

超高精細度テレビジョン放送システム作業班 報告概要(案)

「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」

平成26年1月31日

超高精細度テレビジョン
放送システム作業班

1. はじめに

背景・目的

放送・通信分野において、新たな映像符号化方式等、現行の高精細度テレビジョン放送を超える飛躍的な画質の向上に資する映像技術等の研究開発や標準化が進展しており、4K・8Kのような超高精細度映像を用いたテレビジョン放送の映像形式に関する国際標準の策定も行われている。このため、超高精細度テレビジョン放送の実用化、普及促進等を図るため、必要な技術的条件を取りまとめる。



検討経過等

平成25年5月の審議開始後、放送システム委員会では、超高精細度テレビジョン放送システム作業班を設置し、現行の放送方式との親和性や国際標準化の動向等を考慮しつつ技術的条件の検討を行ってきた。要求条件を満たすとともに、現時点で円滑なサービス導入が可能と考えられる技術等について検討したところ、今回、「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」に関する報告(案)を取りまとめた。

2. 超高精細度テレビジョン放送に係る衛星デジタル放送方式の要求条件

基本的な考え方

- ① 超高精細度テレビジョン放送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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 高度広帯域伝送方式または高度狭帯域伝送方式の技術的条件を踏まえることとし、技術的に同一のものとするのが適当な場合については、その内容を準用すること。

主な要求条件

	広帯域伝送(34.5MHz帯域幅)	狭帯域伝送(27MHz帯域幅)
サービス	・高精細度テレビジョン(HDTV)を超える高画質サービスである超高精細度テレビジョン(UHDTV)サービス(8Kフォーマットまで)を基本とすること。	・HDTVを超える高画質サービスであるUHDTVサービス(4Kフォーマット)を基本とすること。
放送品質	・UHDTVサービスに対応した、高音質・高臨場感な音声サービスに適した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。	・UHDTVサービスを考慮するとともに、現行サービスも踏まえつつ、できる限り高い品質を保つこと。
技術方式	・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 ・周波数有効利用及び多様なサービス、特にUHDTVサービスを伝送できるように、できるだけ大きな伝送容量を確保できる変調方式であること。 ・受信アンテナ特性(小口径アンテナを含む)を考慮すること。 ・サービス時間率については、できる限り高い値を確保すること。	

3-1. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(広帯域伝送方式)①

伝送路符号化方式

- 広帯域伝送(BS放送、東経110度CS放送)は、高度広帯域伝送方式を基本とするシンボルレート的高速化及び変調方式の変更により、伝送容量を拡大(広帯域伝送方式:約52Mbps、高度広帯域伝送方式:約70Mbps → 約100Mbps)

① ロールオフ率低減によるシンボルレート的高速化

- … ロールオフ率を低減(0.1 → 0.03)することで、シンボルレート的高速化(32.5941Mbaud → 33.7561Mbaud)
- … 8PSK(3/4)の場合、現行衛星放送と同等のサービス時間率で約72Mbpsの伝送が可能^{※1}

② 16APSKの導入による伝送容量の拡大

- … 新符号化率として7/9を追加、16APSK(7/9)を用いることで約100Mbpsの伝送が可能
- … 無線通信規則の出力上限値(60dBW)において、最悪月サービス時間率99.7%以上を確保^{※2}

※1 現行衛星放送(広帯域伝送方式、ISDB-S)のTC8PSK使用時(約52Mbps)の最悪月サービス時間率は99.86%、衛星中継器は飽和動作

※2 衛星システム規模の観点から、衛星中継器の定格出力電力200Wで、中継器の出力バックオフ2.2dBを想定

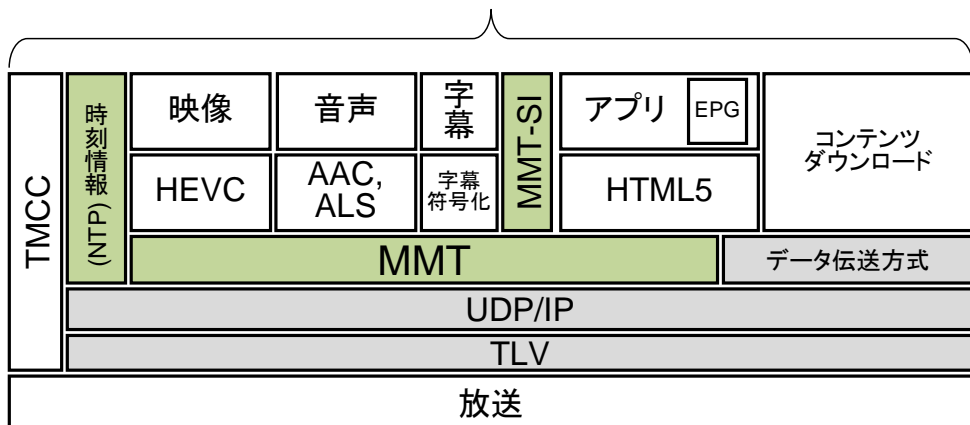
3-1. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(広帯域伝送方式)②

多重化方式

- ① MMT・TLV方式の導入による、柔軟な放送・通信連携サービスの提供
- ② MPEG-2 TS方式に、HEVC対応や放送・通信連携のための規定を追加

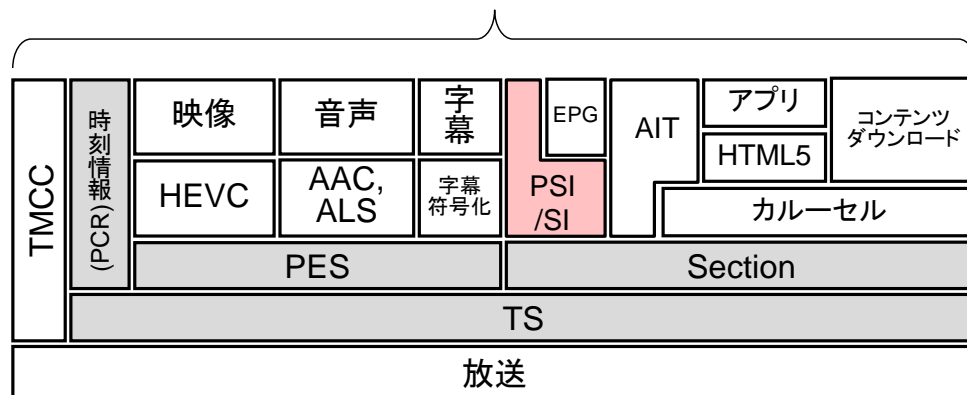
(1) MMT・TLV方式

超高精細度テレビジョン放送サービス



(2) MPEG-2 TS方式

超高精細度テレビジョン放送サービス



(緑:新規に規定する部分、ピンク:規定を修正する部分、グレー:すでに規定されている部分)

新規規定	MMT	映像・音声・データ等の可変長パケット
	MMT-SI	放送番組の構成を示す伝送制御信号
	時刻情報	絶対時刻(NTP)を伝送
既存規定 (高度広帯域 伝送方式)	UDP/IP	IPパケット
	TLV	放送伝送路への可変長パケット多重

規定修正	PSI/SI	放送・通信連携等のための記述子を追加
既存規定 (現行)	時刻情報	基準クロック(PCR)を伝送
	PES	タイムスタンプ付可変長パケット
	Section	可変長パケット
	TS	放送伝送路への固定長パケット多重

3-1. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(広帯域伝送方式)③

限定受信方式

スクランブルサブシステム

	MMT・TLV方式	MPEG-2 TS方式
スクランブル暗号アルゴリズム	「AES」と「Camellia」の鍵長128ビットブロック暗号を選択可能とする	
スクランブルの範囲	MMTPパケットのペイロード部 又は IPパケットのペイロード部	TSパケットのペイロード部
追加する伝送制御信号	スクランブル方式記述子、アクセス制御記述子、 メッセージ認証方式記述子	スクランブル方式記述子

関連情報サブシステム

◆ アクセス制御機能

「MMT・TLV方式」、「MPEG-2 TS方式」のいずれの場合も、

- 現行の3重鍵方式を引き続き採用
- 関連情報を構成する情報は、ECM(共通情報)とEMM(個別情報)を踏襲
- ECMとEMMの詳細は、事業者の任意仕様とすることが適当

◆ 安全性の維持・改善

- 要求条件の「安全性の維持・改善」や「拡張性を考慮すること」に対する技術手段の一つとして、
「放送や通信を使って関連情報を処理するソフトウェアを安全に更新する」手段を有することが望ましい
- 詳細については、今後、民間規格として規定されることが適当

3-1. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(広帯域伝送方式)④

映像符号化方式

■ 符号化映像フォーマット

- ① 超高精細度映像(4K/8K)フォーマットの導入による臨場感や画質の向上
… HDTV/2K(1920×1080)に加えて、4K(3840×2160)及び8K(7680×4320)を採用
- ② フレーム周波数として、60Hzに加えて120Hzの導入による動画質の向上
… 4K及び8Kに、60Hz(59.94を含む)、120Hz(119.88を含む)を採用
- ③ 広色域システムの導入による色彩表現領域の拡大
… スペクトル軌跡上の三原色により、広い色域を表現可能
- ④ 画素ビット数10ビットの導入による階調特性の向上
… 符号化効率も向上

■ 映像符号化方式

- H.265(HEVC)の導入による圧縮率の向上
… 従来のMPEG-2やH.264(MPEG-4 AVC)に比べて、映像を高効率に符号化可能な映像圧縮方式

音声符号化方式

- 基本サービス用として、最大22.2chの高音質・高臨場感サービスを実現するMPEG-4 AACを導入
- ロスレス(原音からの劣化のない)高音質サービス用として、MPEG-4 ALSを導入

3-2. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(狭帯域伝送方式)①

- 狭帯域伝送(東経124/128度CS放送)は、現行の高度狭帯域伝送方式を基本とする

伝送路符号化方式

- 現行の高度狭帯域伝送方式を採用

…DVB-S.2をベースとした現行の高度狭帯域伝送方式により、8PSK(符号化率2/3)で約45Mbpsの伝送容量を確保

多重化方式

- 現行の高度狭帯域伝送方式の多重化方式であるMPEG-2 TSを採用

…HEVC対応のための規定を追加

限定受信方式

- スクランブルサブシステム及び関連情報サブシステム共に、現行の高度狭帯域伝送方式での限定受信方式を採用

3-2. 超高精細度テレビジョン放送システムの概要(狭帯域伝送方式)②

映像符号化方式

■ 符号化映像フォーマット

- ① 超高精細度映像フォーマットの導入による臨場感や画質の向上
… HDTV/2K(1920×1080)に加えて、4K(3840×2160)を採用
- ② フレーム周波数として、60Hzに加えて120Hzの導入による動画質の向上
… 60Hz(59.94を含む)、120Hz(119.88を含む)を採用
- ③ 広色域システムの導入による色彩表現領域の拡大
… スペクトル軌跡上の三原色により、広い色域を表現可能
- ④ 画素ビット数10ビットの導入による階調特性の向上
… 符号化効率も向上

■ 映像符号化方式

- H.265 (HEVC)の導入による圧縮率の向上
… 従来のMPEG-2やH.264 (MPEG-4 AVC) に比べて、映像を高効率に符号化可能な映像圧縮方式

音声符号化方式

- 基本サービス用として、現行のMPEG-2 AACに加え、MPEG-4 AACを導入
- ロスレス(原音からの劣化のない)高音質サービス用として、MPEG-4 ALSを導入

4-1. 現行方式との比較(広帯域伝送方式)

		BS、110度CS		
		広帯域伝送方式	高度広帯域伝送方式	新方式
使用周波数帯		11.7~12.2GHz (BS)、12.2~12.75GHz (CS)		
伝送帯域幅		34.5MHz		
変調方式※ ¹		BPSK, QPSK, TC8PSK	$\pi/2$ シフトBPSK, QPSK, 8PSK	$\pi/2$ シフトBPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK※ ⁵
変調速度		28.86Mbaud	32.5941Mbaud	33.7561Mbaud
情報レート (標準レート)		最大約52Mbps (TC8PSK, 2/3)	最大約70Mbps	約100Mbps
誤り訂正方式	内符号	畳込符号化※ ¹ 又はTC (2/3)	LDPC※ ³	LDPC※ ⁶
	外符号	短縮化RS※ ²	BCH短縮化※ ⁴	BCH短縮化※ ⁴
多重化方式		MPEG-2 TS	MPEG-2 TS TLV	MPEG-2 TS MMT-TLV
映像符号化方式		MPEG-2	H.264 MPEG-4 AVC	H.265 HEVC
音声符号化方式		MPEG-2 AAC	MPEG-2 AAC (最大入力音声チャンネル数は22.2)	MPEG-4 AAC※ ⁷ , MPEG-4 ALS※ ⁸ (最大入力音声チャンネル数は22.2)
映像入力フォーマット		480/I, 480/P [SD] 720/P, 1080/I [HD]	480/I, 480/P [SD] 1080/I, 1080/P [HD]	1080/I, 1080/P [HD] 2160/P, 4320/P [UHD]
色域		ITU-R BT.709	ITU-R BT.709 (従来色域) IEC 61966-2-4 (広色域)	ITU-R BT.709, IEC61966-2-4, ITU-R BT.2020※ ⁹
スクランブル方式		MULTI2		AES, Camellia

※1 符号化率 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

※2 短縮化リードソロモン(204,188)

※3 符号化率 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 7/8, 9/10 ただし、8PSKは3/4以下

※4 BCH(65535, 65343)短縮化

※5 100Mbps以上の伝送で、最悪月サービス時間率99.5%以上の確保(東京)のためには受信アンテナ径60cm以上必要

※6 符号化率7/9を追加

※7 基本サービス用

※8 ロスレス高音質サービス用

※9 2160/P及び4320/Pの場合

4-2. 現行方式との比較(狭帯域伝送方式)

		124/128度CS		
		狭帯域伝送方式	高度狭帯域伝送方式	新方式
使用周波数帯		12.2~12.75GHz		
伝送帯域幅		27MHz		
変調方式※1		QPSK	8PSK	8PSK
情報レート (標準レート)		約29Mbps	最大約45Mbps	最大約45Mbps
誤り訂正方式	内符号	畳込符号化※1	LDPC※3	LDPC※3
	外符号	短縮化RS※2	BCH	BCH
多重化方式		MPEG-2 TS		MPEG-2 TS
映像符号化方式		MPEG-2	MPEG-2 H.264 MPEG-4 AVC	H.265 HEVC
音声符号化方式		MPEG-2 AAC※4		MPEG-2 AAC, MPEG-4 AAC※5 MPEG-4 ALS※6
映像入力フォーマット		480/I, 480/P [SD] 720/P, 1080/I [HD]		1080/I, 1080/P [HD] 2160/P [UHD]
色域		ITU-R BT.709		ITU-R BT.709, IEC 61966-2-4, ITU-R BT.2020※7
スクランブル方式		MULTI2		MULTI2

※1 符号化率 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

※2 短縮化リードソロモン(204,188)

※3 符号化率 3/5, 2/3

※4 MPEG-2 Audio BCも使用可能

※5 基本サービス用

※6 ロスレス高音質サービス用

※7 2160/Pの場合

5-1. 伝送路符号化方式の技術的条件①

伝送パラメータ

伝送帯域幅	34.5MHz
シンボルレート	33.7561Mbaud
ロールオフ率	0.03

その他、搬送周波数の許容偏差、干渉許容値、不要発射等については、現行方式と同様

多重化

フレーム構造	1フレームあたり120スロット 1スロットの長さはMPEG-2 TS長の整数倍 MMT・TLV(可変長)及びMPEG-2 TS(固定長)に対応
--------	---

主信号

変調方式		$\pi/2$ シフトBPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK*
誤り訂正符号	内符号	LDPC符号(符号長44880)
	符号化率 (公称値(真値))	1/3 (41/120), 2/5 (49/120), 1/2 (61/120), 3/5 (73/120), 2/3 (81/120), 3/4 (89/120), 7/9 (93/120), 4/5 (97/120), 5/6 (101/120), 7/8(105/120), 9/10 (109/120)
	外符号	BCH (65535, 65343, t=12) 短縮符号

※ 100Mbps以上の伝送を目的に、最悪月サービス時間率99.5%以上(東京)を達成するには60cm以上の受信アンテナ径が必要

5-1. 伝送路符号化方式の技術的条件②

TMCC信号

変調方式		$\pi/2$ シフトBPSK
誤り訂正符号	内符号	LDPC (31680, 9614) : (LDPC (44880, 22814) の短縮符号)
	外符号	BCH (9614, 9422) : (BCH (65535, 65343) の短縮符号)
制御単位		スロット単位の伝送制御
制御情報		<ul style="list-style-type: none"> ・変調方式及び符号化率の制御(この機能による階層化伝送も可能) ・多重データフォーマット制御(MPEG-2 TS、可変長パケット(MMT・TLV)) ・緊急警報放送起動制御 ・複数独立TS識別制御 ・サイトダイバーシティ情報 ・衛星中継器動作点設定情報
容量		9422ビット:(同期補強バーストをTMCC信号伝送に利用することでTMCC信号の伝送容量を拡大)

5-2. 多重化方式の技術的条件①

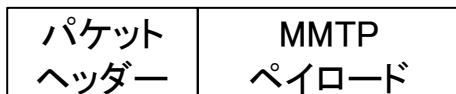
(1) MMT・TLV方式

準拠規格	MMT	ISO/IEC 23008-1 (MPEG Media Transport)
	IP	IETF RFC 768 (UDP), 791 (IPv4), 2460 (IPv6), 5905 (NTP)
	TLV	ITU-R勧告 BT.1869
MMTPパケット		新規
IPパケット TLVパケット		平成23年総務省令第87号第58条 平成23年総務省告示第299号
伝送制御信号 識別子		新規
時刻情報		新規

(2) MPEG-2 TS方式

準拠規格	ITU-T勧告 H.222.0 ISO/IEC 13818-1 (MPEG-2 Systems) ITU-T勧告 H.222.0 ISO/IEC 13818-1 Amendment 3
PESパケット セクション形式 TSパケット 伝送制御信号 識別子	平成23年総務省令第87号第3条 平成23年総務省告示第299号 新規(HEVC及び放送・通信連携への対応)

MMTプロトコルパケットの構成

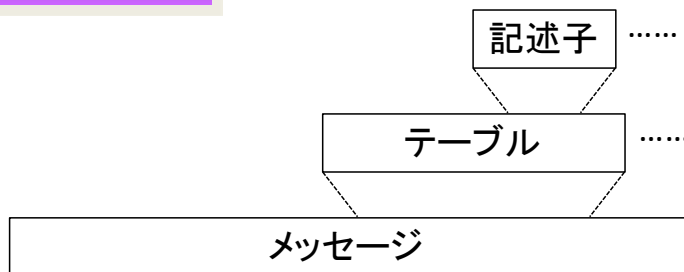


MMTPペイロードの構成例



MMT伝送制御信号

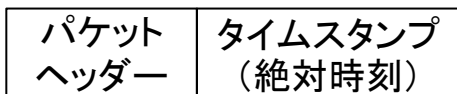
(放送番組の構成等を示す)



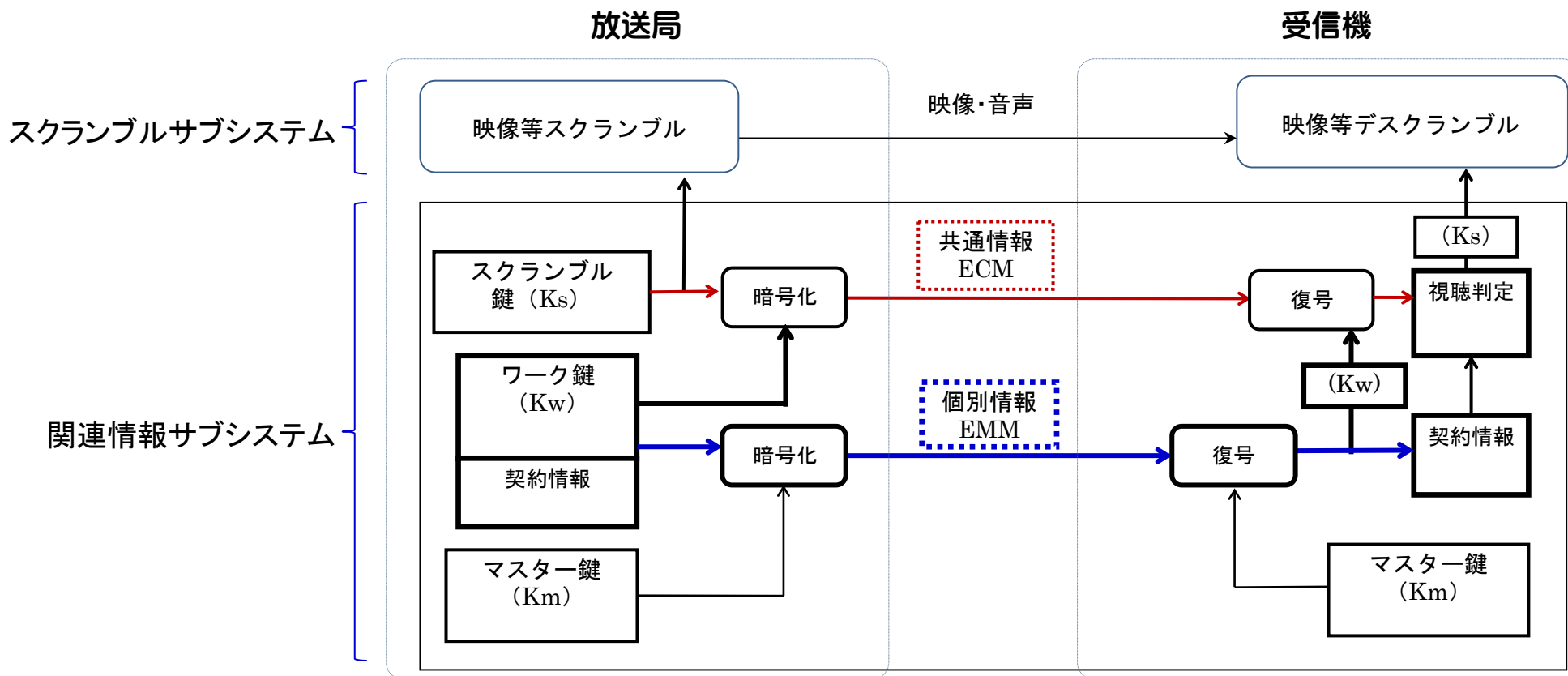
- ・記述子: より詳細な情報を示す
- ・テーブル: 特定の情報を示す要素や属性
- ・メッセージ: テーブルや記述子を格納

時刻情報の伝送

(放送システムにおいて絶対時刻を提供)



限定受信方式の基本構成



広帯域伝送における限定受信方式(スクランブルサブシステム)

	MMT・TLV方式	MPEG-2 TS方式
スクランブル暗号アルゴリズム	「AES」と「Camellia」の鍵長128ビットブロック暗号※を選択可能とする	
スクランブルの範囲	MMTPパケットのペイロード部または IPパケットのペイロード部	TSパケットのペイロード部
追加する伝送制御信号	スクランブル方式記述子 アクセス制御記述子 メッセージ認証方式記述子	スクランブル方式記述子

※ 暗号アルゴリズムの設定にあたっての留意事項

- ・ 耐性を高めるために現行よりも長い128ビットの鍵長で、かつ、現行と同じブロック暗号
- ・ CRYPTREC電子政府推奨暗号リストの中で上記を満足する2方式から選択

広帯域伝送における限定受信方式(関連情報サブシステム)

◆ アクセス制御機能

「MMT・TLV方式」、「MPEG-2 TS方式」のいずれの場合も、

- 現行の3重鍵方式を採用
- 関連情報を構成する情報は、ECM(共通情報)とEMM(個別情報)を踏襲

- ECMとEMMの詳細は、事業者の任意仕様とすることが適当

◆ 安全性の維持・改善

- 放送や通信を使って関連情報を処理するソフトウェアを安全に更新する手段は放送番組を受信するために必須な仕組ではないことから、民間規格として規定されることが適当

5-4. 映像符号化方式の技術的条件①

映像フォーマット

システム	4320/P (8K)	2160/P (4K)	1080/P (2K)	1080/I (2K)
空間解像度	7680 × 4320	3840 × 2160	1920 × 1080	
フレーム周波数 (Hz)	120, 119.88, 60, 59.94		60, 59.94	30, 29.97
フィールド周波数 (Hz)	—		—	60, 59.94
表色系	ITU-R勧告 BT.2020		ITU-R勧告 BT.709 従来色域 xvYCC (IEC 61966-2-4) 広色域	
符号化信号形式	Y'C _B 'C _R ' (非定輝度) 4:2:0			
符号化画素ビット数	10		10, 8	

映像符号化方式

システム	4320/P (8K)	2160/P (4K)	1080/P (2K)	1080/I (2K)
準拠規格	ITU-T勧告 H.265 MPEG-H HEVC			
プロファイル	Main 10		Main 10 ※ 符号化画素ビット数10ビット Main ※ 符号化画素ビット数8ビット	
レベル	6.2 (120Hz) 6.1 (60Hz)	5.2 (120Hz) 5.1 (60Hz)	4.1	4

実証実験

所要ビットレート

- ソフトウェアによる符号化実験及び専門家による主観画質評価実験を行い、映像フォーマット毎の所要ビットレートを確認

映像フォーマット	所要ビットレート
1080/60/I	10Mbps～15Mbps
1080/60/P	10Mbps～15Mbps
2160/60/P	30Mbps～40Mbps
4320/60/P	80Mbps～100Mbps
120/P	60/Pと同程度（数%～10数%増）

※ 時間方向階層符号化により、60/Pと120/Pの符号化特性等を比較

符号化画素ビット数と符号化効率

- 8ビット符号化(Mainプロファイル)と10ビット符号化(Main 10プロファイル)の符号化効率を評価し、10ビット符号化の方が効率が良いことを確認

音声入力フォーマット

最大入力音声チャンネル数	22.2 チャンネル
入力サンプリング周波数	48 kHz
入力量子化ビット数	16 ビット 以上

音声符号化方式

基本サービス用	MPEG-4 AAC LCプロファイル
高音質サービス用	MPEG-4 ALS Simple Profile

○ 現行の高度狭帯域伝送方式を採用

…DVB-S.2をベースとした現行の高度狭帯域伝送方式により、8PSK(符号化率2/3)で約45Mbpsの伝送容量を確保

伝送帯域幅	27MHz
シンボルレート	23.3037Mbaud
ロールオフ率	0.2

変調方式		8PSK
誤り訂正符号	内符号	LDPC符号(符号長64800)
	符号化率	3/5, 2/3
	外符号	BCH 符号

映像フォーマット

システム	2160/P (4K)	1080/P (2K)	1080/I (2K)
空間解像度	3840 × 2160	1920 × 1080	
フレーム周波数 (Hz)	120, 119.88, 60, 59.94	60, 59.94	30, 29.97
フィールド周波数 (Hz)	—	—	60, 59.94
表色系	ITU-R勧告 BT.2020	ITU-R勧告 BT.709 従来色域 xvYCC (IEC 61966-2-4) 広色域	
符号化信号形式	Y'C _B 'C _R ' (非定輝度) 4:2:0		
符号化画素ビット数	10	10, 8	

映像符号化方式

システム	2160/P (4K)	1080/P (2K)	1080/I (2K)
準拠規格	ITU-T勧告 H.265 MPEG-H HEVC		
プロファイル	Main 10	Main 10 ※ 符号化画素ビット数10ビット Main ※ 符号化画素ビット数8ビット	
レベル	5.2 (120Hz) 5.1 (60Hz)	4.1	4

音声入力フォーマット

最大入力音声チャンネル数	22.2 チャンネル
入力サンプリング周波数	32 kHz、44.1 kHz 又は 48 kHz
入力量子化ビット数	16 ビット 以上

音声符号化方式

基本サービス用	MPEG-2 AAC LCプロファイル 又は MPEG-4 AAC LCプロファイル
高音質サービス用	MPEG-4 ALS Simple Profile

※ 広帯域伝送方式と同一の技術方式をベースに、高度狭帯域伝送方式の技術方式も追加

○ その他の技術的条件については、現行の高度狭帯域伝送方式と同様

7-1. 超高精細度テレビジョンの利用イメージ(例) 広帯域伝送方式①

現 行 方 式

34.5MHz衛星中継器 1本に多重可能なHD放送のチャンネル数 : 2ch程度

広帯域伝送方式 (ISDB-S + MPEG-2)

- 1中継器当たりの伝送容量: 最大約52Mbps
 - フルHD放送1chの映像ビットレート: 約22Mbps
- ⇒ $52\text{Mbps} \div (22\text{Mbps} + 4\text{Mbps}) / \text{ch} = 2\text{ch}$

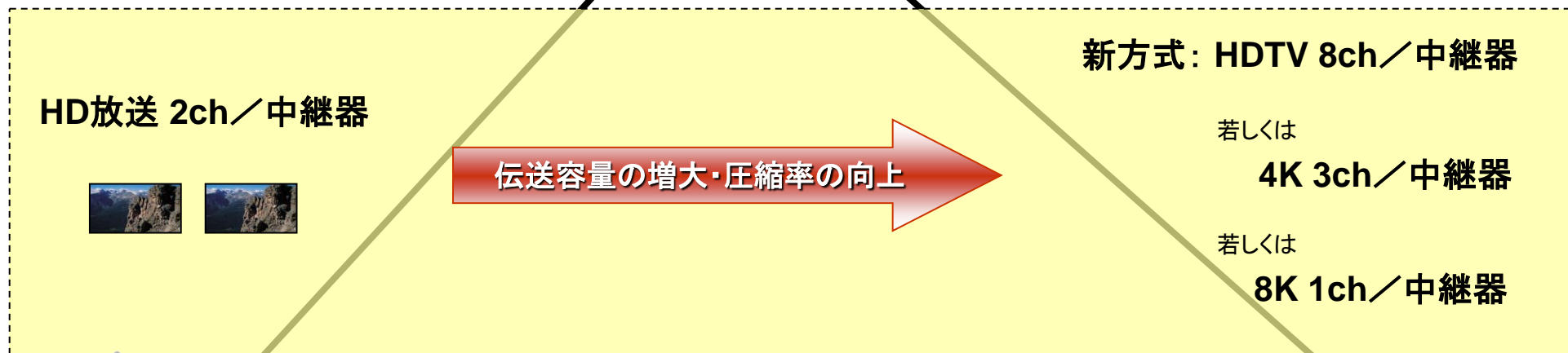
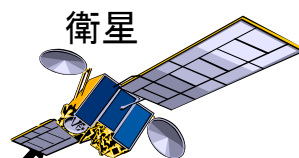
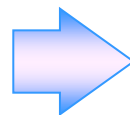
新 方 式

34.5MHz衛星中継器 1本に多重可能な8K UHDTVのチャンネル数 : 1ch程度

新方式 (高度広帯域(改) + H.265)

- 1中継器当たりの伝送容量: 約100Mbps※
- 8K UHDTV 1chの映像ビットレート: 約80Mbps
- 4K UHDTV 1chの映像ビットレート: 約30Mbps
- 2K HDTV 1chの映像ビットレート: 約10Mbps

※変調方式: 16APSK、符号化率: 7/9の場合



送信装置



受信装置

7-1. 超高精細度テレビジョンの利用イメージ(例) 広帯域伝送方式②

現行方式

34.5MHz衛星中継器1本に多重可能なHDTVのチャンネル数 : 4ch程度

高度広帯域伝送方式(高度広帯域+H.264)

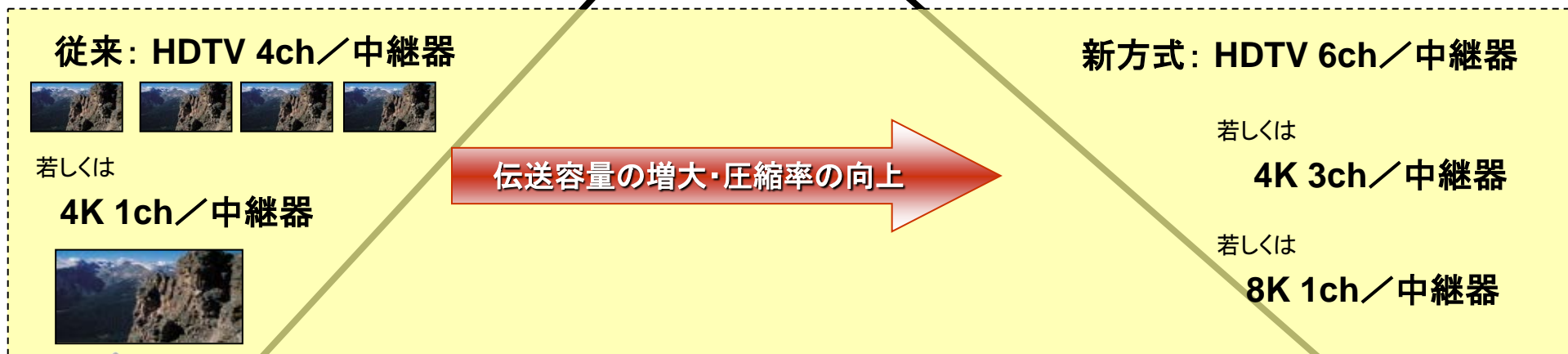
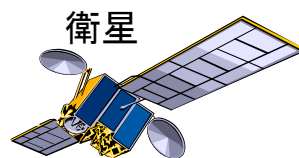
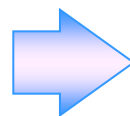
- 1中継器当たりの伝送容量: 約70Mbps※
 - フルHDTV 1chの映像ビットレート: 約13Mbps
- ⇒ $70\text{Mbps} \div (13\text{Mbps} + 4\text{Mbps}) / \text{ch} = 4\text{ch}$
- ※変調方式: 8PSK、符号化率: 3/4の場合

新方式

34.5MHz衛星中継器1本に多重可能な8K UHDTVのチャンネル数 : 1ch程度

新方式(高度広帯域(改)+H.265)

- 1中継器当たりの伝送容量: 約100Mbps※
 - 8K UHDTV 1chの映像ビットレート: 約80Mbps
 - 4K UHDTV 1chの映像ビットレート: 約30Mbps
 - 2K HDTV 1chの映像ビットレート: 約10Mbps
- ※変調方式: 16APSK、符号化率: 7/9の場合



7-2. 超高精細度テレビジョンの利用イメージ(例) 狭帯域伝送方式

高度狭帯域伝送方式

27MHz衛星中継器 1本に多重可能なHD放送のチャンネル数 : 3ch程度

高度狭帯域伝送方式(DVB-S.2+H.264)

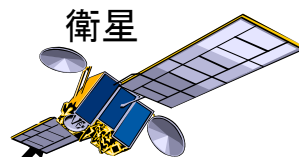
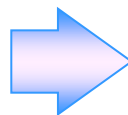
- ▶ 1中継器当たりの伝送容量: 最大約45Mbps
- ▶ HD放送1chの伝送容量: 約13Mbps
- ⇒ $45\text{Mbps} \div 13\text{Mbps/ch} \doteq 3\text{ch}$

新方式

27MHz衛星中継器 1本に多重可能な4K UHDTVのチャンネル数 : 1ch

高度狭帯域伝送方式(DVB-S.2+H.265)

- ▶ 1中継器当たりの伝送容量: 最大約45Mbps
- ▶ 4K UHDTV 1chの伝送容量: 約30Mbps
- ▶ 2K HDTV 1chの伝送容量: 約10Mbps



従来: HDTV 3ch / 中継器



圧縮率の向上

新方式: HDTV 4ch / 中継器



若しくは

4K 1ch / 中継器



送信装置



受信装置

8. 今後の課題(主な事項のみ抜粋)

多重化方式

放送方式へのMMTの採用は世界に先駆けたものであり、本格的な放送・通信連携に対応する世界的な放送方式としていくための取組が必要

限定受信方式

放送や通信を使って関連情報を処理するソフトウェアを安全に更新する手段に関しては、その詳細について、今後、民間規格等で規定されることが必要

映像符号化方式

将来120/Pのサービスが開始された際、初期の60/P対応受信機が120/P放送を受信しても60/P映像を復号できるように、時間方向階層符号化の運用について、今後、民間標準化機関における規定が必要

音声符号化方式

今後、民間規格等により、サービスのニーズを勘案しつつ、基本サービスとロスレス高音質サービスの相互の関係と運用イメージを詳細化することが必要

その他

超高精細度テレビジョン放送システムの普及促進を図るため、引き続き、国際標準化等について積極的な貢献が望まれるとともに、関係する国際標準化の動向や諸外国での放送方式の検討状況等についても注視

(参考1) 伝送路符号化(実証実験)

擬似中継器実験(平成25年12月)

・ 伝送路符号化方式のパラメータ決定

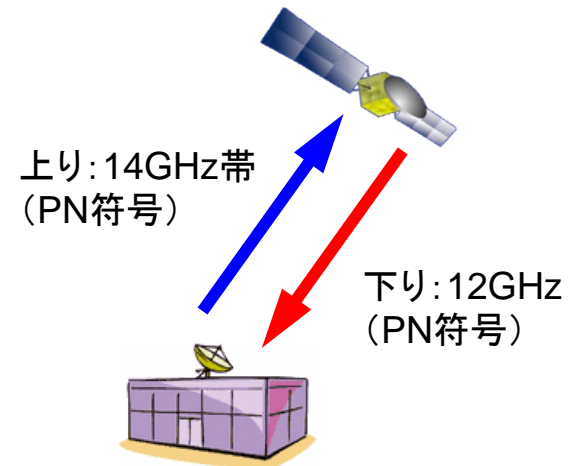
- シンボルレート、ロールオフ率等(伝送容量、サービス時間率などの要求条件を満たす)
 - シンボルレート33.7561Mbaud、ロールオフ率0.03

衛星伝送実験(平成26年1月~2月)

・ 伝送路符号化方式の性能確認

- 誤り率特性の検証
- 所要C/Nの把握
 - 8PSK(3/4):8.7dB
 - 16APSK(3/4):11.8dB
 - 16APSK(7/9):12.3dB
 - 32APSK(4/5):14.0dB
- 同期特性(周波数離調、低C/N)

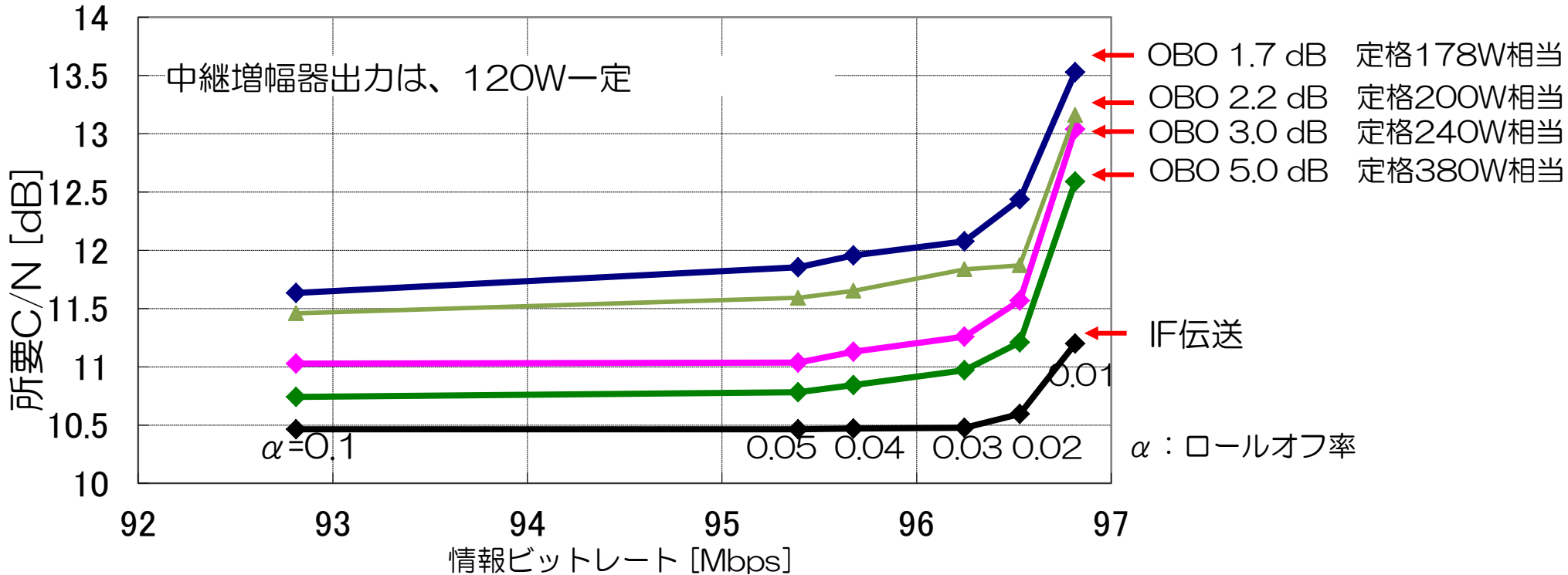
NSAT-110
2つの中継器を利用(性能評価、
及び隣接チャンネル干渉源)



スカパーJSAT株式会社
スーパーバード茨城ネットワーク管制センター

(参考2) ロールオフ率低減の伝送性能への影響(16APSK(3/4))

- 中継増幅器の線形性の違いによるロールオフ率低減の影響を調査(出力は120W一定)



- ロールオフ率を低減することにより、所要C/Nは劣化
- バックオフ(OBO)を大きくして動作点を線形領域に近づけると、所要C/Nは改善。
- 衛星中継器定格電力増大(OBO増大)は、排熱処理等の衛星システム規模拡大やコスト増へつながることから、定格電力の増大にも限界がある。

シンボルレート選定においては、①現行衛星システム(定格出力120W)、②無線通信規則の出力上限値60dBW(中継器定格出力200W衛星システム)について評価

(参考3) シンボルレートの設定

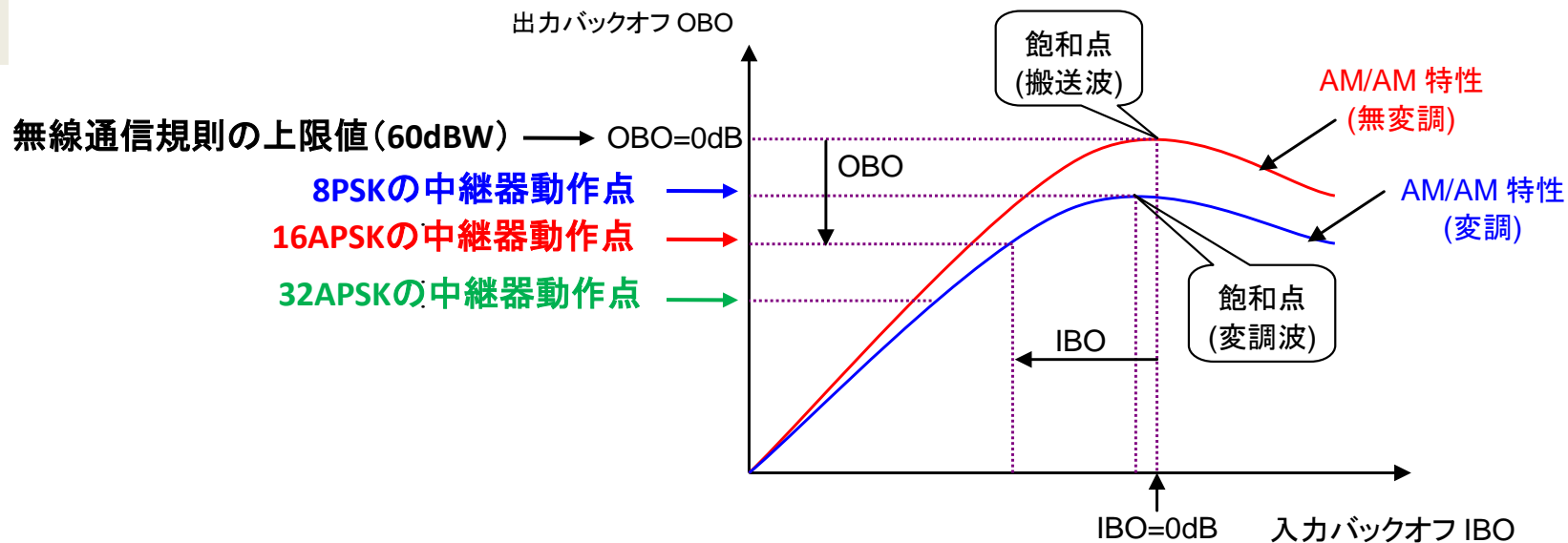
- 条件1: 占有周波数帯幅(34.5MHz以下) → 適合することを確認
- 条件2: 受信機へのインパクト(コスト・ハードウェア規模)
- 条件3: 超高精細度テレビジョン放送
 - ・目指すべき情報レートとサービス時間率 → 100Mbps超、最悪月サービス時間率 99.86%以上
 - ・最低限満足すべき情報レートとサービス時間率 → 80Mbps超、最悪月サービス時間率 99.5%以上
- 条件4: HDTVマルチチャンネル放送
 - ・8PSK(3/4)が現行の衛星放送と同程度の時間率(最悪月サービス時間率99.86%)を確保

ロールオフ率	0.05			0.04			0.03			0.02		
シンボルレート [Mbaud]	33.4656			33.6399			33.7561			33.8723		
	現行衛星システム		上限値*	現行衛星システム		上限値	現行衛星システム		上限値	現行衛星システム		上限値
変調	16APSK	8PSK	16APSK	16APSK	8PSK	16APSK	16APSK	8PSK	16APSK	16APSK	8PSK	16APSK
符号化率	3/4	3/4	7/9	3/4	3/4	7/9	3/4	3/4	7/9	3/4	3/4	7/9
ビットレート [Mbps]	95.29	71.47	99.62	95.78	71.84	100.14	96.12	72.09	100.49	96.45	72.33	100.84
サービス時間率[%]	99.60	99.88	99.74	99.57	99.87	99.73	99.56	99.87	99.71	99.52	99.86	99.69
条件2	○			○			○			△		
条件3	× (100Mbps付近の符号化率で容量が不足する)			○ (8K伝送の場合、目指すべきサービス時間率には届かないが、100Mbps超と最低限のサービス時間率は確保)			○ (8K伝送の場合、目指すべきサービス時間率には届かないが、100Mbps超と最低限のサービス時間率は確保)			○ (8K伝送の場合、目指すべきサービス時間率には届かないが、100Mbps超と最低限のサービス時間率は確保)		
条件4	○			○			○			○		

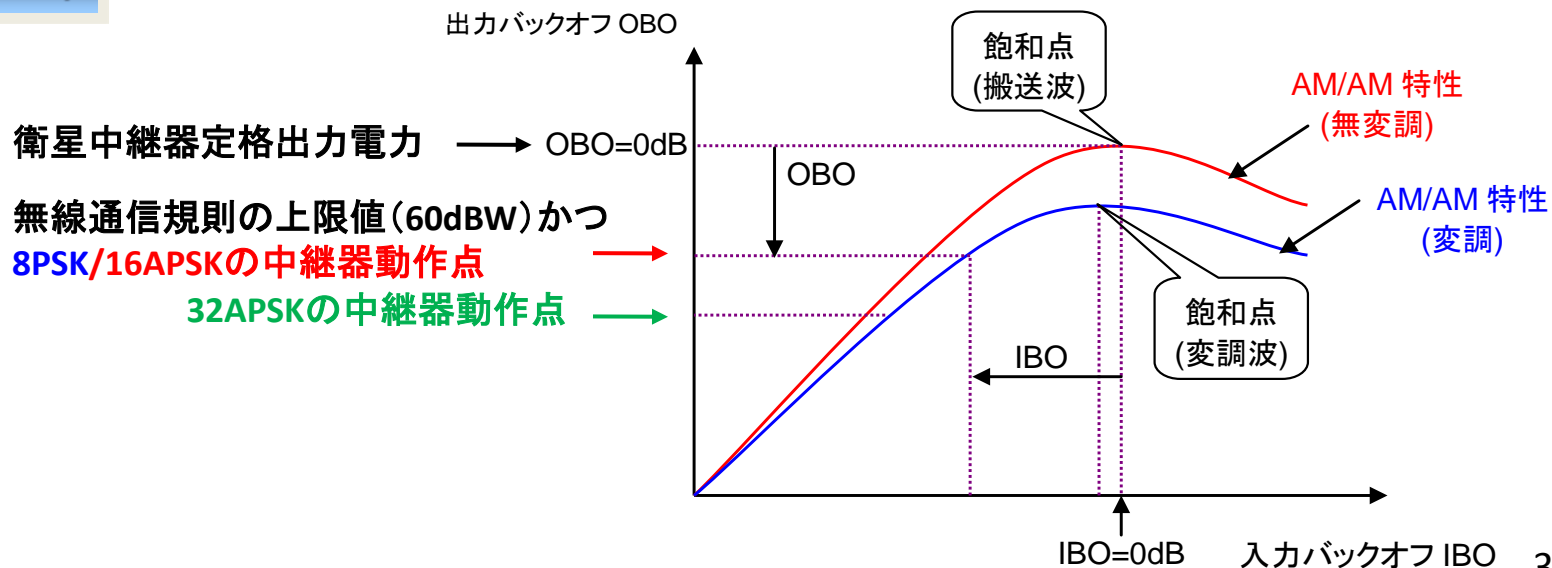
※ 無線通信規則の出力上限値(60dBW)

(参考4) 想定する衛星出力の条件

現行衛星システム



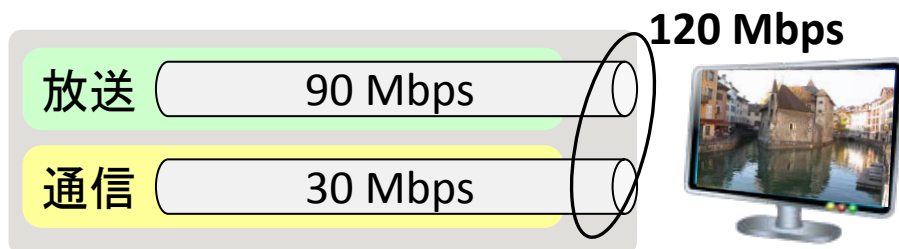
定格出力電力を増力(200W)



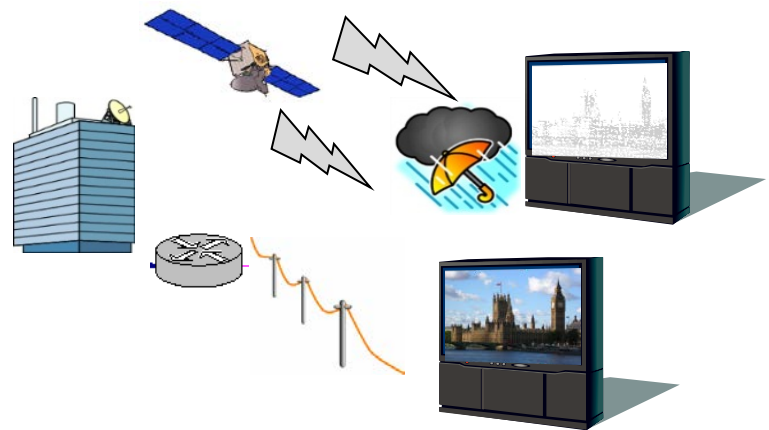
(参考5) MMTによるサービスイメージ例①

MMT (MPEG Media Transport) が実現するサービス例

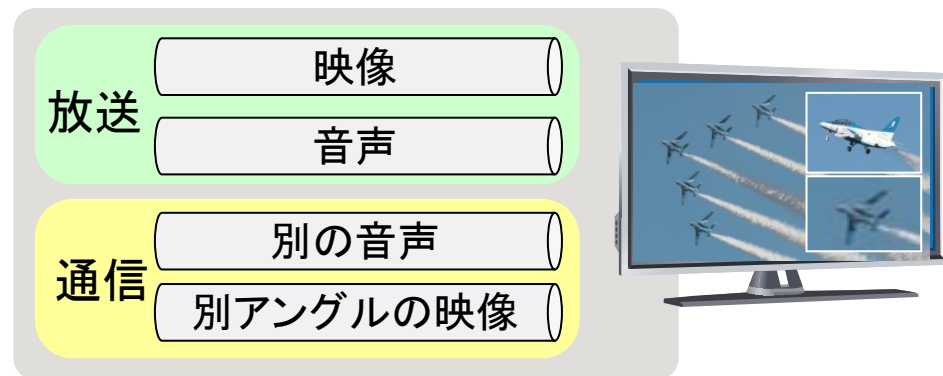
① 放送・通信の伝送路を共通に利用



放送だけ、通信だけでは伝送できない高品質番組を提供
(複数伝送路の利用による帯域の向上)



降雨時に、通信経由で番組を視聴
(複数伝送路によるアベイラビリティの向上)



放送に連動した好みの映像・音声を
通信経由で視聴

(参考5) MMTによるサービスイメージ例②

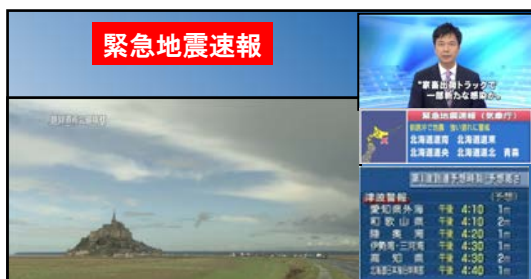
② コンポーネントの提示位置の指定

③ 提示・出力の同期

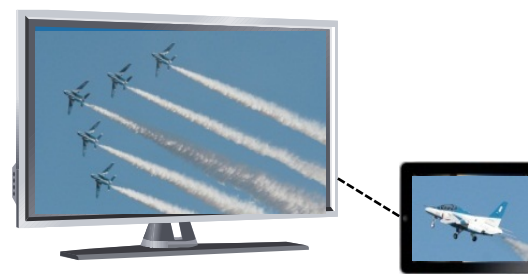
【従来】 番組と割り込みニュースを一つの映像として伝送



- ・ 別々に伝送し、番組の視聴を妨げない位置に提示
- ・ サブデバイスと組み合わせた視聴も可能



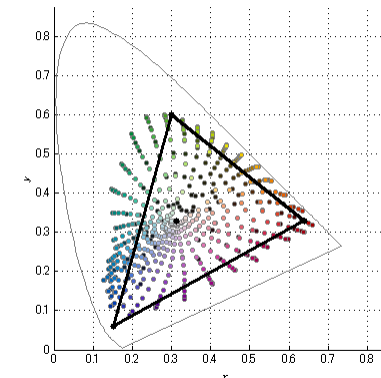
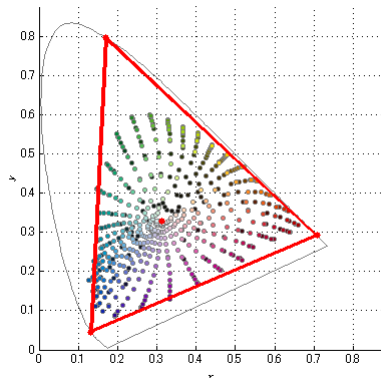
割り込みニュースを効果的に視聴



サブデバイスを用いて視聴

(参考6) 国際標準における映像パラメータ

パラメータ	UHDTV (ITU-R勧告 BT.2020)	HDTV (ITU-R勧告 BT.709-5)																								
映像アスペクト比	16:9	16:9																								
画素数(水平×垂直)	7680×4320、3840×2160	1920×1080																								
フレーム周波数(Hz)	120、(120/1.001、100)、 60、60/1.001、50、 30、30/1.001、25、24、24/1.001	60、60/1.001、50、 30、30/1.001、25、24、24/1.001																								
走査方式	順次(Progressive)	順次(Progressive)、一本おき(Interlace)																								
輝度・色差信号の画素構造	4:4:4、4:2:2、4:2:0	4:2:2																								
量子化ビット数	10または12	8または10																								
表色系 (三原色、基準白色)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>色度座標(CIE, 1931)</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>赤(R)</td> <td>0.708</td> <td>0.292</td> </tr> <tr> <td>緑(G)</td> <td>0.170</td> <td>0.797</td> </tr> <tr> <td>青(B)</td> <td>0.131</td> <td>0.046</td> </tr> </tbody> </table>	色度座標(CIE, 1931)	x	y	赤(R)	0.708	0.292	緑(G)	0.170	0.797	青(B)	0.131	0.046	<table border="1"> <thead> <tr> <th>色度座標(CIE, 1931)</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>赤(R)</td> <td>0.640</td> <td>0.330</td> </tr> <tr> <td>緑(G)</td> <td>0.300</td> <td>0.600</td> </tr> <tr> <td>青(B)</td> <td>0.150</td> <td>0.060</td> </tr> </tbody> </table>	色度座標(CIE, 1931)	x	y	赤(R)	0.640	0.330	緑(G)	0.300	0.600	青(B)	0.150	0.060
	色度座標(CIE, 1931)	x	y																							
赤(R)	0.708	0.292																								
緑(G)	0.170	0.797																								
青(B)	0.131	0.046																								
色度座標(CIE, 1931)	x	y																								
赤(R)	0.640	0.330																								
緑(G)	0.300	0.600																								
青(B)	0.150	0.060																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>基準白色</th> <th>x</th> <th>y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D65(昼光色相当)</td> <td>0.3127</td> <td>0.3290</td> </tr> </tbody> </table>	基準白色	x	y	D65(昼光色相当)	0.3127	0.3290																			
基準白色	x	y																								
D65(昼光色相当)	0.3127	0.3290																								



(参考7) 国際規格の標準化動向①

方式	規格・勧告	国際標準化時期	採用実績又は予定
MPEG-2 Systems	ITU-T勧告H.222.0 (06/2012) ISO/IEC 13818-1:2013 Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems	現行	現行デジタル放送
	HEVC 伝送 ITU-T勧告H.222.0 (06/2012) /AMD 3 ISO/IEC 13818-1:2013 /AMD 3 Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems Amendment 3: Transport of HEVC video over MPEG-2 systems	2013.9 FDAM (出版準備中)	
	Timeline 拡張 ISO/IEC 13818-1:2013 AMD 6 Delivery of Timeline for External Data	2013.11 PDAM 2014.04 DAM 2014.10 FDAM	
MPEG-H MMT	ISO/IEC 23008-1:2014 Information technology – High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments - Part 1: MPEG media transport (MMT)	2013.11 FDIS	
TLV	ITU-R勧告 BT.1869-0 (2010) Multiplexing scheme for variable-length packets in digital multimedia broadcasting systems	現行	高度広帯域伝送方式
IP	IETF RFC 768: User Datagram Protocol, Aug. 1980 IETF RFC 791: Internet Protocol, Sep. 1981 IETF RFC 2460: Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, Dec. 1998	現行	多数

(参考7) 国際規格の標準化動向②

方式	規格・勧告	国際標準化時期	採用予定又は実績
H.265 MPEG-H HEVC	ITU-T勧告 H.265 (04/2013) High efficiency video coding ISO/IEC 23008-2:2013 Information technology – High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments – Part 2: High efficiency video coding	現行	

方式	規格・勧告	国際標準化時期	採用予定又は実績
MPEG-2 AAC	ISO/IEC 13818-7:2006 Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 7: Advanced Audio Coding (AAC)	現行	現行デジタル放送
MPEG-4 AAC	ISO/IEC 14496-3:2009 Information technology – Coding of audio-visual objects - part 3: Audio	現行	南米の地上デジタル放送
New levels	ISO/IEC 14496-3:2009/AMD 4 New levels for AAC profiles	現行 (2013.12.15発行)	
MPEG-4 ALS	ISO/IEC 14496-3:2009 Information technology – Coding of audio-visual objects - part 3: Audio	現行	高度広帯域伝送方式及びV-Highマルチメディア放送のダウンロードサービス

(参考7) 国際規格の標準化動向③

方式	規格・勧告	国際標準化時期	採用予定又は実績
AES 128ビットブロック 暗号	ISO/IEC 18033-3 Information technology - Security techniques - Encryption algorithms Part 3: Block ciphers	現行	国内: V-highマルチメディア放送 海外: DVB-H (ETSI TS 102 474: DVB; IP Datacast over DVB-H: Service Purchase and Protection)
Camellia 128ビットブロック 暗号	ISO/IEC 18033-3 Information technology - Security techniques - Encryption algorithms Part 3: Block ciphers	現行	V-highマルチメディア放送