

STL/TTL作業班報告概要(案)

平成27年5月14日
STL/TTL作業班

STL/TTLの概要

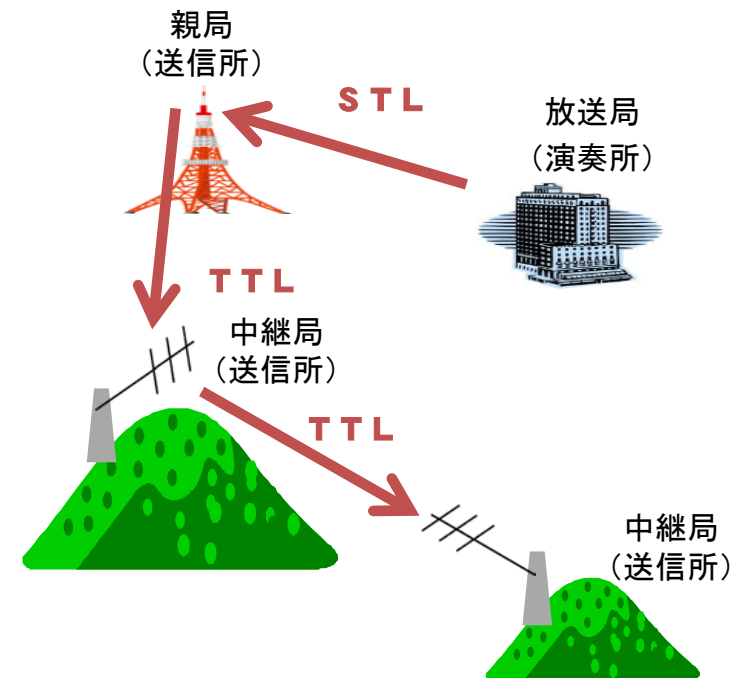
- STLとは、放送局（演奏所）と親局（送信所）を結ぶ番組中継回線のことをいい、TTLとは、親局（送信所）又は中継局（送信所）と中継局（送信所）を結ぶ番組中継回線のことをいう。
- 音声STL/TTLには、M/N帯（M帯又はN帯）のほか、60MHz／160MHz帯（60MHz帯又は160MHz帯）等が用いられている。

（参考） STL/TTLの周波数利用状況

周波数帯	周波数	用途
60MHz帯	54-68MHz	音声中継用
160MHz帯	162.5-169MHz	音声中継用
960MHz帯（注1）	958-960MHz	音声中継用
AF帯（注2）	3,400-3,456MHz	音声中継用
B帯	5,850-5,925MHz	テレビ中継用
C帯	6,534-6,570MHz	テレビ中継用
M帯	6,570-6,870MHz	テレビ中継用
	6,700-6,720MHz	音声中継用
	6,860-6,868MHz	音声中継用
D帯	6,870-7,125MHz	テレビ中継用
N帯	7,425-7,750MHz	テレビ中継用
	7,571-7,595MHz	音声中継用
	7,731-7,743MHz	音声中継用
G帯	12.95-13.25GHz	テレビ中継用

注1 平成27年11月30日までにM/N帯へ移行（M/N帯への移行が困難な場合は60MHz／160MHz帯）

注2 最長で平成34年11月30日までにM/N帯へ移行



STL/TTLのイメージ

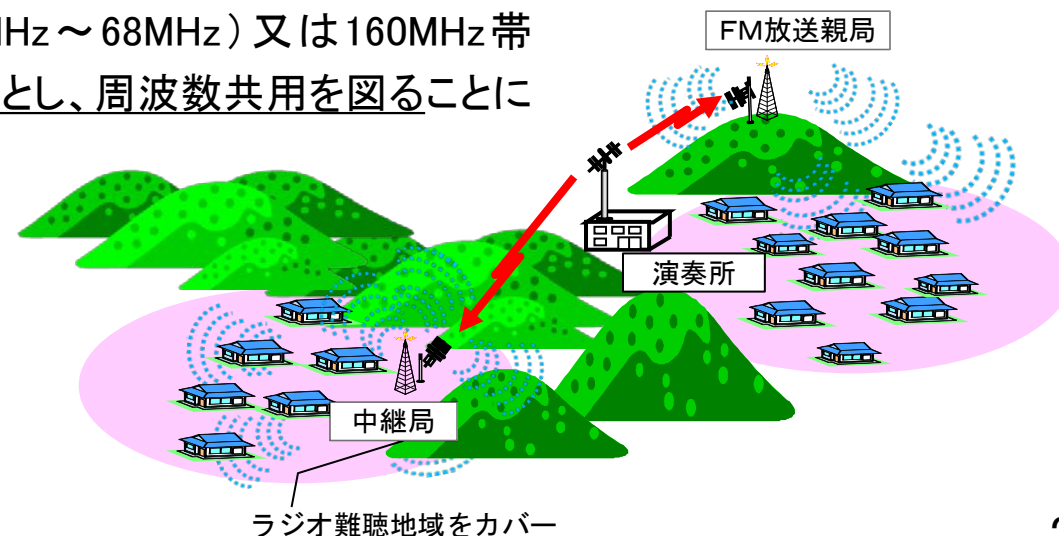
STL: Studio to Transmitter Link
TTL: Transmitter to Transmitter Link

VHF帯デジタルSTL／TTLの目的

- M／N帯デジタル音声STL／TTLの無線設備等を設置するためには強靱なアンテナ鉄塔等が必要となることから、放送事業者が、小規模な送信所向けの番組中継回線として、より容易に音声STL／TTLの無線設備等を設置することができるよう、VHF帯におけるデジタルSTL／TTLを導入。
- 放送局の中継局間の距離が遠い場合や、国立公園や国定公園などをまたぐような場合等、マイクロ波帯を使用する音声STL／TTLを中継局間の中間地点に設置できず番組中継を行うことができない際に、VHF帯におけるデジタルSTL／TTLを利用。

VHF帯デジタルSTL／TTLの要求条件

- 現行のアナログ方式による60MHz帯（54MHz～68MHz）又は160MHz帯（162.5MHz～169MHz）の音声STL／TTLと同一とし、周波数共用を図ることにより、周波数有効利用に資すること。
- サブバンドADPCMによる伝送を基本とし、高品質な音声番組等を低遅延で伝送すること。



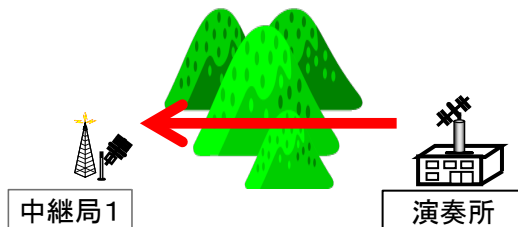
伝送モデルのイメージ

伝送が小規模な場合、大規模な場合に応じて、短距離／長距離、単ルート／多段ルートを組み合わせ、四つのケースが考えられる。(一区間当たり20kmを前提とする。)

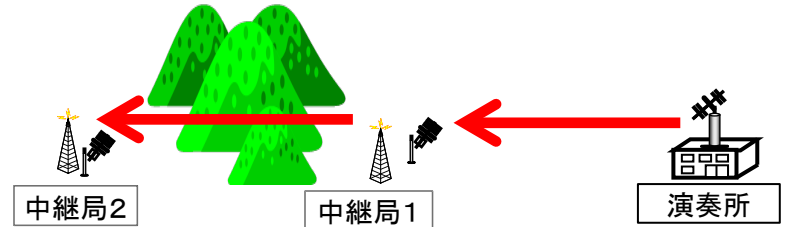
(1) 小規模なケース

コミュニティ放送事業者、FM放送事業者等によるステレオ音声の伝送を想定

基本モデル① 単ルート／短距離



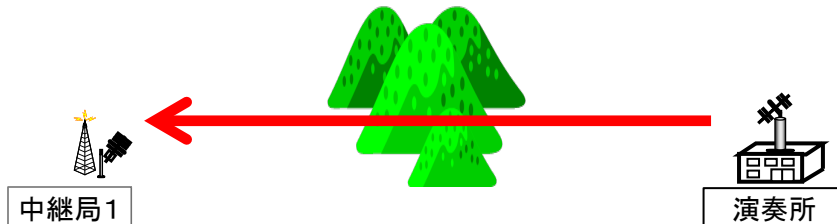
基本モデル② 多段ルート／短距離×2段～3段



(2) 大規模なケース

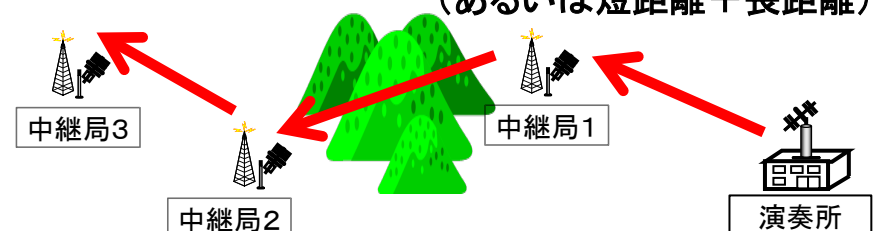
AM放送事業者等によるモノラル音声の伝送を想定

基本モデル③ 単ルート／長距離



基本モデル④ 多段ルート／短距離×3段～5段

(あるいは短距離＋長距離)



VHF帯デジタルSTL／TTLの主な技術的条件(案)は以下のとおり。

主な検討項目	技術的条件(案)		
使用周波数	VHF帯アナログSTL／TTLでも使用されている60MHz帯又は160MHz帯とする		
変調方式	64QAM(32QAM、16QAM、QPSKも可とする。)		
伝送容量	480kbps以下	クロック周波数	80kHz以下
空中線電力	5W以下	偏波	垂直偏波又は水平偏波
占有周波数帯幅の許容値	96kHz		
中継方式	検波再生中継方式(非再生中継方式も可とする。)		
受信入力	60MHz帯	標準受信入力: -60dBm、最大受信入力: -50dBm	
	160MHz帯	標準受信入力: -67dBm、最大受信入力: -57dBm	
等価雑音帯域幅／雑音指数	80kHz以下／5dB以下	所要フェージングマージン	$0.1 \times d$ (d: 距離(km))
電波の型式	D1E、D7E、D7W、G1E、G7E、G7W		
空中線電力の許容偏差	上限20%、下限50%		

伝送容量

音声信号(ステレオ)の音声圧縮方式の一つであるサブバンドADPCMにより圧縮した上で、データ信号(同期信号又は制御信号等)を付加し、誤り訂正符号としてのRS(リードソロモン)符号(8.5%)やヘッダ情報(5.3%)を付与した場合、伝送容量は最大480kbpsを上限とすることが適当。

	同期信号を付加(kbps)	制御信号等を付加(kbps)
音声信号(ステレオ)	384	384
データ信号	20	36
正味伝送容量	404	420
誤り訂正符号(8.5%)	34	36
ヘッダ情報(5.3%)	21	22
総伝送容量	460	478

占有周波数帯幅の許容値

スペクトル帯域幅は96kHz、ロールオフ率は0.2を上限とした場合、64QAMの場合、最大480kbpsを伝送することが可能となることを踏まえ、占有周波数帯幅の許容値は96kHzとすることが適当。

スペクトル帯域幅 (kHz)	ロール オフ率	変調方式	64QAM	32QAM	16QAM	QPSK
		ビット数	6	5	4	2
		クロック周波数(kHz)	最大伝送容量(kbps)			
96	0.2	80	480	400	320	160

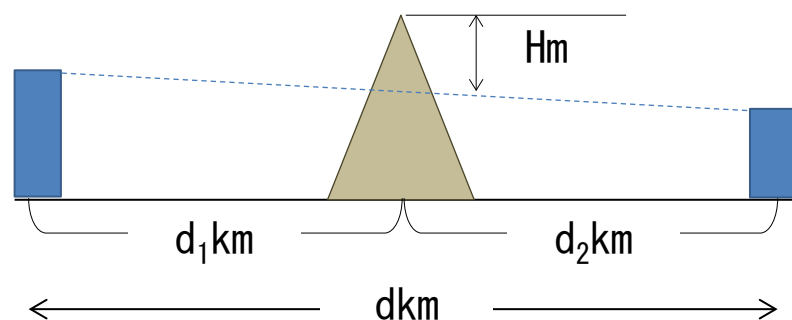
VHF帯デジタルSTL／TTLの回線設計を行う場合に見積もることができる伝搬上の損失量として、フェージングマージンや回折・遮へい損失が適当である。

フェージングマージン

VHF帯における伝搬であることを鑑みて、フェージング損失は1km当たり0.1dBとして算出した値を所要フェージングマージンとすることが適当である。(VHF帯アナログSTL／TTLと同様とする。)

回折・遮へい損失

回折損失等については、電波法関係審査基準に基づき、20dB程度まで見積もることができる。(VHF帯アナログSTL／TTLと同様とする。)



$d_1 = d_2 (=d/2)$ とした場合の計算結果は右表のとおり。

60MHz帯の場合

	d=10km	d=20km	d=50km
H=10m	7未満	7未満	7未満
H=100m	15.9	12.8	11.0

160MHz帯の場合

	d=10km	d=20km	d=50km
H=10m	7.7	7.1	7未満
H=100m	20.6	16.8	13.8

回線設計例

60MHz帯及び160MHz帯(64QAM)の場合、標準区間(20km)の回線設計は以下のとおり。

空中線電力は、回折・遮へい損失がない場合は0.05W、回折・遮へい損失がある場合は5Wが適当である。

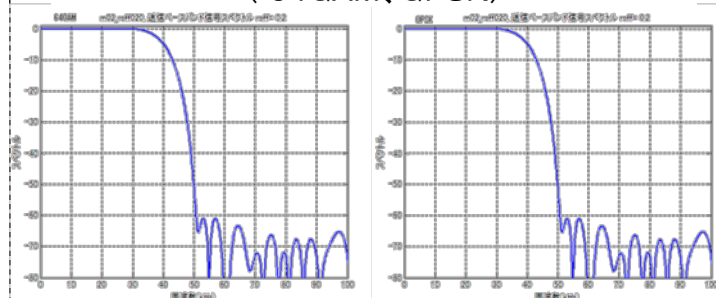
距離				20km	20km	20km	20km
周波数			MHz	60.305	60.305	167.93	167.93
送信系の特性	(1)	空中線電力	W	<u>5</u>	<u>0.05</u>	<u>5</u>	<u>0.05</u>
			dBm	<u>37.0</u>	<u>17.0</u>	<u>37.0</u>	<u>17.0</u>
	(2)	空中線利得	dBi	13	13	13	13
	(3)	給電線損失	dB	2	2	2	2
	(4)	その他の損失	dB	1	1	1	1
	(5)	等価等方輻射電力	dBm	47	27	47	27
受信系の特性	(6)	空中線利得	dBi	13	13	13	13
	(7)	給電線損失	dB	2	2	2	2
	(8)	その他の損失	dB	4	4	4	4
	(9)	受信系総合利得	dB	7	7	7	7
伝搬特性	(10)	自由空間伝搬損失	dB	94.0	94.0	102.9	102.9
	(11)	回折・遮へい損失等	dB	<u>20</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>0</u>
	(12)	合計伝搬損失	dB	<u>114.0</u>	<u>94.0</u>	<u>122.9</u>	<u>102.9</u>
評価	(13)	受信入力電力	dBm	-60.0	-60.0	-68.9	-68.9
	(14)	雑音合計	dBm	-107.5	-107.5	-114.3	-114.3
	(15)	スレッシホールドC/N	dB	31.5	31.5	31.5	31.5
	(16)	所要受信入力電力	dBm	-76.0	-76.0	-82.8	-82.8
	(17)	伝送マージン	dB	16.0	16.0	13.9	13.9

干渉軽減係数 (IRF)

同一周波数または隣接周波数を使用することが想定されるVHF帯デジタルSTL／TTL同士並びにアナログSTL／TTL及びアナログ監視・制御回線との干渉軽減係数(IRF)を規定する。

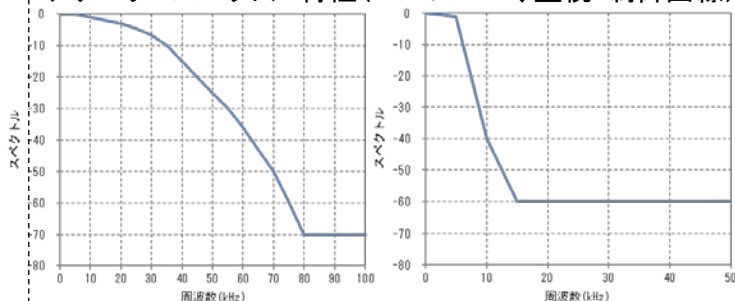
各方式のスペクトル特性等に基づく計算結果及び実証実験の実測結果を踏まえ、干渉軽減係数は以下のとおり規定することが適当である。

デジタル スペクトル特性(STL／TTL)
(64QAM、QPSK)



※各変調方式(64QAM、32QAM、16QAM、QPSK)におけるスペクトル特性は同等となる。

アナログ スペクトル特性(STL／TTL、監視・制御回線)



希望波	干渉波	周波数差 (kHz)			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 400未満	400以上
デジタル STL／TTL	デジタル STL／TTL	0dB	37dB	47dB	48dB

希望波	干渉波	周波数差 (kHz)			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
デジタル STL／TTL	アナログ STL／TTL	2dB	39dB	49dB	50dB
デジタル STL／TTL	アナログ 監視・制御回線	7dB	44dB	55dB	55dB

希望波	干渉波	周波数差 (kHz)			
		0以上 100未満	100以上 180未満	180以上 300未満	300以上
アナログ STL／TTL	デジタル STL／TTL	10dB	42dB	61dB	65dB
アナログ 監視・制御回線	デジタル STL／TTL	13dB	80dB	80dB	80dB

(参考) 周波数差の設定は、現行の周波数配置(取り得る周波数差: 100kHz、105kHz、180kHz及び360kHz)及び減衰量を踏まえたもの。

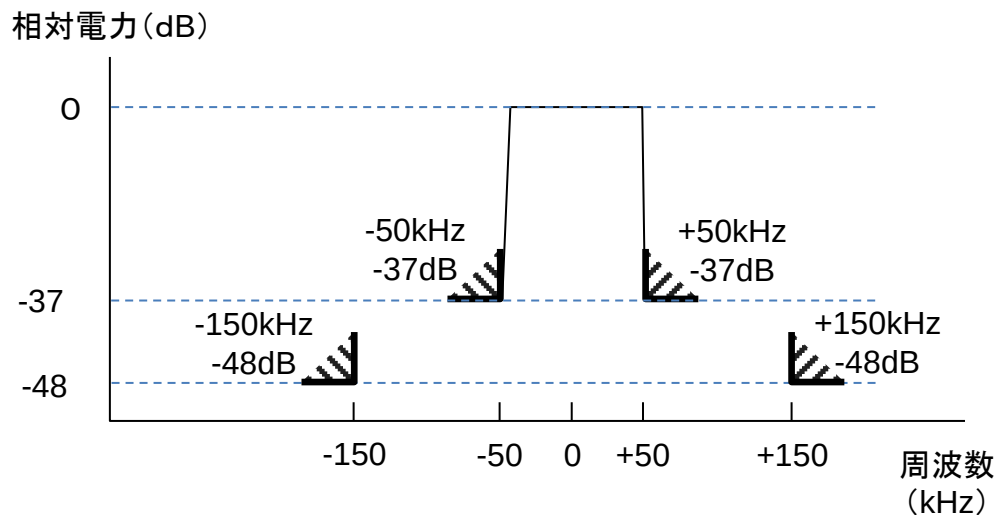
スペクトル特性等

スペクトル特性

周波数有効利用の観点からスペクトルをできるだけ低減するよう、スペクトルマスクの許容値を規定することが適当である。

- ・ $\pm 50\text{kHz}$ (自チャネルの端) にて -37dB 以下
- ・ $\pm 150\text{kHz}$ (隣接チャネルの端) にて -48dB 以下

(参考) 自チャネル及び隣接チャネルの端における値以下とする規定は、マイクロ帯STL／TTLの規定を踏まえたもの。



送受信ろ波特性

送受信高周波ろ波特性、等価送受信ろ波特性を右表のとおり規定することが適当である。(各特性はVHF帯アナログSTL／TTL相当以下。)

	送受信高周波ろ波特性			
周波数偏差	3MHz		10MHz	
減衰量	10dB 以上		20dB 以上	
	等価送信ろ波特性			
周波数偏差	100kHz	250kHz	3MHz	10MHz
減衰量	10dB	15dB	20dB	35dB
	等価受信ろ波特性			
周波数偏差	100kHz	250kHz	3MHz	10MHz
減衰量	15dB	25dB	45dB	60dB

他の無線局との共用検討等

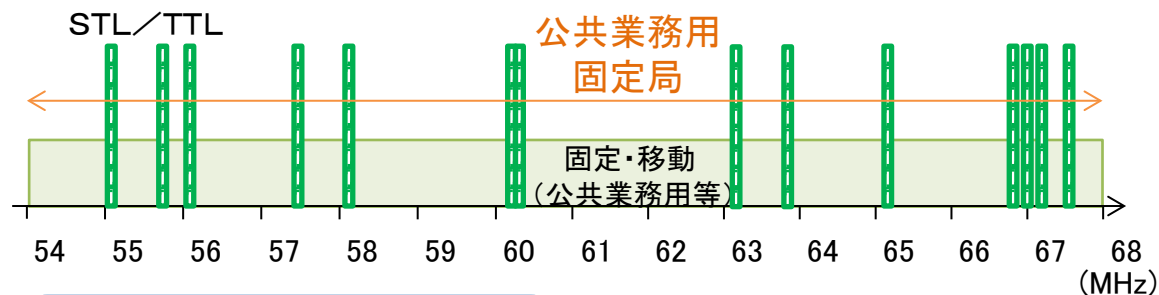
他の無線局との干渉検討

- デジタルSTL／TTLからの与干渉電力は、現行のアナログSTL／TTLからの与干渉電力と同程度となる。
- ただし、デジタルSTL／TTLと近接する周波数及び位置関係での使用が想定される以下の無線システムを干渉検討の対象とし、共用条件の検討を行う。

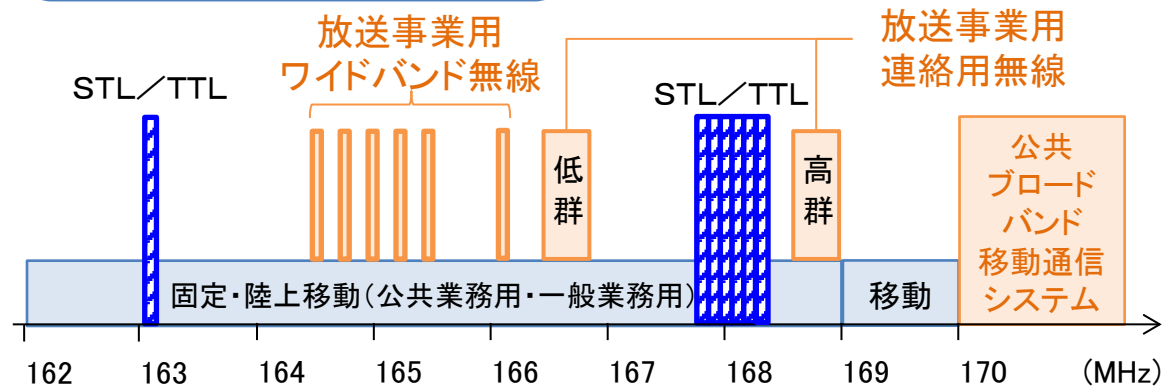
干渉検討の対象となる無線システム

60MHz帯	公共業務用固定局(同報無線)
160MHz帯	放送事業用連絡用無線
	放送事業用ワイドバンド無線
200MHz帯	公共ブロードバンド移動通信システム

60MHz帯の周波数割当状況



160MHz帯の周波数割当状況



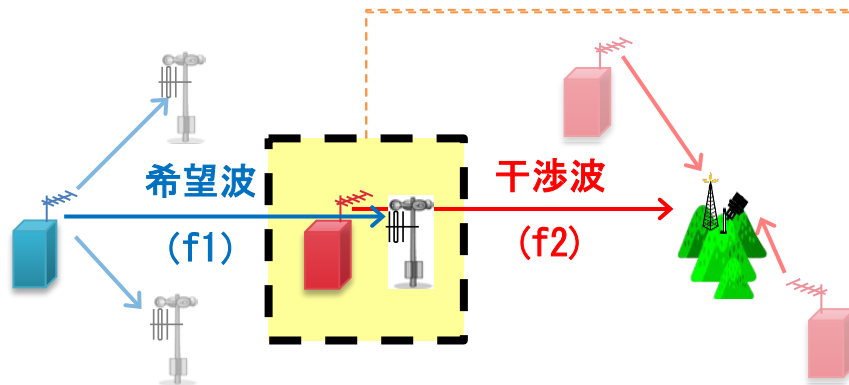
干渉検討の考え方

- 各システムで想定する外来雑音及び受信機熱雑音から許容干渉量を求め、干渉波の受信電力が許容干渉量以下であれば共用可能と判断する。
- 検討条件としては、デジタルSTL/TTLと他の無線システムが近接し、相互の空中線指向特性が正対するという最悪モデルを使用。デジタルSTL/TTL送信高 h 、離調周波数 Δf 、干渉元との水平距離 d のパラメータを順に変化させ、各条件での改善量を確認。

干渉検討のモデル

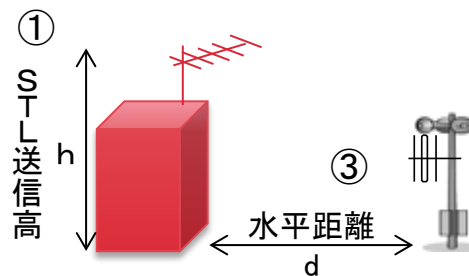
水平距離、STL/TTL送信高及び離調周波数を変化させ、所要改善量を比較。

- ① STL/TTL送信高(h) : 20m, 50m
- ② 離調周波数(Δf) : 50kHz, 150kHz, 3MHz(又は1MHz), 5MHz, 10MHz
- ③ 水平距離(d) : 10m, 50m, 100m, 300m, 500m

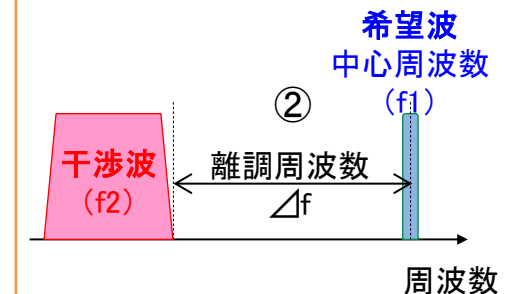


最悪モデル(至近距離・正対)を想定。

距離の変化による
許容改善量の確認



離調周波数による
許容改善量の確認



干渉検討結果

与干渉の結果（STL／TTLから他の無線局へ）

被干渉局		所要改善量※1	条件変更時※2	干渉軽減対策
固定運用	公共業務用固定局	39.2～44.6dB	-0.9～6.8dB	サイトエンジニアリングにより共用可能。 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、STL／TTLの出力側にフィルタ(20～30dB程度)を使用することで共用可能。
	放送事業用連絡用無線	41.6dB	19.8dB	
	放送事業用ワイドバンド無線	43.2dB	21.5dB	
	公共BB移動通信システム	41.3dB	-2.7dB	
移動運用	公共業務用固定局(戸別受信)	31.1dB	-7.4dB	所要改善量が少ないためサイトエンジニアリングにより共用可能。 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、STL／TTLの出力側にフィルタを使用することで共用可能。
	放送事業用連絡用無線	36.1～38.1dB	9.1～10.7dB	
	放送事業用ワイドバンド無線	34.0～35.7dB	6.3～8.3dB	
	公共BB移動通信システム	34.9～45.4dB	-2.0～6.8dB	

被干渉の結果（他の無線局からSTL／TTLへ）

与干渉局		所要改善量※1	条件変更時※2	干渉軽減対策
固定運用	公共業務用固定局	43.7～49.1dB	3.4～11.3dB	固定設置で運用する設備のためサイトエンジニアリングで共用可能。
	放送事業用連絡用無線	18.9dB	1.8dB	
	公共BB移動通信システム	4.2dB	-20.4dB	
移動運用	放送事業用連絡用無線	15.4～26.7dB	-7.2～5.3dB	所要改善量が少ないためサイトエンジニアリングで共用可能。
	放送事業用ワイドバンド無線	28.4～40.1dB	-2.5～2.7dB	
	公共BB移動通信システム	21.2～31.7dB	4.3～13.1dB	

※1 離調周波数 $\Delta f=150\text{kHz}$ 、STL/TTL送信高 $h=20\text{m}$ 、水平距離 $d=50\text{m}$ の条件下における所要改善量。

※2 12頁の条件①、②及び③を変更することで、所要改善量を改善した値。

共用条件

与干渉の結果（STL／TTLから他の無線局へ）

- 実際の置局においては、既存無線局の設置状況を十分調査・確認のうえ、周波数選定及びサイトエンジニアリング等を行うことにより改善量が確保でき、共用可能と考えられる。
 - ・ デジタルSTL／TTLの周波数選定では、近接する既存無線局との離調周波数を可能な限り確保。
 - ・ 近接する既存無線局との離隔距離を可能な限り確保する。
 - ・ 指向性ロス確保のため、デジタルSTL/TTLの指向特性を鋭くする、送信高を高くする。
 - ・ 空中線偏波面を近接する既存無線局と異なるものを使用。
- 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、デジタルSTL／TTLの出力側にフィルタ(10～30dB)を使用することで共用可能。

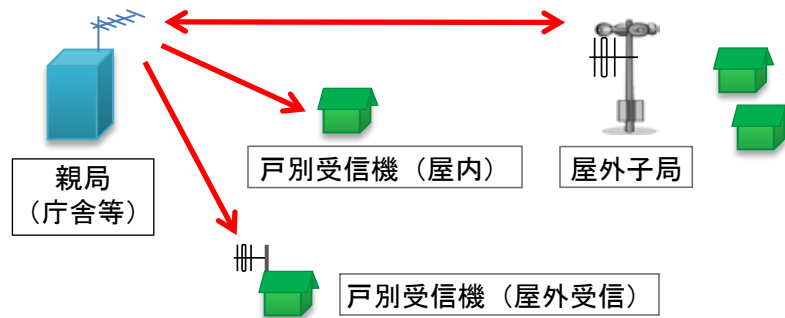
被干渉の結果（他の無線局からSTL／TTLへ）

- 実際の置局においては、既存無線局の設置状況を十分調査・確認のうえ、周波数選定及びサイトエンジニアリング等を行うことにより改善量が確保でき、共用可能と考えられる。
 - ・ デジタルSTL／TTLの周波数選定では、近接する既存無線局との離調周波数を可能な限り確保。
 - ・ 干渉回避のため、新たな機材側の指向特性の変更、高さ方向を調整。
 - ・ 空中線偏波面を干渉源と異なるものを使用。

公共業務用固定局との共用検討

市区町村の庁舎等から一斉送信し、同一市区町村内に配置される子局（屋外子局、戸別受信機）で受信する防災行政無線システムであり、屋外子局からアンサーバック信号等を受信する親局受信も存在する。

パラメータを周波数離調150kHz、水平距離50m、STL/TTL送信高20mのケースの所要改善量、また、条件を変更した場合の所要改善量の変化は下表のとおり。



検討諸元	屋外子局	戸別受信機	親局
中心周波数	54～70MHz		
空中線電力	10W		
占有周波数帯幅	15kHz以下		
空中線利得	8.15dBi	-7.85dBi/8.15dBi	2.15dB
給電線損失	1.5dB	0dB/1.5dB	3.5dB
空中線高	5m	2m/3m	20m
許容干渉量	-96.3dBm/MHz		

STL/TTL干渉対象	所要改善量	条件変更時の所要改善量
屋外子局	44. 6dB	6. 8dB (△f=5MHz, h=50m, d=500m)
戸別受信機(屋内)	31. 1dB	-7. 4dB (△f=5MHz, h=50m, d=500m)
戸別受信機(屋外受信)	44. 0dB	6. 8dB (△f=5MHz, h=50m, d=500m)
親局受信	39. 2dB	-0. 9dB (△f=5MHz, h=50m, d=500m)

STL/TTL被干渉元	所要改善量	条件変更時の所要改善量
親局送信	43. 7dB	3. 4dB (△f=1MHz, h=50m, d=500m)
屋外子局アンサーバック	49. 1dB	11. 3dB (△f=1MHz, h=50m, d=500m)

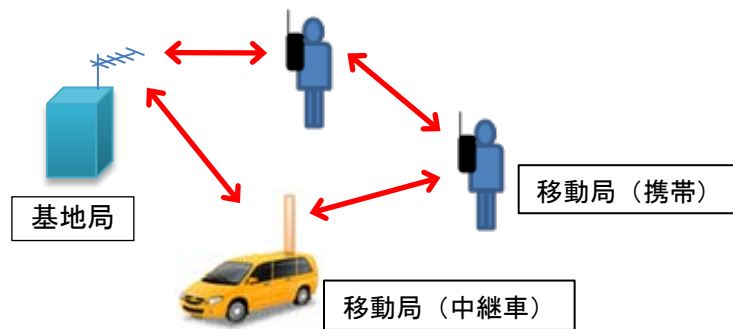
※16QAM方式の値を抜粋

- 相互の周波数離隔及び相互の配置距離を十分確保すること、送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係、建物等による遮へい等の工夫など、主にVHF帯デジタルSTL/TTL側のサイトエンジニアリングにより共用可能。
- 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、デジタルSTL/TTLの出力側にフィルタを使用することで共用可能。

放送事業用連絡用無線との共用検討

番組制作や報道取材など放送事業者が事業を行う上で必要となる様々な連絡に用いる無線局で、基地局受信、移動受信(中継車・携帯)など様々な運用がされている。

離調周波数150kHz、水平距離50m、STL/TTL送信高20mのケースの所要改善量、また、条件を変更した場合の所要改善量の変化は下表のとおり。



検討諸元	基地局	移動局(中継車)	移動局(携帯)
中心周波数	142～170MHz		
空中線電力	50W	50W	5W
占有周波数帯幅	5.8kHz		
空中線利得	10.2dBi	4.65dBi	2.15dBi
給電線損失	3dB	1dB	0dB
フィルタ損失	4.5dB	0dB	0dB
空中線高	50m	3m	1.5m
許容干渉量	-106.1dBm/MHz	-100.7dBm/MHz	

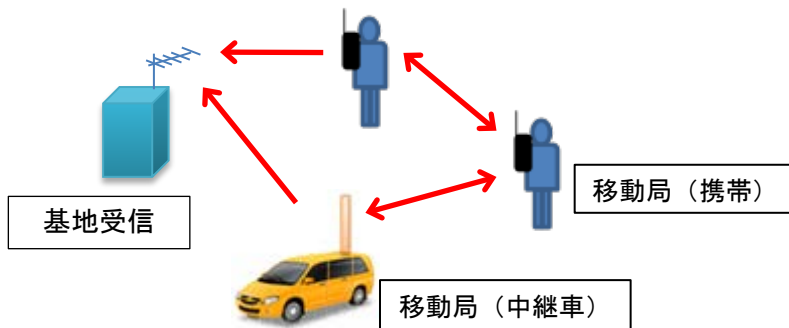
STL/TTL与干渉先	所要改善量	条件変更時の所要改善量
基地局	41. 6dB	19. 8dB (△f=3MHz, h=20m, d=500m)
移動局(中継車)	38. 1dB	10. 7dB (△f=3MHz, h=50m, d=500m)
移動局(携帯)	36. 1dB	9. 1dB (△f=3MHz, h=50m, d=500m)

STL/TTL被干渉元	所要改善量	条件変更時の所要改善量
基地局	18. 9dB	1. 8dB (△f=1MHz, h=50m, d=50m)
移動局(中継車)	26. 7dB	5. 3dB (△f=1MHz, h=50m, d=500m)
移動局(携帯)	15. 4dB	-7. 2dB (△f=1MHz, h=50m, d=500m)

- 相互の周波数離隔及び相互の配置距離を十分確保すること、送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係、建物等による遮へい等の工夫など、主にVHF帯デジタルSTL/TTL側のサイトエンジニアリングにより共用可能。
- 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、デジタルSTL/TTLの出力側にフィルタを使用することで共用可能。

放送事業用ワイドバンド無線との共用検討

番組制作用の音声素材の伝送に用いる無線局で、基地受信、移動受信(中継車・携帯)など様々な運用がされている。離調周波数150kHz、水平距離50m、STL/TTL送信高20mのケースの所要改善量、また、条件を変更した場合の所要改善量の変化は下表のとおり。



検討諸元	受信基地局	移動局(中継車)	移動局(携帯)
中心周波数	160~170MHz		
空中線電力	—	50W	5W
占有周波数帯幅	100kHz		
空中線利得	10.5dBi	2.14dBi	-0.85dBi
給電線損失	1.7dB	1dB	0dB
フィルタ損失	0dB	0dB	0dB
空中線高	50m	3m	1.5m
許容干渉量	-106.1dBm/MHz	-100.7dBm/MHz	

STL/TTL与干渉先	所要改善量	条件変更時の所要改善量
基地受信	43.2dB	21.5dB (Δf=3MHz, h=20m, d=500m)
移動局(中継車)	35.7dB	8.3dB (Δf=3MHz, h=50m, d=500m)
移動局(携帯)	34.0dB	6.3dB (Δf=3MHz, h=50m, d=500m)

STL/TTL被干渉元	所要改善量	条件変更時の所要改善量
移動局(中継車)	40.1dB	2.7dB (Δf=1MHz, h=50m, d=500m)
移動局(携帯)	28.4dB	-2.5dB (Δf=1MHz, h=50m, d=50m)

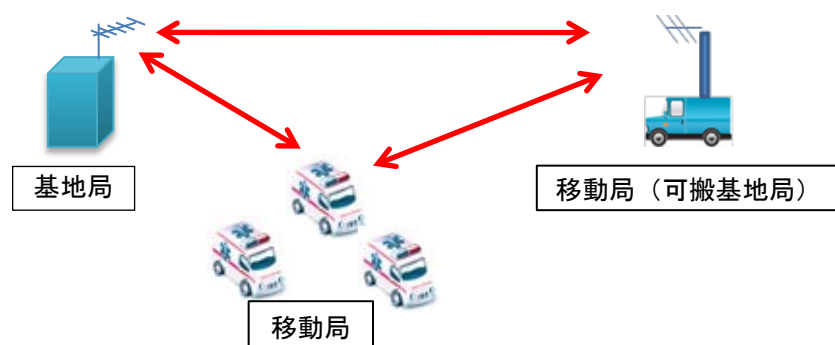
- 離調周波数及び隔離距離を相互に十分確保すること、送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係、建物等による遮へい等の工夫など、主にVHF帯デジタルSTL/TTL側のサイトエンジニアリングにより共用可能。
- 個別条件から所要改善量を確保することが難しい場合は、デジタルSTL/TTLの出力側にフィルタを使用することで共用可能。

公共ブロードバンド移動通信システムとの共用検討

参考資料 7 関連

災害現場等における映像伝送を可能とするシステムであり、基地局、移動局及び移動局の1つとして可搬型基地局の間の通信が想定される。

離調周波数150kHz、水平距離50m、STL/TTL送信高20mのケースの所要改善量、また、条件を変更した場合の所要改善量の変化は下表のとおり。



検討諸元	基地局	移動局 (可搬基地局以外)	移動局 (可搬基地局)	
中心周波数	175MHz、200MHz			
空中線電力	20W	5W		
占有周波数帯幅	5MHz			
空中線利得	10dBi	0dBi	10dB	
給電線損失	2dB	0dB	0dB	1.5dB
空中線高	30m	1.5m	3m	10m
許容干渉量	-101.8dBm/MHz (170MHz)			

STL/TTL与干渉先	所要改善量	条件変更時の所要改善量
基地局	41.3dB	-2.7dB ($\angle f=5\text{MHz}$, $h=50\text{m}$, $d=50\text{m}$)
移動局(可搬型基地局以外)	34.9dB	-2.0dB ($\angle f=5\text{MHz}$, $h=50\text{m}$, $d=500\text{m}$)
移動局(可搬型基地局)	44.6dB	6.8dB ($\angle f=5\text{MHz}$, $h=50\text{m}$, $d=50\text{m}$)
移動局(可搬型基地局・ポール)	45.4dB	6.5dB ($\angle f=5\text{MHz}$, $h=50\text{m}$, $d=500\text{m}$)

STL/TTL被干渉元	所要改善量	条件変更時の所要改善量
基地局	4.2dB	-20.4dB ($\angle f=150\text{kHz}$, $h=50\text{m}$, $d=50\text{m}$)
移動局(可搬型基地局以外)	21.2dB	4.3dB ($\angle f=150\text{kHz}$, $h=50\text{m}$, $d=500\text{m}$)
移動局(可搬型基地局)	30.9dB	13.1dB ($\angle f=150\text{kHz}$, $h=50\text{m}$, $d=50\text{m}$)
移動局(可搬型基地局・ポール)	31.7dB	12.7dB ($\angle f=150\text{kHz}$, $h=50\text{m}$, $d=500\text{m}$)

- 離調周波数及び隔離距離を相互に十分確保すること、送信空中線の指向性主方向に正対しない位置関係、建物等による遮へい等の工夫など、主にVHF帯デジタルSTL/TTL側のサイトエンジニアリングにより共用可能。

STL/TTLシステム間等の干渉検討

- デジタルSTL／TTLを導入するにあたり、デジタルSTL／TTL同士並びにアナログSTL／TTL及びアナログ監視・制御回線との干渉検討を行う。

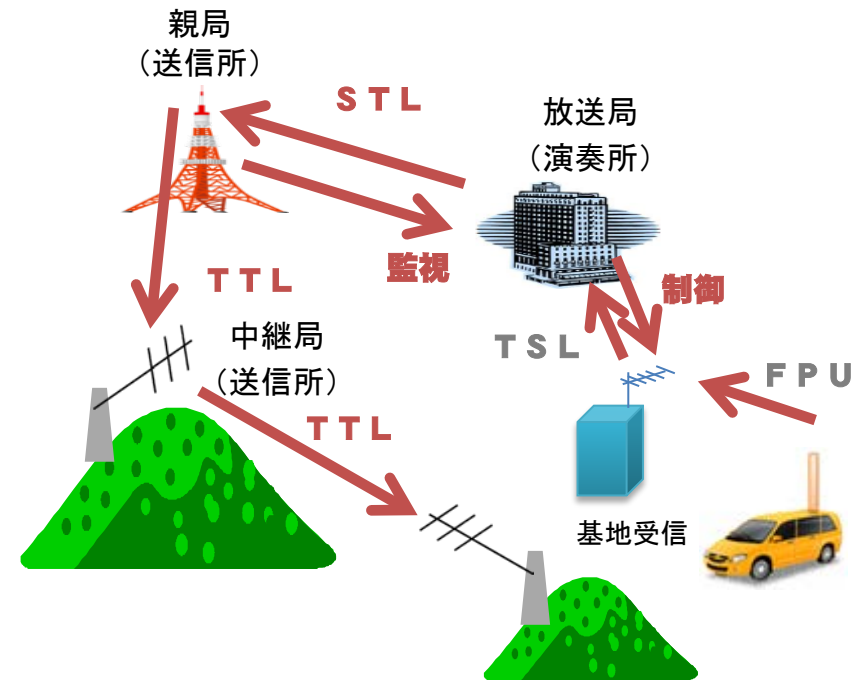
干渉検討の対象となる無線システム

160MHz帯の対象システム

	希望波	干渉波
①	デジタルSTL/TTL	デジタルSTL/TTL
②	デジタルSTL/TTL	アナログSTL/TTL
③	デジタルSTL/TTL	アナログ監視・制御回線
④	アナログSTL/TTL	デジタルSTL/TTL
⑤	アナログ監視・制御回線	デジタルSTL/TTL

60MHz帯の対象システム

	希望波	干渉波
①	デジタルSTL/TTL	デジタルSTL/TTL
②	デジタルSTL/TTL	アナログSTL/TTL
③	アナログSTL/TTL	デジタルSTL/TTL



干渉検討の対象となる無線システムのイメージ

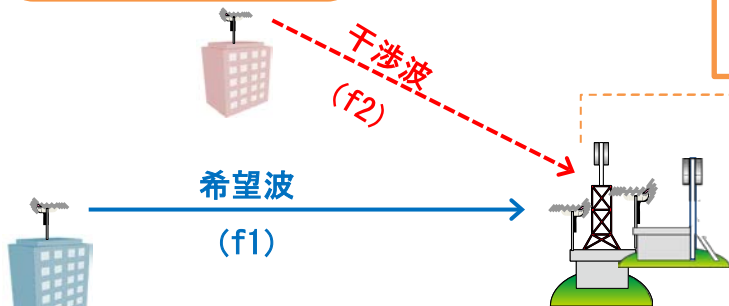
STL: Studio to Transmitter Link
TTL: Transmitter to Transmitter Link
TSL: Transmitter to Studio Link
FPU: Field Pickup Unit

干渉検討の考え方

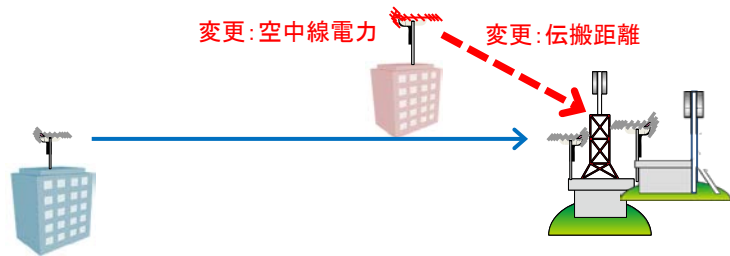
- 各システムの希望波受信電力及び干渉波受信電力を求め、これらの値から算出したC/I値がフェージングマージンを考慮した混信保護値以上であれば干渉がないと判断する。
- 干渉検討では、各システムの標準モデルに加えて比較モデル(標準モデルから空中線電力又は伝搬距離を変化させたもの)を使用する。受信空中線角度差(指向特性の方位差)及び離調周波数 Δf のパラメータを順に変化させ、各条件でのC/I値と混信保護値を比較する。

干渉検討のモデル

標準モデルを検討



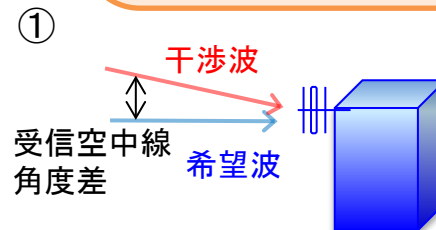
比較モデルとして、より厳しい条件でも検討



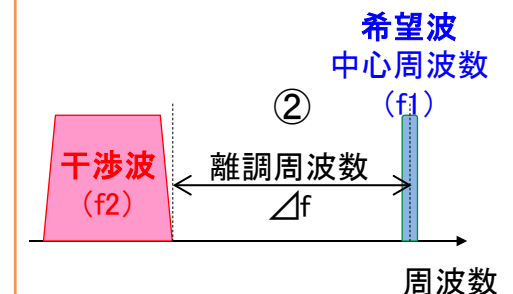
受信空中線角度差及び離調周波数、空中線電力及び伝搬距離を変化させ、C/I値と混信保護値を比較。

- ① 受信空中線角度差: 0度、30度、45度、90度、180度
- ② 離調周波数(Δf): 0kHz、100kHz、200kHz、300kHz、400kHz

受信空中線角度差によるC/I値等の確認



離調周波数によるC/I値等の確認



干渉検討の対象となる無線システムの諸元

○ 干渉検討の対象となる無線システムの諸元は下表のとおり。

	項 目	検 討 諸 元				
希望波	項目(希望波)	デジタルSTL/TTL (60MHz帯及び160MHz帯)	デジタルSTL/TTL (60MHz帯及び160MHz帯)	デジタルSTL/TTL (160MHz帯)	アナログSTL/TTL (60MHz帯及び160MHz帯)	アナログ監視・制御回線 (160MHz帯)
	空中線電力	0.05W、0.1W、0.5W、5W	0.05W、0.1W、5W	0.05W	10W、50W	10W
	送信・受信空中線利得	10dBi(距離10km) 13dBi(距離20km)	10dBi(距離10km) 13dBi(距離20km)	10dBi(距離10km) 13dBi(距離20km)	10dBi	5.15dBi
	送信・受信空中線指向性	5素子八木アンテナ及び 8素子八木アンテナ	5素子八木アンテナ及び 8素子八木アンテナ	5素子八木アンテナ及び 8素子八木アンテナ	5素子八木アンテナ	水平面無指向
	給電線損失	送信:2dB、受信2dB	送信:2dB、受信2dB	送信:2dB、受信2dB	送信:2dB、受信2dB	送信:2dB、受信2dB
	送信フィルタ損失	1dB	1dB	1dB	1dB	1dB
	受信フィルタ損失	4dB	4dB	4dB	4dB	4dB
	送信高・受信高	50m	50m	50m	50m	50m
	伝搬距離	10km、20km	10km、20km	10km、20km	10km、20km、50km	10km、20km、50km
妨害波	項目(妨害波)	デジタルSTL/TTL	アナログSTL/TTL	アナログ監視・制御回線	デジタルSTL/TTL	デジタルSTL/TTL
	空中線電力	0.05W、5W	10W、50W	10W	0.05W、0.1W、5W	0.05W、0.1W、5W
	送信空中線利得	10dBi(距離10km) 13dBi(距離20km)	60MHz帯:8dBi 160MHz帯:10dBi	5.15dBi	10dBi	10dBi
	送信空中線指向性	5素子八木アンテナ及び 8素子八木アンテナ	3素子八木アンテナ及び 5素子八木アンテナ	水平面無指向	5素子八木アンテナ	5素子八木アンテナ
	給電線損失	2dB	2dB	2dB	2dB	1dB
	送信フィルタ損失	1dB	1dB	1dB	1dB	2dB
	送信高	50m	50m	50m	50m	50m
	伝搬距離	10km、20km	10km、20km、50km	10km、20km、50km	10km、20km	10km、20km

160MHz帯における干渉検討結果

○ 離調周波数や受信空中線の指向特性の方位差を確保することで共用可能。

ケース	希望波	干渉波	検討モデル	判定※1	計算C/I値	混信保護値	干渉波空中線電力※2	伝搬距離※2	離調周波数	角度差	共用条件
①	デジタルSTL/TTL	デジタルSTL/TTL	標準モデル	○	40	37	0.05W	20km	100kHz	0°	・離調周波数100kHz以上で共用可能(受信空中線の指向特性の方位差及び伝搬経路の違いにかかわらず)。
			比較モデル	○	48	45.1	0.5W	10km	200kHz	90°	・離調周波数200kHzのときで干渉を起こすこともあり、離調周波数及び受信空中線の指向特性の方位差を確保し、干渉回避が必要。
				×	44				400kHz	45°	
②	デジタルSTL/TTL	アナログSTL/TTL	標準モデル	○	39	38.1	10W	50km	100kHz	45°	・アナログとデジタルのSTL/TTL空中線電力の差が大きい場合、デジタルは、アナログの到来電波が強い干渉の可能性があり注意が必要。干渉波の抑制などの干渉回避策を検討し対応。
			比較モデル	×	35	45.1	50W	10km	×	×	
③	デジタルSTL/TTL	アナログ監視・制御回線	標準モデル	×	28.8	37	10W	20km	100kHz	0°	・標準モデル:離調周波数200kHz以上、受信空中線の指向特性の方位差が30度以上で共用可能。
				○	36.8	35.1			100kHz	30°	
				×	39.8	48			200kHz	0°	
			比較モデル	○	44.8	38.1	10W	50km	200kHz	30°	・比較モデル:離調周波数200kHz以上、受信空中線の指向特性の方位差が30度以上で共用可能。
④	アナログSTL/TTL	デジタルSTL/TTL	標準モデル	○	64	57	0.05W	20km	100kHz	0°	・標準モデル:離調周波数100kHz以上で共用可能(受信空中線の指向特性の方位差にかかわらず)。
			比較モデル	○	60	56	5W	10km	200kHz	30°	・比較モデル:離調周波数200kHz以上、受信空中線の指向特性の方位差が30度以上で共用可能。
⑤	アナログ監視・制御回線	デジタルSTL/TTL	標準モデル	○	98.2	32	0.05W	20km	100kHz	0°	・標準モデル:離調周波数100kHz以上で共用可能(受信空中線の指向特性の方位差にかかわらず)。
			比較モデル	○	31.2	31	0.05W	10km	0kHz	0°	・比較モデル:同一周波数でも共用可能(標準モデルと比較し、希望波、干渉波の伝搬距離を1/2にした場合)。

※1 比較値:計算C/I値と混信保護値を比較した値
干渉波の伝搬距離を変更)

※2 より厳しい条件への変更干渉波の空中線電力及び伝搬距離に変更。(ケース⑤は、希望波及び

60MHz帯における干渉検討結果

- 干渉波が希望波へ与える影響は160MHz帯と同様な傾向であることから、標準モデルによる検討のみ行った。
- 160MHz帯と同様に、離調周波数や受信空中線の指向特性の方位差を確保することで共用可能。

ケース	希望波	干渉波	検討モデル	判定※	計算C/I値	混信保護値	干渉波空中線電力	伝搬距離	離調周波数	角度差	共用条件
①	デジタルSTL/TTL	デジタルSTL/TTL	標準モデル	○	40	37	0.05W	20km	100kHz	0°	離調周波数100kHz以上で共用可能。 なお、離調周波数200kHzのときで干渉を起こすこともあり、離調周波数及び受信空中線の指向特性の方位差により減衰量を確保することで共用可能。
②	デジタルSTL/TTL	アナログSTL/TTL	標準モデル	○	40	38.1	10W	50km	100kHz	30°	離調周波数100kHz以上で共用可能(受信空中線の指向特性の方位差及び伝搬経路の違いにかかわらず)。 なお、アナログSTL/TTLとデジタルSTL/TTLの空中線電力の差が大きい場合、アナログSTL/TTLの到来電波が強いときはデジタルSTL/TTLに干渉のおそれがあるが、干渉波の抑制などの干渉回避策を検討することで共用可能と考えられる。
③	アナログSTL/TTL	デジタルSTL/TTL	標準モデル	○	64	57	0.05W	20km	100kHz	0°	デジタルSTL/TTLは、アナログに比べ最大空中線電力が1/10と小さいため、アナログSTL/TTL同士よりも干渉の影響が少なく、共用可能

※ 比較値: 計算C/I値と混信保護値を比較した値

共用条件

デジタルSTL／TTL同士

- 離調周波数100kHz以上を確保することで共用可能(受信空中線指向特性の方位差及び伝搬経路の違いにかかわらず共用可能)。
- 干渉条件が厳しい場合については、離調周波数、受信空中線指向特性の方位差により減衰量を確保することで共用可能と考えられる。

デジタルSTL／TTLからアナログSTL／TTL

- 離調周波数100kHz以上を確保することで共用可能(受信空中線指向特性の方位差及び伝搬経路の違いにかかわらず共用可能)。

アナログSTL／TTLからデジタルSTL／TTL

- アナログSTL/TTLとデジタルSTL/TTLの空中線電力の差が大きい場合、アナログSTL/TTLの到来電波が強いときはデジタルSTL/TTLに干渉のおそれがあるが、干渉波の抑制などの干渉回避策を検討することで共用可能と考えられる。

デジタルSTL／TTLとアナログ監視・制御回線

- 離調周波数100kHz以上を確保し、受信空中線の指向特性の方位差を確保することで共用可能。

參考資料

放送システム委員会 構成員

(構成員は五十音順)

主 査	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授(平成27年1月26日まで)
主 査	伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 教授(平成27年1月26日から)
主査代理	都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授
委 員	相澤 彰子	国立情報学研究所 情報学資源研究センター 教授
専門委員	井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃	甲藤 二郎	早稲田大学 理工学術院 教授
〃	喜安 拓	一般社団法人日本CATV技術協会 副理事長
〃	関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
〃	高田 潤一	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
〃	丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
〃	野田 勉	一般社団法人日本ケーブルラボ 実用化開発グループ 主任研究員(平成27年3月31日まで) スターキャット・ケーブルネットワーク株式会社 上席主任研究員(平成27年4月1日から)
〃	松井 房樹	一般社団法人電波産業会 専務理事
〃	村山 優子	岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 教授
〃	矢野 博之	独立行政法人 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 所長
〃	山田 孝子	関西学院大学 総合政策学部 教授

放送システム委員会 STL/TTL作業班 構成員

(構成員は五十音順)

主 任	甲 藤 二 郎	早稲田大学 理工学術院 教授
構成員	荻野 喜美雄	一般社団法人 日本コミュニティ放送協会 理事・相談役
〃	小竹 信幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門 技術グループ 担当部長
〃	甲斐 章	株式会社NHKアイテック 放送・通信ネットワーク事業部 ソリューション技術部(企画・開発) チーフエンジニア
〃	川島 修	株式会社エフエム東京 技術部長
〃	平川 靖紀	日本放送協会 技術局 計画部 副部長
〃	丸山 活輝	信越放送株式会社 技術局 技術部長
〃	三浦 洋	株式会社ニッポン放送 技術局長
〃	宮下 敦	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 グローバル統括本部 事業推進本部 主管技師長

放送システム委員会 STL/TTL作業班アドホックグループ 構成員

(敬称略、構成員は五十音順)

リーダー	甲斐 章	株式会社NHKアイテック 放送・通信ネットワーク事業部 ソリューション技術部(企画・開発) チーフエンジニア
構成員	岩田 昭光	株式会社NHKアイテック 営業本部(事業開発) 担当部長
〃	加藤 数衛	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 技師長
〃	川瀬 克行	パナソニックシステムネットワークス株式会社 無線通信システム部 無線システム課 主幹
〃	河野 健一	日本無線株式会社 ソリューション事業部 ソリューション技術部情報システムグループ 放送機チーム 課長
〃	櫻井 稔	アイコム株式会社 ソリューション事業部 参事
〃	嶋 豊	株式会社東芝コミュニティーソリューション社 放送ネットワークシステム部 通信システム機器設計担当 参事
〃	竹内 嘉彦	日本無線株式会社 研究所 部長
〃	豊島 肇	沖電気工業株式会社 社会システム事業本部 交通・防災システム事業部 システム第二部 担当部長
〃	野路 幸男	池上通信機株式会社 マーケティング本部 企画部 技監
〃	日高 良	NECエンジニアリング株式会社 第二システムプラットフォーム事業部 エグゼクティブマネージャー
〃	宮下 敦	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 グローバル統括本部 事業推進本部 主管技師長
〃	柳内 洋一	日本電気株式会社 消防・防災ソリューション事業部 エキスパート
〃	山崎 高日子	三菱電機株式会社 通信システムエンジニアリングセンター ネットワークシステム部 第三グループ 専任

既存のSTL／TTLの諸元

	映像STL／TTL				音声STL／TTL	映像TTL
周波数帯(注1)	B／C／D帯	M／N帯	E／F帯	G帯	M／N帯	UHF帯
変調方式	64QAM(TS伝送方式)(注2)				64QAM(注3)	OFDM(IF伝送方式)
クロック周波数	6.7MHz以下				375kHz以下	規定していない
空中線電力の最大値	2W(注4)				2W	100W
占有周波数帯幅	7.6MHz以下				405kHz	5.7MHz
中継方式	検波再生中継方式(注5)					非再生中継方式
標準受信入力(注6)	-58.5dBm+Fmr/2	-54.5dBm+Fmr/2	-49.1dBm+Zr/2	-50.8dBm+Zr/2	-65.5dBm+Fmr/2	-71dBm+Fmr
最大受信入力	-36dBm	-36dBm(注7)	-27dBm		-36dBm(注7)	規定していない
標準的な回線距離	50km		7km		規定していない	
回線瞬断率	5×10^{-7} (1/km)	4×10^{-7} (1/km)	1.25×10^{-6} (1/km)		4×10^{-7} (1/km)	0.1% (信頼度 99.9%)
周波数の許容偏差	20×10^{-6}				2×10^{-6}	3kHz

(注1) B帯: 5,850MHz-5,925MHz C帯: 6,425MHz-6,570MHz D帯: 6,870MHz-7,125MHz E帯: 10.25GHz-10.45GHz F帯: 10.55GHz-10.68GHz G帯: 12.95GHz-13.25GHz M帯(映像): 6,570MHz-6,700.375MHz 6,719.875MHz-6,860.375MHz 6,867.875MHz-6,870MHz N帯(映像): 7,425MHz-7,571.375MHz 7,584.875MHz-7,731.375MHz M帯(音声): 6,700.375MHz-6,719.875MHz 6,860.375MHz-6,867.875MHz N帯(音声): 7,571.375MHz-7,584.875MHz 7,731.375MHz-7,742.375MHz UHF帯: 470MHz-710MHz

(注2) 中継回線の構築上必要と認められる場合にあっては、他の回線への周波数割当てに影響を与えない範囲でIF伝送方式を使用することができる(M/N帯を除く)。

(注3) 伝搬路条件等から、64QAM方式によることが困難な場合は、32QAM、16QAM又はQPSK方式を使用することができる。

(注4) 10.60GHz-10.68GHz帯は0.5Wを上限とし、B／C／D／E／F／G帯はやむを得ない場合に限り4Wを上限とすることができる。

(注5) 置局条件等により検波再生中継方式が困難と認められる場合、回線品質の条件を満足するときは、非再生中継方式も可とする(M／N帯(映像)を除く)。

(注6) Fmrは所要フェージングマージン、Zrは所要降雨減衰マージン

(注7) 単一受信の場合は-44dBm

既存のSTL／TTLの混信保護の許容値等

混信保護の許容値

周波数帯		B／C／D／M／N帯(TS伝送方式)	E／F／G帯(TS伝送方式)
干渉波一波当たりの値	同一経路	39dBm (平常時)	39dBm
	異経路	35+Fmr dBm (平常時) (注)	35dBm
全干渉波の総和に対する値		30.5dBm (フェージング時)	30.5dBm

(注) Fmrは所要フェージングマージン

ろ波特性

B／C／D／E／F／G／M／N帯映像STL／TTL (TS伝送方式)

	送受信高周波ろ波特性
周波数偏差	規定していない
減衰量	

	送信ろ波特性			
周波数偏差	20MHz	35MHz	40MHz	70MHz
減衰量 (M／N帯以外)	15dB	35dB	—	60dB
減衰量 (M／N帯)	30dB	—	50dB	—

	等価受信ろ波特性			
周波数偏差	4.5MHz	6.7MHz	20MHz	60MHz
減衰量	25dB	50dB	55dB	80dB

M／N帯音声STL／TTL

	送受信高周波ろ波特性	
周波数偏差	10MHz	15MHz
減衰量	25dB 以上	50dB 以上

	等価送信ろ波特性				
周波数偏差	250kHz	750kHz	3MHz	8MHz	10MHz
減衰量	37dB	48dB	48dB	60dB	70dB

	等価受信ろ波特性				
周波数偏差	250kHz	750kHz	1.5MHz	10MHz	15MHz
減衰量	40dB	70dB	80dB	80dB	80dB