

令和4年度 総務省周波数ひっ迫対策技術試験事務
「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」
の実施状況

2023年1月31日

一般社団法人 放送サービス高度化推進協会

調査項目	ページ番号
● 新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査	3～
● 新たな放送サービスの総合試験調査	11～
● 技術基準に資する調査内容等の取りまとめ	25～
● 新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査	29～
● 放送用受信技術の調査検討	40～
● 新たな放送サービスをCATV網等で伝送する際の調査	52～

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査 の概要（1）

「課題」 地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式(LDM方式)について、電波の強度に対する安全施設を満足するよう、必要な離隔距離を算出するとともに電波防護指針を満足するための条件を例示する。

- ・現行の局舎やアンテナ構成等を参考にして電波防護に関する電波強度を計算するための標準モデルを作成した。
- ・標準モデルをもとに、局舎周辺の電波強度の距離特性を計算し、電波防護指針を満足するための条件を示した。

（注）2方式は同じOFDMの連続波であり、異なるのは帯域幅。電波防護で考慮されるのは電波の強度あり、信号の帯域幅にはよらないことから、ここでの報告は、2方式とも同一のものとして扱い、「地上高度化放送」として表現している。

成果 1

■ 「地上高度化放送」の標準モデルの作成

- 親局は単独局（アンテナ共用なし）、中継局は6波共用とし、送信条件は現行の地上デジタル放送と同様とした。
- 出力、送信地上高などは中央値、アンテナ形式は最頻のものを選択し、表1、2のように標準モデルを作成した。

表1 親局モデル

項目	値
送信出力	1kW
損失	0.855 dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.2dB
ERP	8.6 kW
送信アンテナ地上高	60 m
送信アンテナ	4 素子双ループ 4 段 4 面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	1 (共用なし)

表2 中継局モデル（6波共用）

項目	値
送信出力	10 W
損失	2.17dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.3 dB
ERP	65 W
送信アンテナ地上高	30 m
送信アンテナ	4 素子双ループ 2 段 2 面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	6 (6波共用)

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査 の概要（2）

成果 2

■ 指向性を考慮した算出式による標準モデルの電波強度

- 親局モデル、中継局モデル（6波）ともに、図 1、2 に示すように電波強度は鉄塔直下（俯角90度）で最も大きく、鉄塔直下以遠のすべての離隔距離で、鉄塔直下の電波強度を下回る結果となった。電波強度の基準値を満足した。
 - 親局モデルの鉄塔直下の電波強度は基準値に対して2.18%であった。
 - 中継局モデル（6波）の鉄塔直下の電波強度は基準値に対して0.425%であった。

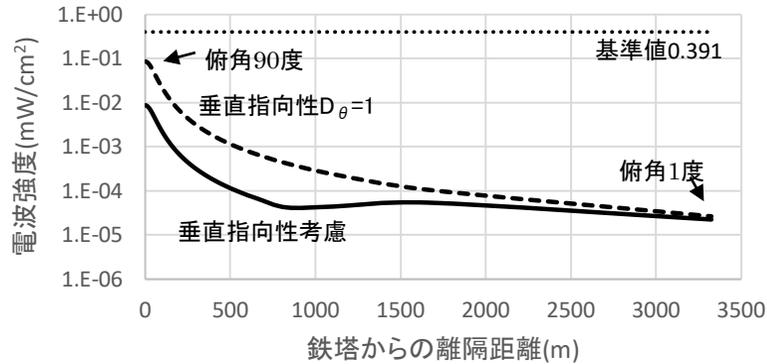


図1 親局モデルの電波強度の距離特性

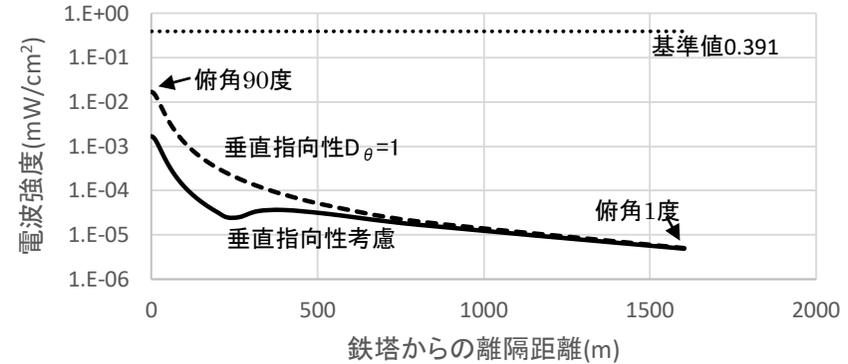


図2 中継局モデル（6波）の電波強度の距離特性

■ まとめ

- 標準モデルの計算結果から、親局、中継局のほとんどの局において、地上における電波強度は電波防護の基準を下回るものと推定される。
- ただし、実際にはさまざまな電波発射・電波環境があることから、発射される電波強度の計算結果が基準値を超える場合は、電波の強度を測定し、結果に応じて電波防護指針を満たすための対策を講じる必要があることを留意しなければならない。
- このように、地上デジタルテレビジョン放送の高度化方式においても、現行の地上デジタルテレビジョン放送と同様に電波防護指針に適合させることが出来ることを確認した。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（1）

■ 電波防護の考え方（「電波防護のための基準への適合確認の手引き」による）

- 無線設備から発射される電波の強度が電波防護の基準値を超える場所には、取扱者以外が容易に出入りすることができないように、柵の設置など対策が求められる。

■ 電波強度の基準値

- 周波数は地上テレビの中央のチャンネル番号ch32とすると、表1に示すように電波強度（電力束密度）の基準値は 0.391mW/cm^2 。

表1 地上テレビ (ch32)の電波の強度の基準値（許容値）

項目	値	備考
周波数 f	587.142857 MHz	Ch32（地上テレビの中央のチャンネル番号）
基準値 S （電力束密度）	0.391428 mW/cm^2	$f/1500 \text{ mW/cm}^2$ 以下（300MHzを越え1GHz以下） （注） f はMHz

■ 電波強度の算出式（*1）

- 基本算出式（図1）

利得 G は、どの方向においても主輻射方向の利得を用いる。この算出結果 S が基準値を満たしている場合は、これ以上の評価は必要ない。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K \quad (\text{mW/cm}^2)$$

- 指向性を考慮した基本算出式（図2）

基本算出式の算出結果 S_0 (mW/cm^2)に、算出地点の方向に対する電力指向性係数 $D(\theta)$ を乗じることにより算出する。空中線補正係数 F は回転しない空中線の場合は1とする。

$$S = S_0 D(\theta) \cdot F \quad (\text{mW/cm}^2)$$

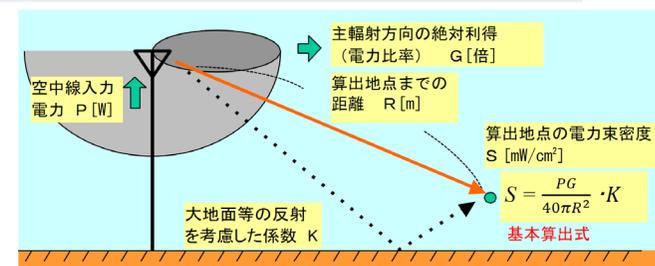


図1 基本算出式の求め方（概念図）

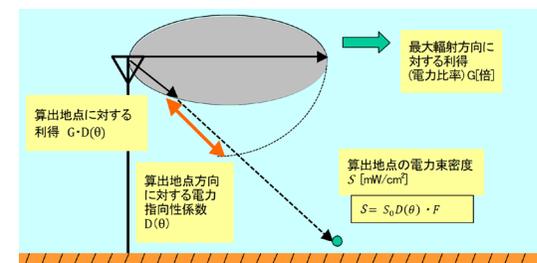


図2 指向性を考慮した基本算出式（概念図）

（*1）算出方法及び測定方法は「平成11年郵政省告示第300号（無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法を定める件）」に従う。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（2）

■ 地上高度化放送の標準モデル

- 親局は単独局（アンテナ共用なし）、中継局は6波共用^(*2)とし、送信条件は現行の地上デジタル放送と同様とした。
- 出力、送信地上高などは中央値、アンテナ形式は最頻のものを選択し、表2、3のように標準モデルを作成した。
 - 親局のモデル
 - ・ 出力1kW、ERP8.6kW、送信地上高60m、送信アンテナ4素子双ループ4段4面、共用なし
 - 中継局のモデル
 - ・ 出力10W、ERP65W、送信地上高30m、送信アンテナ4素子双ループ2段2面、6波共用

表2 親局モデル

項目	値
送信出力	1kW
損失	0.855 dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.2dB
ERP	8.6 kW
送信アンテナ地上高	60 m
送信アンテナ	4素子双ループ4段4面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	1 (共用なし)

(注) ERP/出力=9.345dBを損失と送信アンテナ利得に分配
損失は給電線0.7 dB(CX77D 75m程度)、他0.155dB

表3 中継局モデル

項目	値
送信出力	10 W
損失	2.17dB
送信アンテナ利得 (相対利得)	10.3 dB
ERP	65 W
送信アンテナ地上高	30 m
送信アンテナ	4素子双ループ2段2面
放送電波発射数 (アンテナ共用)	6 (6波共用)

(注) ERP/出力=8.13dBを損失と送信アンテナ利得に分配
損失は給電線0.9 dB(CX39D45m程度)、共用器1.0dB、他0.27dB

(*2) 現行地デジの親局はアンテナ共用のない単独局が最も多いことから、地上高度化放送の親局モデルは単独局とした。現行地デジの中継局は単独局から8波共用局まで広く分布しているが、地上高度化放送の中継局では共同建設がさらに進むことを想定し、地上高度化放送の中継局モデルは同一放送区域の系統数として最も多い6波（NHK 2波、民放 4波）を共用するものとした。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（3）

■ 指向性を考慮した算出式による電波強度

- モデル化した送信アンテナの垂直指向特性を用いて算出式により、鉄塔からの離隔距離（俯角90度から1度まで）と電波強度の関係を求めた。
- 親局モデル、中継局モデル（6波）ともに、電波強度は鉄塔直下（俯角90度）で最も大きく、鉄塔直下以遠のすべての離隔距離で、鉄塔直下の電波強度を下回る結果となった。
 - 親局モデルの鉄塔直下の電波強度は、 $8.54 \times 10^{-3} \text{ mW/cm}^2$ 。基準値に対して2.18%であった。
 - 中継局モデル（6波）の鉄塔直下の電波強度は、 $1.66 \times 10^{-3} \text{ mW/cm}^2$ 。基準値に対して0.425%であった。

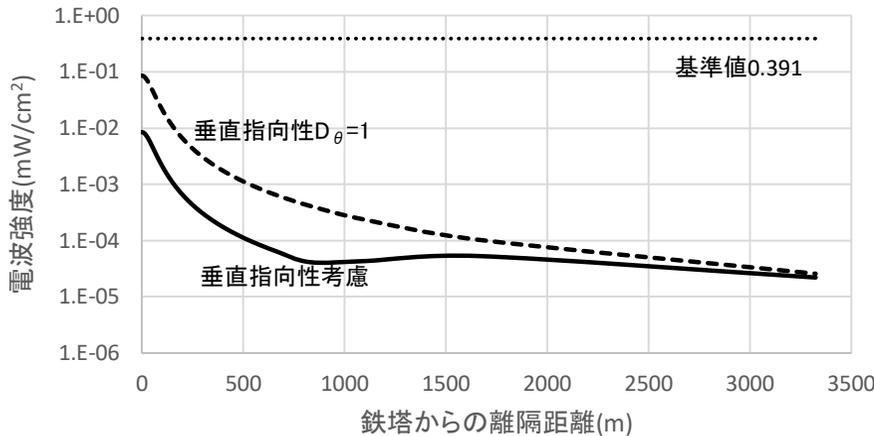


図3 親局モデルの電波強度の距離特性

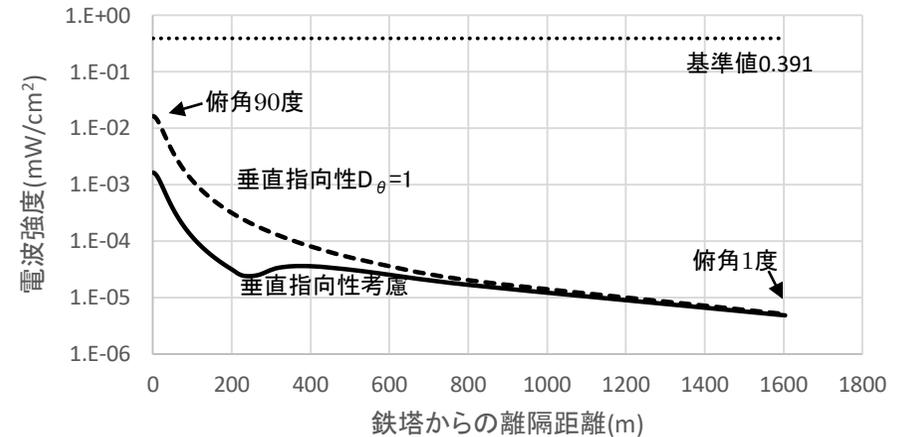
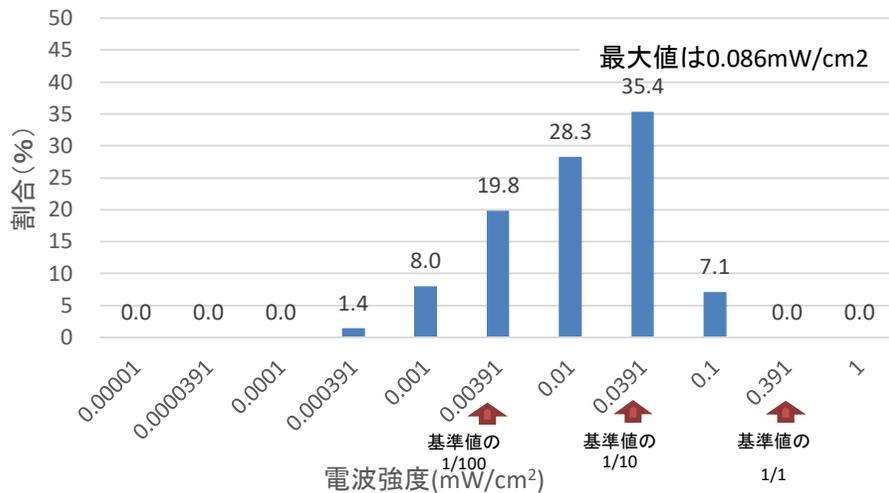


図4 中継局モデル（6波）の電波強度の距離特性

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（４）

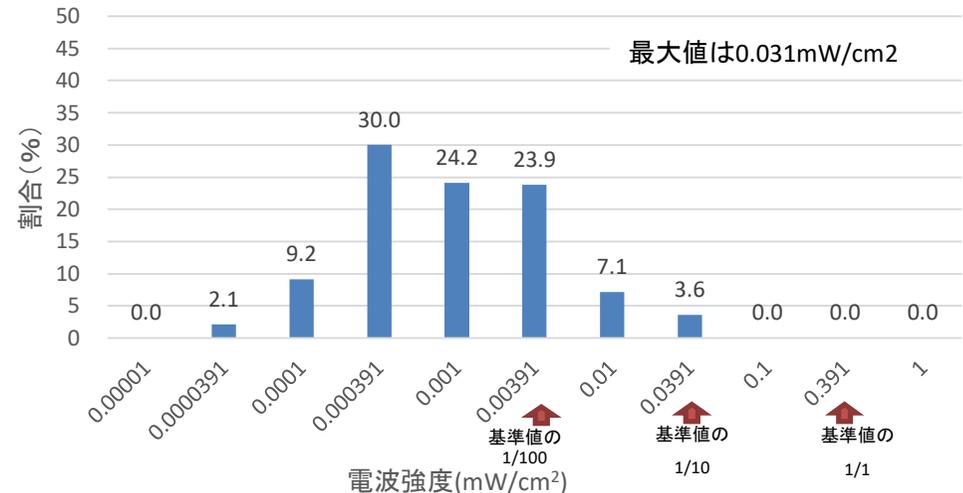
■ 親局、中継局、各々の鉄塔直下の電波防護に係る電波強度

- 標準モデルでは親局、中継局とも鉄塔直下が最も電波強度が大きい結果となった。
- そこで、実際の親局、中継局（*3）の各々のERP、送信地上高を採用し、各々の鉄塔直下（地上高2m）の電波強度を計算した。周波数はどれもch32、鉄塔から1波のみ発射したものとし、垂直指向性は考慮し標準モデルの考え方によった。
- 親局、中継局の鉄塔直下の電波強度の分布をそれぞれ図5、図6に示す。
 - ・ 親局は、すべての局が電波防護基準値を下回る。92.9%の局が基準値の1/10を下回った。
 - ・ 中継局は、すべての局が電波防護基準値の1/10を下回った。



(注)横軸区間の見方: 0.1は0.0391超0.1以下

図5 親局の電波強度の分布 (1波あたり)



(注)横軸区間の見方: 0.1は0.0391超0.1以下

図6 中継局 (3W超) の電波強度の分布 (1波あたり)

(* 3) 基幹放送用周波数使用計画に記載された親局、中継局を対象とした。親局はNHK総合44局、NHK教育1局、民放127局、中継局はNHK総合218局、NHK教育254局、民放902局
 なお、今回の電波防護の調査では、NHK総合の親局に併設されたNHK教育については親局として扱った。

新たな放送サービスの電波防護指針に関する調査の詳細（5）

■ 考察

■ 親局の電波強度について

- 親局モデル(1kW、単独局)の電波強度は、どの離隔距離においても地上において基準値に対して2.18%以下であり、基準値を下回った。電波強度は鉄塔直下で一番大きかった。
- 実際の親局では、出力3kW以上や低い送信地上高(30m程度)など、電波防護上条件が不利な局が存在することから、ERPと地上高については実際の諸元をもとに鉄塔直下の一波あたりの電波強度を計算したところ、すべての局で基準値を下回った。92.9%の局が基準値の1/10を下回った。
- このことから、実際の地上高度化放送において鉄塔共用(アンテナ共用)がさらに進むことを想定しても大部分(92.9%)の親局は、鉄塔直下においても基準値を満足する計算結果となることが推定される。

■ 中継局の電波強度について

- 中継局モデル(10W、6波共用)の電波強度は、どの離隔距離においても地上において基準値に対して0.425%以下であった。電波強度は鉄塔直下で一番大きかった。
- 実際の中継局では、出力30W以上や低い送信地上高(14m程度)など、電波防護上条件が不利な局が存在することから、ERPと地上高については実際の諸元をもとに鉄塔直下の一波あたりの電波強度を計算したところ、すべての局で基準値の1/10を下回った。
- このことから、実際の地上高度化放送においては全社で鉄塔共用(アンテナ共用)となっても、ほとんどの中継局は、鉄塔直下においても基準値を満足する計算結果となることが推定される。

■ 地上高度化放送の電波防護について

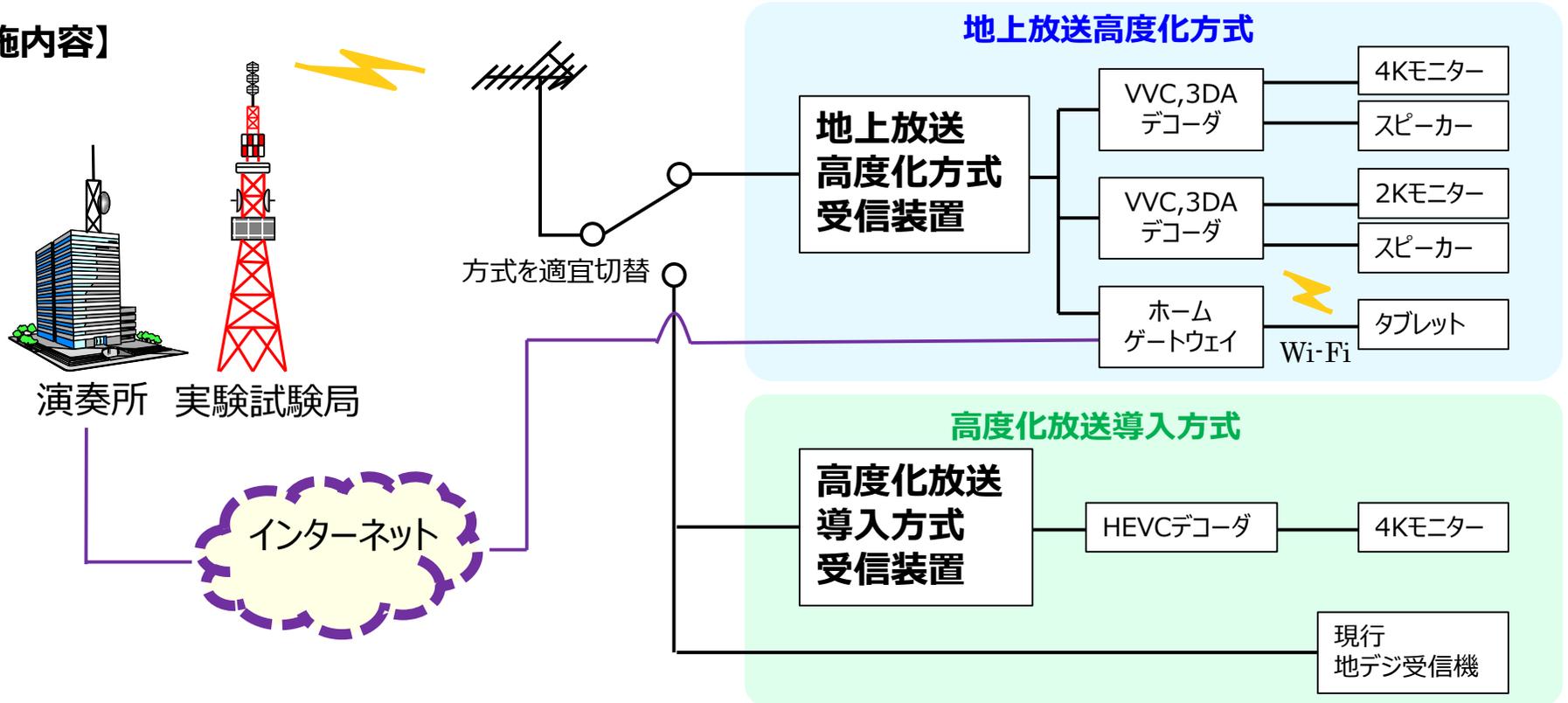
- 親局、中継局のほとんどの局において地上における電波強度は電波防護の基準を下回るものと推定される。ただし、出力が大きく送信地上高の低い親局については、鉄塔共用(アンテナ共用)が進むと計算上基準を上回る可能性がある。
- また、親局などで同じ敷地に隣接して複数の鉄塔がある場合、鉄塔の高所に展望台がある場合、もしくは、STL/TTLや他の通信アンテナと共存する多用途鉄塔の場合など、実際にはさまざまな電波発射・電波環境があることから、電波防護に関してはこれらの電波による影響も考慮される必要がある。
- したがって、計算によるほか、実測により電波防護の要否を判定することも必要となる場合があると考えられる。

新たな放送サービスの総合試験調査

総合試験の概要

- 地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式の実運用を想定し、東京、名古屋、大阪、福岡の実験試験局を用いて、送信から受信までの総合的な試験を実施
- 最新の映像符号化方式や音声符号化方式を用いたコンテンツの伝送や放送通信連携サービスの有効性について実証

【実施内容】



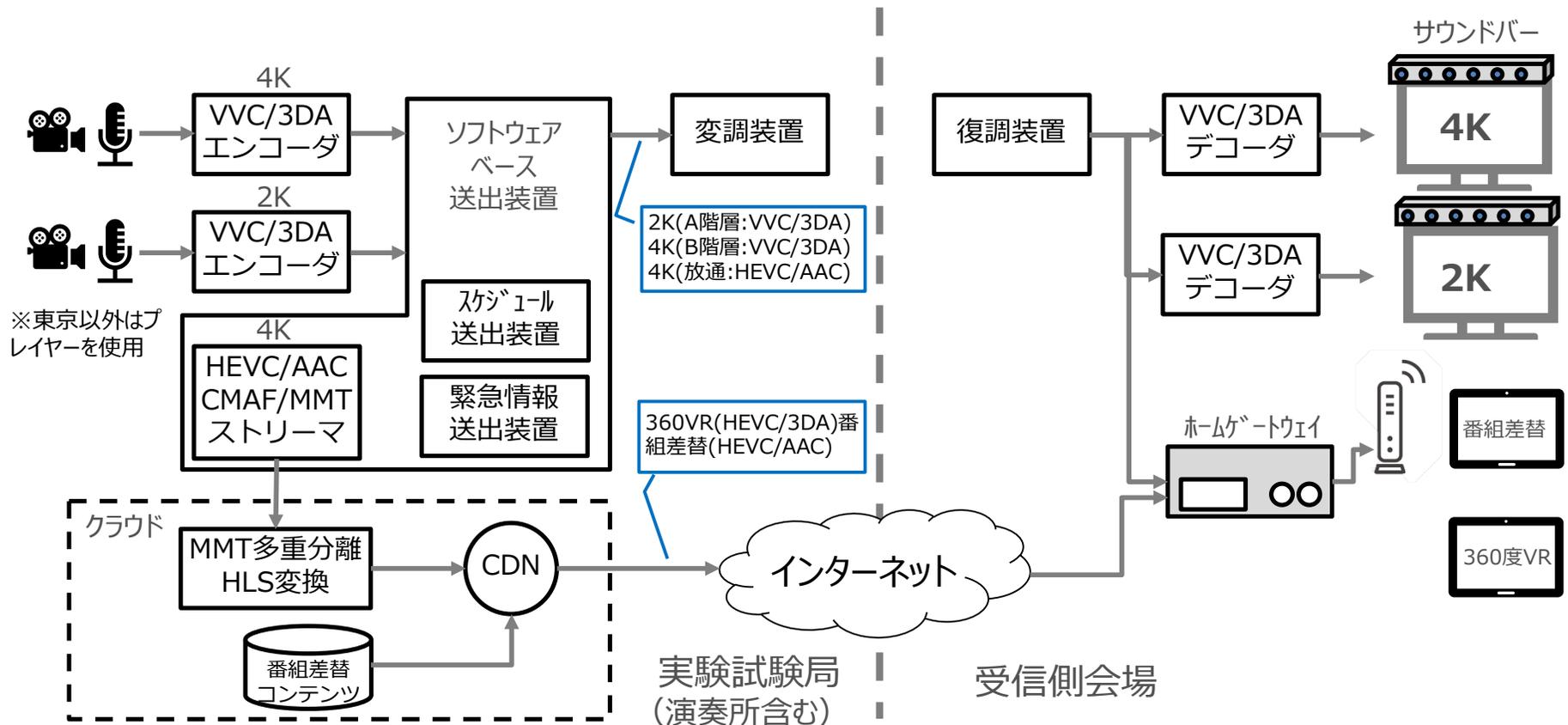
- 地上放送高度化方式では、伝送方式、階層符号化機能や放送通信連携機能の検証
- 高度化放送導入方式では、現行地デジ方式との互換性のある伝送方式の検証

などを実施

地上放送高度化方式

■ 概要

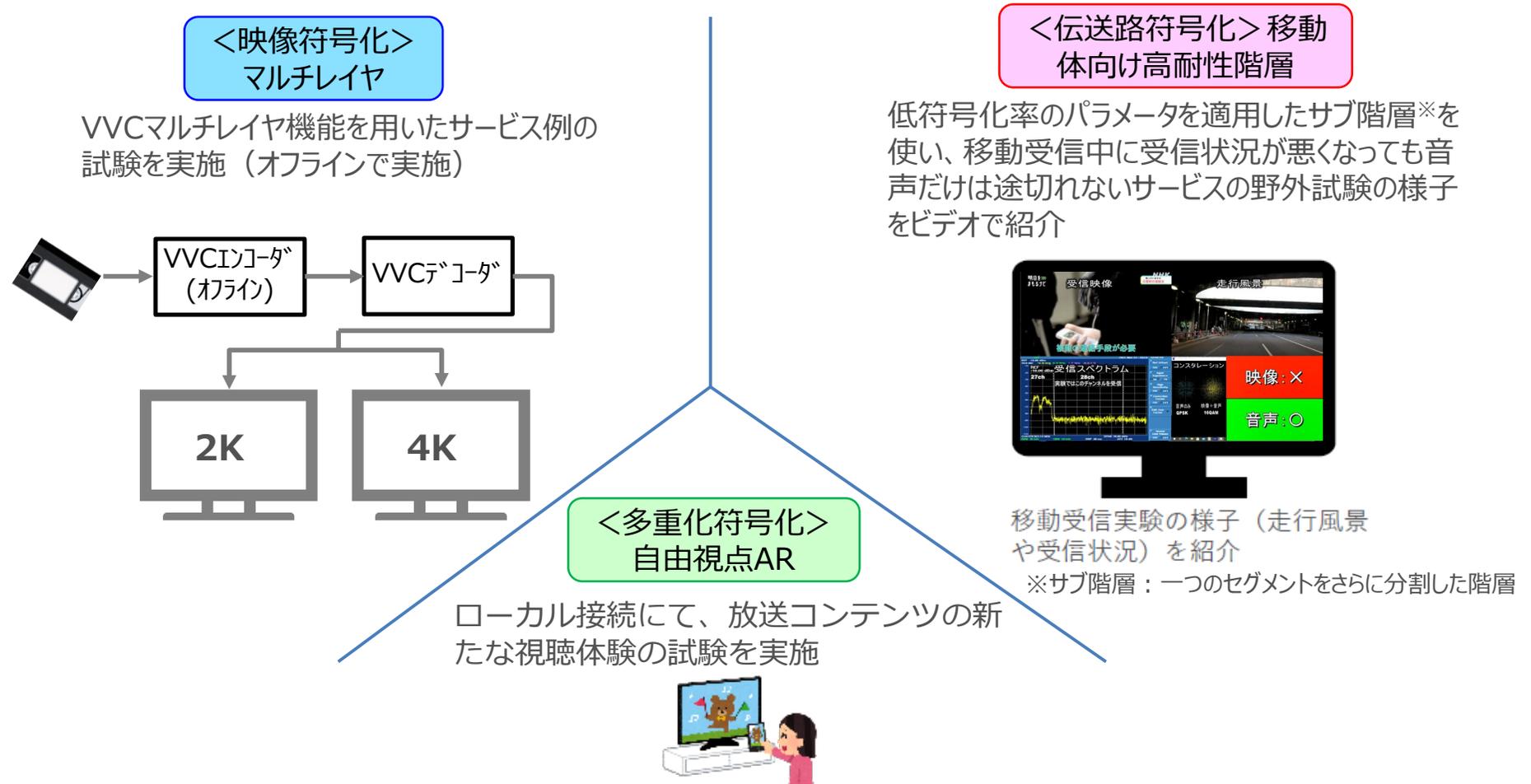
- 映像符号化方式VVC (Versatile Video Coding) 、音声符号化方式 MPEG-H 3D Audioを用いた**高画質・高音質**のサービスに加え、ホームゲートウェイを介した放送通信連携サービス「**番組差し替え**」「**360度VR**」や、地上放送高度化方式の特徴の一つである「**緊急情報サービス**」の試験を実施



地上放送高度化方式

■ 概要

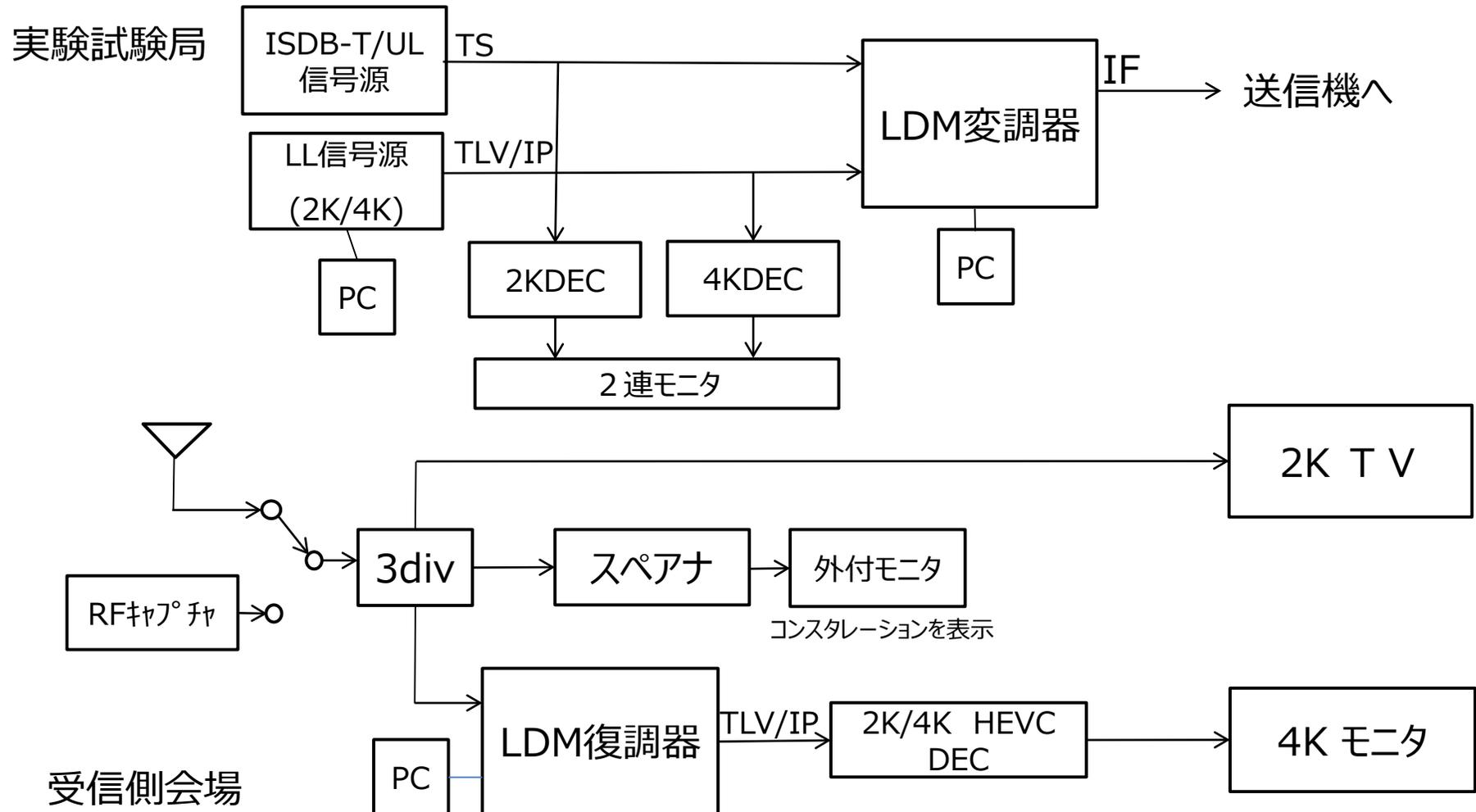
■ 地上放送が高度化した場合の新たな技術の試験を実施



高度化放送導入方式 (LDM方式)

■ 概要

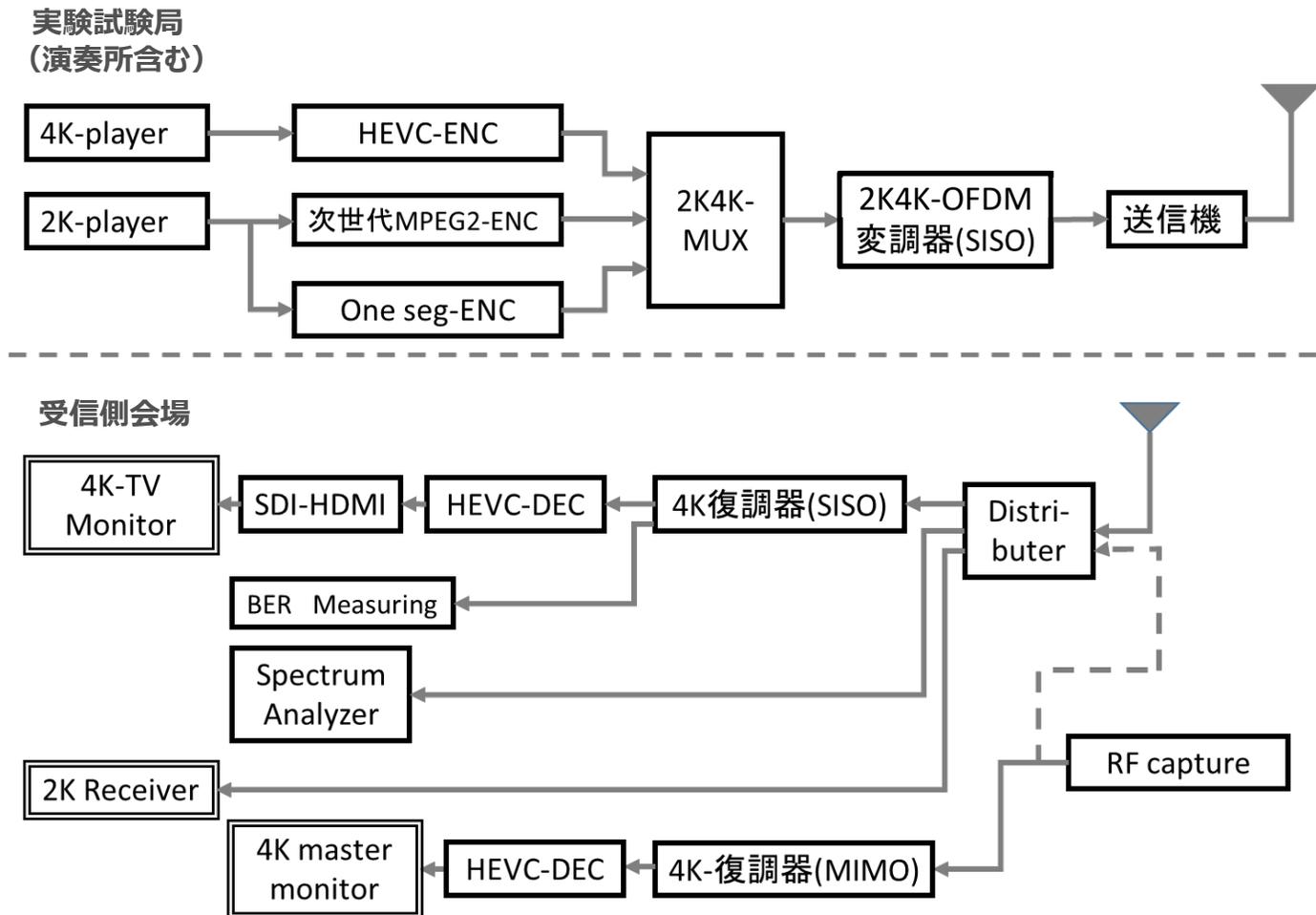
■ 現行2K→LDM方式(移行期)→次世代方式(移行後)を切り替えて試験を実施



高度化放送導入方式（3階層セグメント分割方式）

■ 概要

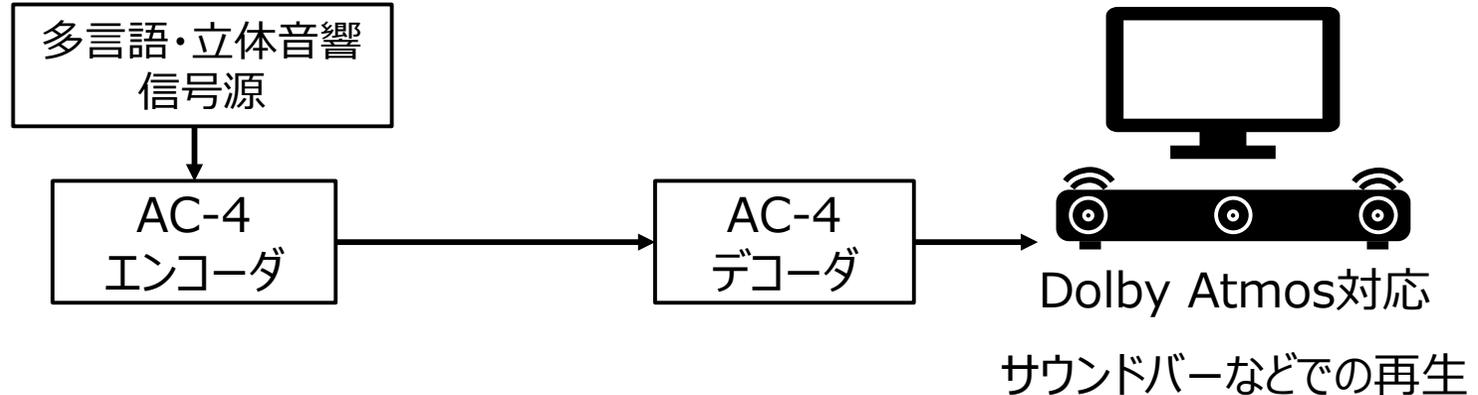
- 多重化されたワンセグ・2K・4K信号をセグメント分割SISO方式により同時伝送し、受信映像を確認する。また、MIMO方式による4K高画質映像を確認



音声符号化（AC-4）

■ 概要

- 音声符号化方式 AC-4を用いた高効率・高機能・高臨場感サービスの試験を実施
- 効率的な多言語切り替え・音声強調・立体音響などの先進機能に対応したリアルタイムエンコード、および、Dolby Atmos対応機器による再生を展示



実施状況

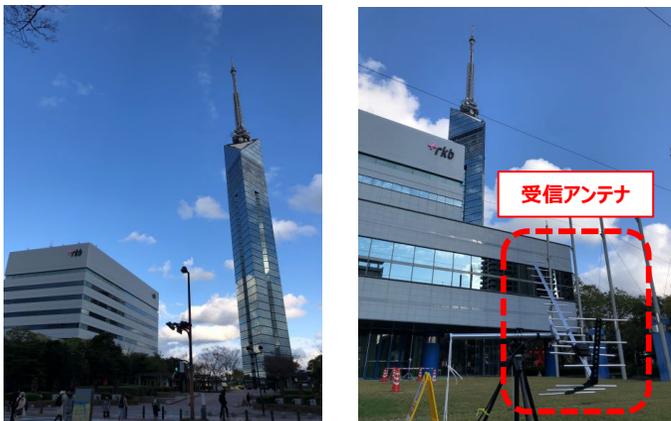
- 東京、名古屋、大阪、福岡の実験試験局を活用して総合試験を実施。
- 各地の実験試験局運用連絡会（総務省、NHK、民放）と合同で、放送方式を実証。

日付	地区	実験試験局 (送信装置)	受信側会場 (受信装置)
2022年12月1日(木)～2日(金)	福岡	福岡タワー	RKB毎日放送
2022年12月8日(木)～9日(金)	大阪	生駒山中腹	大阪科学技術 センター
2022年12月22日(木)～23日(金)	東京	東京タワー（芝）	NHK技研
2023年1月19日(木)～20日(金)	名古屋	中京テレビ 旧放送センター	同左

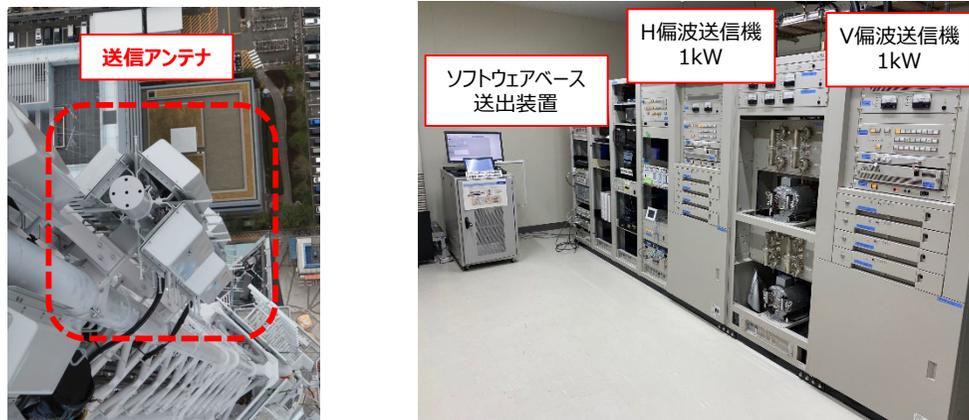
試験会場（福岡）

■ 福岡で実施した総合試験の様子

会場外観と受信アンテナ



福岡実験試験局



受信側会場

地上放送高度化方式



高度化放送導入方式（LDM）



音声符号化 AC-4



試験会場（大阪）

■ 大阪で実施した総合試験の様子

会場外観と受信アンテナ



大阪実験試験局



受信側会場

地上放送高度化方式



高度化放送導入方式（LDM）



高度化放送導入方式（3階層セグメント分割）



試験会場（東京）

東京で実施した総合試験の様子

会場外観と受信アンテナ



東京実験試験局



受信側会場

地上放送高度化方式



高度化放送導入方式（LDM）



放送通信連携サービス



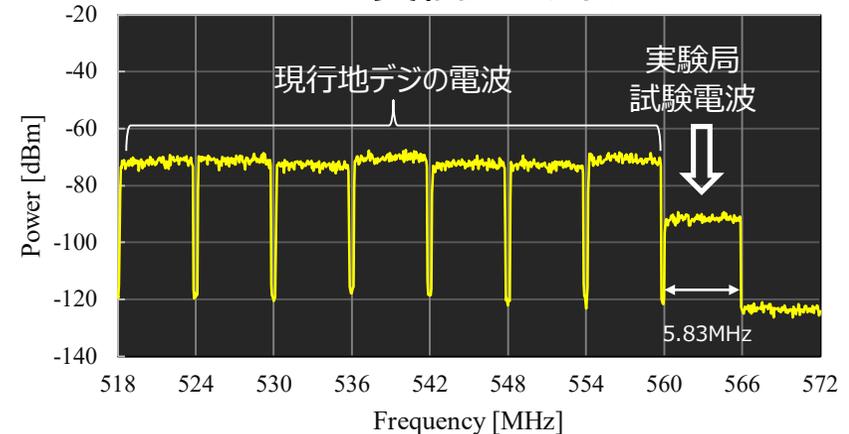
(東京) 地上放送高度化方式の結果

- 総合試験で用いたパラメータと受信スペクトル、受信コンスタレーションを示す。
- 良好に受信できており、高音質・高画質のサービスに加え、放送通信連携サービスの番組差し替えについても動作検証ができた。

■ 総合試験で用いたパラメータ

占有帯域幅	5.83 MHz	
受信形態	固定受信	移動受信
セグメント数	26	9
キャリア変調	1024 NUC QAM	16 NUC QAM
FFTサイズ	16 k	
シンボル長	2 592 μ s	
GI比 (GI長)	800/16384 (126 μ s)	
誤り訂正	Inner: LDPC, code rate = 9/16 Outer: BCH	Inner: LDPC, code rate = 7/16 Outer: BCH
伝送容量	21.5 Mbit/s	2.2 Mbit/s
映像符号化	VVC	
映像フォーマット	3840×2160/60/P (4K)	1920×1080/60/P (2K)
映像レート	9.0 Mbit/s * 2番組	0.7 Mbit/s * 2番組
音声符号化	MPEG-H 3D Audio LC level 4	
音声レート	704 kbit/s (22.2ch + 4 objects)	96 kbit/s (2ch + 2objects)

■ 受信スペクトル

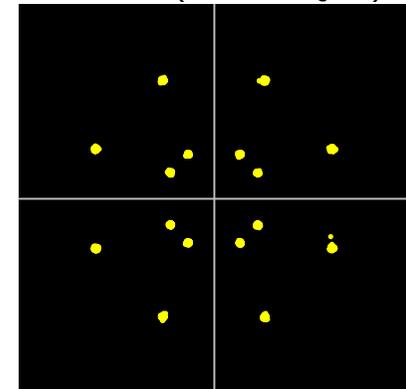
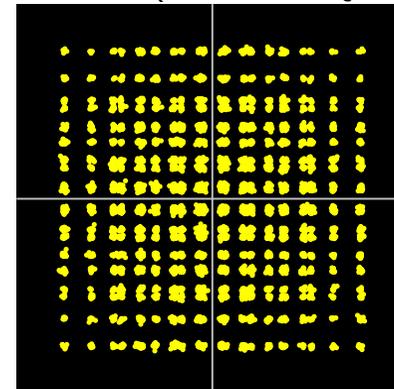


※現行地デジの電波に比べて、実験試験局の試験電波の受信電力が低くなっているが、送信電力の違いによるものであり、試験結果としては問題ない。

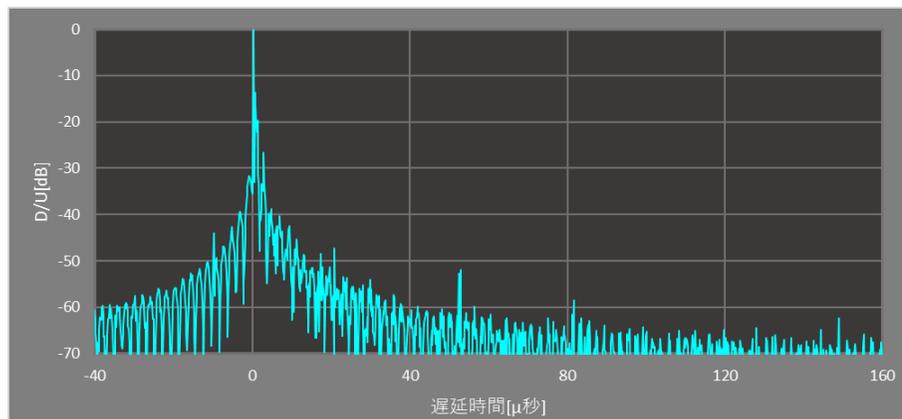
■ 受信コンスタレーション

固定受信(1024 NUC QAM)

移動受信(16 NUC QAM)



■ 遅延プロファイル



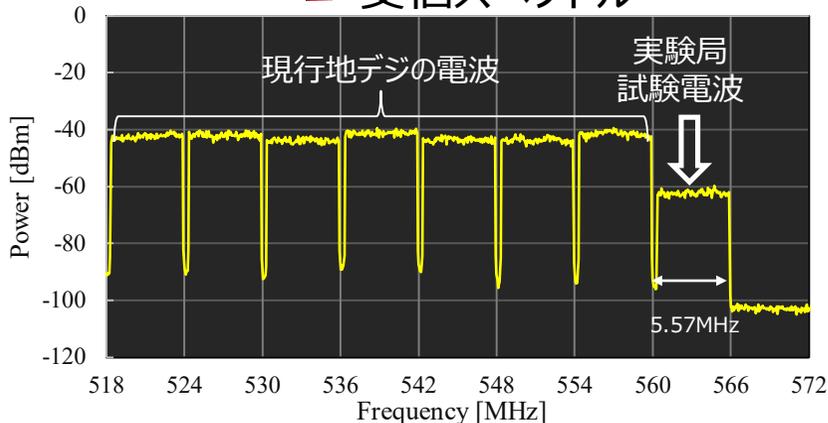
(東京) 高度化放送導入方式 (LDM方式) の結果

- 総合試験で用いたパラメータと受信スペクトル、受信コンスタレーションを示す。
- 良好に受信できており、現行地デジから、移行期、移行後の動作検証ができた。

■ 総合試験で用いたパラメータ

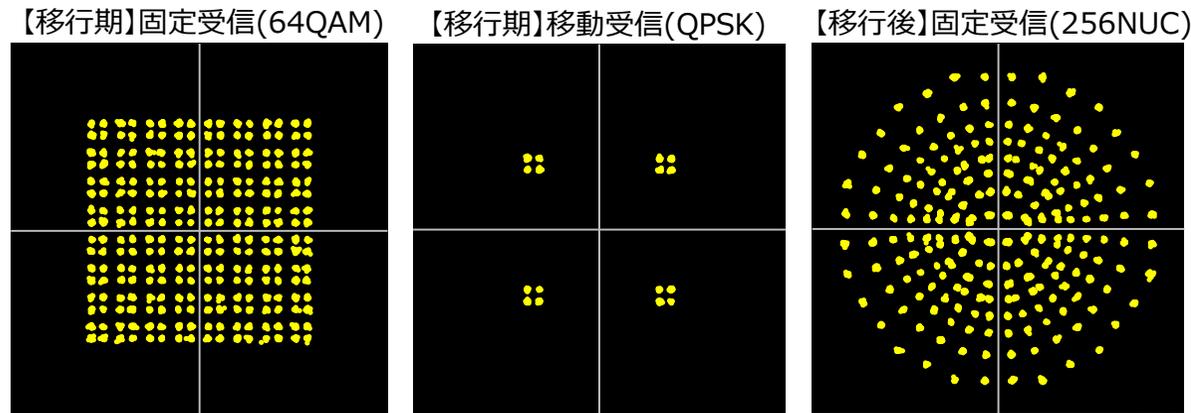
	移行期			移行後
占有帯域幅	5.57 MHz			
受信形態	固定受信 (新サービス)	固定受信 (現行)	移動受信 (現行)	固定受信 (新サービス)
セグメント数	13	12	1	13
キャリア変調	QPSK	64 QAM	QPSK	256 NUC QAM
FFTサイズ	8 k			8 k
シンボル長	1008 μ s			1008 μ s
GI比 (GI長)	1/8 (126 μ s)			1/8 (126 μ s)
誤り訂正	Inner: LDPC, code rate = 4/16 Outer: BCH	Inner: 畳み込み符号, code rate = 2/3 Outer: RS	Inner: 畳み込み符号, code rate = 2/3 Outer: RS	Inner: LDPC, code rate = 11/16 Outer: BCH
伝送容量	2.17 Mbit/s	14.9 Mbit/s	416 kbit/s	24.1 Mbit/s
映像符号化	HEVC	MPEG-2	H.264	HEVC
映像フォーマット	1920×1080/60/P	1440×1080/60/I(2K)	320×240/15/I(QVGA)	3840×2160/60/P(4K)
映像レート	1.6 Mbit/s	12.5 Mbit/s	220 kbit/s	16.5 Mbit/s
音声符号化	MPEG-2 AAC			MPEG-2 AAC
音声レート	201 kbit/s	201 kbit/s	51 kbit/s	201 kbit/s

■ 受信スペクトル



※現行地デジの電波に比べて、実験試験局の試験電波の受信電力が低くなっているが、送信電力の違いによるものであり、試験結果としては問題ない。

■ 受信コンスタレーション



試験会場（名古屋）

■ 名古屋で実施した総合試験の様子

会場外観と受信アンテナ



東山実験試験局



受信側会場

地上放送高度化方式



高度化放送導入方式（LDM）



高度化放送導入方式（3階層セグメント分割）



技術基準に資する調査内容等の取りまとめ

■ 地上放送高度化方式

- 放送サービスの概要
 - ISDB-Tの長所を継承しつつ、移動受信、固定受信向けサービスや複数番組を1chの中でより柔軟に伝送可能
 - フレーム構成において拡張区間を設定可能とし、将来の新たなサービスにも対応可能
- 伝送技術、伝送容量の概要
 - 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採用。現行の地上デジタル放送と同等の伝送耐性で1.7倍の伝送容量を確保
- サービス導入手法の概要
 - 現行放送のチャンネルを整理し、新たなチャンネルを確保することにより高度化放送を実施



フレーム構成例 (1)

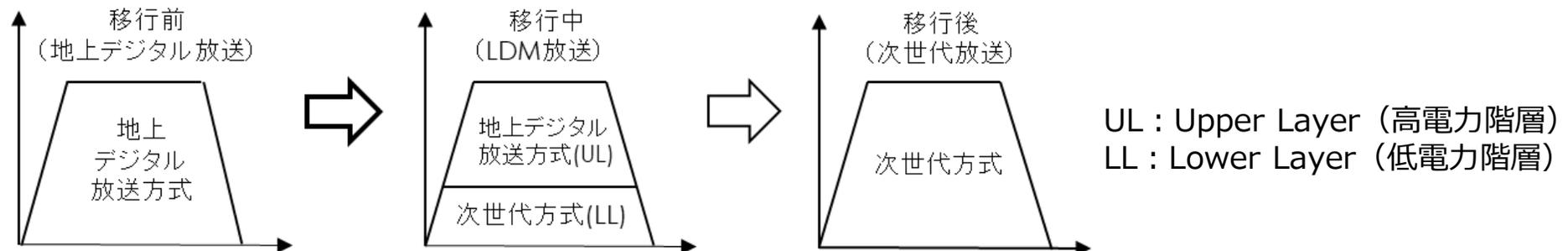


フレーム構成例 (2)

■ 高度化放送導入方式（階層分割多重（LDM）方式）

※LDM方式とは、現行の地上デジタル放送を地上デジタル放送方式（UL）と定義し、レベル差をつけた次世代方式の信号（LL）を重畳することで、現行の地上デジタル放送から次世代放送への移行を実現する方式（下図参照）

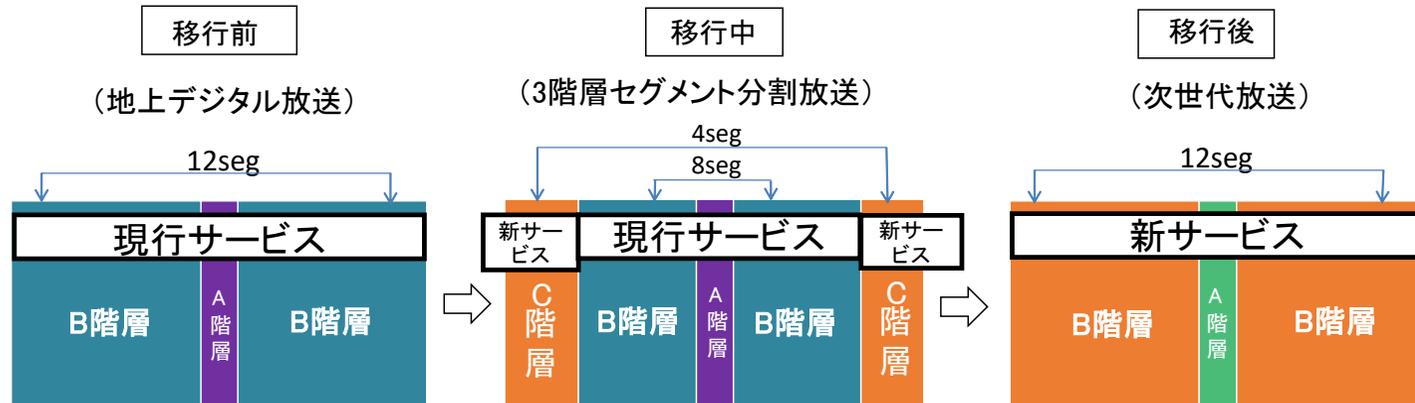
- 放送サービスの概要
 - 移行中はLDM放送により、これまでのワンセグ、2Kサービスに加え2K又は4Kサービスを提供
 - 移行後は、次世代方式のみの放送となり、高画質な4Kサービスと移動受信向けサービスを提供
- 伝送技術、伝送容量の概要
 - 次世代方式では、256QAMを超える多値キャリア変調、LDPC符号、不均一コンスタレーションなどの伝送技術の適用が可能。地デジと同等の伝送耐性で約1.4倍の伝送容量を確保
- サービス導入手法の概要
 - 新たなチャンネルの確保は不要であり、また、移行中も既存受信機では引き続き2Kサービスが視聴可能である。次世代方式対応受信機普及ののち次世代放送へ移行



技術基準に資する調査内容等の取りまとめ

■ 高度化放送導入方式（3階層セグメント分割方式）

- 放送サービスの概要
 - ISDB-Tをベースに拡張した方式で、移行中は周波数セグメントを3階層に分割し、C階層に次世代方式の信号を多重（※）することで、新たなサービスを同時に伝送可能
 （※）C階層に高多値キャリア変調や強力な誤り訂正（LDPC符号）などを適応した場合、一部の既存受信機に対して影響を生じさせることが確認されている。
 - 移行後は次世代放送として、高画質な4Kサービスと移動受信向けサービスが可能
- 伝送技術、伝送容量の概要
 - 次世代放送では256QAMを超える多値キャリア変調、不均一コンスタレーションなどの伝送技術を採用し、LDPC使用した場合は現行の地上デジタル放送と同等の伝送耐性で約1.4倍の伝送容量を確保
- サービス導入手法の概要
 - 新たなチャンネルの確保は不要であり、現行中継ネットワークを活用し、次世代方式に切り替え、現行放送と同時に、現行放送とほぼ同等エリアを確保して新サービスを実施。次世代方式対応受信機普及ののち次世代放送へ移行



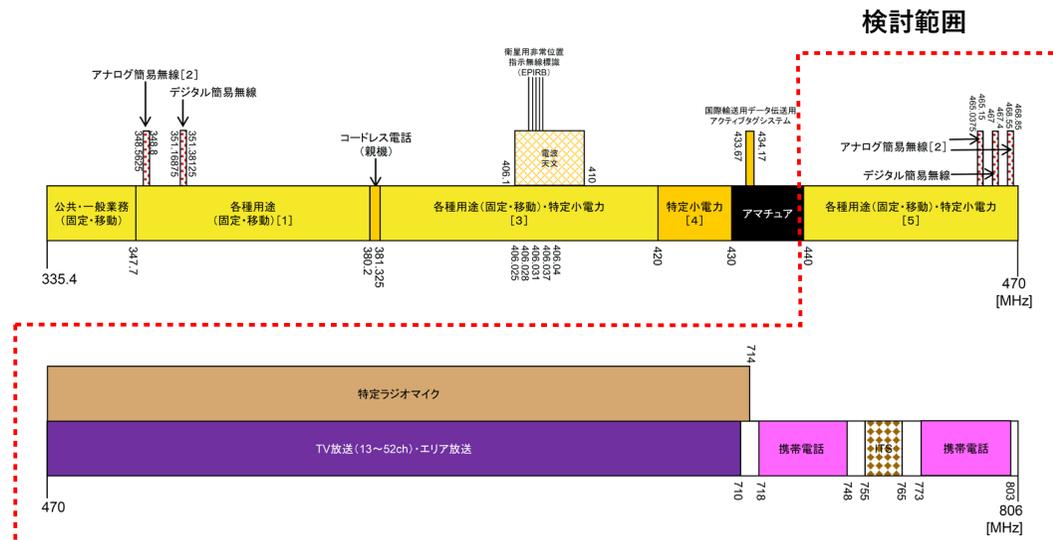
新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システム との影響調査

高度化方式（地上放送高度化方式、高度化放送導入方式（LDM方式））と他の無線システム* との被干渉・与干渉試験を実施・評価

* ISDB-T、高度化方式の相互干渉、特定ラジオマイク、エリアワンセグ、業務用無線、LTE

無線システム		被干渉							
		ISDB-T	地上放送高度化	LDM方式	特定ラジオマイク (470~710MHz)	特定ラジオマイク (710~714MHz)	エリアワンセグ	業務用無線	LTE (5G)
与干渉	ISDB-T	済	再	再	済	済	済	済	済
	地上放送高度化	再	済	—	済	済	ISDB-T同様	再	R4
	LDM方式	ISDB-T同様	—	再	済	済	ISDB-T同様	済	R4
	特定ラジオマイク(470~710MHz)	済	済	再	—	—	—	—	—
	特定ラジオマイク(710~714MHz)	済	済	再	—	—	—	—	—
	エリアワンセグ	済	再	再	—	—	—	—	—
	業務用無線	済	再	再	—	—	—	—	—
	LTE (5G)	済	R4	R4	—	—	—	—	—

凡例：(再)再試験を実施する項目 (R4)R4年度に実施する項目 (—)対象外



新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 令和4年度の調査内容

- LDM方式のInjection Level(IL)値・変調パラメータの変更に伴い、被干渉の再試験を実施
- 地上放送高度化方式の周波数オフセットの変更に伴い、被干渉及び与干渉の再試験を実施
- LTEとの被干渉試験を実施（与干渉試験についてはデータ整理中）

■ 主要結論

- 高度化方式と他の無線システムとの混信保護比の再試験を行ったところ、調査したパラメータではISDB-Tの混信基準値とほぼ同等であることを確認した。
- 地上放送高度化方式とISDB-Tとの隣接関係については、上隣接チャンネルにおける周波数オフセット+1/18MHzでの干渉の影響の許容限は、最悪値でISDB-Tの混信保護基準（D/U=-29dB）を1dB下回ったが、他はISDB-Tの混信保護基準を満足した。
- 高度化方式とLTEとの混信保護比の検討では、高度化方式の被干渉がISDB-Tの被干渉とほぼ同等であることを確認した。

- 地上デジタルテレビジョン放送の高度化方式においても、ISDB-Tの混信保護基準を適用することが可能と想定される。
- ISDB-Tまたは地上放送高度化方式に対して、地上放送高度化方式が上隣接となる場合は、置局検討の際に考慮が必要である。
- 高度化方式から他の無線システムへの干渉については、問題となるような影響は無かった。（業務用無線とLTEについては調査中）
- ただし、最終的な方式として変調パラメータが決定していないことや、伝送フォーマットが変更される可能性があることから、今後、方式が定まった時点で混信保護比を再調査する必要がある。

■ 地上放送高度化方式からISDB-Tへの影響調査

- 地上放送高度化方式とISDB-Tとの隣接関係については、上隣接チャンネルにおける周波数オフセット +1/18MHzでの干渉の影響の許容限は、最悪値でISDB-Tの混信保護基準（D/U=-29dB）を1dB下回ったが、他はISDB-Tの混信保護基準を満足した。

表 地上放送高度化方式からISDB-Tへの干渉試験結果

妨害波の占有周波数帯幅		5.85MHz				
希望波に対する妨害波の配置		同一	上隣接	下隣接	上隣々接	下隣々接
周波数オフセット		+1/18MHz				
干渉の影響の許容限	最悪値	19.2	-28	-36	-36	-34
	中央値	17.6	-37	-38	-40	-40
	最良値	17.0	-39	-40	-41	-41
ISDB-Tの混信保護基準		28	-29	-26	—	—

単位
[dB]

表 試験パラメータ（地上放送高度化方式は標準的なパラメータを使用）

項目	地上放送高度化方式	ISDB-T
干渉の種別	与干渉	被干渉
入力レベル	—	-65dBm
干渉保護基準 (内符号復号後のBER)	—	2×10^{-4}
パラメータ	256QAM, NUC 符号化率 R=12/16 時間インターリーブ長 I=1 (292ms) 所要C/N=20.2dB オフセット: +1/18MHz	64QAM 符号化率 R=3/4 時間インターリーブ長 I=2 (215ms) 所要C/N=20.1dB オフセット: +1/7MHz

■ ISDB-Tから高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値 (ISDB-Tから高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル	25	26	28
上隣接チャンネル	-34	-34	-29
下隣接チャンネル	-37	-34	-26
上隣々接チャンネル	-38	-36	—
下隣々接チャンネル	-38	-36	—

■ 高度化方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- 地上放送高度化方式の上隣接チャンネルを除いて、ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値 (高度化方式から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル	25	27	28
上隣接チャンネル	-34	-26	-29
下隣接チャンネル	-37	-30	-26
上隣々接チャンネル	-38	-41	—
下隣々接チャンネル	-38	-44	—

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

新たな放送サービスの導入に伴う他の無線システムとの影響調査

■ 特定ラジオマイク（470～710MHz）デジタル方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた（同一チャンネルを除く）。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値(特定ラジオマイク(470～710MHz) デジタル方式から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル(*)	21	22	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-38	-34	-14
下隣接チャンネル	-42	-37	-20
上隣々接チャンネル	-45	-43	-39
下隣々接チャンネル	-45	-45	-39

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

■ 特定ラジオマイク（470～710MHz）アナログ方式から高度化方式への混信保護基準の暫定値※

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた（同一チャンネルを除く）。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値(特定ラジオマイク(470～710MHz) アナログ方式から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
同一チャンネル(*)	21	22	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-39	-36	-14
下隣接チャンネル	-42	-40	-20
上隣々接チャンネル	-44	-44	-39
下隣々接チャンネル	-45	-45	-39

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

■ 特定ラジオマイク（710～714MHz）から高度化方式への被干渉特性の評価

- テレビホワイトスペースの特定ラジオマイクに適用されるISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(特定ラジオマイク(710～714MHz)から高度化方式)、D/U [dB]		
		LDM方式 UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	地上放送高度化方式 周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	ISDB-T(参考) 64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
デジタルマイク	上隣接チャンネル	-33	-32	-14 [*]
アナログマイク	上隣接チャンネル	-36	-35	-14 [*]

※ テレビホワイトスペースの特定ラジオマイクが上隣接チャンネルになるときの混信保護基準を参考値として記載した。

■ エリアワンセグから高度化方式への混信保護基準の暫定値^{*}

- ISDB-Tの混信保護基準と同等の結果が得られた。

希望波に対する妨害波の配置	混信保護基準の暫定値(エリアワンセグから高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式 UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	地上放送高度化方式 周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	ISDB-T(参考) QPSK, 1/2 所要C/N=4.9dB
同一チャンネル(*)	23	24	I/N=-10dB
上隣接チャンネル	-36	-33	-17
下隣接チャンネル	-41	-40	-14
上隣々接チャンネル	-42	-40	-17
下隣々接チャンネル	-43	-41	-14

(*) 同一チャンネルについてはD/UではなくI/Nを用いることが規定されているため、参考値としてD/Uの値を記載している。

※最終的な方式として変調パラメータが決定していないことから暫定値として記載した。

■ 業務用無線（タクシー無線等）から高度化方式への被干渉特性の評価

- 大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響は無かった。

希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(業務用無線($\pi/4$ シフトQPSK)から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
下隣接チャンネル	-37	-36	規定なし

■ LTE（718～728MHz）から高度化方式への被干渉特性の評価

- 大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響は無かった

希望波に対する妨害波の配置	被干渉試験結果(LTE(718～728MHz)から高度化方式)、D/U [dB]		
	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T(参考)
	UL: 64QAM, 2/3 LL: QPSK, UC, 4/16, IL=21dB 所要C/N=19.2dB	周波数オフセット: +1/18MHz 256QAM, NUC, 12/16 所要C/N=20.2dB	64QAM, 7/8 所要C/N=22.0dB
上隣々接チャンネル	-45	-45	規定なし

■ 高度化方式から特定ラジオマイク（470～710MHz）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uは同一であり、高度化方式から特定ラジオマイク（470～710MHz）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から特定ラジオマイク(470～710MHz))、D/U [dB]	
		デジタルマイク	アナログマイク
		入力レベル-90dBm	入力レベル-90dBm
LDM方式	同一チャンネル	4	-5
地上放送高度化方式、+1/18MHz	同一チャンネル	4	-5
ISDB-T(参考)	同一チャンネル	4	-5

■ 高度化方式から特定ラジオマイク（710～714MHz）への与干渉特性の評価

- 高度化方式とISDB-Tの与干渉D/Uはほぼ同一であり、高度化方式から特定ラジオマイク（710～714MHz）への影響度はISDB-Tと同程度であった。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から特定ラジオマイク(710～714MHz))、D/U [dB]	
		デジタルマイク	アナログマイク
		入力レベル-90dBm	入力レベル-90dBm
LDM方式	上隣接チャンネル	-46	-58
地上放送高度化方式、+1/18MHz	上隣接チャンネル	-47	-58
ISDB-T(参考)	上隣接チャンネル	-50	-60

■ 高度化方式から業務用無線（タクシー無線等）への与干渉特性の評価

- LDM方式については大きな所要D/Uが得られており、干渉の影響は無かった。
- 地上放送高度化方式については調査中。

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式から業務用無線(4値FSK))、D/U [dB]	
		業務用無線(4値FSK)	入力レベル-90dBm
LDM方式	下隣接チャンネル	-64	
地上放送高度化方式、+1/18MHz	下隣接チャンネル	調査中	
ISDB-T(参考)	下隣接チャンネル	-64	

■ 高度化方式からLTE（718～728MHz）への与干渉特性の評価

- 調査中

妨害波	希望波に対する妨害波の配置	与干渉試験結果(高度化方式からLTE(718～728MHz))、D/U [dB]	
		LTE(弱電界)	LTE(強電界)
LDM方式	上隣接チャンネル		
地上放送高度化方式、+1/18MHz	上隣接チャンネル		
ISDB-T(参考)	上隣接チャンネル		

■ 試験パラメータ (地上デジタル放送)

項目	LDM方式	地上放送高度化方式	ISDB-T	備考
入力レベル	-65dBm		-65dBm	同一、隣接、隣隣接
干渉保護基準 (内符号復号後のBER)	1×10^{-7}		2×10^{-4}	
パラメータ1 (弱)	移行中(LL: 次世代方式②) UL:64QAM(2/3) LL:16QAM(12/16), UC IL:21dB I=2 (215ms) 所要C/N=32.2dB オフセット: +1/7MHz	1024QAM NUC R=12/16 I=1 (292ms) 所要C/N=25.1dB オフセット: +1/18MHz		変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)
パラメータ2 (中)	移行中(LL: 次世代方式①) UL:64QAM(2/3) LL:QPSK(4/16), UC IL:21dB I=2 (215ms) 所要C/N=19.2dB オフセット: +1/7MHz	256QAM NUC R=12/16 I=1 (292ms) 所要C/N=20.2dB オフセット: +1/18MHz	64QAM R=3/4 I=2 (215ms) 所要C/N=20.1dB オフセット: +1/7MHz	変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)
パラメータ3 (強)	移行後(B階層: 次世代放送) UL: - LL:256QAM(11/16), NUC IL: - I=2 (215ms) 所要C/N=19.1dB オフセット: +1/7MHz	1024QAM NUC R=9/16 I=1 (292ms) 所要C/N=19.8dB オフセット: +1/18MHz		変調方式 符号化率(R) 時間インターリーブ長(I)

高度化方式の試験パラメータは、ISDB-Tと同等の置局条件となることを想定して、ISDB-Tの所要C/Nと近いパラメータを評価対象として選定した。

放送用受信技術の調査検討

放送用受信技術の調査検討

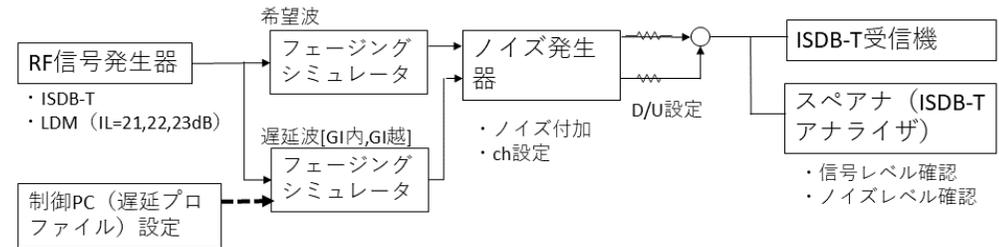
【調査概要】

高度化放送導入方式の階層分割多重方式（LDM方式）に関する受信技術について調査を行う。具体的には、昨年度の放送用受信技術の調査結果を踏まえ、LDM方式の既存ISDB-T受信機（固定受信機や車載受信機等）に与える影響について調査し、実運用時に想定される課題や解決策を取りまとめる。

【調査内容】

① 変更した伝送パラメータでの既存受信機への影響調査

昨年度、実施した伝送パラメータにおいて、スキャンでチャンネル登録されない受信機が存在が確認されたため、よりILを大きくとった伝送パラメータ（IL = 21, 22, 23dB）により、既存ISDB-T受信機でのチャンネル登録動作、受信動作の検証を行い、既存受信機への影響調査を行う。



② マルチパス環境調査

マルチパス環境における受信動作について、ISDB-T方式との比較を行う。

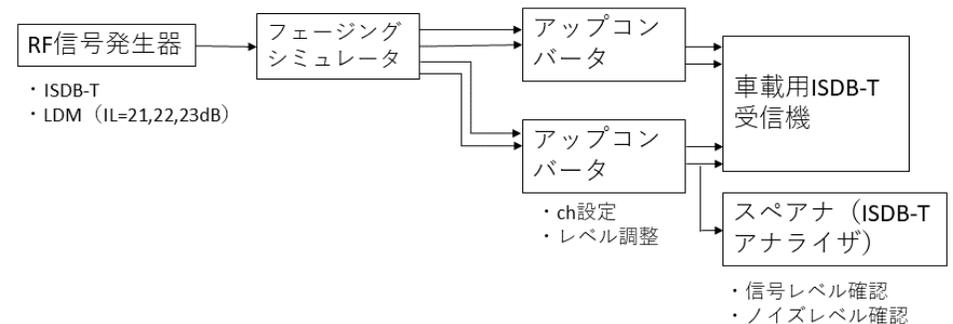
③ 車載向けダイバーシティ受信調査

4ダイバーシティ対応のフェージングシミュレータを用いて、ダイバーシティ受信動作をISDB-T方式との比較を行う。

④ 次世代放送に移行後の現行受信機動作調査

チャンネル選局時に誤動作しないことを確認する。

マルチパス環境実験システム図



ダイバーシティ受信環境実験システム図

放送用受信技術の調査検討

①変更した伝送パラメータでの既存受信機への影響調査

■ チャンネル登録動作、受信画質の検証（固定受信機36機種、車載受信機5機種により検証）

- ・ C/N = 18dB、22dB相当の受信環境において、LDM方式 UL:B階層64QAM (2/3) (IL = 21,22,23dB) について ISDB-T方式 B階層64QAM(3/4)と比較した。

<固定受信機の検証結果>

表1：スキャンでチャンネル登録されなかった機種数（固定受信機）

	LDM				ISDB-T
	IL=19dB	IL=21dB	IL=22dB	IL=23dB	
C/N=18dB	(13)	7	3	3	1
C/N=22dB	(3)	0	0	0	0

表2：ブロックノイズが発生した機種数（固定受信機）

	LDM			ISDB-T
	IL=21dB	IL=22dB	IL=23dB	
C/N=18dB	4	3	3	3
C/N=22dB	0	0	0	0

※ IL=19dBの（）は今年度検証対象機種のうち、昨年度検証した機種の結果

※ C/N=18dB：受信機の実用域、C/N=22dB：JEITA基準値

- ・ 今回のパラメータにおいてもスキャンでチャンネル登録されない受信機の存在が確認された（表1）。
- ・ C/N=18dBにおいて、ISDB-T方式では3機種でブロックノイズが発生したが、LDM方式では、IL=21dBにおいて、ブロックノイズが発生する機種が1機種増えて、4機種となった。（表2）。

<車載受信機の検証結果>

- ・ C/N = 18dB相当のノイズ付加でチャンネル登録されなかったり、ブロックノイズが発生した機種はなかった。

■ EPG録画（固定受信機12機種により検証）、設置確認の検証（固定受信機21機種により検証）

- ・ LDM方式では、C/Nモニタ値が低く検出される（詳細はP45）ことで、EPG録画に失敗する機種（詳細はP46）、設置時に受信品質が不足しているメッセージが表示され、設置確認に課題が生じる機種があることも確認された（詳細はP47）。

※ C/Nモニタ値：受信機で算出される受信C/Nの評価値。多くの機種では、アンテナ方向調整等の目的に使用される受信品質表示値に換算される。

放送用受信技術の調査検討

■ ②マルチパス環境調査（固定受信機21機種により検証）

- GI（ガードインターバル）越マルチパス波、GI内マルチパス波を妨害波として比較した。LDM方式はISDB-T方式と比較して妨害波耐性が概ね同等または高い結果となった。（詳細はP48）

■ ③車載向けダイバーシティ受信調査（車載受信機5機種により検証）

■ マルチパス環境調査（フェージングとドップラーシフトを付加して検証）

- GI内+GI越マルチパス波、GI内マルチパス波（TU-6）、GI越マルチパス波を妨害波として比較した。LDM方式はISDB-T方式と比較して妨害波耐性が概ね同等または高い結果となった。（詳細はP49）

※ TU-6（Typical urban 6-path Rayleigh Fading Channel Model）：

6波のマルチパス環境下における都市部での移動受信を想定した伝搬モデル

ETSI EN 300 910 V8.5.1, “Digital Cellular Telecommunications System (Phase2+) ; Radio Transmission and Reception (GSM 05.05 Version 8.5.1 Release 1999) ” C3.3 Typical case for urban area (TUx)

https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300900_300999/300910/08.05.01_60/en_300910v080501p.pdf

■ 受信電界強度によるC/Nモニタ値の検証

- LDM方式では、受信電界強度が十分に高い場合にも、「裏番組表取得機能動作下限しきい値」を下回り、機能が利用できない機種や動作範囲が狭まる機種があった。また、C/Nモニタ値が低く検出されることが確認され、車両取付検査が正しく実施できなくなる懸念が生じる。（詳細はP50）

■ ④次世代放送に移行後の現行受信機動作調査（固定受信機25機種、車載受信機3機種により検証）

- 受信機内テーブル情報と地域コードを考慮して、プリセットを保存する機種があり、初期スキャン後もプリセットが削除されない機種が1機種あった（固定受信機）。
- TMCCの起動制御信号に反応して、出力を外部入力から地デジに切り替える機能を有する機種があり、外部入力視聴中に、メディアが地デジに切り替わり、「現在放送されていません。」の黒画面になる機種が1機種あった（固定受信機）。ただし、移行後に初期スキャンを行えば、チャンネル登録されないため、このような動作は発生しない。

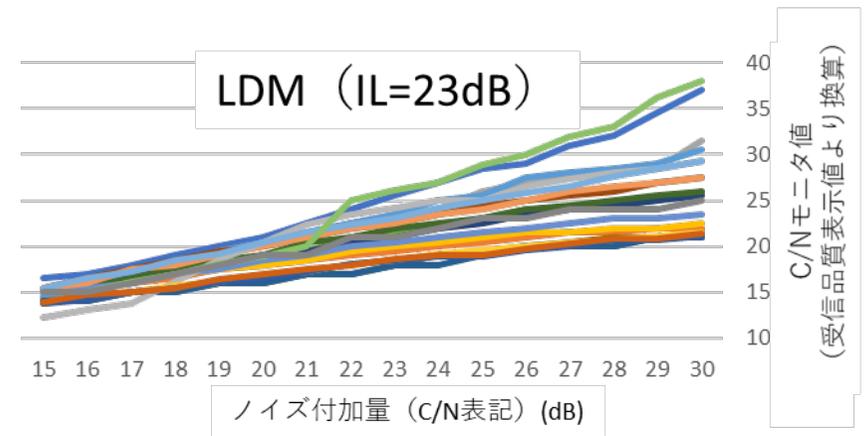
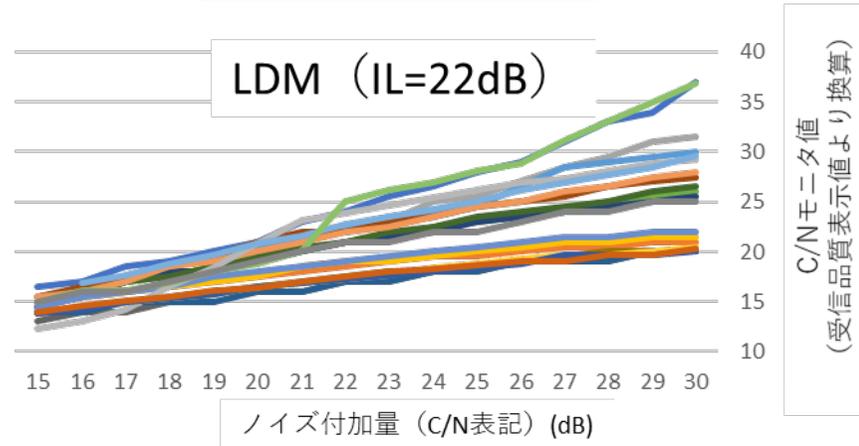
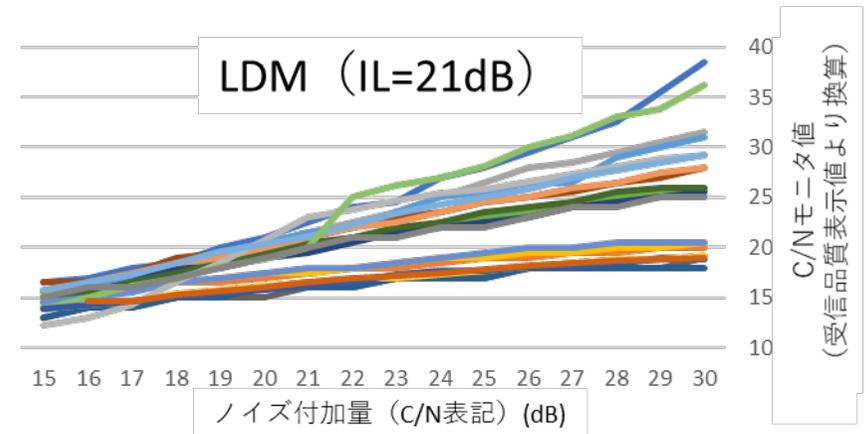
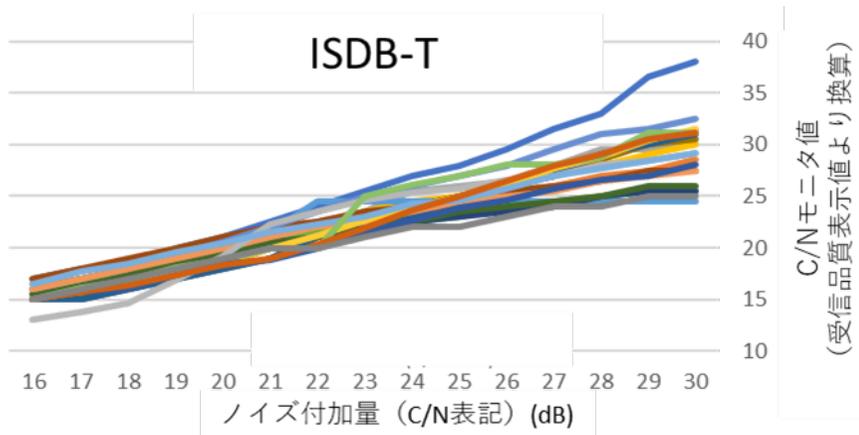
放送用受信技術の調査検討

- **技術試験事務で実施した受信機検証について、電子情報技術産業協会（JEITA）より、メーカ各社での検証を目的とした、評価用RFストリームの提供依頼を受け、以下のパラメータで評価用RFストリームを作成し、希望する受信機メーカー17社に配布した。**
 - LDM方式 UL:B階層64QAM (2/3) (IL = 21,22,23dB) および現行ISDB-T方式 B階層64QAM(3/4)をベースストリームとして、
 - ベースストリームにC/N = 15、16、17、18、20、22、30dB相当のノイズを付加 各7種類 (①検証用)
 - GI越多波マルチパス D/U = 5、10、15dB、ノイズ付加なし/あり (C/N = 22dB相当) 各6種類 (②検証用)
 - GI内多波マルチパス D/U = 5dB、ノイズ付加あり (C/N = 22dB相当) 各1種類 (②検証用)
 - GI内単波マルチパス D/U = 1dB、ノイズ付加 C/N = 20、22、24dB相当 各3種類 (②検証用)
 - 車載受信機検証用 4 ダイバーシティ信号 各1種類 (③検証用)
 - 移行後の次世代方式 3種類 (④検証用)
 - 次世代放送方式 (定常状態)
 - TMCC起動制御信号 (緊急警報放送用起動フラグを無→有→無に遷移)
 - TMCC伝送パラメータ切替指標をカウントダウン
- **JEITAより検証結果について各社にアンケートを実施したところ、固定受信機メーカー12社、車載受信機メーカー1社から回答があり、以下の課題が報告された。**
 - ベースストリームにノイズ付加
 - CNが低く検出され録画中止となる (1社)
 - スキャンでチャンネル登録されない (3社)
 - 設置が正しいか判断できない (3社)
 - ISDB-Tに比較し、視聴時の画音への影響が出るC/Nが高くなった (2社)
 - マルチパス付加
 - スキャンでチャンネル登録されない (2社)
 - ISDB-Tに比較し、視聴時の画音への影響が出るC/Nが高くなった (2社)
 - 車載受信機検証信号による受信電界強度検証
 - 12セグの受信エリアが狭くなる (1社)

放送用受信技術の調査検討

■ ノイズ付加検証によるC/Nモニタ値の検証

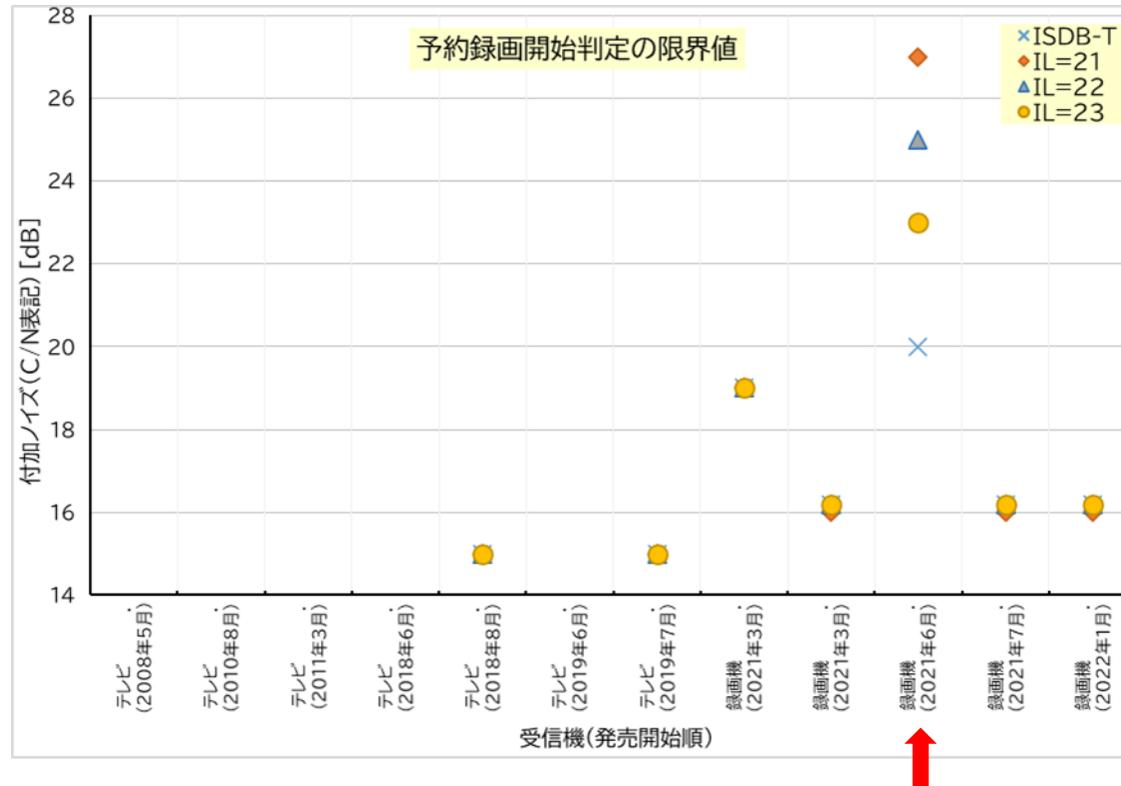
- テレビ14機種、録画機6機種、STB1機種について、アンテナ方向調整等の目的に使用される各受信機の受信品質表示値を各機種別の受信C/N換算手法によりC/Nモニタ値としてプロットした。
- C/Nモニタ値は、CHプリセット判定、録画開始判定、設置時確認等に使用される。
- LDMの導入により、良好な受信環境において、C/Nモニタ値が低く評価される機種がある。



放送用受信技術の調査検討

■ 予約録画検証

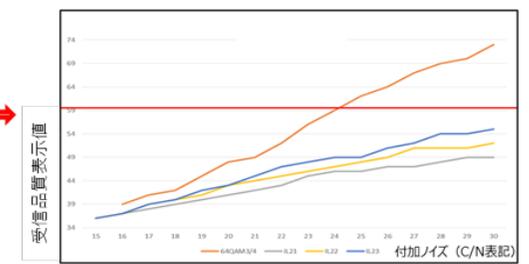
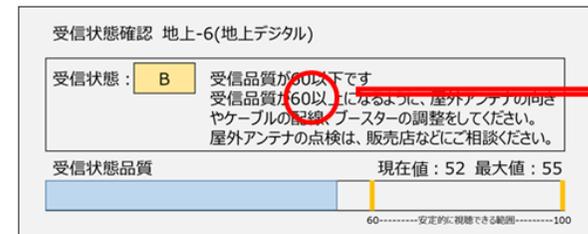
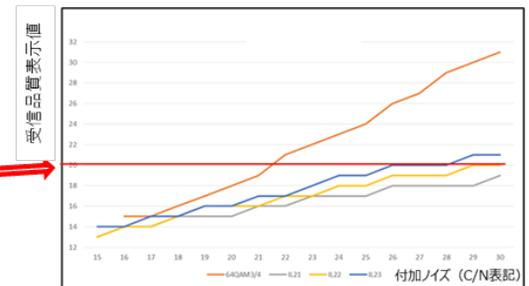
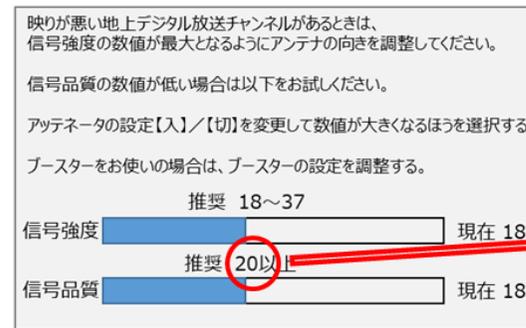
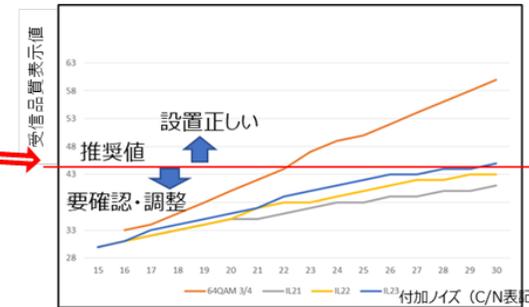
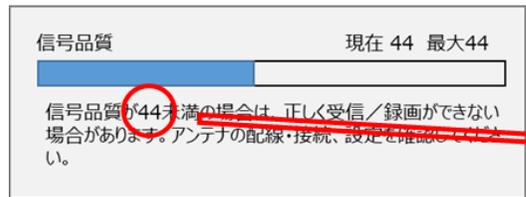
- 12機種でEPG予約録画検証を実施。予約録画開始判定の限界値について、12機種中11機種でLDM方式（64QAM(2/3)）のノイズ耐性は、ISDB-T方式（64QAM(3/4)）と同等の結果。プロットの無い5機種については、方式によらず受信限界まで（映像不良の状態でも）録画動作が実行された。
- 予約録画開始判定の限界値について、1機種（赤矢印）でLDM方式のノイズ耐性が低い結果となった。
- C/N差は、IL=21dBで7dB、IL=22dBで5dB、IL=23dBで3dBであった。この機種では、LDMの導入により録画可能なエリアが狭まることになり、アンテナ・ブースタの見直し等の対処が必要になる。



放送用受信技術の調査検討

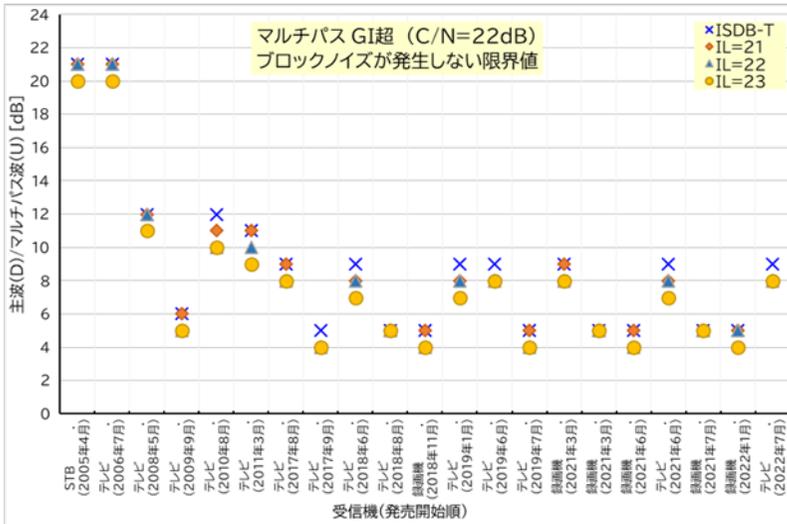
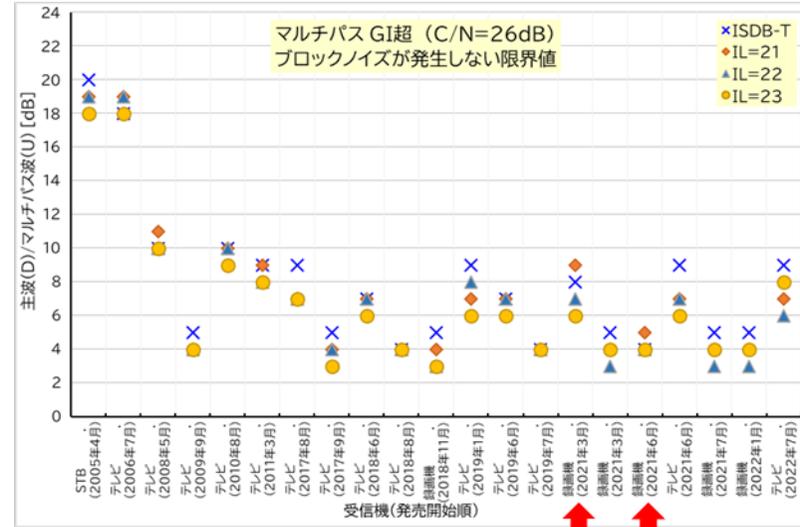
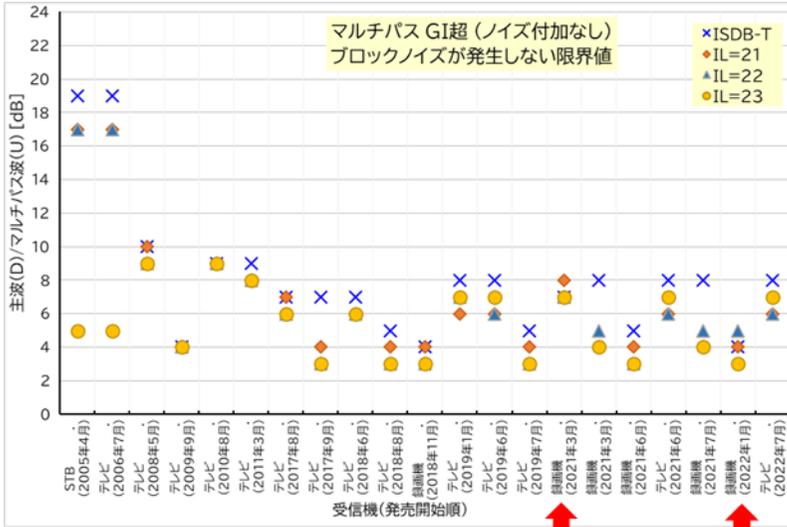
■ C/Nモニタ値が不足する場合の受信品質表示例（固定受信機）

- LDM導入により、アンテナ方向調整等の目的に使用される受信品質表示値が、21機種中9機種で大きく下がる結果を確認した。
- 受信品質表示値に推奨値等が記載されている受信機は、9機種中6機種。
- LDM導入以降（特に導入時）は、設置が正しいか判断できず、お客さまからの問い合わせ対応や、アンテナ設置時の代替設置確認手段の提供が必要となる。



放送用受信技術の調査検討

マルチパス環境検証（固定受信機）



【検証方法】

- ベースストリームにGI越およびGI内マルチパスを付加。D/U（主波の電力と遅延波の電力比）をパラメータにブロックノイズが発生しない限界値を検証

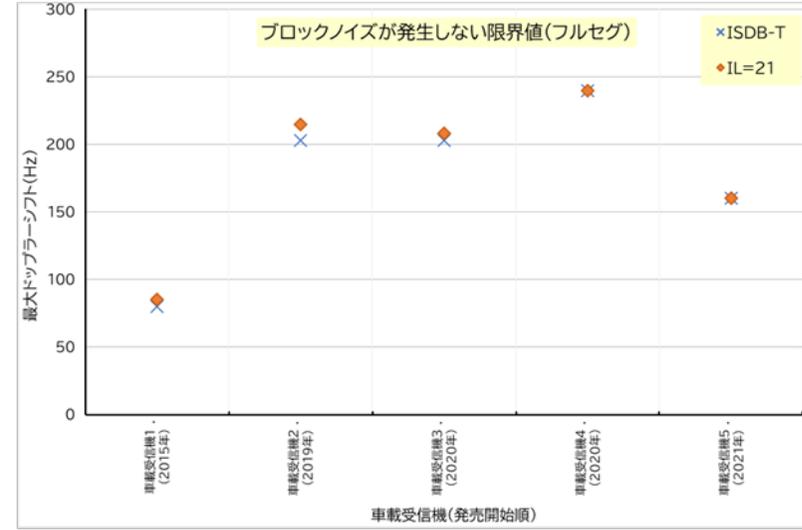
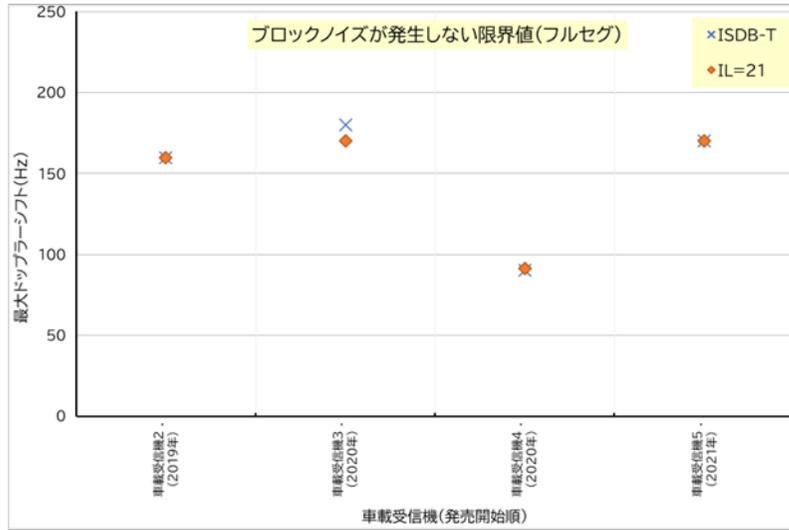
【検証結果】

- GI越マルチパスでは、LDM方式（64QAM(2/3)）は、ISDB-T方式（64QAM(3/4)）に比較して、概ねマルチパス波妨害波耐性が同等または高い結果となった（赤矢印についてはLDM方式の耐性が低い）
- GI内マルチパスでは、C/N=26dBおよびC/N=22dB相当の受信環境でD/U = 0dBでLDM方式、ISDB-T方式ともに21機種すべての受信機で良好に受信できた

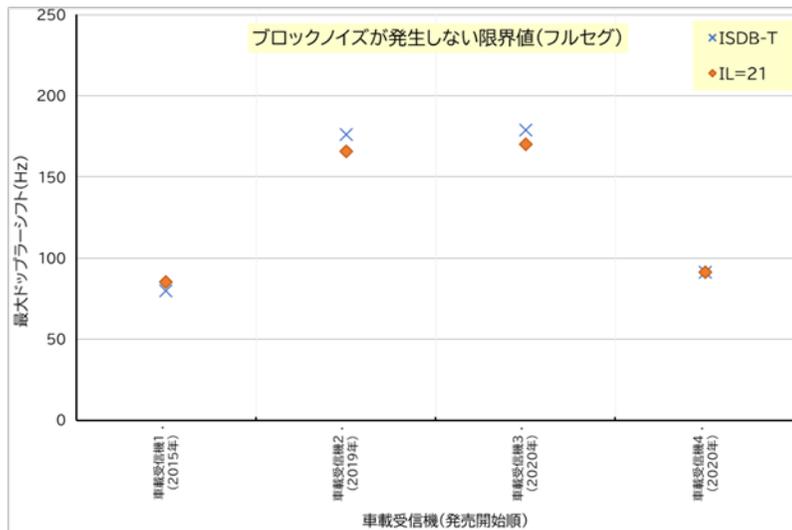
放送用受信技術の調査検討

■ マルチパス+フェージング環境（車載受信機）

1. 主波+妨害波2波（5μsec遅延 D/U=1dB および 180μsec遅延 D/U=5dB） 2. GI内マルチパス波TU-6



3. GI越マルチパス波（D/U=16dB）+ TU6



【検証方法】

- フルセグ固定モードにてブロックノイズが発生しない最大ドップラーシフト量と比較

【検証結果】

- ISDB-T方式（64QAM(3/4)）とLDM方式（64QAM(2/3)）、IL=21dBは、ほぼ同等の結果となった。

グラフで4機種のプロットとなっている実験では、ISDB-T方式においても動作が不安定となる1機種があり、測定対象外とした。

※ 車速 (km/h) = 最大ドップラーシフト f_d (Hz) × 光速 (km/h) / 送信周波数 (Hz)
 (送信周波数22chの場合、光速/送信周波数=2.05、 $f_d=100$ は車速205 km/hに相当)

放送用受信技術の調査検討

■ 受信電界強度によるC/Nモニタ値の検証（車載受信機）

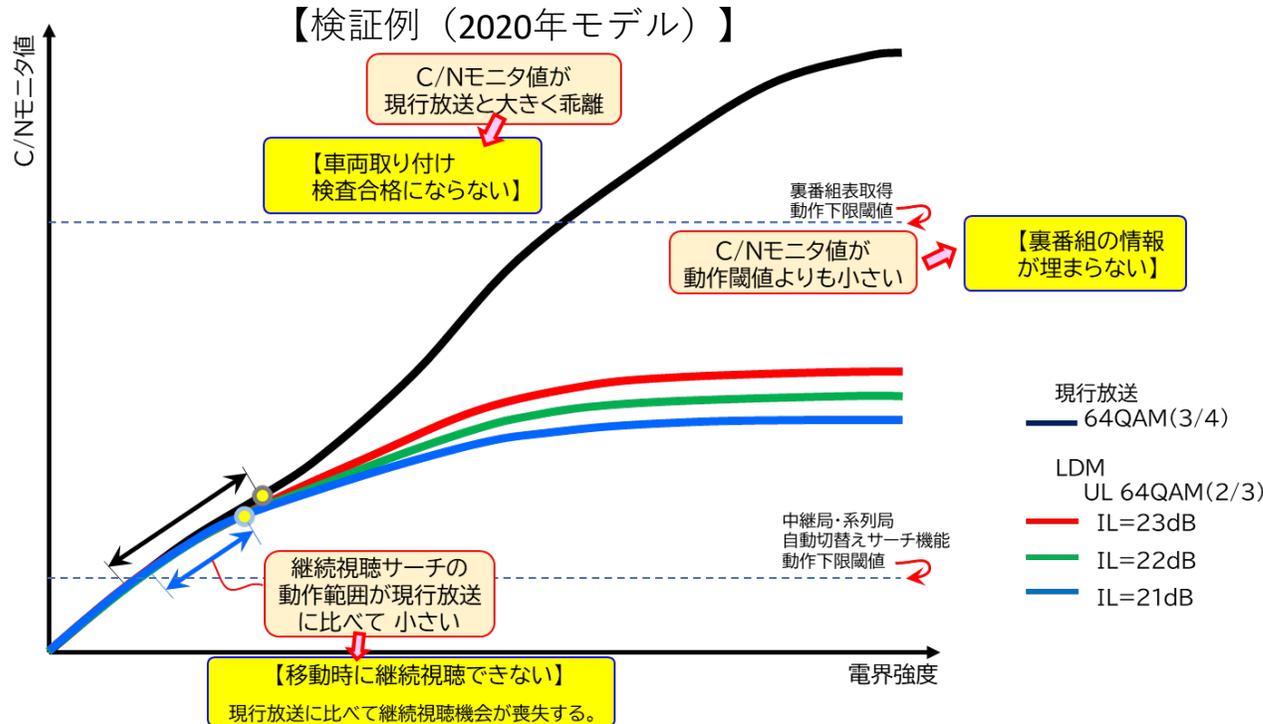
令和4年2月18日 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 地上デジタル放送方式高度化作業班（第13回）

資料デ高作13-2 地上デジタル放送 高度化放送導入方式 既存受信機での受信検証報告【電子情報技術産業協会】

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/housou_system/02ryutsu08_04000482.html

により指摘のあったLDM方式の課題「①ワンセグしか映らない、②受信境界で追従できない、③裏番組表が取れない、④取付が確認できない」について検証した。

この検証例では、③、④の課題が認められた。



課題④「連続視聴サーチ」について、電界強度を1dBステップで変化させて、測定した結果、サーチ動作範囲の上限・下限ともに現行放送が広がったが、差は1ステップであり、有意な差があるとは言えなかった。なお、LDMで上限の電界強度が低くなったのは、符号化率を3/4から2/3に下げたことで、所要C/Nが下がり、フルセグからワンセグへの切替点となる電界強度が低くなったためである。これは、フルセグが視聴可能なエリアが拡大したと捉えることもできるが、サーチ動作範囲が狭くなることにより、連続視聴機能にとっては課題となる。

放送用受信技術の調査検討

■ まとめ

IL=21～23dBにおいても受信機内でC/Nモニタ値が低く評価され、以下の課題が発生する受信機の存在が確認された。

（固定受信機）

- スキャンでチャンネル登録されない
- 予約録画が実行されない
- 受信品質表示値が低く表示され設置判断を正しくできない

（車載受信機）

- 裏番組表を取得できない
- 車両メーカーにて正しい取付判断ができない
- フルセグ受信エリアが狭くなる（JEITAからのアンケート回答）

【解決手段】

- 放送側で伝送パラメータの選択により、課題を回避することは困難であり、受信側での対策（受信環境改善・受信機交換など）の併用が必要と考えられる。

新たな放送サービスをCATV網等で伝送する際の調査

新たな放送サービスをCATV網等で伝送する際の調査

【調査概要】

1. パススルー方式に関する調査

地上放送高度化方式（周波数オフセット値1/18MHz）、及び高度化放送導入方式（LDM方式）の新たなパラメータ^(※1)を用いた室内試験及びCATV施設での伝送実験を行い、与干渉と被干渉信号のレベル差（許容範囲）を定量的に把握とともに、各方式信号のレベル変動に対する耐性を調査した。

（※1）令和3年度と令和4年度の試験パラメータ（56頁）を参照。

2. トランスモジュレーション方式に関する調査

LDM方式については、CATVの伝送チャンネルの有効利用の観点からULとLLの情報を一つの搬送波で多重伝送する場合、CATVの既存STB（Set Top Box）でLL側の信号がUL側のデコードに影響しないかを調査した。

地上放送高度化方式については、全く新しい方式であり、ISDB-T信号と同一搬送波で多重することは想定しておらず、既存STBへの影響は調査しない。

【実施内容】

1. 室内試験で高度化方式（地上放送高度化方式、LDM方式）の信号とCATV放送信号間の隣接妨害特性、CATV施設で伝送試験を実施し、実験結果を評価した。
2. 想定されるトランスモジュレーション方式の仕様をSTBメーカーに提示し、既存のトランスモジュレーション対応STBにおける誤動作の可能性等、影響について市場稼働中の6社にヒアリングを実施した。

新たな放送サービスをCATV網等で伝送する際の調査

1) パスルー方式に関する調査

<地上放送高度化方式>

● 室内試験（表1参照）

CATVでは、隣接チャンネルのレベル差は、有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令（平成23年総務省令第95号）第15条 区別五において「受信者端子において10dB以内」と規定されている。

このような中、隣接信号に影響を与えないためのD/Uは、周波数オフセット1/18MHzにおいて、表1のとおり被干渉・与干渉すべて-10dB以下となったため、問題ないことが確認された。

● CATV施設での伝送試験

実施（いちほケーブルテレビ）の5地点にて搬送波レベル変動による影響調査（※1）を実施。

地上放送高度化方式の信号レベルを放送中の地デジ信号と同一に設定した後、3dB低下させエラーフリーで受信できることを確認した（表3 右列参照）。

※1：有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令（平成23年総務省令第95号）

第15条 区別四に定める「搬送波のレベル変動は、1分間において3dB以内」に伴う耐レベル変動調査。

<LDM方式>

● 室内試験（表2参照）

隣接CATV信号からの被干渉について調査を実施、いずれもD/Uが-10dB以下という結果で問題がないことが確認された。

CATV信号への与干渉については、LLに新たなパラメータを用いた場合でも、ULも含めたLDM方式のスペクトラムの変更はなく、昨年度報告（※2）で問題がないことを確認済み。※2：2022年2月28日 情報通信審議会 地上デジタル放送高度化作業班（第14回）資料：デ高作14-2

● CATV施設での伝送試験（表3参照）

試験パラメータのうち、所要C/Nの高いパラメータ（表3 LDM②-1、LDM②-2：IL=21dB、LL階層16QAM(12/16)、所要C/N32.2dB）では、いくつかの測定点でLDM方式の信号レベルが-3dB以上でもLL階層が受信エラーとなり、何らかの対策を講じる必要が有ることが確認された。

表1 地上放送高度化方式の隣接与干渉、被干渉調査（室内試験）

被干渉信号				地上放送高度化方式 (dB)	地上放送高度化方式 (dB)		与干渉信号
J.83C 64QAM		J.83C 256QAM					
下側隣接 (dB)	上側隣接 (dB)	下側隣接 (dB)	上側隣接 (dB)	-	上側隣接 (dB)	CATV信号: J.83C 64QAM	
-21.0	-25.0	-16.3	-19.5		下側隣接 (dB)	CATV信号: J.83C 256QAM	
					-13.99	上側隣接 (dB)	
					-19.28	下側隣接 (dB)	
				-14.03	上側隣接 (dB)		
				-19.33	下側隣接 (dB)		

表3 CATV施設での伝送試験結果（判断条件：-3dB 以下でも受信可能であること）

測定点	測定項目	LDM方式								地上放送高度化方式
		パラメータ								パラメータ
		1: LDM①-1	2: LDM①-2	3: LDM②-1	4: LDM②-2	5: 次世代①-1	6: 次世代①-2	7: 次世代②-1	8: 次世代②-2	オフセット周波数: +1/18MHz
国分寺台 ①HFC	受信限界レベル (dB)	-16.5/OK	-16.4/OK	-3.4/OK	-3.5/OK	-16.2/OK	-17.2/OK	-10.7/OK	-12.8/OK	-12.7/OK
国分寺台 ②FTTH	受信限界レベル (dB)	-11.2/OK	-11.0/OK	受信できず /NG	受信できず /NG	-9.9/OK	-12.1/OK	-5.2/OK	-8.2/OK	-10.4/OK
馬立 ③HFC	受信限界レベル (dB)	-14.2/OK	-14.1/OK	-1.4/NG	-1.4/NG	-14.1/OK	-14.9/OK	-8.9/OK	-11.1/OK	-12.3/OK
緑区あすみが丘 ④HFC	受信限界レベル (dB)	-16.9/OK	-16.7/OK	-3.6/OK	-3.6/OK	-16.5/OK	-17.3/OK	-10.8/OK	-13.0/OK	-14.6/OK
緑区あすみが丘 ⑤FTTH	受信限界レベル (dB)	-11.8/OK	-11.6/OK	受信できず /NG	受信できず /NG	-11.4/OK	-12.2/OK	-5.8/OK	-8.0/OK	-9.4/OK

表2 LDM方式の被干渉調査（室内試験）

被干渉信号 (LDM信号)	与干渉信号 (CATV信号)			
	J.83C: 64QAM		J.83C: 256QAM	
パラメータ	下側隣接 D/U (dB)	上側隣接 D/U (dB)	下側隣接 D/U (dB)	上側隣接 D/U (dB)
1: LDM①-1	-35.86	-25.99	-35.91	-25.95
2: LDM①-2	-32.94	-27.03	-32.88	-26.96
3: LDM②-1	-29.94	-20.02	-30.92	-20.03
4: LDM②-2	-29.79	-19.98	-29.70	-20.03
5: 次世代①-1	-39.94	-27.04	-39.86	-26.99
6: 次世代①-2	-39.95	-28.00	-40.02	-28.05
7: 次世代②-1	-35.06	-25.91	-35.03	-25.98
8: 次世代②-2	-40.11	-26.96	-39.99	-26.97

新たな放送サービスをCATV網等で伝送する際の調査

2) トランスモジュレーション方式に関する調査

<トランスモジュレーション方式>

UL階層のISDB-Tのトランスモジュレーション方式（※1）をベースとし、LL階層の次世代方式については高度BSデジタル放送のトランスモジュレーション方式（※2）の手法を用いて単一搬送波で伝送する方式を想定。

※1：（一社）日本ケーブルラボ仕様 J Labs SPEC-007：地上デジタルテレビジョン放送 トランスモジュレーションならびに 自主放送運用仕様

※2：（一社）日本ケーブルラボ仕様 J Labs SPEC-033：高度BSデジタル放送 トランスモジュレーション運用仕様（単一QAM変調方式）

<調査方法>

このトランスモジュレーション方式信号が既存STBに与える影響（誤動作の有無等）についてSTBベンダにヒアリング調査を実施した。

<調査結果>

- ① TLV非対応STBではスキャンで次世代方式のNIT等が読み取れないため、チャンネル登録されない。
- ② 想定しないネットワーク識別子を有するストリームは、チャンネル登録されない。

上記いずれかの理由により、次世代方式を誤って受信し、誤動作を起こすことはないとの回答を得た。

◆ まとめ

■パススルー方式

- CATV放送信号と地上放送高度化方式（周波数オフセット1/18MHz）及びLDM方式をパススルー方式で隣接伝送した場合、与干渉・被干渉の影響はない。
- LDM方式の伝送に関して、所要C/Nが32.2dBのパラメータを選択した場合は、LL階層の受信でエラーとなるエリアが存在するため、対策を講じる必要がある。

■トランスモジュレーション方式

- LDM方式に関して、ULとLLを単一搬送波で多重伝送する場合、誤動作を起こすことはない想定される。
- 地上放送高度化方式は、全く新しい方式であり、新たな仕様を作成する必要がある。

(参考) 地上放送高度化方式、LDM方式の試験信号パラメータ

1) 地上放送高度化方式の試験パラメータ

地上放送高度化方式の試験信号パラメータ オフセット周波数+1/18MHz			
項目	A階層	B階層	C階層
セグメント数	4	31	0
キャリア変調方式	16QAM	256QAM	QPSK
コンスタレーション	NUC	NUC	均一
LDPC符号長(bit)	69120	69120	69120
LDPC符号化率	7/16	12/16	2/16
時間インターリーブ	I=2	I=1	I=0
データキャリアブースト比	0dB	0dB	0dB
パイロットパターン	Dx=6,Dy=2	Dx=6,Dy=4	Dx=6,Dy=4
パイロットパターン符号化	符号反転方式	符号反転方式	符号反転方式
全キャリアパイロットフラグ	なし	なし	なし

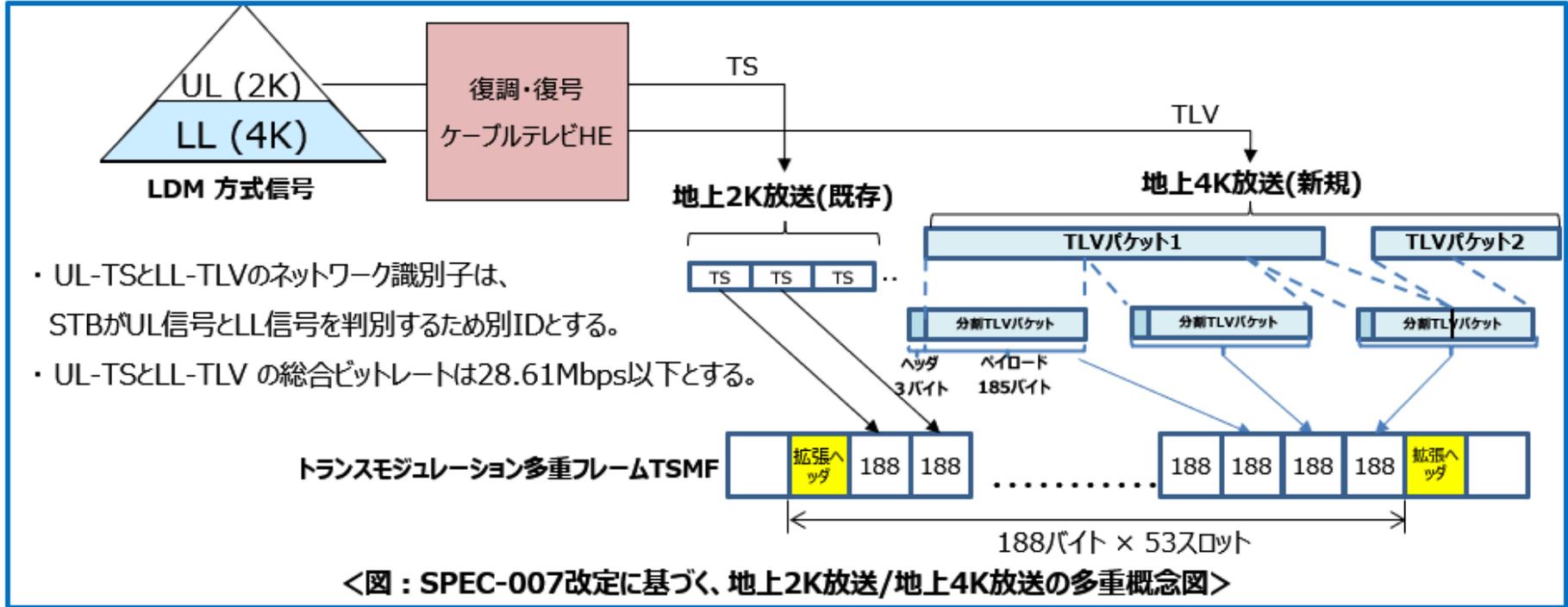
2) LDM方式の試験パラメータ

LDM方式の試験信号パラメータと所要C/N								
年度	番号：方式名	A階層 変調:セグメント数	B階層 変調:セグメント数	LL階層	IL (dB)	UC/NUC	LL階層 復調方式	LL階層/次世代放送 の所要C/N(dB)
令和4年度	1：LDM①-1	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	QPSK(4/16)	21	UC	SIC	19.2
	2：LDM①-2	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	QPSK(4/16)	21	UC	JD	19.2
	3：LDM②-1	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	21	UC	SIC	32.2
	4：LDM②-2	QPSK(2/3)：1	64QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	21	UC	JD	32.2
	5：次世代①-1	256QAM(11/16):13 ^{注1}	—	—	—	UC	—	19.9
	6：次世代①-2	256QAM(11/16):13 ^{注1}	—	—	—	NUC	—	19.1
	7：次世代②-1	4096QAM(9/16):13 ^{注1}	—	—	—	UC	—	25.3
	8：次世代②-2	4096QAM(9/16):13 ^{注1}	—	—	—	NUC	—	23.3
令和3年度	1：LDM-①	QPSK(2/3)：1	16QAM(2/3):12	16QAM(12/16)	12	UC	SIC	23.4
	2：LDM-②	QPSK(2/3)：1	64QAM(1/2):12	16QAM(12/16)	16	UC	JD	27.8

注1：装置の設定の制約や実験スケジュール上、A階層13セグメントのみで試験をした。

(参考) LDM方式のトランスモジュレーション方式の調査

- LDM方式のトランスモジュレーション (以下、LDM-TMとする。)
 - LDM-TMは、LDM方式信号をHEで受信し復調されたISDB-TのTSと次世代方式のTLVをTSMFに多重するトランスモジュレーション方式を想定している (下図参照)。LDM-TM信号をJlabs SPEC-007対応の既存STBで受信した時の地上2K放送の受信への影響 (誤動作の有無等) についてSTBベンダ (15社中、市場稼働中の6社) へのヒアリングを実施。
 - 調査結果
 - ✓ TLV非対応STBではスキャンで次世代方式のNIT等が読み取れないため、チャンネル登録されない。
 - ✓ 想定しないネットワーク識別子を有するストリームは、チャンネル登録されない。
 上記いずれかの理由により、次世代方式を誤って受信し、誤動作を起こすことはないとの回答を得た。



(参考) LDM方式からCATV信号への与干渉について (※昨年度報告資料を抜粋)

B 新しい放送サービスの実現

～新たな放送サービスの実現に必要な技術
基準等の調査検討に関する主な成果①～



3階層セグメント分割方式、階層分割多重方式、及び地上放送高度化方式について、CATV信号(64QAM、256QAM)の隣接被干渉、与干渉の調査および、CATV多チャンネル信号歪みの影響調査

3方式と
CATV再放送

■ 各方式信号とCATV信号間の与干渉調査

各方式信号からCATV信号への与干渉調査
(各方式のレベルを変化させ、CATV信号のBERがRS前で 1×10^{-4} と成るD/Uを測定する。)

方式	与干渉信号(60~80dB μ V可変)			被干渉信号(最低受信レベルに設定)			
	パラメータ			J.83C:64QAM (49dB μ V固定)		J.83C:256QAM (55dB μ V固定)	
3階層セグメント分割 方式 (SISO)	キャリア変調	UC/NU C	符号化率 [dB]	上側隣接 D/U[dB]	下側隣接 D/U[dB]	上側隣接 D/U[dB]	下側隣 D/U[dB]
		1024QAM	NUC	11/16	-25.0	-21.4	-19.1
階層分割多重(LDM) 方式	A階層:QPSK(2/3)、 B階層:16QAM(2/3)、IL:12、 LL:16QAM(12/16)、グレイ符号化 ON			-25.5	-21.9	-19.8	-16.3
地上放送高度化方式 (SISO)	A階層:16QAM 7/16 B階層:256QAM 12/16			-25.5	-18.3	-20.4	-14.2

地上放送高度化方式及び高度化放送導入方式の概要

1. 地上放送高度化方式

1.1 特色

地上放送高度化方式は、超高精細度映像サービスを実現するとともに、移動受信向けサービスと固定受信向けサービスを1チャンネルの中で提供できること等を基本とし、通信工学の発展を受けた最新の要素技術を取り入れることで、周波数利用効率が改善されるとともに多様な機能を提供することが可能な方式である。

高度衛星デジタル放送方式と同様に、誤り訂正符号については、強力な誤り訂正能力を持つ LDPC (Low Density Parity Check) 符号を採用し、現行の地上デジタル放送方式 (ISDB-T) と比べて大幅に雑音耐性が向上している。また、キャリア変調方式は最大12ビットの情報が伝送可能な 4096 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) までの多値変調を利用可能とした。キャリア変調方式の多値化による雑音耐性の低下を軽減するために、信号点配置が格子状ではない不均一コンスタレーションも利用可能とした。

フレームの先頭に同期信号を配置し、これに続いて情報量が可変である伝送制御信号 (TMCC : Transmission and Multiplexing Configuration Control) を伝送することで、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が可能であり、またフレームの末尾に拡張信号区間を配置することができるなど拡張性を考慮した。また、緊急警報放送や緊急地震速報等の安全・安心情報を迅速かつ着実に受信者へ届けることが必要であることから、これらを低遅延時間かつ高雑音耐性で伝送することが可能である。

1.2 概要

1.2.1 現行の地上デジタル放送方式の長所を継承

現行の地上デジタル放送の放送方式である ISDB-T ではマルチパス耐性に優れる OFDM を変調方式とし、部分受信が可能なセグメント構造を取っている。一つのチャンネルで固定受信向けと移動受信向けサービスを同時に実現できることが ISDB-T の長所であり、この点は引き続き継承することとした。

一方、固定受信と移動受信に求められる要求条件は大きく異なるため、それぞれに対応するための最適な伝送パラメータも異なる。このような異なる要求条件に対応するため、一つの伝送チャンネル内で2種類以上の有効シンボル長およびガードインターバル長を用いて階層化を実現する複数シンボル長 (MSL : Multi Symbol Length) OFDM 方式を採用した。

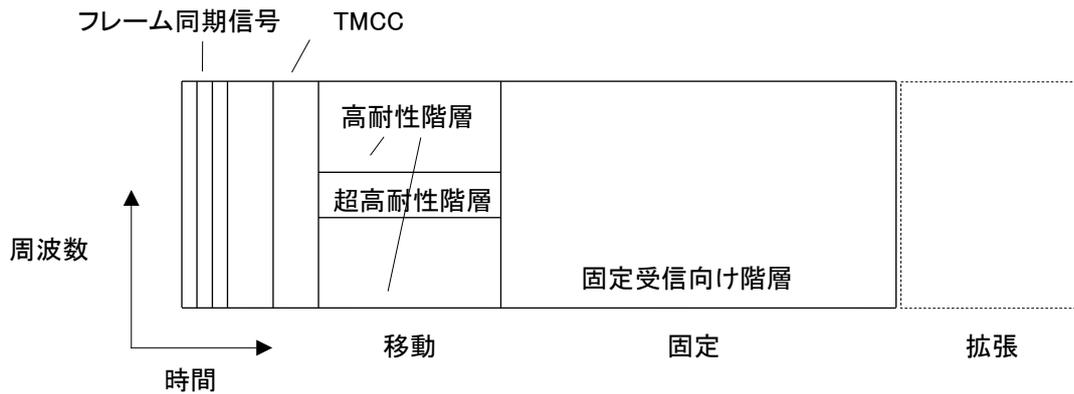


図 1.2-1 地上放送高度化方式の基本フレーム構成例

1.2.2 新たな信号構造

OFDM 信号の基本的な信号構造については BST (Band Segmented Transmission) 方式を継承するとともに、パラメータを見直すこととした。6 MHz で区切られるチャンネルを複数のセグメントに分割する際の数値を 14 から 36 へと増やし、このうち最大 35 セグメントを信号伝送に用いることとした。これにより固定受信と移動受信への帯域割り当てをより柔軟に行うことができる。また、パイロット信号の配置は、固定受信と移動受信でそれぞれに最適な配置を選択できるようにした。さらに一つのセグメントを 3 つのサブセグメントに分割し、雑音耐性の高い一次変調パラメータを用いる高耐性階層と、これよりもさらに雑音耐性が高い一次変調パラメータを適用した超高耐性階層を構成することで、特に移動受信時のサービス可用性を高めることが可能である。

また、ガードバンドおよびガードインターバル (GI : Guard Interval) など情報伝送に寄与しない周波数、時間を少なくすることにより周波数利用効率を高めた。FFT サイズは現行放送では 8,192 (2^{13}) ポイントで運用されているが、最大 32,768 (2^{15}) ポイントまで拡大した。これにより GI の物理的な長さを一定としたときの GI によるオーバーヘッドを削減することができる。また、現行放送との両立性を考慮し、GI 長や時間インターリーブ長が現行放送と同一であるパラメータも用意した。

1.2.3 最新の技術を導入

誤り訂正符号は内符号に LDPC (Low Density Parity Check) 符号、外符号に BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号を用いる接続符号とした。これにより雑音耐性を大幅に向上させることができる。また、信号点の配置を不均一にすることにより多値変調における雑音耐性の向上を図っている。

1.2.4 多様な伝送パラメータ

地上放送高度化方式で選択可能な伝送パラメータを表 1.2-1 に示す。本表に示すように多様なパラメータにより、要求に応じた多様な伝送耐性と伝送レートをきめ細やかに設定可能となっている。

表 1.2-1 地上放送高度化方式の伝送パラメータ

帯域幅	6 MHz
セグメント分割数	36
信号帯域幅	5.83 MHz
セグメント数	35
間欠受信	対応
部分受信	対応 (1 ~ 9 セグメント)
FFT サイズ (モード)	8k (3), 16k (4), 32k (5)
GI 比	1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/256, 800/N _{FFT} [*] , 1600/N _{FFT}
キャリア変調方式	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM
	QPSK は均一コンスタレーションにのみ対応 16~4096QAM は均一コンスタレーション及び不均一コンスタレーションに対応
FFT サンプル周波数	$512/81 = 6.3209\dots$ MHz
内符号	LDPC 符号
	Normal 符号 : 符号長 69120
	Short 符号 : 符号長 17280
	符号化率 : 2/16, 3/16, 4/16, 5/16, 6/16, 7/16, 8/16, 9/16, 10/16, 11/16, 12/16, 13/16, 14/16
外符号	BCH 符号
	Normal 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (65535, 65343)
	Short 符号 : (符号長, 情報ビット長) = (16383, 16215)

2. 高度化放送導入方式

本方式は現行の地上デジタル放送から高度化された放送への移行を目的としており、現行の地上デジタル放送のチャンネル内でデジタル放送の高度化を実施する方式である。以下に記載の LDM 方式及び 3 階層セグメント分割方式がある。

2.1 LDM 方式

2.1.1 LDM 方式の特色

LDM 方式は、現行の地上デジタル放送から高度化された放送への移行中に、高度な圧縮技術や強力な誤り訂正など最新の要素技術を取り入れた次世代方式の信号を、地上デジタル放送にレベル差をつけて重畳することで、円滑な移行を実現する方式である。

最大の特長は、現行の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せず、放送用周波数が逼迫している現状に適していることである。

LDM 方式を用いた放送サービスを LDM 放送と呼ぶ。LDM 放送では、地上デジタル放送方式の信号は、引き続き既存の受信機により視聴可能としつつ、新たな次世代方式対応受信機では、次世代方式の信号が視聴できるというものである。これにより移行中の次世代方式対応受信機の普及が期待される。

次世代方式の信号は、地上デジタル放送方式より低い電力で送信されるが、強力な誤り訂正技術を用いているため、次世代方式と地上デジタル放送方式それぞれの変調方式と電力差を適切に選択することで、各々のサービスに必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせを得ることが可能である。移行後は、次世代方式のみを送る次世代放送となるので、より多くの情報が伝送され、固定受信では、高度な 4K サービスが実現される。移動受信でも、高画質なサービスが提供される。

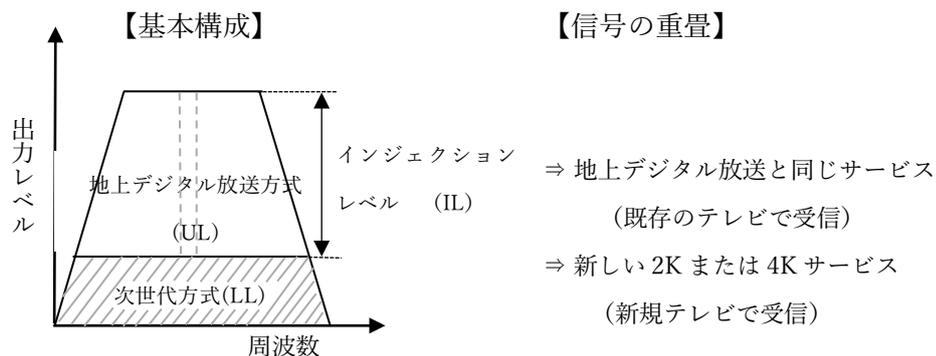
また、次世代方式は、現行の地上デジタル放送と同じ信号構造をベースとするため、LDM 放送及び次世代放送においても、これまでと同様に SFN や放送波中継などにも容易に対応することができる。

さらに、緊急警報放送や緊急地震速報などの災害情報の伝達にも対応しており、放送事業者の使命である安全・安心の担保にも寄与できる。

送信設備の面では、LDM 放送と次世代放送のパラメータを適切に選択することにより変調器等の一部の機器を LDM 方式対応機器に置換することで導入でき、送信機や送信空中線は、ほぼそのまま使用できるため、大規模な設備改修を必要としない。

2.1.2 LDM 方式の概要

LDM 方式の基本構成を図 2.1-1 に示す。LDM 方式は地上デジタル放送方式 (Upper Layer、以下「UL」という。) と同一チャンネルに、一定の電力差 (インジェクションレベル、以下「IL」という。) を持つ新しい 2K または 4K サービスを次世代方式の信号 (Lower Layer、以下「LL」という。) として重畳する。地上デジタル放送方式部分の UL の変調方式は、現行の地上デジタルテレビ放送の規定の範囲内で選択し、次世代方式部分の LL の変調方式は、強力な LDPC 誤り訂正符号を採用し、適切な IL を選択することで必要な伝送容量と視聴エリアの組み合わせを得ることが可能となる。



UL : Upper Layer (高電力階層) LL : Lower Layer (低電力階層)

IL : Injection Level (LL階層の電力に対するUL階層の電力の比)

図 2.1-1 LDM 方式の基本構成

2.1.2.1 地上デジタル放送へのデータ重畳手法とマイグレーション

LDM 方式では、次世代方式 (LL) は、地上デジタル放送方式 (UL) と同一のキャリア配置、セグメント構成とし、パイロット信号 (SP、CP)、TMCC 信号および AC 信号は地上デジタル放送の信号を共用し、地上デジタル放送の映像音声などのデータキャリア部分に次世代方式の信号を重畳する。

このため、現行の地上デジタル放送から地上デジタル放送方式と次世代方式の信号を同時に伝送する LDM 放送へ、さらに現行の地上デジタル放送方式終了後の次世代方式の信号のみとなる次世代放送へと容易に移行することができる (図 2.1-2 参照)。

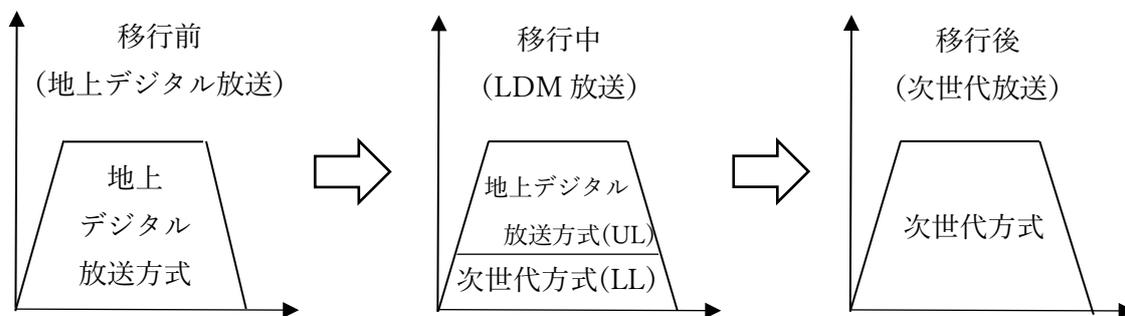


図 2.1-2 地上デジタル放送から LDM 放送を経由した次世代放送への移行

2.1.2.2 TMCC を用いたステータスの伝達

LDM 方式は、地上デジタル放送のデータキャリア部分のみに次世代方式の信号を重畳することから、地上デジタル放送の信号構造がベースとなる。また、移行後の次世代放送においても、映像音声などコンテンツ形式は異なるものの、パイロット信号、TMCC 信号といったシステム構成は、そのまま流用される。このため、TMCC 信号を用いて、送信設備、受信機に対して移行前、移行中、移行後の状態を伝達することとした。移行中には、LDM 方式であることを示すフラグを未定義ビットに規定し、移行後には、次世代放送のコンテンツを示す新たな規定を行う。なお、移行中の次世代方

式における TMCC 情報は、AC 信号を用いて伝送する。

2.1.2.3 復調法

LDM 方式で伝送された信号の復調には、JD 復調と SIC 復調の 2 つの手法がある。JD 復調は、統合復調法 (Joint Detection) を用いるもので、複数の信号が重畳された LDM 信号から直接それぞれの目的信号を取り出す手法である。また SIC 復調は、逐次干渉除去法 (Successive Interference Canceller) を用いるもので、LDM 信号から UL の地上デジタル放送を復調・再変調して新たに地上デジタル放送のレプリカ信号を作り、その信号を LDM 信号から差し引くことで地上デジタル放送信号を取り除き、残った LL の信号を復調するものである。どちらの手法を用いるかについては、受信機メーカーが受信性能やメモリ等のコストなどから適切に選択するものとする。

2.1.2.4 放送 TS による伝送の効率化

現行の地上デジタル放送では、放送 TS として最大 3 階層の TSP を束ねて伝送を行っている。また、階層毎に多様な変調方式に対応するため、必要に応じて NULL パケットを挿入し、常に一定の伝送ビットレートでの伝送が行われている。

LDM 方式では、放送 TS に含まれる NULL パケットを無効階層と定義し、そこに次世代方式の信号を重畳することで伝送の効率化を図っている。ただし、放送 TS の伝送ビットレートは、32.5Mbps と一定であるので、移行中における地上デジタル放送方式 (UL) と次世代方式 (LL) の信号の情報レートの総和は制限される。また、移行後の次世代放送の情報レートも制限される。

2.2 3階層セグメント分割方式

2.2.1 3階層セグメント分割方式の特色

3階層セグメント分割方式（以下「セグメント分割方式」という。）は、現行の地上デジタル放送から高度化された放送への移行中に、高度な圧縮技術や強力な誤り訂正など最新の要素技術を取り入れた次世代方式の信号を、同一チャンネルの中で提供することで、高度化された放送への円滑な移行を実現できるよう検討されてきた方式である。

セグメント分割方式は、ISDB-Tをベースに拡張した方式であり、現行の地上デジタル放送では2階層（ワンセグ、2Kサービス）に分割して伝送していた周波数セグメントを3階層に分割し、C階層に次世代方式の信号を多重することで、新たなサービス（以下「新サービス」という。）を同時に伝送する方式である。この方式による放送を、3階層セグメント分割放送と呼ぶ。

移行中は、現行の地上デジタル放送方式の信号と次世代方式の信号のセグメント数は、トレードオフの関係となる。従って、現行放送のセグメント数は少し減少するが、次世代MPEG2エンコーダーを使用することにより、画質を現行放送とほぼ同等にすることが可能である。なお、次世代方式の信号のセグメント数は数セグメント程度となるが、VVC (Versatile Video Coding) やキャリア変調の多値化により、効率的な伝送が実現可能である。

中継ネットワークにおいて、現行の地上デジタル放送から3階層セグメント分割放送への切替え、及び3階層セグメント分割放送から次世代放送（現行の地上デジタル放送が終了した移行後の伝送方式による放送）への切替えでは、基本的に現行の周波数をそのまま利用するため、周波数リパック作業が不要であり、必要な設備導入としては、主にセグメント分割方式変調器や補償器、マスター設備の一部機器である。また、親局から順次SFN単位で開局が可能であり、設備導入の計画が立て易いと考えられる。

2.2.2 概要

セグメント分割方式は、ISDB-T をベースに拡張したものである。移行中のセグメント分割方式における C 階層及び次世代放送のキャリア変調は、QPSK、16QAM～4096QAM まで対応可能とし、誤り訂正符号の内符号に LDPC、外符号に BCH を用いることや、不均一コンスタレーションを用いることで、所要 C/N の低減を図っている。

2.2.2.1 セグメント分割 SISO 方式システム概念

セグメント分割 SISO 方式により、現行の地上デジタル放送のワンセグと 2K 信号に加えて、次世代方式の信号を送信する場合の、送信から受信までのシステム概念を図 2.2-1 に示す。この場合、送信側では、周波数セグメントを 3 階層に分割し、A 階層にワンセグ信号、B 階層に 2K 信号、C 階層に次世代方式の信号を配置して、水平偏波で伝送する。受信側では、現行受信機は水平偏波を受け、A 階層ワンセグ信号、B 階層 2K 信号を復調できれば、現行の放送サービスが視聴可能である。次世代方式に対応した受信機により、水平偏波を受けて C 階層の次世代方式の信号を復調すれば、新サービスが視聴可能となる。

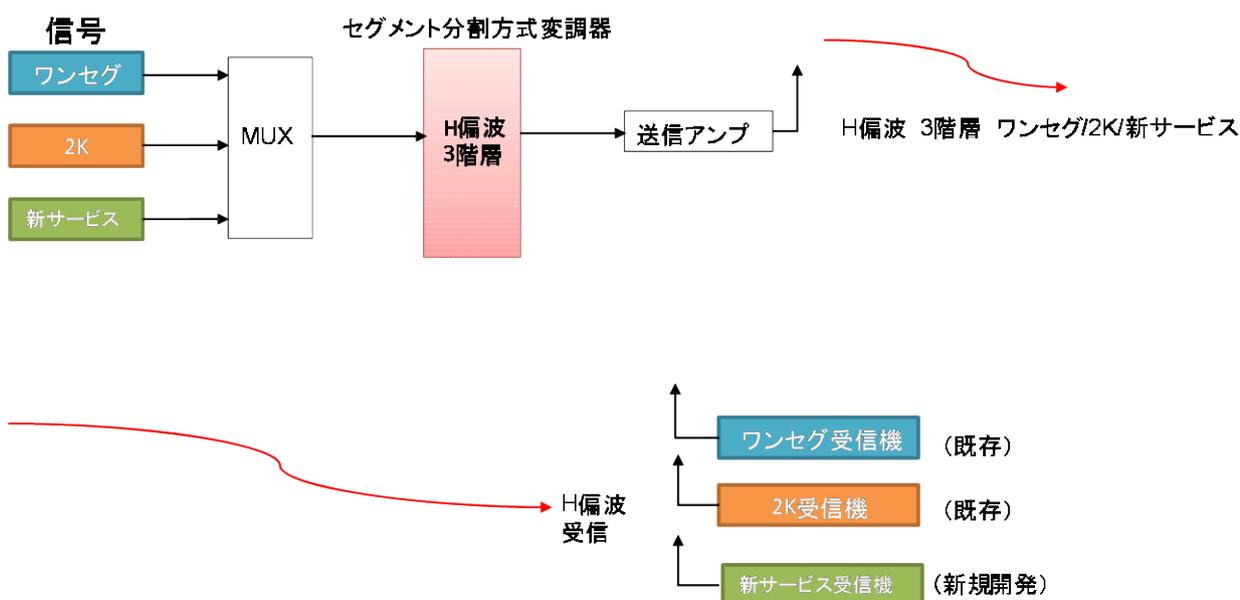


図 2.2-1 3 階層セグメント分割 SISO 方式概念図

2.2.2.2 セグメント分割 SISO 方式 伝送構造及び伝送パラメータと伝送容量の関係

セグメント分割 SISO 方式を導入した場合の、移行中から移行後までの伝送セグメント構造の例を図 2.2-2 に示す。移行中の伝送方式では、水平偏波において A 階層を 1 セグメント、B 階層を 8 セグメント、C 階層を 4 セグメントにして 3 階層で配置する。

3 階層セグメント分割放送の伝送パラメータと伝送容量例を、表 2.2-1 に示す。この場合、B 階層は 8 セグメント、64QAM 変調で、TS レート 11.2Mbps となり、他の情報を考慮すると、映像 TS レートを 9.5Mbps 程度にする必要がある。C 階層は、所要 C/N を現行放送と同等な所要 C/N とし、伝送

容量を最大にした場合、4セグメント、256QAM変調、符号化率12/16で最大TSレート約8.1Mbpsでの伝送が可能である。これにより、安定した伝送と移行中から移行後まで、現行放送と同等な受信エリアをカバーすることが可能となる。

C階層の伝送容量を上げる方法として、B階層を1セグメント減少させ7セグメント、C階層を1セグメント増加させ5セグメントとする方法がある。この場合のB階層は、64QAMで最大TSレートは9.8Mbpsとなり、他の情報量も調整し映像TSレートを8.5Mbps程度に下げることが必要だが、C階層は256QAMで最大TSレート約10.1Mbpsとなり、C階層の伝送容量を増やすことが可能である。

移行後の次世代放送の伝送構造として、A階層以外の12セグメントをC階層に割り当てた場合、C階層の伝送容量は、256QAM符号化率12/16で24.2Mbpsとなり、4K画質を十分維持して伝送可能となる。ワンセグは、現行の地上デジタル放送と同等な所要C/Nを実現する16QAM符号化率7/16とし、その場合の伝送容量は0.58Mbpsとなり、現行の地上デジタル放送のワンセグ伝送容量0.41Mbpsと比較して増加する。

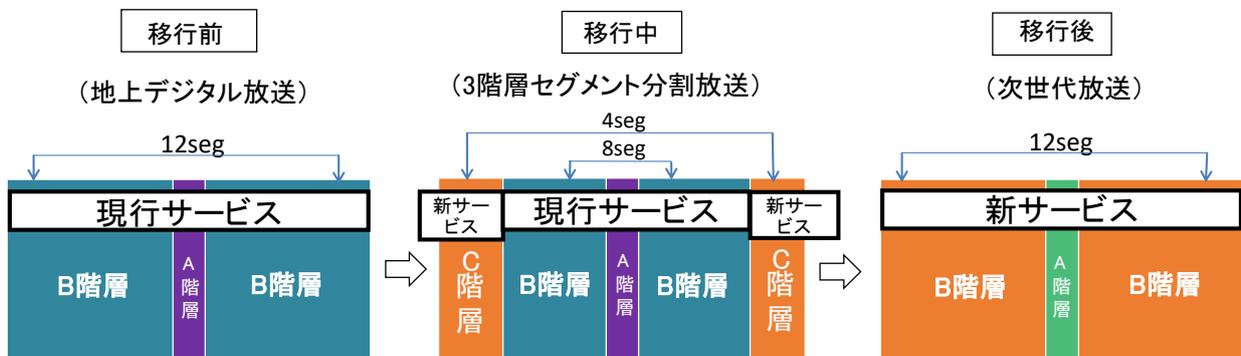


図 2.2-2 セグメント分割 SISO 方式の伝送構造 (移行中から移行後)

表 2.2-1 3階層セグメント分割放送の伝送パラメータと伝送容量例

No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
占有帯域	5.57MHz								
階層	C階層							B階層	A階層
セグメント数	4							8	1
GI	126 μ s								
キャリア変調	64QAM UC	64QAM UC	256QAM NUC	256QAM NUC	256QAM UC	1024QAM NUC	1024QAM NUC	64QAM UC	QPSK
誤り訂正符号	畳込み	LDPC						畳込み	畳込み
符号化率	7/8	14/16	12/16	13/16	12/16	9/16	11/16	3/4	2/3

所要 C/N [dB]	22.0	19.3	20.8	22.4	21.7	20.2	24.0	18.8	6.6
伝送容量 [Mbps]	6.6	6.1	8.1	8.8	8.1	7.6	9.3	11.2	0.41