

「放送システムに関する技術的条件」の
検討状況について(案)
(第二次検討状況報告)

情報通信技術分科会
放送システム委員会
地上デジタル放送方式高度化作業班

目次

1. 技術的条件の検討経緯について
 - (1) 検討経緯と体制について
 - (2) 地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件(概要)
2. 地上放送の高度化に関する映像／音声符号化方式の調査
 - (1) 次世代の映像符号化方式の比較について
 - (2) 次世代の音声符号化方式の比較について
3. 次世代地上放送方式に関する調査
 - (1) 次世代の地上放送方式に関する調査状況について
 - (2) 次世代の地上放送方式に関する関係団体からの意見について
 - (3) MBMSの地上放送高度化への適用について
4. 今後の検討課題
5. 参考資料

1. 技術的条件の検討経緯について

(1) 検討経緯と体制について

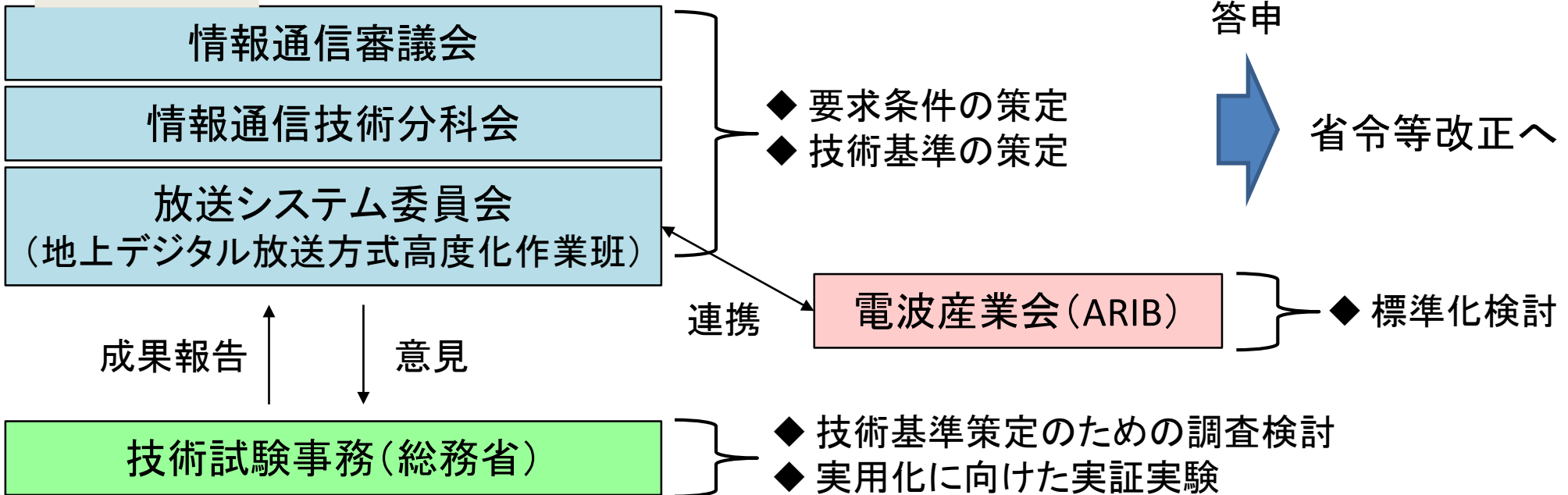
(2) 地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件(概要)

1. (1) 検討経緯と体制について

検討状況等

- 令和元年7月、情報通信技術分科会 放送システム委員会において、放送システムに関する技術的条件の検討を開始。
- 総務省の技術試験事務「放送用周波数を有効活用する技術方策に関する調査検討」と連携。
- 令和2年7月、映像符号化方式の最新動向や高度化の要求条件等を取りまとめ、情報通信技術分科会において、検討状況を報告。
- 電波産業会 (ARIB) において、次世代の映像符号化方式及び音声符号化方式について、規格策定のための検討を開始。

体制



1. (2) 地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件（概要）

（令和2年2月18日 放送システム委員会）

基本的な考え方

- ①地上デジタルテレビジョン放送方式、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及び超高精細度テレビジョン放送システム等の高画質化に係る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ことが適当な場合については、その内容を準用すること。
- ②将来の技術動向等を考慮し、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。
- ③超高精細度テレビジョン放送の高画質サービス、多機能及び多様で柔軟なサービスを実現できること。
- ④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、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。

なお、地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化にあたっては、その導入方策の在り方について、過度な負担が生じないよう、慎重に検討することが必要である。

主な要求条件（抜粋）

システム	<ul style="list-style-type: none"> ・HDTVを超える高画質・高音質・高臨場感サービスを基本として、多様な画質のサービス等を可能とすること。 ・高齢者、障害者等様々な視聴者向けの放送サービスについても考慮すること。 ・緊急警報信号のような非常災害時における対象受信機への起動制御信号及び緊急情報の放送について考慮すること。 ・受信設備（受信アンテナから受信機入力まで）は、可能な限り既存の設備を流用すること。 等
放送品質	<ul style="list-style-type: none"> ・放送サービスに応じて映像のフォーマットやビットレートを変更できること。 ・UHDTV（HDR映像）サービスが望まれることを考慮し、できるだけ高い画質を保つこと。 ・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、できるだけ高い音質を保つこと。 等
技術方式	<ul style="list-style-type: none"> ・UHDTV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。 ・国際標準と整合した方式を用いること。 ・多チャンネル音声放送をはじめとした、さまざまなサービス要件に柔軟に対応できる符号化方式であること。 ・UHDTV等の高ビットレートサービスの伝送に適した方式であること。 ・全国放送／ローカル放送の切り替えが容易なことなど、局間ネットワークの運用性を考慮すること。 ・周波数有効利用及びUHDTVを含む多様な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。 等

2. 地上放送の高度化に関する映像／音声符号化方式の調査

(1) 次世代の映像符号化方式の比較について

(2) 次世代の音声符号化方式の比較について

2. (1)-1 映像符号化方式に関する要求条件

- 「地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件」においては、映像の技術方式に関して、「UHDTV等の高ビットレートサービスの伝送に適した方式であること」等を求めている。
- 地上波でUHDTV(4K)等のサービスを実現するためには、高い圧縮性能を持つ映像符号化方式が求められる。
- 近年規格化された圧縮性能の高いVVC、AV1、EVCについて比較検討を行った。

①「VVC」(2020年 MPEG/ITU-T標準化)

- ・HEVC(新4K8K衛星放送でも利用されている映像符号化方式)の後継方式
- ・VVCの標準化を行ったJVET※は、政府当局や多様な業界関係者が参画しており、時間をかけて議論が行われており、規格の安定性が高い

※ JVET(Joint Video Experts Team)とは、ISO/IEC JTC1/SC29/WG11(MPEG: Moving Picture Experts Group)とITU-T SG16/Q.6(VCEG: Video Coding Experts Group)による共同作業チームであり、多様な業種の機関が参画している。

②「AV1」(2018年 AOMedia標準化)

- ・インターネット企業が主導的に開発したロイヤリティフリー※な映像符号化方式
- ・AV1の標準化団体であるAOMediaは、関係業界の主要企業が参画しており、最新技術をタイムリーに仕様に反映することが可能

※ ロイヤリティフリーとは、無償利用可能な技術で構成されている又は、ライセンス条項を満足する限り自由な利用が許諾されているもの

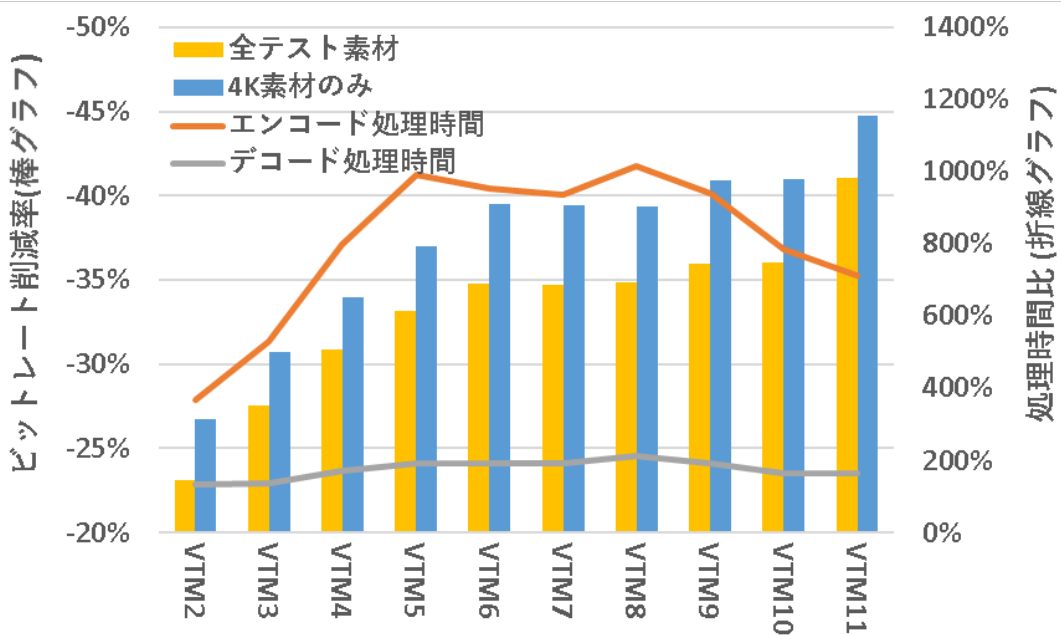
③「EVC」(2020年 MPEG標準化)

- ・ライセンスフレンドリー※を目標として掲げている映像符号化方式
- ・ベースツールセットは、特許の切れた技術あるいは無償利用可能の宣言がされた技術で構成
- ・EVCの標準化に参画している企業は限定的

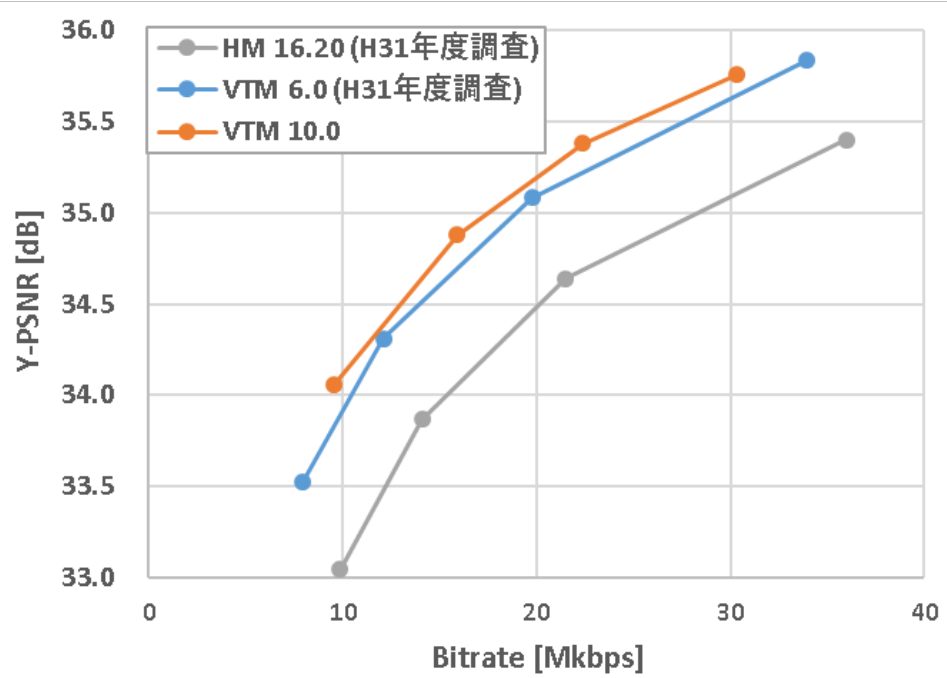
※ ライセンスフレンドリーとは、EVCの目標として掲げられた用語で、ベースツールセットはロイヤリティフリーであるが、性能の高いツールを使う場合にはロイヤリティが必要となる

2. (1)-2 「VVC」について

- HEVCの後継方式で、2020年7月に標準化(MPEG-I Part3 / H.266)。
- 最新のVVCテストモデル(VTM11)において、HEVC比で40%以上のビットレート削減を達成。
- VTMの改良により圧縮性能が向上、エンコード処理時間が短縮。
- ITU-Tで標準化されたデジュール規格であるので、規格内容の安定性は高い。



VTMの改良によるビットレート削減率向上と処理時間比較 (HEVC比)



VTMの改良とツール簡略化による圧縮性能向上比較

※HM: HEVCのテストモデル
VTM: VVCテストモデル

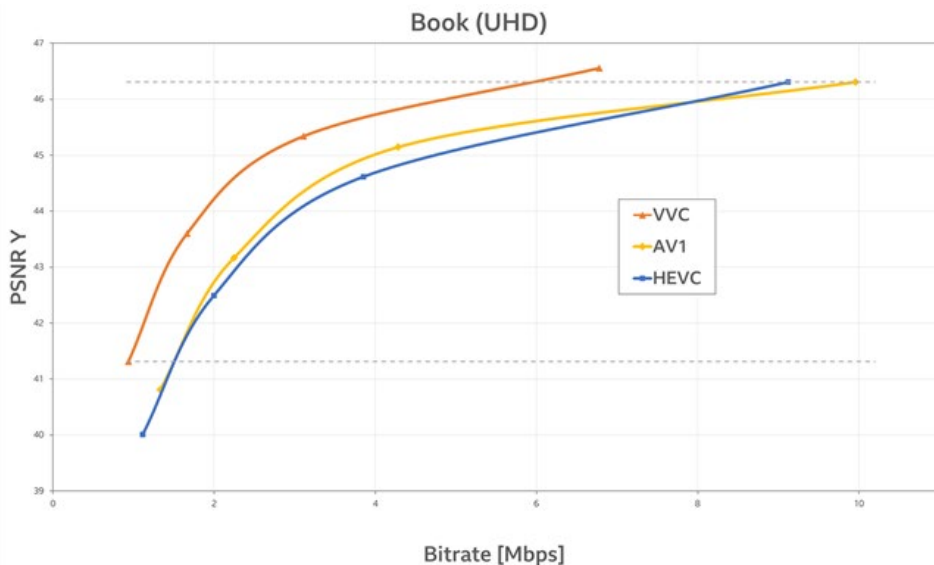
(出典)デ高作8-2,8-3,第8回作業班参考資料2より作成

2. (1)-3 「AV1」について

- ロイヤリティフリーな映像符号化方式で、AOMediaにおいて2018年に標準化。
- AV1には、処理時間を優先した1パス法※と、処理時間は長くなるものの圧縮性能を優先した2パス法※の2種類があり、用途によって使い分けが可能。
- 放送用途ではリアルタイム性が求められるため、AV1では1パス法の利用が想定される。
- AV1とVVCを比較検証した結果、VVCの方が圧縮性能が高く、主観画質評価でも高いことを確認。

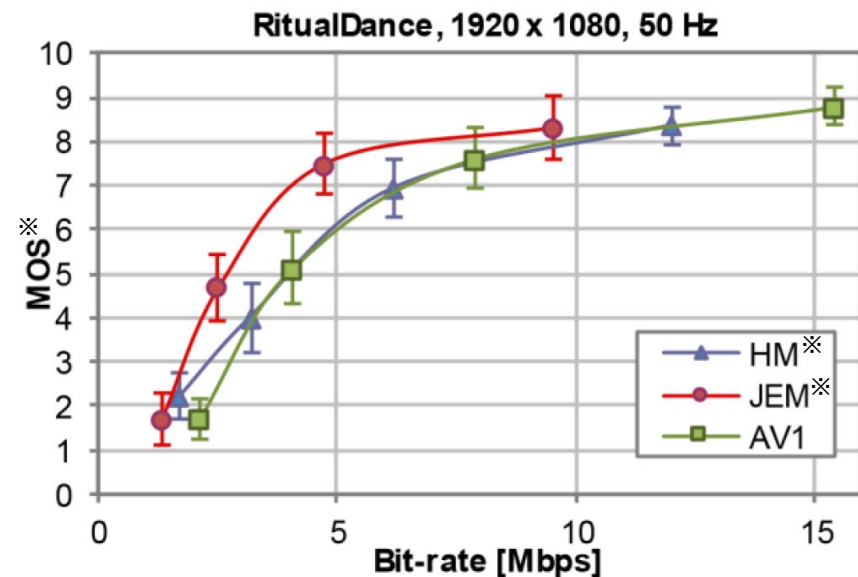
※ 1パス法は、処理時間を優先して圧縮処理を1回行うもの
2パス法は、処理時間よりも圧縮性能を優先して圧縮処理を2回行うもの

○AV1とVVCとの性能比較



各映像符号化方式の圧縮性能比較

※VVC (VTM4.0)、AV1 (v1.0.0、1パス法)



各映像符号化方式の主観評価画質評価結果

※ HM (HEVC test Model): HEVCのテストモデル
JEM (Joint Exploration Model): VVCテストモデル (VTM) の前身

※ MOS (Mean Opinion Score): 平均オピニオン評価点 (出典) デ高作9-2より作成

9

【次世代の映像符号化方式】

2. (1)-4 「EVC」について

- ライセンスフレンドリーを目標とした映像符号化方式、2020年10月に標準化(MPEG-5 Part1)。
- ベースツールセットは、特許の切れた技術あるいは無償利用可能の宣言がされた技術で構成。
- 圧縮性能の高いMainプロファイルを利用する場合には利用許諾が必要。
- EVCとVVCを比較検証した結果、VVCの方が圧縮性能が高いことを確認。

OEVC(Mainプロファイル)とVVCとの性能比較

この棒グラフは、4K (43種類) と 2K (29種類) の映像コンテンツに対して、EVC (ETM7.1) と VVC (VTM10.0) のビットレート削減率を比較しています。縦軸は「圧縮性能」を示し、ビットレートの削減率（%）で表されています。EVCは青い棒、VVCはオレンジ色の棒で示されています。

解像度	EVC (ETM7.1)	VVC (VTM10.0)
4K (43種類)	約 -25%	約 -35%
2K (29種類)	約 -20%	約 -33%

EVC、VVCの圧縮効率のHEVCとの比較

「series C, No. 1 Fireworks (willow)」の圧縮性能比較。縦軸はPSNR-Y (dB)、横軸はbitrate (Mbps)です。VVC (VTM10.0) は最も高いPSNR-Yを達成し、EVC-MP (ETM7.1) と HEVC (HM16.20) はそれに次ぎます。

「series C, No.17 Horse race (homestretch)」の圧縮性能比較。縦軸はPSNR-Y (dB)、横軸はbitrate (Mbps)です。VVC (VTM10.0) が最も高いPSNR-Yを示し、EVC-MP (ETM7.1) と HEVC (HM16.20) がそれに続きます。

「No.202 Truck train」の圧縮性能比較。縦軸はPSNR-Y (dB)、横軸はbitrate (Mbps)です。VVC (VTM10.0) が最も高いPSNR-Yを達成し、EVC-MP (ETM7.1) と HEVC (HM16.20) がそれに続きます。

「No.218 Horse racing (dirt)」の圧縮性能比較。縦軸はPSNR-Y (dB)、横軸はbitrate (Mbps)です。VVC (VTM10.0) が最も高いPSNR-Yを示し、EVC-MP (ETM7.1) と HEVC (HM16.20) がそれに続きます。

● VVC (VTM10.0) ● EVC-MP (ETM7.1) ● HEVC (HM16.20)

各映像符号化方式の圧縮性能比較
(上段: 4K HDR、下段: 2K SDR)

(出典) デ高作9-3より作成

2. (1)-5 次世代の映像符号化方式の比較について

- VVCは他の2つに比べて圧縮性能が高く、周波数利用効率に優れている。
- 現時点で処理時間はEVCが最短であるが、VVCは特にテストモデルの改良等により処理時間が短縮されており、今後も改善が期待される。
- 受信機での利用を考慮すると、規格の安定性が高いことが望まれる。
- これらを踏まえると、次世代の映像符号化方式としてはVVCに優位性が認められる。

① 圧縮性能・・・VVCが他の2つに比べて圧縮性能が高い。

VVCとAV1の圧縮性能比較(HEVC(HM 16.10)比)

評価画像	VVC (VTM v4.0)	AV1 (1パス法) (v1.0.0)
4K	-35.28%	-1.31%
2K	-26.70%	2.50%

VVCとEVCの圧縮性能比較(HEVC(HM 16.20)比)

評価画像	VVC (VTM v10.0)	EVC (ETM v7.1)
4K	-34.95%	-24.09%
2K	-32.66%	-19.99%

※輝度信号(Y)での圧縮性能を比較

② 処理時間・・・EVCは、圧縮性能はVVCに劣るものの、処理時間(エンコーディング時間)は最短。 VVCは、特にテストモデルの改良等により処理時間が短縮されており、ツール簡略化等も行うことで、処理時間の短縮が期待される。

VVC、AV1、EVCのエンコーディング時間と圧縮性能比較(HEVC(HM 16.18)比)

		VVC (VTM v4.0)	AV1 (2パス法) (v1.0.0)	EVC (ETM v1.0)
処理時間(エンコーディング時間)		855%	732%	443%
圧縮性能比	PSNR Y	-29.32%	-18.72%	-16.63%
	PSNR U	-28.69%	-27.52%	-7.64%
	PSNR V	-29.08%	-26.79%	-8.69%

※ PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio): 圧縮による原画の再現性の比率
 ※ Y: 輝度信号 U、V: 色差成分の信号

③ 規格の安定性・・・VVCとEVCはデジュール規格であり、規格内容の安定性が高い。 一方、AV1は安定性よりも最新技術をタイムリーに仕様に反映することを念頭に置いた規格。

(出典) デ高作8-2, 9-2, 9-3より作成

2. (2)-1 音声符号化方式に関する要求条件

- 「地上デジタルテレビジョン方式の高度化の要求条件」においては、音声の技術方式に関して、「多チャンネル音声放送をはじめとした、さまざまなサービス要件に柔軟に対応できる符号化方式であること」等を求めている。
- 近年、ユーザの好みに応じて音声出力の仕方をカスタマイズが可能な「オブジェクトベース音響(OBA)」に対応した複数の符号化方式が規格化されている。
- これらを踏まえ、以下の4つの音声符号化方式について比較検討を行った。

①MPEG-4 AAC(2000年 MPEG標準化)

- ・聴覚特性を利用した適応変換符号化方式(新4K8K衛星放送用音声符号化方式として採用)
- ・オブジェクトベース音響(OBA)に未対応。

②MPEG-H 3D Audio(2015年 MPEG標準化)

- ・最新のMPEG 音声符号化方式
- ・OBAに対応。

③Enhanced AC-3(2005年 ETSI標準化)

- ・現行の放送・インターネット配信サービスで普及している音声符号化方式
- ・2016年標準化よりOBAに対応。

④AC-4(2015年 ETSI標準化)

- ・多機能・高効率な最新の音声符号化方式
- ・OBAに対応。

※ MPEG: Moving Picture Experts Group

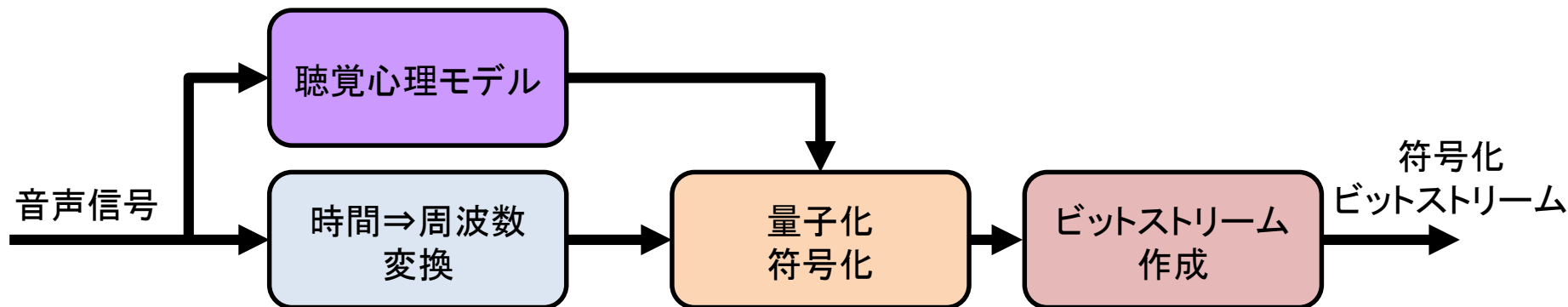
※ ETSI: European Telecommunications Standards Institute、欧州電気通信標準化機構

2. (2)-2 「MPEG-4 AAC」について

聴覚特性を利用した適応変換符号化方式(2000年 MPEG標準化)

- 新4K8K衛星放送用音声符号化方式として採用
- 標準でマルチチャンネル対応(MPEG-2 AAC:最大7.1ch、MPEG-4 AAC:最大22.2ch)
- 144kbps/ステレオ、1.4Mbps/22.2chで放送品質を実現(ARIBで評価実験を実施)
- オブジェクトベース音響(OBA)には未対応

音声符号化のブロック図 ※聴覚特性(聴覚心理モデル)を利用



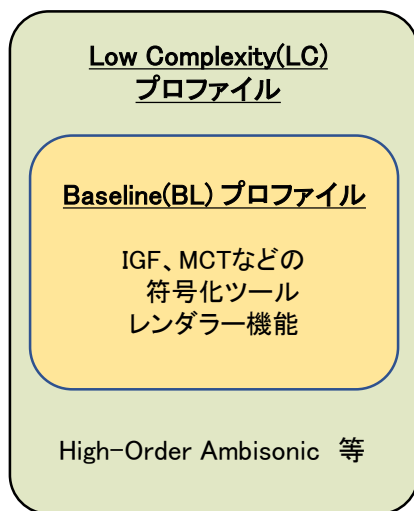
2. (2)-3 「MPEG-H 3D Audio」について

MPEGの最新音声符号化方式(2015年 MPEG標準化)

- 768kbps/22.2chで放送品質を実現(MPEG-4 AACに比べ約50%の圧縮性能を実現)※
- 基本的な符号化ツールのみ利用できるBaseline(BL)プロファイルと、高度な符号化ツールを利用できるLow Complexity(LC)プロファイルの2つが利用可能
- ATSC3.0/DVB放送規格に採用され、韓国ではLCプロファイルによる4K地上波放送が開始
- オブジェクトベース音響(OBA)に対応

※N19407, MPEG-H 3D Audio Baseline Profile Verification Test Reportより

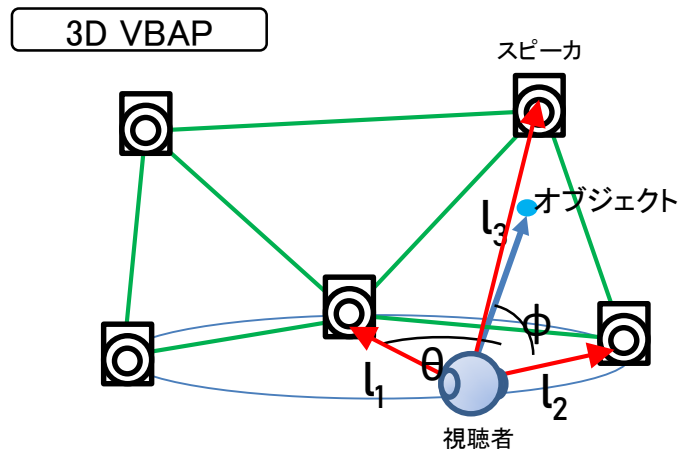
MPEG-H 3D Audioのプロファイル



※High-Order Ambisonicsとは、AR/VR用音声信号フォーマット

MPEG-H 3D Audioにおけるオブジェクトベース音響(OBA)

MPEG-Hでは、「3D VBAP」という極座標をベースとした手法により、受信機側のスピーカ配置に応じて音声オブジェクトをマッピング。



※VBAP: Vector Based. Amplitude Panning

(出典)デ高作8-4より作成

2. (2)-4 「Enhanced AC-3」、「AC-4」について

Enhanced AC-3

現行の放送・ネット配信サービスで普及している音声符号化方式

- 最大7.1chに対応するチャンネルベース音声符号化方式として、2005年にETSIで標準化
- 欧州やブラジル等で地上放送(2K)に利用
- 国内のHybridcast規格でも利用
- オブジェクトベース音響(OBA)に対応(OBA対応は、2016年ETSI標準化から)

AC-4

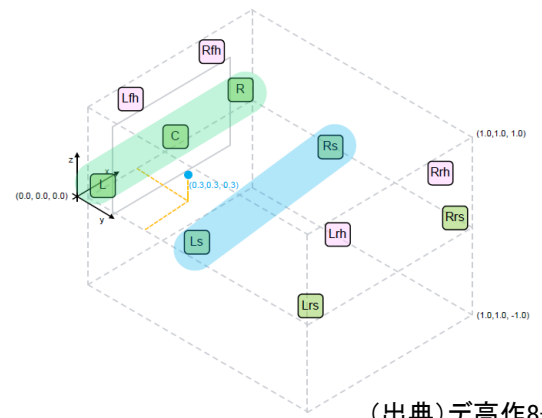
多機能・高効率な最新の音声符号化方式 (2015年 ETSI標準化)

- ATSC 3.0/DVBで採用
- 北米・欧州・ブラジルで放送規格(2K)に採用
- 米国ではAC-4を採用した4K地上放送を開始
- 192kbps/5.1ch、288kbps/7.1.4chで放送品質
- 国内も含めテレビ受信機やスマートフォンなどに多数搭載
- オブジェクトベース音響(OBA)に対応

AC-4におけるオブジェクトベース音響(OBA)

AC-4では、「Triple Balance Panner」という直交座標をベースとした手法により、受信機側のスピーカ配置に応じて音声オブジェクトをマッピング。

Triple Balance Panner



(出典)デ高作8-4より作成

2. (2)-5 次世代の音声符号化方式の比較について

- 各方式とも圧縮性能が高く、多チャンネル音声放送に対応した柔軟かつ高機能な方式。
- ユーザーが好みに応じてカスタマイズできるオブジェクトベース音響(OBA)に対応した方式であることが望まれる。
- 引き続き、各方式について主観評価実験による所要ビットレートの確認等の検証が必要。

項目	MPEG-2 AAC(現行)	MPEG-4 AAC	MPEG-H 3D Audio	Enhanced AC-3	AC-4
放送規格	ARIB、DVB	ARIB、DVB	ATSC 3.0、DVB	ATSC、DVB	ATSC 3.0、DVB
標準化団体	MPEG	MPEG	MPEG	ETSI	ETSI
ライセンス	RANDライセンス				
主な採用国	日本※ ³ ブラジル※ ³	日本※ ³ ブラジル※ ³	ブラジル※ ⁴ 韓国※ ³	ブラジル※ ³ 、欧州※ ³ インド※ ³	ブラジル※ ⁴ 、欧州※ ⁴ 北米※ ⁴ (米国※ ³)
実用化状況	国内の衛星放送用TV、 地上放送用TV	国内の衛星放送用TV、 地上放送用TV	韓国発売のTV、STB、 サウンドバー、AVR	TV、STB、スマートフォン、 サウンドバー、AVR	TV、STB、スマートフォン、 サウンドバー、AVR
OBA対応	×	×	○	○	○
同時再生可能な 音声信号数※ ¹	8(例 7.1ch)	24(例 22.2ch)	Level3 :16(例 7.1.4+4obj) 24(モノオブジェクトのみ) Level4: 28(例 22.2ch+4obj)	16(例 7.1.4+4obj)	Level3 :18 (例 7.1.4+6obj)
再生機能	-	チャンネル差替/ 音量調整(機能制限・制作 制約あり)	オブジェクト差替/明瞭化/ 音量調整	オブジェクト差替/明瞭化/ 音量調整(機能制限あり)	オブジェクト差替/明瞭化/ 音量調整
圧縮効率※ ²	144kbps(ステレオ)/ 320kbps(5.1ch)/	144kbps(ステレオ)/ 320kbps(5.1ch)/ 1.4Mbps(22.2ch)	768kbps(22.2ch)	192kbps(ステレオ)	96kbps(ステレオ)/ 192kbps(5.1ch)/ 288kbps (7.1.4)
IPストリーミング/ モバイル規格	3GPP/DASH-IF/ Hybridcast	3GPP/DASH-IF/ Hybridcast	3GPP/DASH-IF/HbbTV	DASH-IF/HbbTV/ Hybridcast	DASH-IF/HbbTV
HDMI伝送規格	IEC 61937-6 IEC 61937-11	IEC 61937-6 IEC 61937-11	IEC 61937-13	IEC 61937-3	IEC 61937-14 (IEC61937-9へ変換も可)

※1 括弧内はサービス例

※2 AACはARIBの評価実験による。AAC以外は勧告ITU-R BS.1548によるため、参考情報。

※3 放送サービスを実施

※4 規格採用(放送サービス未実施)

(出典) デ高作8-4より作成

3. 次世代の地上放送方式の調査

(1) 次世代の地上放送方式の調査状況について

(2) 次世代の地上放送方式に関する関係団体からの意見について

(3) MBMSの地上放送高度化への適用について

3. (1)-1 次世代の地上放送方式に関する調査状況について

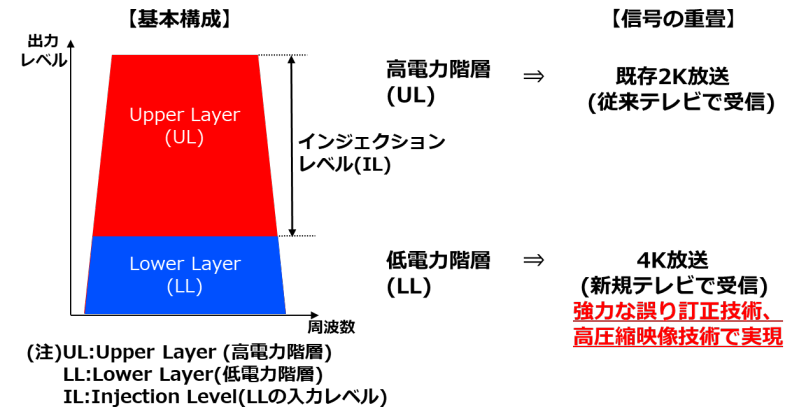
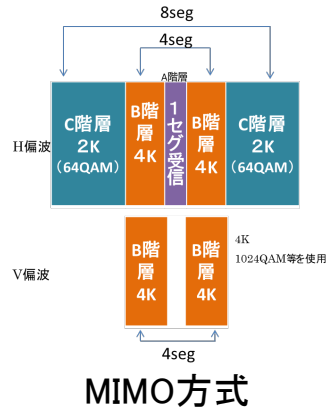
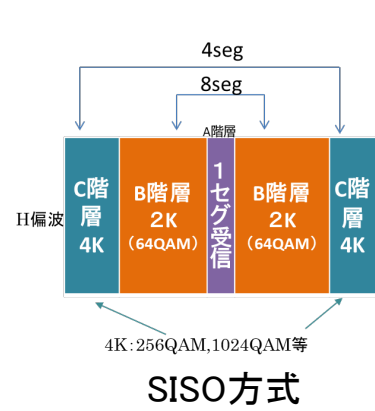
➤ 既存の2K放送と同一チャンネルで4K放送を行う高度化放送導入方式(2方式)と、新たなチャンネルを確保して4K放送等を行う地上放送高度化方式(1方式)を調査検討。

① 高度化放送導入方式

既存の2K放送と同一チャンネルで4K放送を実施する方式

3階層セグメント分割方式
ISDB-Tの13セグメントを分割して2Kと4Kを送信する方式。SISO方式とMIMO方式の2方式を検討。

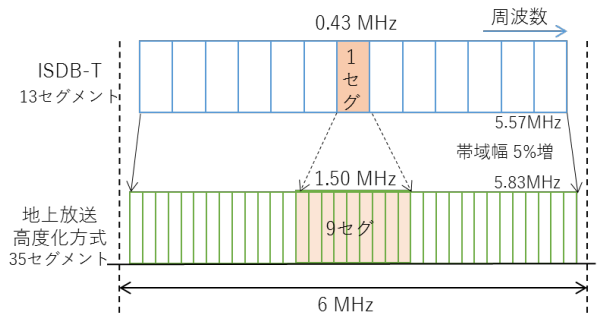
階層分割多重(LDM)方式
同一チャンネルにレベル差のある2Kと4Kの信号を重ねて送信し、受信側で各々を取り出す方式。



② 地上放送高度化方式

新たなチャンネルを確保して4Kまたは8K放送を実施する方式

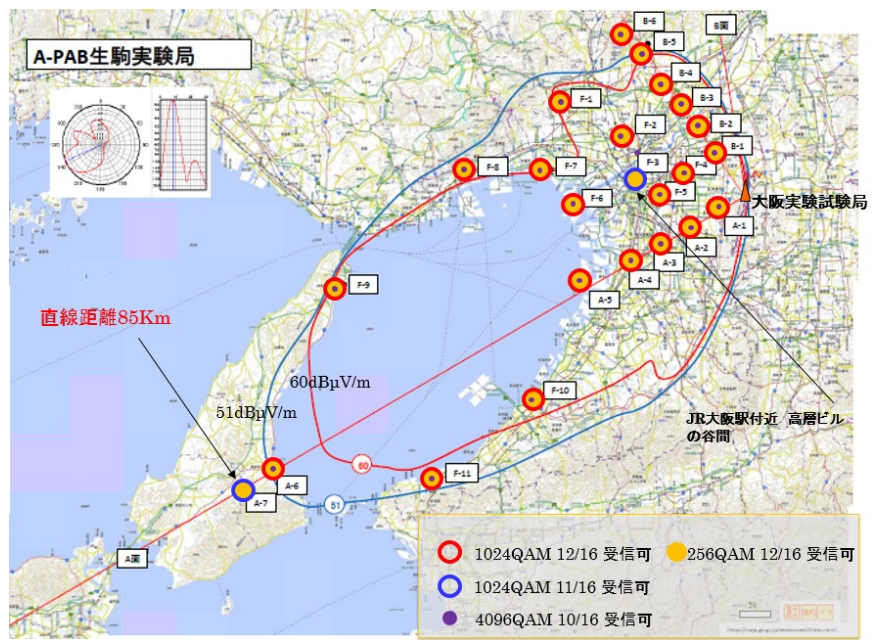
- ・変調方式の改善や、ガードバンドの削減により利用可能な帯域幅を増加させる等により、伝送容量を約1.7倍に向上。
- ・SISO方式とMIMO方式の2方式を検討。



(出典) 放送システム委員会資料73-6,7,8より作成

3. (1)-2 3階層セグメント分割方式(高度化放送導入方式)

- 大阪実験試験局において、2K信号と4K信号の受信可否を確認。
- 実サービスに向けた最適な変調モードと符号化率を検討。
- 3階層セグメント分割方式に適した中継技術や段階的導入手法を検討。



大阪実験試験局におけるフィールド実験の受信点

4K信号における平均所要受信電力とMER(SISO方式)

変調モード	平均所要受信電力[dBm]	MER[dB]
1024QAM NUC 12/16	-75.8 [-75.1]	23.7 [23.2]
256QAM NUC 12/16	-80.5 [-79.9]	19.0 [18.4]

[]: 室内実験値

各パラメータにおける所要C/Nと伝送容量の関係(SISO方式)

4K変調モード	符号化率	所要C/N[dB]	伝送容量 [Mbps]
256QAM NUC	13/16	22.6	8.77
256QAM NUC	14/16	24.2	9.44
1024QAM NUC	11/16	23.9	9.27
1024QAM NUC	12/16	25.9	10.12

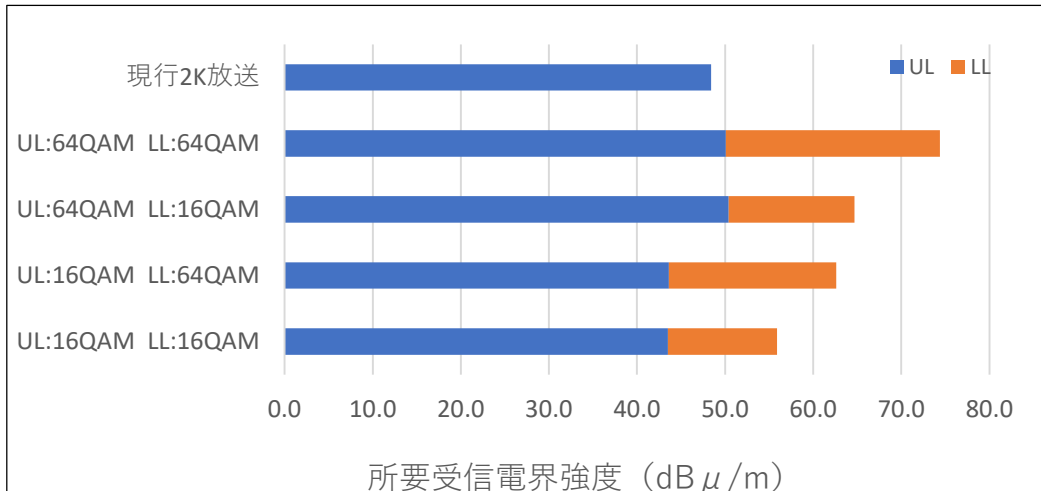


現行STL/TTL送受信装置を用いる技術手法例(SISO方式)

(出典)デ高作8-2より作成

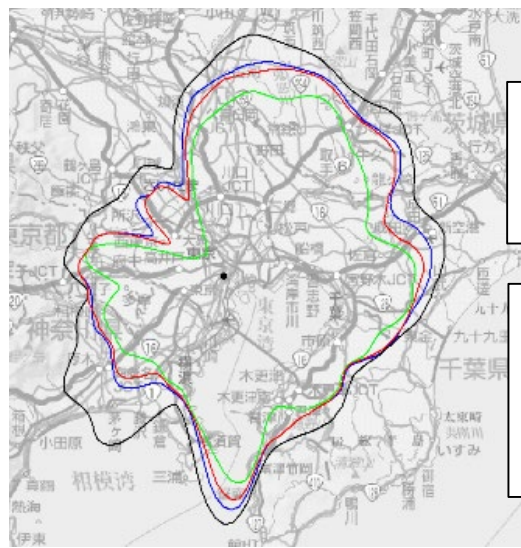
3. (1)-3 階層分割多重(LDM)方式(高度化放送導入方式)

- グレイ符号化※や逐次干渉除去方式によりLLの受信特性改善効果を確認。
- 実験試験局において、電波伝搬特性を把握し、実用化パラメータを検討。
- LDM方式に適した中継技術やSFNの実現可能性を検討。



現行2K放送やLDMの所要受信電界強度

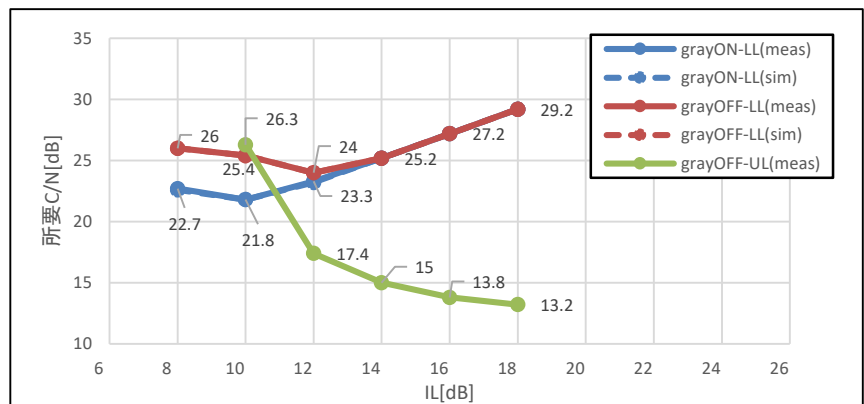
※ グレイ符号化:隣接する符号間のハミング距離が1となるような符号



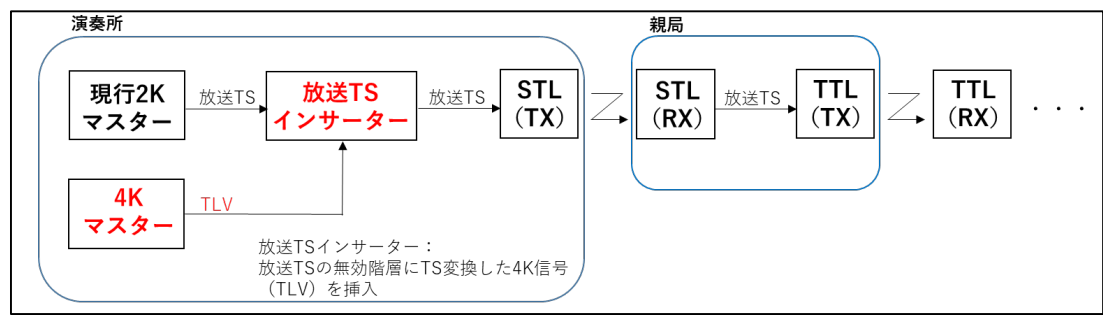
黒: 現行2K放送
 青: 法定電界
 赤: LDM-4K放送*1
 緑: LDM-4K放送*2

*1 UL:16QAM(2/3)
 LL:16QAM(12/16)
 IL:12dB
 *2 UL:64QAM(1/2)
 LL:16QAM(12/16)
 IL:16dB

東京実験試験局におけるコンタ図



グレイ符号化による所要C/N改善効果

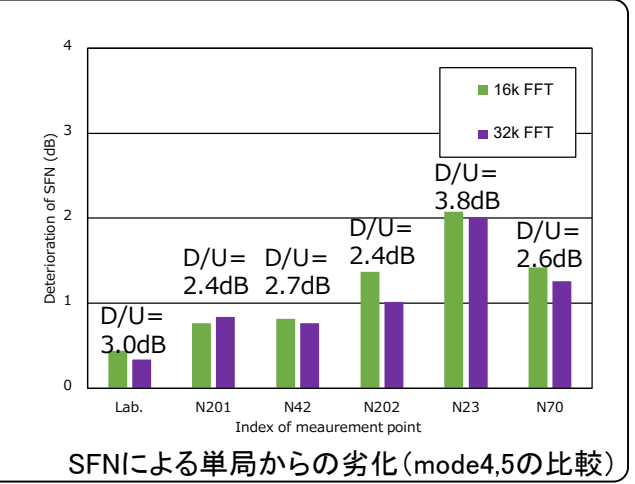
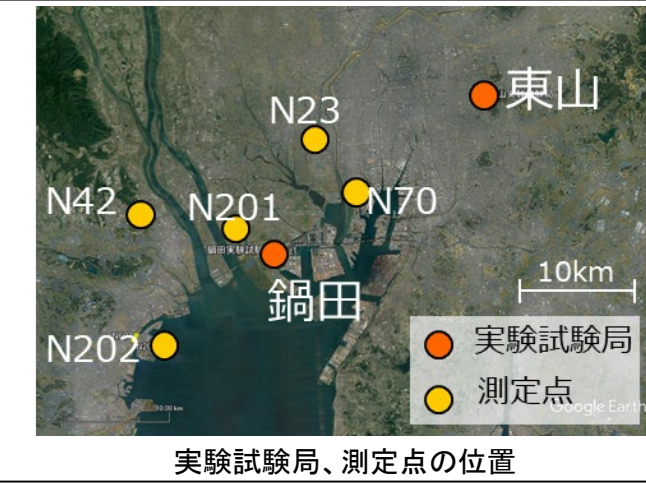
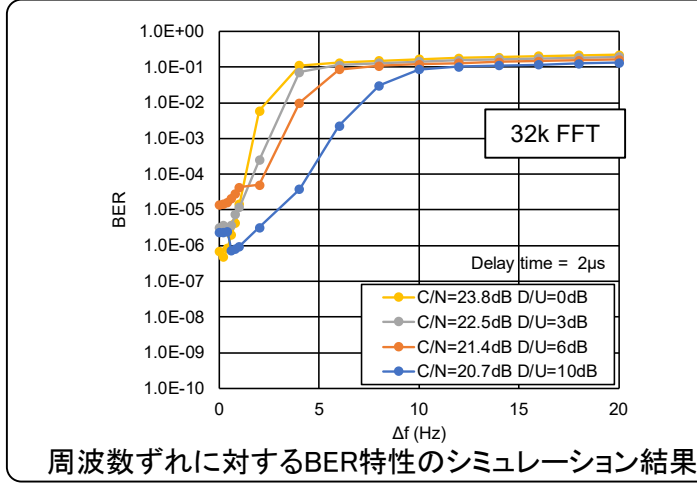
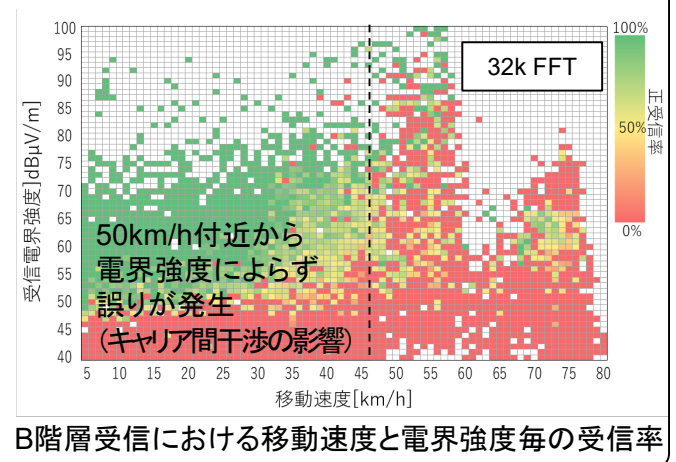
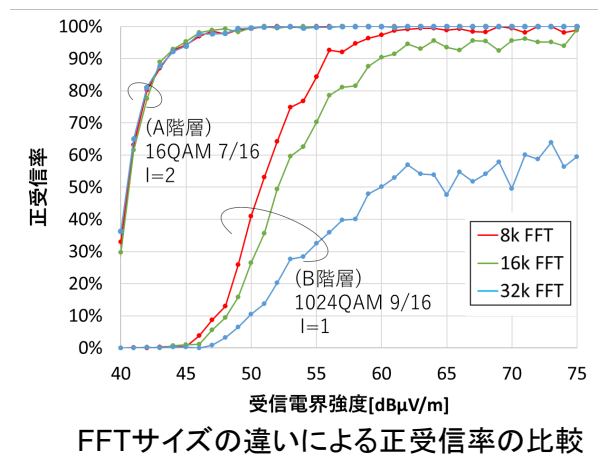
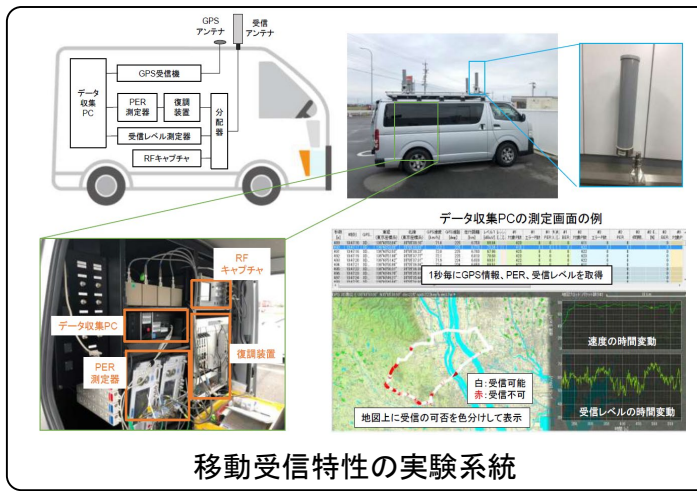


LDM方式におけるSTL/TTL中継回線の系統図例

(出典)デ高作8-2より作成

3. (1)-4 地上放送高度化方式

- 実フィールドで固定受信特性、移動受信特性を検証。
- シミュレーション・室内実験結果と実フィールドの測定結果を比較検討。
- 実フィールドでSFN環境における固定受信特性、移動受信特性を評価。



※ BER : Bit Error Rate

(出典) デ高作8-2より作成

3. (1)-5 各放送方式の実フィールドでの調査の実施

- 親局クラスの実験試験局(東京・名古屋・大阪・福岡)を活用して、実フィールド調査を実施。
- 放送波中継が可能な津、伊勢、鍋田実験試験局を新たに設置し、実フィールド調査を実施。

福岡実験試験局 (開設済)

- ・大陸からの季節的な異常伝搬がある海岸に近い電波環境における大規模実験
- ・親局：福岡タワー
送信チャンネル51ch
アンテナ 水平/垂直、送信出力1kW (×2)

鍋田実験試験局 (2020年度設備追加)

- ・SFN環境における実験
- ・放送波中継の実験
- ・中継局：鍋田 (東山35ch、津25ch実験試験局放送波受信)
(既設) 送信チャンネル35ch アンテナ水平/垂直、送信出力10W
(追加) 送信チャンネル25ch アンテナ水平、送信出力10W

名古屋(東山)実験試験局 (開設済)

- ・大都市圏および郊外における大規模伝送実験
- ・SFN環境における実験
- ・親局：東山
送信チャンネル35ch
アンテナ 水平/垂直、送信出力1kW (×2)

大阪実験試験局 (開設済)

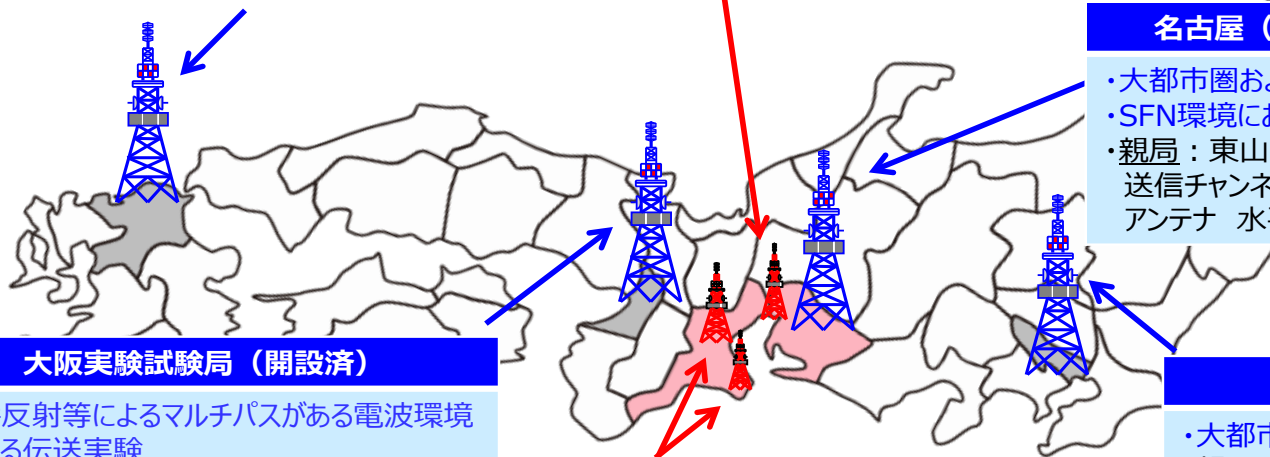
- ・山岳反射等によるマルチパスがある電波環境における伝送実験
- ・親局：生駒山中腹
送信チャンネル19ch
アンテナ 水平/垂直、送信出力1kW(×2)

津・伊勢実験試験局 (2020年度開設)

- ・放送波中継の実験
- ・SFN環境における実験
- ・中継局：津 (東山実験試験局放送波受信)
送信チャンネル25ch
アンテナ水平、送信出力30W
- ・中継局：伊勢 (津実験試験局放送波受信)
送信チャンネル25ch、35ch
アンテナ水平、送信出力10W

東京実験試験局 (開設済)

- ・大都市圏における大規模伝送実験
- ・親局：東京タワー
送信チャンネル28ch
アンテナ 水平/垂直、送信出力1kW (×2)



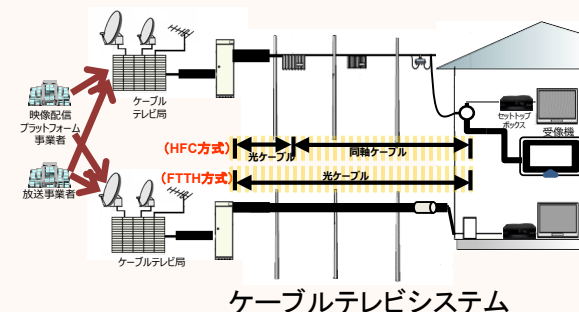
3. (2)-1 次世代の地上放送方式に関する関係団体からの意見

- 地上放送の高度化に関する3つの放送方式について、放送ネットワークを構成する放送事業者以外の関係団体から意見を聴取

既存ケーブルテレビシステムへの再放送における懸念点

(日本ケーブルラボ、日本CATV技術協会規格・標準化委員会)

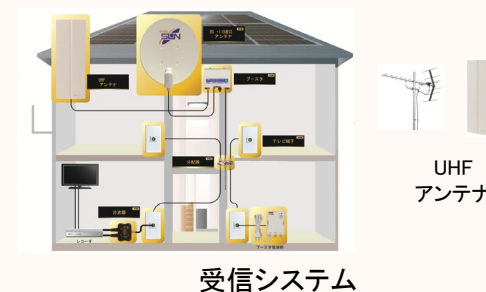
- MIMO方式の同一周波数でのケーブル伝送は、伝送路の追加構築、宅内追加工事が必要。
- 今後、各方式の伝送条件の確認と実システムでのフィールド確認が必要。



受信システムへの影響

(電子情報技術産業協会 (JEITA) 受信システム事業委員会)

- 受信システムにおいて、各方式とも所要C/N確保という課題はあるが、伝送を考慮するとMIMO方式は解決困難な課題が多いため、SISO方式の方が望ましい。



既存受信機での受信課題

(電子情報技術産業協会 (JEITA) テレビネットワーク事業委員会)

- 3階層セグメント分割 (MIMO/SISO)、階層分割多重 (LDM) では、既存受信機への影響が懸念され、現在検討されている実験条件では多々の受信課題があり実運用は困難。
- 地上放送高度化方式は、現行放送との混信については十分な検証が必要であるが、既存受信機への特段の課題はない。



受信機 (テレビ等)

3. (2)-2 既存ケーブルテレビシステムへの再放送における懸念点

(日本ケーブルラボ、日本CATV技術協会規格・標準化委員会)

パススルー方式での再放送における懸念点

【地上放送高度化方式(MIMO)、3階層セグメント分割方式(MIMO)】

- ・V偏波とH偏波を同一周波数でケーブル伝送する場合は、伝送路(同軸、光)及び宅内配線の2軸化が必要。
- ・V偏波とH偏波を周波数多重してケーブル伝送する場合は、各受信機の前段にコンバータの追加が必要。

【3階層セグメント分割方式(SISO)、階層分割多重(LDM)方式】

- ・これらの方式の所要C/Nは運用の観点から、現行技術基準のデジタル有線テレビジョン放送方式のなかで運用において多く使用されている64QAMと同じ26dB以下が好ましく、最大でも256QAM同等の32dB以下が望ましい。
- ・32dBを超えるC/Nが必要な場合は、伝送信号レベル増に伴う伝送路の見直し(システムの運用調整、機器交換、システム改修)が必要。

【地上放送高度化方式(SISO)】

- ・帯域幅拡大に伴い、標準デジタルテレビジョン方式、デジタル有線テレビジョン放送方式(64QAM, 256QAM等)、有線テレビジョン放送等以外の用途に使用する電磁波(通信信号用 Annex-B 256QAM等)との与干渉、被干渉の確認が必要。

【FeMBMS(5G)+1seg方式】

- ・周波数配置が現行の技術基準の配置と異なるため、再放送において複数チャンネルの占有が必要。
- ・所要C/N、既存サービスとの相互干渉に関して今後検討が必要。 ※放送システム委員会第73回資料73-5を基に検討

トランスモジュレーション方式での再放送における懸念点

- ・各新方式信号をHEでデジタル有線テレビジョン放送方式に変換し伝送する方式のため伝送上の課題はないが、変換後の信号が256QAM(6MHz/ch)の伝送レート37.338Mbpsを超えないことが望ましい。
- ・ケーブルテレビ専用の受信機が必要。

- MIMO方式の同一周波数でのケーブル伝送は、伝送路の追加構築、宅内追加工事が必要。
(宅内工事例:同軸、増幅器、分配器、壁面端子等の追加)
- 今後、各方式の伝送条件の確認と実システムでのフィールド実証が必要。
(受信レベル、C/N、隣接伝送条件等)

3. (2)-3 受信システムへの影響

(電子情報技術産業協会(JEITA)受信システム事業委員会)

【地上放送高度化方式(MIMO)、3階層セグメント分割方式(MIMO)】


- ・V偏波とH偏波を同一周波数送信の場合、4K放送を受信するためには、2軸配線またはコンバータが必要となり改修費用が必要となる。また、アンテナの交差偏波識別度性能偏差によって両偏波間で相互干渉を受け、同一周波数混信障害が発生する可能性がある。
- ・コンバータを使用し1軸伝送する場合、V偏波+H偏波となり波数増大となるため、ブースタなどによるC/N劣化が発生する可能性がある。
- ・VおよびH偏波を送信することになり、SFNでV偏波送信している地区(例えば平塚・児玉など)への影響確認が必要。(V偏波送信局が多数ある)

【地上放送高度化方式(SISO)、3階層セグメント分割方式(SISO)、階層分割多重(LDM)方式)】

- ・既存システムのC/Nの状態および4Kの所要C/Nによっては、所要C/N確保のためにアンテナ、ブースタの調整や交換の可能性がある。
- ・LDM方式は4K放送のエリアと既存2K放送のC/N劣化の確認が必要。

【地上放送高度化方式(MIMO/SISO)】

- ・既存2K放送+新放送方式となり、波数増大となるため、ブースタなどによるC/N劣化が発生する可能性がある。

- 
- 受信システムにおいて、各方式とも所要C/N確保という課題はあるが、伝送を考慮するとMIMO方式は解決困難な課題が多いため、SISO方式の方が望ましい。

3. (2)-4 既存受信機での受信課題

(電子情報技術産業協会(JEITA)テレビネットワーク事業委員会)

【3階層セグメント分割方式(MIMO/SISO)】

- ・B階層(4K階層)での基準キャリア変調マッピングが想定外等のため、A/C階層(2K階層)も復調できない、または復調性能が劣化する場合がある(MIMO)。
- ・また、復調可能な場合でも受信機が測定するC/N検出に大きな誤差が出て、極端に低くなり、チャンネルスキャン時に登録されない場合がある(MIMO/SISO)。
- ・ARIB STD-B31のセグメント構成、変調パラメータに準拠していない。

【階層分割多重(LDM)方式】

- ・UL(2Kレイヤ)16QAM使用では、チャンネルスキャン時に登録されない場合がある。
- ・16QAMの実施は、既存受信機との検証等が必要。



- 3階層セグメント分割(MIMO/SISO)、階層分割多重(LDM)では、既存受信機への影響が懸念され、現在検討されている実験条件では多々の受信課題があり実運用は困難。
- 地上放送高度化方式は、現行放送との混信については十分な検証が必要であるが、既存受信機への特段の課題はない。

3. (2)-5 次世代の地上放送方式に関する意見(特にMIMO方式について)

- MIMO方式は、CATV伝送路の追加構築や宅内配線等の受信システムの改修が必要。
- SISO/MIMOどちらの方式においても、CATVの伝送条件やC/N劣化による影響、既存受信機への影響等の確認が必要。
- SISO方式に比べMIMO方式は、解決が難しい課題が多い。

放送方式	MIMO		SISO		
	地上放送高度化方式	3階層セグメント分割方式	地上放送高度化方式	3階層セグメント分割方式	階層分割多重(LDM)方式
CATV伝送路・宅内配線	伝送路等の2軸化が必要※1 又は 周波数変換コンバータが必要※2		既存の伝送路等を利用可能		
アンテナ	交換が必要		既存のアンテナを利用可能		
CATV再放送	伝送条件の確認とフィールド実証が必要		伝送条件の確認とフィールド実証が必要		
受信システムにおけるC/N劣化の有無(主な要因)	・波数増大(サイマル時) ・両偏波の相互干渉	・両偏波の相互干渉	・波数増大(サイマル時)	無	・LLの付加
受信機におけるチャンネル登録	—	一部の受信機において不可となる可能性あり	—	一部の受信機において不可となる可能性あり※3	一部の受信機において不可となる可能性あり※4

※1 V偏波とH偏波を同一周波数で伝送する場合

※2 V偏波とH偏波を異なる周波数で多重伝送する場合

※3 特にC階層が256QAM以上の多値変調の場合

※4 特にULが16QAMの場合(ARIB STD-B31には準拠)

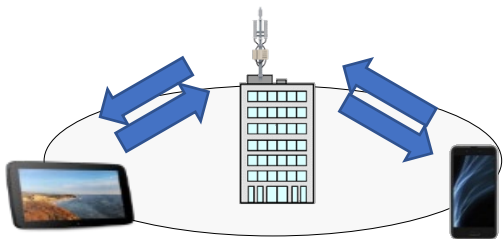
3. (3)-1 通信技術を利用した放送方式(MBMS)について

- MBMSは、3GPPにおいて策定されているマルチキャスト・ブロードキャスト規格。
- 双方向通信の小セル仕様と、放送を想定した大セル仕様が規格化されている。
- 大セル仕様は、Release 14(2017年, FeMBMS)、Release 16(2020年, 5G Broadcast)において規格化。
- MBMSは、新たなチャンネルを確保して放送サービスを実現するものであるため、地上放送高度化方式との比較検討を実施。

※ MBMS: Multimedia Broadcast and Multicast Service
 ※ 3GPP: 3rd Generation Partnership Project

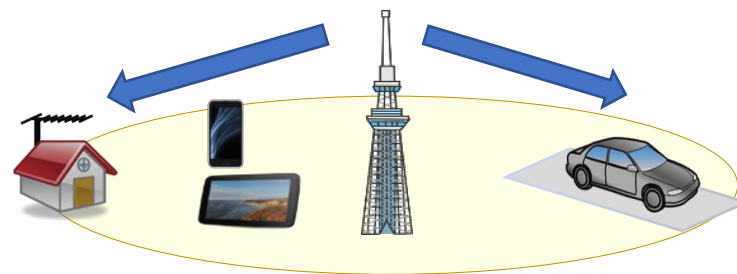
小セル仕様

- ・主な用途: 交通情報や警報の一斉同報、スタジアム内映像配信



大セル仕様(下り伝送のみ)

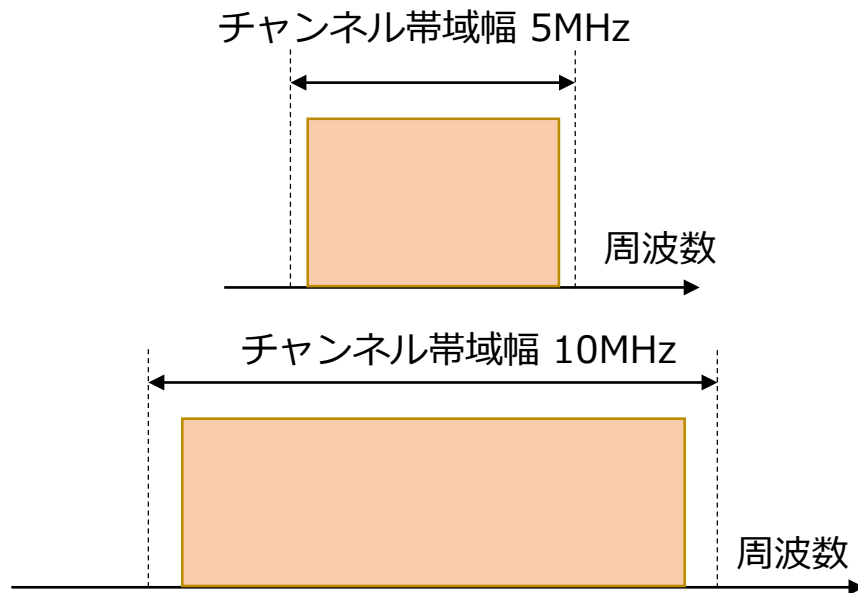
- ・主な用途: 放送



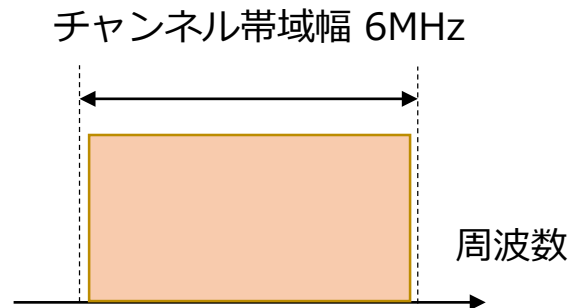
3GPP Release 番号(規格発行年)	3GPPでの呼称	内容
Release 6 (2005年)	MBMS	3G方式の小セル仕様として初めて規格化。
Release 14 (2017年)	FeMBMS (Further evolved MBMS)	LTE方式の大セル仕様を規格化。
Release 16 (2020年)	5G Broadcast 又は LTE Based 5G Broadcast	LTE方式の大セル仕様を一部改定。

3. (3)-2 MBMSのチャンネル帯域幅と適用周波数帯について

- 地上放送で使用されるチャンネル帯域幅は6MHz。
- MBMSにおいては、通常、通信で使用される5MHz幅と10MHz幅の規定があるが、放送で使用されている6MHz幅の規定は無く、現在追加の提案がなされているところ。
- 地上放送用周波数(UHF帯)は、MBMSの適用周波数帯となっていない。



通常、通信で使用される帯域幅(5MHz、10MHz)は、MBMSにおいて規定がある。



地上放送で使用されるチャンネル帯域幅は6MHzであるが、MBMSでは規定無し。

3. (3)-3 MBMSの周波数利用効率について


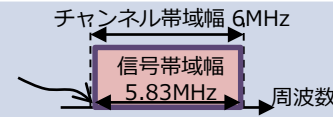
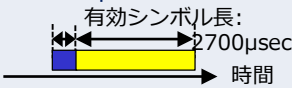
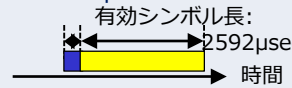

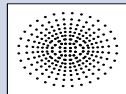
- MBMSの周波数利用効率は、地上放送高度化方式よりも低い。
- ガードバンド比、ガードインターバル比、キャリア変調、LDPC符号長が、周波数利用効率に影響を与えていると考えられる。

所要C/N=20dB※における情報レート比較

項目	NR方式MBMS (想定仕様)	LTE方式MBMS (Release 16)	地上放送 高度化方式	現行の地デジ ISDB-T
周波数利用効率	4 bps/Hz	3 bps/Hz	5 bps/Hz	3 bps/Hz
情報レート(6MHz帯域幅)	24 Mbps	18 Mbps	30 Mbps	18 Mbps
情報レート(5MHz帯域幅)	20 Mbps	15 Mbps	-	-

※ 現行の地上デジタル放送 ISDB-Tの運用パラメータにおける値。

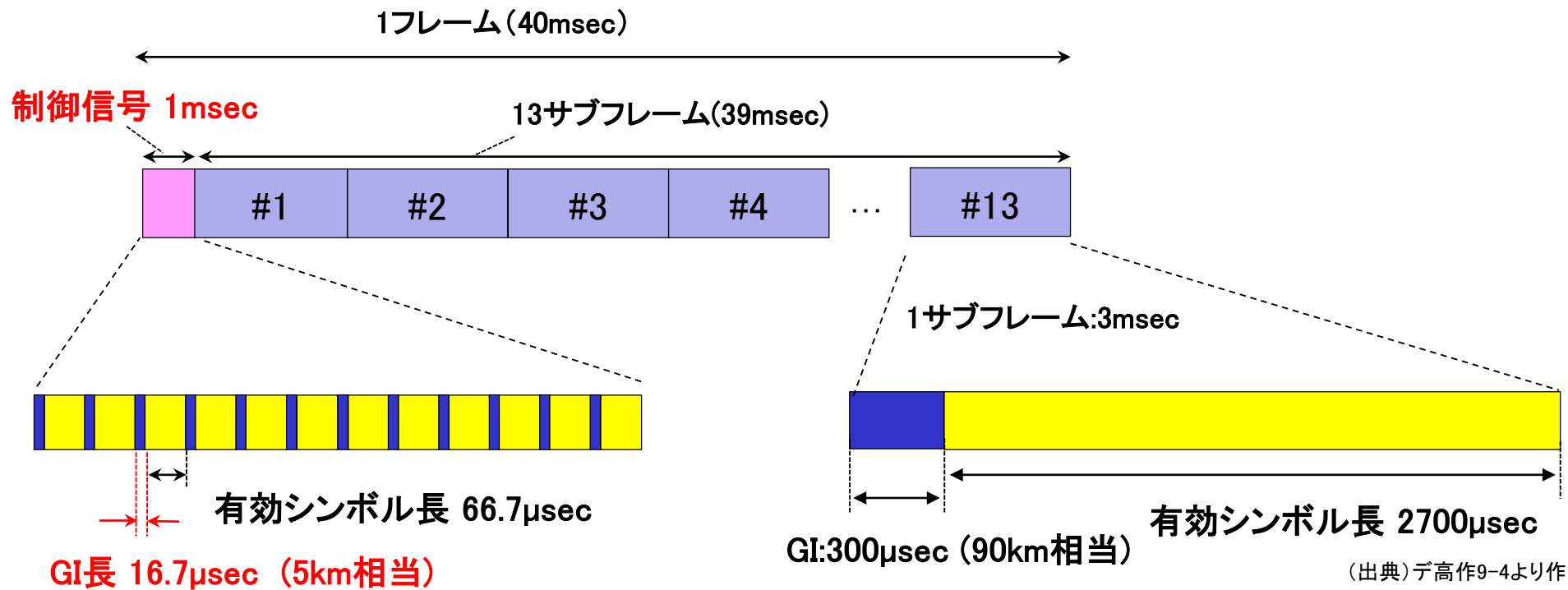
周波数利用効率に影響を与える項目の比較

項目	MBMS	地上放送高度化方式	高度化方式との差
ガードバンド比	10.0% 	2.8% 	約 -0.35 bps/Hz
ガードインターバル比	10.0% GI長:300μsec 有効シンボル長:2700μsec 	4.7% GI長:126.6μsec 有効シンボル長:2592μsec 	約 -0.25 bps/Hz
キャリア変調	Uniform 	Non-Uniform 	約 -0.15 bps/Hz
LDPC符号長	9600~25344 bits	69120 bits	約 -0.25 bps/Hz
合計			約 -1.0 bps/Hz

3. (3)-4 MBMSの制御信号について

- 大規模なエリアをカバーする場合、遅延時間が大きいマルチパスや干渉波に備え、フレーム内のシンボルごとのガードインターバル(GI)が一定以上の長さである必要がある。
- MBMS Release 16の大セル仕様のフレーム構成においては、サブフレームのGIが $300 \mu\text{sec}$ (90km相当)まで対応できる長さであるが、制御信号のGIは $16.7 \mu\text{sec}$ で5km相当しか対応できない仕様となっている。
- そのため、遅延時間が大きいマルチパスや干渉波がある場合に正常に受信できるか等、地上放送に用いる際には十分な検討が必要である。

Release 16(大セル仕様)のフレーム構成例



3. (3)-5 MBMSの地上放送高度化への適用について

- MBMSは、地上放送を想定したチャンネル帯域幅(6MHz)の規定がなく、UHF帯への適用は想定されていない。
- 将来Release 18が規格化されたとしても、大セル仕様において地上放送高度化方式に比べて、周波数利用効率が低くなる見込み。
- MBMSは欧州では実証が行われているものの、日本で導入する場合には地形が欧州とは異なるため、伝搬特性等の基本的な検証を行う必要がある。
- MBMSは、新たにチャンネルを確保して放送サービスを実現する放送方式としては、周波数利用効率や地上放送への適用において、現時点で課題が多い。

	MBMS(大セル仕様)		地上放送 高度化方式
	~Release 16 (LTE方式)	Release 18以降 (NR方式)	
チャンネル帯域幅	5MHz, 10MHz 等	(未定) ※ 周波数利用効率の試算: 4 bps/Hz	6MHz
適用できる周波数帯域	3GPPで規定されている帯域 (LTEや5Gの周波数帯域)		UHF帯
周波数利用効率	3 bps/Hz		5 bps/Hz
周波数/時間インターリーブ	なし		あり
ガードインターバル(GI)長	サブフレーム: 300 μ sec(90km相当) 制御信号: 16.7 μ sec(5km相当)		126 μ sec

4. 今後の検討課題

映像／音声符号化方式について

- ✓ 映像符号化方式の比較評価結果を踏まえ、VVCの主観評価実験等を行い、所要ビットレート等を検証
- ✓ 音声符号化方式の比較評価結果を踏まえ、各方式の主観評価実験等を行い、所要ビットレート等を検証

放送方式について

- ✓ 技術試験事務の調査検討結果を踏まえ、各伝送方式の比較評価を実施
- ✓ 放送ネットワーク全体の構築方法や、現行放送から新たな放送サービスへの移行方法を調査検討
特に、全国で放送ネットワークを構築するために必要となる中継技術を調査検討
- ✓ 高度化放送導入方式における一部の受信機での受信課題について詳細かつ継続的に検証
- ✓ MIMO方式についてはCATV伝送路や受信システムにおいて課題が多いことから、SISO方式を中心に検討
- ✓ MBMSについては地上放送への適用において課題が多いことから、新たにチャンネルを確保して放送サービスを実現する放送方式としては、地上放送高度化方式を中心に検討

その他

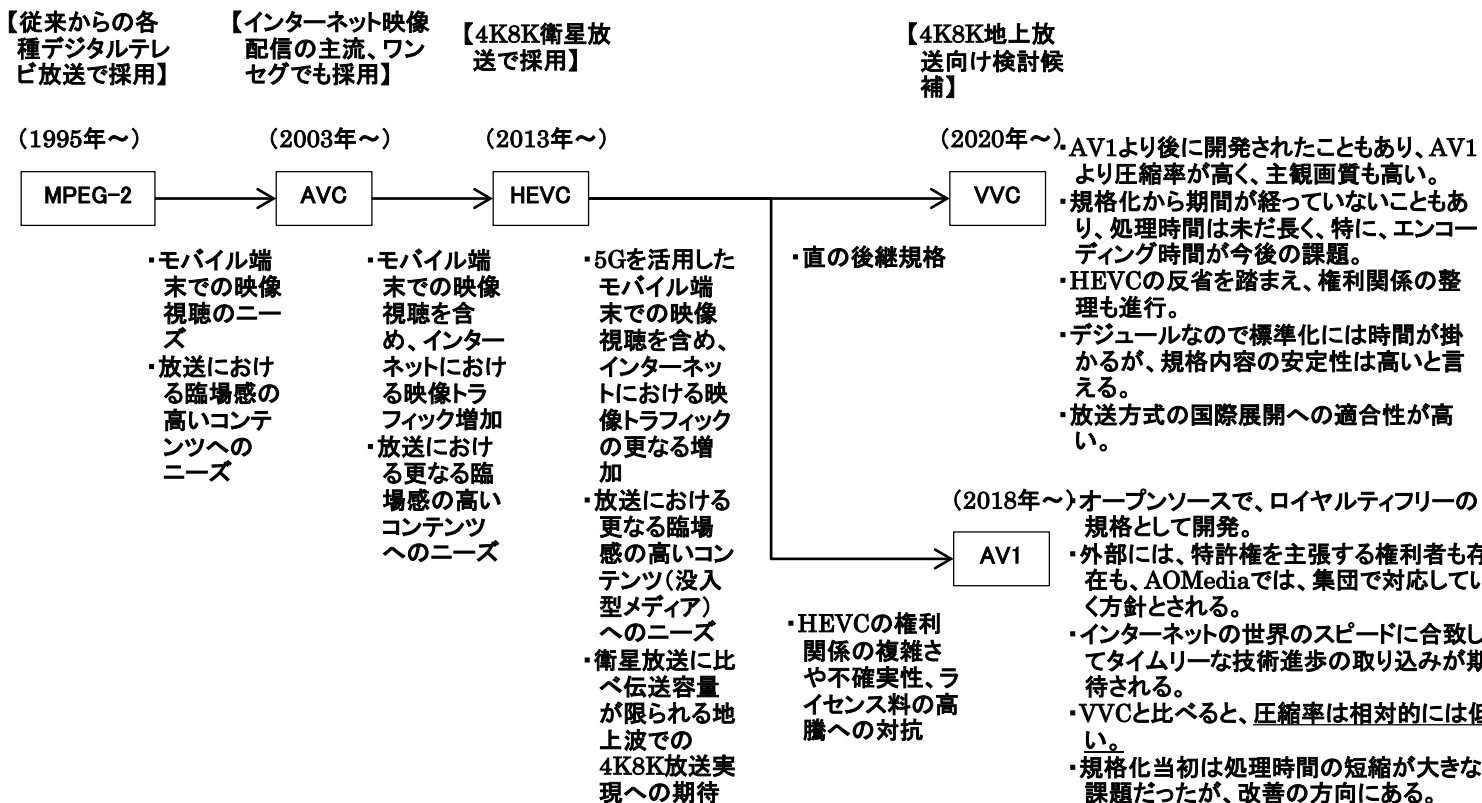
- ✓ 放送用無線局の置局シミュレーション等による、さらなる周波数資源の有効活用や置局の最適化を検討
- ✓ 放送ネットワークの構築にあたり必要となる、国内の多様な電波伝搬状況の特性を把握
- ✓ 通信系のサービスとの連携に対応した多重化方式を検討
- ✓ 十分な安全性を有するコンテンツ保護方式等を検討

5. 参考資料

- (1) 映像符号化方式の動向調査 (VVC、AV1)
- (2) 音声符号化方式の動向調査 (MPEG-H 3DA Baselineプロファイル)
- (3) オブジェクトベース音響 (OBA)

5. (1) 映像符号化方式の動向調査 (VVC、AV1)

- インターネット映像配信向けの次世代映像符号化規格としては、AV1の普及が期待される。
- VVCは、圧縮性能、規格内容の安定性、放送方式の国際展開への適合性などの観点から、4K8K地上放送等を念頭においた次世代放送での活用が期待される



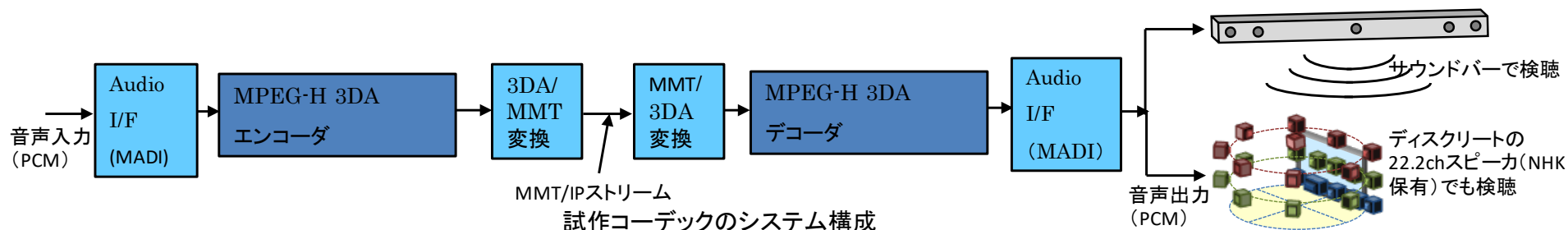
特に次世代放送での活用が期待される

特にネット配信での普及が期待される

5. (2) 音声符号化方式の動向調査 (MPEG-H 3DA Baselineプロファイル)

- MPEG-H 3DA Baselineプロファイルは、放送での使用を想定していないHOA (High-Order Ambisonics) と人声の符号化機能をLCプロファイルから除外し、実装負荷を軽減したもの。
- 2021年1月会合 (2021年1月11日～15日) で規格化作業を完了。
- Baselineプロファイルに準拠したコーデックを試作し、動作検証を行い、放送用途の可能性を確認。

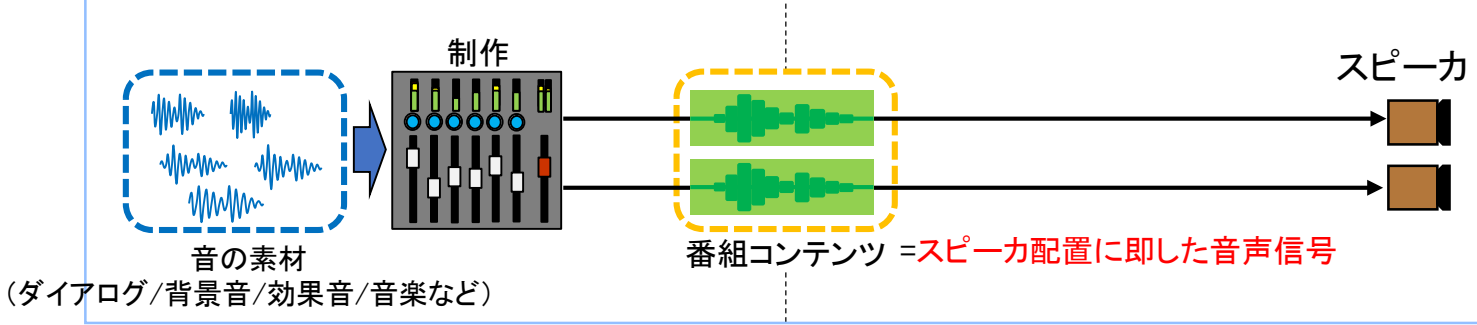
- ・試作コーデックは、コーデックソフトウェア、検聴用サウンドバー、オーディオI/F、3DA/MMT変換装置で構成される。
- ・入力はMADI (Multichannel Audio Digital Interface) による48kHz/24bit、56chの音声信号
- ・出力はMADIによる24chの同時再生である。音響定義モデル (Rec. ITU-R BS.2125-0準拠) のメタデータに対応し、多重化ストリーム形式はMMT/IP
- ・再生はモノラル、ステレオの他、5.1ch、7.1、22.2ch等のフォーマットが可能



5. (3) オブジェクトベース音響 (OBA)

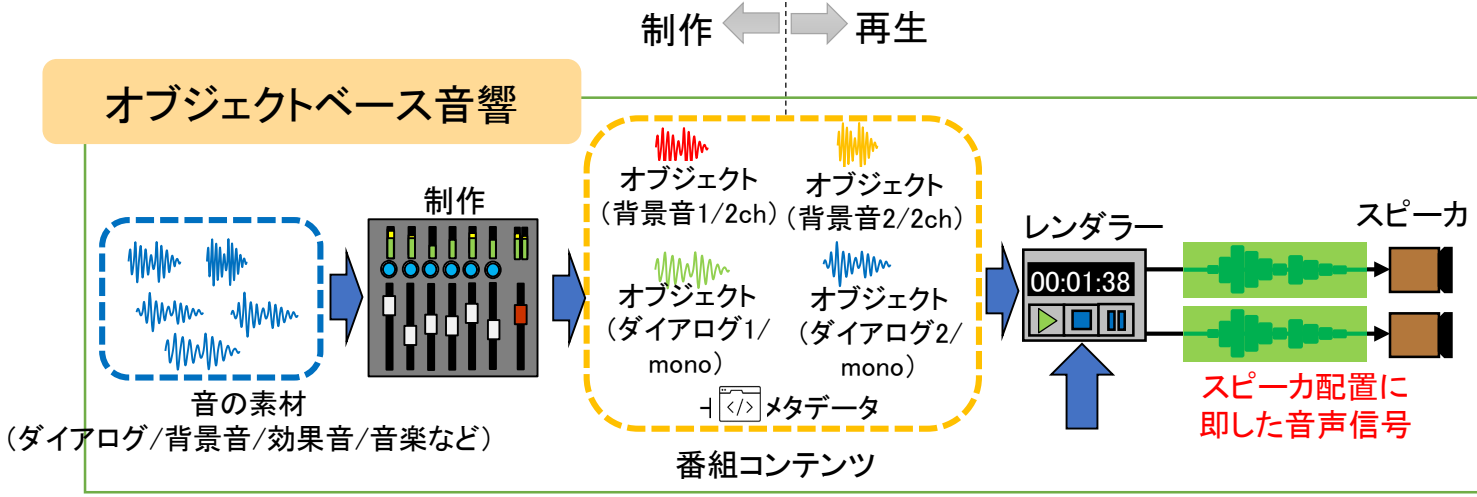
- ▶ チャンネルベース音響では、番組コンテンツ制作側でスピーカ配置に即した音声信号を伝送
- ▶ オブジェクトベース音響 (OBA) では、各オブジェクトの音声信号とメタデータを独立して伝送し、ユーザ側で好みに応じて音声出力の仕方のカスタマイズが可能

チャンネルベース音響



- ・再生側のスピーカ配置に即した音声信号を制作して伝送 (ステレオや5.1chなど音声フォーマットごとに制作)

オブジェクトベース音響



- ・各オブジェクトの音声信号とメタデータを独立して伝送
- ・メタデータとユーザー要求からレンダラーがスピーカ配置に即した音声信号を出力

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
 (参考) 地上デジタル放送方式高度化作業班 構成員

氏名	所属・役職
大槻 知明 (主任)	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授
松田 一郎 (主任代理)	東京理科大学 理工学部 教授
伊藤 典男	シャープ株式会社 研究開発事業本部 通信・映像技術研究所第三研究室 部長
岩尾 洋英	株式会社フジテレビジョン 技術局 局次長職
岩田 昭光	株式会社NHKテクノロジーズ ファシリティ技術本部 送受信センター 公共システム部 専任部長
上園 一知	一般社団法人日本ケーブルラボ 実用化開発部 主任研究員
大久保達也	一般社団法人電子情報技術産業協会 専門職調査役
大野 秀樹	東芝インフラシステムズ株式会社 府中事業所 放送・ネットワークシステム部 フェロー
岡村 浩彰	株式会社テレビ朝日 技術局 次長
奥村 友秀	三菱電機株式会社 京都製作所 AVディスプレイ製造部 担当部長
齋藤健太郎	東京工業大学 環境・社会理工学院 助教
斉藤 知弘	一般社団法人放送サービス高度化推進協会 技術部 部長
高田 仁	一般社団法人日本民間放送連盟 企画部 専任部長
高田 政幸	一般社団法人電波産業会 デジタル放送システム開発部会 委員長
高柳 宣治	ソニーホームエンタテインメント&サウンドプロダクツ株式会社 TV事業本部 技術戦略室 マネージャー
樽見 敏夫	株式会社テレビ東京 技術局放送技術センター 兼 技術業務部 次長
土田 健一	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長
中井 了一	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 放送グループ 担当部長
中原 俊二	日本放送協会 技術局 計画管理部 エグゼクティブエンジニア
中丸 則兼	一般社団法人日本CATV技術協会 事業部(規格・標準) 部長
中邨 賢治	TVS REGZA株式会社 R&Dセンター 先行技術開発担当 参事
沼尻 好正	日本アンテナ株式会社 経営戦略室 経営戦略グループ エキスパート
深澤 知巳	株式会社TBSテレビ メディアテクノロジー局 技術管理部 兼メディア企画室 担当部長
藤井 雅弘	宇都宮大学大学院 工学研究科 情報システム科学専攻 准教授
藤高 丞士	サン電子株式会社 受信機器開発部 副部長
寶迫 巖	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 総合研究センター長
森吉 達治	日本電気株式会社 放送・メディア事業部 第三技術部 マネージャー
山口 隆	パナソニック株式会社 アプライアンス社 技術本部 DXDC運営企画部 技術涉外課 主任技師
山本 英雄	日本テレビ放送網株式会社 技術統括局 担当局次長 兼 技術戦略統括部長