

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（案）の概要

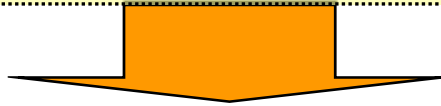
「放送システムに関する技術的条件」のうち
「衛星デジタル放送の高度化に関する技術的条件」

平成20年7月25日
放送システム委員会

1-1. はじめに

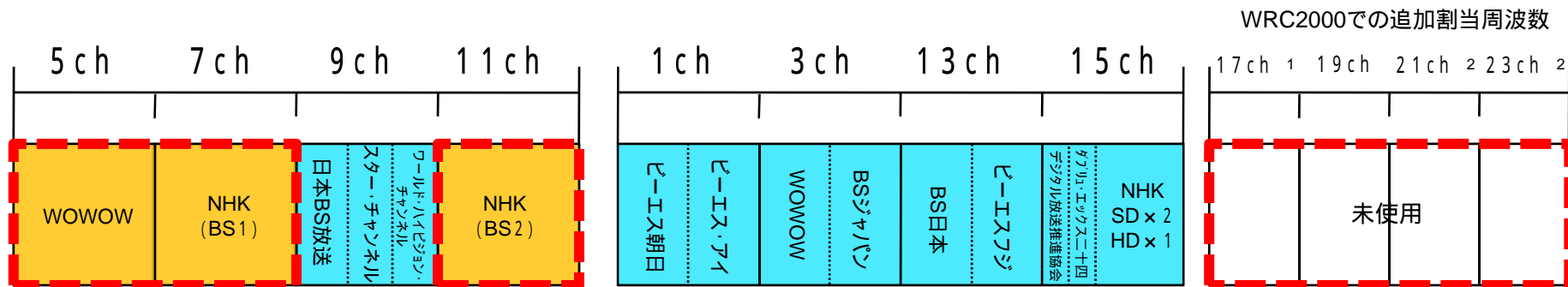
背景・目的

昨今、2011年に終了予定のBSアナログ放送用3チャンネルや2000年開催の世界無線通信会議(WRC2000)で日本に追加割当てされた新4チャンネルの活用方策が議論される中、衛星デジタル放送の方式に関しては、衛星放送を取り巻く環境を踏まえ、より効率的に伝送が可能となる最新技術を最大限活用することが求められている。



審議事項

一昨年9月の諮問を受け、放送システム委員会では、現行放送との親和性や国際標準等を考慮しつつ、2011年の時点で合理的に実現でき、かつサービス導入可能な技術等について検討し、今般、「衛星デジタル放送方式高度化に関する技術的条件」に関する委員会報告を取りまとめた。



:新方式の対象となるチャンネル



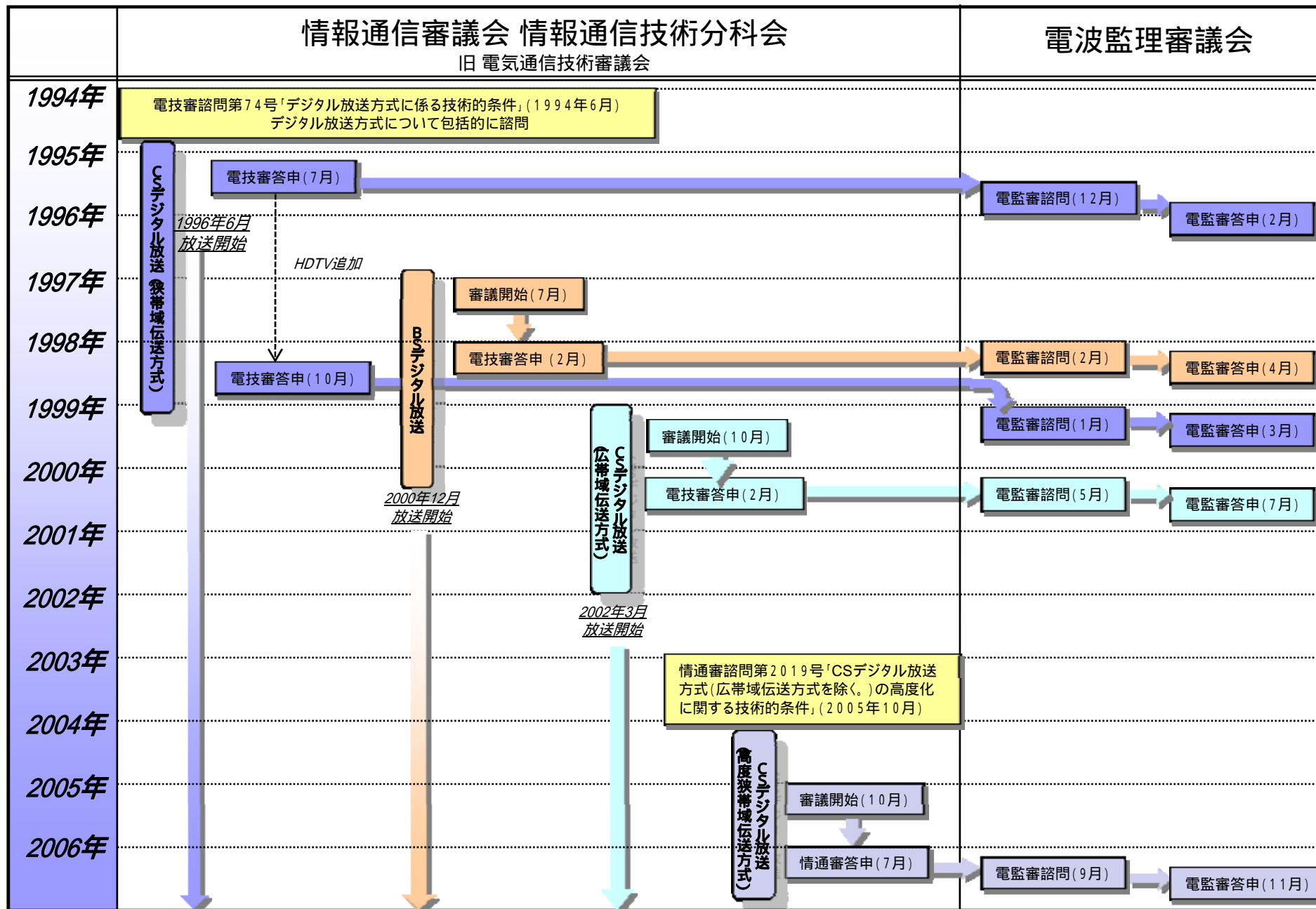
:アナログチャンネル



:デジタルチャンネル

- 1 衛星利用による難視聴地域対策にて使用の可能性あり
- 2 一部の形態のBS放送受信システムの電波干渉問題あり

1-2. 衛星デジタル放送の技術基準策定経緯



1-3. 基本的な考え方と主な要求条件

基本的な考え方

現行BSデジタル放送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切な場合については、その内容を準用すること。

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、拡張性を有する方式とすること。

HDTV放送以上の高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスを実現できること。

他のデジタル放送メディアとの整合性を確保するとともに、今後の通信やコンピュータとの融合による新たなサービスにも対応できること。

主な要求条件

サービス	・インターネットなどの通信系を利用したサービス(現行の双方向データ放送サービスも含む)や蓄積系のサービスについても考慮すること。
放送品質	・現行のデジタルHDTVと同等又はそれ以上の画質が望まれることを考慮し、 できる限り高い画質を保つ こと。さらに、 現行のデジタルHDTVを超える高画質サービスも可能 であること。 ・低C/N時の劣化が できるだけ小さい こと。
技術方式	・ 将来の拡張性 を考慮したデータ放送の符号化方式であること。 ・現行のデジタルHDTVやこれを超える高画質な放送サービスなどを伝送できるように、 できるだけ高い伝送容量を確保できる変調方式 であること。 ・帯域利用効率が高く、中継器の 非線形特性に強い 方式を採用すること。 ・ 既存のBSデジタル放送及び広帯域CSデジタル放送の受信アンテナ特性 (小口径アンテナを含む)を考慮すること。

1-4. 新方式の概要 1 / 2

- 階層変調、緊急警報放送、スロット/フレーム構造など、現行方式 (ISDB-S) の機能は踏襲
- 34.5MHz幅の衛星中継器において、30%以上の伝送容量(正味の情報レート)の増加
中継器あたりの伝送容量: 52Mbps 70Mbps (現行と同等のサービス時間率の8PSK、符号化率3/4)

伝送路符号化方式

符号化利得の高い誤り訂正方式であるLDPC符号の導入

...高い符号化利得により8PSKの符号化率を3/4として伝送容量を拡大

...符号長(44880)をMPEG2-TSの整数倍とすることによる伝送効率の向上

シンボルレートの変更

...ロールオフ率0.1の採用により、高シンボルレート化(28.86 32.5941Mbaud)することで伝送容量を拡大

< 伝送制御信号 >

パイロット信号の導入

...非線形増幅による所要C/N劣化の改善

同期バースト信号にTMCC情報をのせることでTMCC制御情報量を増加

...TMCC信号の情報量を増やすことで伝送制御を多機能化

1-4. 新方式の概要 2 / 2

- 多重化方式として、TLV方式を導入することで、IPパケット等を効率的に伝送可能
- 映像符号化では、H.264の新技术の導入により、伝送効率の改善や高品質化・高機能化を実現
また、映像入力フォーマットとして、現行の1080/Iを超える、1080/Pや2160/P を追加

「今後のサービス提供上の環境が整うことにより適用可能となるフォーマット」と注記

多重化方式

TLV (Type Length Value) 多重化方式の導入

...IPパケットなど種々の可変長パケットを効率的に伝送可能な多重化方式

映像符号化方式

H.264導入による圧縮率の向上

...従来のMPEG-2に比べて高効率で映像を符号化可能な映像圧縮方式

広色域システムの導入による色彩表現領域の拡大

...三原色信号(RGB)に負値や1を超える値を許容することで、広い色域を表現可能

順次走査HDTV入力フォーマットの追加

音声符号化方式

2.2chやMPEG-2 AAC+SBR導入による、多様なサービスの実現

1-5. 他方式との比較

		<i>CSデジタル放送</i> (高度狭帯域伝送方式)	<i>BSデジタル放送</i> (ISDB-S)	新方式	新方式の特徴
ロールオフ率		0.2、0.25、0.35	0.35	0.1	・ロールオフ率を小さくし、高シンボルレート化による伝送容量の拡大
シンボルレート		23.3037 (帯域幅:27MHz)	28.86 (帯域幅:34.5MHz)	32.5941 (帯域幅:34.5MHz)	・高シンボルレート化による伝送容量の拡大
伝送容量 ¹		約45Mbps	約52Mbps	約70Mbps	
変調方式		8PSK	BPSK、QPSK、 TC8PSK	1/2シフトBPSK、 QPSK、8PSK、 16APSK ² 、32APSK ²	・多値変調方式による伝送容量の拡大
誤り訂正方式	内符号	LDPC	畳込み符号化	LDPC	・符号化利得の高い誤り訂正方式であるLDPC符号の導入
	外符号	BCH	リードソロモン (204、188)	BCH	
安定な伝送制御 (緊急警報放送起動、サイドバースィティ告知等)		BBHEADER PLHEADER	TMCC	TMCC	・制御情報が最強耐性の伝送方式で伝送されるため、安定な伝送制御が可能
多重化方式		MPEG-2 Systems		MPEG-2 Systems、 TLV	・IPパケットなど種々の可変長パケットを効率的に伝送可能な多重化方式を導入
映像符号化方式		H.264	MPEG-2 Video	H.264	・H.264導入による圧縮率の向上
映像入力フォーマット		480/I、480/P、720/P、1080/I		480/I、480/P、1080/I、 1080/P、2160/P ³	・現行の1080/Iを超える1080/Pを導入

1 正味の情報レート(188バイトTS伝送レート)

2 今後の周辺技術の進展により適用が可能となる方式

3 今後のサービス提供上の環境が整うことにより適用可能となるフォーマット

TMCC: Transmission and Multiplexing Configuration Control

BBHEADER: Base Band Header

PLHEADER: Physical Layer Header

2-1. 伝送路符号化方式の技術的条件

伝送パラメータ

伝送帯域幅	34.5MHz
シンボルレート	32.5941 Mbaud
ロールオフ率	0.1

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	<ul style="list-style-type: none"> ・120スロット/フレーム ・MPEG-2 TS長の整数倍のスロット長
--------	--

主信号

変調方式		/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), $4/5$ (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

今後の周辺技術の進展により適用が可能となる方式

2-2. 伝送路符号化方式の技術的条件 ~ 伝送制御信号 ~

TMCC信号

変調方式		/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"> ・変調方式および符号化率の制御 ・多重データフォーマット制御 (MPEG-2 TS, 可変長パケット) ・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		同期補強バーストをTMCCと兼用することでTMCC容量を現行の384ビットから9422ビットへ拡大

3-1. 多重化方式の技術的条件

■ 従来のリアルタイム型放送サービスに加えて、蓄積型放送サービス用等にTLV多重化を追加

多重化方式とプロトコルスタック

(1) リアルタイム型放送サービス用 … MPEG-2 Systems		(2) 蓄積型放送サービス用 … TLV (Type Length Value)		
PES	Section	IPパケット	ヘッダ圧縮 IPパケット	伝送制御
MPEG-2 TS		TLV		
スロット				
物理層				

(1) 多重化方式 (リアルタイム型放送サービス用)

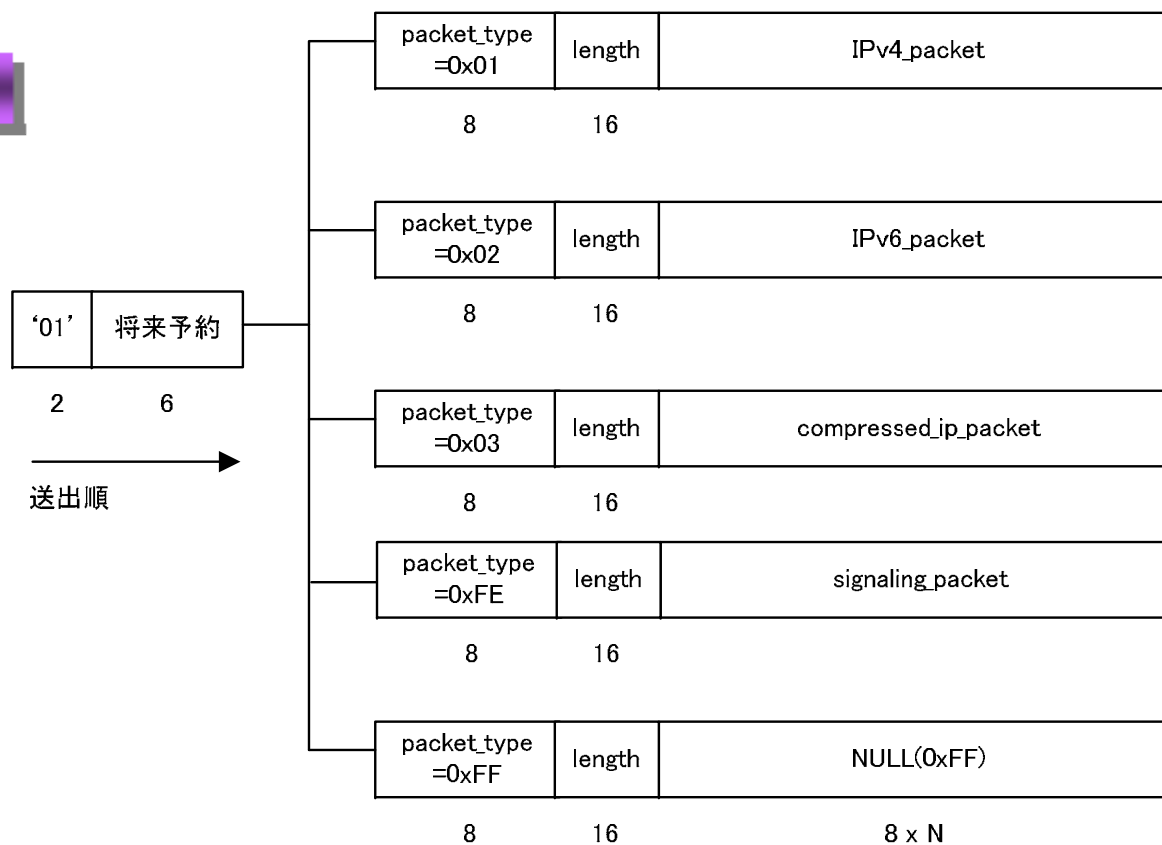
準拠規格	ITU-T H.222.0 ISO/IEC 13818-1 (MPEG-2 Systems)
PESパケット セクション形式 TSパケット 伝送制御信号 識別子	平成15年総務省令第26号第1章第3号 平成15年総務省告示第37号

3-2. 多重化方式の技術的条件 ~ 蓄積型放送サービス ~

(2) 多重化方式 (蓄積型放送サービス用)

方式	TLV (Type Length Value)
特徴	可変長で長パケットの伝送による伝送効率の改善
可変長パケットの種別	IPv4パケット、IPv6パケット、ヘッダ圧縮IPパケット、 伝送制御信号パケット (TLV-NIT, Address Map Table)、 ヌルパケット

TLVの構成



4-1. 映像符号化方式の技術的条件 ~映像入力フォーマット~

時空間フォーマット

基本	1920x1080/60/I 1920x1080/60/P 3840x2160/60/P
マルチサービス専用	720x483/60/I 720x483/60/P
実験用	7680x4320/60/P

今後のサービス提供上の環境が整うことにより適用可能となるフォーマット

信号方式

信号形式	Y, Cb, Cr
輝度・色差信号形式	4:2:2
量子化ビット数	8または10

カラリメトリ

	x	y	(CIE, 1931)
三原色色度点	赤 (R)	0.640	0.330
	緑 (G)	0.300	0.600
	青 (B)	0.150	0.060
基準白色	D_{65}	0.3127	0.3290
光電変換特性	定義式の高精度化、負値/1超のRGBを許容 輝度・色差信号(YCbCr)は既存のダイナミックレンジのままで、広い色域を表現可能		

4-2. 映像符号化方式の技術的条件 ~ 映像符号化方式 ~

準拠規格

準拠規格	ITU-T H.264 ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 AVC)
------	--

プロファイルとレベル

プロファイル		High 4:2:2 (High, High 10を包含) - 4:2:0または4:2:2 - 8 ~ 10 bits
レベル	480/60/I	3
	480/60/P	3.1
	1080/60/I	4
	1080/60/P	4.2
	2160/60/P	TBD (H.264 MPEG-4 AVCへの規定追加が必要)
	4320/60/P	

5. 音声符号化方式の技術的条件

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	48kHz
入力量子化ビット数	16、20、24ビット
音声モード	・モノラル
	・ステレオ
	・マルチチャンネルステレオ
	・2 音声(デュアルモノラル)

音声符号化方式

(1) 基本サービス用	・MPEG-2 AAC LCプロファイル (AAC+SBRの使用も可能)
(2) 非圧縮・ロスレス 高音質サービス用 (最大符号化チャンネル 数は5.1チャンネル)	・MPEG-4(ISO/IEC 14496-3) ALS (ただし、放送応用に適したサブセット化を実施(検討中)) ・リニアPCM音声符号化 (SMPTE302Mに準拠したPES伝送方式を用いる)

ただし、周波数有効利用等の観点から課題がある。

6. 新方式の利用イメージ(例)

■ 新たな衛星デジタル放送として、多チャンネルHD放送を実現

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 : 2ch程度

現行方式(ISDB-S)

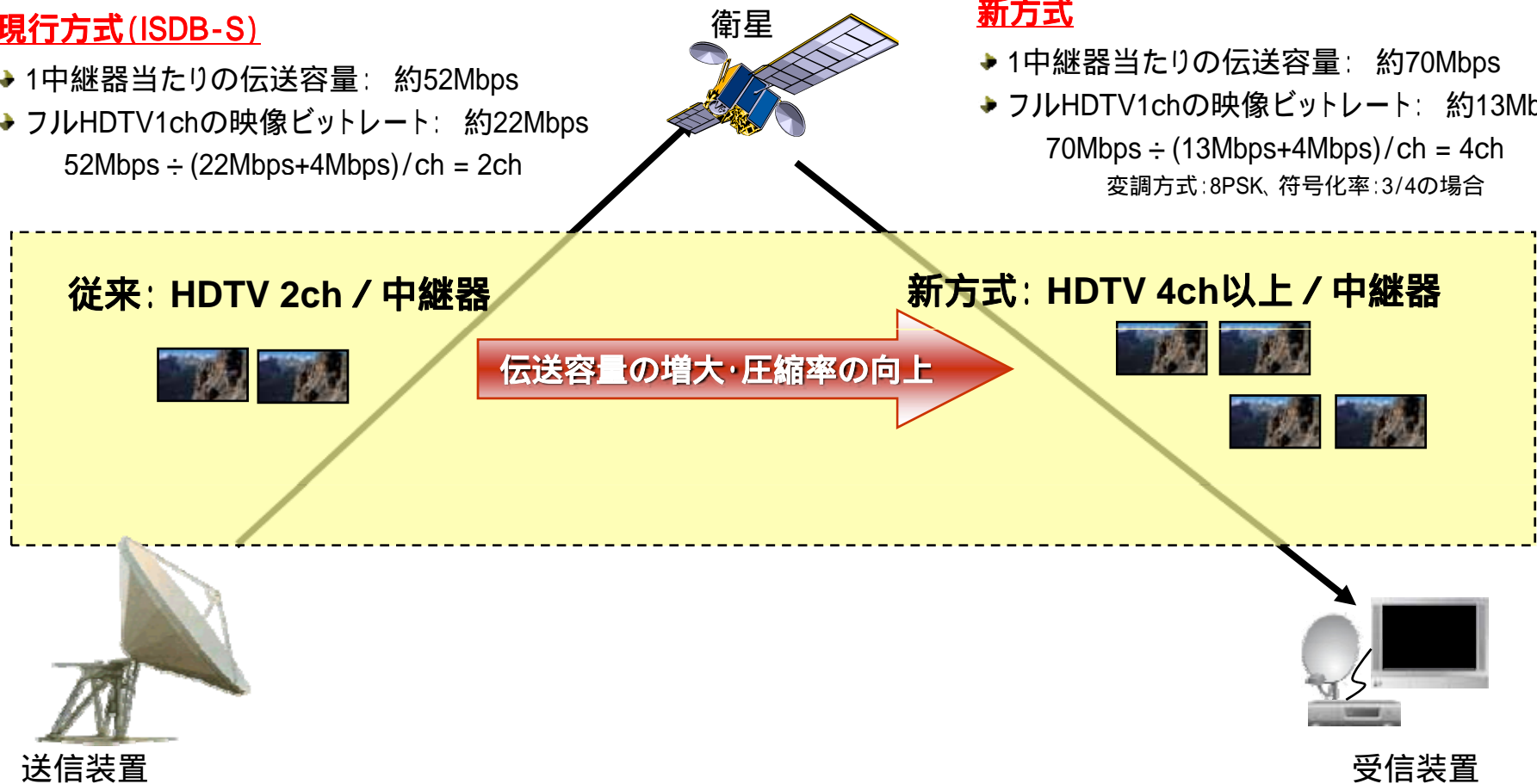
- ▶ 1中継器当たりの伝送容量: 約52Mbps
 - ▶ フルHDTV1chの映像ビットレート: 約22Mbps
- $$52\text{Mbps} \div (22\text{Mbps} + 4\text{Mbps}) / \text{ch} = 2\text{ch}$$

新方式

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

新方式

- ▶ 1中継器当たりの伝送容量: 約70Mbps
 - ▶ フルHDTV1ch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



(参考 1) 伝送路符号化 ~ シンボルレート・ロールオフ率 ~

実証実験の結果、シンボルレート及びロールオフ率を下記のとおり決定した。

■ 実験の目的

- シンボルレートを高くすることによる伝送容量の増大

■ 条件

- 占有帯域幅(99%電力帯域幅)は34.5MHz以下(電波法による制約)
- 占有帯域幅は現行の放送方式と同等(現行方式との整合性)
- 放送衛星の出力は現行の衛星と同じ(電力の条件)
- 8PSK(3/4)のサービス時間率は現行方式と同等(最悪月99.7%以上)(サービス条件)
所要C/N 10.7dB以下(TC8PSK)、45cm受信アンテナ
- 32APSKについては、120cmアンテナで最悪月99.5%以上(サービス条件)
- 隣接チャンネル間干渉が小さい

■ 導入技術

- 誤り訂正符号の符号化利得(電力の条件、サービス条件)
衛星放送方式に適したLDPC符号の導入
- ロールオフ率を小さくすることで占有帯域幅を小さくする(高いシンボルレート)
受信機デジタルフィルタのタップ数の増大などハードウェアの進展
13タップ(ISDB-S開発時の試作機の例) → 1000タップ以上可能(現状)

■ 放送事業者のビットレート管理のしやすさという観点からの制約条件

- スロットあたりのビットレートが整数となること
- シンボルレート[Mbaud表記]の小数点以下が4桁以内となること

ロールオフ率: 0.1
シンボルレート: 32.5941 Mbaud

(参考 2) 伝送路符号化 ~ 多値変調方式 ~

- 現行の受信環境 での受信の可能性(サービス時間率99.5%以上)については、下表のとおり。
 - : 現行の受信環境で受信可能となる、変調方式と符号化率の組み合わせ
 - : 周辺技術の進展により適用が可能となる組み合わせ

符号化率	変調方式				
	/2 シフト BPSK	QPSK	8PSK	16APSK	32APSK
1/3					
2/5					
1/2					
3/5					
2/3					
3/4					
4/5					
5/6					
7/8					
9/10					

受信アンテナ径(例)

東京:45cm

対馬:60cm

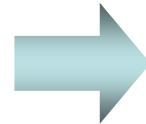
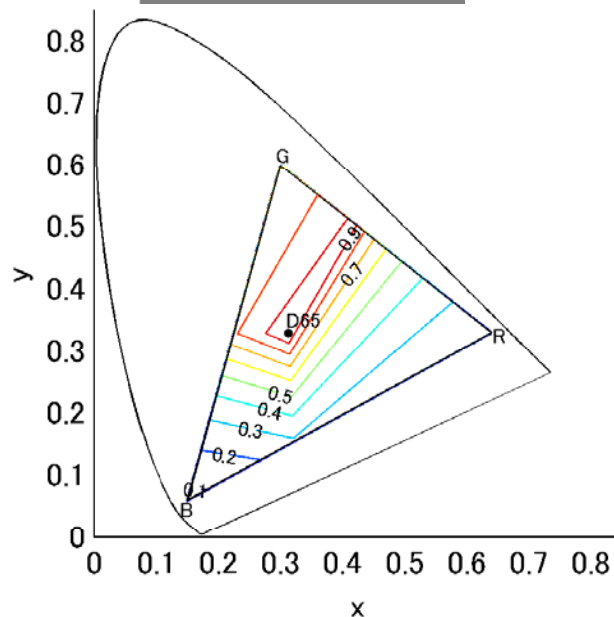
那覇:60cm

(参考 3) 映像符号化の技術的条件 ~ 広色域システム ~

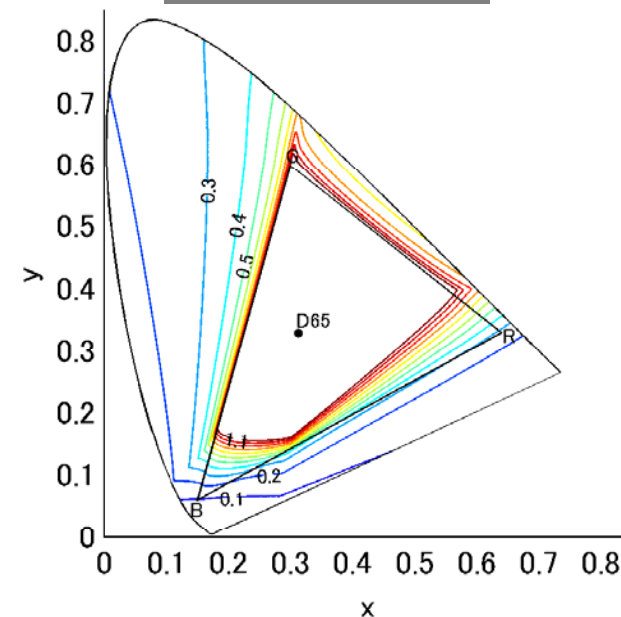
負RGB方式による色域拡大

- 三原色信号 (RGB) に負値や1を超える値を許容することで、広い色域を表現可能。
- 輝度・色差信号 (YCbCr) のダイナミックレンジは現行方式と同じ。
 - 実在する最も彩度の高い表面色の集合 (Pointer Colors) を全て表現可能。
- 広色域ディスプレイでは広色域を、従来ディスプレイでは従来通りの色域を再現可能。
- 国際標準 (ITU-R勧告BT.1361、IEC 61966 - 2 - 4 (xvYCC))

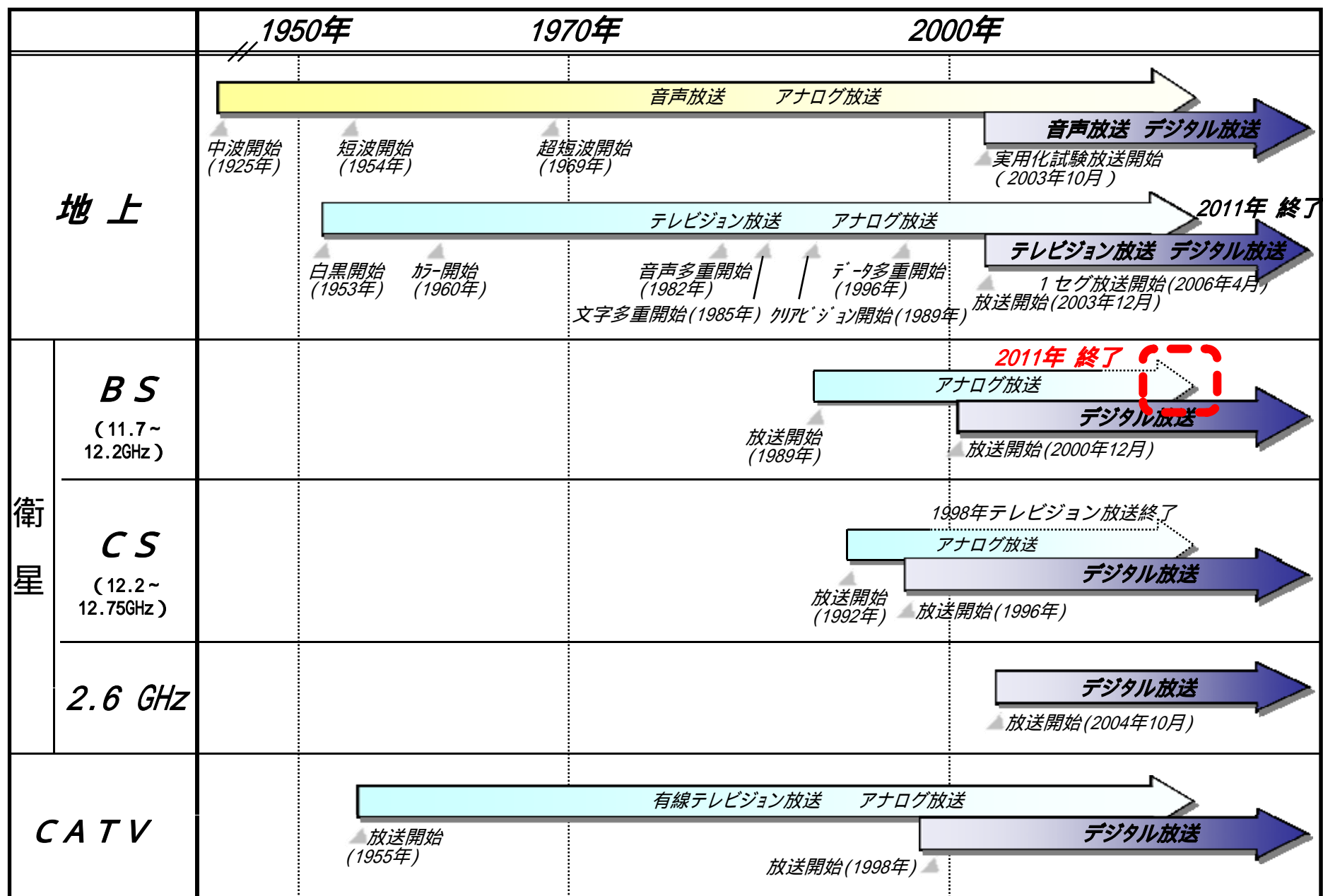
現行システム



広色域システム



(参考 4) 放送のデジタル化の経緯



(参考 5) 放送システム委員会 構成員

(主 査)	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
(主査代理)	都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授
	相澤 彰子	国立情報学研究所 情報学資源研究センター 教授
	井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
	伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 教授
	小川 博世	独立行政法人 情報通信研究機構 研究推進部門統括
	甲藤 二郎	早稲田大学 理工学部 教授
	小林 哲	矢崎総業株式会社 技術研究所 技監(前社団法人 電波産業会 常務理事)
	佐藤 明雄	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授
	高田 潤一	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
	野田 勉	日本ケーブルラボ 部会担当部長
	山田 孝子	関西学院大学 総合政策学部 教授

(参考 6) 放送システム委員会 衛星放送システム作業班 構成員

(主任) 甲藤 二郎	早稲田大学 理工学部 コンピュータ・ネットワーク工学科 教授	笹沼 満	宇宙通信(株) 事業カンパニー ネットワーク技術本部長
浅井 光太郎	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 マルチメディアシステム技術部長	正源 和義	日本放送協会 放送技術研究所(システム)部長
石下 英男	(株)BS朝日 執行役員 技術局長 ((社)日本民間放送連盟)	中島 康之	KDDI(株) コンテンツ・メディア本部 メディア開発部長
石橋 聡	日本電信電話(株) サイバースペース研究所長	野村 敏男	シャープ(株) 研究開発本部 先端映像技術研究所 第3研究室長
伊藤 隆	(株)富士通研究所 画像・バイオメトリクス研究センター主席研究員	服部 嘉人	(株)放送衛星システム 技師長
加藤 孝男	(株)東芝 府中事業所 伝送機器部 部長	濱田 一郎	ソニー(株) テレビ事業本部 システム技術部門 技術2部 担当部長
加藤 久和	日本放送協会 技術局 計画部 担当部長	藤田 欣裕	(社)電波産業会 デジタル放送システム開発部会 委員長
河崎 憲一郎	(株)スカイパーフェクト・コミュニケーションズ 技術・開発本部副本部長	丸山 素弘	日本ケーブルラボ 担当課長
木田 由紀夫	(株)スター・チャンネル 渉外部長 ((社)衛星放送協会)	吉川 渉	日本電気(株) 放送・制御事業本部 放送映像事業部 第三技術部長
桑本 英樹	(株)日立製作所 コンシューマエレクトロニクス研究所 ブロードバンドシステム研究センタ ブロードバンドアプライアンス研究部 部長	吉村 直子 (-H19.12)	(独)情報通信研究機構 総合企画部 評価室 プランニングマネージャー
坂下 博彦	松下電器産業(株) デジタル放送事業推進室 参事	大川 賢 (H20.1~)	(独)情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター 宇宙通信ネットワークグループ主任研究員