

超高精細度テレビジョン放送システム作業班 中間報告

平成25年12月3日

放送システム委員会

超高精細度テレビジョン放送システム作業班

1. 伝送路符号化方式

広帯域伝送 (BS放送、110度CS放送)

- 超高精細度テレビジョン放送(衛星)の伝送路符号化方式としては、高度広帯域衛星デジタル放送方式を基本とする
 - 情報通信審議会答申「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)を踏まえ、技術基準を整備済み(高度広帯域伝送方式)
 - LDPC符号の採用による誤り訂正能力の強化
 - 8PSK(符号化率3/4)で約70Mbpsの伝送容量を確保(現行BSデジタル放送(ISDB-S)は約52Mbps)
 - ARIB標準規格「高度広帯域衛星デジタル放送の伝送方式」(STD-B44)では、変調方式としてAPSK方式も採用されており、更なる大容量伝送が可能
 - 現行の衛星デジタル放送方式(ISDB-S)が有する機能は全て備えている
- 主な検討項目
 - ロールオフ率を0.1以下とし、シンボルレートの高速化による伝送容量の増加
 - 衛星中継器の出力を規定値の上限まで増力する等により、16APSKでのサービス時間率の向上

狭帯域伝送 (124/128度CS放送)

- 超高精細度テレビジョン放送(衛星)の伝送路符号化方式としては、高度狭帯域衛星デジタル放送方式を基本とする
 - 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

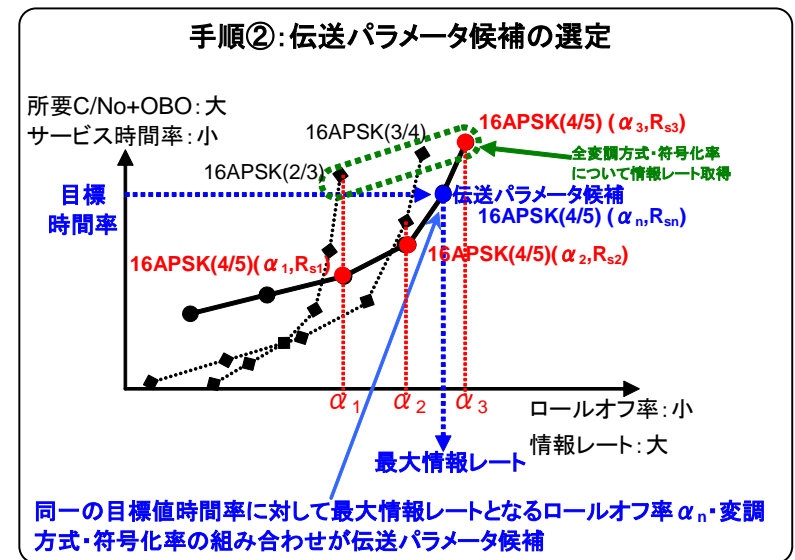
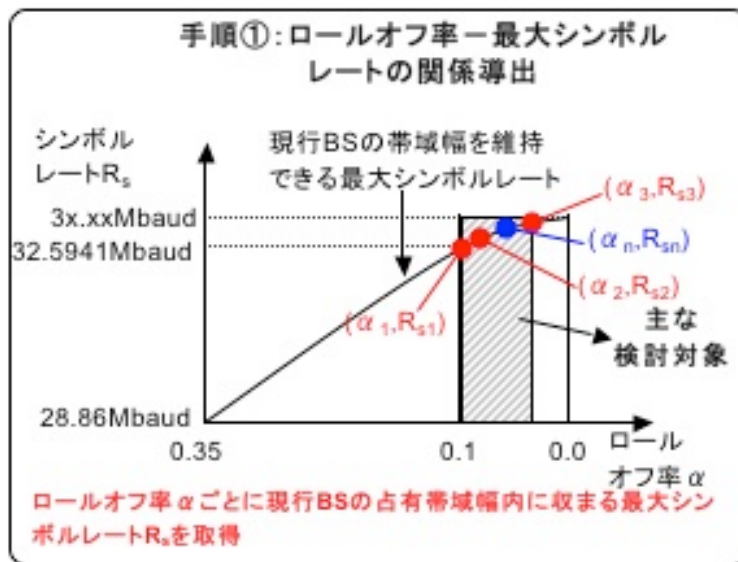
今後の検討課題

- 衛星中継器シミュレータによる室内実験及び衛星伝送実験を実施

シンボルレートの高速化(ロールオフ率低減)による伝送容量の増加

■ シンボルレート決定法

- 現行BS放送の占有帯域幅を超えない条件において、目標とするサービス時間率を満たすロールオフ率・シンボルレートを決定
- 8PSK変調波のTWT飽和動作において、ロールオフ率ごと(0.01~0.1)に、現行BS放送の帯域幅を超えない最大シンボルレートを取得(占有帯域幅はAPSKに比べPSKが大)
- 16APSK(符号化率2/3、3/4、4/5)のときのビット誤り率を取得し、目標とするサービス時間率を満足しつつ、伝送容量が最大となる符号化率、ロールオフ率、シンボルレートの組を選定



16APSK (3/4) でのサービス時間率向上の検討

■ 現行のB-SAT衛星を利用した場合^{注1}

- 衛星EIRP58.3dBW(中継器定格出力120W)、バックオフ1.7dB
年間サービス時間率99.91%(最悪月99.66%^{注2})

→ 年間遮断時間457分*(最悪月149分)

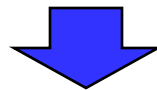
現行の衛星放送の年間遮断時間^{注3}153分(最悪月57分)に対し、304分の増加

■ 放送衛星中継器の定格電力を増力した場合^{注1、注4}

- 衛星EIRP60dBW(中継器定格出力178W)、バックオフ1.7dB
年間サービス時間率99.95%(最悪月99.80%)

→ 年間遮断時間247分(最悪月88分)

現行の衛星放送の年間遮断時間153分(最悪月57分)に対し、94分の増加



衛星中継器の定格電力を増力することで年間遮断時間を210分削減

注1 シンボルレート32.5941Mbaud、受信アンテナ径45cm

注2 無線通信規則(Radio Regulations)には明確な規定はないが、勧告 ITU-R BO.1696において、最悪月99.5%以上(年間99.86%以上)を推奨している。

注3 現行の衛星放送は、年間サービス時間率99.97%(最悪月99.87%)

注4 無線通信規則では、衛星EIRPは60dBW(PFDで-103.6dB(W/m²/27MHz))まで可能

実証実験

■ 実証実験項目

➤ 衛星中継器シミュレータによる室内実験

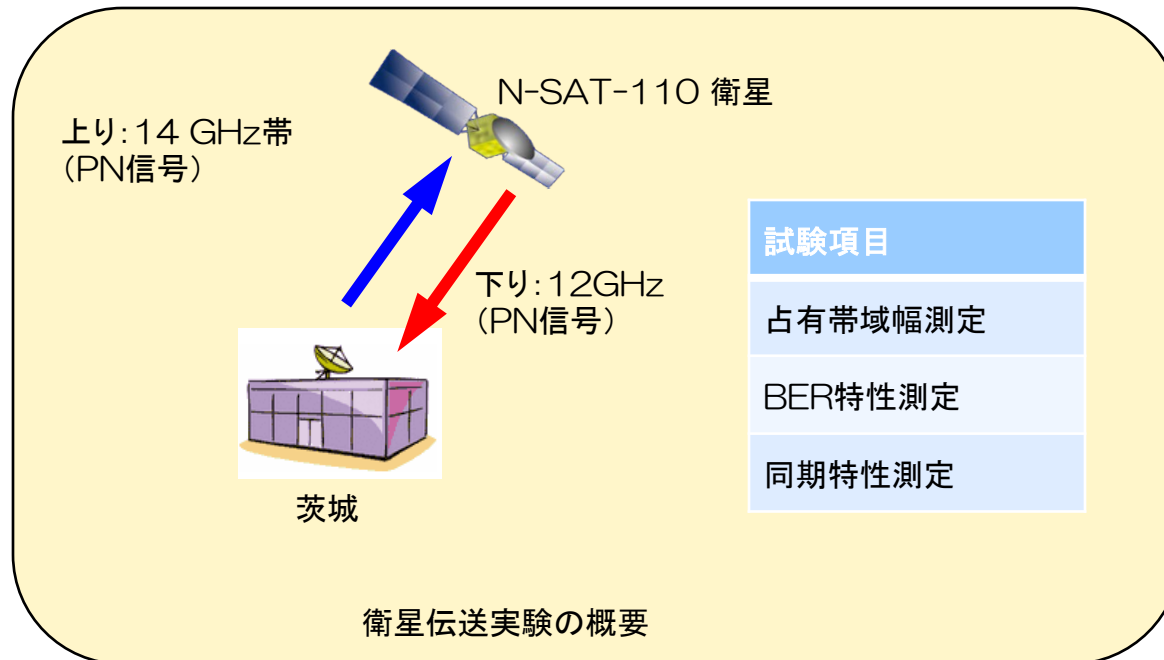
シミュレータ予備実験: シンボルレート、ロールオフ率暫定値の選定

シミュレータ実験: 衛星中継器シミュレータ折り返しの性能評価

➤ 衛星伝送実験

地球局内折り返し(トランスレータ)伝送実験: 地球局内折り返しの性能評価

衛星伝送実験: 衛星折り返しの性能評価



2. 映像符号化方式

■ 符号化映像フォーマットの概要

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, 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 Rec. BT.2020		ITU-R Rec. 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 bits		10, 8 bits	

■ 映像符号化方式の概要

システム	4320/P (8K)	2160/P (4K)	1080/P (2K)	1080/I (2K)
準拠規格	ITU-T 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	

HEVCによる映像符号化の所要ビットレート

■ 所要ビットレート(参考1~4を参照)

映像フォーマット	所要ビットレート
1080/60/P	10Mbit/s~15Mbit/s
2160/60/P	30Mbit/s~40Mbit/s
4320/60/P	80Mbit/s~100Mbit/s

●条件

- ソフトウェア(HEVCテストモデル)による符号化
- マルチフォーマットのテスト画像
- 専門家による、各映像フォーマットの設計視距離での評価
- 「所要ビットレート」の判断基準
 - ✓ 大部分のテスト画像で許容限(MOS 3.5)を満足し、かつ、MOS 3.0未満は無いこと

MOS: Mean Opinion Score

●HM(HEVCテストモデル)とハードウェアエンコーダ







HM	ハードウェア
全ての映像フォーマットに対応	一般に特定フォーマットのみに対応
Rate-Distortion特性に基づく符号化パラメータの最適化	符号化パラメータの最適化には限界
レートコントロールは必ずしも最適でない	メーカーのノウハウに基づき上記の制約を補う制御

【参考1】符号化実験条件

映像	フォーマット	4320/60/P, 2160/60/P, 1080/60/P		
	信号形式	Y'C _B 'C _R 4:2:0, 10 bits		
	表色系	Rec. ITU-R BT.709		
	テスト画像	マルチフォーマットテスト画像10種類、各10秒(NHK提供のSHV素材より)		
符号化	エンコーダ, デコーダ	HEVC Test Model HM11.0		
	プロファイル	Main10 (10 bits, 4:2:0)		
	ビットレート	1080/60P	4, 7, 10, 15 Mbit/s (MPEG-4 AVCの所要ビットレート: 17Mbit/s ※)	
		2160/60P	15, 20, 30, 40 Mbit/s (MPEG-4 AVCの所要ビットレート: 60Mbit/s ※)	
		4320/60/P	60, 80, 100, 120 Mbit/s	
Intra間隔	32(約0.5秒)			

※ 高度広帯域BS方式の検討における実験結果

【参考2】 テスト画像

004_beach		504_diving	
008_cracker		505_nebuta	
010_townDolly		506_farm	
011_snow		508_riverboat	
502_flame		510_twilight	

【参考3】主観評価実験条件

評価方法	二重刺激劣化尺度(DSIS)法、基準画像－評価画像のペアを1回提示 5段階劣化尺度 5: 劣化が分からない 4: 分かるが気にならない 3: 気になるが邪魔にならない、 2: 邪魔になる 1: 非常に邪魔になる	
観視条件	Rec. ITU-R BT. 2022	
評価者	専門家32人	
ディスプレイ	1080/60/P	25-inch 有機EL
	2160/60/P	56-inch LCD
	4320/60/P	85-inch LCD
視距離	1080/60/P	画面高の3倍(3H)
	2160/60/P	画面高の1.5倍(1.5H)
	4320/60/P	画面高の0.75倍(0.75H) 参考として1.5倍(1.5H)
実施日	2013年10月11日	
実施場所	NHK放送技術研究所	

【参考4】 評価結果

- ・ 5段階劣化尺度の平均評価値 (MOS: Mean Opinion Score) 3.5を画質の許容限とし、MOS 3.0未満は放送品質として許容し難いものとする
- ・ MOS 3.5以上をほぼ全て(9/10以上)のテスト画像で満足し、かつ、MOS 3.0未満となるテスト画像がない範囲を検証

1080/60/P 視距離3H	4Mbit/s	7 Mbit/s	10 Mbit/s	15 Mbit/s
MOS 3.5以上	6/10	9/10	9/10	10/10
MOS 3.0未満	2/10	1/10	0/10	0/10

2160/60/P 視距離1.5H	15Mbit/s	20 Mbit/s	30 Mbit/s	40 Mbit/s
MOS 3.5以上	8/10	8/10	9/10	10/10
MOS 3.0未満	2/10	1/10	0/10	0/10

4320/60/P 視距離0.75H	60Mbit/s	80 Mbit/s	100 Mbit/s	120 Mbit/s
MOS 3.5以上	8/10	9/10	10/10	10/10
MOS 3.0未満	1/10	0/10	0/10	0/10

4320/60/P 視距離1.5H	60Mbit/s	80 Mbit/s	100 Mbit/s	120 Mbit/s
MOS 3.5以上	9/10	10/10	10/10	10/10
MOS 3.0未満	0/10	0/10	0/10	0/10

3. 音声符号化方式

■ 音声符号化方式案の概要

	狭帯域伝送方式 (27MHz帯域幅)	広帯域伝送方式 (34.5MHz帯域幅)
音声入力フォーマット		
標本化周波数	32、44.1、48kHz	48kHz
入力量子化ビット数	16ビット以上	16ビット以上
最大入力音声ch数	5.1チャンネル	22.2チャンネル
音声符号化方式	MPEG-2 AAC (LCプロファイル) (ISO/IEC 13818-7)	MPEG-4 AAC (LCプロファイル) (ISO/IEC 14496-3)
備 考	現行の高度狭帯域伝送方式における 音声符号化方式と同一	最大22.2chのマルチチャンネル音声に 対応した高効率な音声符号化方式とし て、MPEG-4 AACを採用

AAC : Advanced Audio Coding
LCプロファイル : Low Complexityプロファイル

■ 今後の検討課題

- (1) 広帯域伝送方式と同様の技術方式を狭帯域伝送方式にも追加する可能性の検討
- (2) 広帯域伝送方式において、リニアPCM／ロスレス音声符号化方式を追加する可能性の検討
- (3) リアルタイム伝送実験等の実証実験の実施

4. 多重化方式

多重化方式の要件の検討

◆ 放送・通信連携への対応等、要求条件を詳細化

【参考】 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(抜粋)

(基本的な考え方)

- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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

(多重化方式)

- ・ UHDTVサービスの伝送に適した方式であること
- ・ 多様なサービスの柔軟な編成が可能な多重化方式であること
- ・ 通信系のサービスとの連携を考慮すること
- ・ 他のサービスとの相互運用性を考慮すること 等

狭帯域伝送の多重化方式案

◆ 現行の高度狭帯域伝送方式と同様、MPEG-2 Systems規格に基づく「MPEG-2 TS方式」

広帯域伝送の多重化方式案

- ◆ 「MPEG-2 TS方式」は、高度化した放送・通信連携への対応に課題
- ◆ 「MMT・TLV方式」と「拡張MPEG-2 TS方式」の2つの方式案を作成

狭帯域伝送の多重化方式案の規定

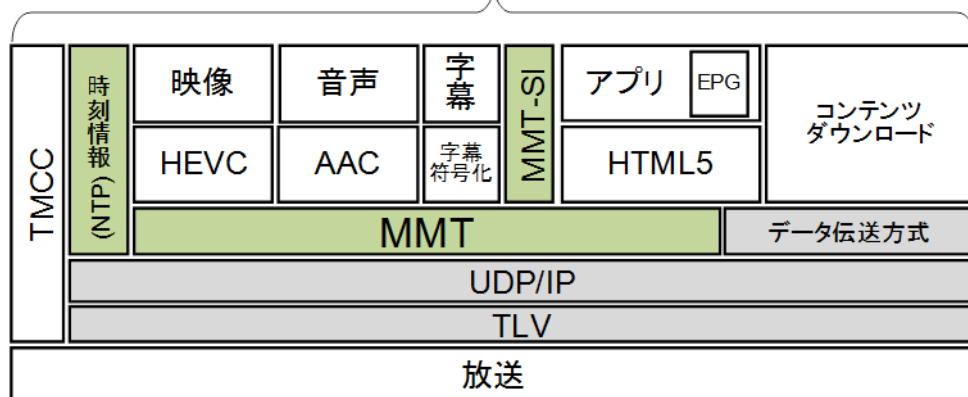
◆ HEVC映像符号化方式のための追加規定 (ISO/IEC 13818-1/AMD3参照)

- ストリーム識別子の修正
 - HEVCにより符号化された映像ストリームを識別
- ストリーム形式種別の追加
 - HEVCビデオストリーム、HEVC時間方向映像サブビットストリーム
 - HEVCビデオストリームの時間方向映像サブセット
- 階層符号化記述子の追加
 - 時間方向階層符号化映像ストリームの伝送

広帯域伝送の多重化方式案の概要 MMT・TLV方式

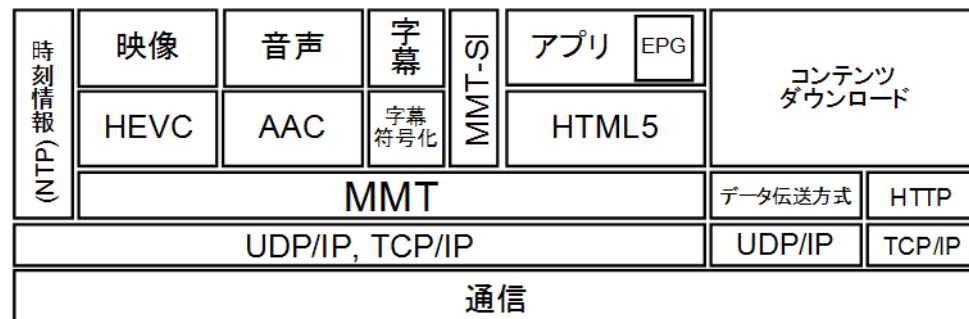
放送

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、グレー: すでに規定されている部分)

(参考)通信



- ・ 映像信号、音声信号等をMMTパケット化し、IPパケットで伝送。
- ・ データコンテンツファイルは、IP上のデータ伝送方式 (ARIB STD-B45) を用いてIPパケットで伝送。
- ・ 放送伝送路では、IPパケットをTLVパケットの形式で多重し伝送 (ARIB STD-B32)。
- ・ MMT-SI及びTLV-SIの制御情報を設ける。

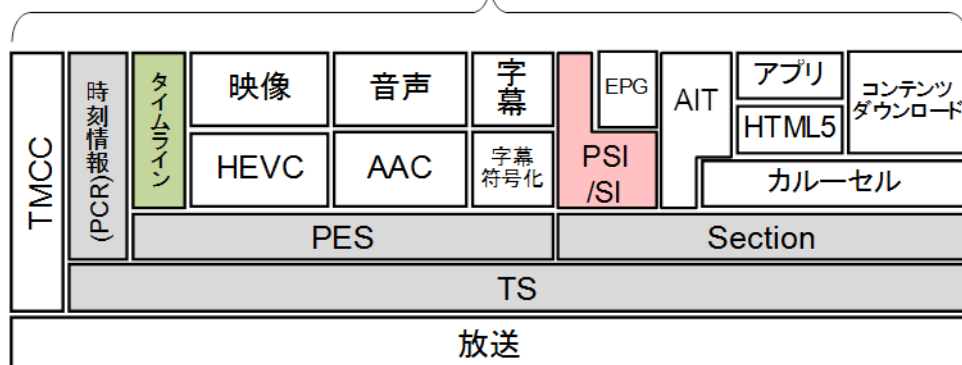
広帯域伝送の多重化方式案の規定 MMT・TLV方式

	項目	目的
符号化信号の構成	<ul style="list-style-type: none"> TLVパケット(高度広帯域BSの省令・告示参照) IPパケット(高度広帯域BSの省令・告示参照) MMTP(MMT Protocol)パケット(ISO/IEC 23008-1参照) MMTペイロード(ISO/IEC 23008-1参照) 	<ul style="list-style-type: none"> パケットの構成
伝送制御信号の構成	<ul style="list-style-type: none"> TLV-SIのテーブル(高度広帯域BS参照) TLV-NIT、AMT、TDT、TOT 	<ul style="list-style-type: none"> IPパケットを放送伝送路に多重するための制御信号
	<ul style="list-style-type: none"> MMT-SIのメッセージ Package Access (PA)メッセージ、 M2セクションメッセージ、 CAメッセージ(限定受信方式への対応) 	<ul style="list-style-type: none"> MMTパッケージの構成を示す伝送制御信号 メッセージ: テーブルや記述子を格納 テーブル: 特定の情報を示す要素や属性 記述子: より詳細な情報
	<ul style="list-style-type: none"> MMT-SIのテーブル MMT Package (MP)テーブル、 パッケージリストテーブル、レイアウト設定テーブル 	
	<ul style="list-style-type: none"> MMT-SIの記述子 MPUタイムスタンプ記述子、依存関係記述子、 アセットグループ記述子、イベントパッケージ記述子、 パッケージCRID記述子、MPU提示領域指定記述子 	
新符号化方式のための規定	<ul style="list-style-type: none"> アセットタイプ コンポーネント記述子 	<ul style="list-style-type: none"> 映像、音声コンポーネントの属性(フォーマット、符号化方式)
その他	<ul style="list-style-type: none"> PSI/SI(伝送制御信号、番組配列情報)をMMT・TLV方式で使用するための移行 	<ul style="list-style-type: none"> 現行デジタル放送のPSI/SIを可能な限り流用

広帯域伝送の多重化方式案の概要 拡張MPEG-2 TS方式

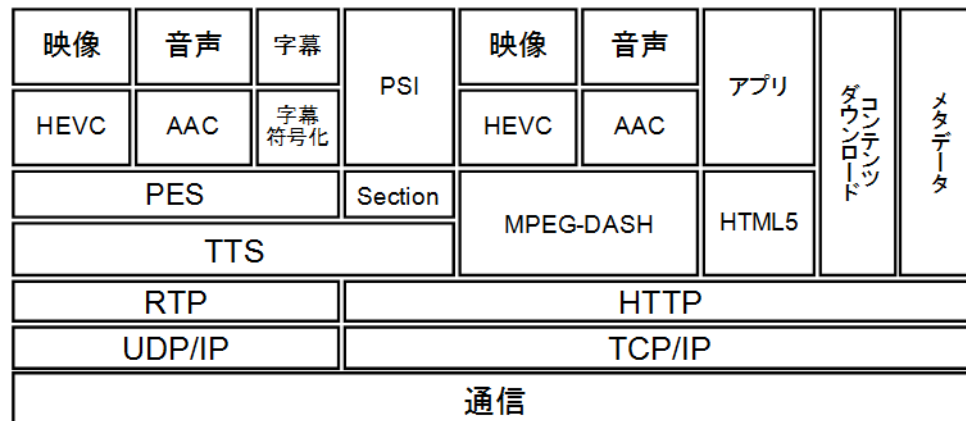
放送

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:規格を修正する部分、
グレー:すでに規定されている部分)

(参考)通信



- ・映像信号、音声信号、データコンテンツは従来のMPEG-2 TSで伝送。
- ・放送と通信を同時に扱うハイブリッド配信のため、AITコントロールドアプリケーションの機能拡張 (ARIB STD-B24 第4編) や TSタイムライン拡張 (ISO/IEC 13818-1:2013/AMD6) を採用。
- ・HEVCや4K/8Kフォーマットに対応するため、制御情報やパケット化の追加規定等の仕様を拡張。

AIT : Application Information Table

広帯域伝送の多重化方式案の規定 拡張MPEG-2 TS方式

	項目	目的
符号化信号の構成	<ul style="list-style-type: none">TSタイムライン拡張(ISO/IEC 13818-1 AMD6(審議中)参照) TEMIアクセスユニット TEMIタイムライン記述子 TEMIロケーション記述子	<ul style="list-style-type: none">放送コンポーネントと通信コンポーネントの互いのタイムライン(基準クロックに相当)の同期
伝送制御信号の構成	<ul style="list-style-type: none">通信連携情報記述子	<ul style="list-style-type: none">通信コンポーネントを特定し、放送コンポーネントと通信コンポーネントの同期再生を可能とする
新符号化方式のための規定	<ul style="list-style-type: none">ストリーム識別子ストリーム形式種別階層符号化記述子	<ul style="list-style-type: none">映像、音声コンポーネントの属性(フォーマット、符号化方式)HEVCの時間方向階層符号化
その他	<ul style="list-style-type: none">AITコントロールドアプリケーションの拡張(ARIB STD-B24改定)	<ul style="list-style-type: none">放送・通信ハイブリッド伝送をAITコントロールドアプリケーション(HTML5)に基づいて実現する

TEMI : Timeline and External Media Information

広帯域伝送の多重化方式案の比較

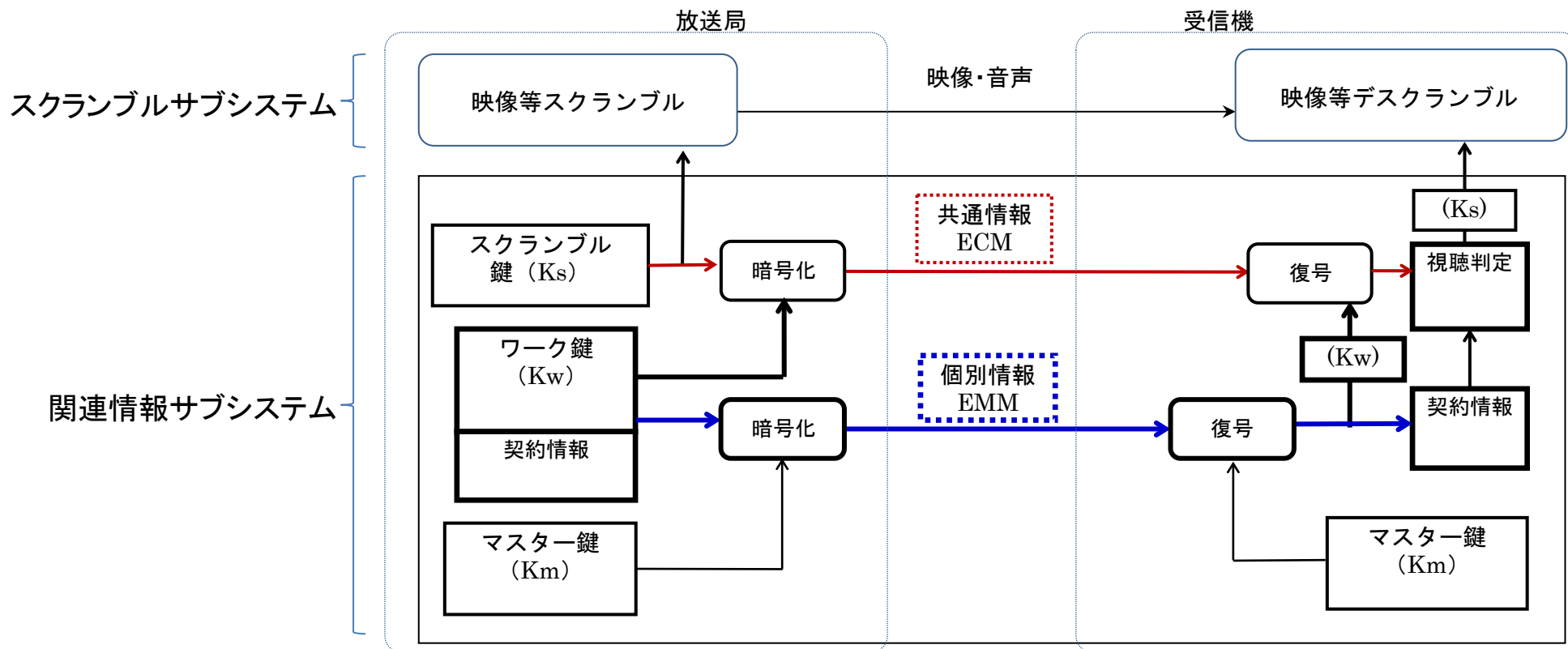
	MMT・TLV方式	拡張MPEG-2 TS方式
サービス(例えば試験的な放送)の開始時期を2016年とした場合、送受信環境整備の実現性	送受信環境整備に時間を要する可能性	既存の送受信環境を活用可能
放送の多重化方式や、放送・通信の連携方式に係る世界的な標準化動向との整合性	多重化方式は国際標準に準拠	多重化方式は国際標準に準拠 (一部は2014年秋に完了予定)
	放送・通信連携の世界的な放送方式は、現時点では未定	
MTU (Maximum Transmission Unit)や伝送品質が異なる伝送路または伝送する情報に応じた効率的な伝送(パケットサイズが可変/固定であることによる伝送効率とDeMUX処理の難易等)	可変パケットサイズ 高効率伝送の可能性 DeMUX処理が難化	固定パケットサイズ 一定の伝送効率 DeMUX処理が容易
ハイブリッド配信の実現方法	多重化レイヤでの対応	主にアプリケーションレイヤでの対応

5. 限定受信方式

限定受信方式の基本構成

超高精細度テレビジョン放送の限定受信方式について、情報通信審議会放送システム委員会による要求条件および関連して整理した要件を踏まえ、スクランブルサブシステムと関連情報サブシステムに関する技術検討を行った。

以下に、限定受信方式の基本構成を示す。



ECM : Entitlement Control Message
EMM : Entitlement Management Message

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)

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)

	拡張MPEG-2 TS方式	MMT・TLV方式
スクランブル暗号アルゴリズム	鍵長128ビットのブロック暗号※である「AES」と「Camellia」を選択可能とする。	
スクランブルの範囲	TSパケットのペイロード部	MMT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
追加する伝送制御信号	スクランブル方式記述子	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

※ 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(64ビット)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とした。
- ・電子政府推奨暗号リスト(CRYPTREC暗号リスト)の中でこれを満足する方式は現時点では「AES」と「Camellia」の2方式。

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1)

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1)

◆ アクセス制御機能

「拡張MPEG-2 TS方式」、「MMT・TLV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

【理由】

「現行の方式と同等のサービス・機能を実現できること」(要件)をはじめ、現行のデジタル放送で長期間の運用実績がある。また、方式としてセキュリティ上の問題は特に発見されていない。

- ECMとEMMの詳細は事業者任意仕様とすることが適当と考えられる

【理由】

「課金方式などの自由度や、弾力的な運用が可能なこと」(要件)や、「サービスの拡張性」(要件)などを鑑みると、関連情報サブシステム自体の弾力性や柔軟性を担保する必要がある。

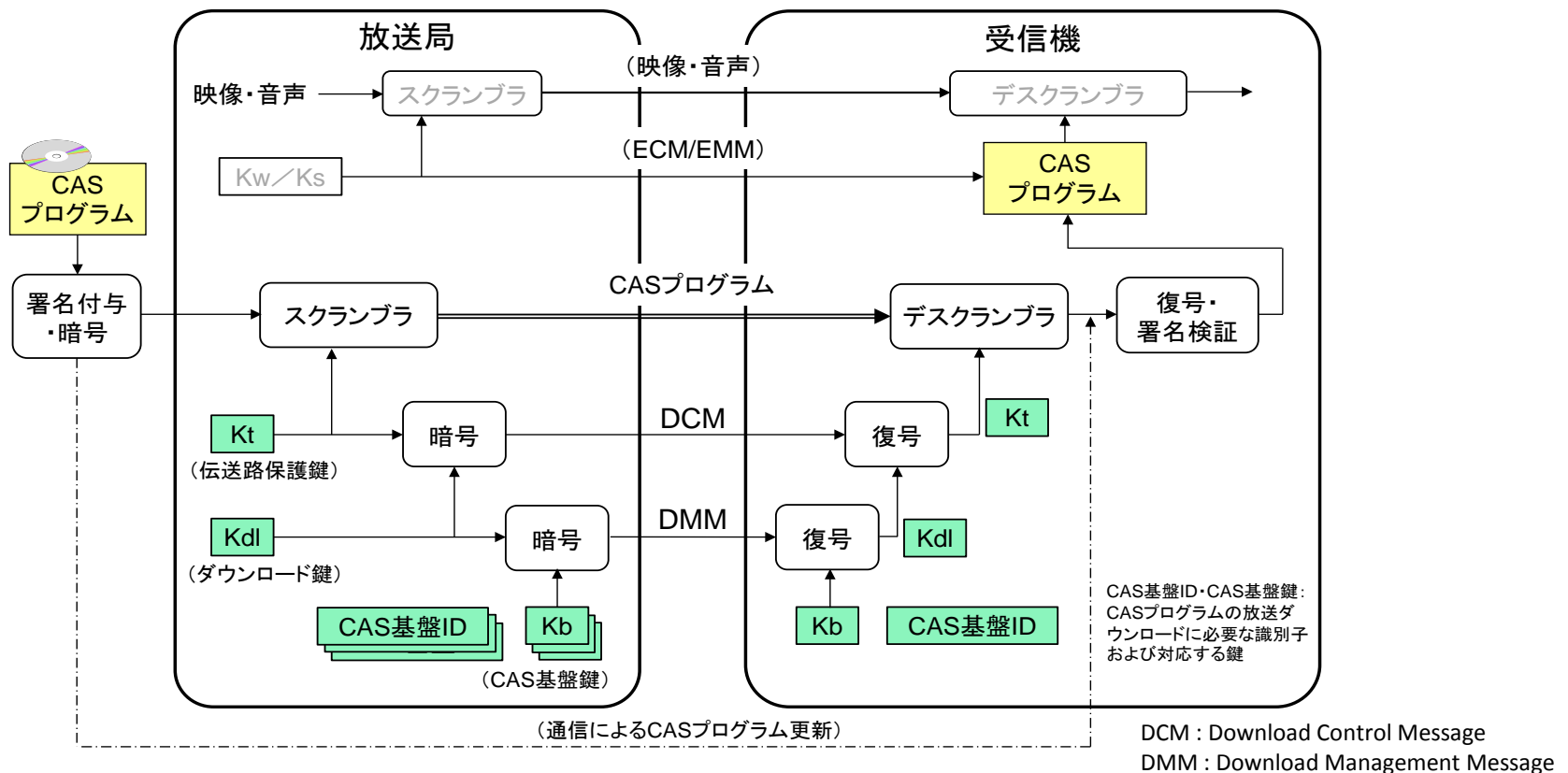
広帯域伝送における限定受信方式 (関連情報サブシステム2)

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2)

◆ 安全性の維持・改善

「安全性の維持・改善および拡張性を考慮すること」(要件)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。

- 本提案内容は、放送番組を受信するために必須な仕組みではないことから、民間規格として定めることが適当と考える。



狭帯域伝送における限定受信方式

狭帯域伝送における限定受信方式

- 現行の高度狭帯域CSデジタル放送と同一の限定受信方式が適切と考えられる

【理由】

狭帯域伝送(27MHz)における超高精細度テレビジョン放送の限定受信方式は、狭帯域伝送における限定受信方式の要件や、2014年のサービス開始予定も考慮する必要がある。

作業班での主な論点①

伝送路符号化方式関係

- 広帯域伝送では、8K伝送のため16APSK等の追加を検討。その場合、年間遮断時間が現行に比べて低下する懸念。
- 8K/120Pについては、所要ビットレートの推定結果によっては、サービス時間率を維持しつつ1トラポンでの伝送が困難な可能性あり。

映像符号化方式関係

- 120Pについては、上述のような課題が想定されることから、所要ビットレートの推定結果によっては、「今後の技術の発展を考慮することが必要」等の脚注を付記すべきではないか。
- 評価実験はBT.709の色域で実施したが、BT.2020による色域拡大の影響をどう評価するか。
- 評価実験でスポーツの画像は使用されていないが、従来のテスト画像と比べて符号化の難度がより高いテスト画像も用いており、偏った評価結果ではないと考えて良いのではないか。

音声符号化方式関係

- 8K/60Pの所要ビットレート(80~100Mbps)を考慮すると、1トラポンでの伝送容量が相当程度厳しいため、音声符号化に高ビットレートなロスレス方式を採用することは困難ではないか。
- 他方、多様なサービスを想定した複数の選択肢を残しておくことも考慮すべきであり、今後、将来想定されるサービスのシステム構成例を幅広く検討する必要があるのではないか。

作業班での主な論点②

多重化方式関係

- 欧米の動向に鑑みると、現時点では、確実に運用できるMPEG2-TSを残しておくべきではないか。FDIS化されたMMTを併せて記載しつつ、今後の国際標準化の動向を踏まえ、必要な見直しを行っていくべきではないか。
- 次世代の放送の在り方を考えると、通信等との本格的な連携が必須であり、現時点ではMMTが最適ではないか。
- 通信側からみると、IPベースであるMMTは、将来的に有効な方式と考えられる。
- 将来を考えるとFDIS化されたMMTが多重化方式の主流の1つであるが、MPEG2-TSを補助的に残すことは有り得る。
- 機器側の対応を考えると一本化が望ましい。2方式併記の場合、いずれは民間規格等で絞り込むことも想定される。
- ATSC 3.0でIP化の議論があるが、まだ提案段階。具体的な検討はこれからであり、内容はまだ見えない。
- DVBでは、近いフェーズではMPEG2-TSベースを念頭に置いており、IP化については今後検討していくものと思われる。
- 通信との連携という意味では、MPEG-DASHも検討すべきではないか。
一方で、放送へ適用するメリットが必ずしも明確ではなく、また、多重化よりレイヤが上でもあるため、今回の検討対象とならないのではないか。

限定受信方式関係

- 広帯域伝送については、128ビットブロック暗号であるAESとCamelliaを選択可能としている。AESは利用実績が多く、実装面でも安定的に利用可能であることから、AESをメイン、Camelliaをサブとして考えている。
- スクランブルの機能は放送サービス開始時から必要。今後、民間規格等で、受信機のソフトウェアを更新可能なダウンロードダブルCAS方式等について詳細な検討が必要。
- AESやCamelliaの利用にあたっては、受信機側の実装面について、今後、民間規格等で引き続き検討が必要。

【参考】検討中の方式案(広帯域伝送)の例

		BS、110度CS		
		広帯域伝送方式	高度広帯域伝送方式	検討中の方式案の例
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
変調速度		28.86Mbaud	32.5941Mbaud	検討中
情報レート (標準レート)		最大約52Mbps (TC8PSK, 2/3)	最大約70Mbps	検討中
誤り訂正方式	内符号	畳込符号化※1 又はTC (2/3)	LDPC※3	LDPC※3
	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	(拡張)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 (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※5
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 2160/P及び4320/Pの場合

【参考】検討中の方式案(狭帯域伝送)の例

		124/128度CS		
		狭帯域伝送方式	高度狭帯域伝送方式	検討中の方式案の例
使用周波数帯		12.2~12.75GHz		
伝送帯域幅		27MHz		
変調方式※1		QPSK	BPSK, 8PSK	BPSK, 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
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※5
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 2160/Pの場合