

報告書作成に向けた検討提案

株式会社NHKアイテック、株式会社日立国際電気

1. 回線設計(受信入力)

1. 受信入力

- 熱雑音 -119.7dBm (等価雑音帯域幅80kHz、雑音指数5dB)
- 外部雑音 -114.7dBm (ITU-R P. 372-11に基づき算出)
- 雑音合計 -113.5dBm (上記の熱雑音と外部雑音の電力を合計)
- スレッシュホールドC/N 31.5dB(64QAMの場合の熱雑音へのC/N配分)

➤ M/N帯デジタル音声STL/TTLの標準受信入力

等価雑音帯域幅	標準受信入力	最大受信入力
375kHz	$-65.5 \text{ dBm} + Fmr / 2$	-36 dBm

➤ VHF帯デジタル音声STL/TTLの標準受信入力と最大受信入力(案)

(1) M/N帯からの帯域換算

$$375\text{kHz}(\text{熱雑音} - 114.1\text{dBm}) - 80\text{kHz}(\text{熱雑音} - 119.7\text{dBm}) \div -6\text{dB}$$

$$-65.5\text{dBm} - (-6\text{dB}) = -72\text{dBm} + Fmr / 2$$

(2) 雑音計算

$$-113.5\text{dBm} + 31.5\text{dB} = -82\text{dBm} \text{ (最低受信入力)}$$

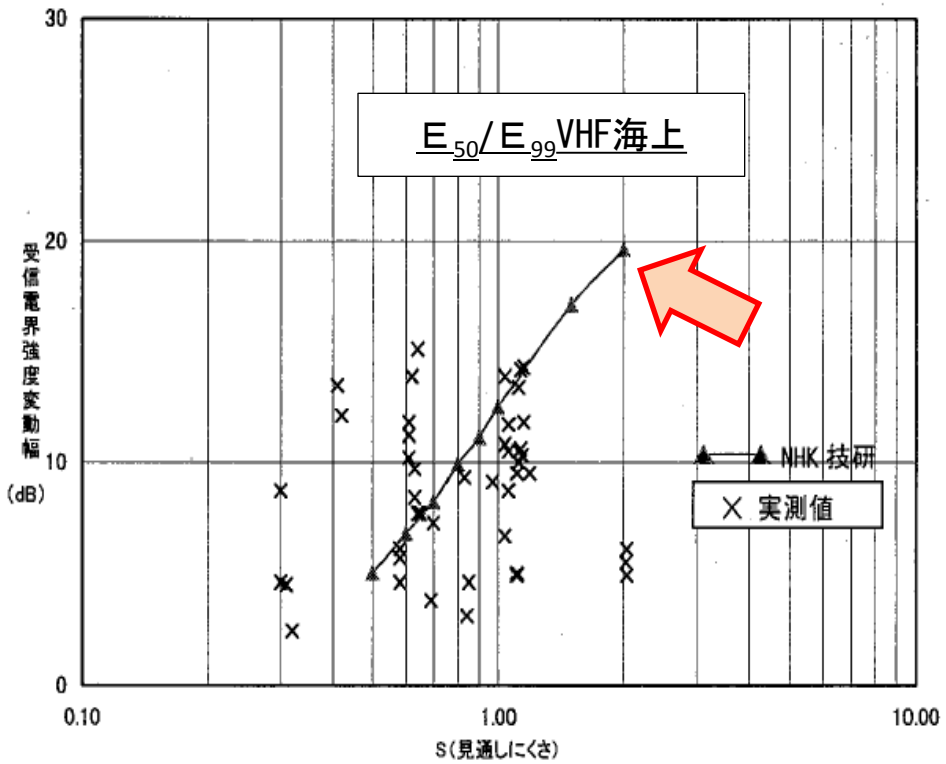
$$-82\text{dBm} + (20^{*1} / 2) = -72\text{dBm} + Fmr / 2$$

※1 最大変動フェージング20dB

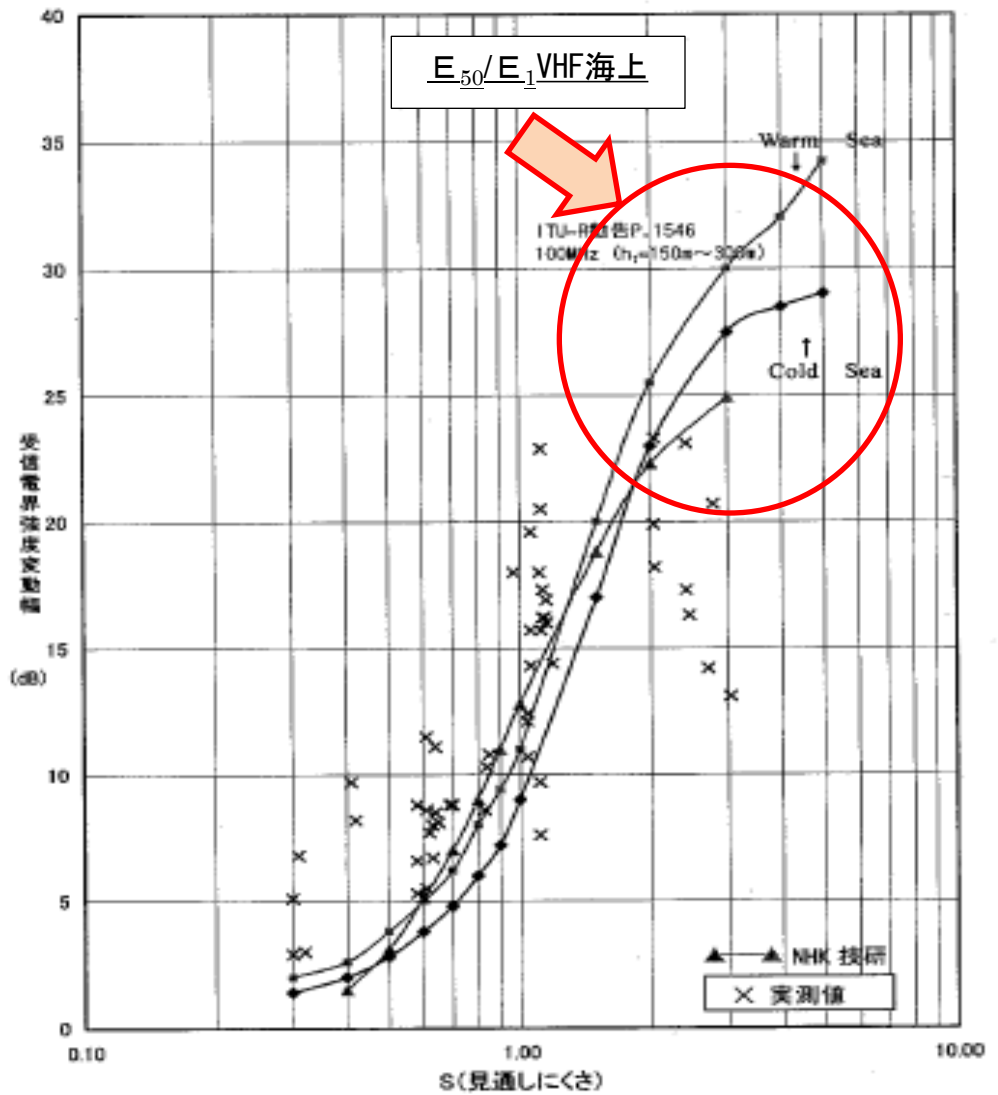
等価雑音帯域幅	標準受信入力	最大受信入力
80kHz	$-72 \text{ dBm} + Fmr / 2$	-52 dBm

2. 送受信点の見通しにくさと長期間変動

平成14年「電波伝搬特性モデル化技術」に関する調査検討会報告書



- S=1のとき 送・受信点は見通し限界
- S>1のとき 送・受信点は見通し外
- S<1のとき 送・受信点は見通し内



3. 回線設計(受信入力、回線品質、フェージングマージン)

1. 最大受信入力

- VHF帯デジタル音声STL/TTL(電力5W)
- アナログSTL/TTL(電力最大50W)及びアナログ監視・制御回線(電力30W程度)
- 周波数共用、周波数有効利用の観点から、相互の干渉を低減する
- 空中線電力等を必要最小限

(1) 最低受信電界 + 最大フェージング 20dB + 干渉低減 10dB
- 82dBm + 30dB (20dB + 10dB) = -52dBm

(2) M/N帯からの比較

M/N帯標準受信入力 - 最大受信入力 = -65.5dBm - 36dB \doteq 30dBm

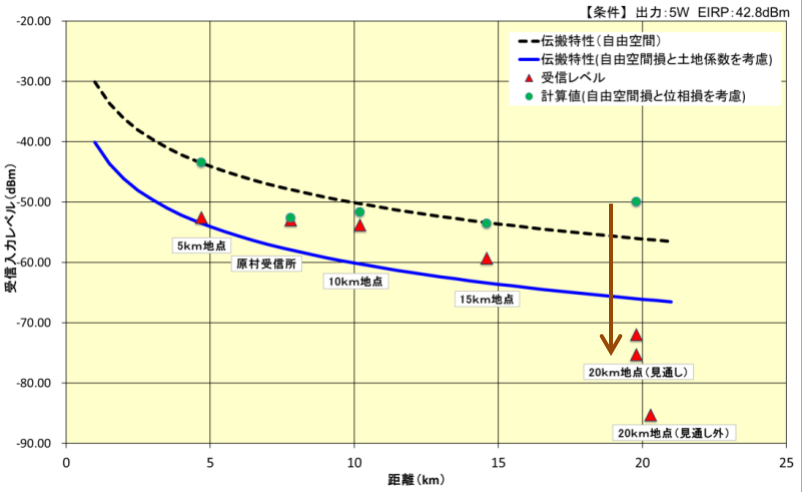
VHF帯はフェージングが少ない... - 10dB = -72dBm - 20dB = -52dBm

2. 回線品質

- VHF帯アナログSTL/TTL
電波法関係審査基準別紙2第2の4(13)「アナログ方式を使用する固定局」において、「一区分あたりの年間回線信頼度は99.9%以上であること」
- VHF帯デジタルSTL/TTLにおいても既存のアナログ方式と同様
- 一区分あたりの年間回線信頼度は99.9%とすることが適当である。
- フェージング損失 L_f (dB)
= 1kmあたり0.2 + 6 (年間回線信頼度99.9%の場合)

4. 回線設計(例)その1

平成26年度「山間部における短波放送の難聴解消のための周波数有効利用技術に関する調査検討」
(信越総合通信局実施)



回線設計値とフィールド試験の比較

30 dB程度の低下
→実際の回線設計に
考慮が必要

各地点における回線設計例

地点			5 km	10 km	15 km	20 km (見通し区間)	
周波数		MHz	167.93	167.93	167.93	167.93	
送信出力	(1)	W	5	5	5	5	
		dBm	37.0	37.0	37.0	37.0	
送信系の特性	フィルタ損、アイソレータ損、共用器/結合器損	(2)	dB	1	1	1	
	給電線損失	(3)	dB	4.34	4.34	4.34	4.34
	空中線利得	(4)	dB i	11.15	11.15	11.15	11.15
	等価等方輻射電力	(5)	dBm	42.8	42.8	42.8	42.8
	受信系の特性	給電線損失	(6)	dB	7.14	7.14	7.14
	空中線利得	(7)	dB i	11.15	11.15	11.15	11.15
	総合空中線利得	(8)	dB	4.01	4.01	4.01	4.01
自由空間伝搬損失		(9)	dB	90.3	97.1	100.3	102.8
位相損失		(10)	dB	0.0	1.4	0.1	-6.0
受信入力電力		(11)	dBm	-43.49	-51.69	-53.59	-49.99

<計算式>

$$(5) = (1) - (2) - (3) + (4)$$

$$(8) = (7) - (6)$$

$$(11) = (5) + (8) - (9) - (10)$$

5. 回線設計(例) その2

160MHz帯での回線設計例(20km、5W、0.2W)

想定ケース			ケースA	ケースB	
距離			20km	20km	
周波数		MHz	167.93	167.93	
送信系の 特性	(1)	送信出力	W	5	0.2
			dBm	37.0	17.0
	(2)	空中線利得	dB _i	13	10
	(3)	給電線損失	dB	2	2
	(4)	その他の損失	dB	1	1
受信系の 特性	(5)	等価等方輻射電力	dBm	47	24
	(6)	空中線利得	dB _i	13	10
	(7)	給電線損失	dB	2	2
	(8)	その他の損失	dB	4	4
伝搬特性	(9)	受信系総合利得	dB	7	4
	(10)	自由空間損失	dB	102.9	102.9
	(11)	回折・遮へい損失等	dB	20	0
評価	(12)	合計伝搬損失	dB	122.9	102.9
	(13)	受信入力電力	dBm	-68.9	-68.9
	(14)	雑音合計	dBm	-113.5	-113.5
	(15)	フェージングマージン(F _{mr} /2)	dB	5	5
	(16)	所要C/N(64QAM)	dB	31.5	31.5
	(17)	所要受信入力電力	dBm	-72+F _{mr} /2±3	-72+F _{mr} /2±3
	(18)	標準受信入力(判定)	dBm	-67±3	-67±3

6. 干渉軽減係数(IRF)

1. 干渉軽減係数(IRF)の定義

干渉軽減係数については、次式により求めるものとする。

ア 希望波がFM方式の干渉軽減係数(IRF)

$$IRF = S/I - D/U \text{ (dB)}$$

イ 希望波がデジタル方式の干渉軽減係数(IRF)

$$IRF = C/I - D/U \text{ (dB)}$$

S/I: 復調後の信号電力対妨害波による雑音電力比 (dB)

C/I: 希望搬送波電力対妨害波電力比 (dB)

D/U: 希望波受信電力対妨害波受信電力比 (dB)

2. 干渉軽減係数(IRF)の計算式

干渉軽減係数は、電力スペクトラム及びフィルタ特性により求められる。

ア 希望波がFM方式の場合の計算式

$$IRF = 10 \log \left(\frac{2fd^2}{\int_{-\infty}^{+\infty} \{ [Wi(f - \Delta F + fb) + Wi(f - \Delta F - fb)] \cdot Wd(f) \cdot Rd^2(f) \} df \cdot B \cdot fb^2} \right)$$

Δf : 干渉波と希望波の周波数差

$Wd(f)$: 希望波の電力スペクトル

$Wi(f)$: 干渉波の電力スペクトル

$Td(f)$: 希望波の送信機フィルタの選択特性 (電圧比)

$Rd(f)$: 希望波の受信機フィルタの選択特性 (電圧比)

$Ti(f)$: 干渉波の送信機フィルタの選択特性 (電圧比)

fb : 希望波がFMの場合の着目する通信路の周波数

B : 希望波がFMの場合の着目する通信路の帯域幅

$f d$: 希望波がFMの場合の着目する希望信号の周波数偏移の実効値

イ 希望波がデジタル方式の場合の計算式

$$IRF = 10 \log \left(\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \{ Wd(f) \cdot Td^2(f) \cdot Rd^2(f) \} df}{\int_{-\infty}^{+\infty} \{ Wi(f - \Delta F) \cdot Ti^2(f - \Delta F) \cdot Rd^2(f) \} df} \right)$$

Δf : 干渉波と希望波の周波数差

$Wd(f)$: 希望波の電力スペクトル

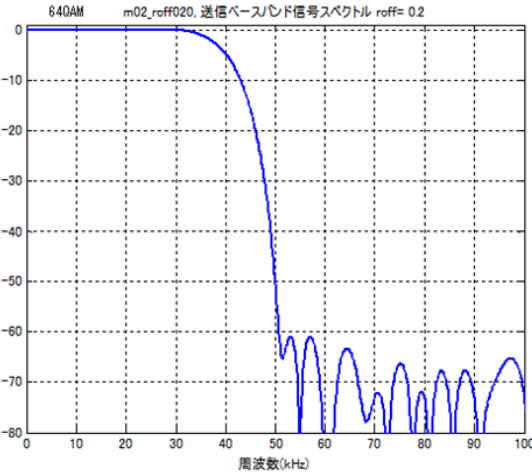
$Wi(f)$: 干渉波の電力スペクトル

$Td(f)$: 希望波の送信機フィルタの選択特性 (電圧比)

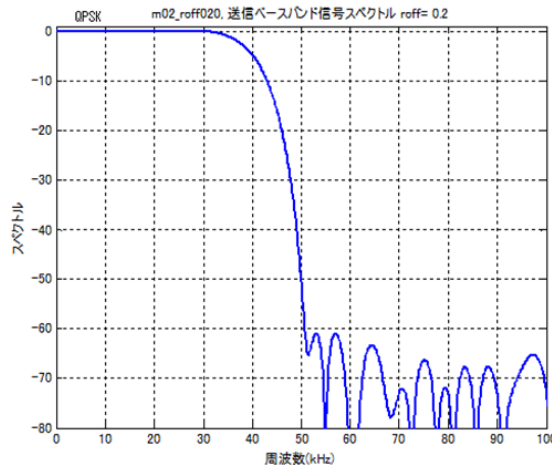
$Rd(f)$: 希望波の受信機フィルタの選択特性 (電圧比)

$Ti(f)$: 干渉波の送信機フィルタの選択特性 (電圧比)

7. 干渉軽減係数シミュレーション(スペクトル特性)



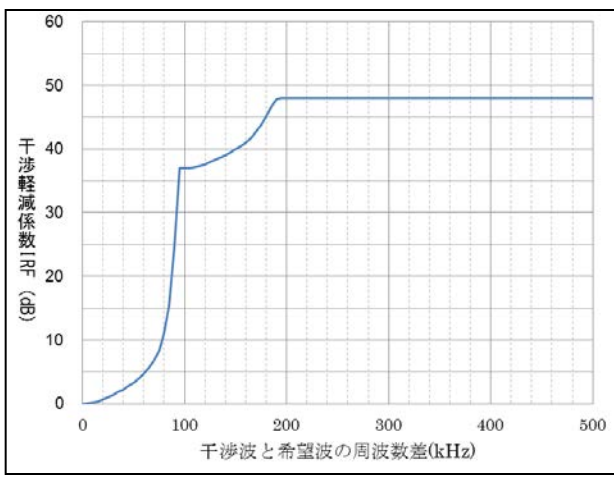
64QAMスペクトル



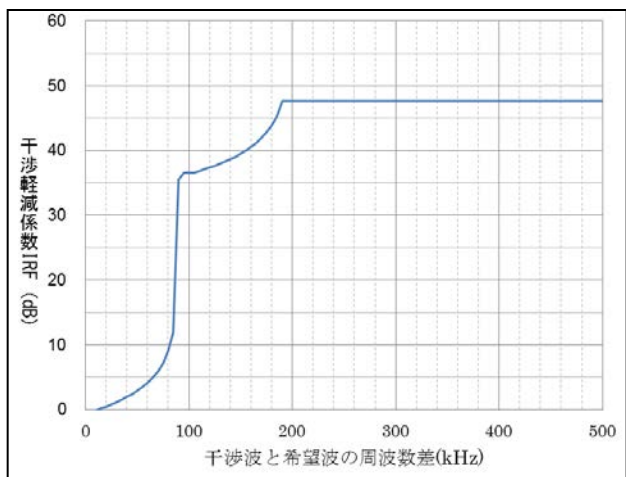
QPSKスペクトル

シミュレーション結果

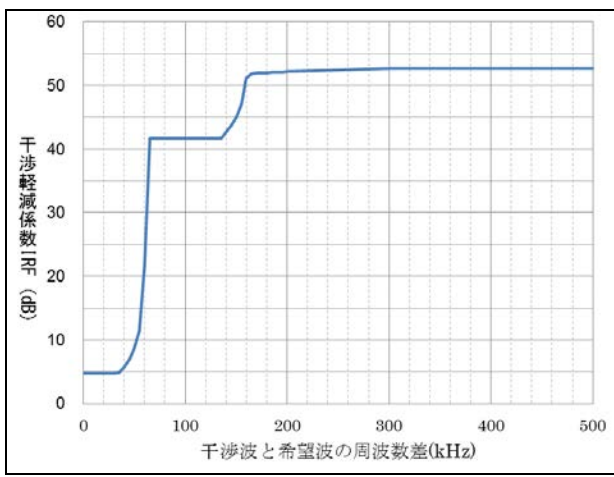
	希望波	干渉波	所要D/U(dB)				
			周波数差				
			0kHz	100k Hz	200k Hz	300k Hz	400kHz 以上
計算	デジタル STL/TTL (64QAM)	デジタル STL/TTL (64QAM)	31	-6	-17	-17	-17
測定	デジタル STL/TTL (64QAM)	デジタル STL/TTL (64QAM)	25	-7	-16	-16	-17



希望波デジタル/干渉波デジタルの干渉軽減係数(計算結果)



希望波デジタル/干渉波アナログ 100kHzの干渉軽減係数(計算結果)



希望波デジタル/干渉波アナログ 16kHzの干渉軽減係数(計算結果)

8. 他の無線局との干渉検討の考え方

1. 検討対象

◆ 60MHz帯の使用状況

周波数帯	無線局
50MHz-54MHz	アマチュア
54MHz-68MHz	固定・移動(電気通信業務用・公共業務用・一般業務用・放送事業用)
68MHz-74.8MHz	固定・移動(公共業務用・一般業務用)、小電力業務(ラジコン・ラジオマイク)
74.8MHz-75.2MHz	航空無線航行(マーカ・ビーコン)
75.2MHz-76MHz	小電力業務(補聴援助用ラジオマイク・音声アシスト)

◆ 160MHz帯の使用状況

周波数帯	無線局
156MHz-162.5MHz	海上移動(電気通信業務用・公共業務用・一般業務用)、移動衛星(地球から宇宙)(公共業務用)、移動(公共業務用・一般業務用)、陸上業務(公共業務用)、航空移動(OR)(公共業務用)
162.5MHz-169MHz	固定・陸上移動(公共業務用・一般業務用・放送事業用)
169MHz-170MHz	移動(公共業務用・一般業務用・小電力業務用)
170MHz-202.5MHz	移動(公共業務用・一般業務用)

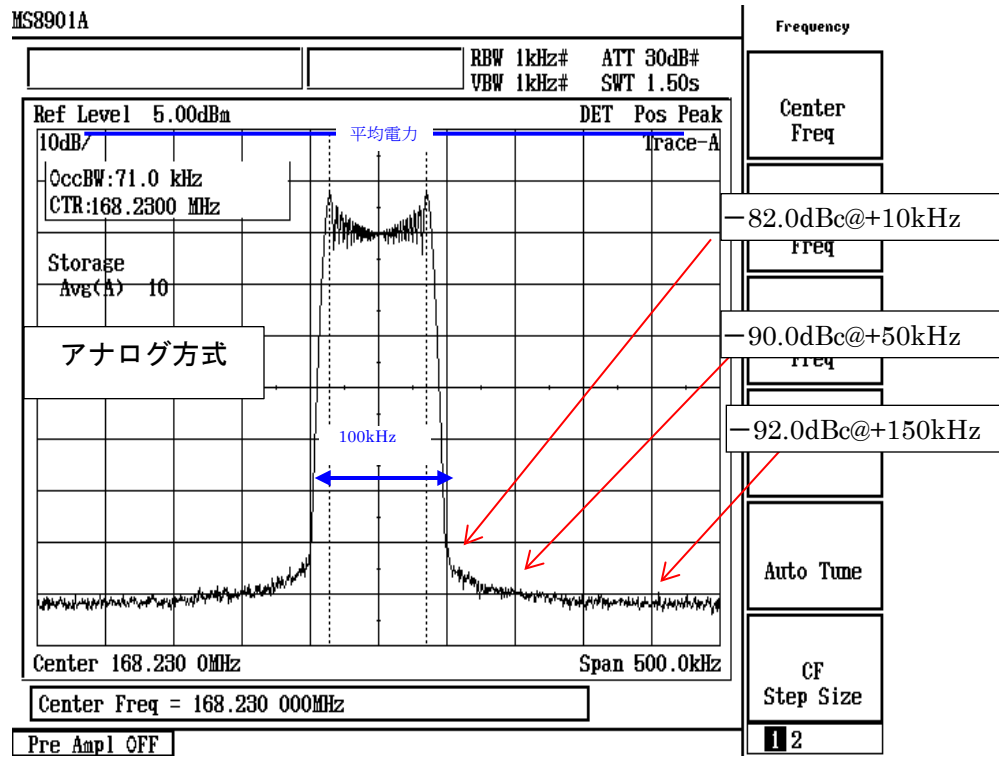
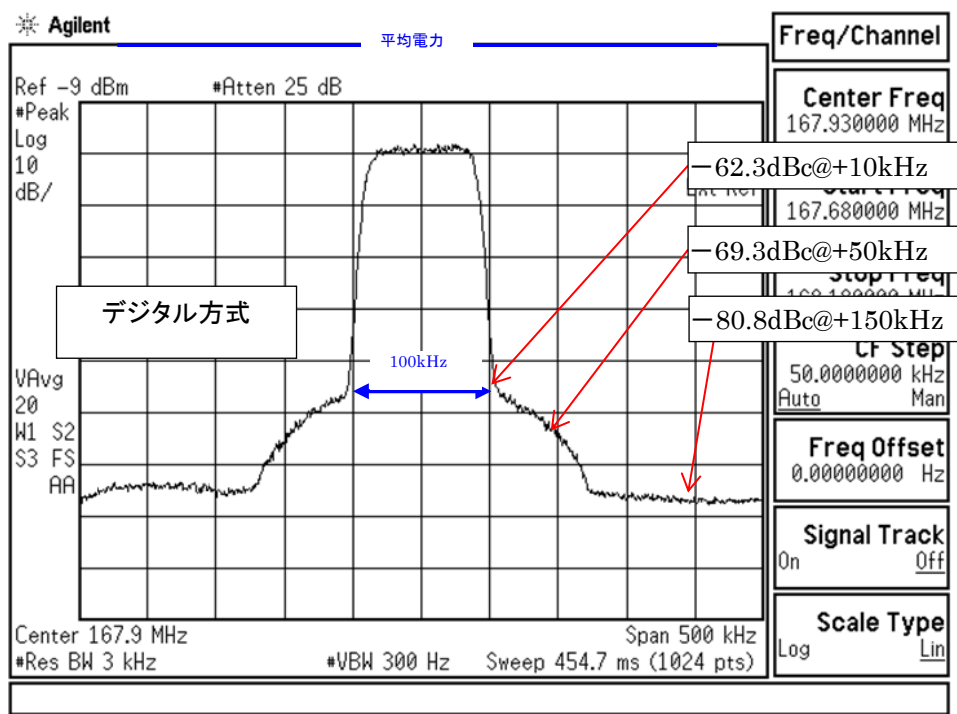
◆ 共用検討の対象となる周波数範囲(案)

	STL/TTL 周波数 (MHz)		検討対象となる帯域外領域の 周波数 (MHz)	該当周波数及び用途
	下限周波数	上限周波数		
60MHz帯	下限周波数	55.07	54.82~67.80	54MHz-68MHz、固定・移動(電気通信業務用・公共業務用・一般業務用・放送事業用)
	上限周波数	67.55		
160MHz帯	下限周波数	163.09	162.84~168.48	162.5MHz-169MHz、固定・陸上移動(公共業務用・一般業務用・放送事業用)
	上限周波数	168.23		

帯域外領域2.5BNを検討
96kHz→±240kHz

9. 他の無線局との干渉検討

1. デジタルとアナログとのスペクトラム



10. 他の無線局との干渉検討の考え方

1. 検討の進め方

- デジタルSTL／TTL同士の干渉検討(別途検討)
- アナログSTL／TTL及び監視・制御無線との干渉検討(別途検討)
- 現行方式のアナログSTL／TTLの隣接チャンネル漏えい電力と同程度であれば他の既存無線局に影響を与えない



- ア 60MHz帯
 - ・60MHz帯公共業務用の固定局
- イ 160MHz帯
 - ・なし(参考検討、検討対象範囲に近い周波数を使用する放送事業用移動局)

2. 検討手法

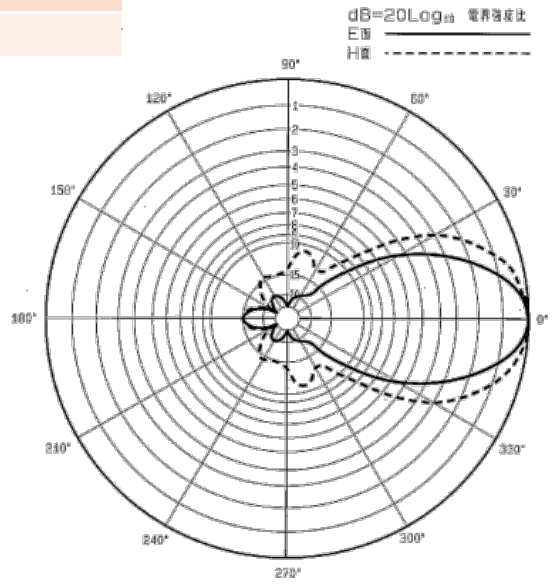
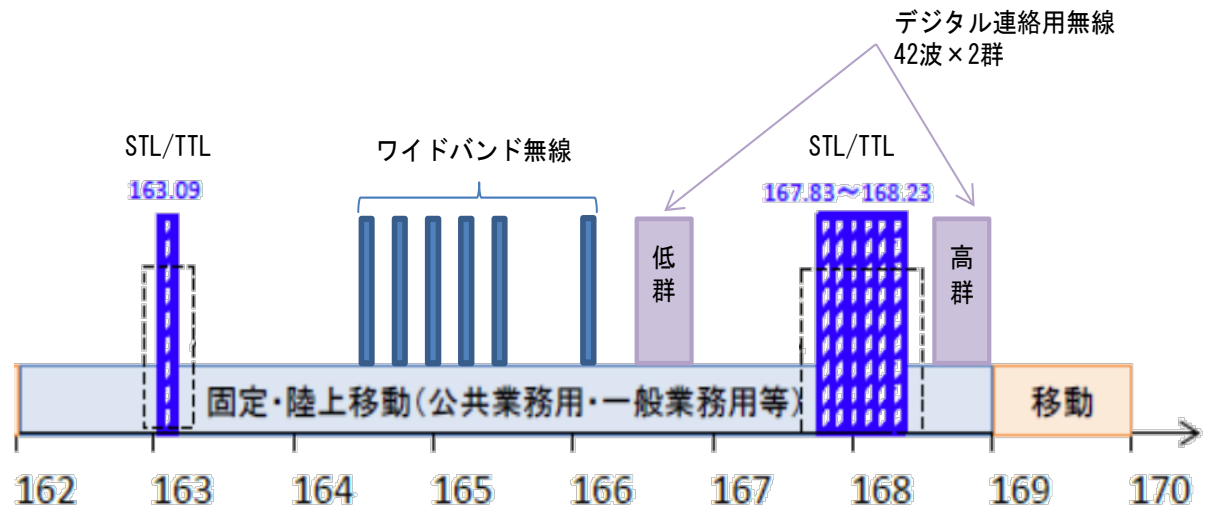
- 検討モデル
 - 水平面上で与干渉、被干渉それぞれの無線局が正対した場合の雑音到達電力を算出
- 検討データ
 - 雑音到達電力、許容干渉量、所要改善量を算出

11. 他の無線局との干渉検討の考え方

1. VHF帯デジタル音声STL/TTLの検討パラメータ

干渉検討パラメータ	60MHz帯	160MHz帯
中心周波数	61MHz	165MHz
空中線電力(最大値)	5W(37dBm)	
占有周波数帯幅	96kHz	
空中線利得及び給電線損失	G=8dBi, L=-2dB	G=10dBi, L=-2dB
空中線高	50m	
空中線指向特性	図2	
帯域端±50kHzの最大漏洩電力	-30dBm/MHz	
帯域端±150kHzの最大漏洩電力	-41dBm/MHz	

2. 160MHz帯を使用する放送事業用移動局



12. 周波数許容偏差

周波数の許容偏差

無線設備規則別表第1号において、60MHz帯固定局のうち、1W以下のものは 20×10^{-6} 、1Wを超えるものは 10×10^{-6} とされている。

160MHz帯固定局のうち、1W以下のものは 15×10^{-6} 、1Wを超えるものは 10×10^{-6} とされている。

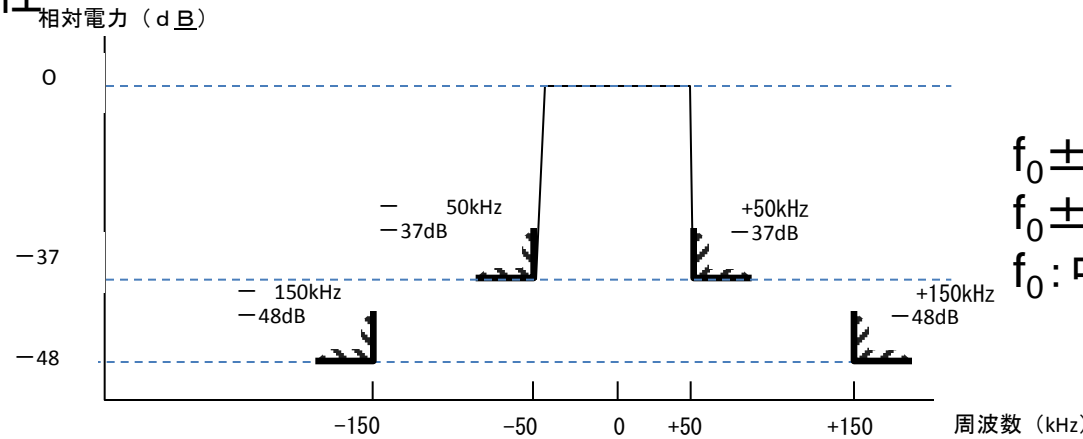


(提案)

- ・無線設備を製造する観点からは、周波数及び空中線電力の大小に係らず同じ仕様(規格)で設計、製造することが良い。
- ・従って、周波数及び空中線電力に係らず 10×10^{-6} を提案。

13. スペクトル特性、送受信ろ波特性

1. 等価送信ろ波特性



$f_0 \pm 50\text{kHz}$ にて-37dB以下
 $f_0 \pm 150\text{kHz}$ にて-48dB以下
 f_0 : 中心周波数

2. 送受信高周波ろ波特性(案)

周波数間隔	3MHz	5MHz	10MHz
ろ波特性	10dB	20dB	28dB

3. 等価送信ろ波特性 (案)

周波数間隔	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
ろ波特性	37dB	48dB	48dB	60dB

4. 等価受信ろ波特性(案)

周波数間隔	50kHz	150kHz	3MHz	10MHz
ろ波特性	37dB	48dB	48dB	60dB