

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
公共業務用無線システム作業班（第2回）資料

音声通信システムにおける基本特性の評価・検証

令和8年9月29日
株式会社 国際電気

1. 検討項目・評価方法等の検討

- 音声通信システム(水防用、ダム・砂防用)におけるデジタル方式(4値FSK(SCPC))の導入モデル及び、共用条件(アナログ方式／デジタル方式間)について検討を行うにあたり、その基本特性の評価、検証について、以下の検討結果を示す。

- (1) 検討項目・評価方法等の検討
- (2) BER－C/N特性シミュレーション
- (3) 実証試験 電気的特性の測定

● 基本特性および評価の概要(考え方)

- 狭帯域デジタル通信方式^[*1]の「4値FSK(SCPC)」に関連する、過去の情報通信審議会報告、法令等(無線設備規則^[*2]、電波法関係審査基準等)、及び測定方法(告示等)を参照した
 - ・ 対象周波数帯:60MHz帯、(参考)150MHz帯^[*3]、空中線電力:1W超
- デジタル方式の評価装置(試験機)における無線フレームや帯域制限特性等の物理層に関するパラメータ等は、ARIB STD-T102(第2編)を参照することを前提として、所要の電気的特性を満たすよう調整・評価を実施した(参考資料1～2)。
- 共用条件の評価に使用するアナログ(FM)無線装置の受信感度特性の把握のため、S/N特性を確認した(参考資料3)。

[*1] 特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則 第2条第1項 第25号の4

[*2] 無線設備規則第57条の3の2

[*3] 150MHz帯の狭帯域デジタル通信方式については、制度化済(無線設備規則(昭和25年電波監理委員会規則第18号)第57条の3の2)であり、本作業班の検討対象外の周波数帯であるが、参考として評価

1. 検討項目・評価方法等の検討

■ デジタル方式の主な仕様(評価装置及びシミュレーションに関する一般条件)を以下に示す。

- 基本要件は、以下に示す一般条件を満たすものとした(ARIB STD-T102(第2編)参照)。
- 誤り訂正(FEC)は音声符号化方式に付随の方式とし、BER評価はFEC無しの条件とした。
- デジタル方式の空中線電力は、資料2-2-4に基づき20W以下とした。

● デジタル方式の主な仕様(一般条件)

項 目	デジタル方式仕様(一般条件)	
① 無線周波数	60MHz帯	(参考)150MHz帯
② 変調方式	4値FSK	
③ チャンネル間隔	6.25kHz	
④ アクセス方式	SCPC	
⑤ 通信方式	1周波単信方式	
⑥ 空中線電力	基地局、車載型：20W以下、携帯型：5W以下	
⑦ 等価雑音帯域幅	4kHz	
⑧ 伝送速度	4.8kbps	
⑨ ロールオフ率	0.2	
⑩ フレーム長	80ms	
⑪ 周波数偏位	$\pm 945\text{Hz}$ 、 $\pm 315\text{Hz}$	
⑫ 音声符号化方式	誤り訂正を含め3.6kbps以下の方式 ^[*]	

[*] ARIB STD-T102 第2編(第5章)における推奨方式とする(フレームサイズ 20ms(72 ビット)で Digital Voice Systems, Inc. の AMBE+2™ Enhanced Half-Rate (3.6 kbps:音声符号 2.45 kbps、誤り訂正符号 1.15 kbps)。

2. BER-C/N特性シミュレーション

- 狭帯域デジタル方式(チャンネル間隔:6.25kHz)として、4値FSK(伝送速度:4.8kbps)を検討対象として、符号誤り率(BER)特性に関するシミュレーションを実施した(帯域共通)。
- シミュレーション結果(静特性、動特性^[*])は、それぞれ基準C/N値を満足することを確認した。
- 本結果をもとに、周波数配置を考慮した共用条件について検討予定(第3回作業班で報告予定)。

(1) シミュレーション実施概要

[*] 動特性: 伝搬特性(フェージング特性)を示す

- 実用化を見据え、現在、公共用デジタル方式の無線局で広く採用されている、標準規格における採用パラメータ等を参照することが有効、効果的であると考えられることから、ARIB STD-T102(第2編)を参照した。
なお、誤り訂正符号化は音声符号化方式に付随の方式とし、本シミュレーションでは、誤り訂正(FEC)無しとした。
- BER特性の横軸は、情報(シンボル)伝送速度で規格化したS/N比(E_s/N_0)とした。ここで、4値FSKにおける E_s/N_0 、 E_b/N_0 及びC/Nの関係(換算式)は、以下のとおり。
$$(C/N)_{dB} = (E_b/N_0)_{dB} + 0.8_{dB} = (E_s/N_0)_{dB} - 2.2_{dB}$$

ここで、ビットレート:4.8kbps、等価受信帯域幅:4kHz、
 E_s/N_0 :信号エネルギー対雑音電力密度比、 E_b/N_0 :ビットエネルギー対雑音電力密度比
- 移動環境(フェージング(最大ドップラー周波数 f_d))の評価については、車載モデル(54km/h)と携帯モデル(4km/h)の2つの運用形態を想定した(移動速度を各周波数帯の最大ドップラー周波数へ換算)。
- 静特性及びフェージング特性(動特性)における回線品質の評価基準(BER値)は、以下のよう設定した。
 - ・BER = 1×10^{-2} (静特性)
 - ・BER = 3×10^{-2} (フェージング特性(動特性))
- 参考として、150MHz帯においては、フェージング特性における受信ダイバーシチ特性の評価を実施した。なお、60MHz帯及び携帯型では、アンテナ長・形状が大きくなること(1/2λタイプ:2.5m)から実用に供しないと判断されるため、実施対象外とした。

2. BER－C/N特性シミュレーション

(1)シミュレーション実施概要(つづき)

●4値FSKに対するシミュレーション項目

周波数帯		60MHz帯	150MHz帯 (参考)
評価項目	静特性 (Es/No－BER、FEC無)	○(帯域共通)	
	フェージング特性(動特性) (Es/No－BER、FEC無)	○	○
	受信ダイバーシチ特性 (フェージング特性、FEC無)	－	○

凡例 ○:実施項目

● 4値FSKに対するBERシミュレーション条件(帯域共通)

項 目	仕 様
変調方式	4値FSK
チャンネル間隔	6.25kHz
伝送速度 (シンボルレート)	4.8kbps(2.4kシンボル/s)
周波数偏位	±315Hz／±945Hz
ベースバンド 帯域制限フィルタ	・送信:ルートロールオフ(α) + sinc関数 ・受信:ルートロールオフ(α) + sinc逆関数 (ロールオフ率 $\alpha=0.2$)
受信ダイバーシチ 方式	最大比合成方式(2ブランチ) (150MHz帯への適用を想定(参考))
フェージング条件	レイリーフェージング(移動速度54km/h、 4km/h相当の最大ドップラー周波数 f_d)
評価基準(BER値)注	1×10^{-2} (静特性)、 3×10^{-2} (動特性)

備考:ARIB STD-T102(第2編)

(注) 評価基準(BER値)の考え方について

● 回線品質: 静特性及びフェージング特性(動特性)について、過去の情報通信審議会報告、あるいは電波法関係審査基準に示す以下のBER値とした。

- 参考文献[*]に規定する値: 静特性BER= 1×10^{-2} (基準感度)
(音声通話メリット2～3に相当する回線品質であり、アナログFM方式の12dB SINAD感度に相当)
- 電波法関係審査基準に規定する値: レイリーフェージング特性(動特性) BER= 3×10^{-2}

[*]平成10年6月電気通信技術審議会(諮問第94号に対する)答申:「400MHz帯等を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」

2. BER-C/N特性シミュレーション

(2)シミュレーション結果

- ・4値FSKに対するBERシミュレーションの評価結果を以下に示す。所要のC/N規定値を満足することを確認した。
- ・本結果をもとに、周波数配置を考慮した共用条件について検討予定(第3回作業班で報告予定)。

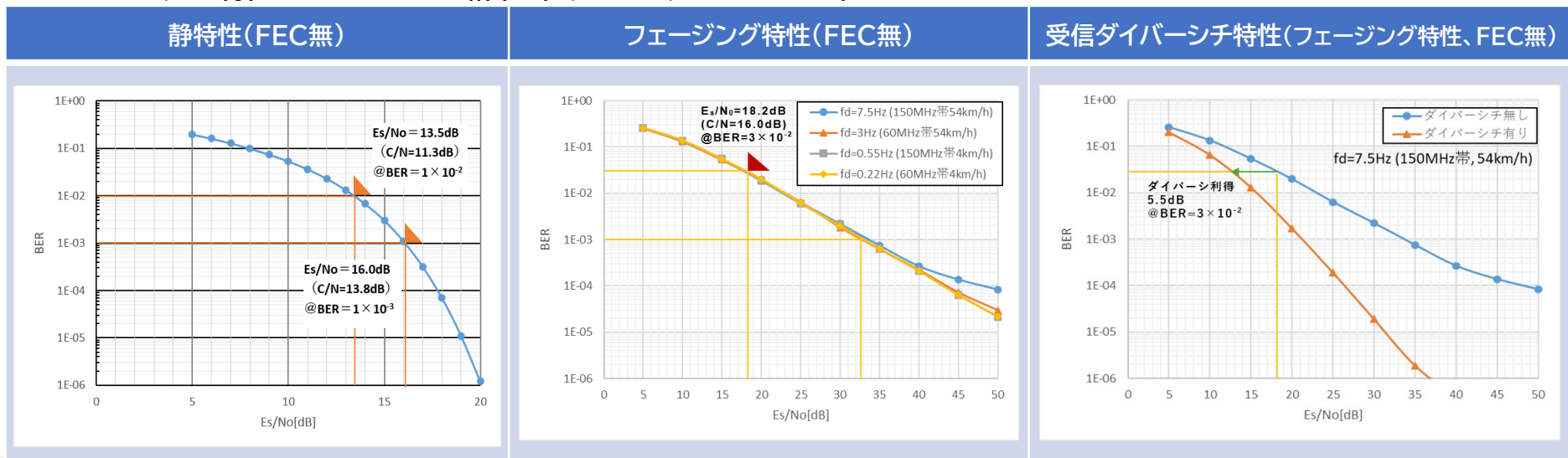
● 静特性、フェージング特性 (移動速度54km/h、4km/h相当)

#	項目	静特性 (評価基準:BER=1×10 ⁻²)	フェージング特性 (評価基準:BER=3×10 ⁻²)	備考
1	Es/No(計算値)	13.5dB	18.2dB	ビットレート:4.8kbps、規定受信帯域幅:4kHz
2	C/N(換算値)	11.3dB [*1]	16.0dB(基準C/N) [*2]	換算式:C/N=Es/No-2.2dB
3	C/N+6dB		22.0dB(所要C/N) [*2]	所要C/N=基準C/N+機器マージン6dB(固定劣化を含む)

● ダイバーシチ利得 (移動速度54km/h相当@(参考)150MHz帯)

#	評価基準BER	ダイバーシチ利得(4値FSK)	
1	3×10 ⁻²	5.5dB [*3]	[*1] H20年3月情報通信審議会 情報通信技術分科会報告:C/N=11.3dB @BER=1×10 ⁻² (静特性) [*2] 電波法関係審査基準: 基準C/N=16.0dB、所要C/N=22.0dB @BER=3×10 ⁻² (動特性) [*3] 電波法関係審査基準: ダイバーシチ利得=4dB以上@BER=3×10 ⁻² (動特性)

● BER-Es/No特性シミュレーション結果 (C/N=Es/No-2.2dB)



3. 実証試験 電気的特性の評価

(1) 電気的特性の評価条件(送信特性)

■ 送信装置の評価条件(基本的な考え方)については、無線設備規則に規定する事項②～⑦について、実測データを原則、取得した(特性取得:1波)。⑧及び⑨項は、任意(参考値)とした。

●デジタル方式仕様(送信装置に関する条件)

項 目	デジタル方式仕様(送信装置に関する条件) ^[*1]	
① 無線周波数帯	60MHz帯	(参考)150MHz帯
② 周波数の許容偏差	$\pm 10\text{ppm}^{[*2]}$	$\pm 2.5\text{ppm}^{[*3]}$
③ 空中線電力の許容偏差	上限20%、下限50% ^[*4]	
④ 隣接チャネル漏えい電力	-45dB 以下($\leq 1\text{W}$)、 -55dB 以下又は $32\mu\text{W}$ 以下($> 1\text{W}$) ^[*5]	
⑤ 帯域外におけるスプリアス発射の許容値	$2.5\mu\text{W}$ 以下、又は基本周波数の平均電力より 60dB 低い値 ^[*6]	
⑥ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	$2.5\mu\text{W}$ 以下、又は基本周波数の搬送波電力より 60dB 低い値 ^[*6] (注)	
⑦ 占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz 以下 ^[*7]	
⑧ 伝送速度の許容偏差(参考)	$\pm 5.0 \times 10^{-6}$ 以内 ^[*8]	
⑨ 変調精度(参考)	5%以下 ^[*8]	

[*1] 現行の法令等を参照する。ここでは送信電力1W超を対象とする。

[*2] 無線設備規則 別表1号、注20: $\pm 10\text{ppm}$ (4k超～8kbps以下、1W超)

[*3] 無線設備規則 別表1号、注44の1による(チャネル間隔が6.25kHzのもの)

[*4] 無線設備規則 第14条

[*5] 無線設備規則 第57条の3の2

[*6] 無線設備規則 別表第三号 19

[*7] 無線設備規則 別表第二号 第37

[*8] ARIB STD-T102(第2編)

(注)近傍帯域：搬送波 $\pm(62.5\text{kHz} \sim 1\text{MHz})$ 、その他帯域: $9\text{kHz} \sim 1\text{GHz}$ (ただし、搬送波 $\pm 1\text{MHz}$ を除く)

3. 実証試験 電気的特性の評価

(2)電気的特性の評価条件(受信特性)

- 受信装置の評価条件(基本的な考え方)については、音声主体の通信であることを踏まえ、従来の公共業務用デジタル無線における一般的な諸元に示された項目②～⑦とした(特性取得:1波)。
- 受信特性(②静特性、③動特性)については、横軸受信入力電圧($\text{dB}\mu\text{V}$)－縦軸BER値を取得(条件:誤り訂正なし)。参考として、150MHz帯車載型については、受信ダイバーシチの有無比較を評価した。
- ⑤項 隣接チャネル選択度特性については、横軸周波数($f_0 \pm 6.25\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$)－選択度($\text{dB}\mu\text{V}$)についても評価する(規格感度、規格感度+10dB、及び規格感度+20dBでの選択度特性について評価した(次頁の図参照))。ここで、規格感度は、下表のとおり従来値 $0\text{dB}\mu\text{V}$ の規定を踏襲した。

●デジタル方式仕様(受信装置に関する条件)

項 目	デジタル方式仕様(受信装置に関する条件) ^{〔*1〕}	
① 無線周波数帯	60MHz帯	(参考)150MHz帯
② 規格感度(BER1%、静特性) ^{〔*2〕}	$0\text{dB}\mu\text{V}$ (規格感度)以下	$0\text{dB}\mu\text{V}$ (規格感度)以下
③ 受信感度(BER3%、動特性) ^{〔*3〕}	$5.0\text{dB}\mu\text{V}$ 以下(最大ドップラー周波数3Hz)	$5.0\text{dB}\mu\text{V}$ 以下(最大ドップラー周波数7.5Hz)
④ スプリアス・レスポンス ^{〔*2〕}	規格感度+3dBの希望波を加え、希望波より12.5kHz以上離調した無変調の妨害波によりBERが1%となる妨害波レベルと希望波(規格感度+3dB)の比は、53dB以上であること。	
⑤ 隣接チャネル選択度 ^{〔*2〕}	規格感度+3dBの希望波を加え、6.25kHz離れたデジタル信号(符号長32,767ビット周期の2値擬似雑音系列)で変調された妨害波によりBERが1%となる妨害波レベルと希望波(規格感度+3dB)の比は、42dB以上であること。	
⑥ 相互変調特性 ^{〔*2〕}	規格感度+3dBの希望波を加え、希望波より12.5kHz及び25kHz離調した無変調の2つの妨害波によりBERが1%となる妨害波のレベルと希望波(規格感度+3dB)の比53dB以上であること。	
⑦ 副次的に発する電波等の強度 ^{〔*4〕}	4nW以下	

〔*1〕 現行の法令等を参照する

〔*2〕 昭和61年郵政省告示第395号(電波法第七条第一項第二号及び第三号の審査に適用する受信設備の特性)

〔*3〕 電波法関係審査基準(狭帯域デジタル方式に関するC/N規定)、ARIB STD-T102(第2編)

〔*4〕 無線設備規則 第24条

3. 実証試験 電気的特性の評価

(3)電気的特性の評価条件(相互干渉特性)

- その他、相互干渉特性の評価条件(基本的な考え方)については、従来の公共業務用デジタル無線における一般的な諸元等に示された項目②～④とした(特性取得:1波)。
- ③項 隣接チャンネル選択度特性については、横軸周波数($f_0 \pm 6.25\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$)ー選択度($\text{dB}\mu\text{V}$)についても評価する(規格感度、規格感度+10dB、及び規格感度+20dBでの選択度特性について評価した(次頁の図参照)^[*])。ここで、規格感度は、下表のとおり従来値 $0\text{dB}\mu\text{V}$ の規定を踏襲した。
- ④項 相互変調基準特性については、「無線機の特⼾(相互変調基準特性)」として、狭帯域デジタル方式の無線装置に対する一般的規定(電波法関係審査基準)に関して実測を行った(次頁図参照)。

●デジタル方式仕様(相互干渉特性に関する条件)

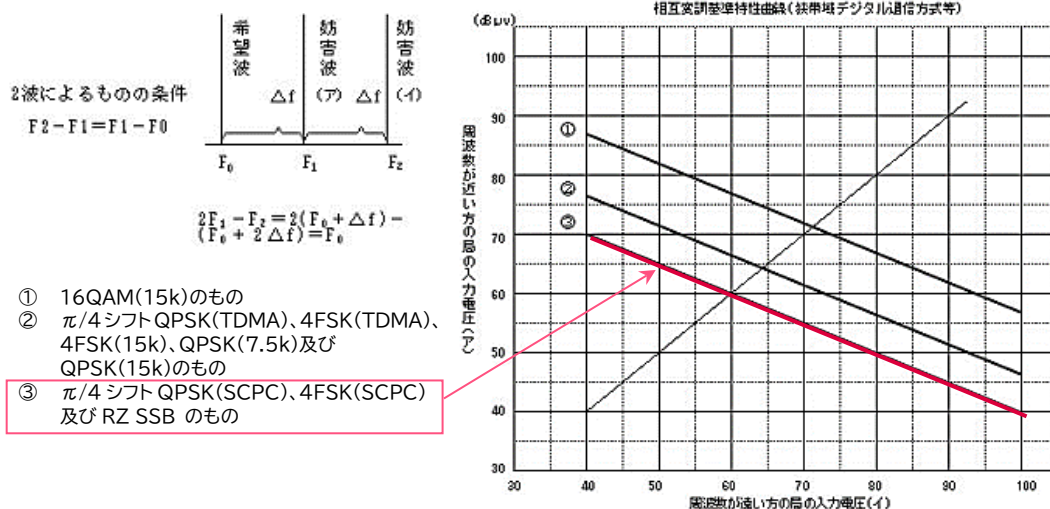
項 目	デジタル方式仕様(相互干渉特性に関する条件)	
① 無線周波数帯	60MHz帯	(参考)150MHz帯
② 同一周波数干渉(所要D/U)	12dB以下 ^[*]	
③ 隣接周波数干渉特性	42dB以上(次頁の図参照)	
④ 相互変調基準特性	電波法関係審査基準 別図第38号の2に規定される、相互変調基準特性曲線(狭帯域デジタル通信方式等の「特性③」を満足すること(次頁の図参照))	

[*] 情報通信審議会 情報通信技術分科会小電力無線システム委員会報告(平成20 年3 月): 資料集p.25 表3-5

3. 実証試験 電気的特性の評価

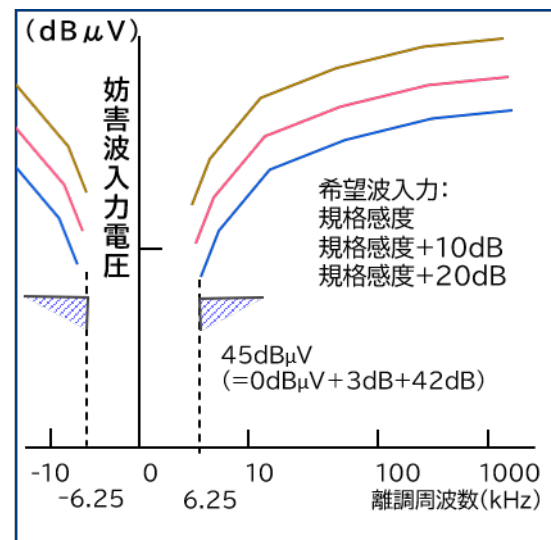
【参考】相互変調基準特性曲線の評価について[参照:前頁]

電波法関係審査基準 別図 第38号の2
(狭帯域デジタル通信方式等)



- 無線機の実特性(相互変調基準特性)について、特性③が確保されること(評価結果が特性③より上側に位置すること)を実測検証。

【参考】隣接チャネル選択度の評価について[参照:前頁]



- 規格感度に対して、一般的に実用回線レベルに相当する+10dB、+20dB高い受信入力電力(電圧)においても、選択度特性(感度抑圧特性)が確保されることを、実測検証。

3. 実証試験 電気的特性の評価

(4) 電気的特性の評価環境(系統図)

■ デジタル方式の主要評価設備に対する屋内実証試験の評価項目及び、主要評価設備系統図等(送信特性、受信特性(静特性、動特性)、干渉特性)を以下に示す。

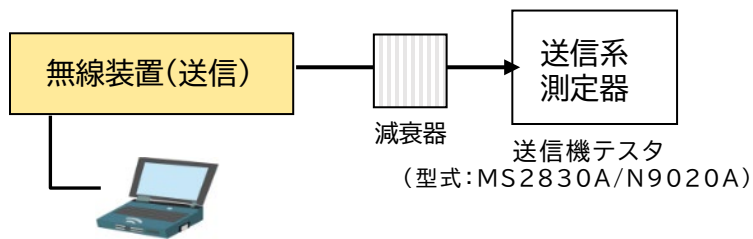
● デジタル方式の主要評価設備に対する評価項目

#	項目	確認試験項目	主要評価設備等 ^[*1]
①	送信特性	周波数の許容偏差、空中線電力の許容偏差、隣接チャネル漏えい電力、スプリアス発射または不要発射の強度の許容値、占有周波数帯幅の許容値、伝送速度の許容偏差、変調精度	送信機テスト (スペクトラムアナライザ)
②	受信特性	受信入力電力－BER(静特性及び動特性 ^[*2])、選択度特性、相互変調特性、スプリアスレスポンス 注) 動特性: 伝搬特性(フェージング特性)を示す	変調信号発生器、信号発生器 BER測定(無線装置内蔵機能)
③	相互干渉特性	同一周波数干渉(所要D/U値)、隣接周波数干渉特性、相互変調干渉(相互変調基準特性)	変調信号発生器、信号発生器 BER測定(無線装置内蔵機能)

[*1] 車載型/携帯型: 装置区分せず、共通設備とする。

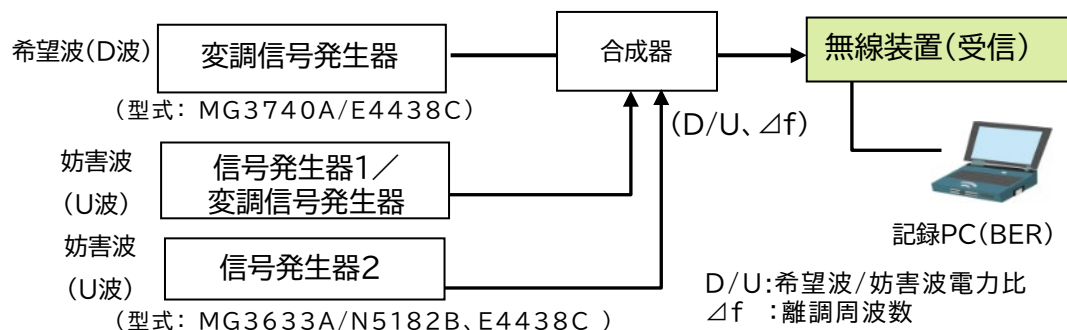
[*2] 150MHz帯は、動特性において受信ダイバーシチ有無による比較評価を実施

① 送信特性



② 受信特性 (静特性)

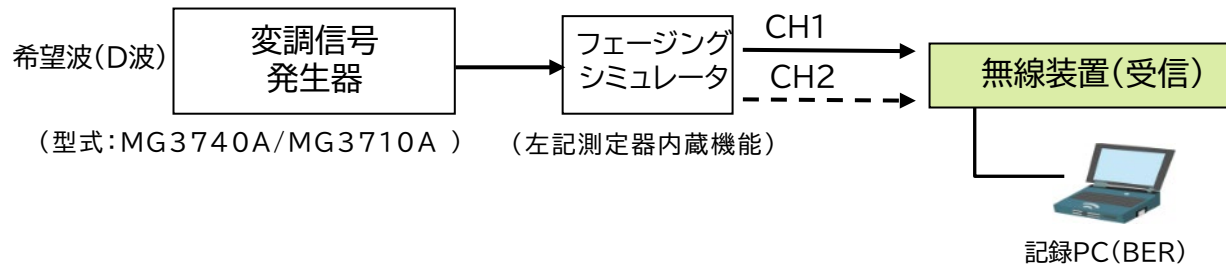
③ 相互干渉特性



3. 実証試験 電気的特性の評価

■評価環境(つづき)

②受信特性(動特性):伝搬特性



●フェージングモデル及びパラメータ:

- ・レイリーフェージング(1CH又は、2CHモデルを使用)
- ・最大ドップラー周波数(f_d)
 - 60MHz帯: $f_d = 3\text{Hz}$ (車速:54km/h相当)
 - 150MHz帯: $f_d = 7.5\text{Hz}$ (車速:54km/h相当)

注)150MHz帯は、動特性において受信ダイバーシチ有無による比較評価を実施

3. 実証試験 電気的特性の評価

(5)電気的特性の評価結果

■ デジタル方式の試験機(60MHz帯、参考として150MHz帯)について、電気的特性(送信特性、受信特性、相互干渉特性)の評価を実施し、各仕様を満たすことを確認した(評価結果詳細:参考資料1~2)。

● 送信特性

項 目	評価結果(判定)	
	60MHz帯	(参考)150MHz帯
① 無線周波数帯		
② 周波数の許容偏差	適合	適合
③ 空中線電力の許容偏差	適合	適合
④ 隣接チャネル漏えい電力	適合	適合
⑤ 帯域外におけるスプリアス発射の許容値	適合	適合
⑥ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	適合	適合
⑦ 占有周波数帯幅の許容値	適合	適合
⑧ 伝送速度の許容偏差(参考)	適合	適合
⑨ 変調精度(参考)	適合	適合

● 受信特性

項 目	評価結果(判定)	
	60MHz帯	(参考)150MHz帯
① 無線周波数帯		
② 規格感度@BER1%(静特性)	適合	適合
③ 受信感度@BER3%(動特性)	適合	適合
④ スプリアス・レスポンス	適合	適合
⑤ 隣接チャネル選択度	適合	適合
⑥ 相互変調特性	適合	適合
⑦ 副次的に発する電波等の強度	適合	適合

● 相互干渉特性

項 目	評価結果(判定)	
	60MHz帯	(参考)150MHz帯
① 無線周波数帯		
② 同一周波数干渉(所要D/U)	適合	適合
③ 隣接周波数干渉特性	適合	適合
④ 相互変調基準特性	適合	適合

参考資料(電気的特性評価結果)

参考資料1: デジタル方式の電気的特性(60MHz帯)

参考資料2: デジタル方式の電気的特性(150MHz帯)

参考資料3: アナログ(FM)方式のS/N特性

参1. 評価結果(60MHz帯)(1/6)

- 試験装置(車載型20W、携帯型に適用する車載型5W)について、所期の機器仕様の確認ならびに所要な諸特性に関する室内試験を実施した。(試験周波数:59.690MHz)
- その結果の一覧を下表に示す。送受信基本性能等について、所期の仕様を満足することを確認した。なお、(2)受信特性、(3)相互干渉特性は回路共通のため車載型20Wを代表値として示す。

(1)送信特性

項 目	仕 様		評価結果		備考
			車載型20W	車載型5W	
試験周波数	60MHz帯		59.690MHz	59.690MHz	適合
周波数の許容偏差	±10ppm 以内		-0.15ppm	-0.14ppm	適合
空中線電力 (空中線電力の許容偏差)	上限20%、下限50%		19.30W (-3.5%)	5.07W (+1.4%)	適合
隣接チャネル漏えい電力	-55dB 以下		L:-66.5dB U:-67.4dB	L:-70.2dB U:-68.3dB	適合
帯域外におけるスプリアス 発射の許容値	2.5μW 以下、又は基本周波数の平均電力より60dB 低い値		L:-69.4dB U:-69.5dB	L:-67.3dB U:-67.1dB	適合
スプリアス領域における不 要発射の強度の許容値	2.5μW 以下、又は基本周 波数の搬送波電力より 60dB 低い値	近傍帯域 ^[*1]	L:-74.8dB U:-75.6dB	L:-69.5dB U:-69.2dB	適合
		その他帯域 ^[*2]	L:-72.7dB U:-69.6dB	L:-66.5dB U:-65.9dB	適合
占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz以下		3.2kHz	3.2kHz	適合
伝送速度の許容偏差	±5.0×10 ⁻⁶ 以内 (±5ppm以内)		-0.10ppm	+0.31ppm	適合
変調精度	5%以下		2.2%	3.1%	適合

L:下側周波数、U:上側周波数

[*1] 搬送波±(62.5 kHz～1 MHz)

[*2] 9 kHz～1 GHz(ただし、搬送波±1 MHzを除く)

参1. 評価結果(60MHz帯)(2/6)

(2)受信特性

項 目	仕 様	評価結果	備考
		車載型20W	
試験周波数	60MHz帯	59.69MHz	適合
規格感度@BER1%(静特性)	0dB μ V以下(-113dBm以下)	-7.0dB μ V(-120.0dBm)	適合
受信感度@BER3%(動特性)	5dB μ V以下(-108dBm以下)	-2.0dB μ V(-115.0dBm)	適合
スプリアス・レスポンス	53dB以上	85.5dB	適合
隣接チャネル選択度	42dB以上	L:48.0dB U:48.5dB	適合
相互変調特性	53dB以上	L:60.0dB U:60.0dB	適合
副次的に発する電波等の強度	4nW以下(-54dBm以下)	0.002nW(-86.9dBm)	適合

L:下側周波数、U:上側周波数

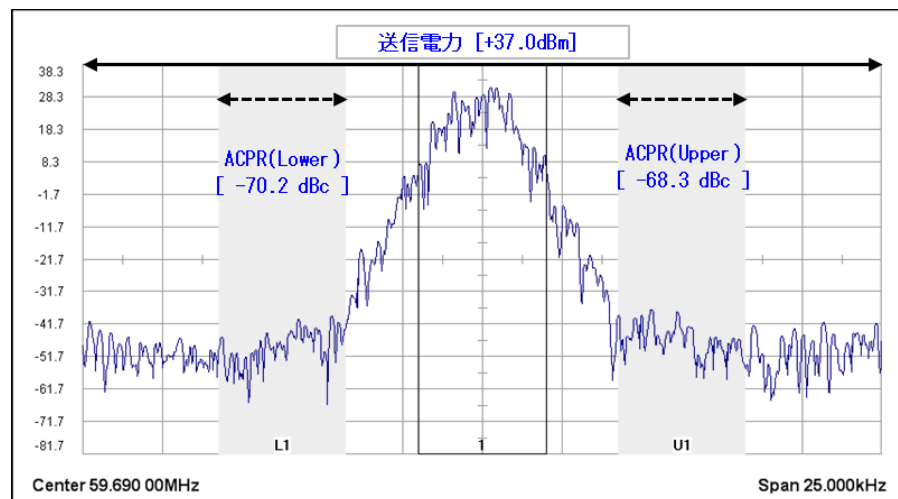
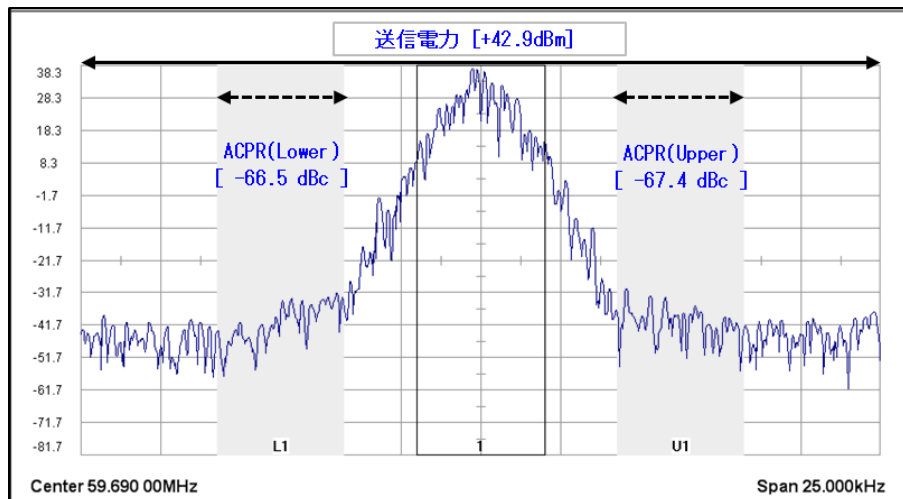
(3)相互干渉特性

項 目	仕 様	評価結果	備考
		車載型20W	
同一周波数干渉特性(D/U)	12dB以下	11.5dB	適合
隣接周波数干渉特性	42dB以上	(次頁参照)	適合
相互変調基準特性	電波法関係審査基準 別図 第38号の2(特性:③)	(次頁参照)	適合

参1. 評価結果(60MHz帯)(3/6)

①送信特性評価

●隣接チャネル漏えい電力 実測結果 [左図:車載型(20W)、右図:携帯型(車載型無線部採用)(5W)]



注) 分解能帯域幅RBW =100Hz なお、送信電力は電力測定機能で取得した値を記載
ACPR: Adjacent Channel Leakage Power Ratio

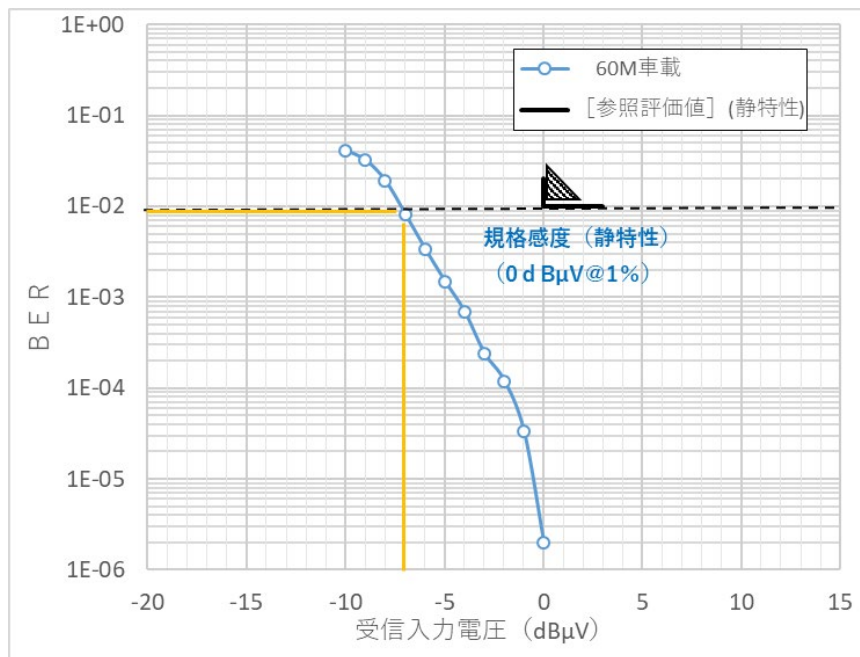
●考察:

- 隣接チャネル及び次隣接チャネル漏えい電力値 (実機評価結果)については、規定値(-55dB以下)に対し、車載型20W機及び携帯型5W機のいずれも約10dB程度以上のマージンが認められる結果となっている。
- 帯域外におけるスプリアス発射の許容値(実機評価結果(前述の表))については、規定値(-60dB以下)に対し、車載型20W及び携帯型5Wのいずれも約5~10dB程度以上のマージンが認められる結果となっている。

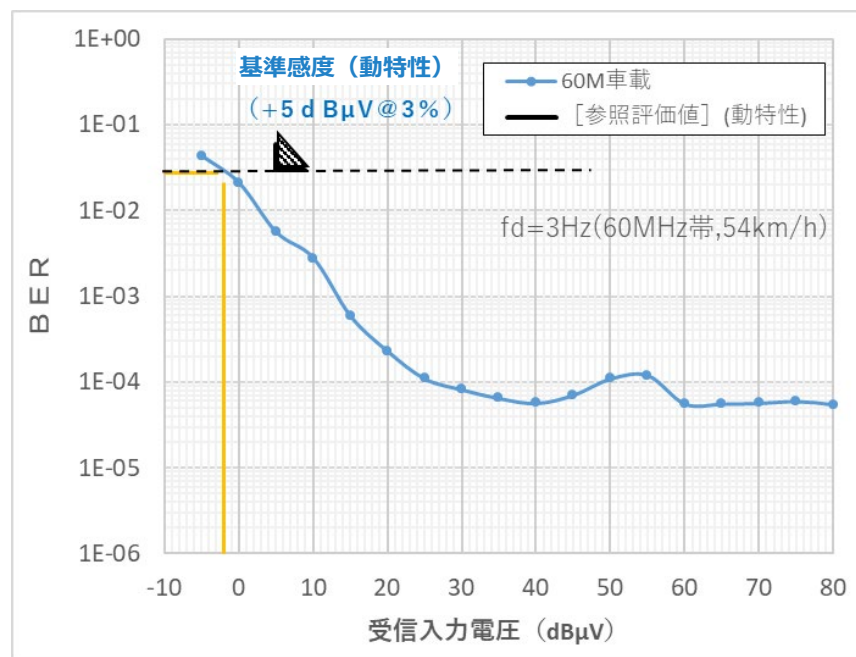
参1. 評価結果(60MHz帯)(4/6)

②受信特性評価

●受信入力電圧－BER特性【静特性】 実測結果



●受信入力電力－BER特性【動特性】 実測結果



●考察:

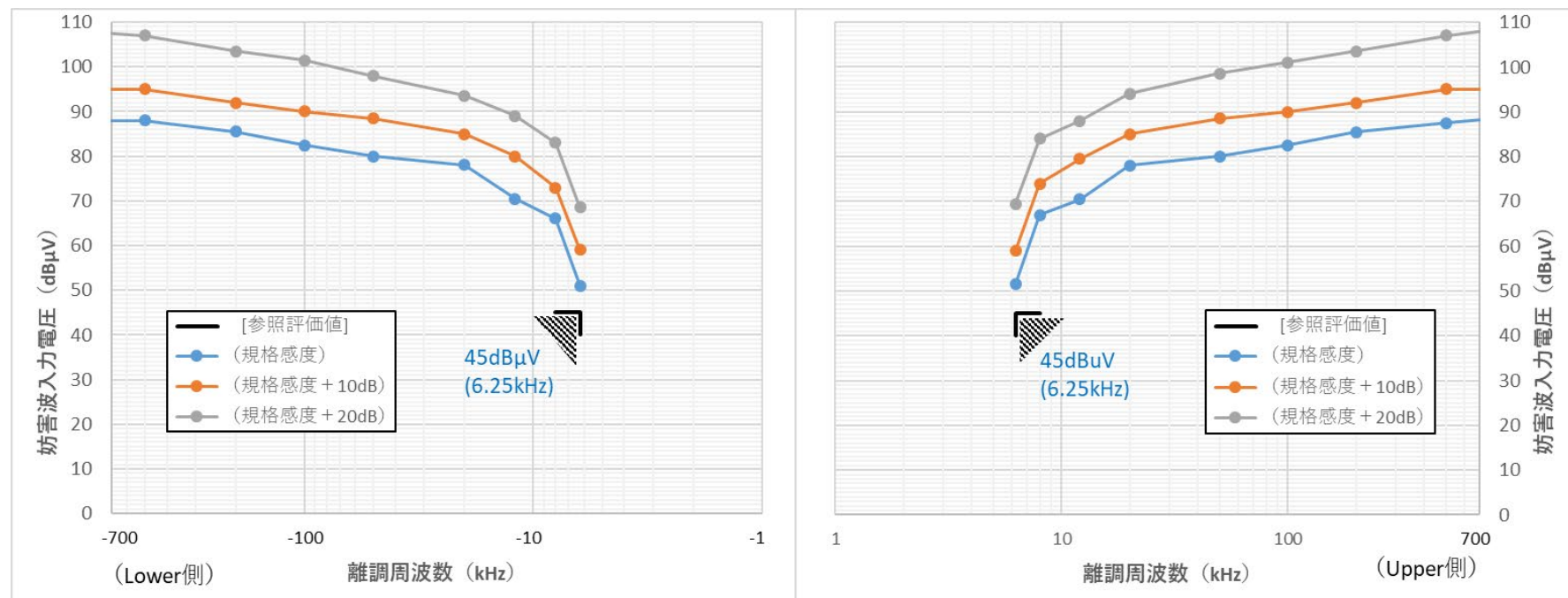
- 受信入力電圧をパラメータとしてBER特性(静特性)を確認し、規定値(規格感度:0dBμV(-113dBm)以下@BER=1%)の仕様を満足することを確認した。約7dB程度の受信感度のマージン(受信感度が良好)が認められる結果となっている。
- BER特性(動特性)については、規定値(受信感度:+5dBμV(-108dBm)以下@BER=3%)の仕様を満足することを確認した。静特性と同様に、約7dB程度の受信感度マージンが認められた。なお、最大ドップラー周波数 $f_d=3\text{Hz}$ (標準的に用いられる移動速度54km/h相当@60MHz帯)として評価した。

参1. 評価結果(60MHz帯)(5/6)

③相互干渉特性評価(隣接周波数干渉特性)

●離調周波数に対する選択度特性 実測結果

[左図: 下側帯域(Lower側)、右図: 上側帯域(Upper側)] ※±700kHz範囲を抽出・表示



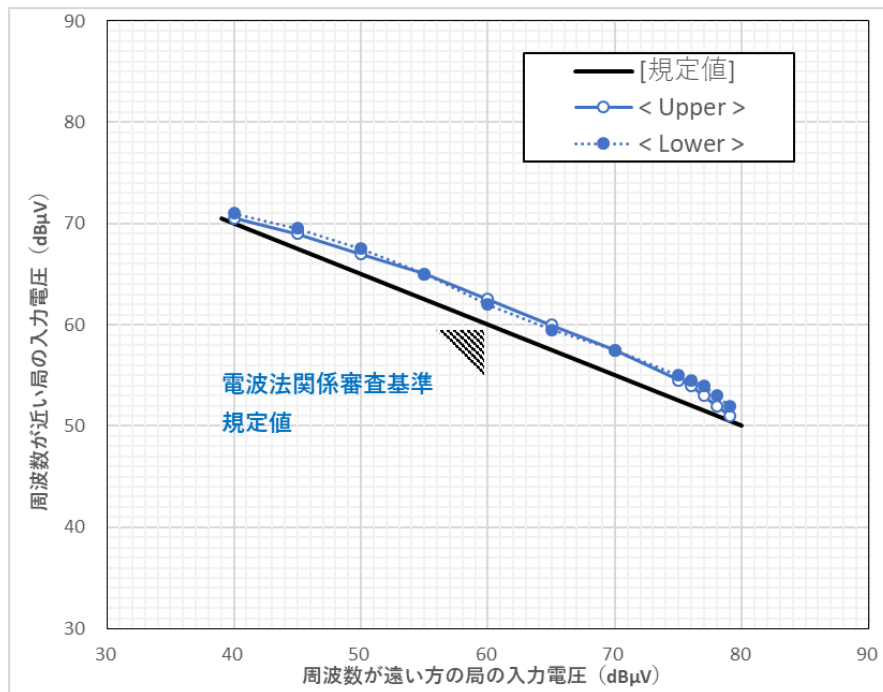
●考察:

- 離調周波数をパラメータとして選択度特性を確認し、規定値を満足していることを確認した。また、希望波レベルを増加(+10、+20dB)させた場合においても、ほぼ同様の選択度特性(感度抑圧特性)が確保されることを確認した。なお、図中の規定値45dBμVは、「規格感度+3dB+選択度42dB」の値を示す。

参1. 評価結果(60MHz帯)(6/6)

③相互干渉特性評価(相互変調基準特性)

● 相互変調基準特性 実測結果



【参考】 相互変調基準特性曲線
(狭帯域デジタル通信方式等)
(電波法関係審査基準 別図 第38号の2)

● 考察:

- 希望波より Δf 及び $2\Delta f$ 離調した無変調の2つの妨害波をパラメータとして相互変調基準特性を確認し、規定値(基準特性曲線)を満足することを確認した。

参2. 評価結果(150MHz帯)(1/6)

- 試験装置(車載型、携帯型、各2台)について、所期の機器仕様の確認ならびに所要な諸特性に関する室内試験を実施した。(試験周波数:147.700MHz)
- その結果の一覧を下表に示す。送受信基本性能等について、所期の仕様を満足することを確認した。なお、各装置で、性能に顕著な差は認められなかった。

(1)送信特性

項目	仕様		評価結果		備考
			車載型	携帯型	
試験周波数	150MHz帯		147.700MHz	147.700MHz	適合
周波数の許容偏差	±2.5ppm		0.00ppm	-0.25ppm	適合
空中線電力 (空中線電力の許容偏差)	上限20%、下限50%		20.289W (+1.4%)	4.963W (-0.7%)	適合
隣接チャンネル漏えい電力	-55dB 以下		L:-66.5dB U:-66.9dB	L:-67.2dB U:-67.4dB	適合
帯域外におけるスプリアス発射の許容値	2.5μW 以下、又は基本周波数の平均電力より60dB 低い値		L:-81.9dB U:-84.2dB	L:-81.2dB U:-82.8dB	適合
スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	2.5μW 以下、又は基本周波数の搬送波電力より60dB 低い値	近傍帯域 ^[*1]	L:-71.4dB U:-71.3dB	L:-71.1dB U:-72.2dB	適合
		その他帯域 ^[*2]	L:-87.0dB U:-86.7dB	L:-85.7dB U:-85.4dB	適合
占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz以下		3.2kHz	3.1kHz	適合
伝送速度の許容偏差	±5.0×10 ⁻⁶ 以内 (±5ppm以内)		-0.68ppm	-1.49ppm	適合
変調精度	5%以下		2.5%	2.5%	適合

L:下側周波数、U:上側周波数

[*1] 搬送波±(62.5 kHz～1 MHz)

[*2] 9 kHz～1 GHz(ただし、搬送波±1 MHzを除く)

参2. 評価結果(150MHz帯)(2/6)

(2)受信特性

項 目	仕 様	評価結果		備考
		車載型	携帯型	
試験周波数	150MHz帯	147.7MHz	147.7MHz	適合
規格感度@BER1%(静特性)	0dB μ V以下(-113dBm以下)	-120.2dBm	-121.0dBm	適合
受信感度@BER3%(動特性)	5dB μ V以下(-108dBm以下)	-115.0dBm	-115.4dBm	適合
スプリアス・レスポンス	53dB以上	60.6dB	62.0dB	適合
隣接チャンネル選択度	42dB以上	L:52.0dB U:51.2dB	L:53.0dB U:52.8dB	適合
相互変調特性	53dB以上	L:57.4dB U:57.3dB	L:59.3dB U:59.9dB	適合
副次的に発する電波等の強度	4nW以下(-54dBm以下)	-74.3dBm	-77.0dBm	適合

L:下側周波数、U:上側周波数

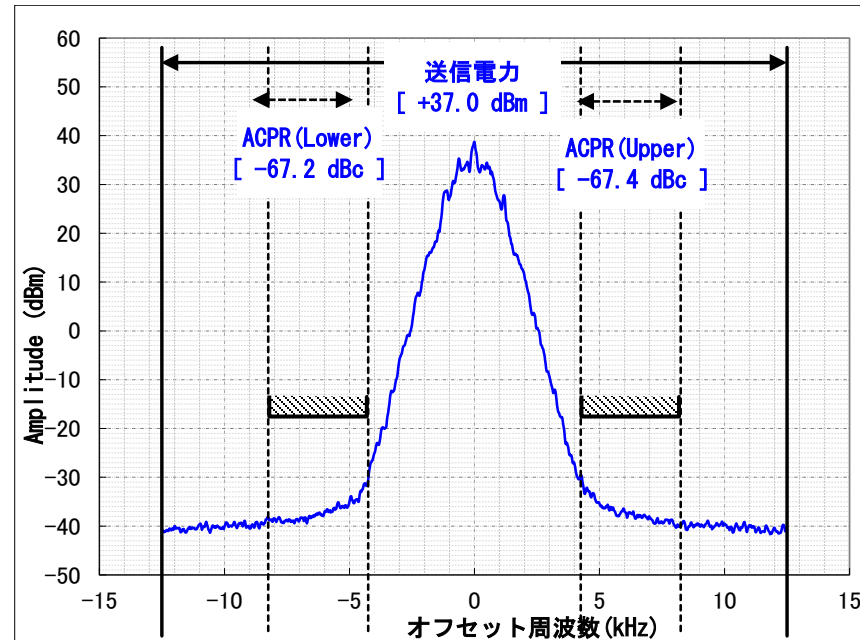
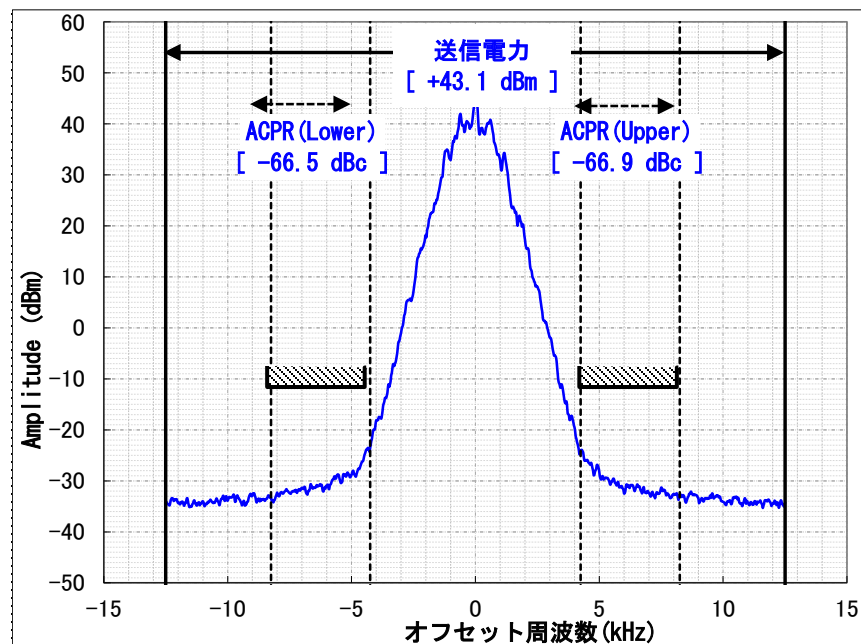
(3)相互干渉特性

項 目	仕 様	評価結果		備考
		車載型	携帯型	
同一周波数干渉特性(D/U)	12dB以下	11.9dB	11.5dB	適合
隣接周波数干渉特性	42dB以上	(次頁参照)	(次頁参照)	適合
相互変調基準特性	電波法関係審査基準 別図 第38号の2(特性:③)	(次頁参照)	(次頁参照)	適合

参2. 評価結果(150MHz帯)(3/6)

①送信特性評価

●隣接チャネル漏えい電力 実測結果 [左図:車載型(20W)、右図:携帯型(5W)]



注) 分解能帯域幅RBW =100Hz なお、送信電力は電力測定機能で取得した値を記載

ACPR: Adjacent Channel Leakage Power Ratio

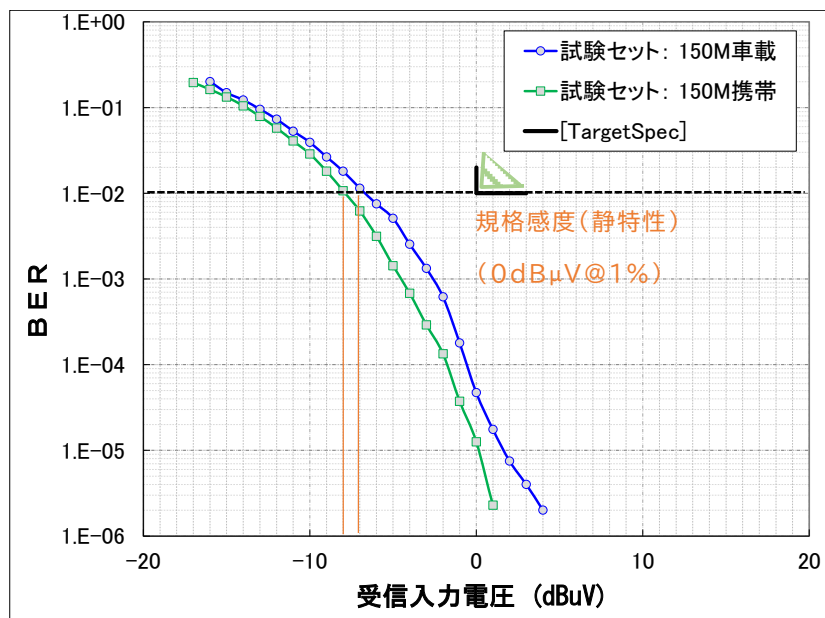
●考察:

- 隣接チャネル及び次隣接チャネル漏えい電力値 (実機評価結果)については、規定値(-55dB以下)に対し、車載型及び携帯型のいずれも約10dB以上のマージンが認められる結果となっている。
- 帯域外におけるスプリアス発射の許容値(実機評価結果(前述の表))については、規定値(-60dB以下)に対し、車載型及び携帯型のいずれも約20dB以上のマージンが認められる結果となっている。

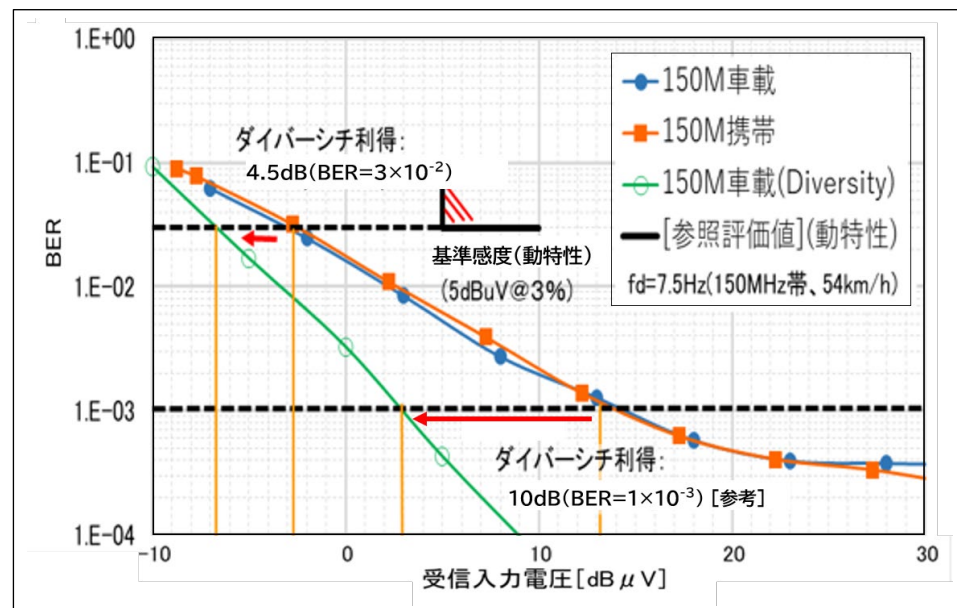
参2. 評価結果(150MHz帯)(4/6)

②受信特性評価

●受信入力電圧－BER特性【静特性】 実測結果



●受信入力電力－BER特性【動特性】 実測結果 車載型 受信ダイバーシチ有無特性評価



●考察:

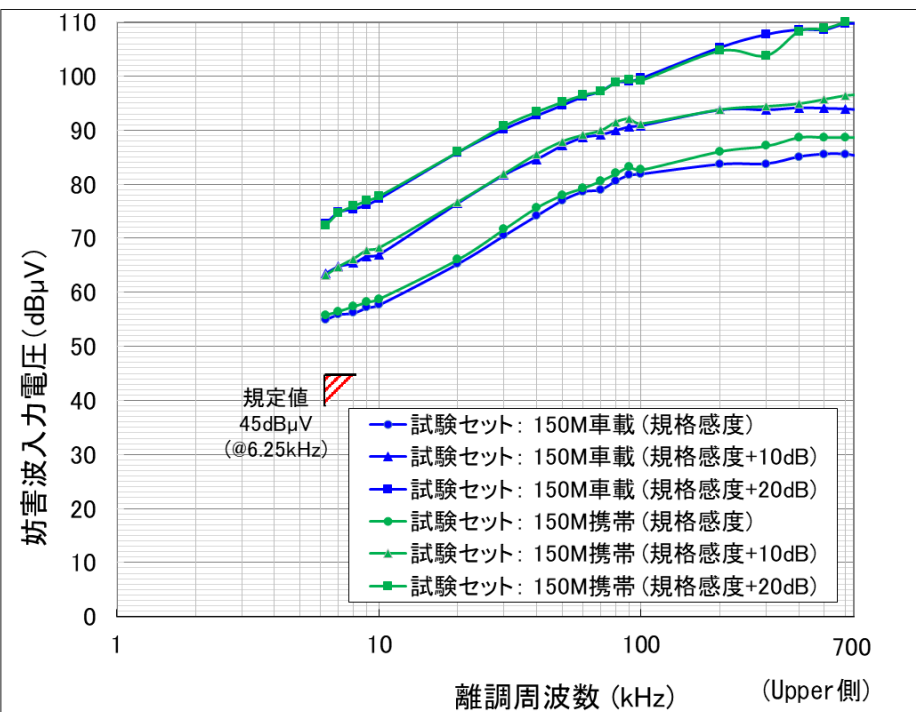
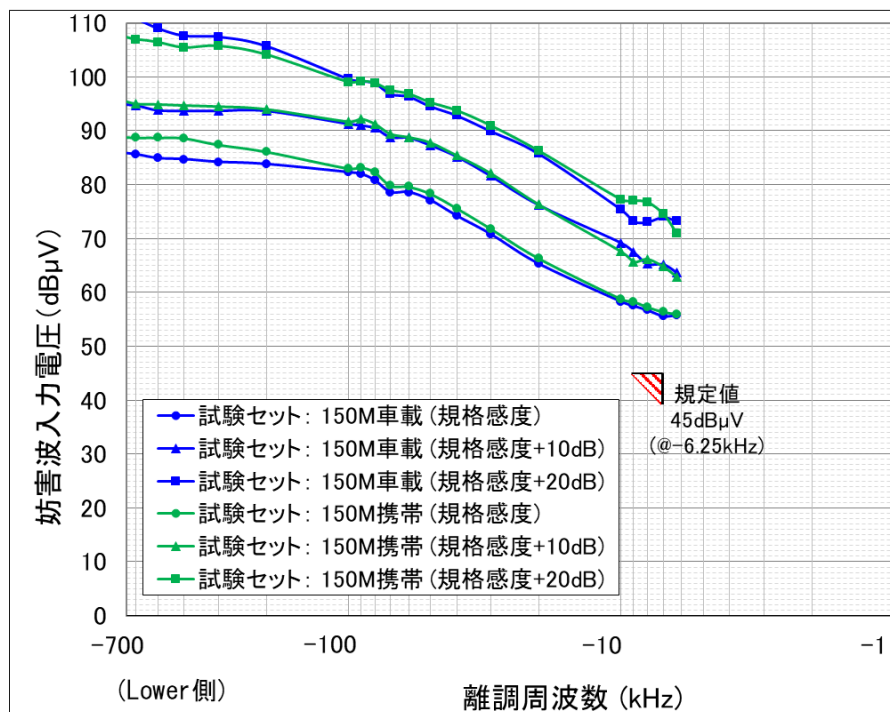
- 車載型及び携帯型について、受信入力電圧をパラメータとしてBER特性(静特性)を評価し、規定値(規格感度 0dBμV(-113dBm)以下@BER=1%)の仕様を満足することを確認した。車載型及び携帯型のいずれも約7dB程度の受信感度のマージン(受信感度が良好)が認められる結果となっている。
- BER特性(動特性)については、規定値(受信感度: +5dBμV(-108dBm)以下@BER=3%)の仕様を満足することを確認した。静特性と同様に、約7dB程度の受信感度マージンが認められた。なお、最大ドップラー周波数 $f_d = 7.5\text{Hz}$ (標準的に用いられる移動速度54km/h相当@150MHz帯)として評価した。
- 車載型について受信ダイバーシチ時の特性を評価し、ダイバーシチ利得^[*](所要受信入力電圧の低減効果: 約4.5dB @動特性BER= 3×10^{-2})の改善効果が認められた。[*] 電波法関係審査基準においては、4dB以上の規定にある。

参2. 評価結果(150MHz帯)(5/6)

③相互干渉特性評価(隣接周波数干渉特性)

●離調周波数に対する選択度特性 実測結果

[左図:下側帯域(Lower側)、右図:上側帯域(Upper側)] ※±700kHz範囲を抽出・表示



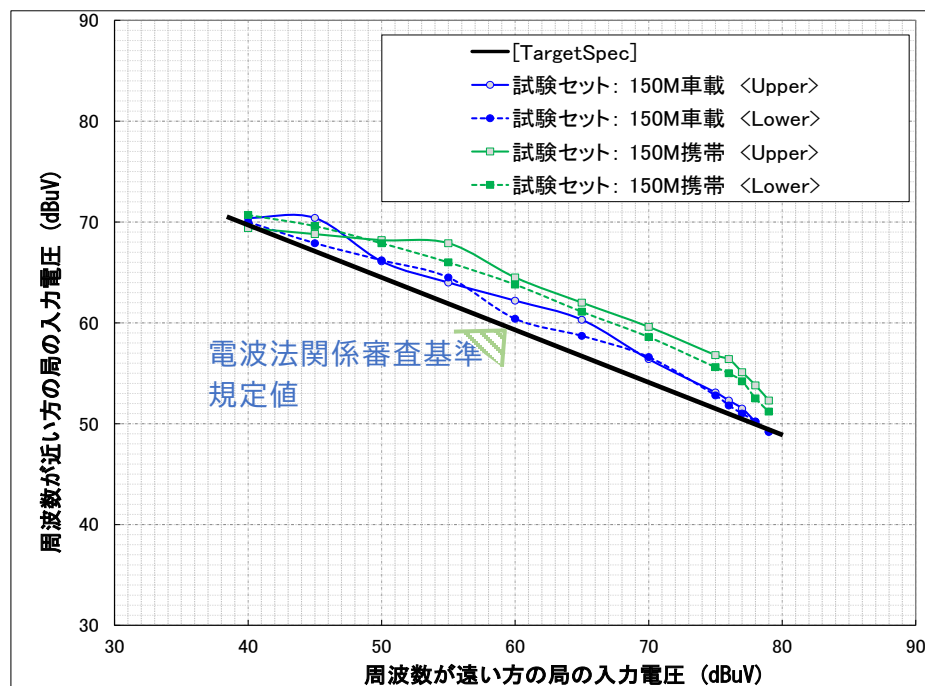
●考察:

- 車載型及び携帯型について、離調周波数をパラメータとして選択度特性を評価し、規定値を満足していることを確認した。また、希望波レベルを増加(+10、+20dB)させた場合においても、ほぼ同様の選択度特性(感度抑圧特性)が確保されることを確認した。なお、図中の規定値45dBμVは、「規格感度+3dB+選択度42dB」の値を示す。

参2. 評価結果(150MHz帯)(6/6)

③相互干渉特性評価(相互変調基準特性)

● 相互変調基準特性 実測結果



【参考】 相互変調基準特性曲線
(狭帯域デジタル通信方式等)
(電波法関係審査基準 別図 第38号の2)

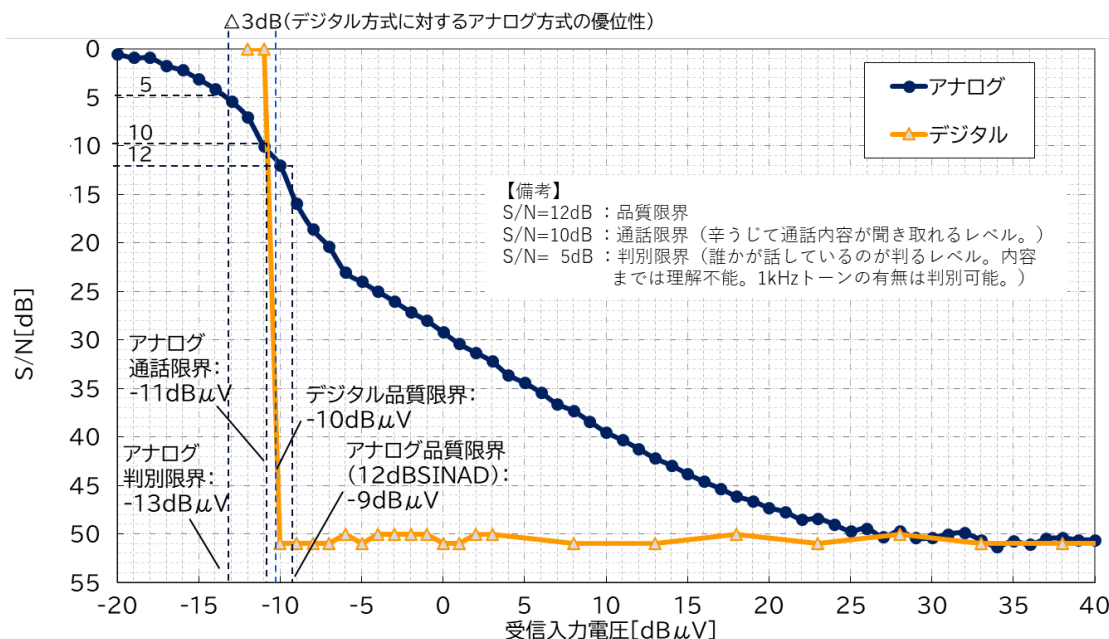
● 考察:

- 車載型及び携帯型について、希望波より Δf 及び $2\Delta f$ 離調した無変調の2つの妨害波をパラメータとして相互変調基準特性を確認し、規定値(基準特性曲線)を満足することを確認した。

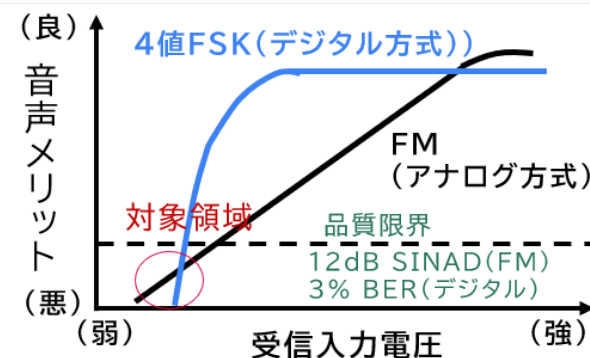
参3. 評価結果(アナログ(FM)方式のS/N特性)

- 共用条件の評価に使用するアナログ(FM)無線装置の受信感度特性の把握のため、受信入力電圧－S/N特性を確認した。評価系統図及び結果を以下に示す(試験周波数:151.98MHz(参考))。
 - 試験装置の一例(参考値)ではあるが、参考としてアナログ方式とデジタル方式の通信品質について、簡便に比較した。
- アナログ方式における認識度合の差異(雑音の中にかすかに話らしきものが聞こえる限界の通話領域(デジタル方式に対するアナログ方式の優位性))については、図に示すように約3dB(参考)の状況であった。机上検討においてこの限界の通話領域を6dB SINADと仮定し、その差異を概ね2.5dB程度と推察したが、ほぼ整合が取れる形であることを確認した。

● アナログ(FM)方式のS/N特性 実測結果



[参考] デジタル方式とアナログ方式の通信品質イメージ



● 評価系統図

