

# 放送の高度化に関する研究開発

平成30年3月16日

総務省情報流通行政局

NHK

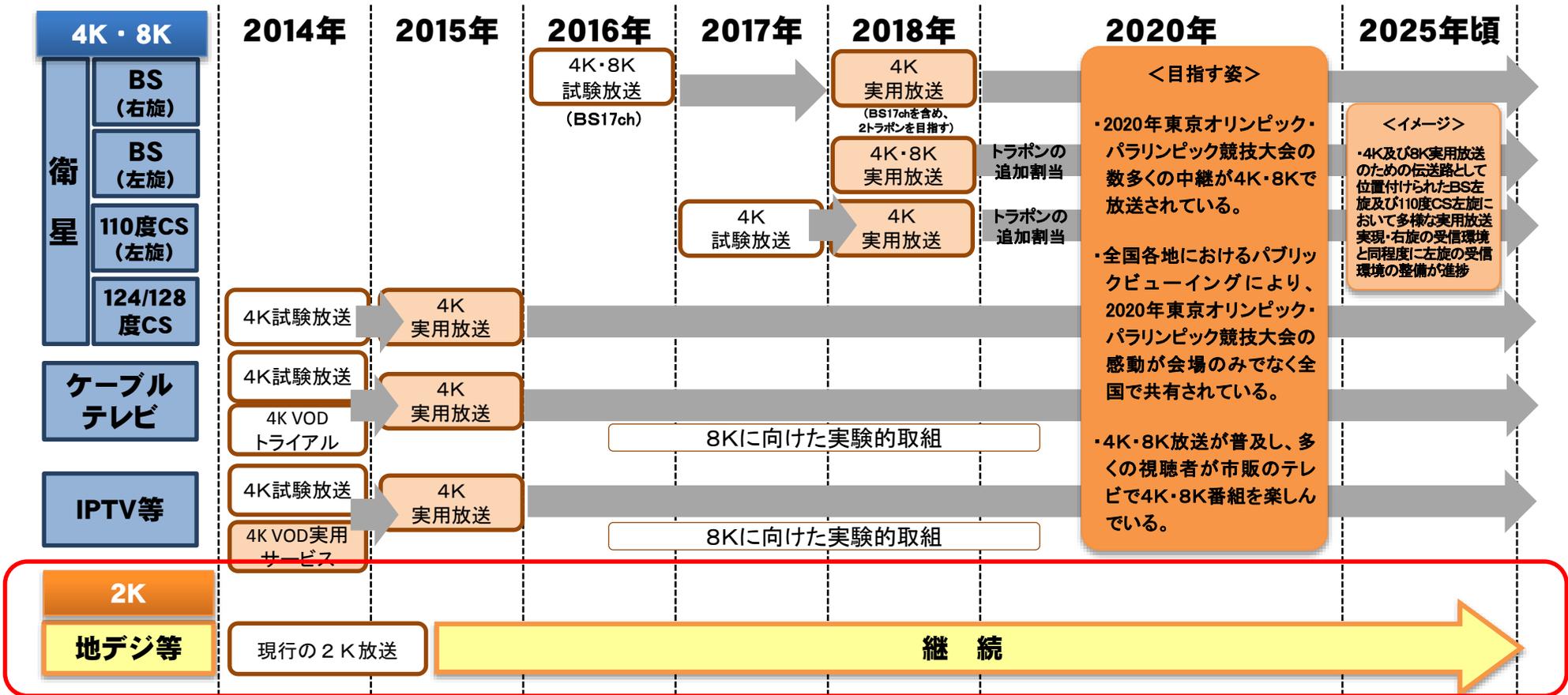
関西テレビ放送

TBSテレビ

# ロードマップにおける位置づけ及び 研究開発の状況について

**総務省情報流通行政局**

# 4K・8K推進のためのロードマップ～第二次中間報告(2015年7月)



## 5 検討課題と基本的考え方

### (6) 地上放送に関する取組

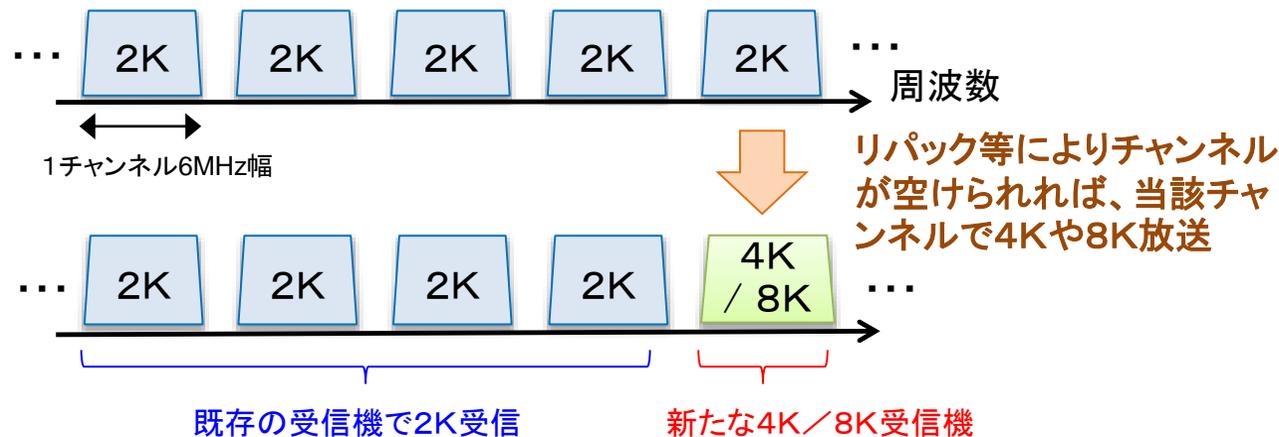
(前略)

地上放送における4K・8Kの実現には技術やコスト等の解決すべき課題は多い。このため、より効率的な伝送を実現すべく、速やかに総合的な研究開発の取組を進めて、その上で、技術的な可能性を検証するために、都市部における地上波によるパブリックビューイング向けなどの伝送実験等を検討することが考えられる。

また、NHKにおいては、8Kによる地上伝送実験や地上放送の研究開発を推進しているところであり、その成果をこのような検討に情報提供していくことが重要である。

# 地上4K・8K放送の実現に向けた研究開発

## 放送周波数帯域内で新たにチャンネルを確保して地上4K・8Kを実現するための研究開発



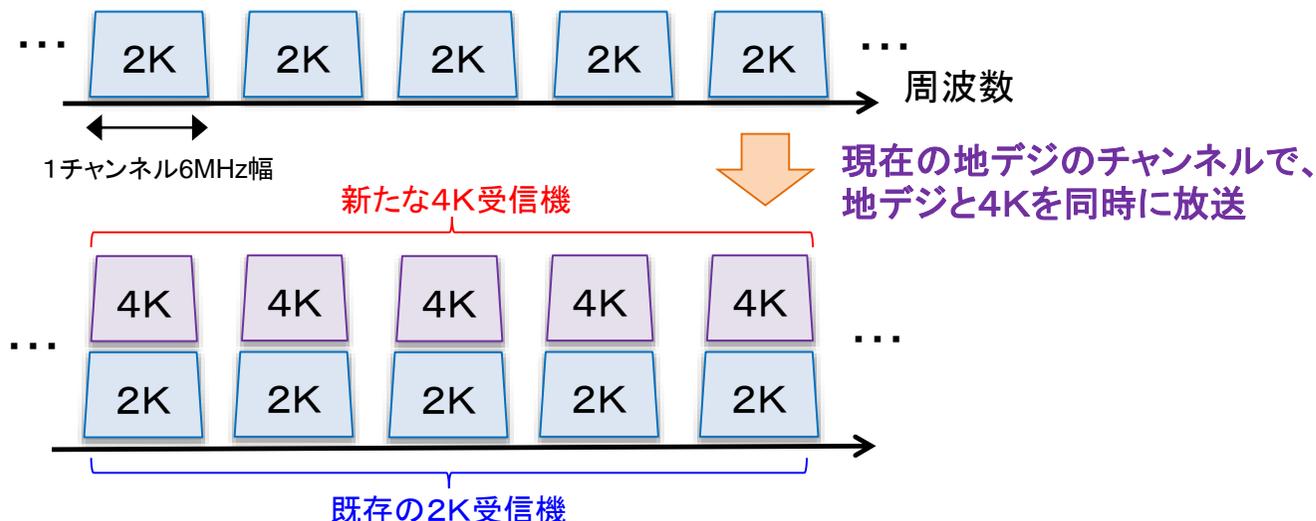
平成28～30年度

## 1. 地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発

<実施主体>

NHK、ソニー、パナソニック、東京理科大学、NHKアイテック

## 既存の地デジのチャンネルで地上4Kを実現するための研究開発



平成28年度第2次補正

## 2. 地上4K放送等放送サービスの高度化推進事業

① セグメントを分割して、2Kを水平偏波、4Kを水平・垂直両偏波で伝送する技術  
<実施主体> 関西テレビ放送

② 階層分割多重(LDM)技術を用いて2Kと4Kを同一チャンネルで伝送する技術  
<実施主体> TBSテレビ

放送周波数帯域内で新たにチャンネルを確保して  
地上4K・8Kを実現するための研究開発

## 電波資源拡大のための研究開発

### 1. 地上テレビジョン放送の高度化技術 に関する研究開発

平成30年3月16日

日本放送協会

# 地上テレビジョン高度化技術に関する研究開発

## 目標

現行の地上テレビジョン放送の特長を継承しながら、伝送効率向上を可能とすることで、一層の電波の有効利用を進め、超高精細度地上放送等のサービスが可能となる技術を確立する。

## 実施期間

平成28～30年度(3カ年)

## 研究機関

日本放送協会、ソニー(株)、パナソニック(株)、東京理科大学、(株)NHKアイテック

## 課題ア 地上放送高度化技術

- 伝送効率を高め、4K・8Kと移動体向けサービスを1つのチャンネルで同時に提供できる伝送方式\*1および映像符号化方式\*2を開発し、装置を試作する。

※1 超多値変調、誤り訂正符号 など

※2 雑音除去、帯域制限HEVC など

## 課題ウ 大規模局向け送信技術の開発

- 大規模実験試験局を整備し、課題アで開発した方式の伝送特性を野外実験で評価する。



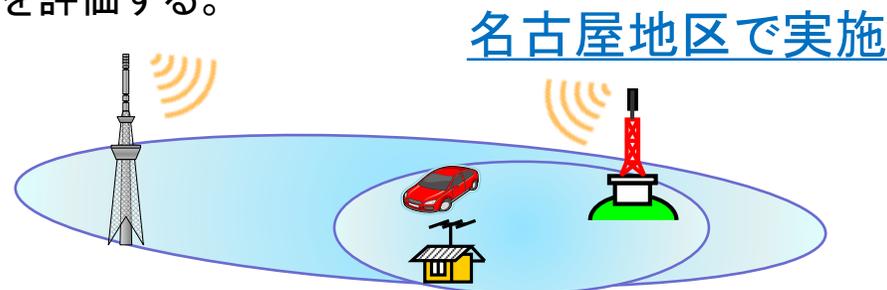
※ 4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告  
「都市部における地上波によるパブリックビューイング向けなどの  
伝送実験等を検討する」に対応するもの

## 課題イ 移動体向けサービス高度化技術

- 課題アで開発した伝送方式の移動受信特性を評価し、受信改善技術を開発する。

## 課題エ 地上放送高度化方式に対応したSFN方式による中継技術に関する研究開発

- IP信号でSFNを実現できるよう、複数の送信所からの送信波形を同期させる技術を開発する。
- SFN実験試験局を整備し、野外実験で伝送特性を評価する。



# 平成29年度までの研究成果

課題ア 地上放送高度化技術

課題イ 移動体向けサービス高度化技術

課題ウ 大規模局向け送信技術の開発

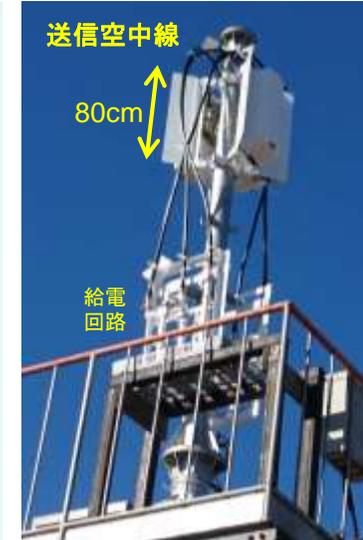
課題エ 地上波高度化方式に対応したSFN方式による中継技術の開発



試作装置を用いた室内伝送実験



中継局用送信設備  
(名古屋地区)



送信空中線  
(左:東京地区、右:名古屋地区)



開発した映像処理装置

平成30年度は、これらの開発した装置・設備を東京地区・名古屋地区の実験試験局に設置し、大規模な野外実験を実施する

# 今後の予定

## スケジュール

東京、名古屋ともに平成30年夏までに実験試験局を整備し、平成30年秋から野外実験を開始する

## 主な実験内容

- 東京地区：都市部を含む広い範囲において、課題アで開発した方式の伝送特性を評価・検証する
- 名古屋地区：IPベースの多重信号(MMT)を用いて、同一周波数ネットワーク(SFN)を構築し、機能を評価・検証する

## 実験エリア(予定)



東京地区 電界強度60dB $\mu$ V/mエリア



名古屋地区 電界強度60dB $\mu$ V/mエリア

## 2. 「地上テレビジョン放送の高度化技術の検討」

- ① (セグメントを分割して2Kを水平偏波、4Kを水平・垂直両偏波で伝送する技術手法の検討)について

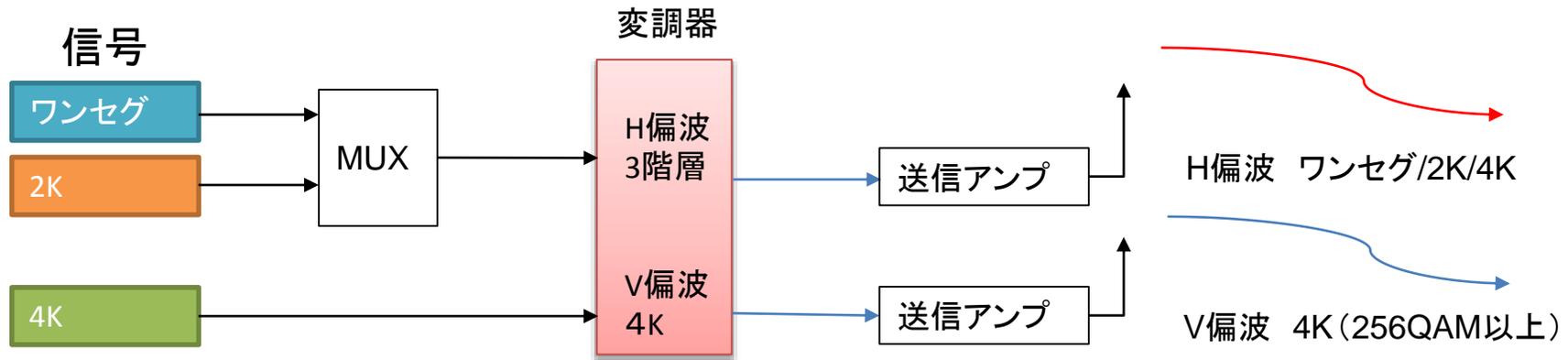
報告

2018.3.16  
関西テレビ放送

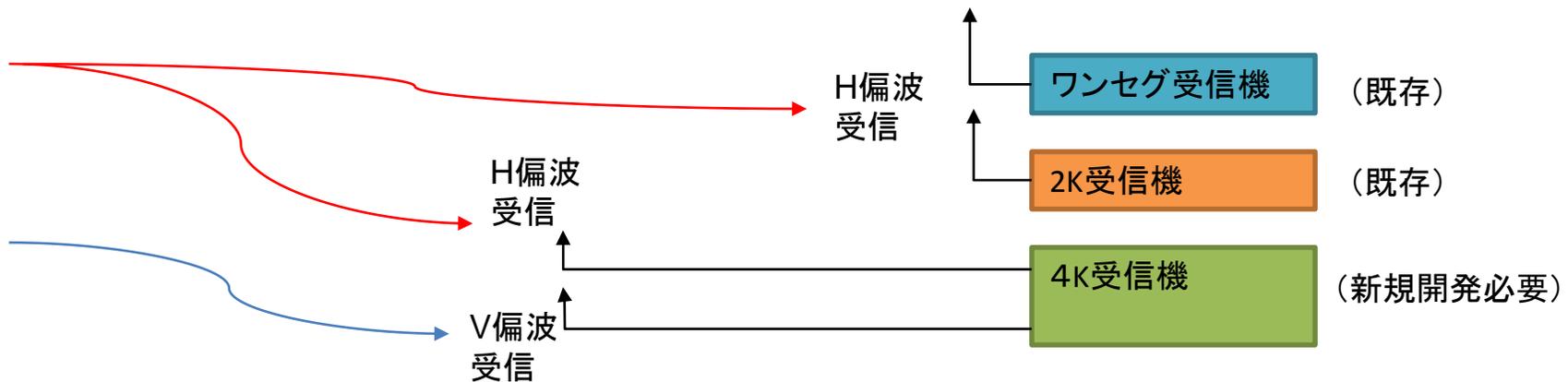


# ① システムイメージ

「ワンセグ/2K/4K」3階層+4K MIMO\*送受信



+4Kなら現行のISDB-Tを拡張すれば可能



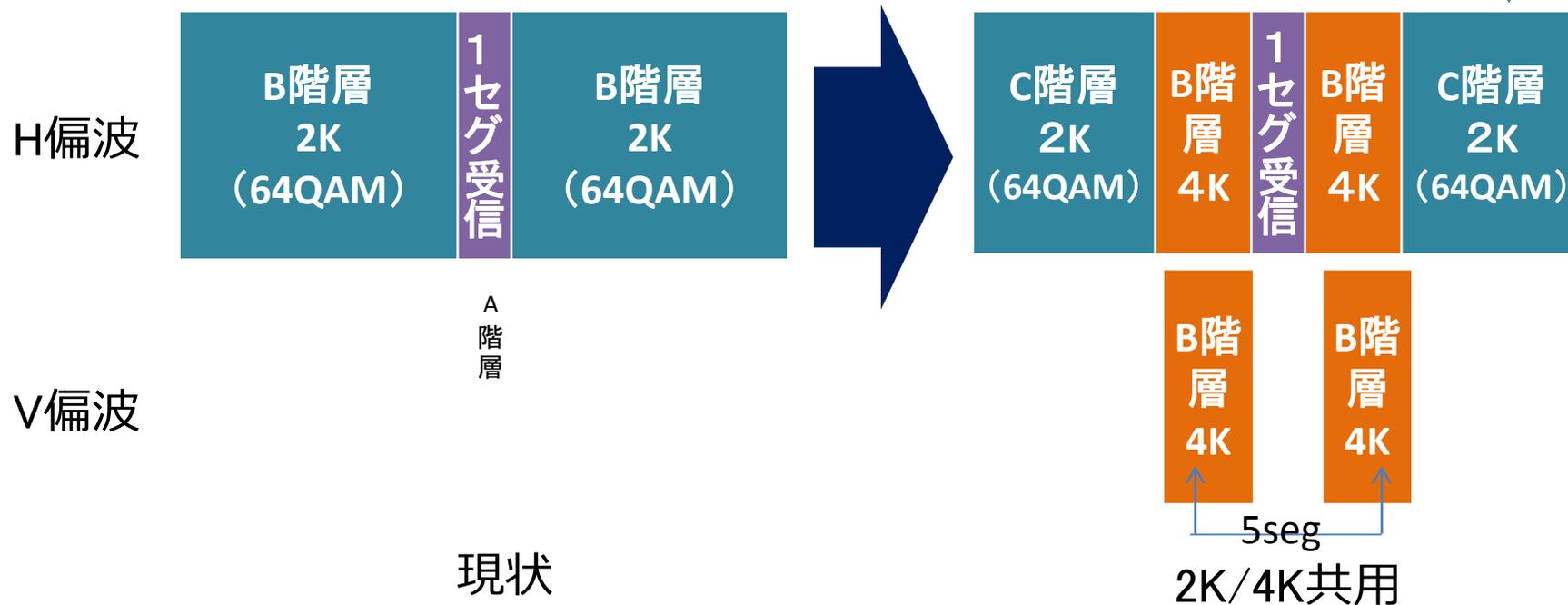
\* MIMO: Multiple-Input Multiple-Output  
送信側と受信側の双方で複数のアンテナを使う技術

## ② 伝送方式の検討

### 「ワンセグ/2K/4K」3階層+4K MIMO送受信

伝送方式の一例について

- H偏波 A階層:ワンセグ(1seg) B階層:4K (5seg) C階層:2K(7seg)
- V偏波 B階層:4K (5seg)
- 2KはMPEG-2 高画質化により約9Mbpsで現状放送受信画質を確保を目標。
- 4Kの階層は、多値変調及びMIMOを採用  
256QAMでHEVC約18Mbpsの画質  
1024QAMでHEVC約22Mbpsの画質



### ③ 低レート化の検討(2K/4K)

#### (イ) 2K 最新MPEG-2エンコーダによる画質改善化手法

##### ●デバイスの進歩

プログラマブルなデバイスであるFPGAの高集積化・高速処理により  
符号化効率アップが可能  
(地デジ開始当時の専用LSIに比べ格段にアップ)

##### ●MPEG-2 符号化効率のアップの方策

- ・フィールド/フレーム適応符号化技術
- ・特定色適応量子化アルゴリズム

最新のMPEG2エンコーダー(NEC製)を採用



#### (ロ) 4K HEVCエンコーダーによる画質改善

独自の低遅延符号化技術と高画質アルゴリズムを  
搭載の最新HEVCエンコーダー(NEC製)を採用

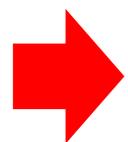
# 低レート化の検討結果のまとめ

2K/4Kの画質評価の結果、最新の2K/4Kエンコーダーにより、低レートでの放送の可能性

【現行放送の画質をできるだけ維持することを想定した必要レート】

(レートは「映像TSLレート」)

2K ENCODER		客観評価 PSNR	主観評価DSCQS	比較
2K	次世代MPEG2 エンコーダー フィールドフレーム適応	9.0~ 9.5Mbps	9.5Mbps付近	弊社放送用エンコーダー 現用(2009年製) 旧使用(2003年製) 13.5Mbps
	4K ENCODER		客観評価 PSNR	主観評価DSCQS
4K	最新HEVC エンコーダー	17~ 18Mbps	18Mbps付近	従来機種 35Mbps



伝送方式(セグメント構成)としては、

2K:8セグメント

4K:4セグ(H偏波)、4セグ(V偏波)(1024QAM)に対応

## ④ 地デジ受信への影響確認

今回の方式で以下の確認を行った。

### ○ワンセグ/2K受信確認結果

用意した9台(1台はワンセグ共用)の受信機で確認した。

うち2台で2K受信NGがあった。→ 調査検討中

### ○2K信号:水平側のみを受信限界電界( $\text{dB}\mu\text{V}$ )

約34  $\text{dB}\mu\text{V}$  → 地デジ受信機46~89 $\text{dB}\mu\text{V}$  (問題なし)

### ○2K信号:受信限界電界で受像可能な水平/垂直のD/U比 [dB]

+8~-14dB → 通常+15dB (ほぼ影響無し)

(+15dB:一般的な受信アンテナの水平/垂直分離特性を想定)

## ⑤将来へ向けて

### ①フィールド実験の実施

(イ) KTVエリア放送実験局を利用してフィールド実験の実施。

(ロ) 中規模～大規模実験の実施

何らかの方法でできないか。(生駒山、東京タワーなど)

### ②地デジ受信機の対応確認

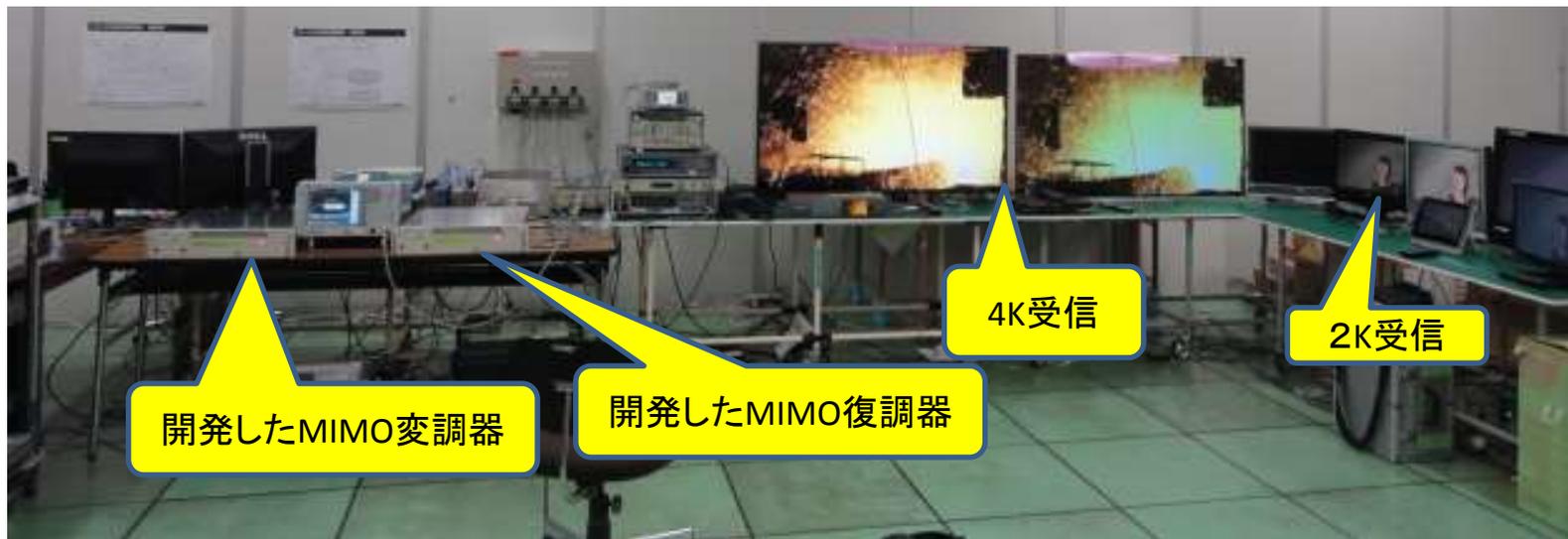
市販の様々な地デジ受信機の、本提案方式への対応確認

### ③4K伝送所要CN・伝送効率の改善

誤り訂正: リードソロモン+畳み込み符号 → BCH+LDPC

1024QAMの所要C/N低減等により、  
4Kの放送エリアを地デジの放送エリアと同程度に。

# 実験の様子



# 提案伝送パターンと伝送容量

以下の橙色のセルのケースを中心に検討を実施

## ・ワンセグ/2K/4K伝送提案パターン①

階層ON	セグメント数	キャリア変調	畳み込み符号	時間インターリーブ	TSレートMbps (188Byte)
A階層 ワンセグ	1	QPSK	2/3	ON	0.416
C階層 2K	7	64QAM	3/4	ON	9.830
B階層 4K	5(H偏波) 5(V偏波)	64QAM	3/4	ON	14.043
		256QAM	3/4	ON	18.724
		1024QAM	3/4	ON	23.405
		4096QAM	3/4	ON	28.086

映像TSレート  
約8.0Mbps  
(音声・データ放送等で1.7Mbps  
使用時)

## ・ワンセグ/2K/4K伝送提案パターン②

階層ON	セグメント数	キャリア変調	畳み込み符号	時間インターリーブ	TSレートMbps (188Byte)
A階層 ワンセグ	1	QPSK	2/3	ON	0.416
C階層 2K	8	64QAM	3/4	ON	11.234
B階層 4K	4(H偏波) 4(V偏波)	64QAM	3/4	ON	11.234
		256QAM	3/4	ON	14.979
		1024QAM	3/4	ON	18.724
		4096QAM	3/4	ON	22.469

映像TSレート  
約9.5Mbps  
(音声・データ放送等で1.7Mbps  
使用時)

## ● フィールド/フレーム適応符号化技術

### ➤ フィールドストラクチャ

動きの激しい映像の符号化に強い

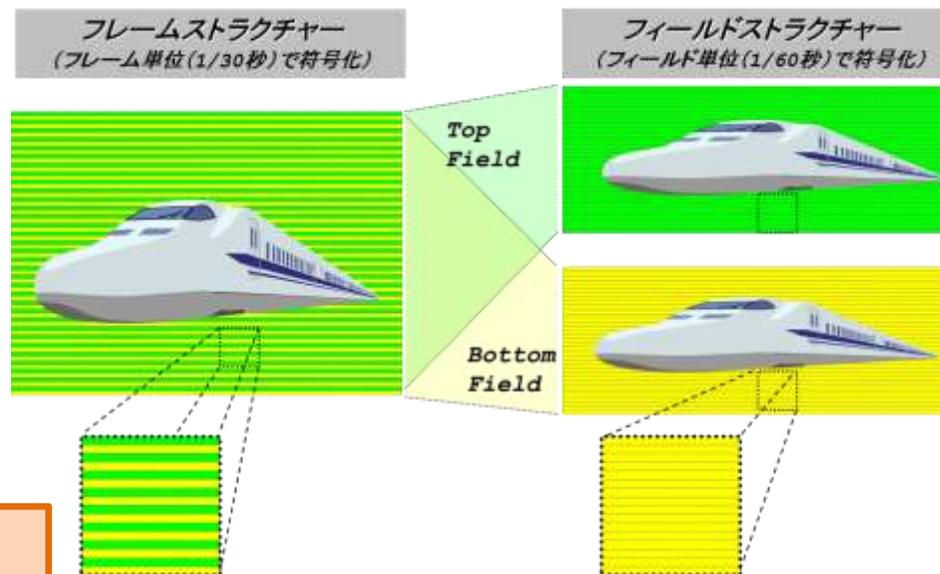
〔 MPEG-2の規格に存在するが、  
現在の地デジでは未使用 〕

### ➤ フレームストラクチャ

動きの少ない映像の符号化に強い

〔 現在の地デジで使用中 〕

符号化前に映像の特徴を抽出し、  
最適なピクチャ構造を選択して画質向上



## ● 特定色適応量子化アルゴリズム

視聴者注視領域(肌色領域)の割当てビットを増やして  
主観的画質を向上

(客観効果(定量的)には現れないが、主観効果が極めて高い)

## 2. 「地上テレビジョン放送の高度化技術の検討」

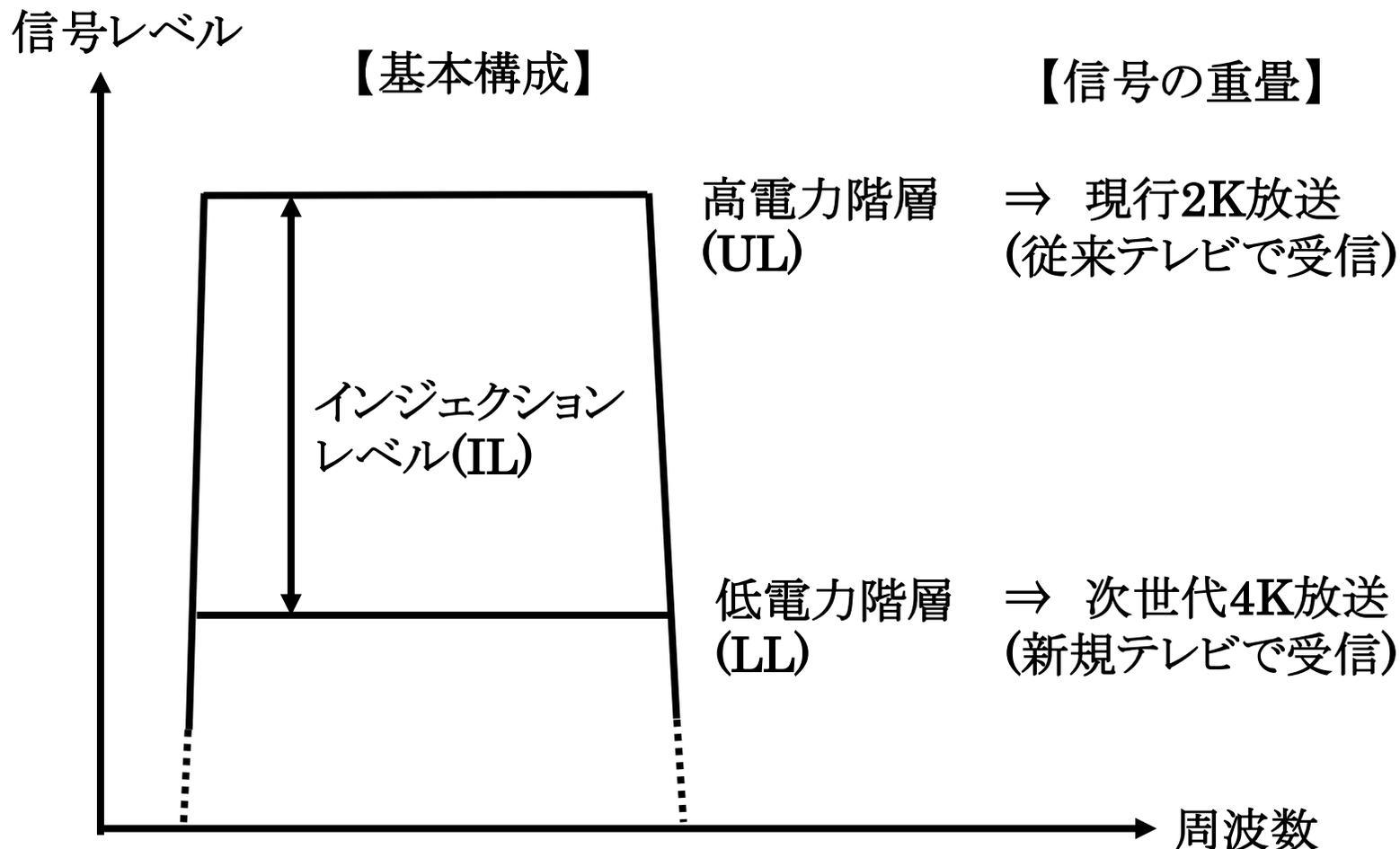
- ② 階層分割多重(LDM)方式により地デジと4K放送を同一チャンネルで伝送する技術手法の検討

平成30年3月16日  
(株)TBSテレビ

# 1. LDM方式を提案した理由(方式の特徴)

- 1) 現行2K放送に影響を与えずに同一チャンネル上に次世代4K放送を共存させることが可能。  
⇒高い周波数利用効率
- 2) 受信アンテナは、現行の地デジ用アンテナをそのまま利用できる。  
⇒受信設備に関する高い両立性
- 3) LDMの各階層の信号構成を変えることにより、4K放送の段階的な増力も可能。  
⇒4K放送に関する高い拡張性
- 4) 送信アンテナ、フィーダーもそのまま利用できる可能性が高く、中継局の対応も最小限で済む。  
⇒送信設備に関する高い両立性

## 2. LDM方式の基本構成と信号の重畳

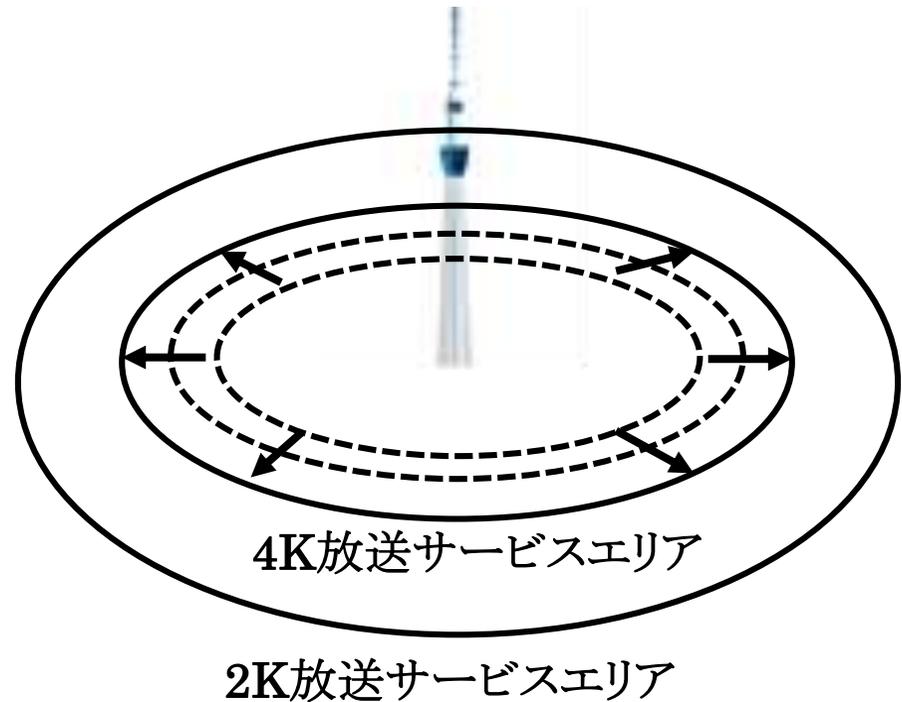
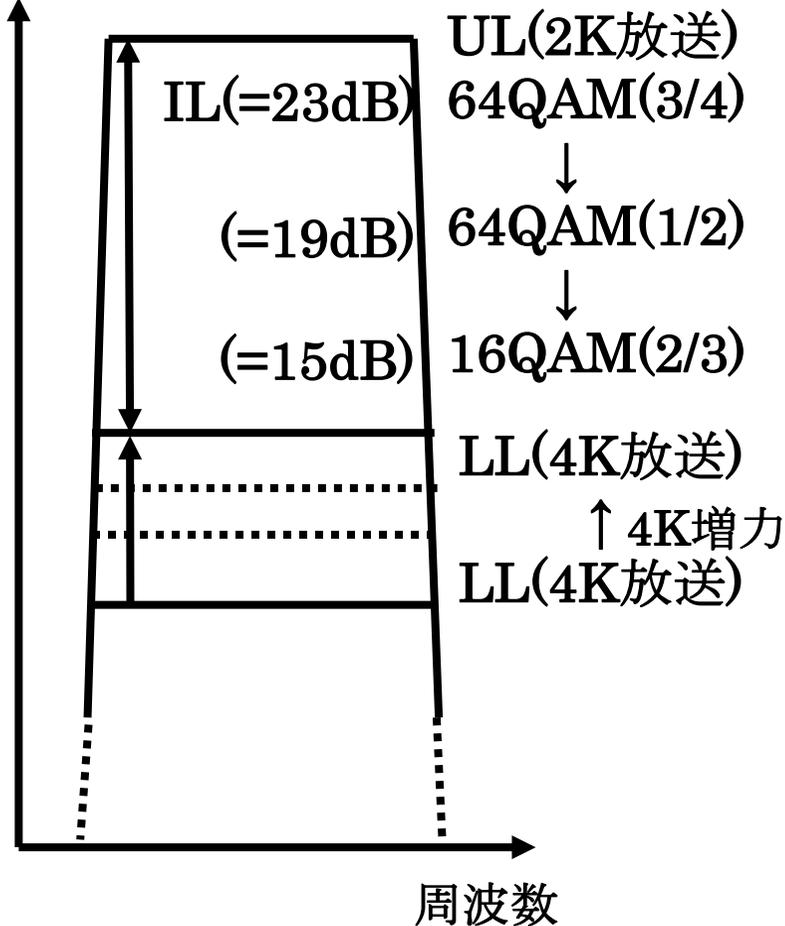


(注)LDM:Layered Division Multiplexing(階層分割多重)  
UL:Upper\_Layer (高電力階層) LL:Lower\_Layer(低電力階層)  
IL:Injection\_Level(LLの入力レベル)

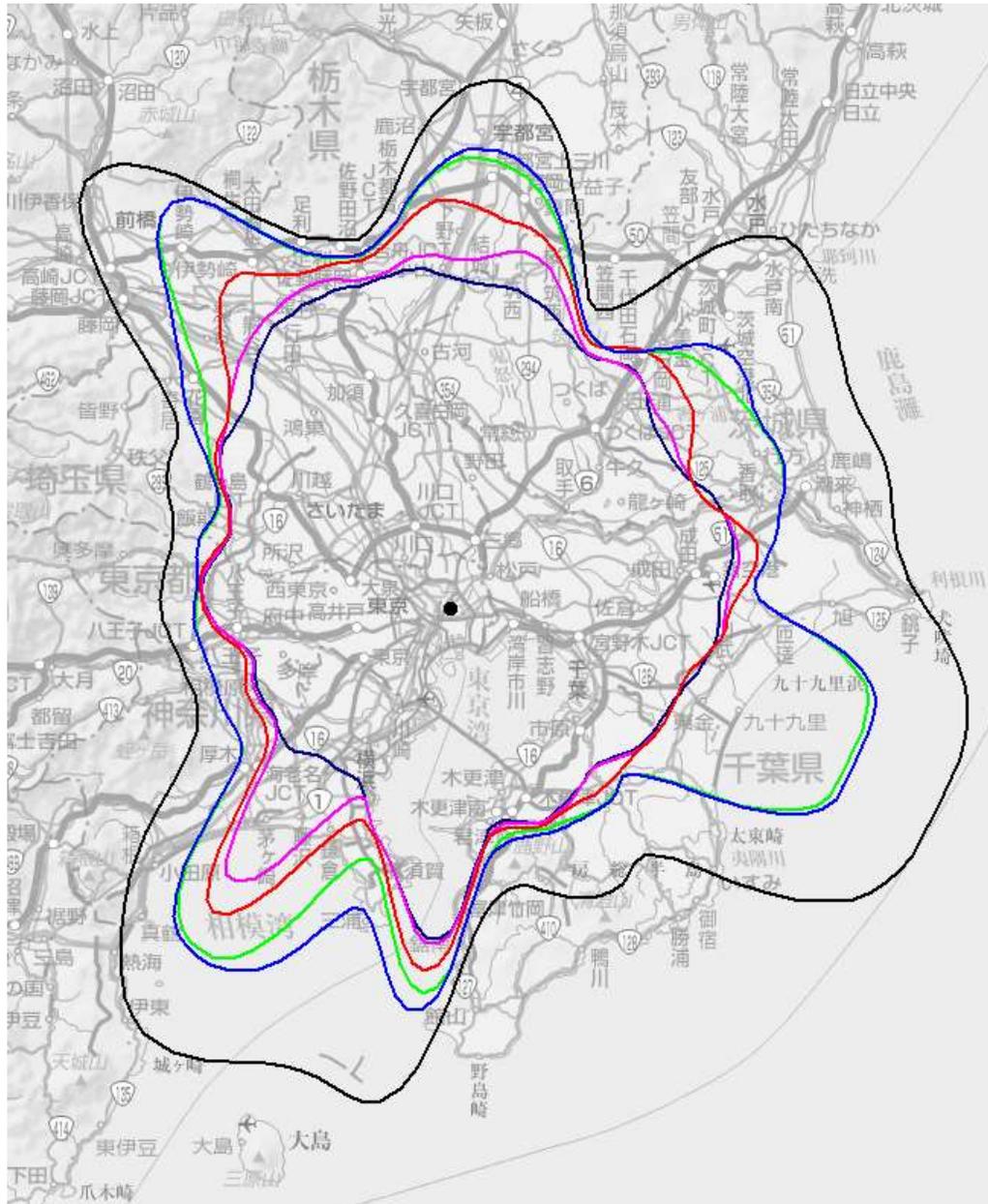
### 3. 4K放送への段階的移行(マイグレーション)

- ・UL(現行2K放送)の伝送パラメータの変更を複数回実施し、ILを徐々に小さくすることで、LLを増力し、4K放送のエリア拡大を図る。

信号レベル



### 3. シミュレーション結果



・現行2K放送を行なう東京スカイツリーで、新たに4K放送を実施したときのコンタ図。

・現行2K放送のコンタ図：黒線

・4K放送のコンタ図

第一段階：ダークブルー

第二段階：ピンク→オレンジ→  
グリーン

第三段階：ブルー

## 4. 成果と課題

- 1)シミュレーションにより現行2K放送への影響を最小限にしてLDMの低電力階層に4K放送が配置できることがわかった。
- 2)シミュレーションにより現行2K放送への影響を最小限にして低電力階層に配置した4K放送のサービスエリアが一定程度確保できることわかった。
- 3)現行2K放送の伝送パラメータ変更することで低電力階層に配置した4K放送のサービスエリアが段階的に拡張できることがわかった。
- 4)今後の課題としては、4K放送の届かないエリア・世帯への対策手法の検討、および試作機の製造と実際の電波出しによるシミュレーションの裏づけが必要と考える。

# 地上4K放送等放送サービスの 高度化推進事業の今後の課題

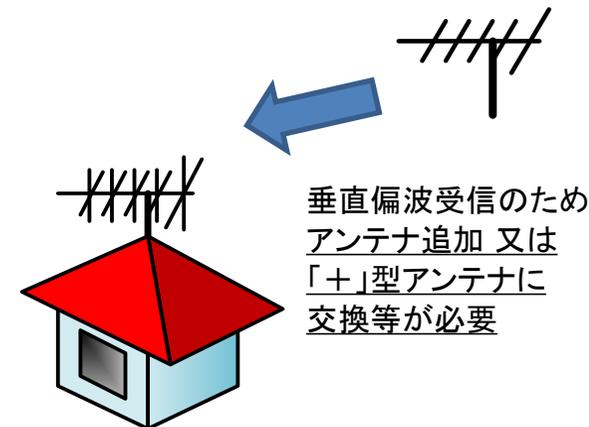
**総務省情報流通行政局**

## 2. 地上4K放送等放送サービスの高度化推進事業の課題

### ① セグメントを分割して、2Kを水平偏波、4Kを水平・垂直両偏波で伝送する技術

<今後の課題>

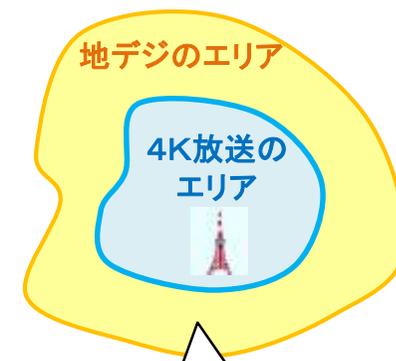
- 2Kの画質劣化の抑制と、4Kの画質確保についてのコンセンサスが必要
- 広く出回っているテレビで、引き続き地デジ受信可能か検証が必要
- 4Kを視聴したい世帯は、対応テレビの購入のほかに受信アンテナや配線・機器の交換や改修が必要
- 放送事業者は、送信設備(アンテナ、変調器など)の交換・改修が必要



### ② 階層分割多重(LDM)技術を用いて2Kと4Kを同一chで伝送する技術

<今後の課題>

- 4K放送のエリアは、地デジのエリアより小さくなるため、4K放送を視聴できない地域(世帯)への対応が必要
- マイグレーション方式についてコンセンサスが必要
- 放送事業者は、送信設備(変調器など)の改修・交換が必要
- 今回はシミュレーションでの検証にとどまるため、実機による検証が必要



地デジは届くが、4K放送は届かないエリアへの対応

➡ ①、②ともに今回の結果を踏まえ、上記検討課題への対応や、実フィールドでの検証などにより、引き続き検討が必要ではないか。