARIB 標準規格「デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式」(ARIB STD-B24) のデータ符号化方式、XML ベースのマルチメディア符号化についての規格をベースとすることが適当である。

(理由)

BSデジタル放送、及び地上デジタルテレビジョン放送のデータ符号化方式として規定されており、共用化のメリットが大きいと考えられる。

また、ARIB STD-B24 は今後の技術進歩にも対応しうる十分な拡張性、柔軟性を有している。

2.1.4 メタデータ伝送符号化方式

メタデータの符号化方式は、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することを提案する。具体的には、ARIB 標準規格「サーバー型放送における符号化、伝送及び蓄積制御方式」(ARIB STD-B38)をベースとすることが適当である。サービス記述メタデータの伝送にあたっては、バイナリ形式とテキスト形式の符号化を行うことができるものとする。

(理由)

- ・ ARIB STD-B38 は、XML に準拠した記述言語型のメタデータ符号化方式であり、MPEG や TV-Anytime Forum 等の国際的な標準規格と整合性がある。また、ARIB STD B38 に規定されていない項目に関しては、国際標準規格である IETF-RFC2046 に準拠することが望ましい。

2.1.4.1 メタデータのバイナリ圧縮符号化

伝送帯域に制限がある放送システムでは、テキスト記述によるデータ容量の増大や受信機の負荷増大が大きな問題となる。そのためメタデータの伝送は圧縮比の向上とデコード及び妥当性検証処理を簡易にする適切なフォーマットにエンコードすることが望ましい。

ISDB-Tmm では、メタデータの高効率な伝送のため、ARIB STD-B38 A.5 「メタデータのバイナリ伝送符号化方式について」に述べられた、伝送時のメタデータ容量の圧縮及び伝送されたメタデータの一部更新を可能とするバイナリ伝送符号化方式を用いることができる。

本符号化形式の識別のために用いられるメディア型とその意味をに定義する。バイナリ形式符号化の識別は、[1] 第三編に示される DII(DownloadInfoIndication)のモジュール情報領域等で用いられる Type 記述子によりメディア型を指定して行う。

表 2-4 バイナリ形式符号化コンテンツタイプ

メディア型	意味
application/X-arib-bim	ISO/IEC 15938-1 に基づきバイナリ符号化された記述言語型メタデータ

2.1.4.2 メタデータのテキスト符号化

サービス記述メタデータ伝送符号化として XML 文書をそのままテキスト形式により符号化する方式も用いることができる。記述言語型メタデータには以下の文字符号を用いる。

- EUC-JP
- UCS (UTF-8 及び UTF-16)
- シフト JIS 文字符号

なお、テキスト形式符号化及び文字符号の識別は、[1] 第三編に示される DII のモジュール情報領域等で用いられる **Type** 記述子によりメディア型を指定して行う。表 2-5 に本符号化形式の識別のために用いるメディア型とその意味を定義する。メディア型は IETF-RFC2046 に準拠する。

表 2-5 テキスト形式符号化コンテンツタイプ

メディア型	意味
application/x-arib-meta+xml;charset="euc-jp"	B38 規定の記述言語型メタデータ (EUC)
application/x-arib-meta+xml;charset="UTF-8"	B38 規定の記述言語型メタデータ (UTF-8)
application/x-arib-meta+xml;charset="UTF-16"	B38 規定の記述言語型メタデータ (UTF-16)
application/x-arib-meta+xml;charset="Shift_JIS"	B38 規定の記述言語型メタデータ (シフト JIS)

2.2 情報源符号化方式（非リアルタイム型）

2.2.1 映像符号化方式

映像符号化は、ARIB-STD B24 第一編第2部ならびに付録規定 G H.264|MPEG-4 AVC 映像符号化に関する運用ガイドライン (ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10) に規定される方式を用いる。ただし、以下の表 2-6 に示すとおり、High プロファイルを追加すると共に レベルを Level4. 1 まで拡張する。

(理由)

- ・ 受信機の共用化などの観点から、既存メディアである「ワンセグ」とできる限り整合性を取ることが望ましい。そのため、「ワンセグ」の映像符号化方式として規定されている、ARIB STD-B24 のモノメディア符号化方式映像符号化のうちの H.264|MPEG-4 AVC をベースとして提案する。
- ・ H.264|MPEG-4 AVC は符号化効率の点で最も優れた映像符号化方式であり、受信機製造の面からも最も容易に実装が可能である
- ・ 非リアルタイム型サービスでは、より高品質な再生装置での視聴も想定されるため、Level4.1 までのサポートとした。
- ・ 受信端末の処理能力の制限等を考慮し、H.264 スケーラブル符号/MPEG-4 AVC+SVC などのスケーラブル符号化の適用の是非についても検討することが望ましい。

表 2-6 最大画面サイズと最大ビットレート

プロファイル	レベル	最大画面サイズ[マクロブロック数] (対応する典型的な水平画素数×垂直 ライン数)	最大ビットレート (ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 規定値)
Baseline、 Main または High	Level 1	99(176×144)	64kbps
	Level 1.1	396(352×288)	192kbps
	Level 1.2	396(352×288)	384kbps
	Level 1.3	396(352×288)	768kbps
	Level 2	396(352×288)	2Mbps
	Level 2.1	792(352×480)	4Mbps
	Level 2.2	1620(720×480)	4Mbps
	Level 3	1620(720×480)	10Mbps
	Level 3.1	3600(1280×720)	10Mbps
	Level 3.2	5120(1280×720)	20Mbps

	Level 4	8192(1920×1088)	20Mbps
	Level 4.1	8192(1920×1088)	50Mbps

2.2.1.1 H.264 | MPEG-4 AVC の運用ガイドライン

ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 では、レベルに応じて、最大画面サイズとフレームレート(単位時間当たりのマクロブロック数)が定められており、リソースのフォーマット、受信表示装置及びその処理等を考慮し、運用するレベルと符号化映像フォーマットを定めることが望ましい。

2.2.1.1.1 想定する映像フォーマット

想定する映像フォーマットと対応するシンタックスを表 2-7 に示す。SQVGA,QVGA における 16:9 画面は、画素アスペクトは 4:3 画面と同じとし、垂直画素数を減らした画面サイズとする。

表 2-7 想定する映像フォーマット

フォーマット	画面サイズ	アスペクト比	seq_parameter_set_rbsp ()		vui_parameters ()	
			pic_width_in_mbs_minus1	pic_height_in_map_units_minus1	aspect_ratio_info_present_flag	aspect_ratio_idc
SQVGA	160×120	4:3	9	7※	1	1
SQVGA	160×90	16:9	9	5※		1
525QSIF	176×120	4:3	10	7※		3
526QSIF	176×120	16:9	10	7※		5
QCIF	176×144	4:3	10	8		2
QVGA	320×240	4:3	19	14		1
QVGA	320×180	16:9	19	11※		1
525SIF	352×240	4:3	21	14		3
526SIF	352×240	16:9	21	14		5
CIF	352×288	4:3	21	17		2
525HHR	352×480	4:3	21	29		3
525HHR	352×480	16:9	21	29		5
VGA	640×480	4:3	39	29		1
525 SD	720×480	4:3	44	29		3
525 SD	720×480	16:9	44	29		5
720p HD	1280×720	16:9	79	44		1
1080 HD	1920×1080	16:9	119	67※	1	

※ 画面幅あるいは高さが 16 で割り切れない場合、有効サンプルの右側あるいは有効ラインの下側に架空の映像データ(ダミーデータ)を付加し、実際には 16 の倍数のサンプル数あるいはライン数で符号化処理される。デコーダではダミーデータを除いた有効サンプルあるいは有効ライン映像信号として出力される。

2.2.1.1.2 フレームレート

フレームレートは、VUI Parameter の変数を用いて、 $\text{フレームレート} = \text{time_scale} / \text{num_units_in_tick}$ 出計算し、1000/1001 の整数倍とする。フレームスキップを制限しないこととする。ただし、運用する映像フォーマットに対し、各レベルにおける最大フレームレート[Hz]は表 2-8 に示す通りとする。

表 2-8 各レベルにおける最大フレームレート[Hz]

	1	1.1	1.2	1.3	2	2.1
SQVGA(4:3)	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
SQVGA(16:9)	24000/1001	30000/1002	30000/1002	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525QSIF(4:3)	15000/1001	30000/1003	30000/1003	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525QSIF(16:9)	15000/1001	30000/1004	30000/1004	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QCIF	15000/1001	30000/1005	30000/1005	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(4:3)	-	10000/1001	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(16:9)	-	12000/1001	24000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525SIF(4:3)	-	15000/2002	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525ISF(16:9)	-	15000/2002	15000/1002	30000/1001	30000/1001	30000/1001
CIF	-	15000/2002	15000/1003	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525HHR(4:3)	-	-	-	-	-	30000/1001
525HHR(16:9)	-	-	-	-	-	30000/1001
VGA	-	-	-	-	-	-
525 SD	-	-	-	-	-	-
525SD	-	-	-	-	-	-
720p HD	-	-	-	-	-	-
1080 HD	-	-	-	-	-	-

	2.2	3	3.1	3.2	4	4.1
SQVGA(4:3)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
SQVGA(16:9)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001

525QSIF(4:3)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525QSIF(16:9)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QCIF	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(4:3)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
QVGA(16:9)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525SIF(4:3)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525SIF(16:9)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
CIF	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525HHR(4:3)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525HHR(16:9)	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
VGA	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525 SD	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
525SD	15000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001	30000/1001
720p HD	-	-	60000/1001	60000/1001	60000/1001	60000/1001
1080 HD	-	-	-	-	30000/1001	30000/1001

その他、カラー記述、チャンネル切替時間の考慮、運用上の制限についてはリアルタイム型映像符号化方式(2.1.1)に規定する運用ガイドラインと同一とする。

2.2.2 音声符号化方式

音声入力フォーマットは、省令「標準テレビジョン放送等のうちデジタル放送に関する信号の標準方式」第一章第七条(音声信号)を適用する。

2.2.2.1 音声入力フォーマット

(1) 入力標本化周波数

入力標本化周波数は、32kHz、44.1kHz 及び 48kHz とする。

(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。

(3) 入力チャンネル数

入力チャンネル数の最大入力音声チャンネル数は、5 チャンネル+1 チャンネル (低域強調用チャンネル) とする。

2.2.2.2 音声符号化方式

ARIB 標準規格「デジタル放送における映像符号化、音声符号化及び多重化方式」(ARIB STD-B32) に従う。ただし MPEG-4 Audio については、HE-AAC v1 (ISO/IEC 14496-3:2003:Amd.1)、HE-AAC v2 (ISO/IEC 14496-3:2005:Amd.2)、MPEG-4 ALS (ISO/IEC 14496-3 : 2005:Amd.2:2006)、MPEG-4 SLS (ISO/IEC 14496-3 : 2005:Amd.3:2006)、MPEG Surround (ISO/IEC 23003-1) を追加することとする。

符号化標本化周波数については、入力標本化周波数 (32kHz、44.1kHz、48kHz) に加えて 16kHz、22.05kHz、24kHz とする。

(理由)

- ・ 非リアルタイム伝送における音声符号化方式は、ARIB STD-B32 に規定する符号化方式に加え、携帯端末に実装され、無線帯域の有効利用するための高い圧縮効率を実現できる HE-AACv1/v2 を採用することが望ましい。
- ・ また、高音声品質でコンテンツ伝送を実現するために、ロスレス音声符号化方式である MPEG-4 ALS、MPEG-4 SLS 及び MPEG Surround を採用することが望ましい。

2.2.3 データ符号化方式

ファイルキャストサービスでは任意の符号化ファイルを伝送することができる。ファイル型式は MIME Type で特定できる。詳細は別途運用規定で定めるが、代表的なメディア符号化方式についての例を以下に示す。

2.2.3.1 符号化方式

映像、音声を含むマルチメディアコンテンツ等、任意ファイルの形式は、MIME Type で特定される。使用可能な MIME Type 及び符号化の詳細については別途運用規定で定めるが、一例として、ARIB B-24 第2編付録規定 C に規定するものに加え、video/mp4、application/pdf、application/x-shockwave-flash などが使用可能である。

(理由) 既に民間規格である、ARIB STD B24 第二編付録規定 C に規定があるため、それに準拠する事が望ましい。また、ARIB STD B24 に規定はされていないものの、一般的に利用頻度が高いと考えられる MIME Type は追加する事が適当である。なお、詳細運用範囲については、事業者運用規定による制定が望ましい。

2.2.4 メタデータ伝送符号化方式

メタデータの符号化方式は、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することを提案する。具体的には、ARIB 標準規格「サーバー型放送における符号化、伝送及び蓄積制御方式」(ARIB STD-B38)をベースとすることが適当である。サービス記述メタデータの伝送にあたっては、バイナリ形式とテキスト形式の符号化を行うことができるものとする。

(理由) ARIB STD-B38 は、XML に準拠した記述言語型のメタデータ符号化方式であり、MPEG や TV-Anytime Forum 等の国際的な標準規格と整合性がある。また、ARIB STD B38 に規定されていない項目に関しては、国際標準規格である IETF-RFC2046 に準拠することが望ましい。

2.2.4.1 メタデータのバイナリ圧縮符号化

伝送帯域に制限がある放送システムでは、テキスト記述によるデータ容量の増大や受信機の負荷増大が大きな問題となる。そのためメタデータの伝送は圧縮比の向上とデコード及び妥当性検証処理を簡易にする適切なフォーマットにエンコードすることが望ましい。

ISDB-Tmm では、メタデータの高効率な伝送のため、ARIB STD-B38 A.5 「メタデータのバイナリ伝送符号化方式について」に述べられた、伝送時のメタデータ容量の圧縮及び伝送されたメタデータの一部更新を可能とするバイナリ伝送符号化方式を用いることができる。

本符号化形式の識別のために用いられるメディア型とその意味を表 2-9 バイナリ形式符号化コンテンツタイプに定義する。バイナリ形式符号化の識別は、[1] 第三編に示される DII (DownloadInfoIndication) のモジュール情報領域等で用いられる Type 記述子によりメディア型を指定して行う。

表 2-9 バイナリ形式符号化コンテンツタイプ

メディア型	意味
application/X-arib-bim	ISO/IEC 15938-1 に基づきバイナリ符号化された記述言語型メタデータ

2.2.4.2 メタデータのテキスト符号化

サービス記述メタデータ伝送符号化として XML 文書をそのままテキスト形式により符号化する方式も用いることができる。記述言語型メタデータには以下の文字符号を用いる。

- EUC-JP
- UCS (UTF-8 及び UTF-16)
- シフト JIS 文字符号

なお、テキスト形式符号化及び文字符号の識別は、[1] 第三編に示される DII のモジュール情報領域等で

用いられる **Type** 記述子によりメディア型を指定して行う。表 2-10 テキスト形式符号化コンテンツタイプに本符号化形式の識別のために用いるメディア型とその意味を定義する。メディア型は IETF-RFC2046 に準拠する。

表 2-10 テキスト形式符号化コンテンツタイプ

メディア型	意味
application/x-arib-meta+xml;charset="euc-jp"	B38 規定の記述言語型メタデータ (EUC)
application/x-arib-meta+xml;charset="UTF-8"	B38 規定の記述言語型メタデータ (UTF-8)
application/x-arib-meta+xml;charset="UTF-16"	B38 規定の記述言語型メタデータ (UTF-16)
application/x-arib-meta+xml;charset="Shift_JIS"	B38 規定の記述言語型メタデータ (シフト JIS)

第3章 アクセス制御方式

第3章	アクセス制御方式.....	3-1
3.1	限定再生方式.....	3-1
3.1.1	エンクリプト方式【解説】	3-1
3.1.2	関連情報サブシステム	3-2
3.1.3	ACI, EMM の配送方法	3-2
3.2	限定受信方式.....	3-3
3.2.1	スクランブルサブシステム【解説】	3-3
3.2.2	関連情報サブシステム	3-4

アクセス制御方式は、ファイルキャッシングサービスおよびストリーミングサービスで用いる限定再生方式、限定利用方式および限定受信方式から構成される。限定利用方式は、暗号化したコンテンツをファイルとして放送あるいは補完的に通信を用いて伝送する。限定再生方式と限定利用方式の違いはファイルの内容が映像か否かであり、技術方式としては全く同じであることから、特に区別するがない場合には、限定再生方式として記載する。

3.1 限定再生方式

限定再生方式としての省令・告示に関する該当事項としては、総務省令第26号(標準テレビジョン放送のうちデジタル放送に関する送信の標準方式)第8条(スクランブル等)第2号、告示第37号第2項と第3項を適用する。但し、エンクリプト対象を任意のファイル形式に拡張することが望ましい。

限定再生方式としての民間規格に関する該当事項としては、サービスの健全な発展のために、共通情報などの伝送方式をRAND条件などの条件を適用することが望ましい。また、エンクリプトの対象は、データカールセルのDDBメッセージのBlockDataByteに限定することなくファイル形式であれば利用できることが望ましい。その他、既存民間規格のセクション形式、TSパケットなど送出手順を可能な限り利用することが望ましい。

暗号アルゴリズム(エンクリプト方式)とその識別方法については、将来のサービスの発展、計算機能力および暗号化技術の動向を考慮の上、事業者が任意方式を採用できることが望ましい。

(理由)

- データカールセル以外の方式にて、コンテンツ保護対象のコンテンツを配信する必要がある。なお、ファイル自体の暗号化の仕方に関しては、特に変更する必要はない。

3.1.1 エンクリプト方式【解説】

エンクリプト方式は、民間規格のARIB STD-B25 第2部第3章の下記に示す一部拡張し、適用することが望ましい。

- エンクリプトの対象
データカールセル方式以外の伝送方式も考えられることから、ARIB STD-B24 第三編、ARIB STD-B25 第二部 3.3.1 で規定されるデータカールセルのDDBメッセージのblockDataByteに限定とせず、事業者任意規格として別途定めることが適当である。
- なお、暗号アルゴリズムと鍵長については、エンクリプト方式では、現行のARIB STD-B25 第2部を踏襲し、事業者任意規格にて運用で選定できることが適当である。
- .

【参考:変更しない箇所】

- エンクリプトの単位
ファイル単位とする。
- エンクリプトの識別

民間規格の ARIB STD-B25 第 2 部 3.4.4.7 で規定される Encrypt 記述子、3.4.4.6 で規定される LLI (Licence Link Information) により、エンクリプトファイルであることを識別することが望ましい。

3.1.2 関連情報サブシステム

- 共通情報 ACI (Account Control Information)

告示 37 号 2 項の記載事項に従う。

サービスの形態に応じて異なる情報が配置可能な領域である。配置を行う情報の例を以下に示す。契約判定に関する情報、再生・利用条件(有効期限等)、コンテンツ鍵に関する、改ざん検出に関する情報

- プロトコル番号
- ACI に含まれる情報、それぞれの情報の長さ、ACI 全体の構造などを識別するコード
- 事業者識別(運用上のサービス事業者を識別するコード)
- ワーク鍵識別(ACI の復号鍵を識別するコード)
- 事業者領域

- 個別情報 EMM (Entitlement Management Messge)

告示 37 号 2 項に記載事項に従い、EMM セクションで伝送される。

民間規格の ARIB STD-B25 第 2 部 3.4.3 の記載ある通り、EMM は、ユーザごとに異なるサービス事業者/ユーザ間の契約に関する情報であり、個々のユーザに対してコンテンツの配信とは非同期に配信されることが望ましい。EMM は、一部に暗号化を施すことが望ましい。

- ACI の位置指定

民間規格の ARIB STD-B25 第 2 部 3.4.4 の記載ある通り、コンテンツに対する ACI の位置を以下のより指定することが望ましい。

- コンテンツ情報ヘッダ
- ACG (Access Control Croup)記述子
- ライセンスリンク情報(LLI: License Link Information)

3.1.3 ACI, EMM の配送方法

リクエストに応じて ACI, EMM を配送するため、放送にて配送する方法に加えて、事業者任意規格において通信路を利用できると考えられる。なお、リムーバブルメディア経由等の配送を考慮する。

3.2 限定受信方式

限定受信方式としての省令・告示に関する該当事項としては、総務省令第26号(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)第8条(スクランブル等)第1号、告示第40号第1項および告示第37号第1項と第3項を適用する。但し、暗号アルゴリズムに関しては、告示第40号第1項2号において指定する別表第1号に記載の方式に限定せず、事業者が任意に選定できることが望ましい。

限定受信方式としての民間規格に関する該当事項としては、ARIB STD-B25を適用する。但し、同標準規格 第2部2.3.1.1において、スクランブルサブシステムとしてMULTI2方式が記載されているが、これに限らず、RAND条件を考慮した128ビット以上のブロック暗号も適用可能とすることが望ましい。尚、TSパケットの暗号化対象領域については、現行規定どおり、TSパケット(伝送制御信号、及び、関連情報を送るためのものを除く)のペイロード部分とする。

スクランブルサブシステムに適用する暗号アルゴリズム(スクラブル方式)とその識別方法については、将来のサービスの発展、計算機能力および暗号化技術の動向を考慮の上、事業者が任意方式を採用できることが望ましい。

(理由)

- ・ 携帯端末を含め通信装置においては、128ビット以上のブロックがすでに広く普及しており、受信機実装の効率化から、告示40号に指定した暗号強度以上であれば、それを利用することを許容することが望ましい。

3.2.1 スクランブルサブシステム【解説】

スクランブルサブシステムは告示第40号の一部を適用する。但し、第一項二にて指定した、スクランブルの手順に用いる暗号アルゴリズムは任意方式を選定できるように拡張することが望ましい。

次ページの図は、128ビットブロック暗号を適用した場合の例である。

①スクランブルの手順

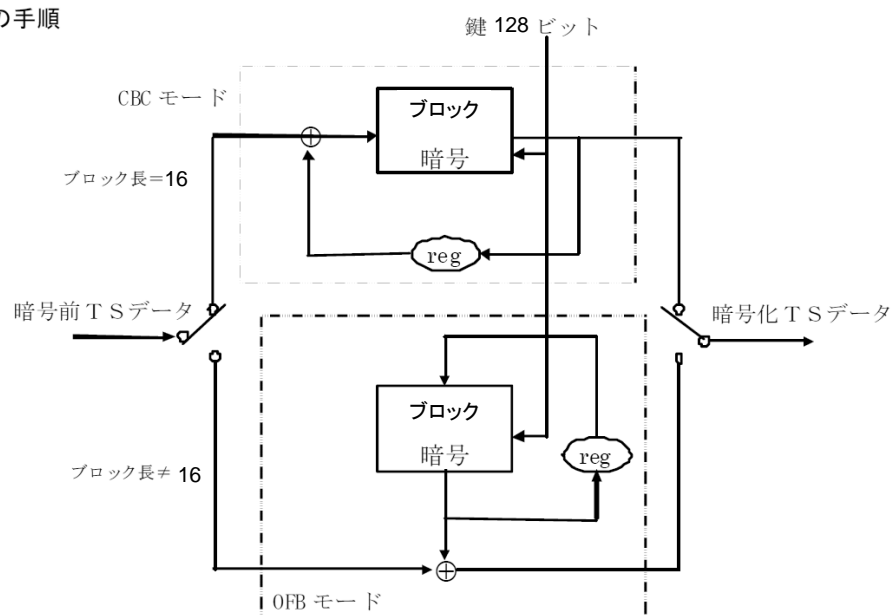


図 3.3.1-1 スクランブル方式

注1 図は、128ビット暗号の場合の例を示す。

2 **reg** は、レジスターを示す。

3 \oplus は、排他的論理和を表す。

- スクランブルを施す階層

現行、告示と同様、トランスポートストリームとする。

- スクランブルの範囲

現行、告示と同様、スクランブルを施す対象は、チャンネル選択後速やかに再生可能とするため限定受信方式と同様、TS パケット(伝送制御信号及び関連情報を送るためのものを除く。)のペイロード部とする。

- スクランブルの単位

現行、告示と同様、スクランブル単位は、チャンネル選択後速やかに再生可能とするため TS パケット単位で施すものとする。

- 同一鍵の使用時間

1ECM あたり最短の更新時間は、受信機の全体としての耐タンパ性を考慮し、事業者任意規格とする。

- ECM の送信、更新頻度 (TBD)

現行の民間規格である ARIB STD-B25 第1部 2.1.8 では、最短 100ms となっている。

同じ PID で送られる ECM の更新頻度は 1 秒以上/個となっている。

3.2.2 関連情報サブシステム

- ECM セクション構造(TBD)

スクランブルを制御するためスクランブル鍵の鍵情報で、現在と次の 2 つの鍵を送る。

- (偶数鍵)16 バイト以上

- (奇数鍵)16 バイト以上

暗号アルゴリズムの拡張を可能とするための暗号アルゴリズム識別情報(仮名称)を送付する。送出手法は、同一 CA_SYSTEM_ID 内では誤動作しないことを条件とし、事業者任意規格とすることが有効であると考ええる。

- EMM セクション構造

放送波以外に通信路においても伝送することが限られた放送帯域の有効活用する観点から効率的であると考えられる。その伝送方式は、放送と同等以上のセキュリティ強度を保つ方式とすることが望ましい。また、具体的な伝送方式は、事業者任意規格とすることが有効であると考ええる。さらに、リムーバブルメディア経由等の配送を考慮する。

- 運用しない主な機能

- EMM 共通メッセージ

- 視聴情報収集機能

通信路をほぼ前提とするため運用しない

第4章 多重化方式

目次

第4章 多重化方式.....	4-1
4.1 多重化方式の基本.....	4-1
4.1.1 ストリーミングサービス.....	4-1
4.1.2 ファイルキャストサービス.....	4-1
4.1.2.1 ファイルキャストサービスの伝送制御.....	4-1
4.1.2.2 識別子等の追加規定.....	4-3
4.2 データ多重方式.....	4-4
4.2.1 ストリーミングサービス.....	4-4
4.2.2 ファイルキャストサービス.....	4-4
4.2.2.1 ファイルキャストサービスにおけるデータ多重.....	4-4
4.2.2.2 ファイルブロック分割方式.....	4-6
4.2.2.3 FLUTE.....	4-6
4.2.2.4 アプリケーションレイヤ FEC.....	4-41
➤ Compact No-Code FEC.....	4-41
➤ LDPC 符号 Staircase.....	4-43
4.2.2.5 UDP/IP および IP ヘッダ圧縮.....	4-48
➤ UDP.....	4-48
➤ IPv4.....	4-49
➤ IPv6.....	4-51
➤ ROHC.....	4-52
4.2.2.6 IP over MPEG-2 伝送方式.....	4-61
4.2.2.7 ファイル修復方式.....	4-63
4.2.3 双方向網での伝送方式.....	4-70

4.1 多重化方式の基本

4.1.1 ストリーミングサービス

リアルタイム型放送のための多重化方式は、MPEG-2 Systems(ITU-T H.222.0|ISO/IEC 13818-1)の規定に基づき、省令第26号第1章第3条および告示第37号を適用する。また、番組選択に利用される番組配列情報等の詳細については、ARIB STD-B10の規定に基づき、民間規格として標準化されることが望ましい。

(理由)

- ・ リアルタイム型放送のための多重化方式は、既に放送が行われている1セグ放送の方式規格と共通化することが望ましいと考える。

4.1.2 ファイルキャストサービス

ファイルキャストサービスにおいては、MPEG-2 Systems(ITU-T H.222.0|ISO/IEC 13818-1)上においてIPパケットを多重化伝送できる方式とする。このため、総務省令第26号第1章第3条および告示第37号、及び、民間規格ARIB STD-B10記載の番組配列情報において、MPEG-2TSレイヤからIPレイヤを参照できる仕組みを追加すること望ましい。

(理由)

- ・ IPパケットを多重伝送できるようにすることにより、通信系コンテンツ配信との親和性が高くなり、ケータイコンテンツとの連携サービスや、ソフトウェアの共用化も可能となる。

4.1.2.1 ファイルキャストサービスの伝送制御

ISDB-Tmmサービスにおける、ファイルキャストサービスのために、その識別および伝送制御信号を、ITU-T H.222.0|ISO/IEC 13818-1 (MPEG-2 Systems)の規定に基づき、平成15年総務省令第26号(一部改正:平成19年総務省令第25号)第1章第3条および平成15年総務省告示第37号(一部改正:平成16年総務省告示第726号および平成19年総務省告示第133号)に従い多重化する場合、MPEG-2TSレイヤからIPレイヤを参照するために、IP参照用のテーブルが必要となる。これは、ARIB STD-B10(デジタル放送に使用する番組配列情報)に示される番組配列情報に準じた拡張により行うことができる。図4-1は、IP参照用テーブルの一例であり、実装形態によっては、図4-2に示す形態によりサービスを実現する事もできる。

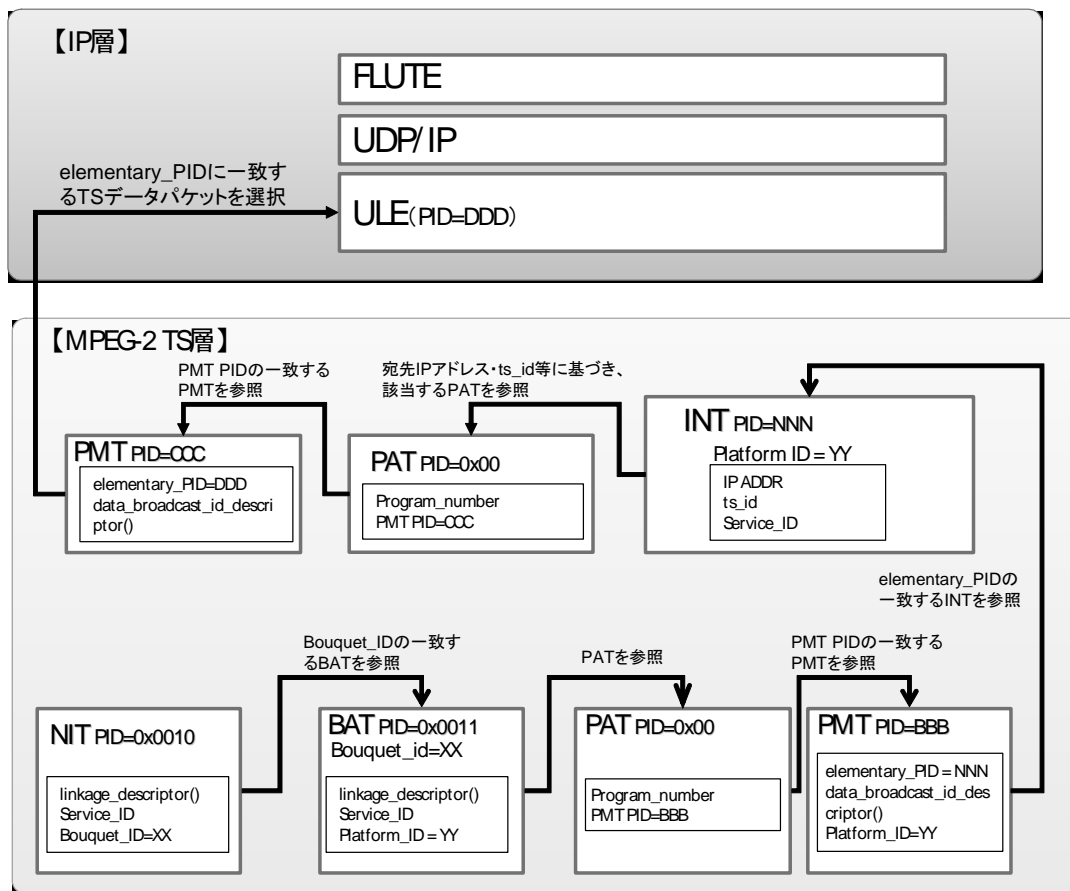


図 4-1 ファイルキャストの多重化方式概要 1

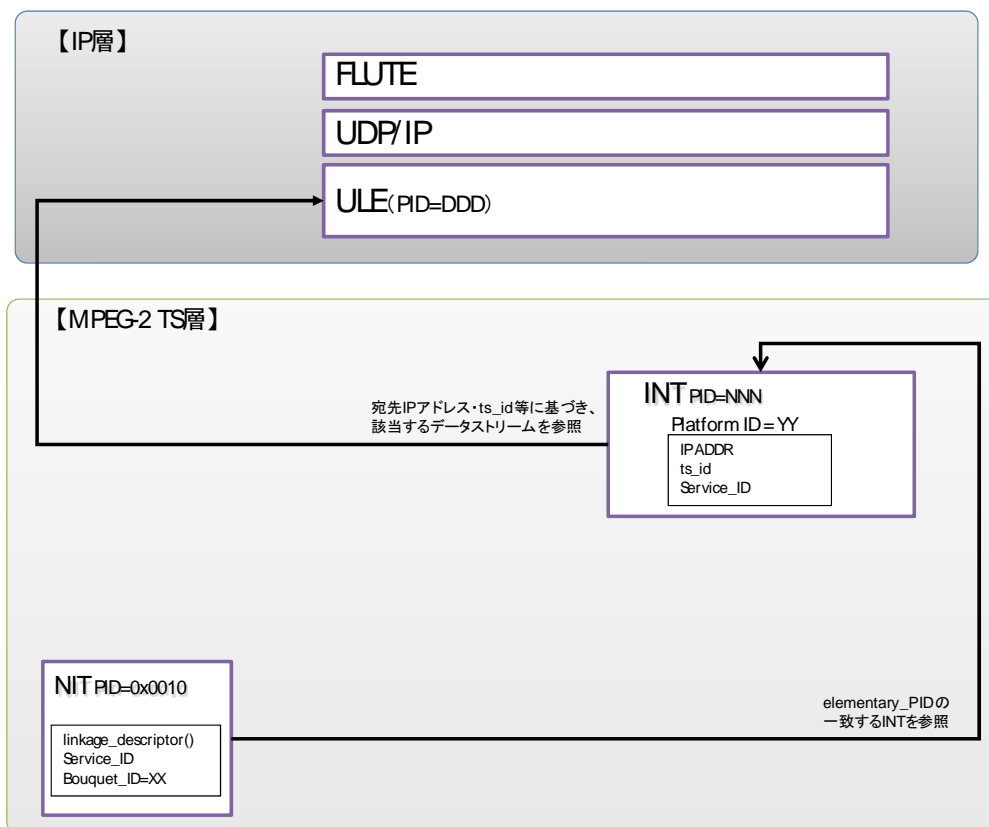


図 4-2 ファイルキャストの多重化方式概要 2

4.1.2.2 識別子等の追加規定

- ARIB STD-B10 の NIT、BAT、PMT に以下を追加規定する。
 - linkage_descriptor、stream_identifier_descriptor()へ新たに IP/MAC_notification_info への参照を追加規定。
 - data_broadcast_id_descriptor(B10 にない)を既定。
- IP/MAC Notification Table (INT)を新たに定義する。

(理由)

- 放送波において、IP データの伝送を行う場合には、IP 参照用テーブルが必須となる。IP 参照用テーブルには、高度 BS 放送で用いられる AMT 方式が存在しているが、ServiceID の割り当て空間が 16bit しかなく、柔軟なファイルキャストサービスを実施するにあたり、これが放送サービスを提供する上で、非常に大きな制約条件となる事が容易に考えられるため、AMT 方式の採用は相応しくない。一方で、国際規格である INT 方式においては ServiceID の割り当てに 256bit の空間の割り当てが可能であるため、ISDB-Tmm 方式で用いる IP 参照用テーブルは、INT 方式の採用が妥当である。
- また、INT 方式の採用にあたっては、国際規格に準拠するために、NIT、BAT、PMT に関する追

加規定を行う必要がある。

4.2 データ多重方式

4.2.1 ストリーミングサービス

将来のサービスの発展、高度化を考慮し、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することが望ましい。具体的には、ARIB 標準規格「デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式」(ARIB STD-B24 第三編)記載のデータ伝送方式をベースとすることが適当である。

(理由)

- ・ 受信機の共用化などの観点から、既存メディアである「ワンセグ」とできる限り整合性を取ることが望ましい。

4.2.2 ファイルキャストサービス

ファイルキャストサービスのデータ多重方式は、将来のサービスの発展、高度化を考慮し、国際的な標準規格をベースとした民間規格として標準化することが望ましい。具体的には、IETF にて規格化され、携帯電話向けのデータ伝送方式として DVB-H および 3GPP で採用されている、FLUTE / AL-FEC によるブロック分割/アプリケーション FEC を施し、UDP/IP、IP over MPEG-2 に従い伝送する方式が適している。

(理由)

- ・ IETF にて規格化され、携帯電話向けのデータ伝送方式として DVB-H および 3GPP でも採用される方式を採用することで、他のサービスとの相互利用による利便性向上も期待でき、ソフトウェアの共用化も可能となる。
- ・ 放送波では取得できなかった部分を通信機能により補完する連携サービスが実現しやすくなり、サービス性を向上できる。

4.2.2.1 ファイルキャストサービスにおけるデータ多重

ファイルキャストサービスでは、映像・音声などを含む、任意ファイルを伝送することが可能である。任意ファイルは、FLUTE および AL-FEC により規定されるブロックサイズに分割された後、アプリケーションレイヤ FEC を施したのち、UDP/IP、IP over MPEG-2 に従い、伝送される。(図 4-3)

また、伝送路の状態により一部データが損失した場合は、第 8 章に定める通信補完機能により修復することができる。

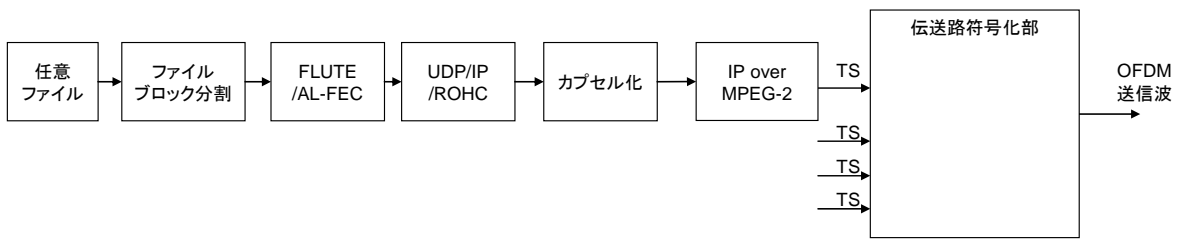


図 4-3 任意ファイルの伝送に関する機能ブロック

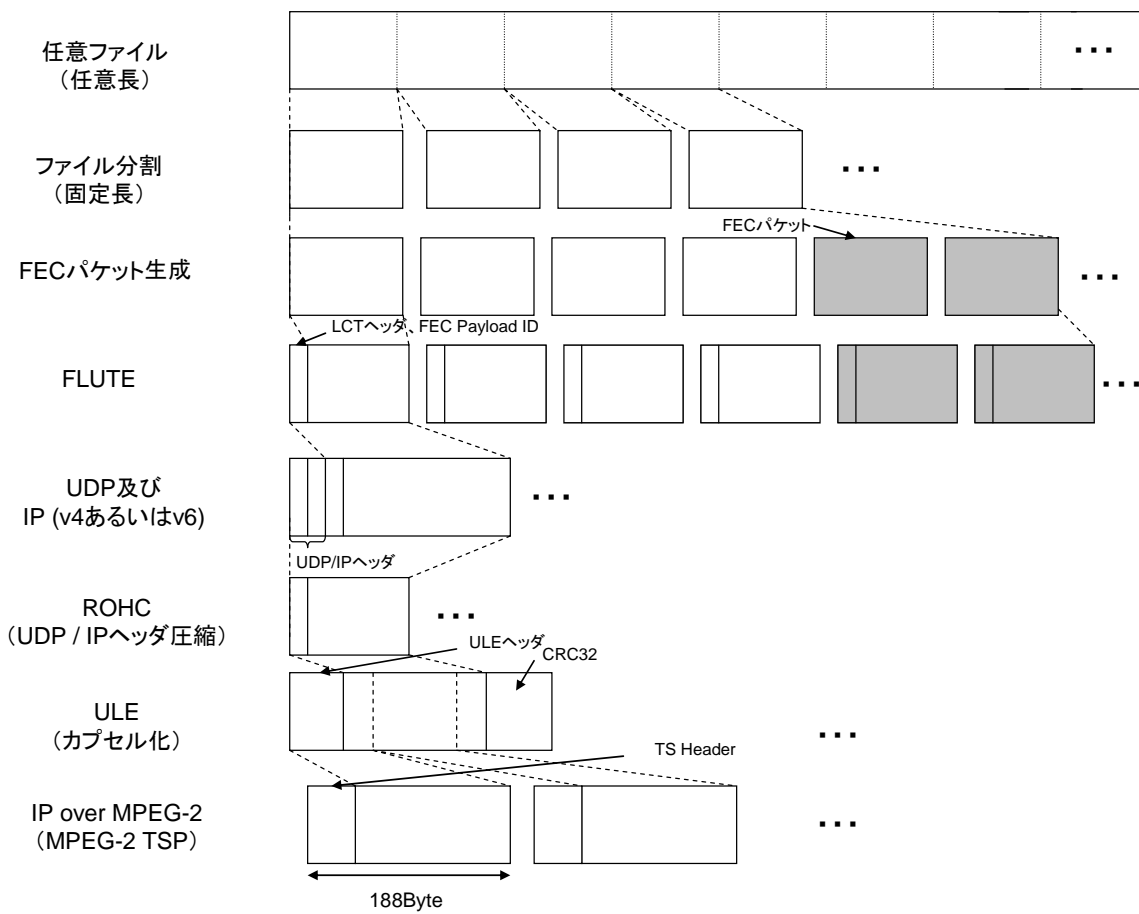


図 4-4 任意ファイルの TS パケットへマッピング

任意ファイルを TS パケットへ伝送するまでのプロセスを図 4-4 へ示す。

4.2.2.2 ファイルブロック分割方式

ファイルブロックの分割方式については、詳細は本規格書 4.2.2.3 (FLUTE) および 4.2.2.4 (AL-FEC) にて定める。

4.2.2.3 FLUTE

ファイルキャストサービスのデータ伝送方式には、将来におけるサービスの発展、高度化、および相互利用等を考慮し、IETF 規格に基づいた仕様とすることを提案する。また、具体的なデータ伝送手順等および伝送制御メタデータ等の詳細については、民間規格として標準化されることが適当である。

(理由)

IETF にて規格化され、携帯電話向けのデータ伝送方式として DVB-H および 3GPP でも採用される方式を採用することで、他のサービスとの相互利用による利便性向上も期待でき、ソフトウェアの共用化も可能となる。

FLUTE プロトコル内のビルディングブロックの構成は次のとおりである。

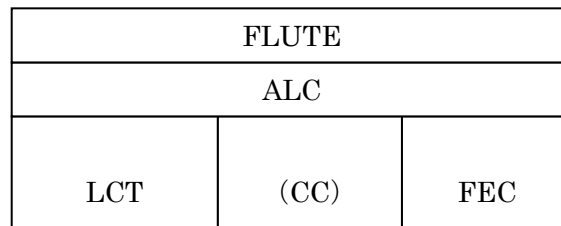


図 4-5 FLUTE のビルディングブロック構成

(1) LCT (Layered Coding Transport)

IP マルチキャスト上でコンテンツ伝送を実現するために、以下の機能を提供するトランスポート層のビルディングブロック。

- ・ データ伝送のためのパケット構造
- ・ マルチキャストグループ構成のためのセッション/チャンネル

(2) CC (Congestion Control)

データ伝送時に発生する輻輳に対する制御手段を提供するビルディングブロック。
ファイルキャストサービスでは輻輳制御ビルディングブロックによる輻輳制御は行わない。
輻輳制御は ISDB-Tmm では使用しない。

(3) FEC (Forward Error Correction)

データ伝送における欠損を回復するための仕組みを提供するビルディングブロック。

伝送するデータから冗長パケットを生成し、受信機へ元データと共に伝送する。受信機はパケットの欠損を検出した場合に、冗長パケットを使用して欠損データを復元する。冗長パケットを生成するためのアルゴリズムは、使用する FEC スキーマに依存する。

ISDB-Tmm では、冗長パケットを生成しない Compact No-Code FEC スキーマ (FEC Encoding ID = 0) およびその他の FEC スキーマ (FEC Encoding ID は 4.2.2.5 を参照) を使用することができる。パケット欠損への対策としては、ファイル修復手順で行う。

(4) ALC (Asynchronous Layered Coding)

ALC は LCT ビルディングブロックと輻輳制御ビルディングブロック、FEC ビルディングブロックを結びつけ、信頼性の高いコンテンツ伝送を実現するためのプロトコルである。

(5) FLUTE (File Delivery over Unidirectional Transport)

ALC で伝送するオブジェクトの詳細情報 (FDT インスタンス) を規定する。FDT インスタンスは、コンテンツが伝送されるダウンロードセッションと同じセッションで伝送される。受信側では、FDT インスタンスを使用して、伝送されたオブジェクトを再構築しアプリケーションへ渡す。

■ パケット構造

FLUTE のパケット構造を以下に示す。

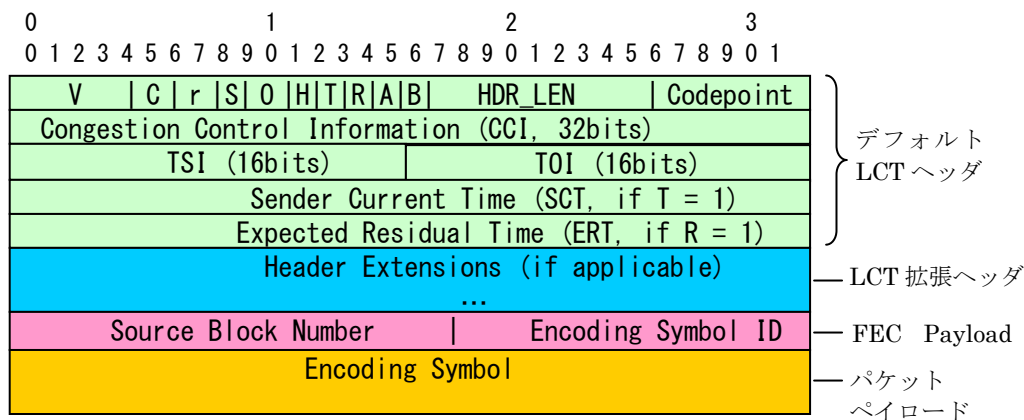


図 4-6 FLUTE パケットフォーマット

各フィールドの詳細を以下に示す。

(1) デフォルト LCT ヘッダ

表 4-1 LCT ヘッダフィールド

フィールド	サイズ (ビット)	値	備考
V (Version)	4	1 パケットのバージョン	
C (congestion control flag)	2	0 CCI フィールドのサイズ : 32 ビット	使用しない
r (reserved)	2	0	
S (TSI flag)	1	0 TSI フィールドのサイズ : 16 ビット	
O (TOI flag)	2	0 TOI フィールドのサイズ : 16 ビット	
H (half-word flag)	1	1 TSI,TOI フィールドのサイズ : 16 ビット	
T (SCT present flag)	1	0 または 1 SCT フィールドの有無	
R (ERT present flag)	1	0 または 1 ERT フィールドの有無	
A (Close Session flag)	1	0 または 1 セッション終了フラグ	
B (Close Object flag)	1	0 または 1 オブジェクト終了フラグ	
HDR_LEN (LCT header length)	8	デフォルト LCT ヘッダの長さ	
CP (Codepoint)	8	FDT インスタンスを伝送時は FEC Encoding ID、その他は 0	
CCI (Congestion Control Information)	32	0 CCI 情報なし	
TSI (Transport Session Identifier)	16	TSI 値 (UDP 送信元ポート番号)	
TOI (Transport Object Identifier)	16	TOI 値 (セッション内のオブジェクト識別情報)	
SCT (Sender Current Time)	32	セッション開始を基準とした送信者側の現在時間 (ミリ秒)	
ERT (Expected Residual Time)	32	伝送されるオブジェクトのパケットの送信残余時間 (ミリ秒)	

※SCT と ERT は、受信機にダウンロードの経過時間と残り時間を通知するために使用する。

(2) LCT 拡張ヘッダ

ファイルキャストサービスでは、以下の拡張ヘッダを使用する。これらは FDT インスタンス 伝送時に使用するためのヘッダであり、コンテンツや MIKEY メッセージを伝送する場合には使用しない。

① EXT_FTI

FDT インスタンス再構築に必要な情報を伝送するためのヘッダ。
フォーマットとフィールドの詳細を以下に示す。

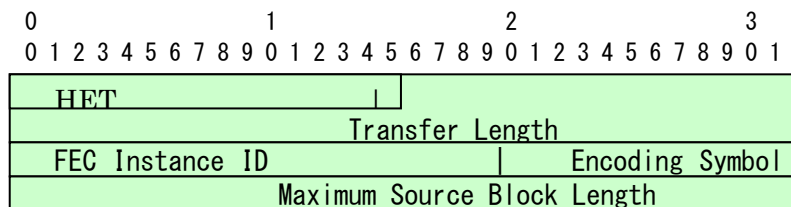


図 4-7 EXT_FTI フォーマット

表 4-2 EXT_FTI フィールド

フィールド	サイズ (ビット)	値
HET (Header Extension Type)	8	64 ヘッダタイプ
HEL (Header Extension Length)	8	4 EXT_FTI 全体サイズ : 32*4=128 ビット
Transfer Length	48	伝送するオブジェクト長
FEC Instance ID	16	0
Encoding Symbol Length	16	エンコーディングシンボルの長さ
Maximum Source Block Length	32	1つのソースブロックに対するソースシンボルの最大数

② EXT_FDT

パケットペイロードに含まれる FDT インスタンスの識別情報を伝送するヘッダ。
フォーマットとフィールドの詳細を以下に示す。

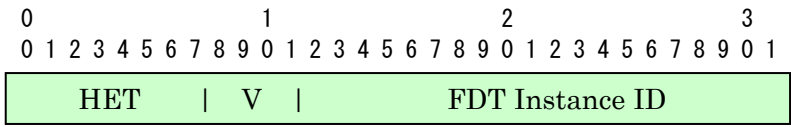


図 4-8 EXT_FDT フォーマット

表 4-3 EXT_FDT フィールド

フィールド	サイズ (ビット)	値
HET (Header Extension Type)	8	192 ヘッダタイプ
V (Version)	4	1 パケットのバージョン
FDT Instance ID	20	FDT インスタンスの識別情報

(3) FEC Payload ID

パケットペイロードに含まれるエンコーディングシンボルの識別情報を伝送するフィールド。フォーマットとフィールドの詳細を以下に示す。

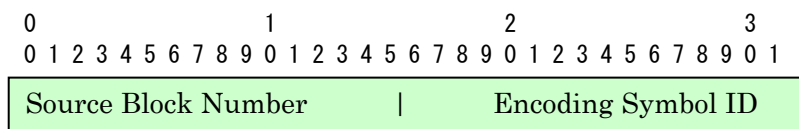


図 4-9 FEC Payload ID フォーマット

表 4-4 FEC Payload ID フィールド

フィールド	サイズ(ビット)	値
Source Block Number	16※	ペイロードで伝送されるソースブロックが構成するソースブロックの識別情報
Encoding Symbol ID	16※	エンコーディングシンボル識別情報

※ Compact No-Code FEC スキーマの場合のサイズ。その他の FEC スキーマを用いる場合は異なるサイズを取る。

※ LDPC ではフォーマットが異なる。

(4) パケットペイロード

エンコーディングシンボル化されたペイロードを格納する。オブジェクト（コンテンツ、FDT インスタンス、MIKEY メッセージ）は、ソースブロックに分割後、FEC スキーマによりエンコーディングシンボル化される。それぞれのエンコーディングシンボルは FEC Payload ID で識別する。

■ オブジェクト伝送処理

行うオブジェクト伝送処理の流れを以下に示す。

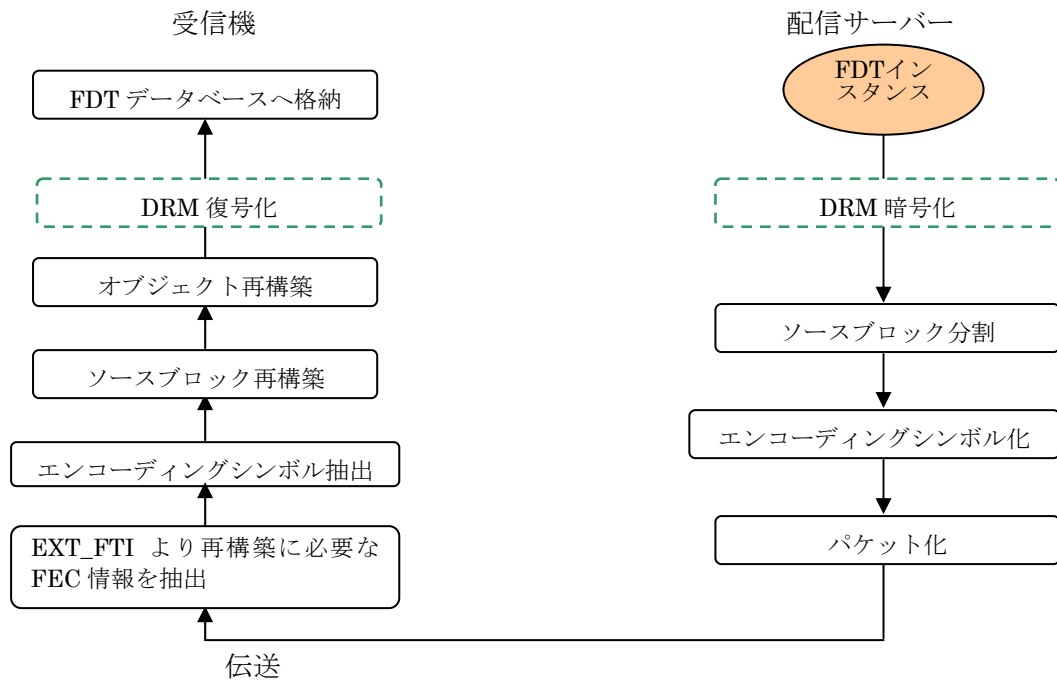


図 4-10 オブジェクト伝送 (FDT インスタンス)

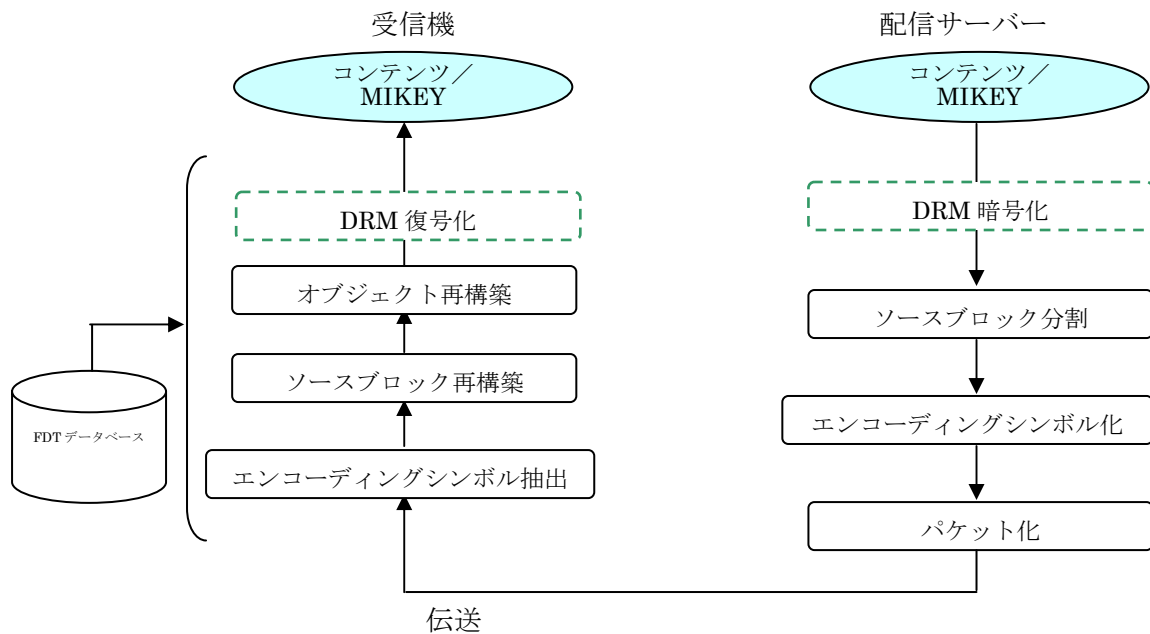


図 4-11 オブジェクト伝送 (コンテンツ、MIKEY)

コンテンツ、MIKEY メッセージにはそれぞれ固有の識別情報 TOI 値を設定する (1 以上)。セッションで

伝送するパケットには TOI 値を含み、どのオブジェクトのパケットか識別する。(FDT インスタンスは、TOI 値に 0 を設定して他のオブジェクトと区別する。)

FDT インスタンス伝送時は DRM 復号化後、受信機内で管理する FDT データベースへ FDT インスタンスを格納する。

(1) DRM 暗号化・復号化

ファイルキャストサービスでは、第 6 章に規定の DRM 方式を使用して伝送するオブジェクトを保護する。コンテンツ送出装置ではオブジェクト全体を暗号化し、生成された DRM コンテンツをパケットで伝送する。一方、受信機ではパケットから再構築された DRM コンテンツを復号し、元のオブジェクトを再構築する。

なお、DRM 暗号化・復号化処理はオブジェクト単位で行われるため、FLUTE や FEC における各処理には直接影響しない。

(2) ソースブロック分割アルゴリズム

コンテンツ送出装置では、以下の情報からダウンロードで伝送するオブジェクトをソースブロックに分割する。

- ▶ L : 伝送長 (バイト長)
- ▶ B : ソースブロック長 (ソースブロック内のソースシンボル数)
- ▶ E : エンコーディングシンボル長 (バイト長)

ソースブロック分割ロジックは以下のとおり。

1. 全ソースシンボル数 $T = L / E$ (切り上げ)
2. ソースブロック数 $N = T / B$ (切り上げ)
3. ソースブロックの平均長 $A = T / N$
4. $A_large = A$ の小数切り上げ
5. $A_small = A$ の小数切捨て
6. $A_fraction = A - A_small$
7. $I = A_fraction * N$

上記の結果、はじめの I 個のソースブロックは A_large 個のソースシンボルで構成される (ソースシンボルは E バイト)。残りの $N-I$ 個のソースブロックは A_small 個のソースシンボルからなり、最終ソースシンボル以外は E バイト、最終ソースシンボルは $L - ((L - 1) / E) \leftarrow$ 小数切捨て $* E$ バイトとなる (図 4-12 参照)。

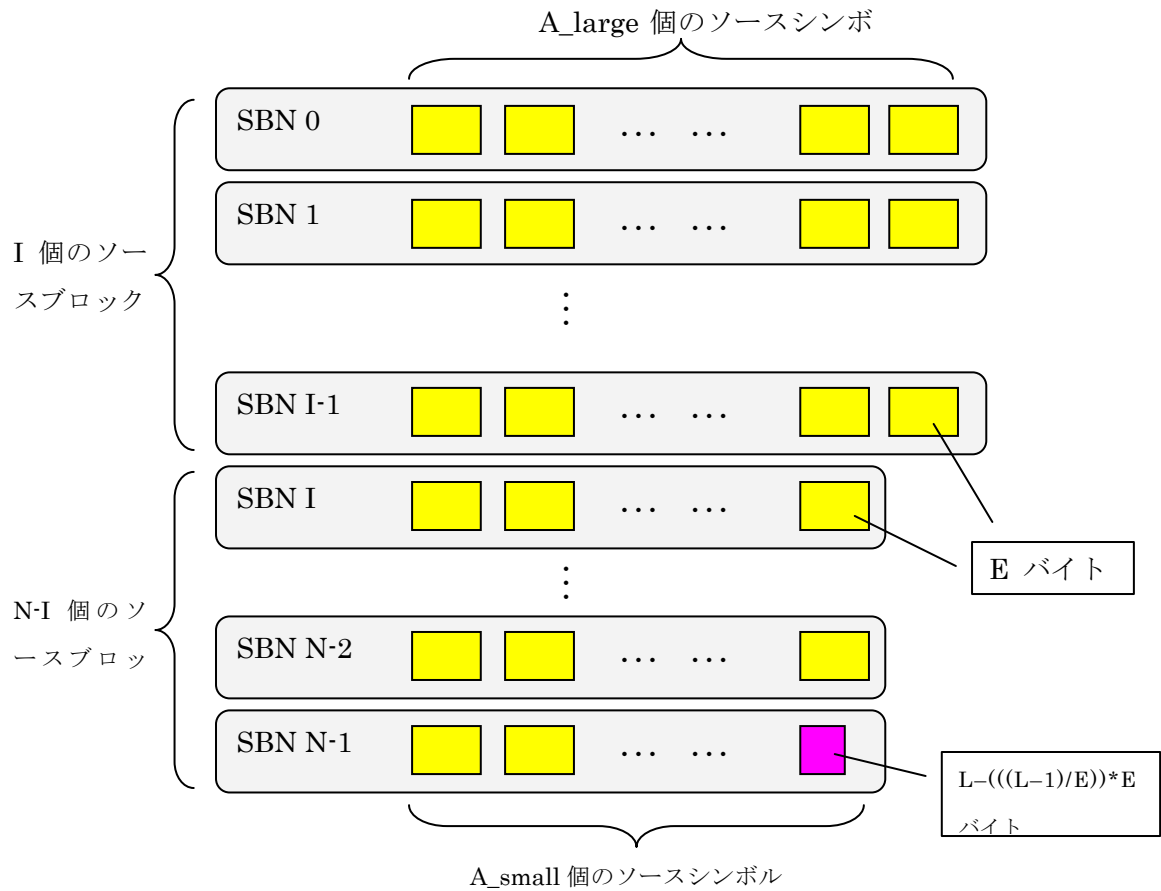


図 4-12 ソースブロック分割

例) 伝送長 $L = 411$ byte, ソースブロック長 $B = 4$, エンコーディングシンボル長 $E = 20$ byte の場合

1. $T = 411 / 20 = 20.55 \Rightarrow 21$
2. $N = 21 / 4 = 5.25 \Rightarrow 6$
3. $A = 21 / 6 = 3.5$
4. $A_{\text{large}} = 4$
5. $A_{\text{small}} = 3$
6. $A_{\text{fraction}} = 0.5$
7. $I = 0.5 * 6 = 3$

最終シンボル長 = $411 - (((411-1)/20) \leftarrow \text{小数切捨て}) * 20 = 11$ byte

以上より、ソースブロック番号 (SBN) 0~2 までは、20 byte のソースシンボルが 4 個含まれる。SBN3~5 までは、最終ソースシンボルを除いて 20byte のソースシンボルが 3 個含まれる。最終ソースシンボルは 11byte。

(3) エンコーディングシンボル化

(2)で構成されたソースブロック、ソースシンボルからパケットの Encoding Symbol フィールドへ格納するためのエンコーディングシンボルを生成する。生成方法は使用する FEC スキーマに依存する。

Compact No-Code FEC スキーマでは、FEC エンコード・デコード処理が行われないため冗長シンボルは生成されない。ソースシンボルがそのままエンコーディングシンボルとなる。

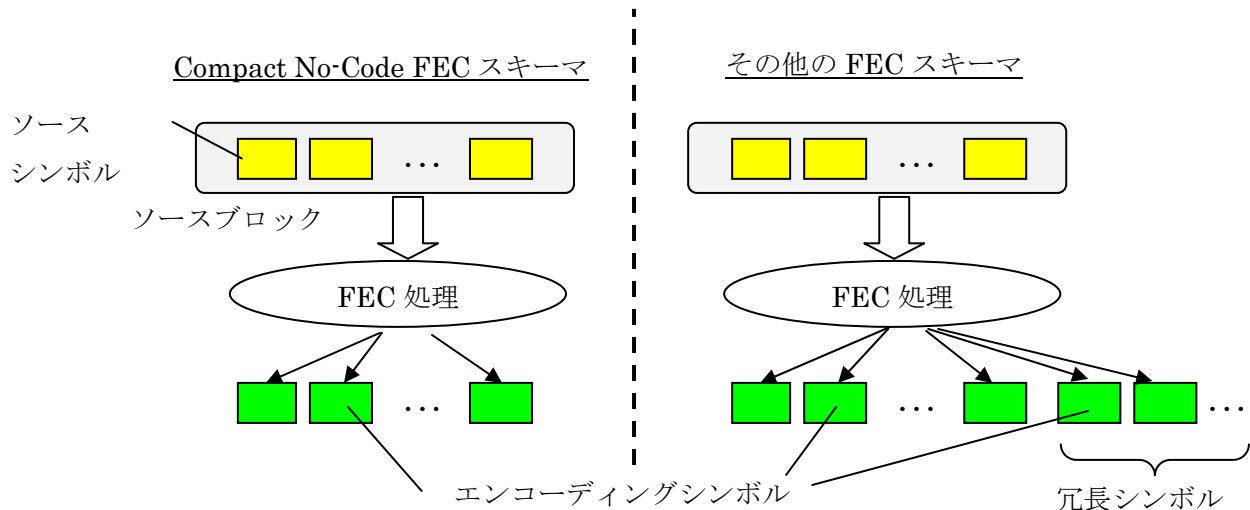


図 4-13 エンコーディングシンボル化

(4) パケット化

伝送するエンコーディングシンボルや関連する情報をもとに、図 4-6 に示すパケットを生成する。個々のオブジェクトに関連するフィールドは以下のとおり。

- TOI (オブジェクト識別情報、FDT インスタンス伝送時は 0)
- FEC Payload ID (エンコーディングシンボルの位置情報)

FDT インスタンス伝送時は以下のヘッダを含む。

- EXT_FT_I (FDT インスタンス用の FEC Object Transmission Information の伝送)
- EXT_FDT (伝送される FDT インスタンスの ID)

(5) エンコーディングシンボル抽出

受信機は、コンテンツ送出装置からのパケットを受信するとペイロードに格納されているエンコーディングシンボルを抽出する。この際、パケットヘッダの TOI 値によって、どのオブジェクトのエンコーディングシンボルであるかを特定する。

(6) ソースブロック再構築

受信機は (2)と同様の計算を行うことにより、伝送されるオブジェクトのソースブロック構成を求める。必要な情報は、以下のように FDT インスタンスから取得する。

- 伝送長 (バイト長) ⇒ Content-Length

- ソースブロック長 (エンコーディングシンボルの数) ⇒FEC-OTI-Maximum-Source-Block-Length
- エンコーディングシンボル長 (バイト長) ⇒ FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length

受信機は、パケットを受信する度に、FEC Payload ID で指定されたソースブロックへエンコーディングシンボルを保存する。

(7) オブジェクト再構築

パケットの欠損により、ソースブロック内のすべてのエンコーディングシンボルが受信できない場合は、ダウンロード完了後、冗長シンボルを使用した FEC デコード処理により欠損部分を修復する。(Compact No-Code FEC スキーマでは FEC デコード処理は行わない。) ファイル修復手順によって欠損部分を再取得する。

すべてのエンコーディングシンボルを受信すると、全体を結合し FDT データベースを使用してオブジェクトを再構築する。

■ FDT インスタンス

FDT インスタンスは、ダウンロードセッション内で伝送されるファイルの詳細情報を記述する XML 形式のデータである。各情報は TOI 値によってオブジェクトとマッピングされる。

以下に XML シンタックスの詳細を示す。

表 4-5 FDT インスタンスシンタックス

要素名	子要素	属性名	意味
FDT-Instance	File(1~)	Expires	FDT インスタンスの有効期限
		Complete	これ以上新しい FDT インスタンスは伝送されないことの明示
		Content-Type	FDT インスタンス内共通の情報。内容は File 要素と同様。 個々の File 要素で特に指定がない属性は、共通定義された属性値が適用される。
		Content-Encoding	
		FEC-OTI-FEC-Encoding-ID	
		FEC-OTI-FEC-Instance-ID	
		FEC-OTI-Maximum-Source-Block-Length	
		FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length	

要素名	子要素	属性名	意味
		FEC-OTI-Max-Number-of-Encoding-Symbols	
		FEC-OTI-Scheme-Specific-Info	
File	なし	Content-Location	コンテンツの URI
		TOI	オブジェクト識別情報
		Content-Length	コンテンツ長
		Transfer-Length	伝送長
		Content-Type	MIME タイプ
		Content-Encoding	コンテンツのエンコード情報
		Content-MD5	メッセージダイジェスト
		FEC-OTI-FEC-Encoding-ID	FEC Encoding ID
		FEC-OTI-FEC-Instance-ID	FEC Instance ID
		FEC-OTI-Maximum-Source-Block-Length	ソースブロック内のソースシンボル最大数
		FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length	エンコーディングシンボルの長さ
		FEC-OTI-Max-Number-of-Encoding-Symbols	ソースブロック内のエンコーディングシンボル最大数
		FEC-OTI-Scheme-Specific-Info	乱数の種

■ メタデータエンベロープ

本章では、ユーザサービス公告で使用するメタデータエンベロープのデータ形式を規定する。メタデータエンベロープは、メタデータフラグメントの識別、版数、有効期間についての情報を保持する XML 形式のデータである。

以下に XML スキーマと各属性の詳細内容を示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="metadataEnvelope">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:any minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="metadataURI"
        type="xs:anyURI"
        use="required"/>
      <xs:attribute name="version"
        type="xs:positiveInteger"
        use="required"/>
      <xs:attribute name="validFrom"
        type="xs:dateTime"
        use="optional"/>
      <xs:attribute name="validUntil"

```

図 4-14 メタデータエンベロープの XML スキーマ

表 4-6 メタデータエンベロープ XML 要素／属性

要素名	内容 (出現 回数)	属性名	属性値
metadataEnvelope	xs:any (0~)	—	—
		metadataURI	メタデータフラグメントへの URI xs:anyURI 型
		version	メタデータフラグメントの現在のバージョン xs:positiveInteger 型
		validFrom	メタデータフラグメントの有効期間
		validUntil	xs:dateTime 型

■ 伝送制御メタデータ

本章では、ユーザーサービス公告で使用する伝送制御メタデータのデータ形式の詳細を規定する。

伝送制御メタデータには次の4つの種類が存在する。

- User Service Description
- Session Description
- Associated Delivery Procedure Description
- Service Protection Description

下の図に示すように、User Service Description は内部に Delivery Method Description を含み、Delivery Method Description の中から他の Session Description の URI を参照することでリンク付ける。

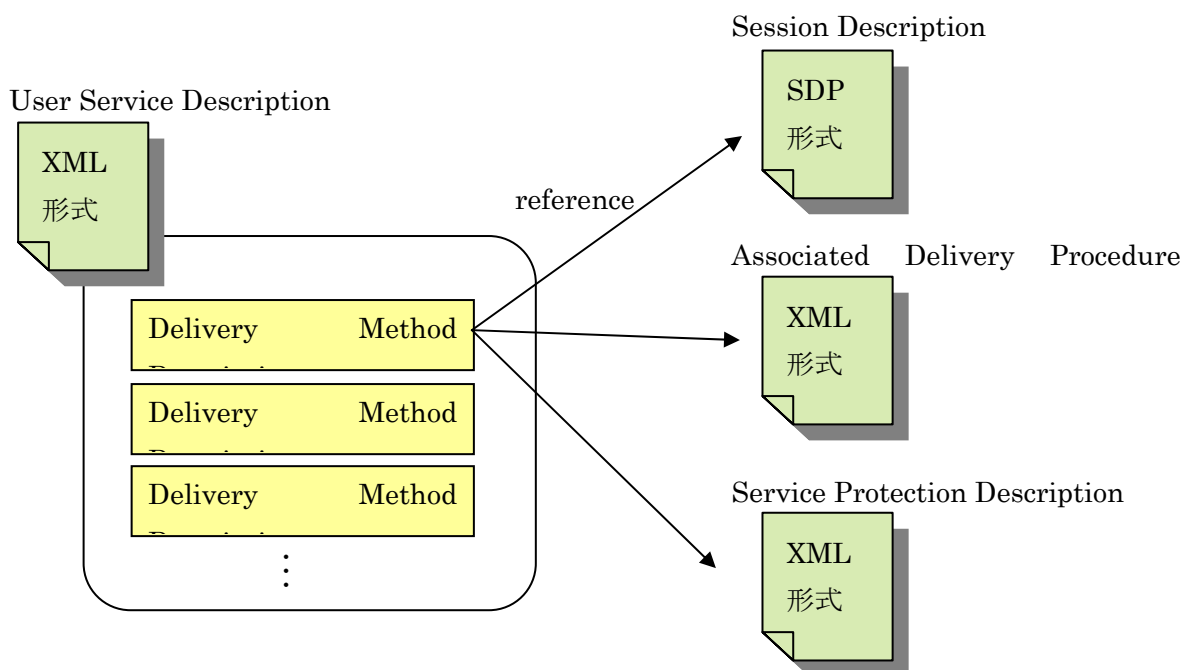


図 4-15 伝送制御メタデータの関連

(1) User Service Description

User Service Description は、ユーザーサービス全体の情報と、コンテンツ伝送に関する各種 Description への参照情報を保持する。以下に XML スキーマと属性の詳細を示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema elementFormDefault="qualified"
  targetNamespace="urn:3gpp:metadata:2004:userservicedescription"
  xmlns="urn:3gpp:metadata:2004:userservicedescription"
  xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <xs:element name="userServiceDescription" type="userServiceDescriptionType"/>

  <xs:complexType name="userServiceDescriptionType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="name" type="nameType" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element name="serviceLanguage" type="xs:language" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element name="deliveryMethod" type="deliveryMethodType"
        maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="serviceId" type="xs:anyURI" use="required"/>
  </xs:complexType>

  <xs:complexType name="deliveryMethodType">
    <xs:attribute name="associatedProcedureDescriptionURI"
      type="xs:anyURI" use="optional"/>
    <xs:attribute name="protectionDescriptionURI" type="xs:anyURI"
      use="optional"/>
    <xs:attribute name="sessionDescriptionURI" type="xs:anyURI"

```

図 4-16 User Service Description のスキーマ

表 4-7 User Service Description の要素／属性

要素名	内容	属性名	属性値
userServiceDescription	name 要素(0～)	—	—
	serviceLanguage 要素(0～) deliveryMethod 要素(1～)	serviceId	userServiceDescription の識別情報 (URN 形式) xs:anyURI 型
name	ユーザサービスの タイトル	—	—
		(テキストノード)	ユーザサービスのタイトル xs:string 型
		Lang	タイトルに使用される言語 xs:language 型
serviceLanguage	ユーザサービスで 利用可能な言語	—	—
		(テキストノード)	ユーザサービスで利用可能な言語 xs:language 型
deliveryMethod	伝送メソッドの記 述	—	—
		associatedProcedureDescriptionURI	Associated Procedure Description への 参照先 xs:anyURI 型
		protectionDescriptionURI	Protection Description への参照先 xs:anyURI 型
		sessionDescriptionURI	Session Description への参照先 xs:anyURI 型

(2) Session Description

Session Description はユーザサービスで使用するダウンロード伝送メソッド固有の情報を保持する SDP 形式のデータである。

Session Description は以下の順で記述する必要がある。*は optional を表す。

Session Description

v= (protocol version)
o= (owner/creator and session identifier).
s= (session name)
i=* (session information)
u=* (URI of description)
e=* (email address)
p=* (phone number)
c=* (connection information - not required if included in all media)
b=* (bandwidth information)
<1 個以上の Time description >
z=* (time zone adjustments)
k=* (encryption key)
a=* (zero or more session attribute lines)
<0 個以上の Media description >

Time description

t= (time the session is active)
r=* (zero or more repeat times)

各フィールドの詳細を以下に示す。

- v (Protocol Version)

内容 : SDP のバージョン
フィールド : v=0 (固定)

- o (Origin)

内容 : Session Description の発信者情報
フィールド : o=<username> <session id> <version> <network type> <address type>
<address>

サブフィールド : username : 発信元のユーザログイン名。
session id : セッション識別情報。(NTP 形式)
version : SDP 内の公告のバージョン。(NTP 形式)
network type : ネットワークタイプ。"IN"
address type : アドレスの種類。"IP4"、"IP6"
address : address type に従った IP アドレス。

- **s (Session Name)**
 - 内容 : Session Description で指定するセッションの名前
 - フィールド : s=<session name>
- **i (Session and Media Information)**
 - 内容 : セッションまたはメディアの情報
 - フィールド : i=<session/media description>
- **u (URI)**
 - 内容 : 追加情報への参照
 - フィールド : u=<URI>
- **e (Email Address) 、 p (Phone Number)**
 - 内容 : セッション責任者への連絡先
 - フィールド : e=<email address>
p=<phone number>
- **c (Connection Data)**
 - 内容 : セッションへの接続先アドレス
 - フィールド : c=<network type> <address type> <connection address>/<ttl>/<number of addresses>
 - サブフィールド : network type : ネットワークタイプ。"IN"
address type : アドレスの種類。"IP4"、"IP6"
connection address : address type に従った IP アドレス
ttl : パケットの有効期間 (中継できる Hop 数)、マルチキャストのみ
number of addresses : マルチキャストグループ数、マルチキャストのみ
- **b (Bandwidth)**
 - 内容 : 帯域幅の指定
 - フィールド : b=<modifier>:<bandwidth-value>
 - サブフィールド : modifier : 帯域幅の指定先識別情報 ("CT", "AS", "RR" など)
bandwidth-value : modifier が使用する帯域幅、単位は kbps
- **t (Times)**
 - 内容 : セッション開始、終了時間
 - フィールド : t=<start time> <stop time>

サブフィールド : start time : 開始時間 (NTP 形式)
stop time : 終了時間 (NTP 形式)

● r (Repeat Times)

内容 : セッションの繰り返し指定
フィールド : r=<repeat interval> <active duration> <list of offsets from start-time>
サブフィールド : repeat interval : 繰り返し間隔
active duration : 活性期間
list of offsets from start-time : 開始時間からのオフセットリスト

● z (Time Zones)

内容 : タイムゾーン指定
フィールド : z=<adjustment time> <offset> <adjustment time> <offset>
サブフィールド : adjustment time : 基準時間からの調整時間
offset : 開始時間からのオフセット

- **k (Encryption Keys)**

内容 : 暗号化鍵の伝送

フィールド : **k=<method>**
k=<method>:<encryption key>

サブフィールド : **method**: 鍵の入手方法 (clear→原型のまま、base64→BASE64 形式で伝送、uri→取得先 URI、prompt→SDP では指定しない)

encryption key : 鍵データ

- **a (Attributes)**

内容 : 属性の指定

フィールド : **a=<attribute>**
a=<attribute>:<value>

サブフィールド : **attribute** : 属性名

value : 属性値

使用する主な属性は以下のとおり。

- **source-filter**

内容 : 属性の指定

フィールド : **a=source-filter:<filter-mode> <filter-spec>**

サブフィールド : **filter-mode** : "incl"→src-list からのパケットのみ受信、"excl"→src-list からのパケットは拒否

filter-spec : <nettype> <address-types> <dest-address> <src-list>

nettype : ネットワークタイプ。"IN"

address-types : アドレスの種類。"IP4"、"IP6"、"*"←dest-address が FQDN の場合のみ指定可能

dest-address : 送信先アドレス。"*"→connection address と一致

src-list : フィルタリングするアドレス。

- **tsi**

内容 : TSI の指定

フィールド : **a=flute-tsi:<integer (TSI 値) >**

ダウンロード伝送メソッドでのみ使用。

- **FEC**

内容 : 使用する FEC 情報宣言への参照

フィールド : **a=FEC:<fec-ref>**

サブフィールド : **fec-ref** : FEC-declaration 識別情報

- FEC-declaration

内容 : FEC 情報の宣言

フィールド : a=FEC-declaration:<fec-ref> fec-enc-id=<encode id>[;fec-inst-id=<instance id>]

サブフィールド : fec-ref : SDP 内の FEC 情報宣言の識別情報
encode id : FEC Encoding ID
instance id : FEC Instance ID(optional)

- FEC-OTI-extension

内容 : 受信者が FEC ペイロードを再構築する際に必要な FEC コード特有の OTI
フィールド : a=FEC-OTI-extension:<fec-ref> <oti-extension>
サブフィールド : fec-ref : SDP 内の FEC 情報宣言の識別情報
oti-extension : FEC コード特有の Object Transmission Information。BASE64 形式。

- m (Media Announcements)

内容 : メディア情報の詳細
フィールド : m=<media> <port>/<number of port> <transport> <fmt list>
サブフィールド : media : メディア種別 ("audio"、"video"、"application"、"data"...)
port : 使用するポート番号
number of port : 使用するポート数
transport : 伝送プロトコル (ダウンロード→"FLUTE/UDP")
fmt list : ペイロードタイプのリスト

(3) Associated Delivery Procedure Description

Associated Delivery Procedure Description は、ファイルキャストサービスでのコンテンツ伝送後に受信機が行う処理について規定するものである。ダウンロード伝送メソッドにてパケットの欠損を検出した場合のファイル修復手順や、ダウンロード伝送メソッドによるコンテンツ受信完了を報告する受信報告手順が含まれる。以下に XML スキーマと属性の内容を示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <xs:schema
xmlns:xs=http://www.w3.org/2001/XMLSchema elementFormDefault="qualified">

  <xs:element name="associatedProcedureDescription" type="associatedProcedureType"/>

  <xs:complexType name="associatedProcedureType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="postFileRepair"
        type="basicProcedureType" minOccurs="0" maxOccurs="1">
      <xs:element name="postReceptionReport"
        type="reportProcedureType" minOccurs="0" maxOccurs="1">
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>

  <xs:complexType name="basicProcedureType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="serverURI" type="xs:anyURI" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="offsetTime" type="xs:unsignedLong" use="required"/>
    <xs:attribute name="randomTimePeriod" type="xs:unsignedLong" use="required"/>
  </xs:complexType>

```

図 4-17 Associated Delivery Procedure Description の XML スキーマ

表 4-8 Associated Delivery Procedure Description の XML 要素／属性

要素名	内容	属性名	属性値
associatedPr cedureDesc ription	postFileRepa ir 要素 (0,1) postReceptio nReport 要素 (0,1)	—	—
postFileRepa ir	serverURI 要 素 (1～)	—	—
		offsetTime	オフセット時間 xs:unsignedLong 型

要素名	内容	属性名	属性値
		randomTimePeriod	ランダム時間周期 xs:unsignedLong 型
postReceptionReport	serverURI 要素 (1~)	—	—
		offsetTime	postFileRepair と同様
		randomTimePeriod	postFileRepair と同様
		samplePercentage	統計データの取得率 xs:string 型
		forceTimingIndependence	true の場合、受信報告メッセージを送る際に、ファイル修復の接続とは独立した point-to-point 接続が確立される xs:boolean
		reportType	報告種別“RAck”, “StaR”, “StaR-all” xs:string 型
serverURI	各要求の送り先サーバ URI	—	—
		(テキストノード)	各要求の送り先サーバ URI xs:anyURI 型

(4) Service Protection Description

Service Protection Description は、ファイルキャッシングサービスで伝送される暗号化コンテンツの復号のために受信機が行う処理について規定するものである。復号鍵の ID や復号鍵を取得するサーバのアドレス等が含まれる。以下に XML スキーマと属性の内容を示す。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns="urn:ARIB:metadata:2005:ISDB:securityDescription" xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="urn:ARIB:metadata:2005:ISDB:securityDescription" elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="securityDescription" type="securityDescriptionType"/>
  <xs:complexType name="securityDescriptionType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="keyManagement" type="keyManagementType" minOccurs="0"/>
      <xs:element name="keyId" type="keyIdType" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:element name="fecProtection" type="fecProtectionType" minOccurs="0"/>
      <xs:any namespace="##other" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" processContents="lax"/>
    </xs:sequence>
    <xs:anyAttribute processContents="skip"/>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="keyManagementType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="serverURI" type="xs:anyURI" maxOccurs="unbounded"/>
      <xs:any namespace="##other" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" processContents="lax"/>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="offsetTime" type="xs:unsignedLong" use="optional" default="0"/>
    <xs:attribute name="randomTimePeriod" type="xs:unsignedLong" use="optional" default="0"/>
    <xs:attribute name="uiccKeyManagement" type="xs:boolean" use="optional" default="true"/>
    <xs:anyAttribute processContents="skip"/>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="keyIdType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="mediaFlow" maxOccurs="unbounded">
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="MSK" type="MSKType" maxOccurs="1"/>
          </xs:sequence>
          <xs:attribute name="flowID" type="xs:string" use="required"/>
          <xs:attribute name="srtpAuthenticationTagLength" type="xs:nonNegativeInteger"

```

☒ 4-18 Service Protection Description の XML スキーマ

表 4-9 Service Protection Description の XML 要素／属性

要素名	内容	属性名	属性値
securityDescription	keyID 要素 (1～) keyManagement 要素 (0～) fecProtection 要素 (0～)	—	—
keyID	mediaFlow 要素 (1～)	—	—
mediaFlow	MSK 要素 (0, 1)	—	—
		flowID	フローID (送信先 UDP ポート番号) xs:string 型
		srtpAuthentication	※ファイルキャッシングサービスでは使用しない。 xs:nonNegativeInteger
		srtpMKILength	※ファイルキャッシングサービスでは使用しない。 xs:nonNegativeInteger
MSK	keyDomainID 要素 (1) MSKID 要素 (1)	—	—
keyDomainID	有効な鍵ドメイン ID	—	—
MSKID	復号鍵の ID	—	—
keyManagement	serverURI 要素 (1～)	—	—
		offsetTime	オフセット時間 xs:unsignedLong 型
		randomTimePeriod	ランダム時間周期 xs:unsignedLong 型

要素名	内容	属性名	属性値
		uiccKeyManagement	UICC による鍵管理の要否 xs:boolean 型
fecProtection	FEC パラメータ	—	—
		fecEncodingID	FEC Encoding ID xs:unsignedLong 型
		fecInstanceID	FEC Instance ID xs:unsignedLong 型
		fecOtiExtension	FEC-OTI-extension xs:unsignedLong 型
serverURI	鍵管理サーバ URI	—	—
		(テキストノード)	鍵管理サーバ URI xs:anyURI 型

■ ユーザサービス広告

(1) 概要

サービス広告は、記述されたユーザサービスセッションに先立って、あるいは記述されたユーザサービスセッションの間、ダウンロードユーザサービスを公告するために必要となる。公告内容は、伝送制御メタデータ（オブジェクト／ファイル）により記述される。

ユーザサービス広告の目的は、メタデータフラグメントを適切な方法で多くの受信者に配信することである。

1つのメタデータフラグメントは、単一のユニークに識別が可能な伝送制御メタデータのブロックである。メタデータフラグメントの例は、単一の SDP ファイルである。

伝送制御メタデータは、以下から構成される。

- ID、バージョン付与、更新、及び一時的なメタデータフラグメントの検証を許可するメタデータエンベロープオブジェクト
- ユーザサービスの詳細を記述するメタデータフラグメントオブジェクト

メタデータエンベロープオブジェクトとメタデータフラグメントオブジェクトの両方とも、同じダウンロードセッションでファイルオブジェクトとして伝送される。

(2) メタデータエンベロープ (metadataEnvelope) のシンタックス

メタデータエンベロープからメタデータフラグメントをリンクする関係である。

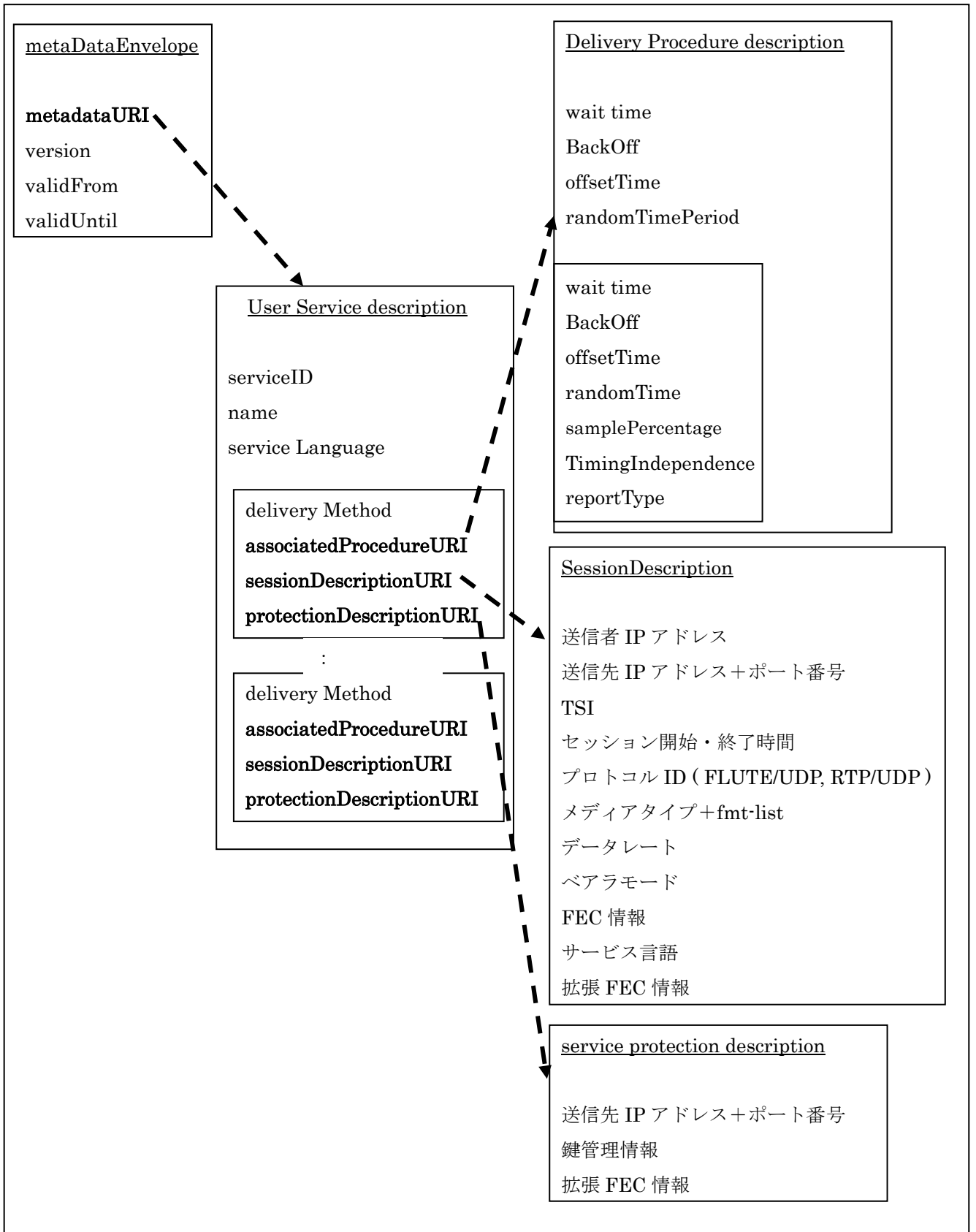


図 4-19 伝送制御メタデータの構成

- (3) メタデータエンベロープ (`metadataEnvelope`) の内容
 伝送制御メタデータの必須の属性とその記述を以下に示す。

表 4-10 メタデータエンベロープ

項番	パラメータ	説明	備考
1	メタデータ URI	ユーザサービスディスクリプションの URI が示される。	<code>metaDataURI</code>
2	バージョン	メタデータフラグメントファイルの現在のバージョン番号。バージョン番号の初期値は 0 であり、メタデータフラグメントバージョンが変わる度に 1 つずつ増加する。	<code>version</code>
3	メタデータ有効開始	メタデータフラグメントファイルが有効になる日時。	<code>validFrom</code>
4	メタデータ有効期限	メタデータフラグメントファイルの有効期限の日時。	<code>validUntil</code>

メタデータエンベロープは XML 構造を用いてインスタンス化される。

メタデータエンベロープの公式なスキーマは以下のような XML スキーマとして定義される。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="qualified"
  attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="metadataEnvelope">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:any minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="metadataURI"
        type="xs:anyURI"
        use="required"/>
      <xs:attribute name="version"
        type="xs:positiveInteger"
        use="required"/>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:schema>
```



```

<xs:attribute name="validFrom"
              type="xs:dateTime"
              use="optional"/>
<xs:attribute name="validUntil"
              type="xs:dateTime"
              use="optional"/>
<xs:anyAttribute processContents="skip"/>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:schema>

```

ユーザサービス公告のメタデータエンベロープは、関連するメタデータフラグメントへの参照（`metadataURI`）を含む。その参照にはフラグメントファイルを特定する `URI` をそのまま設定する。したがって、メタデータエンベロープは、関連するメタデータフラグメントに結び付けることが可能である。

(4) メタデータエンベロープ（`metadataEnvelope`）の取得とサービス内容の表示

ユーザサービス公告のメタデータエンベロープおよびメタデータフラグメントは、ダウンロードセッションにより伝送されるファイルオブジェクトとして取得することができる。また、受信機の通信機能を用いて取得することもできる。

ファイルキャストサービスでは図 7-21 に示す様に、サービス記述メタデータ（`ECG`）から各コンテンツに対応する伝送制御メタデータを `URI` 等により結び付けることで、受信機によるコンテンツの取得が可能となる。

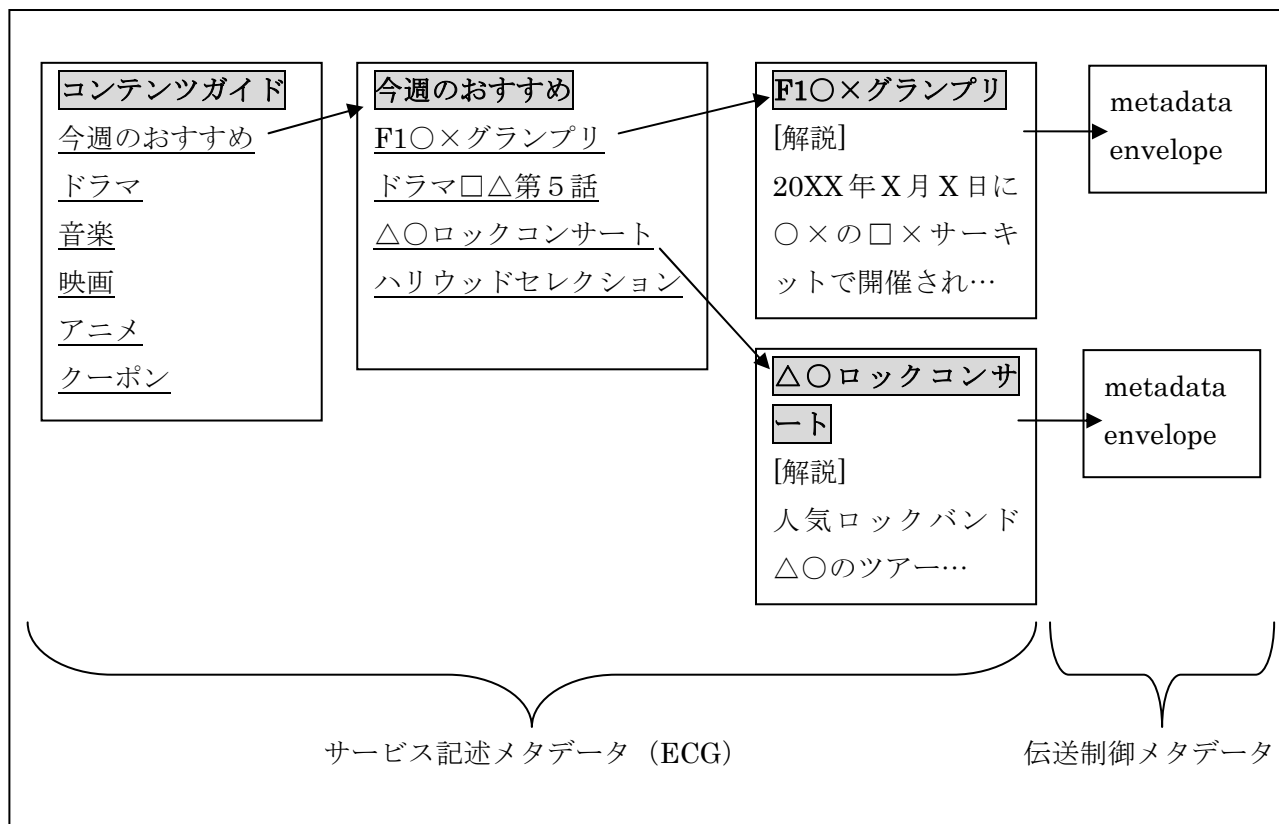


図 4-20 サービス記述メタデータと伝送制御メタデータの関係例

(5) Session Description のメタデータフラグメント

➤ パラメータの内容

ファイルキャッシングサービスのダウンロードセッションで使用する Session Description の各パラメータは以下に示す。

表 4-11 Session Description

項番	パラメータ	説明	備考
1	送信元 IP アドレス		
2	チャンネル数	不要	不要
3	各チャンネルの送信先 IP アドレス、 ポート番号	送信先 IP アドレスは、“c=”で指定する。 ポート番号は“m=”の 2 番目に指定する。	
4	TSI	セッションの識別子。LCT ヘッダの TSI 値	
5	セッション開始/終了時間		
6	プロトコル ID	”FLUTE/UDP”	
7	メディアタイプと fmt-list	メディアタイプは“m=”の 1 番目の要素に、 fmt-list は 4 番目に指定する。	
8	メディアごとのデータレート		
9	FEC 情報	FEC 識別番号、FEC encoding ID、 FEC instanceID 等の FEC 情報	
10	メディアごとのサービス言語	日本語、英語等のサービス言語を示す。	
以下 FLUTE にて規定はないが必須 SDP 情報として記載されるものを示す。			
11	バージョン	SDP のバージョンを示す。(0 固定)	0 固定
12	発信者情報	o=<username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>	
13	セッション名称	s=<session name>	番組情報
14	セッションの情報	i=<session description>	番組情報

➤ ダウンロードセッションの SDP 例

```
v=0
o=user123 2890844526 2890842807 IN IP4 192.168.10.10
s=File casting download session example
i=More information
t=2873397496 2873404696
a=FEC-declaration:0 encoding-id=128; instance-id=0
a=source-filter: incl IN IP4 192.168.10.10
a=flute-tsi:3
m=application 12345 FLUTE/UDP 0
c=IN IP4 192.168.10.10
```

(6) Service Protection Description のメタデータフラグメント

➤ ファイルキャストサービスでのサンプル

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<securityDescription
  xmlns="urn:ARIB:metadata:2005:ISDB:securityDescription"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <keyManagement
    offsetTime="5"
    randomTimePeriod="10"
    uiccKeyManagement="true">
    <serverURI>http://register.operator.jp/</serverURI>
    <serverURI>http://register2.operator.jp/</serverURI>
  </keyManagement>
  <keyId>
    <mediaFlow flowID="224.1.2.3/4002">
      <MSK>
        <keyDomainID>aMoM</keyDomainID>
        <MSKID>aMoAAA==</MSKID>
      </MSK>
    </mediaFlow>
  </keyId>
</securityDescription>
```

(7) User Service Description のメタデータフラグメント

- パラメータの定義及び記述方法

表 4-12 User Service Description の XML シンタックス

要素名	内容	属性名	属性値
userService Description	name 要素 serviceLanguage 要素 deliveryMethod 要 素	—	—
		serviceId	サービス識別子 (URN) serviceId="urn:arib:123456789 0coolcat"
name	ユーザサービスの タイトル	—	—
		lang	タイトルに使用される言語
serviceLangua ge	ユーザサービスで 利用可能な言語	—	—
deliveryMetho d	伝送メソッドの記 述。	—	—
		associatedProcedu re DescriptionURI	Associated Procedure Description への参照先。
		protection DescriptionURI	Protection Description への参照 先。
		sessionDescriptio nURI	Session Description への参照 先。 Session Description へのリンク 情報であり、必須。

- ファイルキャッシングサービスでのサンプル

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<userServiceDescription
  xmlns="www.example.com/3gppUserServiceDescription"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  serviceId="urn:3gpp:1234567890coolcat">
  <name lang="EN">something in english</name>
  <name lang="JA">something in german</name>
  <serviceLanguage>EN</serviceLanguage>
  <serviceLanguage>JA</serviceLanguage>
  <deliveryMethod
    sessionDescriptionURI="http://www.example.jp/arib/ISDB/session1.sdp"/>
  <deliveryMethod
    sessionDescriptionURI=http://www.example.jp/arib/ISDB/session2.sdp
    associatedProcedureDescriptionURI="http://www.example.jp/arib/ISDB/procedureX.xml"/>

```

4.2.2.4 アプリケーションレイヤ FEC

アプリケーション層の誤り訂正方式は、将来における他のサービスとの連携および相互利用も考慮し、国際的な IETF 標準規格である RFC に基づいた仕様とすることを提案する。具体的な誤り訂正アルゴリズムは、IETF 標準規格となっているものの中から、事業者の運用規定で選択できることが望ましい。

(理由)

IETF 標準規格を採用することで、マルチメディア放送サービスだけでなく、他のコンテンツ配信サービス等との相互利用の利便性向上が期待でき、ソフトウェアの共用も可能となる。

伝送路におけるデータ消失耐性を高めるために、伝送データの冗長化を行う。伝送データは、複数のソースシンボルに分割され、ソースシンボルから FEC 符号化でパリティシンボルが生成される。ソースシンボルとパリティシンボルを合わせて、エンコーディングシンボルとする。伝送路において消失したソースシンボルは、受信できたソースシンボル及びパリティシンボルから復元できる。

FEC 符号化のアルゴリズムは、下記の表に示すとおり複数の種類があり、それぞれに対して FEC Encoding ID が IANA に登録されている。

表 4-13 FEC 符号化アルゴリズム

FEC Encoding ID	FEC 符号化アルゴリズム
0	Compact No-Code FEC
1	Raptor 符号
2	Reed-Solomon 符号 GF(2 ^m)
3	LDPC 符号 Staircase
4	LDPC 符号 Triangle
5	Reed-Solomon 符号 GF(2 ⁸)

実際に適用する FEC 符号化アルゴリズムについては事業者運用規定とする。以下に、例として FEC Encoding ID 0 及び 3 の FEC 符号化アルゴリズムの仕様を記載する。

➤ Compact No-Code FEC

Compact No-Code FEC は、FEC の符号化/復号化を行わず、ソースシンボルのみを伝送する方式であり、その利用方法は RFC3695 で規定されている通りである。ソースシンボルのシーケンス番号は FLUTE ヘッダの FEC ペイロード ID に格納される。FEC ペイロード ID は 32 ビットのフィールドであり、Compact No-Code FEC の場合は、16 ビットの Source Block Number と 16 ビットの Encoding Symbol ID で構成される。

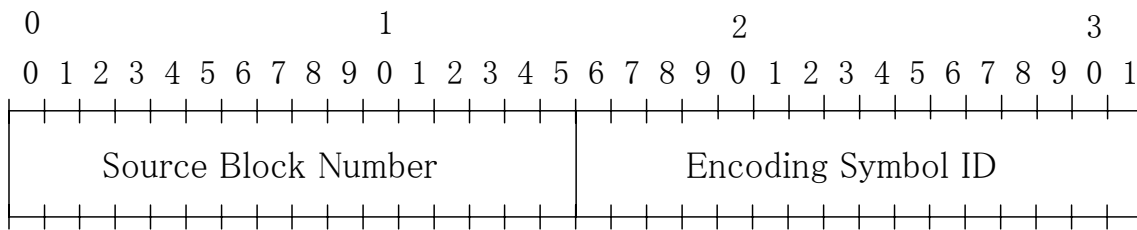


図 4-21FEC ペイロード ID (Compact No-Code FEC)

16 ビットの **Source Block Number** には、送信ファイルを **Block** 単位に分割した時に各々の **Block** に割り当てられる固有の値が格納される。**Source Block Number** は先頭の **Block** から順に 0 から 1 ずつインクリメントされて割り当てられる。16 ビットの **Encoding ID** には、**Source Block Number** で指定されているブロックの中のシンボル番号が格納される。**Source Block Number** と **Encoding Symbol ID** の組で、送信ファイル中のシンボルを特定できる。

送信側と受信側で共有しておく必要のある情報は、**FLUTE** の **FDT** に、**FDT** インスタンスとして格納される。以下に共通パラメータとなる **FDT** インスタンスを示す。

表 4-14 FDT インスタンス(Compact No-Code FEC)

FEC-OTI-FEC-Encoding ID	FEC 符号化アルゴリズムの ID (0)
Transfer-Length	送信ファイルサイズ (bytes)
FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length	シンボルサイズ (bytes)
FEC-OTI-Maximum-Source-Block-Length	ソースシンボルの数
FEC-OTI-Max-Number-of-Encoding-Symbols	エンコードシンボルの数

➤ LDPC 符号 Staircase

LDPC 符号は共通の検査行列を用いてエンコードシンボルの符号化・復号化を行う方式であり、その利用方法は RFC5170 で規定されている通りである。Compact No-Code FEC と同様に、エンコードシンボルのシーケンス番号は FLUTE ヘッダの FEC ペイロード ID に格納される。LDPC 符号の場合、ブロックサイズを大きくできるため、FEC ペイロード ID は、12 ビットの Source Block Number と 20 ビットの Encoding Symbol ID で構成される。

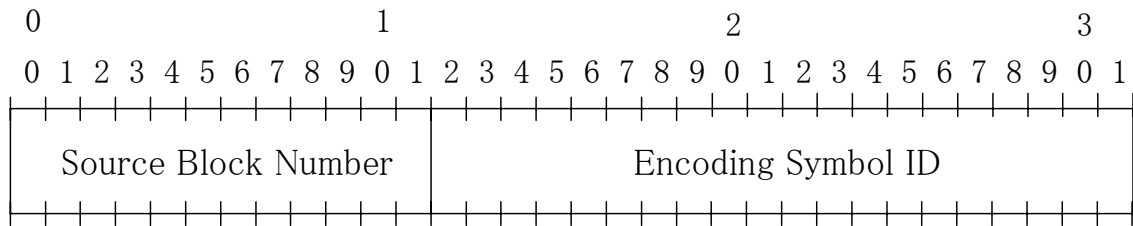


図 4-22 FEC ペイロード ID (LDPC Staircase)

12 ビットの Source Block Number には、伝送ファイルを Block 単位に分割した時に各々の Block に割り当てられる固有の値が格納される。Source Block Number は先頭の Block から順に 0 から 1 ずつインクリメントされて割り当てられる。20 ビットの Encoding ID には、Source Block Number で指定されているブロックの中のエンコードシンボル番号が格納される。Encoding Symbol ID は、k 個のソースシンボルから n 個のエンコードシンボルを生成した場合、ソースシンボルには 0~k-1 の ID が先頭から順番に割り当てられ、パリティシンボルには、k~n-1 の ID が生成順に割り当てられる。

送信側と受信側で共有しておく必要のある情報は、FLUTE の FDT に、FDT インスタンスとして格納される。以下に共通パラメータとなる FDT インスタンスを示す。

表 4-15 FDT インスタンス(LDPC Staircase)

FEC-OTI-FEC-Encoding ID	FEC 符号化アルゴリズムの ID (3)
Transfer-Length	伝送ファイルサイズ (bytes)
FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length	シンボルサイズ (bytes)
FEC-OTI-Maximum-Source-Block-Length	ソースシンボルの数
FEC-OTI-Max-Number-of-Encoding-Symbols	エンコードシンボルの数
FEC-OTI-Scheme-Specific-Info	乱数の種, 次数, シンボル多重化数

FEC-OTI-Scheme-Specific-Info には、FEC 符号化アルゴリズムごとに特有のパラメータが格納され、LDPC 符号 Staircase の場合は、乱数の種、次数、シンボル多重化数が格納される。これらのパラメータは、下記に示す 5 バイトの領域にそれぞれ格納され、Base64 符号化で文字列に変換されて FEC-OTI-Scheme-Specific-Info の値となる。

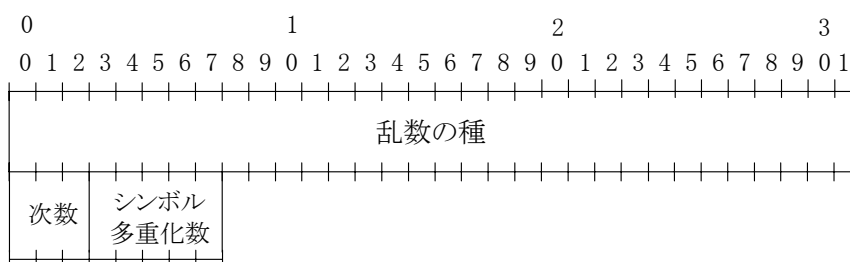


図 4-23 FEC-OTI-Scheme-Specific-Info

乱数の種は 32 ビットの領域で指定され、この値は、検査行列を生成する際の乱数系列生成に用いられる。

次数は 3 ビットの領域で指定され、検査行列（左側）の各列に 1 の要素をいくつ存在させるかを示す値である。1 の要素数から 3 を差し引いた値を 3 ビットの領域に格納する。通常、LDPC 符号 Staircase の場合、1 の要素数は 3 にするため、次数の値には 0 が格納される。

シンボル多重化数は 5 ビットの領域で指定され、これは、1 パケットにシンボルがいくつ多重化されているかを示す値である。通常は、1 シンボルを 1 パケットで伝送するため、シンボル多重化数の値には 1 が格納される。

(1)乱数生成

LDPC 符号では、検査行列を生成するために擬似乱数系列を用いる。この擬似乱数系列は、送信側と受信側で同じものを使う必要がある。ここでは、乱数の種（初期値）から一意に定まる擬似乱数系列の生成方法を記述する。

乱数の生成方法には、Park-Miller-Carta Pseudo Random Number Generator を用いる。この乱数生成器は 31 ビット乱数を出力する。下記にこの乱数生成器のアルゴリズムを記載する。

```

unsigned long rand31 ()
{
    unsigned long hi, lo;
    lo = 16807 * (seed & 0xFFFF);
    hi = 16807 * (seed >> 16);
    lo += (hi & 0x7FFF) << 16;
    lo += hi >> 15;
    if (lo > 0x7FFFFFFF)
        lo -= 0x7FFFFFFF;
    return (seed = (long) lo);
}

```

図 4-24 乱数生成アルゴリズム

上記の関数を 1 回実行する度に 1 つの乱数が出力され、seed の値が更新されてく。最初にこの関数を実行するときの seed の値が、乱数の種となり、送信側と受信側で同じ値を用いることで、同じ乱数系列を利用できる。31 ビットの乱数値を任意の範囲の乱数に変換するには、以下の式を用いてスケーリングする。

$$\text{Scaled_value} = ((\text{double})\text{maxv} * (\text{double})\text{rand31}() / 0x7FFFFFFF)$$

maxv は、乱数の範囲の最大値である。31 ビット乱数値に乱数の範囲の最大値を乗算して、0x7FFFFFFF で除算することで任意の範囲の乱数にスケーリングできる。

(2)検査行列

LDPC 符号の検査行列は、上記の擬似乱数系列から生成される。検査行列は **Left Side** と **Right Side** の 2 つの行列で構成される。**Left Side** の行列は、各検査式にどのソースシンボルが含まれるかを示す。**Right Side** の行列は、各検査式にどのパリティシンボルが含まれるかを示す。LDPC 符号のアルゴリズムが **StairCase** の場合、**Left Side** の行列は、乱数系列から 1 を挿入する行列要素が選択され、各列、各行ともに 3 つないし 3 つ以上の 1 が挿入される。**Right Side** の行列は単位行列に (i-1, i) の要素にも 1 を挿入した行列になる。下記に検査行列の例を示す。

Left Matrix	Right Matrix
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

この例は、ソースシンボルの数が 6、パリティシンボルの数が 6 の場合の検査行列の例である。例えば、この検査行列の 3 行目が示す検査式は、 $s_2+s_4+s_5+p_2+p_3=0$ となる。(s はソースシンボル、p はパリティシンボル、添え字は各シンボルの番号を示す。) 下記に検査行列生成アルゴリズムを記載する。

```

void left_matrix_init(int k, int n, int N1)
{
    int i, j, h, t, u[N1 * k];

    for(h = N1 * k - 1; h >= 0; h--){
        u[h] = h % (n - k);
    }
    t = 0;
    for (j = 0; j < k; j++) {
        for (h = 0; h < N1; h++) {
            for (i = t; i < N1*k && matrix_has_entry(u[i], j); i++){
                if (i < N1*k) {
                    do {
                        i = t + pmms_rand(N1*k-t);
                    } while (matrix_has_entry(u[i], j));
                    matrix_insert_entry(u[i], j);
                    u[i] = u[t]; t++;
                } else {
                    do {
                        i = pmms_rand(n-k);
                    } while (matrix_has_entry(i, j));
                    matrix_insert_entry(i, j);
                }
            }
        }
    }
}

```

図 4-25 検査行列生成アルゴリズム

上記の関数 `left_matrix_init` は、検査行列の左側の行列を生成するアルゴリズムである。引数の `k` はソースシンボルの数、`n` はエンコードシンボルの数、`N1` は各行および各列に挿入される 1 の数 (次数) であり、LDPC Staircase の場合、次数は 3 になる。 $(n-k) * k$ で要素がすべて 0 の行列があらかじめ生成されており、`matrix_insert_entry(i, j)` は、`i` 行 `j` 列の要素を 1 にする。`matrix_has_entry(i, j)` は、`i` 行 `j` 列がすでに 1 かどうかを判定する関数である。`Pmms_rand(n)` は、 $0 \sim n-1$ の範囲の乱数を生成する。乱数生成法は前述の 31 ビット乱数生成アルゴリズムを用いる。

上記の関数で、左側検査行列の各列に 3 つの 1 が挿入される。列数より行数の方が大きい場合、各行にはまだ 3 つの 1 が挿入されていない場合がある。この場合は、下記のアロリズムを用いて、各行ごとに 1 が 3 つあるかを判定する `degree_of_row` の関数を実行する。1 が 3 つない行に関しては、ランダムに要素を選んで 1 を挿入する。

```

for (i = 0; i < n-k; i++) {
  if (degree_of_row(i) == 0) {
    j = pmms_rand(k);
    matrix_insert_entry(i, j);
  }
  if (degree_of_row(i) == 1) {
    do {
      j = pmms_rand(k);
    } while (matrix_has_entry(i, j));
    matrix_insert_entry(i, j);
  }
}

```

図 4-26 検査行列生成補助アルゴリズム

(3) Unequal Error Protection (UEP)

ソースシンボルのうち、重要度の高いシンボルが存在する場合がある。特にコンテンツの先頭部分を構成するソースシンボルは重要度が高い場合が多い。また、ソースシンボル伝送時の伝送状況によっては、特定のシンボルの消失耐性を高した方が良い場合がある。これらに対応できるように、検査行列の **Left Matrix** のうち、いくつかの行は特定の列に 1 の分布が偏るように構成することもできる。LDPC 符号 **Staircase** の場合、この **Unequal Error Protection(UEP)**機能を利用する場合は、**FLUTE** の **FDT** インスタンスである **FEC-OTI-Scheme-Specific-Info** に、1 の密度を高くする行数(**UEP 行数**)、1 の分布を高くする列範囲の左端列番号(**UEP 左端列番号**)、右端列番号(**UEP 右端列番号**)を追加して、受信者に通知する必要がある。**FEC-OTI-Scheme-Specific-Info** 図 4-27 に示す。16 ビットの **UEP 行数**、20 ビットの **UEP 左端列番号**、20 ビットの **UEP 右端列番号**が、図 4-23 の **FEC-OTI-Scheme-Specific-Info** に追加される。

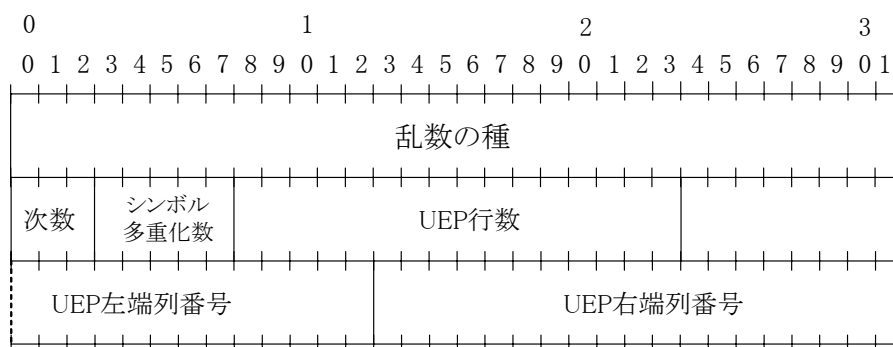


図 4-27 FEC-OTI-Scheme-Specific-Info (UEP 対応)

4.2.2.5 UDP/IP および IP ヘッダ圧縮

任意ファイルの伝送には、IP (v4 あるいは v6) および IP ヘッダ圧縮(ROHC U-mode)を使用する。

(理由)

UDP (RFC768) 、 IP (RFC791, RFC2460) 、 ROHC (RFC3095) は IETF にて規格化された伝送方式である。既存の通信システムで広く使用されており、放送網と通信システムの連携を確保することが容易となることから、上記のプロトコルを採用した。

また、放送波での伝送には必ずしも全てのデータパケットに UDP/IP ヘッダが必要では無いことから、有限の周波数資源を有効活用することを考慮し、通信規格にて既に採用されている ROHC を採用した。

本 IP パケット多重化方式は、平成 15 年総務省令第 26 号(一部改正:平成 19 年総務省令第 25 号) 第 1 章第 3 条および平成 15 年総務省告示第 37 号(一部改正:平成 19 年総務省告示第 133 号)に示される、 PES パケットあるいはセクション形式によらない構成で伝送するため、省令および告示への追加が必要な方式である。

➤ UDP

ISDB-Tmm では、RFC768 に規定する UDP を使用する。UDP のヘッダ構造を図 4-28 に示す。



図 4-28 UDP ヘッダ構造

- 送信元ポート番号フィールド
コンテンツ送信側にて付与するポート番号を記載する。詳細は運用規定にて定める。
- 宛先ポート番号フィールド
受信機側のアプリケーションを識別するためのポート番号を記載する。詳細は運用規定にて定める。
- Length フィールド
UDP ヘッダを含む、UDP データ長をオクテット単位で示す。

- チェックサムフィールド

チェックサムの計算は、チェックサムカバー範囲フィールドで指定されるフィールド以外に、UDP や TCP と同様に擬似ヘッダを考慮して計算される。

IPv4 および IPv6 における擬似ヘッダの構造を図 4-29、図 4-30 へ示す。上位レイヤパケット長フィールドには、UDP ヘッダ長と UDP データ長の和が記載される。ただしこの情報は UDP ヘッダからではなく、IP モジュールから取得した情報を元に設定される。

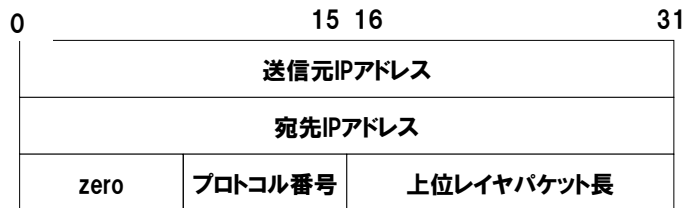


図 4-29 UDP における擬似ヘッダ (IPv4)

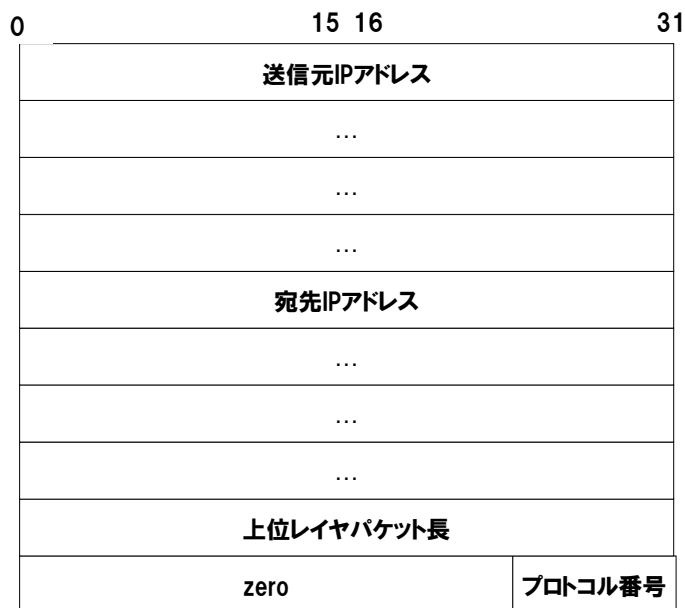


図 4-30 UDP における擬似ヘッダ (IPv6)

上記で示した擬似ヘッダ情報を元に、16 ビットを 1 単位としてチェックサムの算出を行う。16 ビット毎に 1 の補数和の 1 の補数をチェックサム情報として算出し、チェックサムフィールドに格納し送信する。尚、算出したチェックサムがすべて 0 だった場合は 1 の補数演算を行い、すべて 1 として送信する。

➤ IPv4

IPv4 使用時のヘッダ構造を図 4-31 に示す。

0		15		16		31	
バージョン (4bits)	データ長 (4bits)	サービスタイプ (8bits)	全データ長 (16bits)				
識別子 (16bits)			フラグ (3bits)	フラグメントオフセット (13bits)			
TTL (8bits)	プロトコル (8bits)		ヘッダチェックサム (16bits)				
送信元IPアドレス (32bits)							
宛先IPアドレス (32bits)							

図 4-31 IPv4 ヘッダ構成

- バージョンフィールド
IP のバージョン(4)を示す。
- データ長フィールド
オプションを含むヘッダ長をバイト単位で示す。
- サービスタイプ
アプリケーションのサービスタイプ (TOS) を示す。ISDB-Tmm における TOS の設定方法については、別途運用規定にて定める。
- 全データ長
IP ヘッダとデータを含めた、パケット全体の長さを示す。
- 識別子
1 台のホストにより送信された各データグラムを識別するために使用する。ISDB-Tmm における識別子の設定方法については別途運用規定にて定める。
- フラグ
フラグメンテーション (IP パケットの分割) にかかわる情報について示す。図 4-32 にフラグフィールドの構造を示す。

0	1	2
R	DF	MF

図 4-32 フラグフィールド

- R ビット：リザーブ
- DF ビット： 0：May Fragment, 1：Don't Fragment
- MF ビット： 0：Last Fragment, 1：More Fragments

- フラグメントオフセット

IP データグラムがフラグメント化された場合、元のデータグラムの先頭からどの位置までオフセットされているかを 8 オクテット単位示す。

- TTL

データグラムが通過できるルータの中継数の上限を示す。実際の設定値については、運用規定にて定める。

- プロトコル

IP パケットで伝送される、上位レイヤのプロトコルを示す。実際の設定値については、運用規定にて定める。

- ヘッダチェックサム

IP ヘッダフィールドの情報を対象とし、16 ビットを 1 単位としてチェックサムの算出を行う。16 ビット毎に 1 の補数和の 1 の補数をチェックサム情報として算出し、チェックサムフィールドに格納し送信する。

- 送信元 IP アドレス

送信元 IP アドレスを示す。

- 宛先 IP アドレス

宛先 IP アドレスを示す。

➤ IPv6

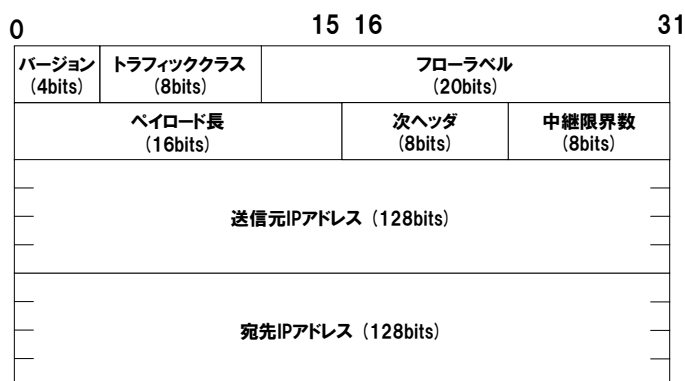


図 4-33 IPv6 ヘッダ構成

IPv6 使用時のヘッダ構造を図 4-33 に示す。

- バージョンフィールド

IP のバージョン(6)を示す。

- トラフィッククラスフィールド

パケットの優先度を示す。実際の設定値については、運用規定にて定める。

- フローラベルフィールド

フロー識別のためのラベルを示す。実際の設定値については、運用規定にて定める。

- ペイロード長フィールド

IPv6 ヘッダ以降のペイロード長をオクテット単位で示す。

- 次ヘッダフィールド

IPv6 ヘッダ直後に続くヘッダの種別を示す。

- 中継限界数フィールド

データグラムが通過できるルータの中継数の上限を示す。実際の設定値については、運用規定にて定める。

- 送信元 IP アドレス

送信元 IP アドレスを示す。

- 宛先 IP アドレス

宛先 IP アドレスを示す。

➤ ROHC

- 概要

ISDB-Tmm では UDP/IP ヘッダの圧縮のため、RFC3095 に規定されている ROHC の Unidirectional モードを使用することができる。UDP ヘッダと IP ヘッダは合計 28 バイト (IPv6 では 48 バイト) を有するが、ROHC により数バイトまで圧縮することが可能となる。

任意ファイルの UDP/IP ヘッダ中には、送受信ポート番号など、セッションを通じて変更が発生しないフィールド (Static Part) と、シーケンス番号などパケットごとに変更が発生する部分 (Dynamic Part) が存在する。ROHC では初期状態やリフレッシュ時 (IR 状態) にのみ Static Part を送信し、その他の状態では Dynamic Part のみを送信することにより、ヘッダの圧縮を実現している。フレームフォーマットの詳細については

RFC3095 に規定されているとおりとする。本章では ROHC の概略について説明する。

- Context と ContextID

ROHC セッション中で送信される各フローは Context とよばれ、CID (Context ID)にて管理、識別される。CID で使用可能な範囲には 0-15 (4bits) 分だけ使用できる Small CID と、0-16383 (14bits) 使用できる Large CID の 2 通りがある。実際の使用方法については運用規定にて定める。

- Profile

ROHC では 4 種類の Profile が規定されており、それぞれの Profile ごとに送信するヘッダ情報が異なる。RFC3095 中にて規定されている Profile を以下に示す。

Profile 0x0000 : 非圧縮 IP パケット

Profile 0x0001 : RTP/UDP/IP ヘッダ圧縮

Profile 0x0002 : UDP/IP ヘッダ圧縮

Profile 0x0003 : ESP/IP ヘッダ圧縮

上記の Profile 値は、IR や IR-DYN ヘッダ中の Profile フィールドに設定される。ISDB-Tmm では主に 0x0002 (UDP/IP ヘッダ圧縮) を用いる。

- 送受信機の動作状態

① 送信機側動作状態

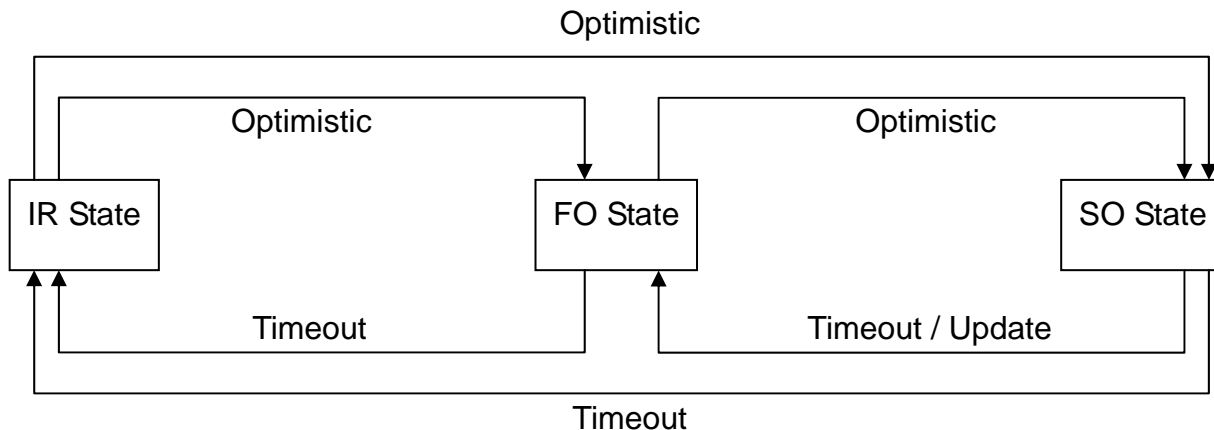


図 4-34 ROHC U-mode 送信機側動作状態

送信機側の動作状態を図 4-34 に示す。送信機側は、以下の 3 種類の状態を有し、状況に応じて各状態を遷移する。また、各状態で送信するパケットフォーマット等が規定されている。

(1) IR (Initialization and Refresh) State

送信 Context 中の情報が変化しない部分について初期化を行う。送信側はヘッダに含まれるすべての情報を送信する。また、受信機側では、受信状態が悪くなった場合に復旧するために、初期化動作を実施する。送信側は受信側が正常にパケットを受信できた状態になるまで、IR State を継続する。

(2) FO (First Order) State

ヘッダの一部が規則的に変更される場合や、一部のフィールドについて Update を行う場合、送信側は FO State で動作する。

(3) SO (Second Order) State

送信側はシーケンス番号を含む圧縮されたヘッダを付与し、パケットを送信する。

送信機側の状態遷移

送信機は、事前に設定されたタイムアウト時間及び圧縮されたパケットの正常受信率などにより、IR State、FO State、SO State 間を状態遷移する。状態遷移に関わる詳細なアルゴリズムは運用規定にて定める。

② 受信機側の動作状態

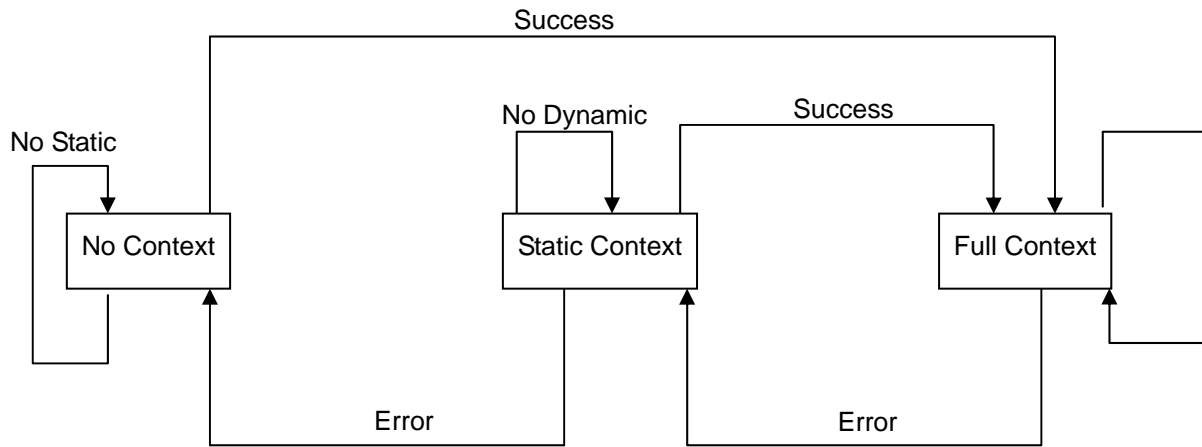


図 4-35 ROHC U-mode 受信機側動作状態

受信機側の動作状態を図 4-35 に示す。受信機側は、以下の 3 種類の状態を有し、状況に応じて各状態を遷移する。

(1) No Context

初期状態（受信したパケットを正常に伸張していない状態）では、受信機は No Context 状態で動作する。

(2) Static Context

受信したパケットを正常に伸張できなかった場合、受信機は Full Context 状態で動作する。

(3) Full Context

受信したパケットを正常に伸張できた場合、受信機は Full Context 状態で動作する。

受信機側の状態遷移

受信機は、受信パケットの CRC エラーなどに応じ、状態を遷移する。詳細は運用規定にて定める。

● パケットフォーマット

ISDB-Tmm の ROHC における一般的なパケットフォーマットを図 4-36 に示す。

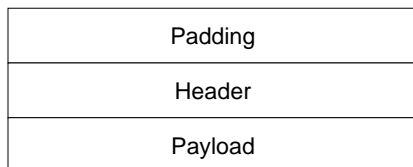


図 4-36 ROHC パケット構成

- **Padding** フィールド：下位レイヤの条件に応じ、ROHC パケットへ任意長の Padding を追加できる。
- **Header** および **Payload**：パケットタイプに応じ、異なる形式のヘッダおよび Payload が挿入される。

● パケットタイプ

ROHC のパケットには主に以下のタイプが規定されている。

➤ IR パケット

CID (Context ID) と Profile の関連付けや、Context 情報の初期化に使用される。フレームフォーマットを以下の図に示す。

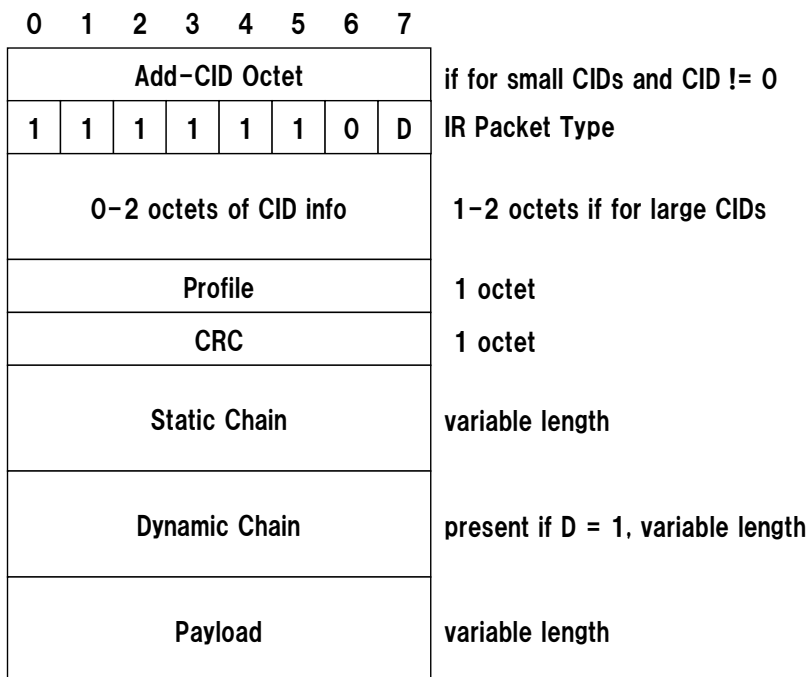


図 4-37 IR パケット構造

ADD-CID octet フィールド

ADD-CID octet には、図 4-38 に示す、ADD-CID Octet の構成とする。

0	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	0	CID			

図 4-38 ADD-CID Octet

0-2 octets of CID

Large CID を用いる場合、本フィールドを使用し、CID を指定する。

D フラグ

Dynamic チェインが存在する場合、D=1 を設定する。

CRC

ペイロード部以外を対象として、以下の 8-bit CRC を設定する。

$$C(x) = 1 + x + x^2 + x^8$$

Static Chain / Dynamic Chain

後述する Static Part / Dynamic Part を挿入する。

Payload

オリジナルパケットのペイロードを必要に応じ挿入する。

➤ IR-DYN パケット

Context と Profile の関連付けの再実施、Context の一部分 (Dynamic Part) の初期化やリフレッシュに使用する。IR-DYN パケットの構造を図 4-39 に示す。

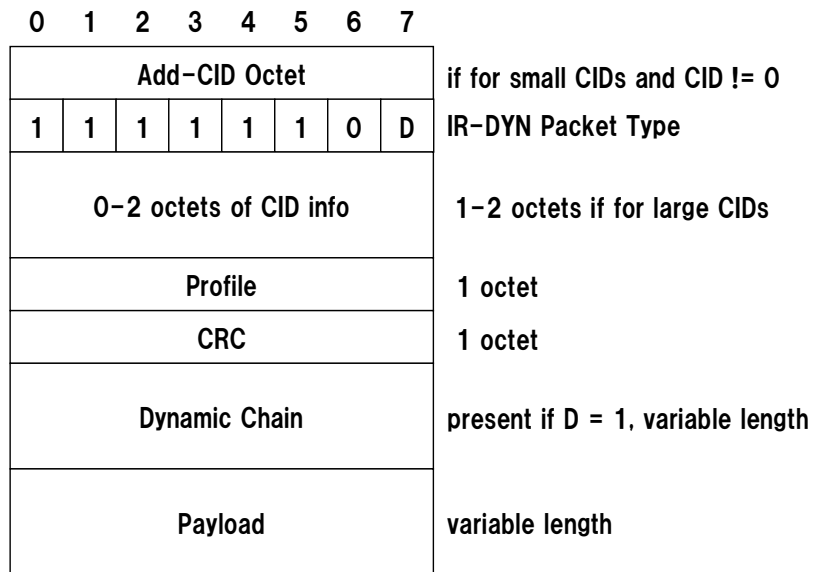


図 4-39 IR-DYN パケット構造

尚、ROHC UDP では、IR / IR-DYN パケットの Static/Dynamic Chain 部は、UDP ヘッダの Static / Dynamic パートで終了する。

➤ 圧縮パケット

ヘッダ圧縮済みのパケットを送信する。代表的な圧縮済みパケットの構成を図 4-40 に示す。

0	1	2	3	4	5	6	7	
Add-CID Octet								if for small CIDs and CID 1-15
First Octet of Base Header								(with type indication)
0-2 octets of CID info								1-2 octets if for large CIDs
remainder of base header								variable number of bits
Extension								extension, if X = 1 in base header
IP-ID of outer IPv4 header								2 octets, if value (RND2) = 1
AH data for outer list								Variable
GRE checksum								2 octets, if GRE flag C = 1
IP-ID of inner IPv4 header								2 octets, if value(RND) = 1
AH data for inner list								variable
GRE checksum								2 octets, if GRE flag C = 1
UDP Checksum								2 octets, if context(UDP Checksum) != 0

図 4-40 圧縮済みパケットの構造 (例)

尚、UDP チェックサムフィールドにすべて 0 を指定した場合は、UDP-Lite 同様チェックサムを使用しないことを示す。

- Static Part / Dynamic Part

IPv4 ヘッダ

Static Part/Dynamic Part には、図 4-41 および図 4-42 のヘッダを用いる。

[Static Part]

0	1	2	3	4	5	6	7	
Version = 4				0				if for small CIDs and CID 1-15 (with type indication) 4 octets 4 octets
Protocol								
Source Address								
Destination Address								

図 4-41 IPv4 ヘッダ (Static Part)

[Dynamic Part]

0	1	2	3	4	5	6	7	
Type of Service								2 octets
Time to Live								
Identification								
DF	RND	NBO	0					variable length
Generic extension header list								

図 4-42 IPv4 ヘッダ (Static Part)

IPv6 ヘッダ

Static Part/Dynamic Part には、図 4-43 および図 4-44 に示すヘッダを用いる。

[Static part]

0	1	2	3	4	5	6	7	
Version = 6				Flow Label (msb)				1 octet
Flow Label (lsb)								2 octets
Next Header								1 octets
Source Address								16 octets
Destination Address								16 octets

図 4-43 IPv6 ヘッダ(Static Part)

[Dynamic part]

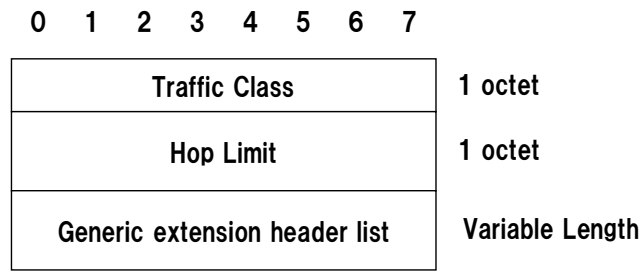


図 4-44 IPv6 ヘッダ (Dynamic Part)

UDP ヘッダ

UDP ヘッダの Static Part/Dynamic Part には、図 4-45 および図 4-46 に示すヘッダを用いる。

[Static part]

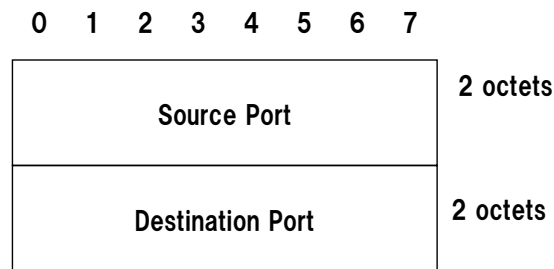


図 4-45 UDP ヘッダ (Static Part)

[Dynamic part]

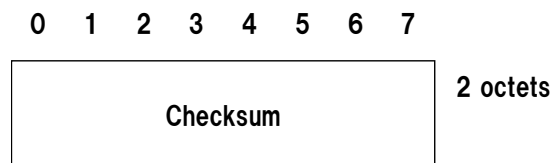


図 4-46 UDP ヘッダ (Dynamic Part)

4.2.2.6 IP over MPEG-2 伝送方式

MPEG-2 Systems 上での IP 多重化方式において IP パケットのカプセル化機能を適用する。将来におけるサービスの発展、高度化、および相互利用等を考慮し、IETF 規格に基づいた仕様とすることを提案する。

(理由)

IP パケットのカプセル化機能を適用することによって、任意の IP パケットを MPEG-2 System 上に伝送することが可能である。IETF にて規格化された IP パケットのカプセル化機能を採用することで、他の

サービスとの相互利用による利便性向上も期待でき、ソフトウェアの共用化も可能となる。

(1)カプセル化

IP データグラムを MPEG-2 TS パケットにより伝送するために、ULE (Unidirectional Light-weight Encapsulation) を用いて IP データグラムをカプセル化する。

ULE のパケット構造を以下に示す。



図 4-47 ULE パケット構造

各フィールドの詳細を以下に示す。

表 4-16 ULE ヘッダ

フィールド	サイズ (ビット)	値	備考
D (Destination Address Absent)	1	Destination Address フィールドの有無 あり : D=0 なし : D=1	
Length	15	IP データグラムのサイズ MPEG-2 TS パケットに格納する IP データグラムがない場合は Length=0x7FFF	
Type	16	上位層のプロトコルタイプ IPv4 : 0x0800 IPv6 : 0x86DD	
Dest Address	48	宛先アドレス	オプション

表 4-17 ULE トレイラ

フィールド	サイズ (ビット)	値	備考
CRC32	32	誤り検出のためのチェックサム	

(2)TS パケット化

ULE によりカプセル化された IP データグラムは 184 バイトごとに分割され、同じ PID をもつ MPEG-2

TS パケットにそれぞれ格納される。

4.2.2.7 ファイル修復方式

ファイルキャッシングサービスでは、データ伝送に不具合が生じ、データの欠落が生じた場合には、通信によって欠落したデータを補完する機能を適用する。欠落データの補完の通信プロトコルには、**IETF** 規格に基づいた仕様とすることを提案する。また、ファイル修復のための具体的な通信手順等の詳細については、民間規格として標準化されることが適当である。

(理由)

欠落したデータを補完する機能を適用することで、ファイル型コンテンツを確実に伝送することが可能である。また、**IETF** にて規格化され、携帯電話向けのデータ伝送方式として **DVB-H** および **3GPP** でも採用される方式を採用することで、他のサービスとの相互利用による利便性向上も期待でき、ソフトウェアの共有化も可能となる。

本章では、ファイルキャッシングサービスでのコンテンツ配信後に行われる以下の 2 つの手順について規定する。これら手順は、受信機とサーバとの **point-to-point** 通信によって実行される。

- ・ ファイル修復
- ・ 受信報告

ファイル修復手順は、伝送中に欠損したパケットを受信機の通信機能を用いて補完するための手順である。受信報告手順は、受信機がコンテンツの受信状況を受信機の通信機能を用いてサーバへ報告するための手順である。

● ファイル修復

受信機はコンテンツ配信完了後に、サービス検索／公告で取得した **Associated Delivery Procedure Description** (4.2.2.4 参照) で指定されるファイル修復手順を使用して、ソースシンボルを取得することができる。ソースシンボルの要求に当たっては、すでに受信済みのパリティシンボル等を利用し、欠損部分の修復に必要な部分のみを要求する。

ファイル修復手順では、指定されたコンテンツ送出装置の欠損補完用データ送出機能へ **point-to-point** 接続を確立して再送を要求する。当該欠損補完用データ送出機能は要求された部分を格納した **HTTP** レスポンスを受信機へ返す。

受信機は、ファイル伝送終了の検出および **FEC** 処理を行った結果、データ欠損が存在する場合にファイル修復手順を実施する。なお、ファイル伝送終了は以下から判断する。

- ・ “Close Session flag” の検出 (ファイル伝送終了)

- ・ セッション終了の検出（セッション終了）
 - “Close Session flag” の検出
 - Session Description の “t=” が示す時間に到達
 - セッションからの離脱

以下にその流れを示す。

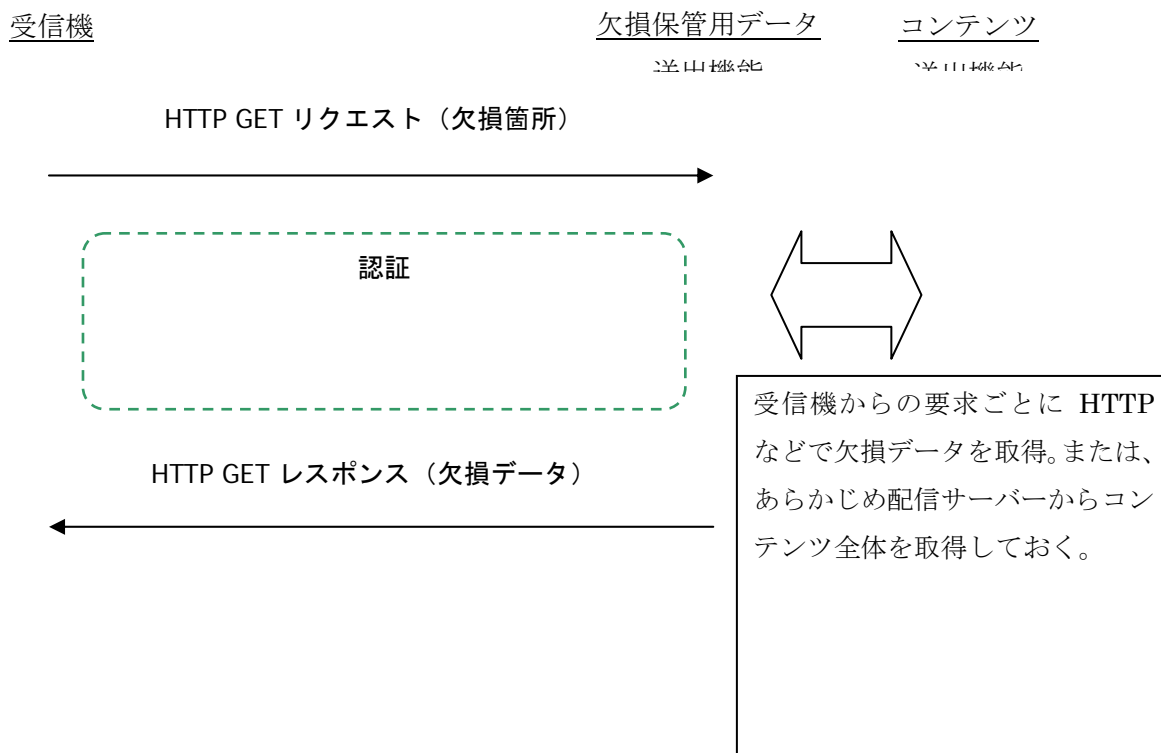


図 4-48 ファイル修復

(1) ファイル修復メッセージ

①ファイル修復リクエスト

ファイル修復要求には HTTP GET リクエストを使用する。欠損部分の情報 (=FEC Payload ID、=ソースブロック番号+エンコーディングシンボル番号) はコンテンツ URL のクエリーに付与する。修復要求はファイルごとに発行されるが、ファイル内で複数の欠損を検出する場合には、1つのリクエストにまとめて指定することが可能である。

HTTP URI シンタックスを以下に示す。なお、HTTP/1.1 にて必須である HOST ヘッダには Associated Delivery Procedure Description の serverURI を指定する。

```

http_URL = "http:" "/" host [ ":" port ] [ abs_path [ "?" query ] ]
query = application "&" [ sbn_info ]
application = "isdb-tmm-flute-repair"
sbn_info = "SBN=" sbn_range *( "+" sbn_range )
sbn_range = ( sbnA [ "-" sbnZ ] ) / ( sbnA [ ";" esi_info ] )
esi_info = ( "ESI=" esi_range *( "," esi_range ) )
esi_range = esiA [ "-" esiZ ]
sbnA = 1*DIGIT ; the SBN, or the first of a range of SBNs
sbnZ = 1*DIGIT ; the last SBN of a range of SBNs

```

図 4-49 HTTP GET リクエストシンタックス

例) コンテンツ” latest.3gp” の (SBN=5,ESI=1~5) と (SBN=20,ESI=27) のパッケージが欠損した場合

```

GET /news/latest.3gp?isdb-tmm-FLUTE-repair&SBN=5;ESI=1-5+SBN=20;ESI=27
HTTP/1.1
Host: www.example.com

```

②ファイル修復レスポンス

欠損補完用データ送出機能は受信機が認証されると、要求された欠損データを HTTP レスポンスのペイロードに格納して受信機へ応答する。

以下にフォーマットを示す。

HTTP ヘッダ	
HTTP/1.1 200 OK	
Content-Type: application/simpleSymbolContainer	
Content-Transfer-Encoding: binary	
FEC Payload ID (SBN, ESI)	エンコーディングシンボル
FEC Payload ID	エンコーディングシンボル
⋮	
FEC Payload ID	エンコーディングシンボル

図 4-50 HTTP GET レスポンスフォーマット

エンコーディングシンボルのサイズは、FDT インスタンスの FEC-OTI-Encoding-Symbol-Length で与えられる。(4.2.2.4 ソースブロック分割アルゴリズムにより、最終シンボルのみサイズが異なる。)

(2) 負荷分散

ファイル修復手順は通信網を介した受信機－欠損補完用データ送出機能間の Point to Point 接続であるためスケーラビリティの低下および、欠損補完用データ送出機能側の負荷が問題となる。そこで以下の方法により、欠損補完用データ送出機能の負荷を分散させる。

- 欠損補完用データ送出機能の複数化
- Back-off タイムの使用

① 欠損補完用データ送出機能の複数化

欠損補完用データ送出機能の URI は、サービス検索／公告の中で取得する Session Description (7.2.1.6 章) の serverURI 要素で指定する。コンテンツ送出装置は、serverURI 要素を複数指定することで複数の欠損補完用データ送出機能を明示する。

受信機は、修復処理ごとに、指定された欠損補完用データ送出機能の URI リストからランダムに要求先を決定する。

また、欠損補完用データ送出機能が応答しない場合やエラーを返す場合は、別の欠損補完用データ送出機能へ要求を行う。

② Back-off タイム

多数の受信機からのファイル修復要求の集中を分散させるために、コンテンツ送出装置は Session Description の中で、各受信機がファイル修復要求を発行する時間に関する情報 (offsetTime, randomTimePeriod) を指定する。

offsetTime は、受信機のデータ伝送終了からファイル修復手順開始までの待機時間を表し、randomTimePeriod は乱数の範囲を表し、受信機はこの範囲内で乱数を生成する。

以下の計算により、受信機は欠損補完用データ送出機能への要求開始時間を決定する。

$\text{Back-off タイム} = \text{offsetTime} + \text{randomTime-Period 範囲内の乱数}$

● 受信報告

受信報告は、セッションで伝送されたオブジェクトの受信状況を報告する手順である。

受信機は以下の状況から受信報告のトリガを判断し、ユーザサービス検索／公告で取得した Associated Delivery Procedure Description (7.2.1.6 章参照) で指定される受信報告手順に従って、コンテンツ送出装置へ受信状況を報告する。

- ・ ファイル受信完了
 - 伝送セッションからの全パケットを受信後、FEC 処理やファイル修復手順によってオブジェクトが再構築された時。
- ・ セッション終了
 - Session Description の ” t=” が示す時間に到達した時。

- セッションから受信するデータがこれ以上存在せず、受信機がセッションから去ることを決めた時。
- ダウンロードセッションにおいて、受信機が ” Close Session flag” を検出した時。

以下に受信報告の流れを示す。

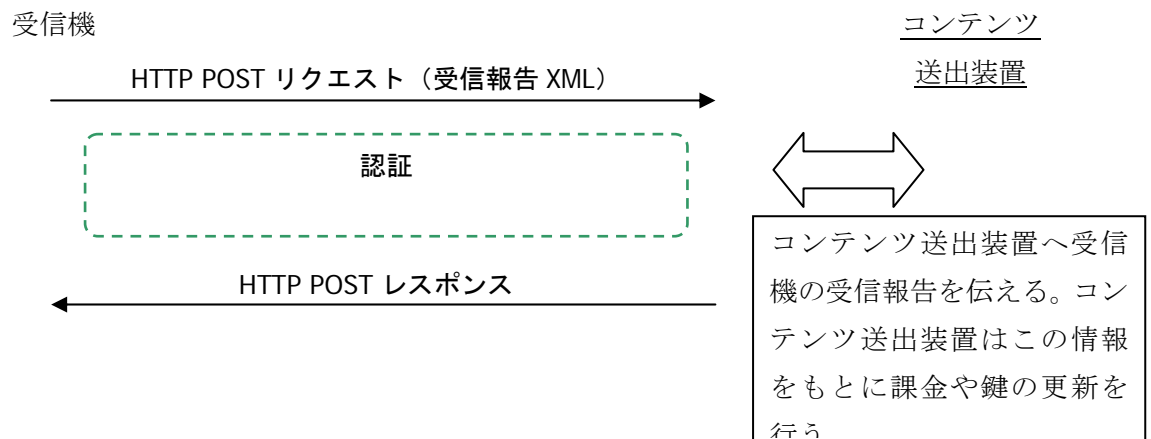


図 4-51 受信報告

(1) 受信報告の種類

受信報告には、3つの種類が存在し Associated Delivery Procedure Description の ” reportType” で受信機が報告する内容が指定される。

表 4-18 受信報告の種類

reportType	報告内容
RAck	受信成功のみ。受信状況の詳細は含まない。
StaR	ネットワークの統計情報を含む受信成功の報告。
StaR-all	ネットワークの統計情報を含む受信状況の報告。(受信失敗時も含む)

(2) サンプル取得率

コンテンツ送出装置は Associated Delivery Procedure Description の “samplePercentage (0~100)” を指定することで、受信報告の取得数を調整することができる。ただし、” reportType” が RAck の場合は使用しない。

受信機は 0 から 100 までの乱数を 1 つ生成し、それが “samplePercentage” 値より小さい場合にのみ受信報告を送る。

(3) 受信報告 XML

受信機は、受信報告として以下のスキーマに従った XML データを生成し、HTTP POST リクエストでコンテンツ送出装置へ送る。

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
elementFormDefault="qualified">
  <xs:element name="receptionReport">
    <xs:choice>
      <xs:element name="receptionAcknowledgement" type="rackType"/>
      <xs:element name="statisticalReport" type="starType"/>
    </xs:choice>
  </xs:element>
  <xs:complexType name="rackType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="fileURI" type="xs:anyURI"
        minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="starType">
    <xs:simpleContent>
      <xs:element name="fileURI" type="xs:anyURI" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded">
        <xs:attribute name="receptionSuccess" type="xs:boolean" use="optional"/>
      </xs:element>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>

```

図 4-52 受信報告 XML スキーマ

表 4-19 受信報告 XML シンタックス

要素名	内容	属性名	属性値
-----	----	-----	-----

要素名	内容	属性名	属性値
receptionReport	下記の要素のどちらか一方 (□) receptionAcknowledgement statisticalReport	—	—
receptionAcknowledgement	fileURI 要素 (0~)	—	—
statisticalReport	fileURI 要素 (0~) qoeMetrics (0~)	—	—
		sessionId	“(送信元 IP アドレス):FLUTE の TS I または RTP 送信元ポート番号” xs:string
		sessionType	“download”、“streaming”、“mixed”のうちのどれか。 xs:string
		serviceId	Associated Delivery Procedure Description で指定される serviceId 値。 xs:string
		clientId	受信者の識別情報。コンテンツ送出装置が管理するフォーマットで指定する。 xs:string
	serverURI	Associated Delivery Procedure Description で指定される serverURI 値。 xs:anyURI 型。	
fileURI	報告するファイルの URI	—	—
		(テキストノード)	報告するファイルの URI xs:anyURI 型
		receptionSuccess	受信成功/不成功。(statisticalReport 時のみ) boolean 型。

※ Associated Delivery Procedure Description の “reportType” が Rack の場合に receptionAcknowledgement 要素を使用し、StaR および StaR-all の場合には statisticalReport 要素を使用する。

(4) 受信報告メッセージ

① 受信報告リクエスト

受信機は、受信報告 XML データを HTTP POST リクエストに格納して、Associated Delivery Procedure Description の serverURI で指定されるコンテンツ送出装置に伝送する。

HTTP POST メッセージの Request-URI や、HTTP/1.1 にて必須である HOST ヘッダには serverURI を指定する。

マルチパート MIME タイプを使用することで、複数ファイル（オブジェクト）の受信報告 XML を 1 つの HTTP POST リクエストに含めることができる。

② 受信報告レスポンス

コンテンツ送出装置は、受信機からの受信報告に対する受理結果を表すステータスコード (200 OK など) を含んだ HTTP レスポンスを受信機に返す。

(5) 負荷分散

ファイル修復手順と同様に、多数の受信機からの受信報告に対する負荷の分散を行う。4.2.2.7 (2)参照。

4.2.3 双方向網での伝送方式

双方向網でのメタデータ信号、関連情報、放送番組に関する権利を示す情報及び番組配列情報の伝送方式は、ARIB STD B-38 に従う。また、任意ファイルの伝送方式については、本規格書第 8 章に記載する、通信補完方式に従う。

第5章 伝送路符号化方式

目次

第5章 伝送路符号化方式.....	5-1
5.1 伝送路符号化部の構成.....	5-1
5.2 概要.....	5-2
5.2.1 ISDB-Tmm の OFDM フレーム構成.....	5-2
5.2.1.1 スーパーセグメント.....	5-2
5.2.2 マルチメディア放送の物理チャンネルとスーパーセグメントの周波数上位置.....	5-2
5.2.3 ISDB-Tmm モデル受信機.....	5-3
5.2.4 ISDB-Tmm モデル送信機.....	5-3
5.3 伝送路符号化方式.....	5-7
5.3.1 伝送路符号化の基本構成.....	5-7
5.3.2 TS 再多重（変更の可能性あり）.....	5-8
5.3.2.1 多重フレームの構成.....	5-8
5.3.2.2 多重フレームパターン構成のためのモデル受信機.....	5-9
5.3.2.2.1 階層分割部への入力信号.....	5-10
5.3.2.2.2 階層分割部からビタビ復号入力までのモデル受信機の動作.....	5-11
5.3.3 外符号誤り訂正.....	5-12
5.3.4 階層分割（13セグメント形式）.....	5-12
5.3.5 エネルギー拡散.....	5-13
5.3.6 遅延補正（変更の可能性あり）.....	5-14
5.3.7 バイトインタリーブ.....	5-15
5.3.8 内符号（畳込み符号）（改良について検討中）.....	5-16
5.3.9 キャリア変調.....	5-17
5.3.9.1 キャリア変調部の構成.....	5-17
5.3.9.2 遅延補正.....	5-17
5.3.9.3 ビットインタリーブ及びマッピング.....	5-18
5.3.9.3.1 DQPSK.....	5-18
5.3.9.3.2 QPSK.....	5-19
5.3.9.3.3 16QAM.....	5-20
5.3.9.3.4 64QAM.....	5-21
5.3.9.4 変調レベルの正規化.....	5-22
5.3.9.5 データセグメント構成.....	5-22
5.3.10 階層合成.....	5-24
5.3.11 時間、周波数インタリーブ.....	5-25

5.3.11.1	時間インタリーブ	5-25
5.3.11.2	周波数インタリーブ	5-27
5.3.11.2.1	セグメント間インタリーブ (13セグメント形式)	5-28
5.3.11.2.2	セグメント内インタリーブ	5-29
5.3.12	フレーム構成 (改良について検討中)	5-33
5.3.12.1	差動変調部の OFDM セグメント構成	5-33
5.3.12.2	同期変調部の OFDM セグメント構成	5-37
5.3.13	パイロット信号	5-39
5.3.13.1	スキッタードパイロット(SP)	5-39
5.3.13.1.1	PRBS 生成回路の初期値 (13セグメント形式)	5-39
5.3.13.1.2	PRBS 生成回路の初期値 (1セグメント形式)	5-40
5.3.13.2	コンティニューアルパイロット(CP)	5-41
5.3.13.3	TMCC	5-41
5.3.13.4	AC	5-41
5.3.14	伝送スペクトルの構成	5-42
5.3.14.1	OFDM セグメント配置 (13セグメント形式)	5-42
5.3.14.2	OFDM セグメント配置 (1セグメント形式)	5-42
5.3.14.3	ガードインターバルの付加	5-43
5.3.15	TMCC 信号(Transmission and Multiplexing Configuration Control).....	5-44
5.3.15.1	ビット割り当て	5-44
5.3.15.2	差動復調の基準	5-44
5.3.15.3	同期信号	5-44
5.3.15.4	セグメント形式識別	5-44
5.3.15.5	TMCC 情報 (変更の可能性あり)	5-44
5.3.15.5.1	システム識別	5-46
5.3.15.5.2	伝送パラメータ切替指標	5-46
5.3.15.5.3	緊急警報放送用起動フラグ	5-47
5.3.15.5.4	部分受信フラグ (13セグメント形式)	5-47
5.3.15.5.5	キャリア変調方式	5-47
5.3.15.5.6	畳込み符号化率	5-48
5.3.15.5.7	インタリーブ長	5-48
5.3.15.5.8	セグメント数	5-49
5.3.15.5.9	連結送信位相補正量	5-49
5.3.15.6	伝送路符号化方式	5-50
5.3.15.7	変調方式	5-50
5.4	連結送信時の信号形式	5-51

5.4.1 連結送信の構成	5-51
5.4.2 連結送信時の CP キャリア	5-52
5.4.3 連結送信におけるセグメント信号の位相補正	5-53
5.4.3.1 送信信号	5-53
5.4.3.1.1 中心周波数差に対する位相補償	5-53
5.4.3.1.2 パイロット信号変調位相の不整合に対する位相補償	5-54
5.4.3.2 受信信号	5-55
5.4.3.3 TMCC 情報	5-55
5.4.4 ISDB-Tmm の RF 信号フォーマット	5-57

用語の定義

FFT	高速フーリエ変換
IFFT	逆高速フーリエ変換
ISDB-T	13個のOFDMセグメントで伝送帯域を構成する地上デジタルテレビジョン放送の放送方式
ISDB-T _{SB}	1個又は3個のOFDMセグメントで伝送帯域を構成する地上デジタル音声放送の放送方式
ISDB-T _{mm}	1個又は13個のOFDMセグメントで伝送帯域を構成する携帯端末向けマルチメディア放送の放送方式
OFDMシンボル	OFDM送信信号の伝送シンボル
OFDMセグメント	データキャリアに制御信号キャリアを付加した伝送信号の基本帯域(テレビジョンチャンネル帯域幅の1/14)、および、フレーム構成された信号
OFDMフレーム	204個のOFDMシンボルからなる伝送フレーム
PCRジッタ	PCRパケットの伝送間隔の揺らぎ
PCRパケット	MPEG-2 systemsで規定されるPCRを伝送するTSP
インタリーブ	ビット、バイト、時間および周波数に関するインタリーブの総称
インタリーブの深さ	バイトインタリーブにおける遅延パスの種類数
ガードインターバル比	ガードインターバル期間長の有効シンボル期間長に対する比率
キャリアシンボル	1キャリア 1シンボルあたりのデータ群
サブチャンネル番号	仮想帯域幅1/7MHzをもつ、ISDB-T _{SB} のチューニングステップ
セグメント番号	単位送信波を構成するOFDMセグメントを識別する番号。また、これらに対応するデータセグメントを識別する番号
データセグメント	有効キャリアに対応するデータ群で、伝送路符号化を施す基本単位
パイロット信号	SP、CP、TMCC、AC信号の総称
モード	OFDMのキャリア間隔による伝送モードの識別
モデル受信機	多重フレーム上に伝送TSPを配置するための仮想受信機
階層情報	階層伝送における各階層の伝送路符号化パラメータ情報
階層伝送	異なる伝送路符号化を施したOFDMセグメント群の同時伝送
拘束長	畳み込み符号化器の遅延素子の数に1を加えたもの
差動変調部	階層伝送において、差動変調を施される階層

情報ビットレート	伝送ビットレートのうち、パイロット信号以外の情報を伝送するためのビットレート
制御情報	MPEG-2 TS以外のデータで受信機の復調・復号動作を補助する情報
多重フレーム	MPEG-2 TS を再多重し1つのTSとするための信号処理上のフレームでOFDMフレームに同一の時間長
単位送信波	1セグメント形式または13セグメント形式のOFDMセグメントの送信信号
伝送TSP	188バイトのMPEG-2 TSPにパリティ16バイトを加えた204バイトのパケット
伝送ビットレート	伝送路符号化方式により伝送されるすべてのビットレート
同期変調部	階層伝送において、同期変調を施される階層
付加情報	制御情報キャリアの一部を用いて伝送される非放送用の情報
部分受信	中央の1 OFDMセグメントのみの受信
放送TS	伝送路符号化方式で規定される再多重装置の出力TSであり、パイロット信号とともに1セグメント形式または3セグメント形式のOFDMフレームを構成する
連結送信	ガードバンド無しに配置されたISDB-T _{mm} 信号の送信形態

略語

AC	Auxiliary Channel
CAT	Conditional Access Table
CP	Continual Pilot
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying
DQPSK	Differential Quaternary Phase Shift Keying
ES	Elementary Stream
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
IF	Intermediate frequency
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
ISDB-T	ISDB for Terrestrial Television Broadcasting
ISDB-T _{SB}	ISDB for Terrestrial Sound Broadcasting
ISDB-T _{mm}	ISDB for Terrestrial Mobile Multi-Media Broadcasting
MPEG	Moving Picture Experts Group
NIT	Network Information Table

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAT	Program Association Table
PCR	Program Clock Reference
PMT	Program Map Table
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RF	Radio frequency
RS	Reed-Solomon
SFN	Single Frequency Network
SP	Scattered Pilot
TMCC	Transmission Multiplexing Configuration Control
TS	Transport Stream
TSP	Transport Stream Packet

5.1 伝送路符号化部の構成

ISDB-Tmm方式の信号スペクトルは、標準テレビジョン放送のうちデジタル放送に関する送信の標準方式 第二章 放送局の行う超短波放送（衛星補助放送を除く。）のうちデジタル放送 第十一条記載の一セグメント形式の OFDM フレーム（以下、1セグメント形式）、或いは、同第三章 放送局の行う標準テレビジョン放送のうちデジタル放送及び高精細度テレビジョン放送 第十九条記載の OFDM フレーム（以下、13セグメント形式）、及び、これらを連結した OFDM フレーム（以下、連結 OFDM フレーム）を逆高速フーリエ変換し、同別表第五号に示すガードインターバルの付加し生成する。伝送路符号化方式の詳細を次節に示す。尚、内符号、フレーム構成の改良、及び、送信ダイバーシティ機能の追加について検討中であり、変更の可能性がある。

（理由）

- ・ 13セグメント形式／1セグメント形式部分の部分復調を可能とし、既に4000万台の出荷実績をもつワンセグ端末や地デジ受信機との回路やソフトウェアの共通化が容易とする。
- ・ 約5.7MHz以上約429KHz単位で任意幅のスペクトラムを形成し、携帯端末向けマルチメディア放送に利用可能な周波数帯幅を有効に利用する。
- ・ 階層変調を可能とし、階層毎に変調・符号化率、時間インターリーブ等を独立に設定することにより、ストリーミングやファイルキャッシングサービスによって伝送品質やリアルタイム性への要求が異なる場合でも、それぞれに対して適したパラメータを選択できる。

5.2 概要

ISDB-Tmm 方式は、地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式（以下、ISDB-T 方式）、及び、地上デジタル音声放送の伝送方式（以下、ISDB-Tsb 方式）と同じ ISDB 技術をベースとした携帯端末向けマルチメディア放送の放送方式である。ISDB-Tmm 方式の携帯端末向けマルチメディア放送は、移動中や外出先など、どこでも携帯端末を用いてリアルタイムに視聴できる放送サービスに加え、一旦端末に蓄積しておき、好みのタイミングで視聴できる蓄積放送サービスの特徴としている。ISDB-Tmm 信号の送信スペクトラムは、ISDB-T 方式、及び、ISDB-Tsb 方式と同様に 6MHz を 14 分割した OFDM ブロック（以下、OFDM セグメント）を連結して構成される。複数セグメントの連結が可能ないように OFDM セグメントのキャリア構成を構造化することにより、サービスに適した帯域幅や伝送特性に柔軟に対応すると共に、ISDB-T、及び、ISDB-Tsb 方式との相互運用、受信機の共用化を可能としている。

5.2.1 ISDB-TmmのOFDMフレーム構成

ISDB-Tmm の OFDM フレームは、ARIB STD B29 準拠の 1 セグメント形式の OFDM フレーム（以下、1 セグメント形式）、又は、ARIB STD B31 準拠の 13 セグメント形式の OFDM フレーム（以下、13 セグメント形式）、及び、これらを連結した OFDM フレーム（以下、連結 OFDM フレーム）から構成される。

5.2.1.1 スーパーセグメント

ISDB-T 方式、及び、ISDB-Tsb 方式との整合性を明確化するために、便宜上、以下に示すスーパーセグメントを定義する。ISDB-Tmm の OFDM フレームは、以下の 2 種類のスーパーセグメントをいくつか連結した構造である。

- ▶ タイプ A スーパーセグメント：1 の 13 セグメント形式の OFDM フレーム（ISDB-T 互換）
- ▶ タイプ B スーパーセグメント：14 以下の 1 セグメント形式の連結フレーム（ISDB-Tsb 互換）

5.2.2 マルチメディア放送の物理チャンネルとスーパーセグメントの周波数上位置

マルチメディア放送が割り当てられる周波数帯において、現行放送と同様に 6MHz 幅の物理チャンネルが定義されることを前提とする。上述の ISDB-Tmm の OFDM フレームに対し、IFFT 割付／ガードインターバル付加処理を施され ISDB-Tmm 信号の伝送スペクトラムが生成される。この際、各スーパーセグメントの伝送スペクトラムは、いずれか 1 つの物理チャンネルに配置される（1 セグメント形式のうち、sub 0, 1, 41 については物理チャンネルを跨いで配置される（5.3.13.1.2 参照）。尚、物理チャンネルの周波数位置は、一部帯域を重複して定義される場合もあり得る。この場合、重なり部分の周波数帯幅は 6/14MHz の整数倍となる。

割当周波数帯幅が 14.5MHz の場合、連結 OFDM フレームの最大セグメント数は 33 となるが、この場合、以下のような物理チャンネルと、スーパーセグメント配置が考えられる。

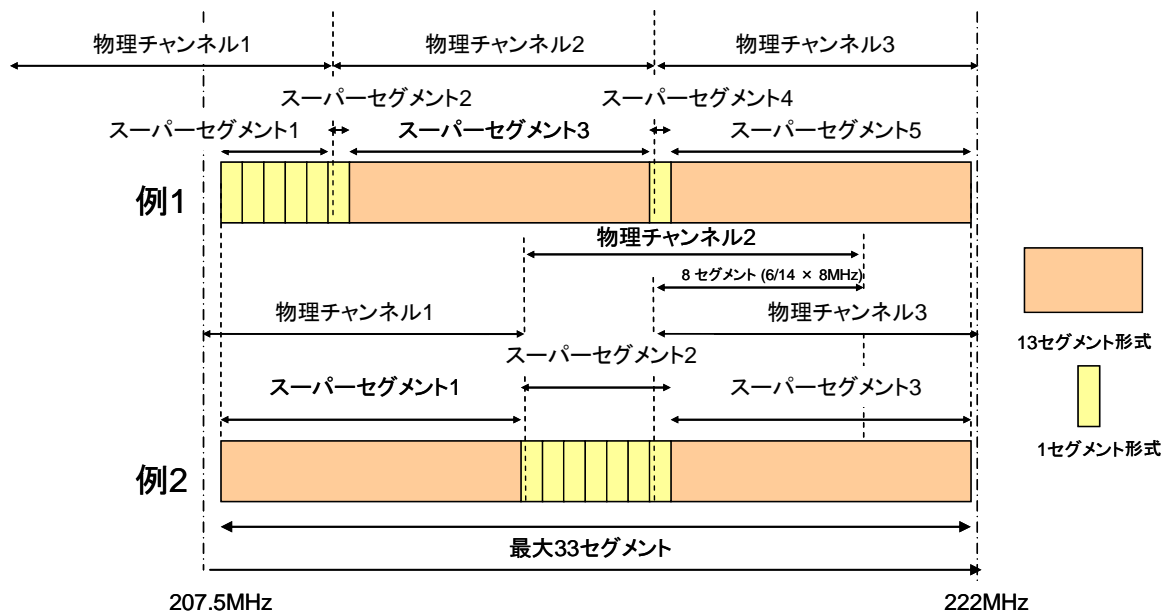


図 2-1 連結 OFDM フレーム構成

5.2.3 ISDB-Tmmモデル受信機

ISDB-Tmm 方式のモデル受信機は、ARIB STD B29、及び、ARIB STD B31 に準拠した復調処理部を具備し、既知のスーパーセグメントの周波数位置情報を用いて 13 セグメント形式、或いは、1 セグメント形式の ISDB-Tmm 信号を選択的に復調する。

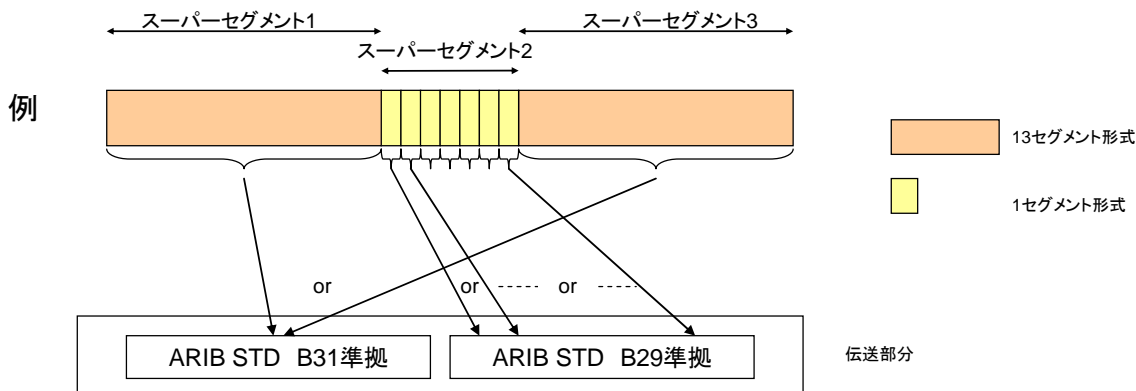


図 2-2 モデル受信機

5.2.4 ISDB-Tmmモデル送信機

ISDB-Tmm 送信信号は、連結 OFDM フレームを一括で IFFT/ガードインターバル付加処理して生成される。ここで、13 セグメント形式部分は ISDB-T 方式と同様に最大 3 階層 (内、1 セグメントを部分受信可) まで分割し、階層毎に変調・符号化率等を独立に設定を可能とする (ARIB STD B31 準拠)。1 セグメント形式部分についても、セグメント毎に変調・符号化率等の設定を可能とする (ARIB STD B29 準拠)。従って、図 2-1 の例 2 に示すスーパーセグメント構成に対応した ISDB-Tmm モデル送信機は、最大 13 系統の伝送路符号化処理を並列して行う。

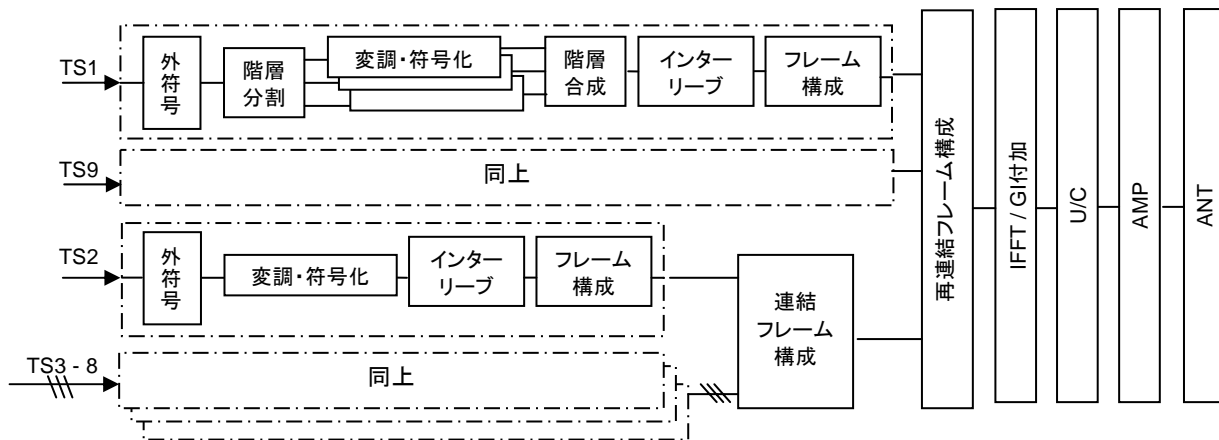


図 2-3 モデル送信機の構成

表 2-1 1 セグメント形式の伝送信号パラメータ

モード	Mode 1	Mode 2	Mode 3	
セグメント帯域幅	6000/14 = 428.57...kHz			
帯域幅	6000/14(kHz) + 250/63(kHz) = 432.5...kHz	6000/14(kHz) + 125/63(kHz) = 430.5...kHz	6000/14(kHz) + 125/126(kHz) = 429.5...kHz	
差動変調部セグメント数	n_d			
同期変調部セグメント数	$n_s (n_s+n_d=1)$			
キャリア間隔	250/63 = 3.968...kHz	125/63 = 1.984...kHz	125/126 = 0.992...kHz	
キャリア数	総数	108 + 1 = 109	216 + 1 = 217	432 + 1 = 433
	データ	96	192	384
	SP	$9 \times n_s$	$18 \times n_s$	$36 \times n_s$
	CP ^{*1}	$n_d + 1$	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC ^{*2}	$n_s + 5 \times n_d$	$2 \times n_s + 10 \times n_d$	$4 \times n_s + 20 \times n_d$
	AC1 ^{*3}	2	4	8
AC2 ^{*3}	$4 \times n_d$	$9 \times n_d$	$19 \times n_d$	
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK			
シンボル数/フレーム (OFDM シンボル)	204			
有効シンボル長	252 μ s	504 μ s	1.008 ms	
ガードインターバル長	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)	
フレーム長	64.26 ms (1/4), 57.834 ms (1/8), 54.621 ms (1/16), 53.0145 ms (1/32)	128.52 ms (1/4), 115.668 ms (1/8), 109.242 ms (1/16), 106.029 ms (1/32)	257.04 ms (1/4), 231.336 ms (1/8), 218.484 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)	
IFFT サンプル周波数	64/63 = 1.0158... MHz			
内符号 ^{*4}	畳み込み符号 (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)			
外符号 ^{*4}	RS (204,188)			

- *1: SP (Scattered Pilot)、および CP (Continual Pilot) は、受信機の同期、復調用の信号として挿入される。CP 数は、セグメント内の CP に加え、全帯域の上端に 1 本追加したものを含む。
- *2: TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) は、制御情報を伝送するために挿入される。
- *3: AC (Auxiliary Channel) は、付加情報を伝送するための信号であり、AC1 はすべてのセグメントに同一数、AC2 は差動セグメントにのみ挿入される。
- *4: 誤り訂正方式の改良について検討中。

表 2-2 13 セグメント形式の伝送信号パラメータ

ISDB-T モード	Mode 1	Mode 2	Mode 3	
OFDM セグメント数 N_s	13 セグメント			
帯域幅	$3000/7(\text{kHz}) \times N_s + 250/63(\text{kHz})$ = 5.575...MHz	$3000/7(\text{kHz}) \times N_s + 125/63(\text{kHz})$ = 5.573...MHz	$3000/7(\text{kHz}) \times N_s + 125/126(\text{kHz})$ = 5.572...MHz	
差動変調部セグメント数	n_d			
同期変調部セグメント数	$n_s (n_s+n_d=N_s)$			
キャリア間隔	250/63 = 3.968...kHz	125/63 = 1.984...kHz	125/126 = 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}	$n_d + 1$	$n_d + 1$	$n_d + 1$
	TMCC	$n_s + 5 \times n_d$	$2 \times n_s + 10 \times n_d$	$4 \times n_s + 20 \times n_d$
	AC1	$2 \times N_s = 26$	$4 \times N_s = 52$	$8 \times N_s = 104$
AC2	$4 \times n_d$	$9 \times n_d$	$19 \times n_d$	
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, DQPSK			
シンボル数/フレーム	204			
有効シンボル長	252 μ s	504 μ s	1.008 ms	
ガードインターバル長	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)	
フレーム長	64.26 ms (1/4), 57.834 ms (1/8), 54.621 ms (1/16), 53.0145 ms (1/32)	128.52 ms (1/4), 115.668 ms (1/8), 109.242 ms (1/16), 106.029 ms (1/32)	257.04 ms (1/4), 231.336 ms (1/8), 218.464 ms (1/16), 212.058 ms (1/32)	
内符号 ^{*2}	畳み込み符号 (1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8)			
外符号 ^{*2}	RS (204,188)			

- *1: CP 数は、セグメント内の CP に加え、全帯域の右に 1 本追加したものを含む。
- *2: 誤り訂正方式の改良について検討中。

表 2-3 1 セグメント形式の情報ビットレート

キャリア変調	畳み込み符号	伝送 TSP 数 ^{*1} (Mode 1 / 2 / 3)	情報ビットレート (kbit/s)			
			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
DQPSK	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
QPSK	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: 1 フレームあたりの伝送 TSP 数を示す。

表 2-4 13 セグメント形式の情報ビットレート¹

キャリア変調	畳み込み符号	伝送 TSP 数 (Mode 1 / 2 / 3)	伝送容量 (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
DQPSK	1/2	156 / 312 / 624	3.651	4.056	4.295	4.425
	2/3	208 / 216 / 832	4.868	5.409	5.727	5.900
	3/4	234 / 468 / 936	5.476	6.085	6.443	6.638
QPSK	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 13 セグメントの情報レートを示す。なお、ISDB-T では、変調・畳み込み符号の符号化率を可変とした階層伝送ができるためレートは一例である。

5.3 伝送路符号化方式

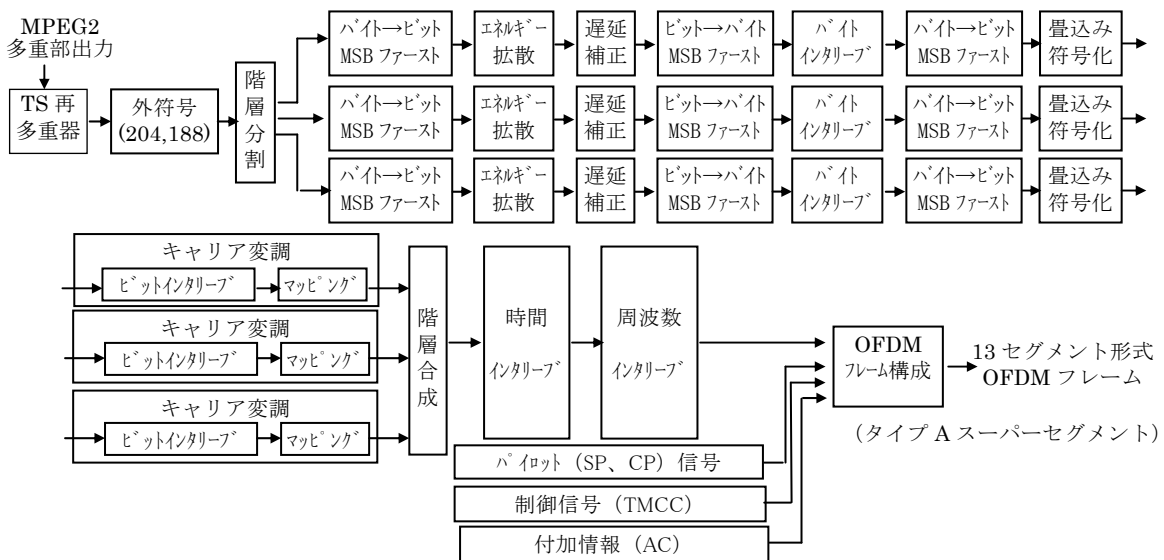
5.3.1 伝送路符号化の基本構成

MPEG-2 多重部出力は、TS 再多重器を介して 3.2 章にて規定する 13 セグメント形式、或いは、1 セグメント形式の伝送 TSP に変換される。13 セグメント形式の伝送 TSP は、ARIB STD B31 規定の伝送 TSP を指し、同規定と互換の伝送路符号化処理が施され 13 セグメント形式 OFDM フレームが生成される。同様に、1 セグメント形式の伝送 TSP は、ARIB STD B29 規定の伝送 TSP であり、同規定と互換した伝送路符号化処理、及び、最大 14 セグメントの連結処理がなされることにより、最大 14 個の 1 セグメント形式を連結した OFDM フレームが構成される。前述のように、便宜上、前者をタイプ A スーパーセグメント、後者をタイプ B スーパーセグメントと呼ぶ。

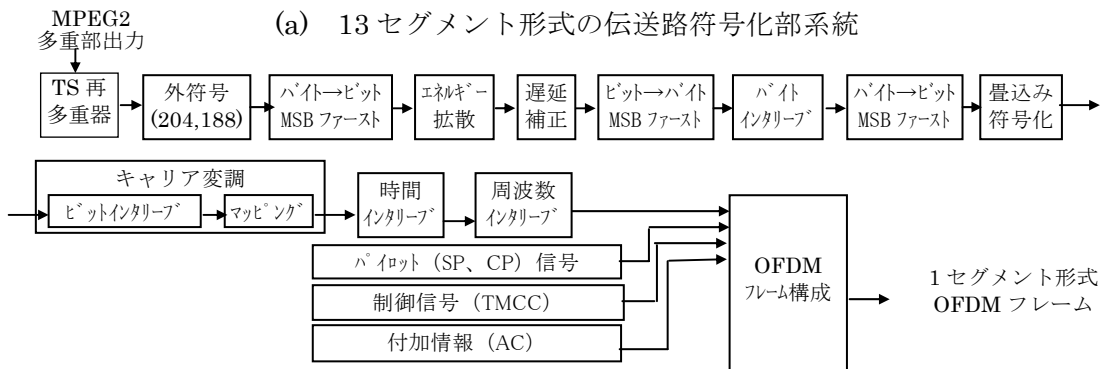
このように生成された複数のスーパーセグメントを更に連結し、IFFT 演算により ISDB-Tmm 方式の OFDM 信号が生成される。

図 3.1-1 に伝送路符号化部の基本構成を示す。

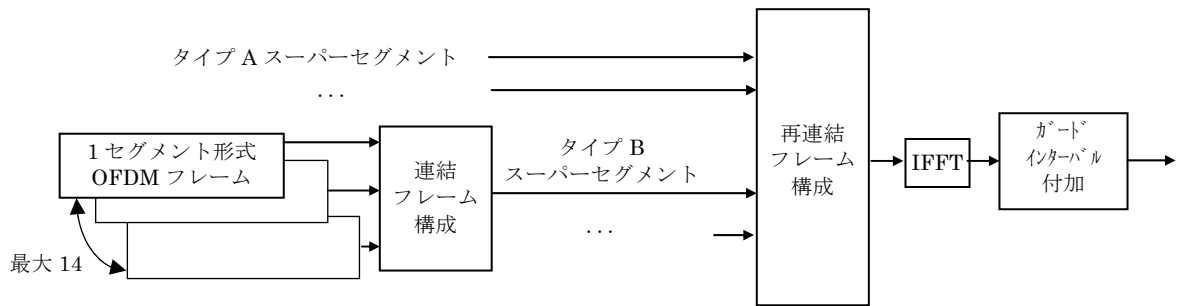
本章では 13 セグメント形式と、1 セグメント形式の伝送路符号化について規定する。連結送信については次章にて規定する。



(a) 13 セグメント形式の伝送路符号化部系統



(b) 1 セグメント形式の伝送路符号化部系統



(c) 連結フレーム構成、IFFT、ガードインターバル付加処理部系統

図 3.1-1 伝送路符号化部系統

5.3.2 TS再多重（変更の可能性あり）

内符号方式の改良に伴う変更があり得る。

5.3.2.1 多重フレームの構成

再多重後のトランスポートストリーム（TS）は、 n 個のトランスポートストリームパッケージ（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 3.2-1 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。1 セグメント形式の場合には、伝送 TSP に対して、伝送クロックを $1.0158...MHz$ (1 セグメント形式の IFFT サンプル周波数) の 2 倍とすることにより OFDM フレーム長と一致する。また、13 セグメント形式の場合には、伝送クロックを IFFT 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 フレーム長に一致する。

多重フレームにおける伝送 TSP は、図 3.2-1 に示すように、OFDM 信号の X 階層（X 階層は、A 階層、B 階層、C 階層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 OFDM 信号としては伝送されないヌルパッケージ (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 に示すモデル受信機で再生される TS と同じとなるように予め決められる。

単位時間に伝送できるトランスポートストリームパッケージの数は各階層の伝送パラメータの設定に依存して多様な値をとるため、一般には、再多重部の入力 TS と出力の単一 TS の間で整合が取れない。これに対し適切な数のヌルパッケージを補完することにより、伝送パラメータの設定によらず、一定のクロックでトランスポートストリームのインターフェイスをとることができる。

多重フレーム長と OFDM フレーム長が一致しているため、受信機では OFDM 信号の同期からトランスポートストリームの同期を再生することができ、同期性能が強化される。

多重フレーム中の TSP の配置を階層の「分離・合成動作」と関係つけることにより、受信側では、複数の階層に分割されて伝送された信号から送信側と同じ単一の TS を再生することができる。

このため、送信側ではモデル受信機の動作を定義することにより間接的に TSP の配置を規定する。受信側ではモデル受信機と同等の動作によって、TSP の位置情報なしに、TS を再生できる。

図 3.2-1 に再多重後のトランスポートストリームの例を示す。

表 3.2-1 多重フレームの構成

モード		1 多重フレームに含まれる 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
1 セグメント 形式	Mode 1	80	72	68	66
	Mode 2	160	144	136	132
	Mode 3	320	288	272	264
13 セグメント 形式	Mode 1	1280	1152	1088	1056
	Mode 2	2560	2304	2176	2112
	Mode 3	5120	4608	4352	4224

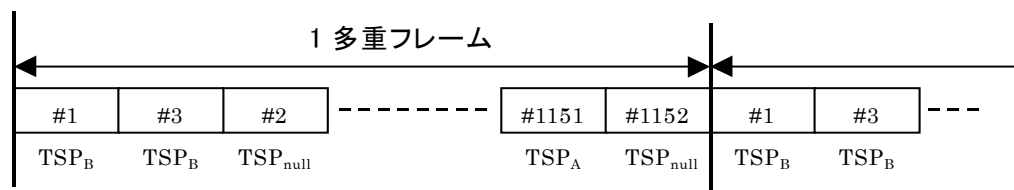


図 5.2-1 再多重されたトランスポートストリームの例

(13 セグメント形式、モード 1、ガードインターバル 1/8 の場合)

5.3.2.2 多重フレームパターン構成のためのモデル受信機

多重フレーム上の TSP の配置は、図 3.2-2 に示すモデル受信機で再生される TS の構成に従う。なお、クロックは、FFT サンプルクロックを示している。

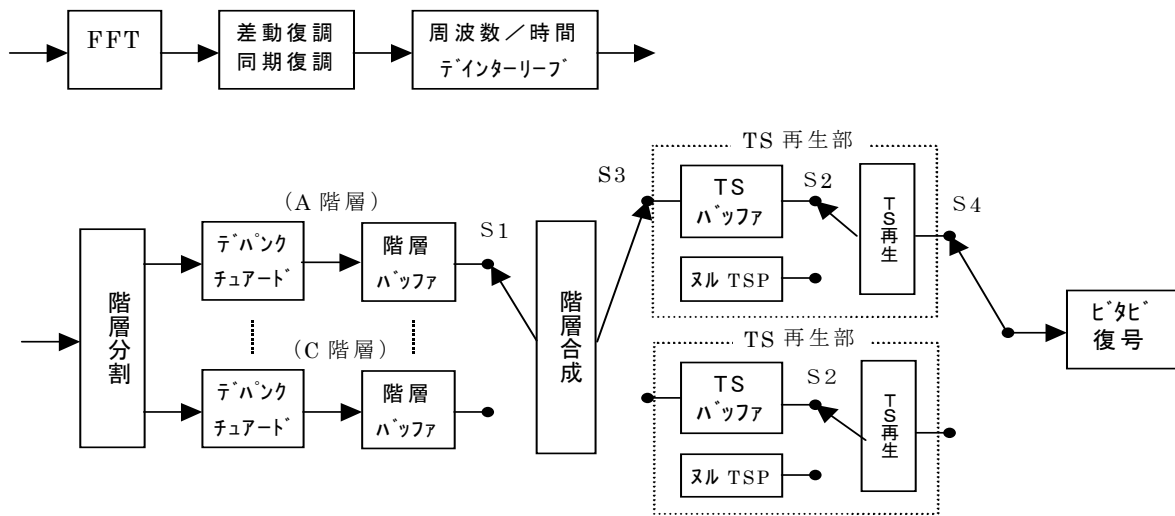


図 5.2-2 多重フレームパターン構成用モデル受信機

5.3.2.2.1 階層分割部への入力信号

階層分割部への入力信号は、キャリア復調とデインタリーブ等の処理の後、セグメント番号の小さい順に、セグメント内では制御シンボルを除いた有効シンボルをキャリア周波数の低いほうから順番に並べたものである。図 3.2-3 に、2 階層 (DQPSK 1/2、5 セグメント使用、64QAM 7/8、8 セグメント使用)、1/8 ガードインターバル、モード 1 の場合の例を示す。

1OFDM シンボル期間において、480 (96×5) キャリア分のデータが A 階層に入力され、続いて 768 (96×8) キャリア分のデータが B 階層に入力され、その後 1056 キャリア分の無効信号が続く。

無効信号は、OFDM フレーミング部で挿入されるパイロット信号に相当するサンプリングに加え、正味の信号帯域に対して余分の FFT のサンプリング、および、ガードインターバルのサンプリングの総和に対応する。この動作が 1 OFDM フレーム期間に 204 シンボル分繰り返される。

なお、遅延調整は、差動復調処理または同期復調処理に要する時間が等しくなるように行われる。

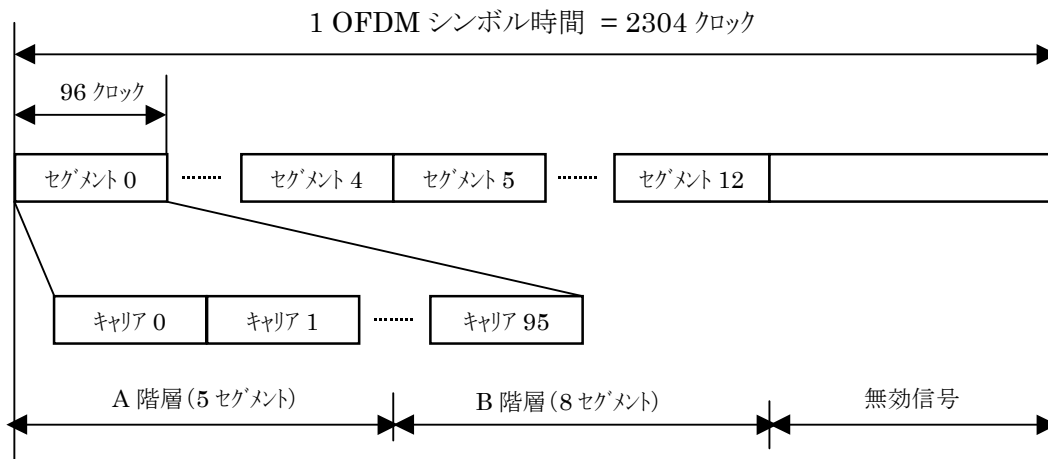


図 5.2-3 階層分割への入力信号の時間配置

5.3.2.2.2 階層分割部からビタビ復号入力までのモデル受信機の動作

各階層に分離された信号は、それぞれにデパンクチュアード処理され、階層バッファに蓄積される。各階層とも処理遅延時間は同じとし、モデル上は0と考える。

この時、1多重フレームにおいて、X階層にk個目のデータが入力された瞬間に階層バッファに入力蓄積されるビット数 $B_{X,k}$ は次式のようにになる。

$$B_{X,k} = 2 \times ([k \times S_X \times R_X] - [(k-1) \times S_X \times R_X])$$

ここで、 $[]$ は少数切り捨て演算を表わし、 R_X はX階層の畳み込み符号の符号化率を表わす。また、 S_X はX階層の変調方式により表3.2-2の値を取る。

表 5.2-2 S_X の値

変調方式	S_X
DQPSK/QPSK	2
16QAM	4
64QAM	6

階層バッファに、1TS パケット分 (408 バイト*) のデータが入力された時点でスイッチ S1 を切り替え、TS 再生部の TS バッファにデータを転送する。ここで、データの転送は瞬時に行われるものとする。

* 1つのTSパケット (204バイト) のデータを畳み込み符号化すると、畳み込み符号のマザーコードが1/2のため、408バイトとなる。

TS 再生部では、TS パケット時間（1 セグメント形式の場合は 816 クロック、13 セグメント形式の場合は 408 クロック）毎に TS バッファをチェックし、1TS パケット分以上データが蓄積されている場合はスイッチ S2 を TS バッファ側に切り替えて 1TS パケット分のデータを読み出し、TS バッファにデータが無い場合にはスイッチ S2 をヌル TSP 側に切り替えてヌルパケットを送出する。

スイッチ S3 は、階層合成部の出力信号を 2 つの TS 再生部に交互に入力する切り替えを行う。モード 1 の場合、OFDM フレームの先頭で交互に切り替えられる。スイッチ S4 は信号を出力する TS 再生部の切り替を行ない、スイッチ S3 の切り替え時より、すなわち OFDM フレームの先頭より、3 TS パケット時間遅れて、スイッチ S3 と同じ側に切り替える。

モード 2、モード 3 の場合は、それぞれ 1/2 OFDM フレームの周期（102 OFDM シンボル周期）、1/4 OFDM フレームの周期（51 OFDM シンボル周期）でスイッチ S3 及び S4 を切り替える。

5.3.3 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 00_{HEX}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。

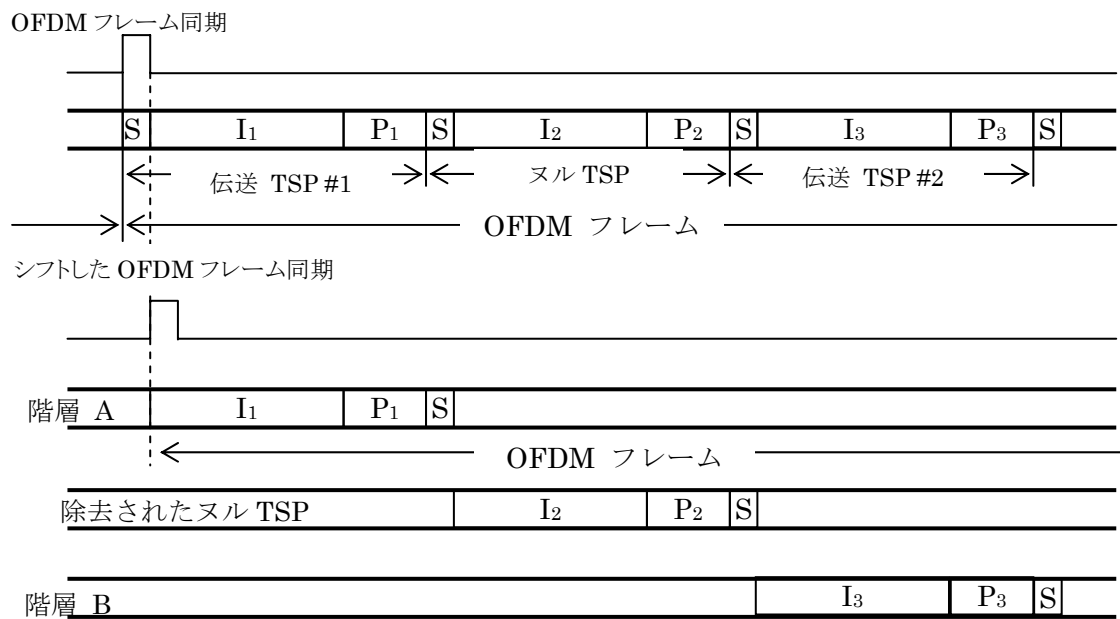
$$g(x) = (X - \lambda^0)(X - \lambda^1)(X - \lambda^2) \cdots (X - \lambda^{15}) \quad \text{但し、} \lambda = 02_{HEX}$$

5.3.4 階層分割（13セグメント形式）

13 セグメント形式の場合、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 3.4-1 に示す。



S : 同期バイト、I:情報、P : パリティ

図 5.4-1 階層分割部の動作例

5.3.5 エネルギー拡散

図 3.5-1 に示す回路により生成される PRBS (擬似ランダム符号系列) を階層毎に同期バイトを除く信号とビット単位で排他的論理和を行う。

なお、レジスタの初期値は、”100101010000000” (D1~D14) 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、TSP の同期バイトの次のバイトの MSB の位置とする。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。PRBS の生成多項式 $g(x)$ は次式とする。

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

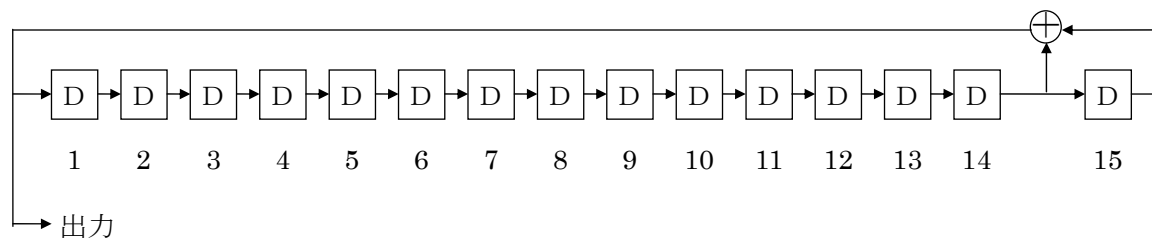


図 3.5-1 PRBS の生成回路

5.3.6 遅延補正（変更の可能性あり）

バイトインタ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。

各階層での補正量を表 3.6-1 に示す。表 3.6-1 に示すような伝送 TSP 数の遅延を設けることにより、バイトインタ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。

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）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ってしまう。

従って、後述のバイトインタ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。

表 5.6-1 バイトインタリーブに伴う遅延補正量

キャリア変調	畳み込み符号	遅延補正量(伝送 TSP 数)		
		モード 1	モード 2	モード 3
DQPSK	1/2	$12 \times N \cdot 11$	$24 \times N \cdot 11$	$48 \times N \cdot 11$
	2/3	$16 \times N \cdot 11$	$32 \times N \cdot 11$	$64 \times N \cdot 11$
	3/4	$18 \times N \cdot 11$	$36 \times N \cdot 11$	$72 \times N \cdot 11$
QPSK	5/6	$20 \times N \cdot 11$	$40 \times N \cdot 11$	$80 \times N \cdot 11$
	7/8	$21 \times N \cdot 11$	$42 \times N \cdot 11$	$84 \times N \cdot 11$
16QAM	1/2	$24 \times N \cdot 11$	$48 \times N \cdot 11$	$96 \times N \cdot 11$
	2/3	$32 \times N \cdot 11$	$64 \times N \cdot 11$	$128 \times N \cdot 11$
	3/4	$36 \times N \cdot 11$	$72 \times N \cdot 11$	$144 \times N \cdot 11$
	5/6	$40 \times N \cdot 11$	$80 \times N \cdot 11$	$160 \times N \cdot 11$
	7/8	$42 \times N \cdot 11$	$84 \times N \cdot 11$	$168 \times N \cdot 11$
64QAM	1/2	$36 \times N \cdot 11$	$72 \times N \cdot 11$	$144 \times N \cdot 11$
	2/3	$48 \times N \cdot 11$	$96 \times N \cdot 11$	$192 \times N \cdot 11$
	3/4	$54 \times N \cdot 11$	$108 \times N \cdot 11$	$216 \times N \cdot 11$
	5/6	$60 \times N \cdot 11$	$120 \times N \cdot 11$	$240 \times N \cdot 11$
	7/8	$63 \times N \cdot 11$	$126 \times N \cdot 11$	$252 \times N \cdot 11$

Nはその階層が使用するセグメント数をあらわす
 （内符号方式の改良に伴う変更があり得る）

5.3.7 バイトインタリーブ

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リーブを行う。インタリーブの深さは 12 バイトとする。但し同期バイトの次のバイトは遅延無しの基準パスを通過するものとする。

バイトインタリーブ回路を図 3.7-1 に示す。

バイトインタ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（各々のパスは 12 バイト毎に選択されるため、パス 1 の遅延量は 17×12 バイトとなる）、パス 2 のメモリ容量は $17 \times 2 = 34$ バイト（遅延量は $17 \times 12 \times 2$ バイトとなる）、…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。

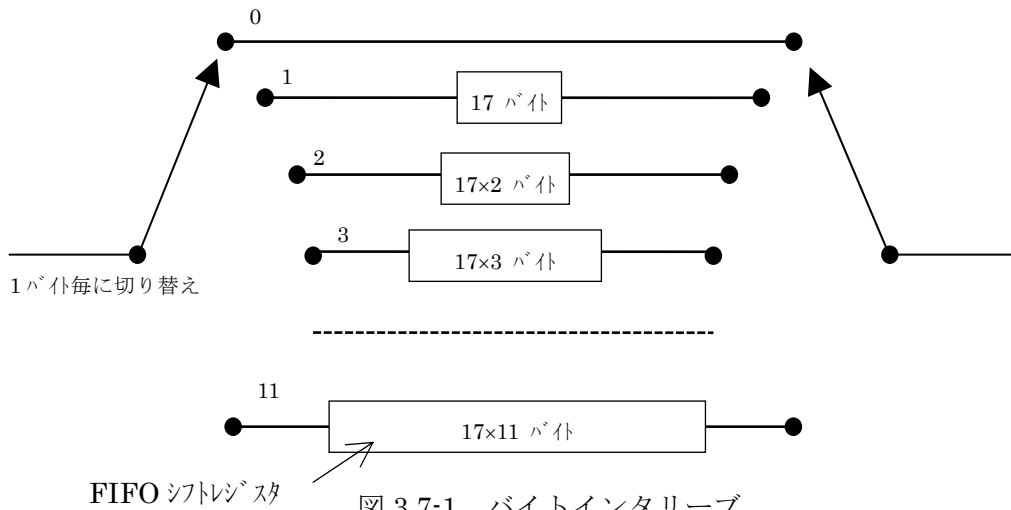


図 3.7-1 バイトインタリーブ

バイトインタリーブ、デインタリーブによる送受合計の遅延量は $17 \times 11 \times 12$ バイト（11 TSP 相当）である。

5.3.8 内符号（畳込み符号）（改良について検討中）

内符号としては、拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ を原符号とするパンクチュアード畳込み符号を用いる。この原符号の生成多項式は、 $G_1=171_{\text{oct}}$ 、 $G_2=133_{\text{oct}}$ 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 3.8-1 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ュアー化された伝送信号系列を表 3.8-1 に示す。なお、パンクチュアー化パターンは、フレーム同期でリセットされるものとする。

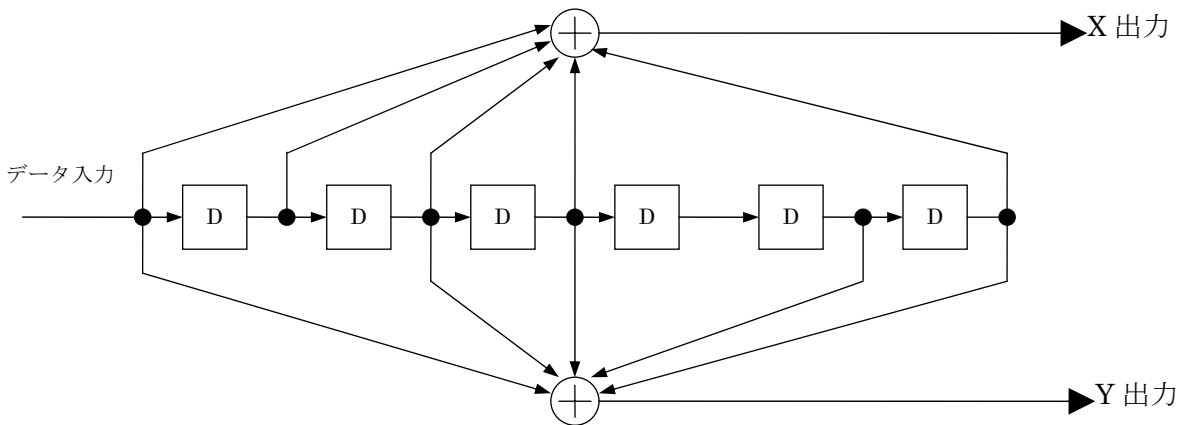


図 3.8-1 拘束長 $k=7$ 、符号化率 $1/2$ の畳込み符号の符号化回路

表 3.8-1 内符号の符号化率と伝送信号系列

符号化率	パンクチュアー化パターン	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	$X_1, Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, X_5, Y_6, X_7$

改良について検討中。

5.3.9 キャリア変調

5.3.9.1 キャリア変調部の構成

キャリア変調部は、図3.9-1に示す通り階層について予め指定された方式によりビットインタリーブされ、変調マッピングされる。

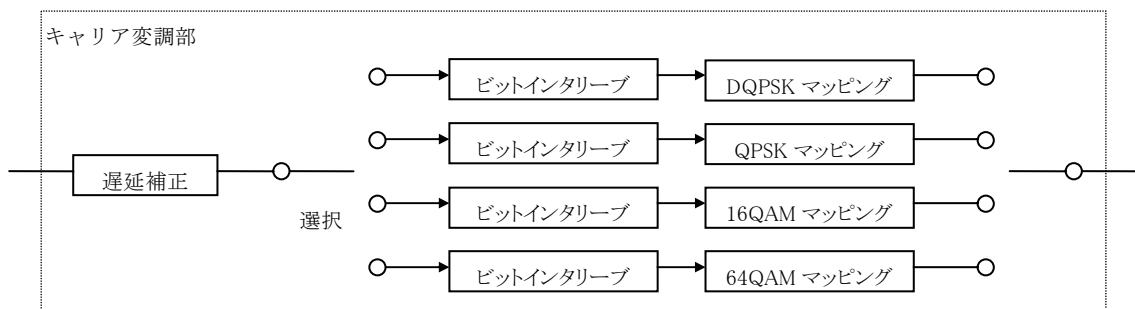


図 3.9-1 キャリア変調部の構成

5.3.9.2 遅延補正

ビットインタリーブは、3.9.3 で詳細を示すように、送受で 120 キャリアシンボルの遅延が生じる。これに送信側で適当な遅延補正を付加することにより、送受で 2 OFDM シンボルの遅延となるように補正する。

表 3.9-1 ビットインタ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)		
	Mode 1	Mode 2	Mode 3
DQPSK	$384 \times N - 240$	$768 \times N - 240$	$1536 \times N - 240$
QPSK			
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

5.3.9.3 ビットインタリーブ及びマッピング

5.3.9.3.1 DQPSK

入力信号を2ビット化し、 $\pi/4$ シフト DQPSK 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。直並列変換後、図 3.9-2 に示す 120 ビットの遅延素子を位相計算部の入力に挿入し、ビットインタリーブを行う。図 3.9-2 に系統を、表 3.9-2 に位相計算を、図 3.9-3 にコンスタレーションを示す。

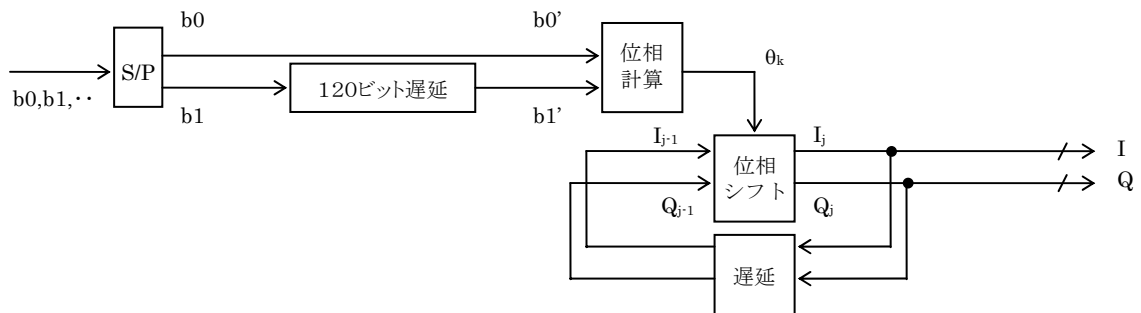


図 3.9-2 $\pi/4$ シフト DQPSK 変調系統図

表 3.9-2 位相計算

入力 b0' b1'	出力 θ_j
0 0	$\pi/4$
0 1	$-\pi/4$
1 0	$3\pi/4$
1 1	$-3\pi/4$

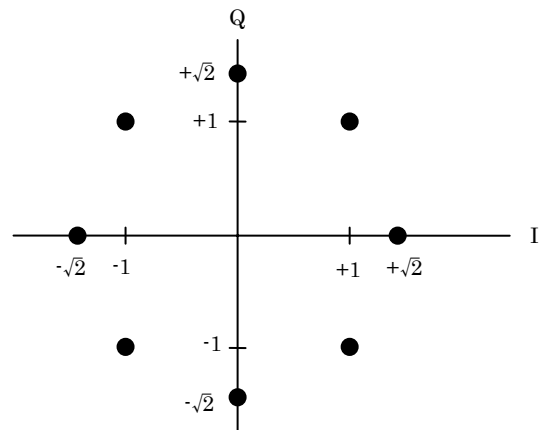


図 3.9-3 $\pi/4$ シフト DQPSK 位相図

位相シフトの関係を以下に示す。

$$\begin{pmatrix} I_j \\ Q_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_j & -\sin \theta_j \\ \sin \theta_j & \cos \theta_j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_{j-1} \\ Q_{j-1} \end{pmatrix}$$

但し、 (I_j, Q_j) は出力シンボル、 (I_{j-1}, Q_{j-1}) は1 OFDM シンボル前のシンボルを示す。

5.3.9.3.2 QPSK

入力信号を2ビット化し、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3.9-4に示す120ビットの遅延素子を入力に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.9-4に系統を、図3.9-5にマッピングのコンスタレーションを示す。

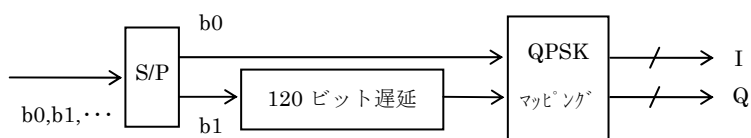


図 3.9-4 QPSK 変調系統図

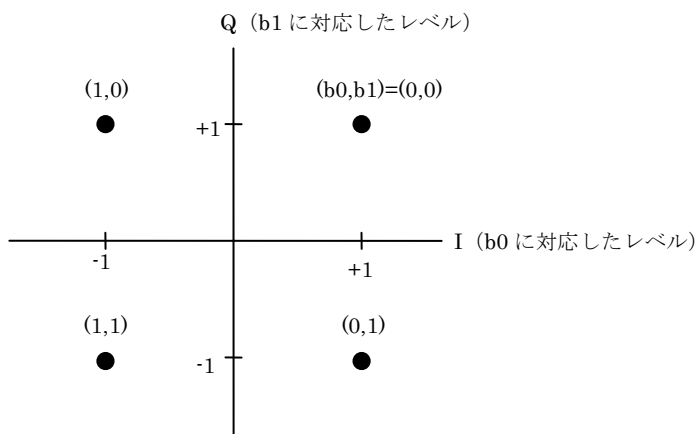


図 3.9-5 QPSK 位相図

5.3.9.3.3 16QAM

入力信号を4ビット化し、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3.9-6に示す遅延素子をb1からb3に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.9-6にシステムを、図3.9-7にマッピングのコンスタレーションを示す。

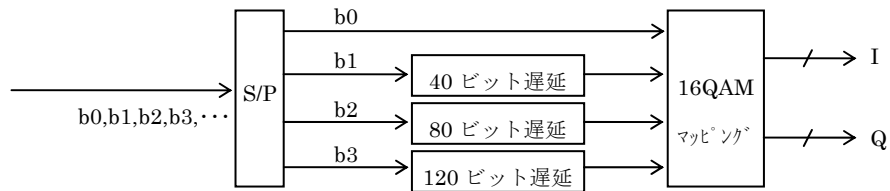


図 3.9-6 16QAM 変調系統図

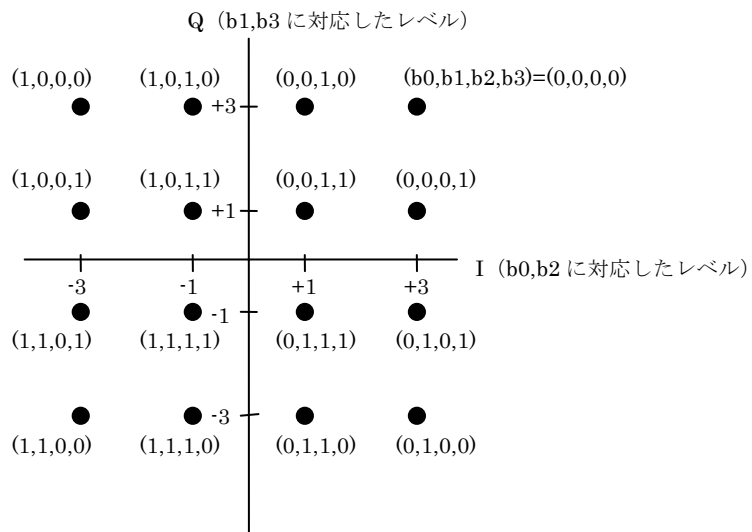


図 3.9-7 16QAM の位相図

5.3.9.3.4 64QAM

入力信号を6ビット化し、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3.9-8に示す遅延素子をb1からb5に挿入し、ビットインタリーブを行う。図3.9-8に系統を、図3.9-9にマッピングのコンスタレーションを示す。

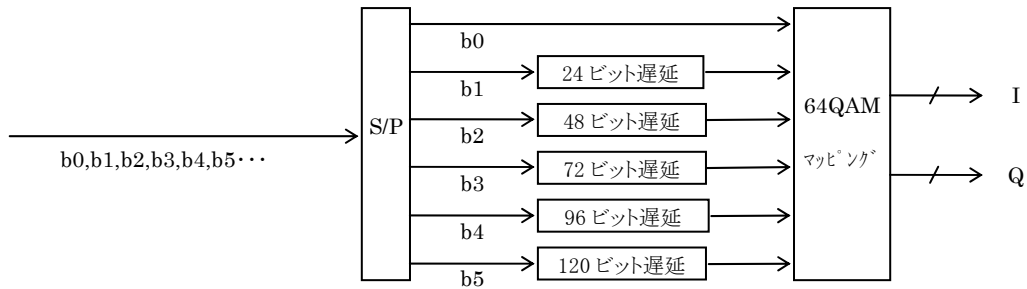


図 3.9-8 64QAM 変調系統図

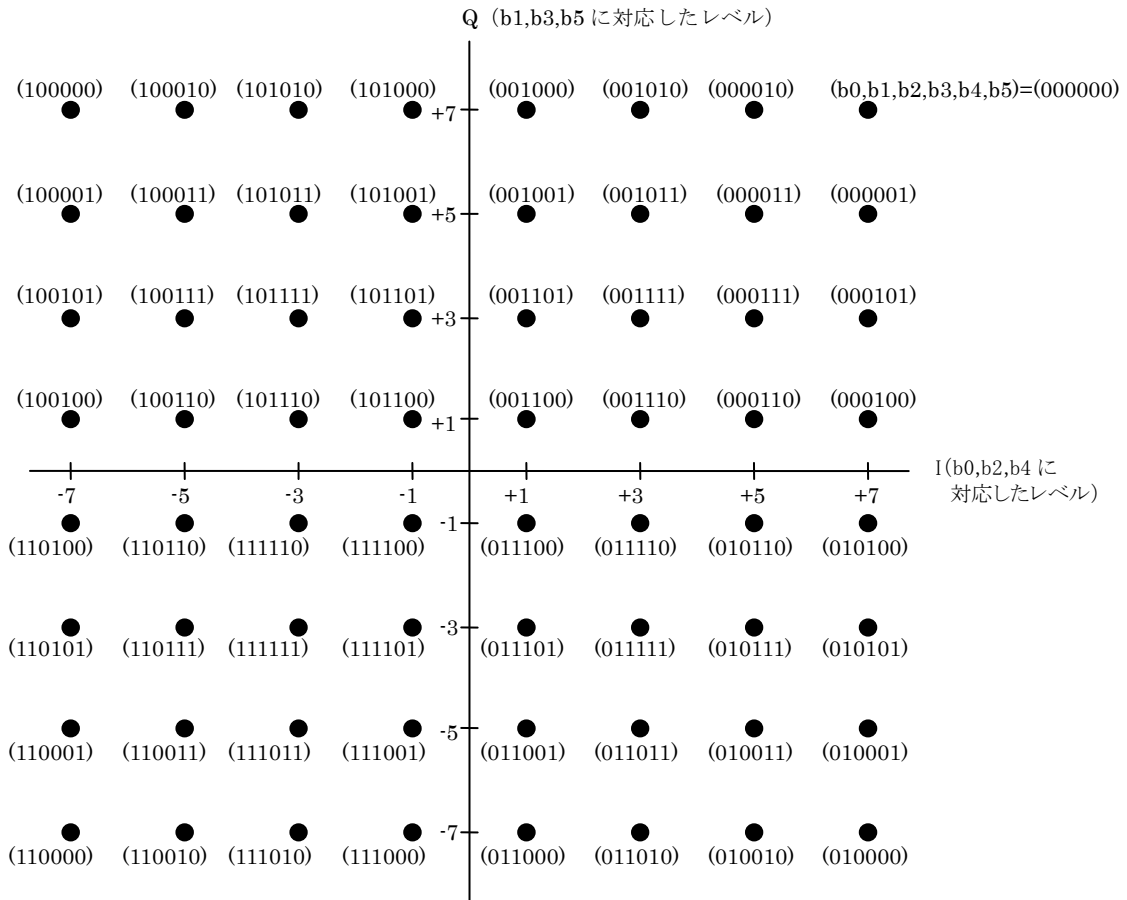


図 3.9-9 64QAM の位相図

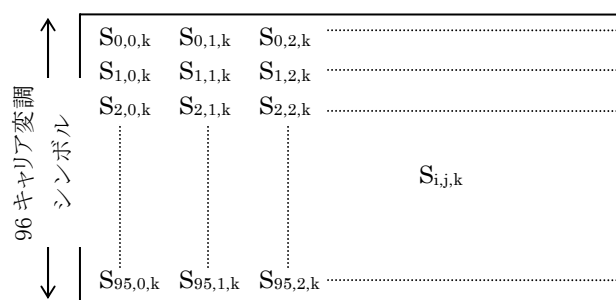
5.3.9.4 変調レベルの正規化

図 3.9-3、3.9-5、3.9-7、3.9-9 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 3.9-3 に示すように送信信号のレベルを正規化する。

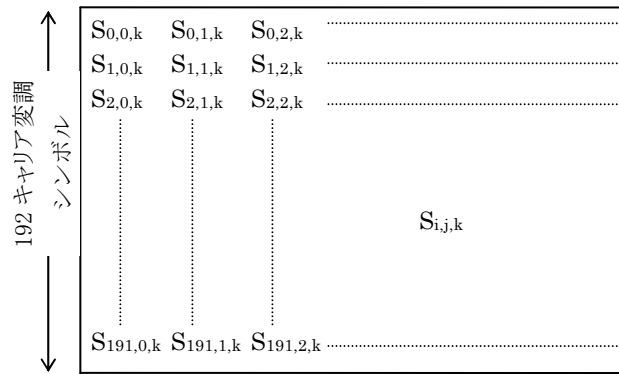
キャリア変調方式	正規化
$\pi/4$ シフト DQPSK	$Z/\sqrt{2}$
QPSK	$Z/\sqrt{2}$
16QAM	$Z/\sqrt{10}$
64QAM	$Z/\sqrt{42}$

5.3.9.5 データセグメント構成

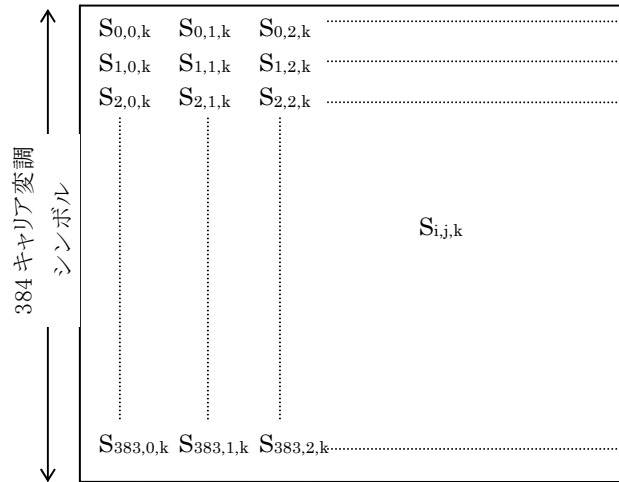
データセグメントは、3.12項で示すOFDMセグメントのデータ部に相当し、Mode 1の場合は96キャリアシンボル、Mode 2の場合は192キャリアシンボル、Mode 3の場合は384キャリアシンボルより構成される。なお、図中の $S_{i,j,k}$ は、 k 番目のセグメントのキャリアシンボルを表わす。また、 i はOFDMセグメントにおいてキャリア方向に相当し、 j はシンボル方向に相当するものとする。データセグメントの構成を図3.9-10に示す。



(a) Mode 1 のデータセグメント構成



(b) Mode 2 のデータセグメント構成



(c) Mode 3 のデータセグメント構成

図 3.9-10 データセグメントの構成

5.3.10 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およ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、速度変換を行なう。なお、1セグメント形式の場合には、A階層のみのため速度変換のみの処理となる。

図3.10-1に階層合成の構成を示す。

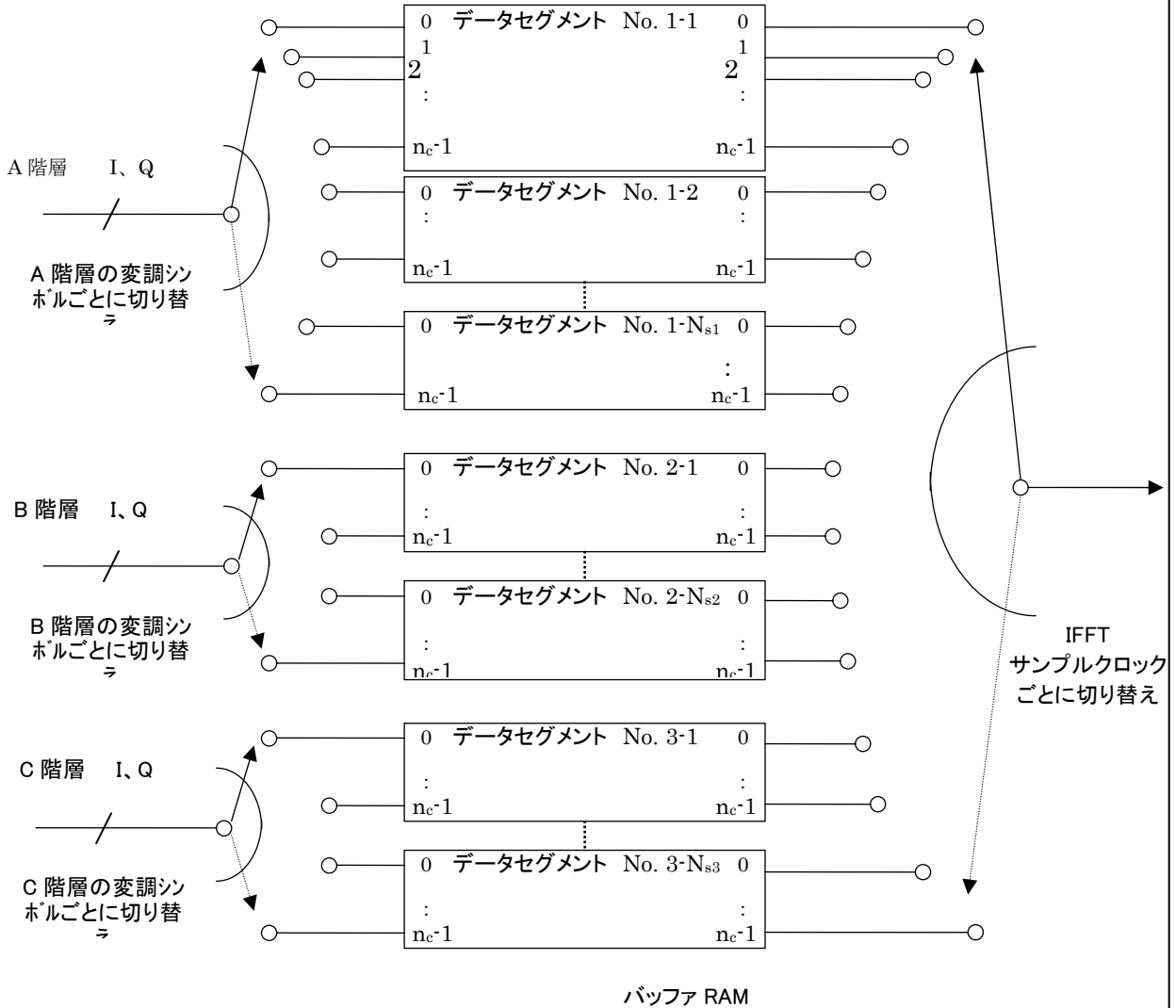


図 3.10-1 階層合成の構成

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。

5.3.11 時間、周波数インタリーブ

5.3.11.1 時間インタリーブ

階層合成された信号に対して、図 3.11-1 に示すように、変調シンボル単位 (I、Q 軸単位) で時間インタリーブを行なう。なお、1 セグメント形式の場合には、セグメント番号 0 のみとなる。

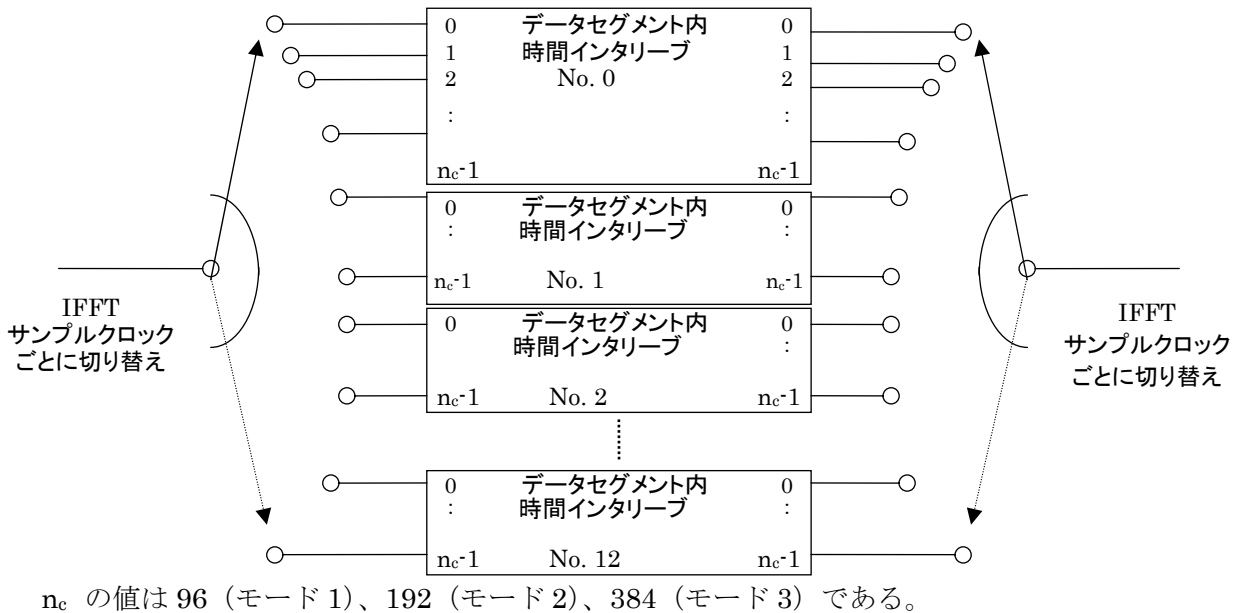
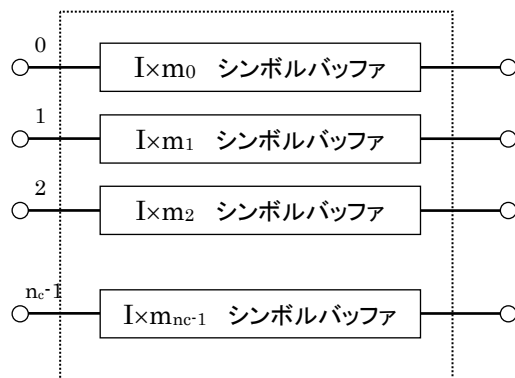


図 5.11-1 時間インタリーブの構成

図 3.11-1 におけるデータセグメント内時間インタリーブの構成を図 3.11-2 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リーブ長に関わるパラメータであり、表 3.11-1 に示す。



但し、 $m_i = (i \times 5) \bmod 96$ 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 5.11-2 セグメント内時間インタリーブの構成

時間インタリーブの長さは、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 5.11-1 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 5.11-1 時間インタリーブの長さとの遅延補正量

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、時間インタリーブ前の信号に対して行われるものとする。

5.3.11.2 周波数インタリーブ

周波数インタリーブの構成を図 3.11-3 に示す。

セグメント分割において、部分受信部、差動変調部（キャリア変調が DQPSK に指定されたセグメント）、同期変調部（キャリア変調が QPSK、16QAM、または 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リーブが施される。

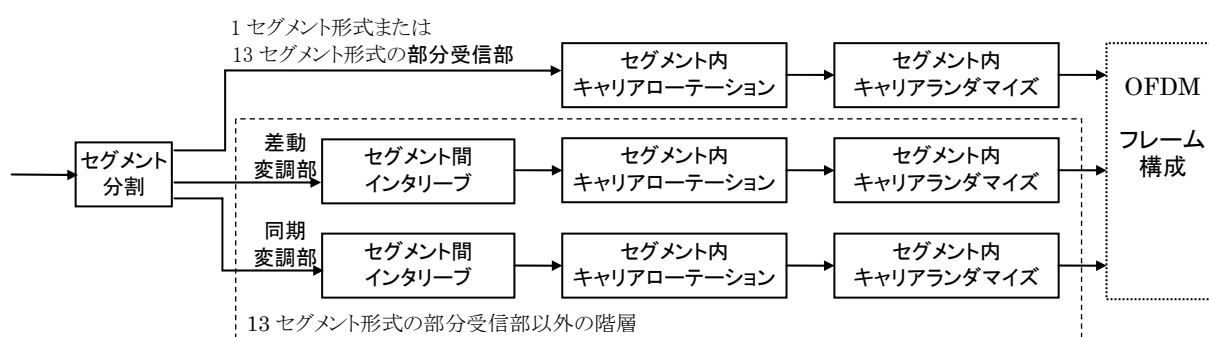


図 3.11-3 周波数インタリーブの構成

「解説」

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リーブであるセグメント間インタリーブは実施されない。

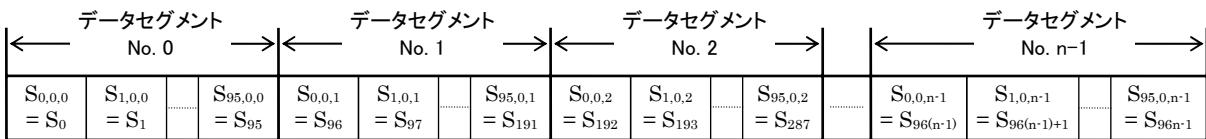
また、3.12 章（フレーム構成）に示すように、差動変調部と同期変調部では異なるフレーム構造をとるため、セグメント間インタリーブはそれぞれのグループで実行される。

異なる階層に跨るセグメント間インタリーブは、周波数インタリーブの効果を最大化するために行われる。

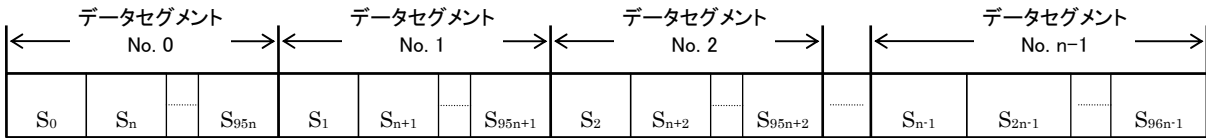
5.3.11.2.1 セグメント間インタリーブ (13セグメント形式)

13セグメント形式の場合、セグメント間インタリーブは、図 3.11-4 (a)、図 3.11-4 (b)、図 3.11-4 (c)に従って、差動変調 (DQPSK) 部および同期変調 (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 3.9-10) のキャリアシンボルを、 n は差動変調部および同期変調部に割り当てられたセグメント数を表わす。

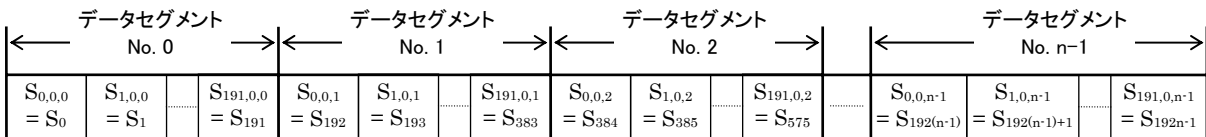


インタリーブ前のシンボル配置

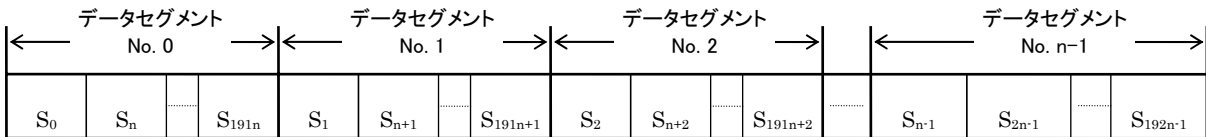


インタリーブ後のシンボル配置

図 3.11-4 (a) モード 1 のセグメント間インタリーブ

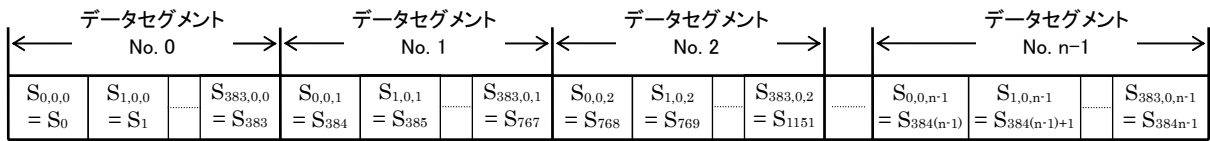


インタリーブ前のシンボル配置

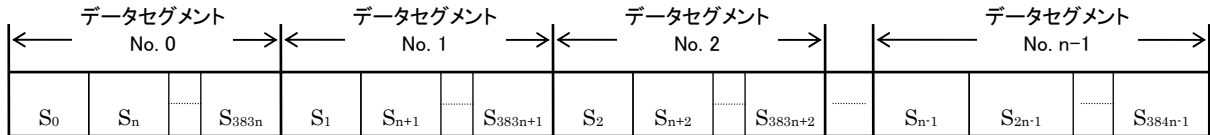


インタリーブ後のシンボル配置

図 3.11-4 (b) モード 2 のセグメント間インタリーブ



インタリーブ前のシンボル配置



インタリーブ後のシンボル配置

図 3.11-4 (c) モード 3 のセグメント間インタリーブ

5.3.11.2.2 セグメント内インタリーブ

図 3.11-5(a)、図 3.11-5(b)、図 3.11-5(c)に示すように、セグメント番号にしたがって各セグメント毎にキャリアローテーションを行った後、表 3.11-2 (a)、表 3.11-2 (b)、表 3.11-2 (c)に示すようにランダム化される。ここで、 $S'_{ij,k}$ は、セグメント間インタリーブを行った後の k 番目のセグメントのキャリアシンボルである。

なお、1セグメント形式の場合には $k=0$ となるため、キャリアローテーションは不要である。

表中の番号は、キャリアローテーション後のセグメント内キャリア番号を示す。表中の「前」で示される値のキャリアのデータが、セグメント内キャリアランダマイズの結果、「後」に示されるキャリアのデータとなる。

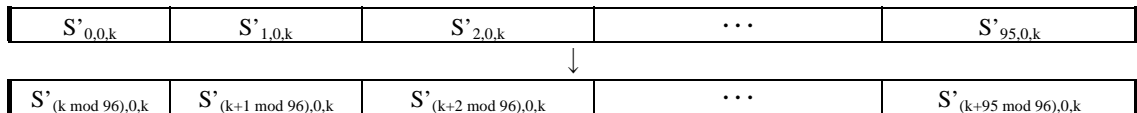


図 3.11-5 (a) モード 1 のキャリアローテーション

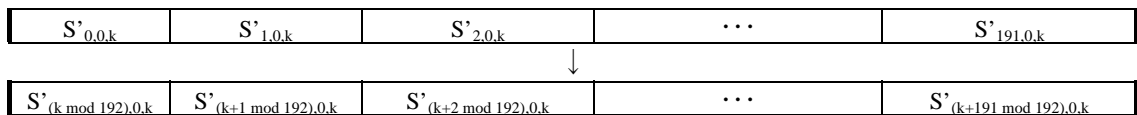


図 3.11-5 (b) モード 2 のキャリアローテーション

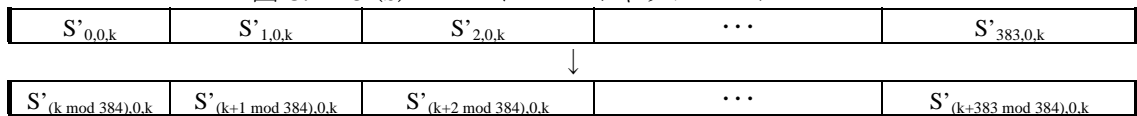


図 3.11-5 (c) モード 3 のキャリアローテーション

次に、キャリア ランダマイズをモード 1,2,3 について表 3.11-2(a)、(b)、(c) 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 3.11-2 (a) モード 1 のセグメント内キャリア ランダマイズ

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	74	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

表 3.11-2 (b) モード 2 のセグメント内キャリア ランダマイズ

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

表 3.11-2 (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	353	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	262	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

「解説」

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 3.11-6 の(a) にモード 1 におけるキャリア ランダマイズの例を、(b)に時間インタリーブを含めたキャリア ランダマイズの例を示す。

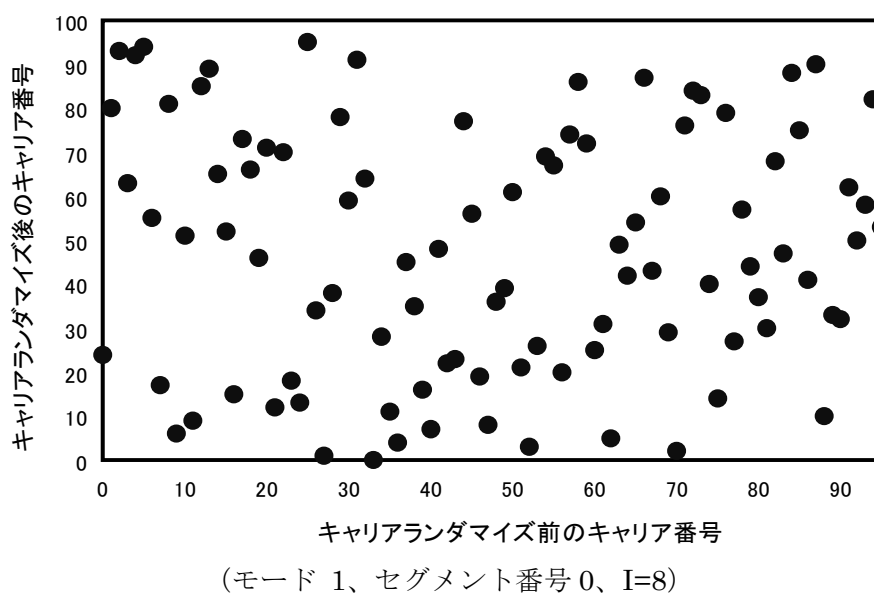


図 3.11-6 (a) キャリア ランダム化前後のキャリア配列例

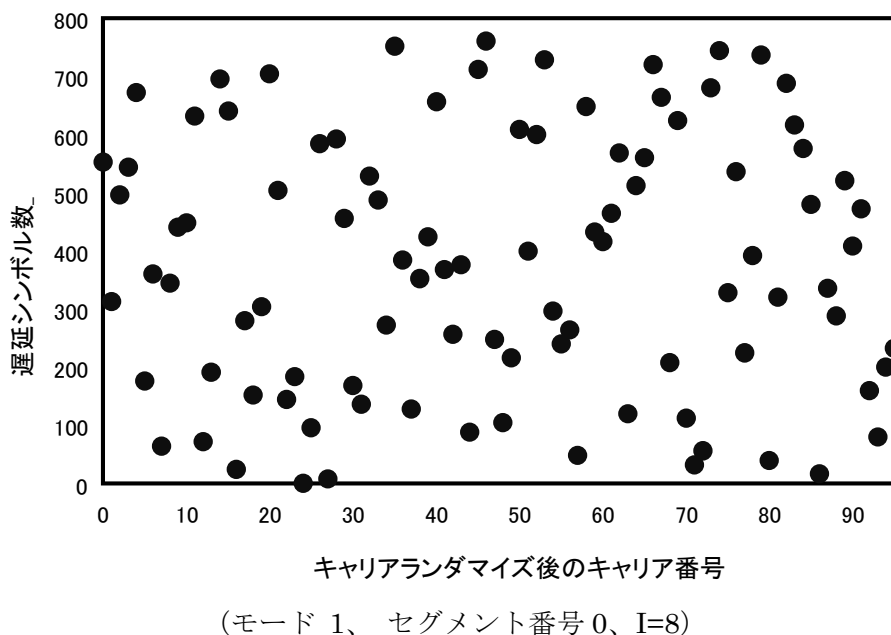


図 3.11-6 (b) 時間インタリーブ、キャリア ランダム化後の配列例

5.3.12 フレーム構成（改良について検討中）

3.11 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全て終了している。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。

改良について検討中。

5.3.12.1 差動変調部の OFDM セグメント構成

差動変調（DQPSK）部の OFDM セグメントを図 3.12-1 に示す。（モード 1 の場合）

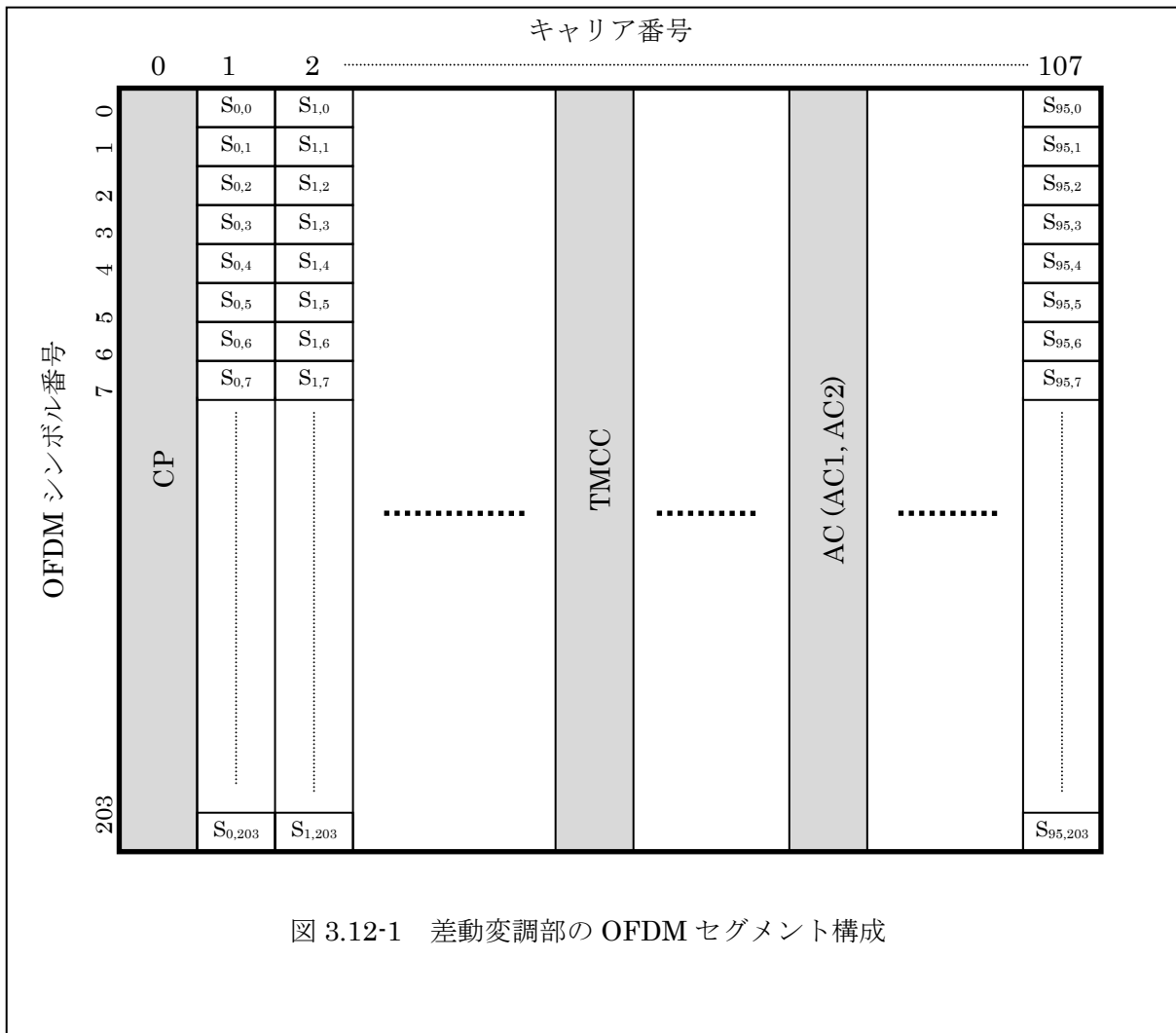


図 3.12-1 差動変調部の OFDM セグメント構成

但し、 $S_{i,j}$ は、インタ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。

また、CP (Continual Pilot) は連続キャリアであり、TMCC (Transmission and Multiplexing Configuration Control) は制御情報を伝送するための信号であり、AC (Auxiliary Channel) は付加情報を伝送するための拡張用信号である。

モード 1 のキャリア番号は 0 から 107 なのに対して、モード 2、モード 3 ではそれぞれ、0 から 215、0 から 431 である。

OFDM フレーム構成部で付加される各種の制御信号の配置を、各モードにおけるセグメント内のキャリア番号で、表 3.12-1 (a)、(b)、(c) に示す。尚、1 セグメント形式の場合はセグメント番号 0 とする。

表 3.12-1 差動変調部の CP、TMCC および AC のキャリア配置

(a) モード 1 の CP、AC および 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
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
AC2_1	3	3	29	28	23	30	3	5	13	72	36	25	10
AC2_2	45	15	41	45	63	81	72	18	93	95	48	30	30
AC2_3	59	40	84	81	85	92	85	57	98	100	52	42	55
AC2_4	77	58	93	91	105	103	89	92	102	105	74	104	81
TMCC 1	13	25	4	36	10	7	49	31	16	5	78	34	23
TMCC 2	50	63	7	48	28	25	61	39	30	10	82	48	37
TMCC 3	70	73	17	55	44	47	96	47	37	21	85	54	51
TMCC 4	83	80	51	59	47	60	99	65	74	44	98	70	68
TMCC 5	87	93	71	86	54	87	104	72	83	61	102	101	105

セグメント番号は、周波数軸上で、周波数の低いほうから順に並べられている (3.14節参照)。

(b) モード 2 の CP、AC および 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
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
AC2_1	3	29	23	3	13	36	10	3	28	30	5	72	25
AC2_2	45	41	63	72	93	48	30	15	45	81	18	95	30
AC2_3	59	84	85	85	98	52	55	40	81	92	57	100	42
AC2_4	77	93	105	89	102	74	81	58	91	103	92	105	104
AC2_5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
AC2_6	111	136	138	113	180	133	111	137	131	111	121	144	118
AC2_7	123	153	189	126	203	138	153	149	171	180	201	156	138
AC2_8	148	189	200	165	208	150	167	192	193	193	206	160	163
AC2_9	166	199	211	200	213	212	185	201	213	197	210	182	189
TMCC 1	13	4	10	49	16	78	23	25	36	7	31	5	34
TMCC 2	50	7	28	61	30	82	37	63	48	25	39	10	48
TMCC 3	70	17	44	96	37	85	51	73	55	47	47	21	54
TMCC 4	83	51	47	99	74	98	68	80	59	60	65	44	70
TMCC 5	87	71	54	104	83	102	105	93	86	87	72	61	101
TMCC 6	133	144	115	139	113	142	121	112	118	157	124	186	131
TMCC 7	171	156	133	147	118	156	158	115	136	169	138	190	145
TMCC 8	181	163	155	155	129	162	178	125	152	204	145	193	159
TMCC 9	188	167	168	173	152	178	191	159	155	207	182	206	176
TMCC 10	201	194	195	180	169	209	195	179	162	212	191	210	213

(c) モード 3 の CP、AC および 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
CP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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
AC2_1	3	23	13	10	28	5	25	29	3	36	3	30	72
AC2_2	45	63	93	30	45	18	30	41	72	48	15	81	95
AC2_3	59	85	98	55	81	57	42	84	85	52	40	92	100
AC2_4	77	105	102	81	91	92	104	93	89	74	58	103	105
AC2_5	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
AC2_6	111	138	180	111	131	121	118	136	113	133	137	111	144
AC2_7	123	189	203	153	171	201	138	153	126	138	149	180	156
AC2_8	148	200	208	167	193	206	163	189	165	150	192	193	160
AC2_9	166	211	213	185	213	210	189	199	200	212	201	197	182
AC2_10	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
AC2_11	245	219	252	219	246	288	219	239	229	226	244	221	241
AC2_12	257	288	264	231	297	311	261	279	309	246	261	234	246
AC2_13	300	301	268	256	308	316	275	301	314	271	297	273	258
AC2_14	309	305	290	274	319	321	293	321	318	297	307	308	320
AC2_15	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
AC2_16	352	329	349	353	327	360	327	354	396	327	347	337	334
AC2_17	369	342	354	365	396	372	339	405	419	369	387	417	354
AC2_18	405	381	366	408	409	376	364	416	424	383	409	422	379
AC2_19	415	416	428	417	413	398	382	427	429	401	429	426	405
TMCC 1	13	10	16	23	36	31	34	4	49	78	25	7	5
TMCC 2	50	28	30	37	48	39	48	7	61	82	63	25	10
TMCC 3	70	44	37	51	55	47	54	17	96	85	73	47	21
TMCC 4	83	47	74	68	59	65	70	51	99	98	80	60	44
TMCC 5	87	54	83	105	86	72	101	71	104	102	93	87	61
TMCC 6	133	115	113	121	118	124	131	144	139	142	112	157	186
TMCC 7	171	133	118	158	136	138	145	156	147	156	115	169	190
TMCC 8	181	155	129	178	152	145	159	163	155	162	125	204	193
TMCC 9	188	168	152	191	155	182	176	167	173	178	159	207	206
TMCC 10	201	195	169	195	162	191	213	194	180	209	179	212	210
TMCC 11	220	265	294	241	223	221	229	226	232	239	252	247	250
TMCC 12	223	277	298	279	241	226	266	244	246	253	264	255	264
TMCC 13	233	312	301	289	263	237	286	260	253	267	271	263	270
TMCC 14	267	315	314	296	276	260	299	263	290	284	275	281	286
TMCC 15	287	320	318	309	303	277	303	270	299	321	302	288	317
TMCC 16	360	355	358	328	373	402	349	331	329	337	334	340	347
TMCC 17	372	363	372	331	385	406	387	349	334	374	352	354	361
TMCC 18	379	371	378	341	420	409	397	371	345	394	368	361	375
TMCC 19	383	389	394	375	423	422	404	384	368	407	371	398	392
TMCC 20	410	396	425	395	428	426	417	411	385	411	378	407	429

差動変調部セグメントの CP は、同期変調部のセグメントが周波数の低い方に隣接する場合に同期変調部の SP の代わりとなるもので、差動変調部セグメントの低域端に配置されている。受信機では、この CP を同期変調部セグメントの高域端 SP として同期検波が行われる。

TMCC、AC (AC1,AC2) 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。AC パイロット信号の役割に加え、伝送制御の付加情報にも利用することができる。

なお、AC1 のキャリアは、同期変調部セグメントの AC1 のキャリアと同じところに配置されている。

5.3.12.2 同期変調部の OFDM セグメント構成

同期変調部 (QPSK、16QAM、64QAM 変調) の OFDM セグメントをモード 1 を例に図 3.12-2 に示す。S_{i,j} は、インタ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。

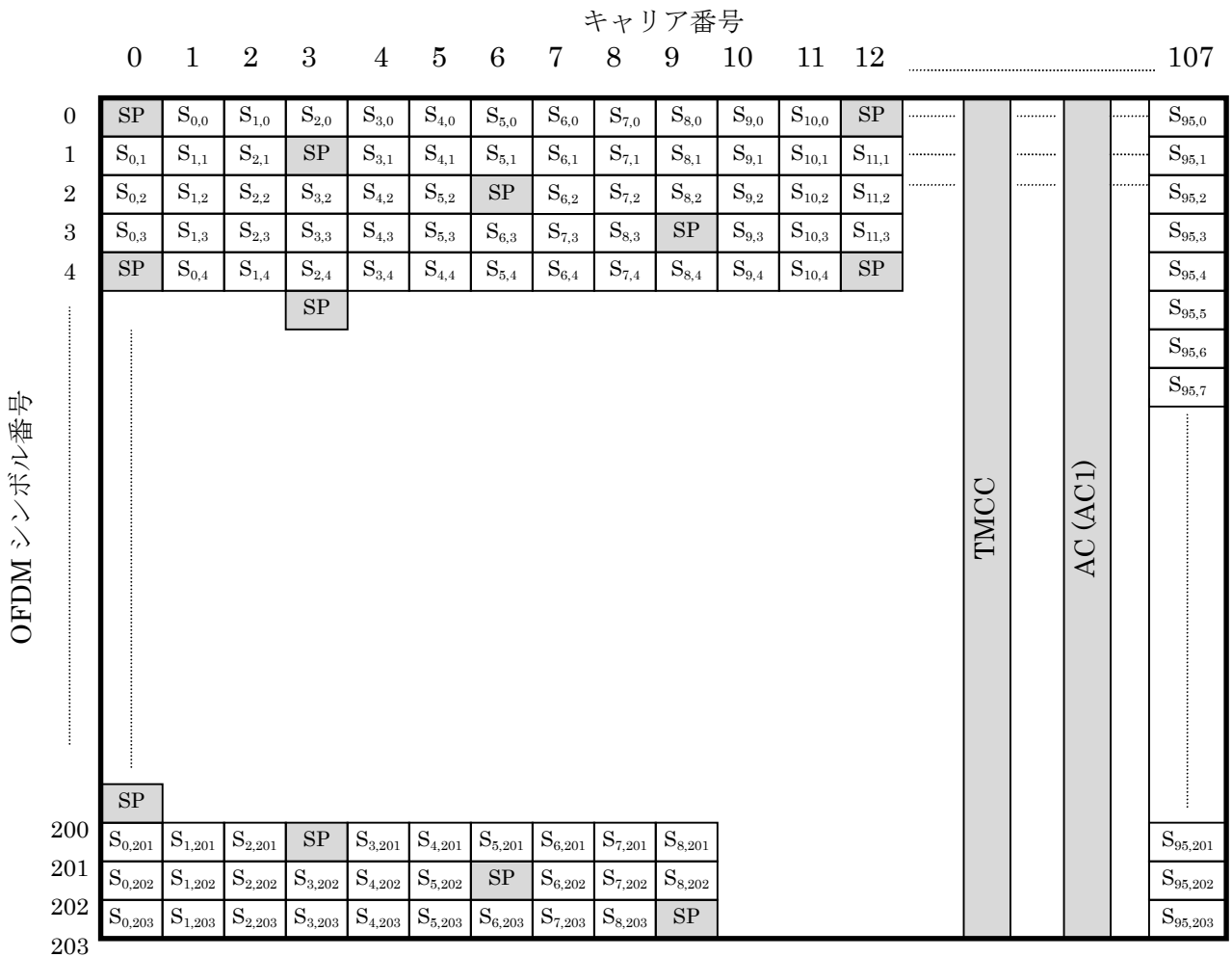


図 3.12-2 同期変調部の OFDM セグメント構成

SP (Scattered Pilot) は、図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 および TMCC のキャリア配置を表 3.12-2 に示す。尚、1 セグメント形式の場合はセグメント番号 0 とする。

同期変調部の AC1 は差動変調部の AC1 と同じキャリア配置となっている。なお、AC2 は差動変調部のみの信号であり、同期変調部には配置されない。

表 3.12-2 同期変調部の AC および TMCC のキャリア配置

(a) モード 1 の AC および 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 および 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 および 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となるように配置される。AC1 のキャリアは、差動変調部セグメントの AC1 と同じ位置に配置される。

5.3.13 パイロット信号

5.3.13.1 スキャタードパイロット(SP)

スキャタードパイロットは、図 3.13-1 に示す回路により生成される PRBS (擬似ランダム符号系列) の出力ビット 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 により BPSK 変調する。 W_i と変調信号の対応を表 3.13-1 に示す。

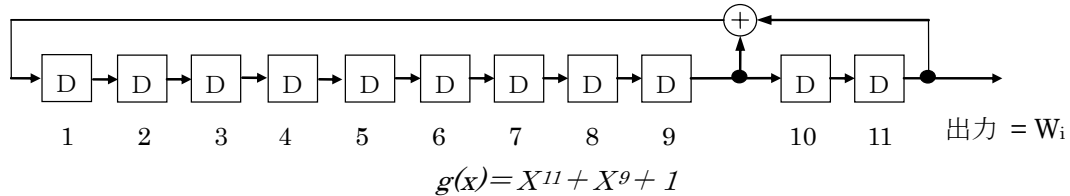


図 5.13-1 PRBS の生成回路

表 3.13-1 変調信号と W_i の値

W_i の値	変調信号の振幅 (I, Q)
1	(-4/3, 0)
0	(+4/3, 0)

5.3.13.1.1 PRBS 生成回路の初期値 (13 セグメント形式)

変調信号を表に示す。PRBS 生成回路の初期値はセグメント毎に定義される。13 セグメント形式の場合の初期値を表 5.13-2 に示す。

表 5.13-2 PRBS 生成回路の初期値 (低次から) (13 セグメント形式)

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	111111111111	111111111111	111111111111
9	11011001111	01101011110	11011100101
7	01101011110	11011100101	10010100000
5	01000101110	11001000010	01110001001
3	11011100101	10010100000	00100011001
1	00101111010	00001011000	11100110110
0	11001000010	01110001001	00100001011
2	00010000100	00000100100	11100111101
4	10010100000	00100011001	01101010011
6	11110110000	01100111001	10111010010
8	00001011000	11100110110	01100010010
10	10100100111	00101010001	11110100101
12	01110001001	00100001011	00010011100

注：上記表 5.13-1 の初期値は、全 1 を初期値としてセットして、左端のキャリア (セグメント 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。

5.3.13.1.2 PRBS 生成回路の初期値 (1 セグメント形式)

1 セグメント形式の場合のレジスタの初期値は、当該セグメントの中心周波数が、6MHz の物理チャンネル帯域幅をチューニングステップ 1/7MHz 毎に番号付けしたサブチャンネル番号のどの位置に対応するかにより定義される。サブチャンネル番号の定義及びサブチャンネル番号とセグメントの関係の例を図 3.13-2 に示す。サブチャンネルは帯域幅 1/7MHz の仮想チャンネルである。図 3.13-2 には、中心サブチャンネル番号 22 の 1 セグメントの例を示している。サブチャンネル 21,22,23 で 1 セグメントを構成する。1 セグメント形式の場合のセグメント単位の中心サブチャンネル番号とセグメントの Wi を生成するレジスタの初期値の対応表を表 3.13-3 に示す。

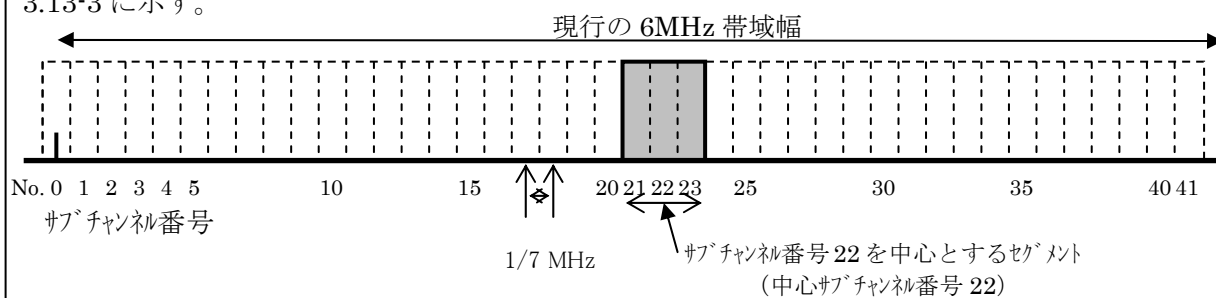


図 3.13-2 サブチャンネル番号の定義及びサブチャンネル番号とセグメントの関係

表 3.13-3 PRBS レジスタの初期値 (1 セグメント形式)

1 セグメントの 中心サブチャンネル番号	Mode 1 の初期値		Mode 2 の初期値		Mode 3 の初期値	
	D1	..... D11	D1	..... D11	D1	..... D11
41, 0, 1	1	1100100101	0	0011011110	1	1100011101
2, 3, 4	1	1111111111	1	1111111111	1	1111111111
5, 6, 7	1	1011001111	0	1101011110	1	11011100101
8, 9, 10	0	1101011110	1	1011100101	1	0010100000
11, 12, 13	0	1000101110	1	1001000010	0	1110001001
14, 15, 16	1	1011100101	1	0010100000	0	0100011001
17, 18, 19	0	0101111010	0	0001011000	1	11100110110
20, 21, 22	1	1001000010	0	1110001001	0	0100001011
23, 24, 25	0	0010000100	0	0000100100	1	11100111101
26, 27, 28	1	0010100000	0	0100011001	0	1101010011
29, 30, 31	1	1110110000	0	1100111001	1	10111010010
32, 33, 34	0	0001011000	1	1100110110	0	1100010010
35, 36, 37	1	0100100111	0	0101010001	1	11110100101
38, 39, 40	0	1110001001	0	0100001011	0	0010011100

5.3.13.2 コンティニューアルパイロット(CP)

連続キャリアは、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、3.13.1で示したスキッタードパイロットと同様、 W_i の値に応じてBPSK変調する。変調信号を表3.13-1に示す。なお、変調位相はシンボル方向に同一位相とする。

5.3.13.3 TMCC

TMCCは、3.15項で示す情報をDBPSK変調することで伝送される。差動基準 B_0 は、 W_i に応じた値とし、TMCCの変調信号は差動符号化後の情報0、1に対して、 $(+4/3, 0)$ 、 $(-4/3, 0)$ の信号点をとるものとする。

差動符号化前の情報 B_1 から B_{203} に対し、差動符号化後の情報を B'_0 から B'_{203} とした時、

$$B'_0 = W_i \quad (\text{差動基準})$$

$$B'_k = B'_{k-1} \oplus B_k \quad (k=1, 203, \oplus \text{は排他的論理和を示す})$$

5.3.13.4 AC

ACは、変調波の伝送制御に関する付加情報の伝送路である。

ACは、付加情報をDBPSK変調することで伝送される。なお、差動基準はTMCCと同様にOFDMフレームの先頭シンボルに配置され、 W_i に応じた値の信号点をとるものとする。ACの変調信号は差動符号化後の情報0、1に対して、 $(+4/3, 0)$ 、 $(-4/3, 0)$ の信号点をとるものとする。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を入れる。

5.3.14 伝送スペクトルの構成

5.3.14.1 OFDM セグメント配置 (13 セグメント形式)

13 セグメント形式の場合の OFDM セグメントの配置を図 3.14-1 で規定する。全帯域の中央部をセグメント No.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。階層伝送において、差動変調部はセグメント No.0 の上下に、同期変調部はさらにその上下に、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、差動変調部、および同期変調部」の表示はセグメント使用の 1 例である）。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 No.0 のみである

また、セグメント 12 の右端キャリアに相当する PRBS 出力ビット(図 3.13-1 を参照)を W_r とすれば、上端の連続キャリアの変調信号は W_{r+1} の値に応じて BPSK 変調する。変調信号を表 3.13-1 に示す。

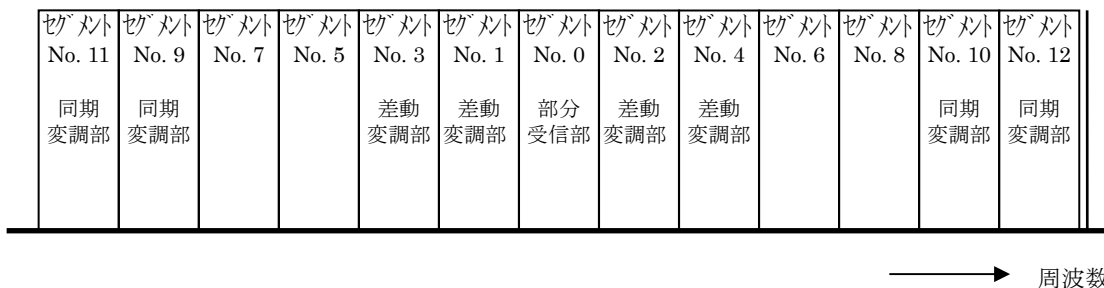


図 3.14-1 伝送スペクトル上の OFDM セグメント No.と使用例 (13 セグメント形式)

帯域高域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。

5.3.14.2 OFDM セグメント配置 (1 セグメント形式)

1 セグメント形式の場合の OFDM セグメントの配置を図 3.14-1 で規定する。

連結送信の場合を含め、セグメント 0 の右端キャリアに相当する PRBS 出力ビット(図 3.13-1 を参照)を W_r とすれば、上端の連続キャリアの変調信号は W_{r+1} の値に応じて BPSK 変調する。変調信号を表 3.13-1 に示す。

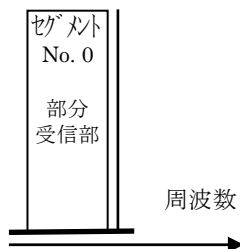


図 3.14-1 伝送スペクトル上の OFDM セグメント No.と使用例 (13 セグメント形式)

5.3.14.3 ガードインターバルの付加

ガードインターバルは、図 3.14-2 に示す通り、IFFT 後の出力データのうち、時間的に後端のガードインターバル長に相当するデータを、有効シンボルの前にそのまま付加する。

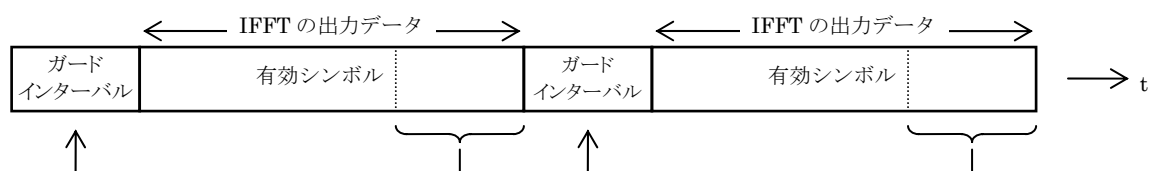


図 3.14-2 ガードインターバルの付加

5.3.15 TMCC信号(Transmission and Multiplexing Configuration Control)

5.3.15.1 ビット割り当て

TMCC キャリアの 204 ビット $B_0 \sim B_{203}$ の割り当てを表 3.15-1 に示す。

表 3.15-1 ビット割り当て

B_0	差動復調の基準
$B_1 \sim B_{16}$	同期信号 ($w_0=0011010111101110$ 、 $w_1=1100101000010001$)
$B_{17} \sim B_{19}$	セグメント形式識別 (差動 111、同期 000)
$B_{20} \sim B_{121}$	TMCC 情報 (102 ビット)
$B_{122} \sim B_{203}$	パリティビット

5.3.15.2 差動復調の基準

差動復調の振幅及び位相基準は、5.3.13.3 の W_i で与えられる。

5.3.15.3 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、 $w_0=MSB0011010111101110_{LSB}$ とそれをビット反転した $w_1=MSB1100101000010001_{LSB}$ の 2 種類あり、フレーム毎に w_0 と w_1 を交互に送出する。

5.3.15.4 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。

5.3.15.5 TMCC 情報 (変更の可能性あり)

TMCC情報には、システム識別、伝送パラメータ切替指標、緊急警報放送用起動フラグ、カレント情報、ネクスト情報を伝送する。カレント情報は、現在の階層構成及び伝送パラメータを記述し、ネクスト情報には切り替え後の伝送パラメータ等を記述する。

ネクスト情報は、カウントダウン開始前の任意の時刻で設定、あるいは変更を行うことができ

るが、カウントダウン中は変更できないものとする。

TMCC情報のビット割り当てを表3.15-2に示す。また、伝送パラメータ情報を表3.15-3に示す。

102ビットあるTMCC情報のうち、現在90ビットが定義されているが、残りの12ビットは将来の拡張用としてリザーブする。このリザーブビットには、すべて「1」をスタッフィングする。

なお、1セグメント形式のB階層及びC階層に関しては、13セグメント形式との互換性を保つため、ビット割付上は確保することとする。但し、後述する通り、未使用の階層を意味する情報を割り付けるものとする。

尚、内符号、OFDMフレーム構成に関する改良、及び、送信ダイバーシティの追加について検討中であり、TMCC情報の未使用領域を定義する可能性がある。

表 3.15-2 TMCC 情報

ビット割り当て	説明		備考
B ₂₀ ～B ₂₁	システム識別		表 3.15-4 参照
B ₂₂ ～B ₂₅	伝送パラメータ切替指標		表 3.15-5 参照
B ₂₆	緊急警報放送用起動フラグ		表 3.15-6 参照
B ₂₇	カレント情報	部分受信フラグ	表 3.15-7 参照
B ₂₈ ～B ₄₀		A階層伝送パラメータ情報	表 3.15-3 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 3.15-7 参照
B ₆₈ ～B ₈₀		A階層伝送パラメータ情報	表 3.15-3 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		表 3.15-12 参照
B ₁₁₀ ～B ₁₂₁	リザーブ		すべて「1」

表 3.15-3 伝送パラメータ情報

説明	ビット数	備考
キャリア変調方式	3	表 3.15-8 参照
畳込み符号化率	3	表 3.15-9 参照
インタリーブ長	3	表 3.15-10 参照
セグメント数	4	表 3.15-11 参照

5.3.15.5.1 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。ISDB-T（地上デジタルテレビジョン放送システム）と互換の 13 セグメント形式には「00」、ISDB-Tsb（地上デジタル音声放送システム）と互換の 1 セグメント形式には「01」とする。残りの値は、リザーブとする。システム識別の割り当てを表 3.15-4 に示す。

表 3.15-4 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	リザーブ

5.3.15.5.2 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、伝送パラメータ切り替え指標をカウントダウンすることにより、受信機に切り替えの通知とタイミングの通知を行う。通常は「1111」の値をとるが、伝送パラメータを切り替える場合には、切り替える 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。切り替えタイミングは、「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を表 3.15-5 に示す。

表 3.15-5 伝送パラメータ切替指標

B ₂₂ B ₂₃ B ₂₄ B ₂₅	意味
1111	通常の数値
1110	切り替え 15 フレーム前
1101	切り替え 14 フレーム前
1100	切り替え 13 フレーム前
:	:
0010	切り替え 3 フレーム前
0001	切り替え 2 フレーム前
0000	切り替え 1 フレーム前
1111	新たな伝送パラメータを適用

表 3.15-2 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、インタリーブ長、セグメント数）のいずれか一つ以上を切り替える場合には、表 3.15-5 に示す 4 ビットの伝送パラメータ切り替え指標をカウントダウンする。緊急警報放送用起動フラグまたは連結送信位相補正量のみを切り替える場合には、伝送パラ

メータ切り替え指標のカウントダウンは行わない。

5.3.15.5.3 緊急警報放送用起動フラグ

受信機への起動制御が行われている場合には起動フラグを「1」とし、起動制御が行われていない場合には起動フラグを「0」とする。緊急警報放送用起動フラグの割り当てを表 3.15-6 に示す。

表 3.15-6 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

5.3.15.5.4 部分受信フラグ (13セグメント形式)

部分受信フラグは、13セグメント形式において、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。ビット割り当てを表 3.15-7 に示す。部分受信用にセグメント No.0 が設定される場合、その階層は、表 3.15-2 中の A 階層として規定される。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。尚、1セグメント形式の場合は 0 とする。

表 3.15-7 形式識別フラグ

B ₂₇ / B ₆₇	意味
0	部分受信なし
1	部分受信あり

5.3.15.5.5 キャリア変調方式

キャリア変調方式の割り当てを表 3.15-8 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 3.15-8 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	DQPSK
001	QPSK
010	16QAM
011	64QAM
100~110	リザーブ
111	未使用の階層

5.3.15.5.6 畳込み符号化率

畳込み符号化率の割り当てを表 3.15-9 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 3.15-9 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	リザーブ
111	未使用の階層

5.3.15.5.7 インタリーブ長

時間インタリーブ長の割り当てを表 3.15-10 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 3.15-10 インタリーブ長

$B_{34} - B_{36} / B_{47} - B_{49}$ $B_{60} - B_{62} / B_{74} - B_{76}$ $B_{87} - B_{89} / B_{100} - B_{102}$	意味
000	0(Mode 1)、 0(Mode 2)、 0(Mode 3)
001	4(Mode 1)、 2(Mode 2)、 1(Mode 3)
010	8(Mode 1)、 4(Mode 2)、 2(Mode 3)
011	16(Mode 1)、 8(Mode 2)、 4(Mode 3)
100	32(Mode 1)、 16(Mode 2)、 8(Mode 3)
101~110	リザーブ
111	未使用の階層

表 3.11-1 の時間軸インタリーブにおける I の値を示す。

5.3.15.5.8 セグメント数

セグメント数の割り当てを表 3.15-11 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 3.15-11 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	リザーブ
0001	セグメント数 1
0010	セグメント数 2
0011~1110	リザーブ
1111	未使用の階層

5.3.15.5.9 連結送信位相補正量

13セグメント形式と1セグメント形式の場合、連結送信位相補正量の割り当てを表 3.15-12 に示す。

連結送信において、受信するセグメントが上隣接セグメントの下端キャリアを基準信号として利用する場合、当該キャリアの位相をシンボル毎に補正するために使用する。連結送信でない場合も含め、位相補正がない場合は「111」とする。

表 3.15-12 連結送信位相補正量

$B_{107} B_{108} B_{109}$	意味 ($\times 2\pi$)
000	-1/8
001	-2/8
010	-3/8
011	-4/8
100	-5/8
101	-6/8
110	-7/8
111	0(位相補正なし)

5.3.15.6 伝送路符号化方式

TMCC 情報 $B_{20} \sim B_{121}$ は、差集合巡回符号 (273,191) の短縮符号 (184,102) で誤り訂正符号化する。以下に (273,191) 符号の生成多項式を示す。

$$g(x) = X^{82} + X^{77} + X^{76} + X^{71} + X^{67} + X^{66} + X^{56} + X^{52} + X^{48} \\ + X^{40} + X^{36} + X^{34} + X^{24} + X^{22} + X^{18} + X^{10} + X^4 + 1$$

5.3.15.7 変調方式

TMCC キャリアの変調方式は DBPSK とする。

5.4 連結送信時の信号形式

5.4.1 連結送信の構成

ISDB-Tmm 方式の連結送信は、複数のセグメント（1セグメント形式、及び、13セグメント形式）をガードバンドなしに同一送信点から送信することと定義する。ここでは、ISDB-T 方式（ARIB STD B31）、及び、ISDB-Tsb 方式（ARIB STD B29）との整合性を明確化するために、便宜上、以下に示すスーパーセグメントを定義する。

- ▶ タイプ A スーパーセグメント：1 の 13セグメント形式の OFDM フレーム（ISDB-T 互換）
- ▶ タイプ B スーパーセグメント：14 以下の 1セグメント形式の連結フレーム（ISDB-Tsb 互換）

本章では、最大 14 の 1セグメント形式の連結送信（ISDB-Tsb 方式準拠）と、上記スーパーセグメントの連結送信について規定する。

図 4.1-1 に、TS1、TS2、…、TS9 の 9 個の TS を連結送信する例を示す。ここで、TS1 と TS9 から 13セグメント形式、すなわち、タイプ A スーパーセグメントが生成され、また、TS2～TS8 からは 1セグメント形式、更にそれらを連結してタイプ B スーパーセグメントが構成される。3つのスーパーセグメントを連結し、IFFT/ガードインターバル付加処理を施して ISDB-Tmm 信号が生成される。3つのスーパーセグメントを連結する際に、中心周波数差に対する位相回転補償およびパイロット変調位相の不整合に対する位相補正を行う。

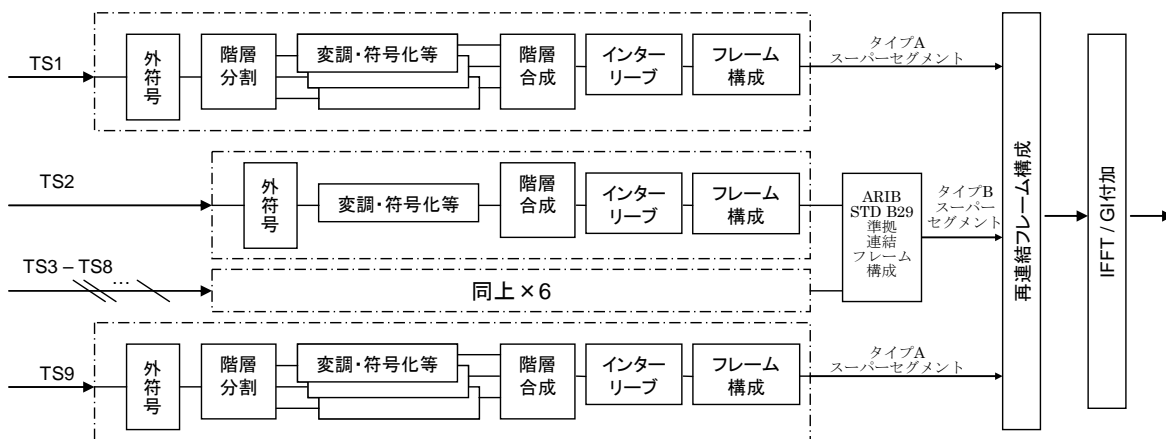


図 4.1-1 ISDB-Tmm の連結送信の例

5.4.2 連結送信時のCPキャリア

13セグメント形式、及び、1セグメント形式の単独送信では、図4.2-1に示すように、帯域上端にCPキャリアを1本追加し、同期変調セグメントの復調基準信号としている。1セグメント形式、及び、スーパーセグメントの連結送信においては、図4.2-2に示すよう、受信するセグメントから見て上隣接セグメントの下端のキャリアをCPとして準用することとし、連結される全帯域の上端に、3.13.2の規定に従ってCPを1本のみを追加することとする。

尚、CPとして準用する上隣接セグメントの下端キャリアは、必ずしもCPとは限らないことに留意が必要である。

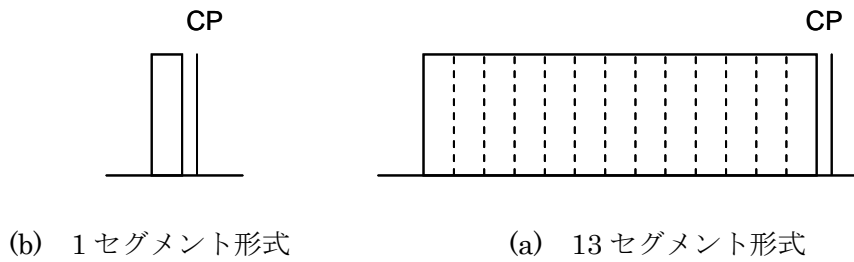


図4.2-1 単独送信のCPキャリア配置

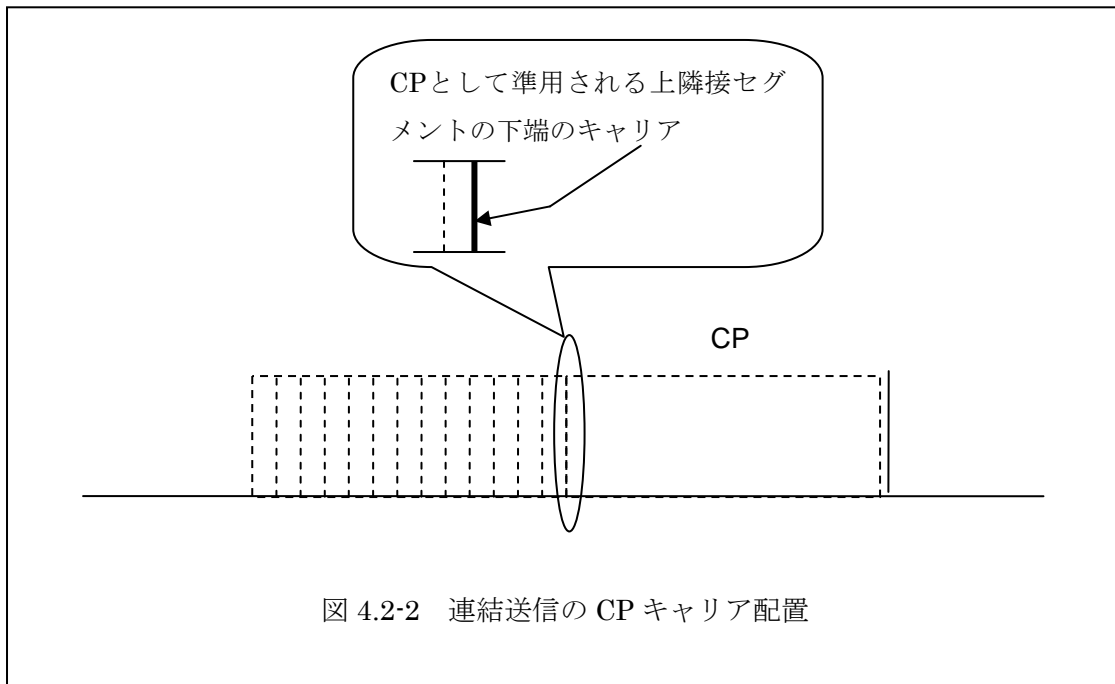


図4.2-2 連結送信のCPキャリア配置

5.4.3 連結送信におけるセグメント信号の位相補正

5.4.3.1 送信信号

5.4.3.1.1 中心周波数差に対する位相補償

ISDB-Tmmの連結送信のベースバンド信号の直流成分に対応するRF周波数 (f_t) と復調するセグメント (13 or 1) のRF中心周波数 (f_r) の差に応じて決められる位相回転をシンボル毎に施して送信する。中心周波数の差 Δf ($f_r - f_t$) をセグメントの個数で規定し、位相回転補償量 ϕ を表4.3-1のように定義する。尚、連結送信の帯域端のCPはこれを使用するセグメントと同じ位相回転補償量とする。

表 4.3-1 シンボル毎の送信側位相補償量 ϕ ($\times 2\pi$)

		中心周波数の差 Δf ($f_r - f_t$)																	
モード	タ ガ ー バ ド ル イ 比 ン	-n	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
1	1/32	$-\frac{\text{mod}(3n,8)}{8}$	0	-5/8	-1/4	-7/8	-1/2	-1/8	-3/4	-3/8	0	-5/8	-1/4	-7/8	-1/2	-1/8	-3/4	-3/8	0
	1/16	$-\frac{\text{mod}(3n,4)}{4}$	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0
	1/8	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/32	$-\frac{\text{mod}(3n,4)}{4}$	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0	-1/4	-1/2	-3/4	0
	1/16	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/32	$-\frac{\text{mod}(n,2)}{2}$	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0	-1/2	0
	1/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		中心周波数の差 Δf ($f_r - f_t$)																	
モード	タ ガ ー バ ド ル イ 比 ン	+n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1/32	$\frac{\text{Mod}(3n,8)}{8}$	0	3/8	3/4	1/8	1/2	7/8	1/4	5/8	0	3/8	3/4	1/8	1/2	7/8	1/4	5/8	0
	1/16	$\frac{\text{Mod}(3n,4)}{4}$	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0
	1/8	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1/32	$\frac{\text{Mod}(3n,4)}{4}$	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0	3/4	1/2	1/4	0
	1/16	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1/32	$\frac{\text{Mod}(n,2)}{2}$	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0	1/2	0
	1/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

送信側の位相回転周期は最長の場合8シンボル周期となり、累積の位相量は2フレームで $2n\pi$ となる。このため、TMCCの同期ワードが W_0 となるフレームの先頭シンボルにおいて位相回転量を0と規定する。

5.4.3.1.2 パイロット信号変調位相の不整合に対する位相補償

スーパーセグメントの連結時においては、CPとして準用される上隣接セグメントの下端キャリア（以下、準用CP）に対応するPRBS出力値 W_i 値（0, or, 1）と、当該セグメントからの連続キャリアCPに相当するPRBS出力値 W_i （図3.13-1を参照）とが一致しない場合に、PRBS出力値 W_i に不一致が生じたスーパーセグメント間の位相補正量の差が π ラジアンになるように、スーパーセグメント単位で各スーパーセグメント全体の位相を補正する。

【解説】

13セグメント形式、及び、1セグメント形式の単独送信では帯域上端に連続キャリアCPを付加して伝送する。このとき、CPは当該セグメントのパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 W_i に従ってBPSK変調される（3.14 伝送スペクトルの構成を参照）。

一方、スーパーセグメントの連結送信では上隣接セグメントの下端のキャリアをCPとして準用する。

このとき、CPとして準用するキャリアで伝送されるパイロット信号は、連結された上隣接セグメントのパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 W_i に従ってBPSK変調されている。

スーパーセグメントの連結送信において、単独送信時のCPの変調位相を決定するPRBS出力値 W_i と、CPとして準用するキャリアで伝送されるパイロット信号の変調位相を決定するPRBS出力値 W_i が異なる場合に、CPとして準用するキャリアのパイロット信号の変調位相が単独送信時のCPとして期待する変調位相と異なってしまう。

スーパーセグメントの連結送信において、パイロット信号の変調位相に不整合が生じる場合に、スーパーセグメント単位で各スーパーセグメント全体の位相を補正することによって、パイロット信号の変調位相の不整合を解消する。

5.4.3.2 受信信号

受信するセグメント（1 or 13）が上隣接セグメント下端のキャリアを基準信号として利用する場合、受信セグメント位相と対応させるため、受信機において当該キャリアの位相をシンボル毎に補正する必要がある。位相補正量を、伝送モードとガードインターバル比をパラメータとして表4.3-2に示す。

表 4.3-2 上隣接セグメントの下端キャリアに施すシンボル毎の補正量 $\Delta\phi$ ($\times 2\pi$)

		上隣接セグメントの形式				
		ガードインターバル比	1	13		
受信セグメントの形式	1	1/32	-3/8 (I)、-3/4(II)、-1/2 (III)		-5/8、 -1/4、 -1/2	
		1/16	-3/4、	-1/2、	0	-1/4、 -1/2、 0
		1/8	-1/2、	0、	0	-1/2、 0、 0
		1/4	0、	0、	0	0、 0、 0
	13	1/32	-5/8、	-1/4、	-1/2	-7/8、 -3/4、 -1/2
		1/16	-1/4、	-1/2、	0	-3/4、 -1/2、 0
		1/8	-1/2、	0、	0	-1/2、 0、 0
		1/4	0、	0、	0	0、 0、 0

(I、II、III) はモードを表す。

5.4.3.3 TMCC 情報

受信機における補正量は、TMCC情報のリザーブ領域の3ビットを使用して受信機に伝送する(5.3.15.5.9参照)。

【解説】

・送信信号に対する位相補正

連結送信は、送信側で複数のセグメント信号をキャリアの直交関係を保って生成したOFDM信号から、希望するセグメント(1or13)のみを選択的に受信するための送信形態である。受信機では受信セグメントの中心周波数で受信するので、一般に、ベースバンド信号の直流成分に対応するRF周波数と受信側の中心周波数は異なっている。

このため、一括IFFTによって連結送信波を生成したとき、送信信号のベースバンド信号直流成分に対応するRF周波数 f_t と受信セグメントの中心周波数 f_r との差分 Δf により、ガード期間に受信側の位相が進み、シンボルを正しく復調できない場合が生じる。送信信号に対する位相補正は、送信信号のベースバンド信号直流成分に対応するRF周波数を中心周波数とするセグメントに対するセグメントの相対位置を用いて、予め位相差を相

殺するために行う。補正量は、補正後の位相差が $2n\pi$ となるように決められる。

- 受信信号に対する位相補正

連結送信信号ではセグメント間に位相差があるため、復調に上隣接セグメント下端のキャリアを使用する同期変調セグメントの受信については、上隣接セグメント下端のキャリア位相を補正しなければならない。

5.4.4 ISDB-TmmのRF信号フォーマット

1セグメント形式、及び、13セグメント形式の連結したISDB-Tmm信号のRF帯における信号フォーマットを以下に規定する。以下は、周波数軸上左端の単位送信波 ($b=0$) を位相基準としたもの。

$$s(t) = \text{Re} \left\{ e^{j \cdot 2\pi \cdot f_c \cdot t} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{b=0}^{S_1+S_{13}-1} e^{-j(\phi(b)n+\theta(b))} \sum_{k=0}^{N(b)-1} c(b,n,k) \cdot \Psi(b,n,k,t) \right\}$$

where

$$\Psi(b,n,k,t) = \begin{cases} e^{j \cdot 2\pi \cdot \frac{\left(\sum_{i=0}^b N(i) - N(b) + k \right) - K_{f_c}}{T_u} (t - T_g - n \cdot T_s)} & n \cdot T_s \leq t < (n+1) \cdot T_s \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$$\phi(b) = -2\pi \cdot \frac{T_g}{T_u} \left(\left(\sum_{i=0}^b N(i) - N(b) + K_c(b) \right) - K_{f_c} \right)$$

$$\theta(b) = \begin{cases} \pi \sum_{i=1}^b (W_{0,i} \oplus W_{N(i-1),(i-1)}) & b > 0 \\ 0 & b = 0 \end{cases}$$

n : シンボル番号

S_1 : 1セグメント形式の単位送信波の数

S_{13} : 13セグメント形式の単位送信波の数

b : 1セグメント形式及び13セグメント形式の単位送信波の番号 (周波数軸上左端の単位送信波を0とする)

k : 単位送信波ごとのキャリア番号 (周波数軸上左端のキャリア番号を0とする)

$N(b)$: 単位送信波 b のキャリア総数

(ただし、 $b \neq S_1 + S_{13} - 1$ である単位送信波については、

1セグメント形式の場合、モード1: 108、モード2: 216、モード3: 432、

13セグメント形式の場合、モード1: 1404、モード2: 2808、モード3:

5616、

$b = S_1 + S_{13} - 1$ である単位送信波については、

送信波全体の周波数軸上右端にあるCPを含めて

1セグメント形式の場合、モード1: 109、モード2: 217、モード3: 433、

13セグメント形式の場合、モード1: 1405、モード2: 2809、モード3:

5617)

次ページに続く

T_u	: 有効シンボル期間長
T_g	: ガードインターバル期間長
	(ただし、 $b \neq S_1 + S_{13} - 1$ である単位送信波については、
	1 セグメント形式の場合、 $T_u = 7N(b)/3 \times 10^{-5}$ 、
	13 セグメント形式の場合、 $T_u = 7N(b)/39 \times 10^{-5}$ 、
	$b = S_1 + S_{13} - 1$ である単位送信波については、
	1 セグメント形式の場合、 $T_u = 7(N(b) - 1)/3 \times 10^{-5}$ 、
	13 セグメント形式の場合、 $T_u = 7(N(b) - 1)/39 \times 10^{-5}$ 、
	キャリア間隔: $1/T_u$)
T_s	: シンボル期間長 ($T_s = T_u + T_g$)
f_c	: 送信波に含まれるいずれかの OFDM セグメントの中央の周波数
K_{f_c}	: f_c に対応するキャリア番号。(ただし、キャリア番号は、連結送信の場合を含め、送信波全体の周波数軸上左端のキャリア番号を 0 とし、送信波全体で連続した番号を用いて表す)
$K_c(b)$	: 単位送信波 b の中央の周波数に対応するキャリア番号 (1 セグメント形式の場合、モード 1 : 54、モード 2 : 108、モード 3 : 216、 13 セグメント形式の場合、モード 1 : 702、モード 2 : 1404、モード 3 : 2808)
$W_{k,b}$	単位送信波 b のキャリア番号 k で伝送されるパイロット信号 (SP 又は CP) の変調位相を決定する PRBS の出力ビット W_i の値
$c(b,n,k)$	: 単位送信波 b 、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
$\phi(b)$	: 中心周波数差に対する位相補償量 (4.3.1.1 参照)
$\theta(b)$	: パイロット信号変調位相の不整合に対する位相補償量 (4.3.1.2 参照)