

CATV 網上の放送サービス高度化のための IP 映像配信

山本 秀樹 上田 剛弘
渡邊 和浩

CATV (Cable Television) は、電波の干渉のためTV視聴が困難な地域を対象とした有線テレビジョン放送事業として始まり、現在は、インターネットや電話等の通信を融合するサービスを約2800万世帯に展開している。放送がデジタルに移行する際、CATV事業者の投資を軽減するために、共通の設備を運用するプラットフォーム事業者と呼ばれる連合体が設立された。放送の多くはこのプラットフォーム事業者からCATV事業者に向けて配信され、それを受けたCATV事業者からCATV網につながった視聴者に配信されている。

既に文献5)でも述べたように、現在、様々な場面で放送サービスの高度化(4K/8K化)が進められている。本稿では、CATV網上の放送サービスを高度化する際に重要なIP映像配信に関し、現状の方式との違い、IPのメリット及びIP映像配信用サーバー製品OKI MediaServerについて述べる。

発売されている。8Kも受信機能の無いディスプレイが発売されている。4K/8Kの普及を促進するために、日本としては既に8K放送普及までのロードマップが作成されている。ロードマップは、超高精細テレビ(4K/8K)による放送を早期に実現し、新たな放送コンテンツとサービスの創造を通して、国際社会における映像文化の発展を牽引していくことを目的としている。このロードマップは、放送関連産業の国際競争力の強化を意図しており、世界に先駆けて、次世代の超高精細テレビ(4K/8K)の放送サービス及び受信機の普及を進めることの重要性を説いている。図1に最新のロードマップの概要を示す。この中には、衛星放送、通信事業者網を用いるIPTV及びCATV網を用いるケーブルテレビのロードマップが示されている。

(2) 4K/8K 放送の実現の課題と IP 映像配信への期待

4K/8K放送は、既存の地上デジタル放送(2K)と比較すると、画素数と秒あたりの画像の枚数(フレーム数)が増えるため伝送に必要な帯域が増える。しかしながら時代ともに映像圧縮技術の進歩もありデータ量の増加(帯域の増加)は抑えられている。表1に2K~8Kに必要な帯域を示す。

放送サービスの高度化とIP化の必要性

(1) 4K/8K 放送のロードマップ¹⁾

既に4Kについては4K放送の受信機能を内蔵したTVが

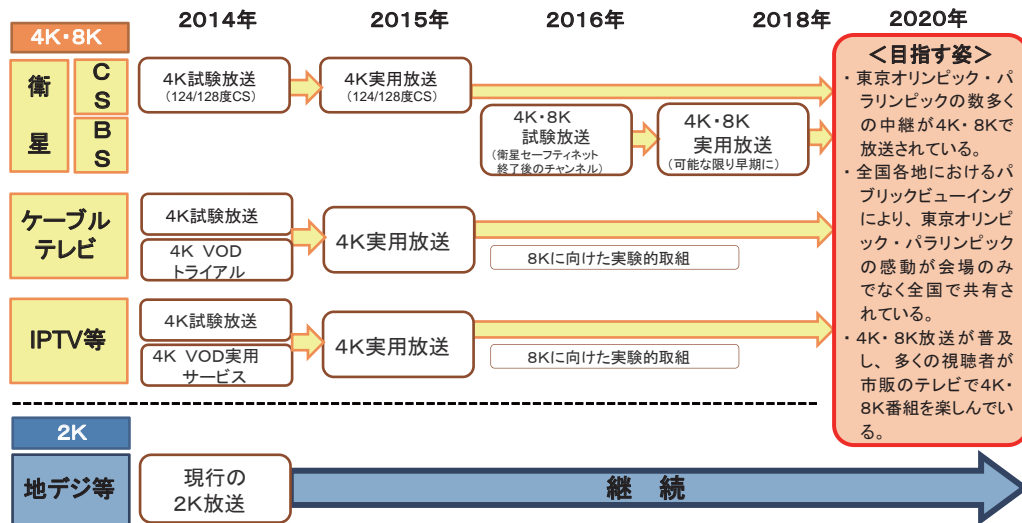


図1 4K/8Kロードマップ(出典:総務省の公表資料¹⁾より抜粋)

表1 2K～8K 放送に必要な帯域

放送	画素数	フレーム数	映像メディア	帯域 (Mbps)
2K	1,920×1,080	30	H.262 / MPEG-2	16～18
4K	3,840×2,160	60	H.265 / HEVC	20～30
8K	7,680×4,320	60	H.265 / HEVC	70～80
		120	H.265 / HEVC	90～110

国内のCATVで採用されているITU-T J.83 Annex CによるRF (Radio Frequency) 伝送方式は、64QAM (Quadrature amplitude modulation) で29.16Mbps、256QAMで38.88Mbpsの伝送能力があるので、4Kサービス(20～30Mbps)は、既存の6MHz幅のチャンネルを用いて伝送可能である。しかしながら、8Kになると64QAMおよび256QAMの伝送容量を大幅に超えるため、新たな方式の採用と設備の構築が必要になる。新たな方式としては、複数搬送波によって広帯域の映像を送る方式(複数搬送波方式)と、伝送にOFDM (Orthogonal Frequency MultiPlexing, 直交周波数分割多重)を用いる方式がある²⁾。

RFでの新たな方式の検討だけでなく、IPでの映像伝送の検討及び実現も進んでいる。2013年5月総務省「放送サービスの高度化に関する検討会」では、CATV業界において整備が急がれる機能として「IP映像伝送サービスに関する機能」が挙げられ、理由は以下のように記載されている³⁾。

『今後、OTT (Over The Top) 等他分野の映像配信サービスとの厳しい競争に対応していくためには、STBを介して家庭内のテレビに配信する従来の形態に加え、スマートフォン、タブレット等幅広い機器への対応が不可欠。これをより簡易なシステム構成と、低廉なコストで実現していく上では、今後、映像配信システムをIP対応に切り替えていくことが必要。』

また、文献4)によると、CATV事業者向けに、デジタル放送コンテンツを共通的に配信するプラットフォーム事業者も、CATVの高度化に向けて放送サービスのIP化の検討を進めている。さらに、放送サービスのIP化は現在CATV事業者が進めているネットワークのFTTH (Fiber To The Home) 化や放送の大容量化に対応できることが述べられている。

なお、放送サービスのIP化に関しては既に通信の標準化団体が、標準を策定している⁵⁾。しかしながら、CATV網と通信事業者網は異なるため違いを考慮する必要がある。以下ではまずそれらの違いを述べることによってCATV網上でのIP映像配信の特徴を明らかにした後、IP伝送方式とRF伝送方式の比較を行う。

(1) 通信事業者網でのIP映像配信～IPTV

国内では、通信事業者によるFTTHの普及に伴い、その上での映像サービスの一つとして2004年ごろより商用のIP映像配信サービスが始まった。当初は事業者毎に独自の規格でサービスを行っていたが、放送事業者及び通信事業者を中心に業界団体であるIPTVフォーラムが設立され、IPTVの共通規格が策定された。IPTVは、品質の管理されたネットワーク上でのIPによる映像サービスを意味する。IPTVの基本サービスとしては、IPの双方向性を生かすことで、コンテンツを視聴したい時に視聴できるVOD (ビデオオンデマンド) と、放送をマルチキャストで配信するリニアTVがある。その後、制定された国内標準をベースに国際標準が制定され⁵⁾、さらにそれらは4K放送の対応に向けて改版が行われている⁶⁾。

(2) CATVとIPTVの運用モデルの違い

CATV網上のIP映像配信サービスを実現するにあたって、国内のCATVの標準化団体である一般社団法人日本ケーブルラボによって、上記のIPTVフォーラムの標準を基本としつつ、同団体の規定したRFによる4K自主放送運用仕様JLabs SPEC-017第3版の構成・内容を踏襲しながら4KのIP自主放送の標準仕様JLabs SPEC-028が定められた。この中では、IPTVのリニアTVはIPリニアと呼ばれている。標準化にあたっては、同じIPでの映像配信ではあるが、網の構成や運営の違い、網の特性に基づく品質の違いが考慮された。図2に構成と運営の違いを示す。図2(1)はIPTVのモデルであり、(2)はCATVのモデルである。IPTVでは、STB (Set-Top-Box) を接続する通信事業者網の上に、IPTVのサービスを提供するIPTVサービス事業者が複数存在することを想定している。これらのサービス事業者は、それぞれ競合するサービスを提供しており、利用者はそのうちの少なくとも1つに加入していることを想定している。IPTVのSTBは、網に接続した後、網の中にどのようなサービス事業者サービスがあるかを、プラットフォーム構成情報データベースに問い合わせ、利用者の契約しているサービス事業者に接続する機能を持つ。

一方、図2(2)に示すCATVの場合は、STBは通常CATV事業者の管理の元に配布され、そのSTBは配布元のCATV事業者の提供するサービスにのみ接続することを前提としている。一方で、コンテンツの提供は、CATVのプラットフォーム事業者が各々のCATV事業者に共通的に提供するコンテンツと、CATV事業者が独自に用意するコンテンツの両方をSTBが視聴できることが要求される。例えば図中STB (c) の利用者は、CATVプラットフォーム事業者が配信するコンテンツとCATV局 (A) が独自に配

信するコンテンツを視聴することができる。STB (d) の利用者は、CATV局 (B) の配信するコンテンツは視聴できるがCATV局 (A) の配信するコンテンツは視聴することができない。

(3) CATV と IPTV の網の特性の違い

IPTVでは、FTTH回線を前提とし、IPパケットの伝送路上のゆらぎや伝送路誤りに対応するために、それぞれTTS (Time-stamped TS) およびFEC (Forward Error Correction) の運用が規定されている。TTSはTSのパケットの先頭4バイトの時刻情報を付けることで伝送路上のゆらぎが生じても絶対時刻でTSの提示を可能とする。FECは映像データパケットから生成されるエラー訂正用のFECパケットを映像データとは別のデータとして同時に送信し、伝送路上でエラーがあった場合、FECパケットを元に演算処理によって受信側でエラーを回復する技術である。

一方CATVネットワークでのIP伝送の環境として、図3の3つの環境を想定している。(1)の帯域占有型IPリニアで使用するエッジQAMはIPで伝送する映像信号をRFのQAM信号に変換する装置である。利用者のSTBがIP放送を要求した場合、あらかじめ決められたチャンネル用の帯域の中から帯域を確保して割り当てる。エッジQAMの制御のための信号や映像以外の情報(番組表等)は、CM (Cable Modem) とCMTS (CM Termination System) 間のデータとして伝送する。(2)の帯域共用型は、映像のIPパケットも、通常のインターネットサービスで使用するCM-CMTS間の帯域を使用して伝送する。これら2つの方式は、物理層で誤り訂正を含んだCATV上のデータ通信規格であるDOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications) に対応しているため、TTSやFECは必ずしも必要ないが、STBはTS及びTTSの両方の受信を必須とし、FECはオプションとして規定している。

IPで複数個所に同じデータを伝送する際に使用するマルチキャストの運用は、網内で個々のマルチキャストを識別する際に、マルチキャストの送信元を指定し識別できる方が、セキュリティ上優れている。そのため、配信元のアドレスとマルチキャストアドレスの両方を用いて放送を識別するソース特定マルチキャスト方式であるIPv4用のIGMPv3 (Internet Group Management Protocol Version 3) およびIPv6用のMLDv2 (Multicast Listener Discovery Version 2) をIPTVおよびCATVの両方の規格で採用している。CATVの場合、図2(2)のように局間網とCATV網の2つの送信元があるがそれらが別のアドレス体系の場合があるので、ソースを指定しないIPv4用のIGMPv2も利用可能となっている^{*1)}。

(4) CATV 網上での RF 放送と IP リニアの比較

*1) IPTV フォーラムの仕様も最新版ではCATVと同じように、IGMPv2, IGMPv3, MLDv2 が利用可能となっている。

表2にRF伝送方式によるRF放送とIP伝送方式によるIPリニアの比較を示す。8Kの放送配信を考えると、FTTH化が進んだ環境では、IPリニアのPON (Passive Optical Network) 型の構成を採用することが可能となり、8K伝送設備、コンテンツ保護、及びSTBの観点でIPリニアの方が新規設備の導入を少なく8Kへの対応が可能になると考えられる。

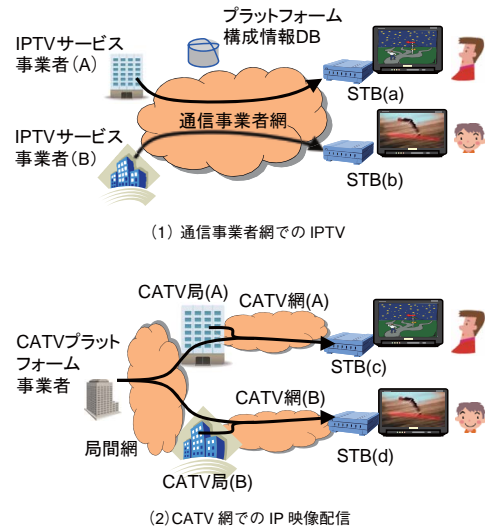


図2 通信事業者網とCATV網でのIP映像配信の構成と運営

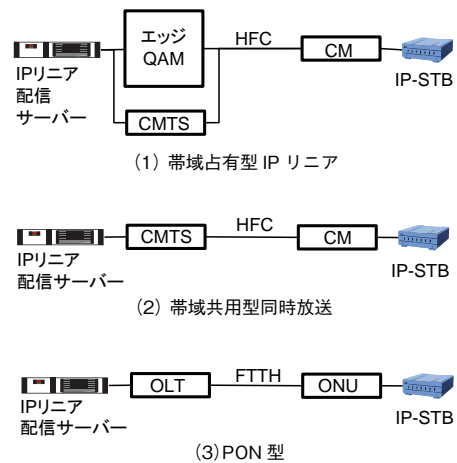


図3 CATV 網での IP 映像配信の構成

表2 RF 放送と IP リニアの比較^{*}

サービス	RF放送	IPリニア		
		帯域占有	帯域共用	PON
設備更新	QAM導入	エッジQAM 新規導入	帯域共用	既存利用
STB	QAM有(高価)	QAM無(安価)		
コンテンツ保護	次世代CAS検討中	128bit AES (Marlin)対応済		
8K伝送	複数搬送波 または OFDMに対応必要	DOCSIS 3.0で対応可		既存利用
品質	安定	安定	優先制御要	優先制御要
訂誤 正し	上位層	無		
	物理層	有	有	無

※文献8)に、著者らが一部加筆。

CATVのIP映像配信向けOKI MediaServer

著者らは、長年にわたり通信事業者のIPTVサービス向けのプラットフォーム製品OKI MediaServer(以下、OMS)を開発してきた^{5),6),7)}。OMSは国内外のIPTVの標準に対応していること、数百万規模の会員を擁する大規模システムにも対応が可能なこと、商用サービスでの実績を有することといった特長を持つ。また、STBへの配信だけではなく、スマートフォン、タブレット等幅広い機器への配信にも対応している。本章では、上述のCATV網上のIP映像配信の特徴を踏まえつつ日本ケーブルラボのJLabs-SPEC 028に対応したOMSの機能等について述べる。

(1) IP リニア映像配信機能

OMSは、H.265で圧縮された映像コンテンツを、IPv4及びIPv6のマルチキャストで配信する。配信する際に、コンテンツ保護のための暗号化、TTS化、及び伝送路の誤り対応のためのFECを追加する。

配信する映像コンテンツの入力には、リアルタイムエンコーダーや番組送出装置の出力を用いることができるだけでなく、H.265で圧縮したコンテンツをOMSのビデオ用ファイルシステムに格納しておき、指定された時刻に配信することが可能である。

配信する番組の電子番組表などのSI(Service Information,サービス情報)の配信にも対応している。

(2) CATV プラットフォーム事業者信号変換機能

CATVでは、図2(2)に示すように、映像信号は、CATV事業者だけでなく、CATV事業者に接続しているCATVプラットフォーム事業者からもIP映像配信として送られてくる。OMSは、利用者がCATVプラットフォーム事業者の映像信号と、CATV事業者独自の映像信号とをシームレスに視聴できるようにする機能を備えている。具体的には、CATVプラットフォーム事業者とCATV事業者の使用しているアドレス体系が異なる場合の統一化や、電子番組表などの情報の統一化である。

(3) 複数放送同時処理機能

1台のサーバーで、数十チャンネルの放送をIPリニアで配信することができ、RF放送と比較するとコンパクトな放送システムを構築することが可能である。

おわりに

本稿では、CATV網上で4K/8K放送を行う上で重要なIP映像配信に関して述べた。まず、現状のRF方式で4K/8Kといった放送サービスの高度化を実現する上での課題を述べた後、CATV網でのIP映像配信と通信事業者網でのIPTVとの違い及び、RF方式と比較した場合のIP映像配信

のメリットを述べた。さらに、CATV網上でIP映像配信を行う場合のプラットフォームである、OKI Media Serverの機能を説明した。今後は、ロードマップに沿って今後導入が予想されるMMT(MPEG Media Transport)への対応など、CATV事業者のIP化への移行に必要な機能の拡充を行っていく。

参考文献

- 1) 総務省：「4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告」の公表, 2015年7月30日
- 2) 百木：日本ケーブルラボが拓くケーブル4Kの未来 第3回ケーブルにおける4K伝送」、衛星&ケーブルテレビ, 2015年6月号(2015)
- 3) 総務省：ケーブル・プラットフォームに関する検討結果について、放送サービスの高度化に関する検討会(第3回会合) 配付資料(2013)
- 4) 安田：ケーブルプラットフォームにおけるIPTVの可能性, ITUジャーナル2014年2月号(2014)
- 5) 山本：IPTVの標準化動向とOKIの取組み, OKIテクニカルレビュー, No.215(2009)
- 6) 山本：4K/8K時代に向けたIPTVの標準化動向とOKIの取組み, OKIテクニカルレビュー, No.226(2015)
- 7) <https://www.oki.com/jp/streaming/>
- 8) <http://www.jlabs.or.jp/archives/20958>

筆者紹介

山本秀樹：Hideki Yamamoto. 情報通信事業本部ネットワークシステム事業部 マーケティング部

上田剛弘：Yoshihiro Ueda. 情報通信事業本部ネットワークシステム事業部 ソリューションSE部

渡邊和浩：Kazuhiro Watanabe. 情報通信事業本部ネットワークシステム事業部 ソリューションSE部

TIP 【基本用語解説】

ITU-T

(International Telecommunication Union - Telecommunication sector)

国連の通信に関する標準機関である国際通信連合の通信部門