

# 地上放送高度化方式の研究結果報告

平成28-30年度総務省委託研究  
電波資源拡大のための研究開発  
「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」

令和元年12月3日

N H K

放送技術研究所

## 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※

※現在は(株)NHKテクノロジーズ

## 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。

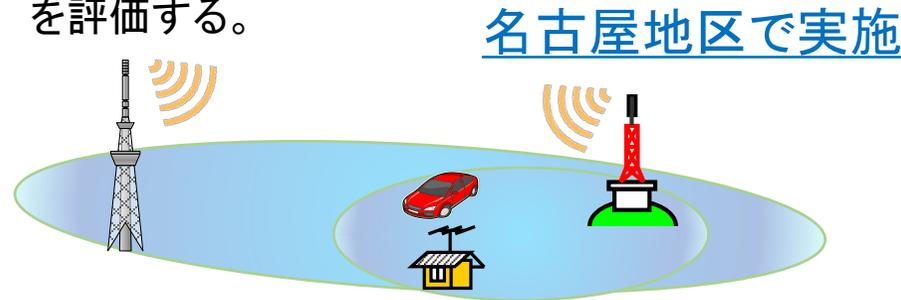


## 課題イ 移動体向けサービス高度化技術

- ・ 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

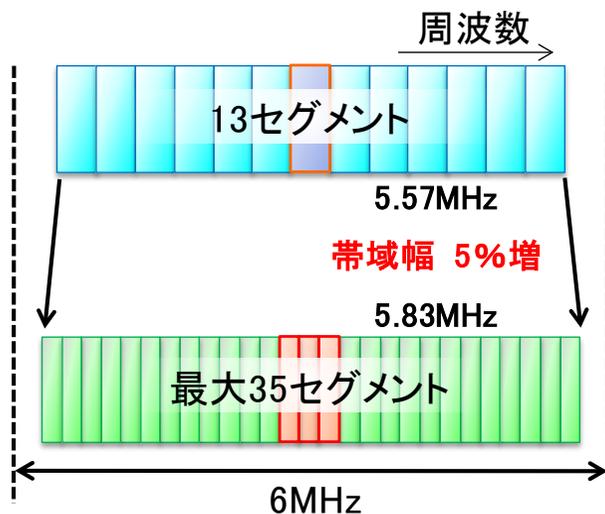
- ・ IP信号でSFNを実現できるように、複数の送信所からの送信波形を同期させる技術を開発する。
- ・ SFN実験試験局を整備し、野外実験で伝送特性を評価する。



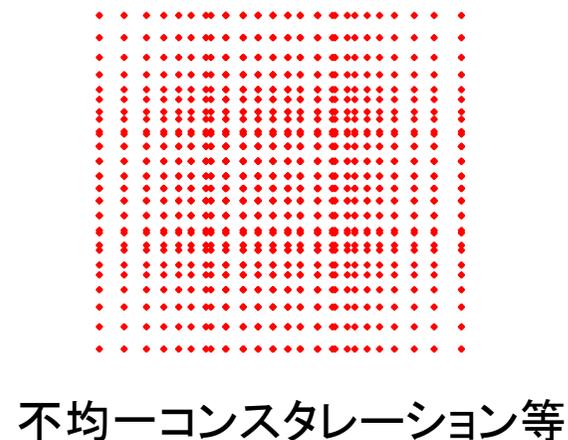
## (1) 現行地上デジタル放送 (ISDB-T) の機能継承



## (2) 新しい信号構造



## (3) 新たな特性改善技術



# (1) 現行地上デジタル放送 (ISDB-T) の機能継承

現行地上デジタル放送でできるサービスは高度化方式においても実現できるようにする

## ■ 階層伝送機能 (A階層、B階層、C階層)

- ハイビジョン (B階層) とワンセグ (A階層) のように異なるサービスを1chで実現

## ■ 緊急地震速報など緊急情報を即座に伝えるための低遅延伝送機能

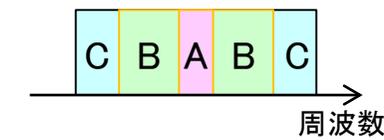
## ■ 放送波中継を可能にするための等化技術

- 山谷が多い日本のように複雑な地形において、中継局 (2000局以上) を経由して、隅々まで電波を届けるために必要な技術

## ■ 単一周波数ネットワーク (SFN) 技術

- 親局と複数の中継局を同じチャンネルを使ってお互いに混信することなく放送エリアをカバーする技術で、周波数有効利用に効果大

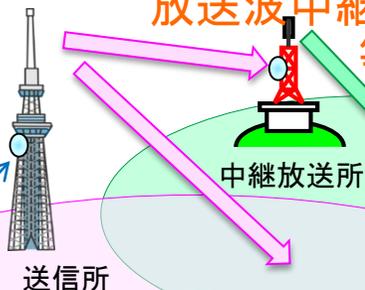
### 階層伝送



### 低遅延伝送機能



### 放送波中継 等化技術



### 単一周波数ネットワーク (Single Frequency Network)



STL (Studio to Transmitter Link) : 放送局から送信所を結ぶ番組中継回線  
 TTL (Transmitter to Transmitter Link) : 送信所から送信所を結ぶ番組中継回線

## (2) 新しい信号構造

### ■ 伝送容量の増加

- 信号帯域幅の拡大、FFTポイント数の増加により実現

### ■ 柔軟性の向上

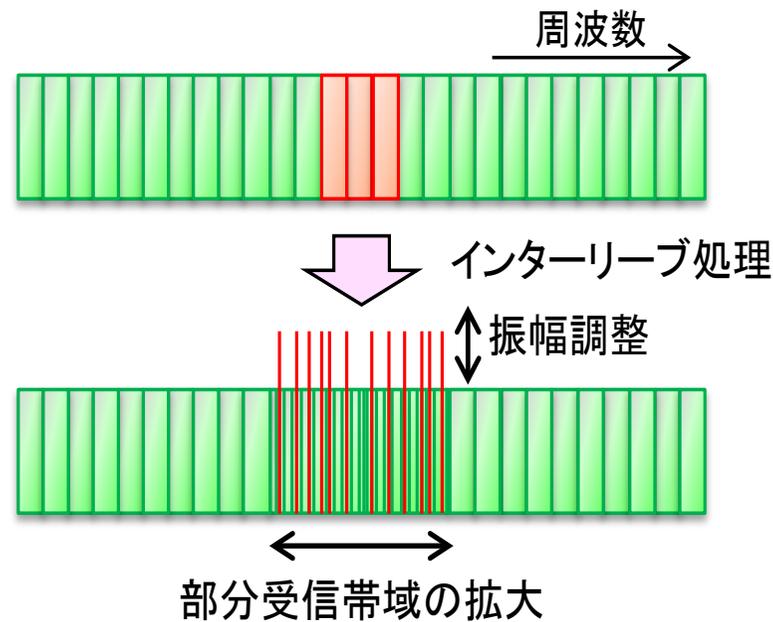
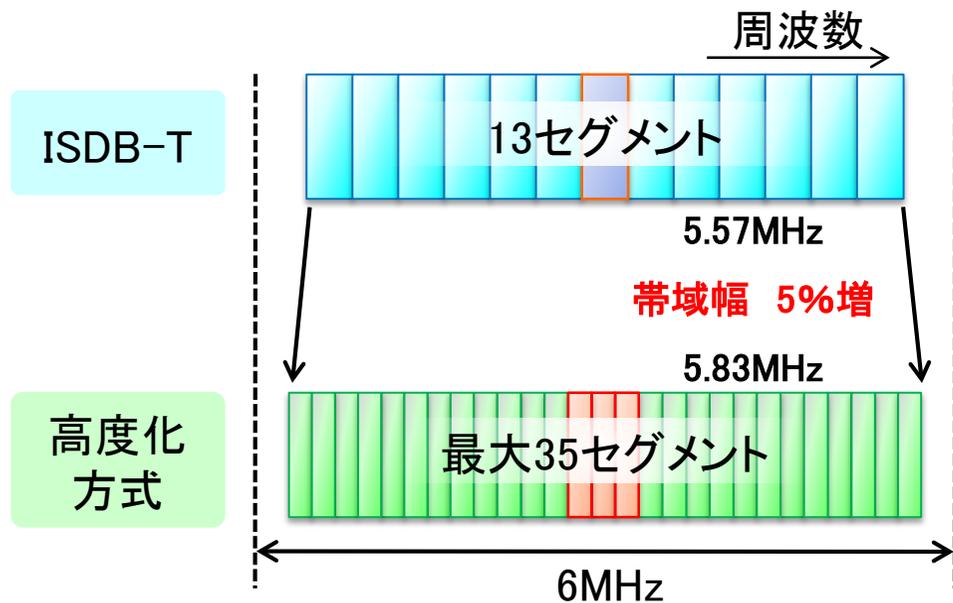
- セグメント数を13から最大35に増やし、A、B、C各階層のビットレートを細かく調整可能に

### ■ 移動受信特性の向上

- 部分受信部のセグメント数などの調整やインターリーブの改良により、移動受信特性を向上

帯域・セグメント数の増加

部分受信部の機能拡張



#### ■ 誤り訂正符号にLDPC符号を採用

- 長い符号長(69120ビット)で効率的な復号が可能
- 現行の地上デジタル放送よりも訂正性能が大幅に向上

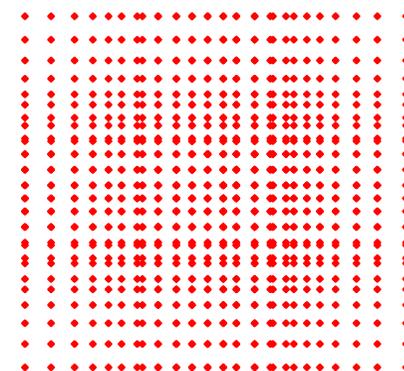
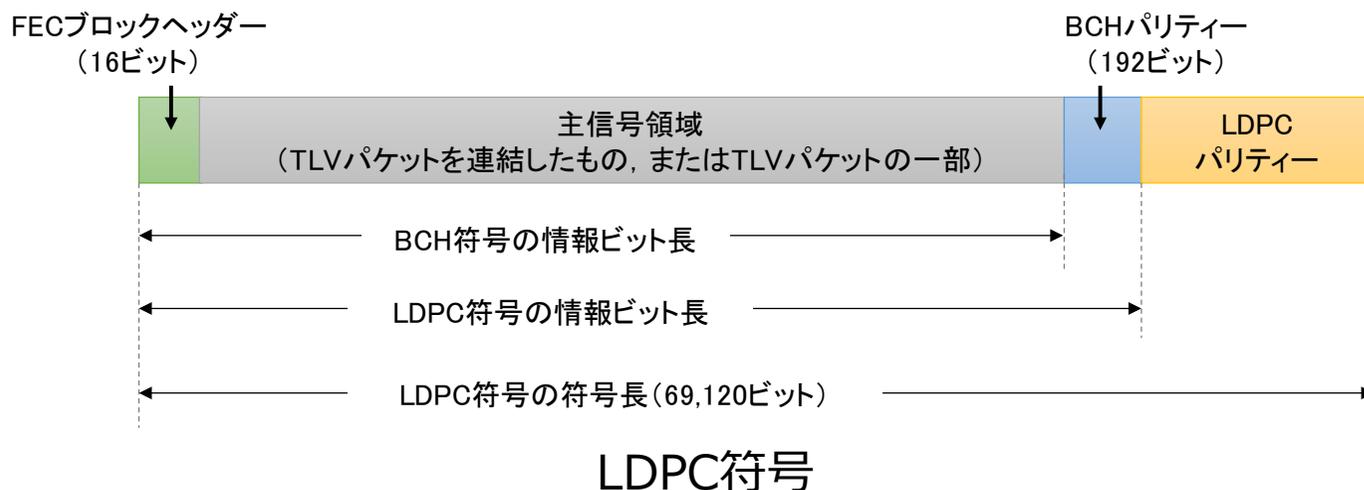
LDPC: Low Density Parity Check  
NUC: Non Uniform Constellation  
MMT: MPEG Media Transport

#### ■ 不均一コンスタレーション: NUCの採用

- マッピングの信号点配置を所要CN比に合わせて調整することで受信特性を改善

#### ■ メディアトランスポート方式に MMT を採用

- IPとの親和性が高い。新4K8K衛星放送と共通
- 放送と通信を連携したサービスが可能



NUCの例

現行の地上デジタル放送の親局級(1kW)の電波による実証実験を実施

芝実験試験局	
送信場所	東京タワー(東京都港区)
チャンネル (中心周波数)	<b>UHF 28ch</b> (563.143MHz)
信号帯域幅	5.83MHz
偏波	水平／垂直 (偏波多重MIMO)
送信出力	各偏波 最大1kW
アンテナ方向	3面
送信海拔高	280 m



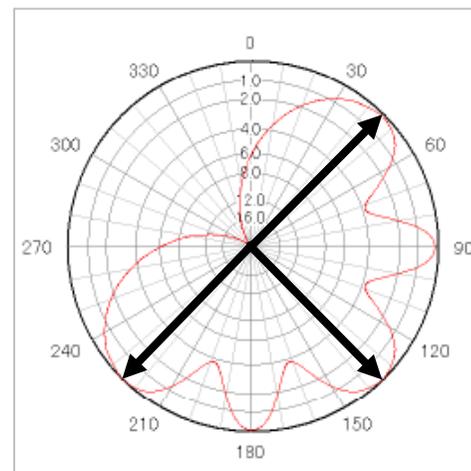
送信機・変調装置・再多重化装置



芝実験試験局  
送信鉄塔・アンテナ



東京地区  
実験エリアの目安  
(電界強度60dBμV/mコンタ)

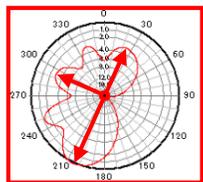


送信指向性

# 名古屋地区 SFN実験 概要

名古屋地区では、親局級(1kW)に加え中継局(10W)の電波によるSFN実証実験を実施

	東山実験試験局 (親局)	鍋田実験試験局 (SFN中継局)
送信場所	中京テレビ鉄塔(名古屋市昭和区)	鍋田ラジオ放送所(愛知県弥富市)
チャンネル(中心周波数)	UHF 35ch (605.142857MHz)	
信号帯域幅	5.83MHz	
偏波	水平/垂直 (偏波多重MIMO)	
送信出力	各偏波 最大1kW	各偏波 最大10W
アンテナ方向	3面	1面 × 2式(切替)
送信海拔高	203 m	42.5m



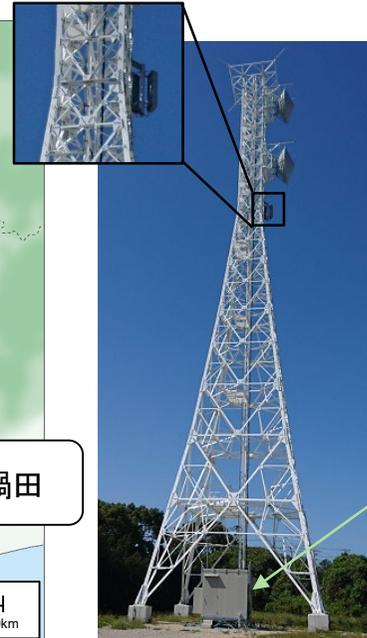
送信指向性



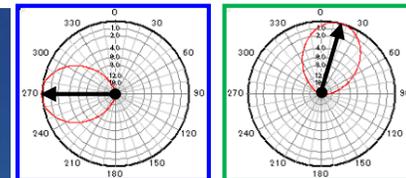
東山実験試験局 送信装置  
東山実験試験局 送信鉄塔・アンテナ



名古屋地区実験エリアの目安  
(電界強度60dBμV/mコンタ)



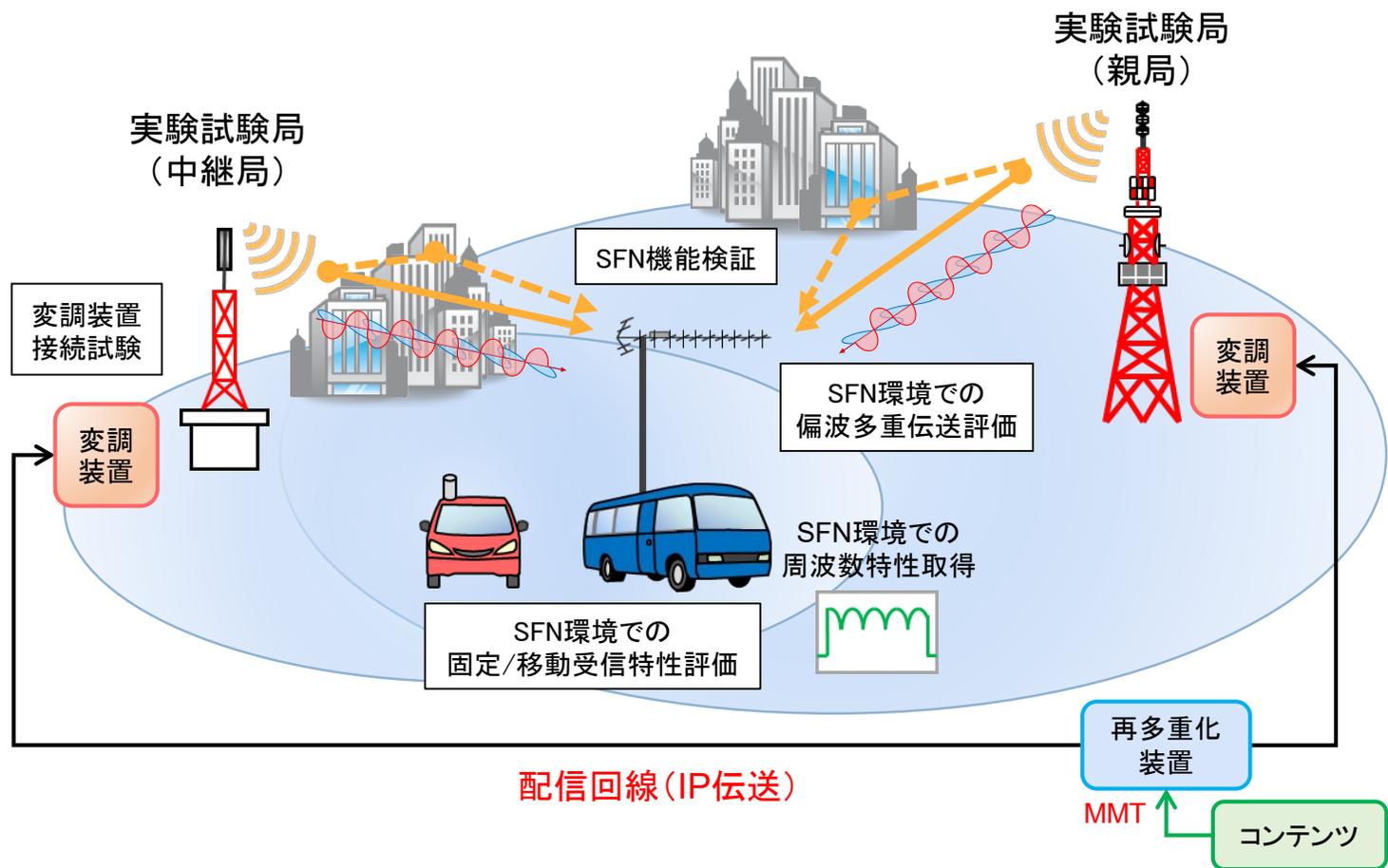
鍋田実験試験局 送信鉄塔・アンテナ  
鍋田実験試験局 送信装置



送信指向性



- 商用のIP回線 (VPN) を使った中継局への配信による放送エリアの構築が可能か実証実験を実施
- IPベースの多重信号 (MMT) を用いて地上放送高度化方式に対応した同一周波数ネットワーク (SFN) を構築し、機能や伝送特性等を評価・検証する



地デジと同等のエリアを確保しつつ、**約1.7倍**程度、伝送容量が改善

ISDB-T方式

変調方式: 均一コンスタレーション  
(64QAM)  
誤り訂正符号: 畳み込み符号(3/4)  
RS符号

FFT : 8k  
GI比 : 1/8 (126 $\mu$ s)

帯域幅 : 5.57MHz

パイロット挿入比率固定

システム: SISOのみ

伝送容量: 18.2Mbps @13seg  
(所要CN比20.1dBにおいて  
フルセグ映像の伝送容量は14Mbps)

1.44倍

1.07倍

1.05倍

1.04倍

約1.7倍

地上放送高度化方式

変調方式: 不均一コンスタレーション  
(**NUC**) 256QAM  
誤り訂正符号: **LDPC符号(12/16)**  
BCH符号

FFT : 16k  
GI比 : 800/16384  $\doteq$  1/21 (126 $\mu$ s)

帯域幅 : 5.83MHz

パイロット挿入比率可変

システム: SISO

伝送容量: 30.9Mbps  
(所要CN比20.2dBにおいて  
映像の伝送容量は28Mbps)

# 第2世代地上テレビジョン方式との比較

	DVB-T2 (欧州)	ATSC3.0 (米国)	地上放送高度化方式 (総務省委託研究で開発)
基本信号構造	TDM	TDM/LDM	FDM
誤り訂正符号	LDPC+BCH	LDPC+BCH	LDPC+BCH
キャリア変調方式	QPSK～256QAM	QPSK～4096QAM NUC※1対応	QPSK～4096QAM NUC対応
信号帯域幅	7.61-7.77MHz/8MHz (5.71-5.83MHz/6MHz)	5.508-5.832MHz/6MHz	5.57-5.833MHz/6MHz
伝送容量(6MHz換算)	～37.93Mbps	～57.9Mbps	～56.7Mbps
多重化方式 (ベースバンド インターフェース)	TSが基本	IPが基本	IPが基本
制御信号	プリアンブル※2	プリアンブル	TMCC※3
移動受信との 階層伝送	・方式にはあるが、 DVB-Tを含め、実用化 された例はない。	・韓国の地上4K放送で、 移動用は16kFFT、 固定用は32kFFTでの 運用を開始。	・部分受信を用いた階層伝送 に対応。 ・部分的な電力増加による 特性向上が可能。
通信との連携(IBB)	有	有	有
安定した 放送波中継	・移動用と固定用のシンボルで信号処理が異なる ため、等化装置で制御信号の解釈が必要となり、 装置コストが上昇する。		・FDM構造を用いた等化装置 の実績を継承。

※1 Non-Uniform Constellation

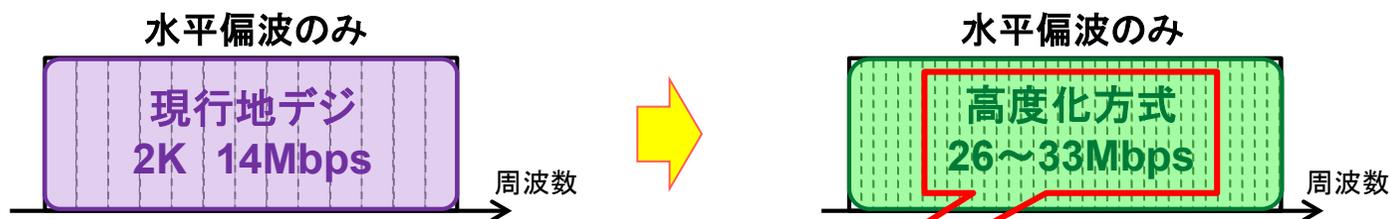
※2 フレームの先頭で伝送されるフレーム同期および制御信号。

※3 Transmission and Multiplexing Configuration Control

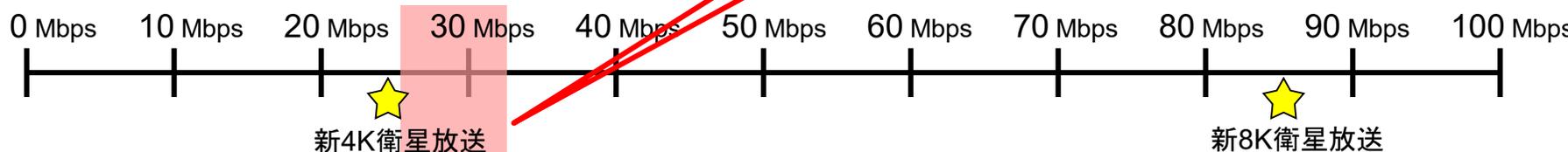
ATSC3.0の検討には日本の企業も参加し、仕様の策定に貢献している。NHKも検討に参加し、開発したNUC、ビットインターリーブ、MIMOのパイロット方式が仕様に反映されている。

A の研究による最大限に周波数有効利用が図れる伝送方式と、  
B の進展による新しい映像符号化方式(VVC)を使うことによって、  
 地上波の6MHz1チャンネルで、4Kを超える高画質の映像や、  
 更なる多様なサービスの実現が可能となる

## A: 伝送方式の改良による映像伝送容量の増加



## B: 新しい映像符号化方式(VVC)による映像ビットレートの低減



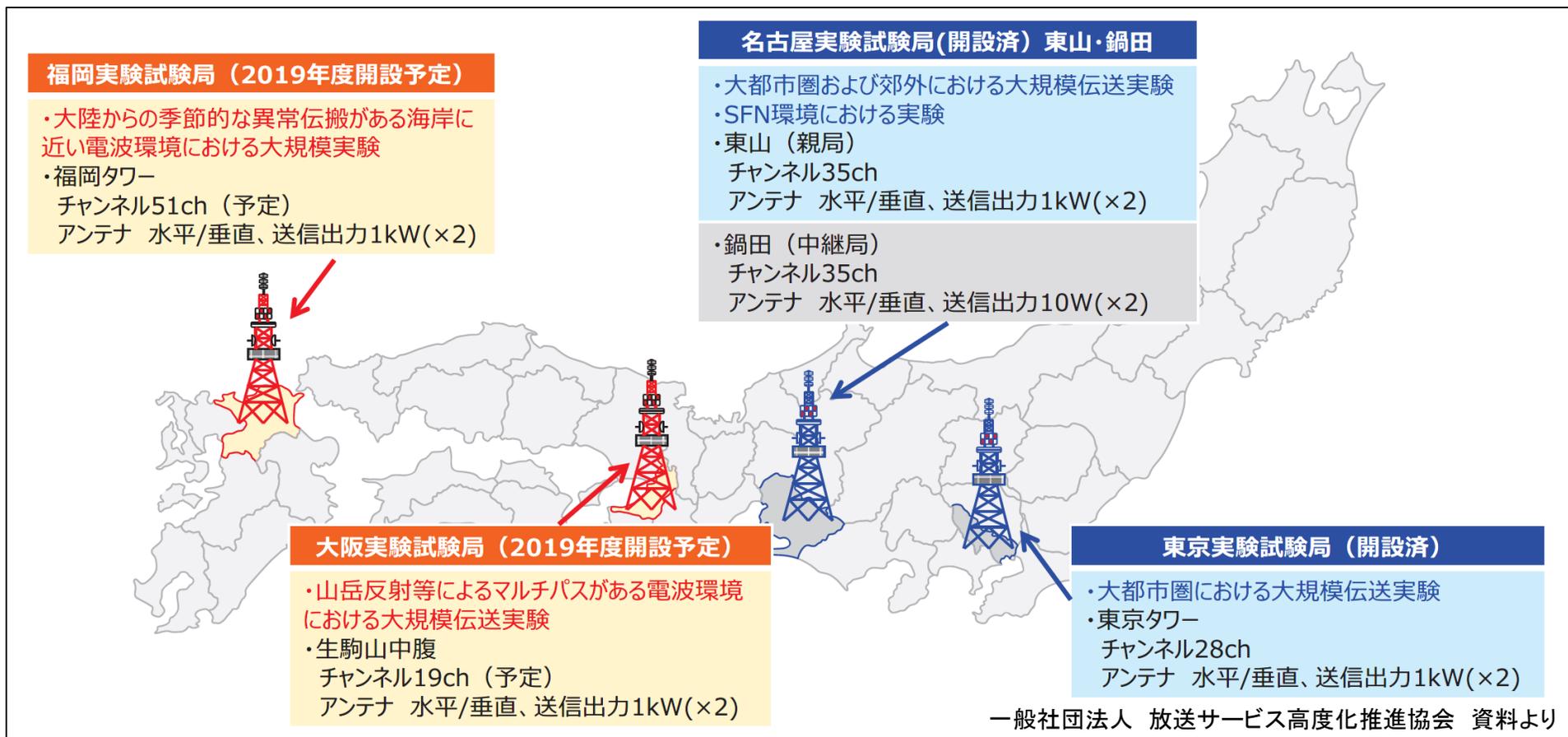
HEVC	2K	4K	8K
新4K8K衛星放送	10Mbps	25~30Mbps	80~100Mbps
VVC	2K	4K	8K
次世代符号化	7Mbps	17~21Mbps	56~70Mbps

4Kを超える画質 (Red text above the 4K VVC cell)

目標30%の効率改善 (現在4Kで39%程度到達) (Blue arrow pointing to the 8K VVC cell)

- 開発成果は、総務省の技術試験事務※に引き継がれ実証実験を継続  
(2019-2022年度予定)
- 都市部、郊外に加え、山麓、海上伝搬など様々な伝搬環境で測定を実施し、  
実現性を検証していく

※令和元年度は一般社団法人放送サービス高度化推進協会が受託



- NHK技研の研究の残課題
  - 映像符号化方式として、VVCの実装(2020年度標準化)
  - 方式の実証(技術試験事務)
- 今後の国を含む全体の課題(地デジ化の際の事例より)
  - 技術標準化
    - 国内標準(情報通信審議会)
      - 地上放送方式に関する技術的条件
      - 地上放送方式の置局に関する技術的条件
    - 国内の民間規格(ARIB標準規格、運用規定)
    - 国際標準
      - ITU-R
      - MPEG(ISO/IEC)
  - 放送装置と市販受信機の技術検証(テストセンター)
  - 国内の地上高度化方式のチャンネルプラン
  - 
  -

	ISDB-T方式	地上放送高度化方式	
FFTサイズ(モード)	1,024(1), 4,096(2), 8,192(3)	8,192(3), 16,384(4), 32,768(5)	
セグメント分割数	14	36	
伝送セグメント数	13	33+調整帯域※(互換)	35(ノーマル)
信号帯域幅	5.57MHz	5.57MHz	5.83MHz
階層数	最大3階層	最大3階層	
A階層セグメント数	1セグメント	1~9セグメント	
FFTサンプリング周波数	8.12698...MHz(= 512/63)	6.32098...MHz(= 512/81)	
ガードインターバル比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/256, 800/FFTサイズ	
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16, 64, 256, 1024, 4096QAM 均一・不均一コンスタレーション	
誤り訂正符号(内符号)	畳込み符号	LDPC符号	
誤り訂正符号(外符号)	RS符号	BCH符号	
伝送システム	SISO	SISO, 2×1 MISO, 2×2 MIMO	

※ 1セグメント未満のキャリア数で構成される帯域。  
 右端, 左端の各調整帯域には, パイロット信号の間隔(周波数方向の配置間隔× 時間方向の配置間隔) の整数倍のキャリアを配置し, ISDB-T方式と同等の信号帯域幅(5.57MHz)となるように調整する。