

新連載

日本ケーブルラボが拓くケーブル4Kの未来

第1回 ケーブル4K 総 論

日本ケーブルラボ専務理事
松本 修一



4K放送という新技術をうまく活用すれば、再度ケーブルTVの勢いを増すことができる。既存のケーブルTV設備をうまく流用すれば、地上波よりも有利に4Kコンテンツが提供できる。まずこのことを多くの読者に知ってもらいたい。そしてその具体的な運用方法を、伝えることができないだろうか。

日本ケーブルラボを取材した折、この考えをぶつけてみた。そうしたところ、全く同じ想いで一致した。そこでラボが主筆となる技術解説のページを考えた。4Kに関する正しい知識を広め、多くのオペレーターが4K導入に前向きになれるような企画を。

それが今月よりスタートするこの新連載だ。1年を通じて4Kの基礎知識から最新動向まで、リアルな情報をお伝えしていく。まず記念すべき第1回は「ケーブル4K総論」だ。既存の設備の中で4Kをどのように扱えばいいのか、その大枠を分かりやすく解説してもらった。

(図版提供:日本ケーブルラボ)

第1章 はじめに

日本ケーブルテレビ連盟を中心として、プラットフォームの検討がいよいよ実行段階に入り、今、最も期待されるサービスとして、ケーブル4Kの実用放送が、いよいよ今年、始まる。これと並行して、日本ケーブルラボでは、次世代STBに続く4K用のケーブルSTBを第3世代STBと位置づけ、ラボ運用仕様書としてケーブルRFとIPの自主放送、IP-VODの各仕様をまとめ上げた。今回折り込んでいない衛星再放送仕様に関しては、放送側の運用仕様がARIBで完成し次第、日本ケーブルラボにおいて策定される。運用仕様発行からメーカー商品化までの18か月ルールの規定に従えば、2016年のBS17チャンネルによる4K/8K試験放送サービスやリオ五輪への対応も危ぶまれ、ケーブルラボとしては、ケーブル事業者・メーカーと密に連携し、2018年の4K衛星放送の対応にスムーズに移行できるよう、引き続き迅速な対応を取って行かなければならない状況にある。

ケーブル4Kへの業界期待度が高いのは、4Kという従来のハイビジョンに対して縦横各2倍の高解像度を有する究極の高画質映像を、現行のケーブル伝送システムの仕組みを変更することなく、現状設備のままで、サービス提供できる点であり、地上デジタルや衛星放送に対する大きなアドバンテージと言える。これにより、現状2700万世帯のケーブル加入者に対して、800万台のSTB設置世帯数という状況を、この4Kサービスをきっかけとして大

幅に増やす好機でもあると言えよう。そして、その最初のターゲットは、2016年リオ五輪のケーブル4K再放送であると期待される。ケーブル事業者の中には、現時点で4Kサービスに懐疑的な方も相当数おられると伺っている。しかしながら、競合するであろう「ひかりTV」や「スカパー」が4Kサービスを本格化し、ケーブル加入者が解約する事態になってからでは遅いという事を強く感じとるべきであり、米国Netflixのこの秋の日本進出が、4Kの世界にビジネス的にも大きなインパクトを与える事も想定しておかなければならない。

このような状況から、ケーブル事業者に対して、今一度、4Kサービス実現の意義、サービス実現のためのシステム構成と設備投資など、担当者はもとより、経営層の方々の理解も深める事を目的として、今回、テレケーブル新聞社の誌面をお借りして、全12回、一年間のシリーズとしてラボが4K解説を担当することとした。読者の方々には、一年のおつきあいとなるが、シリーズ最後までよろしく願いたい。また、ところどころ個人的見解や判断が入り、読者に誤解を招くことも懸念されるが、逆に、読者の理解にあいまいさや混乱を来さぬよう配慮し、あえて言い切る表現による記述を心がけた。そのため、記載の一部はみなさまのご判断に委ねることをご容赦願いたい。本号では、このシリーズの前置きの位置づけとして、まずは全体概要を総論的に述べることにする。

第2章 テレビ放送の高度化とケーブル STB の進展

まず、最初に、テレビ放送の高度化を概略的に追ってみると、1953年、我が国のテレビ放送が白黒でスタートし、その7年後の1960年に白黒テレビでの受信も可能なNTSCと呼

ばれる複合カラーテレビ（コンポジットカラーTV）が登場。さらに1996年には、デジタル放送が始まり従来の標準テレビ（SD）に加えてハイビジョン（HD）のサービスが開始された。

この時のカラーテレビ方式は、輝度と2つの色差の3つの成分を独立に符号化処理し、受像機まで一切の合成処理を行わないコンポーネントカラー TV方式であり、それ以前のコンボジットカラー TVに比べて信号帯域も拡大し、クロスカラーなどの干渉もなく、格段に画質が改善された。ただ、業界の中には、この画質改善をHDのおかげと誤解している方が意外と多い。その後のテレビ放送の進化は(図1)に示す通り、加速度的に進展し、デジタル放送の前と後では、大きく異なっていることに注目したい。すなわち、およそ2、3年おきに何らかの進化を遂げており、通信業界に関わってきた立場で言うと、まさに、通信技術の進展スピードと放送技術の進化が同等になっていることに気付く。その一方で、通信を象徴するデバイスであるタブレットやスマホと家庭のテレビでは、買い替えの概念が全く異なり、技術の進化にテレビを対応させるための橋渡し役として、ケーブルSTBの役割は極めて大き

いと言える。

今後のテレビ放送の進化の方向性は、大きく分けて、通信サービスとの連携を意識したスマート化と4K/8Kの高解像度化との2つの流れに整理する事ができよう。そして、この流れにケーブルとして対応するのが、第2世代STB、第3世代STBとなる。すなわち、第2世代STBは、インターネット、モバイル、ホームネットワークの3軸で通信連携サービスをテレビ上で実現する。これに対して、第3世代STBは、4Kと、ハイブリッドキャスト、屋内外のリモート視聴のテレビサービスを実現する、あくまでもテレビサービスを主体とするSTBの位置づけとして、今年、その商用機が登場する。したがって、これら2つのSTBは、サービス目的で当面すみ分けられており、現在、デジタル多チャンネルテレビ対応の第1世代と第2世代STBが併用されているのと同様に、当面は、第2世代と第3世代STBも併用され、結果的にケーブルSTBの市場総数は今後増加して

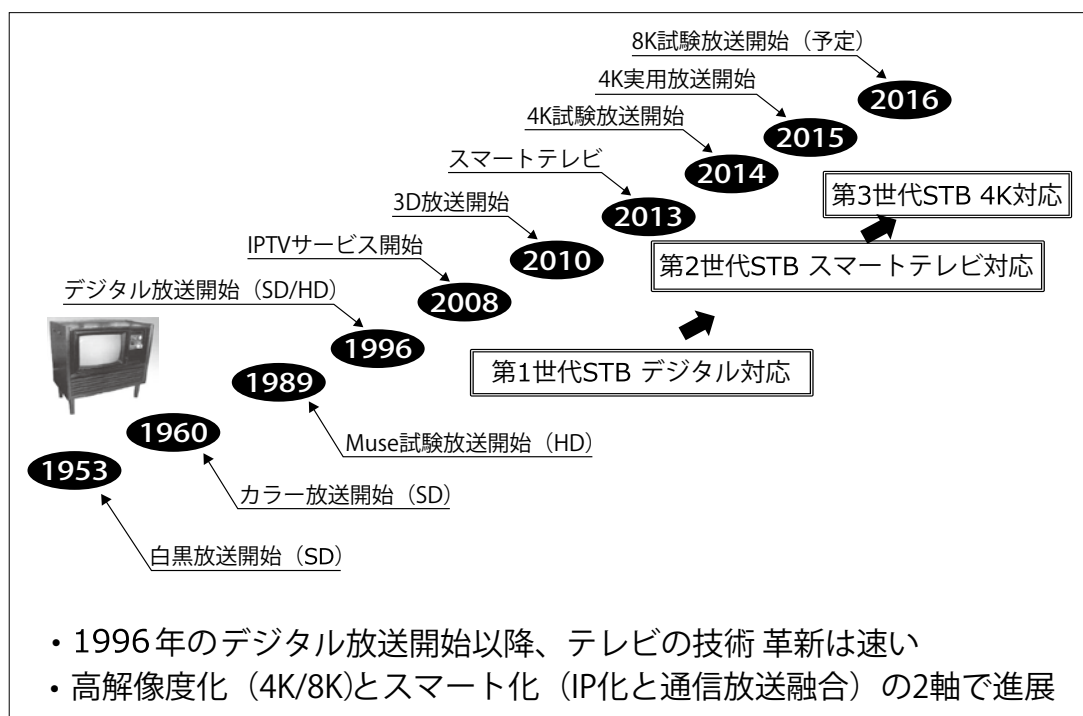


図1 テレビ放送の高度化とケーブルSTBの進展

いくと予想する。特に、この2つのSTBは、インターネット加入を原則とするため、ケーブルインターネットの加入者500万のさらなる拡大も期待できる。なお、前述の通り、第3世代STBの最初のブレイクポイントは2016年の衛星再放

送とリオ五輪で、4Kテレビ受像機が、2015年末まで累積販売200万台とされていることから、まずは、このユーザーをケーブルがどう囲い込むかがポイントと言えよう。

第3章 4K HEVC エンコーダーとケーブル伝送

2013年に策定されたHEVC(High Efficiency Video Coding:H.265)のエンコーダーの概念構成図を(図2)に示す。この方式は動き補償直交変換符号化方式と呼ばれるもので、画面間と画面内の適応予測を画面内のブロックごとに行い、その差分信号を周波数変換し、人間の視覚特性を考慮して情報圧縮するもので、従来のMPEG-2(H.262)やMPEG-4(H.264)と基本的には同じ枠組みとなる。ただ、H.265では、従来リアルタイム処理が困難であった、画像の動きや絵柄など局所的な特徴の変化に合った究極的な適応処理を導入することで、改善に次ぐ改善を重ね、

H.262に対して4倍、H.264に対して2倍の圧縮効率を実現している事が特筆される。この適応処理は、符号化ブロックサイズ、動き補償精度、ループフィルター、可変長符号化の4点に集約される。最新性能のエンコーダーによる映像メディアに対する各符号化方式の所要ビットレートの現状を(表1)にまとめる。ケーブル4Kがサービスの対象とする4K60Pに対しては、20-30Mbpsの伝送レートが必要となる。これを、ケーブルの伝送レートに当てはめると、RF64QAMで29Mbps、256QAMで39Mbps、IPはDOCSIS2.0 64QAMで27Mbps、同256QAMで39Mbpsが確保でき

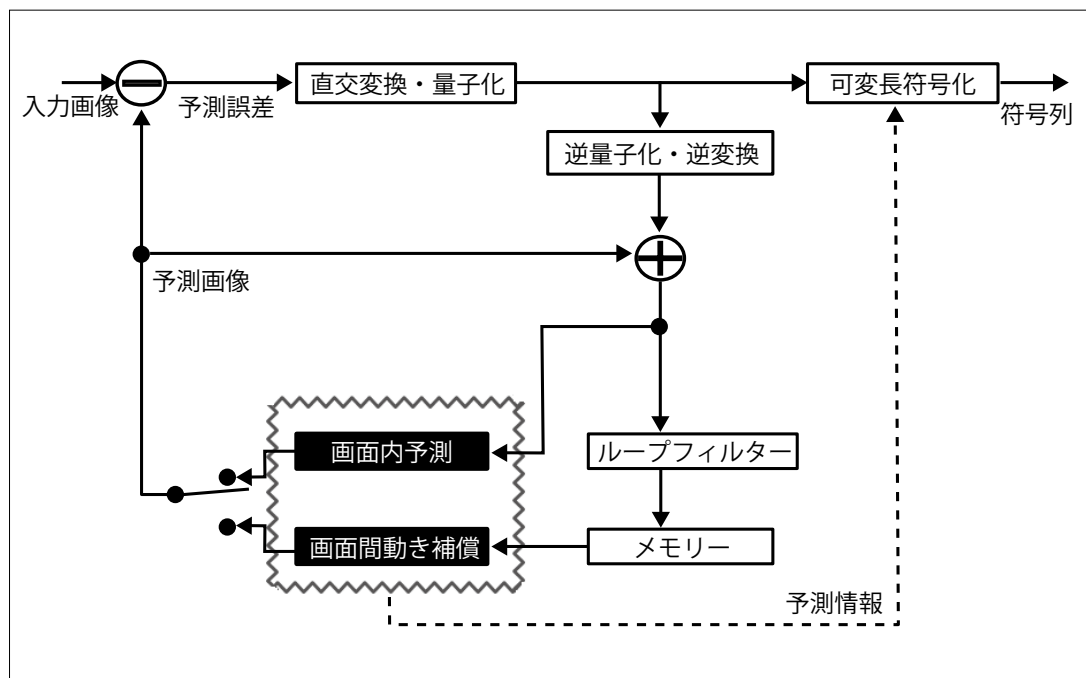


図2 HEVCエンコーダーの概略構成図

るため、ケーブルはRFもIPも何ら問題なく4Kを、現状のインフラを使ってサービス提供できるアドバンテージを有している。

一方、既存のHFCにおける4Kサービス提供のための回線確保に関連し、(図3)に、回線の効率化例を示す。すなわち、ケーブル

事業者により多少の差異はあるものの、現状は770MHzまでで7チャンネルの空き回線がある。これに対して、本年3月末に終了したデジアナ12チャンネルを利用すると19チャンネルに増え、さらに、現在のトラモジ・パススルーの2つのケーブル再送信のうちトラモジを止める

映像メディア		2K (60i)	4K (30P)	4K (60P)	8K (60P)	8K (120P)
画素数 (横×縦)		1,920×1,080	3,840×2,160	3,840×2,160	7,680×4,320	7,680×4,320
H.262 MPEG-2	(Mbps)	18	70	100	300	400
H.264 MPEG-4/AVC	(Mbps)	8	35	50	150	200
H.265 HEVC	(Mbps)	4	15~20	20~30	70~80	90~110

圧縮符号化方式の進歩により、概ね2倍の圧縮効率

表1 圧縮技術による映像の伝送容量(最新性能)

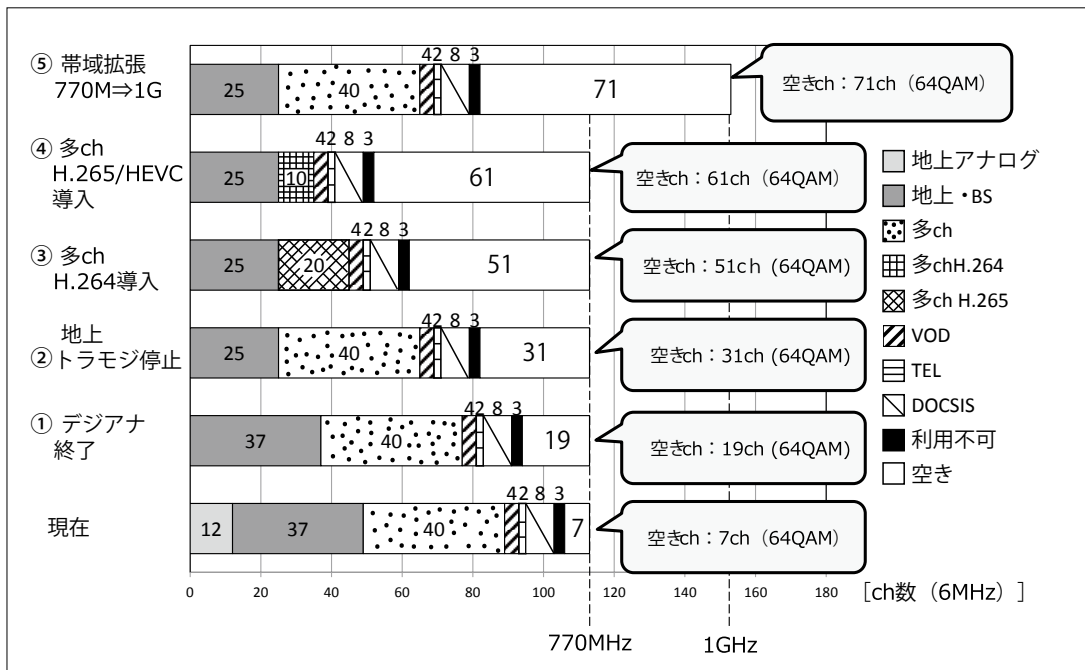


図3 既存HFCにおける帯域の効率利用例

と12チャンネル増えて、合計31チャンネルが空くこととなる。圧縮方式也多チャンネルにHEVCを導入すると30チャンネル増えて61チャンネルとなる。究極は、770MHzを1GHzに帯域拡大すると、71チャンネルが利用可能となる。ちなみに、これは256QAMでデジタル

変調すると2.8Gbpsにも相当するレートとなる。

いずれにせよ、4Kサービスを提供するための回線確保を、どのようなシナリオで進めるべきか、インターネットのトラフィック増を含めて業界を巻き込んだ議論が必要である。

第4章 4K配信システム構成とインフラコスト

4Kのあるべき配信システムを議論する前に、現行の自主放送システムをおさらいしておく。自主放送は、リマックス方式、i-HITS方式、JC-HITS方式の3つの配信システムに大別される。その中で、リマックス方式を例にとると、(図4)の構成となる。すなわち、ケーブル事業者側ヘッドエンドでコンテンツのエンコーダー、プレイアウトはもとより、NIT（ネットワークインフォメーションテーブル）、EPGなどのコン

テンツに付随する情報を多重化したうえ、スクランブルをかけてQAM変調し、各家庭への番組配信まで、すべての機能をヘッドエンドで担う構成となる。4Kに関しても基本的には、これら配信までの機能はすべて必要となるが、現在日本ケーブルテレビ連盟が進めている業界共通のケーブルプラットフォームと各ケーブル事業者の役割分担、投資負担などを考慮すると、その構成はいくつか考えられる。すな

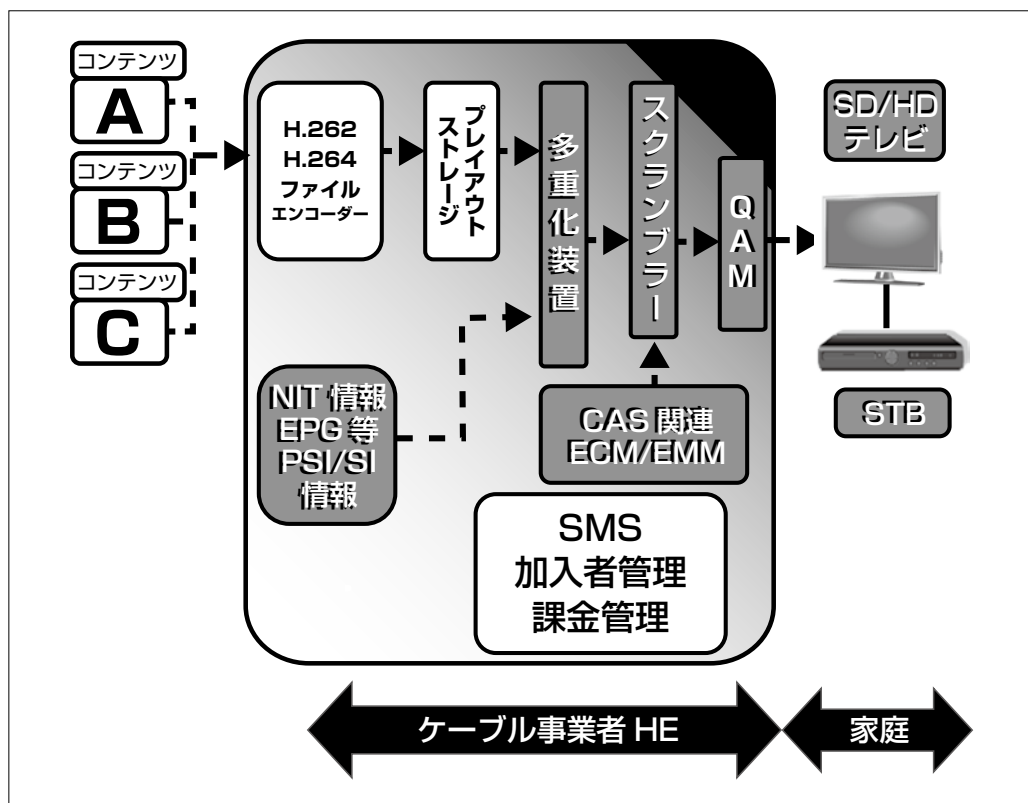


図4 現行自主放送システム構成 (リマックス方式)

わち、可能な限り各ケーブル事業者の設備投資負担を軽減するという視点に立つと、(図5)に示したように、各局が自ら制作した4Kコンテンツならびに番組提供事業者から調達したコンテンツを、日本ケーブルテレビ連盟が現在運営するAJC-CMSの共通コンテンツサーバーにいったん蓄積し、プラットフォームにおく。そのうえで、エンコード、多重化、スクランブルなど最大限の必要な処理を施し、事業者ヘッドエンドにIP送出する。ヘッドエンドでは、受信IP信号からMPEG2-TS信号に戻し、QAM変調を行うだけで、各家庭に番組配信を行う。これは、現在のJC-HITS方式と同等な構成を示し、ケーブル4Kサービスのスモールスタートとして、最もふさわしい構成と判断できる。これをベースに、CASなし、NIT変換なし、EPGなし、QAM再利用の4要素を考慮すると、プラットフォームならびに事業者ヘッドエンドの設備投資のさらなる低減が可能となる。すなわち、4K放送に限定して視聴制限をかけない運用によりスクランブラー、ECM、EMM、CAS制御サーバー、CAS関連情報サーバー

一、SMS改修の必要がなくなる。また、NITに関しては、アナログ停波の空チャンネルを活用し、4K放送で使用する物理的周波数を全国统一することにより、ヘッドエンド側でのNIT変換装置は不要となる。同様に、EPGについても、番組表を冊子対応にすることにより、EPG生成・送出装置が不要となる。また、事業者が所有するQAM予備機を活用することにより、投資負担が、さらに、軽減される。以上により、図5の破線で囲まれた機能はすべて不要となる。その結果として、本来、ケーブルプラットフォームとケーブル事業者の設備投資額が各1億7000万円、700万円必要だったものが、8100万円、400万円とおよそ半額まで概算コストカットが可能となる。また、4KのIP自主放送ならびにIP-VODについても同様な施策を講ずることにより、IP自主放送ではプラットフォームに7000万円、ヘッドエンドにL3スイッチ分100万円、IP-VODでは、DRMが必要不可欠とみなして、プラットフォームに8000万円、ヘッドエンドに1100万円の設備投資が必要になると概算想定される。

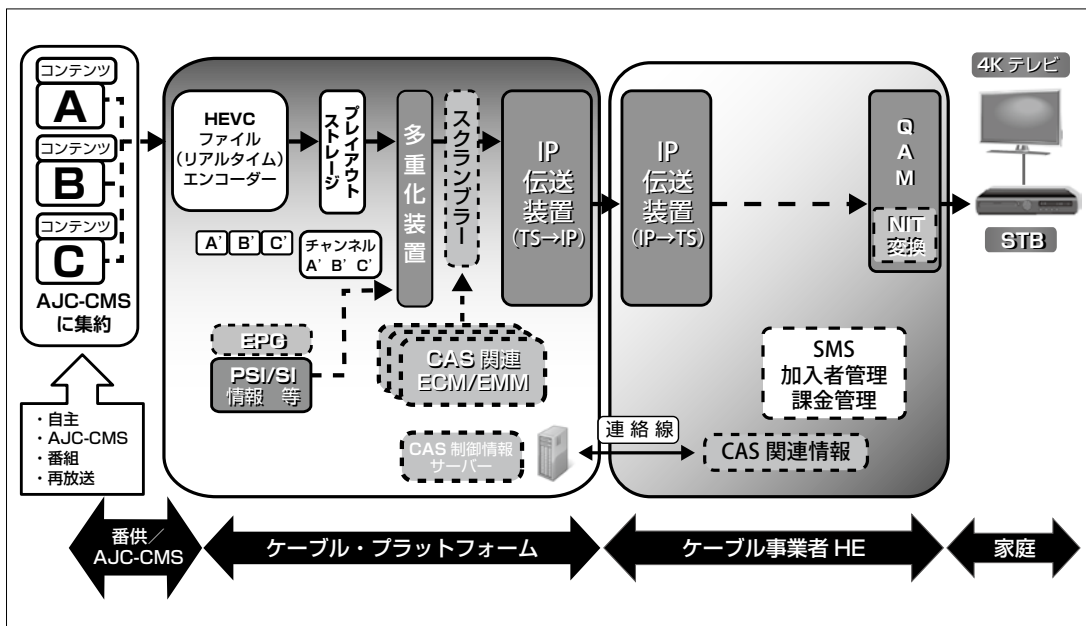


図5 4K自主放送システム構成(プラットフォームフル方式)

第5章 4K BS再放送のケーブル対応

前述の4K自主放送ならびにIP-VODに加えて、2016年試験放送開始のBS17チャンネルの4K放送のケーブル再放送に関しては、BS放送運用仕様が確定し次第、ケーブルラボにて、ケーブル再放送運用仕様が策定されることとなる。このBS放送運用仕様では、新しい技術の導入が予定され、ケーブル側でその対応に苦慮する状況にある。すなわち、従来、コンテンツとネットワークの2つのレイヤーの中間に位置するメディアトランスポートレイヤーとしてMPEG2-TS/MULTI-2が、地デジをはじめとするすべての映像サービスに共通して用いられてきた。これに対して、BS4K放送では、視聴デバイスやネットワークの多様化を考慮して、番組に閉じたストリームフォーマットではなく、番組を構成する映像・音声・データのコンポーネントごとに伝送フレームを作ることとなる。各コンポーネントの関連をフレームヘッダでダイナミックに定義することにより、マルチデバイス視聴や通信連携を

可能とするMMT (MPEG Media Transport) という新しいトランスポートレイヤー技術が採用される見通しとなっている。さらに、これに関連して、CASに関しても従来の64ビットMULTI-2暗号から128ビット AES/Camelliaの128ビット暗号の採用が決定的となっており、MPEG2-TS MULTI-2という従来のケーブル運用標準とのかい離にどう対処するかが重要な課題となっている。現在、メーカーの鋭意努力により本年夏から秋にかけて、ケーブル自主放送用の商用機がリリースされる予定であるが、RF再放送はもとより、IP再放送においても、DRMがMarlin128ビット対応となっているものの、MMTは採用されていない。そのため、このままでは、2016年のBS再送信対応が困難となる。そこで、この商用機による2016年BS試験放送のケーブル再放送対応の一案として、(図6)に示すケーブルプラットフォームにおけるMMT/TS変換によるマイグレーションを、現在検討している。

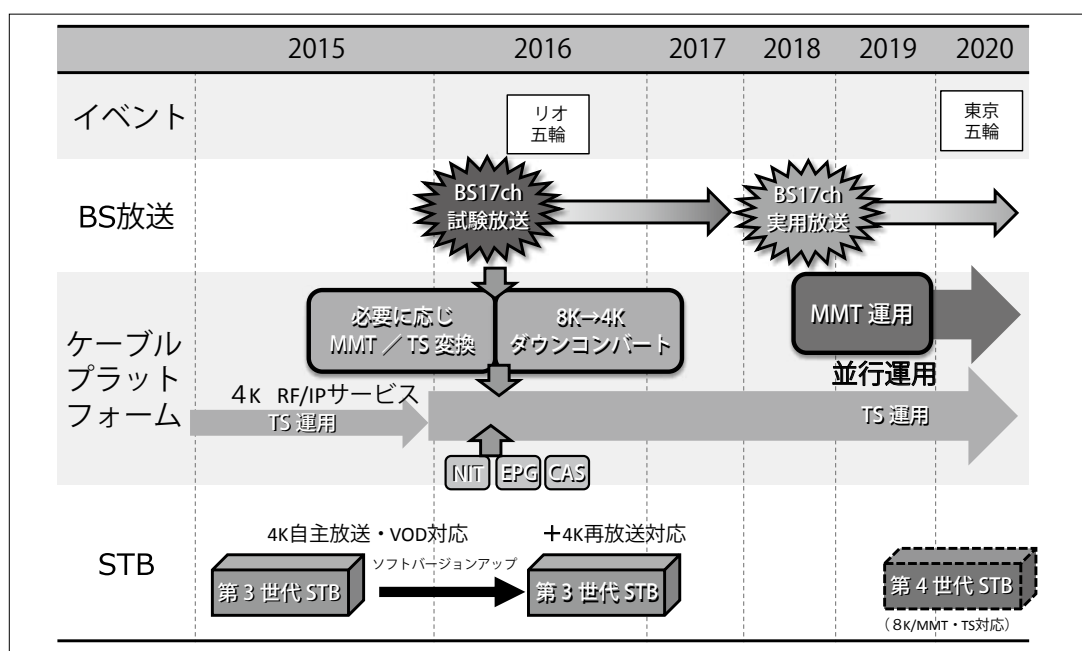


図6 4K BS再放送ケーブル対応案

すなわち、2015年開発の第3世代STBは、ソフトウェアにより128ビットCASにアップグレード対応するように設計しておく。ケーブルプラットフォーム側では、MMTをMPEG2-TSに変換し、アップグレードした第3世代STBでも受信できるよう、MPEG2-TSで再放送する。また、必要に応じて、8Kコンテンツから4Kへの変換も施し、ケーブル視聴者に8Kコンテンツを4Kで視聴可能とさせることも想定される。2018年のBSによる4K/8K実用放送に対して

は、MMT/MPEG2-TS両対応のSTBを第4世代として開発し、MPEG2-TSとMMTの並行運用により第3世代STBと第4世代STBの共存を図る。

このMMT-TS変換は、本来ならばSTB内で行われるべき信号処理を、プラットフォーム側でクラウド的に処理を行うV-CPEと呼ばれる仮想化と見なすこともでき、今後のSTBのエコシステムの在り方の一つとして、有望視されるべきものである。

第6章 第3世代STB概要とベンダー開発状況

ケーブル4K用の第3世代STB運用仕様は、4つの主要機能から構成されている。すなわち、4K超高精細度TV受信、ハイブリッドキャスト対応、リモート視聴の3必須機能とタブレット・スマートフォン連携のオプション機能である。4K受信機能については、RF/IP自主放送、IP-VODの運用仕様（JLabs SPEC-017、018、019、028、030）がすでに規格化されている。RF/IPの再放送運用仕様に関しては、前述の通り、ARIBの運用仕様規格待ちとなっている。また、リモート視聴はケーブルDLNA運用仕様（同020）として、ハイブリッドキャスト運用仕様（同029）とともに、ラボにて規格化されている。これらの規格を盛り込んだ第3世代STBの機能構成図を（図7）に示す。図中、DTCP、トランスコーダー、DLNAサーバーのブロックはリモート視聴を実現するための機能を示し、特に、HEVC→H.264トランスコーダーがポイントとなる。4K運用仕様に関しては、RFとIPの共通項目として、多重化（MPEG2-TS、サービス種別OxAD）、映像（4K60P、表色ITU-R BT2020、ビット深度10ビット、符号化H.265 Main10）、音声（符号化MPEG-2 AAC）が規定されている。RF/IPの差異項目としてSI/EPG（RFは全SI全チャンネル配信、IPは全SI個別取得）、

CAS（RFはC-CAS/MULTI-2/64ビット、IPはMarlin/AES128ビット）、データ放送（RFは2K運用、IPは未定）、誤り耐性（IPのみTTS/FEC対応）などが挙げられる。一方、ハイブリッドキャスト運用仕様では、2K再放送によるサービスを前提とし、アプリケーション制御信号（AIT）受信によるアプリケーションダウンロード、HTML-5ブラウザ表示を必須機能としている。また、リモート視聴運用仕様に関しては、NexTV-Forumのデジタル放送受信機におけるリモート視聴要件に準拠し、放送コンテンツのリモート視聴仕様を録画コンテンツと合わせて規定している。視聴端末の表示能力と接続ネットワーク状況に応じてビットレートを自動もしくは手動で選択でき、画像解像度は360P、480Pを規定し、180P、720P、1080Pはオプションとしている。STBに接続可能な子機ペアリングは6台まで、有効期間は3ヶ月間、伝送暗号はAES128を規定している。オプション機能であるタブレット・スマートフォン連携では、リモートコントロール、セカンドスクリーン、パーソナライズ、タブレット・スマートフォンコンテンツのテレビ表示が、第3世代STBガイドラインにまとめられている。

IP-VOD運用仕様では、ケーブルテレビ専用網とオープンインターネットの2種類のネット

ワークを想定し、ストリーミングとしてMPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)、コンテンツ保護として共通暗号フォーマットCENC (Common Encryption) が規定されている。暗号化されたコンテ

ツは、DRMに依存しない共通の暗号鍵を用いて復号が可能となり、DRMの選定はケーブル事業者に委ねる。

これらラボ規格に準拠して、開発される4KSTBは(図8)に示す4つのタイプが想定さ

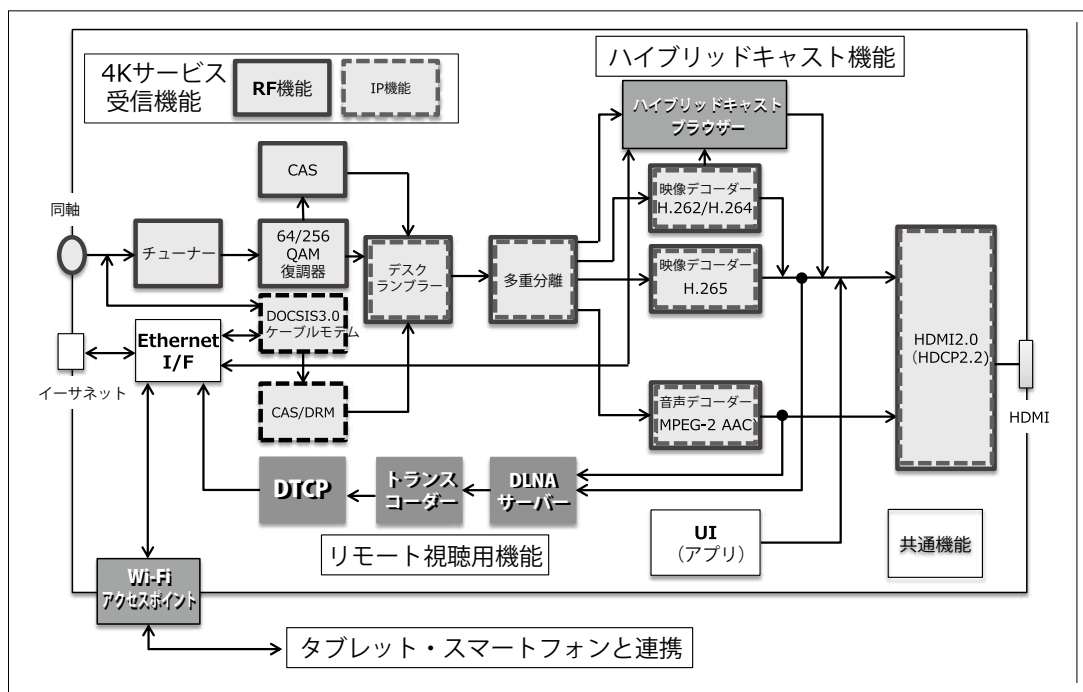


図7 第3世代STB 機能ブロック図

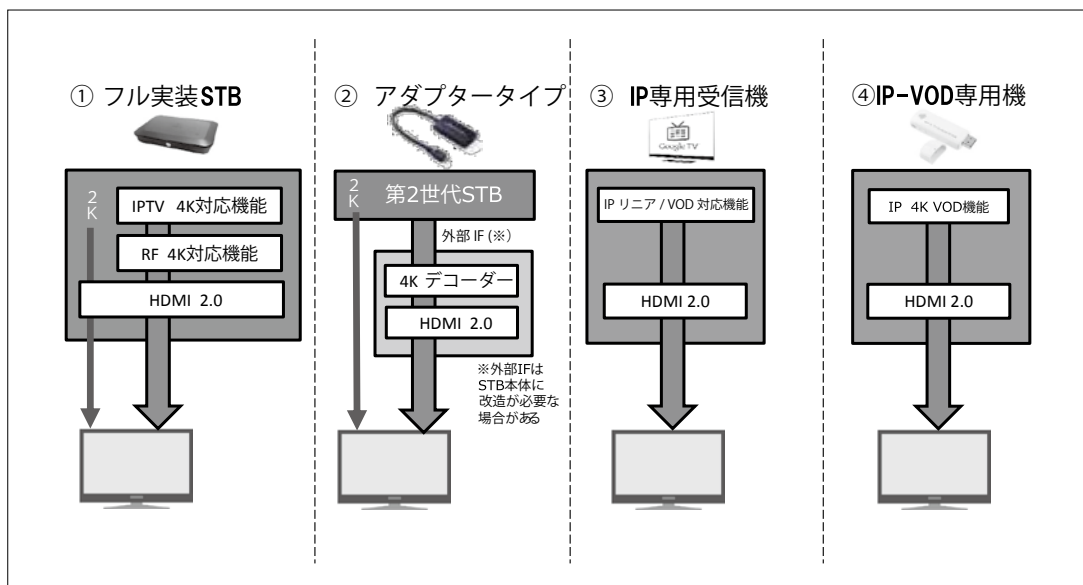


図8 4K 第3世代STBの実現形態

れる。すなわち、前述の第3世代STBのすべての機能をワンボックスとして実装するフル実装STB、4K HEVCとHDMI2.0インタフェースの機能を第2世代STB等に外付けで提供するアダプタータイプ、RF機能を持たないIP

専用受信機、さらにはIP-VODだけを4Kで受ける dongle タイプのSTBなどが挙げられ、メーカー各社はそれぞれの開発方針に従い、2015年実用放送に間に合わせるべく商用機の開発を進めている。

第7章 おわりに

ケーブル4Kサービス実用化では、4K配信システムやSTB等のハード部分だけではなく、4Kコンテンツ制作というソフト部分が非常に重要となり、このためのカメラと編集システムが必要となる。特に、編集システムに関しては、現状、ワークステーションレベルの1000万円規模となり、ケーブル事業者の大きな負担となる。この状況に鑑み、ラボでは、高性能PCで高速ファイル転送も可能とする100万円以下の安価な編集システムの検討を半年前から進めており、現在試作開発を行っている。本年4月内に、業界にお披露目するため、システム動作評価とチューニングを行っている。ケーブル事業者による4Kコンテンツの自主制作が、この安価な編集システムにより加速するこ

とを期待する。

以上紹介したケーブル4Kの技術論と同時に、衛星再放送運用仕様はもとより再放送コンテンツの充実度もいまだ見えてない状況ではあるが、ケーブルが4Kの今後のビジネスをどう構築していくのか、ビジネス戦略の議論も日本ケーブルテレビ連盟を中心に行われている。前述とは矛盾するかもしれないが、衛星再放送にこだわり過ぎず、まずはケーブル自主放送とコンテンツの本命とみられるIP-VODからサービス開始というのが現実的とも思われる。

一年間のシリーズものの第一回目総論は、以上で終わりとし、詳細は、次号以降の個別解説に、委ねることとする。