

新連載

日本ケーブルラボが拓くケーブル4Kの未来

第4回 第3世代STBと4Kサービス運用仕様

日本ケーブルラボ 実用化開発部 部長
柴田 達雄



前回は「ケーブルにおける 4K 伝送」で高精細映像をいかに滞りなく伝搬するか、またエラーを防ぐための技術などを学んだ。今回は衛星・HFC・FTTH など伝送路によって変化する変調／暗号化対応の違いや、コンテンツ事業者やケーブルテレビ事業者など各サービスプレーヤーが保有すべき機能などを詳しく解説する。内容が多岐にわたるため一気に記憶するのは難しいが、身近な設備で使用する技術から覚えていただけると幸いだ。

(図版提供:日本ケーブルラボ)

第1章 はじめに

日本ケーブルラボでは、2011年に策定した通信サービス機能も備えた「次世代STB」の後継として、4Kテレビ、ハイブリッドキャストおよびリモート視聴の3つのサービスを加入者に提供するSTBを第3世代STBと定義し、各

サービスに関わる運用仕様の制定を行って来た。

本稿では、第3世代STBの概要を説明した後、4Kサービスに関わる各運用仕様について解説する。

第2章 第3世代STB

2-1 全体像

第3世代STBは、JLabs DOC-025「第3世代STBサービス・機能要件書」に規定されており、図1(a)に示すように、必須機能として4Kサービス、ハイブリッドキャストサービス、リモート視聴サービスに対応する各機能とともに、推奨機能としてタブレット・スマートフォン連携機能を記載している。

また、図1 (b)に第3世代STBが実現する

ケーブルシステムの全体像を示す。

4Kサービスでは、H.265/HEVCで画像圧縮符号化(エンコード)された4K映像信号は、RF信号もしくはIP信号でケーブルテレビ網上で伝送される。RF信号は変調方式(伝送路符号化方式)として64QAM/256QAMを用いる既存のHFC伝送路を利用する。一方、IP信号の場合にはHFC伝送路上のDOCSISまたは光伝送路(FTTH)のPONを用いる。

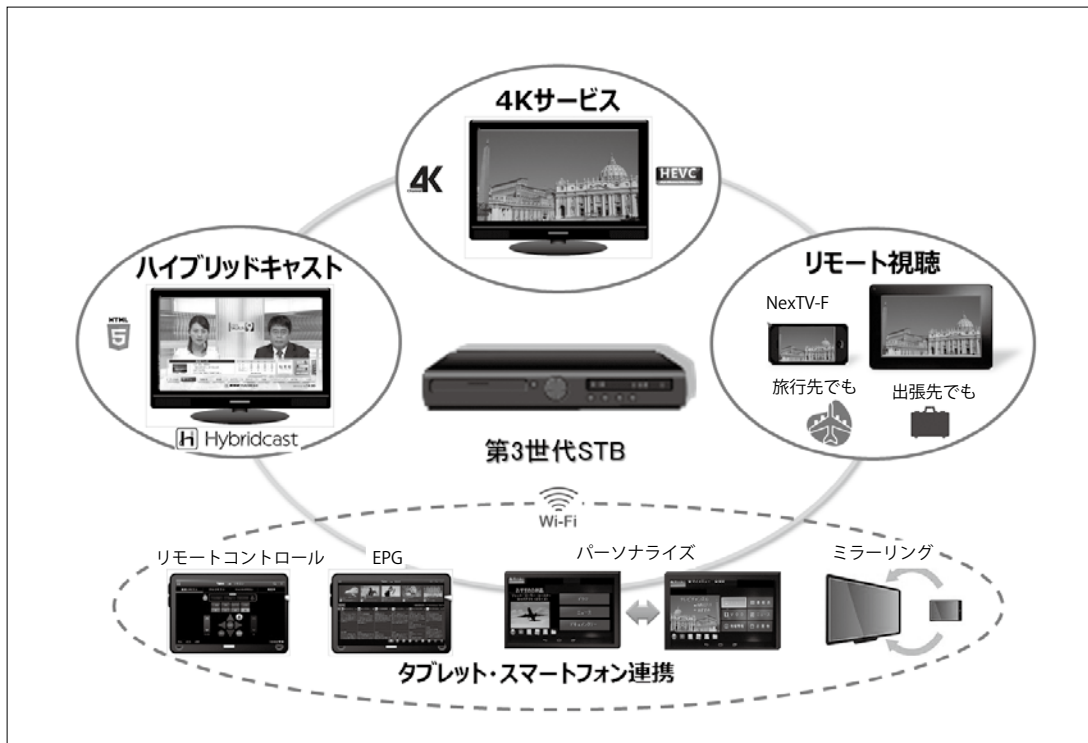


図1(a) 第3世代STBによるケーブルサービス全体像

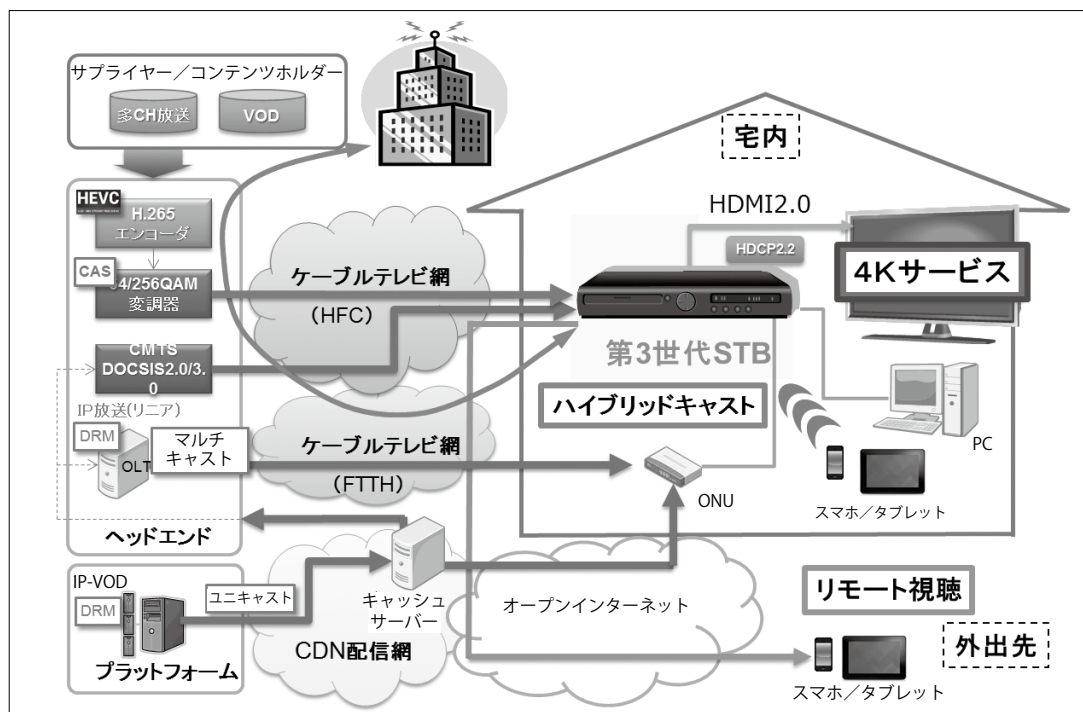


図1(b) 第3世代STBによるケーブルシステム全体像

ハイブリッドキャストサービスは、地上波もしくはBS放送局の2K放送をケーブルテレビ網経由で受信しながら、インターネット回線を使って放送局等のサーバーからインタラクティブにコンテンツを取得することにより実現される。

リモート視聴は、第3世代STBが受信中または録画済みの番組をモバイル端末向けのフォーマットにトランスコード（例えば、2K地上波⇒SD）した後、インターネットの上り回線を通じて送信し、これを宅外のスマホやタブレット等で受信することにより実現される。

なお、リモート視聴の対象は現時点では2K放送のみとなっているが、将来的には4Kサービスも追加される可能性がある。ハイブリッドキャストについても同様である。

ハイブリッドキャストおよびリモート視聴に関わる運用仕様の詳細については来月（8月）号で解説する。

日本ケーブルラボでは、従来のRF放送受信機能に加え、双方向通信サービス機能を実現するためのハードウェアおよびソフトウェアシステムを規定したSTBを「次世代STB」（第2世代STB）と称し、その技術仕様（JLabs SPEC-023）を2013年に策定した。これに対して、前述の通り、4Kサービス等の新たな機能を有する第3世代STBでは、このようなシステム仕様ではなく、機能仕様を規定することにより具体的な商品開発は事業者、ベンダーの裁量に任せることとしている。

図2に第3世代STBに関連する日本ケーブルラボ文書の関係を示す。

4Kサービス運用仕様は、図に示す自主放送^{*1}用運用仕様5件、再放送^{*2}用運用仕様2件の合計7種類の方式を想定しており、第3世代STBでは、これらの方式の一つ以上を最低限サポートすることとしている。自主放送用運用仕様①、②、③、④および⑤は既に策定が完了しており、再放送用運用仕様

2-2 第3世代 STB 関連運用仕様群

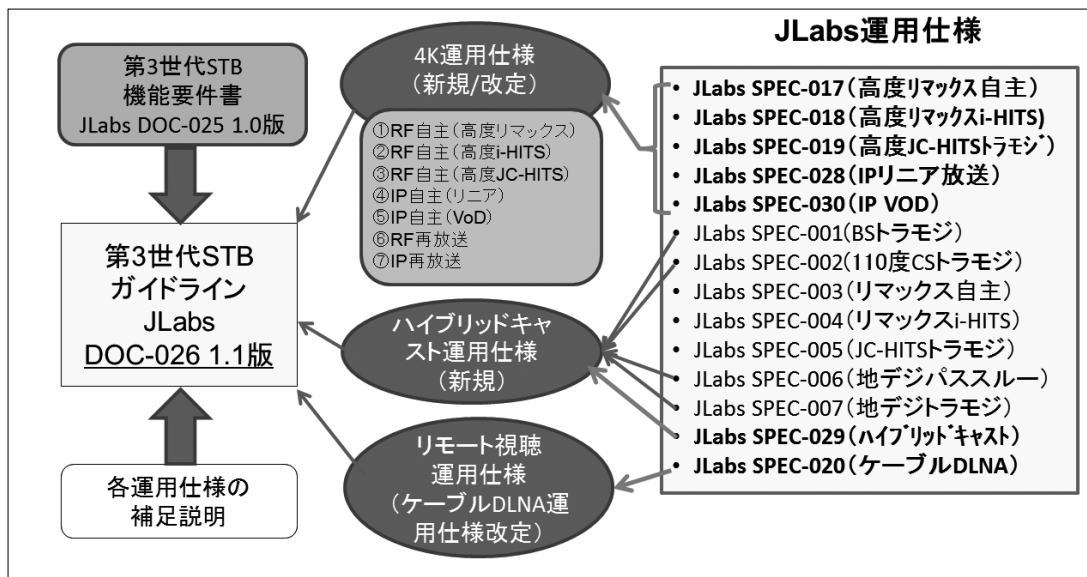


図2 第3世代STBガイドライン関連文書と運用仕様書群

(⑥および⑦)は今後策定を予定する。

ハイブリッドキャスト運用仕様は新規に策定し、リモート視聴運用仕様は既存のケーブルDLNA運用仕様にリモート視聴機能を追加する改訂を行うことで対処し、いずれも第3世代STBに必須の機能となっている。

※1 自主放送:ケーブル局が調達した多チャンネル等の番組を提供する放送

※2 再放送:BS等をケーブル局ヘッドエンドで受信し、ケーブル伝送路で再送信する放送

2-3 2K 放送への対応

第3世代STBでは、既存サービスとの相互

運用性を確保するため、4Kサービスに加え、2K放送への対応を必須としている。また、ハイブリッドキャストサービス、リモート視聴サービスへの対応という観点で第3世代STBでは2K放送への対応が必要となる。例えば、図2において、ハイブリッドキャスト運用仕様はSPEC-006(地上デジタルテレビジョン放送パススルー運用仕様)等の2K放送運用仕様を参照しているが、これは地デジ再放送等においてハイブリッドキャストへの対応が必要なることを示している。

どの2K放送受信に対応するかについては、既存サービスの継続性を考慮して、ケーブル事業者が選択することになる。

第3章 4K サービスへの対応

本章では、既に策定済の4K自主放送運用仕様5件(RF 3件、IP 2件)について解説する。

BSの再放送に係る運用仕様(⑥および⑦)は、次世代放送推進フォーラム(NexTV-F)で策定中の高度広帯域衛星放送の4Kサービス運用仕様の内容を踏まえながら、今

後策定を予定しており、その内容については2016年2月号で解説を予定する。

3-1 RF への対応

3-1-1 RF 自主放送への対応

現在日本では、表1に示す3方式が自主放

送として運用されている。RF自主放送に対応する4K運用仕様は、これら既存の自主放

送運用仕様に、符号化方式としてH.265/HEVCの追加等を行うことにより策定した。

種別	JLabs 仕様書番号	番組編成 (リマックス)	番組情報 (PSI/SI)	限定受信 (CAS)	変調 (QAM)
①高度リマックス	017	ケーブル局			
②高度リマックス(i-HITS)	018	i-HITS (JDS)		ケーブル局	
③高度JC-HITS トランスモジュレーション	019	JC-HITS (JCC)			ケーブル局

表1 RF 自主放送3方式

①高度リマックス

各ケーブルテレビ局で番組編成(リマックス)を行い、4K放送を行う。ケーブルの下り方向の伝送路を使用し、ケーブルの上り伝送路は使用しない。各局が限定受信システム(CAS)を運用する。従来の高度リマックス方式は、H.262 / MPEG-2のみのリマックスに、H.264/MPEG4 AVCを追加した伝送方式で、今般、4K対応としてこれにH.265/HEVCの運用を追加した。

対応の必要はない。ケーブル局では変調のみを行うためトランスモジュレーション方式と呼ばれる。①同様、従来の高度トランスモジュレーション(JC-HITS)にH.265/HEVCの運用を追加した。

②高度リマックス(i-HITS)

日本デジタル配信(JDS)においてあらかじめケーブルテレビ用に番組編成され、PSI/SI信号が付加されているi-HITSサービスを利用して4K放送を行う。ケーブルの下り方向の伝送路を使用し、ケーブルの上り伝送路は使用しない。各局でCAS対応を行う。①同様、従来の高度リマックス(i-HITS)にH.265/HEVCの運用を追加した。

いずれの方式においても、HEVCによる4K映像のビットレートが25Mbps程度であることから、多くの場合64QAMでの伝送が可能である。

また、既存の2Kサービスと4Kサービスを区別するために、新たなサービス種別として「超高精細度4K専用TVサービス:0xAD」を定義した。

CASのスクランブル方式は現行のMulti2(鍵長64ビット)としているが、今後、ハリウッドコンテンツ等の伝送を考慮し、将来的にはAES(鍵長128ビット)への対応が必要かもしれない。

③高度JC-HITSトランスモジュレーション

ジャパンケーブルキャスト(JCC)が提供するJC-HITSサービス又は自主放送サービスで4K放送を行う。ケーブルの下り方向の伝送路を使用し、ケーブルの上り伝送路は使用しない。CAS 3方式に対応したサイマルクリプトを運用しているため、各局でCAS

4K解像度に関わるデータ放送、字幕、文字スーパー機能については、現時点ではT.B.D.としている。今後、ARIB運用規定の改定状況等を見ながら、必要により規定して行くこととしている。

上記を含む主な概要は表2の通りである。

3-1-2 RF 再放送への対応

110度放送衛星の利用計画では、2016年

項目		内容
伝送路	方式	ITU-T J.83 Annex C (64QAM、256QAM)
ネットワーク	ネットワーク ID	0xFFFA (高度リマックス運用) 0xFF9 (高度トランスモジュレーション運用)
	サービス種別	0xAD (超高精細度 4K 専用 TV サービス)
多重化	多重化方式	MPEG2-TS
映像 音声	解像度・走査方式	4K 60P
	表色系	ITU-R Rec. BT.2020
	符号化ビット深度	10 ビット
	符号化 符号化	H.265/HEVC (Main 10) MPEG-2 AAC (最大 5.1ch)
その他	CAS	Multi2
	データ放送	T.B.D.
	字幕	T.B.D.
	文字スーパー	T.B.D.

表2 4K RF自主放送仕様概要

には衛星セーフティネット終了後のBS 17chによる4K/8K試験放送が計画され、2018年には実用放送が開始される予定となっている。日本ケーブルラボでは、今後、NexTV-Fの運用規定の策定と並行して、これらサービスのうち特に4Kサービスのケーブルによる再放送に関わる運用仕様の策定を予定している。

衛星による4K/8K放送は高度広帯域衛星デジタル放送(高度BS)と呼ばれ、従来のMPEG2-TSに代わる新たな多重化方式としてMMT (MPEG Media Transport) 方式が導入されることに加え、鍵長128ビットでソフトウェアにより更新可能な新たなCAS方式も採用される見込みである。前者はTSとの互換性がないため、STBにMMT用機能が必要であり、新CASについてもケーブル用次世代CASとの関係整理が課題となっている。現在、日本ケーブルラボでは、連盟および事業者と共にこれら2課題への対応について検討を進めている。

IPによる4Kサービスの提供を行うため、図2に示す④、⑤の2つの運用仕様を今般新たに策定した。

④ IP放送(自主放送)

IPマルチキャストにより4K放送を行うために必要な運用仕様。運用に当たって必要となる情報をサーバーから取得するため、ケーブル上り伝送路を使用する。CAS (DRM) のスクランブル方式としてAES128を用いる。

⑤ IP-VOD

ユーザーからの要求に応じて、IPユニキャスト方式により4Kコンテンツを配信するために必要な運用仕様。配信方式として適応型ストリーミング配信方式であるMPEG-DASHを用いる。

図3にRF放送サービスとIP放送サービスの物理層からアプリケーション層までの関係を示す。基本的な考え方として、当面の間、RF放送サービス及びIP放送サービスの並行

3-2 IPへの対応

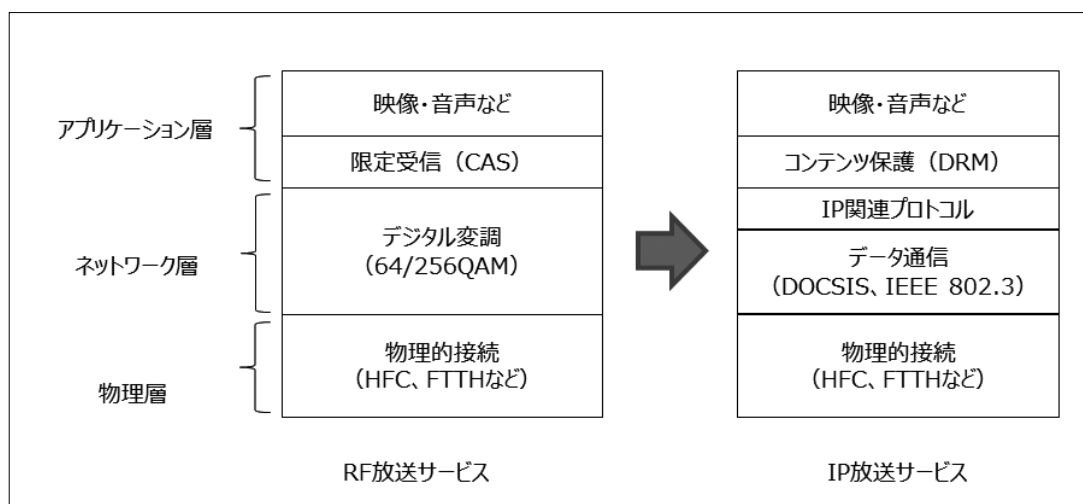


図3 RF放送サービスとIP放送サービスとの関係

運用が続くと考えられることから、アプリケーション層で提供されるサービス内容や機能は、RFとIPとは同等であるものとした。

ただし、RF放送サービスとIP放送サービスではネットワーク層で利用する技術が異なるため、運用の詳細は必ずしも同一とはならない。なお、具体的な差異については後述する。

3-2-1 IP放送への対応

4KのIP自主放送に対応する運用仕様は、IP放送運用仕様（自主放送）（JLabs SPEC-028）として新規に策定した。

ケーブルテレビにおけるIP放送サービスは、ケーブルテレビ事業者が単独でサービス提供することのみならずプラットフォーム事業者が提供するケーブルテレビプラットフォーム（PF）をケーブルテレビ事業者が利用する形態も想定しており、従来の通信事業者によるIP放送サービスとはそのサービス提供モデルが異なる。

このため、本運用仕様は、日本国内の放送標準であるARIB運用仕様と国内市場で実装実績のあるIPTV標準技術（IPTV-F仕

様）を基本としつつ、日本ケーブルラボのRF 4K自主放送運用仕様（JLabs SPEC-017 3.0版）の構成・内容を踏襲しながら、前述したケーブルテレビ固有の条件に基づく事項を規定することにより策定した。

① ネットワークモデル

IPTV-F仕様では、ネットワーク環境としてCDNに接続されたFTTH回線を前提とし、ゆらぎや伝送路誤りに対応するためそれぞれTTS（Time-stamped TS）やFEC（Forward Error Correction）の運用が規定されている。TTSはTSパケットの先頭に4バイトの時刻情報を付すことにより、伝送路上でゆらぎが生じても絶対時刻でTSの提示を可能とする。FECはデータパケットから生成されるFECパケットを並列に伝送し、受信側で演算処理をすることにより伝送路上で生じたエラーを回復する技術で、Pro-MPEGと呼ばれる方式が採用されている。

一方、日本ケーブルラボのIP放送運用仕様（自主放送）では、ケーブルのネットワーク環境として、図4に示すように、IP放送送出サーバーとCMTSもしくはOLTをケーブル局内また

は専用線で直結した上で、HFC（DOCSIS）もしくはFTTH（PON）で加入者と接続する形態を前提にしている。このため、IPTV-F仕様で規定されているTTSやFECの運用は必ずしも必要ではないが、運用する場合も想定し、受信機（STB）では通常のTSおよび

TTSのいずれも受信できることとし、FECはオプション機能として扱っている。

IP放送送出サーバーとケーブル局ヘッドエンドとの間にCDNが介在するネットワーク形態への対応については将来的な課題としている。

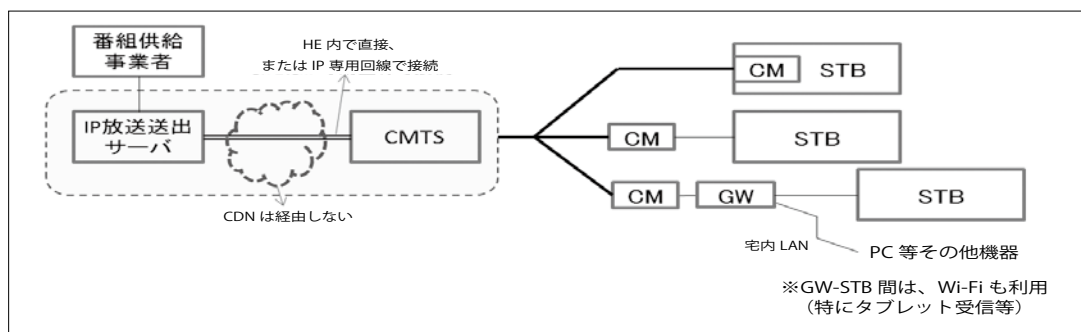


図4 (a) HFC (HE内直接/専用回線)

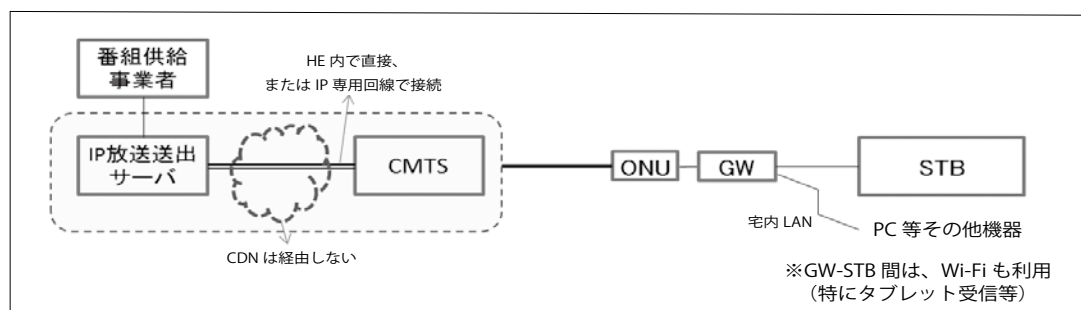


図4 (b) FTTH (HE内直接/専用回線)

② システム構成

図5にIP放送サービスのシステムモデルを示す。

IP放送サービス送出サーバーからのIP放送ストリームおよびSIサーバーからのSI専用ストリームがマルチキャストで受信機に向けて放送されるのに対して、ポータル画面、ログデータ、各種構成情報、時刻情報（NTP）、CAS/DRMのライセンス等は、STBの通信機能を用いてサーバー～STB間で送受信される。

システムモデルを構成する各種サーバーエンティティはIPTV-FのIP放送仕様（IPTVFJ STD-0004 1.3版）およびCDNスコープ サービスアプローチ仕様（IPTVFJ STD-0006 1.3版）に規定されている仕様を基本とするが、ケーブルテレビのサービスモデルに合わせている。

IPTV-F仕様ではCDN事業者とプラットフォーム事業者を区分し、それぞれがCDN構成情報サーバー、PF構成情報サーバーを運用するが、本仕様では事業者を区分せず、1つの統合された構成情報サーバーを運用するこ

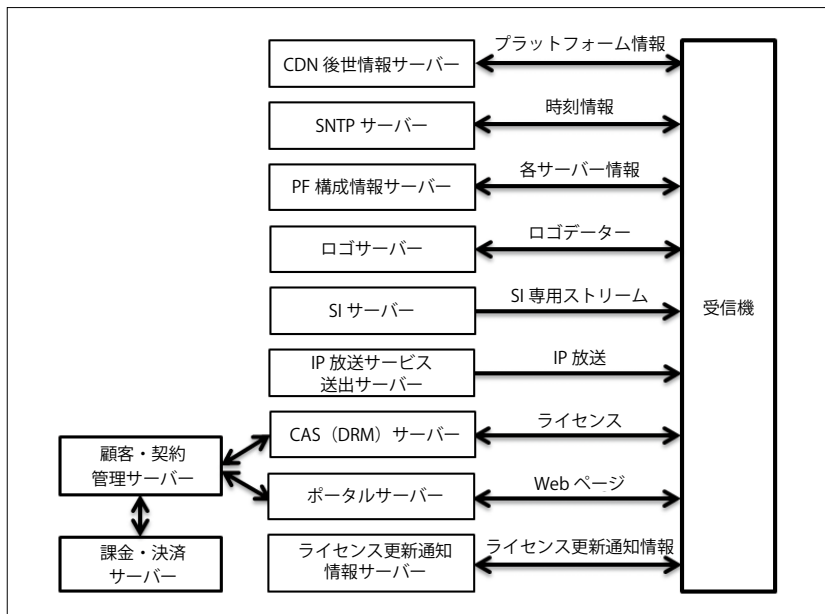


図5 IP放送サービスのシステムモデル

としている。なお、各サーバーエンティティはあくまでモデルであり、必ずしも物理的なサーバーと対応する必要はない。

④ リニア放送仕様とRF仕様／IPTV-F仕様との差異

表3 (a) ～ (c)に、IPリニア放送仕様(JLabs SPEC-028)の主要諸元についてRF仕様との差異をまとめる。

項目	RF 自主放送 (SPEC-017)	IP 自主放送 (SPEC-028)
サービスタイプ	0x01：デジタル TV サービス 0xAD：超高精細度 4K 専用 TV サービス	
最大サービス数	200	
1 サービス当りの最大 ES 数	映像 ES 1、音声 ES 2、 文字スーパー * 等を含む最大 12 ES (*4K では T.B.D.)	
1TS 当りのサービス数上限	12	1
通信プロトコル	N/A	IP マルチキャスト IPv4/IGMPv3 または IPv6/MLDv2

表3 (a) IP放送運用仕様(SPEC-028)とRF仕様の比較(ネットワーク関係)

項目	RF 自主放送 (SPEC-017)	IP 自主放送 (SPEC-028)
PSI テーブル	PAT、PMT、NIT、CAT	PAT、PMT、NIT、CAT CAT は送出しない
NIT[other] 運用	運用する	運用しない
全局 SI テーブル	コンテンツ TS で送信	SI 専用 TS を使用して NIT、BIT、SDT、EIT 送出。 TOT は送出しない
番組詳細情報	運用する	運用しない

表3 (b) IP放送運用仕様(SPEC-028)とRF仕様の比較(PSI/SI、番組詳細情報)

項目	RF 自主放送 (SPEC-017)	IP 自主放送 (SPEC-028)
CAS 方式	C-CAS	IPTVJ STD-0004 「6.2 CAS 方式の詳細」に準拠 (Marlin IPTV-ES)
スクランブル (暗号化) 方式	Multi2 (64bit)	AES (128bit)
EMM 伝送形式	TS	運用しない (メインライセンスは CAS サーバから通信で取得)
誤り訂正 (FEC)	N/A	オプションとして FEC の利用を規定
受信機ソフトウェアのダウンロード	運用する	ダウンロード TS は運用しない。 IP によるダウンロード方法は T.B.D.

表3 (c) IP放送運用仕様 (SPEC-028) と RF 仕様の比較 (その他、CAS等)

表3(a)はネットワーク関連の項目で、TS当たりのサービス上限数がRF放送では12としているのに対して、IP放送においては1となっている点に注意すべきである。

表3(b)に示すPSI/SI関連の項目では、IP放送ではEMMを通信により個別に送受するため、CATを使用しないこと、全局SIテーブルの伝送にはSI専用TSを用いること等が特筆される。

IP放送のCASは、表3(c)に示されるように標準的にはMarlin IPTV-ES (IPTV End System) が用いられるが、他の方式を排除するものではない。RF放送で用いられるMulti2 (鍵長64ビット) と異なり、スクランブル方式としてAES128が採用されており、ハリウッドコンテンツ等の伝送にも対応可能である。

3-2-2 IP-VOD への対応

4KのIP-VODに対応する運用仕様は、IP-VODサービス運用仕様 (JLabs SPEC-030 1.0版) として新規に策定した。

なお、本運用仕様は、2KのIP-VODサービスにも対応し、4Kへの対応は必須としていないため、第3世代STBではない2K専用IP-STB等にも適用可能である。

① サービス運用

図6にIP-VODのサービスおよびネットワークモデルを示す。図に示されるように、映像・音声コンテンツは、「コンテンツ事業者」「VOD PF事業者」「ケーブルテレビ事業者」「利用者」の4者間で流通する。

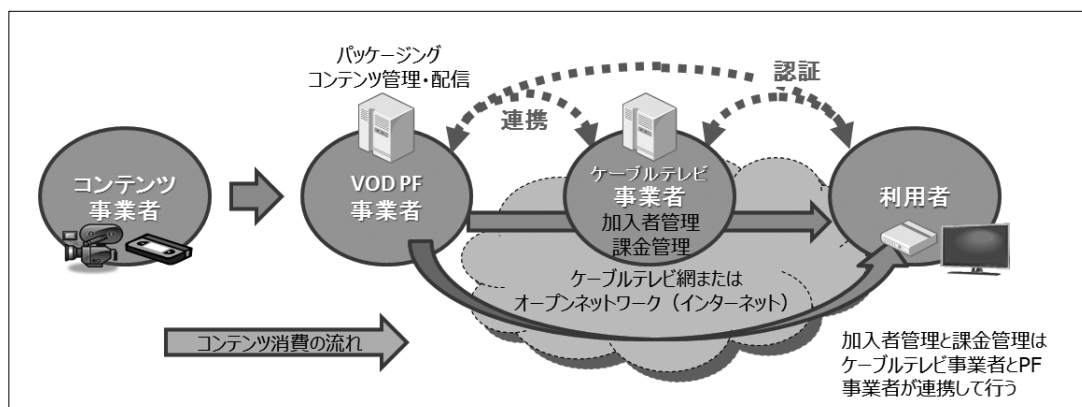


図6 サービスおよびネットワークモデル

「利用者」の4つのサービスプレーヤーによって流通し、消費されることを前提としている。

VODサービスは放送サービスと異なり、映像コンテンツ配信の実時間性よりも利用者の映像コンテンツ視聴に関する要求への柔軟な対応が求められる。そのため本仕様は、IP通信においてケーブルテレビ事業者が運営するネットワークだけでなく、オープンなインターネット網での利用も可能とした。ただしインターネット網は、回線品質が非保証であることから映像及び音声をエラーなく提供するために、配信システムでの誤り訂正や受信アプリケーションでのバッファリングなどの必要な措置を行うことを推奨している。

② システム構成

各サービスプレーヤーのいずれかが保有すべき機能は以下のとおりである。

① サービスに供する映像作品データ提供

② 映像データ配信機能:

配信要求に合わせた映像コンテンツの送出・制御・管理

③ 利用者へのIP-VOD

GUI提示:

映像データメニュー表示、リクエスト入力、トリックプレイ他

④ 課金・決済:

銀行口座、クレジットカード、携帯キャリア決済他

⑤ 利用者認証・管理:

ユーザ・端末登録管理、認証管理

⑥ 利用者環境:

対象端末、対象アプリケーション、ネットワーク環境

要素と前述の4つのプレーヤーとの関係を図7に示す。

③ IP-VOD 運用仕様概要

本運用仕様では、配信方式としてネットワークの輻輳状況に応じてコンテンツ配信を調整し、安定した配信を行う適応型ストリーミング方式であるMPEG-DASH (ISO/IEC 23009-1)を採用した。MPEG-DASHのコンテナ方式としてMPEG-DASH対応ガイドラインではISO Base Media File Format (ISO/IEC 14496-12) (MP4形式) およびMPEG-2 TSの2方式が規定されているが、本運用仕様では前者のみを必須としている。

コンテンツ保護方式としては、ISO/IEC 23001-7で規定されるCENC (Common Encryption)を利用する。CENCは、事業者や受信機によって異なるDRMが利用される環境において暗号化コンテンツを共通利用するための仕組みで、図8に示すように、映像や音声等のコンテンツをDRMに依存しない共通

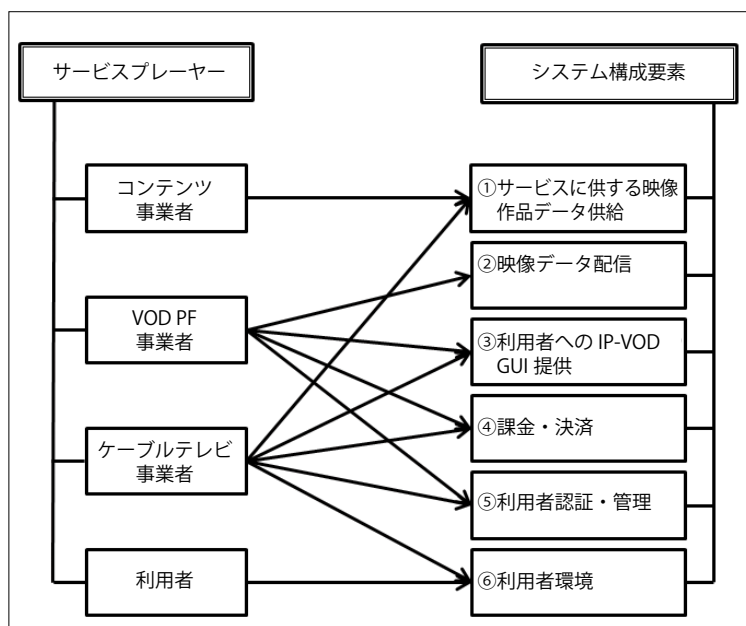


図7 サービスプレーヤーとシステム構成要素との関係図

これらの6つのシステム構成

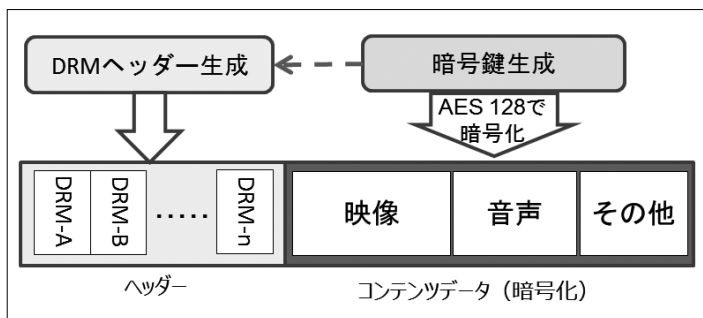


図8 CENC概要

の暗号鍵によりAES128で暗号化した上で、各DRM方式に対応したヘッダを付加する。受信機は、対応するDRM用のヘッダ情報を用い、そのDRM固有の手法で暗号鍵を取得し、コンテンツを復号する。

IP-VODサービス運用仕様では、HTML5ブラウザに関する要件も記載している。すなわち、HTML5ブラウザを使用する場合は、メディア・ストリームを受信機(STB)へ供給するためのAPIとしてMSE(Media Source Extensions)を、受信機がDRMモジュールを呼び出すためのAPIとしてEME(Encrypted Media Extensions)を利用する。

上記を含む主な概要は以下(表4)の通りである。

④ MPEG-DASH 概要

MPEG-DASHは図9に示すようにMPD(Media Presentation Description)およびセグメントと呼ばれる2つのファイルを使用する。

● Media Presentation Description (MPD)

コンテンツのメタデータを記載したファイルでありセグメントのURL等、クライアントがメディアデータを取得しそれを再生するのに必要な情報を記述。

●セグメントファイル

コンテンツデータを数秒単位で分割したファイル。コンテンツがマルチビットレートで提供される場合はビットレート毎に用意される。

システム構成		仕様
システム仕様		
配信方式		MPEG-DASH (ISO/IEC 23009-1:2014)
コンテンツ符号化	コンテナ方式	SO Base Media File Format (ISO/IEC 14496-12) (MP4) MPEG-2 TS (ISO/IEC 13818-1)
	映像符号化	H.264/MPEG-4 AVC H.265/HEVC
	音声符号化	MPEG-2 AAC MPEG-4 AAC
コンテンツ保護		CENC (Common Encryption : ISO/IEC23009-1) スクランブル : 128 ビット AES 暗号モード : CTR モードまたは CBC モード

表4 IP-VOD仕様項目

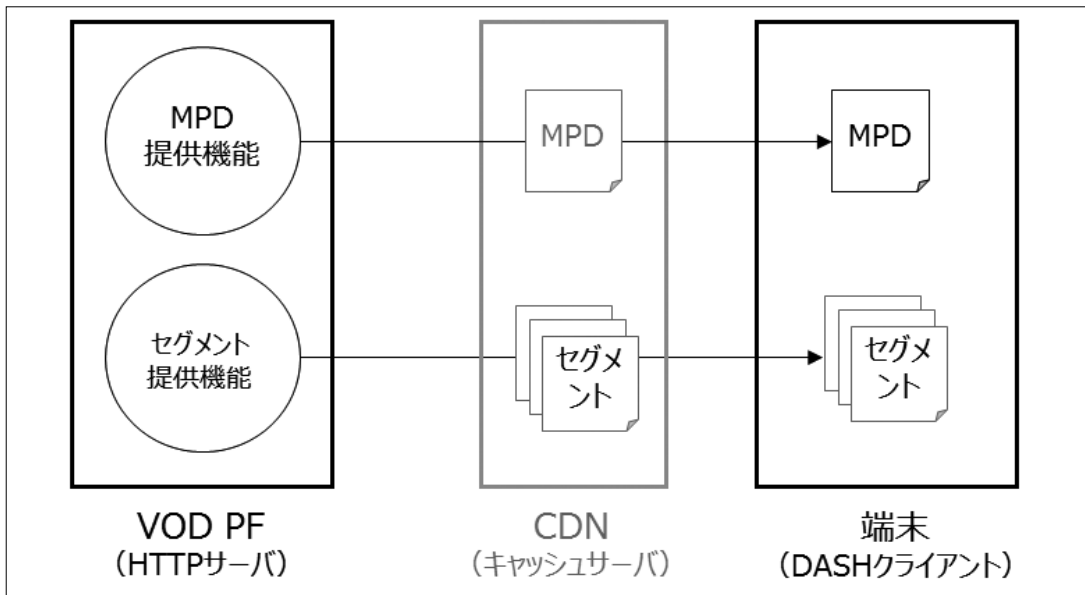


図9 MPEG-DASH配信システム構成

MPDによって記述されるデータモデルを図10に示す。

MPDファイルには、時間軸上の長さを示すピリオド、メディア種別（映像、音声等）を表すアダプテーションセット（AdaptationSet）が規定される。アダプテーションセットの中にビットレート毎のリプレゼンテーションエレメント（Representation）が含まれ、帯域幅（bandwidth）属性値に各リプレゼンテーションのビットレート（bps）が設定される。

コンテンツをマルチビットレートで提供する場合、ビットレート毎に作成したセグメントファイルと、それらに対応するMPDファイルを配信サーバ側に用意する。MPEG-DASHクライアントは、利用している回線の速度に合わせ最適なビットレートのリプレゼンテーションをMPDの中から適宜選択し、セグメントファイルを取得、再生する。

本稿では、ケーブル伝送路を使って4Kサー

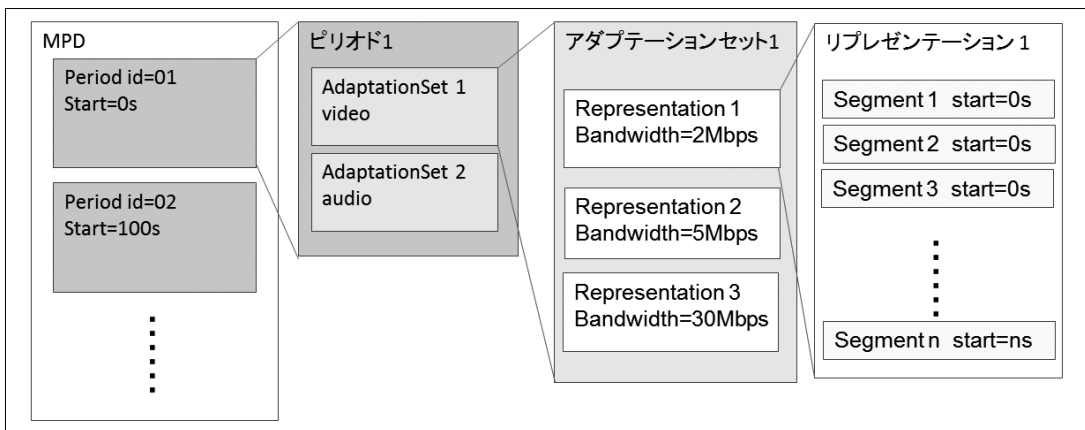


図10 MPDデータモデル

ビスを提供するための運用仕様のうち、RF
自主放送用仕様3件、IPリニア放送用仕様1

件、およびIP VOD仕様1件についてその概
要を解説した。

第4章 まとめ

ケーブル業界では、2016年に試験放送が
開始されるBS 4K放送の再放送への対応に
ついて現在議論が行われている。BS 4K放
送では従来のMPEG-2 TS方式に代わる新
たな多重化方式としてMPEG Media Trans-
port (MMT) や新しいCAS方式が採用さ

れることから、ケーブルヘッドエンドおよびSTB
においてこれら新技術にどう対応するかが大
きな課題となっており、その方針が固まり次第、
具体的な運用仕様の策定に着手する予定と
なっている。