

## 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会

## IP 放送作業班 報告(案)

諮問 2024 号「ケーブルテレビの技術的条件」のうち  
「ケーブルテレビにおける IP 放送等に関する技術的条件」

## 目次

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| I 検討事項 .....                                             | 3  |
| II 委員会及び作業班の構成 .....                                     | 3  |
| III 検討経過 .....                                           | 3  |
| IV 検討概要 .....                                            | 4  |
| 別表 1 (委員会構成員) .....                                      | 5  |
| 別表 2 (作業班構成員) .....                                      | 6  |
| 別紙 1 .....                                               | 7  |
| 1. はじめに .....                                            | 8  |
| 2. 検討の背景 .....                                           | 9  |
| 2.1 検討開始の背景 .....                                        | 9  |
| 2.2 ケーブルテレビの IP ネットワーク .....                             | 10 |
| 2.3 IP 放送に関する状況 .....                                    | 10 |
| 3. 超高精細度テレビジョン放送等に係る有線一般放送方式の要求条件 .....                  | 11 |
| 3.1 要求条件 .....                                           | 11 |
| 3.2 要求条件との整合性 .....                                      | 16 |
| 4. インターネットプロトコル伝送の技術的条件 .....                            | 23 |
| 4.1 システムの構成 .....                                        | 23 |
| 4.2 電気信号等に係る技術的条件 .....                                  | 27 |
| 4.3 受信者端子以外の性能規定点における技術的条件 .....                         | 40 |
| 4.4 情報源符号化方式等に係る技術的条件 .....                              | 45 |
| 4.5 サービス可用性に関する技術的条件 .....                               | 48 |
| 4.6 測定方法に関する基本的な考え方 .....                                | 49 |
| 5. デジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る技術的条件 ..... | 50 |
| 5.1 搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における搬送波等の条件 .....             | 50 |
| 5.2 搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における搬送波等の条件 .....              | 57 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 6.今後の検討課題 .....                | 59 |
| 6.1 IP 放送に関する課題 .....          | 59 |
| 6.2 国際標準化、技術開発に関する課題 .....     | 59 |
| 6.3 有線一般放送の技術的条件全般に関する課題 ..... | 60 |
| 参考資料 .....                     | 61 |

## I 検討事項

放送システム委員会では、情報通信審議会諮問第 2024 号「ケーブルテレビシステムの技術的条件」（平成 18 年 9 月 28 日諮問）のうち「ケーブルテレビにおける IP 放送等に関する技術的条件」について検討を行い、本報告（案）を取りまとめた。

## II 委員会及び作業班の構成

放送システム委員会の構成は、別表 1 のとおり。

なお、放送システム委員会の下に、委員会における調査のために必要な情報を収集し、委員会の検討を促進させるために、IP 放送作業班を設置した。IP 放送作業班の構成は別表 2 のとおり。

## III 検討経過

### 1. 放送システム委員会での検討

本件に関する放送システム委員会での検討経過は、次のとおり。

#### ① 第 62 回（平成 30 年 4 月 16 日）

IP 放送作業班の設置、同作業班の運営方針、検討課題及びスケジュール等について検討を行った。また、ケーブルテレビにおける IP 放送に関する技術的条件について、広く提案募集の機会を設けることとし、平成 30 年 4 月 18 日から同年 5 月 2 日まで希望者を募集した結果、1 件の提案があった。

#### ② 第 63 回（平成 30 年 6 月 22 日）

IP 放送作業班からの中間報告を基に技術的条件について審議を行い、デジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に関する技術的条件のうち、搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における搬送波等の条件について承認した。

#### ③ 第 64 回（平成 30 年 7 月 31 日）

IP 放送作業班からの報告を受けて、放送システム委員会報告（案）について審議を行った。また、当該報告（案）について、広く意見を求めることとし、平成 30 年 8 月〇日から同年 8 月△日までの間、パブリックコメントを行うこととした。

#### ④ 第 65 回（平成 30 年 9 月〇日）

8 月〇日から 8 月△日まで行ったパブリックコメントの結果を踏まえ、検討を行い、放送システム委員会報告を取りまとめた。

### 2. IP 放送作業班での調査

IP 放送作業班の検討経過は次のとおり。

#### ① 第 1 回（平成 30 年 4 月 26 日）

作業班の運営方法、今後のスケジュール等について検討を行った。また、構成員からのプレゼンテーションを行い、IP 放送の現状等について検討を行っ

た。

② 第2回（平成30年5月24日）

提案募集の結果、要求条件、品質省令に係る技術的条件、実証試験の実施等についての検討を行った。また、構成員からのプレゼンテーションを行い、ケーブルテレビに係る放送・通信設備、受信設備等について検討を行った。

③ 第3回（平成30年6月19日）

構成員からのプレゼンテーションを行い、ケーブルテレビに係る放送・通信設備、デジタル有線テレビジョン放送方式の搬送波等の条件の見直し等について検討を行った。

④ 第4回（平成30年7月12日）

IP放送の伝送品質に関する実証試験の結果、これまでの構成員のプレゼンテーション等を踏まえ、IP放送に係る伝送方式の技術的条件の検討を行い、IP放送作業班報告骨子案について検討を行った。

⑤ 第5回（平成30年7月24日）

IP放送に係る伝送方式の技術的条件の検討を行い、IP放送作業班報告を取りまとめた。

#### IV 検討概要

別紙1のとおり。

別表 1（委員会構成員）

情報通信技術分科会 放送システム委員会 構成員

（敬称略）

| 氏 名          |        | 主 要 現 職                                                    |
|--------------|--------|------------------------------------------------------------|
| 主査<br>委員     | 伊丹 誠   | 東京理科大学 基礎工学部 電子応用工学科 教授                                    |
| 主査代理<br>専門委員 | 都竹 愛一郎 | 名城大学 理工学部 教授                                               |
| 委員           | 村山 優子  | 津田塾大学 学芸学部 情報科学科 教授                                        |
| 専門委員         | 井家上 哲史 | 明治大学 理工学部 教授                                               |
| 〃            | 大矢 浩   | 一般社団法人日本 CATV 技術協会 副理事長                                    |
| 〃            | 甲藤 二郎  | 早稲田大学 基幹理工学部教授                                             |
| 〃            | 門脇 直人  | 国立研究開発法人情報通信研究機構 執行役 ワイヤレスネットワーク総合研究センター長、オープンイノベーション推進本部長 |
| 〃            | 関根 かをり | 明治大学 理工学部 教授                                               |
| 〃            | 高田 潤一  | 東京工業大学 環境・社会理工学院 教授                                        |
| 〃            | 丹 康雄   | 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授                                 |
| 〃            | 野田 勉   | スターキャット・ケーブルネットワーク(株) 上席主任研究員                              |
| 〃            | 松井 房樹  | 一般社団法人電波産業会 専務理事・事務局長                                      |
| 〃            | 山田 孝子  | 関西学院大学 総合政策学部 教授                                           |

別表 2（作業班構成員）

情報通信技術分科会 放送システム委員会  
IP 放送作業班 構成員

（五十音順、敬称略）

|        |       |                                                                        |
|--------|-------|------------------------------------------------------------------------|
| （主任）   | 甲藤 二郎 | 早稲田大学 基幹理工学部 教授                                                        |
| （主任代理） | 猪俣 亮  | 一般社団法人日本ケーブルラボ 実用化開発部 研究員                                              |
|        | 青山 公平 | シンクレイヤ株式会社 技術部 専任次長 兼 IP ソリューション課 課長                                   |
|        | 泉 英介  | 住友電気工業株式会社 ブロードネットワークス事業部 CATV システム部 部長                                |
|        | 岩佐 達矢 | 株式会社ケーブルテレビ徳島 技術部 課長代理                                                 |
|        | 上園 一知 | 株式会社ジュピターテレコム 技術開発室 マネージャー                                             |
|        | 大塚 孝  | イツ・コミュニケーションズ株式会社 技術本部 ネットワーク技術部 課長補佐                                  |
|        | 尾関 信圭 | 株式会社ハートネットワーク 事業戦略局 局長                                                 |
|        | 影山 光宏 | パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社 S T B ネットワークビジネスユニット システム技術部 プラットフォーム開発課 課長 |
|        | 川口 耕司 | 株式会社コミュニティネットワークセンター 技術本部サーバグループ グループ長                                 |
|        | 木谷 靖  | 一般社団法人 I P T V フォーラム 技術委員会 副主査<br>（株式会社 NTT ぷらら 技術本部 サービス開発部長）         |
|        | 倉掛 卓也 | 日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 上級研究員                                         |
|        | 佐々木 カ | 株式会社 K D D I 総合研究所 研究マネージャー                                            |
|        | 白石 成人 | 株式会社愛媛 C A T V 常務取締役                                                   |
|        | 滝口 英樹 | 東日本電信電話株式会社 ネットワーク事業推進本部 高度化推進部 担当部長                                   |
|        | 内藤 明彦 | ジャパンケーブルキャスト株式会社 技術・運用本部 シニアマネージャー                                     |
|        | 中島 寛  | 一般社団法人日本ケーブルテレビ連盟 技術部長                                                 |
|        | 中丸 則兼 | 一般社団法人日本 CATV 技術協会 事業部（規格・標準）部長                                        |
|        | 松本 卓三 | 古河電気工業株式会社 ブロードバンドソリューション事業部門 ブロードバンドシステム部 光システム課 課長                   |
|        | 安田 和弘 | 日本デジタル配信株式会社 専務執行役員 技術本部 本部長                                           |
|        | 山本 秀樹 | 沖電気工業株式会社 情報通信事業本部 ネットワークシステム事業部 システム第 5 部 映像配信事業責任者                   |

## 検 討 概 要

## 1. はじめに

1955 年、地方部におけるテレビジョン放送の難視聴対策として始まったケーブルテレビは、その後、都市部の高層化等に伴う難視聴対策にも利用されるようになった。1980 年代後半には、情報通信の高度化に伴い、地上放送に加え、衛星放送の同時再放送、さらには、多様な視聴者ニーズに対応した多チャンネルサービスの提供、地域のニーズに対応したコミュニティチャンネルの提供等も行う都市型ケーブルテレビが各地に登場するようになった。1990 年代後半には、衛星放送、地上放送のデジタル化の進展に沿って、ケーブルテレビでもデジタル化を進め、放送のデジタル化においても役割を果たしてきた。

通信の分野においても、1990 年代後半にはインターネットの普及に伴い、ケーブルテレビのネットワークを活かしたケーブルインターネットにより高速で低廉なインターネット接続サービスを提供してきた。従来、有線回線を前提とした、固定ブロードバンドサービスや固定電話サービス(IP 電話を含む)の通信分野のみならず、近年は、MVNO サービス、地域 BWA サービスなど移動通信分野においてもサービス提供を行っている事業者が増加しつつある。

このような状況の中で、ケーブルテレビは、高精細度テレビジョン放送(HDTV)を超える 4K・8K フォーマットに対応した超高精細度テレビジョン放送(UHDTV)の進展に応じて、「ケーブル 4K」等の高度な放送サービスを自ら行うとともに、2018 年には衛星放送による 4K・8K 実用放送の本格的な開始にも対応していくことが求められている。また、FTTH(Fiber To The Home)を含むブロードバンドの普及が進んでいる中、インターネットを使って利用者に動画等のコンテンツを提供する、いわゆる OTT(Over The Top)と呼ばれる通信分野におけるサービスが普及しつつある一方で、放送分野における放送番組の配信サービスとしての IP 放送について、同一の内容を不特定多数が同時に視聴できるという放送の特徴を確保する観点からも、IP 放送に関する技術的条件を明確化することが求められている。

そこで、情報通信技術分科会放送システム委員会では、現行の有線テレビジョン放送方式等の技術基準も踏まえ、ケーブルテレビの高度化及び普及促進を図るため、必要な技術的条件の検討を行うこととし、「ケーブルテレビシステムの技術的条件」のうち、「ケーブルテレビにおける IP 放送等に関する技術的条件」について、検討を行い、報告を取りまとめたものである。

## 2. 検討の背景

### 2.1 検討開始の背景

IP マルチキャスト方式による放送サービスの技術的条件については、2007(平成 19)年 3 月 28 日のケーブルテレビシステム委員会報告において今後の課題として「国内のサービス状況や国内外の標準化動向を踏まえ、その必要性も含め継続的な検討を行う必要がある」とされていた。

4K・8K をはじめとする放送サービスの高度化、テレビ視聴形態の多様化等放送を取り巻く環境が変化しているとともに、固定ブロードバンド網の広帯域化等を踏まえ、有線一般放送を行う登録一般放送事業者(以下、「ケーブルテレビ事業者等」という)は、インターネットプロトコル(IP)を活用して放送を取り巻く環境の変化に対応する取り組みを進めている。

4K・8K に関して、総務省は、「4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合」を開催し、とりまとめた 4K・8K 推進のためのロードマップ(2014(平成 26)年 9 月、第一次中間報告、2015(平成 27)年 7 月、第二次中間報告)に基づき、4K・8K に関する取組を推進してきた。

情報通信審議会におけるケーブルテレビに関する取り組みとしては、2014(平成 26)年 12 月、「ケーブルテレビシステムの技術的条件」のうち「ケーブルテレビにおける超高精細度テレビジョン放送の導入に関する技術的条件」について放送システム委員会において検討を行った結果に基づき、一部答申を行った。総務省は、当該一部答申を受け、2015(平成 27)年 3 月に所要の制度整備を行った。なお、当該報告において課題とされていた BS/CS110 のパススルー伝送方式のための左旋用中間周波数については、2018(平成 30)年 2 月の放送システム委員会における検討を経て、総務省は、同年 5 月に所要の制度整備を行っている。

2015(平成 27)年には、CS124/128、ケーブルテレビ、IPTV 等による 4K 実用放送が既に開始されており、2016(平成 28)年には、BS による 4K・8K 試験放送が開始され、2018(平成 30)年 12 月には、BS/CS110 により 4K・8K 実用放送が開始される予定である。

ケーブルテレビに関しては、2017(平成 29)年 5 月、総務省の放送を巡る諸課題に関する検討会 地域における情報流通の確保に関する分科会報告書「ケーブルビジョン 2020<sup>+</sup> ～地域とともに未来を拓く宝箱～」において様々な提言がなされ、放送サービスの IP 化に関連して、IP 放送の品質を確保するために必要な技術基準の在り方の検討を行うことが適当であるとされた。

このような状況の下、総務省では 2017(平成 29)年 11 月から IP ネットワークを活用した放送の普及を図るため「4K・8K 時代に向けたケーブルテレビの映像配信の在り方に関する研究会(座長:伊東 晋 東京理科大学 教授)」を開催し、IP 放送の技術基準等の在り方について検討を進め、2018(平成 30)年 6 月に報告書がとりまとめられた。

このような背景を踏まえ、ケーブルテレビの放送サービスの多様化、高度化を図るため、IP 放送等に関して必要な技術的条件の検討を行うものである。

## 2.2 ケーブルテレビの IP ネットワーク

ケーブルテレビの IP ネットワークは、現在主流となっている幹線に光ファイバを使用した HFC (Hybrid Fiber Coaxial) による CATV アクセスサービス、近年普及が進みつつある幹線及び分配線も含む伝送路全区間において光ファイバを使用する FTTH (Fiber To The Home) による FTTH アクセスサービスがある。

HFC によるネットワークは、10MHz～55MHz の上りと 90～770MHz の下りの伝送帯域等を利用して、DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications) 規格により、下り 40～320Mbps 程度 (DOCSIS3.0 仕様)、1Gbps 程度 (DOCSIS3.1 仕様) の伝送帯域を有する。

一方、FTTH によるネットワークは、光領域のより広範な帯域を利用して、数 10Mbps～10Gbps 程度の伝送帯域を有する。ケーブルテレビの FTTH については、ケーブルテレビ局舎から加入者宅まで自ら光回線を整備して FTTH を提供する「自社回線」、ケーブルテレビ局舎から回線事業者局舎の相互接続点まで回線を整備、相互接続点から加入者宅までは接続料を支払うことで他事業者の回線を用いて FTTH を提供する「接続」、ケーブルテレビ局舎から加入者宅まで、他の回線事業者からの光回線の卸役務の提供を受けて FTTH を提供する「卸役務」といった方法がある。

それぞれの方法には、設備投資の規模、価格競争やサービス改善の容易性などにおいて、メリット、デメリットが存在するため、事業者は、地理的要因や競争状況、自らの事業に必要な帯域や必要となるコスト等を踏まえて、最適な方法を選択してネットワークを構築する必要がある。

## 2.3 IP 放送に関する状況

IP マルチキャスト方式による IP 放送の実施については、放送法の技術基準は、標準的に使用されるものとして規定される放送方式以外にも個別審査により使用を認めることができる柔軟な制度となっており、従来、個別審査により使用が認められてきた経緯がある。

既に多数の放送番組を提供してひっ迫している放送用のネットワークに加え、近年、FTTH 等により広帯域化している IP ネットワークを利用して放送サービスを提供するニーズが高まってきており、事業者の申請に関する負担軽減やマルチベンダー化を促進する観点からも、従来の RF 方式と同様に、技術的条件の検討をすることが必要となってきた。

### 3. 超高精細度テレビジョン放送等に係る有線一般放送方式の要求条件

#### 3.1 要求条件

##### 3.1.1 基本的な考え方

超高精細度テレビジョン放送等に係る有線一般放送方式の要求条件の基本的な考え方は次のとおりとする。

- ・ 超高精細度テレビジョン放送等による高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスを実現できること。
- ・ 将来の技術動向を考慮し、実現可能な技術を採用するとともに、その後に想定されるサービスや機能の追加等にも配慮した拡張性を有する方式とすること。
- ・ 現行の放送サービスや他のデジタル放送メディアとの相互運用性をできる限り確保するとともに、通信との連携による新たなサービスにも対応できること。
- ・ 既存の設備や端末の活用並びに既存の運用形態の適用が最大限行えること。
- ・ 送信設備、受信機及び伝送設備が満たすべき条件が開示されていること。

##### 3.1.2 システム

| 項目          |          | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                      | 備考 |
|-------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| インターオペラビリティ |          | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 地上放送、衛星放送、ケーブルテレビ、IPTV 等の様々なメディア間で、できる限り互換性を有すること。</li><li>・ 既存のシステムに妨害を与えないこと。</li><li>・ ケーブルテレビにおける既存の放送・通信サービスと併存でき、新方式の円滑な導入及びマイグレーションが可能であること。</li></ul>                                     |    |
| サービス        | 高機能化／多様化 | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 現行の高精細度テレビジョン放送（HDTV）、超高精細度テレビジョン放送（UHDTV）サービスを基本とした高画質サービスを可能とすること。</li><li>・ 多様で柔軟な高機能サービスを可能とすること。</li><li>・ インターネット等の通信系を利用したサービスについても考慮すること。</li><li>・ チャンネル切り替えに要する時間は、可能な限り短いこと。</li></ul> |    |

|           |          |                                                                                                                                                                               |  |
|-----------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|           |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・年齢による視聴制限（パレンタルレート）設定のような、視聴者によるアクセス制御を可能とすること。</li> <li>・緊急警報信号のような非常災害時における対象受信機への起動制御信号及び緊急情報の放送について考慮すること。</li> </ul>             |  |
|           | 拡張性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービス形態、符号化方式、受信機、限定受信方式等について拡張性を有すること。</li> </ul>                                                                                     |  |
|           | アクセシビリティ | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高齢者、障がい者等様々な視聴者向けのサービスについても考慮すること。</li> <li>・種々の放送サービスに視聴者が容易にアクセスできること。</li> <li>・さらに、放送と通信系のサービスが連携するサービスへのアクセスが容易であること。</li> </ul> |  |
| 実時間性      |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い実時間性を要求される場合を考慮すること。</li> <li>・視聴者に違和感を与えない程度の映像・音声の遅延差であること。</li> </ul>                                                            |  |
| システム制御    |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・放送の要件に応じて伝送パラメータの選択や組合せの変更を行うことができ、また、それに合わせて受信機制御が可能な方式とすること。</li> <li>・送出する映像、音声、データの容量やチャンネル数等を任意に選択、変更できること。</li> </ul>           |  |
| 著作権保護     |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・放送コンテンツの記録及び利用に関して制御できる機能を有すること。</li> </ul>                                                                                           |  |
| 個人情報保護    |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・受信者の個人情報保護について考慮すること。</li> </ul>                                                                                                      |  |
| 国際標準との整合性 |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際標準との整合性を考慮し、容易に導入できるシステムとなるよう考慮すること。</li> </ul>                                                                                     |  |

### 3.1.3 放送品質

| 項目 | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                          | 備考 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 画質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の画質が望まれることを考慮し、できる限り高い画質を保つこと。</li> <li>・ 標準テレビジョン放送（SDTV）についても、できるだけ高画質を保つこと。</li> <li>・ 情報源符号化による画質劣化の時間率ができるだけ小さいこと。</li> <li>・ サービスに応じて画像のビットレートを変更できること。</li> </ul> |    |
| 音質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の音質が望まれることを考慮し、できる限り高い音質を保つこと。</li> <li>・ SDTV についても、できるだけ高音質を保つこと。</li> <li>・ 多チャンネル音声など高臨場感音声サービスを可能とすること。</li> <li>・ サービスに応じて音声のビットレートを変更できること。</li> </ul>            |    |

### 3.1.4 技術方式

| 項目                | 要求条件                                                                                                                                                                                | 備考 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 映像入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスを考慮した映像入力フォーマット及び高効率かつ高画質な符号化方式であること。</li> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> </ul>                                      |    |
| 音声入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスを考慮した音声入力フォーマット及び高効率かつ高音質な符号化方式であること。</li> <li>・ 多チャンネル音声放送が可能な符号化方式であること。</li> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> </ul> |    |
| データ符号化方式          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> <li>・ 通信系のサービスとの連携を考慮した符号化方式であること。</li> </ul>                                                                  |    |

|        |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|--------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 多重化方式  |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 多様なサービスの柔軟な編成が可能な多重化方式であること。</li> <li>・ 通信系のサービスとの連携を考慮すること。</li> <li>・ 他のサービスとの相互運用性を考慮すること。</li> <li>・ 衛星等による放送波の再放送のような、他の放送ネットワークからの乗り移りの容易性を考慮すること。</li> <li>・ 自主放送信号及び再放送信号の独立性が確保できるように考慮すること。</li> </ul>                                                               |  |
| 限定受信方式 | スクランブルサブシステム   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高度な秘匿性を有すること。</li> <li>・ 不正受信に対して十分な安全性を有し、脆弱性が発見された場合等に対応可能な機能を有すること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                              |  |
|        | 関連情報サブシステム     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連情報伝送や限定受信機能に関して十分な安全性を有し、その安全性を継続的に維持・改善できること。</li> <li>・ 種々のサービス形態に対応するため、課金・収納方式等に自由度があり、弾力的な運用が可能であること。</li> <li>・ 個々の受信者へ向けた情報の伝送、表示が可能であること。</li> <li>・ 新規関連情報サブシステムへの更新や拡張性を考慮すること。</li> <li>・ 関連情報は可能な限り共通の形式によること。</li> <li>・ 関連情報の配付は、効率的で正確、確実なものであること。</li> </ul> |  |
| 伝送路符号  | 使用するIPアドレス     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IPマルチキャスト方式のIPアドレスを対象とすること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|        | 伝送帯域幅          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放送サービスとして提供される放送信号の全てを伝送するために必要な帯域幅を確保すること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                         |  |
|        | 伝送路のトラヒックの要求条件 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放送のトラヒックが通信のトラヒックと伝送路を共有している場合、放送のトラヒックを安定的に伝送するための措置がとられていること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                     |  |

|             |       |                                                                                               |  |
|-------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 化<br>方<br>式 | 通信系   | ・ 伝送路の帯域の有効利用及び多様なサービス、特に現行の HDTV、UHDTV サービスを伝送できるよう十分な伝送容量を確保できる通信方式であること。                   |  |
|             | 誤り訂正系 | ・ 採用する通信方式との整合性が良いこと。<br>・ 符号化効率が良いこと。<br>・ サービスの要求に応じた誤り耐性の選択を考慮すること。ただし、伝送容量の低下を最小限にとどめること。 |  |
|             | 伝送容量  | ・ 通信サービスからのトラヒックの影響を考慮した上で、放送サービスとして提供しようとする放送信号を伝送するために必要十分な伝送ビットレートを確保できること。                |  |
| 受信機等への配慮    |       | ・ 現行設備や受信機への負担等を考慮して、技術方式を選定すること。                                                             |  |

### 3.1.5 受信機

| 項目       | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                       | 備考 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 操作性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 操作が簡単であること。</li> <li>・ 受信者や事業者の要求に応じて、受信機機能の更新が可能であること。</li> <li>・ 高齢者、障がい者等に配慮した操作性を有すること。</li> <li>・ 所望のサービスの選択が統一的な操作方法で行えることが望ましい。</li> </ul>                                                 |    |
| 処理系      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 番組視聴に必要となる、必要十分なメモリ容量及びその情報の処理機能・能力を持つこと。</li> </ul>                                                                                                                                              |    |
| インターフェース | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 映像、音声出力については、既存の受像機における提供について考慮すること。</li> <li>・ 適切な著作権保護を実現する機能を有すること。</li> <li>・ 高速データ転送が可能であること。</li> <li>・ 多様な機器を複数接続でき、かつ、接続設定が容易であること。</li> <li>・ 受信機が対応するサービスに応じたインターフェースを有すること。</li> </ul> |    |
| 拡張性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ハードウェア及びソフトウェアの追加、変更について考慮されていること。</li> </ul>                                                                                                                                                     |    |

### 3.2 要求条件との整合性

3.1.1 から 3.1.5 に示した要求条件の各項目に対して、今回検討した方式との整合性は以下のとおり。

#### 3.2.1 基本的な考え方

| 項目      | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 整合性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基本的な考え方 | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 超高精細度テレビジョン放送等による高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスを実現できること。</li><li>・ 将来の技術動向を考慮し、実現可能な技術を採用するとともに、その後に想定されるサービスや機能の追加等にも配慮した拡張性を有する方式とすること。</li><li>・ 現行の放送サービスや他のデジタル放送メディアとの相互運用性をできる限り確保するとともに、通信との連携による新たなサービスにも対応できること。</li><li>・ 既存の設備や端末の活用並びに既存の運用形態の適用が最大限行えること。</li><li>・ 送信設備、受信機及び伝送設備が満たすべき条件が開示されていること。</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 現行の有線テレビジョン放送等で提供されている超高精細度テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送等によるものと同等のサービスが提供できるようにすることによって、高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスの実現、その後に採用されるサービスや機能の追加等にも配慮した拡張性を有することを考慮した。</li><li>・ 情報源符号化方式等について、現行の方式等と同等のものを採用することによって、現行の放送サービスや他のデジタル放送メディアとの相互運用性を確保するとともに、IP ネットワークを活用した伝送方式によって、通信との連携による新たなサービスにも対応できることを考慮した。</li><li>・ 上記の方式を採用するにあたって、既存の設備や端末の活用並びに既存の運用形態の適用が最大限行えること、送信設備、受信機及び伝送設備が満たすべき条件が開示されていることを考慮した。</li></ul> |

### 3.2.2 システム

| 項目          |          | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 整合性                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| インターオペラビリティ |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・地上放送、衛星放送、ケーブルテレビ、IPTV 等の様々なメディア間で、できる限り互換性を有すること。</li> <li>・既存のシステムに妨害を与えないこと。</li> <li>・ケーブルテレビにおける既存の放送・通信サービスと併存でき、新方式の円滑な導入及びマイグレーションが可能であること。</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報源符号化方式等について、現行の方式等と同等のものを採用することによって、様々なメディア間で、できる限り互換性を有することを考慮した。</li> <li>・IP 伝送方式が、既存のシステムに妨害を与えないこと、既存の放送・通信サービスと併存でき、新方式の円滑な導入及びマイグレーションが可能であることを考慮した。</li> </ul>                                                                                                     |
| サービス        | 高機能化／多様化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行の高精細度テレビジョン放送（HDTV）、超高精細度テレビジョン放送（UHDTV）サービスを基本とした高画質サービスを可能とすること。</li> <li>・多様で柔軟な高機能サービスを可能とすること。</li> <li>・インターネット等の通信系を利用したサービスについても考慮すること。</li> <li>・チャンネル切り替えに要する時間は、可能な限り短いこと。</li> <li>・年齢による視聴制限（パレンタルレート）設定のような、視聴者によるアクセス制御を可能とすること。</li> <li>・緊急警報信号のような非常災害時における対象受信機への起動制御信号及び緊急情報の放送について考慮すること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報源符号化方式等について、現行の方式等と同等のものを採用することによって、HDTV、UHDTV サービスを基本とした高画質サービスを可能とすること、多様で柔軟な高機能サービスを可能とすること、視聴者によるアクセス制御を可能とすること、緊急制御信号及び緊急情報を放送することを考慮した。</li> <li>・IP 伝送方式を採用することによって、インターネット等の通信系を利用したサービスについても考慮するとともに、信号の遅延を規定することにより、チャンネル切り替えに要する時間を可能な限り短くすることを考慮した。</li> </ul> |
|             | 拡張性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービス形態、符号化方式、受信機、限定受信方式等について拡張性を有すること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行の有線テレビジョン放送等を同等の放送方式を採用しており、同等の拡張性等を有する。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |

|  |           |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                        |
|--|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | アクセシビリティ  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高齢者、障がい者等様々な視聴者向けのサービスについても考慮すること。</li> <li>・種々の放送サービスに視聴者が容易にアクセスできること。</li> <li>・さらに、放送と通信系のサービスが連携するサービスへのアクセスが容易であること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行の有線テレビジョン放送等と同等の放送方式を採用しており、同等のアクセシビリティ等を有する。</li> <li>・IP 伝送方式を採用することによって、放送と通信系のサービスが連携するサービスへのアクセスがより容易になっている。</li> </ul> |
|  | 実時間性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高い実時間性を要求される場合を考慮すること。</li> <li>・視聴者に違和感を与えない程度の映像・音声の遅延差であること。</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・IP 伝送方式の技術的条件として、現行のデジタル有線テレビジョン放送方式の技術的条件と同等程度の性能を有するようネットワーク品質、安定品質等の条件を定めており、高い実時間性、映像・音声の遅延差は確保される。</li> </ul>             |
|  | システム制御    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・放送の要件に応じて伝送パラメータの選択や組合せの変更を行うことができ、また、それに合わせて受信機制御が可能な方式とすること。</li> <li>・送出する映像、音声、データの容量やチャンネル数等を任意に選択、変更できること。</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・IP 伝送方式の採用により、柔軟にシステム制御や受信機制御が可能となっており、また、送出する映像、音声、データの容量やチャンネル数等を任意に選択、変更可能である。</li> </ul>                                   |
|  | 著作権保護     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・放送コンテンツの記録及び利用に関して制御できる機能を有すること。</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同様の機能を実現可能である。</li> </ul>                                                                                  |
|  | 個人情報保護    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・受信者の個人情報保護について考慮すること。</li> </ul>                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同様の機能を実現可能である。</li> </ul>                                                                                  |
|  | 国際標準との整合性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際標準との整合性を考慮し、容易に導入できるシステムとなるよう考慮すること。</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同様に国際標準との整合性等を考慮した。</li> </ul>                                                                             |

### 3.2.3 放送品質

| 項目 | 要求条件                                                                                                                                                                                                                                            | 整合性                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 画質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の画質が望まれることを考慮し、できる限り高い画質を保つこと。</li> <li>・ 標準テレビジョン放送 (SDTV) についても、できるだけ高画質を保つこと。</li> <li>・ 情報源符号化による画質劣化の時間率ができるだけ小さいこと。</li> <li>・ サービスに応じて画像のビットレートを変更できること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の画質を保つことができる。</li> <li>・ ビットレートを適切に選定することにより、画質劣化の時間率を小さくすることが可能であり、伝送容量の範囲内で、サービスに応じて画像のビットレートを変更可能である。</li> </ul> |
| 音質 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の音質が望まれることを考慮し、できる限り高い音質を保つこと。</li> <li>・ SDTV についても、できるだけ高音質を保つこと。</li> <li>・ 多チャンネル音声など高臨場感音声サービスを可能とすること。</li> <li>・ サービスに応じて音声のビットレートを変更できること。</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスと同等又はそれ以上の画質を保つことができる。</li> <li>・ ビットレートを適切に選定することにより、画質劣化の時間率を小さくすることが可能であり、伝送容量の範囲内で、サービスに応じて画像のビットレートを変更可能である。</li> </ul> |

### 3.2.4 技術方式

| 項目                | 要求条件                                                                                                                                                                                | 整合性                                                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 映像入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスを考慮した映像入力フォーマット及び高効率かつ高画質な符号化方式であること。</li> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同等の映像入力フォーマット及び符号化方式である。</li> </ul> |
| 音声入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行の HDTV、UHDTV サービスを考慮した音声入力フォーマット及び高効率かつ高音質な符号化方式であること。</li> <li>・ 多チャンネル音声放送が可能な符号化方式であること。</li> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同等の音声入力フォーマット及び符号化方式である。</li> </ul> |

|          |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| データ符号化方式 |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来の拡張性を考慮した符号化方式であること。</li> <li>・ 通信系のサービスとの連携を考慮した符号化方式であること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同等のデータ符号化方式が利用可能である。</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| 多重化方式    |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 多様なサービスの柔軟な編成が可能な多重化方式であること。</li> <li>・ 通信系のサービスとの連携を考慮すること。</li> <li>・ 他のサービスとの相互運用性を考慮すること。</li> <li>・ 衛星等による放送波の再放送のような、他の放送ネットワークからの乗り移りの容易性を考慮すること。</li> <li>・ 自主放送信号及び再放送信号の独立性が確保できるように考慮すること。</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同等の多重化方式である。</li> <li>・ IP 伝送方式の採用により、通信系のサービスとの連携がより容易になっている。</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 限定受信方式   | スクランブルサブシステム | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高度な秘匿性を有すること。</li> <li>・ 不正受信に対して十分な安全性を有し、脆弱性が発見された場合等に対応可能な機能を有すること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現行のデジタル有線テレビジョン放送方式と同等のスクランブル方式である。</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |
|          | 関連情報サブシステム   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連情報伝送や限定受信機能に関して十分な安全性を有し、その安全性を継続的に維持・改善できること。</li> <li>・ 種々のサービス形態に対応するため、課金・収納方式等に自由度があり、弾力的な運用が可能であること。</li> <li>・ 個々の受信者へ向けた情報の伝送、表示が可能であること。</li> <li>・ 新規関連情報サブシステムへの更新や拡張性を考慮すること。</li> <li>・ 関連情報は可能な限り共通の形式によること。</li> <li>・ 関連情報の配付は、効率的で正確、確実なものであること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 安全性の維持・改善については、受信機側でハードウェアを更新する方法、受信機側で記録媒体等を使ってソフトウェアを更新する方法、又は放送や通信を使ってソフトウェアを更新する方法により確保可能である。</li> <li>・ IP 伝送方式を採用することで、種々のサービス形態への対応、個々の受信者へ向けた情報伝送、表示等が可能である。</li> <li>・ 関連情報等に関しては、現行のデジタル有線テレビジョン方式と同等の対応が可能である。</li> </ul> |
| 伝送路      | 使用する IP アドレス | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IP マルチキャスト方式の IP アドレスを対象とすること。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IP 伝送方式において利用する IP アドレスは、マルチキャストアドレスとした。</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |

|          |                |                                                                                                                                                       |                                                                                                                               |
|----------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 符号化方式    | 伝送帯域幅          | <ul style="list-style-type: none"> <li>放送サービスとして提供される放送信号の全てを伝送するために必要な帯域幅を確保すること。</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>IP 伝送方式において、提供しようとする放送サービスに必要な放送信号の全てを伝送するために必要な伝送帯域を確保することを技術的条件とした。</li> </ul>       |
|          | 伝送路のトラヒックの要求条件 | <ul style="list-style-type: none"> <li>放送のトラヒックが通信のトラヒックと伝送路を共有している場合、放送のトラヒックを安定的に伝送するための措置がとられていること。</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>IP 伝送方式において、放送のトラヒックを通信のトラヒックに優先して伝送する等の措置をとることを技術的条件とした。</li> </ul>                   |
|          | 通信系            | <ul style="list-style-type: none"> <li>伝送路の帯域の有効利用及び多様なサービス、特に現行の HDTV、UHDTV サービスを伝送できるよう十分な伝送容量を確保できる通信方式であること。</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行において十分な実績のある IP ネットワークを対象としており、現行の HDTV、UHDTV サービスを伝送できる十分な伝送容量の確保が可能である。</li> </ul> |
|          | 誤り訂正系          | <ul style="list-style-type: none"> <li>採用する通信方式との整合性が良いこと。</li> <li>符号化効率が良いこと。</li> <li>サービスの要求に応じた誤り耐性の選択を考慮すること。ただし、伝送容量の低下を最小限にとどめること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行において十分な実績のある IP ネットワークを対象としており、符号化効率、誤り耐性の選択が可能である。</li> </ul>                       |
|          | 伝送容量           | <ul style="list-style-type: none"> <li>通信サービスからのトラヒックの影響を考慮した上で、放送サービスとして提供しようとする放送信号を伝送するために必要十分な伝送ビットレートを確保できること。</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行において十分な実績のある IP ネットワークを対象としており、放送信号を伝送するために必要十分な伝送ビットレートを確保可能である。</li> </ul>         |
| 受信機等への配慮 |                | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行設備や受信機への負担等を考慮して、技術方式を選定すること。</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行設備で既に採用済み又は機能拡張することで対応可能な技術方式を採用した。</li> </ul>                                       |

### 3.2.5 受信機

| 項目  | 要求条件                                                                                                                                                                               | 整合性                                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 操作性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>操作が簡単であること。</li> <li>受信者や事業者の要求に応じて、受信機機能の更新が可能であること。</li> <li>高齢者、障がい者等に配慮した操作性を有すること。</li> <li>所望のサービスの選択が統一的な操作方法で行えることが望ましい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>民間規格及び受信機設計において考慮されることを想定した。</li> </ul> |

|          |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                 |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 処理系      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・番組視聴に必要となる、必要十分なメモリ容量及びその情報の処理機能・能力を持つこと。</li> </ul>                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間規格及び受信機設計において考慮されることを想定した。</li> </ul> |
| インターフェース | <ul style="list-style-type: none"> <li>・映像、音声出力については、既存の受信機における提供について考慮すること。</li> <li>・適切な著作権保護を実現する機能を有すること。</li> <li>・高速データ転送が可能であること。</li> <li>・多様な機器を複数接続でき、かつ、接続設定が容易であること。</li> <li>・受信機が対応するサービスに応じたインターフェースを有すること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間規格及び受信機設計において考慮されることを想定した。</li> </ul> |
| 拡張性      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ハードウェア及びソフトウェアの追加、変更について考慮されていること。</li> </ul>                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・民間規格及び受信機設計において考慮されることを想定した。</li> </ul> |

## 4. インターネットプロトコル伝送の技術的条件

インターネットプロトコル伝送(以下、「IP 伝送」という)の技術的条件については、総務省において、ケーブルテレビの IP 放送に係る映像配信の在り方について検討するため、4 K・8 K時代に向けたケーブルテレビの映像配信の在り方に関する研究会が開催され、「4 K・8 K時代に向けたケーブルテレビの映像配信の在り方に関する研究会報告書」(参考資料4)(以下、「IP 放送報告書」)が取りまとめられている。技術的条件を検討するに当たっては、IP 放送報告書の検討結果を踏まえ、IP ネットワークを利用して行われる IP 放送の技術的条件として、安定的な伝送のための措置、伝送品質、伝送帯域、サービス可用性等について検討を行うこととした。

IP 伝送の技術的条件については、これまで RF 方式による伝送において用いられてきた搬送波という物理的な電磁波等の性質に基づく条件ではなく、IP パケットという論理的なトラヒックを管理する条件を基本として、電波による放送や RF 方式による放送の伝送品質と同等程度で柔軟性の高い技術基準の検討を行うこととした。

したがって、既存の RF 方式による有線テレビジョン放送方式として、有線一般放送の品質に関する技術的条件を定める省令(以下、「品質省令」という)の第2章第2節 デジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る条件と同等程度となるような技術的条件を検討する。なお、品質省令の第2章第2節には、RF 方式の技術基準として「入力信号の条件」、「搬送波の周波数」、「搬送波の変調等」、「搬送波等の条件」が規定されている。

地上基幹放送や衛星基幹放送の同時再放送を行うために空中線により放送波を適切に受信するための条件である「入力信号の条件」は、現行と同等程度の品質を確保するため、既存の規定を適用することとするが、「搬送波の周波数」、「搬送波の変調」、「搬送波等の条件」として規定されている技術的条件については、それらに替えて、「パケットの IP アドレス」、「総合品質」、「ネットワーク品質」、「安定品質」等に関する技術的条件を検討した。

### 4.1 システムの構成

#### 4.1.1 IP 伝送型ケーブルテレビの構成例

本報告においては、ケーブルテレビのヘッドエンドから受信者端子までの間において、IP ネットワークを利用した IP マルチキャスト方式による放送システムを IP 伝送型ケーブルテレビということとする。IP 伝送型ケーブルテレビは、ネットワークの構成に応じて、地域 IP 伝送型ケーブルテレビ(図 4.1-1)及び広域 IP 伝送型ケーブルテレビ(図 4.1-2)を想定することができる。地域 IP 伝送型ケーブルテレビは、ヘッドエンドを中心とした一定の地

理的範囲内の受信者向けの IP 放送のサービスを提供するためのケーブルテレビシステムである。一方、広域 IP 伝送型ケーブルテレビは、一般に広域又は全国にネットワークが構築されている電気通信サービス用の IP ネットワークを利用した広域又は全国の受信者向けの IP 放送のサービスを提供するためのケーブルテレビシステムであり、広域又は全国で一律の放送サービスの提供も可能となっている。

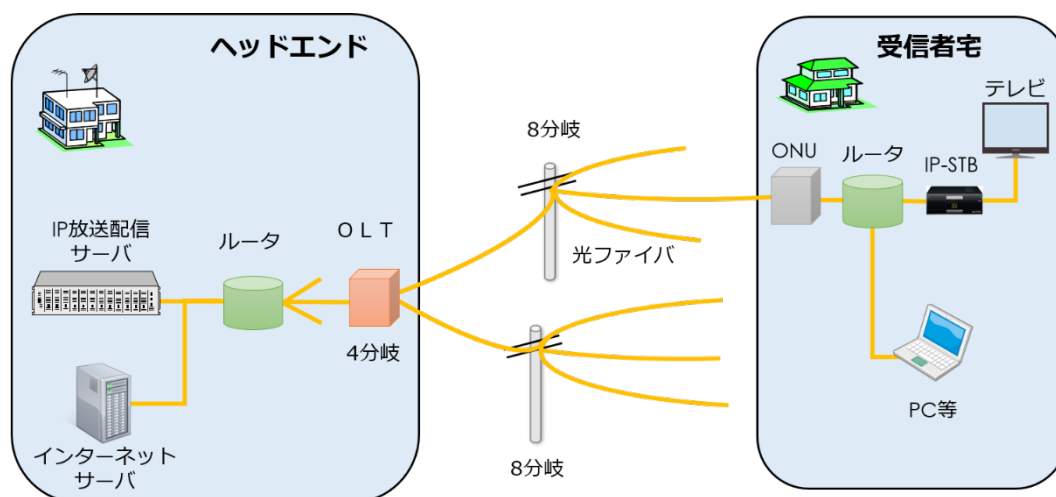


図 4.1-1 地域 IP 伝送型ケーブルテレビの構成例

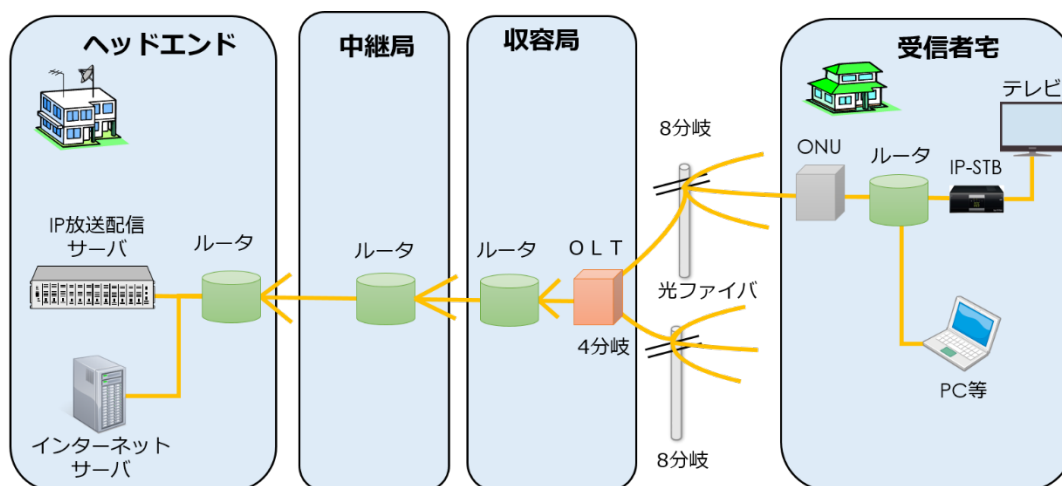


図 4.1-2 広域 IP 伝送型ケーブルテレビの構成例

#### 4.1.2 IP 伝送型ケーブルテレビの構成要素

IP 伝送型ケーブルテレビは、FTTH の場合は、図 4.1-3 のように、アンテナ等、IP 放送送出装置等、ルータ、OLT (Optical Line Terminal)、光伝送

路、受信用光伝送装置[ONU: Optical Network Unit]、ルータ、受信者端子、受信設備 [IP-STB(Internet Protocol-Set Top Box)等]の構成要素からなる。図 4.1-3 に示すヘッドエンド入力、ONU 入力及び出力、受信者端子の 4 つの規定点での性能規定を検討した。

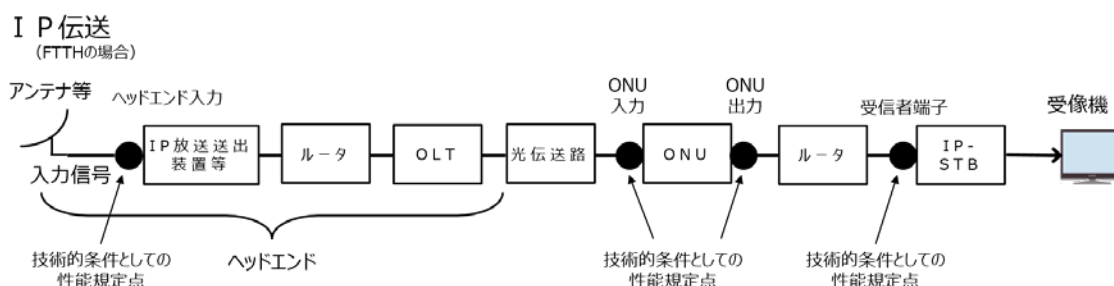


図 4.1-3 IP 伝送型ケーブルテレビの構成要素、性能規定点 (FTTH)

また、HFC の場合は、図 4.1-4 のように、アンテナ等、IP 放送送出装置等、ルータ、CMTS(Cable Modem Termination System)、光・同軸伝送路、保安装置、CM(Cable Modem)、ルータ、受信者端子、受信設備の構成要素からなる。図 4.1-4 に示すヘッドエンド入力、保安装置出力、受信者端子の 3 つの規定点での性能規定を検討した。

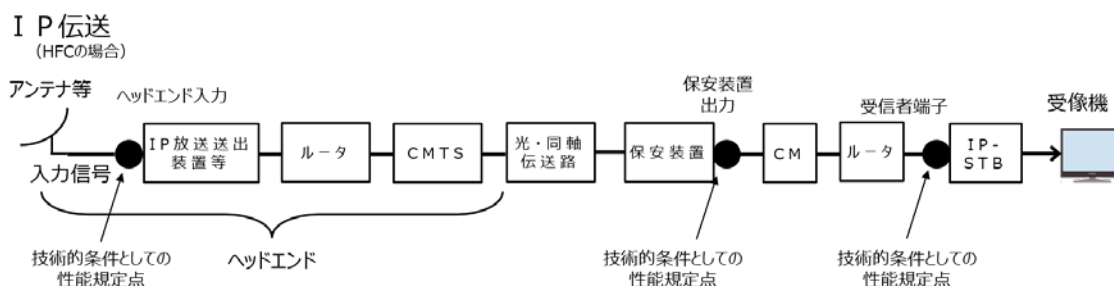


図 4.1-4 IP 伝送型ケーブルテレビの構成要素、性能規定点 (HFC)

また、性能規定を検討するにあたり、IP 伝送型ケーブルテレビに係る有線放送設備に関するレイヤモデルについて、図 4.1-5 のとおり整理し、主としてネットワーク層を対象に検討した。加えて、それらの性能とデータリンク層における性能との技術的な相関性について検討した。

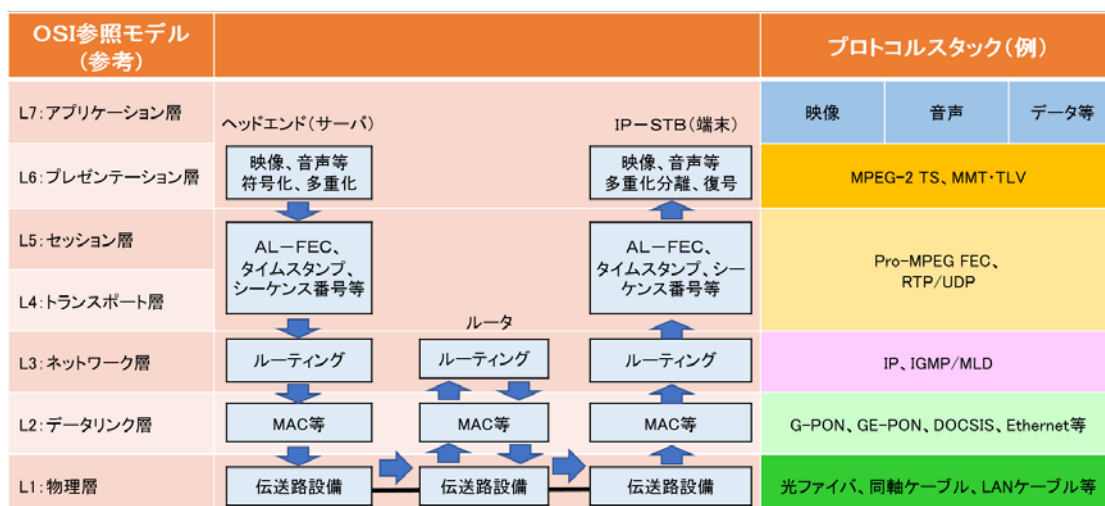


図 4.1-5 IP 伝送型ケーブルテレビ設備に関するレイヤモデル

4.2 に電気信号等に係る技術的条件として、①ヘッドエンドの入力端子における入力信号、②受信者端子における信号等に関する条件を、4.3 に受信者端子以外の性能規定点における技術的条件として、①受信用光伝送装置の入力端子又は出力端子、②保安装置の出力端子における信号等に関する条件を、4.4 に情報源符号化方式等に係る技術的条件として、①情報源符号化、多重化、誤り訂正、スクランブル、緊急警報信号等、②多重化(IP パケット化に係る部分に限る)等に関する条件を、4.5 にサービス可用性に関する技術的条件、4.6 に測定方法に関して検討した経緯と結果を示す。

#### 4.1.3 地上放送、衛星放送等の放送方式の条件

- (1) 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(総務省令)(以下、「デジタル放送の標準方式」という)第3章に規定する地上基幹放送局を用いて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に準拠する方式
- (2) デジタル放送の標準方式第5章に規定する 11.7GHz を超え 12.2GHz 以下の周波数の電波を使用する衛星基幹放送局を用いて行う標準テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送、超高精細度テレビジョン放送、超短波放送、データ放送に準拠する方式
- (3) デジタル放送の標準方式第5章に規定する 12.2GHz を超え 12.7GHz 以下の周波数の電波を使用する衛星基幹放送局を用いて行う標準テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送、超高精細度テレビジョン放送、超短波放送、データ放送に準拠する方式
- (4) 品質省令第 11 条第3項及び第4項に規定された条件に適合するデジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等に準拠する方式

## 4.2 電気信号等に係る技術的条件

### 4.2.1 ヘッドエンドの入力端子における入力信号の条件

ヘッドエンドの入力端子における入力信号の条件については、品質省令第9条に規定する入力信号の条件とする。

(理由)

IP 伝送における伝送品質は、品質省令第2章第2節で規定されたデジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る条件と同等程度の技術的条件を定めることとしているから、ヘッドエンドの入力端子における入力信号の条件についても同等の条件とすることが適当である。

### 4.2.2 受信者端子等における信号の条件

#### (1) IP 放送について

IP 伝送型ケーブルテレビは、「4K・8K時代に向けたケーブルテレビの映像配信の在り方に関する研究会報告書」(以下、「IP 放送報告書」という)のIP 放送に相当するものとする。IP 放送報告書においては、IP 放送は、「ケーブルテレビ事業者等により、ヘッドエンドから受信者端子までの間において、管理されたIP ネットワークを利用した、IP マルチキャスト方式による通信であって、放送法における放送に該当するもの」と定義されていることから、本報告においても同等の定義を採用する。なお、管理されたIP ネットワークとは、少なくとも4.2.2.2 総合品質及び4.2.2.3 ネットワーク品質、4.2.2.4 安定品質の技術的条件の全てを満たすIP ネットワークのこととする。

#### (2) IP 伝送型ケーブルテレビの技術的条件の考え方

IP 放送を行うIP 伝送型ケーブルテレビに係る受信者端子等における信号の条件は、IP 放送報告書の検討結果も踏まえ検討する。

IP 伝送は、ルーティング処理やトラヒックの混雑、アクセス網等を共有している場合には他者のトラヒックによる影響等により生じるパケットの遅延や損失等に対処する必要がある。品質省令の伝送品質に係る技術基準としては、ヘッドエンドの主たる機器の入力端子における入力信号を、受信者端子において、実質的に誤りを生じない水準で受信するための技術的条件を規定していることから、IP 伝送においても同等程度の技術的条件とすることが適当である。

さらに、伝送品質を検討するにあたっては、放送には同一の内容を不特定多数の者が同時に視聴できるという特徴があることを考慮する必要がある。

なお、ITU-T 勧告 J. 241 (Quality of service ranking and measurement method for digital video services delivered over broadband IP networks)には、パケットの損失率、パケットの遅延、パケットのジッタ(到達時刻の揺らぎ)、スループット、サービス可用性、前方誤り訂正等が IP ネットワークの伝送品質を評価する指標として挙げられている。

(3) 他の事業者等が提供する電気通信役務用の回線の利用

ケーブルテレビのネットワークの一部に他の事業者等が提供する電気通信役務用の回線を利用する場合は、電気通信回線の性能を適切に配分して回線の区間ごとに必要な伝送品質を確保したり、安定的な伝送のための措置や伝送帯域を確保等するなどにより、ケーブルテレビのネットワーク全体の性能を確保することが必要である。ケーブルテレビ事業者等は、当該他の事業者等と利用する回線の区間に応じ、総合品質、ネットワーク品質、安定品質等について確認することが適当である。

#### 4.2.2.1 パケットの IP アドレス等

IP 伝送による放送番組の伝送に際して利用される IP パケットに宛先として付与される IP アドレスは、IPv4 の場合は RFC 5771 (IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments)、IPv6 の場合は RFC 4291 (IP Version 6 Addressing Architecture)に定められるマルチキャストアドレスとする。

(理由)

デジタル有線テレビジョン放送方式では、品質省令において、搬送波の変調の型式に 64 値直交振幅変調等を用いる場合は、放送番組を送るためのチャンネルを、受信者端子における搬送波の周波数として個別に規定し、受信設備では当該周波数を使用して、放送番組を選局し、受信している。

一方、IP 伝送型ケーブルテレビは、IP マルチキャスト方式により放送するから、IP 放送送出装置等は、搬送波の周波数に相当するものとして、IP アドレスのうち、マルチキャストアドレスを宛先として IP パケットを送出し、受信設備は当該マルチキャストアドレス又はマルチキャストアドレスと送信元の IP アドレスの組み合わせを使用して放送番組を選局し、受信する。

したがって、搬送波の周波数に相当する条件として、ヘッドエンドから受信者端子まで、放送番組の IP 伝送に際して利用される IP パケットに宛先として付与される IP アドレスはマルチキャストアドレスとすることが適当である。

なお、マルチキャストアドレスは、IETF (Internet Engineering Task Force)によって発行された RFC に定められるものが、国際的に標準として利用されているから、RFC 5771 (IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments)、RFC 4291 (IP Version 6 Addressing Architecture)等に定められる以下のマルチキャストアドレスとすることが適当である。

(1) IPv4 のマルチキャストアドレス

32 ビットの IP アドレスの先頭 4 ビットが 1110 で始まり、続いて、28 ビットのグループ ID で構成された IP アドレスを使用する。

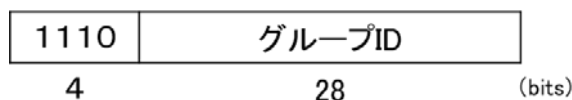


図 4.2-1 IPv4 のマルチキャストアドレスの構成

ただし、RFC 5771 に定められた以下の区分に従って利用することとし、IP 伝送型ケーブルテレビの番組伝送には、Administratively Scoped Block、Source-Specific Multicast Block の IP アドレスの範囲内のものを利用することが望ましい。なお、以下に記載のない IP アドレスは、予約等とされているものである。

| IP アドレスの範囲                  | 目的                              |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 224.0.0.0-224.0.0.255       | Local Network Control Block     |
| 224.0.1.0-224.0.1.255       | Internetwork Control Block      |
| 224.0.2.0-224.0.255.255     | AD-HOC Block I                  |
| 224.3.0.0-224.4.255.255     | AD-HOC Block II                 |
| 232.0.0.0-232.255.255.255   | Source-Specific Multicast Block |
| 233.0.0.0-233.251.255.255   | GLOP Block                      |
| 233.252.0.0-233.255.255.255 | AD-HOC Block III                |
| 239.0.0.0-239.255.255.255   | Administratively Scoped Block   |

(2) IPv6 のマルチキャストアドレス

128 ビットの IP アドレスの先頭 8 ビットが 11111111 で始まり、続いて、4 ビットのフラグ、4 ビットのスコープ、112 ビットのグループ ID で構成された IP アドレスを使用する。



図 4.2-2 IPv6 のマルチキャストアドレスの構成

ただし、フラグ、スコープの構成は、RFC 4291 の定めに従い、スコープの区分は以下のとおり。IP 伝送型ケーブルテレビの番組伝送には、Organization-Local scope、Global scope のマルチキャストアドレスを利

用することが望ましい。なお、以下に記載のないスコープは、予約等とされているものである。

| スコープの値(16進) | 目的                       |
|-------------|--------------------------|
| 1           | Interface-Local scope    |
| 2           | Link-Local scope         |
| 3           | Realm-Local scope        |
| 4           | Admin-Local scope        |
| 5           | Site-Local scope         |
| 8           | Organization-Local scope |
| E           | Global scope             |

なお、放送番組の選局は、放送番組毎に関連づけられたマルチキャストアドレス又はマルチキャストアドレスと送信元の IP アドレスの組み合わせ(放送番組のチャンネルに相当)を選択することにより行われる。具体的な選局等の処理は、IPv4 の場合は IGMP(Internet Group Management Protocol)、IPv6 の場合は MLD(Multicast Listener Discovery Protocol)を利用して行う。当該プロトコルの主な機能は、受信者の選局操作に基づき、選局された放送番組の受信を開始すること(JOIN)及び終了すること(LEAVE)である。

IGMPv2 は RFC 2236(Internet Group Management Protocol, Version 2)、IGMPv3 は RFC 3376(Internet Group Management Protocol, Version 3)及び RFC 4604(Using Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) and Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source-Specific Multicast)に、MLDv2 は RFC 3810(Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6)及び RFC 4604 に定められている。なお、IGMPv3 は機能的には MLDv2 に相当するプロトコルである。

#### 4.2.2.2 総合品質

IP 伝送における総合品質は、受信者端子におけるパケットの損失率とし、 $1 \times 10^{-7}$  以下の技術的条件を満たすこととする。

(理由)

##### (1) パケットの損失率

ヘッドエンドの主たる機器の入力端子における入力信号が受信者端子において正確に復元できるという同一性を確保する観点から、受信者端子におけるパケットの損失率に関する技術的条件を、受信者端子に接続した受信設備により放送番組の受信を確保するための上位層における補正を考慮した総合品質とすることが適当である。

技術的条件を検討するに当たり、(一社)日本ケーブルラボにおいて、実証試験を実施した(実証試験の詳細は、「IP 放送伝送品質実証実験報告書」(参考資料 1)を参照)(以下、「IP 放送実証試験報告書」という)。実証試験においては、送信側で、TS(Transport Stream)のストリームをパケット化した RTP/UDP パケット(IP パケットのペイロード。詳細は 4.4.2 を参照)のストリームを、エミュレータ等によって、当該パケットの損失率を  $1 \times 10^{-3}$  から  $1 \times 10^{-7}$  まで変化させたストリームを発生させ、疑似的な伝送路を経由させた後、受信側で、TS アナライザにより、パケットの損失率、TS のストリームとしての規格適合性について測定した。併せて IP-STB を接続して映像及び音声の状態を観察した。

パケット損失率が  $1 \times 10^{-5}$  以上までの場合は、映像にブロックノイズが入ることが視認可能であった。パケット損失率が  $1 \times 10^{-5}$  未満( $1 \times 10^{-6}$  以下及び  $1 \times 10^{-7}$  以下)の場合は、誤り検出時点の映像を個別に確認すればブロックノイズ等を視認できる場合があるが、通常の視聴状態での視認は難しいとの結果が得られている。

一方で、現行の品質省令で規定されている誤り訂正後のビット誤り率  $1 \times 10^{-11}$  は、TS ストリームの伝送容量を 15Mbps とすると、平均的には 2 時間程度は誤りが生じない水準と考えることができる。これをパケット損失率で考えると、通常の RTP パケットに TTS パケット(パケットサイズ 192 × 8 ビット)が 7 パケット挿入されている場合、RTP パケットの 1 パケット当たりのサイズは、 $1.08 \times 10^4$  ビットとなるから、伝送容量 15Mbps で平均的に 2 時間程度は誤りが生じない水準としては、 $1.0 \times 10^{-7}$  程度のパケット損失率に相当すると考えられる。なお、伝送容量に応じて、誤りが生じる頻度は異なるが、実証試験においては、12Mbps、30Mbps、60Mbps、80Mbps のいずれの伝送容量でも、誤り検出時の映像の状態については同様であるとの結果が得られている。

以上を踏まえ、受信者端子におけるパケットの損失率に関する技術的条件としては  $1 \times 10^{-7}$  以下とすることが適当である。

なお、パケットの損失率は、受信設備による上位層の前方誤り訂正(AL-FEC: Application Layer Forward Error Correction)により改善が可能であるから、AL-FEC を使用する場合は、当該前方誤り訂正後の損失率とすることが適当である(図 4.2-3 のストリーミング処理部における AL-FEC 処理後)。

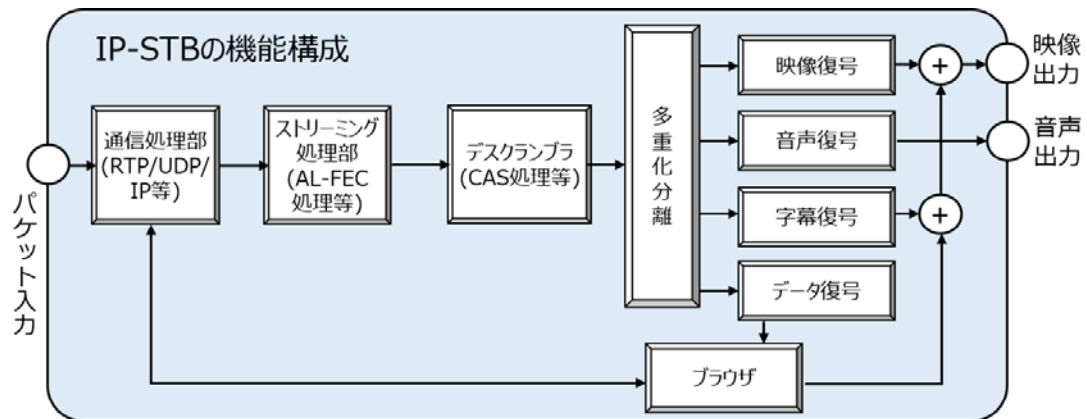


図 4.2-3 IP-STB の機能構成例

## (2) 上位層における前方誤り訂正 (AL-FEC)

ヘッドエンドから受信者端子までの間でパケットの損失が生じた際に、その損失に対処する手段として、AL-FEC がある。AL-FEC については、技術基準とはせず、利用するか否かは事業者の判断となるが、パケットの損失率の技術基準への適合性を評価する際に考慮することが適当である。

AL-FEC のデータ構造等については、IETF の RFC 2733 (An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction)、RFC 5109 (RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction) などに定められている。一方、具体的な AL-FEC については、(一社) IPTV フォーラムの IPTV 規定 地上デジタルテレビジョン放送 IP 再送信運用規定 (IPTVFJ STD-0005 1.4 版) (以下、「IPTV 再送信運用規定」という)「第6編 通信運用規定」で定められており、Pro-MPEG FEC Code of Practice #3 release2 (以下、「Pro-MPEG FEC」という)を採用している。

Pro-MPEG FEC は  $L$  (横方向)  $\times$   $D$  (縦方向) 個のパケットを 2 次元に配置し、縦方向、横方向の各パケットに演算 (XOR) を施して得られた FEC パケットを利用して誤り訂正を行う方法である。縦方向のみの FEC パケットを利用する Pro-MPEG 1D FEC、縦方向及び横方向の FEC パケットを利用する Pro-MPEG 2D FEC がある。図 4.2-4 は  $L=10$ 、 $D=10$  の FEC パケットを生成するためのパケット配置図である。100 個のパケットに対して、Pro-MPEG 1D FEC の場合は縦方向の FEC パケットが 10 個、Pro-MPEG 2D FEC の場合は、縦方向及び横方向を合わせて FEC パケットが 20 個生成されることとなる。

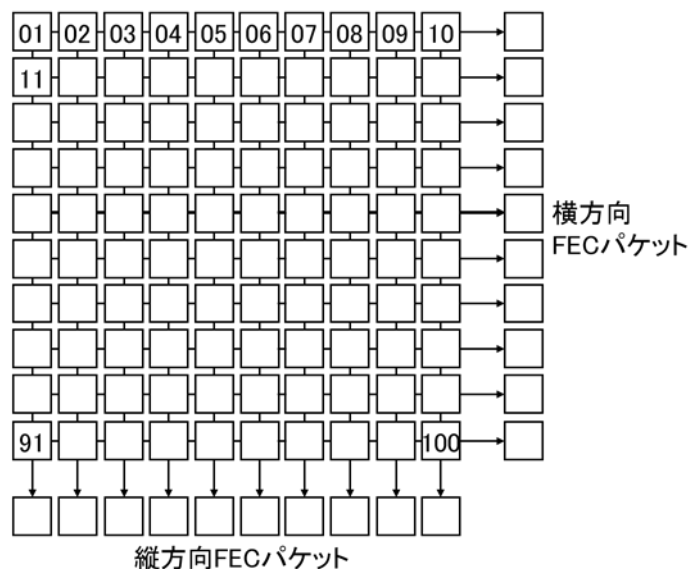


図 4.2-4 Pro-MPEG FEC におけるパケット配置

IP 放送実証試験報告書によれば、Pro-MPEG FEC の誤り訂正能力は、誤り訂正前のパケット損失率に依存しており、誤り訂正前と誤り訂正後のパケット損失率の関係は、Pro-MPEG 1D FEC の  $D=5$  と、 $D=10$  の場合については、図 4.2-5 のとおりである。この場合、誤り訂正後においてパケット損失率  $1 \times 10^{-7}$  以下を得るためには、誤り訂正前のパケット損失率が  $1 \times 10^{-4}$  以下である必要がある。なお、この誤り訂正能力は、ランダムに発生する誤りに対するものである。

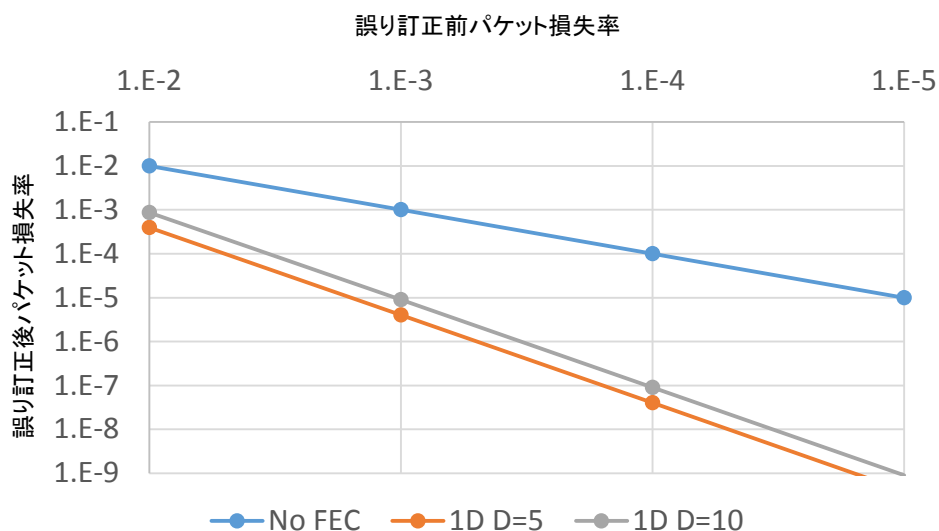


図 4.2-5 Pro-MPEG 1D FEC における誤り訂正能力

#### 4.2.2.3 ネットワーク品質

IP 伝送におけるネットワーク品質は、ヘッドエンドから受信者端子までの間において、以下の(1)及び(2)の技術的条件を満たすこととする。

(1)パケットの遅延は、1.0 秒以下

(2)パケットのジッタは、100 ミリ秒以下

(理由)

ヘッドエンドの主たる機器の入力端子の入力信号が受信者端子において正確に復元できるという同一性、入力端子の入力信号が受信者端子に同時と考えられる一定の時間内に到達するという同時性を確保する観点から、受信者端子におけるパケットの遅延、ジッタ(到達時刻の揺らぎ)に関する技術的条件をネットワーク品質とすることが適当である。

##### (1)パケットの遅延

遅延とは、パケットをヘッドエンドの主たる機器の入力端子から受信者端子まで伝送するために要する時間とする。ただし、ヘッドエンドで行われる情報源符号化、多重化、スクランブル等(以下、「情報源符号化等」という)は、放送番組の画質等事業者の提供するサービスの品質等に係るものであり、必要に応じ、任意規格等により対応することが適当であるから、情報源符号化等に要する時間は当該遅延には含まないこととする。なお、再放送に際しては、トランスコードや再スクランブルをしない場合には、ヘッドエンドで情報源符号化等の処理は行われないのが通常である。自主放送の場合も情報源符号化等の処理は、送出に先立って行われるのが通常である。

遅延の検討に当たっては、入力端子の入力信号が受信者端子に同時と考えられる一定の時間内に到達するという同時性を確保する観点からは、様々な考え方を採ることができる。本報告では、一つの考え方として、放送番組の伝送遅延に対する視聴者の感覚として、どの程度であれば遅れていると感じないかという観点から、映像や音声等は高度な符号化が行われており、復号には一定の時間を要することを踏まえ、特に最大の容量を有する映像に係るストリームの復号に要する時間を基準に考えることとする。映像の符号化方式である ITU-T 勧告 H. 262 (MPEG-2)、H. 264 (MPEG-4 AVC)、H. 265 (HEVC) のいずれの方式であっても、前後のフレームとは独立して復号可能なフレーム (Intra Frame : 以下、「I フレーム」という) が周期的に出現し、受信設備では選局後、当該フレームを受信してから映像が再生されることとなる。「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 標準規格」(ARIB STD-B32)において、遅延時間に関する制約として、H. 265 (HEVC)における I フレームの間隔は原則 32/60 秒以内で最大 1.0 秒、また、その復号処理遅延は 0.5 秒以下とされている。これに

より、放送波を直接受信する場合においても、映像を再生するには、I フレームの待機時間と受信設備の処理時間が必要であり、受信開始から映像が再生されるまでに 0.5～1.5 秒程度の遅延が生じている。したがって、パケットの遅延を、当該遅延の平均程度以下、すなわち 1.0 秒以下とすることで、パケットの遅延と映像を再生するまでの処理時間を合わせて 1.5～2.5 秒以下とすることができ、視聴者の感覚からは同時性の観点で違和感がないと考えられるから、パケットの遅延に関する技術的条件としては、1.0 秒以下とすることが適当である。

なお、将来、出現すると想定される新たな映像符号化方式において、同様の考え方を採り得るか否かについては、新たな映像符号化方式が国際標準等として規格化された時点で改めて検討することが適当である。

## (2) パケットのジッタ

技術的条件を決定するに当たり、(一社)日本ケーブルラボにおいて実証試験を実施した。実証試験においては、送信側において、エミュレータにより遅延を 100～500ms の範囲で変化させることでジッタを発生させて、受信側において、TS アナライザによりジッタを測定した。併せて、IP-STB を接続して映像音声の状態を観察した。

TS アナライザで測定されたジッタは非常に小さな値となっているが、TS アナライザ自身はジッタを吸収するバッファを有していないため、ジッタに対応せず、受信エラーを検出したが、IP-STB はジッタに対応して映像及び音声を適切に受信することができ、映像品質等に影響は出なかった。

また、(一社)IPTV フォーラムの IPTV 再送信運用規定「第 7 編 送出運用規定」において、ガイドラインとして、パケット受信時のジッタは 100 ミリ秒以下(送出設備及びネットワークにおける合計値)が望ましいとされており、既に市場に供給されている受信設備も本規定に基づいて製造され、市場で利用されている実績がある。

したがって、ジッタについては、IP 放送実証試験報告書によれば、適切な容量のバッファを IP-STB が有していれば、放送番組の視聴に影響は出ないことから、既に利用の実績がある、IPTV 再送信運用規定のガイドラインを踏まえ、技術的条件としては、100 ミリ秒以下とすることが適当である。

## (3) 緊急地震速報等

緊急地震速報等については、その性質から特に迅速な提供が可能な方式により行うことができるよう、民間規格等において、十分に短い時間で伝送できるよう配慮することが適当である。

#### 4.2.2.3 安定品質

IP 伝送における安定品質は、ヘッドエンドから受信者端子までの間において、以下の(1)及び(2)の技術的条件を満たすこととする。

##### (1) 安定的な伝送のための措置

品質省令第2章第2節で規定されたデジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る条件と同等の安定性を確保するために必要な以下のいずれかの措置を講ずる。

- ① IP 伝送による放送番組の伝送に際して利用されるパケットを優先的に伝送するために必要な措置
- ② IP 伝送による放送番組の伝送に際して利用されるパケットのみを伝送する帯域を確保するために必要な措置

##### (2) 伝送帯域

ヘッドエンドから受信者設備までの間における以下の区間においてそれぞれ十分な伝送帯域を有するものとする。

- ① 中継系伝送路設備においては、提供する全ての放送番組を伝送するために必要な伝送帯域
- ② アクセス系伝送路設備においては、受信者端子において提供しようとする放送番組の全てを伝送するために必要な伝送帯域

##### (理由)

IP 伝送は、RF 方式による伝送と比較して、放送用と通信用の周波数が固定的に割り当てられていないため、伝送路を柔軟に利用して、放送と通信のトラヒックを効率的に伝送することが可能になっている。一方で、一般に放送と通信のトラヒックが同じ伝送路を共用しており、時間帯や地域に応じてトラヒックの変動が生じ、また、送信側、受信側の状況により、トラヒックが想定範囲を超えて大きく変動する可能性がある。

通信のトラヒックの変動にかかわらず、放送のトラヒックを安定して伝送するためには、ケーブルテレビ事業者等は、IP ネットワークを含む有線放送設備を適切に設計、構成、運用することが必要である。ただし、これに必要なコストや運用等がケーブルテレビ事業者等の過大な負担にならないように留意する必要がある。

IP ネットワークを利用して、放送のトラヒックを安定的に伝送する観点から、ヘッドエンドから受信者端子までの区間において、安定的な伝送のための措置、伝送帯域に関する技術的条件を、安定品質とすることが適当である。

##### (1) 安定的な伝送のための措置

IP 伝送により、放送のトラヒックを安定的に伝送するためには、放送トラヒックの優先制御を行うこと、放送トラヒックのための専用帯域を

確保すること等があり技術基準としてこれらの要件化を検討することが適当である。

放送トラヒックの優先制御は、IP パケットのヘッダ部のサービス種別 (Type of Service:IPv4 の場合) 又はトラヒッククラス (Traffic Class:IPv6 の場合) の先頭 3 ビットを利用して、IP パケットの優先度を設定することにより行う。最大 8 段階の優先度の設定が可能となるが、IP 放送送出装置等において、放送のトラヒックには十分に高位の優先度を設定した上で、ルータ等により当該優先度の設定を参照して、放送トラヒックが通常の通信トラヒックよりも優先的にルーティング、伝送されるように処理する必要がある。優先制御に関して、設定した優先度と同等以上の優先度のトラヒックが集中することにより放送トラヒックの安定品質が低下しないような技術的な手段が確保されるとともに、IP ネットワークの有する伝送帯域や利用者の動向等を踏まえ、IP ネットワークの監視や必要に応じた伝送帯域の拡張等の適切な運用を行うことが必要である。

放送トラヒックの専用帯域の確保は、論理的又は物理的に放送トラヒックのみが伝送される帯域を利用してルーティング、伝送を行う必要がある。専用帯域を確保している場合についても IP ネットワークの監視や必要に応じた伝送帯域の拡張等の適切な運用を行うことも必要である。

## (2) 伝送帯域

ケーブルテレビ事業者等は、映像及び音声のほか、放送事業者等が送信しようとしている放送に係る信号の全てを含む情報を送るための IP ネットワークの帯域として、中継網やアクセス網などにおいて、受信者に対して提供しようとする放送サービスの提供条件に基づき、必要な帯域を確保することが必要である。

なお、ここでいう必要な帯域の確保とは、中継網、アクセス網等における伝送に利用する通信方式について ITU、IEEE 等の規格で定められた伝送帯域の値を用いて算出された帯域があることで足りると考えることが適当である。

必要な帯域を算出にするにあたり、各受信者の家庭では、複数の受信設備による視聴や裏番組の録画など複数の放送番組を同時に受信するニーズが想定されるため、放送番組を複数同時に提供することが望ましいが、4 K・8 K等の大容量の映像を含む放送番組については、最低限、1 番組を伝送することを確保することが必要である。ケーブルテレビ事業者等が受信者に対して提供しようとする放送サービスの提供条件に応じて、2 番組以上の放送番組を同時に受信者に対して伝送する必要がある場合には、当該事業者においては、同時に伝送する番組数に応じた

帯域を確保することが必要である。

IP 伝送による放送信号の伝送に必要な帯域は、放送番組の映像信号、音声信号、データ信号その他の信号の伝送に必要な帯域を番組の種類（標準テレビジョン放送、高精細度テレビジョン放送、超高精細度テレビジョン放送等）毎に算出し、ケーブルテレビ事業者等は、受信者に対して提供しようとする放送サービスの提供条件に応じて、必要な帯域を確保することが適当である（図 4.2-7 に伝送帯域の算出方法の事例を示す）。

（参考 4.2-1）映像・音声・字幕等により構成される放送番組の伝送に利用される容量

|                  |                                        |
|------------------|----------------------------------------|
| 地上放送 (2K)        | 約 24Mbps [H. 262]<br>約 15Mbps [H. 264] |
| ケーブル 4 K (4K)    | 約 29Mbps [H. 265]                      |
| 新 4K8K 衛星放送 (4K) | 約 33Mbps [H. 265]                      |
| 新 4K8K 衛星放送 (8K) | 約 100Mbps [H. 265]                     |

（参考 4.2-2）放送システム委員会報告（平成 26 年 3 月 25 日参考資料 9 60/P 及び 60/I 映像の所要ビットレート確認実験）

| 映像フォーマットの例     | 所要ビットレート<br>(テストモデルを用いた推定) |
|----------------|----------------------------|
| 1080/60/I (2K) | 10Mbps～15Mbps [H. 265]     |
| 1080/60/P (2K) | 10Mbps～15Mbps [H. 265]     |
| 2160/60/P (4K) | 30Mbps～40Mbps [H. 265]     |
| 4320/60/P (8K) | 80Mbps～100Mbps [H. 265]    |

ケーブルテレビ事業者等は、中継系伝送路設備のコア網及び中継網においては、当該事業者が提供する全ての番組を送信することができる帯域、アクセス系伝送路設備のアクセス網においては、当該事業者が受信者に対して同時に提供するとしている番組数に応じて、必要な数の番組を同時送信することができる帯域を確保することが必要である（コア網、中継網、アクセス網の伝送路の区分については、図 4.2-4、図 4.2-5、図 4.2-6 を参照）。

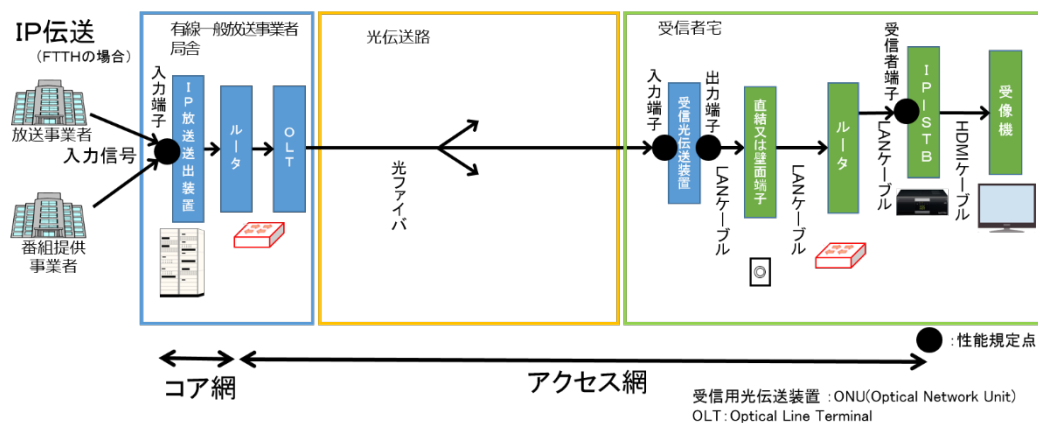


図 4.2-4 IP 伝送網の区分 (FTTH、地域 IP 伝送型)

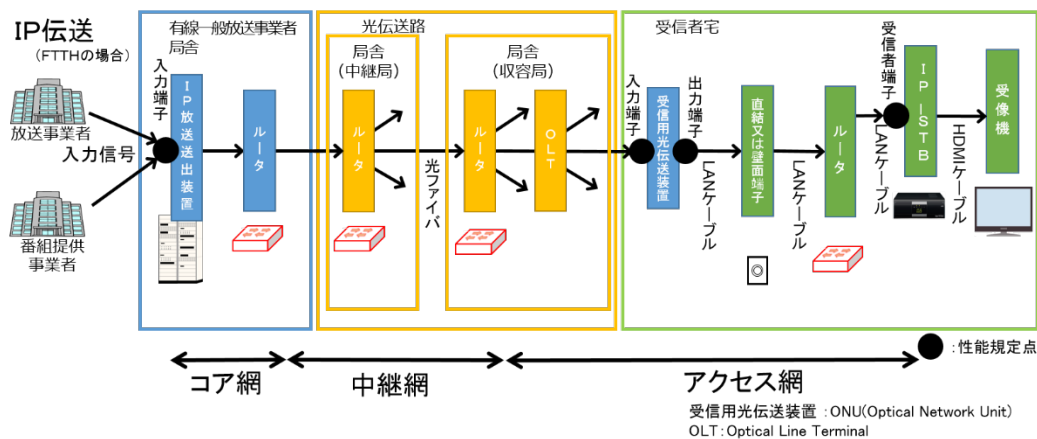


図 4.2-5 IP 伝送網の区分 (FTTH、広域 IP 伝送型)

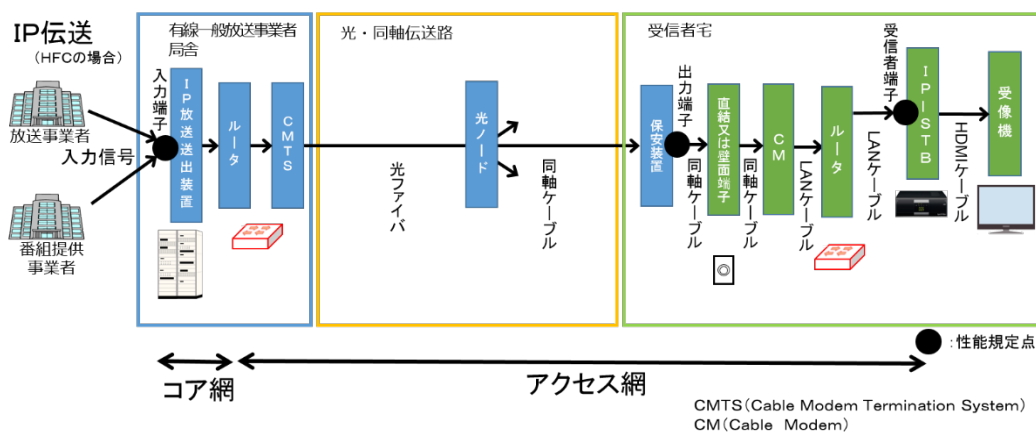


図 4.2-6 IP 伝送網の区分 (HFC、地域 IP 伝送型)

○ケーブルテレビ事業者等が、地上放送[HD]9番組、衛星放送[HD]29番組、自主放送[HD]70番組、ケーブル4K等[4K]2番組の放送サービスを提供し、加入者に対して、4Kは1番組、その他は2番組を同時提供することとした場合の事例

| 必要な帯域の算出                   |        |   |      |           |
|----------------------------|--------|---|------|-----------|
| 地上放送[HD, H. 264]           | 15Mbps | × | 9番組  | =135Mbps  |
| 衛星放送[HD, H. 264]           | 15Mbps | × | 29番組 | =435Mbps  |
| 自主放送(多チャンネル番組)[HD, H. 264] | 6Mbps  | × | 70番組 | =420Mbps  |
| 自主放送(ケーブル4K等)[4K, H. 265]  | 29Mbps | × | 2番組  | =58Mbps   |
|                            |        |   | 合計   | 1,048Mbps |

○コア網及び中継網で必要な帯域(全番組を伝送可能な帯域)

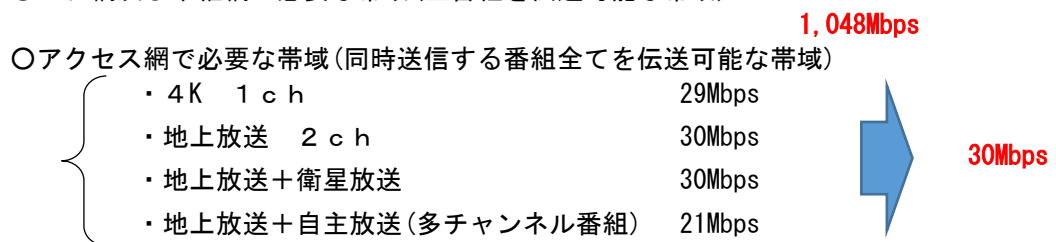


図 4.2-7 伝送帯域の算出方法の事例(IP放送報告書より抜粋)

#### 4.2.2.4 受信者端子間分離度及び受信者端子におけるその他の条件等

IP伝送に係る受信者端子の技術的条件として、受信者端子間分離度及び受信者端子におけるその他の条件等は適用しない。

(理由)

IP伝送に係る受信者端子における信号の条件として、IPパケットのアドレス、ネットワーク品質、安定品質に係る技術的条件となっており、電磁波に関する技術的条件ではないから、現行の受信者端子間分離度及び受信者端子におけるその他の条件等の規定を適用する必要はない。

### 4.3 受信者端子以外の性能規定点における技術的条件

#### 4.3.1 受信者宅内ネットワークの構成

受信者宅内ネットワークは、受信者宅(戸建て、集合住宅等)の構造に応じて、様々な形態があるが、本報告では受信者宅内の最も基本的なネットワーク構成を対象に技術的条件を検討する。当該検討に際しては、IPネットワークにおけるルーティングはルータ等の機能により実現されていることから、IP伝送型ケーブルテレビにおける受信者端子については、STBの機能を有する機器とルータ等を含む一体の設備を受信設備とみなすことができること

とし、この場合、当該受信設備の入力端子を受信者端子とすることが適当である。

なお、基本的なネットワークとは異なる形態のものについては、IP 放送報告書にあるとおり、その多様性・複雑性に鑑みて、民間標準化団体等の主導の下、民間規格による技術仕様の策定、それを活用した推奨や認証の仕組みを進めていくことを期待するとともに、一般には、ケーブルテレビ事業者等と受信者の間の契約約款等に基づき個々のケースに応じた対応をしていくことが適当である。

#### 4.3.2 受信者宅内ネットワークの構成要素

受信者宅内ネットワークは、FTTH の場合は、図 4.3-1 のように、ONU(受信用光伝送装置)の出力端子、ルータ、受信者端子、受信設備の構成要素からなる。

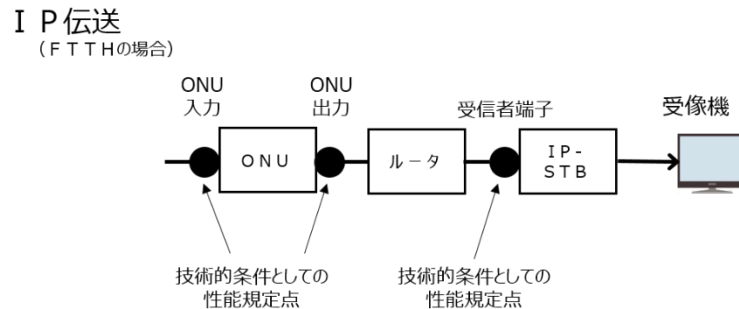


図 4.3-1 受信者宅内ネットワークに関する構成要素、性能規定点(FTTH)

また、HFC の場合は、図 4.3-2 のように、保安装置の出力端子、CM(Cable Modem)、ルータ、受信者端子、受信設備の構成要素からなる。

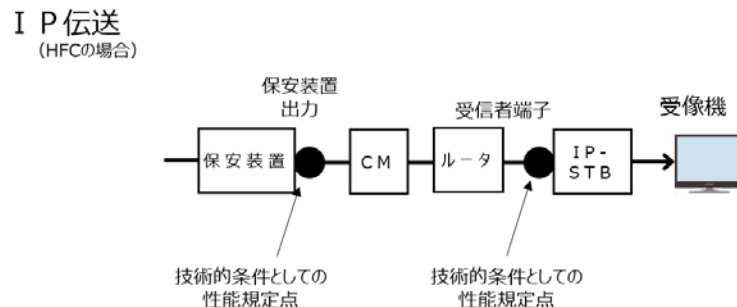


図 4.3-2 受信者宅内ネットワークに関する構成要素、性能規定点(HFC)

#### 4.3.3 受信用光伝送装置の入力端子又は出力端子

受信用光伝送装置の入力端子又は出力端子においては、技術的条件は定め  
ないこととする。

ただし、IP-STB の機能を有する機器とルータ等を含む一体の設備を受信  
設備とみなすことができるから、この場合、当該受信設備の入力端子を受信  
者端子とみなして、受信用光伝送装置の出力端子における技術的条件は、受  
信者端子における技術的条件と同等と考えることができる。

(理由)

IP 放送実証試験報告書の実証試験の結果に基づけば、受信用光伝送装置  
の入力端子における受光レベルとパケット損失率の相関係数 $|R|$ は、80Mbps  
と 12Mbps のデータを伝送した場合、それぞれ、 $|R| \doteq 0.739$ 、 $|R| \doteq 0.810$  と  
され、パケットの損失率と受信用光伝送装置の入力端子における受光レベル  
には、一定の相関関係があることが認められる(80Mbps 場合：図 4.3-3、  
12Mbps の場合：図 4.3-4)。

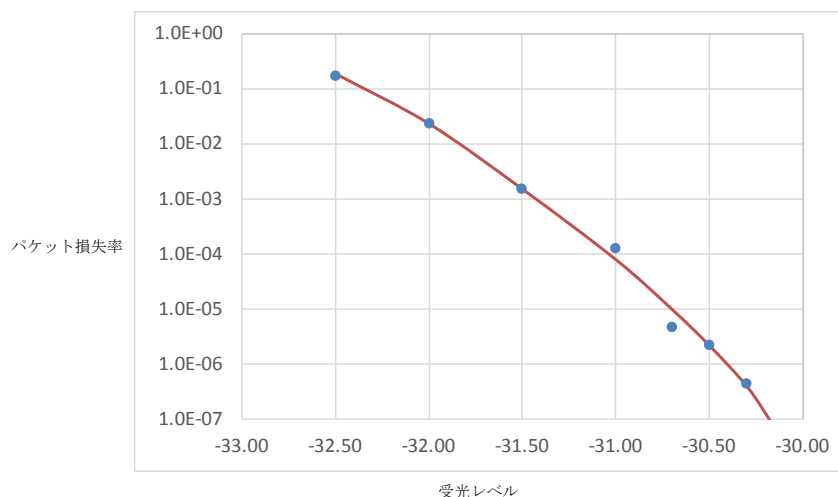
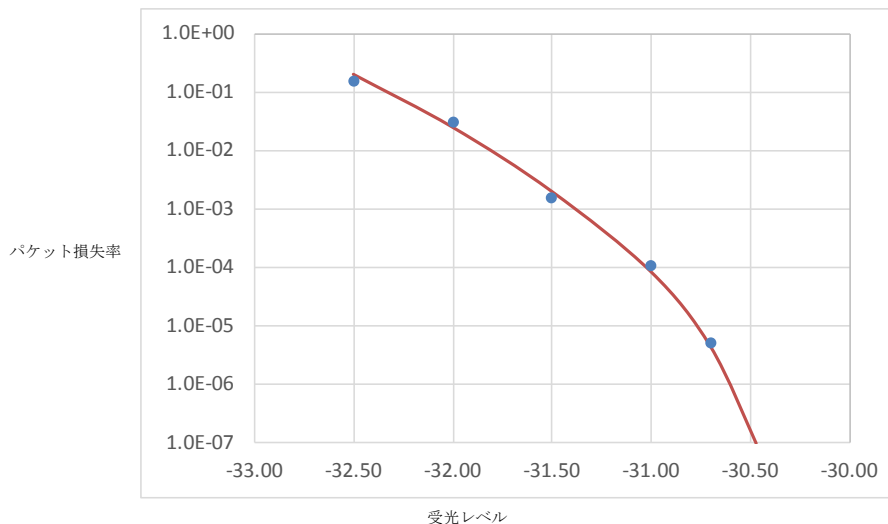


図 4.3-3 80Mbps における受光レベルとパケット損失率の関係



**図 4.3-4 12Mbps における受光レベルとパケット損失率の関係**

しかしながら、この相関関係は、実証試験の実施環境からは、アクセス網についての結果であり、中継網を有していない地域 IP 伝送型ケーブルテレビについては適用の可能性があるが、中継網を有する広域 IP 伝送型ケーブルテレビについては、コア網及び中継網におけるパケット損失等が考慮されていないから、そのまま適用することはできない。また、アクセス網に採用した光アクセス技術の方式等の違いにより相関関係が異なる可能性もあることから、引き続き、検証が必要である。

したがって、受信用光伝送装置の入力端子における受光レベルと、IP 放送送出装置等から送出されたパケットが受信者端子に到達するまでの全区間における損失率との関係が明確になっていないことなど、実証が十分になされたとはいえないから、今後の検討課題とし、受信用光伝送装置の入力端子における技術的条件は定めないこととするのが適当である。

一方、受信用光伝送装置の出力端子については、IP-STB の機能を有する機器とルータ等を含む一体の設備を受信設備とみなすことができるから、この場合、当該受信設備の入力端子(図 4.3-1 では、ルータの入力端子)が受信者端子とみなせる。この場合、当該受信者端子と受信用光伝送装置の出力端子との間を適切な LAN ケーブル等で接続し、当該ルータにおいて放送のトラヒックが優先されるようにルーティングされていれば、当該出力端子から当該受信者端子までの信号の劣化は極めて小さく、実質的に両端子の技術的条件は同等とみなすことができるから、当該性能規定点における技術的条件は、受信者端子における技術的条件と同等と考えることができる。したがって、受信用光伝送装置の出力端子における技術的条件は定めないこととする。

#### 4.3.4 保安装置の出力端子

保安装置の出力端子においては、技術的条件は定めないこととする。

(理由)

IP 放送実証試験報告書の実証試験の結果に基づけば、保安装置の出力端子における搬送波(C: Carrier)のレベルと雑音(N: Noise)のレベル比 (CN 比)とパケット損失率の相関関係 $|R|$ は、80Mbps と 12Mbps のデータを伝送した場合、それぞれ、 $|R| \doteq 0.741$ 、 $|R| \doteq 0.744$  とされ、パケットの損失率と保安装置の出力端子における CN 比には、一定の相関関係があることが認められる(80Mbps 場合：図 4.3-5、12Mbps の場合：図 4.3-6)。

しかしながら、実証試験の結果は、地域 IP 伝送型ケーブルテレビについて適用の可能性があるが、コア網におけるパケット損失等が考慮されていないから、保安装置の出力端子の技術的条件としてそのまま適用することはできない。また、採用した変調方式や通信方式等の違いにより相関関係が異なる可能性もあることから、引き続き、検証が必要である。

したがって、実証が十分になされたとはいえないから、今後の検討課題とし、保安装置の出力端子における技術的条件は定めないこととするのが適当である。

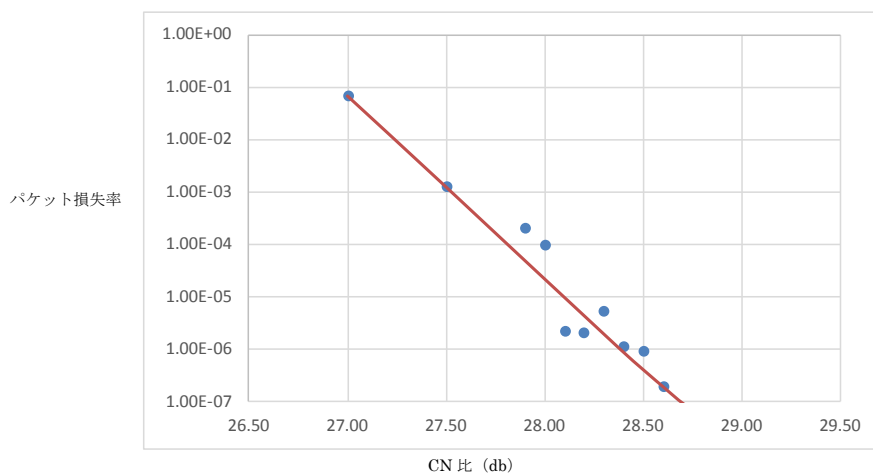
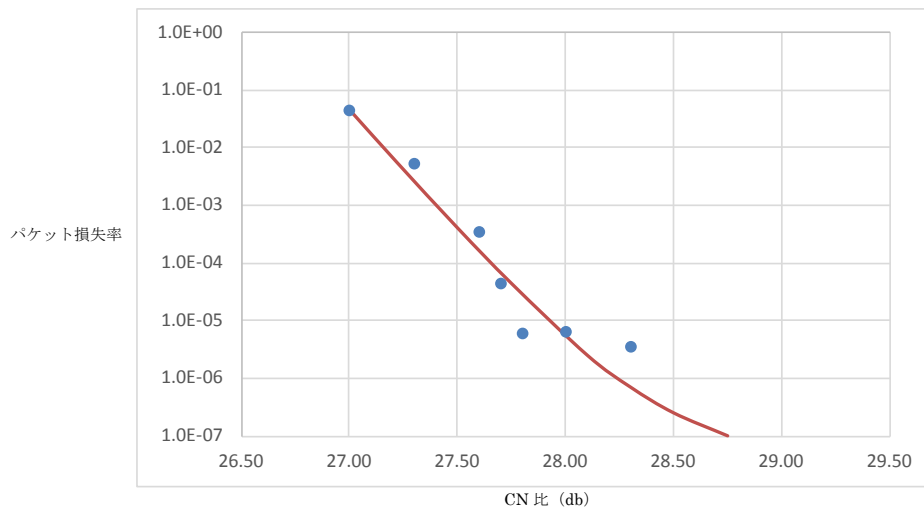


図 4.3-5 80Mbps における CN 比とパケット損失率の関係



**図 4.3-6 12Mbps における CN 比とパケット損失率の関係**

#### 4.4 情報源符号化方式等に係る技術的条件

##### 4.4.1 情報源符号化、多重化、誤り訂正、スクランブル、緊急警報信号等についての技術的条件

品質省令第 11 条第 3 項等の規定を準用する。

(理由)

IP 伝送における伝送品質は、品質省令第 2 章第 2 節で規定されたデジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る条件と同等程度の技術的条件を定めることとしているから、情報源符号化、誤り訂正、スクランブル、緊急警報信号等の条件についても同等の条件とすることが適当である。

##### 4.4.2 多重化(IP パケット化に係る部分に限る)についての技術的条件

TS パケット及び TLV パケットを IP パケット化して伝送する。

(理由)

放送に係る MPEG-2 TS(Moving Picture Expert Group-2 Transport System) 方式及び MMT・TLV(MPEG Media Transport・Type Length Value) 方式により生成されたストリームである TS(Transport Stream) パケット及び TLV パケットは、映像、音声等が多重化されたビットストリームであり、IP ネットワークを利用して伝送するためには、IP パケット化をして伝送することが適当である。

TS パケット及び TLV パケットのレイヤモデルを図 4.4-1 及び図 4.4-2 に示す。



図 4.4-1 MPEG-2 TS 方式のレイヤモデル

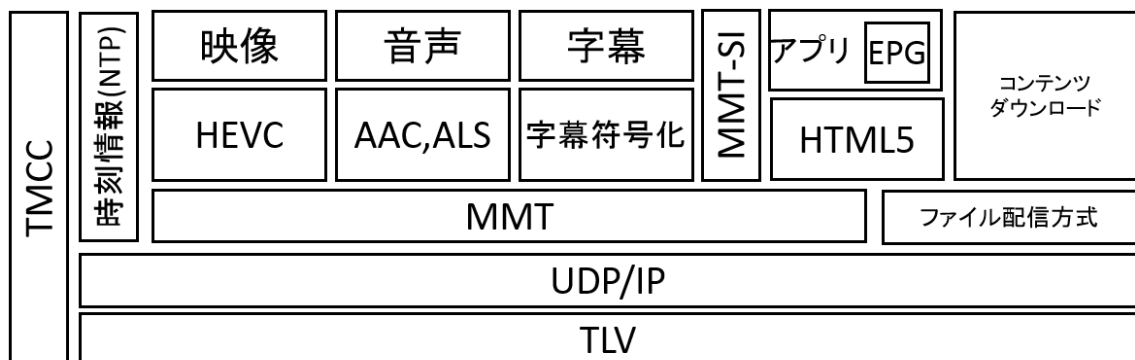


図 4.4-2 MMT・TLV 方式のレイヤモデル

#### 4.4.2.1 タイムスタンプ付 TS

IP パケット化に際し、IP 伝送においては、再放送のための同期等を行うため、タイムスタンプを付与した TS パケット(又は分割 TLV パケット)を利用することがあることから、タイムスタンプ付 TS パケット(以下、「TTS パケット」という)を定義する。

TTS パケットは以下のデータ構造を有する。なお、分割 TLV パケットにタイムスタンプを付した場合も同様の構造とする。

| データ構造                                                                                        | Bit | Identifier |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
| <pre> TimeStampedTS() {     Do {         Timestamp         transport_packet()     } } </pre> | 32  | uimsbf     |

#### 4.4.2.2 RTP (Real-time Transport Protocol)

IP パケット化に関して、トランスポート層のプロトコルとして RTP を利用する場合、原則として、RFC 3550 (RTP: A Transport protocol for Real-Time Applications) に従う。ヘッダ構成及びヘッダフィールドは以下のとおり。

| V                                                           | P | X | CC | M | PT | Sequence Number(シーケンス番号) |
|-------------------------------------------------------------|---|---|----|---|----|--------------------------|
|                                                             |   |   |    |   |    |                          |
| timestamp(タイムスタンプ)                                          |   |   |    |   |    |                          |
| Synchronization Source(SSRC) Identifier                     |   |   |    |   |    |                          |
| Contribution Source(CSRC) Identifier: CCで指定された0～15個(各32ビット) |   |   |    |   |    |                          |
| データペイロード                                                    |   |   |    |   |    |                          |
|                                                             |   |   |    |   |    |                          |

注： V: version(2bits) P: padding(1bit) X: extension(1bit)  
CC: CSRC count(4bits) M: marker(1bit) PT: Payload Type(7bit)

図 4.4-3 RTP のヘッダ構成及びヘッダフィールド

#### 4.4.2.3 UDP (User Datagram Protocol)

IP パケット化に関して、トランスポート層のプロトコルとして UDP を利用する場合、原則として、RFC 768 (User Datagram Protocol) に従う。ヘッダ構成及びヘッダフィールドは以下のとおり。

| Source Port(送信元ポート) | Destination Port(宛先ポート) |
|---------------------|-------------------------|
|                     |                         |
| Length(データ長)        | Checksum(チェックサム)        |
|                     |                         |
| データペイロード            |                         |
|                     |                         |

図 4.4-4 UDP のヘッダ構成及びヘッダフィールド

#### 4.4.2.4 IP パケット化された TTS パケット

RTP/UDP プロトコルを利用した場合の、TTS パケットの IP パケット化は、IP パケットのサイズをルータ等が 1 回の転送で伝送可能な MTU (Maximum Transmission Unit) (1,500 バイトが標準) のサイズ以下にする観点から、TTS パケットのサイズが 192 バイトであることを踏まえ、一つの IP パケットには、IP ヘッダ (20 バイト)、UDP ヘッダ (8 バイト)、RTP ヘッダ (12 バイト) 及び 7 個の TTS パケットを格納し、合計 1,384 バイトとすることが標準的である。

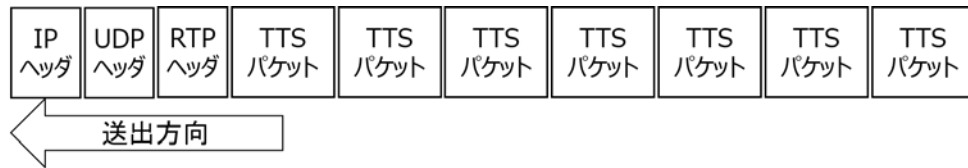


図 4.4-5 IP パケット化された TTS パケット

#### 4.5 サービス可用性に関する技術的条件

サービス可用性(技術基準で規定された値を算出できる確率の設定等)についての技術的条件は定めないこととする。

(理由)

IP 伝送型ケーブルテレビの導入に際して、ケーブルテレビ事業者等に対して、IP 伝送に係るサービス可用性に関して、技術基準の適合性に関する測定を行わせ、その結果を報告させることの妥当性を検討した。

放送法第 139 条に基づき、総務大臣は、ケーブルテレビ事業者等に対し、有線一般放送の業務に用いられる電気通信設備の安全・信頼性の確保及び当該電気通信設備を用いて行われる有線一般放送の品質適正性の確保を目的として設けられた規定の施行に必要な限度において、報告を求めることができる。その職員に、当該電気通信設備を設置する場所に立ち入り、当該電気通信設備を検査させることができる。

ケーブルテレビ事業者等は、本条及び放送法施行規則第 159 条に基づき、毎年、登録に係る有線一般放送の業務に用いられる電気通信設備の状況等を総務大臣に報告している。また、重大事故が発生した場合にも放送法第 137 条に基づく報告等が義務付けられている。

既存の制度の下で、技術基準への適合性に関する報告義務や総務省の職員による立入検査の権限があることも踏まえれば、IP 伝送型ケーブルテレビを導入したケーブルテレビ事業者等のみに対して、現状の年次報告に加え、追加的に義務を課すことは、有線一般放送の安全・信頼性及び品質適正性の確保等の観点からは、これまでの有線一般放送の業務の実施状況を踏まえれば、必ずしも必要とは考えられない。

したがって、サービス可用性(技術基準で規定された値を算出できる確率の設定等)についての技術的条件は定めないこととすることが適当である。

しかしながら、通信のトラヒックの変動の影響が受信者による放送の受信に影響を与えない水準を維持するため、ケーブルテレビ事業者等において、適切なネットワークの運用を行う観点から、必要な範囲で技術的条件等を測定することも考えられる。

なお、災害時や特定の利用者等を原因とする通信トラヒックの急激かつ予

測不可能な変動が生じることがある。特に災害時については、国民生活への影響が大きいため、災害時においても必要最低限の災害情報等を受信者に提供できるようにする観点から、可能な場合には、あらかじめ放送事業者等と協議した上で、衛星基幹放送の降雨減衰対策等を参考に、低画質映像を放送することにより、伝送するトラヒックを制限するような運用を検討しておくことも考えられる。

#### 4.6 測定方法に関する基本的な考え方

- (1) IP 放送送出装置等において、測定の対象となるパケットにシーケンス番号及び時刻を付与し、受信者端子において、当該シーケンス番号又は時刻を取得し、損失率、遅延、ジッタを測定する。
- (2) 測定値の算出については、ITU-T 勧告 Y.1540 (Internet Protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters) 等の国際標準を踏まえた算出方法とする。
- (3) ネットワークを敷設等する際における有線一般放送に用いる電気通信設備の技術基準への適合性の確認に際しては、実用サービスと同等程度の試験環境を構築して計測を行う。
- (4) 個々の受信者端子の技術基準への適合性の確認に際しては、原則として、実用サービスが提供されている受信設備における受信者端子において測定を行う。
- (5) 具体的な測定方法については、IP 放送サービスの提供状況や市場における測定機器の状況などを踏まえて、民間標準化団体等において、引き続き、通信のトラヒックの変動、放送の伝送容量等を考慮して測定時間、区間等を含め測定方法の詳細化等の検討を行い、適切な方法を定める。

## 5. デジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る技術的条件

デジタル有線テレビジョン放送方式による有線テレビジョン放送等を行う有線放送設備に係る技術的条件のうち、搬送波の変調の型式が 64 値直交振幅変調（以下、「64QAM 変調」という）及び 256 値直交振幅変調（以下、「256QAM 変調」という）の場合における搬送波等の条件に関する技術的条件を検討した。なお、検討の結果、搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における搬送波等の条件に関する技術的条件については、見直しの必要性がないとした。

### 5.1 搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における搬送波等の条件

搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における搬送波等の条件のうち、搬送波のレベル及び搬送波のレベルと雑音のレベルの比は、総務省情報通信審議会の平成 19 年 3 月 28 日の一部答申（「ケーブルテレビシステムの技術的条件」のうち「FTTH 等の伝送帯域の拡大に伴う BS-IF 等パススルー伝送並びに情報源符号化方式及び伝送路符号化方式の高度化に関する技術的条件」（諮問第 2024 号））に基づき、有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令（平成 23 年総務省令第 95 号）（以下、「品質省令」という）の第 12 条において表 5.1-1 のとおり規定されている。

表 5.1-1 搬送波等の条件（256QAM 変調）

| 区 別              | 条 件                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 搬送波のレベル          | $57 + 10 \log_{10}(Z/75)$ 以上 $81 + 10 \log_{10}(Z/75)$ 以下<br>※Z は、出力端子の定格出力インピーダンス(単位オーム) |
| 搬送波のレベルと雑音のレベルの比 | 34 デシベル以上                                                                                 |

搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における搬送波等の条件のうち、搬送波のレベルと雑音のレベルの比は、保安装置の出力端子又は受信用光伝送装置の出力端子及び受信用光伝送装置の入力端子において、品質省令の第 12 条において、それぞれ表 5.1-2 及び表 5.1-3 のとおり規定されている。

表 5.1-2 保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子における搬送波等の条件 (256QAM 変調)

| 区 別              | 条 件                                                                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 搬送波のレベルと雑音のレベルの比 | 36 デシベル以上 (保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子から受信者端子までの搬送波のレベルと雑音のレベルの比が 39 デシベル以上である場合) |

表 5.1-3 受信用光伝送装置の入力端子における搬送波等の条件 (256QAM 変調)

| 区 別              | 条 件                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 搬送波のレベルと雑音のレベルの比 | 37 デシベル以上 (受信用光伝送装置の入力端子から受信者端子までの搬送波のレベルと雑音のレベルの比が 39 デシベル以上である場合) |

#### 5.1.1 搬送波のレベルと雑音のレベルとの比の技術的条件

搬送波のレベルと雑音のレベルとの比 (CN 比) は、32dB 以上とする。

(理由)

搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における必要な CN 比を求めるため、現在市場で入手可能な STB を用いて、256QAM 信号にガウスノイズを重畳して CN 比を変化させたときに対するビット誤り率 (BER: Bit Error Rate) を測定した。

このときの、測定条件は以下のとおり。

- ・ 搬送波周波数 (U14 : 479MHz、U61 : 761MHz)
- ・ 搬送波レベル (55dB $\mu$ B、66dB $\mu$ B)

なお、試験系統図は図 5.2-1 のとおり。

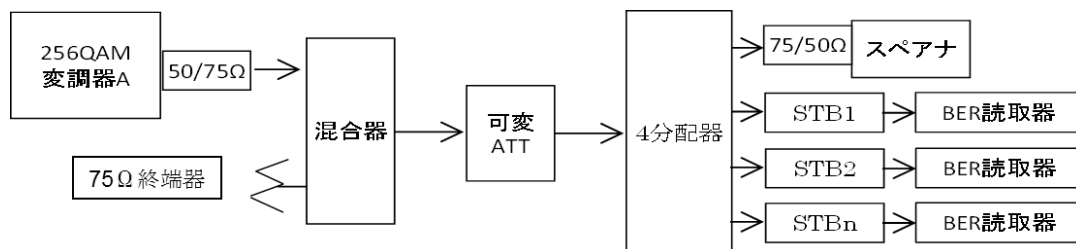
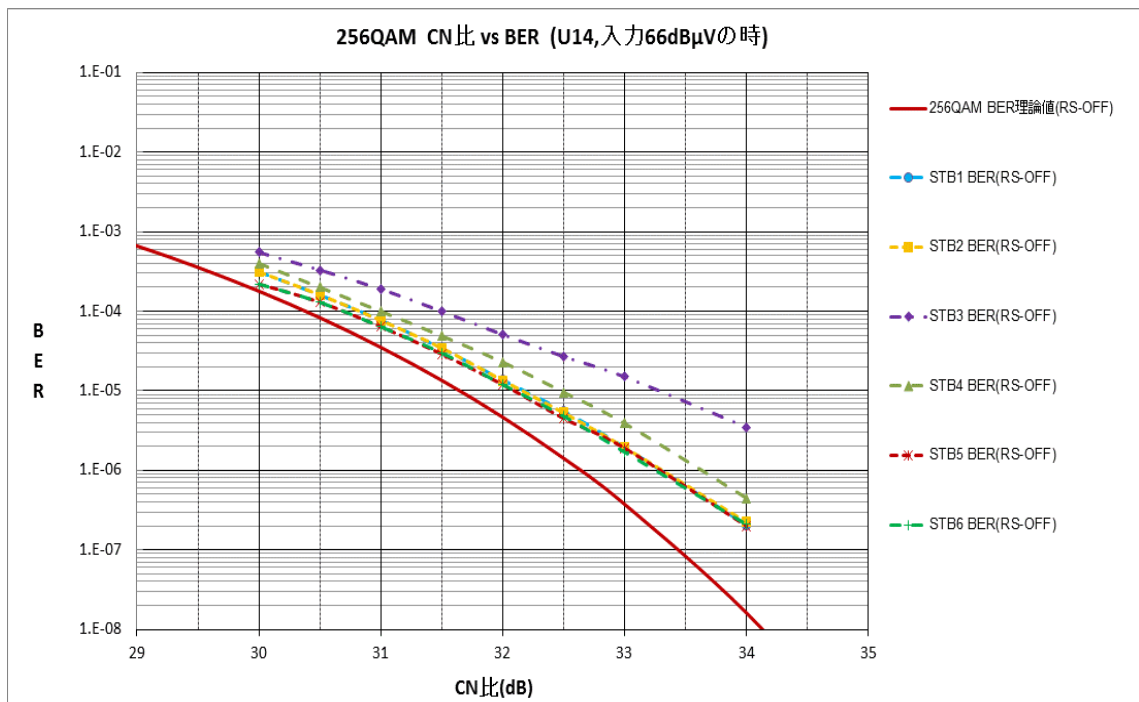
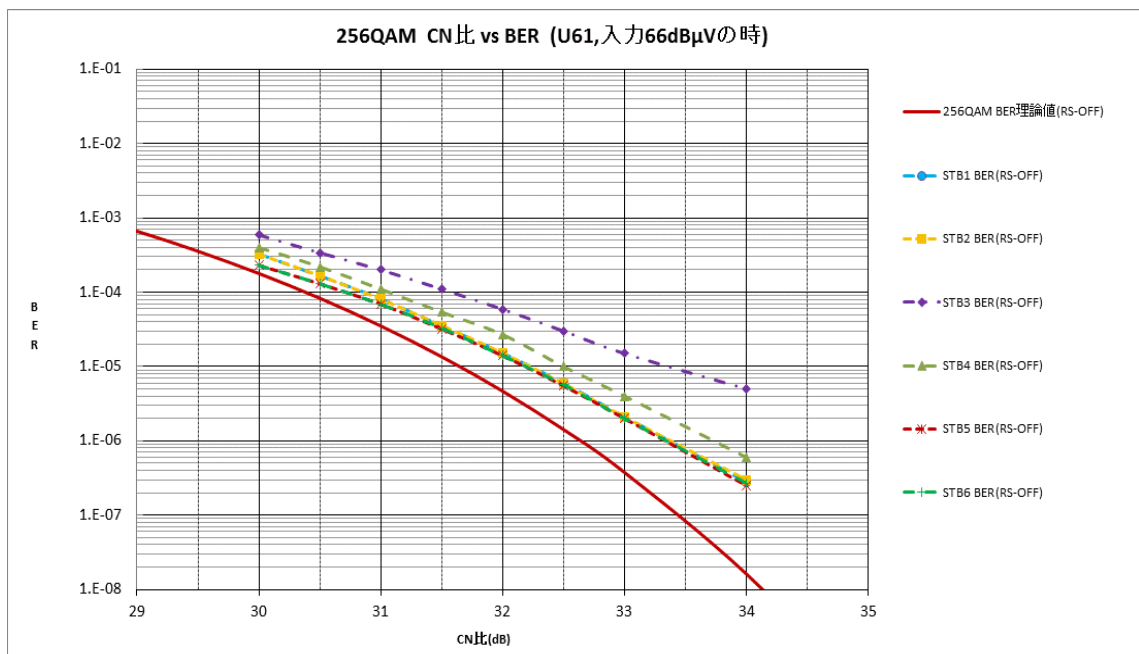


図 5.1-4 256QAM 信号の CN 比と BER 測定の試験系統図

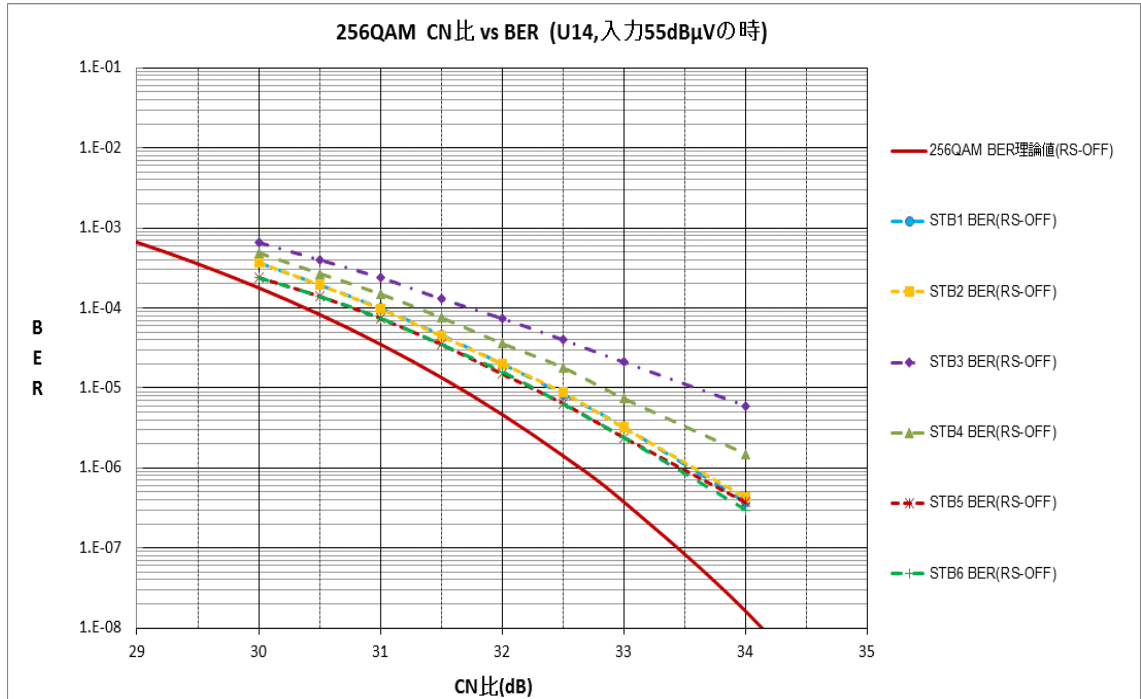
複数の STB について測定を行い、図 5.1-5 から図 5.1-8 のような結果が得られた。



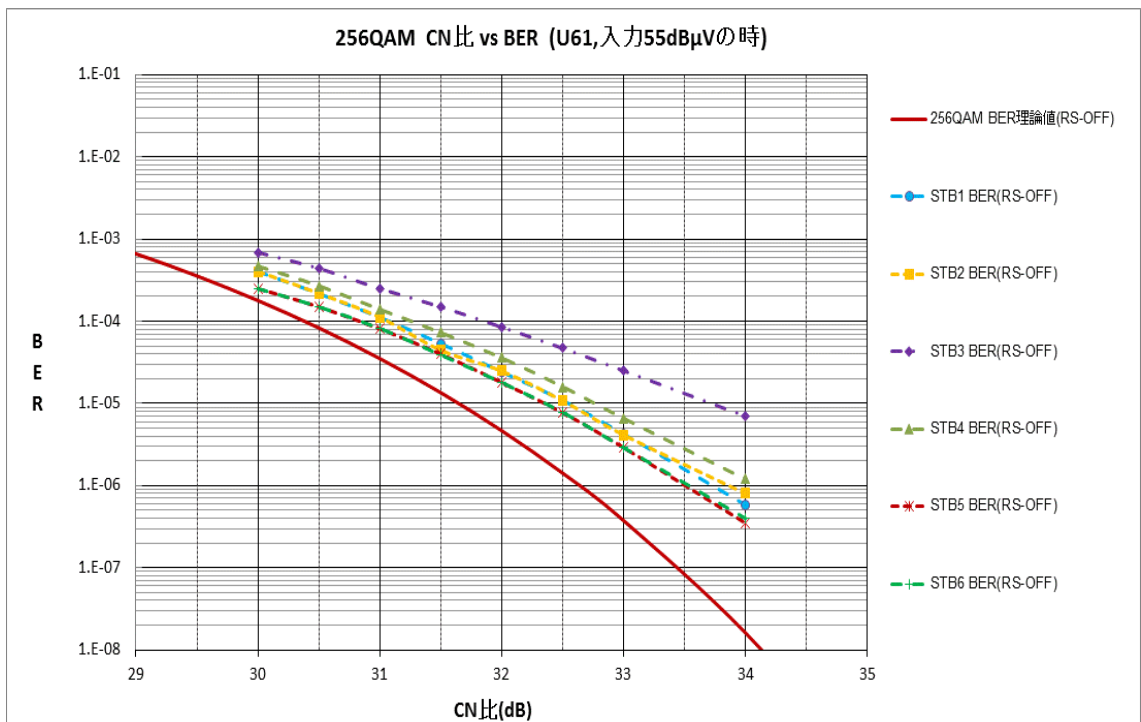
**図 5.1-5 CN 比対 BER 特性 (U14、66dB $\mu$ V)**



**図 5.1-6 CN 比対 BER 特性 (U61、66dB $\mu$ V)**



**図 5.1-7 CN 比対 BER 特性 (U14、55dB $\mu$ V)**



**図 5.1-8 CN 比対 BER 特性 (U61、55dB $\mu$ V)**

品質省令の入力信号の条件である誤り訂正前の BER が  $1 \times 10^{-4}$  となるのに必要な CN 比の条件は、表 5.1-4 のとおりとなる。したがって、必要な CN 比は、測定結果のうち、最悪値である 31.8dB 以上とする。

表 5.1-4 BER が  $1 \times 10^{-4}$  となる CN 比 (dB)

|      | 66dB $\mu$ V<br>(U14/U61) | 55dB $\mu$ V<br>(U14/U61) |
|------|---------------------------|---------------------------|
| STB1 | 30.8 / 30.8               | 31.0 / 31.1               |
| STB2 | 30.8 / 30.8               | 31.0 / 31.1               |
| STB3 | 31.5 / 31.6               | 31.8 / 31.8               |
| STB4 | 31.0 / 31.0               | 31.3 / 31.3               |
| STB5 | 30.7 / 30.7               | 30.7 / 30.8               |
| STB6 | 30.7 / 30.7               | 30.7 / 30.8               |

ただし、STB には製品による個体差があるため、これを考慮する必要がある。標準的な性能を有する STB と正常の範囲内ではあるが最も性能が低い STB との性能の差である 0.54dB を考慮すると、必要な CN 比は、32.34dB となる。

したがって、32.34dB を切り上げて 33dB とすることが適当である。

なお、今回の試験測定に使用した全ての STB は、内部構成として入力信号の分配回路等を有する STB (図 5.1-9) であるが、現在、品質省令の規定は、STB の内部構成が最も基本的なもの (以下「基本 STB」という) (図 5.1-10) に基づき、技術基準が定められている。したがって、必要な CN 比については、内部構成の違いを考慮して修正する必要がある。

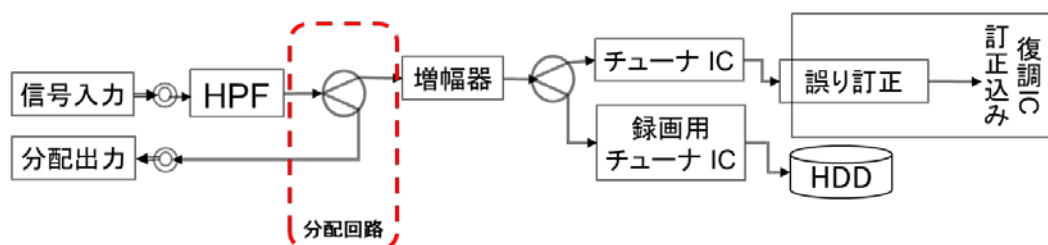


図 5.1-9 入力信号の分配回路を有した STB の内部構成図

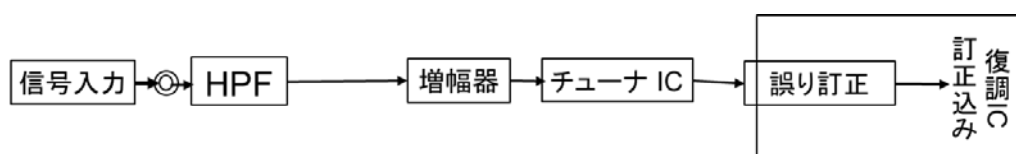


図 5.1-10 基本 STB の内部構成図

基本 STB に必要な CN 比は、入力信号の分配回路を有する場合に比べ 0.19dB 良くなるため、入力信号の分配回路を有する STB の CN 比である 31.8dB は、31.61dB に相当する。また、基本 STB の性能の個体差は入力信号の分配回路を有する STB の性能の個体差である 0.54dB に比べ、0.16dB と小さくなっており、基本 STB の性能の個体差を考慮した場合に必要な CN 比は 31.77dB となる。

したがって、搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における必要な CN 比の条件は、31.77dB を切り上げて 32dB とすることが適当である。

#### 5.1.2 搬送波のレベルの技術的条件

搬送波のレベルは、出力端子の定格出力インピーダンスが 75 オームの場合において、55dB $\mu$ V 以上 81dB $\mu$ V 以下とする。

(理由)

搬送波のレベルの下限について、雑音レベルについては、従来どおり、標準テレビジョン放送の下限値 60dB $\mu$ V、標準テレビジョン放送の所要 CN 比(38dB)及び帯域幅による雑音のレベル換算 1dB より、23dB $\mu$ V となる。今般の 256QAM 変調における CN 比の見直しにより、必要な CN 比が 32dB となったことから、下限レベルは 55dB $\mu$ V となる。したがって、搬送波のレベルは、55dB $\mu$ V 以上 81dB $\mu$ V 以下とすることが適当である。

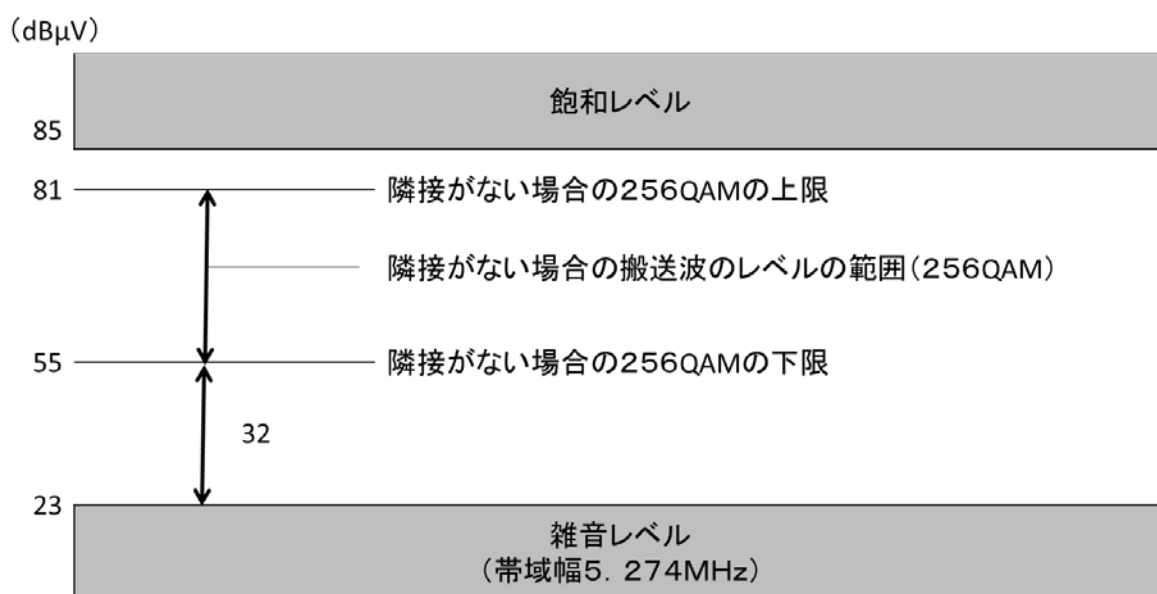


図 5.1-11 搬送波のレベル (256QAM)

#### 5.1.3 受信用光伝送装置等の入出力端子における搬送波のレベルと雑音のレベルの比

##### 5.1.3.1 保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子における搬送波のレベルと雑音のレベルとの比の技術的条件

保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子から受信者端子までの搬送波のレベルと雑音のレベルとの比 (CN 比) が 39dB 以上の場合にあっては、当該出力端子における CN 比は 33dB 以上とする。

(理由)

搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子に必要な CN 比は、現在の棟内伝送路の CN 比の基準である 39dB 及び今般見直す受信者端子に必要な CN 比 32dB より逆算すると 32.97dB となる。したがって、当該出力端子において搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における必要な CN 比は切り上げて 33dB とすることが適当である。

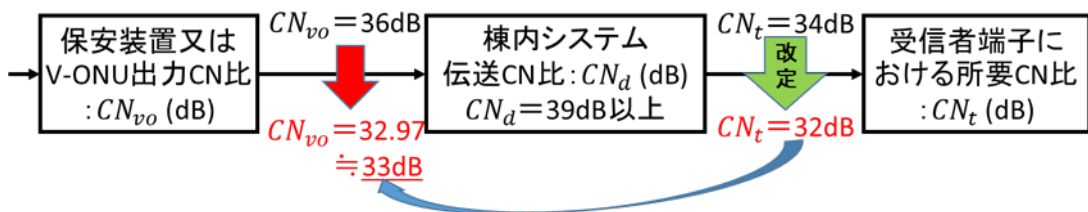


図 5.1-12 保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子の CN 比

#### 5.1.3.2 受信用光伝送装置の入力端子における搬送波のレベルと雑音のレベルとの比の技術的条件

受信用光伝送装置の出力端子から受信者端子までの搬送波のレベルと雑音のレベルとの比 (CN 比) が 39dB 以上の場合にあっては、当該出力端子における CN 比は 34dB 以上とする。

(理由)

5.1.3.1 より、搬送波の変調の型式が 256QAM 変調の場合における保安装置又は受信用光伝送装置の出力端子に必要な CN 比は 32.97dB、これを CN 比 38dB の FTTH 伝送路で HE へさかのぼると 34.6dB となる。34.6dB に信号偏差 2dB を加えた 40dB の FTTH 伝送路で受信用光伝送装置へ下ると 33.5dB となる。したがって、受信用光伝送装置の入力端子に必要な推定 CN 比は切り上げて 34dB とすることが適当である。

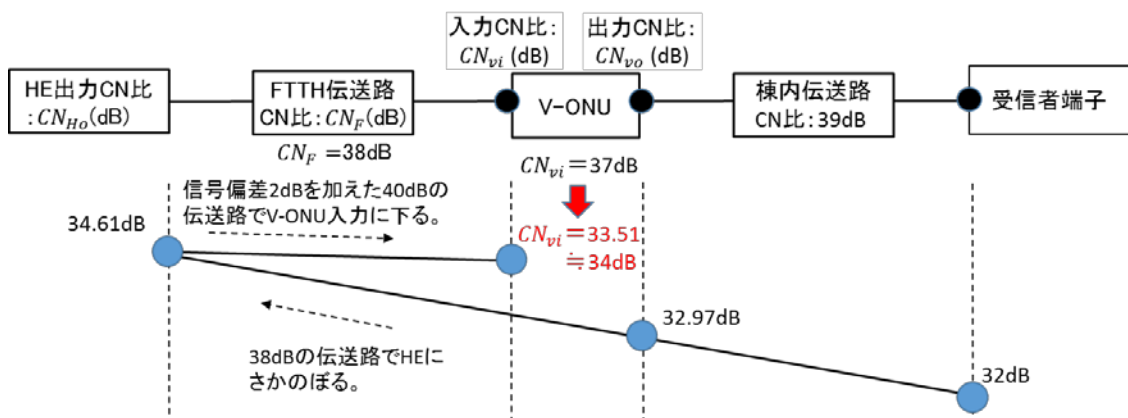


図 5.1-13 受信用光伝送装置の入力端子の CN 比

注：推定 CN 比は以下の式 5.1 から求める。

$$C/N = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{B_N} \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot (m_k \cdot R \cdot P_s)^2}{\sum_{n=1}^{N_T} \{RIN_n \cdot (R \cdot P_n)^2 + 2 \cdot e \cdot R \cdot P_n\} + 2 \cdot e \cdot I_{d0} + I_{eq}^2} \right] \quad [\text{dB}] \quad (\text{式 5.1})$$

ここで

$B_N$  : 雑音帯域幅 (デジタル有線テレビジョン放送信号 256QAM 方式 :  $5.30 \times 10^6$  [Hz])

$m_k$  : 当該搬送波の光変調度

$R$  : 受光素子の光から電気への変換効率 [A/W]

$N_T$  : 同時に伝送している光信号の波数

$P_s$  : 当該搬送波で変調している光信号の受光電力 [W]

$P_n$  : n 番目の光信号の受光電力 [W]

$RIN_n$  : n 番目の入力光信号の相対強度雑音 (RIN: Relative Intensity Noise) [1/Hz]

$e$  : 電気素量 ( $1.602 \times 10^{-19}$  [C])

$I_{d0}$  : 受光素子の暗電流 [A]

$I_{eq}$  : 受光部の入力換算雑音 [ $A/\sqrt{\text{Hz}}$ ]

また、1 つの光信号に対する全光変調度  $M$ 、 $k$  番目搬送波の光変調度  $m_k$ 、および伝送搬送波数  $K$  は式 5.2 の関係にある。

$$M = \sqrt{\sum_{k=1}^K m_k^2} \quad (\text{式 5.2})$$

式 5.1 において、1 波長のみを使用する場合は  $P_s = P_1$  及び  $N_T = 1$  として算出する。

## 5.2 搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における搬送波等の条件

搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における搬送波等の条件のうち、搬送波のレベルと雑音のレベルの比は、品質省令第 12 条において表 5.2-1 のとおり規定されている。

表 5.2-1 搬送波等の条件（64QAM 変調）

| 区 別              | 条 件       |
|------------------|-----------|
| 搬送波のレベルと雑音のレベルの比 | 26 デシベル以上 |

#### 5.2.1 搬送波のレベルと雑音のレベルとの比の技術的条件

搬送波のレベルと雑音のレベルとの比（CN 比）は、現行の 26dB 以上の規定を維持することとする。

（理由）

搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における必要な CN 比を求めるため、5.1 で行った測定と同様の測定を 64QAM 変調された信号について行くと、入力信号の分配回路を有する STB の CN 比は 25.27dB となり、STB の性能の個体差の 0.54dB を考慮すると、必要な CN 比は、25.81dB となる。

したがって、25.81dB を切り上げて 26dB となる。

次に、64QAM 変調における基本 STB に必要な CN 比は、入力信号の分配回路を有する場合に比べ 0.19dB 良くなるため、入力信号の分配回路を有する STB の CN 比である 25.27dB は、25.08dB に相当する。また、基本 STB の性能の個体差は 0.16dB となるため、基本 STB の性能の個体差を考慮した場合に必要な CN 比は 25.24dB となる。

したがって、搬送波の変調の型式が 64QAM 変調の場合における必要な CN 比の条件は、25.24dB を切り上げて 26dB となるから、現行の規定を維持することが適当である。

## 6. 今後の検討課題

### 6.1 IP 放送に関する課題

#### (1) 受信者端子における測定方法の検討

IP 伝送型ケーブルテレビのサービス提供に当たって必要な、受信者端子における技術基準への適合性を確認するための方法等については、IP 放送サービスの提供状況や市場における測定機器の状況などを踏まえて、民間標準化団体等において、引き続き、通信のトラヒックの変動、放送の伝送容量等を考慮して測定時間、区間等を含め測定方法の詳細化等の検討を行い、必要に応じ技術基準に反映するため、今後の検討課題とすることが適当である。

#### (2) 受信者端子以外の性能規定点における技術的条件

受信者端子以外の性能規定点において、民間標準化団体等において実証試験等を継続し、戸建て、集合住宅等を含む受信者宅内等における IP ネットワークの状況を踏まえ、パケットに係る技術的条件と FTTH における受信用光伝送装置の入力端子の受光レベルや出力端子の CN 比、HFC における保安装置の出力端子の CN 比等の相関性等の検討を行い、必要に応じ技術基準に反映するため、今後の検討課題とすることが適当である。

#### (3) 必要な帯域の算出や伝送帯域の評価等にあたっての統計的な考え方の検討

必要な帯域の算出や伝送帯域の評価方法等の検討にあたって、可変ビットレートの符号化を用いた複数番組の統計多重による提供や放送と通信のトラヒックのネットワーク利用率を用いることなど、必要な帯域や利用できる伝送帯域が動的に変化することを踏まえ、統計的な考え方を考慮することについては、現状においては、IP ネットワークの状況や統計的な考え方を具体化した帯域の算出方法等が十分に整理されていないことから、今後の検討課題とすることが適当である。

#### (4) IP 技術の進展に応じた技術的条件等の見直し

IP 技術の技術革新の進展が急速であることを踏まえ、受信者のニーズやケーブルテレビ事業者等の設備の更新等の時期をとらえ、既存又は新規の技術を検討し、IP 放送として実現性の高い伝送方式やより効率的な IP ネットワーク利用技術の導入に向け、IP マルチキャスト方式以外の IP 伝送を含め、導入に必要な技術や方式を検討し、適時に技術的条件の見直しを行うことが適当である。

### 6.2 国際標準化、技術開発に関する課題

#### (1) IP 放送に関する国際標準化に向けた取組

IP 放送については、既に多くの成果が ITU 等の国際標準に盛り込まれているが、本報告の検討結果を踏まえ、特に IP 放送に係る設備のグローバルな調達や展開が可能となるよう、引き続き、必要な検討を加えたうえで、ITU 等に働きかけ、勧告の改訂等を行っていくことが必要である。

#### (2) 地域 BWA、23GHz 帯無線伝送システム等の無線システムを利用した IP 放送

に係る検討

ケーブルテレビのサービスは、近年、有線のみならず、無線システムも活用して行われるようになってきている。したがって、ケーブルテレビのネットワークの一部として利用される無線システムについては、既存の RF 方式による放送に加え、IP 方式による放送にも柔軟に対応できるよう技術基準の見直しが必要なことから、継続的に技術的な検討を行い、適時に技術的条件の見直しを行っていくことが必要である。

### 6.3 有線一般放送の技術的条件全般に関する課題

サービス可用性に関する技術的条件については、既存の制度の下で、ケーブルテレビ事業者等に対し、安全・信頼性の確保、有線一般放送の品質適正性の確保等を目的とした技術基準への適合性等に関する報告義務や総務省の職員による立入検査の権限があることを踏まえ、これまでの有線一般放送の業務の実施状況も踏まえれば、必ずしも必要とは考えられないと結論付けた。

しかしながら、ネットワークの高度化、広帯域化に伴い、ケーブルテレビのサービスは多様化が進んでおり、IP 放送のような放送と通信のネットワークの共用化のみならず、有線と無線の様々なシステム間においても、相互の関係が複雑化している状況を鑑み、毎年の報告内容の見直しや技術的条件の見直し等、必要な技術的、制度的措置を講じていくことが必要である。

## 参考資料

- 参考資料 1 「IP 放送伝送品質実証実験報告書」((一社)日本ケーブルラボ、2018 年 7 月)
- 参考資料 2 「デジタル有線テレビジョン放送用受信装置における 256QAM 方式信号の CN 比試験報告書」((一社)日本 CATV 技術協会、2016 年 10 月)
- 参考資料 3 「規格書 STD-007-6.2 256QAM CN 比検討 (STB 入力信号分配回路の有無による所要 CN 比の検討)」((一社)日本 CATV 技術協会、2018 年 6 月)
- 参考資料 4 「4K・8K 時代に向けたケーブルテレビの映像配信の在り方等に関する研究会報告」(2018 年 6 月)
- 参考資料 5 ITU-T 勧告 J.241(Quality of service ranking and measurement method for digital video services delivered over broadband IP networks)(ITU、2005 年 4 月)
- 参考資料 6 ITU-T 勧告 Y.1540(Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters)(ITU、2011 年 12 月)(省略)
- 参考資料 7 ITU-T 勧告 Y.1541(Network performance objectives for IP-based services)(ITU、2016 年 6 月)(省略)
- 参考資料 8 RFC 5771(IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments)(IETF、2010 年 3 月)
- 参考資料 9 RFC 4291(IP Version 6 Addressing Architecture)(IETF、2006 年 2 月)
- 参考資料 10 「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標準規格」(ARIB STD-B32 3.10 版)(抜粋)((一社)電波産業会、2018 年 4 月)
- 参考資料 11 「IPTV 規定 地上デジタルテレビジョン放送 IP 再送信運用規定(IPTVFJ STD-0005 1.4 版)」第零編、第 6 編、第 7 編(抜粋)((一社)IPTV フォーラム、2017 年 7 月)