

# 高度地上デジタルテレビジョン放送方式

## 適用技術検討報告

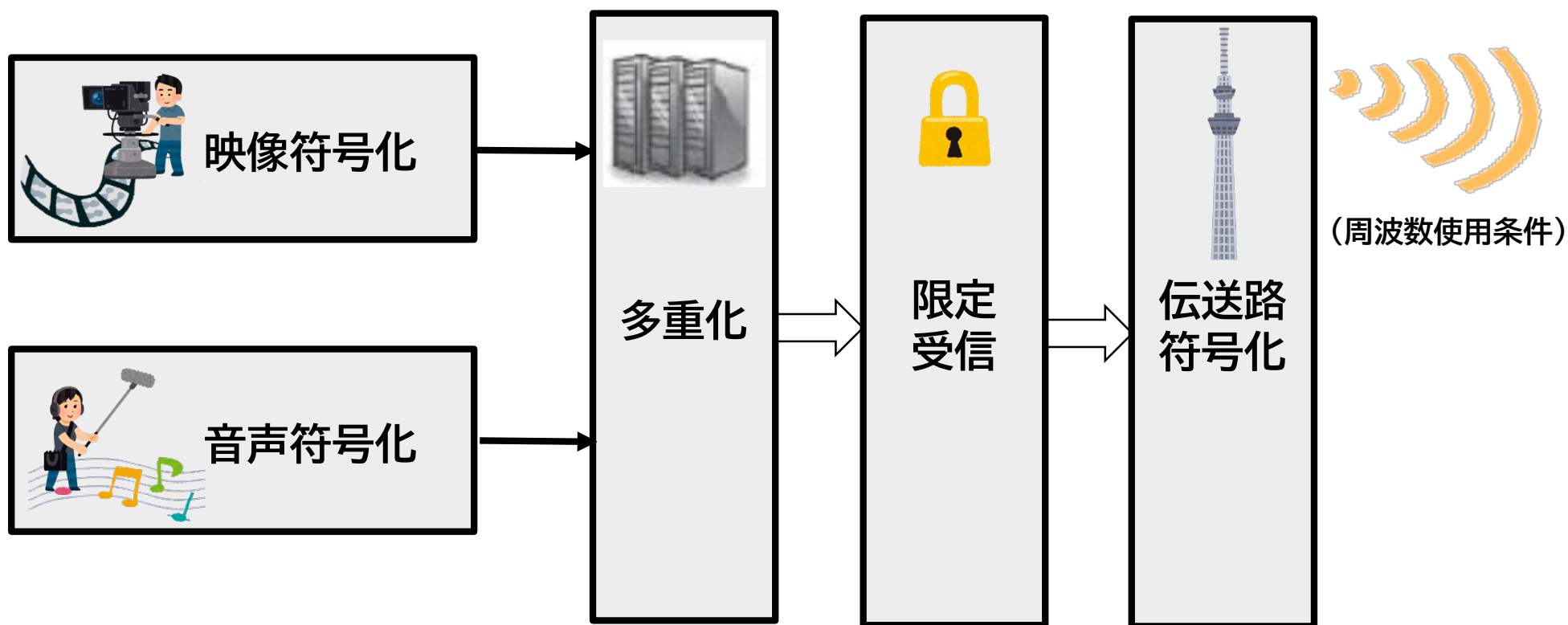
### 概要

2023年2月27日

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

# 技術的条件検討の対象となる方式

令和5年度の一部答申に向け、基本となる映像および音声を伝送するための技術的条件を検討する。



# 伝送路符号化方式

# 検討対象の伝送路符号化方式

## 高度地上デジタルテレビジョン放送方式に関わる伝送路符号化方式の検討

以下に示す2つの方式について、技術的条件の調査・検討を実施。

- ・ 地上放送高度化方式
- ・ 高度化放送導入方式

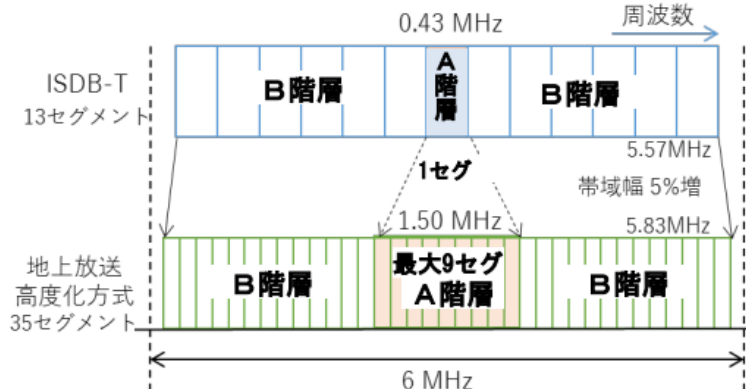
階層分割多重 (LDM※) 方式

※ LDM : Layered division multiplexing

新たなチャンネルを確保できた場合に高度化放送を実施する方式

### ① 地上放送高度化方式

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。

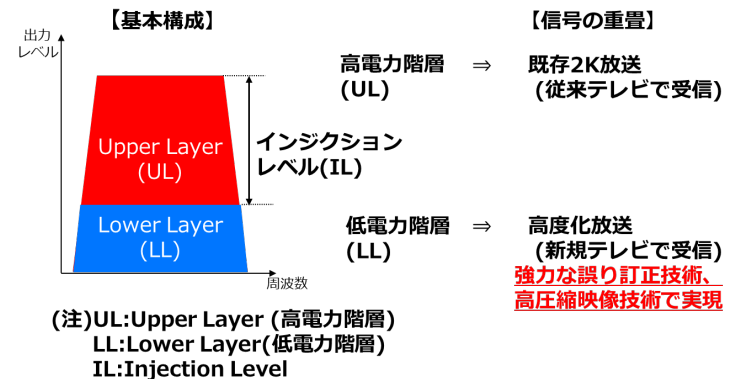


既存の2K放送と同一チャンネルで高度化放送を実施する方式

(高度化放送導入方式)

### ② 階層分割多重(LDM)方式

同一チャンネルにレベル差のある地デジと高度化放送の信号を重ねて送信し、受信側で各々を取り出す方式。



# 提案方式の概要（１）（地上放送高度化方式）

## • ISDB-T※の長所を継承しつつ、さらなる多機能化を実現

- 移動受信向けサービスと固定受信向けサービスを自在に組み合わせる多様な階層伝送
- 緊急警報放送や緊急地震速報等の低遅延・高耐性伝送
- 時間軸上で拡張区間を設定可能。将来の新たなサービスにも対応可能



フレーム構成例（１）



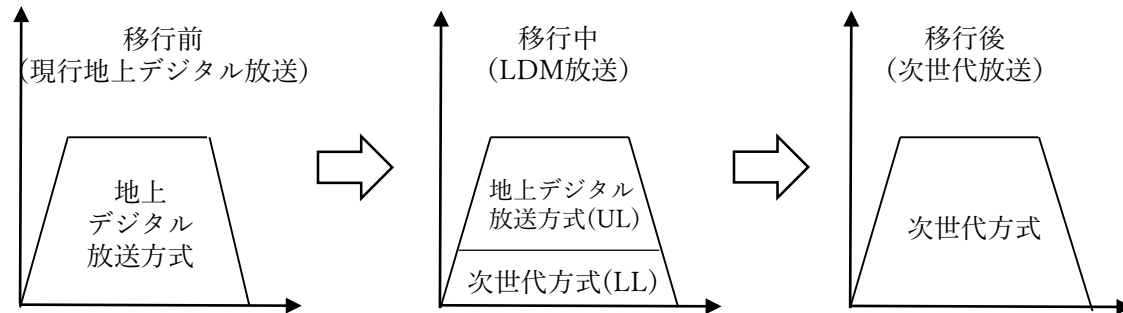
フレーム構成例（２）

## • 最新技術の導入により伝送性能を向上

- 誤り訂正にLDPC符号を採用することによる雑音耐性の大幅な向上
- ISDB-Tに比べ高い多値数のキャリア変調が可能
- 多値化による雑音耐性低下を不均一コンスタレーションにより軽減

## 提案方式の概要（２）（高度化放送導入方式（LDM方式））

- 地上デジタル放送方式（UL）に、レベル差をつけた次世代方式（LL）を重畳
  - 次世代方式では、256QAMを超える多値キャリア変調、LDPC符号、不均一コンスタレーションなどの伝送技術を適用できる。
  - 現行地上デジタル放送と同一チャンネルに次世代方式を重畳するため、新たな周波数を必要としない。
  - 既存の地上デジタル放送受信機は、引き続き地上デジタル放送方式（UL）の受信が可能。次世代方式（LL）は、新たな受信機で受信できる。
  - UL・LLの変調方式、レベル差を適切に選択することで、必要な伝送容量、サービスエリアの組み合わせを得ることができる。
- 地上デジタル放送方式（UL）終了後、次世代方式のみを伝送する次世代放送に移行する。
- 送信設備は、変調器等をLDM対応機器に置換することで実現でき、送信機や送信空中線はそのまま使用できる。



# 周波数使用条件

周波数使用条件	地上放送高度化方式		高度化放送導入方式 (LDM方式)	
	条件	理由	条件	理由
適用周波数帯	470MHzを超え、710MHz以下のテレビジョン放送用周波数帯	既存のテレビ放送用を利用	470MHzを超え、710MHz以下のテレビジョン放送用周波数帯	既存のテレビ放送用を利用
周波数オフセット	周波数帯幅の中央の周波数は、テレビジョンチャンネルの中心周波数から+1/18 MHz	信号がチャンネル端の周波数を超えないことを考慮	周波数帯幅の中央の周波数は、テレビジョンチャンネルの中心周波数から+1/7 MHz	地上デジタル放送の規定に準拠
占有周波数帯幅	5.85 MHz	帯域端キャリアの99%エネルギーが含まれる周波数幅を加え、小数点第3位を切り上げ	5.7 MHz	地上デジタル放送の規定に準拠
周波数の許容偏差	1Hz	SFNを考慮	1 Hz	SFNを考慮
FFTサンプル周波数	512/81 MHz (6.320988 MHz)	キャリア間隔の逆数である有効シンボル期間において、モード※3では8192点、モード4では16,384点、モード5では32,768点が均等にサンプルされる値	512/63 MHz (8.126984 MHz)	地上デジタル放送の規定に準拠
送信スペクトルマスク	周波数帯幅の中央の周波数からの差が2.92, 3.00, 4.36 MHzのポイントにおいて、平均電力からの減衰量が-27.6, -54.6, -77.6 (dB/10 kHz)	地上放送高度化方式の信号帯域幅に合わせて、5%ほど広帯域化。3.00MHzの外側は現行放送と同値	現行どおり	地上デジタル放送の規定に準拠
スプリアス発射/不要発射の強度の許容値	無線設備規則第7条に準拠	有害な干渉を与えないため	無線設備規則第7条に準拠	有害な干渉を与えないため

※モードはFFTサイズを表し、FFTサイズは $2^{(10+モード)}$ である

# 伝送路符号化方式

項目	適用技術、値		
	地上放送高度化方式	高度化放送導入方式 (LDM方式)	
		次世代方式 (LL) / 次世代方式	地上デジタル放送方式 (UL)
無線伝送システム	SISO		
変調方式	OFDM		
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM 16QAM-NUC <sup>※1</sup> , 64QAM-NUC, 256QAM-NUC, 1024QAM-NUC, 4096QAM-NUC		QPSK, 16QAM, 64QAM
誤り訂正方式	LDPC符号 (内符号) + BCH符号 (外符号) (LDPC符号の符号化率は2/16~14/16まで13通り)		畳込み符号 + リードソロモン符号 (畳込み符号の符号化率は1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8の5通り)
信号帯域幅	5.83 MHz	5.57MHz	
セグメント数	35	13	
FFTサイズ (モード)	8k (3) , 16k (4) , 32k (5)	2k (1) , 4k (2) , 8k (3)	
有効シンボル長 (モード)	1296 $\mu$ s (3) , 2592 $\mu$ s (4) , 5184 $\mu$ s (5)	252 $\mu$ s (1) , 504 $\mu$ s (2) , 1008 $\mu$ s (3)	
GI比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, 800/N <sub>FFT</sub> <sup>※2</sup> , 1600/N <sub>FFT</sub>	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	
ビットレート	1.19~54.92 Mbps	1.07~46.06 Mbps	3.65~23.23Mbps
緊急情報伝送	緊急起動：フレーム同期信号でフラグを送信		
	緊急警報：TMCCでフラグ、サブフレームでEWS <sup>※3</sup> 情報を伝送		緊急警報：TMCCでフラグ、緊急情報記述子でEWS情報を伝送
	緊急地震：TMCCでフラグ及びEEW <sup>※4</sup> 情報を伝送		緊急地震：ACキャリアまたは非同期字幕でEEW情報を伝送

※1 NUC (Non-Uniform Constellation) : 不均一コンスタレーション  
 ※2 N<sub>FFT</sub>はFFTサイズを示す

※3 EWS (Emergency Warning broadcasting System) : 緊急警報放送  
 ※4 EEW (Early Earthquake Warning) : 緊急地震速報



# 今後の課題

- 共通項目

- いずれの伝送路符号化方式を選択した場合においても、受信機用LSIの開発やこれを実装した低廉な受信機の開発

- 地上放送高度化方式

- 地上放送高度化方式の導入にあたってのチャンネルプラン
- 実用に即したパラメータの運用規定

多様なパラメータのうち、放送事業者および受信者への負担が最も少ない伝送方式を含めた全体パラメータの運用規定の制定が必要

- 送信周波数変更を行う際に受信機が送信局を特定できる機能の検討

- 高度化放送導入方式（LDM方式）

- LDM放送時の送信パラメータの選択

地上デジタル放送方式（UL）と次世代方式（LL）のそれぞれに必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせを得るには、各々の変調方式と電力差の適切な選択およびその選択による実験結果の妥当性の証明が必要

- 復調方式の選択

JD復調※1とSIC復調※2があり、受信性能の観点から比較が必要

- 時刻情報

提示情報同期のための時刻情報の送出方法

※1 Joint Detection：統合復調法

※2 Successive Interference Canceler：逐次干渉除去法

# 映像符号化方式

# 提案方式の概要

- 映像入力フォーマット
  - 高度広帯域衛星デジタル放送と同様のフォーマット
    - 超高精細度、高フレームレート、広色域、高ダイナミックレンジ
  - 主な変更点：飛越走査映像は除外
    - 放送局でのIP変換により順次走査映像のみの送出に統一可能
- 映像符号化方式
  - H.266 (VVC<sup>注1</sup>)の採用による圧縮率の向上
    - MPEG-2, H.264 (AVC), H.265 (HEVC)に比べ、映像を高効率に符号化可能な映像圧縮方式
  - マルチレイヤプロファイルへの対応
    - 異なる解像度を持つ映像の効率的な伝送、インターネットと連携した配信、サブコンテンツ配信などが可能

注1: Versatile Video Coding

# 提案方式の技術的条件（1）

- 映像入力フォーマット

システム	1080/P (2K)	2160/P (4K)	4320/P (8K) 注1
空間解像度	1920 × 1080	3840 × 2160	7680 × 4320
フレーム周波数 [Hz]	60, 59.94	120, 119.88, 60, 59.94	
表色系(SDR)	Rec. ITU-R BT.709, Rec. ITU-R BT.2020	Rec. ITU-R BT.2020	
表色系(HDR)	Rec. ITU-R BT.2100 (HLG, PQ)		
符号化信号形式	Y', C' <sub>B</sub> , C' <sub>R</sub> （非定輝度）、4:2:0		
符号化画素ビット数	10ビット		

**注1:** 将来、符号化方式の更なる高圧縮化や伝送方式の改善等が実現され、符号化映像の高品質性の担保がなされた場合に適用

# 提案方式の技術的条件（2）

- 映像入力フォーマット
  - 高度広帯域衛星デジタル放送の映像入力フォーマットを考慮して選定
- 空間解像度：2K及び4Kを採用、8Kは条件付き採用
  - 現時点での8K画質担保のエビデンス不足、今後の可能性を考慮
- 走査方式：順次走査のみ採用、1080/60/Iは不採用
  - 放送局でのIP変換により順次走査映像のみの送出に統一可能
- 表色系：1080/PでBT.2020を採用、xvYCCは不採用
  - 4K, 8Kからのダウンコンバート等を想定し1080/PでもBT.2020に対応
  - BT.2020やBT.2100の広色域表色系が広く普及しxvYCCの必要性が低下
- 符号化画素ビット数：10ビットを採用
  - 10ビット以上の映像フォーマットが一般的

# 提案方式の技術的条件（3）

## • 映像符号化方式

システム	1080/P (2K)	2160/P (4K)	4320/P (8K) 注1
準拠規格	Rec. ITU-T H.266   ISO/IEC 23090-3 (VVC) Rec. ITU-T H.274   ISO/IEC 23002-7 (VSEI) 注2		
プロファイル	Main 10 Multilayer Main 10 注3		

**注1:** 将来、符号化方式の更なる高圧縮化や伝送方式の改善等が実現され、符号化映像の高品質性の担保がなされた場合に適用

**注2:** VVC符号化データに含める各種補助情報の規定  
VSEI: Versatile supplemental enhancement information

**注3:** 本プロファイルを用いるサービス環境が整った際に適用

# 提案方式の技術的条件（４）

- 映像符号化方式

- 準拠規格：VVC (Rec. ITU-T H.266 | ISO/IEC 23090-3)
  - 最新の映像符号化方式
  - 高度広帯域衛星デジタル放送で採用されたHEVC規格よりもビットレートを50%弱削減（主観画質評価時）
- プロファイル：Main 10及びMultilayer Main 10
  - 基本サービスにMain 10プロファイルを適用
  - Multilayer Main 10プロファイルも利用可能
    - 複数映像の効率的な伝送、インターネットと連携した配信、サブコンテンツ配信などに有用
    - 対応機器の市場導入がMain 10プロファイルによる放送サービス開始後と見込まれ、環境が整った際に適用する

# 提案方式の技術的条件（5）

- 所要ビットレート
  - 画質評価実験を通じて導出

映像形式	所要ビットレート注1
1080/60/P	7 Mbps 注2
2160/60/P	30 Mbps 注3

**注1:** 符号化難易度の高い映像を含む評価画像のほぼ全てで一定水準以上の画質を確保可能なビットレートを示す。

**注2:** 符号化制御チューニングを行うことによって、実用的には5 Mbpsで十分となる可能性が高い。

**注3:** 実験では、ビットレートを20 Mbps, 30 Mbpsと離散的に設定しており、判断基準を満たすビットレートは30 Mbpsであった。線形近似により推定される所要ビットレートは22 Mbpsとなる。

- 2160/60/P映像は15 Mbpsにて4K放送品質相当の画質となることを追加実験で確認
  - 空間解像度を落として符号化歪を低減する改善手法を適用した場合
  - 符号化難易度が高い一部の映像を除く



# 今後の検討課題

- 階層符号化の運用規定
  - 将来Multilayer Main 10プロファイルを適用したサービスが開始された際に、Main 10プロファイル対応受信機とMultilayer Main 10プロファイル対応受信機のそれぞれの仕様に応じてサービスを確実に受けられるようにするために、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

# 提案方式の概要

- 音声入力フォーマット
  - 高度広帯域衛星デジタル放送と同様なフォーマット
    - 22.2マルチチャンネル音響に対応
  - 新しいサービスにも対応
    - チャンネルベース音響に加えてオブジェクトベース音響によるサービスを想定
- 音声符号化方式
  - 二つの符号化方式（MPEG-H 3D Audio、AC-4）
    - MPEG-2 AACに比べて音声を高効率に符号化可能な音声符号化方式
    - オブジェクトベース音響に対応した音声符号化方式

# 提案方式の技術的条件（1）

- 音声入力フォーマット

項目	内容
標本化周波数	48kHz
入力量子化ビット数	16bit以上
対応する音声信号	チャンネルベース音響 オブジェクトベース音響  音声信号のうち、同時に再生される可能性のあるすべての音声信号の標本化の時刻は、同一時刻であることとする
入力音声チャンネル数	最大56ch

# 提案方式（1）の選定理由

## • 音声入力フォーマット

- 高度広帯域衛星デジタル放送のフォーマットを考慮

- 標本化周波数：

現状の実運用動向を鑑み、**48kHz**のみとした

**48kHz**以外の標本化周波数については、実運用動向から放送局設備へのインパクトが大きいため、また、当面サービスが想定されていないため

- 入力量子化ビット数：

現状の実運用動向を鑑み、**16 bit**以上とした

- 対応する音声信号：

チャンネルベース音響に加えて、多様な音声サービスを高効率に実現可能なオブジェクトベース音響を採用したため

- 入力音声チャンネル数：

**22.2 ch**音響に対応し、かつ、オブジェクトベース音響を用いた差し替え音声によるサービスを考慮して、**MPEG-H 3D Audio**のレベル4で規定された最大入力音声チャンネル数としたため

# 提案方式の技術的条件 (2)

- 音声符号化方式

	MPEG-H 3D Audio	AC-4
準拠規格	ISO/IEC 23008-3	ETSI TS 103 190-2
プロファイル	Baseline	規定なし
ビットストリーム形式	MHAS形式 <sup>(注)</sup>	raw AC-4 frame 形式

(注) MHAS: MPEG-H Audio Stream

# 提案方式（２）の選定理由

- 音声符号化方式（MPEG-H 3D Audio）
  - 準拠規格：ISO/IEC 23008-3
    - 現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されているMPEG-2 AACと比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応しているため
  - プロファイル：Baseline
    - オブジェクトベース音響による音声サービスを実施可能あり、且つ、回路規模が最も小さいプロファイルであるため
- 音声符号化方式（AC-4）
  - 準拠規格：ETSI TS 103 190-2
    - 現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されているMPEG-2 AACと比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応しているため

# 多重化方式

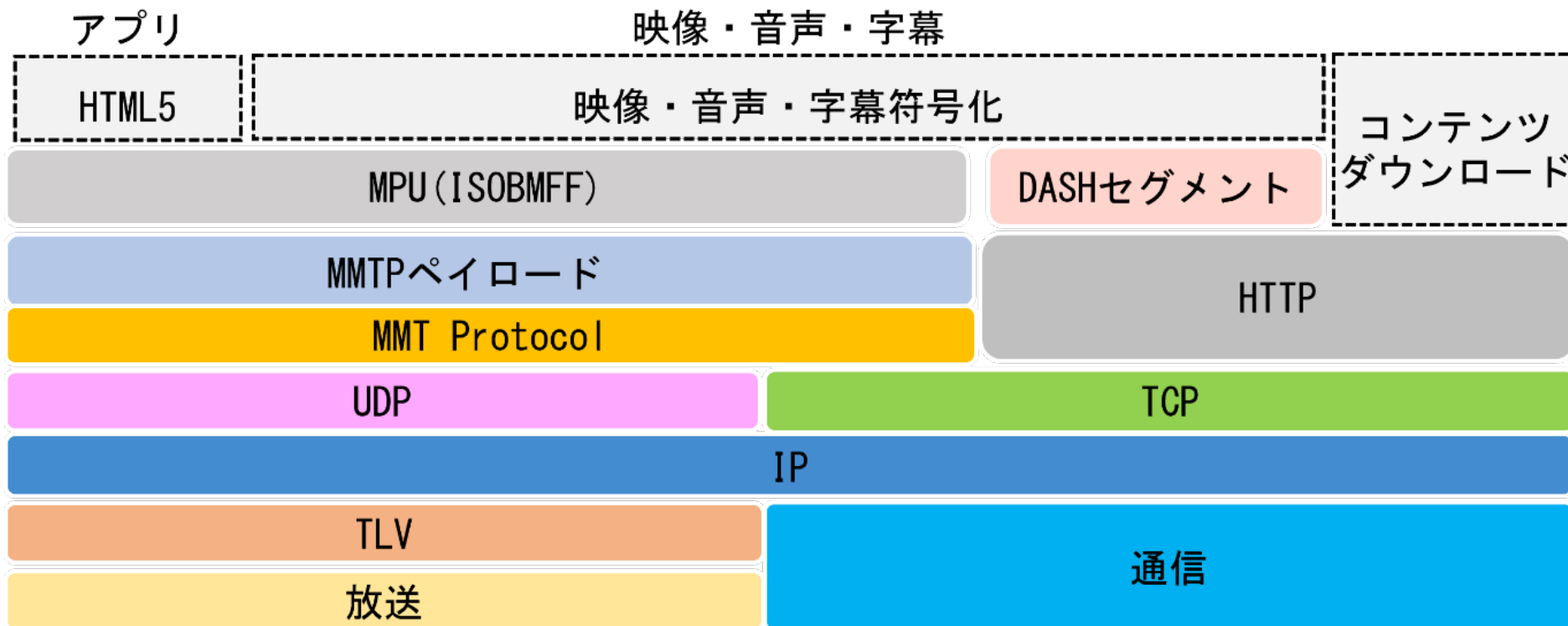


# 提案方式の概要（1）

- 符号化（多重）信号
  - 高度広帯域衛星デジタル放送の多重化方式（MMT・TLV方式）を適用
    - TLVパケット、IPパケット(圧縮IPパケットを含む)、及びMMTPパケット及び伝送制御信号、記述子及び識別子で符号化信号を構成
    - メディアアプリケーションフォーマットをCMAFとする方法はMMT・TLV方式に包含される
- 伝送制御信号
  - 高度広帯域衛星デジタル放送の伝送制御信号を準用し、高度地上デジタルテレビジョン放送方式に必要な信号を追加で規定
    - 新たな伝送路符号化方式（地上放送高度化方式および高度化放送導入方式）に対応
    - 新たな映像・音声符号化方式に対応
    - 暗号化アルゴリズムの種別を追加

# 提案方式の概要 (2)

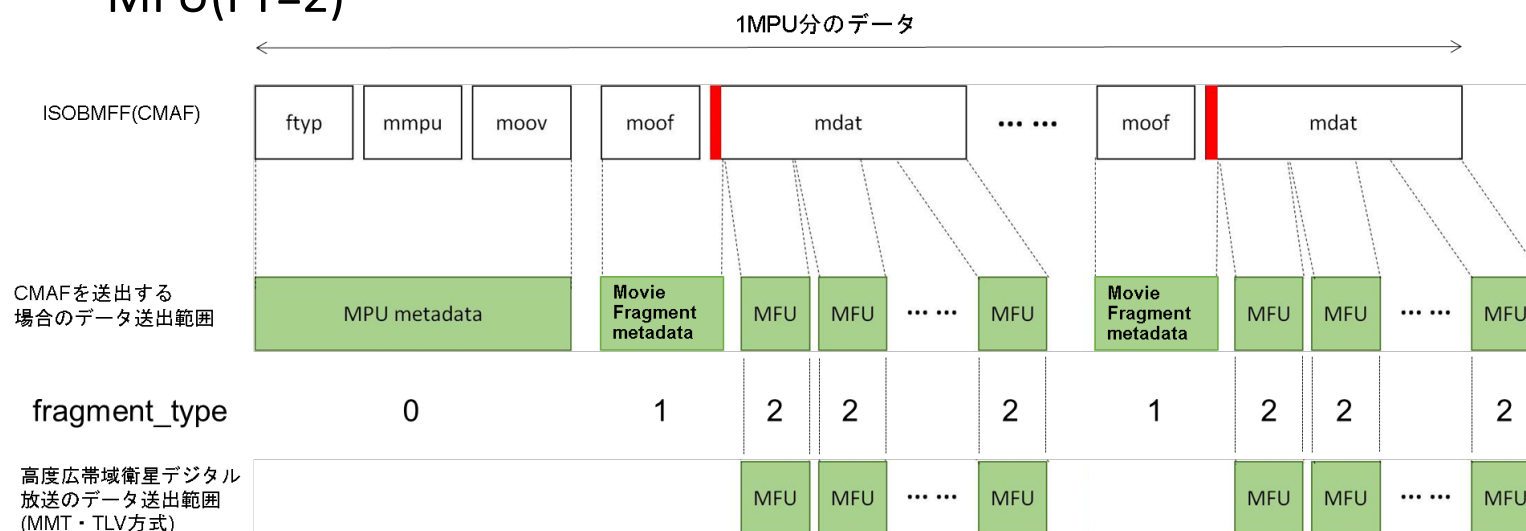
- レイヤモデル



MPU: Media Processing Unit, ISOBMFF: ISO Base Media File Format, DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP

# 提案方式の概要 (3)

- MMTPペイロードのデータ部に含むデータの範囲
  - 高度広帯域衛星デジタル放送の場合
    - MFU(FT=2)のみ
  - CMAFを送出する場合
    - 放送通信連携に有用なコーデック情報等のメタデータ
      - MPUメタデータ(FT=0)、ムービーフラグメントメタデータ(FT=1)
    - MFU(FT=2)



: MMTPパケット内のMMTPペイロードのデータ部

fragment\_type : MMTPペイロードのヘッダ部の要素

# 提案方式の技術的条件（1）

- 符号化（多重）信号

- 高度広帯域衛星デジタル放送の多重化方式（MMT・TLV方式）を適用

	準拠規格
MMT	ISO/IEC 23008-1
TLV	ITU-R勧告BT.1869

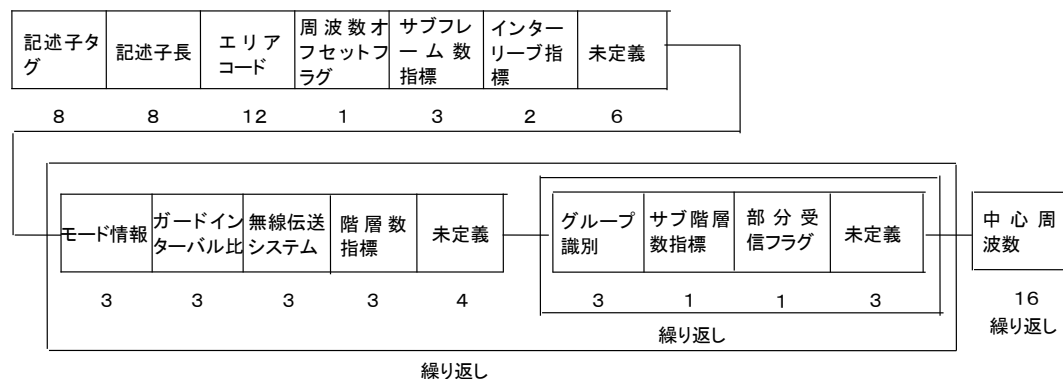
符号化信号	規定
TLVパケット	平成26年総務省告示第233号別表第11号
IPパケット	平成23年総務省令第87号第24条の3(2)別表第22号、及び、平成26年総務省告示第233号別表第7号
圧縮IPパケット	平成26年総務省告示第233号別表第10号
MMTPパケット	平成26年総務省告示第233号別表第9号
MMTPペイロード	平成26年総務省告示第233号別表第9号別記第1及び別記第2

- 高度化した放送・通信連携サービスを実現するために、IPをベースにハイブリッド配信を想定して高度広帯域衛星デジタル放送に採用された方式（MMT・TLV方式）とすることが適当

# 提案方式の技術的条件（2）

- 伝送制御信号

- 基本的には平成26年総務省告示第233号を準用しつつ、以下の規定を追加
- 第2世代地上配信システム記述子（TLV-SI）



- 伝送路の物理的条件を示すため
- 部分受信記述子（TLV-SI）
  - 部分受信専用受信機が、受信対象サービスを特定するために必要なため
- システム管理識別子の放送の標準方式の種別（TLV-SI）
  - 高度地上デジタルテレビジョン放送方式に基づく方式であることを識別するため

# 提案方式の技術的条件（3）

- 伝送制御信号（続き）

- MPテーブルのアセットタイプ（MMT-SI）

符号	割当て
ac-4	AC-4 audio音声ストリーム
mhm1	MPEG-H 3D Audio音声ストリーム
vvi1	VVC映像ストリーム

- 映像符号化方式としてVVCを、音声符号化方式としてMPEG-H 3D Audio及びAC-4を識別するため
  - MH-階層符号化記述子（MMT-SI）
    - 階層符号化を識別し、VVCに対応するため
  - スランブル方式識別子の暗号化アルゴリズムの種別（MMT-SI）
    - 複数の鍵長の暗号化アルゴリズムを識別するため


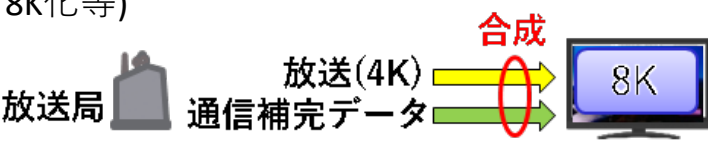


# 今後の検討課題

---

- 民間標準化機関などで下記の検討が必要
  - 基幹放送に求められる要件や、**Web**ブラウザによる提示を含む多様化する視聴環境に対応するためのシステムモデル
  - 通信系のコンテンツ配信方式、高度広帯域衛星デジタル放送の仕様などを考慮したトランスポート方式の詳細規定

# 参考資料

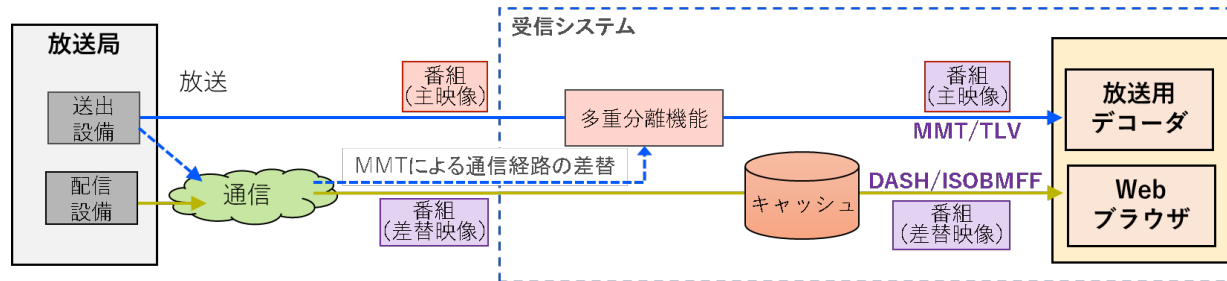
## (1) ハイブリッド配信の要件とユースケース

ハイブリッド配信の要件(最終報告書案の3.3.1.1.6.2より抜粋)	ユースケース
<p>① 単一の伝送路及び複数の伝送路で伝送されるコンテンツを構成するコンポーネントをトランスポートレイヤで特定しそれらの提示のための同期を確保できること。</p>	<p>A：放送と通信の同期提示 (マルチアングル/AR等)</p> 
<p>③ 放送・通信の両伝送路におけるストリーム型コンテンツの同期再生が1つまたは複数の表示デバイスに提示を可能とする多重化方式であること。</p>	<p>B：通信補完による放送の高品質化(4Kの8K化等)</p> 
<p>⑤ 放送・通信の伝送路間でのスケーラブルなサービス提供が可能であること。</p>	<p>C：放送・通信間の遷移</p> 
<p>⑥ 放送から通信のストリーミング再生に切り替え、また放送受信へ切り替えることができること</p>	<p>D：コンテンツ差し替え(個別の広告差し替え等)</p> 
<p>⑦ 放送と通信の両方の利用に基づき、複数コンポーネントから条件に合ったコンポーネントを受信機が選択しシームレスに切り替えることができる多重化方式であること。</p>	
<p>⑧ ③・⑦について、視聴者による操作に加えて、必要に応じた放送事業者による制御も可能であること。</p>	

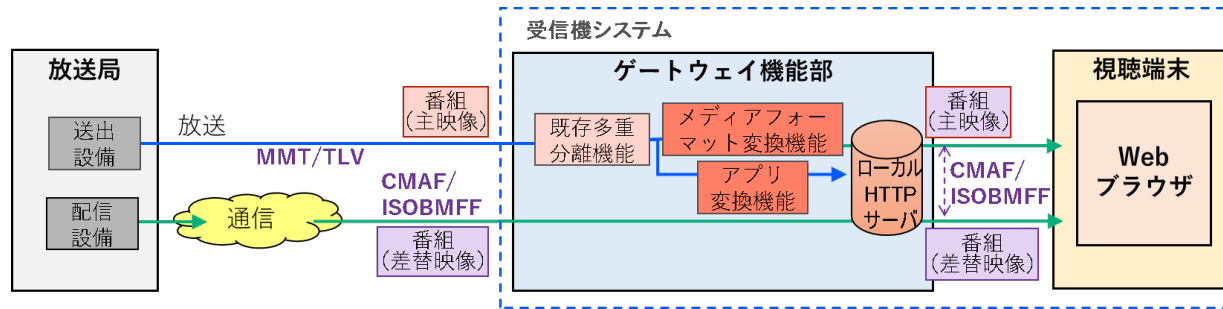
要件②および④はハイブリッド配信における基本的な要件であるため、ユースケースの提示は省略



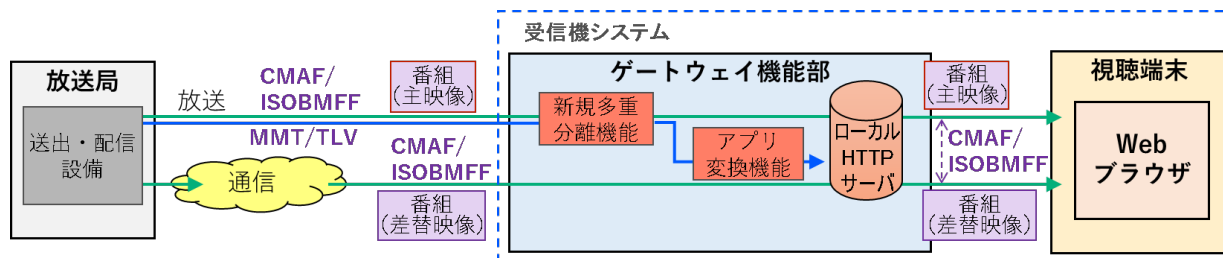
## (2) Webブラウザによる提示を想定するシステムモデル



(a) CMAFを用いない場合



(b) 受信機システムがCMAFに変換する場合



(c) 送出システムがCMAFを用いる場合

# 限定受信方式

# 提案方式の概要

## • スクランブルサブシステム

項目	提案方式	※赤字は4K8K衛星放送との差分
スクランブル方式の暗号アルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"><li>• AES及びCamelliaを選択可能</li><li>• 鍵長を128ビット、<b>192ビット</b>、<b>256ビット</b>から選択可能</li></ul>	
スクランブル手順	<ul style="list-style-type: none"><li>• CTRモード<sup>注1</sup>または<b>CBCモード<sup>注2</sup></b></li></ul>	
スクランブルの範囲	<ul style="list-style-type: none"><li>• MMTPパケットのペイロード部のデータ部 <b>(全部もしくはその一部)</b> 及びIPパケットのペイロード部</li></ul>	
スクランブル方式に係る伝送制御信号	<ul style="list-style-type: none"><li>• スクランブル方式記述子 <b>(スクランブル方式識別子の値を追記)</b></li><li>• メッセージ認証方式記述子</li></ul>	

注1: CTR (Counter)モード: 「カウンタ」と呼ばれる値を暗号化することで鍵ストリームブロックを生成し、平文ブロックとXOR演算することにより暗号化する方式

注2: CBC (Cipher Block Chaining)モード: 平文の各ブロックを前の暗号文とXOR演算することにより暗号化する方式

# 提案方式の技術的条件（1）

- スクランブル方式の暗号アルゴリズム
  - 暗号アルゴリズム：AES及びCamelliaを選択可能
  - 鍵長：128ビット、192ビット、256ビットのいずれかを選択可能

## （理由）

- 4K8K衛星放送との整合性確保
  - CRYPTREC<sup>注3</sup>の電子政府推奨暗号リストに掲載されている暗号アルゴリズムを採用
  - 暗号アルゴリズムに脆弱性が発見された場合を考慮
- 計算機の性能向上および大規模な量子計算機による将来的な安全性の低下を考慮

注3: CRYPTREC (Cryptography Research and Evaluation Committees)：電子政府推奨暗号の安全性を評価・監視し、暗号技術の適切な実装法・運用法を調査・検討するプロジェクト

# 提案方式の技術的条件（2）

- スクランブル手順
  - 暗号利用モード：CTRモードまたはCBCモード
- スクランブルの範囲
  - MMTPパケットのペイロード部のデータ部（全部もしくはその一部）及びIPパケットのペイロード部

（理由）

- 4K8K衛星放送との整合性、及びCENCの規定との整合性確保
  - 4K8K衛星放送の多重化方式に加え、放送コンテンツのメディアアプリケーションフォーマットをCMAF<sup>注4</sup>の規定に基づくものとする多重化方式を想定
  - 4K8K衛星放送のスクランブル方式とCENC<sup>注5</sup>いずれも対応可能

注4: CMAF (Common media application format) : ISO/IEC 23000-19で規定されるメディアアプリケーションフォーマット

注5: CENC (MPEG Common Encryption) : CMAFのスクランブル方式

# 提案方式の技術的条件（3）

- スクランブル方式に係る伝送制御信号
  - スクランブル方式記述子
    - 鍵長128ビット、192ビット、256ビットのいずれかを選択できるようにするため、スクランブル方式識別子の値を追加
  - メッセージ認証方式記述子
    - パケットの改ざん検出のために、パケット単位にメッセージ認証コードを付与する仕組みを検討
    - 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

## （理由）

- スクランブル方式に脆弱性が発見された場合に対応可能とするために、スクランブル方式記述子を規定

# 今後の検討課題（1）

- スクランブル方式の暗号アルゴリズムや鍵長の選定
  - 暗号アルゴリズム自身の安全性だけでなく、受信機における実装面、コスト面、実用化スケジュール、長期にわたってセキュリティリスクを抑える送出運用などを考慮
- 鍵の更新頻度
  - 4K8K衛星放送のスクランブル方式を採用する場合
    - 現行（4K8K衛星放送）の鍵更新頻度で良いかどうか
  - CENCを採用する場合
    - 受信機とDRMライセンスサーバ間の通信を考慮
  - 鍵長と鍵更新頻度はトレードオフの関係

# 今後の検討課題（2）

- 関連情報サブシステム
  - 現状を維持しつつ、高度地上デジタルテレビジョン放送方式におけるサービス要件が決まり次第、民間規格や運用検討の場において議論・検討
- 受信機におけるスクランブルサブシステムの責任分界点の設定
  - 多重化方式の検討にあたって想定されているシステムモデルを踏まえ、民間規格や運用検討の場において議論・検討



# 伝送可能な構成例

# 伝送可能な構成例（地上放送高度化方式）

◆ 送受信条件を地デジとそろえた（放送サービスエリアが等しい）場合に達成できるデータレートを検討<sup>注</sup>

## 現行方式

1つのチャンネル(6MHz)で伝送できる  
HD放送の番組数：1

### 地上デジタル放送方式（ISDB-T + MPEG-2）

- ・ 1chあたりのデータレート：18.25 Mbps<sup>※1</sup>
- ・ HD放送1番組の映像ビットレート：14 Mbps<sup>※2</sup>  
⇒ $18.25 \text{ Mbps} \div (14 \text{ Mbps} + 2.8 \text{ Mbps}^{\text{※3}}) / \text{番組} = 1$

※1：キャリア変調方式：64QAM、符号化率：3/4、13セグメント使用の場合

※2：現行放送の映像ビットレート例

※3：現行放送の音声・データ・制御情報を含むビットレート例



## 地上放送高度化方式

1つのチャンネル(6MHz)で伝送できる  
4K放送の番組数：1～2

### 地上放送高度化方式 + H.266/VVC

- ・ 1chあたりのデータレート 30.61 Mbps<sup>※4</sup>
  - ・ 4K放送1番組の映像ビットレート：約15～22 Mbps
  - ・ 2K放送1番組の映像ビットレート：約5～7 Mbps
- ※4：キャリア変調方式：256QAM-NUC、符号化率：12/16、35セグメント使用の場合



- 構成例（1）  
固定受信向けと移動受信向けの伝送
- 構成例（2）  
固定受信向けと高耐性音声を含む移動受信向けの伝送
- 構成例（3）  
2番組の伝送

・ HD放送1番組 / ch

伝送容量の増大・圧縮率の向上

・ 4K放送 1～2番組 / ch

もしくは

・ HD放送 6番組 / ch

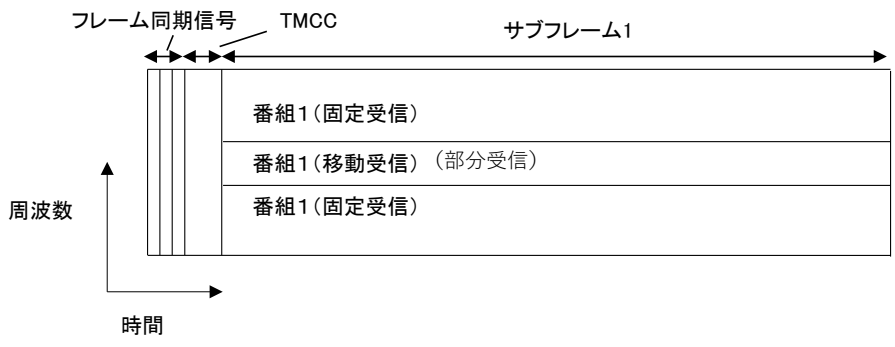
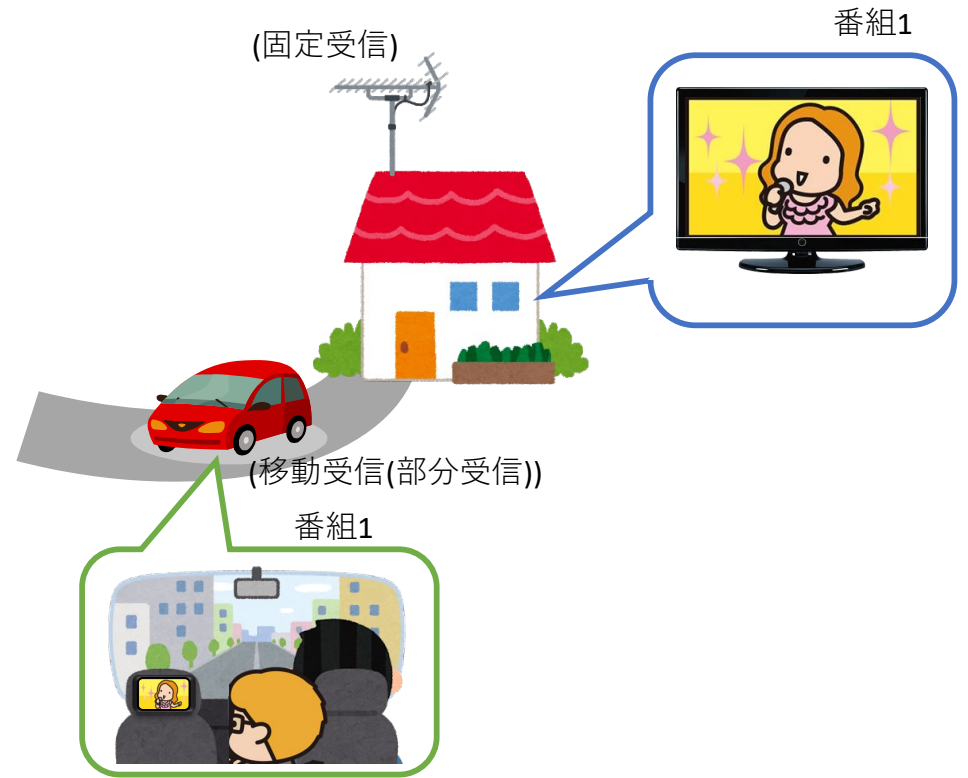
注：高度地上デジタルテレビジョン放送方式の伝送容量による制約や今後の符号化技術の進展等を加味し、2K番組や4K番組の放送に実際に適用される映像ビットレートをそれぞれ5～7Mbps、15～22Mbps程度と想定した。

# 伝送可能な構成例（1）（地上放送高度化方式）

- 固定受信向けと移動受信向けの伝送



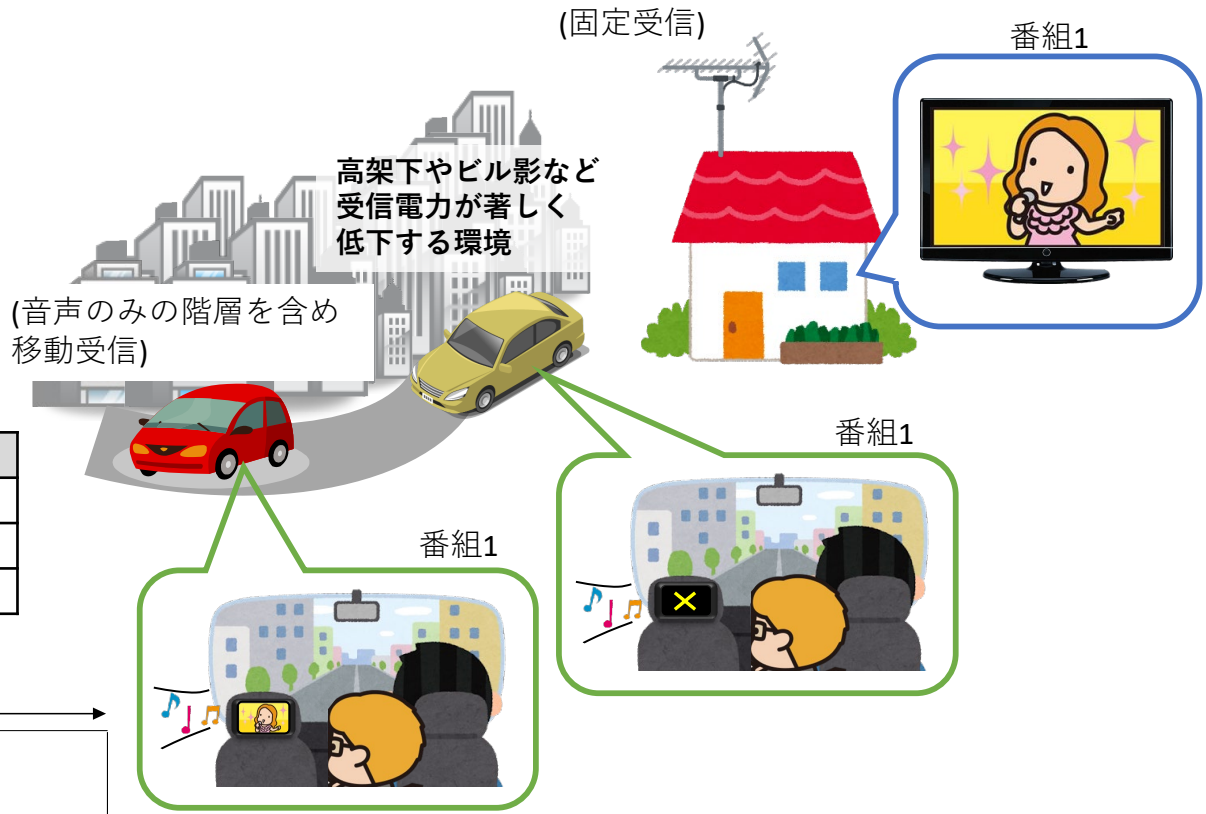
内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	0.94 Mbps*
番組1	固定受信	26.6 Mbps



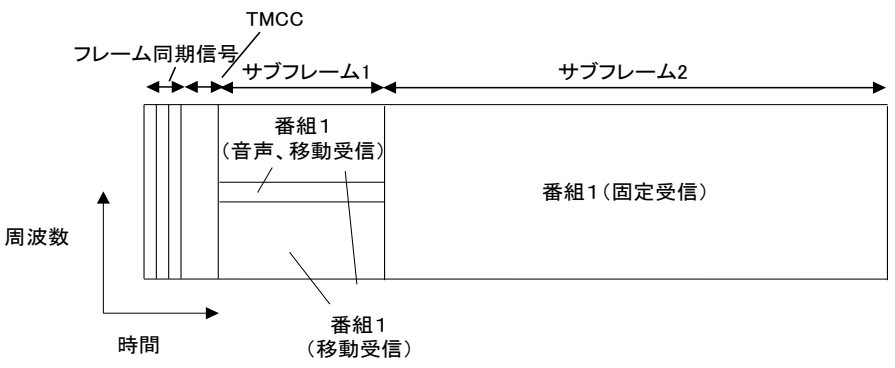
※ 今後の画質評価が必要

# 伝送可能な構成例（2）（地上放送高度化方式）

- 固定受信向けと高耐性音声を含む移動受信向けの伝送



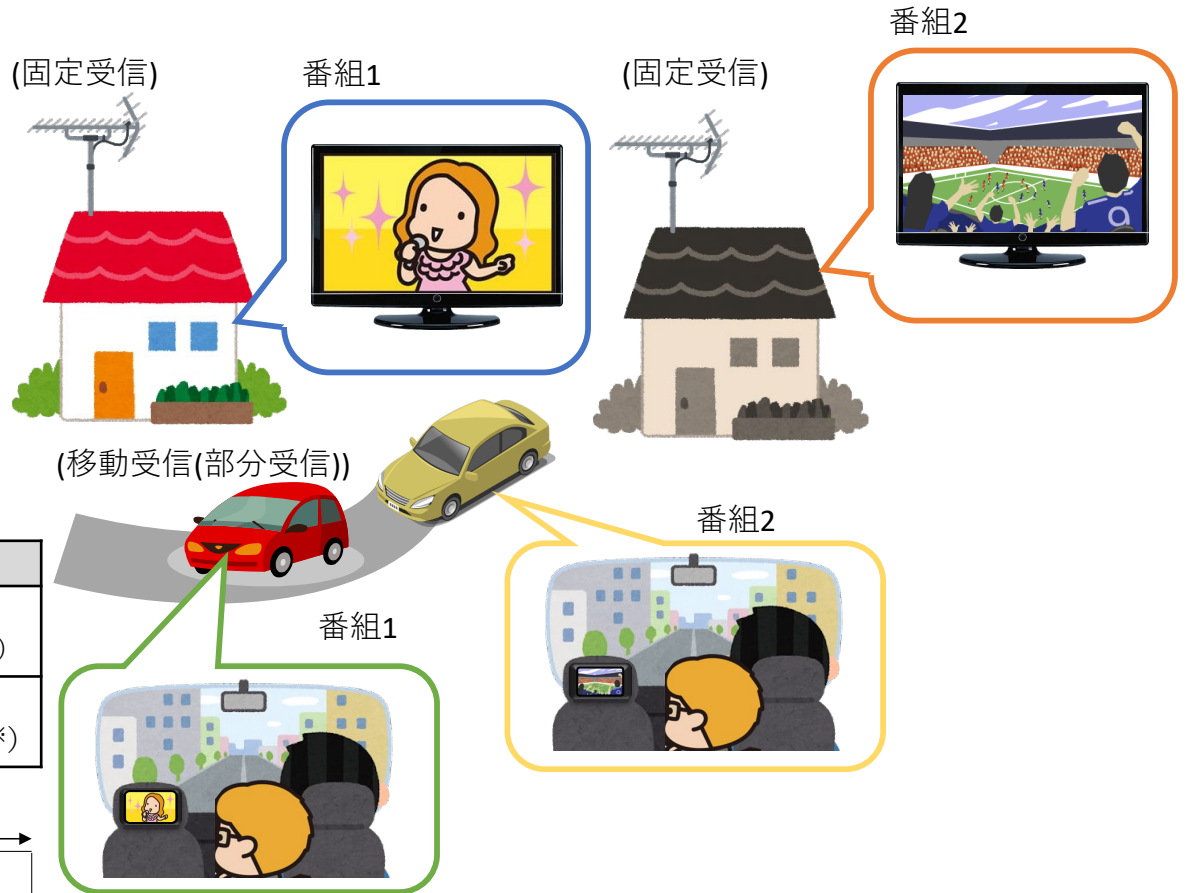
内容	想定受信形態	データレート
番組1 (音声)	移動受信	74.0 kbps
番組1		1.01Mbps※
番組1	固定受信	25.5Mbps



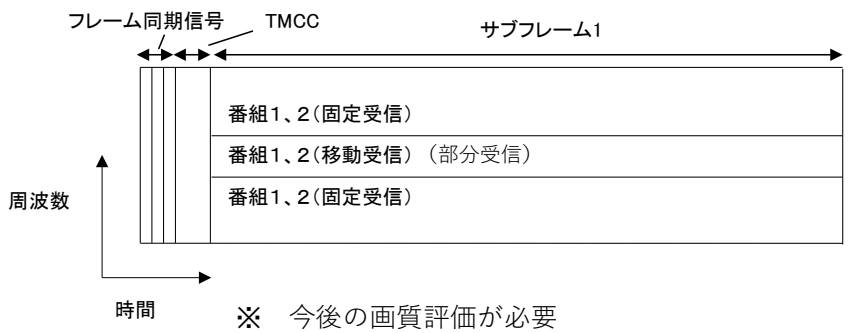
※ 今後の画質評価が必要

# 伝送可能な構成例 (3) (地上放送高度化方式)

- 2番組の伝送



内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	2.1 Mbps (1.05 Mbps/番組※)
番組2		
番組1	固定受信	22.4 Mbps (11.2 Mbps/番組※)
番組2		



## データレートの算出条件（地上放送高度化方式）

項番 ＜報告書本文における項番＞		構成例（1） ＜2＞	構成例（2） ＜5＞	構成例（3） ＜8＞	
フレーム長 (s)		0.299	0.300	0.299	
フレーム同期信号	シンボル数	10	5	10	
部分受信		オン	オフ	オン	
TMCC区間		FFTサイズ	8k		
		GI比	800/8192		
		シンボル数	8	2	8
		キャリア変調	QPSK		
サブ フレーム1		FFTサイズ	16k	8k	16k
		GI比	800/16384	800/8192	800/16384
		シンボル数	104	39	104
		セグメント数	4	12	9
	A/A1 階層	キャリア変調	16 QAM	QPSK	16 QAM
		符号化率	7/16	2/16	7/16
		データレート (Mbps)	0.94	0.07	2.11
		所要 C/N (dB)	5.7	-4.3	5.7
	A2 階層	セグメント数	—	23	—
		キャリア変調	—	16 QAM	—
		符号化率	—	7/16	—
		データレート (Mbps)	—	1.01	—
	B 階層	所要 C/N (dB)	—	5.7	—
		セグメント数	31	—	26
		キャリア変調	256 QAM	—	256 QAM
		符号化率	12/16	—	12/16
	データレート (Mbps)	26.63	—	22.41	
	所要 C/N (dB)	19.7	—	19.7	
	FFTサイズ	—	32k	—	
	GI比	—	800/32768	—	
サブ フレーム2	A 階層	シンボル数	—	45	—
		セグメント数	—	35	—
		キャリア変調	—	256 QAM	—
		符号化率	—	12/16	—
		データレート (Mbps)	—	25.50	—
		所要 C/N (dB)	—	19.7	—
		拡張区間 (s)		—	—

# 伝送可能な構成例 (高度化放送導入方式)

◆ 送受信条件を地デジとそろえた (放送サービスエリアが等しい) 場合に達成できるデータレートを検討<sup>注</sup>

## 現行放送

1つのチャンネル(6MHz)で伝送できる  
HD放送の番組数 : 1

## LDM放送

1つのチャンネル(6MHz)で伝送できる  
HD放送の番組数 : 2

## 次世代放送

1つのチャンネル(6MHz)で伝送できる  
4K放送の番組数 : 1

### 地上デジタル放送方式

(ISDB-T+MPEG-2)

- 1chあたりのデータレート : 18.25 Mbps<sup>※1</sup>
- HD放送1番組の映像ビットレート : 14 Mbps  
⇒  $18.25 \text{ Mbps} \div (14 \text{ Mbps} + 2.8 \text{ Mbps}) / \text{番組} = 1$
- ※1 : キャリア変調方式 : 64QAM、符号化率 : 3/4の場合

### 地上デジタル放送方式

(ISDB-T+MPEG-2)

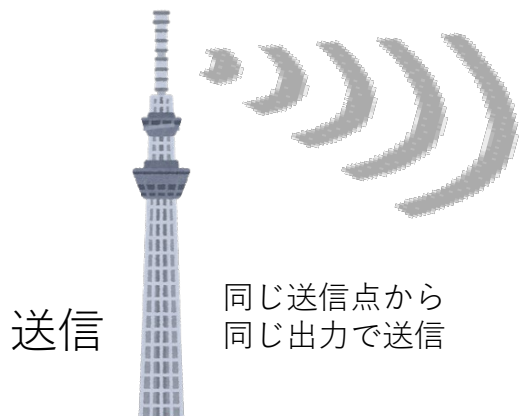
- 1chあたりのデータレート : 16.22 Mbps<sup>※2</sup>
- HD放送1番組の映像ビットレート : 12.5 Mbps
- ※2 : キャリア変調方式 : 64QAM、符号化率 : 2/3の場合

### 次世代方式+H.266/VVC

- 1chあたりの伝送容量 : 2.17 Mbps<sup>※3</sup>
- HD放送1番組の映像ビットレート : 1.5 Mbps
- ※3 : キャリア変調方式 : QPSK、符号化率 : 4/16の場合

### 次世代方式+H.266/VVC

- 1chあたりのデータレート : 24.10 Mbps<sup>※4</sup>
- 4K放送1番組の映像ビットレート : 約15~22 Mbps
- ※4 : キャリア変調方式 : 256QAM-NUC、符号化率 : 11/16の場合



- 構成例 (1)  
高度化放送導入方式 (LDM放送) の伝送
- 構成例 (2)  
高度化放送導入方式 (次世代放送) の伝送

• HD放送1番組 / ch

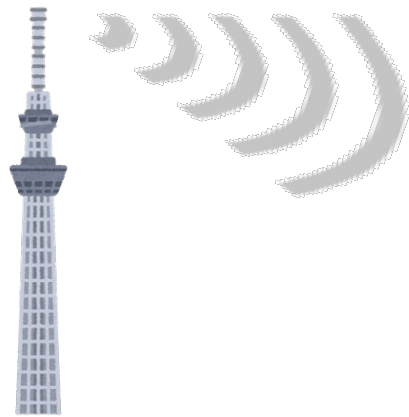
• HD放送2番組 / ch

• 4K放送1番組 / ch

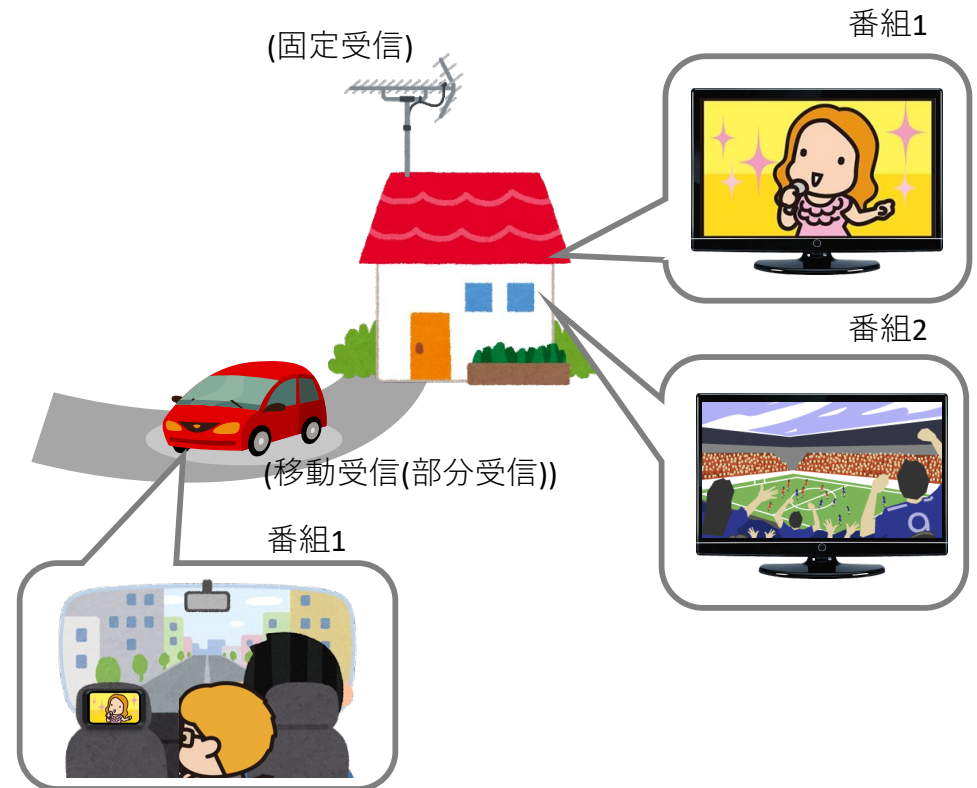
注 : 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の伝送容量による制約や今後の符号化技術の進展等を加味し、2K番組や4K番組の放送に実際に適用される映像ビットレートをそれぞれ5~7Mbps、15~22Mbps程度と想定した。

# 伝送可能な構成例 (1) (高度化放送導入方式)

- LDM放送における固定受信向けと移動受信向け伝送



内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	0.416 Mbps
番組1	固定受信	14.97 Mbps
番組2	固定受信	2.17Mbps※

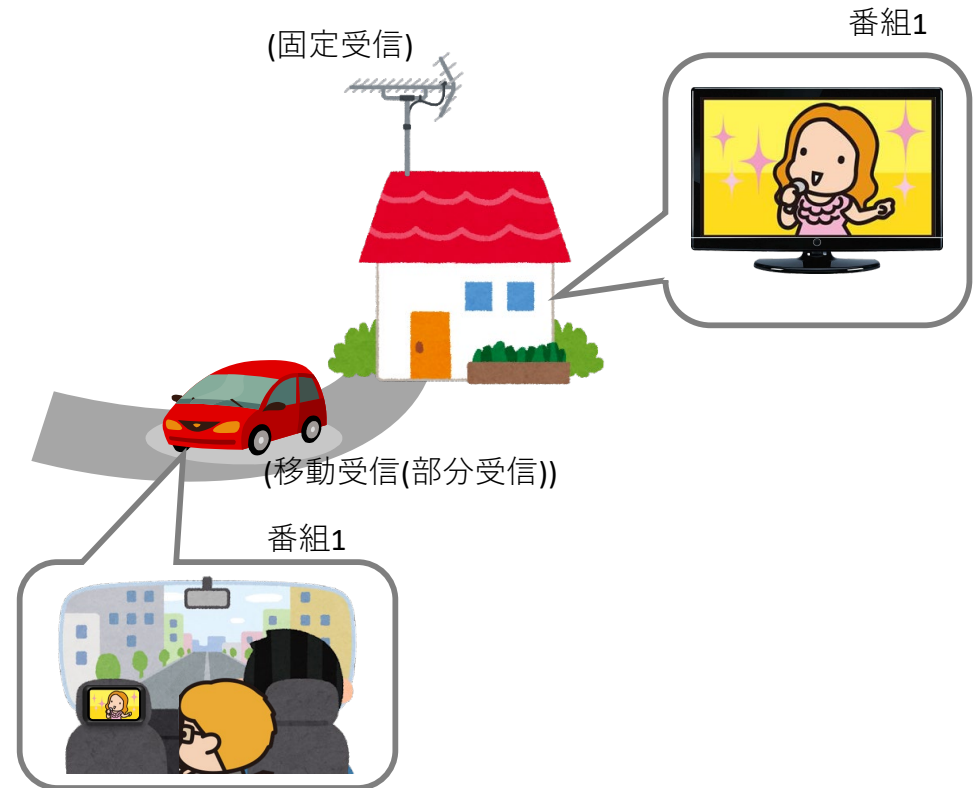
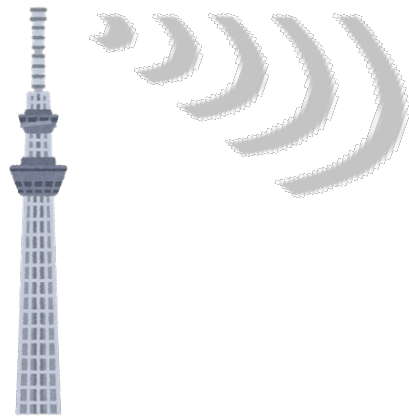


※ 今後の画質評価が必要



# 伝送可能な構成例 (2) (高度化放送導入方式)

- 次世代放送における固定受信向けと移動受信向け伝送



内容	想定受信形態	データレート
番組1	移動受信	0.588 Mbps※
番組1	固定受信	22.25 Mbps

※ 今後の画質評価が必要

## データレートの算出条件（高度化放送導入方式）

- 高度化放送導入方式（LDM方式）の構成例に示すパラメータを下表に示す。

	使用階層	受信形態	セグメント数	キャリア変調	畳込み符号化率* /LDPC符号化率	データレート [Mbps]	所要C/N [dB]
移行前	A階層	移動	1	QPSK	2/3*	0.416	5.7
	B階層	固定	12	64QAM	3/4*	16.85	18.7
移行中	UL（A階層）	移動	1	QPSK	2/3*	0.416	6.0
	UL（B階層）	固定	12	64QAM	2/3*	14.97	19.4
	LL（次世代方式①）	固定	13	QPSK	4/16	2.17	19.2
	LL（次世代方式②）	固定	13	16QAM	12/16	13.15	32.2
移行後	A階層（次世代放送）	移動	1	16QAM	7/16	0.588	6.0
	B階層（次世代放送）	固定	12	256QAM	11/16	22.25	19.1

- 注）
- ・モード3、ガード比1/8で試算。
  - ・次世代放送のみNUC
  - ・所要C/Nの数値はシミュレーション値。