

(案)

情報通信審議会 情報通信技術分科会
陸上無線通信委員会 報告概要

諮問第2033号

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち
「VHF帯加入者系無線システムの高度化に係る技術的条件」

令和2年2月6日

VHF帯加入者系無線システムの概要

現行のVHF帯加入者系無線システム(以下、現行システムという。)は、有線設備敷設困難地域や携帯電話サービス提供エリア外となるようなルーラルエリア等において、加入電話サービス等の提供に有効活用されている。

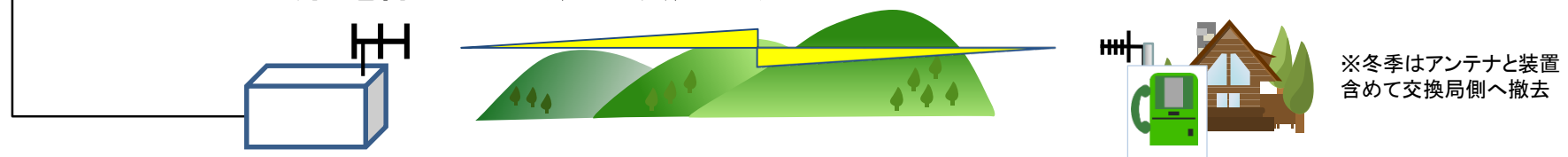
現行システムはアナログ方式を使用しており、効率的な周波数利用の面からデジタル化等、高度化(以下、高度化システムという。)が望まれる。

現行システムは、「固定」を基本に「移動」としても使用することを踏まえ、高度化システムに必要な技術的条件の検討を行うものである。

<加入電話・アナログ専用線などの固定的運用>



<山小屋の公衆電話などの期間限定運用>



VHF帯加入者系無線システムに求められる高度化技術

- 帯域外漏えい電力を抑制する**狭帯域化技術**
- 周波数利用効率の向上を実現する**時分割複信方式**
- 通信品質を確保する**適応変調技術**

【前提条件】

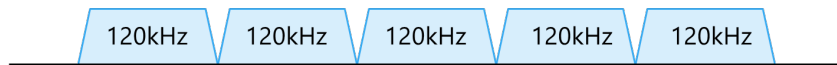
50km地点において電話回線(専用線)を3回線及び制御回線を提供可能

<狭帯域化技術>

帯域外漏えい電力を抑制する狭帯域化技術

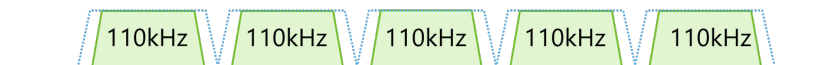
歪補償により、隣接チャンネルにおいて256QAMに必要なS/Nを確保することによって、占有周波数帯幅を広げることなく、所要電話回線の伝送を実現

<現行システム>



狭帯域化

<高度化システム>



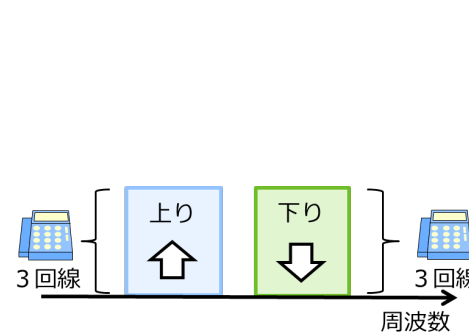
<適応変調技術>

電波の伝搬環境の状態変動を吸収して通信品質を確保するための、変調多値数を自動的に変更する適応変調技術

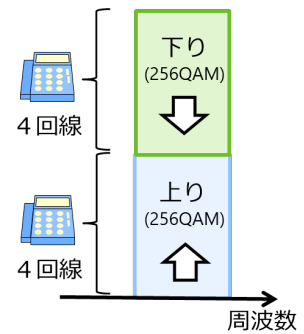
<時分割複信方式>

周波数分割複信方式(FDD)から、周波数利用効率向上のため、時分割複信方式(TDD)を採用

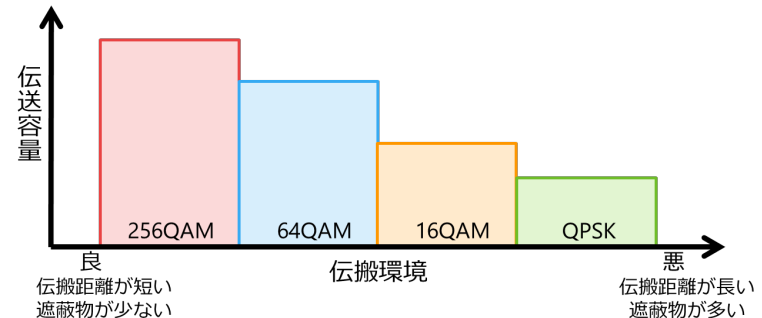
<現行システム>



<高度化システム>



<高度化システムのみ>



主な技術的条件

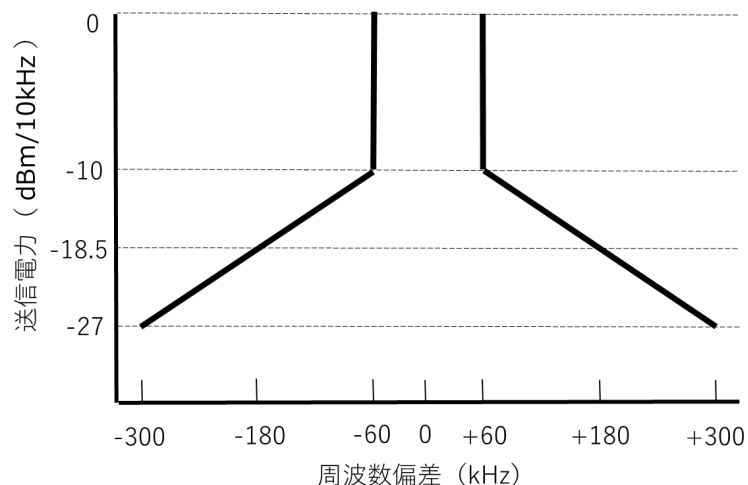
項目	技術的条件		
無線周波数帯	54～65 MHz		
通信方式	TDD		
変調方式	適応変調[QPSK／16QAM／64QAM／256QAM]		
通信容量	720 kbps 以下		
空中線電力	10 W 以下 (←20W以下)	空中線電力の許容偏差	上限20 %、下限50 %
偏波	垂直偏波又は水平偏波		
送信周波数の許容偏差	±10 ppm		
占有周波数帯幅の許容値	110 kHz (←120kHz)	キャリア周波数間隔	120 kHz
電波の型式	D7W／G7W		
クロック周波数	90 kHz	等価雑音帯域幅	90 kHz
復調方式	同期検波方式		
雑音指数	6.4 dB以下[ただし、避雷器等の損失を除く設計値]		
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度	10 μ W 以下	既存アナログ装置1Wの場合 (←100 μ W 以下) (←50 μ W 以下)	
スプリアス領域における不要発射の強度	25 μ W 以下		
副次的に発する電波等の限度	4 nW 以下		
チャネル漏洩電力	-43 dBc 以下[隣接]、-51.5 dBc 以下[次隣接]		
送信空中線利得	11.15 dBi 以下		
その他	波形歪補償のため等化器を採用		

※()内はアナログ装置の条件

送信電カスペクトル特性、標準受信入力値及び混信保護値

<送信電カスペクトル特性>

右図の範囲内であること



<標準受信入力値>

提供可能回線数	標準受信入力値
電話(専用線)1回線+制御回線	-91dBm±3dB
電話(専用線)2回線+制御回線	-84dBm±3dB
電話(専用線)3回線+制御回線	-78dBm±3dB
電話4回線+制御回線	-72dBm±3dB

【見通し外通信や海上伝搬等の場合】

受信入力値は、上限10dBの変動値を加えて算出することが適当(伝搬推定モデルのITU-R勧告P.1812-3を考慮)。

高度化システムの仕様上、専用線は最大3回線

<混信保護値>

変調方式	全干渉波電力の総和に対するC/I
QPSK	18.7dB
16QAM	25.6dB
64QAM	31.7dB
256QAM	37.6dB

所要回線品質 BER: 1×10^{-4}

全干渉波の総和に対するC/Iに係る雑音配分

(1) QPSKの場合 BER= 1×10^{-4}

所要C/N

15.7 dB

熱雑音 18.9 dB

歪雑音 32.7 dB

干渉雑音 18.7 dB

(2) 16QAMの場合 BER= 1×10^{-4}

所要C/N

22.6 dB

熱雑音 25.8 dB

歪雑音 39.6 dB

干渉雑音 25.6 dB

(3) 64QAMの場合 BER= 1×10^{-4}

所要C/N

28.7 dB

熱雑音 31.9 dB

歪雑音 45.7 dB

干渉雑音 31.7 dB

(4) 256QAMの場合 BER= 1×10^{-4}

所要C/N

34.6 dB

熱雑音 37.8 dB

歪雑音 51.6 dB

干渉雑音 37.6 dB

共用検討を行う対象システム

■公共業務用(60MHz帯)

- 防災行政無線システム※1
アナログ/デジタル(16QAM・QPSK
・4FSK)
- 固定通信システム※2
国土交通省70MHz帯無線装置
/電気事業用

■放送事業用(60MHz帯)

- STL/TTL ※3
アナログ/デジタル

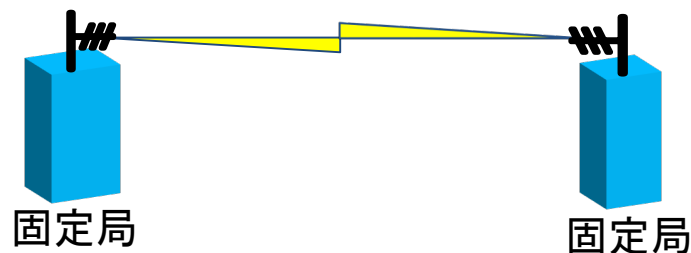
■一般業務用(60MHz帯)

- 固定通信システム※2

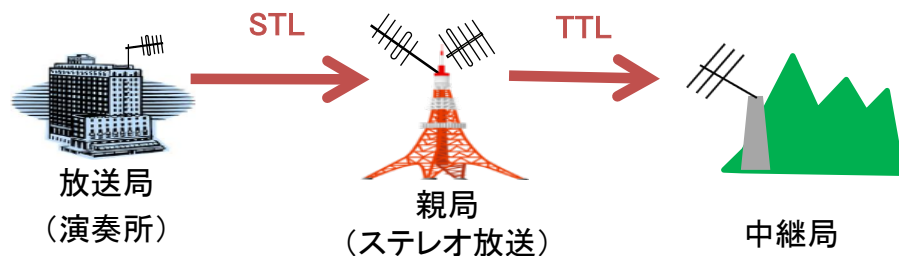
<※1 防災行政無線システムのイメージ>



<※2 固定通信システムのイメージ>
(本資料では、公共用、一般業務用という)



<※3 STL/TTLのイメージ>



共用検討を行うシステムの主な諸元

項目	高度化システム	STL/TTL		防災行政無線システム				公共用, 一般業務用			
		アナログ	デジタル	アナログ	16QAM (15k)	QPSK	4FSK	固定局		陸上移動業務の局	
								親局	子局	基地局/ 携帯 基地局	陸上 移動局/ 携帯局
送信系	空中線電力(W)	1/10	50 ^{*1}	5 ^{*1}	10 ^{*1}				10	25	5
	占有周波数帯幅 (kHz)	110	100 ^{*1}	96 ^{*1}	16 ^{*1}	13.7 ^{*3}	7.1 ^{*1}	14.6 ^{*1}	16		
	ケーブルロス及びフィルタロス(dB)	4	3 ^{*1}	3 ^{*2}	1.2 ^{*1}	1.2 ^{*3}	1.2 ^{*4}	1.2 ^{*4}	1.2		
受信系	等価受信帯域幅 (kHz)	90	395/183 /330/134 /641 ^{*1}	80 ^{*1}	12 ^{*1}	11.25 ^{*1}	5.625 ^{*1}	9.6 ^{*1}	12		
	所要受信機入力 (dBm)	-73	-65 ^{*5}	-60 ^{*5}	-98.3 ^{*1}	-87.9 ^{*5}	-102.8 ^{*5}	-98.4 ^{*5}	-111	-107	
	所要D/U(dB)	29 ^{*6}	55 ^{*1}	31.3 ^{*3}	30 ^{*1}	27.2 ^{*5}	20.4 ^{*5}	19.8 ^{*5}	30		
	ケーブルロス及びフィルタロス(dB)	2.7	6 ^{*1}	6 ^{*2}	0.8 ^{*1}	0.8 ^{*3}	0.8 ^{*4}	0.8 ^{*4}	0.8		

※1 「VHF帯放送番組中継回線の利用促進のための周波数有効利用技術に関する調査検討 報告書(全編版)」信越総合通信局

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会(第111回)資料111-3-2 放送システム委員会報告

※3 ARIB STD-T86

※4 ARIB STD-T115

※5 電波法関係審査基準

※6 本検討においては、代表的な例として64QAMにて検討する。(【参考】所要D/U[dB]: QPSK=16、16QAM=23、256QAM=35)

共用計算例(高度化システムが与干渉の場合)

- 検討モデルとして、「離調周波数1MHz, 離隔距離50m」とした例を用いた評価結果を記す。
- 下記の例では、サイトエンジニアリングとしてアンテナの偏波面の変更及びチャンネルフィルタを適用することにより、共用可能となることがわかる。

与干渉	被干渉	判定		適用したサイトエンジニアリング		
		検討モデル※3	サイトエンジニアリング(右記)適用	①適用	②適用	①、②適用
高度化システム親局 (10W)	アナログSTL/TTL※2	×	○	×	×	○
	デジタルSTL/TTL※2	×	○	×	○	○
	防災行政無線システム親局	×	○	×	○	○
	防災行政無線システム中継局	×	○	×	○	○
	防災行政無線システム「アナログ」(子局)	×	○	×	×	○
	公共用, 一般業務用(固定局)[親局]	×	○	×	×	○
	公共用, 一般業務用(固定局)[子局]	×	○	×	×	○
	公共用, 一般業務用(陸上移動業務の局) [基地局/携帯基地局]	×	○	×	×	○
	公共用, 一般業務用(陸上移動業務の局) [陸上移動局/携帯局]	×	○	×	×	○

【凡例】 サイトエンジニアリングによる改善量

共用計算の条件の変更項目	①アンテナの偏波面を異偏波へ変更	②狭帯域チャンネルフィルタ追加※3
改善量(dB)	10	70

※1 国土交通省70MHz帯無線装置、電気事業用、ガス事業用等含

※2 通信距離に応じてフェージングマージンを考慮する必要あり

※3 離調周波数=1MHz, 離隔距離=50m

伝搬モデルはVHF帯であることから、自由空間ではなく2波モデル(直接波、反射波)により検討(9頁も同じ)。

共用計算例(高度化システムが被干渉の場合)

- 検討モデルとして、「離調周波数1MHz, 離隔距離50m」とした例を用いて一次評価し、さらに、「離隔距離100m, 250m, 500m」(アナログSTL/TTLに限っては「離隔距離100m, 500m, 1000m」)に条件を変更した場合の評価結果を記す。
- 下記の例では、サイトエンジニアリングとしてアンテナの偏波面の変更及び方向の調整を行うことにより、共用可能となることがわかる。

与干渉	被干渉	判定				条件変更Ⅰ			条件変更Ⅱ			条件変更Ⅲ							
		検討モデル (離隔距離50m)	(サイトエンジニアリング適用後)			変更 離隔距離	対策		変更 離隔距離	対策		変更 離隔距離	対策						
			条件変更Ⅰ (離隔距離100m)	条件変更Ⅱ (離隔距離250m※ ²)	条件変更Ⅲ (離隔距離500m※ ³)		対策なし	①適用		①、②適用	対策なし		①適用	①、②適用	対策なし	①適用	①、②適用		
アナログSTL/TTL	高度化システム親局	×	×	×	○	100m	×	×	×	500m	×	×	×	1000m	×	×	○		
デジタルSTL/TTL		×	×	×	○		×	×	×		×	×	×		×	○			
防災行政無線システム「デジタル」親局		×	×	×	○		×	×	×		×	×	×		×	○			
防災行政無線システム「デジタル」中継局		×	×	×	○		×	×	×		×	×	×		×	○			
防災行政無線システム「アナログ」(親局)		×	×	○	○		×	×	×		250m	×	×		○	500m	×	○	○
公共用, 一般業務用(固定局)[親局]		×	×	×	○		×	×	×			×	×		×		○		
公共用, 一般業務用(固定局)[子局]		×	×	×	○		×	×	×			×	×		×		○		
公共用, 一般業務用(陸上移動業務の局)[基地局/携帯基地局]		×	×	○	○		×	×	×			×	×		○		○		
公共用, 一般業務用(陸上移動業務の局)[陸上移動局/携帯局]		×	○	○	○		×	○	○			×	○		○		○		

【凡例】 サイトエンジニアリングによる改善

共用計算の条件の変更項目	①アンテナの偏波面を異偏波へ変更	②アンテナ方向調整(80度以上)
改善量(dB)	10	10

- ※1 国土交通省70MHz帯無線装置、電気事業用、ガス事業用等含
- ※2 アナログSTL/TTLは500m
- ※3 アナログSTL/TTLは1000m

共用条件(共用計算例のまとめ)

高度化システムが与干渉の場合

被干渉システム	共用条件
STL/TTL(アナログ)	1MHz以上/20km以上で共用可
〃 (デジタル)	1MHz以上/2km以上で共用可
防災行政無線システム(アナログ)	1MHz以上/5.4km以上で共用可
〃 (デジタル)	1MHz以上/4.9km以上で共用可
公共用、一般業務用(固定局)[親局、子局]	1MHz以上/14km以上で共用可
公共用、一般業務用(陸上移動業務の局)[基地局/携帯基地局]	1MHz以上/18km以上で共用可
公共用、一般業務用(陸上移動業務の局)[陸上移動局/携帯局]	1MHz以上/5.8km以上で共用可

○サイトエンジニアリングを適用する場合

被干渉システム	サイトエンジニアリングの内容	共用条件
全システム	アンテナの偏波面を異偏波へ変更 狭帯域チャンネルフィルタ追加	1MHz以上/50m以上で共用可

高度化システムが被干渉の場合

○下記条件で共用可能

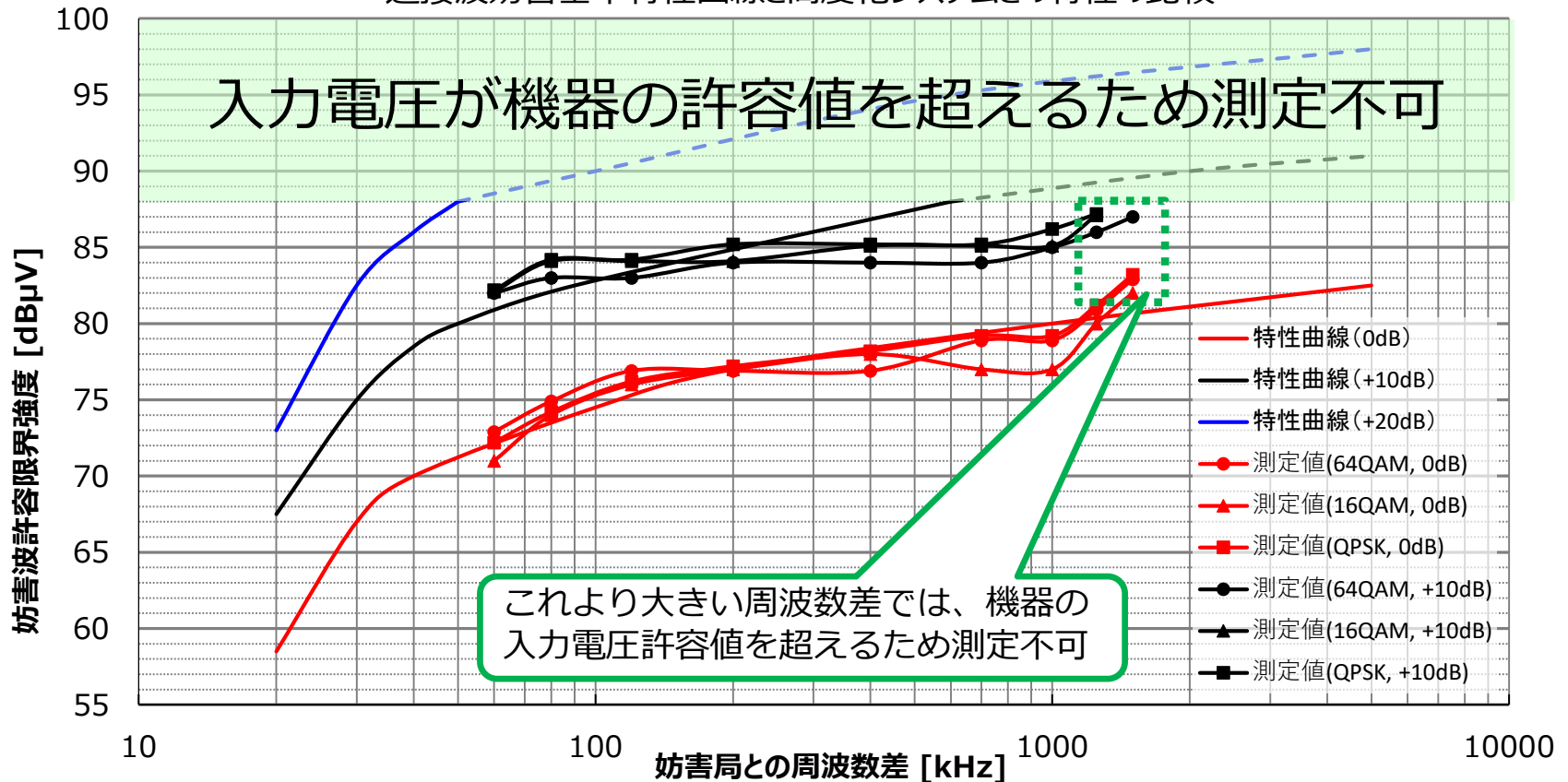
与干渉システム	サイトエンジニアリングの内容	共用条件
STL/TTL(アナログ)	アンテナの偏波面を異偏波へ変更 アンテナ方向調整(80度以上)	1MHz以上/1000m以上で共用可
〃 (デジタル)		1MHz以上/500m以上で共用可
防災行政無線システム		1MHz以上/500m以上で共用可
公共用、一般業務用(固定局)[親局、子局]		1MHz以上/500m以上で共用可
公共用、一般業務用(陸上移動業務の局)[基地局/携帯基地局]		1MHz以上/500m以上で共用可
公共用、一般業務用(陸上移動業務の局)[陸上移動局/携帯局]		1MHz以上/100m以上で共用可

近接波妨害特性

近接波妨害特性※について、広帯域と狭帯域の差異があるか、検証機を用いて比較確認を行った。
※電波法関係審査基準において混信妨害の審査で適用

- 高度化システムの近接波妨害特性の測定値が、ほぼ狭帯域デジタルの近接波妨害基準特性曲線上にあることから、当該曲線の変更は不要である。

近接波妨害基準特性曲線と高度化システムとの特性の比較



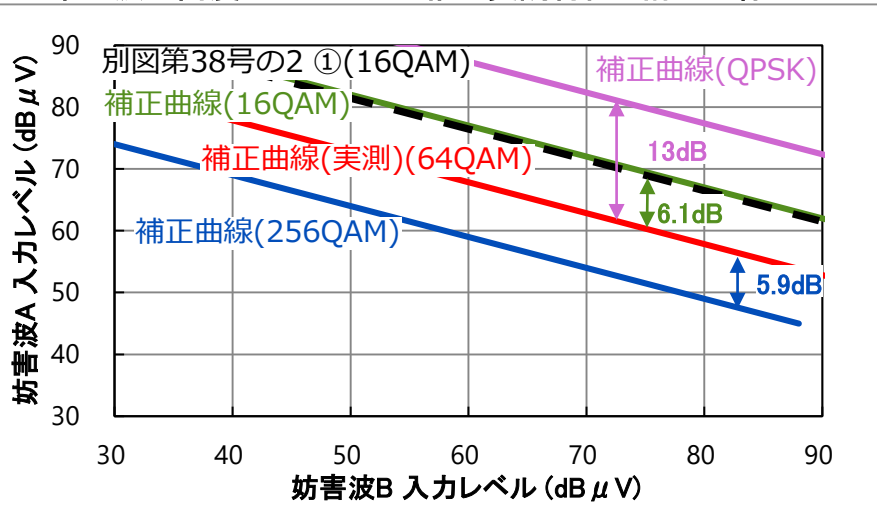
相互変調特性

相互変調特性※について、広帯域と狭帯域の差異があるか、検証機を用いて比較確認を行った。

※電波法関係審査基準において混信妨害の審査で適用

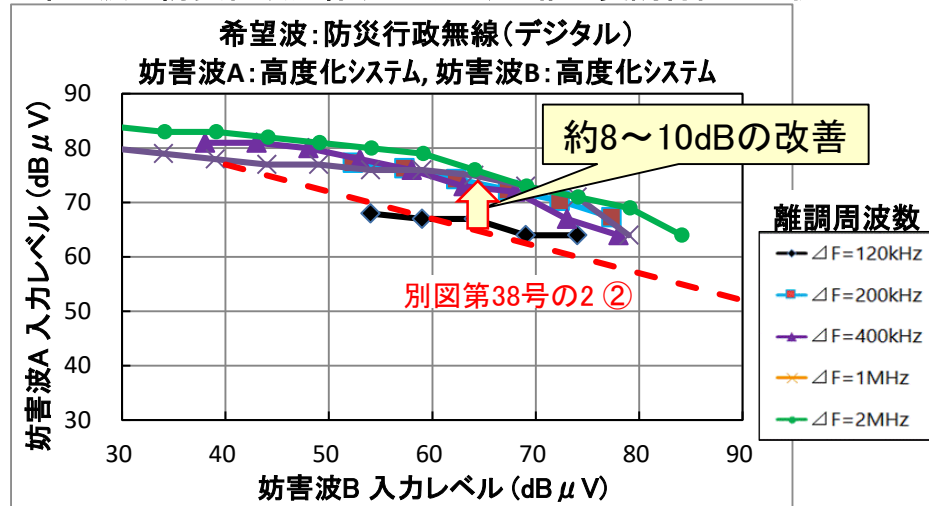
- 希望波が高度化システムの場合、狭帯域デジタルの相互変調基準特性から、変調方式による補正（各変調方式C/Iの差分を考慮）が必要である。
 - 希望波が防災行政無線（デジタル）、妨害波が高度化システムの場合、狭帯域デジタルの相互変調基準特性曲線より8dB程度の改善が見られた。
- ただし、防災行政無線（デジタル）の装置として単一メーカーの単一装置を使用した場合の結果であることから、当該改善の反映にあたっては、更なる精査が必要である。
- その他の組合せは相互変調特性の改善は見られなかった（当該曲線の変更は不要）。

＜希望波が高度化システムの相互変調特性と補正曲線＞



※別図第38号の2①：電波法関係審査基準 別図第38号の2より

＜希望波が防災行政無線（デジタル）の相互変調特性の一例＞

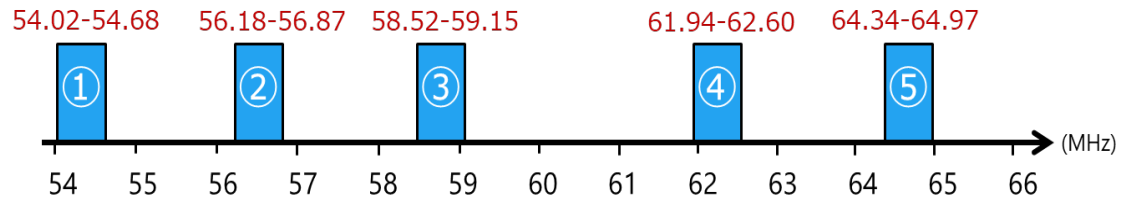


※別図第38号の2②：電波法関係審査基準 別図第38号の2より

高度化システムのチャンネル配置

- 周波数帯は、現行システムと同じ (54~65MHz)。
- 複信方式として、TDDを採用。

<54~65MHzにおけるチャンネル配置(現行システム)>



<①~⑤のチャンネル配置(高度化システム)>

