

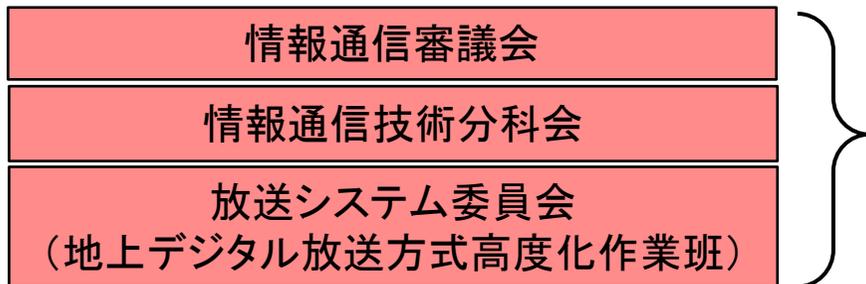
令和7年度 総務省「周波数ひっ迫対策技術試験事務」

「放送用周波数を有効活用する放送ネットワークの 技術的条件に関する調査検討」(概要)

中間報告

一般社団法人 放送サービス高度化推進協会

令和7年11月17日

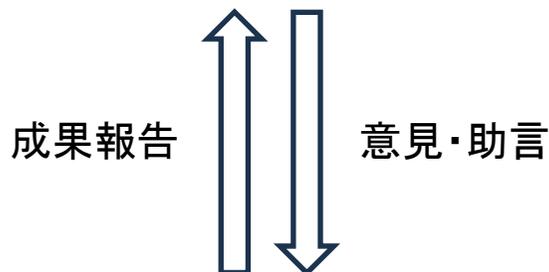


要求条件 及び 技術的条件 (答申)

技術基準策定のための省令改正

【地デジ高度化に係る省令・告示】 令和6年5月23日施行
[概要 000947395.pdf](#)
[省令 000947396.pdf](#)

【ARIB標準規格 高度地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式】 令和7年3月
STD-B79 ISDB-T2 (次世代方式) 及び ISDB-T1.5 (階層分割多重方式)
STD-B80 ISDB-T3 (地上放送高度化方式)



技術試験事務(令和元年度～4年度)

① 効率的な周波数利用の実現

新たな放送サービス用の空き周波数の創出、
ホワイトスペースの利用拡大

【具体的な成果】

- ・ 精密な地デジ周波数利用状況の調査により、一層稠密な利用の可能性を追求。
- ・ ホワイトスペースの周波数利用状況調査によりホワイトスペースチャンネルリスト(特定ラジオマイク)の更新のためのデータを取得
- ・ より高度なハイブリッドキャストの調査検討 等

② 新たな放送サービスの実現

4K放送や通信・放送融合サービス等を
地上テレビ放送用周波数で実現

【具体的な成果】

- ・ 「地上放送高度化方式」及び「高度化導入方式(LDM)」の技術的条件のとりまとめ
- ・ 伝送路符号化方式及び映像符号化方式について、技術動向及び諸外国の動向に関する調査
- ・ 既存地デジ受信機やCATV放送との両立性検証 等

○ 令和4年度までの内容を踏まえて

- 中継局の配置（置局）やネットワーク構成について検討を行い、放送サービス開始に向け定めるべきパラメータ等の検証を行う。
- 放送素材伝送用のTSLや中継ネットワークを構成するためのSTL/TTLの高度化を行い、放送事業用無線の高度化を図る。

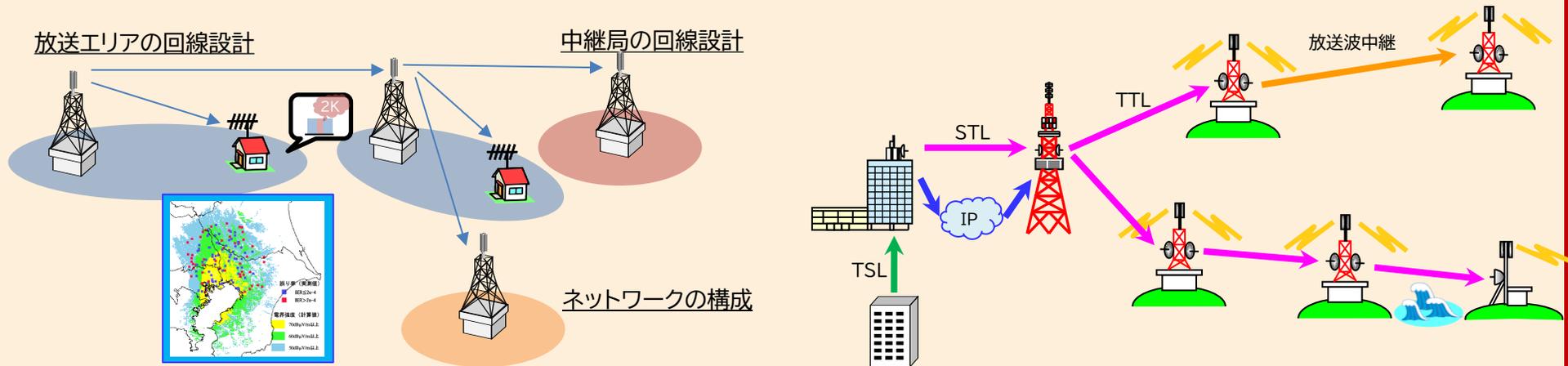
技術試験事務 (R5~R7)

① 置局に関する技術的条件

効率的な置局方策に基づく置局シミュレーションや実フィールドでの検証等を実施

② 中継に関する技術的条件

容量や耐性に優れた中継方式の技術的条件について調査し、放送ネットワーク構築方策を検討



TSL (Transmitter to Studio Link), STL (Studio to Transmitter Link), TTL (Transmitter to Transmitter Link)

本調査検討は、新たな放送サービスについて、限られた周波数帯で効率的に置局することができるよう、置局や中継に関する技術的条件の在り方についての検討を実施し、放送ネットワークの構築を実現するとともに、放送サービスの周波数逼迫状況の解消を図ることを目的とする。

仕様書項番		項目名
(1) 置局に関する 技術的条件の検討	ア 周波数を有効活用する置局に関するシミュレーション	多段放送波中継の回線設計のシミュレーション
(2) 中継に関する 技術的条件の検討	ア 中継方式の技術に関する 調査検討	① STL/TTL及びTSLの技術に関する調査検討
		② プログラム伝送方式に関する調査検討
	イ 放送事業用システム間の 干渉耐性に係る調査	① 干渉計算手法に関する検討（現行STL/TTL/TSLへの適合性検証）
	ウ 放送ネットワークの総合的な 有効性・実現性の検証	① 次世代STL/TTL/TSLのフィールド実験による総合検証
② 他システムから次世代STL/TTL/TSLが受ける干渉に関する実機調査		

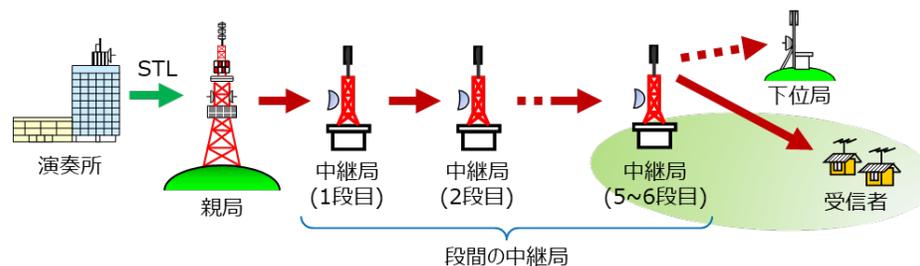
(1)ア 多段放送波中継の回線設計のシミュレーション

■ 調査内容

- 地上放送高度化方式の多段中継においてT T L中継と放送波中継の回線選択の目安を得るために、多段放送波中継の回線設計モデルを作成し中継局各段および全段の回線設計を検討する。

■ 調査手法

- (a) 地デジ中継局ネットワークの構成に係る調査を実施する。
 - 地デジの親局・中継局約2000箇所について放送局の多段中継の段数調査
 - 地デジ放送波中継の受信方式、受信アンテナ、伝送距離、上位局レベルなど放送波中継の受信に係る調査
- (b) 地上放送高度化方式の多段放送波中継のモデル化と回線設計のシミュレーションを実施する。
 - 名古屋実験試験局（鍋田、津、伊勢）の受信信号のフェージングを想定した中継局の信号品質の調査
 - 放送波中継の伝搬特性および中継局の信号品質の想定値のとりまとめ
 - 多段放送波中継の回線設計モデル作成および回線設計



■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
地デジ中継局ネットワークの構成に係る調査				地デジ中継ネットワーク調査								
地上放送高度化方式の多段放送波中継の調査				名古屋実験試験局 鍋田・津・伊勢調査		多段放送波中継モデル検討・回線設計					まとめ、報告書作成	

(2)ア① STL/TTL及びTSLの技術に関する調査検討

■ 調査内容

- 令和6年度までに検討した次世代STL/TTL及び次世代TSLの技術的条件案を見直し、必要な修正を行って技術的条件を取りまとめる。
- 令和6年度までに試作した次世代STL/TTL装置及び次世代TSL装置を、技術的条件の見直し後のパラメータに対応させる改修を行い、フィールド実験で最適伝送パラメータの調査を行う。

■ 調査手法

- 令和6年度検討した次世代STL/TTL及び次世代TSLの技術的条件案のうち、未検討部分であったMIMOの標準受信入力や送信スペクトル特性等の詳細検討を行う。
- 令和6年度の共用検討結果に基づき、次世代STL/TTL及び次世代TSLの占有周波数帯幅を現行STL/TTL及び現行TSLと同様な値にする装置改修を行い、フィールド実験で最適伝送パラメータの伝送特性の確認等を行う。
(STL/TTL : 8.5MHz→7.6MHz、 TSL : 17.5MHz→16.2MHz)
- 放送事業用システム間の干渉耐性に係る調査、放送ネットワークの総合的な有効性・実現性の検証及び別途実施される共用条件に関する調査検討の結果を踏まえ、技術的条件案を修正し、取りまとめる。

■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
技術的条件の取りまとめ				技術的条件の詳細検討			他の検討結果の反映、技術的条件のとりまとめ				報告書作成	
装置の狭帯域化改修			次世代STL/TTL及び次世代TSL装置の狭帯域化改修									

■ 次世代STL/TTL (IP伝送方式)

■ 最適伝送パラメータの絞り込み

- 所要C/N重視と伝送容量重視で256QAM(14/16)と1024QAM(12/16)の2つに絞り込む
- 1024QAM(12/16)のSISOとMIMOで所要C/N計算値が0.1dBほど異なっていた点は、大きい方に統一する

分類	伝送パラメータ			所要C/N (計算値) [dB]	機器劣化 [dB]	占有周波数 帯幅 [MHz以下]	等価雑音 帯域幅 [MHz以下]	雑音指数 [dB]	伝送容量※ [Mbps]	備考
	空間多重	変調方式	符号化率							
次世代 50Mbps	SISO	256QAM	14/16	24.1	3	7.6	7.6	4 (Gバンドを除く) 5 (Gバンド)	46.9	・不均一コンスタレーション (NUC) ・LDPC符号 (Short)
		1024QAM	11/16	24.0					45.9	
		1024QAM	12/16	26.1					50.1	
次世代 100Mbps	MIMO	256QAM	14/16	24.1	3	7.6	7.6	4 (Gバンドを除く) 5 (Gバンド)	93.8	
		1024QAM	11/16	24.1					91.8	
		1024QAM	12/16	26.1					100.3	

※ 占有周波数帯幅の比 (=7.6/8.5) で換算

■ 次世代STL/TTL (IP伝送方式)

■ 標準的な変調方式 (無線局の審査を受ける変調方式)

- 絞り込んだ伝送パラメータを標準的な変調方式として選択できるようにする

空間多重	標準的な変調方式 (LDPC符号化率)	所要C/N※1	伝送容量 SISO / MIMO	混信保護比
SISO/MIMO	256QAM (14/16)	27.1 dB	46.9 Mbps / 93.8 Mbps	同一経路 38.6 dB 異経路 34.6 dB
SISO/MIMO	1024QAM (12/16)	29.1 dB	50.1 Mbps / 100.3 Mbps	同一経路 40.6 dB 異経路 36.6 dB

※1 所要C/N (計算値) + 機器劣化

■ 切替可能な変調方式 (案) (与干渉量を増加させない条件のもと、標準的な変調方式から切り替えて運用可能な変調方式)

- 切替可能な変調方式は、32QAMから1024QAMまで選択できるようにする

空間多重	変調方式
SISO/MIMO	32QAM
SISO/MIMO	64QAM
SISO/MIMO	256QAM
SISO/MIMO	1024QAM

■ 次世代STL/TTL (IF伝送方式)

■ 最適伝送パラメータ

分類	伝送パラメータ※1		所要C/N (計算値) [dB]	フェージング時 熱雑音C/N [dB]	占有周波数 帯幅 [MHz以下]	等価雑音 帯域幅 [MHz以下]	雑音指数 [dB]	備考
	変調方式	符号化率						
次世代	256QAM	LDPC 11/16	18.2	28	5.85 (主信号)	6.0	4 (Gバンドを除く) 5 (Gバンド)	地デジと同様な放送エリアとなる 放送波の所要C/N-1.5dB
	256QAM	LDPC 12/16	19.7					地デジと同様な放送エリアとなる 放送波の所要C/N
	256QAM	LDPC 13/16	21.3					地デジと同様な放送エリアとなる 放送波の所要C/N+1.5dB

※1 各伝送パラメータの伝送容量は、「ISDB-T3による高度地上デジタルテレビジョン放送の伝送方式 標準規格」ARIB STD-B80を参照

伝送パラメータ			所要C/N [dB]	熱雑音 (36%) [dB]	歪み雑音 (40%) [dB]	干渉雑音 (25%) [dB]	干渉雑音 内訳 下線は混信保護の許容値
空間多重	変調方式	符号化率					
SISO	256QAM-NUC	LDPC 11/16	39 (注1)	43.5	43.0	45.0	同一経路 46.5dB <u>49.5dB</u> ×2波 異経路 50.5dB <u>53.5dB</u> ×2波
	256QAM-NUC	LDPC 12/16	39 (注1)	43.5	43.0	45.0	同一経路 46.5dB <u>49.5dB</u> ×2波 異経路 50.5dB <u>53.5dB</u> ×2波
	256QAM-NUC	LDPC 13/16	39 (注1)	43.5	43.0	45.0	同一経路 46.5dB <u>49.5dB</u> ×2波 異経路 50.5dB <u>53.5dB</u> ×2波
SISO	現行64QAM	畳込み 3/4	39 (注1)	43.5	43.0	45.0	同一経路 46.5dB <u>49.5dB</u> ×2波 異経路 50.5dB <u>53.5dB</u> ×2波

(注1) 中継ネットワークを考慮した所要C/N

■ 次世代TSL

- 最適伝送パラメータ候補の追加
 - 最適伝送パラメータ候補に所要C/Nと伝送容量でメリットがある256QAM(2/3)を追加
- 最適伝送パラメータの絞り込み
 - 256QAM(2/3)は、所要C/Nが現行TSLの所要C/N(計算値+機器劣化=22dB)以下で、SISOで4K移動中継、MIMOで4K固定中継(高画質)と8K移動中継の情報レートを実現可能
 - 256QAM(5/6)、4096QAM(5/6)は、所要C/Nが現行TSLよりも大きいですが、SISOで4K固定中継、MIMOで8K固定中継の情報レートに対応
 - MIMOの16QAM(2/3)、16QAM(5/6)は、所要C/Nが小さく長距離伝送に適する

伝送パラメータ		所要C/N (計算値) [dB]	機器 劣化 [dB]	占有周波数 帯幅 [MHz以下]	等価雑音 帯域幅 [MHz以下]	雑音指数 [dB]	伝送容量※1 [Mbps] (8192点FFT)	
変調方式	LDPC 符号化率						SISO	MIMO
16QAM	2/3	9.3	3	16.2	16.2	4 (Gバンドを除く) 5 (Gバンド)	-	77.2 (4K移動中継)
	5/6	11.7					-	96.5 (4K固定中継(標準画質))
32QAM	1/2	9.2					-	72.3 (4K移動中継)
	2/3	12.0					-	96.5 (4K固定中継(標準画質))
64QAM	5/6	17.2					72.3 (4K移動中継)	144.7 (4K固定中継(高品質)、 8K移動中継)
256QAM	2/3	18.4					77.2 (4K移動中継)	154.4 (4K固定中継(高品質)、 8K移動中継)
	5/6	22.5					96.5 (4K固定中継(標準画質))	193.0 (8K固定中継(標準画質))
1024QAM	2/3	23.1					"	"
4096QAM	5/6	33.1	144.7 (4K固定中継(高品質)、 8K移動中継)	289.5 (8K固定中継(高品質))				

情通審 放送システム委員会報告「放送システムに関する技術的条件」(諮問第2023号)のうち、
「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」の「超高精細度テレビジョン放送のためのマイクロ波帯を使用する放送事業用無線局(FPU)の技術的条件」より

※1 占有周波数帯幅の比 (=16.2/17.5) で換算

■ 次世代TSL

■ 標準的な変調方式 (無線局の審査を受ける変調方式)

- 絞り込んだ伝送パラメータを標準的な変調方式として選択できるようにする

空間多重	標準的な変調方式 (LDPC符号化率)	所要C/N※1	伝送容量 SISO/MIMO	混信保護比
MIMO	16QAM(2/3)	12.3 dB	77.2 Mbps	同一経路 22.6 dB 異経路 20.3 dB
MIMO	16QAM(5/6)	14.7 dB	96.5 Mbps	同一経路 25.0 dB 異経路 22.7 dB
SISO/MIMO	256QAM(2/3)	21.4 dB	77.2 Mbps / 154.4 Mbps	同一経路 31.7 dB 異経路 29.4 dB
SISO/MIMO	256QAM(5/6)	25.5 dB	96.5 Mbps / 193.0 Mbps	同一経路 35.8 dB 異経路 33.5 dB
SISO/MIMO	4096QAM(5/6)	36.1 dB	144.7 Mbps / 289.5 Mbps	同一経路 46.4 dB 異経路 44.1 dB

※1 所要C/N (計算値) + 機器劣化

■ 切替可能な変調方式 (案) (与干渉量を増加させない条件のもと、標準的な変調方式から切り替えて運用可能な変調方式)

- 切替可能な変調方式は、QPSKから4096QAMまで選択できるようにする

空間多重	変調方式
SISO/MIMO	QPSK
SISO/MIMO	16QAM
SISO/MIMO	32QAM
SISO/MIMO	64QAM
SISO/MIMO	256QAM
SISO/MIMO	1024QAM
SISO/MIMO	4096QAM

STL/TTL/TSL高度化作業班の主な検討事項及び論点

1

検討事項

STL/TTL/TSLの伝送容量の拡大及び伝送耐性の強化等の実現により周波数の利用効率の向上を図ることを目的として、STL/TTL/TSLの高度化に係る技術的条件を検討する。

- STL/TTL/TSLの高度化に係る技術的条件
 - ① OFDM※1方式の導入
 - ② 高次多値変調及び環境条件等により柔軟に変調方式を選択する方式の導入
 - ③ 偏波MIMO※2の導入
- 既存無線システムとの共用条件

論点

現行システムと共存可能という視点※で高度化方式の技術的条件を検討

- OFDM※1方式における占有周波数帯幅や干渉軽減係数（IRF）等
- 標準的な変調方式にて無線局の審査を行い、与干渉量を増加させない条件のもと、ユースケースや伝搬環境に応じて最適な（低次又は高次の）変調方式を用いることを可能とすることの可否
- 偏波MIMO※2における空中線電力や送信スペクトルマスク、干渉軽減係数（IRF）等

※ 「現行STL/TTL等に追加して共存が可能なシステムであること」、「既存の中継局設備が十分に活用できること」の要求条件に対応

切替可能な変調方式

※1 OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

※2 MIMO : Multiple-Input Multiple-Output

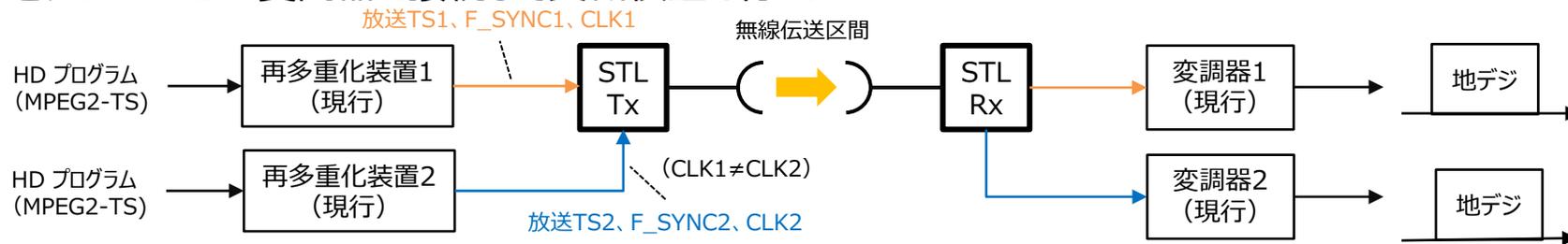
(2)ア② プログラム伝送方式に関する調査検討

■ 調査内容

- 現行地デジのプログラム伝送信号である放送TSを2系統、次世代STL/TTL装置で多重して伝送する場合の各系統の従属同期用クロックの伝送方法を検討する。
- 室内実験を実施し、次世代STL/TTL装置で伝送した従属同期用クロックを現行地デジのOFDM変調器に入力して正常に動作することを実機検証する。

■ 調査手法

- 2系統の地デジの従属同期用クロックを次世代STL/TTLにより伝送する技術を検討する。
- 最適伝送パラメータによる多重伝送が可能となるように次世代STL/TTL装置を改修して、室内実験により機能確認を行う。
- 2系統のクロック伝送の原理検証が可能となるように次世代STL/TTL装置を改修し、室内実験により現行地デジのOFDM変調器に接続して実機検証を行う。



【 次世代STL/TTLによる2系統の放送TSの伝送 】

■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
複数クロック伝送				複数クロック伝送の技術検討				室内実験	調査結果とりまとめ		報告書作成	
STL/TTL装置改修				最適伝送パラメータによる多重伝送対応及び複数クロック伝送対応の装置改修								

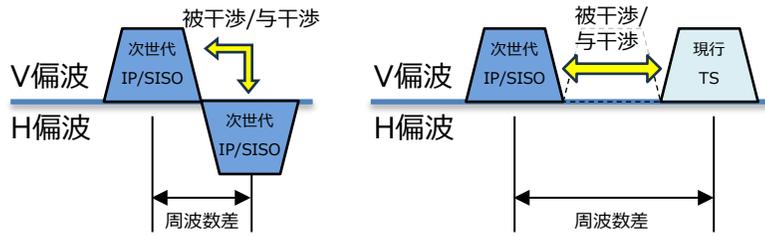
(2)イ① 干渉計算手法に関する検討

■ 調査内容

- 昨年度の干渉計算手法に関する検討結果を踏まえ、次世代STL/TTL/TSLを放送事業用周波数（C/D/E/F/G）に導入する場合を想定し、モデル回線設計およびモデル干渉検討を行う。現行STL/TTL/TSLを次世代STL/TTL/TSLへ置き換えることに適合するかどうかを検証する。

■ 調査手法

- 次世代STL/TTL/TSL間および、次世代STL/TTL/TSLと現行STL/TTL/TSL間の干渉において、偏波、SISO/MIMO、周波数差、同経路/異経路、伝送距離等の違いによる干渉モデルを整理する（図1）。
- モデル回線設計を行い、次世代STL/TTL/TSLの伝送方式、SISO/MIMO、変調方式他条件ごとの適合性を整理する。
- モデル干渉検討を行い、図2のイメージでサイマル期および移行後の干渉量を推定し適合性を整理する。
- STL/TTL移行の検討においては、1chに現行地デジ方式の複数事業者を収容する場合、もしくは1chに現行地デジ方式と地上放送高度化方式を収容する場合の2パターンで、次世代STL/TTLに必要なパラメータを仮定し検討する。



(10GHz未満) $C/I = D/U + IRF$
 (10GHz以上) $C/I = D/U + IRF - DRA$

IRF: 干渉軽減係数、 DRA: 希望波と干渉波の降雨減衰差

図1 SISOの場合の干渉パターン例

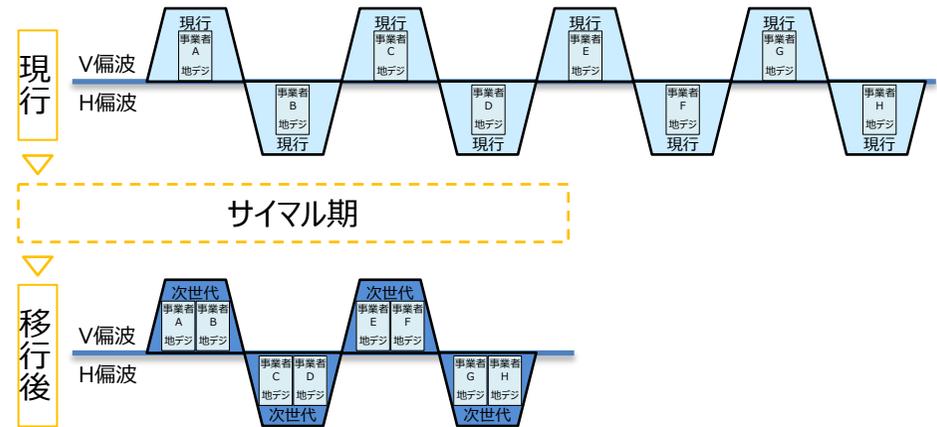


図2 移行時のモデル干渉検討例（STL/TTL SISOの場合）

■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
干渉計算手法に関する検討					干渉モデル整理 モデル回線設計		モデル干渉検討 サイマル期、移行後干渉量の検討				検討結果とりまとめ報告書作成	

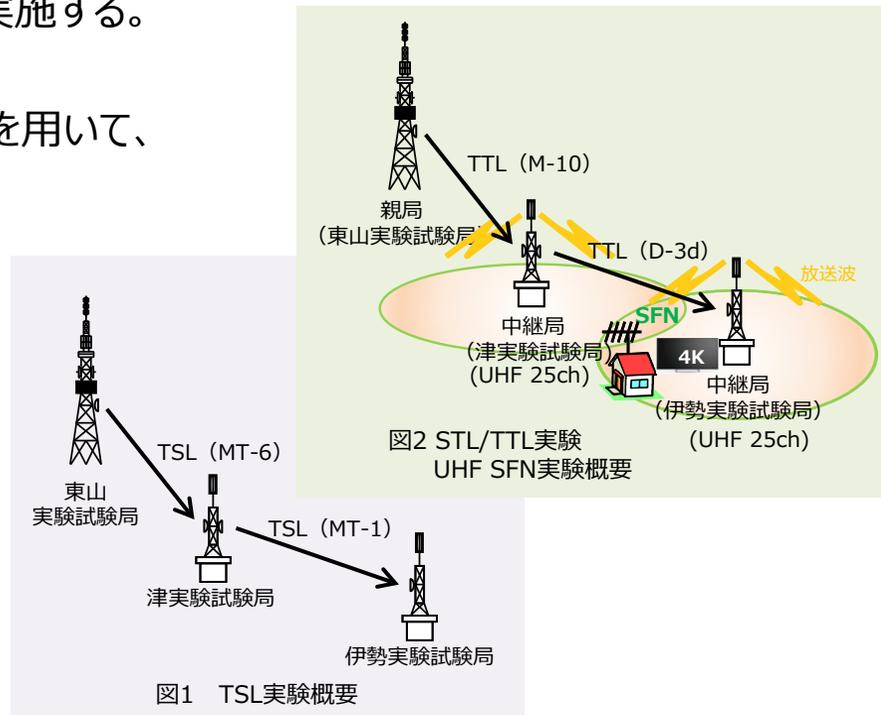
(2)ウ① 次世代STL/TTL/TSLのフィールド実験による総合検証

■ 調査内容

- 最適な伝送パラメータの有効性・実現性を確認するため、次世代STL/TTL装置、及び次世代TSL装置の実フィールド検証を実施する。
- 地上放送高度化方式の新プログラム伝送信号の有効性・実現性を確認するため、変復調装置・再多重化装置・次世代STL/TTL装置の実フィールド検証を実施する。

■ 調査手法

- 名古屋地区SHF実験試験局による、2段のTSL回線を用いて、次世代TSLの最適伝送パラメータの電波を送信して伝送特性を評価する。
- 同じく、2段のTTL回線を用いて、次世代STL/TTLの最適伝送パラメータの電波を送信して伝送特性を評価する。
- 新プログラム伝送信号に対応した再多重化装置、次世代STL/TTL装置、変調装置を用いてUHFのSFN環境を構築し、地上放送高度化方式のSFNの実フィールド検証を行う。



■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
最適伝送パラメータの有効性・実現性				TSL基本伝送実験		STL/TTL、TSL伝送実験		調査結果とりまとめ			報告書作成	
新プログラム伝送信号の有効性・実現性				SFN実験①		SFN実験②						

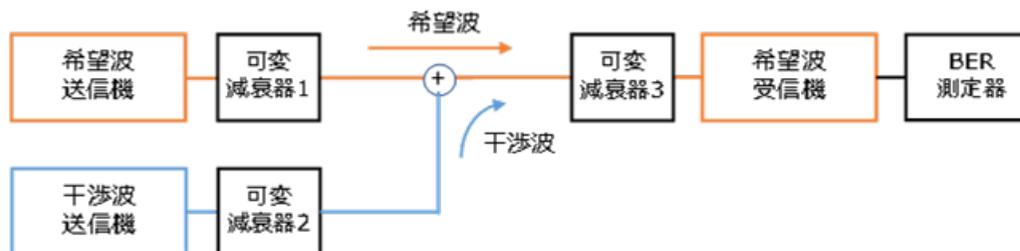
(2)ウ② 他システムから次世代STL/TTL/TSLが受ける干渉に関する実機調査

■ 調査内容

- 同一周波数帯を使用する放送業務及び電通・公共・一般業務の固定回線システムから次世代STL/TTL/TSL装置が受ける干渉について、搬送波電力対干渉波電力比（C/I）を、実機による室内実験により測定・評価する。

■ 調査手法

- 他システムとして、放送業務の固定回線装置、電通・公共・一般業務の固定回線装置を準備する。
- (2)ア①で改修した次世代STL/TTL/TSL装置を希望波、他システムを干渉波として、所定の周波数差における搬送波電力対干渉波電力比（C/I）の許容値を室内実験により評価する。
- 他システムを希望波、(2)ア①で改修した次世代STL/TTL/TSL装置を干渉波として、同様にC/Iの許容値を評価する。



【室内干渉実験概要】

■ 調査スケジュール

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
次世代STL/TTL/TSLが受ける干渉に関する実機調査				他システムの固定回線装置製作・借用期間									
							室内干渉実験						
											報告書作成		