

# 地上デジタル放送方式高度化作業班 報告 概要

放送システムに関する技術的条件

令和5年4月28日

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

# 1. はじめに

## 背景・目的

我が国では、技術の進展に伴い新たな技術を順次導入していくことで、放送の高度化を実現してきた。このような中、総務省では、令和元年度から「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(技術試験事務)」を開始するなど、放送用周波数の更なる有効活用を見据え、映像圧縮方式の高度化、変調方式の多値化及び偏波の活用をはじめとした、デジタル放送方式の高度化に関する技術的な検討を進めている。

これを踏まえ、地上デジタルテレビジョン放送において、4K8K衛星放送で実現している超高精細度テレビジョン放送を実現可能とするため、必要な技術的条件を取りまとめることを目的に、令和元年6月に情報通信審議会において「放送システムに関する技術的条件」について審議を開始した。



## 検討経過等

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作業班では、現行の放送方式との親和性や国際標準化動向等を考慮しつつ、新たな放送方式(高度地上デジタルテレビジョン放送方式)の技術的条件の検討を行った。検討にあたっては、要求条件を満たす要素技術を募集することで、広くより良い技術を取り入れることとしつつ、「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(技術試験事務)」と連携し、検討を進め、今般、「放送システムに関する技術的条件」について報告を取りまとめた。

## 2. 海外における地上デジタルテレビジョン放送の高度化状況

近年では次世代の地上デジタルテレビジョン放送方式が複数規格化されるとともに、次世代方式への移行を進める国が見られるようになってきている。

具体的には、米国を中心とする「ATSC3.0」、欧州を中心とする「DVB-T2」、中国を中心とする「DTMB-A」が挙げられる。これらの方式では、誤り訂正符号のLDPCや多値変調、IP方式による多重化などの技術が取り入れられており、高効率かつ柔軟な放送を実現可能としている。

### 次世代地上デジタルテレビジョン放送方式のパラメータ比較

| 方式       | ATSC3.0 (北米、韓国など)                | DVB-T2 (欧州)             | DTMB-A (中国)     |
|----------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| 基本信号構造   | LDM、FDM、TDM                      | TDM                     | FDM             |
| 誤り訂正符号   | LDPC+BCH                         | LDPC+BCH                | LDPC+BCH        |
| 変調方式     | QPSK(均一)、16QAM~4096QAM(不均一)      | QPSK~256QAM(均一)         | QPSK、16~256APSK |
| LDPC符号化率 | {2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13}/15 | 1/2、3/5、2/3、3/4、4/5、5/6 | 1/2、2/3、5/6     |
| 帯域幅      | 6、7、8MHz                         | 1.7、5、6、7、8、10MHz       | 6、7、8MHz        |
| 多重化方式    | IP方式                             | TS方式                    | IP方式            |
| FFTサイズ   | 8、16、32K                         | 1、2、4、8、16、32K          | 4、8、32K         |

### 諸外国の移行状況

| 国  | 取組概要   |
|----|--|
| 米国 | 2018年1月に、ATSC3.0を承認。ATSC3.0による放送は拡大しており、2023年1月時点では、133局がATSC3.0免許の申請中・承認済。                          |
| 欧州 | 2016年半ばからドイツがDVB-TからDVB-T2への移行を開始し、2017年3月にHD本放送へ移行。イタリア及びポーランドは、2023年3月時点でDVB-T2を用いてUHD放送を実施。       |
| 韓国 | 2016年6月に次世代規格はATSC3.0に決定。2027年までに地上波4K放送の全国展開をほぼ達成(98%)する計画。   |
| 中国 | 2019年3月に、中国工業情報化部・国家ラジオテレビ総局・中央ラジオテレビが共同で発表した「超高精細映像産業発展行動計画(2019~2022年)」では、4K・8K関連の産業振興を進める計画が示される。 |

# 3. 地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化の要求条件等

## 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の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。

## 主な要求条件とそれへの整合性(抜粋)

### システム: インターオペラビリティ

| 要求条件   | ①地上放送高度化方式   | ②高度化放送導入方式  |
|--|--|---|
| 衛星放送、CATV、IPTV、蓄積メディア等の様々なメディア間で、できるだけ互換性を有すること。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• MMT・TLV形式を用いることで、BS、CATVとのコンテンツの共通化が実現可能</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 次世代方式(LL)は、MMT・TLV形式を用いることでBS、CATVとのコンテンツの共通化が実現可能。</li> <li>• 地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)は、現行地上デジタルテレビジョン放送と共通。</li> </ul> |
| 既存のシステムに妨害を与えないこと。                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行地上デジタルテレビジョン放送に影響を与えないよう新たなチャンネルを確保することが必要。</li> <li>• 隣接チャンネルに影響を及ぼさない帯域幅としており、既存のシステムへの影響は限定的。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行地上デジタルテレビジョン放送と同じOFDMフレーム構造のため、既存のシステムへの影響は現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度。</li> </ul>  |

### システム: サービス(高機能化/多様化)

|   |   |
|---|---|
| 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提供できること。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 映像符号化に関して、4K映像のサポート及びVVC規格採用により実現可能。</li> <li>• 音声符号化に関して、MPEG-H 3D Audio及びAC-4規格採用により、オブジェクトベースにも対応し、音の位置を自由に座標でも配置できる高臨場感な3次元立体音声サービスが実現可能。</li> </ul> |
| 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。                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• オブジェクトベースに対応した多言語サービス、視覚及び視聴覚障害者用副音声サービス、高齢者用音声サービスなどを高効率に実現可能。</li> </ul>   |

### システム: 受信の形態

|   |   |  |
|---|---|--|
| 固定受信のほか、移動・携帯受信も考慮すること。                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 最大8つの階層を設定する機能を有しており、階層ごとにキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定することで、受信形態に応じた品質の異なる複数のサービスを同時に実現することが可能。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 最大3つの階層を設定する機能を有しており、階層ごとにキャリア変調方式や誤り訂正符号化率などを独立して設定する等により、受信形態に応じた品質の異なる複数のサービスを同時に実現することが可能。</li> </ul> |
| 受信設備(受信アンテナから受信機入力まで)は、できるだけ既存の設備を流用すること。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、既存受信設備を変更することなく受信が可能。</li> </ul>                                |  |

# 3. 地上デジタルテレビジョン放送方式の高度化の要求条件等

## システム：放送区域

| 要求条件  | ①地上放送高度化方式  | ②高度化放送導入方式   |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>固定受信では、現行地上デジタルテレビジョン放送のチャンネルプランとほぼ同等のものを策定できること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを選択可能(現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量が拡大)。</li> <li>反射波が多い環境においてもより安定した受信が期待できる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを選択可能(現行地上デジタルテレビジョン放送に比べて伝送容量が拡大)。</li> </ul> |

## 技術方式：映像入力フォーマット及び符号化方式

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>VVC規格採用により適合。</li> </ul> |
|--|---|

## 技術方式：音声入力フォーマット及び符号化方式

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>最大22.2chに対応(AC-4については参考資料2参照)。</li> <li>オブジェクトベースに対応した多様なサービスが可能。</li> </ul> |
|---|---|

## 技術方式：多重化方式

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>UHDTVサービスの伝送可能。</li> </ul> |
|---|---|

## 技術方式：コンテンツ保護(スクランブルサブシステム)

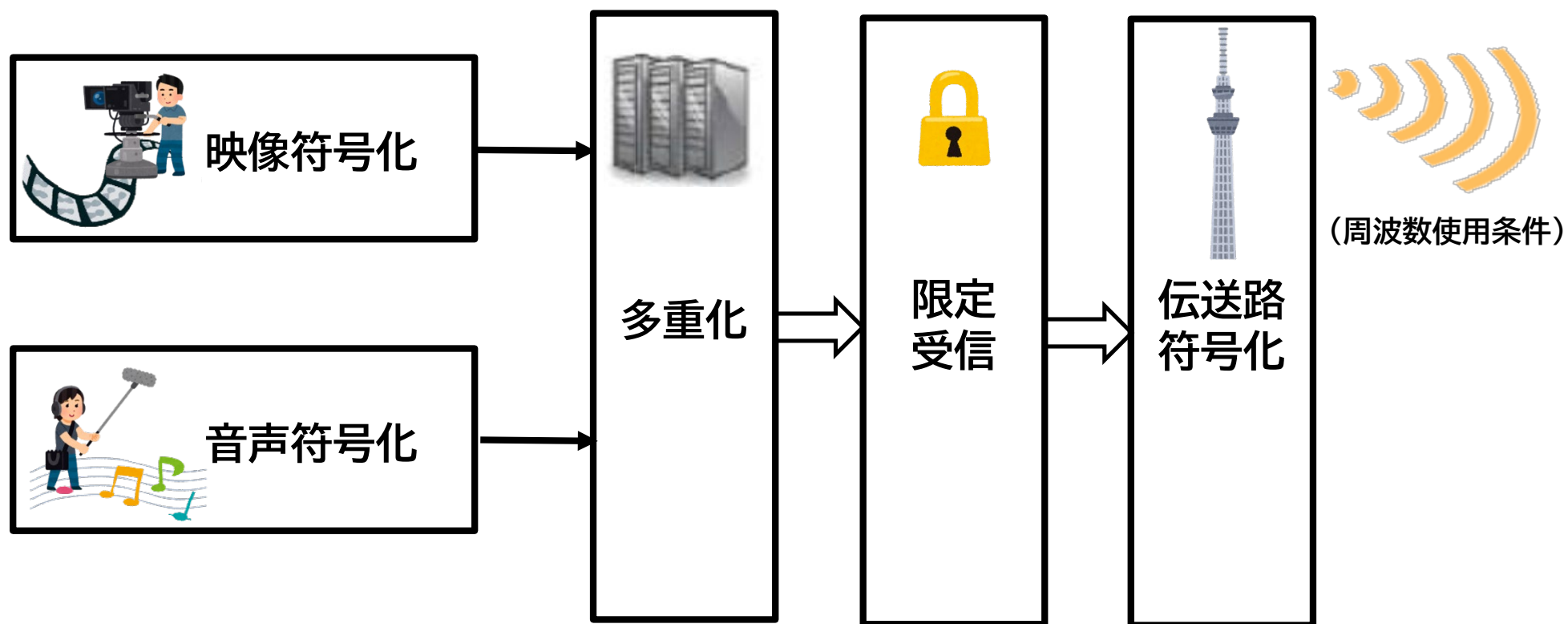
|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>高度な秘匿性を有すること。</li> <li>不正受信に対して十分な安全性を有し、脆弱性が発見された場合等に対応できる機能を有すること。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>AESブロック暗号とCamelliaブロック暗号を選択可能であり、適合。</li> <li>スクランブル方式に脆弱性が発見された場合に対応可能とするために、送信側でスクランブル方式の暗号アルゴリズムを指定できる仕組みを導入し、適合。</li> </ul> |
|--|--|

## 技術方式：伝送路符号化方式(伝送方式)

|  |  |  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>移動受信階層、固定受信階層とも現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、固定受信階層に27Mbps程度、移動受信階層に1Mbps程度を割り当てることができ、固定受信階層でUHDTV、移動受信階層でHDTV相当のサービスを実現することが可能。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>移行期には既存受信機への影響を少なくするため、次世代方式(LL)での伝送に制限があるが、移行後は、現行地上デジタルテレビジョン放送と同程度の所要C/Nとなるパラメータを用いた場合、固定受信階層に22Mbps程度を割り当てることができ、固定受信階層でUHDTVサービスを実現することが可能。</li> </ul> |
|--|--|--|

## 4. 技術的条件検討の対象となる方式

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。



# 5. 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の概要

## 伝送路符号化方式

以下に示す2つの方式

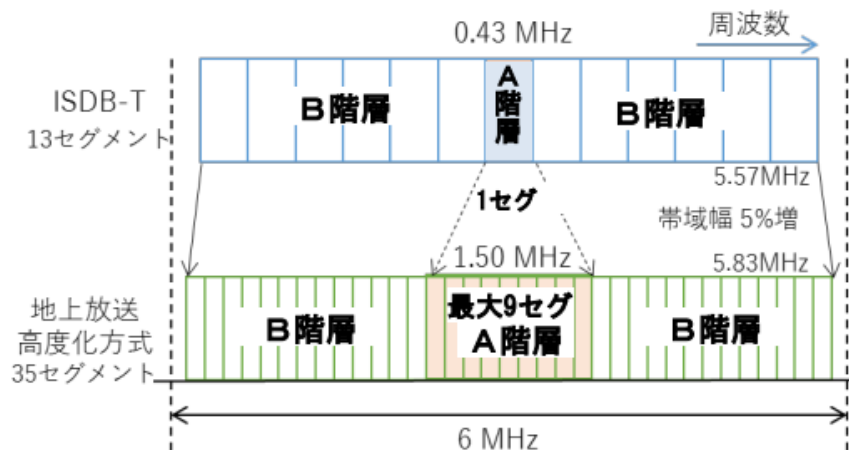
- ①地上放送高度化方式
- ②階層分割多重(LDM※)方式

※ 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。

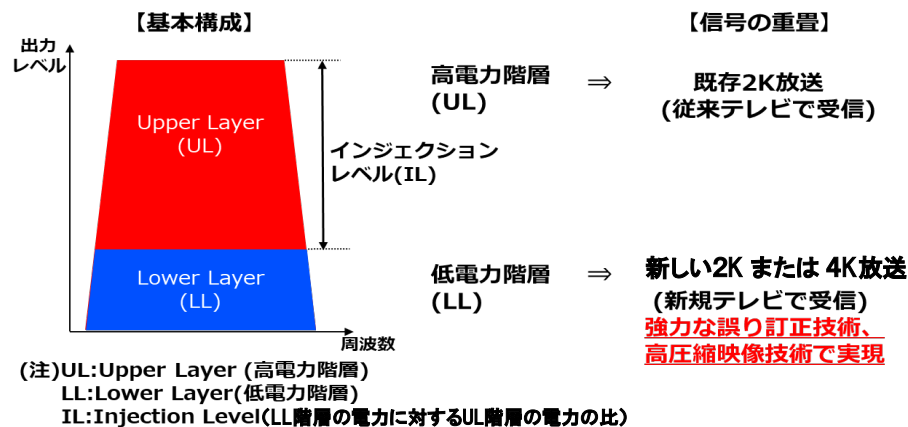


既存の2K放送と同一チャンネルで高度化放送を実施する方式

### ② 階層分割多重(LDM)方式

(高度化放送導入方式)

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。



# 5. 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の概要

## 伝送路符号化方式(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。

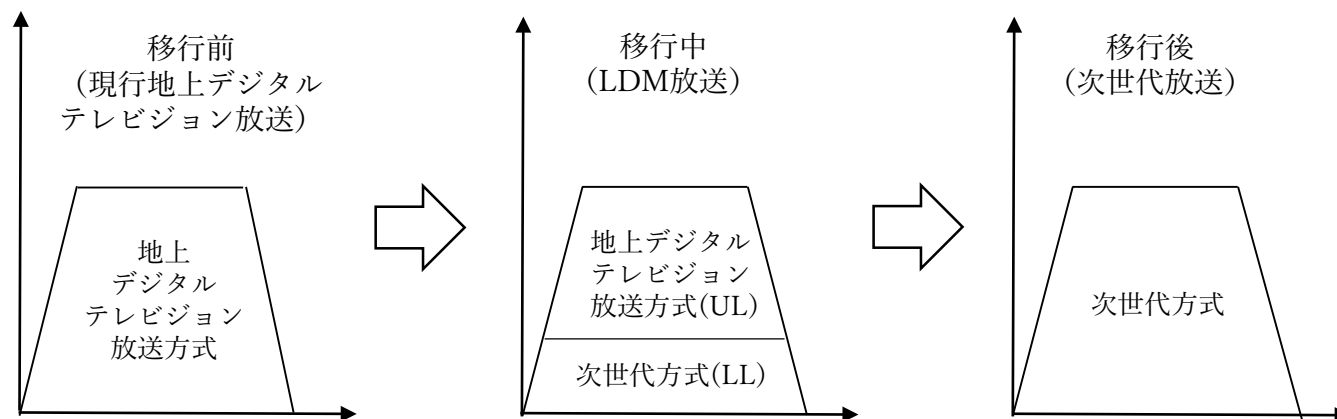
※ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial) 現行の地上デジタルテレビジョン放送の伝送路符号化方式



# 5. 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の概要

## 伝送路符号化方式(LDM方式)

- 地上デジタルテレビジョン放送方式(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可能。
  - 現行地上デジタルテレビジョン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テレビジョン放送受信機は、引き続き地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)の受信が可能。次世代方式(LL)は、新たな受信機で受信可能。
  - 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可能。
  - 地上デジタルテレビジョン放送方式(UL)終了後、次世代方式のみを伝送する次世代放送に移行。
  - 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可能。



# 5. 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の概要

## 映像符号化方式

### 映像入力フォーマット

- 4K8K衛星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※)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

※: Versatile Video Coding

## 音声符号化方式

### 音声入力フォーマット

- 4K8K衛星放送と同様のフォーマット
  - 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

# 5. 高度地上デジタルテレビジョン放送方式の概要

## 多重化方式

### 符号化(多重)信号

- 4K8K衛星放送の多重化方式(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(Common media application format)とする方法はMMT・TLV方式に包含される

### 伝送制御信号

- 4K8K衛星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

## 限定受信方式

### スクランブルサブシステム

- 4K8K衛星放送と同じく、複数の暗号アルゴリズムから選択可能
  - 計算機の性能向上及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し、鍵長を追加。
- 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の規定に基づくものとする多重化方式を想定し、CMAFのスクランブル方式であるMPEG Common Encryption (CENC)いずれも対応可能

# 6. 想定されるサービスイメージ例(地上放送高度化方式)

- ◆ 送受信条件を現行地上デジタルテレビジョン放送方式とそろえた（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

### 地上デジタルテレビジョン

#### 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。

# 6. 想定されるサービスイメージ例 (LDM方式)

- ◆ 送受信条件を現行地上デジタルテレビジョン放送方式とそろえた (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

### 地上デジタルテレビジョン放送方式 (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

### 地上デジタルテレビジョン放送方式 (ISDB-T+MPEG-2)

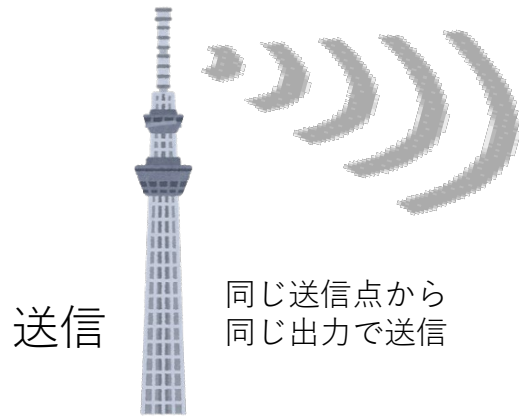
- 1chあたりのデータレート : 16.22 Mbps<sup>※2</sup>
- HD放送1番組の映像ビットレート : 12.5 Mbps
- ※2 : キャリア変調方式 : 64QAM、符号化率 : 2/3の場合

### 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

### 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



- 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。

## 7. 今後の課題(主な事項のみ抜粋)

### 伝送路符号化方式

#### ◆ 地上放送高度化方式

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パラメータの選定などが望まれる。

#### ◆ LDM方式

地上デジタルテレビジョン放送方式(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、検証したパラメータ以外の変調方式と電力差を選択する場合、改めて実験による検証を行い、妥当性を確認することが望まれる。

### 映像符号化方式

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望まれる。

### 多重化方式

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等について、民間標準化機関などでの検討が望まれる。

### 限定受信方式

関連情報サブシステムについて、現状を維持しつつ、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・検討されることが望まれる。

# (参考1) 技術的条件の詳細 (伝送路符号化方式)①

## ■ 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 | 地上デジタルテレビジョン放送の規定に準拠 |
| 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                                   | 地上デジタルテレビジョン放送の規定に準拠 |
| 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<br>(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<br>(8.126984 MHz)              | 地上デジタルテレビジョン放送の規定に準拠 |
| 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                                     | 地上デジタルテレビジョン放送の規定に準拠 |
| 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

# (参考1) 技術的条件の詳細 (伝送路符号化方式)②

## ■ 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)<br>次世代方式(LL) / 次世代方式                          |
| 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<br>16QAM-NUC※1, 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)<br>(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<br>(畳込み符号の符号化率は1/2,<br>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<br>(モード) | 1296μs(3), 2592μs(4), 5184μs(5)  | 252μs(1), 504μs(2), 1008μs(3)                                  |
| GI比              | 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, 800/N <sub>FFT</sub> ※2,<br>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<br>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伝送  |  |
|                  | 緊急警報: TMCCでフラグ、サブフレームでEWS※3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※4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



# (参考1) 技術的条件の詳細 (映像符号化方式)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        | 1,920 × 1,080                                      | 3,840 × 2,160          | 7,680 × 4,320  |
| 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,<br>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

### 【選定理由】

- 4K8K衛星放送の符号化映像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-bitを採用
  - 10ビット以上の映像フォーマットが一般的

# (参考1) 技術的条件の詳細 (映像符号化方式)②

## ■ 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)<br>Rec. ITU-T H.274   ISO/IEC 23002-7 (VSEI) 注2 |             |                |
| プロファイル | Main10,<br>Multilayer Main10 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

### 【選定理由】

- 準拠規格: VVC (ITU-T H.266 | ISO/IEC 23090-3)
  - 最新の映像符号化方式
  - 4K8K衛星放送で採用された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。)

# (参考1) 技術的条件の詳細 (映像符号化方式)③

## ■ 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 <sup>注1</sup> |
|-----------|------------------------|
| 1080/60/P | 7 Mbps <sup>注2</sup>   |
| 2160/60/P | 30 Mbps <sup>注3</sup>  |

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

# (参考1) 技術的条件の詳細 (音声符号化方式)①

## ■音声入力フォーマット

| 項目         | 値                     |
|------------|-----------------------|
| 標本化周波数     | 48kHz                 |
| 入力量子化ビット数  | 16ビット以上               |
| 対応する音声信号   | オブジェクトベース<br>チャンネルベース |
| 最大入力チャンネル数 | 56ch                  |

### 【選定理由】

- 4K8K衛星放送のフォーマットを考慮
- 標本化周波数
  - 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こと、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ビット以上とした
- 対応する音声信号
  - チャンネルベースに加えて、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を採用した
- 最大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声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で規定されているレベル4で規定された最大入力音声チャンネル数としたため

# (参考1) 技術的条件の詳細 (音声符号化方式)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※         | raw_ac4_frame 形式  |

※: MHAS: MPEG-H Audio Stream

### 【選定理由】

#### □ 音声符号化方式(MPEG-H 3D Audio)

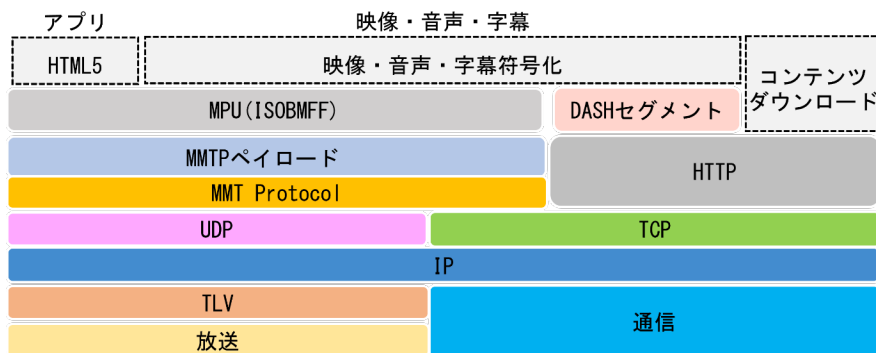
- 準拠規格: ISO/IEC 23008-3
  - 現行の地上デジタルテレビジョン放送で採用されているMPEG-2 AACと比較して、より高効率であるとともに、多様な音声サービスを実現できるオブジェクトベース音響に対応しているため
- プロファイル: Baseline
  - オブジェクトベース音響による音声サービスを実施可能あり、且つ、回路規模が最も小さいプロファイルであるため

#### □ 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

# (参考1) 技術的条件の詳細 (多重化方式)①

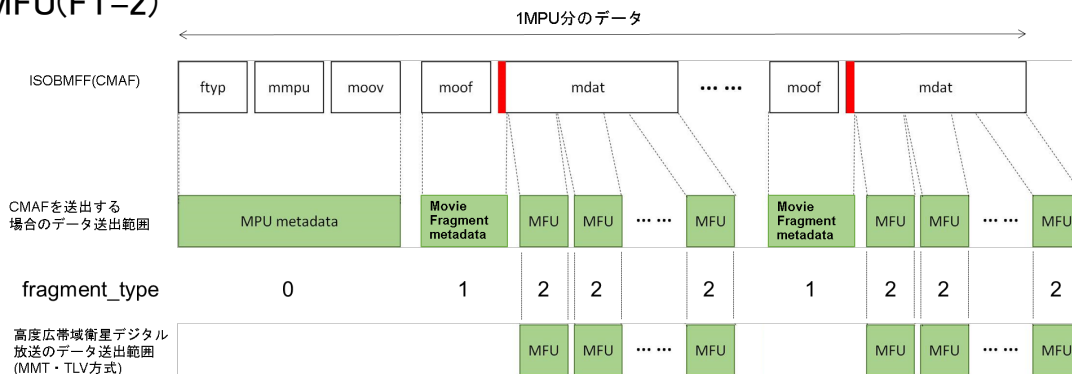
## ■ 多重化方式のレイヤモデル



MMT: MPEG Media Transport  
 TLV: Type Length Value  
 MMTp: MMT Protocol  
 MPU: Media Processing Unit  
 ISOBMFF: ISO Base Media File Format  
 DASH: Dynamic Adaptive Streaming over HTTP

## ■ MMTPペイロードのデータ部に含むデータの範囲

- 4K8K衛星放送の場合
  - 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)



CMAF: Common Media Application Format  
 MFU: Media Fragment Unit  
 FT: Fragment Type

■ : 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

## (参考1) 技術的条件の詳細 (多重化方式)②

### ■ 符号化(多重)信号

- 4K8K衛星放送の多重化方式(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                       |

#### 【選定理由】

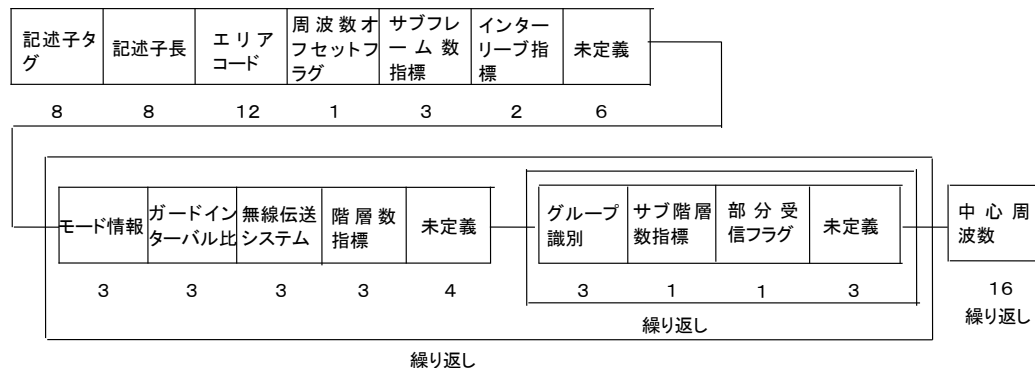
- 高度化した放送・通信連携サービスを実現するために、IPをベースにハイブリッド配信を想定して4K8K衛星放送に採用された方式(MMT・TLV方式)とすることが適当

# (参考1) 技術的条件の詳細 (多重化方式)③

## ■ 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
- MPテーブルのアセットタイプ(MMT-SI)
  - 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

※TLV-SI: TLV Signaling Information  
MPテーブル: MMT Packageテーブル  
MMT-SI: MMT Signaling Information  
MH: MPEG-H



# (参考1) 技術的条件の詳細 (限定受信方式)①

## ■スクランブルサブシステム

| 項目                | 検討方式 (下線は4K8K衛星放送との差分)   |
|-------------------|--|
| 暗号アルゴリズム          | ・AES及びCamelliaを選択可能<br>・鍵長を128ビット、 <u>192ビット</u> 、256ビットから選択可能 |
| スクランブル手順          | ・CTRモード※ <sup>1</sup> 又は <u>CBCモード</u> ※ <sup>2</sup>          |
| 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<br>(全部もしくはその一部)及びIPパケットのペイロード部           |
| 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 ( <u>スクランブル方式識別子の値を追記</u> )<br>・メッセージ認証方式記述子      |

※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

※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

### 【選定理由】

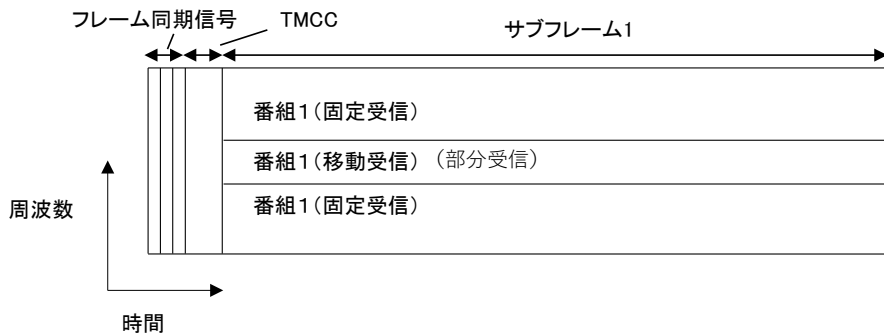
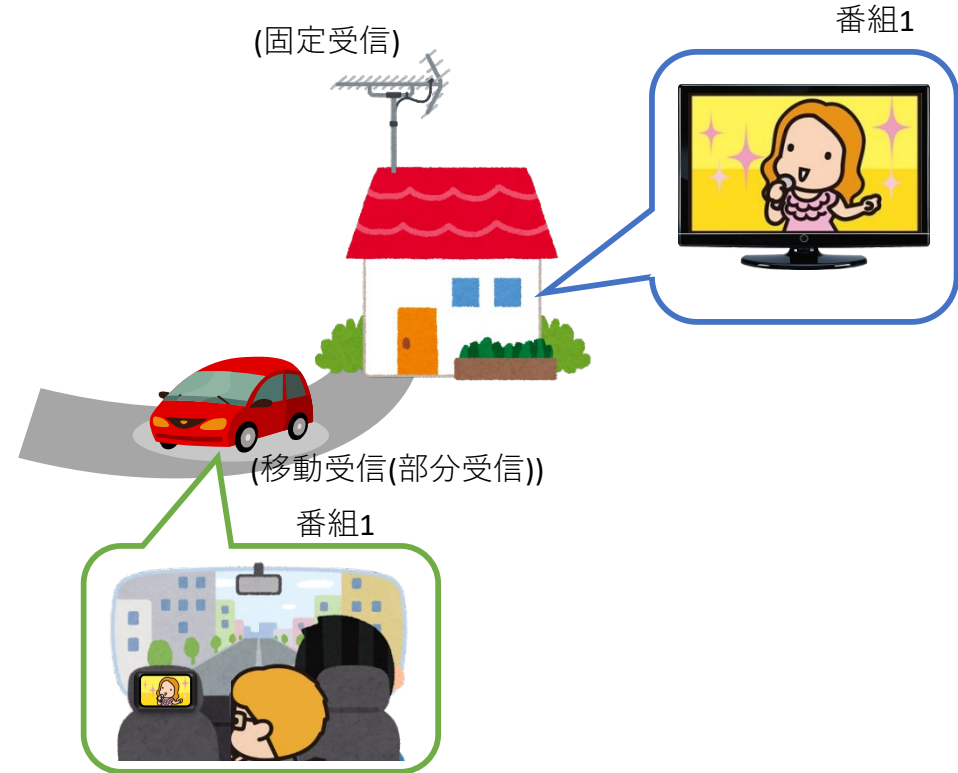
- 暗号アルゴリズム
  - 4K8K衛星放送との整合性確保
  - 計算機の性能向上および大規模な量子計算機による将来的な安全性の低下を考慮
- スクランブル手順、スクランブルの範囲
  - 4K8K衛星放送との整合性、及びCENCの規定との整合性確保
- スクランブル方式に係る伝送制御信号
  - スクランブル方式記述子について、鍵長128ビット、192ビット、256ビットのいずれかを選択できるようにするため、スクランブル方式識別子の値を追加
  - メッセージ認証方式記述子について、パケットの改ざん検出のために、パケット単位にメッセージ認証コードを付与する仕組みを検討。放送番組を受信する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。

# (参考2) 伝送可能な構成例(地上放送高度化方式(1))

## (1) 固定受信向けと移動受信向けの伝送



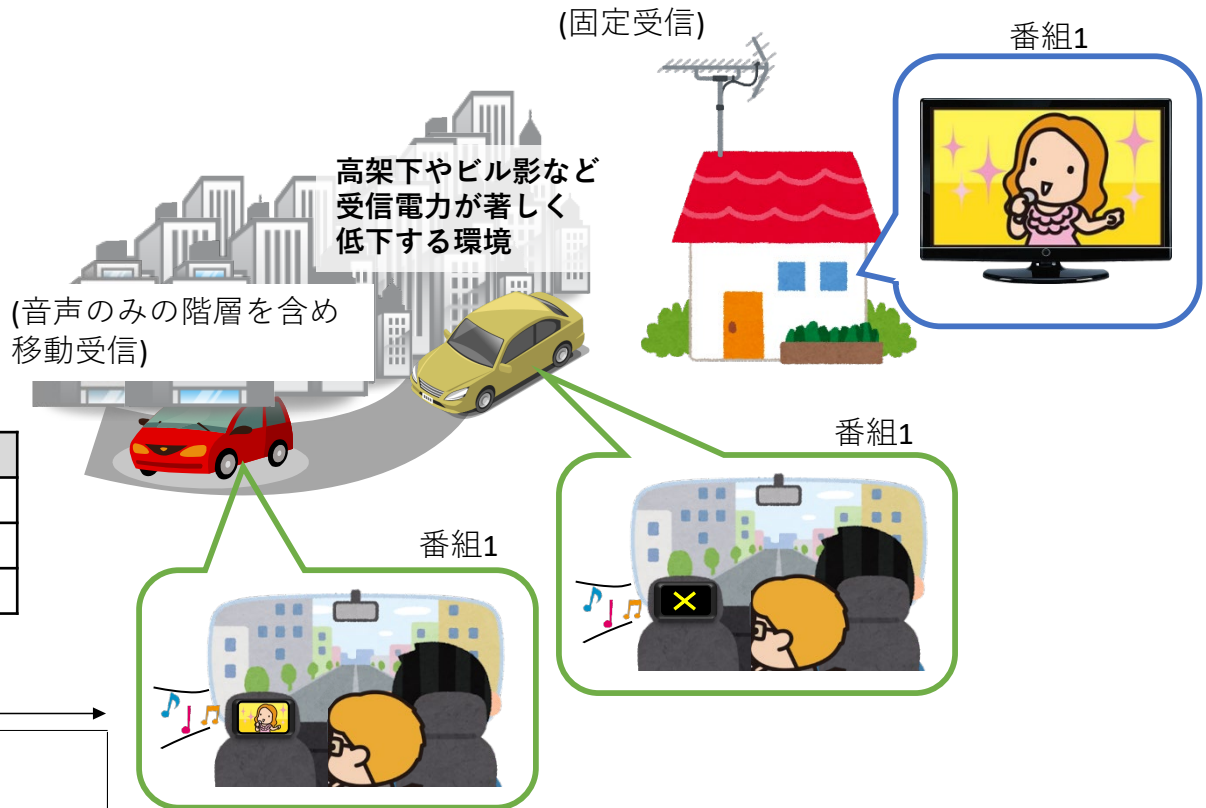
| 内容  | 想定受信形態 | データレート     |
|-----|--------|------------|
| 番組1 | 移動受信   | 0.94 Mbps※ |
| 番組1 | 固定受信   | 26.6 Mbps  |



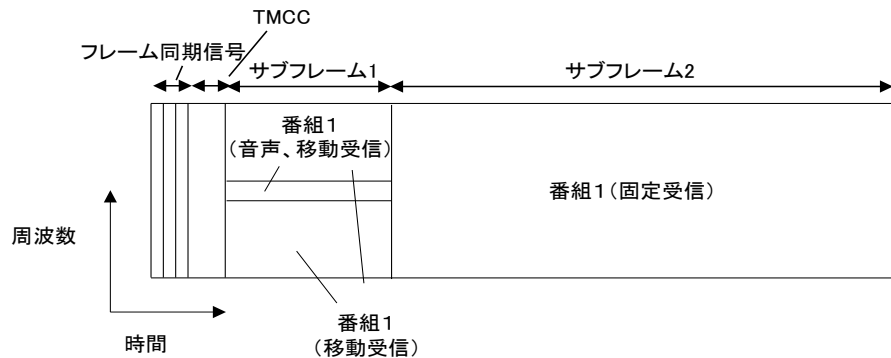
※ 今後の画質評価が必要

# (参考2) 伝送可能な構成例(地上放送高度化方式(2))

## (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



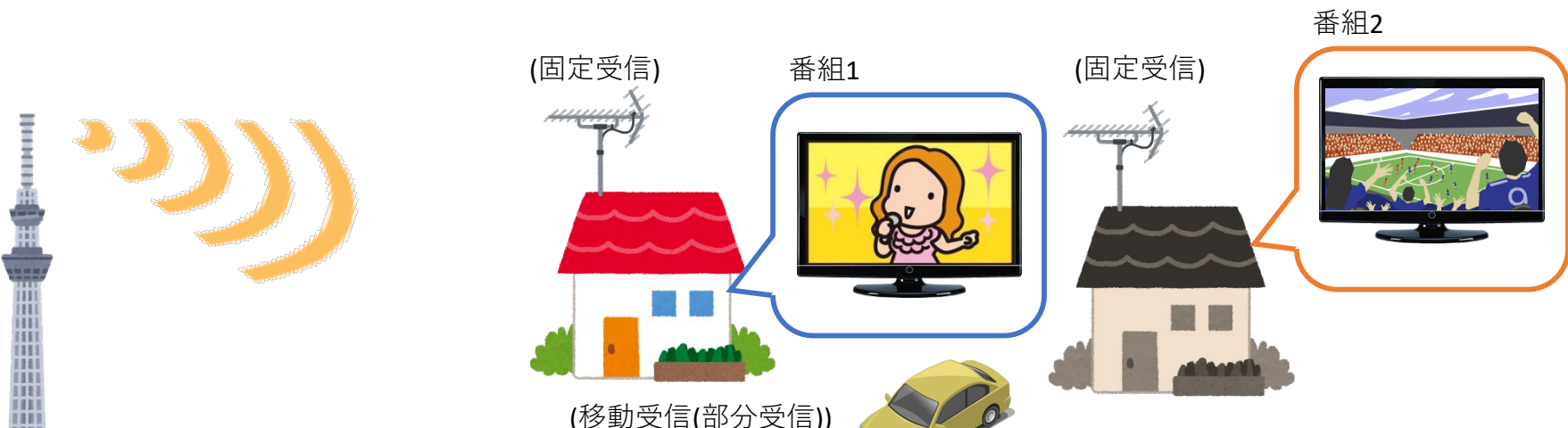
| 内容      | 想定受信形態 | データレート    |
|---------|--------|-----------|
| 番組1(音声) | 移動受信   | 74.0 kbps |
| 番組1     |        | 1.01Mbps※ |
| 番組1     | 固定受信   | 25.5Mbps  |



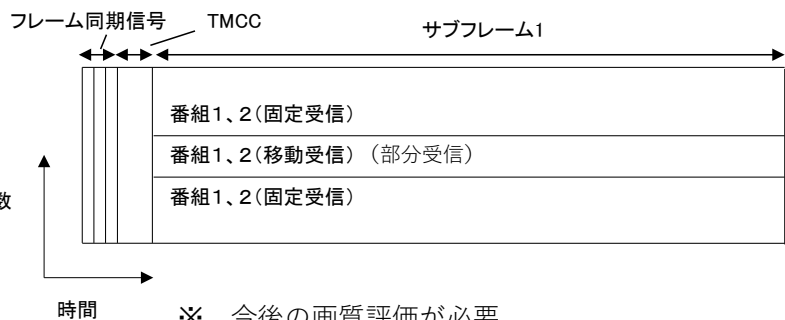
※ 今後の画質評価が必要

# (参考2) 伝送可能な構成例(地上放送高度化方式(3))

## (3) 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<br>(1.05 Mbps/番組※)  |
| 番組2 |        |                              |
| 番組1 | 固定受信   | 22.4 Mbps<br>(11.2 Mbps/番組※) |
| 番組2 |        |                              |



※ 今後の画質評価が必要

# (参考2) 伝送可能な構成例(地上放送高度化方式)算出条件

## データレートの算出条件

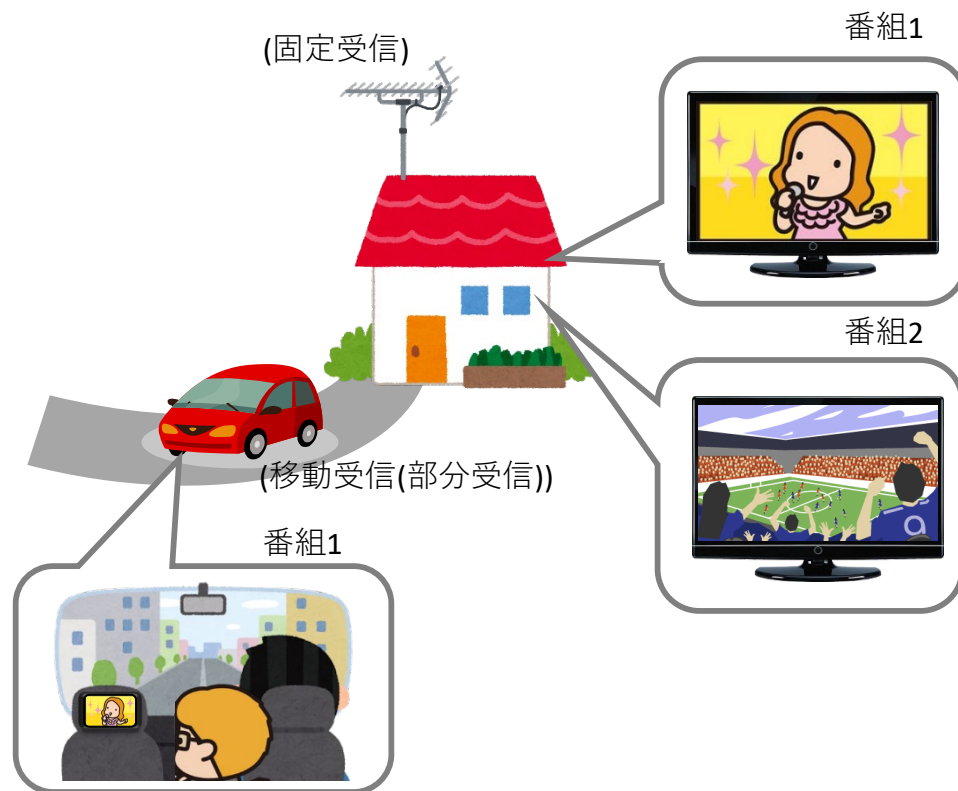
| 項番<br>〈報告書本文における項番〉 |            | 構成例(1)<br>〈2〉 | 構成例(2)<br>〈5〉 | 構成例(3)<br>〈8〉 |           |
|---------------------|------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| フレーム長(s)            |            | 0.299         | 0.300         | 0.299         |           |
| フレーム同期信号            | 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<br>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<br>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<br>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<br>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     |
| サブ<br>フレーム2         |            | 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           | —         |
|                     | A<br>階層    | GI比           | —             | 800/32768     | —         |
|                     |            | 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)            |            | —             | —             | —             |           |

# (参考2) 伝送可能な構成例(LDM方式(1))

## (1) 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※  |



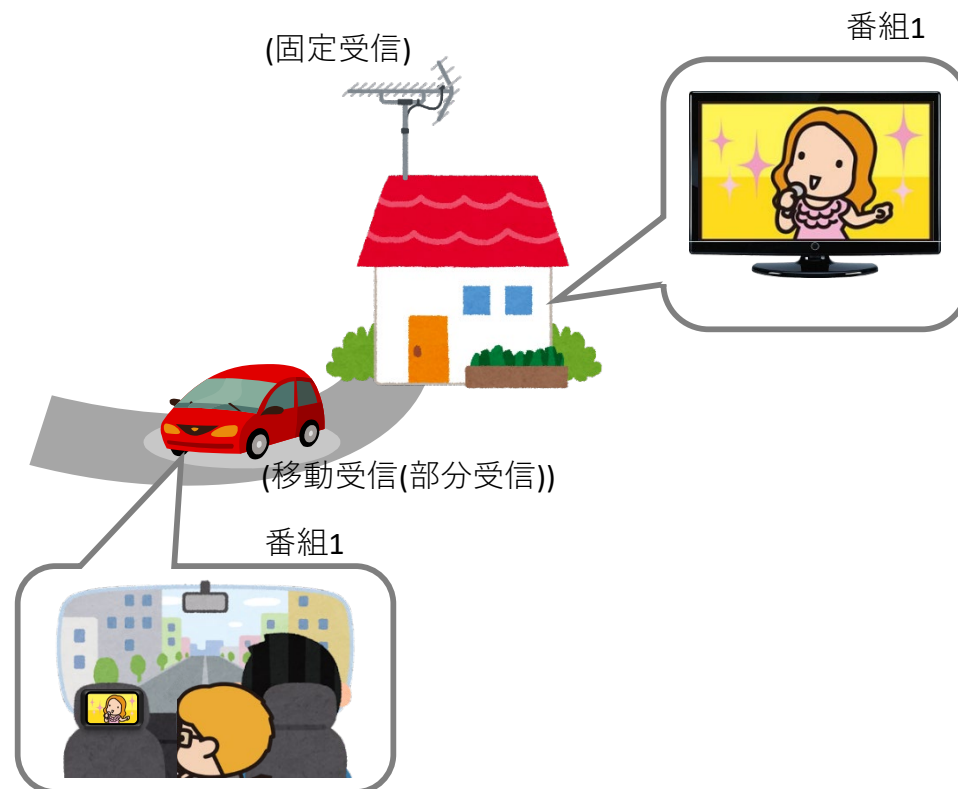
※ 今後の画質評価が必要

## (参考2) 伝送可能な構成例(LDM方式(2))

### (2) 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

## (参考2) 伝送可能な構成例(LDM方式)算出条件

- データレートの算出条件

|     | 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*<br>/LDPC符号化率 | データレート<br>[Mbps] | 所要C/N<br>[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。