# UHDTV放送の実現に向けた取組み

Approaches toward Realization of UHDTV Broadcasting

# 廣田 敦志

■ HIROTA Atsushi

最近のテレビ (TV) の大画面化に伴い、放送でも更なる高精細化を目指してUHDTV (超高精細度 TV) の導入を図ろうとする動きが国内外で活発化している。わが国では、ICT (情報通信技術) 戦略の一環としてUHDTVの放送を世界に先駆けて実現するため、官民を挙げて取り組んでいる。2014年の東経124/128度 CS (通信衛星) による4K (3,840×2,160 画素)放送を皮切りに、2020年のBS (放送衛星)/東経110度 CS による8K (7,680×4,320 画素) 放送の開始までを目標とするロードマップを策定するとともに、UHDTVの衛星放送システムの標準化が進められている。

東芝は、この一連の審議や標準化活動に当初から参画し、UHDTVによる高臨場感かつ高品位の映像を家庭のTVでも手軽に楽しむことができるように、積極的な取組みを行っている。

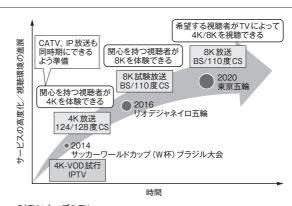
Accompanying the ongoing dissemination of large-screen TV receivers, the movement toward the introduction of ultra-high definition television (UHDTV) broadcasts with enhanced picture quality has accelerated both in Japan and other countries. As part of Japan's growth strategy utilizing information and communication technology (ICT), the development of UHDTV broadcasting technologies is progressing to realize a world-leading next-generation broadcasting service through the cooperation of the public and private sectors including major broadcasters and manufacturers. Active efforts are being made for the standardization of UHDTV satellite broadcasting technologies, as well as the development of a roadmap from the commencement of 4K broadcasts in 2014 with a broadcast resolution of 3,840 x 2,160 pixels using communication satellites (CSs) at an east longitude of 124/128 degrees, through to 8K experimental broadcasts in 2016 and the start of 8K broadcasts in 2020 with a broadcast resolution of 7,680 x 4,320 pixels using a broadcasting satellite (BS) and CSs at an east longitude of 110 degrees.

Toshiba has been actively participating in study groups and standardization activities for UHDTV broadcasting technologies from the initial stage of development in order to provide viewers with more realistic and higher quality images.

## 1 まえがき

1994年に米国のDIRECTV社が世界で初めてデジタル放送の商用化を開始して以来,既に20年が経過した。この20年間に,放送は地上,衛星,ケーブルなど伝送路を問わず世界的にデジタル化が進み,多チャンネル化とHDTV(高精細度TV)化をもたらしている。また,TVの大画面化に伴い,特にこ数年は放送でも更なる高精細化を目指してUHDTV(超高精細度TV)の導入を図ろうとする取組みが活発化している。

ITU (国際電気通信連合)では、4KをUHDTVの第1段階、8Kを第2段階と定義しているが、わが国では現在、4K/8KをICT成長戦略の一環と位置づけ、官民を挙げて取り組んでいる。総務省は、4K/8Kによる次世代放送サービスを世界に先駆けて実現するため、「放送サービスの高度化に関する検討会」で、4K/8Kの推進に関するロードマップを策定し<sup>(1)</sup>、その実現と普及に向けた目標を2013年5月に公表した(図1)。また、オールジャパンでの推進体制を整備するため、同年5月に一般社団法人次世代放送推進フォーラム(NexTV-F)が設立された。このフォーラムでは、ロードマップ実現に必要な技術仕様の策定と試験放送などを実施することになっている。



CATV: ケーブルTV IPTV: IP (Internet Protocol) TV

IPTV : IP (Internet Protocol) TV VOD : ビデオオンデマンド

\*総務省「放送サービスの高度化に関する検討会 これまでの検討結果について とりまとめ」『で基に作成

図1. 4K/8Kの推進に関するロードマップ — 世界に先駆けてサービスを実現するため、総務省が2013年5月に公表した。

Roadmap for UHDTV promotion in Japan

更に、総務省はこのロードマップ策定に続き、4K放送や8K 放送を行うための行政規格の策定と必要な制度の整備にも取 り組んでいる。2014年3月には、総務大臣の諮問機関の一つ

#### 表1. 国内のUHDTV衛星放送システムの仕様

Specifications of UHDTV satellite broadcasting system in Japan

衛星放送システム			124/128度CS (現行HDTV/UHDTV)	BS/110度CS (UHDTV)	(参考)BS/110度CS (現行HDTV)	
伝送帯域幅			狭帯域伝送 (27 MHz幅)	広帯域伝送 (34.5 MHz 幅)		
最大情報伝送レート			45 Mビット/s	100 Mビット/s (16APSK, 符号化率7/9)	52 Mビット/s (TC8PSK, 符号化率2/3)	
主なサービス			HDTV, 4K	(HDTV), 4K, 8K	K, 8K HDTV	
映像符号化			H.264/MPEG-4 AVC (HDTV), H.265/HEVC (4K)	H.265/HEVC MPEG-2 Video		
音声符号化			MPEG-2 AAC (最大5.1チャンネル), MPEG-4 AAC, MPEG-4 ALS	MPEG-4 AAC (最大22.2チャンネル), MPEG-4 ALS		
データ符号化			未運用	HTML5	BML	
多重化			MPEG-2 TS	MMT・TLV又はMPEG-2 TS	MPEG-2 TS	
スクランブル方式			MULTI2 (64ビットブロック暗号)	AES又はCamellia (128ビットブロック暗号)	MULTI2 (64ビットブロック暗号)	
	変調方式		8PSK	16APSK, 8PSK, QPSK, π/2シフトBPSK	TC8PSK, QPSK, BPSK	
伝送路符号化	誤り訂正	内符号	LDPC	LDPC	トレリス (TC8PSK), 畳み込み (QPSK, BPSK)	
		外符号	всн	BCH短縮化 (65535, 65343)	短縮化RS (204, 188)	

APSK: Amplitude and Phase Shift Keying BML : Broadcast Markup Language QPSK : Quadrature Phase Shift Keying

BCH : Bose-Chaudhuri-Hocquenghem

TC : Trellis Coded MMT : MPEG Media Transport BPSK : Binary Phase Shift Keying

AVC : Advanced Video Coding TLV: Type Length Value LDPC: Low Density Parity Check HTML: Hypertext Markup Language : Advanced Encryption Standard : Reed-Solomon

である情報通信審議会から、「超高精細度テレビジョン放送 システムに関する技術的条件」の一部として4K/8Kを中心とし た衛星放送システムが答申された(2)。

東芝は、こうした一連の検討や審議に参画して、積極的に 活動し貢献している。ここでは、このUHDTVの国内衛星放 送システムの概要と今後の課題を中心に述べる。

# 国内のUHDTV衛星放送システム

国内の衛星放送には、BS/東経110度CS(以下、BS/110度 CSと略記) の広帯域伝送 (34.5 MHz帯域幅) と東経124/128 度CS (以下, 124/128度CSと略記) の狭帯域伝送 (27 MHz 帯域幅)の二つの放送システムが存在する。これらのUHDTV 衛星放送システムの仕様を表1に示す。

BS/110度CSと124/128度CSでは、映像・音声レベルで は符号化方式を中心に次の共通化が図られている。

- (1) 映像 H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding) とBT.2020 (色域) の採用
- MPEG-4 (Moving Picture Experts Group phase 4) AAC (Advanced Audio Coding) 及び MPEG-4 ALS (Audio Lossless Coding) の採用

ただし、124/128度CSでは、その伝送帯域やサービス開始 目標時期 (2014年の4K 放送開始) の違いなどを考慮して, 現 行放送方式との整合性を重視したものになっている。BS/110 度CSとの主な相違は次のとおりである。

- (1) 映像 UHDTVは4Kだけ
- (2) 音声 現行のMPEG-2 AACが利用できる
- (3) 多重化 現行のMPEG-2 TS (Transport Stream) だけ

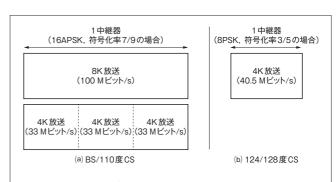


図2. UHDTVサービスの衛星放送での想定運用例 — 伝送帯域に応 じて中継器に多重できるUHDTVのチャンネル数が決まる。

Examples of UHDTV channel allocation in satellite broadcasting systems

- (4) スクランブル 現行のデジタル放送用限定受信方式 MULTI2だけ
- 現行 8PSK (Phase Shift Keying) だけ (5) 変調 表1に、BS/110度CSでの現行のHDTV衛星放送システム を記載したが、ほぼ全ての技術方式が刷新されている。

各衛星でのUHDTV放送サービスの運用想定例を図2に 示す。124/128度CSでは1中継器当たり、4K放送を1チャン ネル割り当てることができ、BS/110度CSでは1中継器当た り、8K 放送を1チャンネル、又は4K 放送を2~3チャンネル割 り当てることができる。以下に、BS/110度CSで採用された UHDTV放送システムの各技術方式について述べる。

### 2.1 映像符号化方式

ITU-T (電気通信標準化部門)の勧告H.265/MPEG-H HEVC が採用されている。これは、最新の映像符号化方式で あり、現行のBS/110度CSのMPEG-2に比べ、情報レートを 1/4近くまで抑えることが期待されている。対象となる映像 フォーマットと映像符号化方式の詳細を表2に示す。

#### 表2. 映像フォーマットと映像符号化方式

Relationships between video formats and H.265/HEVC (High-Efficiency Video Coding) profiles and levels

映像フォーマット	4320p	2160p	1080p	1080i		
空間解像度(画素)	7,680×4,320	3,840×2,160	1,920×1,080			
フレーム 周波数 (Hz)	120, 120/1.001, 60, 60/1.001		60, 60/1.001	30, 30/1.001		
フィールド 周波数 (Hz)	_			60, 60/1.001		
表色系	ITU-R勧告BT.2020		ITU-R勧告BT.709 (現行), xvYCC (IEC 61966-2-4)			
符号化信号形式	Y' C <sub>B</sub> ' C <sub>R</sub> ' 4:2:0					
符号化画素ビット数	10		10,8			
準拠規格	ITU-T勧告H.265/MPEG-H HEVC					
プロファイル	Main 10		Main 10 (10ビット), Main (8ビット)			
レベル	6.2 (120 Hz系), 6.1 (60 Hz系)	5.2 (120 Hz系), 5.1 (60 Hz系)	4.1	4.1		

xvYCC : IECで制定された動画用拡張色空間

Y' C<sub>B</sub>' C<sub>R</sub>' : 輝度信号 (Y) と色差信号 (C<sub>B</sub>, C<sub>R</sub>) のガンマ補正値

空間解像度が8Kと4Kの映像では、符号化画素ビット数は10ビットだけを採用し、プロファイルは10ビット対応のMain 10プロファイルを適用している。フレーム周波数は、60 Hzに加え120 Hzも採用されている。ただし、従来フォーマットとの整合性を考慮し、60/1.001 Hz及び120/1.001 Hzも同様に利用できる。フレーム周波数の運用については、時間方向階層符号化の採用が一般社団法人電波産業会(ARIB)で検討されている。これにより例えば、UHDTV放送が開始当初は60 Hzで提供され、将来120 Hzに変更されても、従来の60 Hz対応受信機は変わらずに60 Hzの映像を復号表示できる、といった運用が期待できる。

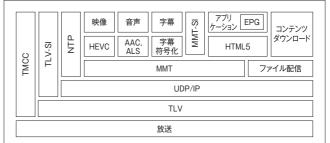
また、表色系については実物に近い色再現を可能とするため、ITU-R (無線部門)の勧告BT.2020が新たに採用され、HDTVでの色域から大幅に拡大されている。

情報通信審議会で報告された符号化性能評価や主観画質評価の実証実験結果では、放送品質を満足するために必要なビットレートは、4Kで60Hzの映像フォーマットの場合には30  $\sim 40$  Mビット/s、8Kで60Hzの場合には80  $\sim 100$  Mビット/s と推定されている。

#### 2.2 音声符号化方式

UHDTVの映像に対応した高音質で高臨場感を持つ音声を提供するため、用途に応じた二つの音声符号化方式が採用されている。基本サービス用は、ISO/IEC 14496-3 (国際標準化機構/国際電気標準会議規格14496-3)のMPEG-4 AACのLC (Low Complexity)プロファイルが規定されている。音声信号の標本化周波数は48kHzだけで、入力量子化ビット数は16ビット以上、最大音声チャンネル数は22.2 チャンネルである。

また、高音質サービス用は、符号化の前後でデータの品質が まったく劣化しないロスレス符号化である、ISO/IEC 14496-3 のMPEG-4 ALSのシンプルプロファイルも規定されている。



TMCC: Transmission and Multiplexing Configuration Control SI: Service Information NTP: Network Time Protocol EPG: Electronic Program Guide UDP: User Datagram Protocol

\*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報告書(3)の図を基に作成

図3. MMT・TLV方式の場合の放送モデルーTLV方式とMMT方式を組み合わせて適用することで、放送でもIPパケットを効率よく伝送できる。

Internet Protocol (IP) multiplexing scheme containing Moving Picture Experts Group (MPEG) media transport (MMT) and type-length-value (TLV) in UHDTV broadcasting system

#### 2.3 多重化方式

今回、二つの方式が採用されている。一つは放送と通信にまたがる連携サービスも視野に入れた、IP (Internet Protocol) と親和性の高いISO/IEC 23008-1のMPEG-H MMTに基づくMMT (MPEG Media Transport)・TLV (Type Length Value) 方式である。もう一つは、現行の放送方式で採用されているISO/IEC 1388-1のMPEG-2 TS方式である。

MMT・TLV 方式には、ある番組 (パッケージ) の映像や音声の各信号を、例えば、放送と通信などの複数の伝送路に分け、共通の時刻情報を利用して同期再生を図る仕組みが備えられている。また、パケット長が可変長なので、伝送路特性や伝送メディアに合わせ、最適なパケット長を選択できる。

MMT・TLV方式を採用した場合の放送モデルを図3に示す。映像や音声の符号化信号はMMTプロトコルパケットに格納され、更にIPパケット化される。このIPパケットは、ARIB標準規格STD-B32「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」でこれまでファイル配信向けに規定されていたTLV多重化方式をリアルタイム放送向けにも適用することで、TLVパケット化される。

## 2.4 限定受信方式

スクランブル方式の暗号アルゴリズムについては、現行の64 ビットブロック暗号のMULTI2よりも秘匿性を高めるために、128ビットブロック暗号で、かつ CRYPTREC (Cryptography Research and Evaluation Committees) の電子政府推奨暗号リストに公表されている。 関連情報サブシステムは、現行の3重鍵方式が引き続き採用され、受信機で番組が視聴可能か否かを判断するための関連情報である ECM (共通情報) 及び EMM (個別情報) の伝送も利用する。

## 2.5 伝送路符号化方式

UHDTV 放送の大容量の情報伝送を実現するため、現行の

衛星放送システムから以下の改善を図っている。

- (1) 誤り訂正符号としてLDPC (Low Density Parity Check) 符号を採用
- (2) 搬送波の帯域制限を行うフィルタ特性のロールオフ率 (減衰係度)を、現行の衛星放送の0.3から0.01へ変更
- (3) 変調方式に16APSK (Amplitude and PSK) 及び符号 化率7/9を追加導入

これらに加え、将来の衛星放送システムとしての衛星中継器の能力を、定格出力電力200 W、出力バックオフ(飽和出力電力に対する最大動作出力電力の比)2.2 dBと想定すれば、現行と同等のサービス時間率を確保しながら、中継器全体での情報レートは、現行の最大52 Mビット/sに対し、最大100 Mビット/sまでは拡大できる。

## 3 UHDTV放送の実現に対する課題

2014年3月時点で、BS/110度CSの4K放送や8K放送の利用帯域が、まだ具体的に決まっていない。利用可能な帯域としては、総務省の4K/8Kの推進に関するロードマップでも述べられているように、(1)BS右旋円偏波、(2)110度CS左旋円偏波、(3)新規の帯域(取得できた場合)、が考えられる。しかし、(1)については放送に十分な帯域が確保できるか、(2)及び(3)については受信側の宅内配線での高周波対策が必要になるなど、それぞれに課題がある。

放送事業者や受信機メーカーが、ともに事業検討や開発投資、対策などを本格的に進めていくためにも、こうした放送の具体的な計画が早期に明らかになることが期待される。また、今回採用された新技術は、周波数帯域の有効利用や将来の放送市場の発展拡大のために、衛星放送の新サービスの一部に適用するだけでなく、中長期的な視野で、既存のHDTV放送システムにも適用を拡大するべきとの考え方もある。

このため総務省は、「4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合」を2014年2月から開始し、ロードマップの更なる具体化、精緻化、及び課題解決の具体的方策を検討しており、その成果が期待される。

## 4 諸外国の取組み

H.265/HEVCの国際標準化が契機となり、2012年頃から、4Kコンテンツの制作や伝送実験の実施など、実用化に向けた活動が各国でも盛んになってきている。

米国では、ネット映像配信のNetflix社が、4K番組を自ら制作するなど積極的で、2014年中に4Kコンテンツのストリーミング配信を開始することを発表している。また、DIRECTV社やCATV(ケーブルTV)最大手のComcast社でも4K配信を検討中と伝えられている。更に、米国のデジタル放送標準化

団体である ATSC (Advanced Television Systems Committee) では、4K 放送も対象に新しい放送方式 (ATSC 3.0) の標準化に向けた提案審議が進められている。

欧州では、2012年にフランスが産学協同で4EVERコンソーシアムを立ち上げた。3年計画で4Kコンテンツの制作やメディア横断的な伝送の実証実験を実施しており、2013年6月の全仏オープンテニスでは4Kでの中継やストリーミング配信、パブリックビューイングなどを実施している。

イギリスでは、2013年7月に公共放送のBBC (英国放送協会)と衛星放送のBSkyB社が中心となってUHDフォーラムを設立した。欧州の標準化団体などとも連携して4K放送の要件を検討中で、BSkyB社は2013年に4Kの試験放送を実施している。

韓国では、2012年10月から地上波での4K放送実験を2回にわたり実施している。また仁川で開催される2014年のアジア競技大会で4K放送、2018年の平昌冬季五輪では8K放送の実験を計画している。

## 5 あとがき

UHDTV 放送の実現に向けた取組みの現状と課題について、先行している国内の事例を中心に述べた。

4Kや8Kのコンテンツ制作はまだ始まったばかりであり、これらのコンテンツがHDTVにはない新しい表現や魅力を持って継続的に供給されることが、今後のUHDTV放送をはじめとするサービスの普及には欠かせない。

当社も、技術仕様の策定での貢献や、4K/8K対応の送受信装置の開発などを通して、UHDTVによる高臨場感かつ高品位の映像を家庭でも手軽に楽しむことができるように、引き続き積極的な取組みを行っていく。

## 文 献

- 総務省. "放送サービスの高度化に関する検討会 これまでの検討結果について とりまとめ". 2014. p.1-6. <a href="http://www.soumu.go.jp/main\_content/000268349.pdf">http://www.soumu.go.jp/main\_content/000268349.pdf</a>>, (参照 2014-03-20).
- (2) 情報通信審議会、諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」の うち「超高精細度テレビジョン放送システムに関する技術的条件」のうち 「衛星基幹放送及び衛星一般放送に関する技術的条件」、総務省, 2014, 110p
- (3) 総務省. "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報告". 2014. 情報通信技術分科会資料101-3-2. 357p. <a href="http://www.soumu.go.jp/main\_content/000282016.pdf">http://www.soumu.go.jp/main\_content/000282016.pdf</a>>, (参照 2014-04-24).



## 廣田 敦志 HIROTA Atsushi

パーソナル&クライアントソリューション社 ライフスタイル ソリューション開発センター オーディオ&ビジュアル技術 開発部参事。次世代放送技術の開発に従事。 Lifestyle Solutions Development Center