

参考資料

参考資料 1 干渉検討で使用した各無線システムのスペック等

参考資料 1 - 1 3.4GHz 帯音声 STL (アナログ方式) のスペック

ア. 音声STL (アナログ方式) 送信側パラメータ

	単位	山間部	都市部	備考
送信周波数帯	MHz	3427~3455	3427~3455	
出力	dBm	30.0	30.0	
占有周波数帯域幅	kHz	400	400	
送信給電系損失	dB	-1.0	-1.5	
不要発射の強度	dBc	-50	-50	
アンテナ開口径	m	2.0	2.0	
アンテナ利得	dBi	28.9	28.9	Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要
アンテナ高	m	160	45	(地表高含む)
送信アンテナ指向特性		Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要 図. 参 1 - 1 - 1		

イ. 音声STL (アナログ方式) 受信側パラメータ

	単位	山間部	都市部	備考
受信周波数帯	MHz	3427~3455	3427~3455	
標準受信電力	dBm	-45.0	-45.0	
雑音レベル	dBm/100kHz	-116.0	-116.0	
所要 I/N	dB	-10	-10	
許容干渉電力	dBm/100kHz	-126.0	-126.0	
許容感度抑制電力	dBm	-40.0	-40.0	ガードバンド 1MHz 以上
		-56.0	-56.0	ガードバンド 0.5~1MHz
		-71.0	-71.0	ガードバンド 0.3~0.5MHz
アンテナ開口径	m	2.0	2.0	
アンテナ利得	dBi	28.9	28.9	Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要
受信給電系損失	dB	-1.0	-1.5	
アンテナ高	m	160	45	(地表高含む)
受信アンテナ指向特性		Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要 図. 参 1 - 1 - 1		

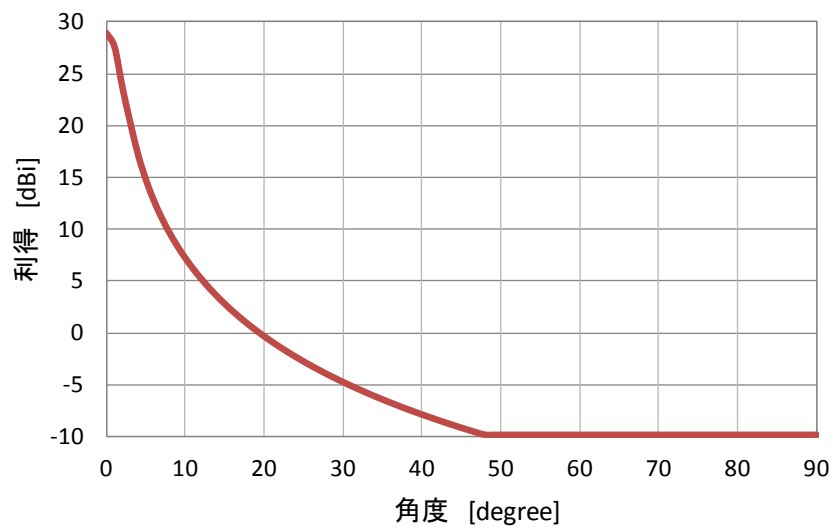


図. 参 1 - 1 - 1 3.4GHz 帯音声 S T L (アナログ方式) アンテナ指向特性

参考資料 1 - 2 3. 4GHz 帯音声 FPU (アナログ方式) のスペック

ア. 音声 FPU (アナログ方式) 送信側パラメーター

	単位	山間部	都市部	備考
送信周波数帯	MHz	3405~3422	3405~3422	
出力	dBm	30.0	30.0	
占有周波数帯域幅	kHz	400	400	
送信給電系損失	dB	-0.5	-0.5	
不要発射の強度	dBc	-50	-50	
アンテナ開口径	m	0.9	0.9	
アンテナ利得	dBi	21.5	21.5	
アンテナ高	m	105	70	(地表高含む)
送信アンテナ指向特性		Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要 図. 参 1 - 2 - 1		

イ. 音声 FPU (アナログ方式) 受信側パラメーター

	単位	都市部	備考
受信周波数帯	MHz	3405~3422	
標準受信電力	dBm	-45.0	
雑音レベル	dBm/100kHz	-116.0	
所要 I/N	dB	-10	
許容干渉電力	dBm/100kHz	-126.0	
許容感度抑制電力	dBm	-40.0 -56.0 -71.0	ガードバンド 1MHz 以上 ガードバンド 0.5~1MHz ガードバンド 0.3~0.5MHz
アンテナ開口径	m	1.2	
アンテナ利得	dBi	24.5	
受信給電系損失	dB	-1.5	
アンテナ高	m	219	(地表高含む)
受信アンテナ指向特性		Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 摘要 図. 参 1 - 2 - 1	

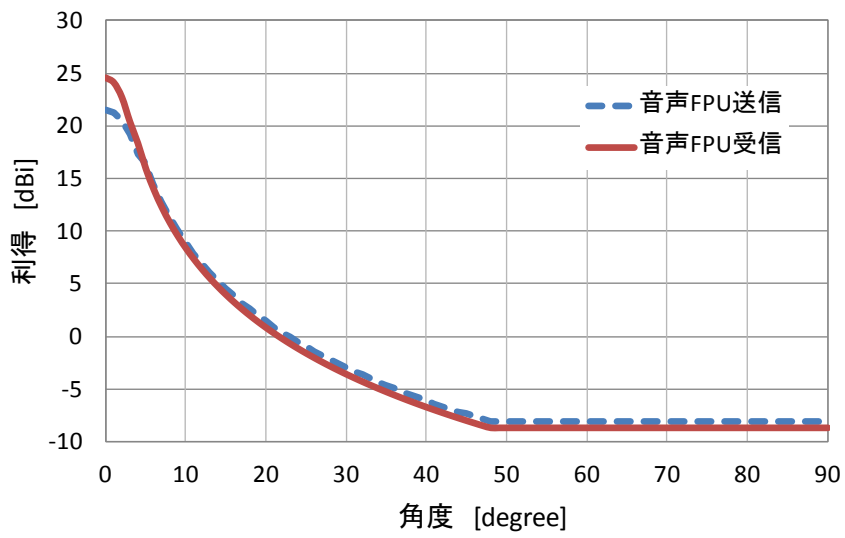


図. 参 1 - 2 - 1 3.4GHz 帯音声 S T L (アナログ方式) アンテナ指向特性

参考資料 1-3 衛星ダウンリンク (Cバンド) のスペック

ア. 地球局のパラメータ

衛星地球局	1	2	3	4	5	6	7	8	9
下限周波数 [MHz]	3700	3420	3700	3700	3700	3625	3625	3625	3400
上限周波数 [MHz]	4200	4200	3720	3720	4200	4200	4200	4200	4200
衛星地球局	10	11	12	13	14	15	16	17	18
下限周波数 [MHz]	3700	3700	3700	3400	3400	3700	3700	3700	3700
上限周波数 [MHz]	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
衛星地球局	19	20	21	22	23	24	25	26	27
下限周波数 [MHz]	3700	4120	4120	3685	3625	3625	3625	3700	3700
上限周波数 [MHz]	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
衛星地球局	28	29	30	31	32	33	34	35	36
下限周波数 [MHz]	3400	3400	3625	3625	3599	3599	3599	3625	3625
上限周波数 [MHz]	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
衛星地球局	37	38	39	40	41	42	43	44	45
下限周波数 [MHz]	3625	3625	3625	3625	3625	3700	3700	3700	3700
上限周波数 [MHz]	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200

参考資料 1 - 4 航空機電波高度計のスペック

参 1 - 4. 1 航空機電波高度計（アナログ方式）のパラメータ

以下のパラメータは、ITU-R Working Party 5B で検討中の文書（Doc. 5B/167, Annex 16, “Operational and technical characteristics and protection criteria of radio altimeters utilizing the band 4200 - 4400 MHz”）に基づいて設定を行なった。なお、不要発射の強度については、無線設備規則の規定にしたがって、設定した。

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
変調方式	FMCW	FMCW	FMCW	Pulsed	Pulsed	Pulsed
送信ピーク電力 (W)	0.6	1	0.1~ 0.25	100	5	40
不要発射の強度 (dBm/MHz)	-10.0	-10.0	-10.0	0.0	-10.0	-4.0
帯域幅 (MHz)	2	0.25	2	9.2	6.0	16
雑音指数 (dB)	10	6	6	3	3	3
アンテナ利得 (dBi)	10	10	10	13	11	11
給電線損失 (dB)	6	6	2	6	6	6
許容干渉レベル 帯域内干渉 (dBm/帯 域幅)	-107.0	-120.0	-111	-107.4	-109.2	-105
許容干渉レベル 帯域外干渉 (dBm)	-30	-53	-56	-40	-40	-40

参 1 - 4. 2 航空機電波高度計（デジタル方式）のパラメータ

以下のパラメータは、ITU-R Working Party 5B で検討中の文書（Doc. 5B/167, Annex 16, “Operational and technical characteristics and protection criteria of radio altimeters utilizing the band 4200 - 4400 MHz”）に基づいて設定を行なった。なお、不要発射の強度については、無線設備規則の規定にしたがって、設定した。

	D 1	D 2	D 3	D 4
変調方式	FMCW	FMCW	FMCW	Pulsed
送信ピーク電力 (W)	0.400	0.100	0.1~1	5
不要発射の強度 (dBm/MHz)	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
帯域幅 (MHz)	0.312	1.95	2	30
雑音指数 (dB)	8	9	8	3
アンテナ利得 (dBi)	11	10	11	13
給電線損失 (dB)	6	0	2	0
許容干渉レベル 帯域内干渉 (dBm/帯 域幅)	-117.1	-108.1	-109	-102.2
許容干渉レベル 帯域外干渉 (dBm)	-30	-43	-53	-40

参 1 - 4 . 3 航空機電波高度計の送受信アンテナパターン

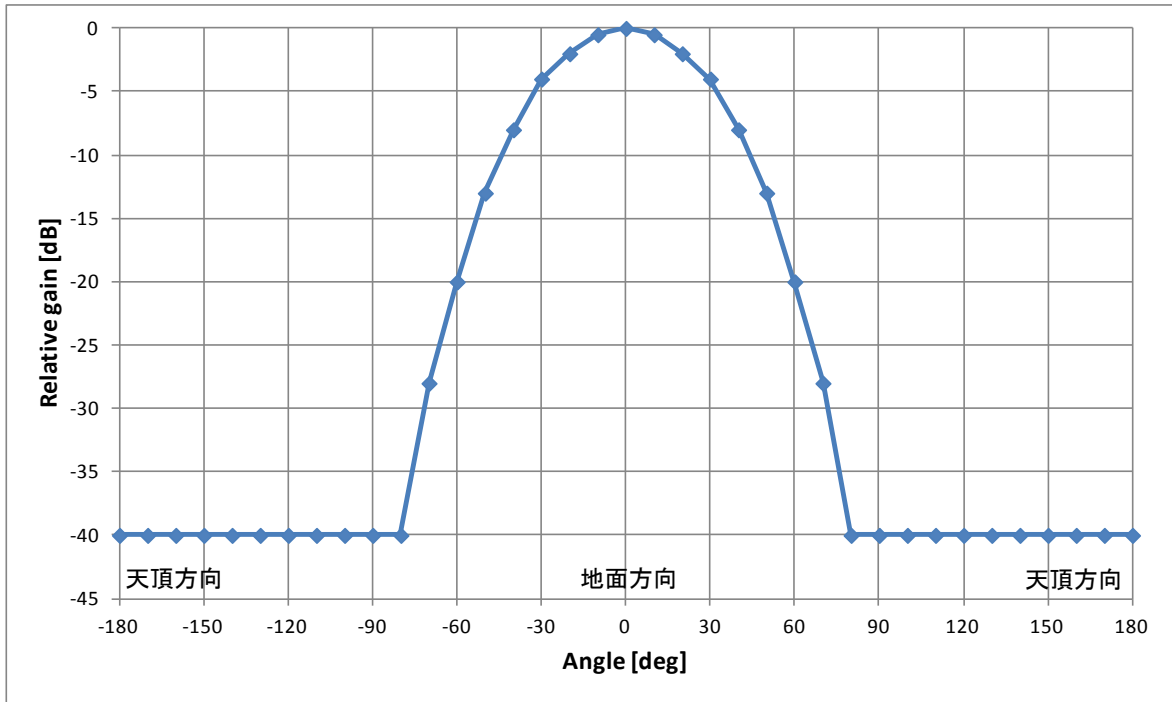
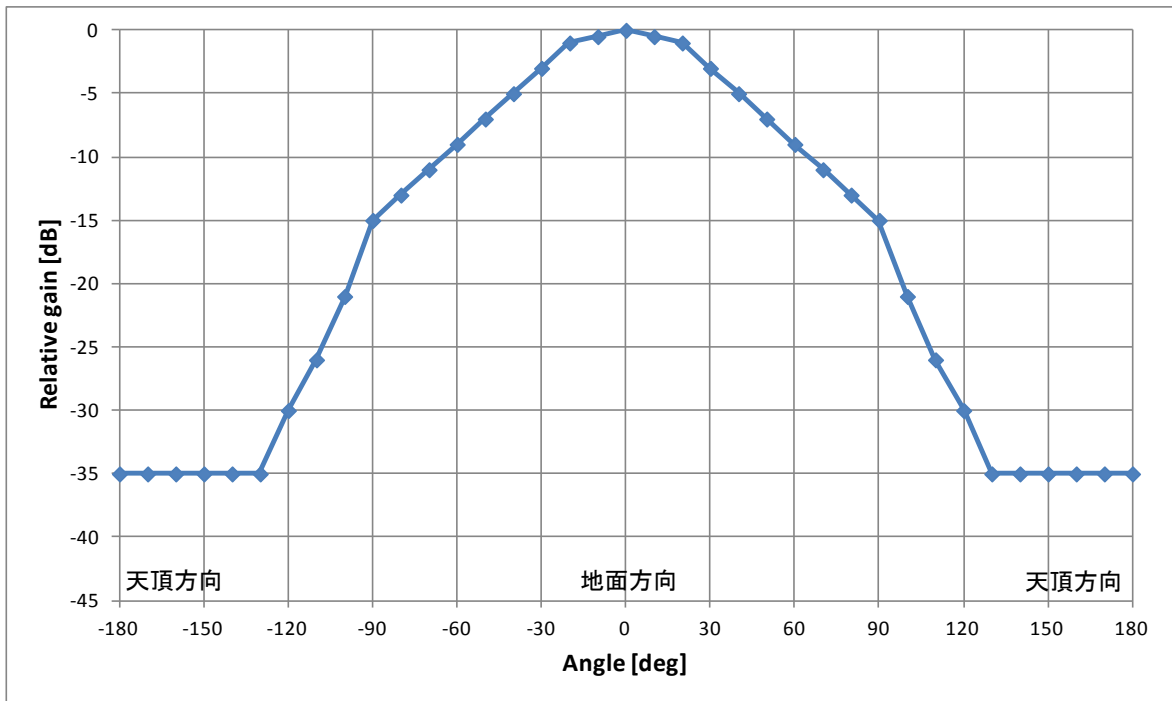


図 参 1 - 4 . 3 - 1 送受信アンテナパターン (航空機を横方向から見た場合)



図参 1 - 4 . 3 - 2 送受信アンテナパターン (航空機を正面方向から見た場合)

参考資料 2 電波伝搬特性の検証に関わる調査検討

参 2. 1 共用検討に用いる伝搬式の検討

放送事業用無線局との干渉検討では、送受信間が見通しである場合に加えて、送受信間が地物により見通し外となる場合の伝搬損失推定が必要である。本章では送受信間が見通し外である場合の伝搬損失推定式として、報告 ITU-R SM. 2081 に記載の拡張秦式の 3.4-3.6 GHz 帯における有効性について検討した結果について述べる。

参 2. 1. 1 拡張秦式の定義

拡張秦式で用いるパラメータとその適用範囲を、表 参 2. 1. 1-1 に示す。

表 参 2. 1. 1-1 拡張秦式

パラメータ	適用範囲		
環境	市街地 (Urban)	郊外地 (Suburban)	開放地 (Open area)
送受信間距離 d (km)	~100 km		
周波数 f (MHz)	30 MHz ~ 3000 MHz		
基地局高 h_b (m)	~ 200 m		
陸上移動局高 h_m (m)	~ 200 m		

これらのパラメータを用いて、伝搬損失 L は以下で与えられる。なお、 $h_b < h_m$ となる場合に対応するため、伝搬損失式では

$$H_b = \max(h_b, h_m), H_m = \min(h_b, h_m)$$

のパラメータが用いられる。

(1) $d \leq 0.04$ km の場合

$$L [\text{dB}] = 32.4 + 20\log(f) + 10\log\left(d^2 + (H_b - H_m)^2 / 10^6\right)$$

なお、本式は自由空間における伝搬損失式と等価である。

(2) $d \geq 0.1$ km の場合

陸上移動局高と基地局高に対する補正項

$$a(H_m) = (1.1\log f - 0.7)\min(10, H_m) - (1.56\log f - 0.8) + \max(0, 20\log(H_m/10))$$

$$b(H_b) = \min(0, 20\log(H_b/30))$$

と $d > 20$ km に対する補正パラメータ

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{for } d \leq 20\text{km} \\ 1 + (0.14 + 1.87 \times 10^{-4} f + 1.07 \times 10^{-3} H_b) \left(\log \frac{d}{20} \right)^{0.8} & \text{for } 20\text{ km} < d \leq 100\text{ km} \end{cases}$$

より、 $d \geq 0.1$ km の場合の伝搬損失は以下で与えられる。

(2-1) 市街地

$$L [\text{dB}] = [44.9 - 6.55 \log(\max\{30, H_b\})](\log d)^\alpha - a(H_m) - b(H_b) - 13.82 \log(\max\{30, H_b\})$$

$$+ \begin{cases} 69.6 + 26.2 \log(150) - 20 \log(150/f) & \text{for } 30 < f \leq 150 \text{MHz} \\ 69.6 + 26.2 \log f & \text{for } 150 < f \leq 1500 \text{MHz} \\ 46.3 + 33.9 \log f & \text{for } 1500 < f \leq 2000 \text{MHz} \\ 46.3 + 33.9 \log(2000) + 10 \log(f/2000) & \text{for } 2000 < f \leq 3000 \text{MHz} \end{cases}$$

(2-2) 郊外地

$$L [\text{dB}] = L(\text{urban}) - 2 \{ \log [(\min\{\max\{150, f\}, 2000\}) / 28] \}^2 - 5.4$$

(2-3) 開放地

$$L [\text{dB}] = L(\text{urban}) - 4.78 \{ \log [\min\{\max\{150, f\}, 2000\}] \}^2$$

$$+ 18.33 \log [\min\{\max\{150, f\}, 2000\}] - 40.94$$

なお、 $1 \leq d \leq 20$ km、 $150 \leq f \leq 1500$ MHz、 $300 \leq h_b \leq 200$ m、 $1 \leq h_m \leq 10$ m の場合、これらの式は奥村秦式と一致する。

(3) $0.04 < d < 0.1$ km の場合

$$L [\text{dB}] = L(0.04) + \frac{\log d - \log(0.04)}{\log(0.1) - \log(0.04)} \{ L(0.1) - L(0.04) \}$$

なお、(1)～(3)で得られる伝搬損失 L が自由空間損失よりも小さな値の場合、 L は自由空間損失の値に変更する。

以上が拡張秦式における伝搬損失推定式である。本推定式を前提とする場合、Shadowing による短区間変動は対数正規分布で与えられ、その標準偏差は表 参 2. 1. 1-2 で与えられる。

表 参 2. 1. 1-2 短区間変動の標準偏差

送受信間距離	標準偏差 σ [dB]
$d \leq 0.04$ km	$\sigma = 3.5$
$0.04 < d \leq 0.1$ km	$\sigma = 3.5 + \frac{12 - 3.5}{0.1 - 0.04}(d - 0.04)$ for propagation above the roofs
	$\sigma = 3.5 + \frac{17 - 3.5}{0.1 - 0.04}(d - 0.04)$ for propagation below the roofs
$0.1 < d \leq 0.2$ km	$\sigma = 12$ for propagation above the roofs
	$\sigma = 17$ for propagation below the roofs
$0.2 < d \leq 0.6$ km	$\sigma = 12 + \frac{9 - 12}{0.6 - 0.2}(d - 0.2)$ for propagation above the roofs
	$\sigma = 12 + \frac{9 - 17}{0.6 - 0.2}(d - 0.2)$ for propagation below the roofs
$0.6 \text{ km} < d$	$\sigma = 9$

参 2. 1. 2 拡張秦式の特性

図 参 2. 1. 2-1~参 2. 1. 2-4 に、拡張秦式で得られる距離特性、周波数特性、基地局高特性、陸上移動局高特性をそれぞれ示す。なお、周波数、基地局高、陸上移動局高が本来の適用範囲を超えている部分については拡張秦式を外挿した結果であり、特に周波数が 3 GHz を超える場合には $2000 \text{ MHz} < f \leq 3000 \text{ MHz}$ の式を用いた。

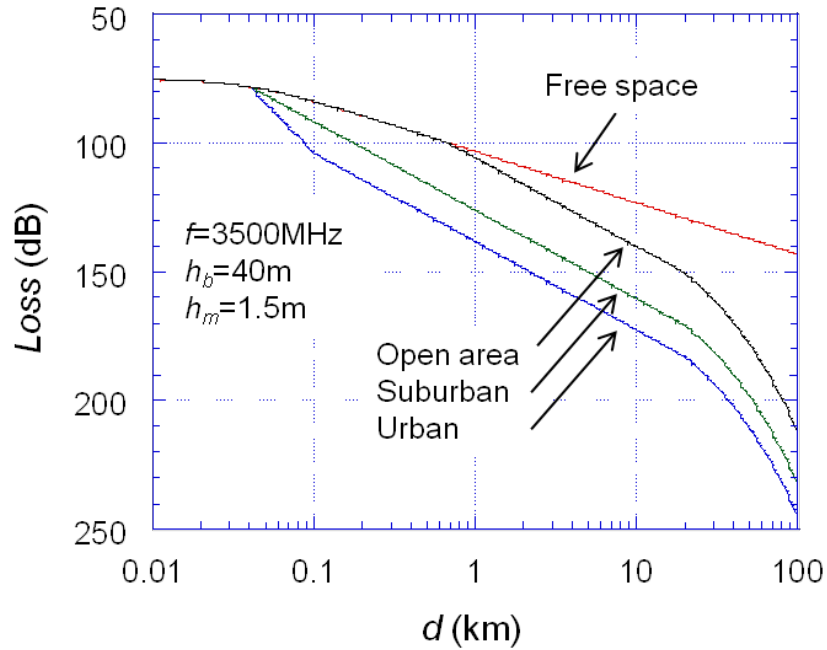


図 参 2. 1. 2-1 距離特性

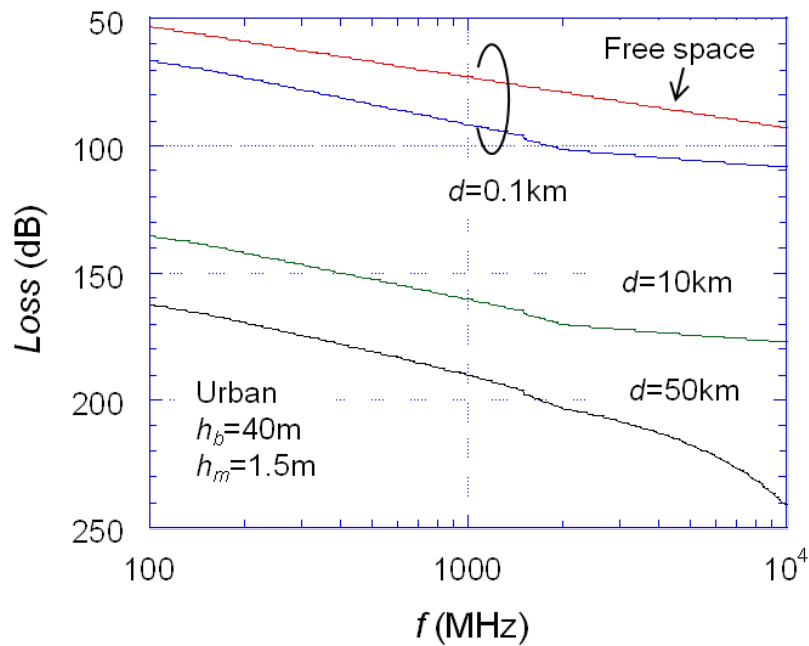


図 参 2. 1. 2-2 周波数特性

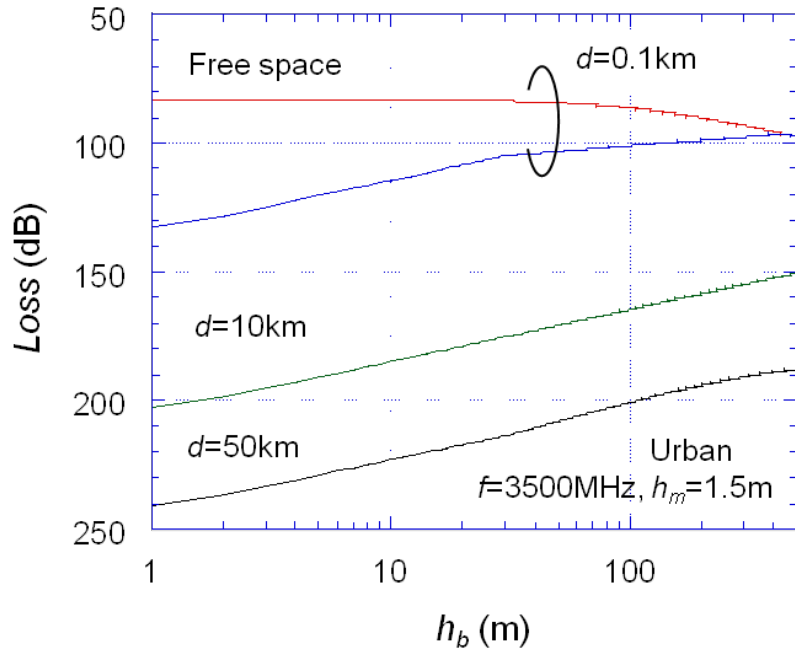


图 参 2. 1. 2-3 基地局高特性

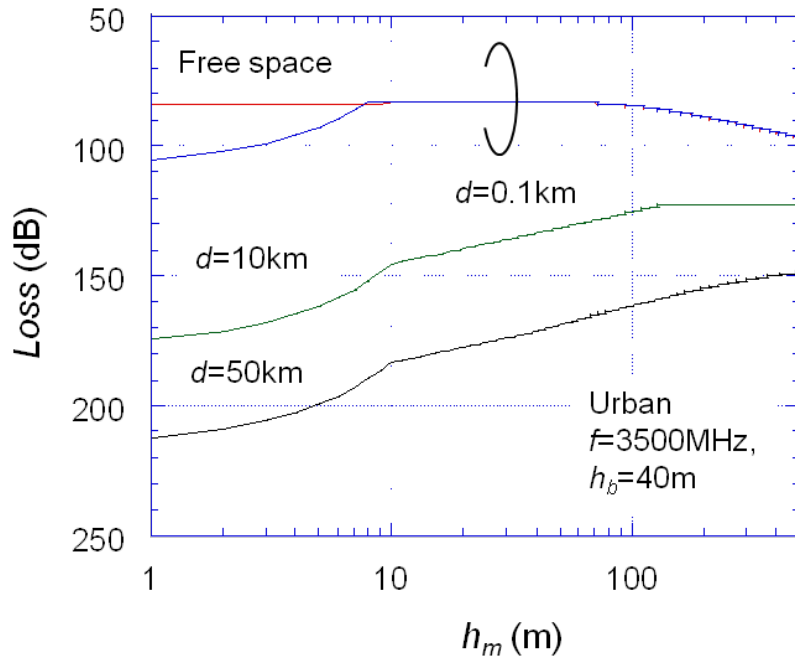


图 参 2. 1. 2-4 陸上移動局高特性

参 2. 1. 3 拡張秦式の精度評価

拡張秦式の 3.4-3.6GHz 帯における精度を評価するために、送受信間距離に対して比較的遠方までカバーしている文献[1]の測定結果を比較する。文献[1]の測定諸元を表 参 2. 1. 3-1 に示す。

文献[1]：太田喜元、表英毅、三上学、藤井輝也、“マイクロ波帯における伝搬損失推定式の検討”、信学技報 AP2003-319、pp. 51- 56、2004.3.

表 参 2. 1. 3-1 測定諸元

		市街地		郊外地
		八丁堀	晴海	三鷹
周波数		3.35 GHz、 5.77 GHz、 8.45GHz		
送信電力		10W		
基地局	アンテナ種別	コリニアアンテナ：7.6 dBi (3.35GHz) 7.2 dBi (5.77)、 8.25 dBi (8.45)		
	アンテナ高	50 m	145 m	30 m
動局 陸上移	アンテナ種別	スリーブアンテナ：2.5 dBi (3.35)、 2.4 dBi (5.77)、 2.2 dBi (8.45)		
	アンテナ高	3 m		

測定データを重回帰分析し、得られた結果は次の通りである。

○伝搬損失：

$$L(d) = 100 - 7.1 \log W + 0.023\theta + 1.4 \langle H \rangle + 6.11 \log \langle H \rangle - \{24.37 - 3.7(\langle H \rangle / h_b)^2\} \log(h_b) + (43.42 - 3.1 \log h_b) \log d + 20 \log f - [3.2 \{ \log(11.75 h_m) \}^2 - 4.97]$$

○回帰残差： $\sigma \doteq 5\text{dB}$

○パラメータと適用範囲

パラメータ	適用範囲
送受信間距離 d (km)	0.5~5 km
周波数 f (GHz)	0.8 ~ 8 GHz
基地局高 h_b (m)	20 ~ 100 m
陸上移動局高 h_m (m)	1 ~ 10 m
平均建物高 $\langle H \rangle$ (m)	5 ~ 50 m (デフォルト値：20m) ※1
道路幅 W (m)	5 ~ 50 m (デフォルト値：20m) ※1
道路角 \square (deg.)	0 ~ 90° (デフォルト値：45°) ※2

※1 デフォルト値は市街地を想定した際のデフォルト値

※2 デフォルト値は道路角の平均値

伝搬環境を市街地として、距離特性と周波数特性を比較した結果を図 参 2. 1. 3-1、

図 参2. 1. 3-2に、伝搬環境を郊外地として同様に比較した結果を図 参2. 1. 3-3、
 図 参2. 1. 3-4にそれぞれ示す。ここで、文献[1]において市街地では $\langle h \rangle = 20$ m、 $\langle W \rangle =$
 20 m、 $\theta = 45^\circ$ とし、郊外地では $\langle h \rangle = 5$ m、 $\langle W \rangle = 20$ m、 $\theta = 45^\circ$ としている。また、拡張泰
 式 (Modified Hata) および文献[1]ともに適用範囲を超える領域は外挿より求めた結果である。

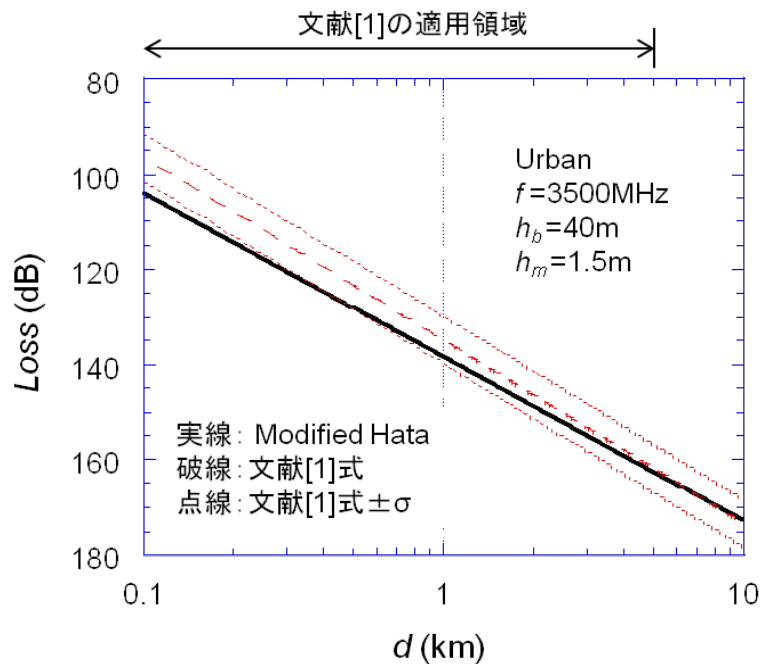


図 参2. 1. 3-1 距離特性の比較結果 (市街地)

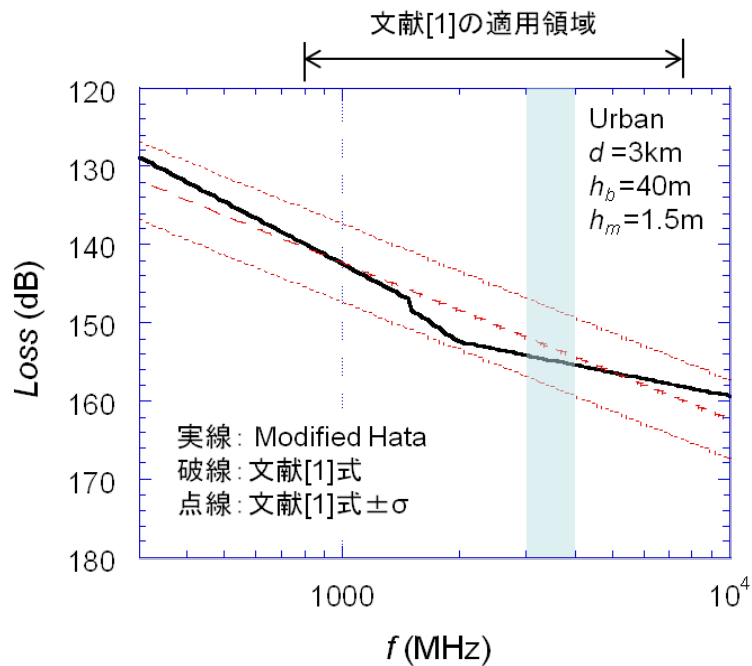


図 参2. 1. 3-2 周波数特性の比較結果 (市街地)

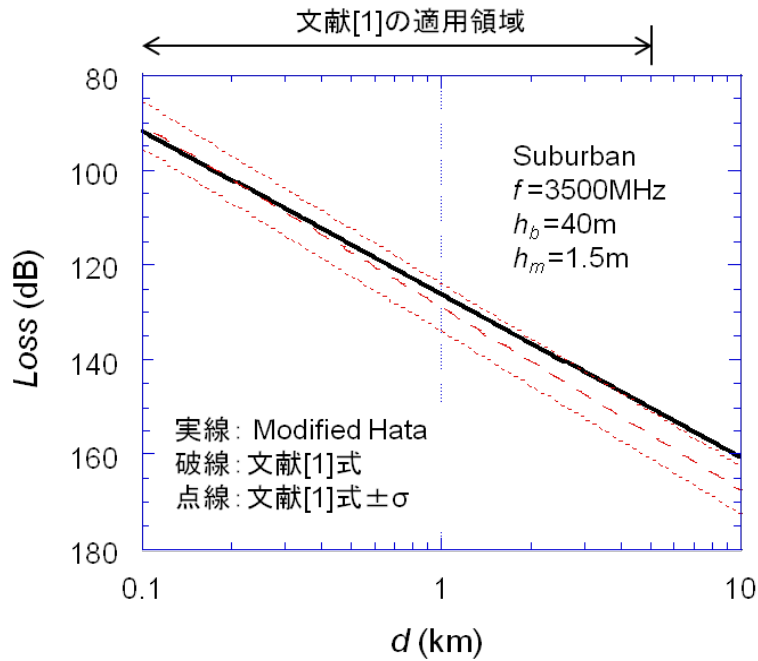


図 参2. 1. 3-3 距離特性の比較結果 (郊外地)

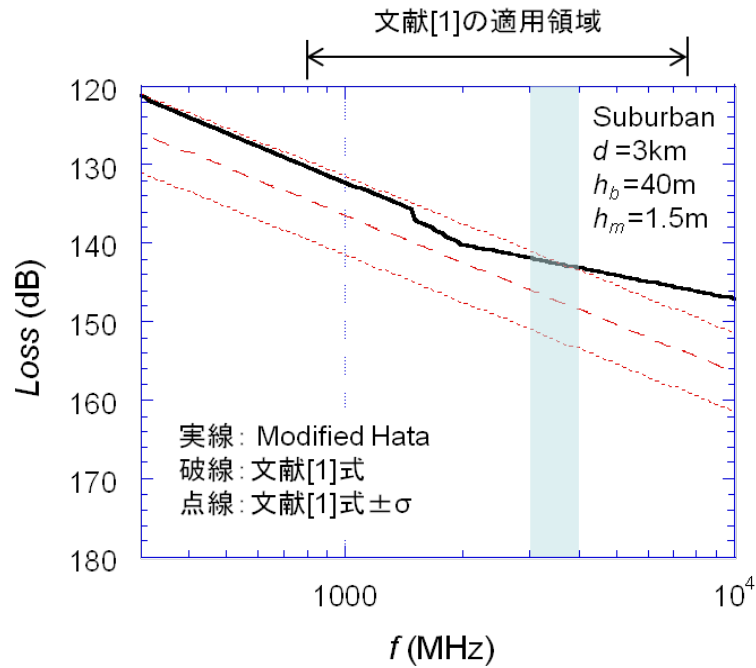


図 参2. 1. 3-4 周波数特性の比較結果 (郊外地)

拡張秦式における適用周波数の上限値は3 GHz であるが、図 参2. 1. 3-1、及び図 参2. 1. 3-3の結果より $f = 3.5 \text{ GHz}$ においても文献[1]の測定結果と比較的良く推定できていることが分かる。一方、図 参2. 1. 3-2、及び図 参2. 1. 3-4の周波数特性においても文献[1]の測定結果と良く一致している。ここで、参2. 1. 1章で示したように、 $0.1 \leq d \leq 20\text{km}$ の場合、拡張秦式の周波数特性が送受信間距離に依存しないことを考慮すると、

- ・ 拡張秦式は、距離：10km 以下、周波数：3.4～3.6GHz において適用可能であると言える。
- ・ ただし、10km 以遠については拡張秦式の周波数特性に距離依存性が生じてくる。

参考資料3 干渉検討における計算の過程

参3.1 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）相互間の干渉検討における計算の過程

（参考計算例） 基地局↓→基地局↑

a	送信アンテナ利得	17.0dBi				
	送信指向性減衰量					
b	水平方向	-12.0dB		与干渉	被干渉	
c	垂直方向	-7.0dB		IMT-A基地局	IMT-A基地局	
d	送信系給電線損失	-5.0dB		水平方向角:90deg	水平方向角:90deg	
e	周波数帯域	3400MHz		垂直方向角:6.5deg	垂直方向角:6.5deg	
f	アンテナ離隔距離	3m				
g	自由空間損失	-52.6dB				
h	受信アンテナ利得	17.0dBi				
	受信指向性減衰量					
i	水平方向	-12.0dB				
j	垂直方向	-7.0dB				
k	受信系給電線損失	-5.0dB				
l	調査モデルによる結合量	66.6dB	$-(a+b+c+d+g+h+i+j+k)$			
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデル による結合量l	⑤所要改善量 ⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射（ガードバンド5MHz）	許容雑音量				
	-7.7dBm/MHz	-119.0dBm/MHz	111.3dB	66.6dB	44.6dB	
帯域外干渉	送信電力	許容入力電力量		66.6dB		
	36.0dBm/MHz					
	帯域幅 電力合計					
	20MHz 49.0dBm		92.0dB			25.4dB
	40MHz 52.0dBm		95.0dB			28.4dB
	60MHz 53.8dBm		96.8dB			30.2dB
80MHz 55.0dBm	98.0dB	31.4dB				
100MHz 56.0dBm	99.0dB	32.4dB				

参 3. 2 放送事業用無線局との干渉検討における計算の過程
 (参考計算例) 基地局送信 → FPU (都市部) 受信

与干渉	IMT-A基地局 アンテナ高	40m	hb	219m			与干渉 水平方向角:0deg 垂直方向角:6.5deg ※700M情通審資料参考		被干渉 水平方向角:0deg 垂直方向角:0deg					
IMT-A俯角 (チルト角)	6.5°													
被干渉	FPUアンテナ高	219m	hm	40m										
FPU俯角 (チルト角)	0.0°													
			IMT-A送信アンテナ		FPU受信アンテナ									
	水平離隔距離(m)	直線距離(m)	直線方向の仰角 (°)	IMT-Aアンテナピーク からのずれ(°)	IMT-Aアンテナ 相対利得 (dBi)	FPUアンテナピーク からのずれ(°)	FPUアンテナ利得 (dBi)	FPUアンテナ相 対利得(dB)						
A	10	179.3	86.8	93.3	-40.0	86.8	-8.7	-33.2						
B	50	185.9	74.4	80.9	-40.0	74.4	-8.7	-33.2						
C	100	205.0	60.8	67.3	-35.1	60.8	-8.7	-33.2						
D	1000	1015.9	10.1	16.6	-26.3	10.1	8.3	-16.2						
E	6500	6502.5	1.6	8.1	-11.8	1.6	24.0	-0.5						
F	7000	7002.3	1.5	8.0	-9.2	1.5	24.0	-0.5						
G	7500	7502.1	1.4	7.9	-9.2	1.4	24.0	-0.5						
H	30000	30000.5	0.3	6.8	-7.0	0.3	24.5	0.0						
I	40000	40000.4	0.3	6.8	-7.0	0.3	24.5	0.0						
J	90000	90000.2	0.1	6.6	-7.0	0.1	24.5	0.0						
水平離隔距離			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	備考	
a	送信アンテナ利得		17.0dBi		17.0dBi		17.0dBi		17.0dBi		17.0dBi		17.0dBi	
b	送信指向性減衰量													
c			水平方向		0.0dB		0.0dB		0.0dB		0.0dB		0.0dB	
d			垂直方向		-40.0dB		-40.0dB		-35.1dB		-26.3dB		-11.8dB	
e	送信系給電線損失		-5.0dB		-5.0dB		-5.0dB		-5.0dB		-5.0dB		-5.0dB	
f	周波数帯域		3405MHz		3405MHz		3405MHz		3405MHz		3405MHz		3405MHz	
g	アンテナ水平離隔距離		10m		50m		100m		1000m		6500m		7000m	
h	アンテナ垂直離隔距離		179m		179m		179m		179m		179m		179m	
i	伝搬損失		自由空間損失		-88.2dB		-88.5dB		-89.3dB		-103.2dB		-119.3dB	
j			拡張式(ITU-R SM.2028)		-88.2dB		-88.5dB		-103.2dB		-119.3dB		-120.0dB	
k	受信アンテナ利得		24.5dBi		24.5dBi		24.5dBi		24.5dBi		24.5dBi		24.5dBi	
l	受信指向性減衰量													
m			水平方向		0.0dB		0.0dB		0.0dB		0.0dB		0.0dB	
n			垂直方向		-33.2dB		-33.2dB		-33.2dB		-16.2dB		-0.5dB	
o	受信系給電線損失		-1.5dB		-1.5dB		-1.5dB		-1.5dB		-1.5dB		-1.5dB	
p	自由空間損失		126.3dB		126.6dB		122.6dB		110.7dB		96.6dB		94.6dB	
q	拡張式(ITU-R SM.2028)		126.3dB		126.6dB		122.6dB		110.7dB		96.6dB		94.6dB	
r	検討モデルによる結合量		126.3dB		126.6dB		122.6dB		110.7dB		96.6dB		94.6dB	
s			126.6dB		122.6dB		110.7dB		96.6dB		94.6dB		95.2dB	
t			109.2dB		117.9dB		154.6dB		-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)					
u			117.9dB		154.6dB		-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)							
v	[1]同一チャネル干渉													
w	①与干渉量		②被干渉許容値		③所要結合損 ③=①-②		④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④					
x	帯域内干渉		送信電力		許容雑音量		自由空間損失		94.6dB		57.8dB			
y			36.0dBm/MHz (26.5dBm/100kHz)		-126.0dBm/100kHz		152.5dB		94.6dB		57.8dB			
z							拡張式		94.6dB		57.8dB			

[2]隣接チャネル干渉(GB=0MHz)						
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド0MHz)	許容雑音量	108.3dB	自由空間損失 拡張奏式	94.6dB 94.6dB	13.6dB 13.6dB
	-7.7dBm/MHz -(17.7dBm/100kHz)	-126.0dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信電力	許容雑音量	120.0dB 123.0dB 124.8dB 126.0dB 127.0dB	自由空間損失 拡張奏式	94.6dB 94.6dB	25.4dB 28.4dB 30.1dB 31.4dB 32.4dB 25.4dB 28.4dB 30.1dB 31.4dB 32.4dB
	36.0dBm/MHz	-71.0dBm				
	帯域幅	電力合計				
	20MHz	49.0dBm				
	40MHz	52.0dBm				
	60MHz	53.8dBm				
	80MHz	55.0dBm				
	100MHz	56.0dBm				
[3]隣接チャネル干渉(GB=5MHz)						
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド5、)	許容雑音量	108.3dB	自由空間損失 拡張奏式	94.6dB 94.6dB	13.6dB 13.6dB
	-7.7dBm/MHz -(17.7dBm/100kHz)	-126.0dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信電力	許容雑音量	89.0dB 92.0dB 93.8dB 95.0dB 96.0dB	自由空間損失 拡張奏式	94.6dB 94.6dB	-5.6dB -2.6dB -0.9dB 0.4dB 1.4dB -5.6dB -2.6dB -0.9dB 0.4dB 1.4dB
	36.0dBm/MHz	-40.0dBm				
	帯域幅	電力合計				
	20MHz	49.0dBm				
	40MHz	52.0dBm				
	60MHz	53.8dBm				
	80MHz	55.0dBm				
	100MHz	56.0dBm				

(参考計算例) FPU (都市部) 受信 → 基地局受信

被干渉		干渉		被干渉		干渉																	
IMT-A基地局 アンテナ高	40m	hb	70m	IMT-A基地局 アンテナ高	40m	hm	40m	水平方向角:0deg 垂直方向角:0deg ※700MHz通審資料参考	水平方向角:0deg 垂直方向角:0deg														
IMT-A俯角 (チルト角)	0.0°			FPUアンテナ高	70m																		
FPUアンテナ高	70m			FPU俯角 (チルト角)	0.0°																		
		IMT-A受信アンテナ				FPU送信アンテナ																	
	水平距離(m)	直線距離(m)	直線方向の俯角(°)	IMT-Aアンテナピーク からのずれ(°)	IMT-Aアンテナ 相対利得 (dBi)	FPUアンテナピーク からのずれ(°)	FPUアンテナ利得 (dBi)	FPUアンテナ相 対利得(dB)															
A	50	58.3	31.0	31.0	-28.6	31.0	-3.0	-24.5															
B	100	104.4	16.7	16.7	-26.3	16.7	3.9	-17.6															
C	500	500.9	3.4	3.4	-1.6	3.4	19.2	-2.3															
D	600	600.7	2.9	2.9	-0.6	2.9	20.5	-1.0															
E	700	700.6	2.5	2.5	-0.6	2.5	20.5	-1.0															
F	1000	1000.4	1.7	1.7	-0.1	1.7	21.2	-0.3															
G	1400	1400.3	1.2	1.2	-0.1	1.2	21.2	-0.3															
H	4000	4000.1	0.4	0.4	0.0	0.4	21.5	0.0															
I	5000	5000.1	0.3	0.3	0.0	0.3	21.5	0.0															
J	7000	7000.1	0.2	0.2	0.0	0.2	21.5	0.0															
K	17000	17000.0	0.1	0.1	0.0	0.1	21.5	0.0															
L	44000	44000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0															
M	80000	80000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0															
		水平距離		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	備考						
a	送信アンテナ利得			21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi	21.5dBi							
b	送信指向性減衰量			0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB							
c				0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB							
d	送信系給電線損失(山間部・都市部:-0.5)			-24.5dB	-17.6dB	-2.3dB	-1.0dB	-1.0dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB	-0.3dB							
e	周波数帯域			-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB							
f	アンテナ水平距離			3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz							
g	アンテナ垂直距離			50m	100m	500m	600m	700m	1000m	1400m	4000m	5000m	7000m	17000m	44000m	80000m							
h	伝搬損失			30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	hb-hm						
i	自由空間損失			-78.4dB	-83.5dB	-97.1dB	-98.7dB	-98.7dB	-100.0dB	-103.1dB	-106.0dB	-115.1dB	-117.1dB	-120.0dB	-127.7dB	-136.0dB	-141.1dB						
j	拡張奏式(ITU-R SM.2028)			-78.4dB	-83.5dB	-97.1dB	-98.7dB	-98.7dB	-100.0dB	-103.1dB	-106.0dB	-115.6dB	-118.8dB	-123.6dB	-136.2dB	-160.4dB	-185.8dB						
k	受信アンテナ利得			17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi							
l	受信指向性減衰量			0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB							
m	水平方向			0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB							
n	垂直方向			-28.6dB	-26.3dB	-1.6dB	-0.6dB	-0.6dB	-0.1dB	-0.1dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB							
o	受信系給電線損失			-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB							
p	自由空間損失			98.5dB	94.4dB	68.0dB	67.3dB	68.7dB	70.4dB	73.4dB	82.1dB	84.1dB	87.0dB	94.7dB	103.0dB	108.1dB	-(a+b+c+d+h+i+k+l+m)						
q	拡張奏式(ITU-R SM.2028)			98.5dB	94.4dB	68.0dB	67.3dB	68.7dB	70.4dB	73.4dB	82.6dB	85.8dB	90.6dB	103.2dB	127.4dB	152.8dB	-(a+b+c+d+h+i+k+l+m)						
[1]同一チャンネル干渉																							
		①与干渉量		②被干渉許容値		③所要結合 損 ③=①-②		④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④													
帯域内干渉		送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)		許容雑音量 -119.0dBm/MHz		149.0dB		自由空間損失 拡張奏式 67.3dB		67.3dB		81.7dB		81.7dB									

[2]隣接チャネル干渉(GB=0MHz以上)						
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド0MHz以上)	許容雑音量				
	-20.0dBm/400kHz -(16.0dBm/MHz)	-119.0dBm/MHz	103.0dB	自由空間損失 拡張奏式	67.3dB 67.3dB	35.6dB 35.6dB
帯域外干渉	送信電力	許容雑音量				
	30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	-43.0dBm	73.0dB	自由空間損失 拡張奏式	67.3dB 67.3dB	5.7dB 5.7dB

(参考計算例) 基地局送信→ STL (都市部) 受信

与干渉 IMT-A基地局 アンテナ高	40m		hb	45m		与干渉 水平方向角:0deg 垂直方向角:3deg ※900M情通審資料参考	被干渉 水平方向角:0deg 垂直方向角:0deg													
IMT-A俯角 (チルト角)	3.0°																			
被干渉 STLアンテナ高	45m		hm	40m																
STL俯角 (チルト角)	0.0°																			
			IMT-A送信アンテナ			STL受信アンテナ														
水平離隔距離(m)	直線距離(m)	直線方向の俯角(°)	IMT-Aアンテナピークからの ずれ(°)	IMT-Aアンテナ 相対利得 (dBi)	STLアンテナピーク からのずれ(°)	STLアンテナ利得 (dBi)	STLアンテナ相 対利得(dB)													
A	50	50.2	5.7	8.7	-11.8	5.7	-14.2													
B	100	100.1	2.9	5.9	-4.5	2.9	-5.2													
C	200	200.1	1.4	4.4	-2.8	1.4	-1.3													
D	300	300.0	1.0	4.0	-1.6	1.0	0.0													
E	500	500.0	0.6	3.6	-1.6	0.6	0.0													
F	1000	1000.0	0.3	3.3	-1.6	0.3	0.0													
G	2000	2000.0	0.1	3.1	-1.6	0.1	0.0													
H	4000	4000.0	0.1	3.1	-1.6	0.1	0.0													
I	25000	25000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	0.0													
J	30000	30000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	0.0													
K	35000	35000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	0.0													
L	80000	80000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	0.0													
M	100000	100000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	0.0													
水平離隔距離			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	備考				
a	送信アンテナ利得		17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB	17.0dB					
b	送信指向性減衰量																			
c		水平方向	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB		
c		垂直方向	-11.8dB	-4.5dB	-2.8dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB		
d	送信系給電線損失		-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB		
e	周波数帯域		3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz		
f	アンテナ水平離隔距離		50m	100m	200m	300m	500m	1000m	2000m	4000m	25000m	30000m	35000m	80000m	100000m					
g	アンテナ垂直離隔距離		5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m		
h	伝搬損失																			
h		自由空間損失	-77.2dB	-83.2dB	-89.2dB	-92.7dB	-97.1dB	-103.1dB	-109.2dB	-115.2dB	-131.1dB	-132.7dB	-134.0dB	-141.2dB	-143.1dB					
i		拡張式(ITU-R SM.2028)	-77.2dB	-83.2dB	-89.2dB	-92.7dB	-97.1dB	-103.1dB	-109.2dB	-119.0dB	-148.2dB	-153.0dB	-157.6dB	-191.0dB	-203.4dB					
j	受信アンテナ利得		28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB	28.9dB		
k	受信指向性減衰量																			
l		水平方向	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB			
l		垂直方向	-14.2dB	-5.2dB	-1.3dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB			
m	受信系給電線損失(山間部:-1.0、都市部:-1.5)		-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB		
n	検討モデルによる結合量		63.8dB	53.5dB	53.9dB	54.9dB	59.3dB	65.3dB	71.3dB	77.4dB	93.3dB	94.9dB	96.2dB	103.4dB	105.3dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)				
o		拡張式(ITU-R SM.2028)	63.8dB	53.5dB	53.9dB	54.9dB	59.3dB	65.3dB	71.3dB	81.2dB	110.4dB	115.2dB	119.7dB	153.2dB	165.6dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)				
[1]同一チャネル干渉																				
①与干渉量			②被干渉許容値			③所要結合 損 ③=①-②			④調査モデルによる最小の結合量			⑤所要改善量 ⑤=③-④								
帯域内干渉			許容雑音量			自由空間損失			53.5dB			98.9dB								
36.0dBm/MHz (26.5dBm/100kHz)			-126.0dBm/100kHz			152.5dB			53.5dB			98.9dB								

[2]隣接チャネル干渉(GB=5MHz)							
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド5MHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	108.3dB	自由空間損失	53.5dB	54.7dB	
	-7.7dBm/MHz			拡張秦式	53.5dB	54.7dB	
帯域外干渉	送信電力 36.0dBm/MHz	許容雑音量 -40.0dBm		自由空間損失	53.5dB		
	帯域幅			電力合計			
	20MHz			49.0dBm	89.0dB		35.5dB
	40MHz			52.0dBm	92.0dB		38.5dB
	60MHz			53.8dBm	93.8dB		40.3dB
	80MHz			55.0dBm	95.0dB		41.5dB
	100MHz			56.0dBm	96.0dB		42.5dB
			拡張秦式	53.5dB			
					35.5dB		
					38.5dB		
					40.3dB		
					41.5dB		
					42.5dB		
[3]隣接チャネル干渉(GB=10MHz)							
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド10MHz以上)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	103.0dB	自由空間損失	53.5dB	49.5dB	
	-13.0dBm/MHz			拡張秦式	53.5dB	49.5dB	
帯域外干渉	送信電力 36.0dBm/MHz	許容雑音量 -40.0dBm		自由空間損失	53.5dB		
	帯域幅			電力合計			
	20MHz			49.0dBm	89.0dB		35.5dB
	40MHz			52.0dBm	92.0dB		38.5dB
	60MHz			53.8dBm	93.8dB		40.3dB
	80MHz			55.0dBm	95.0dB		41.5dB
	100MHz			56.0dBm	96.0dB		42.5dB
			拡張秦式	53.5dB			
					35.5dB		
					38.5dB		
					40.3dB		
					41.5dB		
					42.5dB		

(参考計算例) STL (都市部) 送信 → 基地局受信

被干渉 IMT-A基地局 アンテナ高	40m	hb	45m
IMT-A俯角 (チルト角)	3.0°		
与干渉 STLアンテナ高	45m	hm	40m
STL俯角 (チルト角)	0.0°		

被干渉
水平方向角:0deg
垂直方向角:3deg
※900M情通審資料参考

与干渉
水平方向角:0deg
垂直方向角:0deg

	水平離隔距離(m)	直線距離(m)	直線方向の俯角(°)	IMT-A受信アンテナ		STL送信アンテナ		
				IMT-Aアンテナピークからのずれ(°)	IMT-Aアンテナ相対利得(dBi)	STLアンテナピークからのずれ(°)	STLアンテナ利得(dBi)	STLアンテナ相対利得(dB)
A	50	50.2	5.7	8.7	-11.8	5.7	14.7	-14.2
B	100	100.1	2.9	5.9	-4.5	2.9	23.7	-5.2
C	200	200.1	1.4	4.4	-2.8	1.4	27.6	-1.3
D	300	300.0	1.0	4.0	-1.6	1.0	28.9	0.0
E	500	500.0	0.6	3.6	-1.6	0.6	28.9	0.0
F	1000	1000.0	0.3	3.3	-1.6	0.3	28.9	0.0
G	2000	2000.0	0.1	3.1	-1.6	0.1	28.9	0.0
H	2500	2500.0	0.1	3.1	-1.6	0.1	28.9	0.0
I	3000	3000.0	0.1	3.1	-1.6	0.1	28.9	0.0
J	7000	7000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	28.9	0.0
K	14000	14000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	28.9	0.0
L	50000	50000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	28.9	0.0
M	100000	100000.0	0.0	3.0	-1.6	0.0	28.9	0.0

	水平離隔距離	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	備考	
a	送信アンテナ利得	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi	28.9dBi		
	送信指向性減衰量															
b	送信指向性減衰量	水平方向	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB		
c		垂直方向	-14.2dB	-5.2dB	-1.3dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB		
d	送信系給電線損失(山間部:-1.0、都市部:-1.5)	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB		
e	周波数帯域	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz		
f	アンテナ水平離隔距離	50m	100m	200m	300m	500m	1000m	2000m	2500m	3000m	7000m	14000m	50000m	100000m		
g	アンテナ垂直離隔距離	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	5m	hb-hm	
h	伝搬損失	自由空間損失	-77.2dB	-83.2dB	-89.2dB	-92.7dB	-97.1dB	-103.1dB	-109.2dB	-111.1dB	-112.7dB	-120.0dB	-126.1dB	-137.1dB	-143.1dB	
i		拡張式(ITU-R SM.2028)	-77.2dB	-83.2dB	-89.2dB	-92.7dB	-97.1dB	-103.1dB	-109.2dB	-112.0dB	-114.7dB	-127.3dB	-137.5dB	-169.9dB	-203.4dB	
j	受信アンテナ利得	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi	17.0dBi		
k	受信指向性減衰量															
l	受信指向性減衰量	水平方向	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB		
m		垂直方向	-11.8dB	-4.5dB	-2.8dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB	-1.6dB		
n	受信系給電線損失	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB	-5.0dB		
o	検討モデルによる結合量	自由空間損失	63.8dB	53.5dB	53.9dB	54.9dB	59.3dB	65.3dB	71.3dB	73.3dB	74.9dB	82.2dB	88.2dB	99.3dB	105.3dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)
		拡張式(ITU-R SM.2028)	63.8dB	53.5dB	53.9dB	54.9dB	59.3dB	65.3dB	71.3dB	74.2dB	76.9dB	89.4dB	99.7dB	132.1dB	165.6dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)

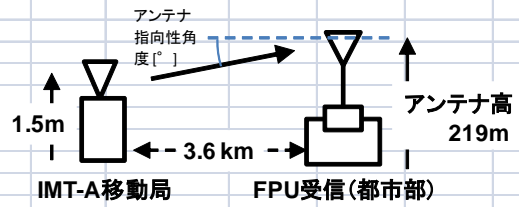
[1]同一チャンネル干渉

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	許容雑音量 -119.0dBm/MHz	149.0dB	自由空間損失 拡張式 53.5dB	95.5dB 95.5dB

[2]隣接チャネル干渉(GB=0MHz以上)						
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる最小の結合量		⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射(ガードバンド0MHz以上)	許容雑音量 -119.0dBm/MHz	99.0dB	自由空間損失	53.5dB	45.5dB
	-20.0dBm/400kHz -(16.0dBm/MHz)			拡張秦式	53.5dB	45.5dB
帯域外干渉	送信電力	許容雑音量 -43.0dBm	73.0dB	自由空間損失	53.5dB	19.5dB
	30.0dBm/400kHz			拡張秦式	53.5dB	19.5dB

(参考計算例) 陸上移動局送信 → FPU(都市)受信

a	中心周波数 [MHz]	3,405.0	備考
<<与干渉(IMT-A移動局)パラメータ>>			
b	送信給電損失 [dB]	0.0	
c	送信アンテナ利得(人体吸収損失含む) [dB]	-8.0	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>			
d	(IMT-A)送信アンテナ高 [m]	1.5	
e	(FPU)受信アンテナ海拔高 [m]	219.0	
f	離隔距離 [m]	3,600.0	
g	伝搬損失 [dB]	-114.2	
<<被干渉(FPU(都市))パラメータ>>			
h	受信アンテナ利得 [dBi]	24.5	
i	指向性角度 [deg]	3.5	
j	アンテナ径 [m]	1.2	
k	指向性減衰量 [dB]	-4.6	
l	受信給電線損失 [dB]	-1.5	



[1]同一チャネル干渉

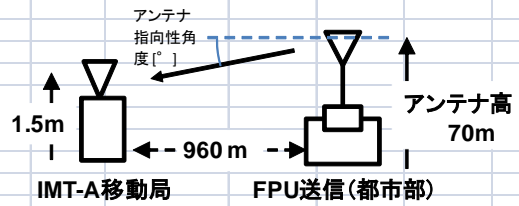
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz (0.4dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	126.4dB	自由空間損失 103.9dB	22.6dB

[2]隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 -7.0dBm/20MHz -(29.6dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	96.4dB	自由空間損失 103.9dB	-7.4dB
帯域外干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz	感度抑圧電力 -71.0dBm	94.0dB	自由空間損失 103.9dB	-9.9dB

(参考計算例) FPU(都市)送信 → 陸上移動局受信

a	中心周波数 [MHz]	3,405.0	備考
<<与干渉(FPU(都市))パラメータ>>			
b	送信給電損失 [dB]	-0.5	
c	送信アンテナ利得 [dB]	21.5	
d	指向性角度 [deg]	4.1	
e	アンテナ径 [m]	0.9	
f	指向性減衰量 [dB]	-2.8	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>			
g	(FPU)送信アンテナ高 [m]	70.0	
h	(IMT-A)受信アンテナ高 [m]	1.5	
i	離隔距離 [m]	960.0	
j	伝搬損失 [dB]	-102.7	
<<被干渉(IMT-A移動局)パラメータ>>			
k	受信アンテナ利得(人体吸収損失含む) [dB]	-8.0	
l	受信給電線損失 [dB]	0.0	



[1] 同一チャネル干渉

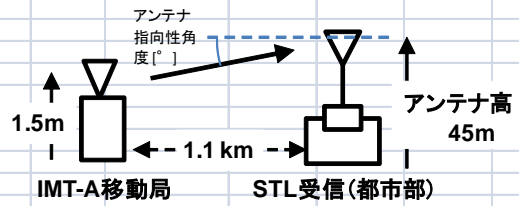
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	140.8dB	自由空間損失 92.6dB	48.2dB

[2] 隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 -20.0dBm/400kHz -(16.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	94.8dB	自由空間損失 92.6dB	2.2dB
帯域外干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz	感度抑圧電力 -56.0dBm	86.0dB	自由空間損失 92.6dB	-6.6dB

(参考計算例) 陸上移動局送信 → STL(都市)受信

a	中心周波数 [MHz]	3,427.0	備考
<<与干渉(IMT-A移動局)パラメータ>>			
b	送信給電損失 [dB]	0.0	
c	送信アンテナ利得(人体吸収損失含む) [dB]	-8.0	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>			
d	(IMT-A)送信アンテナ高 [m]	1.5	
e	(STL)受信アンテナ海拔高 [m]	45.0	
f	離隔距離 [m]	1,100.0	
g	伝搬損失 [dB]	-104.0	
<<被干渉(STL(都市))パラメータ>>			
h	受信アンテナ利得 [dBi]	28.9	
i	指向性角度 [deg]	2.3	
j	アンテナ径 [m]	2.0	
k	指向性減衰量 [dB]	-5.6	
l	受信給電線損失 [dB]	-1.5	



[1]同一チャネル干渉

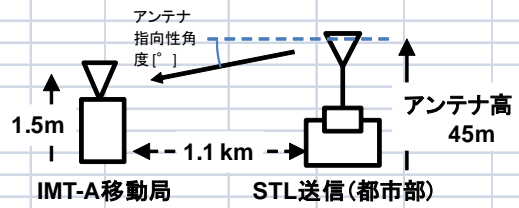
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz (0.4dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	126.4dB	自由空間損失 90.1dB	36.3dB

[2]隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 -7.0dBm/20MHz -(29.6dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	96.4dB	自由空間損失 90.1dB	6.3dB
帯域外干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz	感度抑圧電力 -71.0dBm	94.0dB	自由空間損失 90.1dB	3.9dB

(参考計算例) STL(都市)送信 → 陸上移動局受信

a	中心周波数 [MHz]	3,427.0	備考
<<与干渉(STL(都市))パラメータ>>			
b	送信給電損失 [dB]	-1.5	
c	送信アンテナ利得 [dB]	28.9	
d	指向性角度 [deg]	2.3	
e	アンテナ径 [m]	2.0	
f	指向性減衰量 [dB]	-5.4	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>			
g	(STL)送信アンテナ高 [m]	45.0	
h	(IMT-A)受信アンテナ高 [m]	1.5	
i	離隔距離 [m]	1,100.0	
j	伝搬損失 [dB]	-104.1	
<<被干渉(IMT-A移動局)パラメータ>>			
k	受信アンテナ利得(人体吸収損失含む) [dB]	-8.0	
l	受信給電線損失 [dB]	0.0	



[1] 同一チャネル干渉

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	140.8dB	自由空間損失 90.1dB	50.7dB

[2] 隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 -20.0dBm/400kHz -(16.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	94.8dB	自由空間損失 90.1dB	4.7dB
帯域外干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz	感度抑圧電力 -56.0dBm	86.0dB	自由空間損失 90.1dB	-4.1dB

(参考計算例) 陸上移動中継局 (対陸上移動局送信) →FPU 受信 (都市部)

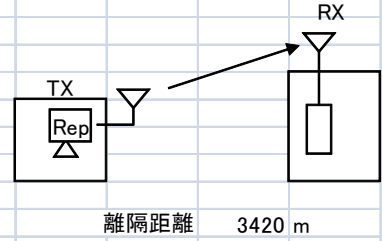
周波数帯域		3400 MHz				TX	RX
送信アンテナ利得	11.0	dBi		水平方向指向性	0 deg	0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB		垂直方向指向性	3.5 deg	-3.5 deg	
(垂直方向)	-0.2	dB		アンテナ地上高	15 m	219 m	
送信給電系損失	-8.0	dB					
アンテナ高低差	204.0	m					
離隔距離	3300.0	m					
空間損失(自由空間)	-113.5	dB					
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB					
受信アンテナ利得	24.5	dBi					
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB					
(垂直方向)	-4.8	dB					
受信給電系損失	-1.5	dB					
④検討モデルによる結合損	92.4	dB		→④			

TX antenna height: 15 m, RX antenna height: 219 m, Distance: 3300 m

①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉 不要発射 ^{注1} -13.0 dBm/MHz 干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	92.4 dB	10.6 dB
帯域外干渉 送信出力 6300.0 mW/キャリア キャリア数 1.0 キャリア 出力合計 38.0 dBm	許容入力電力量 -71.0 dBm	109.0 dB	92.4 dB	16.6 dB

(参考計算例) 陸上移動中継局 (対基地局送信) → FPU 受信 (都市部)

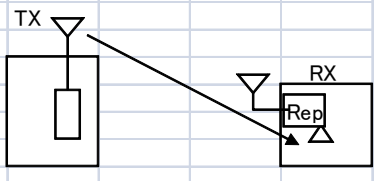
周波数帯域	3400 MHz							
送信アンテナ利得	13.0	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg			
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	3.4 deg	-3.4 deg			
(垂直方向)	-0.5	dB	アンテナ地上高	15 m	219 m			
送信給電系損失	-8.0	dB						
アンテナ高低差	204.0	m						
離隔距離	3420.0	m						
空間損失(自由空間)	-113.8	dB						
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB						
受信アンテナ利得	24.5	dBi						
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB						
(垂直方向)	-4.5	dB						
受信給電系損失	-1.5	dB						
検討モデルによる結合損	90.7	dB	→④					



①与干渉量		②被干渉許容値		③所要結合損 ③=①-②		④検討モデルによる結合損		⑤所要改善量 ⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射 ^{注1}	許容雑音量		101.0	dB	90.7	dB	10.3	dB
	-15.0 dBm/MHz	-126.0 dBm/100kHz							
	干渉雑音換算値								
	-25.0 dBm/100kHz								
帯域外干渉	送信出力	許容入力電力量		94.0	dB	90.7	dB	3.3	dB
	200.0 mW/キャリア	-71.0 dBm/100kHz							
	キャリア数								
	1 キャリア								
	出力合計								
	23.0 dBm/20MHz								

(参考計算例) FPU 送信 (都市部) → 陸上移動中継局 (対陸上移動局受信)

周波数帯域	3400 MHz		TX	RX
送信アンテナ利得	21.5	dBi	水平方向指向性	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-4.8 deg
(垂直方向)	-4.6	dB	アンテナ地上高	70 m
送信給電系損失	-0.5	dB		
アンテナ高低差	-55.0	m		
離隔距離	650.0	m		
空間損失(自由空間)	-99.4	dB		
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB		
受信アンテナ利得	11.0	dBi		
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB		
(垂直方向)	-0.3	dB		
受信給電系損失	-8.0	dB		
検討モデルによる結合損	80.2	dB		



TX

RX

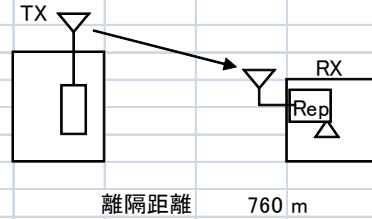
離隔距離 650 m

→④

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz	許容雑音量 -118.9 dBm/MHz	102.9 dB	80.2 dB	22.7 dB
	干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz				
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -44.0 dBm	74.0 dB	80.2 dB	-6.2 dB

(参考計算例) FPU 送信 (都市部) → 陸上移動中継局 (対基地局受信)

周波数帯域	3400 MHz			TX	RX
送信アンテナ利得	21.5	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-4.1 deg	4.1 deg
(垂直方向)	-2.9	dB	アンテナ地上高	70 m	15 m
送信給電系損失	-0.5	dB			
アンテナ高低差	-55.0	m			
離隔距離	760.0	m			
空間損失(自由空間)	-100.7	dB			
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB			
受信アンテナ利得	13.0	dBi			
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB			
(垂直方向)	-0.7	dB			
受信給電系損失	-8.0	dB			
④検討モデルによる結合損	78.3	dB	→④		



	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -110.9 dBm/MHz	94.9 dB	78.3 dB	16.6 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -56.0 dBm	86.0 dB	78.3 dB	7.7 dB

(参考計算例) 陸上移動中継局 (対陸上移動局送信) →STL 受信 (都市部)

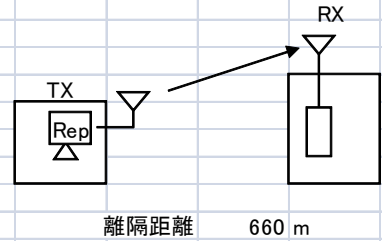
周波数帯域	3450 MHz			TX	RX
送信アンテナ利得	11.0	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	2.6 deg	-2.6 deg
(垂直方向)	-0.1	dB	アンテナ地上高	15 m	45 m
送信給電系損失	-8.0	dB			
アンテナ高低差	30.0	m			
離隔距離	660.0	m			
空間損失(自由空間)	-99.6	dB			
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB			
受信アンテナ利得	28.9	dBi			
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB			
(垂直方向)	-7.1	dB			
受信給電系損失	-1.5	dB			
④検討モデルによる結合損	76.4	dB	→④		

TX RX
 離隔距離 660 m

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -13.0 dBm/MHz 干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	76.4 dB	26.6 dB
帯域外干渉	送信出力 6300.0 mW/キャリア キャリア数 1.0 キャリア 出力合計 38.0 dBm	許容入力電力量 -71.0 dBm	109.0 dB	76.4 dB	32.6 dB

(参考計算例) 陸上移動中継局 (対基地局送信) →STL 受信 (都市部)

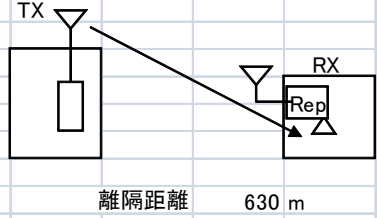
周波数帯域	3450 MHz				
送信アンテナ利得	13.0 dBi	水平方向指向性	TX	0 deg	RX
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB	垂直方向指向性	2.6 deg	0 deg	-2.6 deg
(垂直方向)	-0.3 dB	アンテナ地上高	15 m	15 m	45 m
送信給電系損失	-8.0 dB				
アンテナ高低差	30.0 m				
離隔距離	660.0 m				
空間損失(自由空間)	-99.6 dB				
その他損失(壁減衰等)	0.0 dB				
受信アンテナ利得	28.9 dBi				
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB				
(垂直方向)	-7.1 dB				
受信給電系損失	-1.5 dB				
検討モデルによる結合損	74.6 dB	→④			



	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -15.0 dBm/MHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	101.0 dB	74.6 dB	26.4 dB
	干渉雑音換算値 -25.0 dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信出力 200.0 mW/キャリア	許容入力電力量 -71.0 dBm/100kHz	94.0 dB	74.6 dB	19.4 dB
	キャリア数 1 キャリア 出力合計 23.0 dBm/20MHz				

(参考計算例) STL 送信 (都市部) → 陸上移動中継局 (対陸上移動局受信)

周波数帯域	3450 MHz								
送信アンテナ利得	28.9 dBi	水平方向指向性	0 deg	TX		RX			
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB	垂直方向指向性	-2.7 deg						
(垂直方向)	-7.5 dB	アンテナ地上高	45 m						
送信給電系損失	-1.5 dB								
アンテナ高低差	-30.0 m								
離隔距離	630.0 m								
空間損失(自由空間)	-99.2 dB								
その他損失(壁減衰等)	0.0 dB								
受信アンテナ利得	11.0 dBi								
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB								
(垂直方向)	-0.1 dB								
受信給電系損失	-8.0 dB								
検討モデルによる結合損	76.4 dB								



→④

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -118.9 dBm/MHz	102.9 dB	76.4 dB	26.5 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -44.0 dBm	74.0 dB	76.4 dB	-2.4 dB

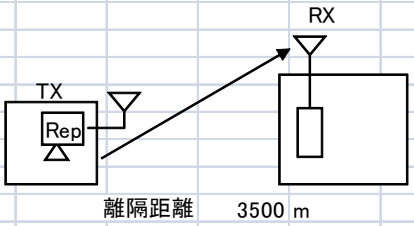
(参考計算例) STL 送信 (都市部) → 陸上移動中継局 (対基地局受信)

周波数帯域	3450 MHz					TX		RX	
送信アンテナ利得	28.9	dBi	水平方向指向性	0 deg		0 deg		0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-2.6 deg		-2.6 deg		2.6 deg	
(垂直方向)	-7.1	dB	アンテナ地上高	45 m				15 m	
送信給電系損失	-1.5	dB	<p style="text-align: center;">離隔距離 660 m</p>						
アンテナ高低差	-30.0	m							
離隔距離	660.0	m							
空間損失(自由空間)	-99.6	dB							
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB							
受信アンテナ利得	13.0	dBi							
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB							
(垂直方向)	-0.3	dB							
受信給電系損失	-8.0	dB							
④検討モデルによる結合損	74.6	dB							

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -110.9 dBm/MHz	94.9 dB	74.6 dB	20.3 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -56.0 dBm	86.0 dB	74.6 dB	11.4 dB

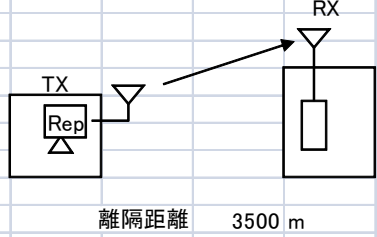
(参考計算例) 小電力レピータ (対陸上移動局送信) →FPU 受信 (都市部)

周波数帯域		3400 MHz			TX	RX
送信アンテナ利得	0.0	dBi		水平方向指向性	0 deg	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB		垂直方向指向性	3.5 deg	-3.5 deg
(垂直方向)	0.0	dB		アンテナ地上高	2 m	219 m
送信給電系損失	0.0	dB				
アンテナ高低差	217.0	m				
離隔距離	3500.0	m				
空間損失(自由空間)	-114.0	dB				
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB				
受信アンテナ利得	24.5	dBi				
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB				
(垂直方向)	-4.8	dB				
受信給電系損失	-1.5	dB				
④検討モデルによる結合損	105.7	dB		→④		



	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1}	許容雑音量	103.0 dB	105.7 dB	-2.7 dB
	-13.0 dB/MHz 干渉雑音換算値 -23.0 dB/100kHz	-126.0 dBm/100kHz			
帯域外干渉	送信出力	許容入力電力量	95.0 dB	105.7 dB	-10.7 dB
	10.0 mW/キャリア	-71.0 dBm			
	キャリア数 25.0 キャリア 出力合計 24.0 dBm				

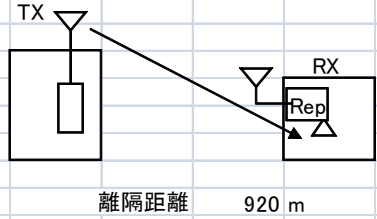
(参考計算例) 小電力レピータ (対基地局送信) →FPU 受信 (都市部)

周波数帯域	3400 MHz		TX	RX	
送信アンテナ利得	9.0	dBi	水平方向指向性	0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	3.5 deg	
(垂直方向)	-0.1	dB	アンテナ地上高	2 m	
送信給電系損失	0.0	dB			
アンテナ高低差	217.0	m			
離隔距離	3500.0	m			
空間損失(自由空間)	-114.0	dB	離隔距離	3500 m	
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB			
受信アンテナ利得	24.5	dBi			
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB			
(垂直方向)	-4.8	dB			
受信給電系損失	-1.5	dB			
検討モデルによる結合損	96.8	dB	→④		

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -13.0 dBm/MHz 干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	96.8 dB	6.2 dB
帯域外干渉	送信出力 10.0 mW/キャリア キャリア数 4 キャリア 出力合計 16.0 dBm/20MHz	許容入力電力量 -71.0 dBm/100kHz	87.0 dB	96.8 dB	-9.8 dB

(参考計算例) FPU 送信 (都市部) →小電力レピータ (対陸上移動局受信)

周波数帯域		3400 MHz				TX	RX
送信アンテナ利得	21.5	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg		
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-4.2 deg	4.2 deg		
(垂直方向)	-3.1	dB	アンテナ地上高	70 m	2 m		
送信給電系損失	-0.5	dB					
アンテナ高低差	-68.0	m					
離隔距離	920.0	m					
空間損失(自由空間)	-102.4	dB					
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB					
受信アンテナ利得	0.0	dBi					
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB					
(垂直方向)	0.0	dB					
受信給電系損失	0.0	dB					
検討モデルによる結合損	94.5	dB					



TX

RX

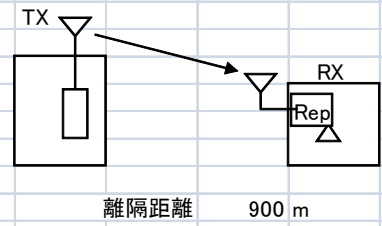
Rep

離隔距離 920 m

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -118.9 dBm/MHz	102.9 dB	94.5 dB	8.4 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -44.0 dBm	74.0 dB	94.5 dB	-20.5 dB

(参考計算例) FPU 送信 (都市部) →小電力レピータ (対基地局受信)

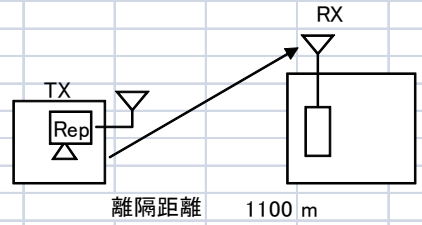
周波数帯域	3400 MHz				
送信アンテナ利得	21.5 dBi	水平方向指向性	TX	0 deg	RX
送信指向性減衰量		垂直方向指向性		-4.1 deg	0 deg
(水平方向)	0.0 dB	アンテナ地上高	70 m		5 m
(垂直方向)	-2.9 dB				
送信給電系損失	-0.5 dB				
アンテナ高低差	-65.0 m				
離隔距離	900.0 m				
空間損失(自由空間)	-102.2 dB				
その他損失(壁減衰等)	-10.0 dB				
受信アンテナ利得	9.0 dBi				
受信指向性減衰量					
(水平方向)	0.0 dB				
(垂直方向)	-0.1 dB				
受信給電系損失	0.0 dB				
④検討モデルによる結合損	85.1 dB	→④			



	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -110.9 dBm/MHz	94.9 dB	85.1 dB	9.8 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -56.0 dBm	86.0 dB	85.1 dB	0.9 dB

(参考計算例) 小電力レピータ (対陸上移動局送信) →STL 受信 (都市部)

周波数帯域	3450 MHz								
送信アンテナ利得	0.0	dBi	水平方向指向性	0 deg		TX	0 deg		RX
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	2.2 deg			2.2 deg		-2.2 deg
(垂直方向)	0.0	dB	アンテナ地上高	2 m			2 m		45 m
送信給電系損失	0.0	dB							
アンテナ高低差	43.0	m							
離隔距離	1100.0	m							
空間損失(自由空間)	-104.0	dB							
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB							
受信アンテナ利得	28.9	dBi							
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB							
(垂直方向)	-5.3	dB							
受信給電系損失	-1.5	dB							
④検討モデルによる結合損	91.9	dB	→④						



	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -13.0 dBm/MHz 干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	91.9 dB	11.1 dB
帯域外干渉	送信出力 10.0 mW/キャリア キャリア数 25.0 キャリア 出力合計 24.0 dBm	許容入力電力量 -71.0 dBm	95.0 dB	91.9 dB	3.1 dB

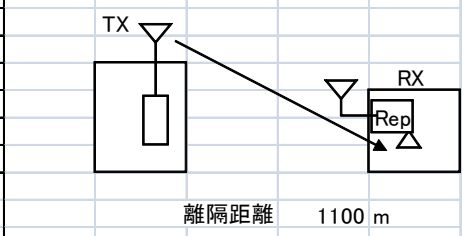
(参考計算例) 小電力レピータ (対基地局送信) →STL 受信 (都市部)

周波数帯域	3450 MHz		TX	RX	
送信アンテナ利得	9.0	dBi	水平方向指向性	0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-2.3 deg	
(垂直方向)	0.0	dB	アンテナ地上高	5 m	
送信給電系損失	0.0	dB			
アンテナ高低差	40.0	m			
離隔距離	975.0	m	離隔距離 975 m		
空間損失(自由空間)	-103.0	dB			
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB			
受信アンテナ利得	28.9	dBi			
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB			
(垂直方向)	-5.7	dB			
受信給電系損失	-1.5	dB			
検討モデルによる結合損	82.3	dB	→④		

①与干渉量		②被干渉許容値		③所要結合損 ③=①-②		④検討モデルによる結合損		⑤所要改善量 ⑤=③-④	
帯域内干渉	不要発射 ^{注1}	許容雑音量		103.0	dB	82.3	dB	20.7	dB
	-13.0 dBm/MHz	-126.0	dBm/100kHz						
	干渉雑音換算値								
	-23.0 dBm/100kHz								
帯域外干渉	送信出力	許容入力電力量		87.0	dB	82.3	dB	4.7	dB
	10.0 mW/キャリア	-71.0	dBm/100kHz						
	キャリア数								
	4 キャリア								
	出力合計								
	16.0 dBm/20MHz								

(参考計算例) STL 送信 (都市部) →小電力レピータ (対陸上移動局受信)

周波数帯域	3450 MHz				
送信アンテナ利得	28.9 dBi	水平方向指向性	TX	0 deg	RX
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB	垂直方向指向性		-2.2 deg	0 deg
(垂直方向)	-5.3 dB	アンテナ地上高		45 m	2 m
送信給電系損失	-1.5 dB				
アンテナ高低差	-43.0 m				
離隔距離	1100.0 m				
空間損失(自由空間)	-104.0 dB				
その他損失(壁減衰等)	-10.0 dB				
受信アンテナ利得	0.0 dBi				
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB				
(垂直方向)	0.0 dB				
受信給電系損失	0.0 dB				
検討モデルによる結合損	91.9 dB				



→④

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz	許容雑音量 -118.9 dBm/MHz	102.9 dB	91.9 dB	11.0 dB
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -44.0 dBm	74.0 dB	91.9 dB	-17.9 dB

(参考計算例) STL 送信 (都市部) → 小電力レピータ (対基地局受信)

周波数帯域		3450 MHz			TX	RX	
送信アンテナ利得	28.9	dBi		水平方向指向性	0 deg	0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB		垂直方向指向性	-2.3 deg	2.3 deg	
(垂直方向)	-5.7	dB		アンテナ地上高	45 m	5 m	
送信給電系損失	-1.5	dB		<p style="text-align: center;">TX</p> <p style="text-align: center;">RX Rep</p> <p style="text-align: center;">離隔距離 975 m</p>			
アンテナ高低差	-40.0	m					
離隔距離	975.0	m					
空間損失(自由空間)	-103.0	dB					
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB					
受信アンテナ利得	9.0	dBi					
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB					
(垂直方向)	0.0	dB					
受信給電系損失	0.0	dB					
④検討モデルによる結合損	82.3	dB					→④

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④検討モデルによる結合損	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 ^{注1} -20.0 dBm/400kHz	許容雑音量 -110.9 dBm/MHz	94.9 dB	82.3 dB	12.6 dB
	干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz				
帯域外干渉	送信出力 1.0 W/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 30.0 dBm	許容入力電力量 -56.0 dBm	86.0 dB	82.3 dB	3.7 dB

参 3. 3 衛星業務システムとの干渉検討における計算の過程

(参考計算例) 基地局↓及び陸上移動局↑ → 地球局受信

衛星下周波数(A) [MHz]		LTE-A移動局 3700.0	LTE-A基地局 3700.0 MHz	LTE-A移動局		LTE-A基地局	
IMT-A 送信アンテナ高	1.5	40 m		IMT-A → 衛星地球局間距離(B) [m]:	54.4	400.3	
衛星地球局 受信アンテナ海拔高	55	55 m		IMT-A → 衛星地球局間角度 [°]:	79.4	2.1	
水平離隔距離	10	400 m					
衛星地球局緯度				仰角 [°]:	22.4		
衛星地球局経度				衛星アンテナ指向性角度(C) [°]:	101.8	24.6	
衛星局経度							
【送信系Gain/損失】				LTE-A移動局	LTE-A基地局		
送信(IMT-A)給電系損失 [dB]:		0.0	-5.0				
送信(IMT-A)アンテナ利得 [dB]:		0.0	17.0				
送信(IMT-A)アンテナ指向性(垂直方向) [°]:			6.5				
送信(IMT-A)アンテナ指向性減衰量(垂直方向)[dB]:			-11.8				
送信(IMT-A)その他損失 [dB]:		-8.0		調査モデルによる結合量 [dB]			
【伝搬損失】				LTE-A移動局	LTE-A基地局		
(A)&(B)→伝搬損失(自由空間)[dB]:		-78.5	-95.9	(帯域内)	93.5	95.4	
【受信系Gain/損失】				(帯域外)	LTE-A移動局	LTE-A基地局	
受信アンテナGain [dB]:		46.5	46.5		94.2	96.1	
(C)→受信アンテナ指向性減衰量 [dB]:		-53.5	-46.3				
受信(衛星地球局)給電系損失 [dB]:		-0.7	-0.7				
受信システム雑音温度 [K]:		98.2					
受信周波数帯域幅 [kHz]:		47.0					
I/N[dB]		-12.2					
PF [dBW/m ²]		-120.0					

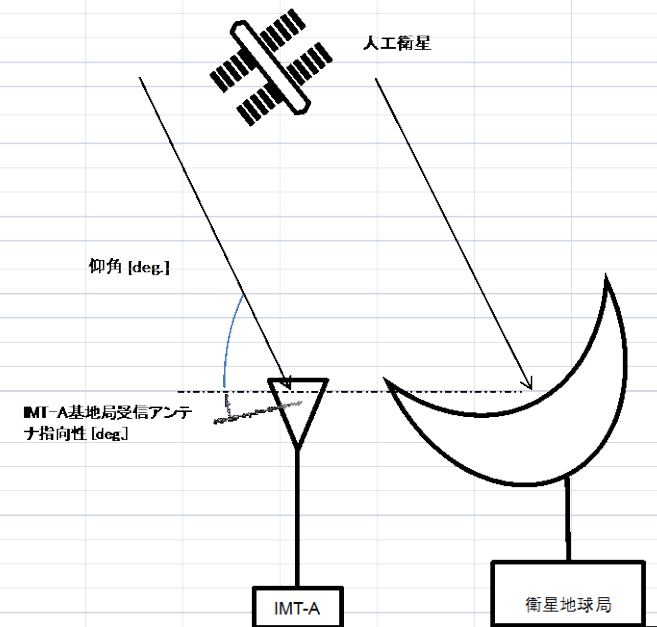
[1]同一チャネル干渉						
		①干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	IMT-A 移動局	送信電力 23.0dBm/20MHz -(2.8dBm/47kHz)	許容雑音量 -144.2dBm/47kHz		自由空間損失	
	IMT-A 基地局	送信電力 36.0dBm/MHz (23.2dBm/47kHz)		141.3dB	93.5dB	47.8dB
				167.3dB	95.4dB	71.9dB

[2]隣接チャネル干渉(GB=100MHz)						
		①干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 結合量	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	IMT-A 移動局	不要発射	許容雑音量 I/N=-12.2dB -144.2dBm/47kHz	I/N=-12.2 100.9dB	自由空間損失	I/N-12.2 7.4dB
		-30.0dBm/MHz -(43.3dBm/47kHz)		I/N=-20 108.7dB	93.5dB	I/N-20 15.2dB
	IMT-A 基地局	不要発射	I/N=-20dB -152.0dBm/47kHz	I/N=-12.2 117.9dB	自由空間損失	I/N-12.2 22.4dB
		-13.0dBm/MHz -(26.3dBm/47kHz)		I/N=-20 125.7dB	95.4dB	I/N-20 30.2dB
帯域外干渉	IMT-A 移動局	送信電力 23.0dBm/20MHz	LNB/LNA飽和入力電力(仮) -60.0dBm	83.0dB	自由空間損失	93.2dB
	IMT-A 基地局	送信電力 36.0dBm/MHz (56.0dBm)		116.0dB	96.1dB	-10.2dB

(参考計算例) 人工衛星局 → 基地局及び陸上移動局受信

a	衛星下限周波数 [MHz]	3700.0	備考
<<与干渉(人工衛星)パラメータ>>			
b	仰角 [deg.]	10.0	
c	地表面PFD [dBW/m ² /4kHz]	-149.5	
d	地表面PFD(a) [dBm/m ² /MHz]	-95.5	
<<被干渉(IMTA基地局/移動局)パラメータ>>			
		基地局	移動局
e	受信給電系損失 [dB]	-5.0	0.0
f	受信アンテナ利得 [dBi]	17.0	0.0
g	受信アンテナ面積 $10\log(\lambda^2/4\pi)$ [m ²]	-32.8	-32.8
h	受信アンテナ指向性(チルト) [deg.]	6.5	0.0
i	受信アンテナ指向性 [deg.]	16.5	0.0
j	受信アンテナ指向性減衰量 [dB]	-26.3	0.0
k	受信その他損失 [dB]	0.0	-8.0

		①与干渉量 d+e+f+g+j+k	②被干渉許容値	③所要改善量 ③=①-②
帯域内干渉	IMT-A 基地局	-142.6 dBm/MHz	許容雑音量 -119.0 dBm/MHz	-23.6 dB
	IMT-A 移動局	-136.3 dBm/MHz	許容雑音量 -110.8 dBm/MHz	-25.5 dB
帯域外干渉	IMT-A 基地局		感度抑圧レベル	
		100MHz: -122.6 dBm/100MHz	-43.0 dBm	100MHz: -79.6 dB
	IMT-A 移動局		感度抑圧レベル	
		100MHz: -116.3 dBm/100MHz	-56.0 dBm	100MHz: -60.3 dB

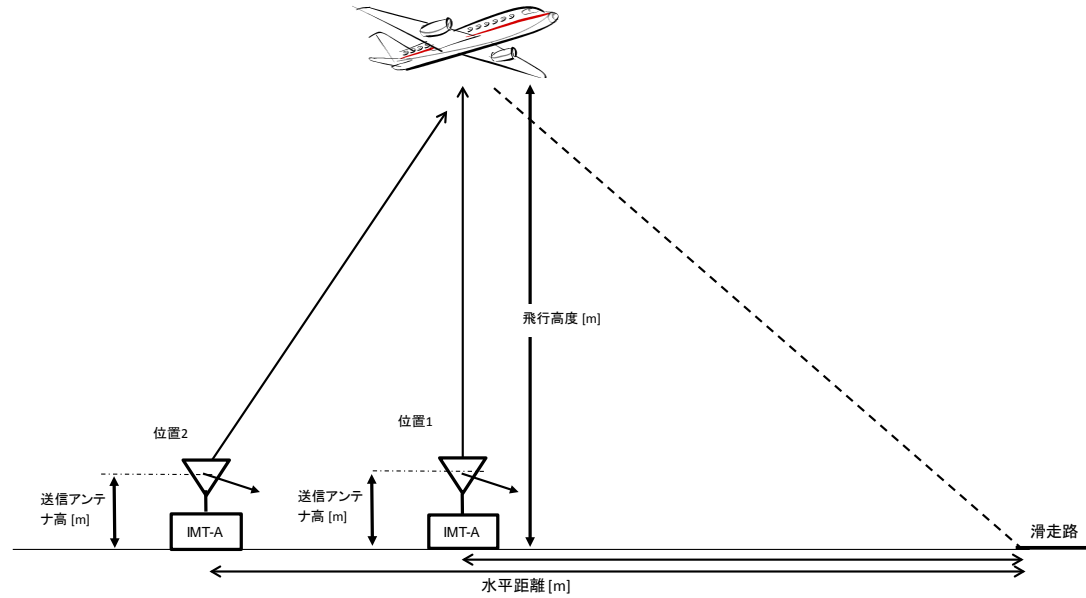


参 3. 4 航空機電波高度計との干渉検討における計算の過程

(参考計算例) 基地局→航空機電波高度計の干渉検討

[IMT-A基地局 → 電波高度計干渉]

	帯域内干渉		帯域外干渉	
	電波高度計:D4		電波高度計:A3	
	位置1	位置2	位置1	位置2
電波高度計周波数 [MHz]	4200.0	4200.0	4200.0	4200.0
《《与干渉(IMT-A)パラメータ》》				
a 送信給電系損失 [dB]	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
b 送信アンテナ利得 [dBi]	17.0	17.0	17.0	17.0
送信チルト角 [deg]	6.5	6.5	6.5	6.5
送信ピークからのずれ [deg]	96.5	63.2	96.5	63.4
c 送信指向性減衰量 [dB](垂直方向)	-40.0	-29.4	-40.0	-29.4
《《伝搬損(自由空間伝搬)》》				
送信アンテナ高 [m]	40.0	40.0	40.0	40.0
飛行高度 [m]	340.0	800.0	270.0	500.0
離隔距離 [m]	0.0	500.0	0.0	300.0
直線距離 [m]	300.0	909.7	230.0	549.2
d 伝搬損失 [dB]	-94.4	-104.1	-92.1	-99.7
水平距離 [m]	6500	15800	5200	9800
《《被干渉(電波高度計)パラメータ》》				
e 受信給電系損失 [dB]	0.0	0.0	-2.0	-2.0
f 受信アンテナ利得 [dBi]	13.0	13.0	10.0	10.0
受信ピークからのずれ [deg]	0.0	33.3	0.0	33.1
g 受信指向性減衰量 [dB]	0.0	-4.0	0.0	-4.0
《《被干渉許容値パラメータ》》				
h NF [dB]	3.0	3.0		
i I/N [dB]	-6.0	-6.0		
j 受信周波数帯域幅 [MHz]	30.0	30.0		



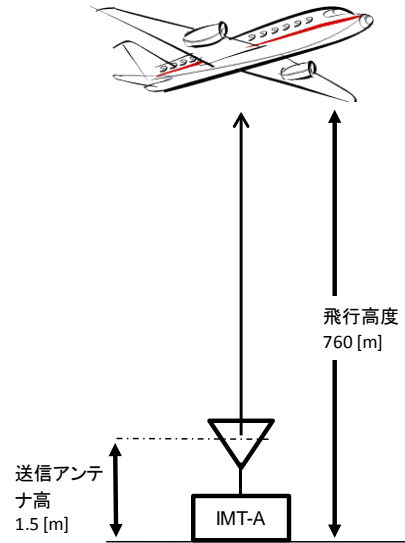
隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値 -174+hh+i +10*log(*10 ⁶)	③所要結合 損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(a+b+c+d+e+f+g)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉 (電波高度計:D4)	不要発射 -7.7dBm/MHz (7.0dBm/30MHz)	許容雑音量 -102.2dBm/30MHz	109.3dB	自由空間損失 位置1 109.4dB 位置2 112.5dB	-0.2dB -3.2dB
帯域外干渉 (電波高度計:A3)	送信電力 56.0dBm/100MHz	感度抑圧電力 -56.0dBm	112.0dB	自由空間損失 位置1 112.1dB 位置2 113.1dB	-0.1dB -1.1dB

(参考計算例) 陸上移動局→航空機電波高度計の干渉検討

[IMT-A移動機 → 電波高度計(D4)干渉]

電波高度計周波数 [MHz]	4200.0	備考
<<与干渉(IMT-A)パラメータ>>		
a 送信(IMT-A移動局)給電系損失 [dB]	0.0	
b 送信(IMT-A移動局)アンテナ利得 [dBi]	0.0	
c 送信(IMT-A移動局)その他損失 [dB]	-8.0	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>		
d 送信アンテナ高(IMT-A移動局) [m]	1.5	
e 飛行高度(電波高度計) [m]	756.0	
f 伝搬損失 [dB]	-102.5	
<<被干渉(IMT-A)パラメータ>>		
g 受信(電波高度計)アンテナ利得 [dBi]	13.0	
h 受信(電波高度計)給電系損失 [dB]	0.0	
<<被干渉許容値/パラメータ>>		
i NF [dB]	3.0	
j I/N [dB]	-6.0	
k 受信周波数帯域幅 [MHz]	30.0	



3
1

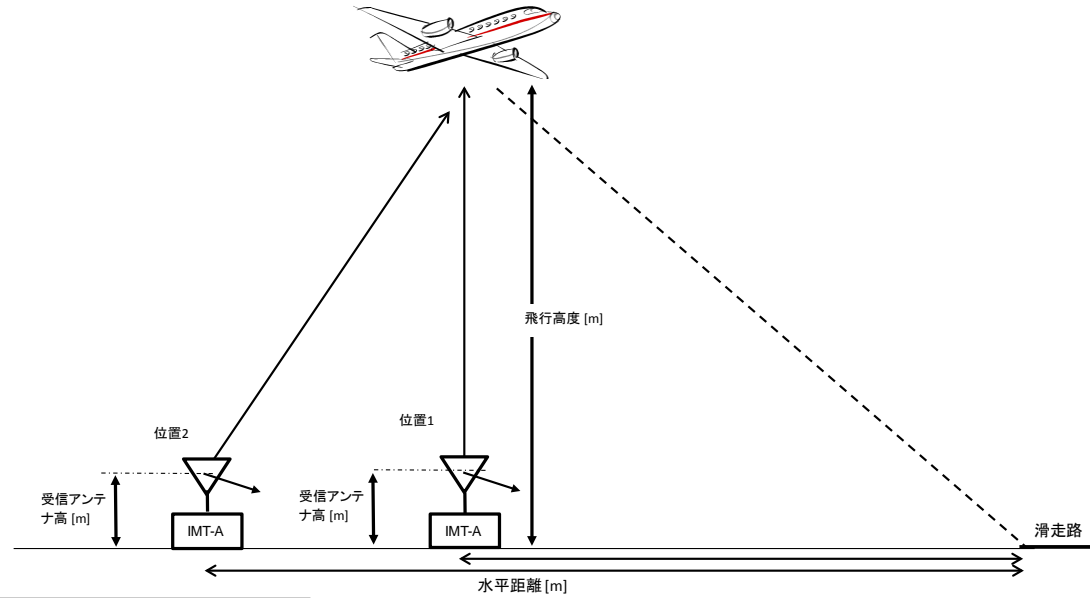
隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値 -174+i+j +10*log(k*1000000) 許容雑音量	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(a+b+c+f+g+h)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 -19.6dBm/MHz -(4.8dBm/30MHz)	-102.2dBm/30MHz	97.4dB	自由空間損失 97.5dB	-0.1dB
帯域外干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz	感度抑圧電力 -40.0dBm	63.0dB	自由空間損失 97.5dB	-34.5dB

(参考計算例) 航空機電波高度計→基地局の干渉検討

[電波高度計 → IMT-A基地局干渉]

	帯域内干渉		帯域外干渉	
	電波高度計: A4		電波高度計: A4	
	位置1	位置2	位置1	位置2
電波高度計周波数 [MHz]	4200.0	4200.0	4200.0	4200.0
<<与干渉(電波高度計)パラメータ>>				
a 送信給電系損失 [dB]	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0
b 送信アンテナ利得 [dBi]	13.0	13.0	13.0	13.0
送信ピークからのずれ [deg]	0.0	34.6	0.0	108.8
c 送信指向性減衰量 [dB]	0.0	-4.0	0.0	-40.0
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>				
受信アンテナ高 [m]	40.0	40.0	40.0	40.0
飛行高度 [m]	500.0	1200.0	70.0	6.0
離隔距離 [m]	0.0	800.0	0.0	100.0
直線距離 [m]	460.0	1409.1	30.0	105.6
d 伝搬損失 [dB]	-98.2	-107.9	-74.4	-85.4
水平距離 [m]	9500	23700	1300	200
<<被干渉(IMT-A)パラメータ>>				
e 受信給電系損失 [dB]	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
f 受信アンテナ利得 [dBi]	17.0	17.0	17.0	17.0
受信チルト角 [deg]	6.5	6.5	6.5	6.5
受信アンテナピークからのずれ [deg]	96.5	61.9	96.5	-12.3
g 受信指向性減衰量 [dB](垂直方向)	-40.0	-27.4	-40.0	-14.3



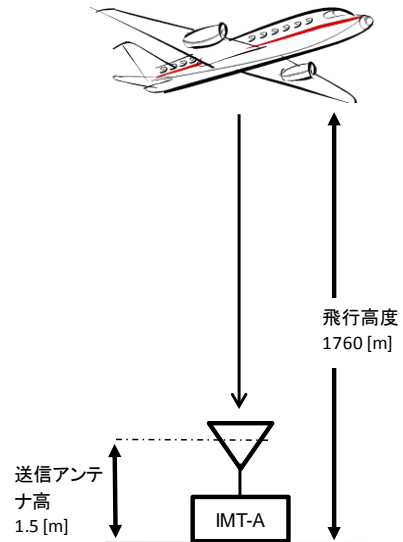
隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(a+b+c+d+e+f+g)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉 (電波高度計: D4)	不要発射 0.0dBm/MHz	許容雑音量 -119.0dBm/MHz	119.0dB	自由空間損失 位置1 119.2dB 位置2 120.3dB	-0.2dB -1.3dB
帯域外干渉 (電波高度計: A3)	送信電力 50.0dBm	感度抑圧電力 -43.0dBm	93.0dB	自由空間損失 位置1 95.4dB 位置2 120.7dB	-2.4dB -27.7dB

(参考計算例) 航空機電波高度計→陸上移動局の干渉検討

[電波高度計(A4) → IMT-A移動局干渉]

a	電波高度計周波数 [MHz]	4200.0	備考
<<与干渉(電波高度計)パラメータ>>			
b	送信(電波高度計)給電系損失 [dB]	-6.0	
c	送信(電波高度計)アンテナ利得 [dBi]	13.0	
<<伝搬損(自由空間伝搬)>>			
d	飛行高度(電波高度計) [m]	1760.0	
e	受信アンテナ高(IMT-A移動局) [m]	1.5	
f	伝搬損失 [dB]	-109.8	
<<被干渉(IMT-A)パラメータ>>			
g	受信(IMT-A移動局)アンテナ利得 [dBi]	0.0	
h	受信(IMT-A移動局)給電系損失 [dB]	0.0	
i	受信(IMT-A移動局)その他損失 [dB]	-8.0	



隣接チャネル干渉(GB=0MHz)

	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+g+h+i)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	不要発射 0.0dBm/MHz	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	110.8dB	自由空間損失 110.8dB	0.0dB
帯域外干渉	送信電力 50.0dBm	感度抑圧電力 -56.0dBm	106.0dB	自由空間損失 110.8dB	-4.8dB

参考資料 4 既存の無線システム（衛星業務システム）の利用状況等に関する調査

参 4. 1 調査概要

本調査においては、3. 4-4. 2GHz 帯を利用した海外衛星の国内における利用実態の把握のため、調査会社（※1）により、以下の手法により調査分析を行った。

- ・ ヒアリング調査
- ・ ウェブアンケート調査
- ・ 文献調査

調査の対象は、サービス利用者（個人利用者、法人利用者）に加えて、サービス提供者（機器を提供しているメーカー、工事事業者、通信・中継事業者等）も対象とした。

※1 （株）野村総合研究所による調査分析を実施。調査期間は 2012 年 10 月～2013 年 2 月。

参 4. 2 3. 4-4. 2GHz 帯における海外衛星サービスの業界構造

3. 4-4. 2GHz 帯における海外衛星を活用したサービスの業界構造について、図 参 4. 2-1 に示す。提供事業者（機器メーカー、設置・販売事業者、中継事業者）と、利用者（個人ユーザ、法人ユーザ）に分類できる。

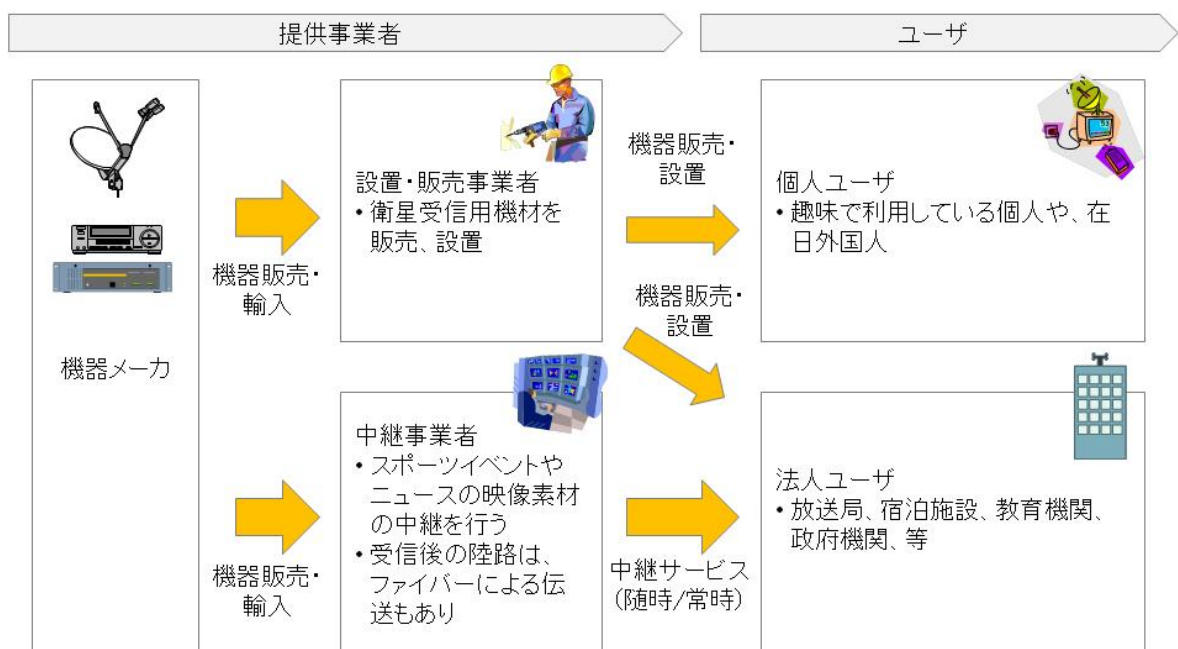
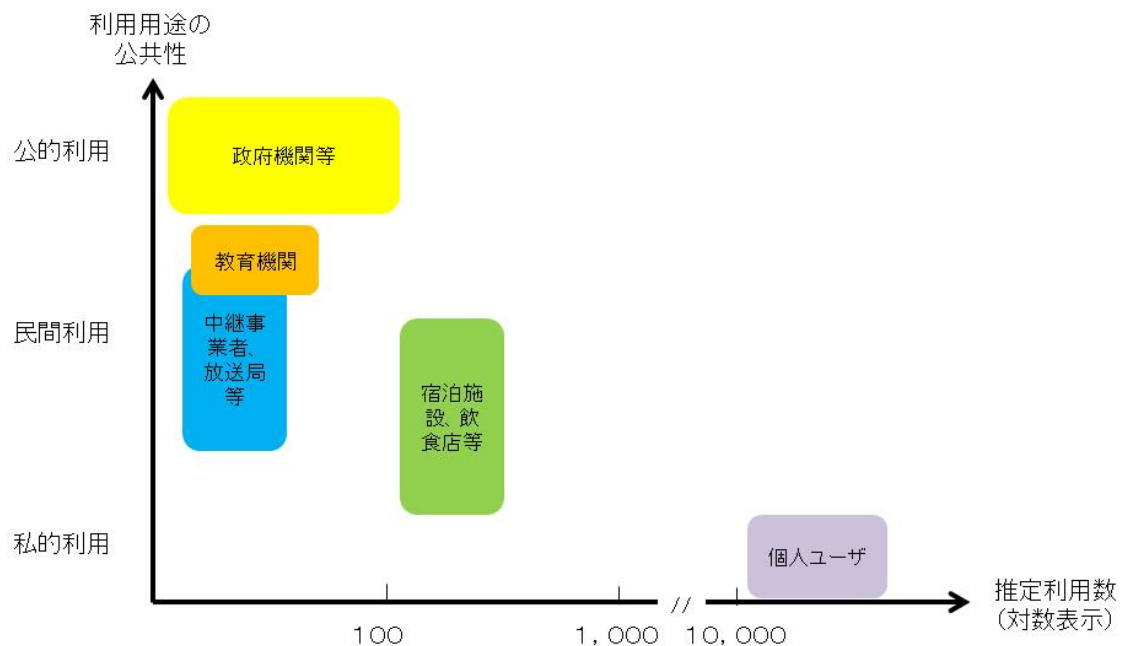


図 参 4. 2-1 3. 4-4. 2GHz 帯における海外衛星サービスの業界構造

参 4. 3 利用実態調査まとめ

3.4-4. 2GHz 帯における海外衛星サービスの国内における利用用途と推定利用数の調査結果について、図 参 4.3-1 に示す。個人ユーザは約3万程度、法人ユーザは数百程度と推定される。



分類		推定規模	推定手法	備考
法人ユーザ	政府機関	百未満	ヒアリング等	公官庁、大使館、等
	教育機関	約30-40程度	同上	外語大、等
	中継事業者、放送局、等	数十程度	同上	番組素材中継、配信、等
	宿泊施設、飲食店、等	数百程度	同上	ホテル、外国料理屋、等
個人ユーザ		約3万	ウェブアンケート調査等(※)	-

(※)野村総研による個人ユーザ数の分析
 ・2万サンプルのウェブアンケートから、C帯海外衛星利用世帯数は約2.5~5万
 ・主要な機器提供事業者の売り上げ関連データから、個人利用で約3万台

図 参 4. 3 - 1 利用者の用途と推定利用数の調査結果

参考資料 5 放送事業用無線局装置を用いた実験の詳細

参 5. 1 実験の概要

3.4-3.6GHz帯において、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局が放送事業用無線局に与える影響について、実力値の一例としての評価を行うため、放送事業用無線局に実際に使用されている装置を用いて干渉実験を行なった。干渉実験においては、同一チャンネル干渉及び隣接チャンネル干渉（帯域外干渉の評価のみ）を考慮した。

図参5.1-1に、干渉実験の構成を示す。IMT-Advanced無線局（基地局、陸上移動局）からの信号は、LTE-Advancedに対応した信号発生器で模擬し、放送事業用無線局の装置へ入力する電力レベルを可変させ、放送事業用無線局で伝送する信号品質について評価を行なった。干渉実験で考慮した、与干渉となるIMT-Advanced無線局からの信号と、被干渉となる放送事業用無線局の信号の周波数配置の関係を、図参5.1-2に示す。同一チャンネル干渉の影響として放送事業用無線局の信号と同一の周波数帯にIMT-Advanced無線局からの干渉波を配置した場合、及び隣接チャンネル干渉における帯域外干渉（希望信号の近傍に高い電力の信号が干渉として存在することによる感度抑圧の影響）として、放送事業用無線局と隣接の周波数帯にIMT-Advanced無線局からの干渉波を配置した場合を考慮した。

表参5.1-1に、干渉実験を行なった放送事業用無線局の装置種別とIMT-Advanced無線局からの干渉信号の種別についてまとめる。干渉信号は、連続的に信号が発生している連続波と、断続的に信号が発生しているBurst波の2通りを考慮した。また、同一チャンネル干渉については、実際の音声品質への影響評価も実施した。

なお干渉実験において、放送事業用無線局が与干渉となる場合の不要発射の強度の実力値についての測定も併せて実施した。

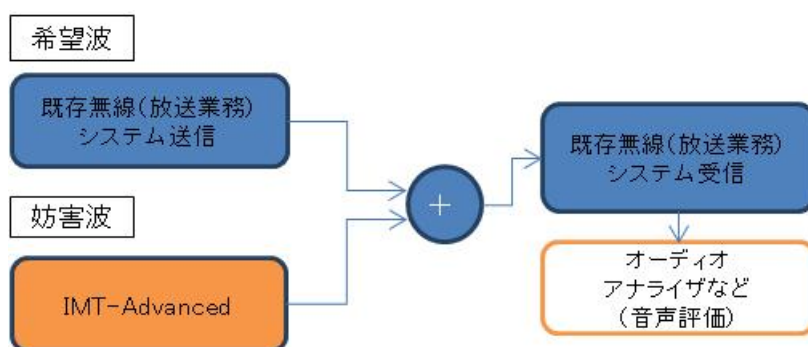
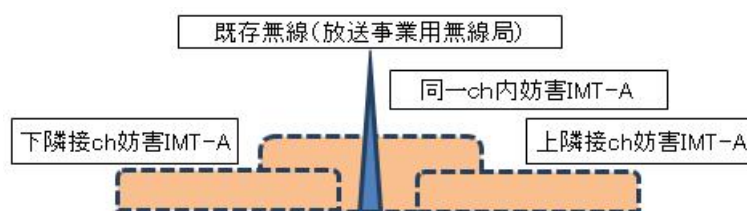


図 参 5. 1 - 1 干渉実験の構成概要



参 5-1

図 参5. 1-2 干渉実験における被干渉波と与干渉波の周波数配置

表 参5. 1-1 干渉実験の実施内容

(被干渉)		(与干渉)		IMT-Advanced 携帯電話システム			
				基地局		陸上移動局	
				連続波	Burst 波	連続波	Burst 波
放送事業用 無線局 ^{※1}	音声 STL	装置 A ^{※2}	○ ^{※5}	○	○	○	
		装置 B ^{※3}	○ ^{※5}	○	○	○	
	音声 FPU		○ ^{※5}	○	○	○	
	放送監視制御 ^{※4}		○	○	○	○	

※1 放送事業用無線局として用いた装置はいずれもアナログ方式

※2 装置 A は AM 放送の中継に利用されている装置であり、音声帯域幅の周波数特性は 50Hz ~ 10kHz

※3 装置 B および音声 FPU は FM 放送の中継に利用されている装置であり、音声帯域幅の周波数特性は 50Hz ~ 15kHz

※4 放送監視制御は、干渉実験は実施したが、机上検討では音声 STL とパラメータが同等として、音声 STL の結果で代替できるものとしている

※5 音声評価を実施

表 参5. 1-2 に IMT-Advanced 無線局からの干渉信号、表 参5. 1-3 に放送事業用無線局の受信機装置、さらに表 参5. 1-4 に放送事業用無線局の送信機装置の各諸元を示す。IMT-Advanced 無線局からの干渉信号のチャンネル帯域幅として、電力密度が最も高くなる 20 MHz を適用し、変調方式は、ピーク電力対平均電力比 (PAPR) が最も高くなり、同一チャンネル干渉の影響が最も厳しいと想定される、64QAM (基地局)、16QAM (陸上移動局) を適用した。また、隣接チャンネル干渉の場合は、放送事業用無線局と IMT-Advanced 無線局が使用する周波数帯のガードバンドとして、0 MHz、5 MHz および 10MHz の 3 パターンについて評価を行った。

表 参5. 1-2 IMT-Advanced 無線局の干渉信号の諸元

項目	基地局	陸上移動局
方式	OFDM	SC-FDMA
チャンネル帯域幅	20 MHz	20 MHz
変調方式	64QAM	16QAM
RB(resource blocks)	Full (100)	Full (100)
送信信号	連続波又は Burst 波 [※]	連続波又は Burst 波 [※]
隣接チャンネル配置時のガードバンド幅	0 MHz、5 MHz、10MHz	0 MHz、5 MHz、10MHz

※ Burst 波には 3GPP の TDD モードで定義されたフレーム構成を使用し、下り回線、切り替え、上り回線の時間比率は、48 : 20 : 72 とした

表 参5. 1-3 放送事業用無線局の受信機装置諸元

項目	音声 STL		放送監視制御	音声 FPU
	装置 A	装置 B		
標準受信電力	-45 dBm	-50 dBm	-60 dBm	-50 dBm
帯域幅	400 kHz	400 kHz	100 kHz	400 kHz
所要 S/N	55 dB 以上	55 dB 以上	40 dB 以上	55 dB 以上
許容干渉電力	-126 dBm/100kHz			
許容感度抑圧電力	-71 dBm (ガードバンド 0.3~0.5MHz) -56 dBm (ガードバンド 0.5~1.0MHz) -40 dBm (ガードバンド 1.0MHz 以上)			

表 参5. 1-4 放送事業用無線局の送信機装置諸元

項目	音声 STL		放送監視制御	音声 FPU
	装置 A	装置 B		
不要発射強度特性	-50 dBc 以下			

参5. 2 放送事業用無線局への干渉影響の実験的評価

参5. 2. 1 放送事業用無線局の伝送品質を満たす干渉レベルの評価

放送事業用無線局の受信機への希望波受信電力レベル (D 値) として標準受信電力を設定し、IMT-Advanced 無線局からの干渉波受信電力レベル (U 値) を変化させることにより、D/U 値を変化させて評価を行なった。D/U に対する希望信号の S/N を観測し、希望信号の S/N が放送事業用無線局の所要 S/N を満たす領域を中心に評価を行なった。

参5. 2. 1. 1 同一チャネル干渉

IMT-Advanced 無線局からの干渉波電力 (U 値) を、放送事業用無線局の帯域幅内への漏えい電力レベルと定義した場合の、D/U と S/N の関係に関する評価を行なった。音声 STL (装置 A) の実験結果を図 参5. 2. 1. 1-1、音声 STL (装置 B) の実験結果を図 参5. 2. 1. 1-2、音声 FPU の実験結果を図 参5. 2. 1. 1-3、放送監視制御の実験結果を図 参5. 2. 1. 1-4 にそれぞれ示す。

これらの図より、干渉信号の形態として基地局 (OFDM 信号) 及び陸上移動局 (SC-FDMA 信号) を考慮したが、所要 S/N を満たす領域では同様な結果となっていることが確認できた。さらに、干渉信号が連続波、Burst 波によらず同様な結果となることも確認できた。また、所要 S/N を満たす D/U は、音声 STL (装置 A) は約 25dB、音声 STL (装置 B) は約 42dB、音声 FPU は約 30dB、放送監視制御は約 20dB 以上が必要であることが明らかになった。

本実験結果に基づき、音声評価を行なうサンプルとして、各装置に対して図中の3つの条件での評価を行なった。具体的には、各サンプルで示される IMT-Advanced 無線局からの干渉波がある条件で、放送事業用無線局の音声信号を実聴評価し、干渉影響の評価を行なった (詳細は、参5. 2. 2 を参照)。

D/Uに対するS/Nの測定結果(音声STL装置A)

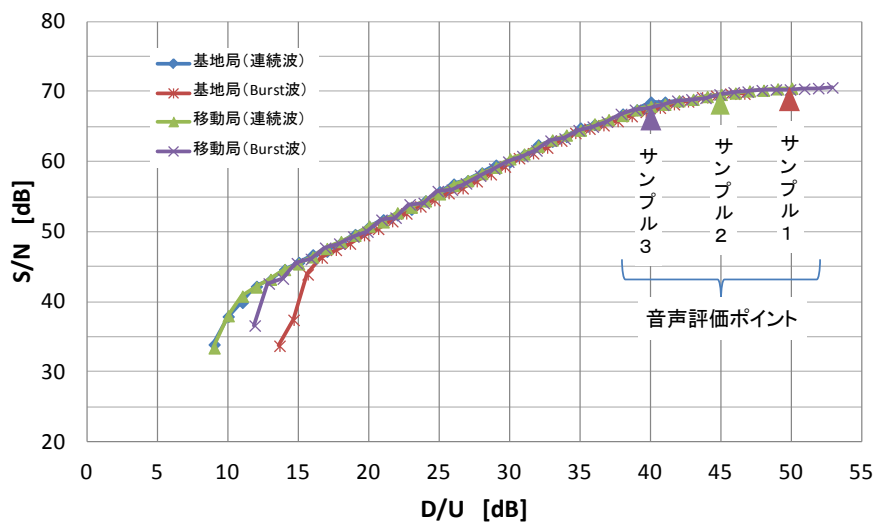


図 参5. 2. 1. 1-1 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(音声STL装置B)

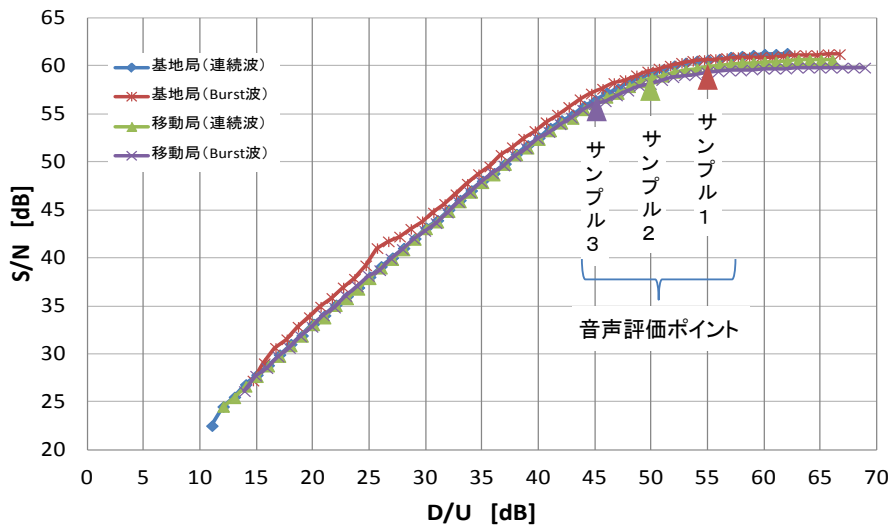


図 参5. 2. 1. 1-2 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(音声FPU)

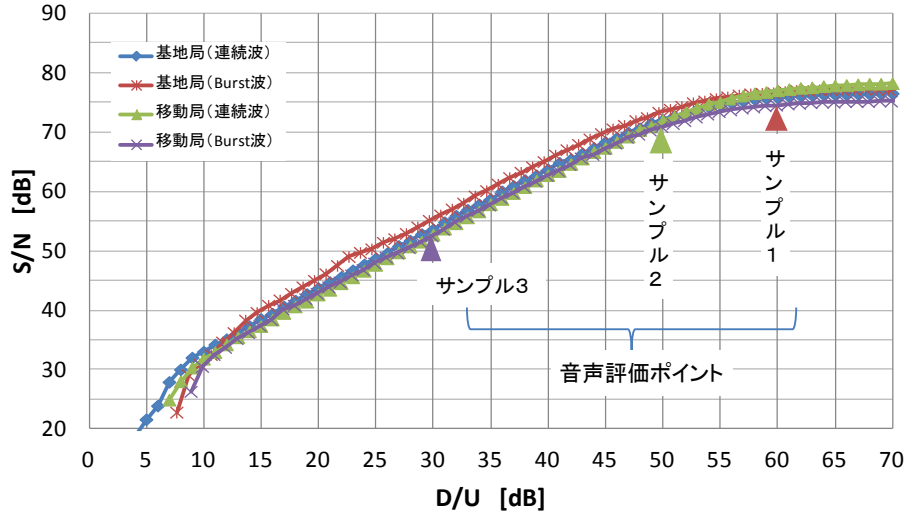


図 参5. 2. 1. 1-3 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(放送監視制御)

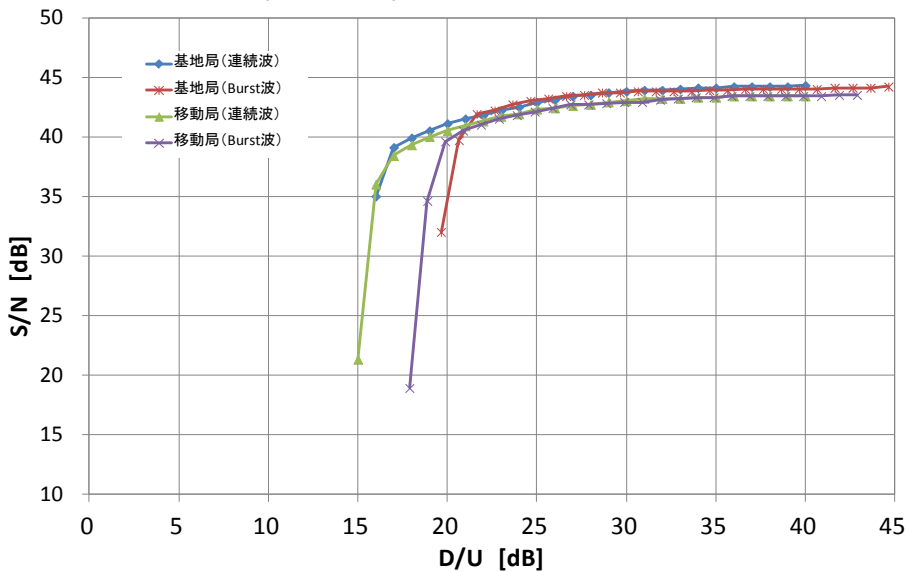


図 参5. 2. 1. 1-4 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

参5. 2. 1. 2 隣接チャネル干渉 (帯域外干渉)

IMT-Advanced 無線局からの干渉波電力 (U 値) が、放送事業用無線局の隣接周波数帯に存在する場合の評価を行なった。干渉波電力は、放送事業用無線局の帯域幅内に漏えいする電力は十分小さいものとし、放送事業用無線局の隣接周波数帯に入力される全電力であると想定して、帯域外干渉の評価を行なった。ただし、ガードバンド 0 MHz の場合については、IMT-Advanced 信号発生器からの不要発射電力 (漏洩電力) が放送事業用無線局の受信帯域内へ漏れこんでいるため、厳密な帯域外干渉の評価とはならないが、参考のためデータの取得を行なった。また、同一チャネル干渉の実験結果において、IMT-Advanced 無線局の種別 (基地局又は陸上移動局) 及び干渉信号の種別 (連続波又は Burst 波) によらず

同様な結果が得られたことから、基地局及び連続波の設定で実験を行なった。

D/U と S/N の関係について、音声 STL (装置 A) の下隣接及び上隣接の実験結果を図 参 5. 2. 1. 2-1 及び図 参 5. 2. 1. 2-2 に、音声 STL (装置 B) の下隣接及び上隣接の実験結果を図 参 5. 2. 1. 2-3 及び図 参 5. 2. 1. 2-4 に、音声 FPU の下隣接及び上隣接の実験結果を図 参 5. 2. 1. 2-5 及び図 参 5. 2. 1. 2-6 に、放送監視制御の下隣接及び上隣接の実験結果を図 参 5. 2. 1. 2-7 及び図 参 5. 2. 1. 2-8 に示す。

音声 STL (装置 A) の実験結果より、ガードバンド 5 MHz および 10 MHz の場合、D/U が-32dB の条件でも、S/N は 70dB 以上確保されており、干渉波電力 (U 値) が高い電力レベルにあっても S/N 劣化の影響を受けていないことが分かる。これは、音声 STL (装置 A) 受信機の BPF (バンドパスフィルタ) の帯域外減衰特性が急峻であるため、帯域外干渉の影響を受けづらいものと考えられる。

一方、音声 STL (装置 B) の実験結果より、ガードバンドの設定にらず下隣接の性能が劣化していることが分かる。これは、音声 STL (装置 B) の受信機の性能あるいはフィルタの周波数特性による影響であると考えられる。また、所要 S/N を満たす D/U は、下隣接及びガードバンド 5 MHz の条件で約-18dB、ガードバンド 10MHz の条件で約-22dB となる。音声 STL (装置 A) と比較すると高い D/U で影響を受けることになるが、入力段に配置されるフィルタの特性に依存しているものとする。

さらに、音声 FPU の実験結果より、ガードバンドの設定によらず下隣接と上隣接の特性は同様であり、所要 S/N を満たす D/U は、ガードバンド 5 MHz の場合で約-28dB、ガードバンド 10 MHz の場合で約-32dB となる。

おって、放送監視制御の実験結果より、ガードバンドが 0 MHz 及び 5 MHz の場合は下隣接と上隣接において同様の結果となるものの、ガードバンド 10MHz の場合は、上隣接の性能が劣化していることが分かる。これは、放送監視制御の受信機の性能あるいはフィルタの周波数特性による影響であると考えられる。また、所要 S/N を満たす D/U は、下隣接及びガードバンド 5 MHz の条件で約-32dB、ガードバンド 10MHz の条件で約-49dB となる。

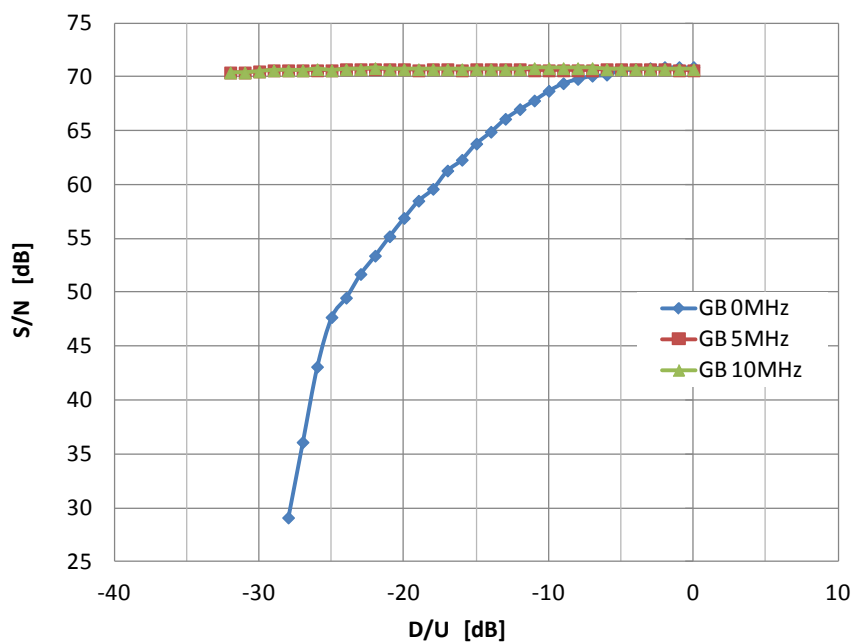


図 参5. 2. 1. 2-1 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

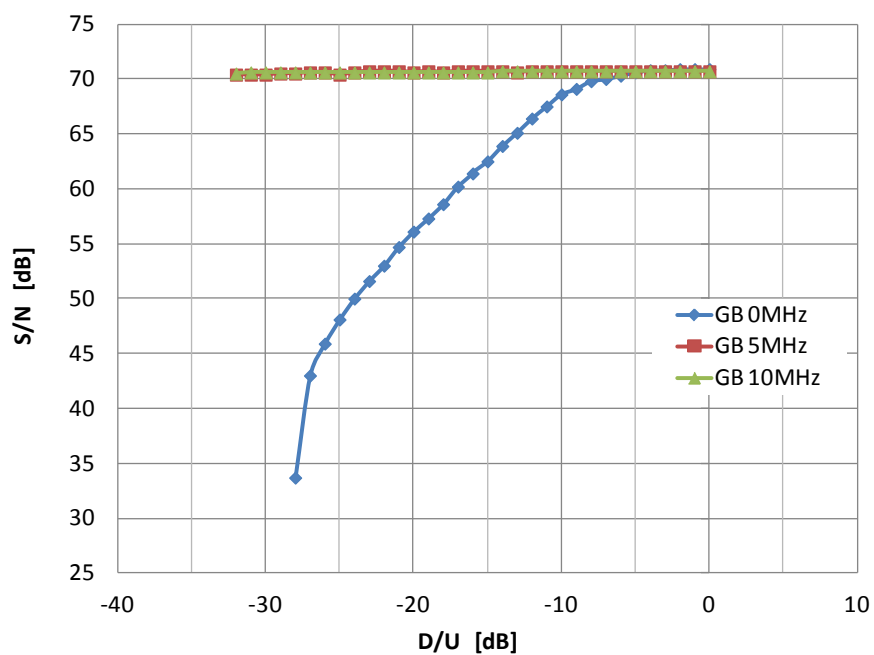


図 参5. 2. 1. 2-2 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

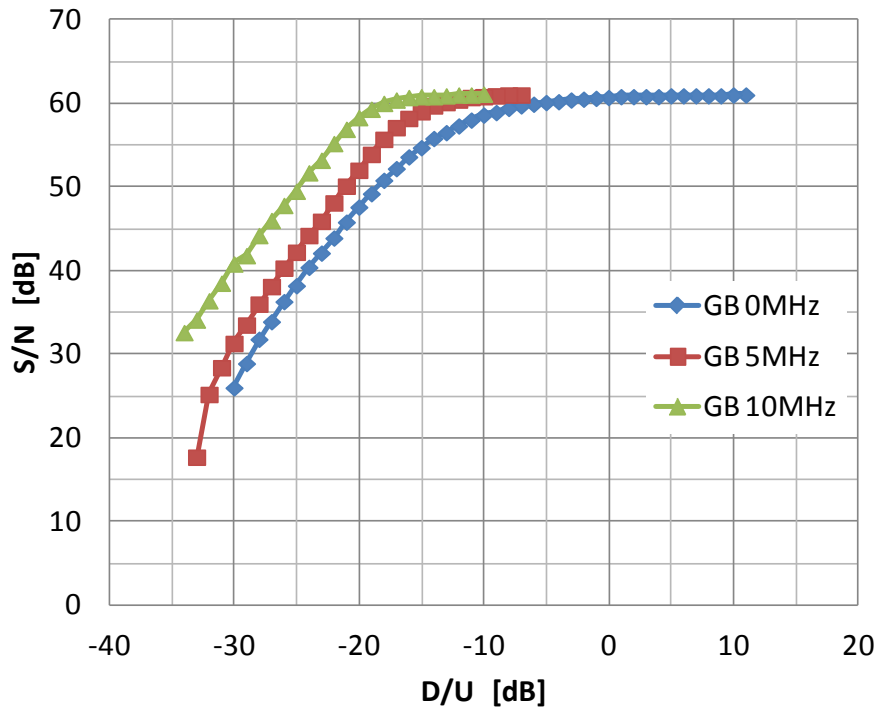


図 参5. 2. 1. 2-3 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

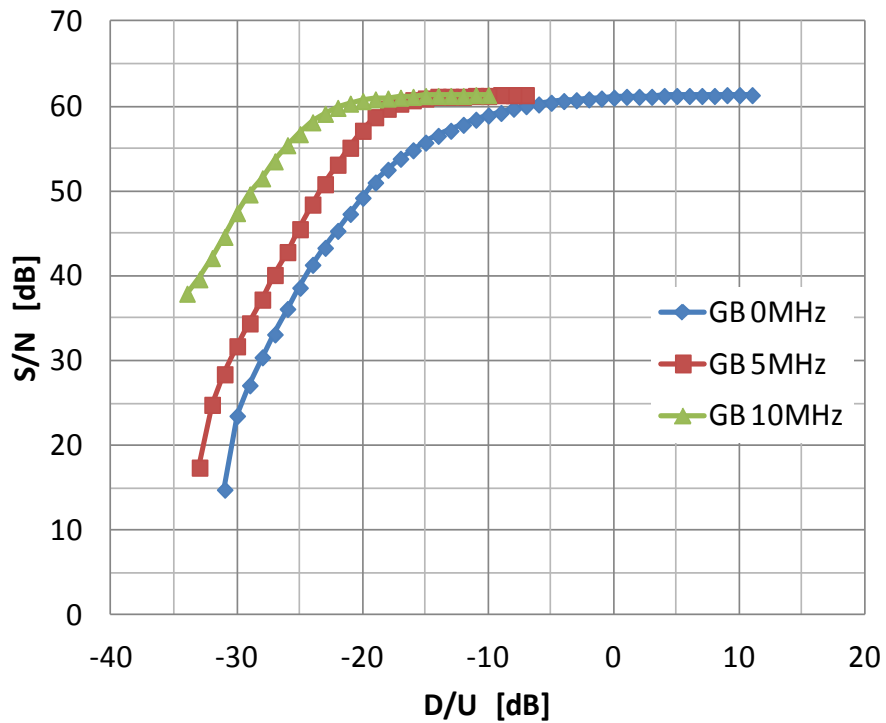


図 参5. 2. 1. 2-4 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

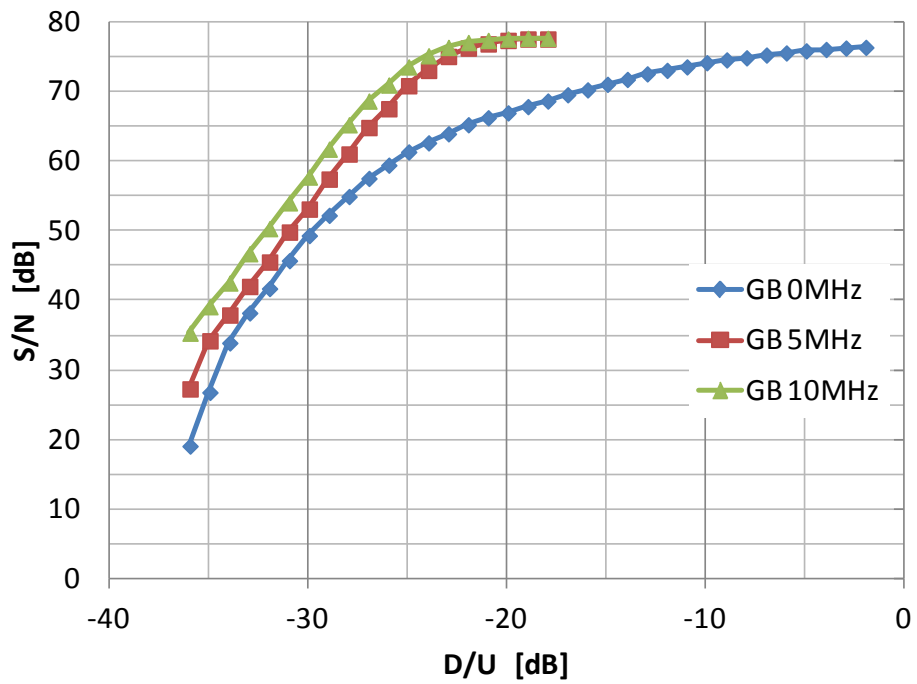


図 参5. 2. 1. 2-5 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

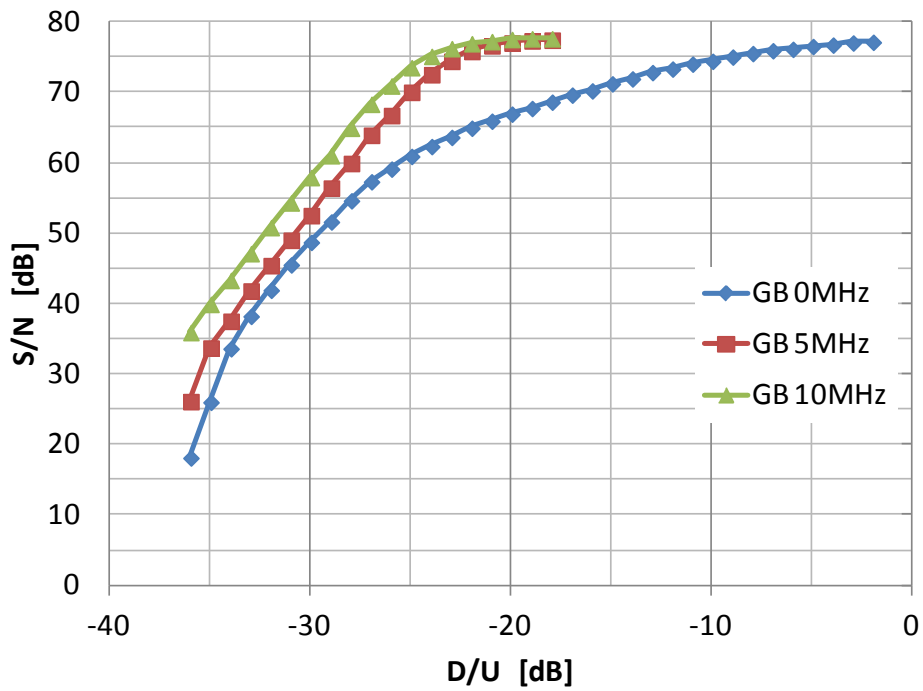


図 参5. 2. 1. 2-6 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

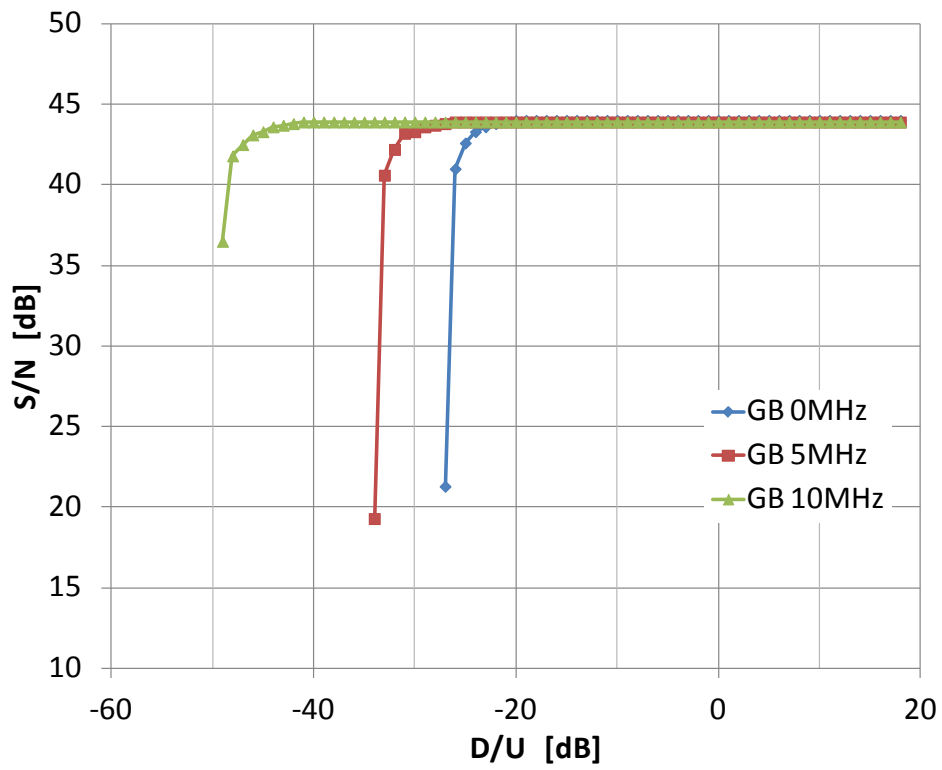


図 参 5. 2. 1. 2-7 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

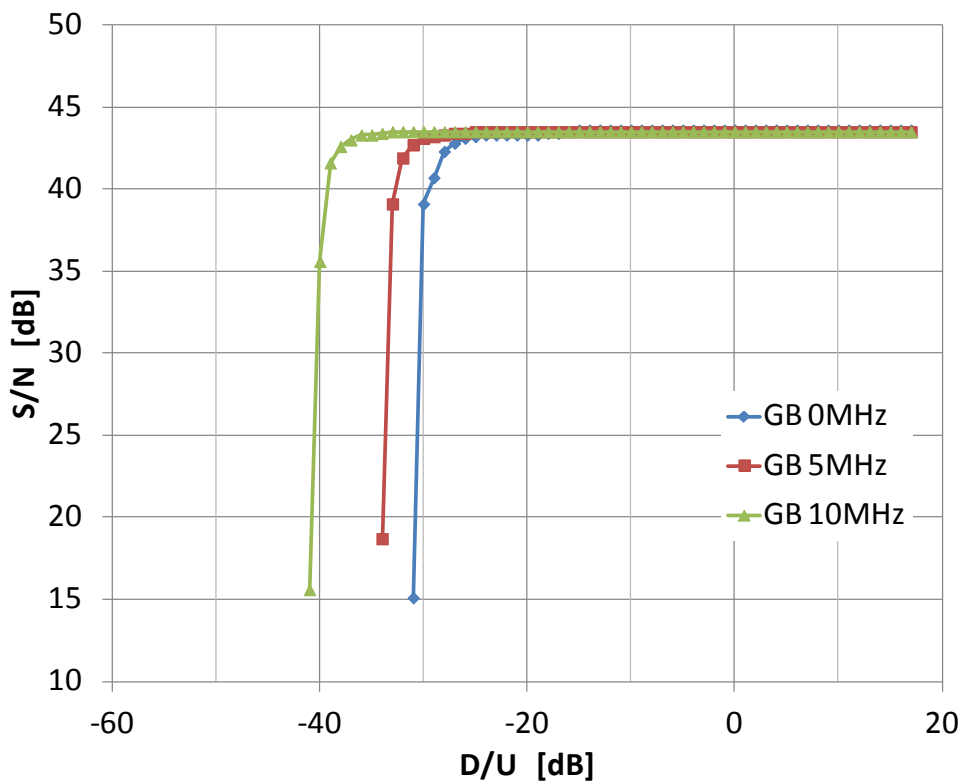


図 参 5. 2. 1. 2-8 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

参5. 2. 2 音声品質評価

参5. 2. 1. 1章では、同一チャネル干渉における放送事業用無線局の伝送品質について、D/UとS/Nの関係を明らかにした。本実験で設定した音声評価ポイントに基づいて、音声品質の実聴評価を実施した。サンプル1、2及び3の選定は、専門家による単音での実聴評価を行い、影響が無いと思われるポイント、影響が軽微なポイント、明らかに影響があるポイントとして設定した。実際の音声品質評価では、IMT-Advanced無線局からの干渉波がある条件で録音した音声サンプルを、原音（干渉波の入力無し）と比較し、音質の評価を実施した。音質の評価基準を表参5. 2. 2-1に示す。また、評価者の人数は22名で実施し、原音にはナレーション、楽曲等計7種類を準備して評価した。本評価方法は、勧告ITU-R BS. 1116に準拠したものである。

表 参5. 2. 2-1 音声評価における評価基準

評価基準	評価点数
原音との違いが分からない	5
原音との違いが分かるが気にならない	4
原音との違いがやや気になる	3
原音との違いが気になる	2
原音との違いが非常に気になる	1

音声品質評価の結果として、音声STL（装置A）は図参5. 2. 2-1に、音声STL（装置B）は図参5. 2. 2-2に、音声FPUは図参5. 2. 2-3に示す。

音声STL（装置A）では、サンプル1と2において原音と近い評価傾向が得られたものの、サンプル3については、5評価が減少し1～3の評価が増加している。

また、音声STL（装置B）については、全てのサンプルにおいて原音に近い傾向が得られたものの、同様にサンプル3においては5評価が若干低下し、1および2評価の増加が確認された。

さらに、音声FPUについては、サンプル1のみが原音と同等の評価傾向が得られたものの、サンプル2では5評価が減少し1～3の評価が増加、サンプル3では1評価が最大となった。

以上の音声品質評価の結果より、サンプル1相当であれば伝送される音声信号に与える影響はほぼ無いものと判断し、この時のS/NおよびD/U値を用いてIMT-Advanced無線局と放送事業用無線局間の机上検討に反映することとした。

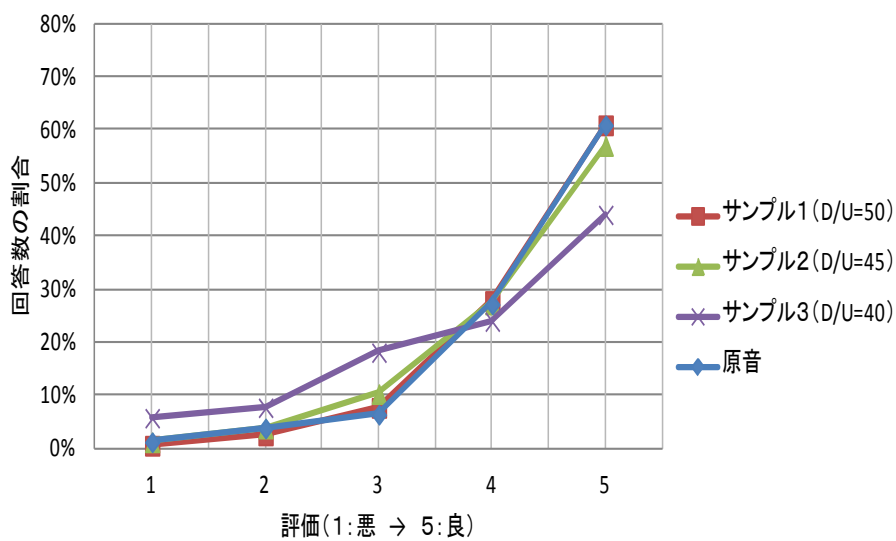


図 参 5. 2. 2 - 1 音声 STL (装置 A) における音声評価結果

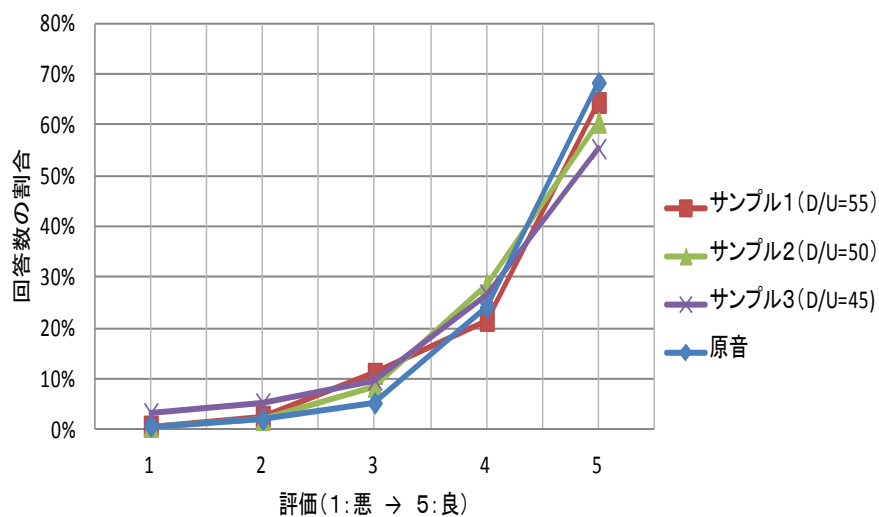


図 参 5. 2. 2 - 2 音声 STL (装置 B) における音声評価結果

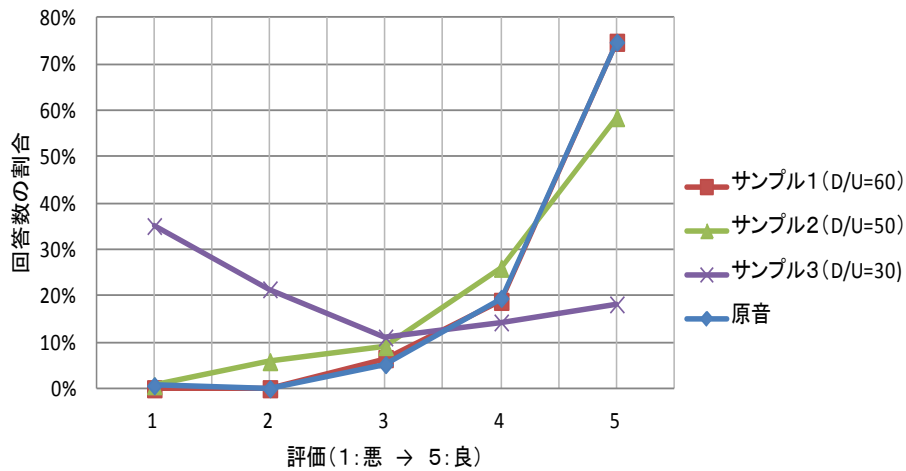


図 参5. 2. 2-3 音声 FPU における音声評価結果

参5. 2. 3 机上計算の共用検討への実験結果の反映方法

参5. 2. 2章で示した音声品質評価の結果より、サンプル1の干渉条件であれば音声品質への影響はほぼ無いと言える結果が得られた。そこで、サンプル1の条件を用いて、机上計算の共用検討へ放送事業用無線局の装置実力値を反映する方法について検討を行った。表 参5. 2. 3-1にサンプル1の条件でのD/UとS/Nの値を、装置毎にまとめる。

表 参5. 2. 3-1 サンプル1の条件におけるD/U及びS/N

放送事業用無線局の種類		標準受信電力 (dBm/400kHz)	D/U (dB)	S/N (dB)
音声 STL	装置 A	-45	50	70
	装置 B	-50	55	60
音声 FPU		-50	60	76

参5. 2. 3. 1 帯域内干渉に用いる許容干渉レベルの装置実力値の導出

同一チャネル干渉における音声品質評価の結果から、放送事業用無線局装置の許容干渉レベルの実力値について導出する。表 参5. 2. 3-1にまとめた標準受信電力及びD/Uの値から、次式により許容干渉レベルの導出を行なう。なお、机上計算の共用検討で用いた許容干渉レベルとの比較を行なうため、100 kHzの参照帯域幅に補正を行なっている。

実験により得られた許容干渉レベル (帯域内干渉)

$$= \text{標準受信電力} - \text{音声品質を満たす D/U 値 (※表 参5. 2. 3-1)} + 10 \cdot \log_{10}(100\text{kHz}/400\text{kHz})$$

上式の計算により得られる許容干渉レベル、机上計算の共用検討で用いた許容干渉レベル (帯域内干渉)、及びそれらの差分を表 参5. 2. 3. 1-1に示す。

表 参5. 2. 3. 1-1 実験と机上検討における許容干渉レベル（帯域内干渉）の比較

放送事業用無線局の種別		D/U	実験により得られた許容干渉レベル ①	机上検討で使用した許容干渉レベル ②	差分 ①-②
音声 STL	装置 A	50 dB	-101 dBm/100kHz	-126 dBm/100kHz	+25 dB
	装置 B	55 dB	-111 dBm/100kHz	-126 dBm/100kHz	+15 dB
音声 FPU		60 dB	-116 dBm/100kHz	-126 dBm/100kHz	+10 dB

本実験結果から導出される許容干渉レベルの差分に基づき、装置実力値の一例として、机上計算の共用検討の考察（同一チャンネル干渉及び隣接チャンネル干渉の帯域内干渉）に用いた。

参5. 2. 3. 2 帯域外干渉に用いる許容干渉レベルの装置実力値の導出

また、上記の音声品質評価に基づく実験結果と、隣接チャンネル干渉（帯域外干渉）の実験結果を組み合わせ、放送事業用無線局装置の許容干渉レベル（帯域外干渉）についても、導出を行なった。表 参5. 2. 3-1にまとめた S/N が音声品質を保つために必要な条件であることから、この所要 S/N が隣接チャンネル干渉（帯域外干渉）に対しても適用できるものとした。帯域内干渉と帯域外干渉とは、漏えい電力による影響と感度抑圧による影響であるため、影響の与え方は異なるものの、音声品質を維持するという観点からは所要 S/N は同様であると考えられるためである。そこで、サンプル 1 の所要 S/N を満たすための最小の D/U 値を、参5. 2. 1. 2章で示した測定結果から導出を行なう。図5. 2. 3. 2-1、図5. 2. 3. 2-2及び図5. 2. 3. 2-3に、それぞれ音声 STL（装置 A）、音声 STL（装置 B）及び音声 FPU の場合の最小 D/U 値を図示する。

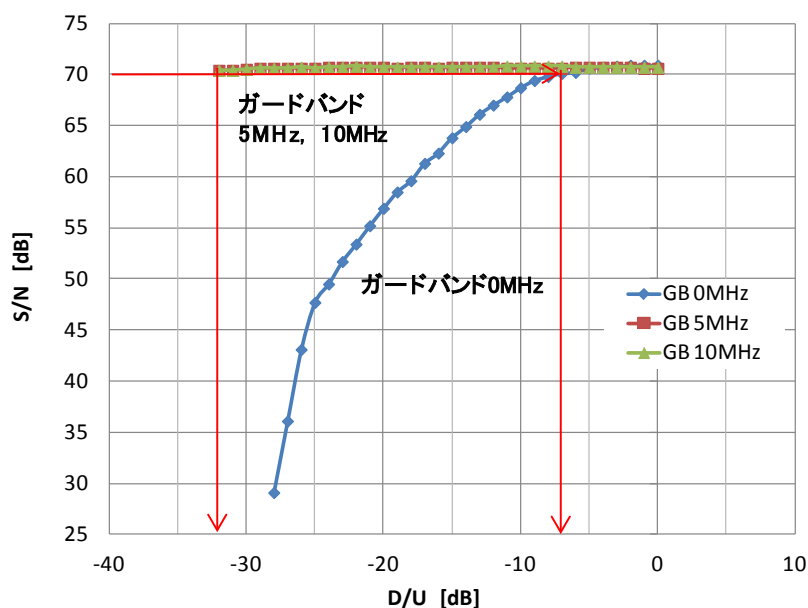


図 参5. 2. 3. 2-1 音声 STL（装置 A）における S/N と D/U の関係

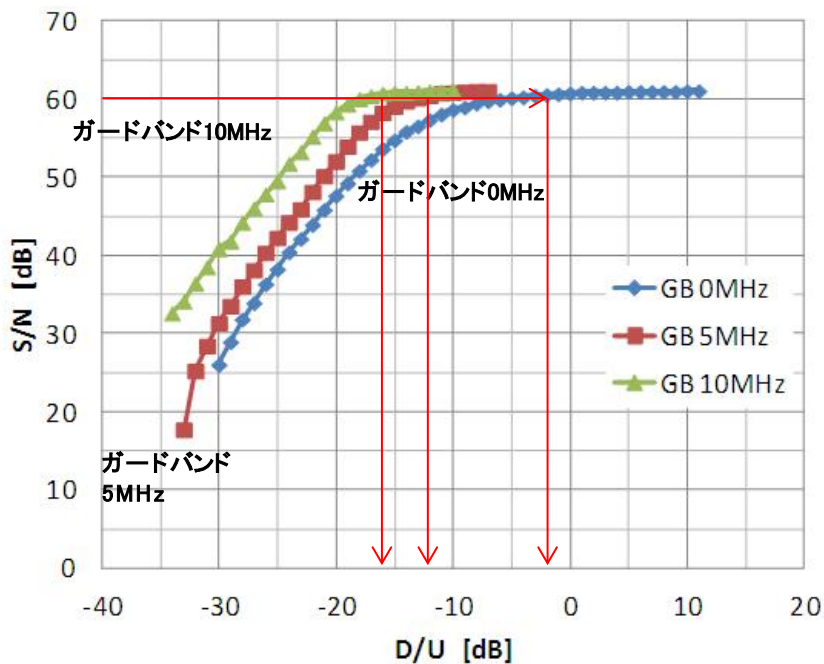


図 参5. 2. 3. 2-2 音声 STL (装置 B) における S/N と D/U の関係

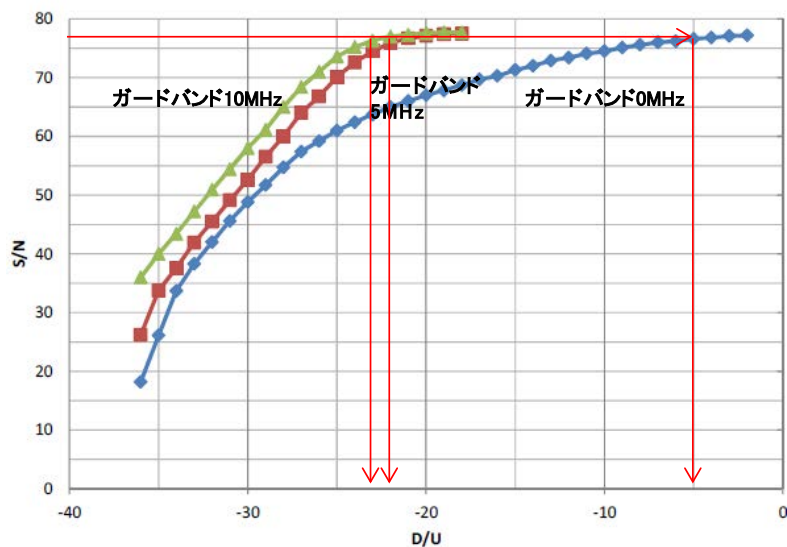


図 参5. 2. 3. 2-3 音声 FPU における S/N と D/U の関係

以上の図から読み取った最小 D/U 値に基づき、次式により許容干渉レベル（帯域外干渉）の導出を行なう。

$$\text{実験により得られた許容干渉レベル（帯域外干渉）} \\ = \text{標準受信電力} - \text{音声品質を満たす D/U 値（※各図の読み取り値）}$$

上式の計算により得られる許容干渉レベル、机上計算の共用検討で用いた許容干渉レベル（帯域外干渉）及びそれらの差分を表 参5. 2. 3. 2-1 に示す。

表 参5. 2. 3. 2-1 実験と机上検討における許容干渉レベル(帯域外干渉)の比較

放送事業用無線局の種別		ガードバンド幅(MHz)	最小D/U(dB)	実験により得られた許容干渉レベル①	机上検討で使用した許容干渉レベル②	差分①—②
音声 STL	装置 A	0	-7	-38 dBm	-71 dBm*	+33 dB
		5	-32	-13 dBm	-40 dBm	+27 dB
		10	-32	-13 dBm	-40 dBm	+27 dB
	装置 B	0	-2	-48 dBm	-71 dBm*	+23 dB
		5	-11	-39 dBm	-40 dBm	+1 dB
		10	-16	-34 dBm	-40 dBm	+6 dB
音声 FPU		0	-5	-45 dBm	-71 dBm*	+26 dB
		5	-22	-28 dBm	-40 dBm	+12 dB
		10	-23	-27 dBm	-40 dBm	+13 dB

※ガードバンド0 MHzの値が無い場合、ガードバンドが0.3~0.5 MHzの値を引用

本実験結果から導出される許容干渉レベルの差分に基づき、装置実力値の一例として、机上計算の共用検討の考察(隣接チャネル干渉の帯域外干渉)に用いた。

参 5. 3 放送事業用無線局への不要発射強度の実験的評価

放送事業用無線局の不要発射強度について、装置毎に実測した特性を、図 参 5. 3-1、図 参 5. 3-2、図 参 5. 3-3 及び図 参 5. 3-4 にそれぞれ示す。また、測定結果に基づき、装置実力値の一例として、机上計算の共用検討の考察に用いる、不要発射強度の特性を併せて各図に示す。

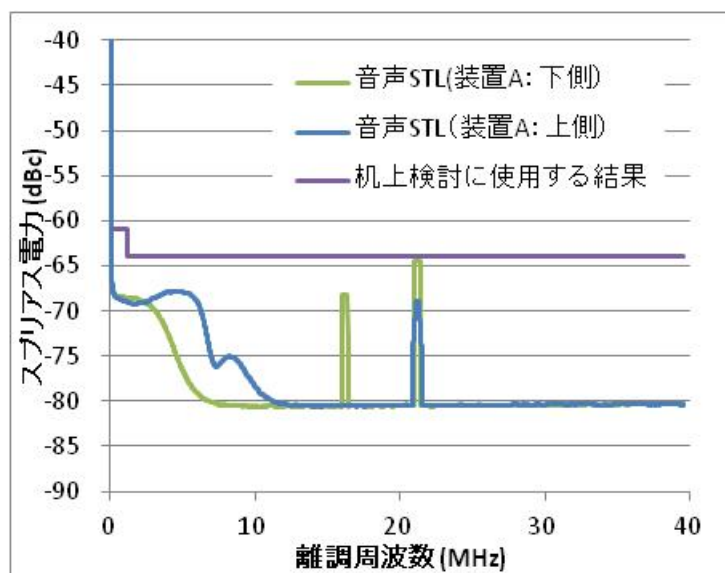


図 参 5. 3-1 音声 STL (装置 A) の不要発射強度特性

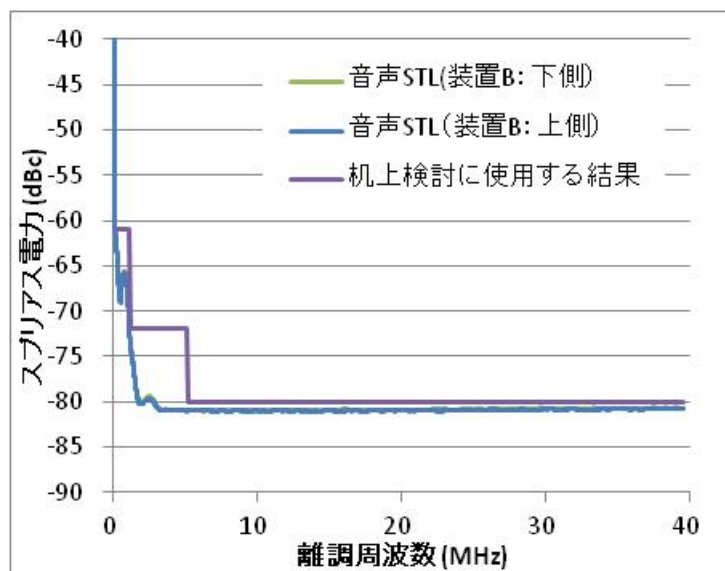


図 参 5. 3-2 音声 STL (装置 B) の不要発射強度特性

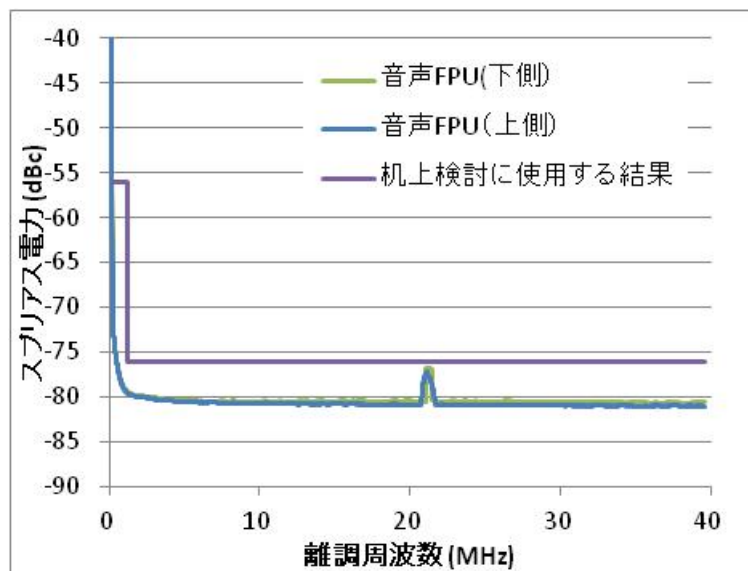


図 参5. 3-3 音声 FPU の不要発射強度特性

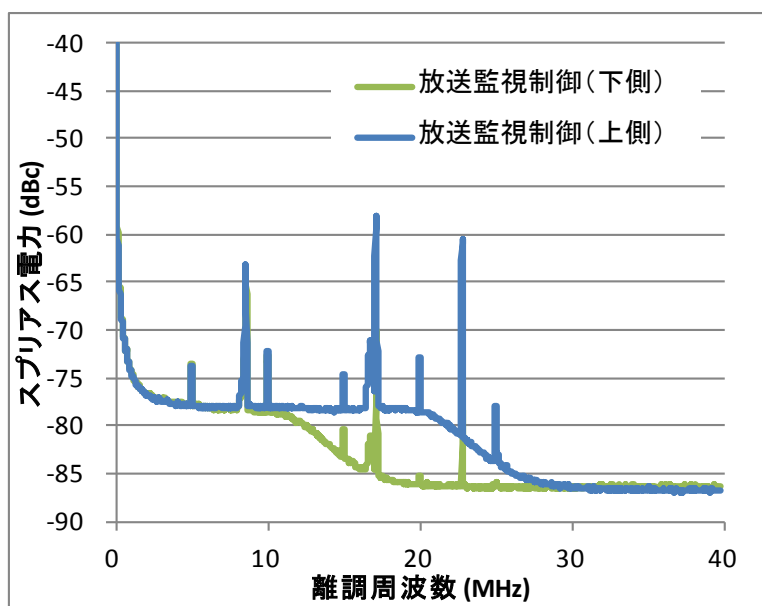


図 参5. 3-4 放送監視制御の不要発射強度特性

以上の測定結果から得られる不要発射強度、机上計算の共用検討で用いていた不要発射強度及びそれらの差分を表 参5. 3-1 に示す。

表 参5. 3-1 実験と机上検討で使用した不要発射強度の比較

放送事業用無線局の種別		ガードバンド幅(MHz)	実験により得られた不要発射強度①	机上検討で使用した不要発射強度②	差分①-②
音声 STL	装置 A	0	-61 dBc	-50 dBc	-11 dB
		5	-64 dBc	-50 dBc	-14 dB
		10	-64 dBc	-50 dBc	-14 dB
	装置 B	0	-61 dBc	-50 dBc	-11 dB
		5	-80 dBc	-50 dBc	-30 dB
		10	-80 dBc	-50 dBc	-30 dB
音声 FPU		0	-56 dBc	-50 dBc	-6 dB
		5	-76 dBc	-50 dBc	-26 dB
		10	-76 dBc	-50 dBc	-26 dB

本実験結果から導出される不要発射強度の差分に基づき、装置実力値の一例として、机上計算の共用検討の考察に用いた。

参考資料 6 3. 5GHz 帯の基地局パワーアンプ、送信フィルタの実デバイス特性

参 6.1 基地局パワーアンプ

参 6.1.1 基地局パワーアンプの概要

参 6.1.1.1 実験概要と評価目的

3.4-3. 6GHz 帯を使用する第 4 世代携帯電話 (IMT-Advanced) システムの基地局の実現性を評価するため、基地局パワーアンプ(本章では以下、基地局 PA)を試作した。表参 6.1.1.1-1 に基地局 PA の設計目標値、表参 6.1.1.1-2 に基地局 PA の評価項目と評価目的を示す。

表参 6.1.1.1-1 基地局 PA の設計目標値

項目	設計目標値
周波数	3510MHz~3590MHz
最大出力電力	52dBm(160W) (33dBm/MHz) (MIMO(基地局アンテナ数 2)を想定し、アンテナ数 x 出力電力 = 36dBm/MHz ¹ を目標とした)

表参 6.1.1.1-2 評価項目と評価目的

評価項目	評価目的
入出力特性	最大出力電力の確認
隣接チャネル漏洩電力比(ACLR)	隣接帯域への干渉量の確認
エラーベクターマグニチュード(EVM)	変調精度の確認
スプリアス	スプリアスレベルの確認
キャリア間電力偏差	キャリア間電力偏差の確認

参 6.1.1.2 基地局パワーアンプ構成

本実験に向けて、基地局 PA を 2 台 (基地局 PA1、基地局 PA2) 試作した。表参 6.1.1.2-1 に試作した基地局 PA の諸元、図参 6.1.1.2-1 に装置外観をそれぞれ示す。

¹ 「携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告」(平成 17 年 5 月 30 日)

表参 6.1.1.2-1 基地局 PA の諸元

大きさ(高さ x 幅 x 奥行き)	858 x 570 x 550 mm
重量	91kg
最大消費電力	1.4 kW
電源	単相交流 100V
周波数	3510 - 3590 MHz
最大入力電力	-10 dBm

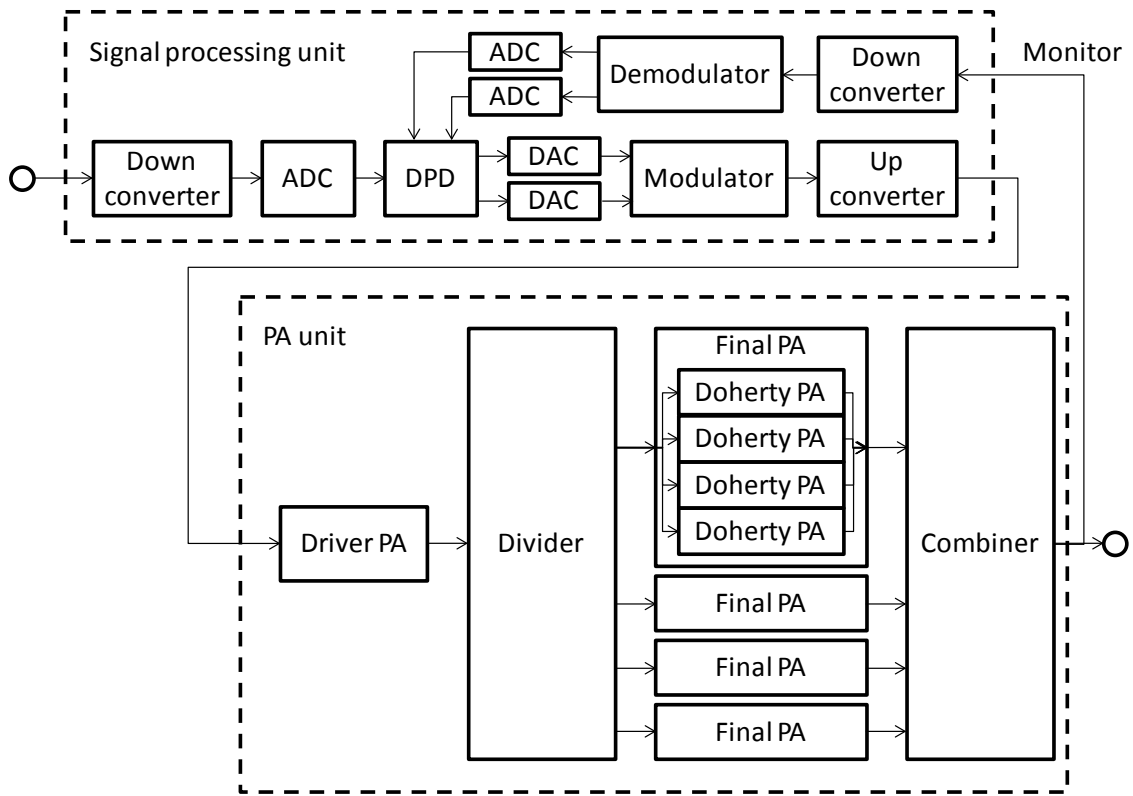


図参 6.1.1.2-1 基地局 PA の外観図(正面、斜め正面、側面)

図参 6.1.1.2-2 に基地局 PA の構成を示す。基地局 PA は、Signal processing unit、PA unit で構成される。

Signal processing unit は、Down converter、ADC、DPD、DAC、Modulator、Up converter、Demodulator で構成される。DPD は、非線形ひずみ成分を補償する成分を生成する。非線形ひずみ成分の補償には PA unit の出力を観測する必要があるため、PA unit 出力の一部を Down converter に入力し、Demodulator で復調した後、ADC でアナログデジタル変換した信号を DPD に入力する。

PA unit は、Driver PA、Divider、Final PA、Combiner で構成される。所定の基地局 PA 出力電力を得るために、PA unit は 1 つの Final PA において Doherty PA を 4 合成しさらに Final PA の出力を 4 合成する構成とした。



図参 6. 1. 1. 2-2 基地局 PA の構成図

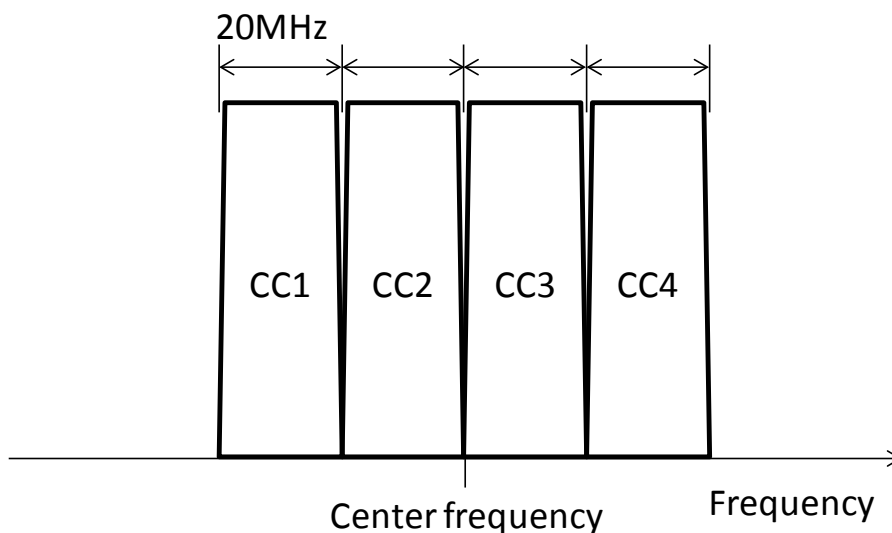
参 6.1.2 基地局パワーアンプの実験評価

参 6.1.2.1 実験条件

以下に基地局 PA の実験評価に用いた実験系と実験手順を示す。実験評価では表参 6.1.2.1-1 に示す試験信号を基地局 PA に入力した。試験信号は図参 6.1.2.1-1 に示すように 20MHz 帯域幅の LTE 信号 (E-TM3.1¹⁾) を周波数軸上に 4 つ連続配置した構成である。本章では以下、1 つの LTE 信号をコンポーネントキャリア (CC) と呼び、周波数が低いほうから順に CC1、CC2、CC3、CC4 とする。

表参 6.1.2.1-1 試験信号の諸元

中心周波数	3550 MHz
帯域幅	80 MHz (LTE 20 MHz (E-TM3.1) x 4 CC)
信号連続性	連続波

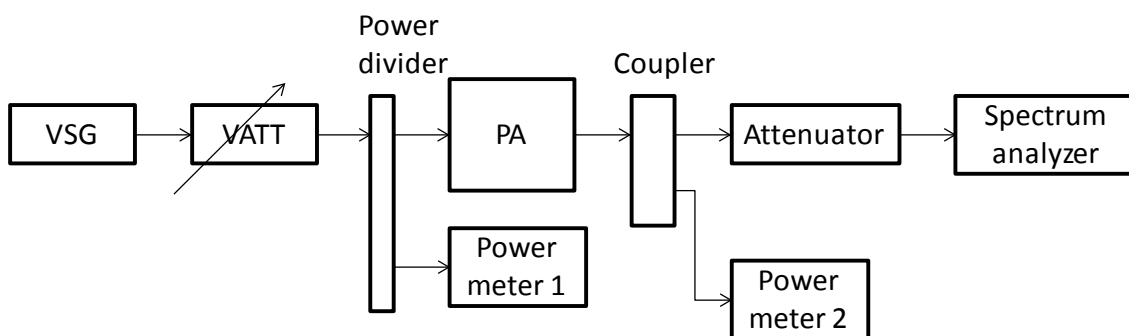


図参 6.1.2.1-1 試験信号の周波数配置

¹ 3GPP TS36.141

参 6.1.2.1.1 実験系

図参 6.1.2.1.1-1 に示す実験系を用いて基地局 PA の入出力特性、利得、ACLR、EVM、スプリアス、キャリア間電力偏差をそれぞれ測定した。



図参 6.1.2.1.1-1 入出力特性、利得、ACLR、EVM、スプリアス、キャリア間電力偏差の測定実験系

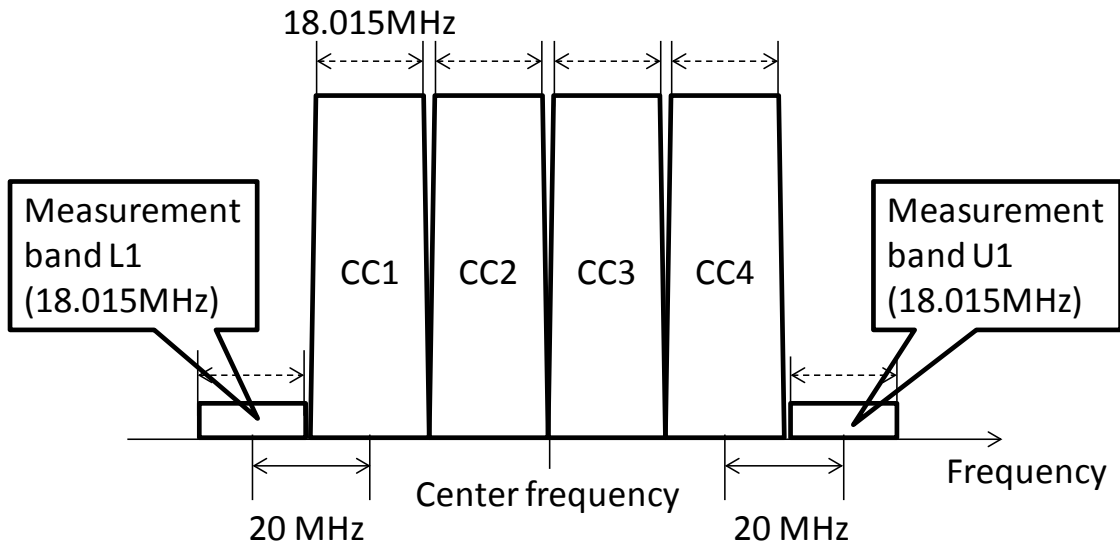
参 6.1.2.1.2 実験方法

参 6.1.2.1.2.1 入出力特性、利得、ACLR、EVM、キャリア間電力偏差の測定

- 1) VATT (Variable attenuator) の減衰量を初期設定値とする。
- 2) VSG (Vector signal generator) より試験信号を出力する。
- 3) Power meter 1 にて PA (基地局 PA) の平均入力電力を測定する。
- 4) Power meter 2 にて PA の平均出力電力を測定する。
- 5) Spectrum analyzer にて ACLR、EVM、各 CC の電力をそれぞれ測定する。
- 6) VATT (Variable attenuator) の減衰量を小さくする。
- 7) 出力電力が設計目標値となるまで 2) から 7) を繰り返す。

図参 6.1.2.1.2.1-1 に ACLR の定義¹を示す。下側 ACLR は CC1 の中心周波数から 20MHz 下側の Measurement band L1 内電力と CC 1 内電力の比とし、上側 ACLR は CC4 の中心周波数から 20MHz 上側の Measurement band U1 内電力と CC 4 内電力の比とした。

¹ 3GPP TS36.141



図参 6.1.2.1.2.1-1 ACLR の定義

参 6.1.2.1.2.2 スプリアスの測定

- 1) PA の平均出力電力が最大出力となるように VATT を調整する。
- 2) Spectrum analyzer にて表参 6.1.2.1.2.2-1 に示した周波数帯域範囲のピークパワーを測定する。

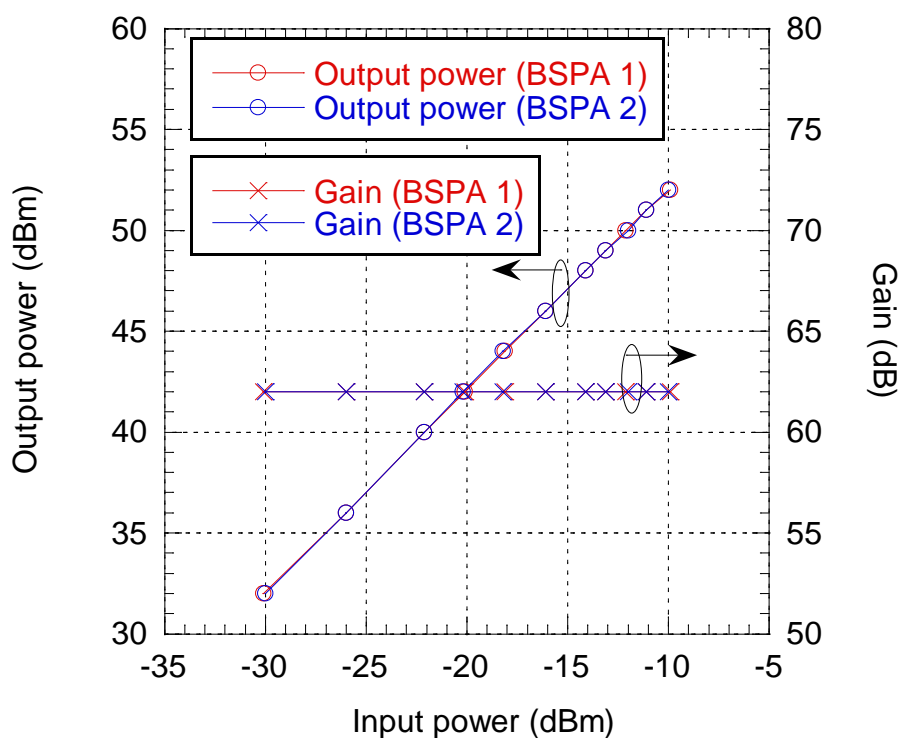
表参 1.2.1.2.2-1 周波数範囲

周波数範囲
9kHz - 150kHz
150kHz - 30MHz
30MHz - 1GHz
1GHz - 12.75GHz
試験信号帯域 ± 10 MHz (3500MHz から 3600MHz)を除く
12.75GHz - 18GHz

参 6.1.2.2 実験結果

参 6.1.2.2.1 入出力特性と利得

図参 6.1.2.2.1-1 に試験信号入力時の入出力特性と利得を示す。縦軸は基地局 PA (BSPA) の出力電力と利得、横軸は基地局 PA の入力電力である。試作した BSPA、出力電力 52.0dBm とし 48 時間連続で試験信号を出力した後(以下、本章では 48 時間連続運転後)に入出力特性と利得を測定した。実験結果より、最大出力電力は BSPA 1、BSPA 2 とともに 52.0dBm であり、このときの入力電力はそれぞれ-9.9dBm、-10.0dBm、利得はそれぞれ 61.9dB、62.0dB である。

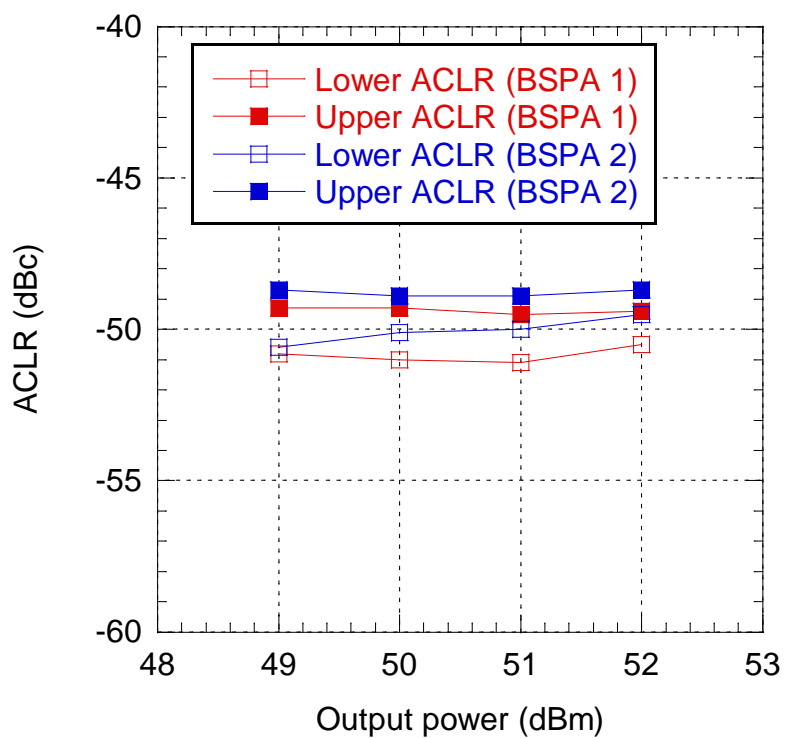


図参 6.1.2.2.1-1 入出力特性と利得

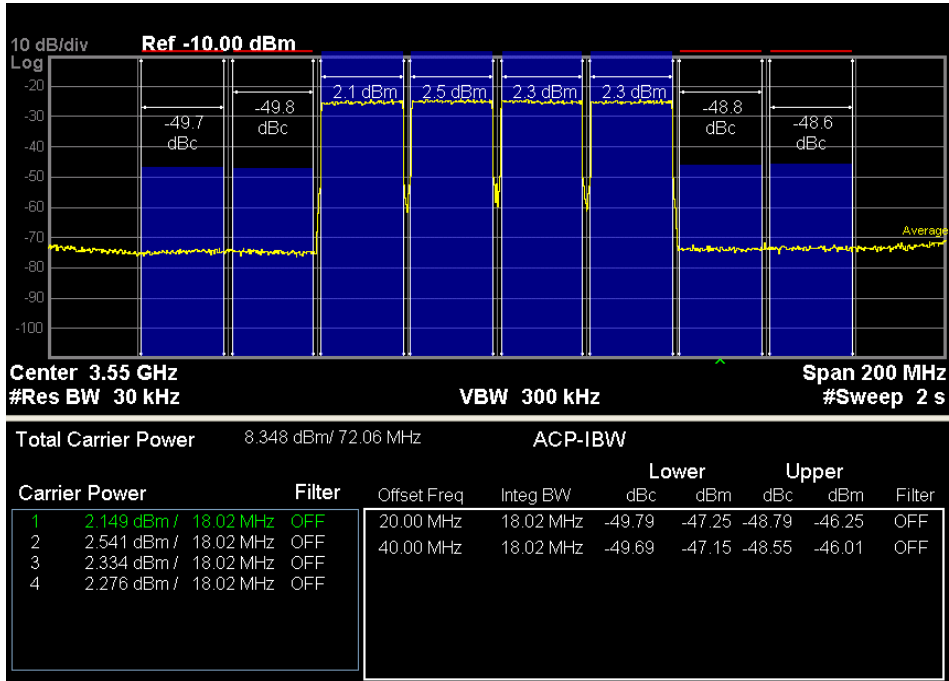
参 6.1.2.2.2 ACLR

図参 6.1.2.2.2-1 に 48 時間連続運転後に測定した ACLR を示す。縦軸は ACLR、横軸は BSPA の出力電力である。出力電力を 49.0dBm よりも小さくした場合、スペクトラムアナライザの測定限界のため CC1、CC4 内の電力が下がる分だけ ACLR が劣化する。そのため、49.0dBm 以上の結果のみ示す。実験結果より、出力電力 52.0dBm において、BSPA1 の上側 ACLR は -49.4dBc、下側 ACLR は -50.5dBc であり、BSPA2 の上側 ACLR は -48.7dBc、下側 ACLR は -49.5dBc

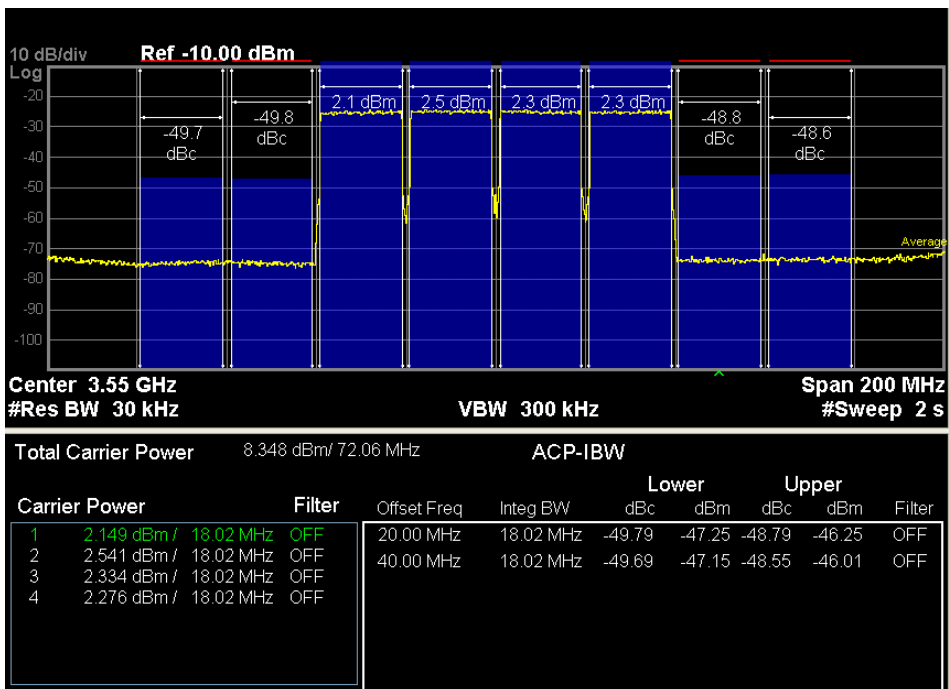
である。参考に、図参 6.1.2.2.2-2 と図参 6.1.2.2.2-3 に 48 時間連続運転後に測定した BSPA 出力信号のスペクトルを示す。



図参 6.1.2.2.2-1 ACLR



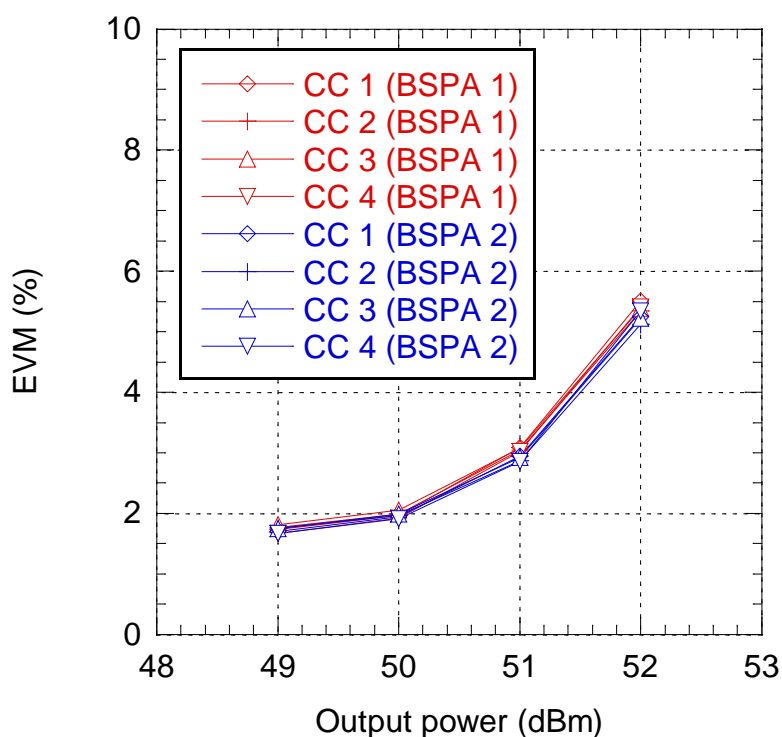
図参 6. 1. 2. 2. 2-2 BSPA1 のスペクトル



図参 6. 1. 2. 2. 2-3 BSPA2 のスペクトル

参 6.1.2.2.3 EVM

図参 6.1.2.2.3-1 に各 CC の 48 時間連続運転後に測定した EVM を示す。縦軸は EVM、横軸は BSPA の出力電力である。実験結果より、出力電力 52.0dBm において、BSPA1 の EVM は CC1 から順に 5.5%、5.3%、5.4%、5.4%、BSPA2 の EVM は 5.2%、5.1%、5.2%、5.3% である。



図参 6.1.2.2.3-1 EVM

参 6.1.2.2.4 スプリアス

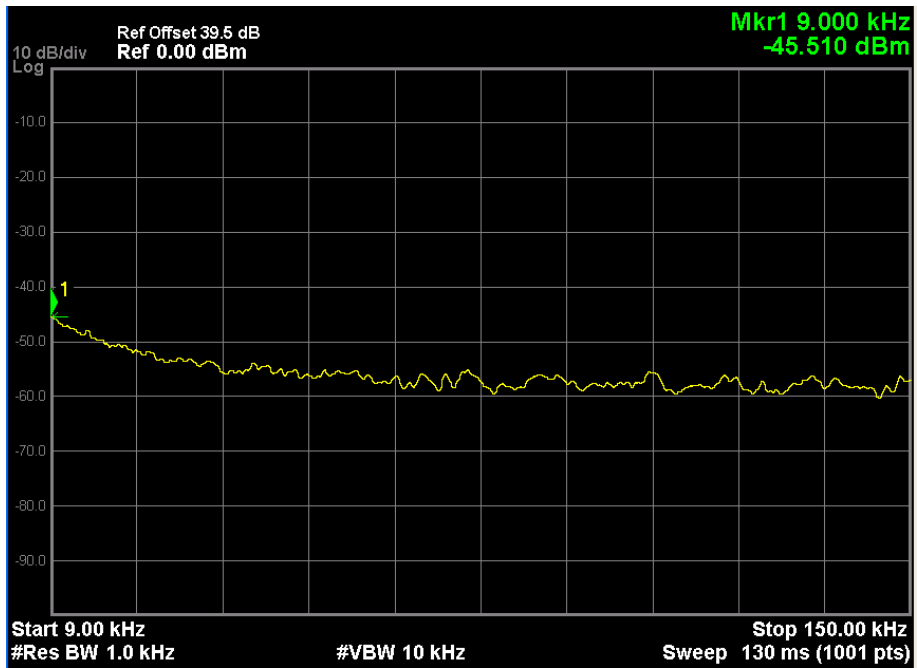
表参 6.1.2.2.4-1 と表参 6.1.2.2.4-2 に出力電力 52.0dBm とした場合のスプリアスを測定した結果を示す。図参 6.1.2.2.4-1 から図参 6.1.2.2.4-12 に BSPA 出力信号のスペクトルを示す。実験結果より、測定した全ての周波数範囲において最も電力が高いスプリアスは、BSPA1 では 3682.35MHz にて -2.4dBm であり、BSPA2 では 3673.20MHz にて -1.8dBm である。

表参 6.1.2.2.4-1 BSPA1 におけるスプリアスの測定結果

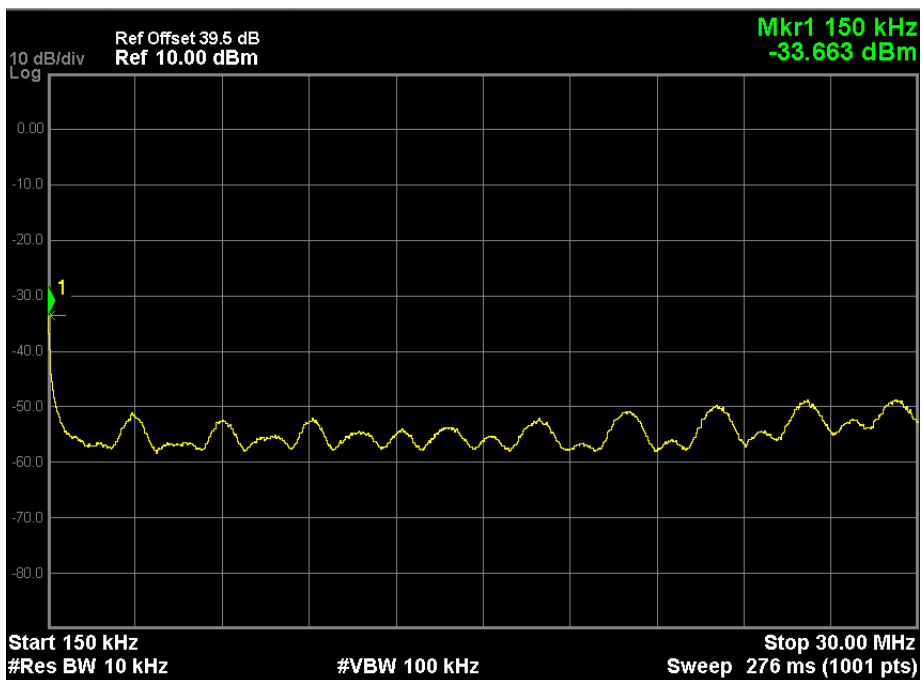
周波数範囲	ピークパワー (dBm)	周波数 (MHz)
9kHz - 150kHz	-45.5	0.009
150kHz - 30MHz	-33.6	0.15
30MHz - 1GHz	-29.0	62.98
1GHz - 12.75GHz 試験信号帯域 +/-10MHz (3500MHz から 3600MHz) を除く	-2.4	3682.35
12.75GHz - 18GHz	-19.6	16761.0

表参 6.1.2.2.4-2 BSPA2 におけるスプリアスの測定結果

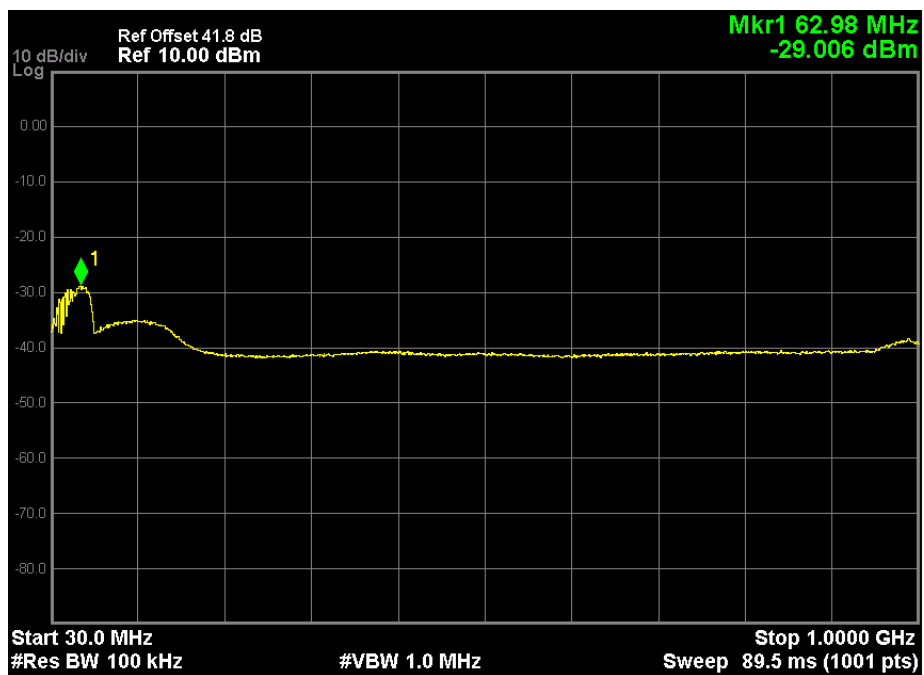
周波数範囲	ピークパワー (dBm)	周波数 (MHz)
9kHz - 150kHz	-45.5	0.009
150kHz - 30MHz	-33.3	0.15
30MHz - 1GHz	-29.2	62.01
1GHz - 12.75GHz 試験信号帯域 +/-10MHz (3500MHz から 3600MHz) を除く	-1.8	3673.20
12.75GHz - 18GHz	-19.6	16740.0



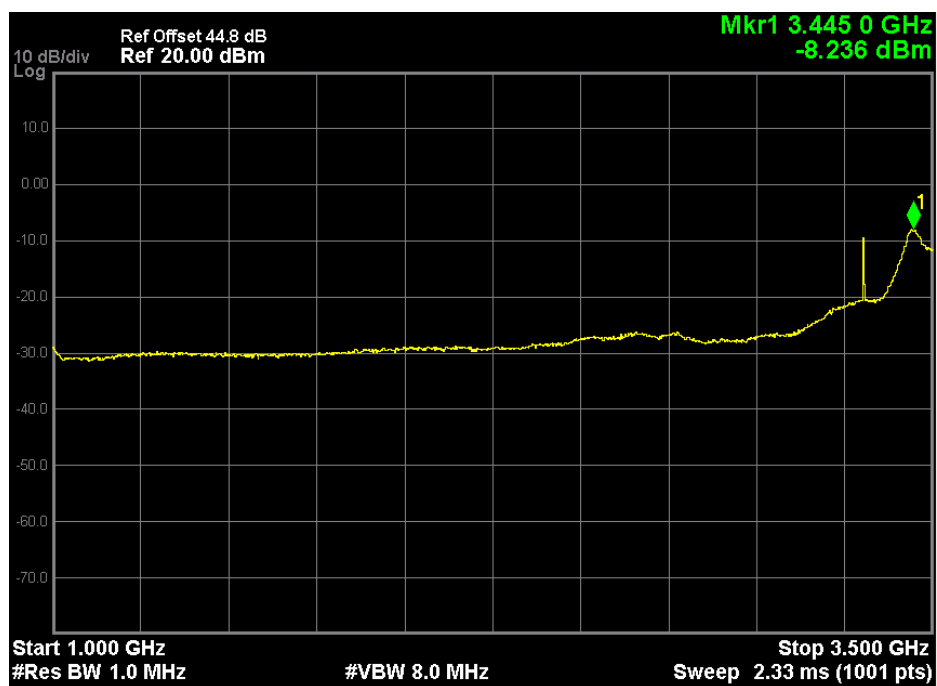
図参 6. 1. 2. 2. 4-1 BSPA1 のスペクトル
(周波数範囲 9kHz - 150kHz)



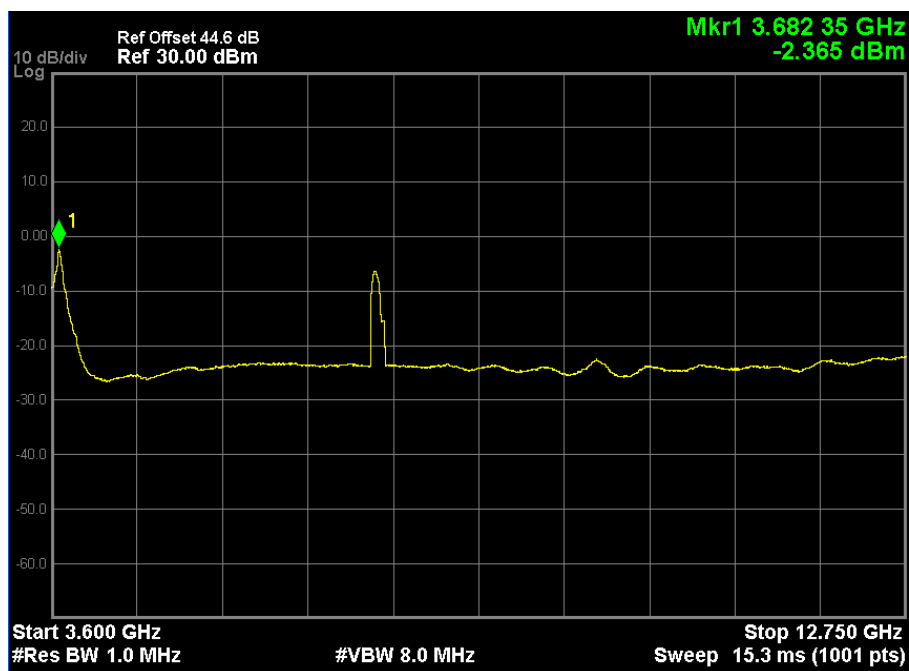
図参 6. 1. 2. 2. 4-2 BSPA1 のスペクトル
(周波数範囲 150kHz - 30MHz)



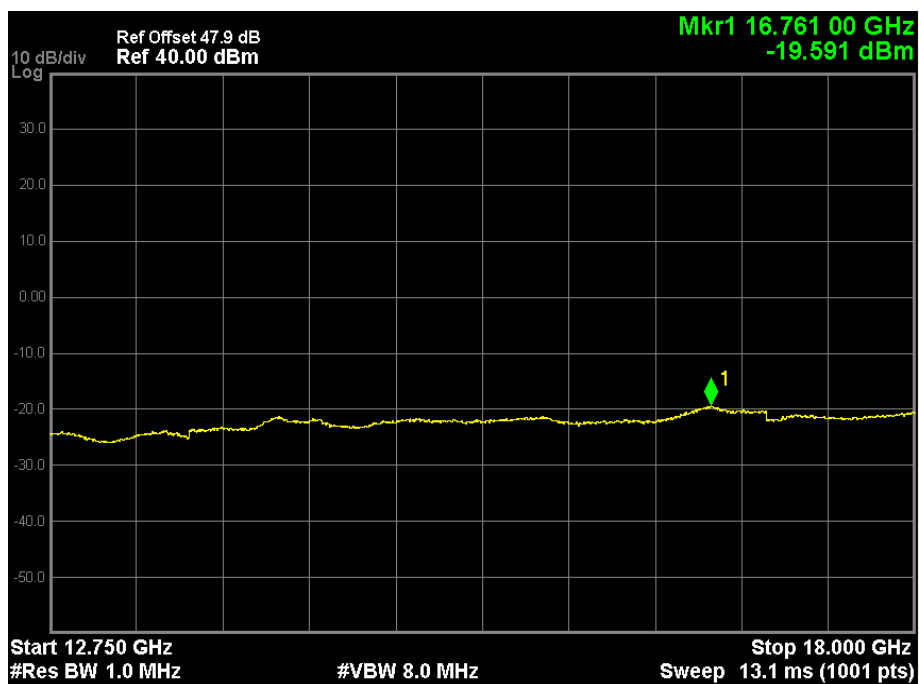
図参 6. 1. 2. 2. 4-3 BSPA1 のスペクトル
 (周波数範囲 30MHz - 1GHz)



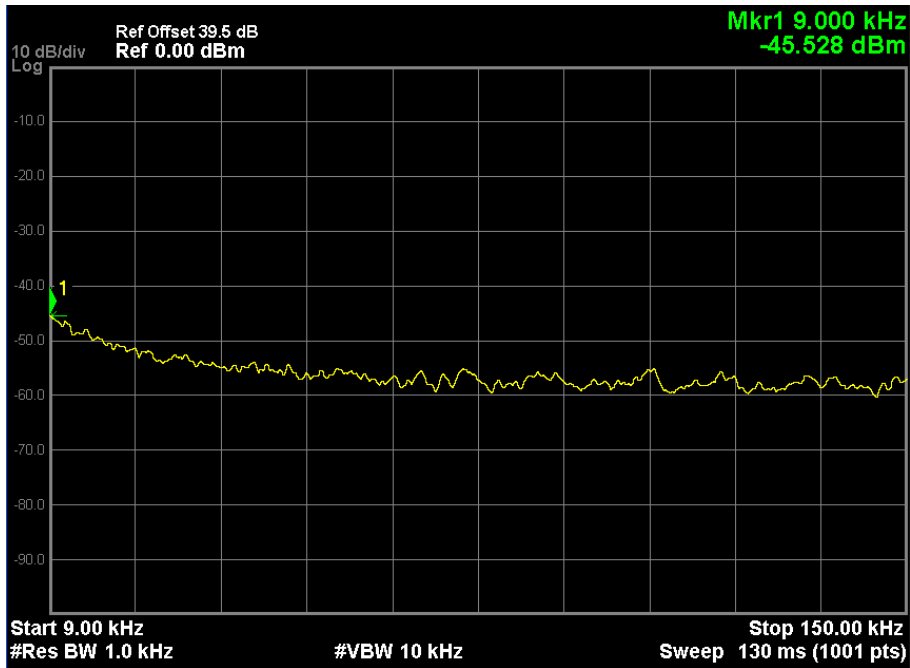
図参 6. 1. 2. 2. 4-4 BSPA1 のスペクトル
 (周波数範囲 1GHz - 3.5GHz)



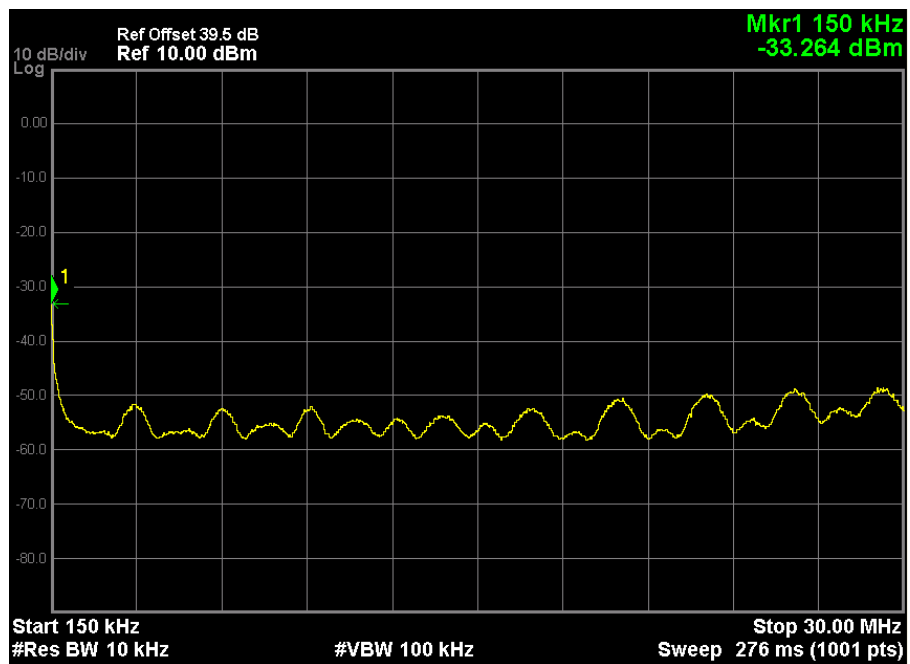
図参 6. 1. 2. 2. 4-5 BSPA1 のスペクトル
(周波数範囲 3. 6GHz - 12. 75GHz)



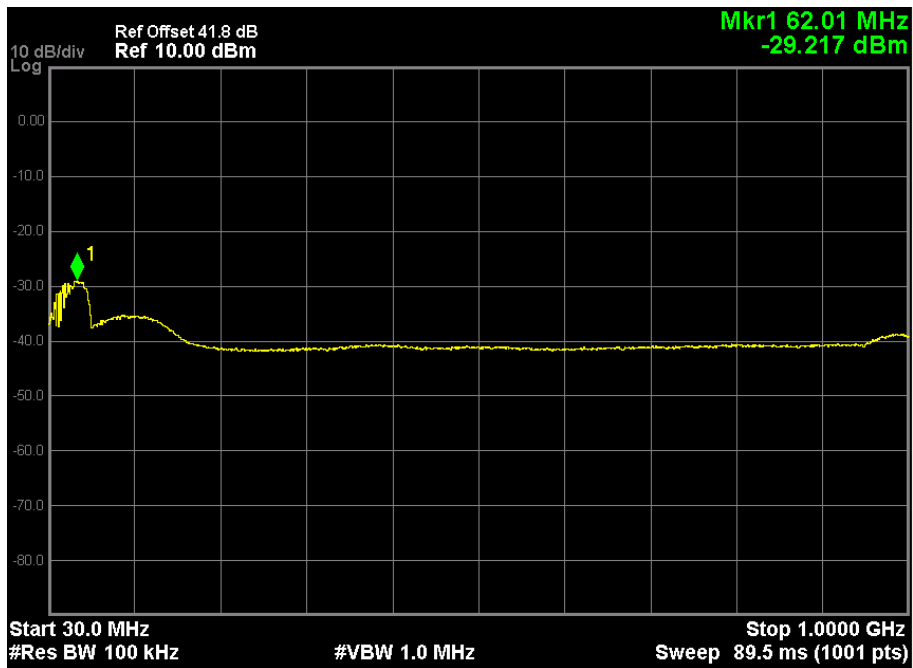
図参 6. 1. 2. 2. 4-6 BSPA1 のスペクトル
(周波数範囲 12. 75GHz - 18. 0GHz)



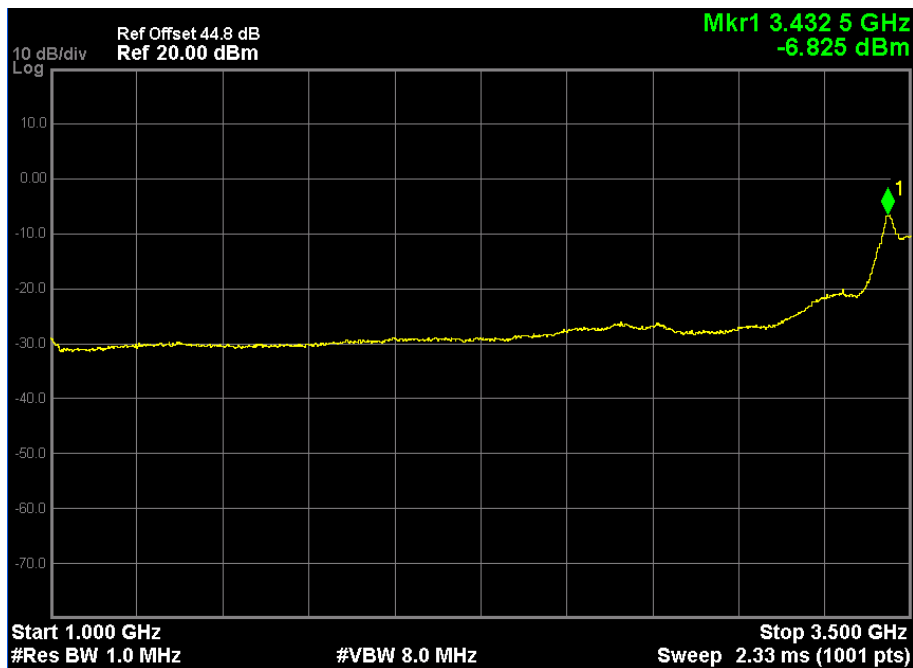
図参 6. 1. 2. 2. 4-7 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 9kHz - 150kHz)



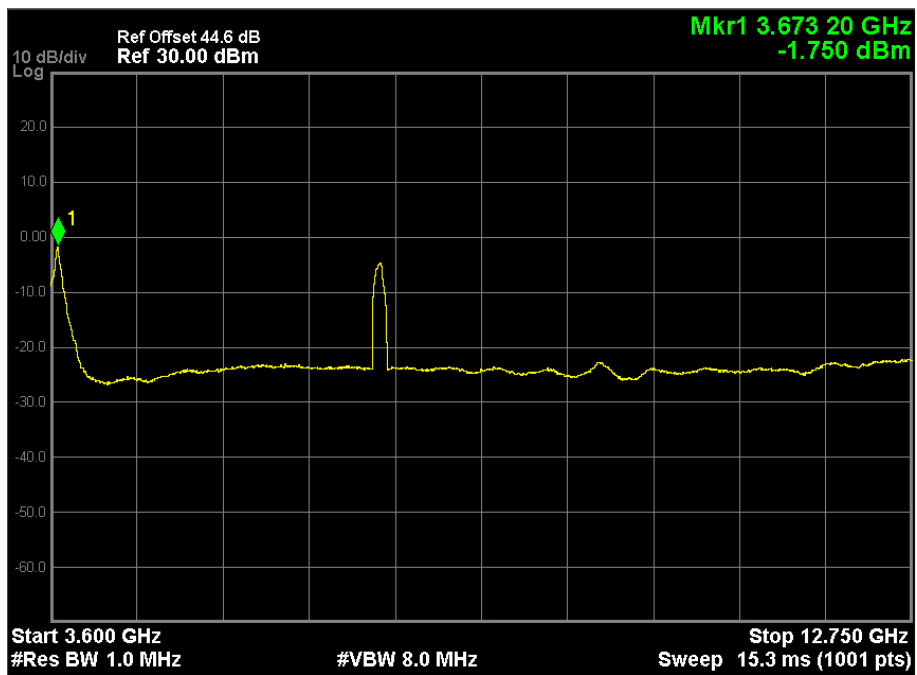
図参 6. 1. 2. 2. 4-8 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 150kHz - 30MHz)



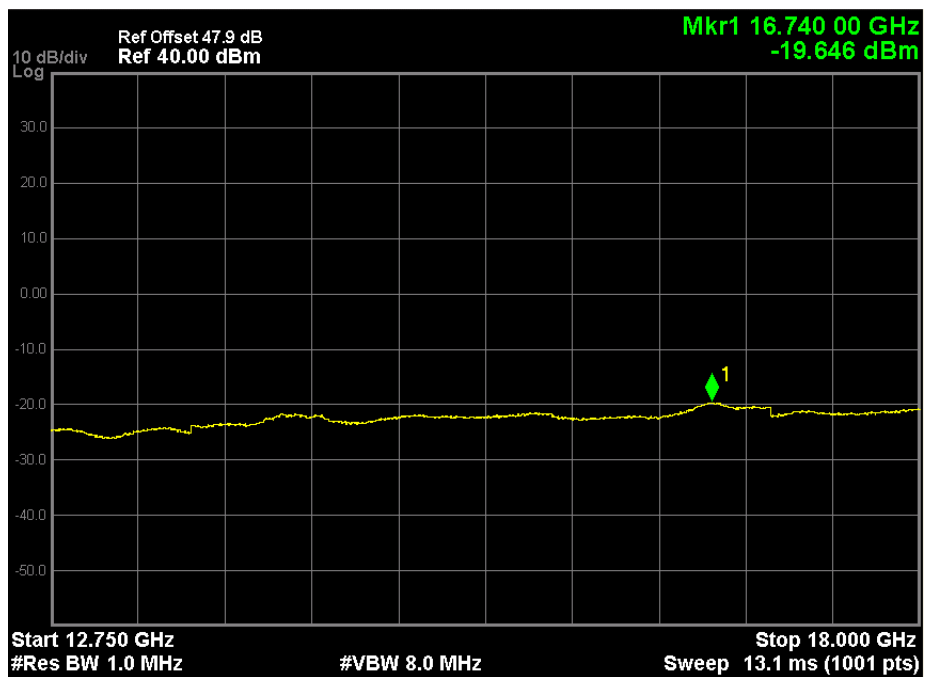
図参 6. 1. 2. 2. 4-9 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 30MHz - 1GHz)



図参 6. 1. 2. 2. 4-10 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 1GHz - 3.5GHz)



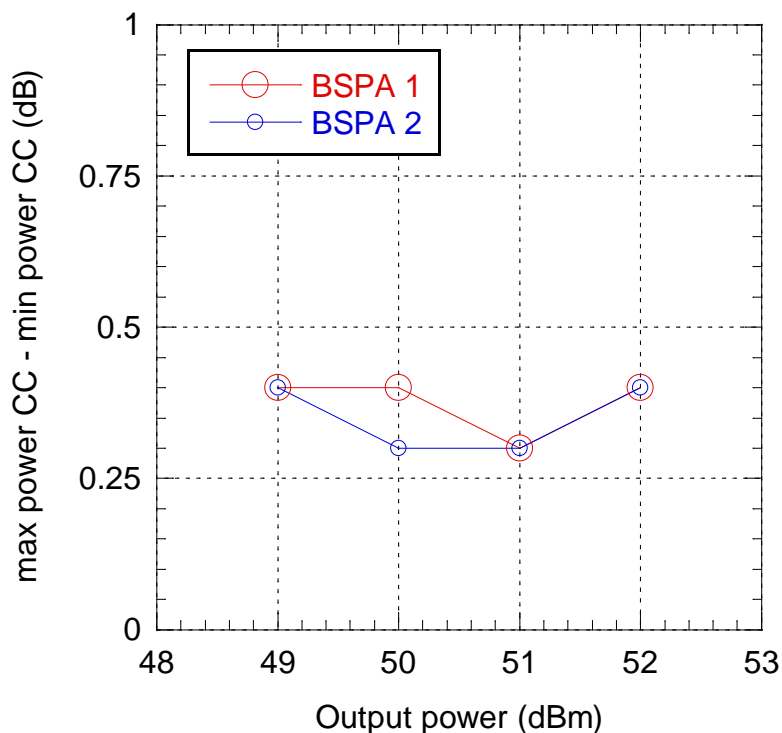
図参 6. 1. 2. 2. 4-11 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 3GHz - 12.75GHz)



図参 6. 1. 2. 2. 4-12 BSPA2 のスペクトル
(周波数範囲 12.75GHz - 18.0GHz)

参 6.1.2.2.5 キャリア間電力偏差

図参 6.1.2.2.5-1 に 48 時間連続運転後に測定したキャリア間電力偏差を示す。縦軸は CC1 から CC4 のうち最も電力が高いものと最も電力が小さいものとの差である。横軸は BSPA の出力電力である。実験結果より、出力電力 52.0dBm において、キャリア間電力偏差は、BSPA1 では 0.4dB、BSPA2 では 0.4dB である。



図参 6.1.2.2.5-1 キャリア間電力偏差

参 6.1.3 基地局アンプまとめ

実験結果より、試作した基地局 PA は設計目標値を満たすことを確認した。測定は基地局 PA を 48 時間連続で運転した後に行った。出力電力 52.0dBm において、BSPA1 の上側 ACLR は-49.5dBc、下側 ACLR は-50.7dBc、EVM は CC1 から順に 5.5%、5.3%、5.4%、5.1%、スプリアスのレベルは最大-2.1dBm、キャリア間電力偏差は 0.4dB である。BSPA2 の上側 ACLR は-49.1dBc、下側 ACLR は-49.8dBc、EVM は CC1 から順に 5.1%、4.9%、5.1%、5.2%、スプリアスのレベルは最大-1.7dBm、キャリア間電力偏差は 0.4dB である。検討条件下において試作した基地局 PA は安定的に動作するといえる。

参 6.2 基地局送信フィルタ

参 6.2.1 基地局送信フィルタの概要

参 6.2.1.1 実験概要と評価目的

3.4-3.6GHz 帯を使用する第4世代携帯電話（IMT-Advanced）システムの基地局の実現性を評価するため、基地局送信フィルタ（以下、基地局送信FIL）を試作した。表参 6.2.1.1-1 に基地局送信FIL の設計目標値、表参 6.2.1.1-2 に基地局送信FIL の評価項目と評価目的を示す。なお、基地局送信フィルタの設計目標値は、机上計算で用いた基地局フィルタの特性を満たすように設定した。

表参 6.2.1.1-1 基地局送信FIL の設計目標値

項目	設計目標値	
通過帯域	3510 ~ 3590 MHz	
最大入力電力	160 W	
通過帯域損失	1.5dB 以下	
帯域外減衰特性	通過帯域端から 10 MHz 離れた周波数 (3500、3600 MHz) において	52dB 以上
	通過帯域端から 15 MHz 離れた周波数 (3495、3605 MHz) において	64dB 以上
	通過帯域端から 20 MHz 離れた周波数 (3490、3610 MHz) において	75dB 以上
	通過帯域端から 30 MHz 離れた周波数 (3480、3620 MHz) において	88dB 以上
	通過帯域端から 50 MHz 離れた周波数 (3460、3640 MHz) において	107dB 以上

表参 6.2.1.1-2 評価項目と評価目的

評価項目	評価目的
周波数特性	小信号領域及び大信号領域 [※] における、通過帯域、通過帯域損失、及び帯域外減衰特性の確認
入出力特性	最大入力電力の確認

※ 本章ではネットワークアナライザ(Network analyzer)で扱う信号の電力領域を小信号領域と表し、実際に基地局送信FIL が扱う信号の電力(160W)領域を大信号領域と表す。

参 6.2.1.2 基地局送信フィルタ構成

本実験に向けて、基地局送信 FIL を 2 台 (SN1、SN2) 試作した。表参 6.2.1.2-1、図参 6.2.1.2-1 に、試作した基地局送信 FIL の機械的諸元、装置外観をそれぞれ示す。

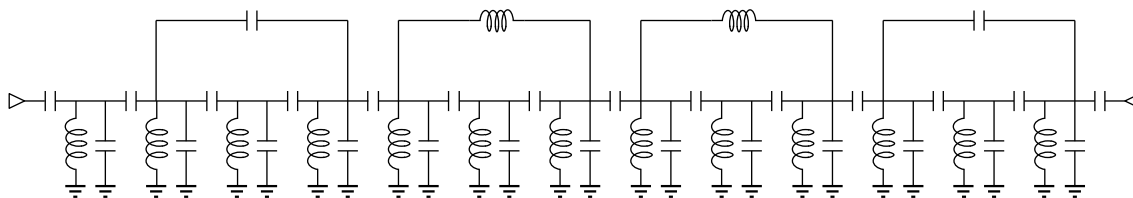
図参 6.2.1.2-2 に基地局送信 FIL 等価回路を示す。13 段チェビシェフ特性の設計に加え、第 2-4 共振器間、第 5-7 共振器間、第 8-10 共振器間、第 11-13 共振器間に飛び越し結合を設けることで、通過帯域上下端に各 2 個、計 4 個の減衰極を発生させている。減衰極を設けることで、少ない段数で低損失を維持しつつ通過帯域端減衰特性の急峻化を図っている。

表参 6.2.1.2-1 基地局送信 FIL の機械的諸元

項目	試作結果
大きさ(高さ x 幅 x 奥行き)	88.2 x 482.8 x 142.3 mm
重量	3.6kg



図参 6.2.1.2-1 基地局送信 FIL の外観図(正面、斜め正面、側面)



図参 6.2.1.2-2 等価回路

参 6.2.2 基地局送信フィルタの実験評価

参 6.2.2.1 実験条件

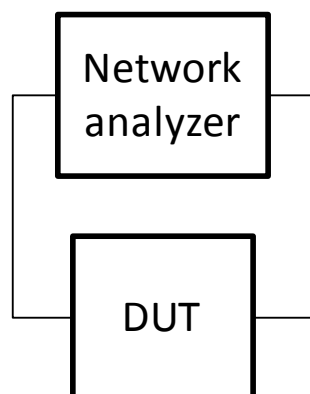
以下に基地局送信 FIL の実験評価に用いた実験系と実験手順を示す。

参 6.2.2.1.1 実験系

以下に示す実験系を用いて基地局送信 FIL の周波数特性及び入出力特性を測定した。実験の都合上、小信号領域における周波数特性の測定と大信号領域における周波数特性の測定に分けて実験を行った。

参 6.2.2.1.1.1 小信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

小信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性を測定する実験系を図参 6.2.2.1.1.1-1 に示す。

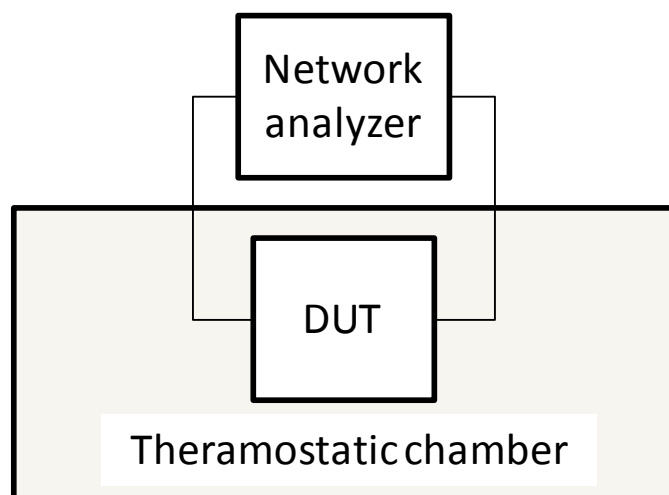


図参 6.2.2.1.1.1-1 小信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

参 6.2.2.1.1.2 大信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

参 6.2.2.1.1.2.1 恒温槽を用いた通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

基地局送信 FIL に入力された大信号電力は、基地局送信 FIL の帯域内挿入損失によってその一部が熱エネルギーに変わる。これによりフィルタの温度上昇を招く。フィルタの温度上昇を恒温槽内雰囲気温度で模擬して、基地局送信 FIL の通過帯域損失と帯域外減衰特性を評価した。実験系を図参 6.2.2.1.1.1-2 に示す。

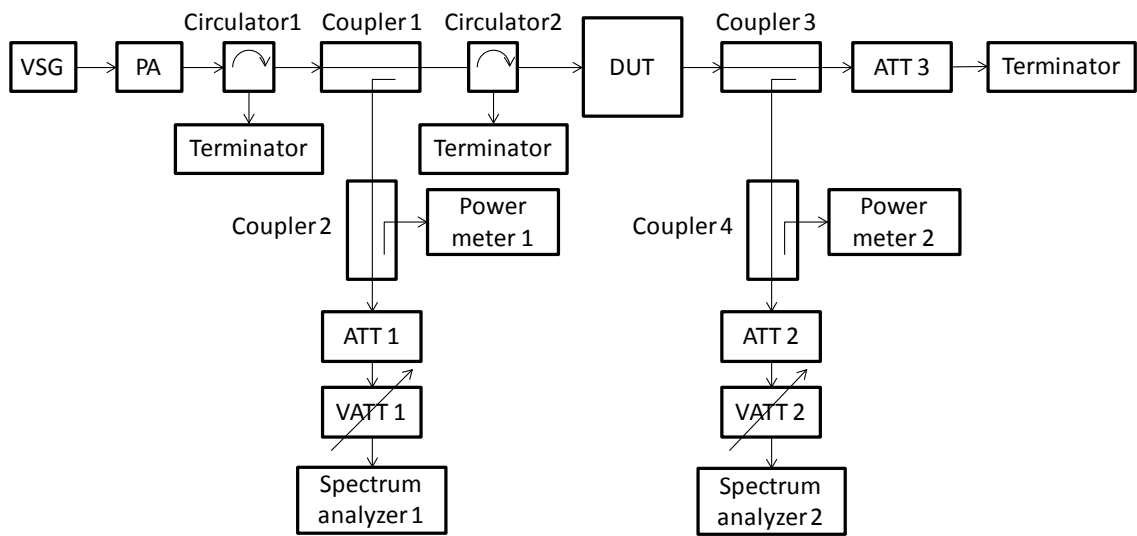


図参 6.2.2.1.1.2.1-2 恒温槽を用いた通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

参 6.2.2.1.1.2.2 大電力・広帯域試験信号入力時の通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定実験系

大電力・広帯域試験信号を入力した時の通過帯域損失の測定実験系を図参 6.2.2.1.1.2.2-1 に示す。試験信号 1 の諸元を表参 6.2.2.1.1.2.2-1 に示す。試験信号 1 は図参 6.2.2.1.1.2.2-2 に示すように 20MHz 帯域幅の LTE 信号 (E-TM3. 1¹⁾) を周波数軸上に 4 つ連続配置した構成である。本章では以下、1 つの LTE 信号をコンポーネントキャリア (CC) と呼び、周波数が低いほうから順に CC1、CC2、CC3、CC4 とする。試験信号 1 を通過帯域内に入力し、基地局送信 FIL 入力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 1) と出力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 2) でそれぞれ信号電力を測定することで通過帯域損失を算出する。

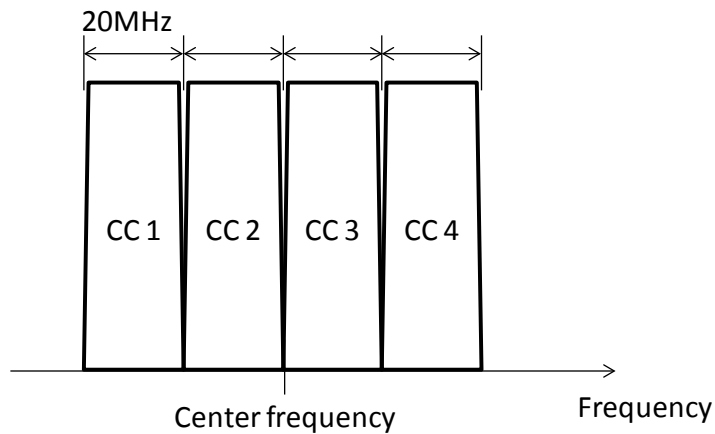
¹ 3GPP TS36.141



図参 6. 2. 2. 1. 1. 2. 2-1 大電力・広帯域信号入力時の通過帯域損失の測定実験系

表参 6. 2. 2. 1. 1. 2. 2-1 試験信号 1 の諸元

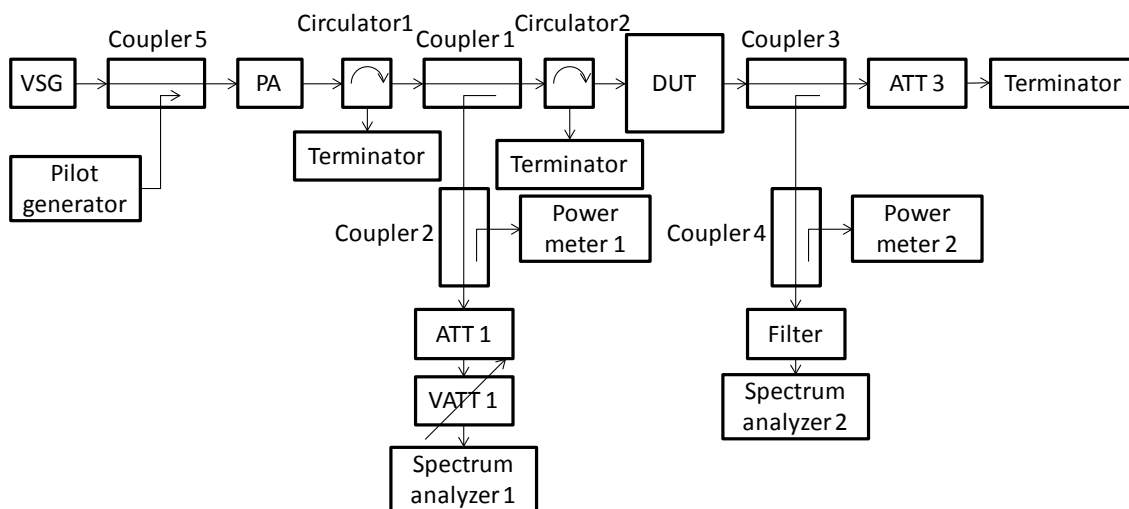
項目	条件
中心周波数	3550MHz (但し、通過帯域下端を測定する場合、3548.9MHz とする。 通過帯域上端を測定する場合、3551.1MHz とする。)
方式	LTE (20MHz x 4CC)
変調方式	64QAM (E-TM3.1)



図参 6. 2. 2. 1. 1. 2. 2-2 試験信号の周波数配置

大電力・広帯域試験信号を入力した時の帯域外減衰特性の測定する実験系を図参 6. 2. 2. 1. 1. 2. 2-3 に示す。基地局送信 FIL の通過帯域内に大電力・広帯域試験信号を、通過

帯域外にパイロット信号(CW1 波)を入力したときの、基地局送信 FIL 入出力端におけるパイロット信号電力の測定結果から帯域外減衰量を算出する。通過帯域低域側及び通過帯域高域側の帯域外減衰特性を測定する際、大電力・広帯域信号として、それぞれ表参 6.2.2.1.1.2.2-2 の試験信号 2 及び表参 6.2.2.1.1.2.2-3 の試験信号 3 を用いた。



図参 6.2.2.1.1.2.2-3 大電力・広帯域信号入力時の帯域外減衰特性の測定実験系

表参 6.2.2.1.1.2.2-2 試験信号 2 の諸元

項目	条件
中心周波数	3580MHz
方式	LTE (20MHz x 10C)
変調方式	64QAM (E-TM3.1)

表参 6.2.2.1.1.2.2-3 試験信号 3 の諸元

項目	条件
中心周波数	3520MHz
方式	LTE (20MHz x 10C)
変調方式	64QAM (E-TM3.1)

参 6.2.2.1.2. 実験方法

参 6.2.2.1.2.1 小信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定

小信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定方法を以下に示す。

- 1) 基地局送信 FIL (DUT) とネットワークアナライザ (Network analyzer) を接続する。

- 2) 基地局送信 FIL (DUT) の S パラメータ ($|S_{11}|$: 反射損失、 $|S_{21}|$: 挿入損失) を測定する。

参 6.2.2.1.2.2 大信号領域における通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定

参 6.2.2.1.2.2.1 恒温槽を用いた通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定

恒温槽を用いた通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定方法を以下に示す。

- 1) 基地局送信 FIL (DUT) を恒温槽内に設置する。
- 2) 基地局送信 FIL (DUT) とネットワークアナライザ (Network analyzer) を接続する。
- 3) 恒温槽内温度が常温、および想定される基地局送信 FIL (DUT) の最大上昇温度となるときに、基地局送信 FIL (DUT) の S パラメータ ($|S_{11}|$: 反射損失、 $|S_{21}|$: 挿入損失) を測定する。

参 6.2.2.1.2.2.2 大電力・広帯域信号入力時の通過帯域損失と帯域外減衰特性の測定

大電力・広帯域信号を用いた通過帯域損失の測定方法を以下に示す。

- 1) 入力側と出力側のスペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 1、2) のキャリブレーションを行う。
- 2) 基地局送信 FIL (DUT) の入力端において、通過帯域内電力の平均が 160W となるように試験信号 1 を調整する。但し、パワーメータ (Power meter 1) で測定する。
- 3) 入力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 1) と出力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 2) でそれぞれ電力を測定する。

大電力・広帯域信号を用いた帯域外減衰特性の測定方法を以下に示す。

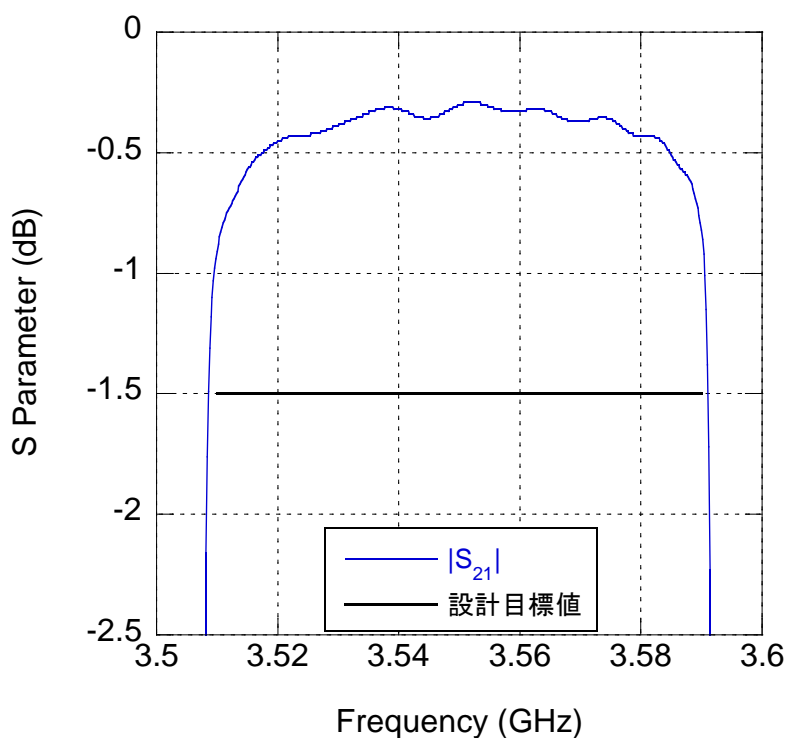
- 1) 入力側と出力側のスペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 1、2) のキャリブレーションを行う。
- 2) 基地局送信 FIL (DUT) の入力端において、通過帯域内電力の平均が 160W となるように試験信号 1 を調整する。但し、パワーメータ (Power meter 1) で測定する。
- 3) パイロット信号をパイロット信号発生器 (Pilot generator) から出力させる。試験信号 2 または試験信号 3 は信号発生器 (VSG) から出力させる。
- 4) パイロット信号の中心周波数を掃引し、パイロット信号の電力を、入力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 1) と出力側スペクトラムアナライザ (Spectrum analyzer 2) で測定する。

参 6.2.2.2 実験結果

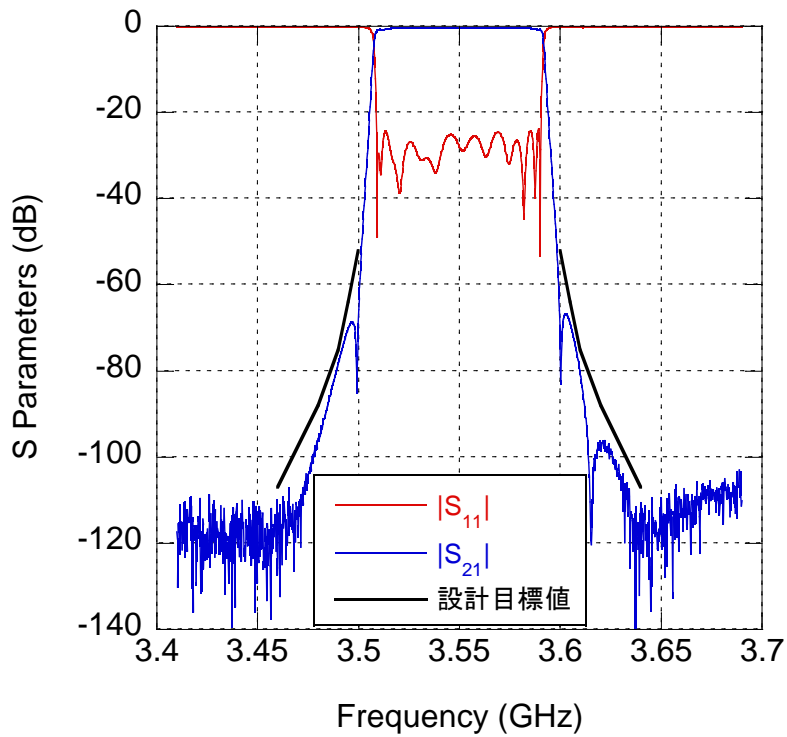
参 6.2.2.2.1 小信号領域

図参 6.2.2.2.1-1 および参 6.2.2.2.1-2 に、それぞれ小信号領域における、基地局送信 FIL SN1 および SN2 の周波数特性を示す。横軸は周波数を、縦軸は S パラメータ ($|S_{11}|$: 反射損失、 $|S_{21}|$: 挿入損失) を示す。図参 6.2.2.2.1-1(a) と図参 6.2.2.2.1-2(a) に通過帯域損失を、図参 6.2.2.2.1-1(b) と図参 6.2.2.2.1-2(b) に帯域外減衰特性を、それぞれ設計目標値とともに示す。

表参 6.2.2.2.1-1 に小信号領域における通過帯域損失および帯域外減衰特性測定結果を示す。通過帯域損失および帯域外減衰特性は、表参 6.2.1.1-1 基地局送信 FIL の設計目標値を満たしている。

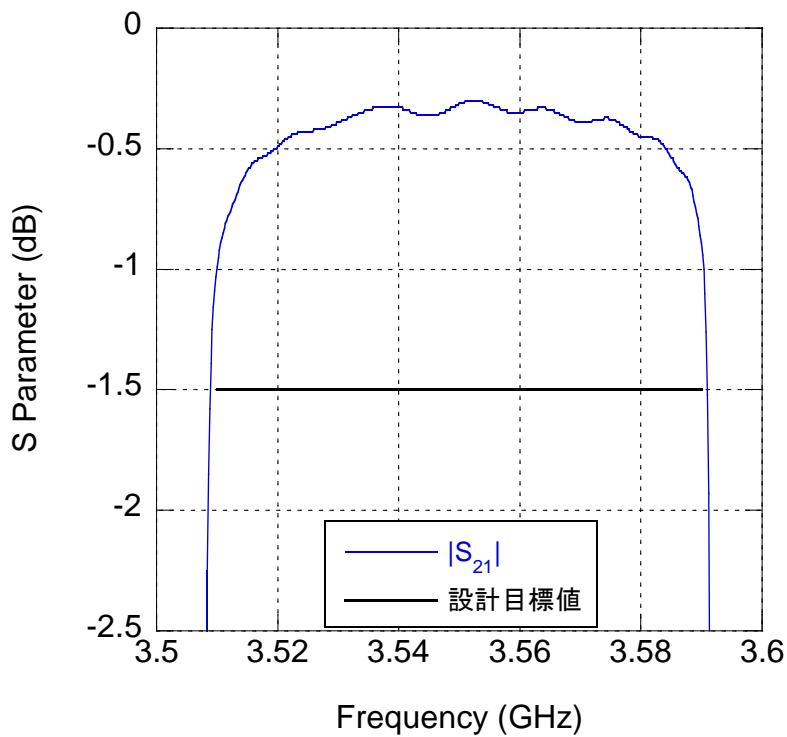


(a) 通過帯域損失

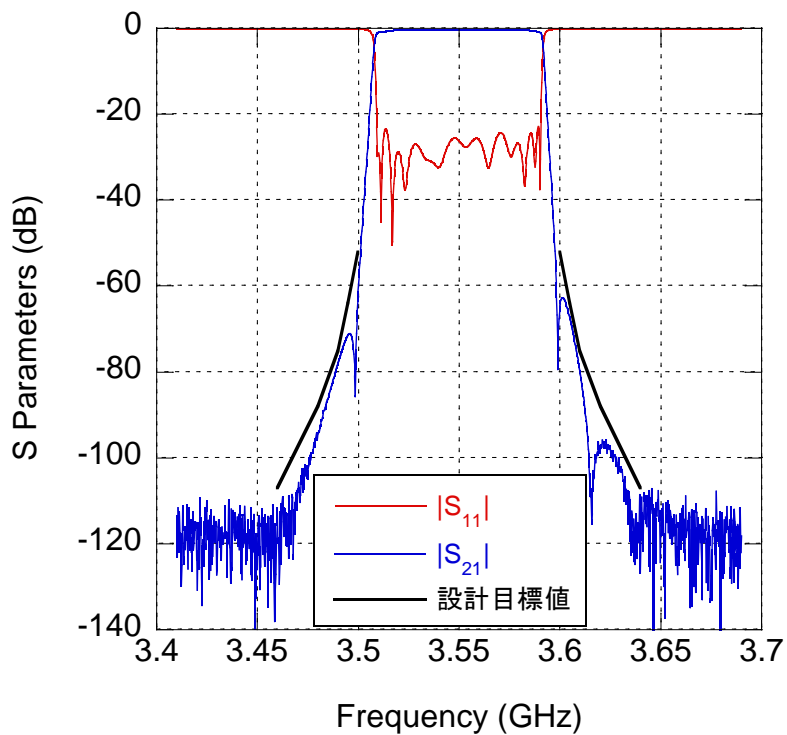


(b) 帯域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-1 小信号領域における周波数特性 (SN1、雰囲気温度+25°C)



(a) 通過帯域損失



(b) 帯域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-2 小信号領域における周波数特性 (SN2、雰囲気温度+25°C)

表参 6. 2. 2. 2. 1-1 通過帯域損失と帯域外減衰特性測定結果

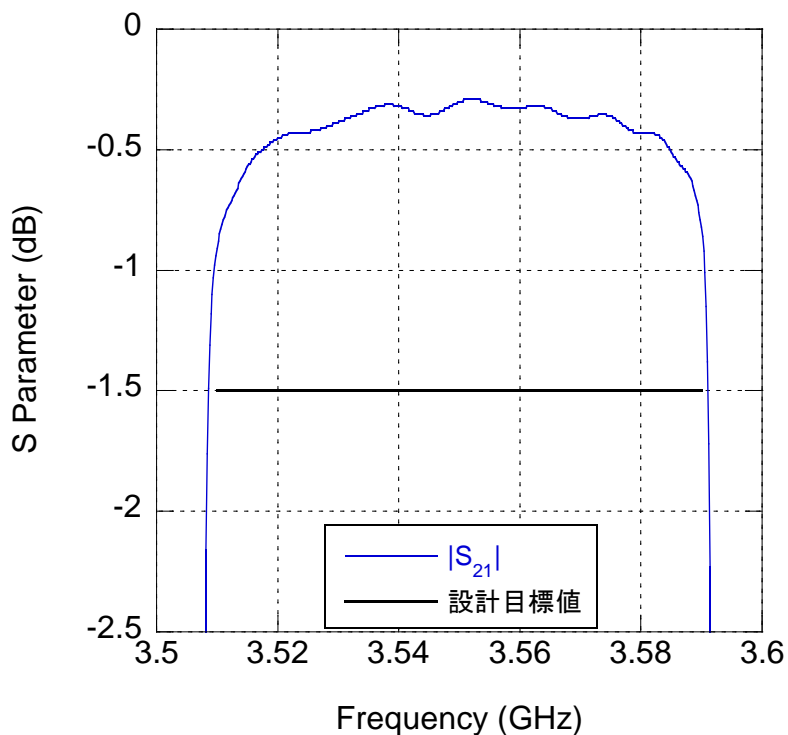
項目		設計目標値	測定結果		
			SN1	SN2	
通過帯域損失		1. 5dB 以下	0. 91dB 以下	0. 99dB 以下	
帯域外減衰特性	通過帯域端から 10 MHz 離れた周波数において	3500 MHz	52dB 以上	69. 0dB	61. 5dB
		3600 MHz	52dB 以上	74. 8dB	64. 9dB
	通過帯域端から 15 MHz 離れた周波数において	3495 MHz	64dB 以上	70. 1dB	71. 4dB
		3605 MHz	64dB 以上	69. 0dB	67. 6dB
	通過帯域端から 20 MHz 離れた周波数において	3490 MHz	75dB 以上	78. 1dB	77. 9dB
		3610 MHz	75dB 以上	80. 9dB	80. 3dB
	通過帯域端から 30 MHz 離れた周波数において	3480 MHz	88dB 以上	95. 7dB	94. 4dB
		3620 MHz	88dB 以上	97. 1dB	97. 0dB
通過帯域端から 50 MHz 離れた周波数において	3460 MHz	107dB 以上	127. 3dB	111. 7dB	
	3640 MHz	107dB 以上	114. 6dB	126. 9dB	

参 6.2.2.2.2 大信号領域

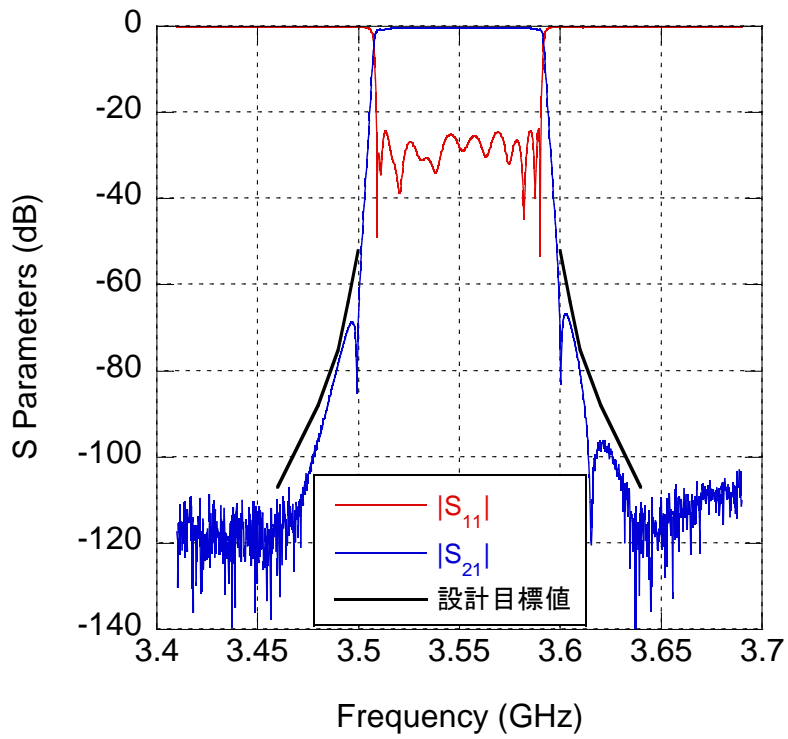
参 6.2.2.2.2.1 恒温槽を用いた場合の通過帯域損失と帯域外減衰特性

基地局送信 FIL に入力される信号電力(160W)による、基地局送信 FIL の最大温度上昇幅を 60℃と見積った。図参 6.2.2.2.2.1-1、参 6.2.2.2.2.1-2 および図参 6.2.2.2.2.1-3、参 6.2.2.2.2.1-4 に、それぞれ基地局送信 FIL SN1 および SN2 の周波数特性を示す。図参 6.2.2.2.2.1-1 および図参 6.2.2.2.2.1-3 は小信号領域を模擬した恒温槽内雰囲気温度 25℃、図参 6.2.2.2.2.1-2 および図参 6.2.2.2.2.1-4 はフィルタの温度上昇を模擬した恒温槽内雰囲気温度 85℃の周波数特性である。

表参 6.2.2.2.2.1-1 に恒温槽内雰囲気温度+85℃における通過帯域損失と帯域外減衰特性測定結果を示す。両特性は、表参 6.2.1.1-1 基地局送信 FIL の設計目標値を満たしている。

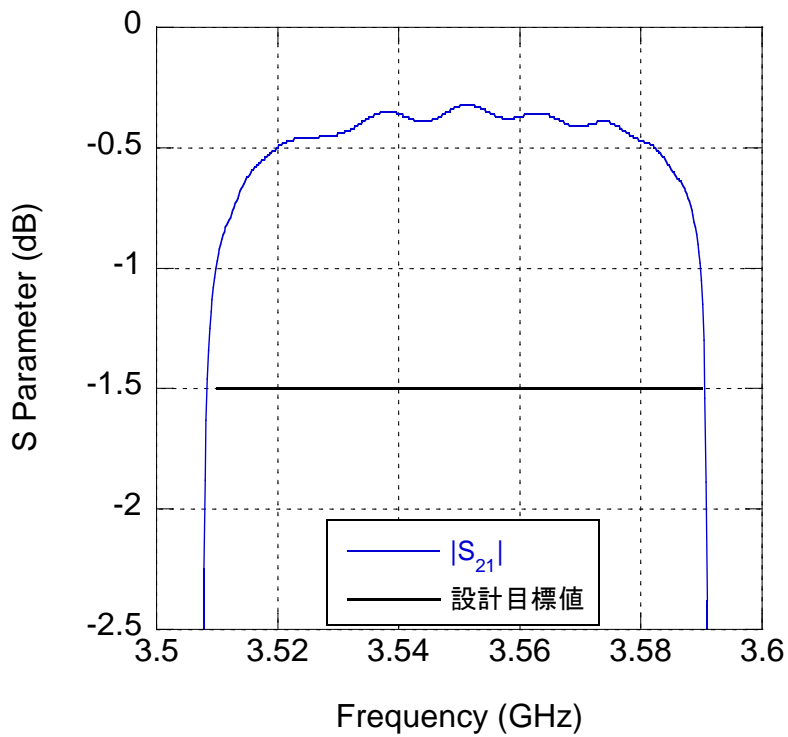


(a) 通過帯域損失

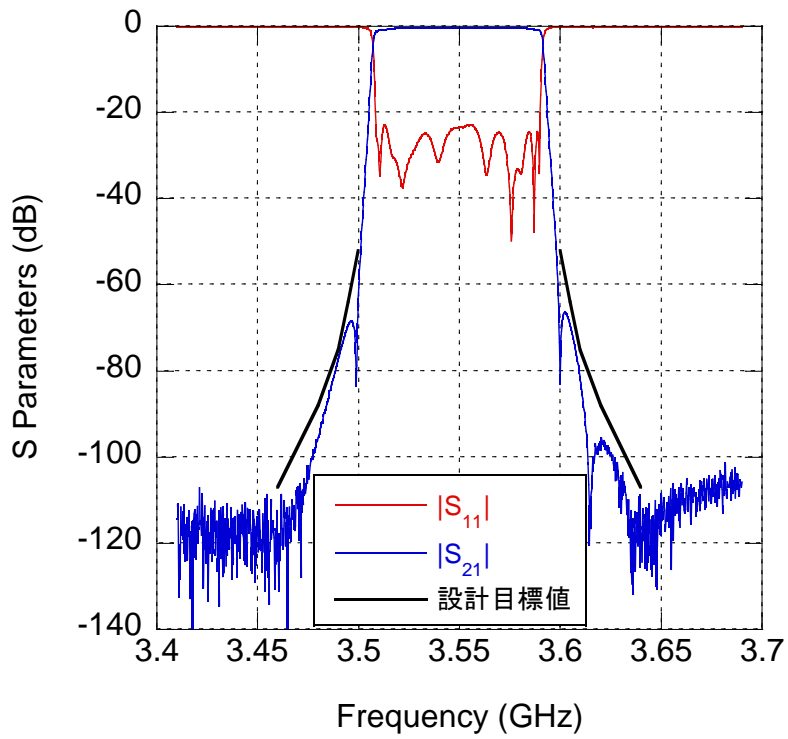


(b) 帶域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-1 雰囲気温度+25°C (SN1)

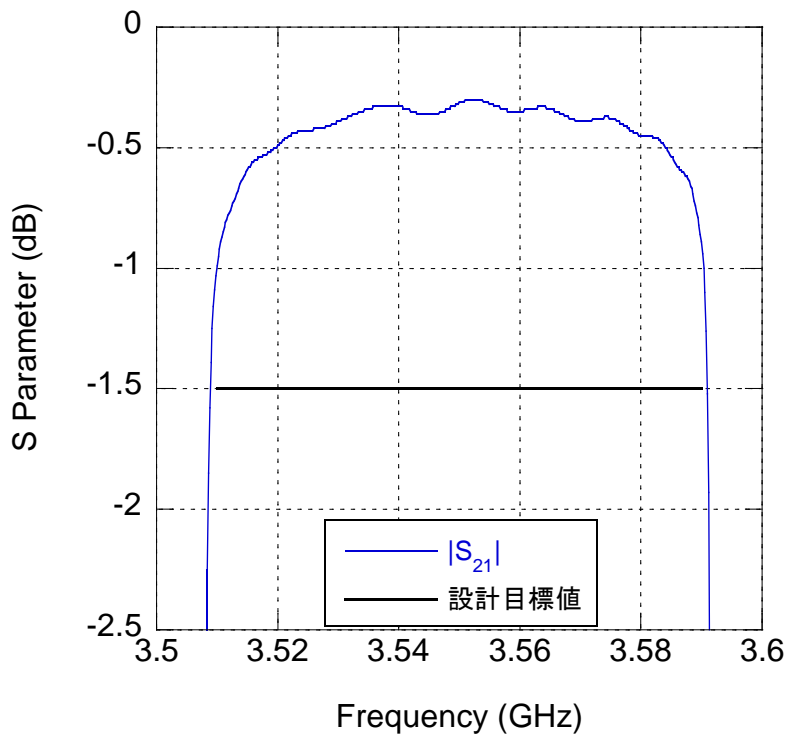


(a) 通過帶域損失

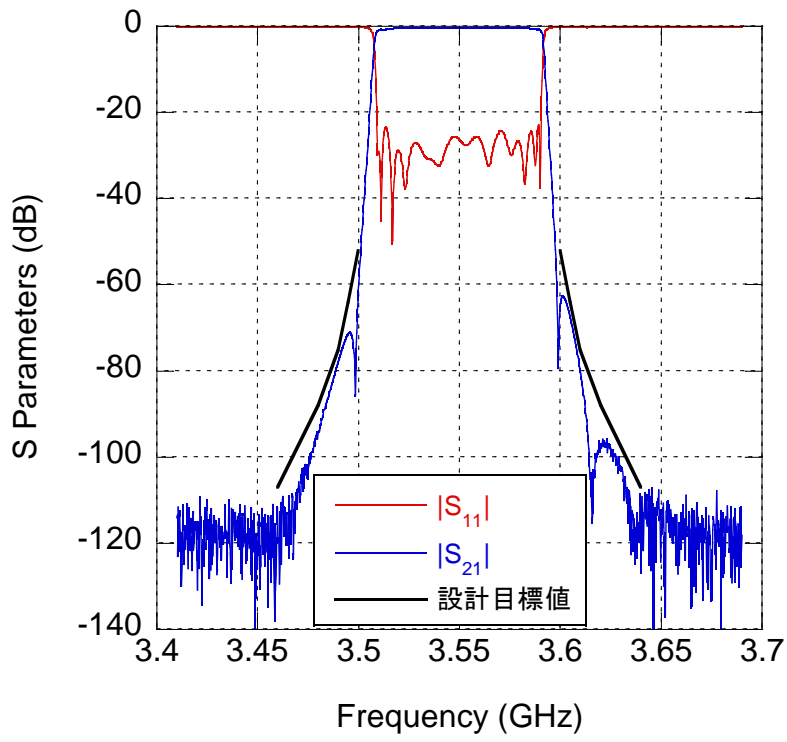


(b) 帯域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-2 雰囲気温度+85°C (SN1)

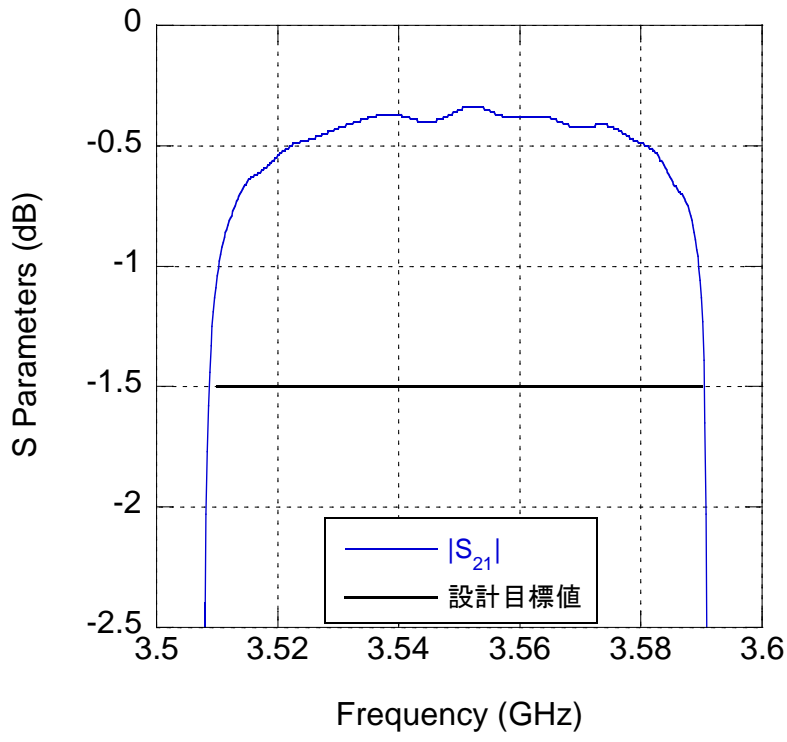


(a) 通過帯域損失

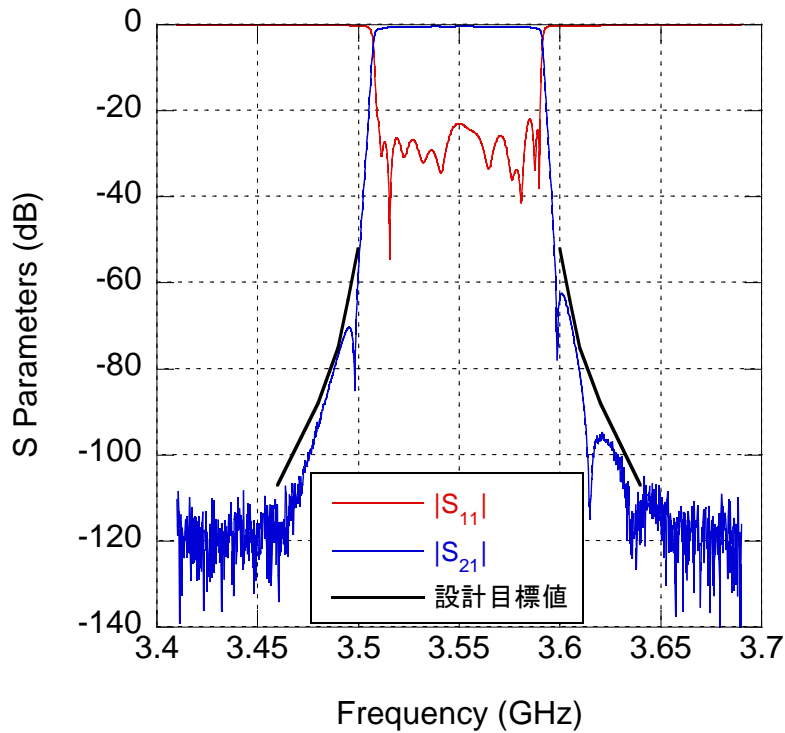


(b) 帯域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-3 雰囲気温度+25°C (SN2)



(a) 通過帯域損失



(b) 帯域外減衰特性

図参 6. 2. 2. 2. 1-4 雰囲気温度+85°C (SN2)

表参 6. 2. 2. 2. 1-1 恒温槽内雰囲気温度+85°C時の帯域外減衰特性測定結果

項目		設計目標値	測定結果		
			SN1	SN2	
通過帯域損失		1. 5dB 以下	1. 1dB 以下	1. 1dB 以下	
帯域外減衰特性	通過帯域端から 10 MHz 離れた周波数において	3500 MHz	52dB 以上	63. 1dB	57. 9dB
		3600 MHz	52dB 以上	83. 0dB	63. 4dB
	通過帯域端から 15 MHz 離れた周波数において	3495 MHz	64dB 以上	69. 4dB	70. 5dB
		3605 MHz	64dB 以上	69. 5dB	68. 3dB
	通過帯域端から 20 MHz 離れた周波数において	3490 MHz	75dB 以上	77. 3dB	76. 9dB
		3610 MHz	75dB 以上	82. 0dB	81. 6dB
	通過帯域端から 30 MHz 離れた周波数において	3480 MHz	88dB 以上	95. 6dB	93. 8dB
		3620 MHz	88dB 以上	96. 8dB	96. 5dB
通過帯域端から 50 MHz 離れた周波数において	3460 MHz	107dB 以上	124. 2dB	111. 6dB	
	3640 MHz	107dB 以上	116. 5dB	112. 9dB	

参 6.2.2.2.2 大電力・広帯域信号入力時の通過帯域損失と帯域外減衰特性

表参 6.2.2.2.2-1 に、大電力・広帯域信号入力時の通過帯域損失および帯域外減衰特性について、160W 信号電力 48 時間連続入力後の結果を示す。通過帯域損失および帯域外減衰特性は、表参 6.2.1.1-1 基地局送信 FIL の設計目標値を満たし、安定的な動作をしている。

表参 6. 2. 2. 2. 2-1 大電力・広帯域信号入力時の通過帯域損失と帯域外減衰特性測定結果

項目		設計目標値	測定結果		
			SN1	SN2	
通過帯域損失	3510MHz	1. 5dB 以下	1. 1dB	1. 2dB	
	3515MHz	1. 5dB 以下	0. 70dB	0. 74dB	
	3520MHz	1. 5dB 以下	0. 60dB	0. 62dB	
	3525MHz	1. 5dB 以下	0. 46dB	0. 53dB	
	3530MHz	1. 5dB 以下	0. 53dB	0. 52dB	
	3535MHz	1. 5dB 以下	0. 47dB	0. 51dB	
	3540MHz	1. 5dB 以下	0. 42dB	0. 44dB	
	3545MHz	1. 5dB 以下	0. 54dB	0. 58dB	
	3550MHz	1. 5dB 以下	0. 37dB	0. 47dB	
	3555MHz	1. 5dB 以下	0. 42dB	0. 44dB	
	3560MHz	1. 5dB 以下	0. 44dB	0. 52dB	
	3565MHz	1. 5dB 以下	0. 36dB	0. 41dB	
	3570MHz	1. 5dB 以下	0. 56dB	0. 66dB	
	3575MHz	1. 5dB 以下	0. 43dB	0. 51dB	
	3580MHz	1. 5dB 以下	0. 55dB	0. 64dB	
3585MHz	1. 5dB 以下	0. 54dB	0. 63dB		
3590MHz	1. 5dB 以下	0. 96dB	1. 0dB		
帯域外減衰特性	通過帯域端から 10 MHz 離れた周波数において	3500 MHz	52dB 以上	75. 1dB	63. 9dB
		3600 MHz	52dB 以上	76. 6dB	66. 2dB
	通過帯域端から 15 MHz 離れた周波数において	3495 MHz	64dB 以上	69. 5dB	70. 2dB
		3605 MHz	64dB 以上	69. 2dB	68. 9dB
	通過帯域端から 20 MHz 離れた周波数において	3490 MHz	75dB 以上	78. 2dB	77. 6dB
		3610 MHz	75dB 以上	80. 9dB	81. 7dB
	通過帯域端から 30 MHz 離れた周波数において	3480 MHz	88dB 以上	96. 6dB	94. 8dB
		3620 MHz	88dB 以上	99. 1dB	96. 8dB
通過帯域端から 50 MHz 離れた周波数において	3460 MHz	107dB 以上	122. 0dB	116. 5dB	
	3640 MHz	107dB 以上	131. 5dB	117. 0dB	

参 6.2.3 基地局送信フィルタまとめ

実験結果より、試作した基地局送信 FIL は設計値を満たすことを確認した。小信号領域において、基地局 FIL SN1 の通過帯域損失は 0.91dB 以下、主要な帯域外減衰特性は 69.0dB@3500MHz、74.8dB@3600MHz である。基地局 FIL SN2 の通過帯域損失は 0.99dB 以下、主要な帯域外減衰特性は 61.5dB@3500MHz、64.9dB@3600MHz である。

大信号領域(160W 信号電力 48 時間連続入力後)において、基地局 FIL SN1 の通過帯域損失は 1.1dB 以下、主要な帯域外減衰特性は 75.1dB@3500MHz、76.6dB@3600MHz である。基地局 FIL SN2 の通過帯域損失は 1.2dB 以下、主要な帯域外減衰特性は 63.9dB@3500MHz、66.2dB@3600MHz である。検討条件下において試作した基地局送信 FIL は安定的に動作するといえる。また以上の結果より、机上計算で用いた基地局フィルタの特性を満たすことが確認できた。

参 6.3 基地局送信機(基地局パワーアンプ+基地局送信フィルタ)

参 6.3.1 基地局送信機の概要

試作した基地局 PA と基地局送信 FIL を組合せた基地局送信機について表参 6.3.1-1 の評価をおこなった。

表参 6.3.1-1 評価項目と評価目的

評価項目	評価目的
入出力特性	最大出力電力の確認
ACLR	隣接帯域への干渉量の確認
EVM	変調精度の確認
キャリア間電力偏差	キャリア間電力偏差の確認

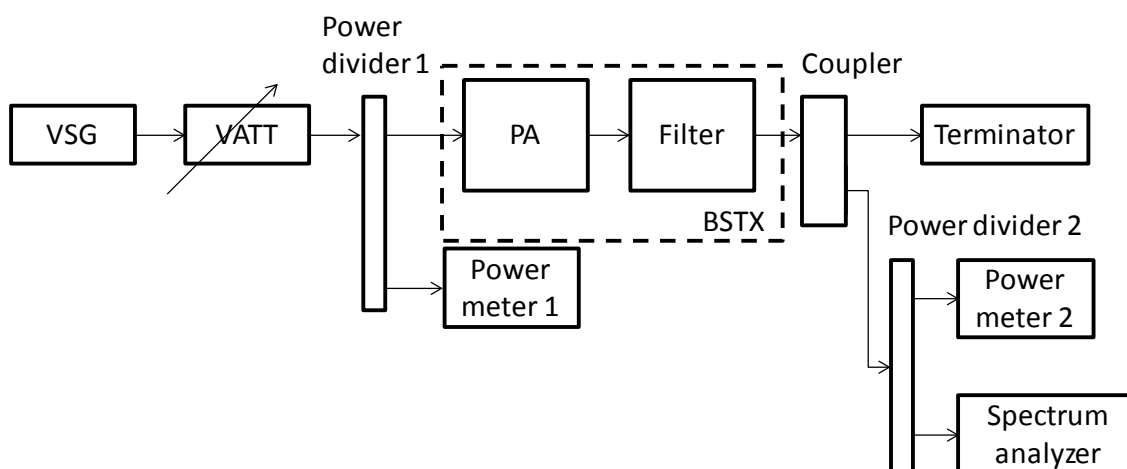
参 6.3.2 基地局送信機の実験評価

参 6.3.2.1 実験条件

試験信号は参 6.1.2.1 と同一である。

参 6.3.2.1.1 実験系

図参 6.3.2.1.1-1 に示す実験系を用いて基地局送信機 (BSTX) の入出力特性、利得、ACLR、EVM、キャリア間電力偏差をそれぞれ測定した。



図参 6.3.2.1.1-1 入出力特性、利得、ACLR、EVM、キャリア間電力偏差の測定用実験系

参 6.3.2.1.2 実験方法

参 6.3.2.1.2.1 入出力特性、利得、ACLR、EVM、キャリア間電力偏差の測定

- 1) VATT (Variable attenuator) の減衰量を初期設定値とする。
- 2) VSG (Vector signal generator) より試験信号を出力する。
- 3) Power meter 1 にて BSTX の平均入力電力を測定する。
- 4) Power meter 2 にて BSTX の平均出力電力を測定する。
- 5) Spectrum analyzer にて ACLR、EVM、各 CC の電力をそれぞれ測定する。
- 6) VATT (Variable attenuator) の減衰量を小さくする。
- 7) 基地局 PA の最大入力電力となるまで 2) から 7) を繰り返す。

ACLR の定義¹は図参 6.1.2.1.2.1-1 と同一である。

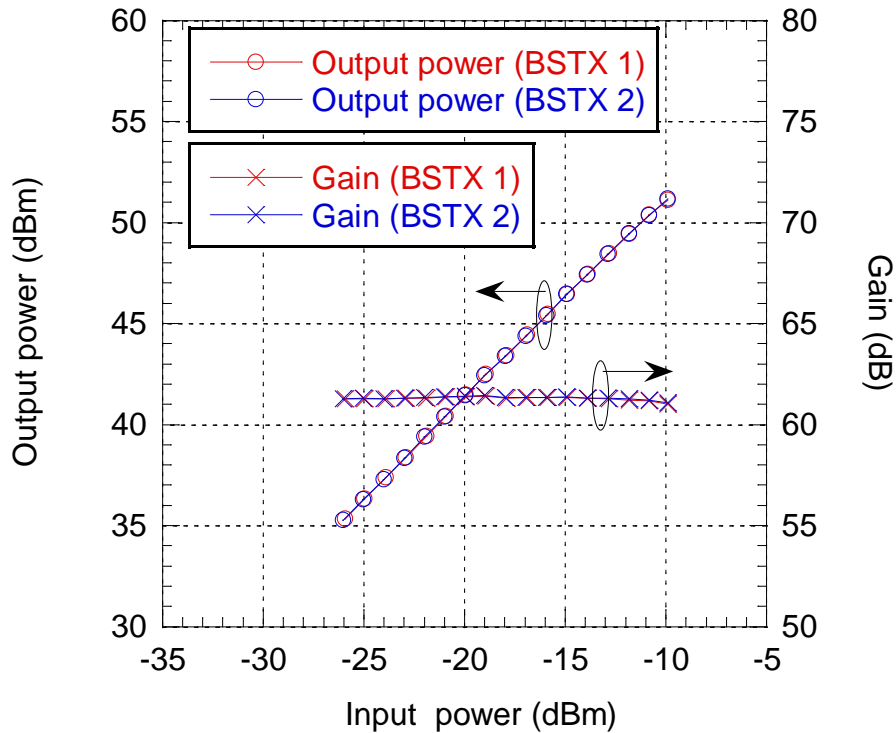
参 6.3.2.2 実験結果

参 6.3.2.2.1 入出力特性と利得

図参 6.3.2.2.1-1 に BSTX1 (基地局 PA1 と基地局送信 FIL SN1)、BSTX2 (基地局 PA2 と基地局送信 FIL SN2) の入出力特性と利得を示す。縦軸は BSTX の出力電力と利得、横軸は基地局送信機の入力電力である。

実験結果より、本実験条件で得られた最大出力電力は、BSTX1 では 51.1dBm、BSTX2 では 51.2dBm であり、このときの利得はそれぞれ 61.0dB、61.1dB である。基地局 PA に比べて利得が低下しているのは基地局 PA 出力から基地局送信 FIL 出力までの区間にロスがあるためである。具体的には図参 6.1.2.2.1-1 から BSTX1 で 0.9dB、BSTX2 で 0.8dB のロスがある。

¹ 3GPP TS36.141

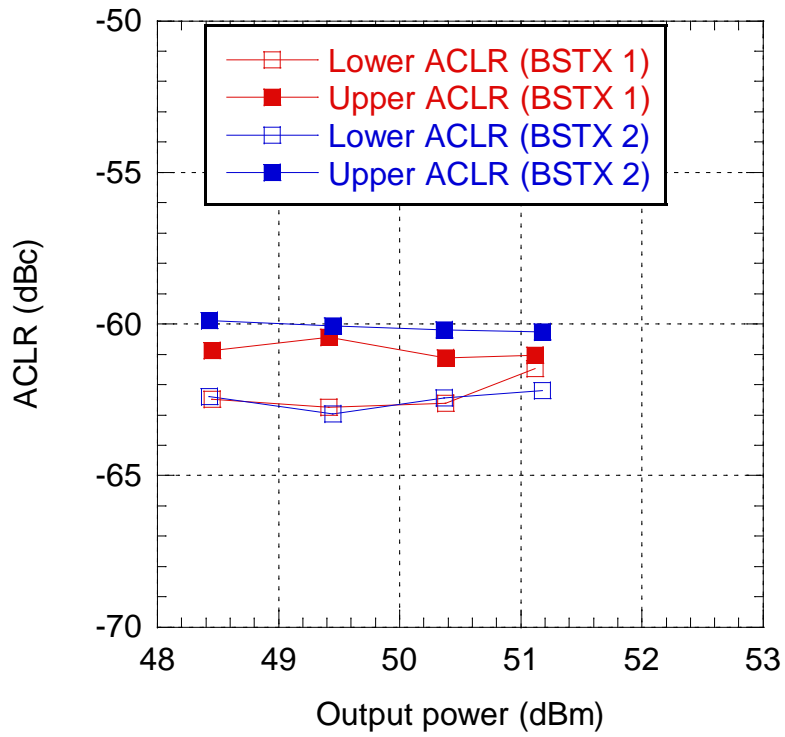


図参 6. 3. 2. 2. 1-1 入出力特性と利得

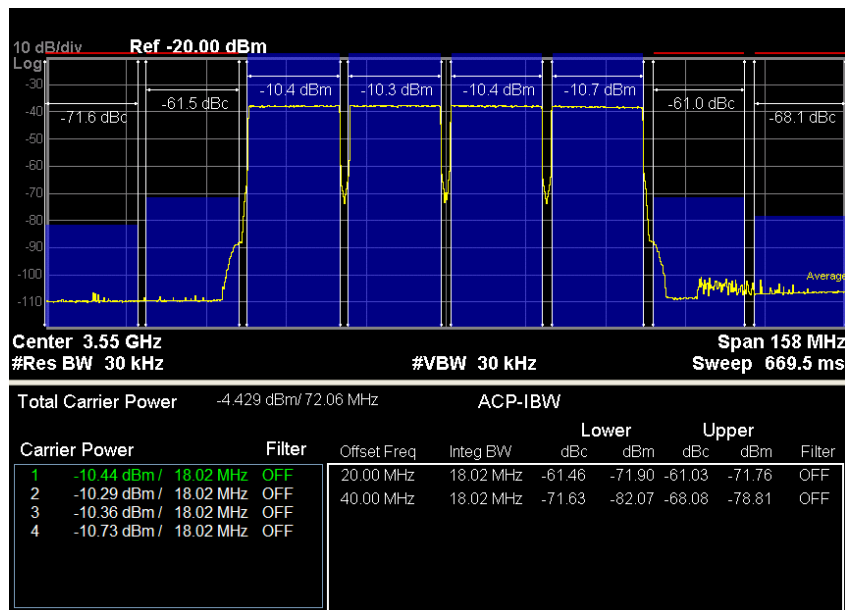
参 6. 3. 2. 2. 2 ACLR

図参 6. 3. 2. 2. 2-1 に ACLR を示す。縦軸は ACLR、横軸は BSTX の出力電力である。実験結果より、基地局 PA の最大出力電力 52dBm に相当する BSTX の最大出力電力時において、BSTX 1 の上側 ACLR は-61. 0dBc、下側 ACLR は-61. 5dBc、BSTX 2 の上側 ACLR は-60. 2dBc、下側 ACLR は-62. 2dBc である。図参 6. 1. 2. 2. 2-1 から基地局 PA の最大出力電力 52dBm の ACLR に比較して、BSTX の ACLR はおよそ 11dB 改善している。これは基地局送信 FIL の帯域外減衰特性によるが、基地局送信 FIL の帯域外減衰特性は通過帯域端から 10 MHz 離れた周波数において 52dB 以上のため、BSTX の ACLR は基地局 PA の ACLR に比べ 52dB 低いことが見込まれる。BSTX の ACLR は見込みよりも少ないことから、スペクトラムアナライザの測定限界が観測されている。

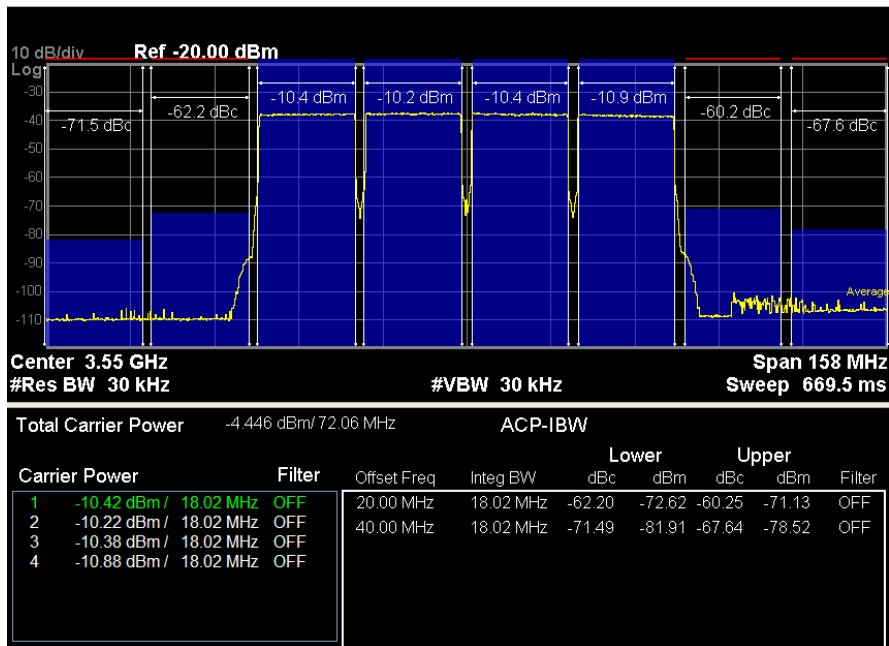
図参 6. 3. 2. 2. 2-2 と図参 6. 3. 2. 2. 2-3 に最大出力電力時における BSTX 出力信号のスペクトルを示す。3. 6GHz 付近においてスペクトルのレベルが変わるのは、スペクトラムアナライザの局部発振器が切り替わるためである。上述の通りスペクトラムアナライザの測定限界が示されている。



図参 6.3.2.2.2-1 ACLR



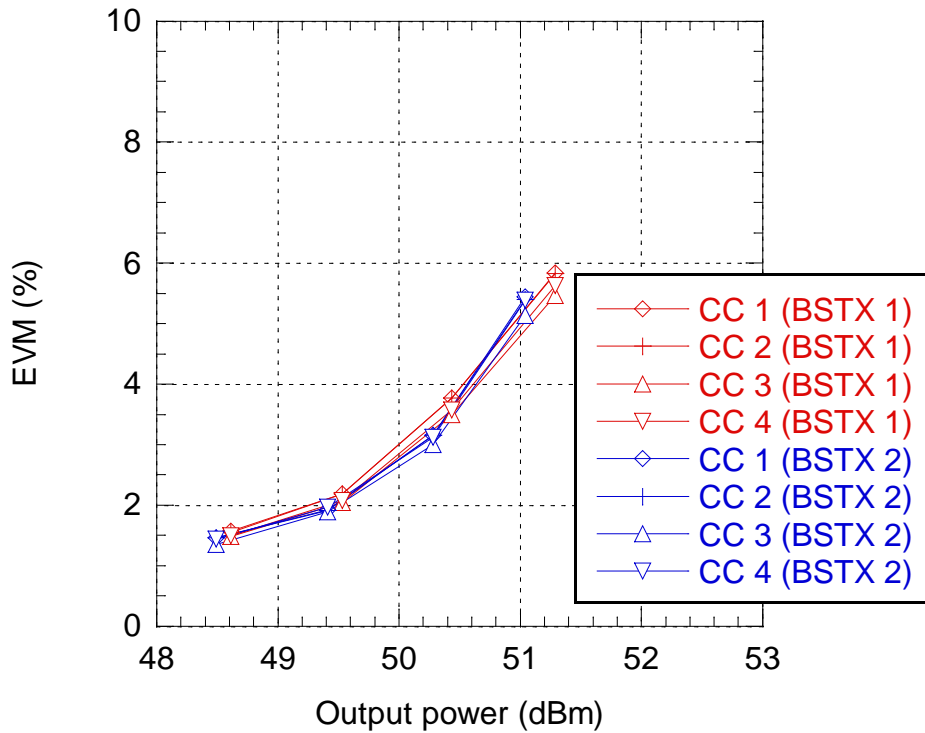
図参 6.3.2.2.2-2 BSTX 1 のスペクトル



図参 6.3.2.2.2-3 BSTX 2 のスペクトル

参 6.3.2.2.3 EVM

図参 6.3.2.2.3-1 に各 CC の EVM を示す。縦軸は EVM、横軸は BSTX の出力電力である。実験結果より、BSTX の最大出力電力時において、BSTX 1 の EVM は CC1 から順に 5.8%、5.8%、5.5%、5.6%、BSTX 2 の EVM は CC1 から順に 5.4%、5.4%、5.1%、5.4%である。基地局 PA 出力から基地局送信 FIL 出力までのロスだけ BSTX の出力電力が低下することを考慮した場合、これらの結果は図参 6.1.2.2.3-1 とおおむね一致する。

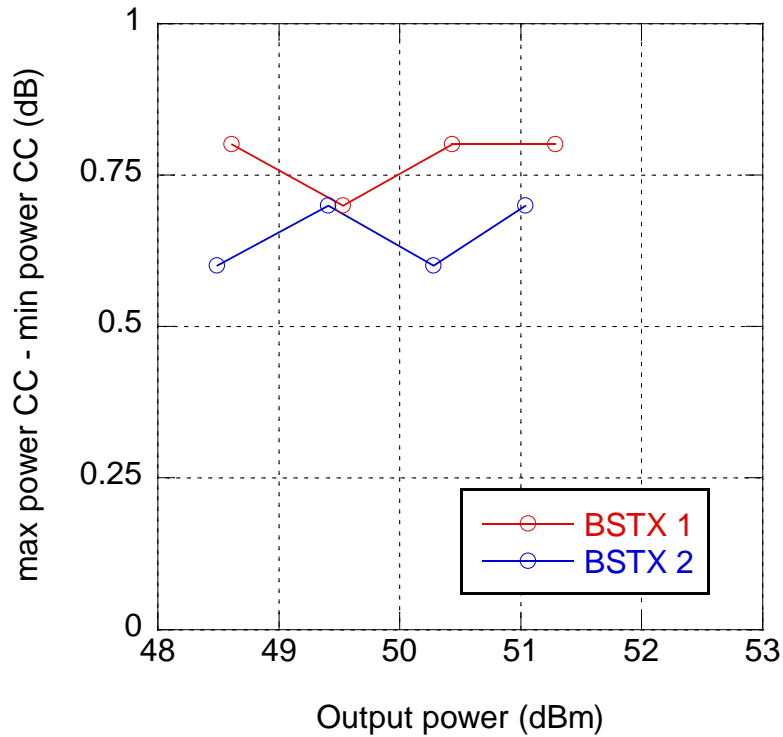


図参 6.3.2.2.3-1 EVM

参 6.3.2.2.4 キャリア間電力偏差

図参 6.3.2.2.4-1 にキャリア間電力偏差を示す。縦軸は CC1 から 4 のうち最も電力が高いものと最も電力が小さいものとの差である。横軸は BSTX の出力電力である。

実験結果より、最大出力電力時において、BSTX1 のキャリア間電力偏差は 0.8dB、BSTX2 のキャリア間電力偏差は 0.7dB である。これらの結果は、図参 6.1.2.2.5-1 の基地局 PA のキャリア間電力偏差から BSTX1 は 0.3dB、BSTX2 は 0.2dB 増加している。図参 6.2.2.2.1-1 と図参 6.2.2.2.1-2 より、基地局送信 FIL の周波数特性は中心周波数付近に比べ通過帯域端でロスが大きい。これにより CC1 と CC4 の電力は CC2 と CC3 に比べ低下するため、基地局 PA 出力に比べキャリア間電力偏差が増加した。



図参 6.3.2.2.4-1 キャリア間電力偏差

参 6.3.3 基地局送信機まとめ

基地局 PA の最大出力電力 52dBm となる条件において、実験結果から試作した BSTX 1 の最大出力電力は 51.1dBm、BSTX 2 の最大出力電力は 51.2dBm であること、このときの利得はそれぞれ 61.0dBm、61.1dBm であることを確認した。最大出力電力時において、BSTX 1 の ACLR はスペクトラムアナライザの測定限界となり、EVM は CC1 から順に 5.9%、5.9%、5.9%、6.2%、BSTX のキャリア間電力偏差は 0.5dB である。BSTX 2 の ACLR はスペクトラムアナライザの測定限界となり、EVM は CC1 から順に 6.0%、6.0%、6.1%、6.5%、BSTX のキャリア間電力偏差は 0.7dB である。以上の結果より、基地局 PA 出力から基地局送信 FIL までの区間にロスがあるため基地局 PA に比べ利得の低下があること、EVM は基地局送信 FIL により劣化しないこと、キャリア間電力偏差は基地局送信 FIL の周波数特性により基地局 PA のそれらからわずかに劣化することを確認した。

参考資料 7 3.5GHz 帯の陸上移動局パワーアンプ、送信フィルタの実デバイス特性

参 7.1 陸上移動局用実デバイス試作の目的

3.4-3.6GHz 帯を使用する第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の共用の実現性を明らかにするため、陸上移動局用の実デバイスを用いた実験的な検討を実施し、さらにその実力値を共用検討の机上検討に反映することを行なった。なお、3.4-3.6GHz 帯の陸上移動局はまだ開発されていないため、3.5GHz 帯用パワーアンプとフィルタを試作し、周波数共用検討に必要な送信機を模擬している。今回の実験では、利用する各デバイスの妥当性を確認するための特性評価と、共用検討の妥当性評価のための隣接周波数帯への漏洩電力レベルを確認した。

また、今回検討する 3.4-3.6GHz については、3GPP 仕様で表 参 7.1.1-1 に示すように 2通りのバンドが規定されている。Band22 が FDD 方式であり、Band42 が TDD 方式である。

表 参 7.1.1-1 3.5GHz 対応バンド

対応バンド	周波数	
	陸上移動局送信	陸上移動局受信
Band22 (FDD)	3410-3490 MHz	3510-3590 MHz
Band42 (TDD)	3400-3600 MHz	3400-3600 MHz

実験用のデバイスを試作するにあたり両方式を検討した結果、パワーアンプについては、同一の技術で FDD (送信帯域 : 3410-3490 MHz) と TDD (送信帯域 : 3400-3600 MHz) の双方の帯域に対応可能であることが判ったため、より広い帯域をカバーできる TDD の送信帯域で試作を実施した。一方、フィルタについては、FDD 用は送受信帯域の一方を通過させ、20 MHz 離れた他方を阻止することを 3.5GHz 帯域という高周波帯域で実現することが技術的課題であるのに対し、TDD 用は 200 MHz という広い帯域を通過させること、近傍帯域に被干渉システムが存在すると想定して、ある程度近傍帯域で減衰させることが技術的課題となる。まず、TDD 用フィルタに関しては、現状の技術では、前述の課題を解決することは困難であった。次に、FDD 用フィルタに関しては、課題を1つのフィルタで実現することは困難であったため、2つのフィルタで所要帯域をカバーする構成の FDD 用フィルタを試作することとした。なお陸上移動局の RFIC 以降からアンテナまでの送信系における RF 部の模擬的な構成図を図 参 7.1.1-1 に示す。今回試作したデバイスは図 参 7.1.1-1 における PA と DUP1 及び DUP2 である。FDD 方式では送信帯と受信帯を分離するために、2つのフィルタを組み合わせた DUP (Duplexer) が必要であり、この Duplexer が所要帯域ごとに2つ配置されている。それぞれ DUP1 (低周波数側)、DUP2 (高周波数側) とし、スイッチ (SW1) にて対応周波数ごとに Duplexer を切り替える。各デバイスの設計値は参 7.2 章と参 7.3 章に示す。

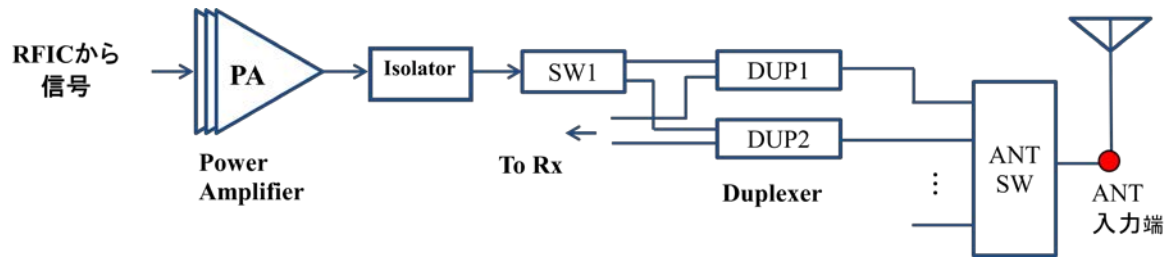


図 参 7. 1. 1-1 陸上移動局の RF 部分の構成図

参 7. 2 陸上移動局パワーアンプ

参 7. 2. 1 陸上移動局パワーアンプの概要

参 7. 2. 1. 1 実験概要と評価目的

パワーアンプの設計値を表 参 7. 2. 1-1 に示す。対応バンドは表 参 7. 1. 1-1 に記載したとおりである。出力電力と利得は、図 参 7. 1. 1-1 に示す ANT 入力端での最大送信電力が 3GPP で規定されており、その値を満たしつつ、現状試作可能な値としてパワーアンプ出力端から ANT 入力端までの想定損失 (=合計 5dB~6dB 程度) から換算して決定した。隣接チャネル漏洩電力は、パワーアンプ後に発生するであろう歪を鑑み、3GPP 仕様より一律 3dB 厳しい値とした。

表 参 7. 2. 1-1 パワーアンプの設計値

項目	数値		
対応バンド	Band22 (FDD)	Tx: 3410-3490 MHz/Rx: 3510-3590 MHz	
	Band42 (TDD)	Tx: 3400-3600 MHz/Rx: 3400-3600 MHz	
最大出力電力※	28dBm 以上		
利得	28. 5dB 以上		
隣接チャネル漏洩電力	UTRA	ACLR1	-36dBc 以下
		ACLR2	-39dBc 以下
	E-UTRA		-33dBc 以下

※ : 3GPP 仕様に準拠して LTE 時は、変調方式が QPSK 時は最大 1dB、16QAM 時は最大 2dB までの出力減 (Maximum Power Reduction (以下 MPR)) も可。LTE-Advanced 時は、Intra band contiguous carrier aggregation (以下 CA) を想定した条件であり、変調方式が QPSK 時は最大 2dB、16QAM 時は最大 3dB までの出力減 (MPR) も可。ただし、RB (リソースブロック) 数は Full の条件の場合。なお、本報告書において、最大出力と記載した場合のパワーアンプの出力電力は 28dBm とする。

パワーアンプの評価項目とその目的を示す。

① 入出力特性

- 各周波数におけるパワーアンプの入力電力に対する出力電力の変化及び最大出力電力の確認

② 利得

- 各周波数におけるパワーアンプの入力電力に対する所要利得の確認

- ③ 隣接チャネル漏洩電力 (ACLR)
 - 各周波数における隣接チャネル漏洩電力の確認
 -
- ④ スプリアス
 - 既存の隣接周波数帯に存在するシステム及び LTE-Advanced 間の共用検討を、送信機の実力値を用いて計算するときのデータ取得のために、各送信周波数におけるスプリアスの確認

参 7.2.1.2 陸上移動局パワーアンプ構成

パワーアンプの外観図を図 参 7.2.1-1、に示す。4cm×4cm の評価基板上にパワーアンプは設置され、入力部と出力部には SMA コネクタが接続されている。パワーアンプ本体は、4.0mm×4.0mm×1.0mm のサイズであり、動作電圧は $V_c=5V$ である。

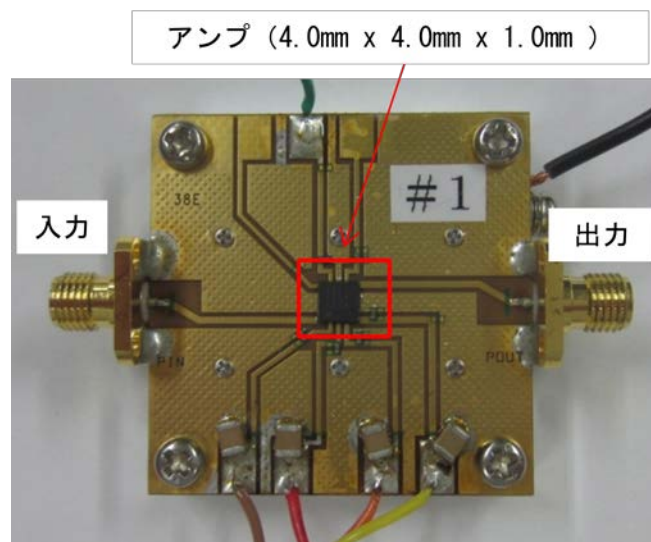


図 参 7.2.1-1 パワーアンプ外観図

参 7.2.2 陸上移動局パワーアンプの実験評価

参 7.2.2.1 実験条件

以下に陸上移動局パワーアンプの実験評価に用いた実験系と実験手順を示す。

参 7.2.2.1.1 実験系

パワーアンプの実験系を図 参 7.2.2-1 に示す。Signal Generator は LTE 及び LTE-Advanced の信号源である。Spectrum Analyzer は LTE 及び LTE-Advanced の信号を解析する変調解析機能を有したものである。可変 ATT は Spectrum Analyzer への入力電力の調整のために接続している。

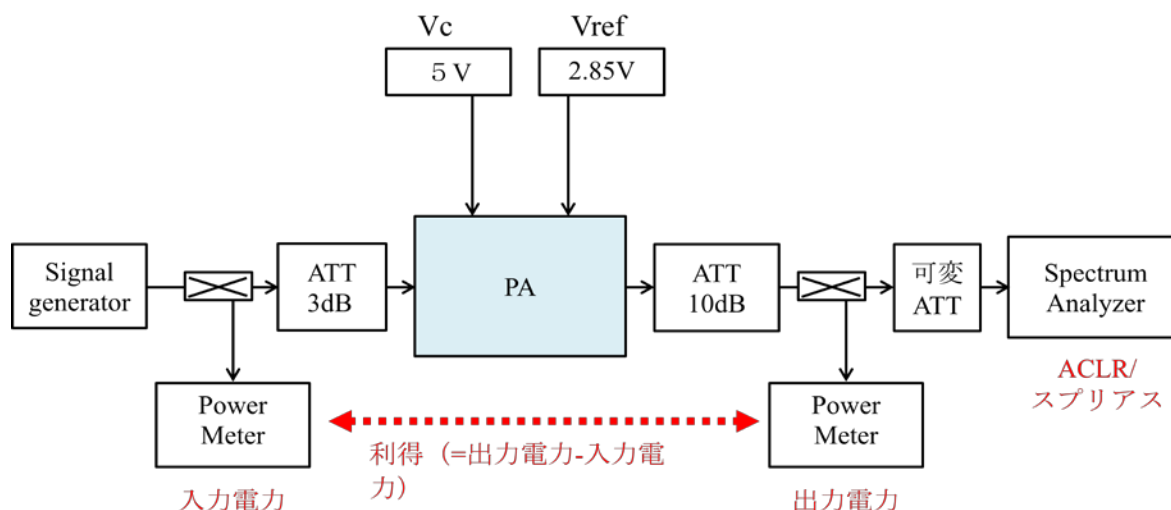


図 参 7.2.2-1 パワーアンプの実験系

実験時の Signal generator における送信信号の諸元を表 参 7.2.2-1 に示す。LTE と LTE-Advanced の各々の状態で測定することとした。LTE-Advanced 時は Intra band contiguous CA の信号であり、20MHz 帯域の隣接させた信号を 2 つ束ねたものである。なお、占有帯域幅が 39.8MHz となっているのは、3GPP 仕様の Normal channel spacing 配置を適用した結果である。変調方式を QPSK としたのは、表 参 7.2.1-1 注記に示すように、16QAM より出力減とできる範囲が 1dB 小さいため、最大出力電力による影響の方が、変調による歪の影響よりも大きくなり、以降に記載する実験結果が厳しく見積もられるためである。なお、測定周波数は 3.4GHz、3.5GHz、3.6GHz の 3 ポイントとした。

表 参 7.2.2-1 送信信号の諸元

項目	LTE	LTE-Advanced
占有帯域幅	20MHz	39.8MHz
RB(resource blocks)	Full (100)	Full (100+100)
変調方式	QPSK	QPSK

参 7.2.2.1.2 実験方法

参 7.2.2.1.2.1 入出力特性の測定

- ① 図 参 7.2.2-1 において、Signal generator の出力を -20dBm~0dBm 程度の範囲で可変させる。
- ② 図 参 7.2.2-1 の Power meter で入力電力 (=Pin) と出力電力 (=Pout) を測定する。

参 7.2.2.1.2.2 利得の測定

- ① 参 7.2.2.1.2.1 で測定した入力電力と出力電力の差から利得を求める。

参 7.2.2.1.2.3 隣接チャネル漏洩電力の測定 (ACLR)

- ① 図 参 7.2.2-1 において、パワーアンプの出力を最大出力とする。

- ② 図 参 7.2.2-1 の Spectrum analyzer で ACLR を測定する。
- ③ 必要に応じてパワーアンプの出力を MPR を適用した値として、②を繰り返す。

参 7.2.2.1.2.4 スプリアスの測定

- ① 図 参 7.2.2-1 において、パワーアンプの出力を最大出力とする。
- ② 図 参 7.2.2-1 の Spectrum analyzer でスプリアスを測定する。
- ③ 必要に応じてパワーアンプの出力を MPR を適用した値として、②を繰り返す。

参 7.2.2.2 実験結果

参 7.2.2.2.1 入出力特性

図 参 7.2.2-2 に LTE(以下 Non CA)時の入出力特性を 図 参 7.2.2-3 に LTE-Advanced (以下 CA) 時の入出力特性を示す。共に入力電力が-7dBm 程度までが線形領域であり、最大送信電力は設計値の 28dBm 以上を出すことが可能である。なお、参 7.2.2.2.4 で示すように Non CA 時は送信電力 28dBm でも ACLR の仕様を満たすことは可能であるが、CA 時には ACLR の仕様を満たすために MPR を 2dB 適用している。これは、CA 時の方が非線形による歪の影響を大きく受けるためである。

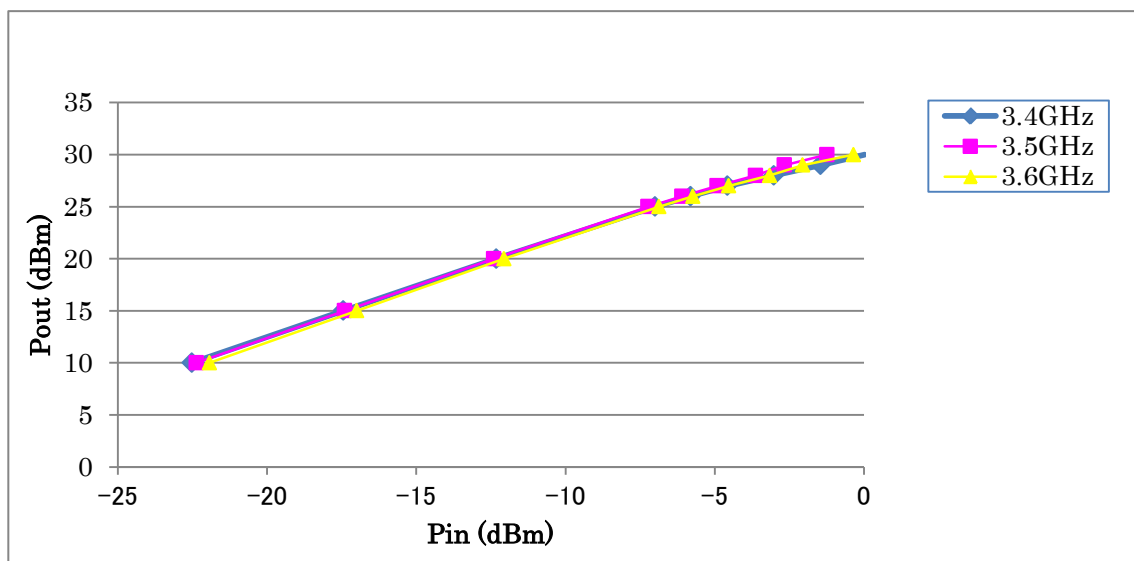


図 参 7.2.2-2 パワーアンプの入出力特性 (Non CA)

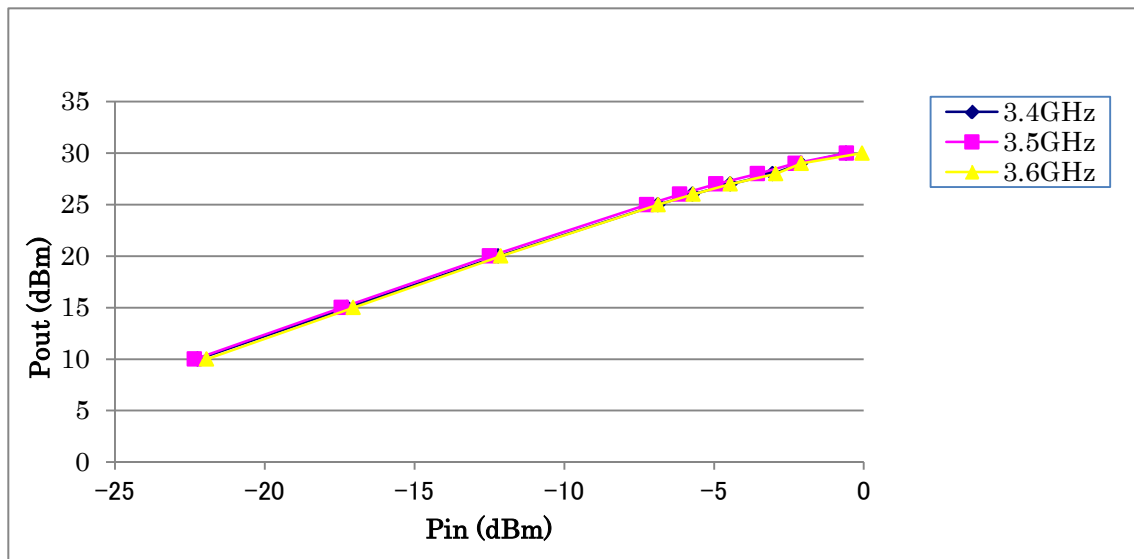


図 参 7.2.2-3 パワーアンプの入出力特性 (CA)

参 7.2.2.2.2 利得

図 参 7.2.2-4 に Non CA 時の利得特性を図 参 7.2.2-5 に CA 時の利得特性を示す。Pin が-7dBm を超えると利得は低下する傾向が確認できる。また、最大出力における利得は、Non CA 時で 31.2~31.7dB、CA 時で 31.2~31.5dB 程度であり、設計値の 28.5dB を満足している。

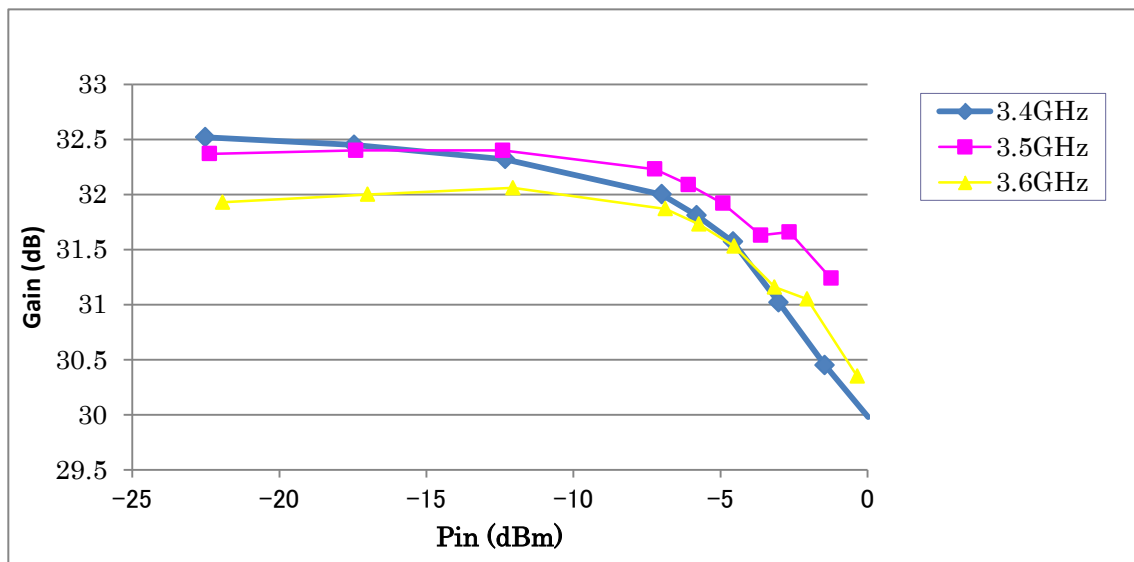


図 参 7.2.2-4 パワーアンプの利得特性 (Non CA)

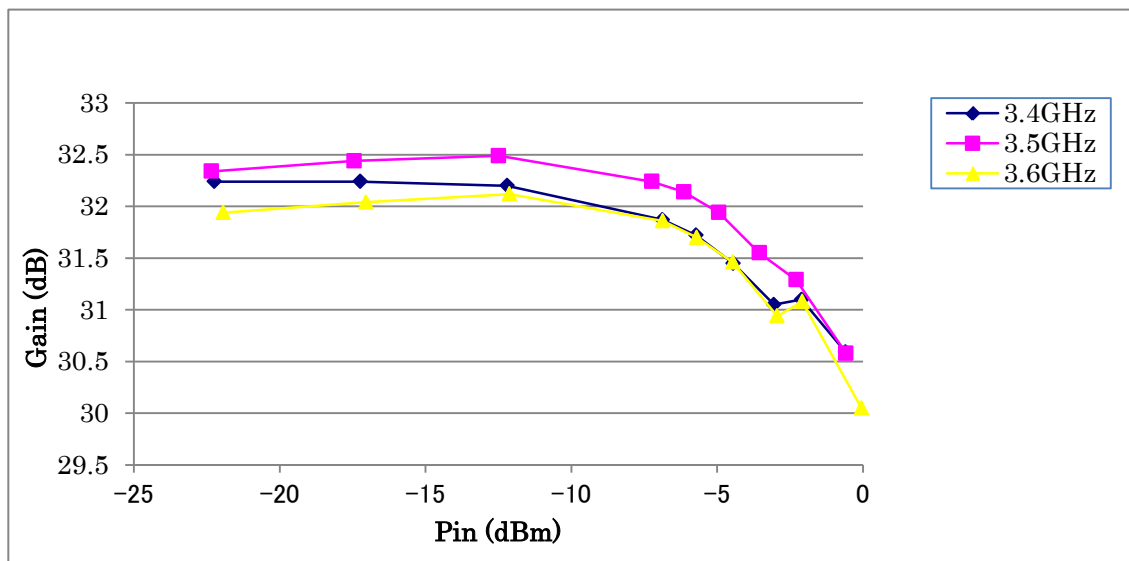


図 参 7. 2. 2-5 パワーアンプの利得特性 (CA)

参 7. 2. 2. 2. 3 隣接チャネル漏洩電力

図 参 7. 2. 2-6 に Non CA 時の送信波形、図 参 7. 2. 2-7 に CA 時の送信波形を示す。図 参 7. 2. 2-8、図 参 7. 2. 2-9、図 参 7. 2. 2-10 に Non CA 時の ACLR (E-UTRA) 特性、ACLR1 (UTRA) 特性、ACLR2 (UTRA) 特性を示す。図 参 7. 2. 2-11、図 参 7. 2. 2-12、図 参 7. 2. 2-13 に CA 時の ACLR (E-UTRA) 特性、ACLR1 (UTRA) 特性、ACLR2 (UTRA) 特性を示す。なお、送信周波数を中心に周波数の上側と下側に隣接チャネルは存在するが、各図の ACLR の値は、悪い方の値を記載している。各図のパワーアンプの出力電力は、Non CA 時は 28dBm、CA 時は 26dBm である。図 参 7. 2. 2-11~参 7. 2. 2-13 からわかるように 3. 6GHz における歪が厳しく、3GPP 仕様で許容される 2dB の MPR を適用している。

図 参 7. 2. 2-7 に示すように CA 時は、2 つキャリア (コンポーネントキャリア (CC)) から 20MHz 帯域の信号が送信された波形となっている。図 参 7. 2. 2-8~図 参 7. 2. 2-13 のグラフ中の Limit の線が設計値であり、共に隣接チャネル漏洩電力の全ての設計値を満足している。

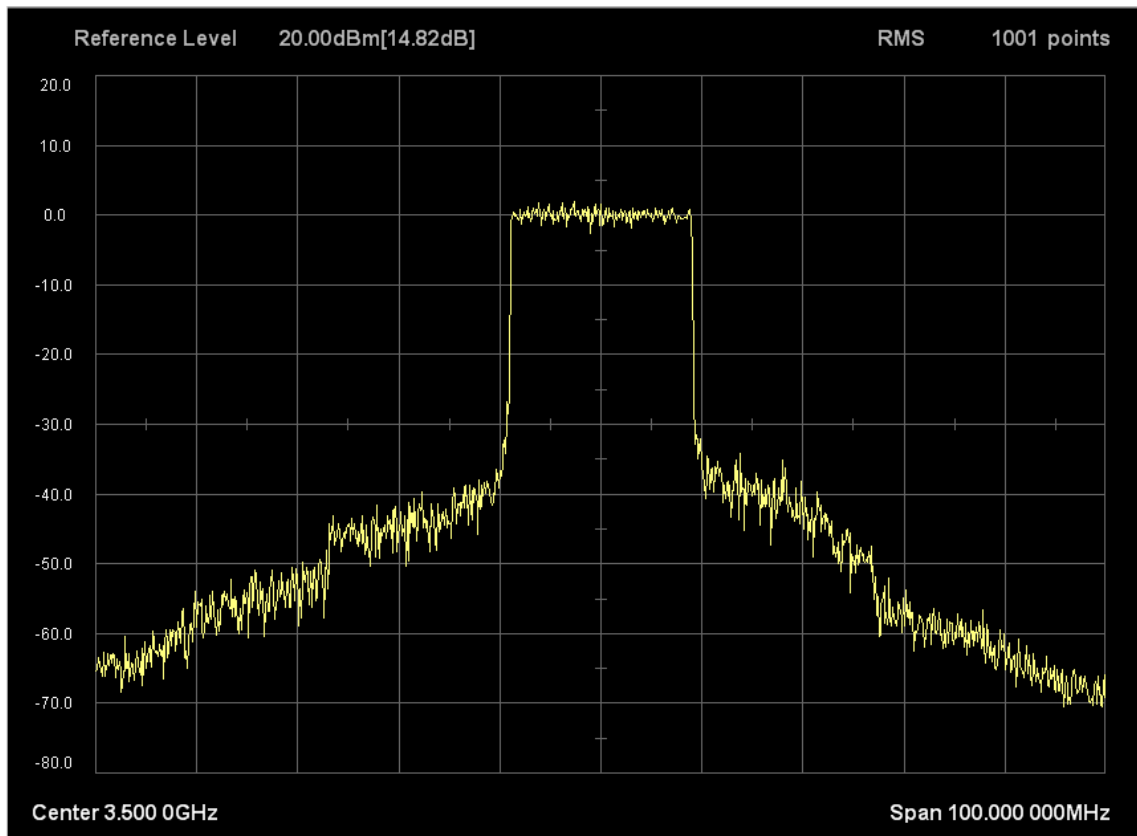


図 参 7. 2. 2-6 パワーアンプの送信波形 (Non CA)

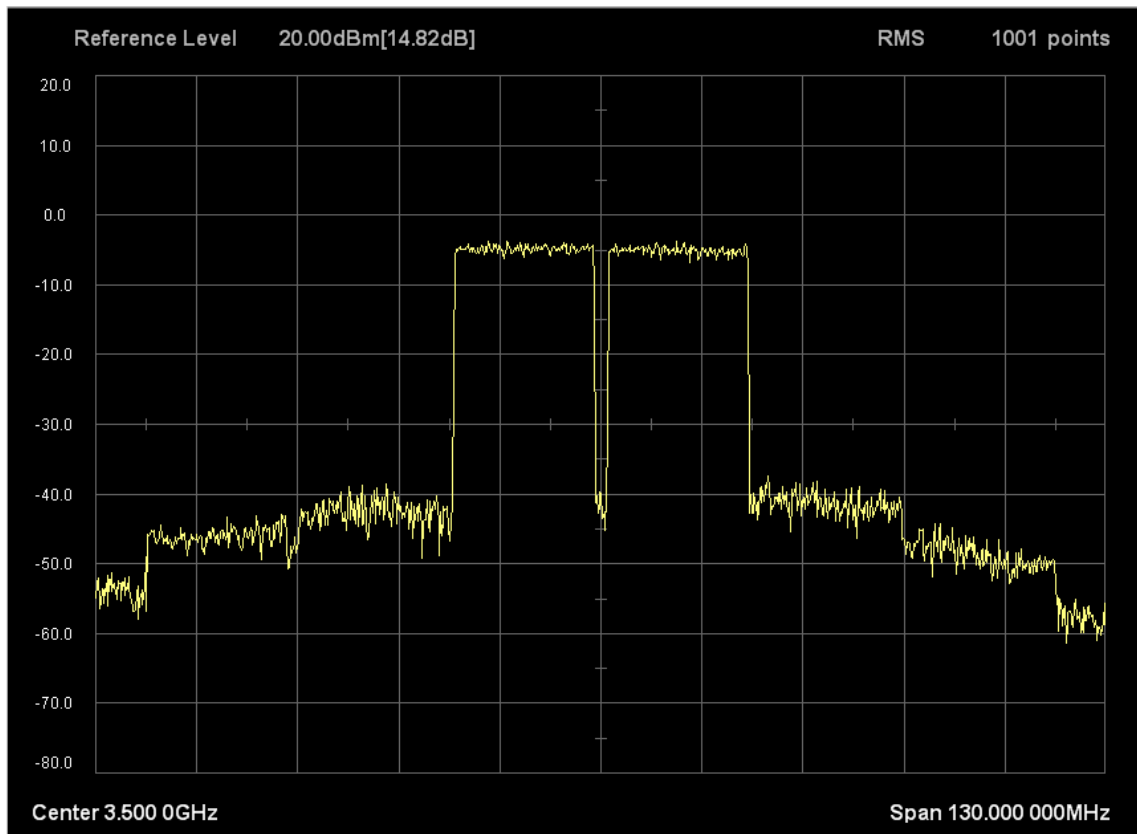


図 参 7. 2. 2-7 パワーアンプの送信波形 (CA)

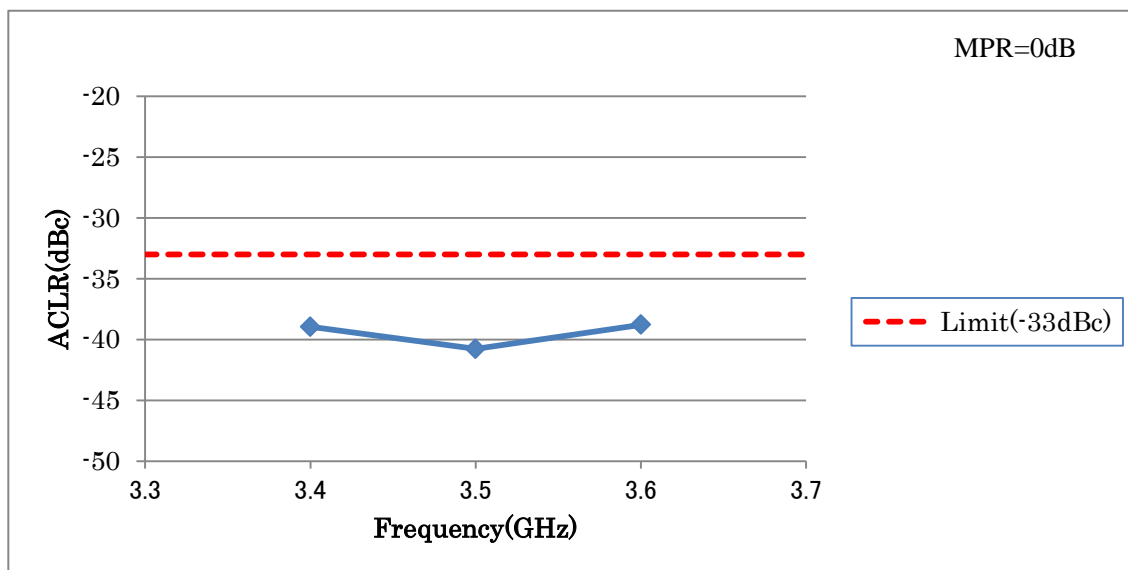


図 参 7. 2. 2-8 パワーアンプの ACLR (E-UTRA) 特性 (Non CA)

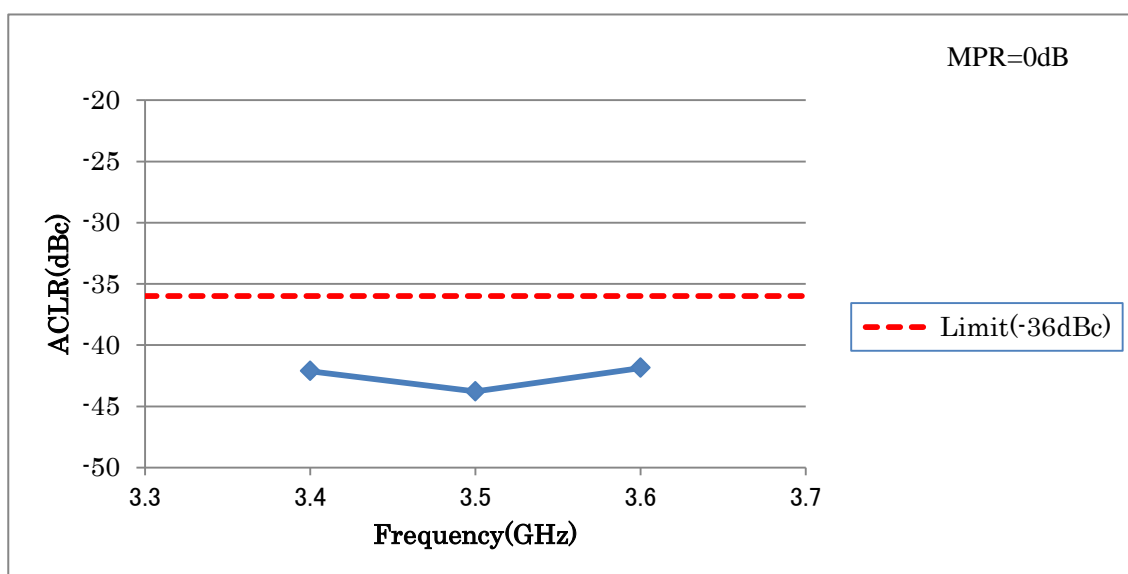


図 参 7. 2. 2-9 パワーアンプの ACLR1 (UTRA) 特性 (Non CA)

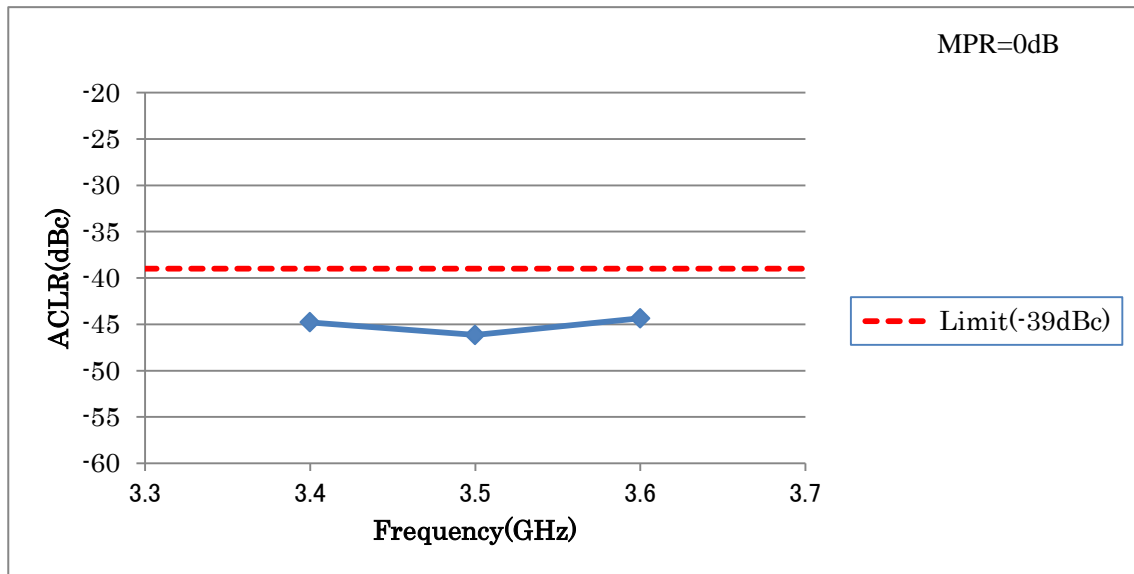


図 参 7. 2. 2-10 パワーアンプの ACLR2 (UTRA) 特性 (Non CA)

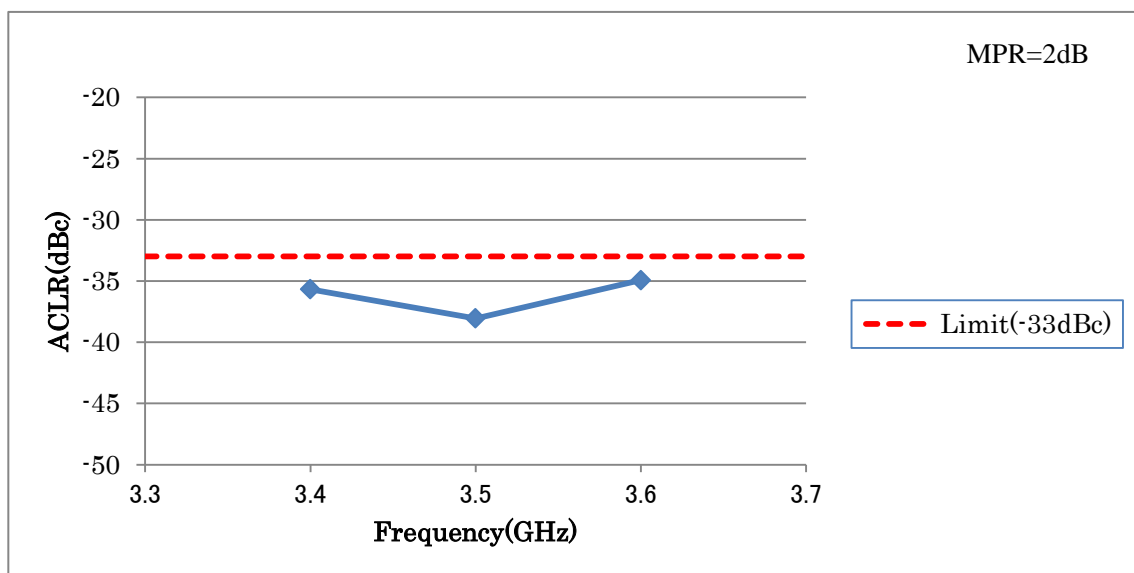


図 参 7. 2. 2-11 パワーアンプの ACLR (E-UTRA) 特性 (CA)

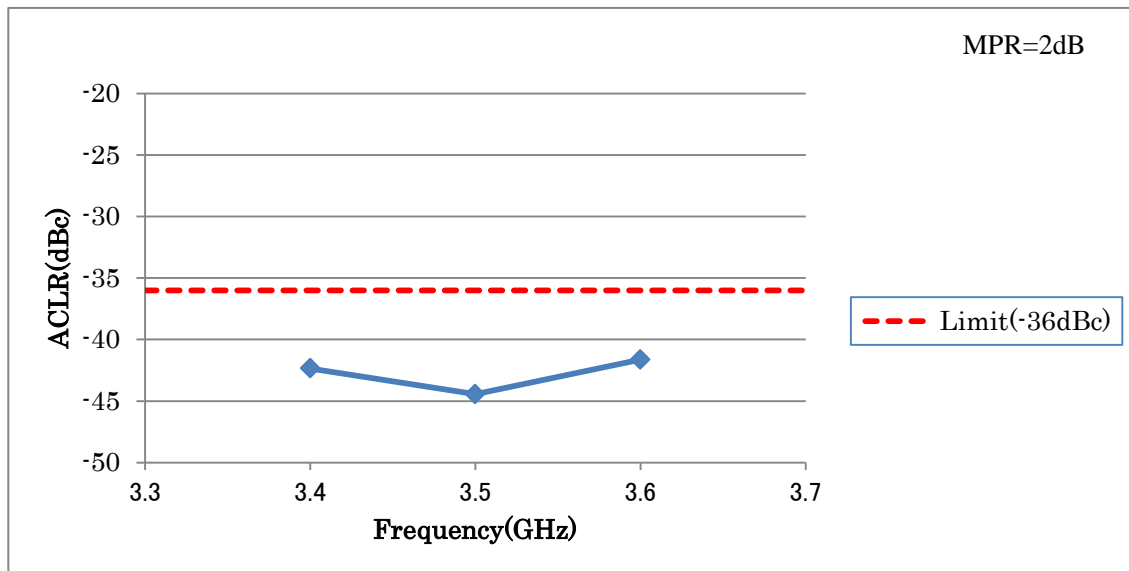


図 参 7. 2. 2-12 パワーアンプの ACLR1 (UTRA) 特性 (CA)

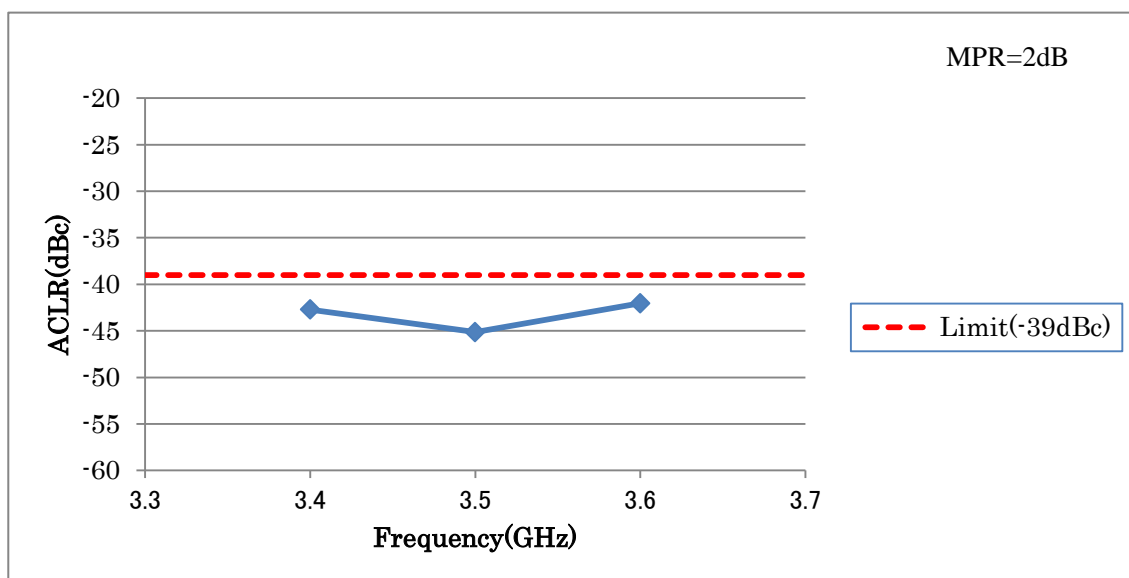


図 参 7. 2. 2-13 パワーアンプの ACLR2 (UTRA) 特性 (CA)

参 7. 2. 2. 2. 4 スプリアス特性

実験は、Spectrum Analyzer を表 参 7. 2. 2-2 に示す設定とし、スプリアス特性を取得した。図 参 7. 2. 2-14~図 参 7. 2. 2-19 に Non CA 時のスプリアス特性を、図 参 7. 2. 2-20~図 参 7. 2. 2-25 に CA 時のスプリアス特性を示す。送信周波数は、3. 4GHz、3. 5GHz、3. 6GHz である。各図中の dBm/100kHz 単位のデータは、Spectrum Analyzer での測定値であり、dBm/MHz 単位のデータは、dBm/100kHz 単位のデータをもとに 1MHz 単位の積分した値である。各図中の縦の点線はスプリアスエミッションマスクとスプリアスの境界を表し、横の点線は 3GPP のスプリアスの仕様を示している。スプリアス領域で-30dBm/MHz を満たすことを確認できる。

Non CA かつ MPR=0dB 時は、送信周波数によって多少差分はあるものの、隣接チャネル領域でおおよそ-26dBm/MHz~-45dBm/MHz、次隣接チャネル領域でおおよそ-45dBm/MHz~

-55dBm/MHz の値である。なお、本領域では、1dB の MPR を適用した場合、漏洩電力のレベルは 1~5dB 程度低下する。

CA かつ MPR=0dB 時は、送信周波数によって多少差分はあるものの、隣接チャネル領域でおよそ-20dBm/MHz~-44dBm/MHz、次隣接チャネル領域でおよそ-44dBm/MHz~-51dBm/MHz の値である。なお、本領域では、1dB の MPR を適用した場合の漏洩電力のレベルは 1~5dB 程度低下し、2dB の MPR を適用した場合の漏洩電力のレベルは、MPR=1dB の場合より、さらに 1~5dB 程度低下する。

表 参 7. 2. 2-2 Spectrum Analyzer の設定値

項目	設定値
RBW/VBW	100 kHz
検波モード	Sample
平均化	100 count

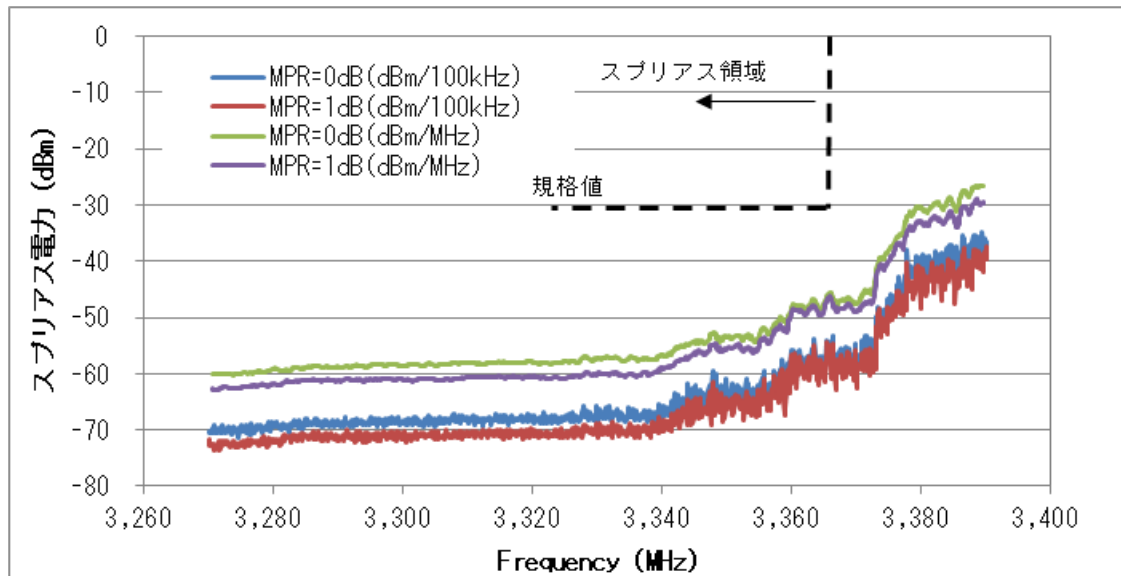


図 参 7. 2. 2-14 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3.4GHz 送信時下側)

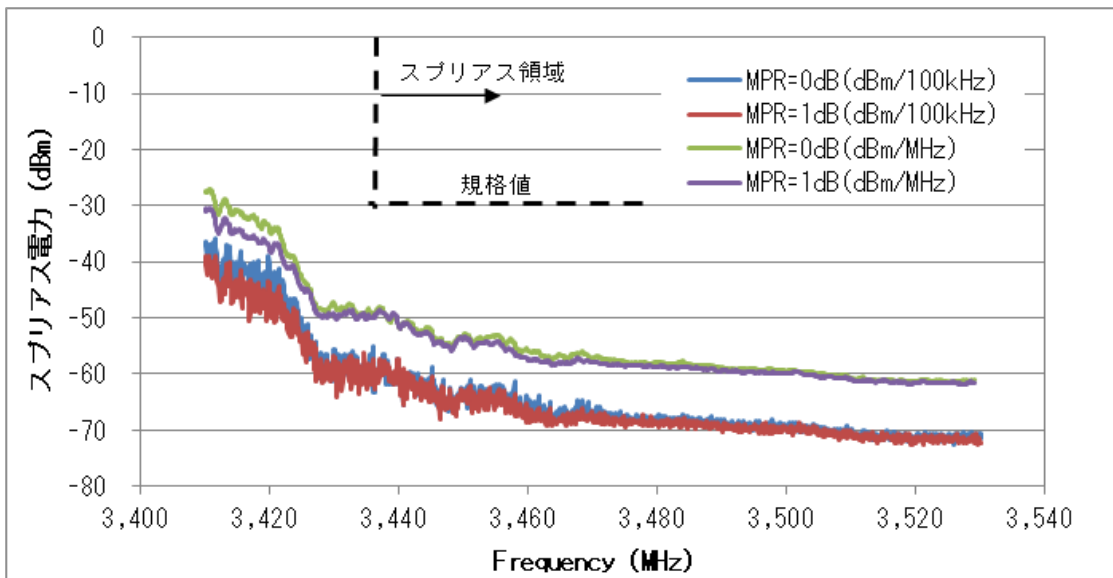


図 参 7. 2. 2-15 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3. 4GHz 送信時上側)

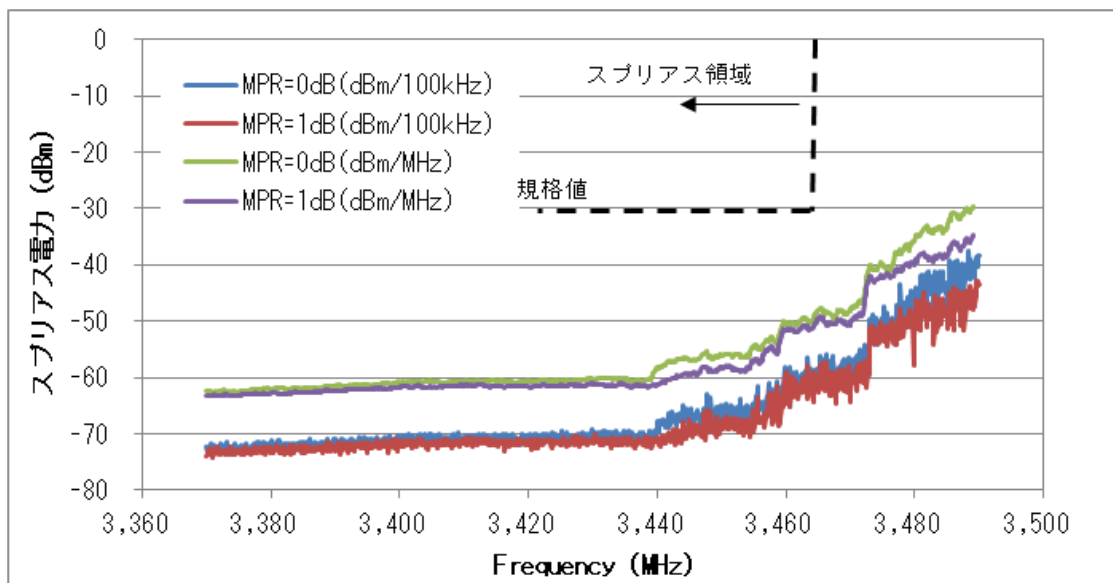


図 参 7. 2. 2-16 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3. 5GHz 送信時下側)

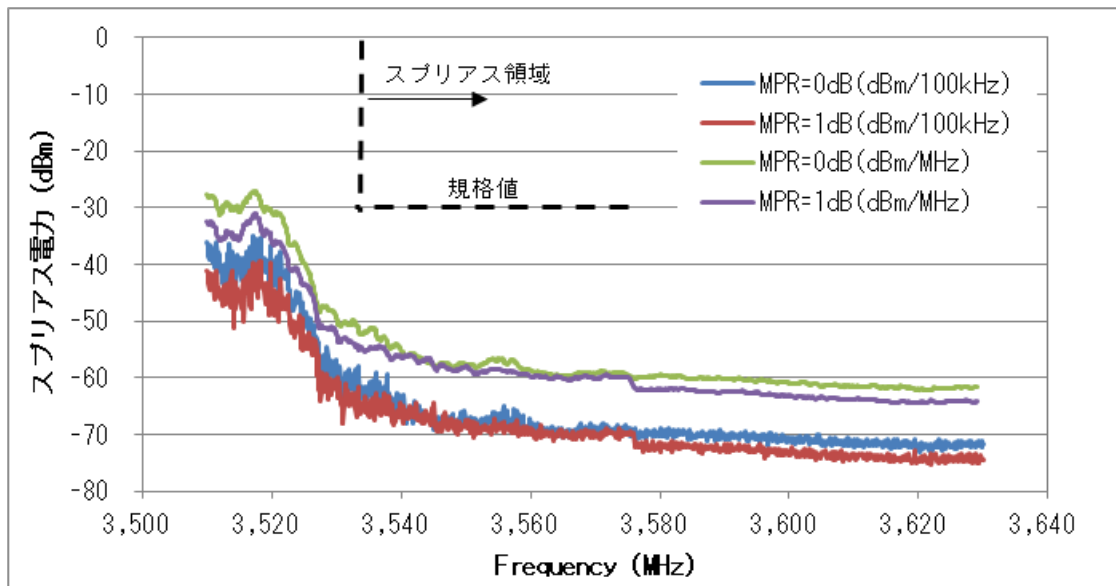


図 参 7. 2. 2-17 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3. 5GHz 送信時上側)

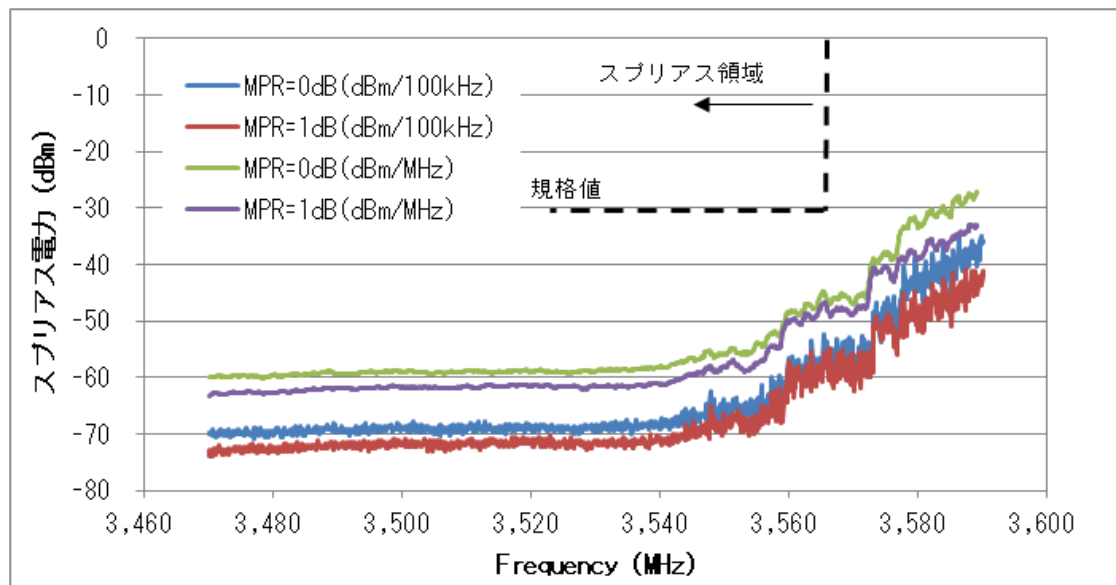


図 参 7. 2. 2-18 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3. 6GHz 送信時下側)

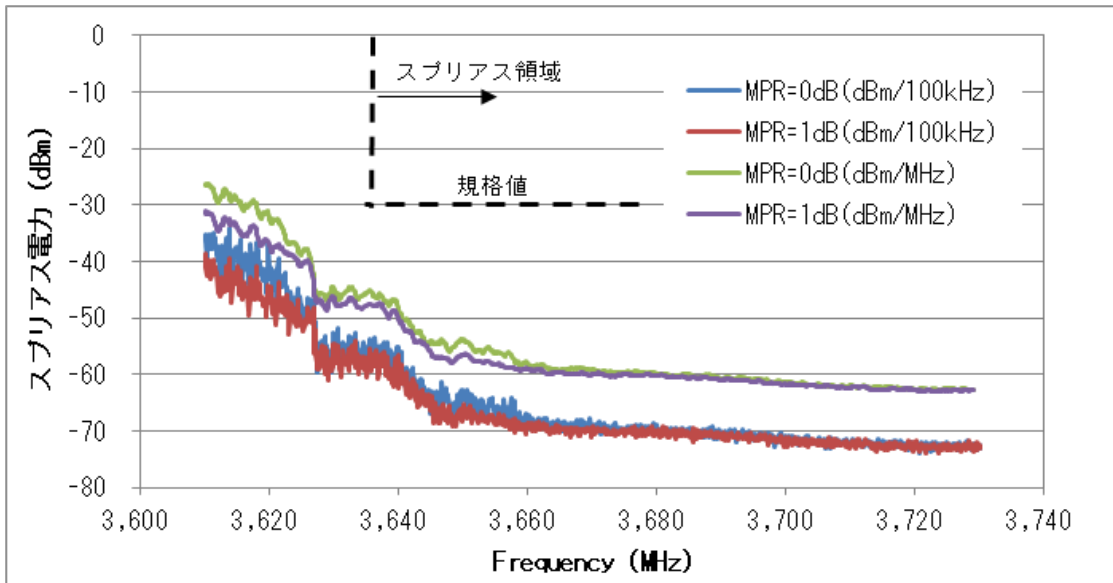


図 参 7. 2. 2-19 パワーアンプのスプリアス特性 (Non CA f=3. 6GHz 送信時上側)

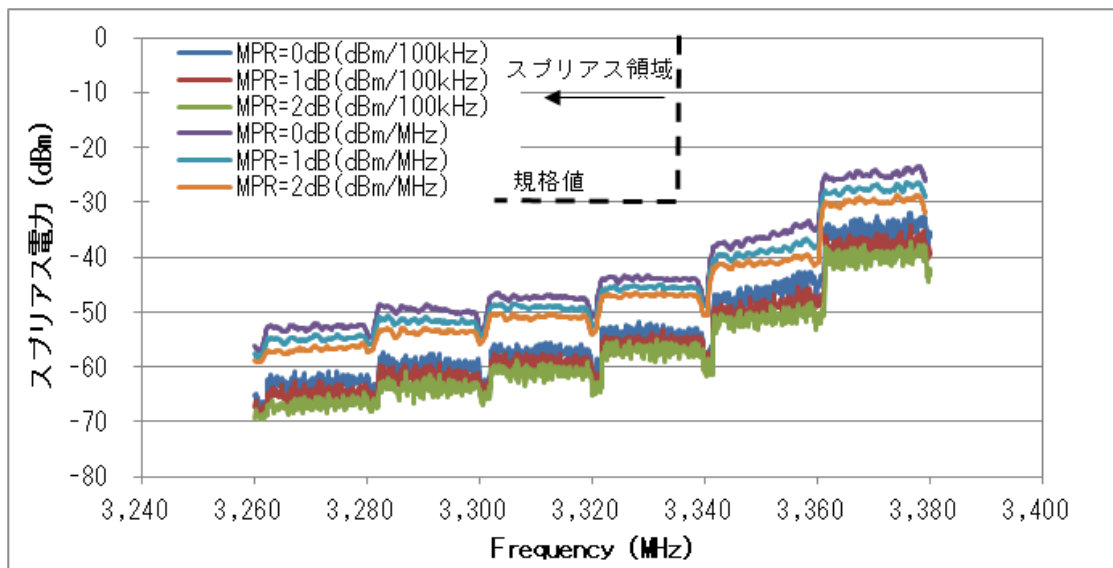


図 参 7. 2. 2-20 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3. 4GHz 送信時下側)

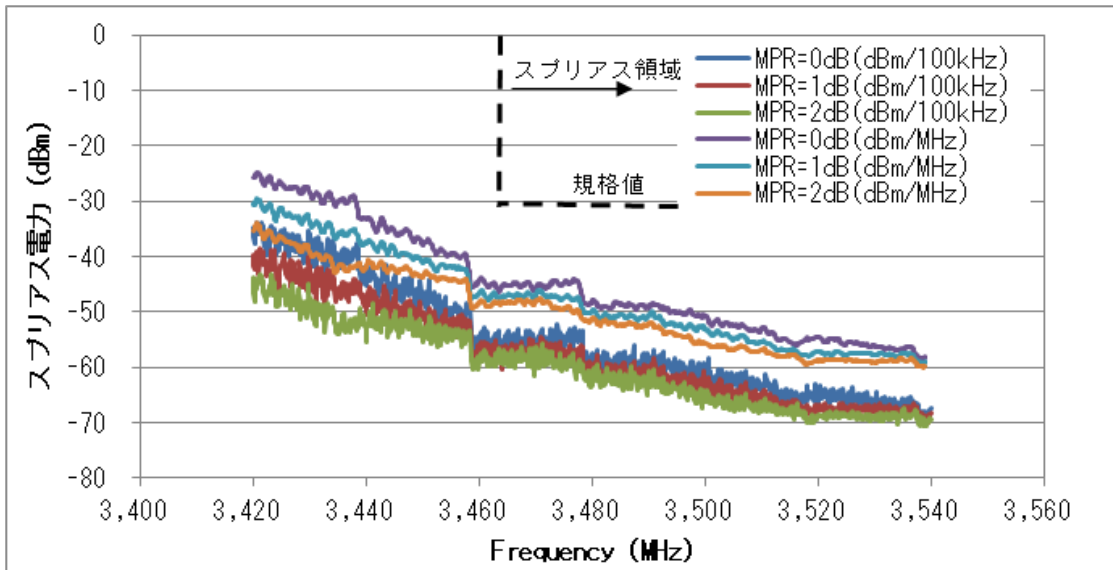


図 参 7. 2. 2-21 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3. 4GHz 送信時上側)

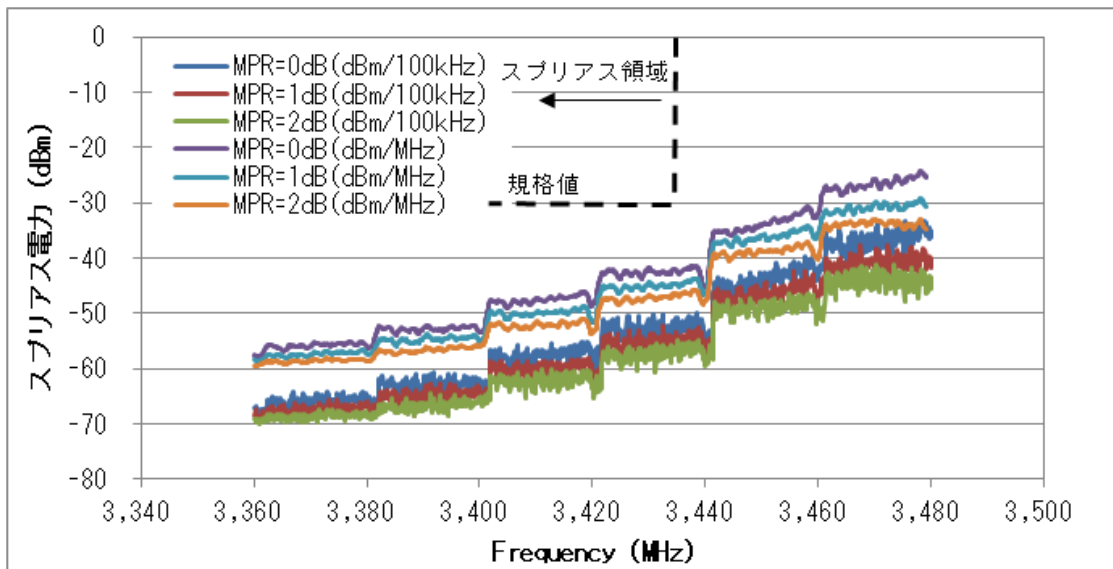


図 参 7. 2. 2-22 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3. 5GHz 送信時下側)

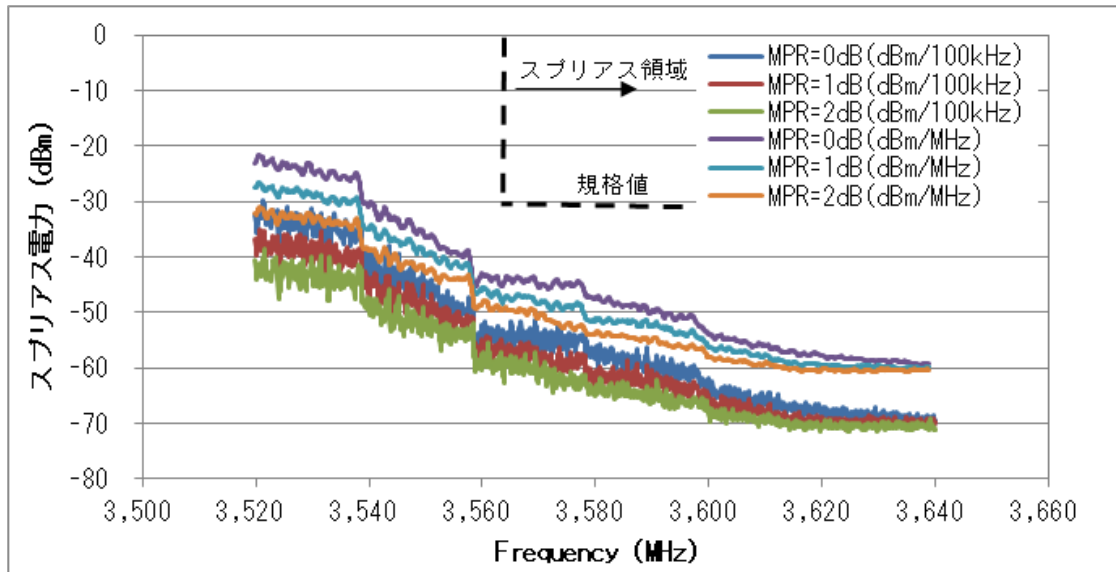


図 参 7. 2. 2-23 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3.5GHz 送信時上側)

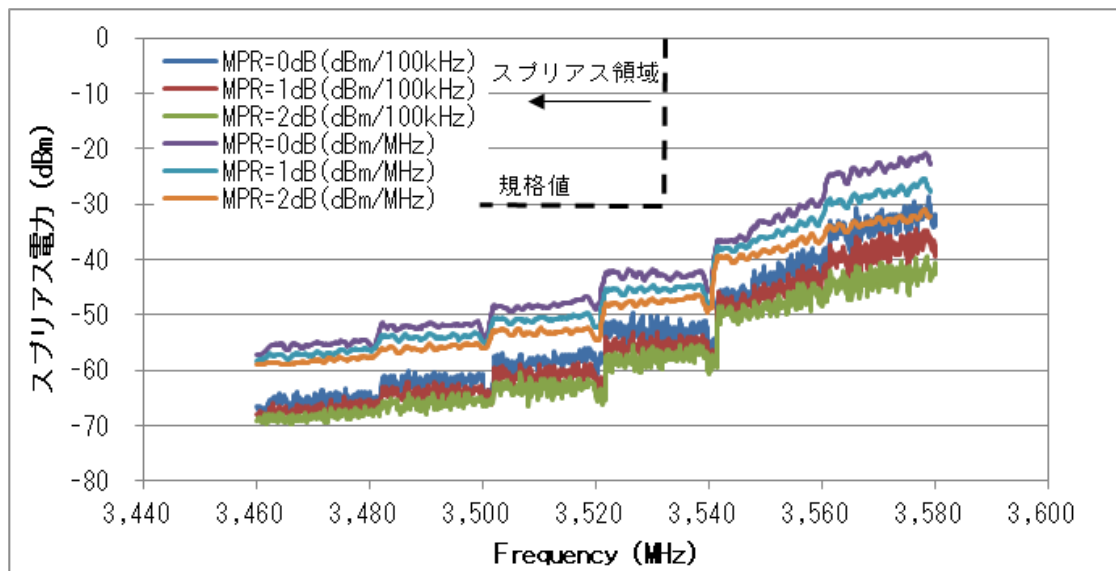


図 参 7. 2. 2-24 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3.6GHz 送信時下側)

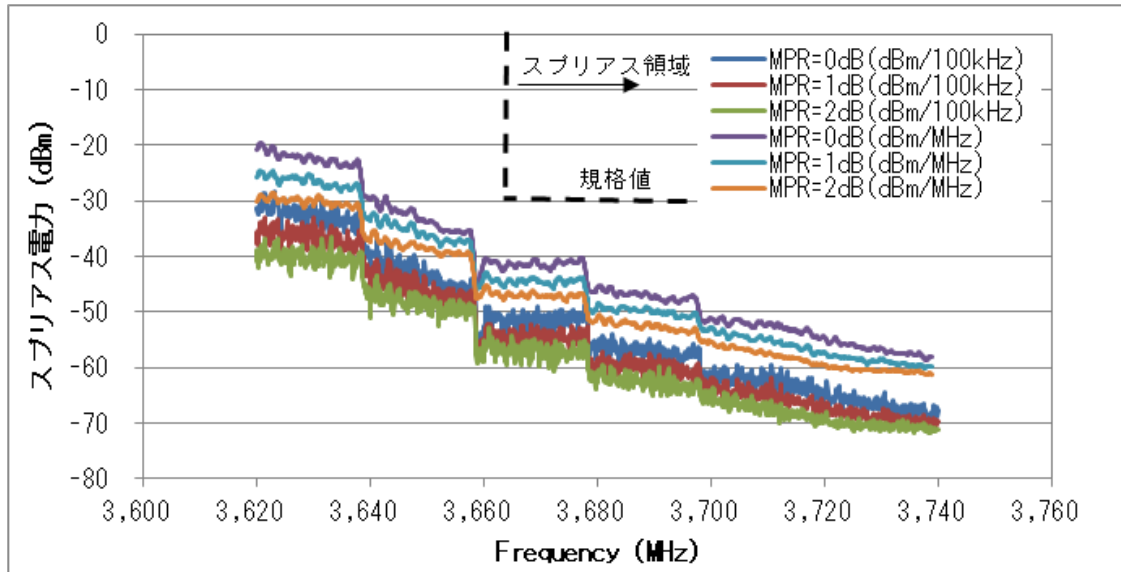


図 参 7. 2. 2-25 パワーアンプのスプリアス特性 (CA f=3. 6GHz 送信時上側)

参 7. 2. 3 陸上移動局パワーアンプまとめ

実験結果より、試作した陸上移動局パワーアンプは、設計値の周波数において最大出力電力及び利得について設計値の 28dBm 以上と 28. 5dB 以上を満たすことを確認した。ACLR については、Non CA 時は最大出力、CA 時は MPR=2dB を適用することで E-UTRA で - 33dBc 以下、UTRA の ACLR1 (隣接チャネル) で - 36dBc、ACLR2 (次隣接チャネル) で - 39dBc を満たすことを確認した。

また、送信機の実力値を用いて、机上で隣接チャネル及び次隣接チャネルによる干渉検討をするために、パワーアンプ単体のスプリアスの実力値を測定した。一番厳しい CA 時の最大出力時では、隣接チャネル領域でおおよそ -20dBm/MHz ~ -44dBm/MHz、次隣接チャネル領域でおおよそ -44dBm/MHz ~ -51dBm/MHz の値である。

参 7. 3 陸上移動局フィルタ

参 7. 3. 1 陸上移動局フィルタの概要

参 7. 3. 1. 1 実験概要と評価目的

参 7. 1 章で述べたように Band22 (FDD) の Tx: 3410-3490 MHz/Rx: 3510-3590 MHz をカバーするために 2 種類のフィルタ (Duplexer) を試作した。それぞれの設計値を表 参 7. 3. 1-1、表 参 7. 3. 1-2 に示す。DUP1 は Tx: 3410-3470 MHz/Rx: 3510-3570 MHz、DUP2 は Tx: 3430-3490 MHz/Rx: 3530-3590 MHz のそれぞれ 60MHz 幅の送受信帯をカバーする構成とした。今回の実験は陸上移動局の送信が与干渉となる実験であるため、送信帯のみ検討すればよいが、将来の商用利用を考慮し、試作時の技術で、かつ、限定された期間内で実現可能な設計値を送受信帯両方に規定した。

表 参 7. 3. 1-1 フィルタ DUP1 の設計値

項目		通番	周波数 (MHz)	損失/減衰量
Tx - Ant	Attenuation	1	3410 - 3470	3. 2 dB 以下
		2	3510 - 3570	40 dB 以上

	VSWR Ant	3	3410 - 3470	2.0 以下
	VSWR Tx	4	3410 - 3470	2.0 以下
Ant - Rx	Attenuation	5	3410 - 3470	45 dB 以上
		6	3510 - 3570	3.4 dB 以下
	VSWR Ant	7	3510 - 3570	2.0 以下
	VSWR Rx	8	3510 - 3570	2.0 以下
Tx - Rx ISO		9	3410 - 3470	45 dB 以上
		10	3510 - 3570	45 dB 以上

表 参 7.3.1-2 フィルタ DUP2 の設計値

項目		通番	周波数(MHz)	損失/減衰量
Tx - Ant	Attenuation	1	3430 - 3486	3.1 dB 以下
		2	3486 - 3490	4.1 dB 以下
		3	3510 - 3525	23 dB 以上
		4	3525 - 3590	42 dB 以上
	VSWR Ant	5	3430 - 3490	2.0 以下
	VSWR Tx	6	3430 - 3490	2.0 以下
Ant - Rx	Attenuation	7	3430 - 3490	46 dB 以上
		8	3530 - 3590	4.8 dB 以下
	VSWR Ant	9	3530 - 3590	2.5 以下
	VSWR Rx	10	3530 - 3590	2.0 以下
Tx - Rx ISO		11	3430 - 3490	45 dB 以上
		12	3530 - 3590	44 dB 以上

陸上移動局フィルタの評価項目とその目的を示す。

- ① 通過特性
 - 各周波数における最大の損失量もしくは、最小の減衰量の確認
- ② VSWR 特性
 - 各周波数における整合特性の確認

参 7.3.1.2 陸上移動局フィルタ構成

図 参 7.3.1-1 にフィルタ (DUP1) の外観図を示す。評価基板上にフィルタは設置され、各ポートには SMA コネクタが接続されている。フィルタ本体は、2.0mm×1.6mm×0.5mm のサイズである。なお、DUP2 も同じ外観・構成であるため省略する。

前節の仕様を満たすために試作に用いたのは BAW (bulk acoustic wave) フィルタである。現在の陸上移動局の Duplexer として広く用いられている SAW (surface acoustic wave) フィルタより、高い周波数での動作に向いている点や、高い Q 値を得られる特徴がある。

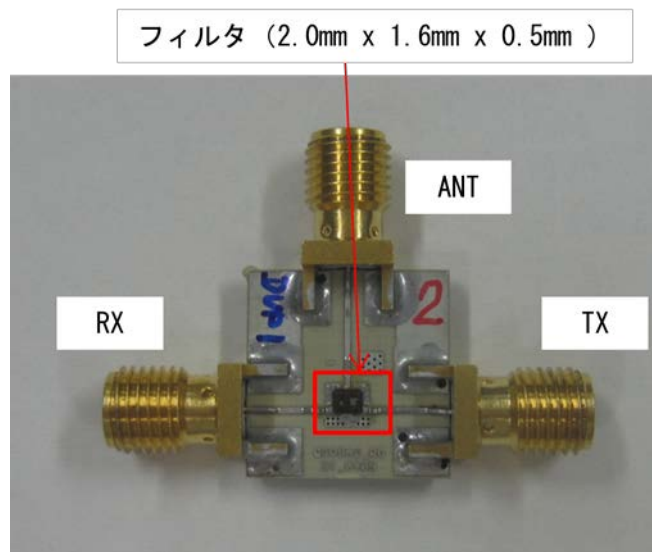


図 参 7.3.1-1 フィルタの外観図 (DUP1)

参 7.3.2 陸上移動局フィルタの実験評価

参 7.3.2.1 実験条件

以下に陸上移動局フィルタの実験評価に用いた実験系と実験手順を示す。

参 7.3.2.1.1 実験系

フィルタの実験系を図 参 7.3.2-1 に示す。Network analyzer に Duplexer (DUP1 もしくは DUP2) を接続し、各特性を測定する。本図は Network analyzer の試験 Port に Duplexer の Tx 部と Rx 部が接続された場合の一例である。Network analyzer にて Port1 から Port2 もしくは Port2 から Port1 への通過特性 (図 参 7.3.2-1 中の (2) と (3)) と、Port1 と Port2 の整合特性 (図 参 7.3.2-1 中の (1) と (4)) を測定することができる。

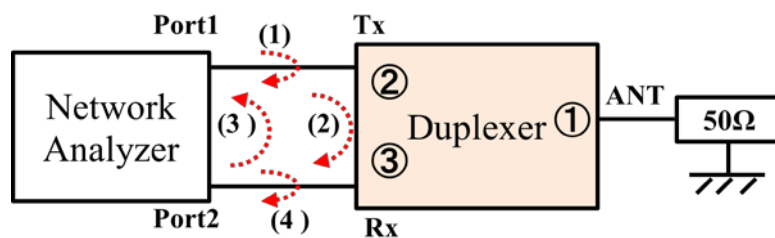


図 参 7.3.2-1 フィルタの実験系

参 7.3.2.1.2 実験方法

参 7.3.2.1.2.1 通過特性及び VSWR 特性

Duplexer は 3 ポートからなるので、図 参 7.3.2-1 において Duplexer の Tx と ANT、ANT と Rx 及び Tx と Rx の 3 通りの組み合わせで Network analyzer に接続し、必要な通過特性及び VSWR 特性を測定する。

参 7.3.2.2 実験結果

参 7.3.2.2.1 通過特性

図 参 7.3.2-2~図 参 7.3.2-4 に DUP1 の通過特性を、図 参 7.3.2-5~図 参 7.3.2-7 に DUP2 の通過特性を示す。各 DUP の通過特性は設計値を満たしている。なお、値については参 7.3.3 節の表に示す。

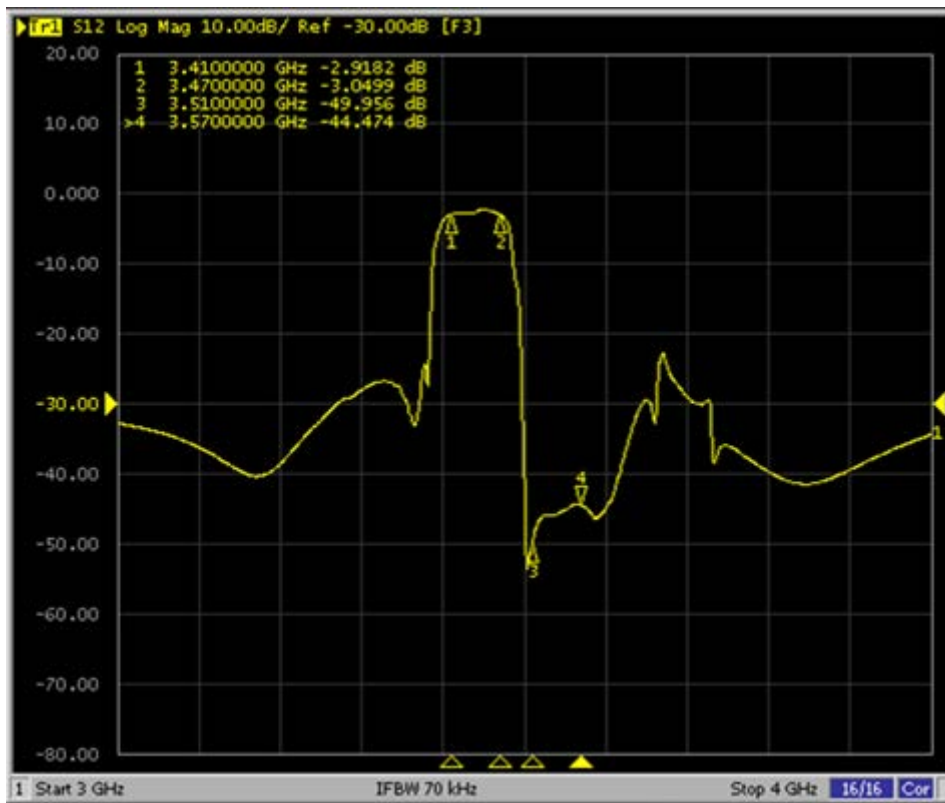


図 参 7.3.2-2 DUP1 の通過特性 (Tx→ANT)

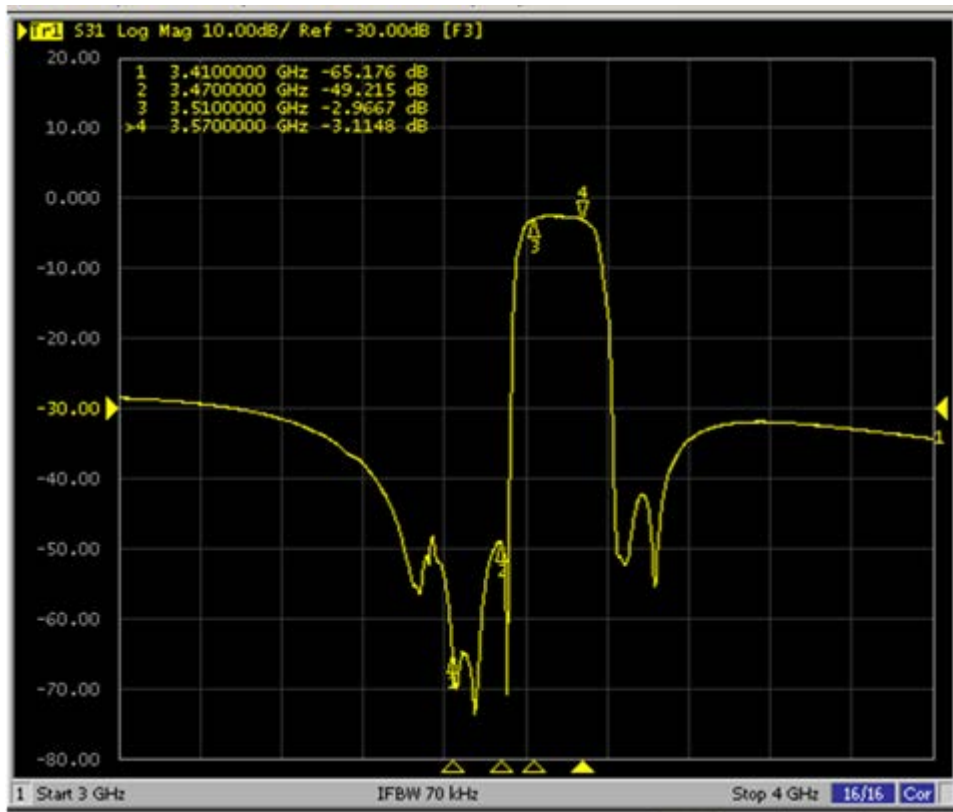


図 参 7.3.2-3 DUP1 の通過特性 (ANT→Rx)

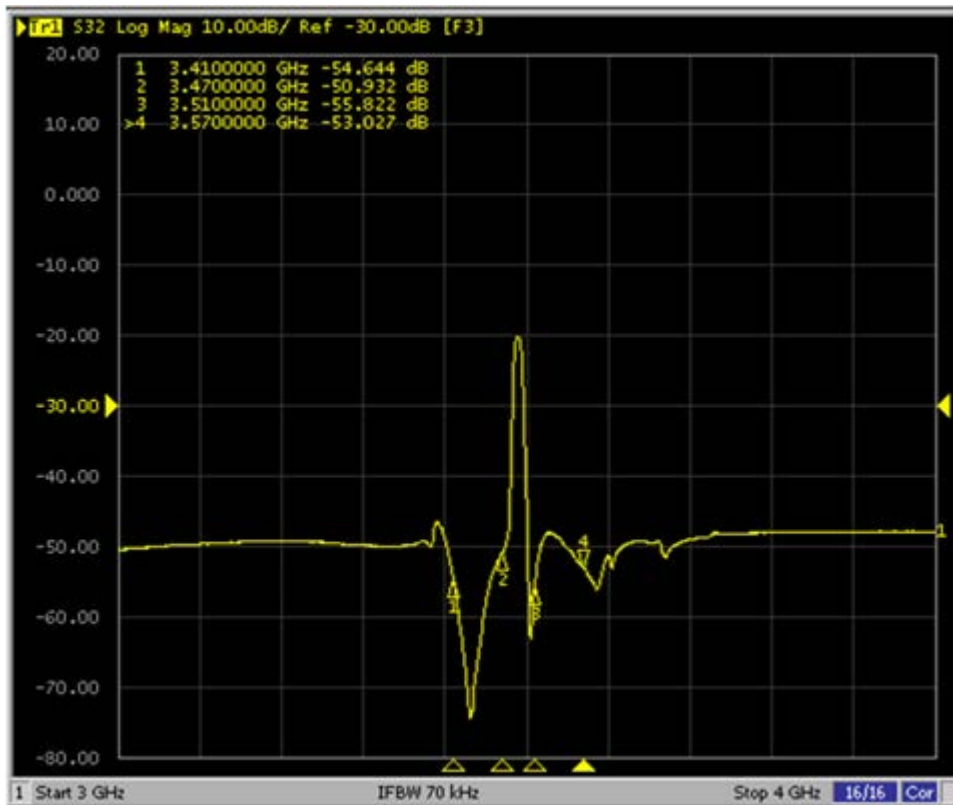


図 参 7.3.2-4 DUP1 の通過特性 (Tx→Rx)



図 参 7.3.2-5 DUP2 の通過特性 (Tx→ANT)

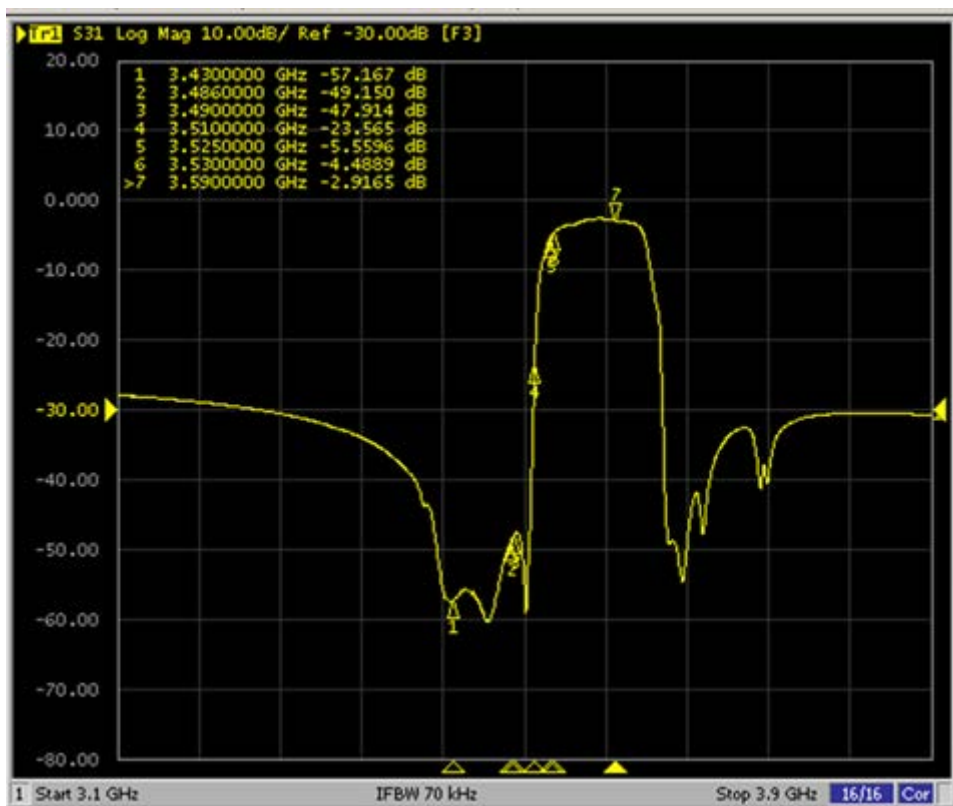


図 参 7.3.2-6 DUP2 の通過特性 (ANT→Rx)

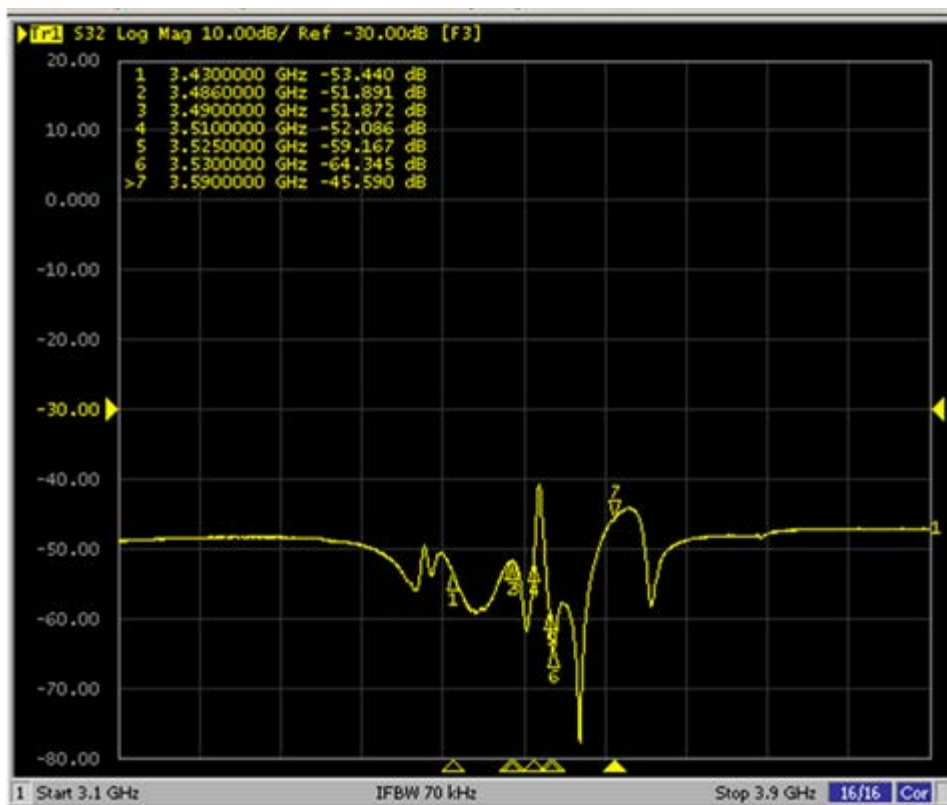


図 参 7. 3. 2-7 DUP2 の通過特性 (Tx→Rx)

参 7. 3. 2. 2. 2 VSWR 特性

図 参 7. 3. 2-8~図 参 7. 3. 2-10 に DUP1 の VSWR 特性を、図 参 7. 3. 2-11~図 参 7. 3. 2-13 に DUP2 の VSWR 特性を示す。各 DUP の VSWR 特性は設計値を満たしている。なお、値については参 7. 3. 3 節の表に示す。

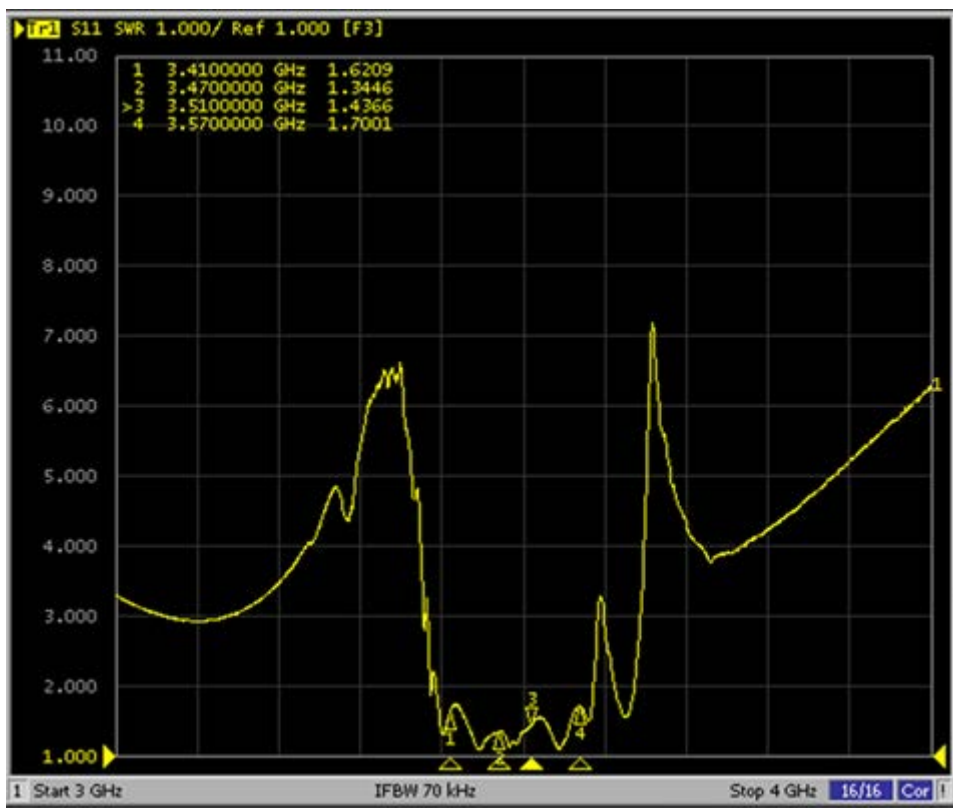


図 参 7.3.2-8 DUP1 の VSWR 特性 (ANT Port)

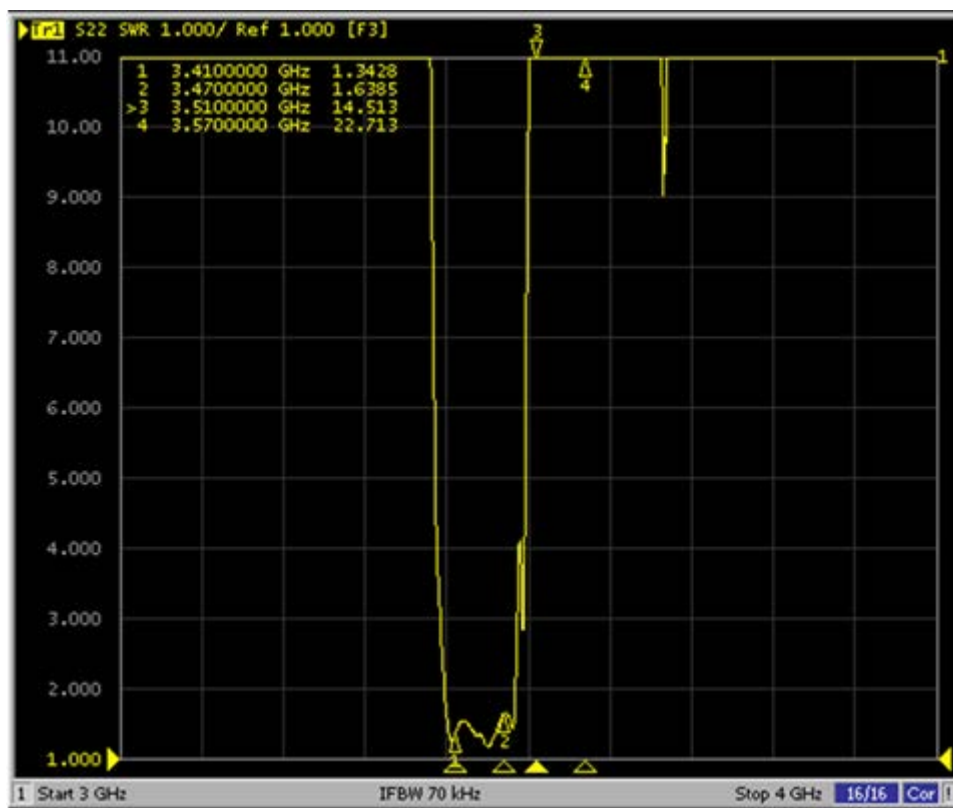


図 参 7.3.2-9 DUP1 の VSWR 特性 (Tx Port)

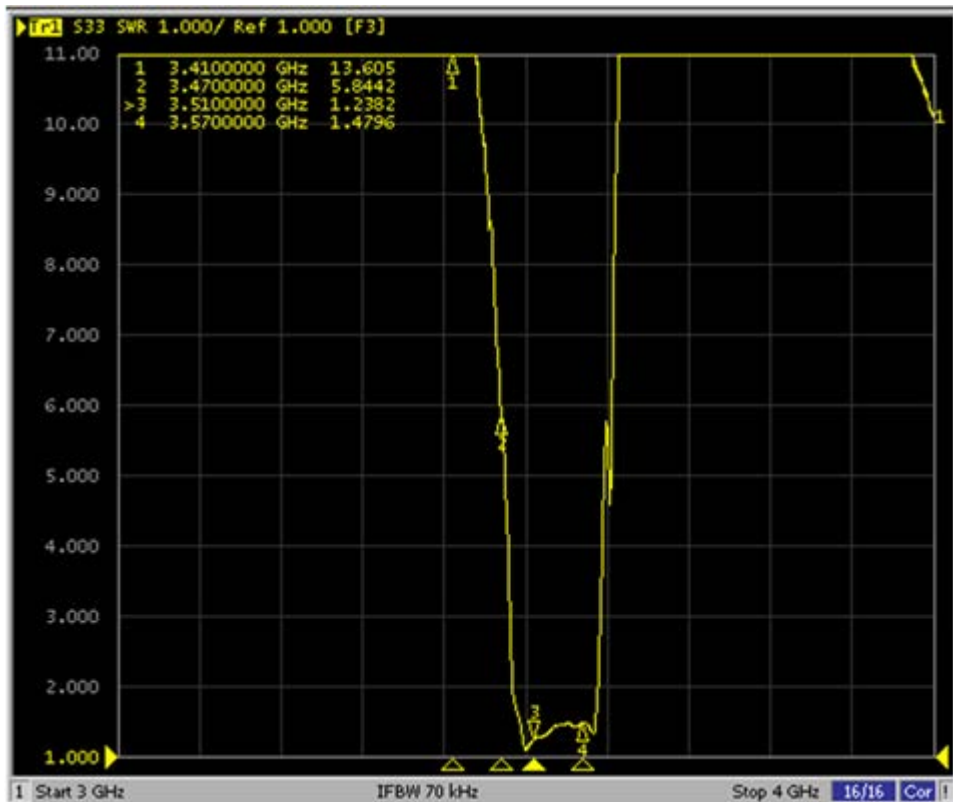


図 参 7.3.2-10 DUP1 の VSWR 特性 (Rx Port)

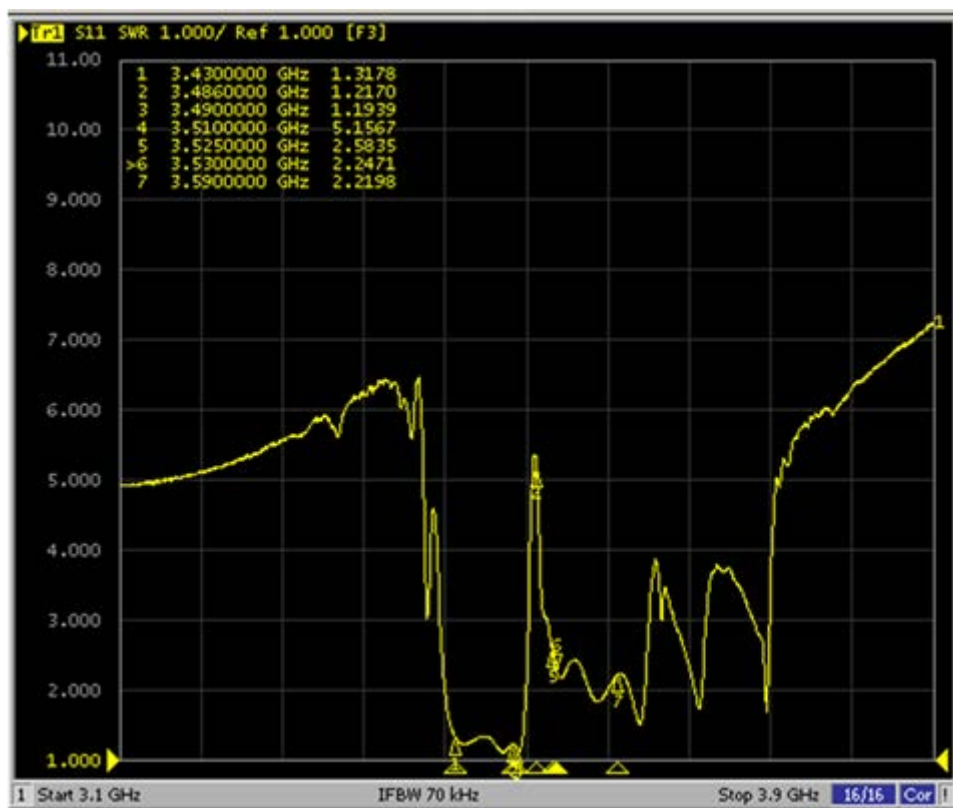


図 参 7.3.2-11 DUP2 の VSWR 特性 (ANT Port)

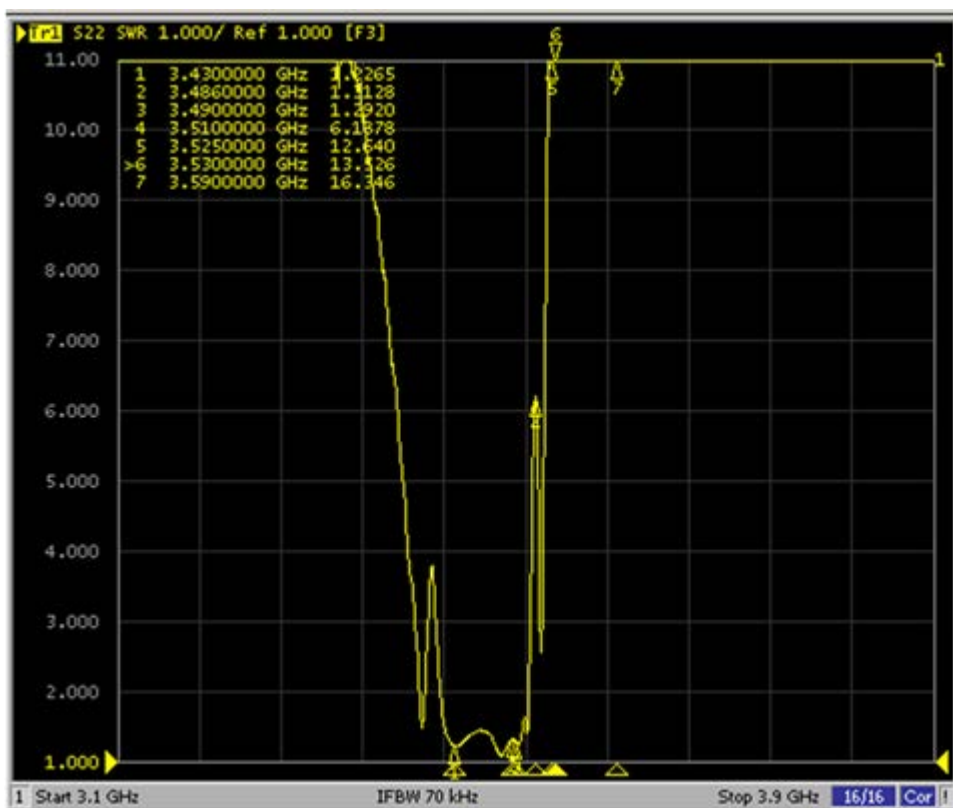


図 参 7. 3. 2-12 DUP2 の VSWR 特性 (Tx Port)

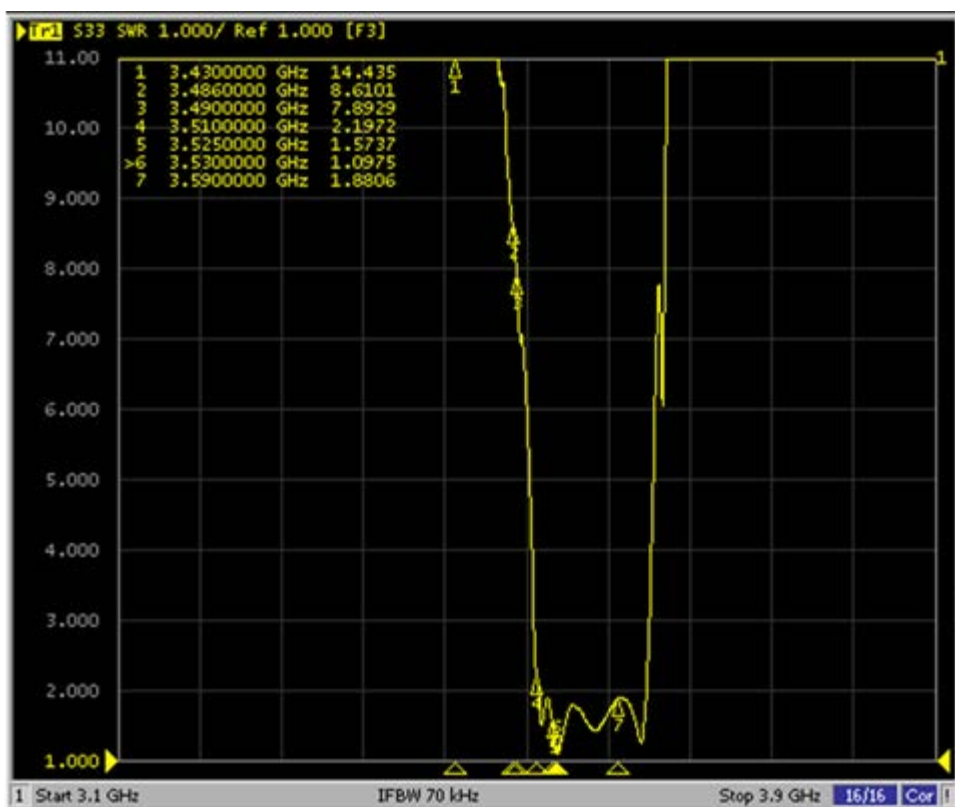


図 参 7. 3. 2-13 DUP2 の VSWR 特性 (Rx Port)

参 7.3.3 陸上移動局フィルタまとめ

表 参 7.3.3-1 と表 参 7.3.3-2 に陸上移動局フィルタの設計値と実測値の対比表を示す。DUP1、DUP2 共に設計値を満たしており、今回の実験用陸上移動局フィルタの特性を満足している。

表 参 7.3.3-1 DUP1 の実験結果

項目		通番	周波数 (MHz)	損失/減衰量	
				設計値	実測値(Worst 値)
Tx - Ant	Attenuation	1	3410 - 3470	3.2 dB 以下	2.99
		2	3510 - 3570	40 dB 以上	44.25
	VSWR Ant	3	3410 - 3470	2.0 以下	1.73
	VSWR Tx	4	3410 - 3470	2.0 以下	1.64
Ant - Rx	Attenuation	5	3410 - 3470	45 dB 以上	48.96
		6	3510 - 3570	3.4 dB 以下	3.39
	VSWR Ant	7	3510 - 3570	2.0 以下	1.70
	VSWR Rx	8	3510 - 3570	2.0 以下	1.48
Tx - Rx ISO		9	3410 - 3470	45 dB 以上	51.02
		10	3510 - 3570	45 dB 以上	48.26

表 参 7.3.3-2 DUP2 の実験結果

項目		通番	周波数 (MHz)	損失/減衰量	
				設計値	実測値(Worst 値)
Tx - Ant	Attenuation	1	3430 - 3486	3.1 dB 以下	2.59
		2	3486 - 3490	4.1 dB 以下	3.00
		3	3510 - 3525	23 dB 以上	24.98
		4	3525 - 3590	42 dB 以上	42.84
	VSWR Ant	5	3430 - 3490	2.0 以下	1.33
	VSWR Tx	6	3430 - 3490	2.0 以下	1.44
Ant - Rx	Attenuation	7	3430 - 3490	46 dB 以上	47.86
		8	3530 - 3590	4.8 dB 以下	4.44
	VSWR Ant	9	3530 - 3590	2.5 以下	2.43
	VSWR Rx	10	3530 - 3590	2.0 以下	1.88
Tx - Rx ISO		11	3430 - 3490	45 dB 以上	51.67
		12	3530 - 3590	44 dB 以上	45.65

参 7.4 陸上移動局送信機(陸上移動局パワーアンプ+陸上移動局フィルタ)

参 7.4.1 陸上移動局送信機の概要

陸上移動局パワーアンプの送信周波数範囲は 3.4GHz ~ 3.6GHz であるが、陸上移動局フィルタの送信周波数範囲は 3.41GHz ~ 3.49GHz であるため、陸上移動局送信機としての送信周波数範囲は 3.41GHz ~ 3.49GHz となる。陸上移動局送信機として求められる特性は 3GPP に規定されている Band22 の仕様である。同一周波数内での共用検討を実施するにあたっては、特に以下の 4 項目の 3GPP 仕様を満たしている必要がある。

- ① 最大送信電力
 - 23dBm(+2/-3.5dB)
 - MPR も可。MPR については表 参 7.2.1-1 の注記に記載。
 - 送信帯域幅の下端 3410-3414MHz、あるいは、上端 3486-3490MHz の各 4MHz 内に閉じて RB 送信する場合は、最大送信電力の下限のトレランスの緩和をさらに 1.5dB 許容する。なお、今回の試験条件には、当該緩和が適用される条件は含まれていない。
- ② 隣接チャネル漏洩電力 (ACLR)
 - -30dBc (E-UTRA)
 - -33dBc (ACLR1:UTRA)
 - -36dBc (ACLR2:UTRA)
- ③ スペクトラムエミッションマスク (SEM)
 - 表 参 7.4.1-1 に Non CA 時の SEM 仕様を、表 参 7.4.1-2 に CA 時の SEM 仕様を、それぞれ実験を実施する Channel bandwidth のみ示す。 Δf_{00B} (MHz) は Channel bandwidth の両端からの離調周波数を示す。 Δf_{00B} (MHz) の外の周波数領域で④に記載するスプリアス仕様は適用される。但し、④にて特にスプリアスが優先されると規定されている周波数領域は除外する。

表 参 7.4.1-1 SEM の仕様 (Non CA)

Δf_{00B} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth	
	20MHz	Measurement bandwidth
± 0-1	-21	30 kHz
± 1-2.5	-10	1 MHz
± 2.5-2.8	-10	1 MHz
± 2.8-5	-10	1 MHz
± 5-6	-13	1 MHz
± 6-10	-13	1 MHz
± 10-15	-13	1 MHz
± 15-20	-13	1 MHz
± 20-25	-25	1 MHz

表 参 7.4.1-2 SEM の仕様 (CA)

Δf_{00B} (MHz)	Spectrum emission limit (dBm)/BWChannel_CA	
	39.8 MHz	Measurement bandwidth
± 0-1	-24	30 kHz

± 1-5	-10	1 MHz
± 5-29.9	-13	1 MHz
± 29.9-30	-13	1 MHz
± 30-34.85	-13	1 MHz
± 34.85-34.9	-13	1 MHz
± 34.9-35	-13	1 MHz
± 35-39.8	-13	1 MHz
± 39.8-39.85	-25	1 MHz
± 39.85-44.8	-25	1 MHz

④ スプリアス

- 表 参 7.4.1-3 にスプリアスの仕様を示す。

表 参 7.4.1-3 スプリアスの仕様

Frequency Range	Maximum Level	Measurement bandwidth
9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz
150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz
30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz
1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz
12.75 GHz ≤ f < 送信周波数上端の 5 倍の周波数	-30 dBm	1 MHz
3.5GHz 受信帯域※1 3510 MHz ≤ f < 3525 MHz	-40 dBm	1 MHz
3.5GHz 受信帯域 3525 MHz ≤ f ≤ 3590 MHz	-50 dBm	1 MHz

※1:③スペクトラムエミッションマスクに記載する Δf_{00B} 領域と重複する場合は、本スプリアス仕様を優先する。

送信機の評価項目は以下の 4 項目であり、その目的を示す。

- ① 入出力特性
 - 各周波数におけるパワーアンプの入力電力に対する出力電力の変化及び最大出力電力の確認
- ② 隣接チャネル漏洩電力 (ACLR)
 - 各周波数における隣接チャネル漏洩電力の確認
- ③ スペクトラムエミッションマスク (SEM)
 - 各周波数における SEM の確認
- ④ スプリアス
 - 各周波数におけるスプリアスの確認

参 7.4.2 陸上移動局送信機の実験評価

参 7.4.2.1 実験条件

以下に陸上移動局送信機の実験評価に用いた実験系と実験手順を示す。

参 7.4.2.1.1 実験系

送信機の実験系を図 参 7.4.2-1 に示す。図 参 7.2.2-1 と同じ実験系である。図 参 7.1.1-1 の構成時の損失を模擬するために Duplexer の後に約 2dB 程度の ATT を挿入した。実験時の Signal generator の諸元は表 参 7.2.2-1 と同じである。なお、送信周波数の範囲は 3410~3490 MHz であるが、Non CA 時と CA 時で帯域幅が異なるので、中心周波数を設定できる周波数の範囲が異なる。実験における測定周波数は、以下のように Non CA 時と CA 時で各々送信周波数の下端と上端とした。

- Non CA 時： 下端：3.42GHz、上端：3.48GHz
- CA 時： 下端：3.43GHz、上端：3.47GHz

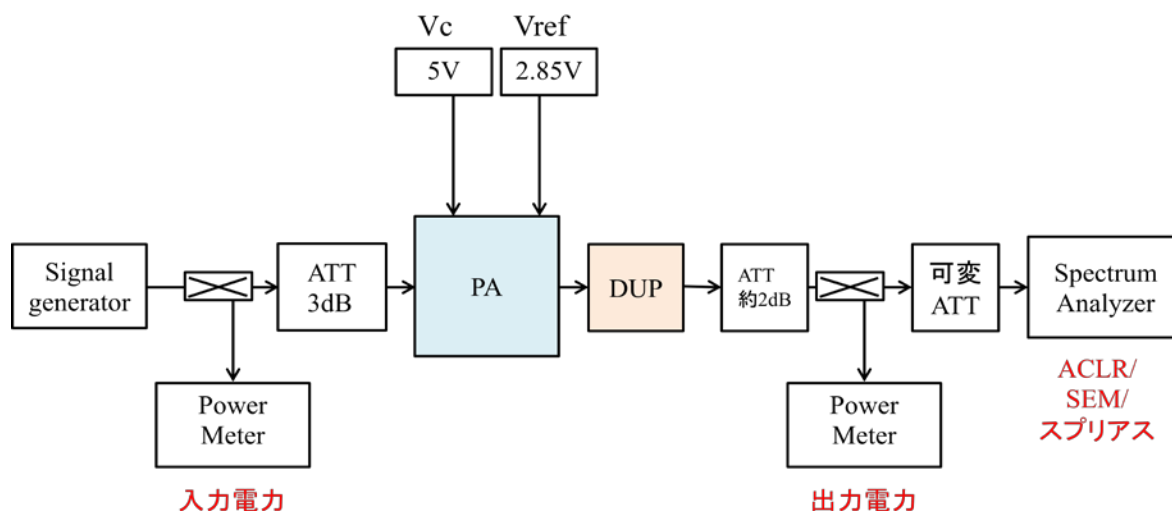


図 参 7.4.2-1 送信機の実験系

参 7.4.2.1.2 実験方法

参 7.4.2.1.2.1 入出力特性の測定

- ① 図 参 7.4.2-1 において、Signal generator の出力を -20dBm~0dBm 程度の範囲で可変させる。
- ② 図 参 7.4.2-1 の Power meter で入力電力 (=Pin) と出力電力 (=Pout) を測定する。

参 7.4.2.1.2.2 隣接チャネル漏洩電力の測定 (ACLR)

- ① 図 参 7.4.2-1 において、パワーアンプの出力を最大出力とする。
- ② 図 参 7.4.2-1 の Spectrum analyzer で ACLR を測定する。

参 7.4.2.1.2.3 スペクトラムエミッションマスクの測定 (SEM)

- ① 図 参 7.4.2-1 において、パワーアンプの出力を最大出力とする。
- ② 図 参 7.4.2-1 の Spectrum analyzer で SEM を測定する。

参 7.4.2.1.2.4 スプリアスの測定

- ① 図 参 7.4.2-1 において、パワーアンプの出力を最大出力とする。

② 図 参 7.4.2-1 の Spectrum analyzer でスプリアスを測定する。

参 7.4.2.2 実験結果

参 7.4.2.2.1 入出力特性

図 参 7.4.2-2 に Non CA 時の入出力特性を図 参 7.4.2-3 に CA 時の入出力特性を示す。共に周波数による特性差はほとんどない。なお、参 7.4.2.2.2~参 7.4.2.2.5 で示すように、Non CA 時、CA 時共に送信電力 23dBm で各仕様を満たしている。そのため、送信機として MPR を適用する必要はない。

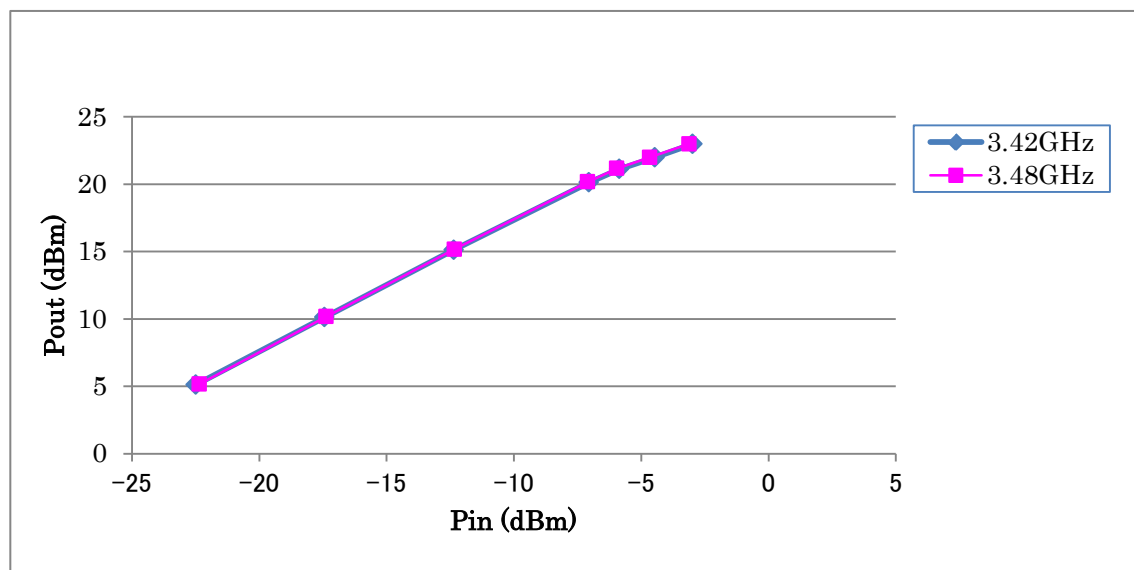


図 参 7.4.2-2 送信機の入出力特性 (Non CA)

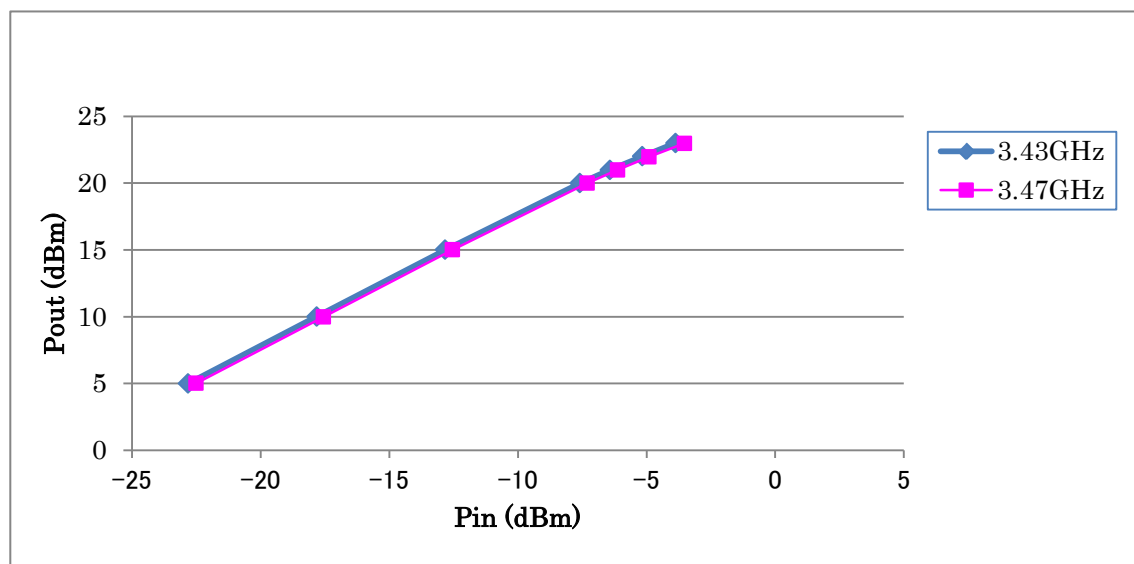


図 参 7.4.2-3 送信機の入出力特性 (CA)

参 7.4.2.2.2 隣接チャネル漏洩電力

図 参 7.4.2-4、図 参 7.4.2-5、図 参 7.4.2-6 に Non CA 時の ACLR (E-UTRA) 特性、ACLR1 (UTRA) 特性、ACLR2 (UTRA) 特性を示す。図 参 7.4.2-7、図 参 7.4.2-8、図 参 7.4.2-9 に CA 時の ACLR (E-UTRA) 特性、ACLR1 (UTRA) 特性、ACLR2 (UTRA) 特性を示す。各図の送信機の実出力電力は、Non CA 時、CA 時共に 23dBm である。図 参 7.4.2-4~図 参 7.4.2-9 のグラフ中の Limit の線が仕様値であり、隣接チャネル漏洩電力の全ての仕様を満足している。

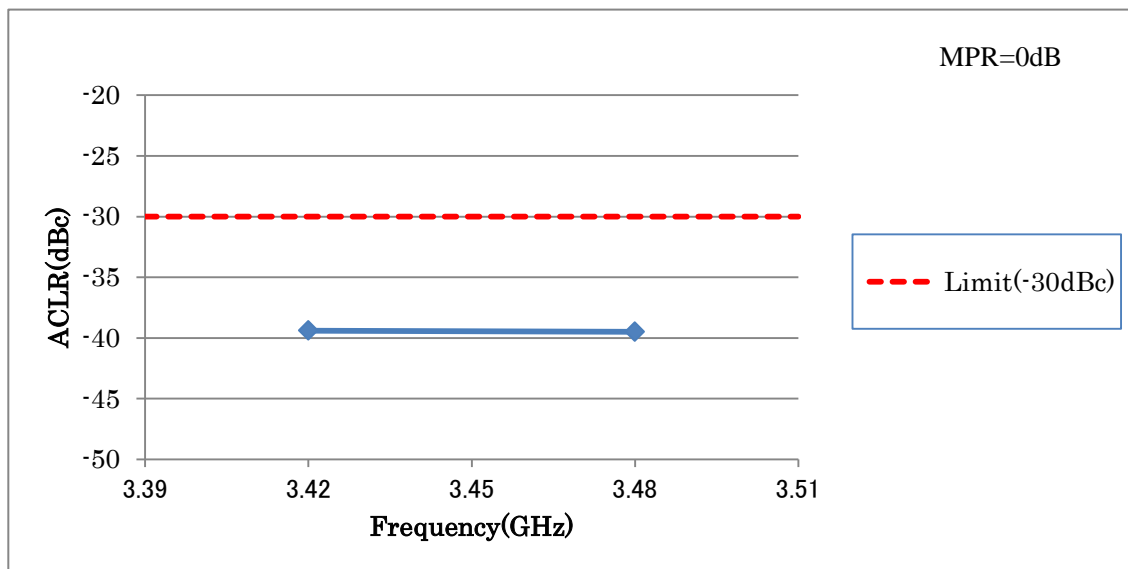


図 参 7.4.2-4 送信機の ACLR (E-UTRA) 特性 (Non CA)

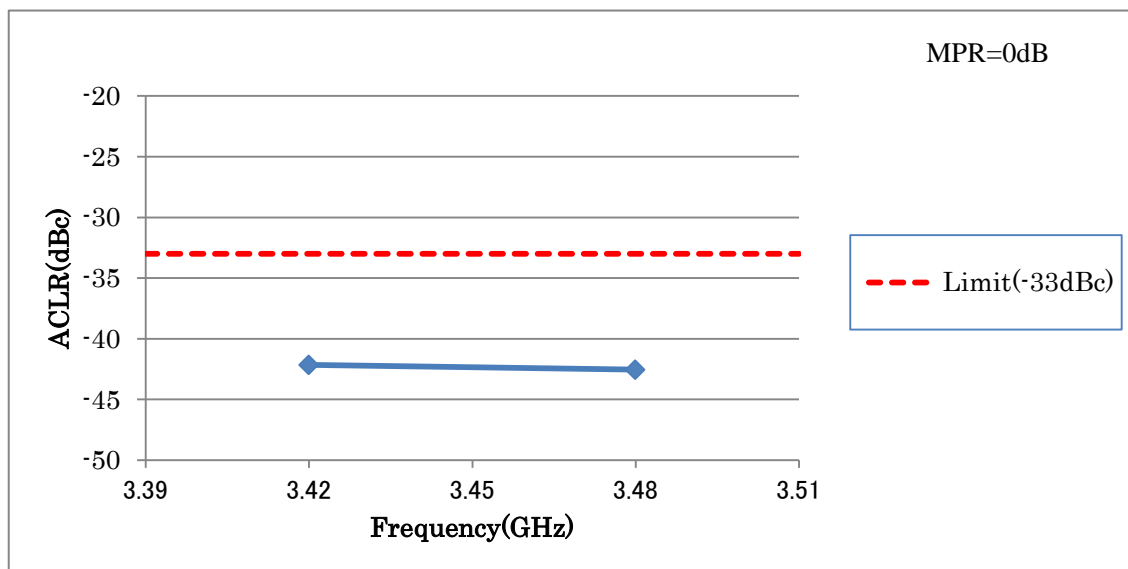


図 参 7.4.2-5 送信機の ACLR1 (UTRA) 特性 (Non CA)

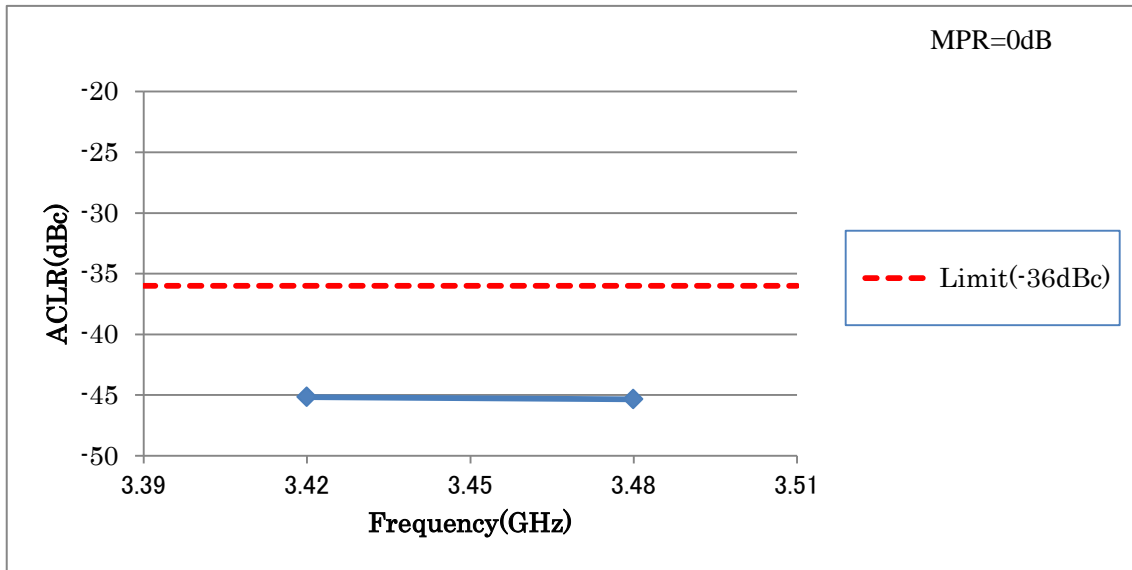


図 参 7. 4. 2-6 送信機の ACLR2 (UTRA) 特性 (Non CA)

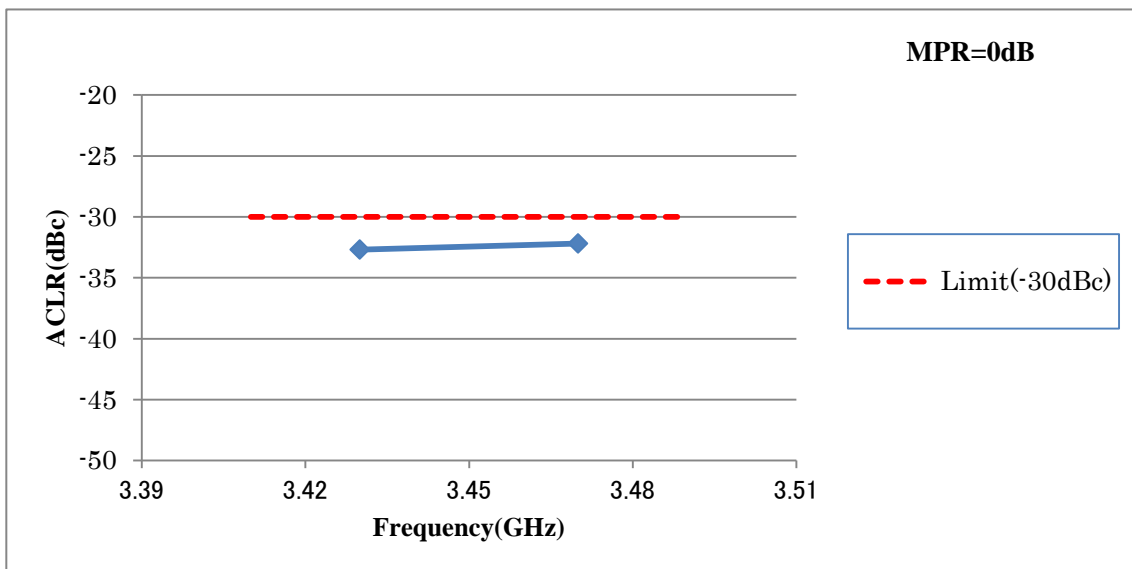


図 参 7. 4. 2-7 送信機の ACLR (E-UTRA) 特性 (CA)

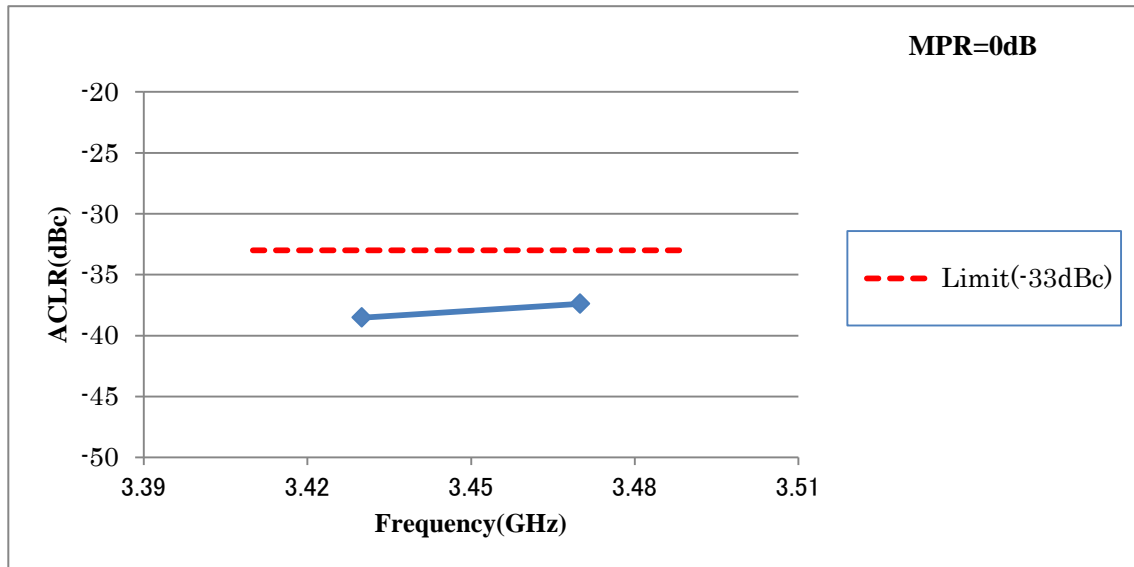


図 参 7. 4. 2-8 送信機の ACLR1 (UTRA) 特性 (CA)

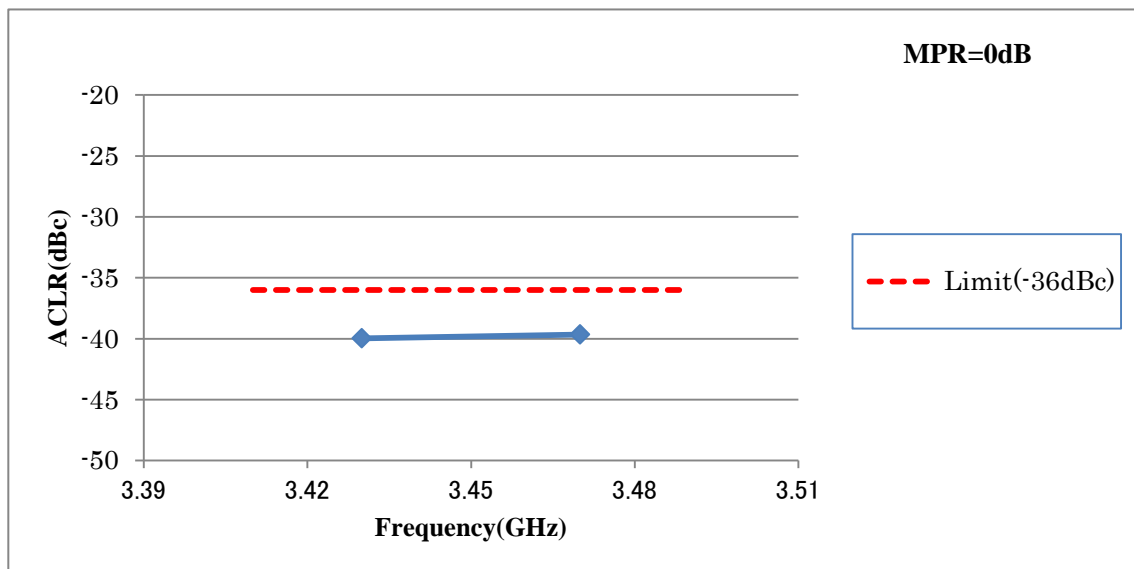


図 参 7. 4. 2-9 送信機の ACLR2 (UTRA) 特性 (CA)

参 7. 4. 2. 2. 3 スペクトラムエミッションマスク

図 参 7. 4. 2-10、図 参 7. 4. 2-11 に Non CA 時のスペクトラムエミッションマスク特性を、図 参 7. 4. 2-12、図 参 7. 4. 2-13 に CA 時のスペクトラムエミッションマスク特性を示す。図の中の橙色の線が表 参 7. 4. 1-1 と表 参 7. 4. 1-2 に示す仕様値(マスク)を表している。ここで、図中の橙色の線の値が表 参 7. 4. 1-1 と表 参 7. 4. 1-2 の数値と異なっているのは、3GPP で規定されている測定器の不確実性 (1.5dB) の差である。また、表 参 7. 4. 1-1 と表 参 7. 4. 1-2 の Frequency Range ごとに Measurement bandwidth が 30kHz 若しくは 1MHz と規定されており、各々に対して適切なフィルタにて測定する必要がある。なお、3GPP 仕様では、フィルタの中心周波数を各 Frequency Range の両端より 15kHz もしくは 0.5MHz (測定帯域幅の 1/2) 内側に設定して測定することが規定されている。そのため、図中の橙

色及び黄色の線の値が不連続となっている。Non CA 時、CA 時共にマスクの下に波形があるので、仕様を満たしていることがわかる。

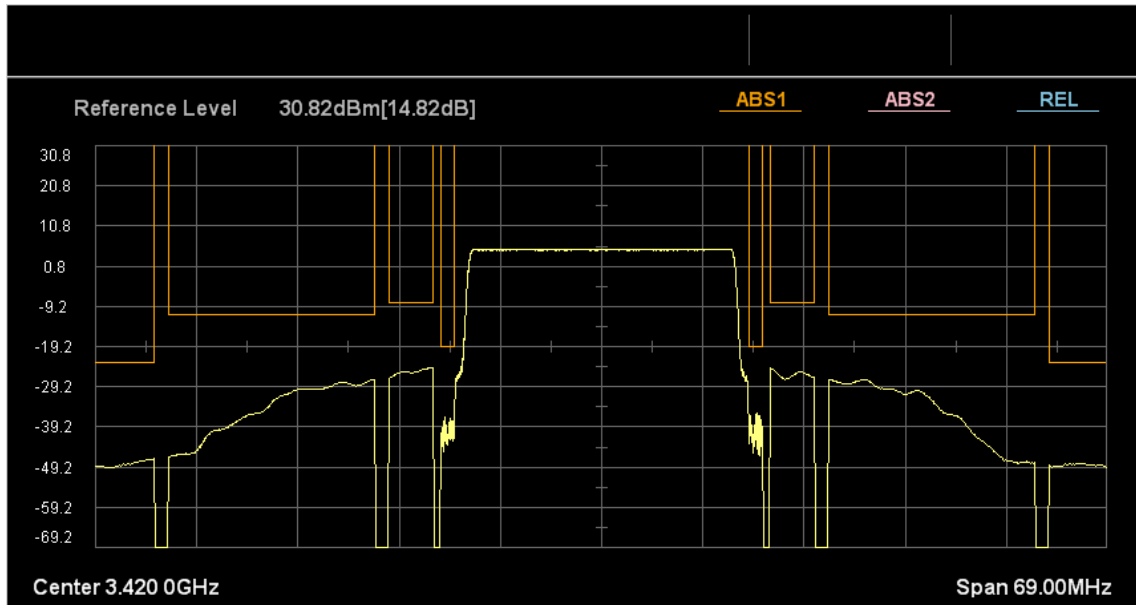


図 参 7.4.2-10 送信機のスペクトラムエミッションマスク特性 (Non CA MPR=0dB
f=3.42GHz)

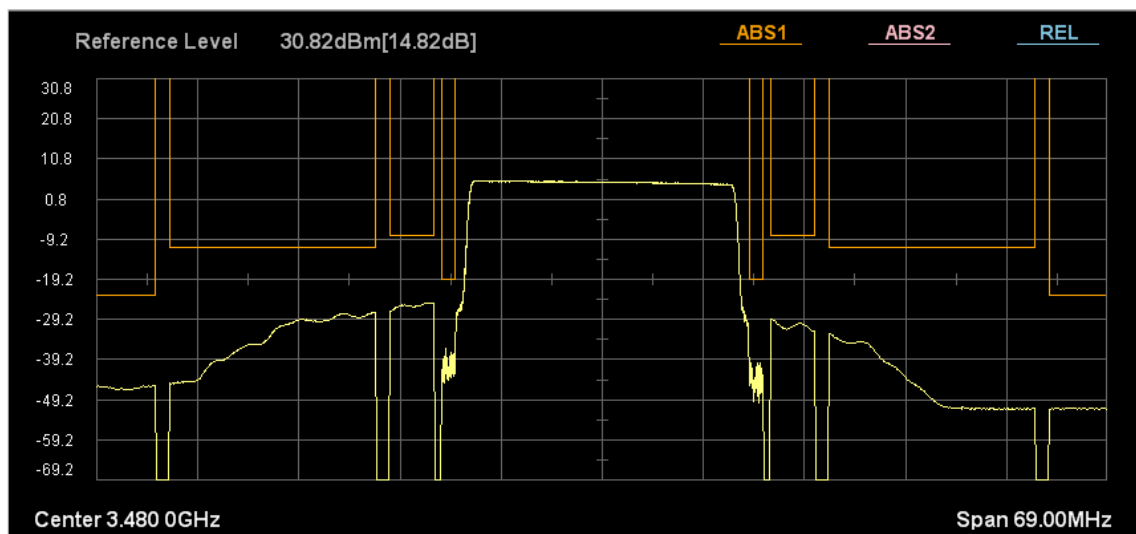


図 参 7.4.2-11 送信機のスペクトラムエミッションマスク特性 (Non CA MPR=0dB
f=3.48GHz)

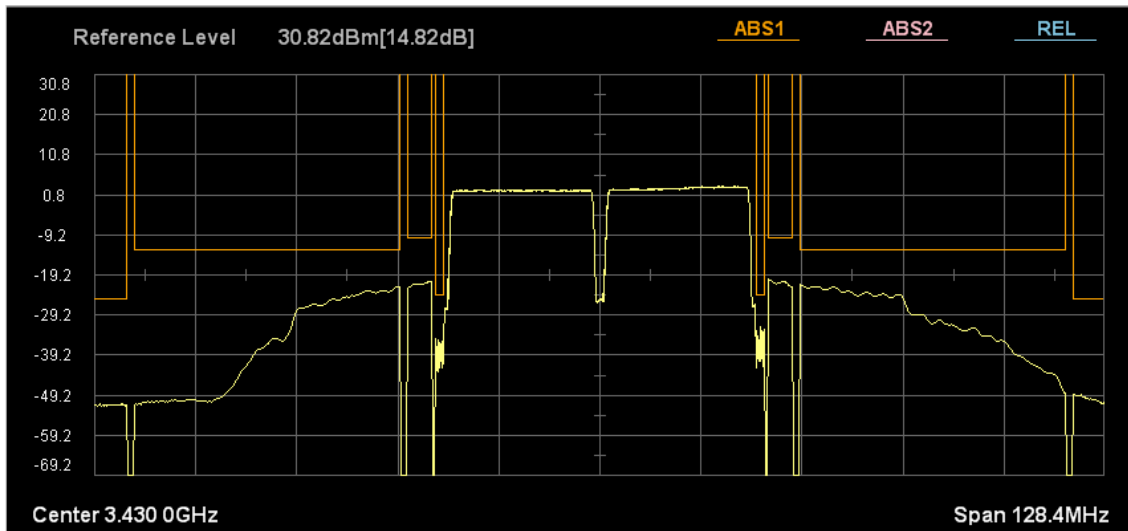


図 参 7. 4. 2-12 送信機のスペクトラムエミッションマスク特性 (CA MPR=0dB f=3. 43GHz)

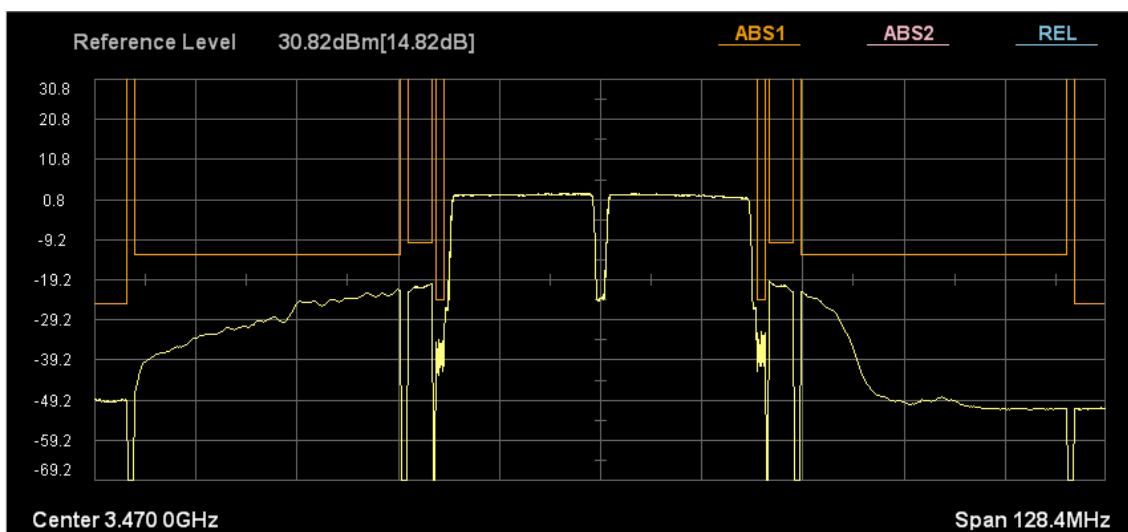


図 参 7. 4. 2-13 送信機のスペクトラムエミッションマスク特性 (CA MPR=0dB f=3. 47GHz)

参 7. 4. 2. 2. 4 スプリアス

図 参 7. 4. 2-14~図 参 7. 4. 2-17 に Non CA 時のスプリアス特性を、図 参 7. 4. 2-18~図 参 7. 4. 2-19 に CA 時のスプリアス特性を示す。干渉検討用に用いる送信機としての特性を満たしているかを確認するため、3. 5GHz 帯近辺の特性を確認することとし、Non CA 時は送信周波数±510MHz の範囲を、CA 時は送信周波数±519. 9MHz の範囲を測定した。占有帯域幅は、Non CA 時は 20MHz、CA 時は 39. 8MHz であるので、その範囲を除外した図となっており、中心周波数の下側と上側の周波数の図が各々示されている。

図中の赤い線がスプリアスエミッションマスクとスプリアスとの境界を表す。また、青い線（実線と点線）は 3. 5GHz 受信帯域の境界の一部を表す。図 参 7. 4. 2-17 と図 参 7. 4. 2-21 では表 参 7. 4. 1-3 記載の 3. 5GHz 受信帯域がスプリアスエミッションマスクの内側にあるため、スプリアスエミッションマスクの一部の領域からスプリアス領域となる。測定時の RBW が 100kHz であるのに対して、表 参 7. 4. 1-3 記載の $1\text{GHz} \leq f < 12. 75\text{GHz}$ 及び 3. 5GHz 受信帯域での仕様値は、1MHz 単位であるため、単位を揃えて結果を確認する必要が

ある。仕様値を 100kHz 単位に換算し（10dB 低い値）、全周波数でその値より測定結果が低ければ、1MHz 単位に換算しても仕様値を満たす。1GHz ≤ f < 12.75GHz は -30dBm/MHz、3.5GHz 受信帯域は -40dBm/MHz（3510MHz-3525MHz）もしくは -50dBm/MHz（3525MHz-3590MHz）の仕様であるが、100kHz 単位に換算するとそれぞれ、-40dBm/100kHz、-50dBm/100kHz、-60dBm/100kHz となる。全ての図において、スプリアス特性は換算した仕様値以下であるため、当該周波数範囲において 3GPP 仕様を満たしている。

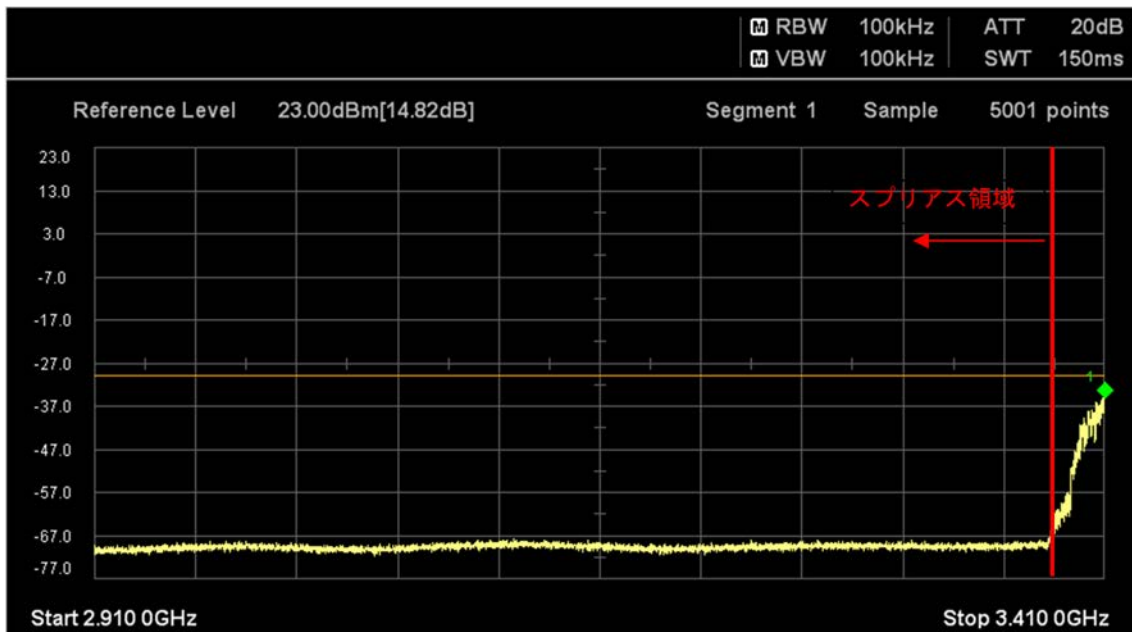


図 参 7. 4. 2-14 送信機のスプリアス特性 (Non CA f=3.42GHz 送信時下側 MPR=0dB)

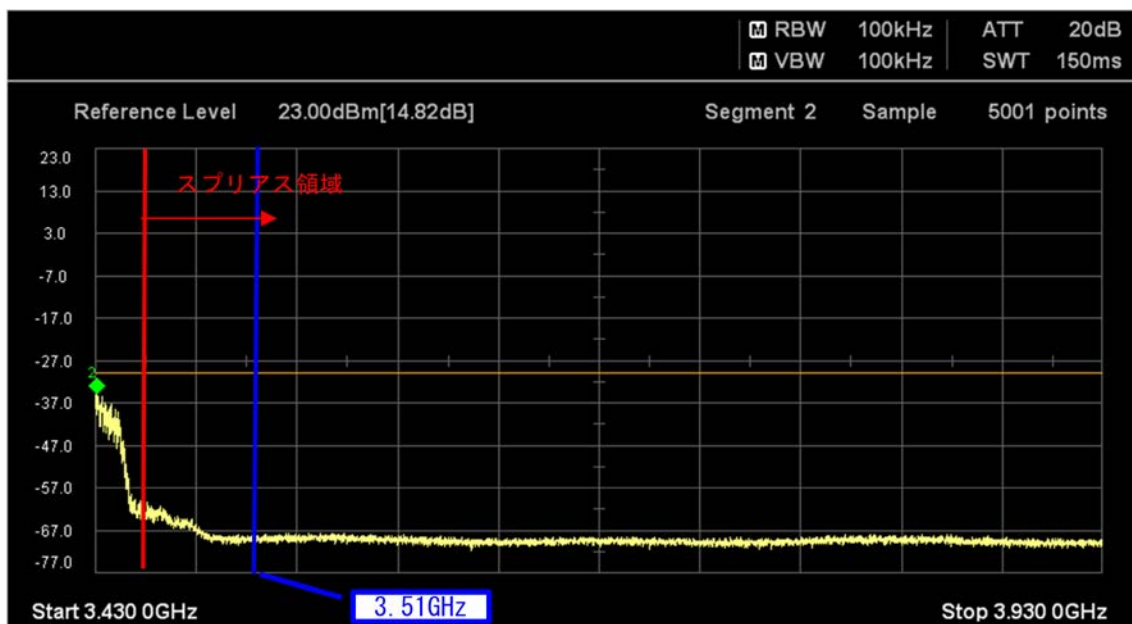


図 参 7. 4. 2-15 送信機のスプリアス特性 (Non CA f=3.42GHz 送信時上側 MPR=0dB)

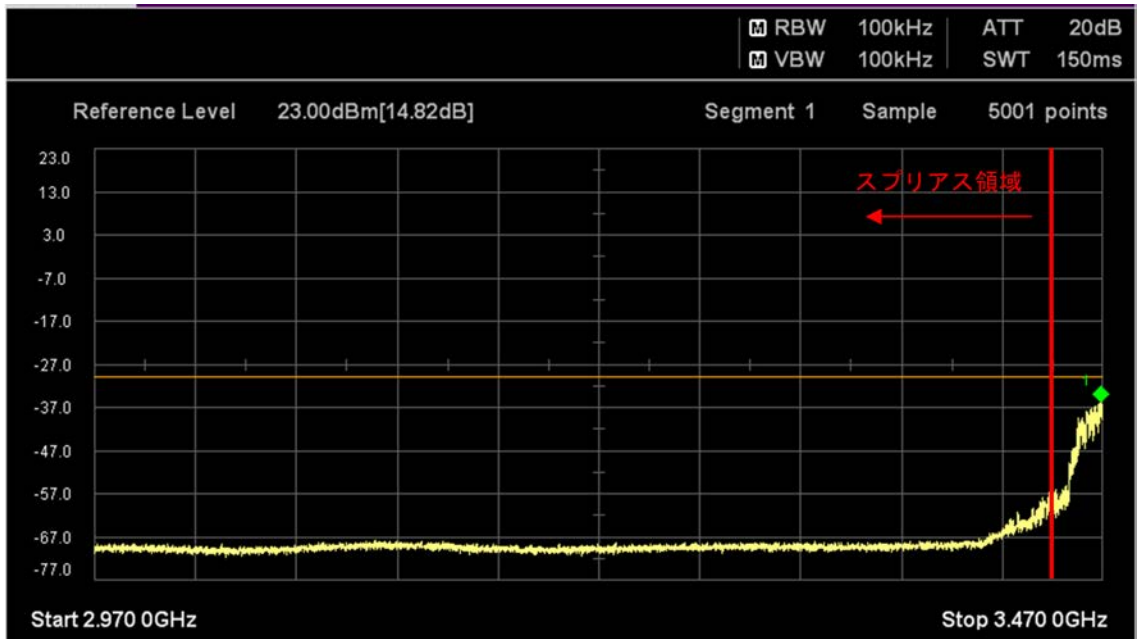


図 参 7. 4. 2-16 送信機のスプリアス特性 (Non CA f=3.48GHz 送信時下側 MPR=0dB)

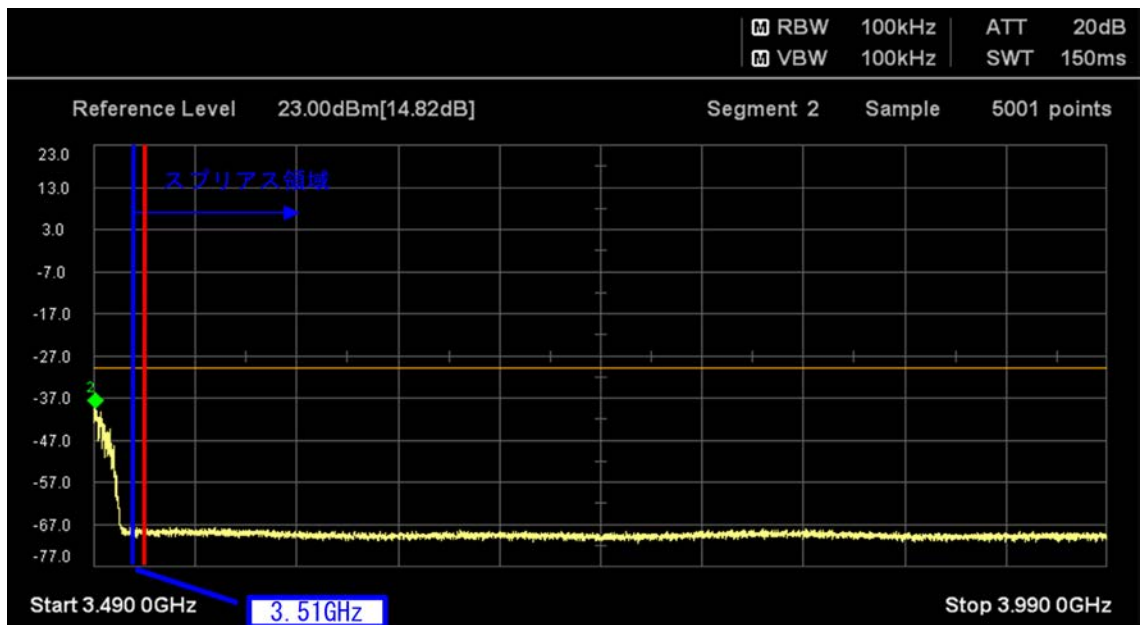


図 参 7. 4. 2-17 送信機のスプリアス特性 (Non CA f=3.48GHz 送信時上側 MPR=0dB)

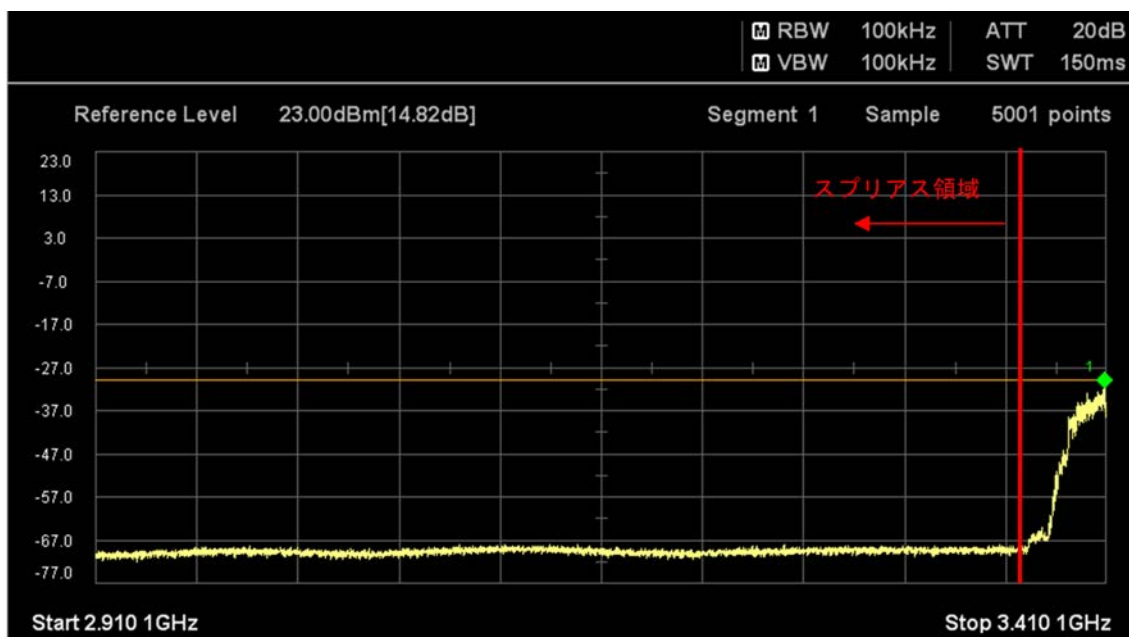


図 参 7. 4. 2-18 送信機のスプリアス特性 (CA f=3. 43GHz 送信時下側 MPR=0dB)

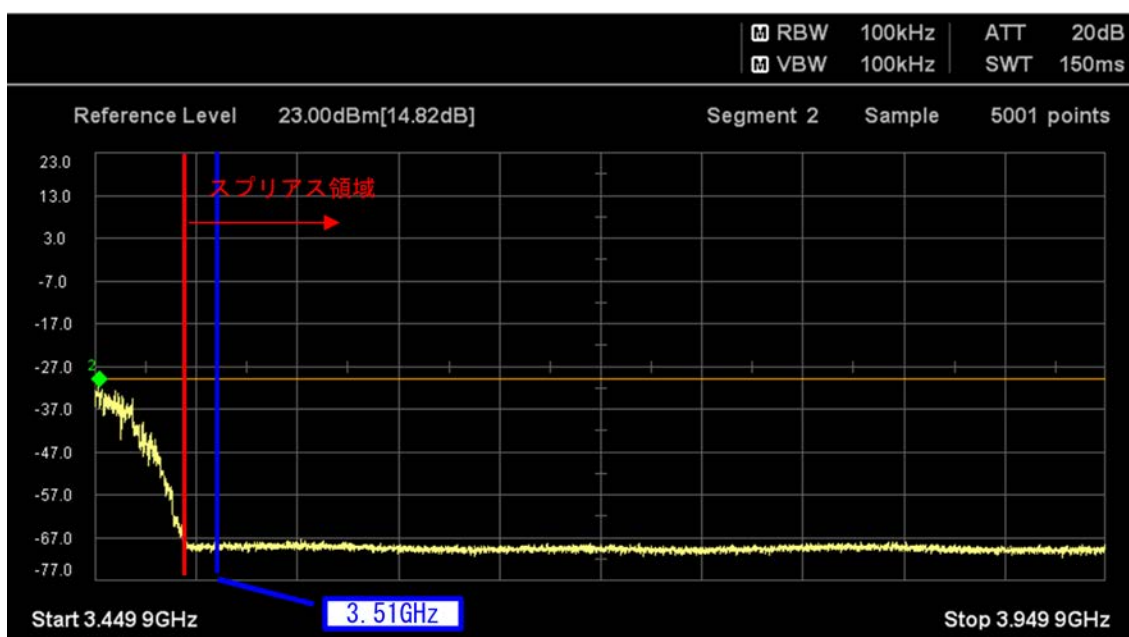


図 参 7. 4. 2-19 送信機のスプリアス特性 (CA f=3. 43GHz 送信時上側 MPR=0dB)

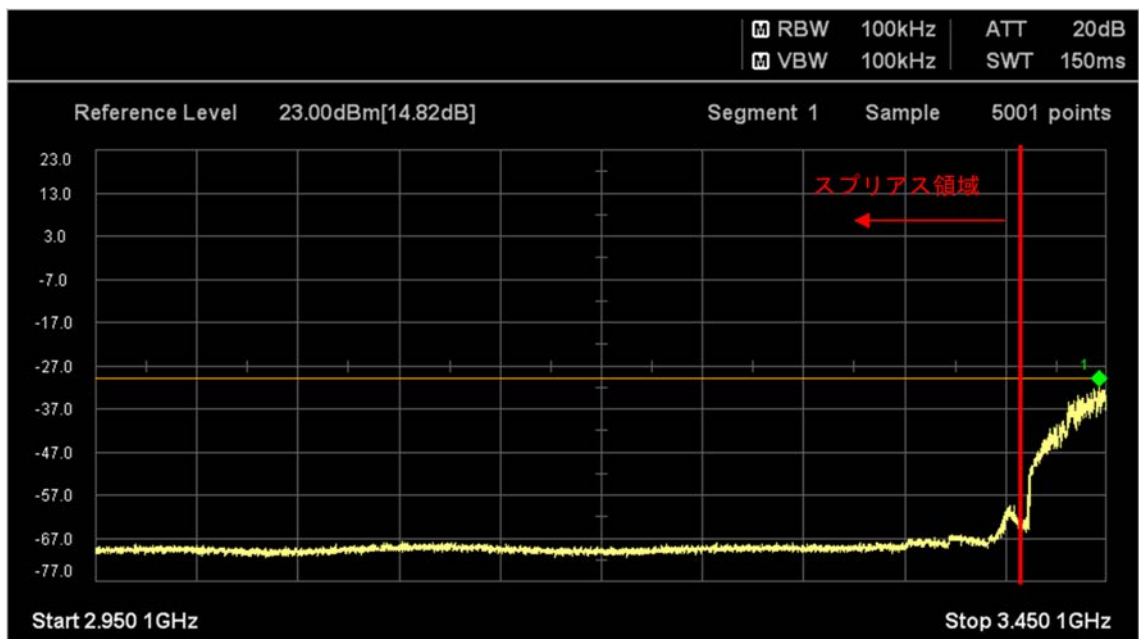


図 参 7. 4. 2-20 送信機のスプリアス特性 (CA f=3. 47GHz 送信時下側 MPR=0dB)

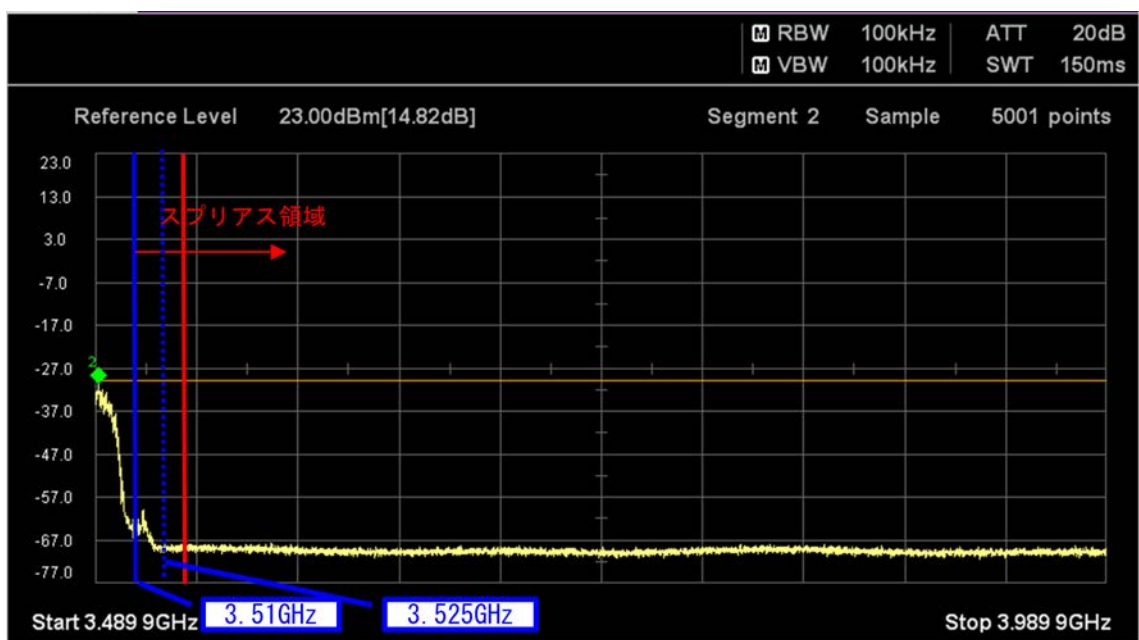


図 参 7. 4. 2-21 送信機のスプリアス特性 (CA f=3. 47GHz 送信時上側 MPR=0dB)

参 7. 4. 3 陸上移動局送信機まとめ

実験結果より、試作した送信機は、設計値の周波数において最大出力電力について 3GPP 仕様値の 23dBm+2dB/-3.5dB を満たすことを確認した。23dBm 送信時の ACLR については、E-UTRA で -30dBc 以下、UTRA の ACLR1 (隣接チャネル) は -33dBc、ACLR2 (次隣接チャネル) は -36dBc を満たし、スペクトラムエミッションマスク及びスプリアスについても 3GPP 仕様値を満たすことを確認した。

参考資料 8 3.5GHz 帯の陸上移動局実デバイス特性に基づく陸上移動局間干渉の検討

参 8.1 第 4 世代移動通信 (IMT-Advanced) システム (TDD 非同期) 間の机上検討概要

第 4 世代移動通信 (IMT-Advanced) システムにおいて、事業者間非同期運用の TDD 方式を適用した場合の陸上移動局間干渉の共用検討を机上検討において実施し、その結果は、表 参 8.1-1 のように、チャンネル帯域幅が 20MHz の場合にはガードバンドが 25MHz で所要改善量が 1.0dB となり、実装マージンを考慮すれば共用可能、チャンネル帯域幅が 40MHz の場合はガードバンド 45MHz においても所要改善量が 4.1dB 残存との結論になった。この計算は、帯域外への漏えい電力レベルとして、ACLR (E-UTRA) 相当及びスプリアスエミッション相当の値を適用したものであり、TDD 方式においては 3GPP 規格上、保護しなければならない規定である。本資料では、試作した 3.5GHz 帯の実デバイスのスプリアス特性を測定し、その実力値を考慮した共用検討を実施する。これにより、試作した実デバイスの実力値を担保できる場合に、共用可能となるガードバンドについて評価が可能となる。

表 参 8.1-1 IMT-Advanced (TDD 非同期) 間の机上検討結果 (帯域内干渉)

チャンネル幅 (MHz)	測定帯域幅 (MHz)	ガードバンド (MHz)	許容干渉レベル (dBm/測定帯域幅)	干渉電力 (dBm/測定帯域幅)	所要改善量 (dB)
20	18	0	-98.2	-78.7	19.5
		1	-98.2	-80.2	18.1
		5	-98.2	-80.7	17.6
		20	-98.2	-94.9	3.3
		25	-98.2	-97.3	1.0
40	38	0	-95.0	-83.5	11.5
		20	-95.0	-85.6	9.4
		40	-95.0	-89.1	5.9
		45	-95.0	-90.9	4.1

参 8.2 実デバイスを用いた実験結果の適用手順

実デバイスを用いた実験条件として、パワーアンプ単体での実験結果を用いることとした。パワーアンプ単体の特性として、隣接チャンネル漏えい電力 (ACLR) 及びスプリアスエミッションの 3GPP 規格を満たすことが最低条件である。そこで、最初に ACLR を満たすことを確認する。

ACLR の測定結果は、図 参 7.2.2-8~図 参 7.2.2-13 に示したとおりである。チャンネル帯域幅が 20MHz の場合では全周波数及び下側/上側の全ての条件で、ACLR 値-33dBc を満たす送信電力は最大送信電力の場合である。また、チャンネル帯域幅が 40MHz の場合では、全周波数及び下側/上側の全ての条件で ACLR 値-33dBc を満たす送信電力は、最大送信電力より

2 dB 低減させた場合である。

以上の結果より、IMT-Advanced システムからの送信スプリアスを評価する条件は、チャンネル帯域幅が 20MHz の場合は最大送信電力とし、チャンネル帯域幅が 40MHz の場合は最大送信電力より 2 dB 低減させた場合とする。

参 8.3 実デバイスの送信スプリアス特性

参 7.2.2.2.4 のパワーアンプ単体のスプリアス特性より、参 8.2 節で決定した実デバイスの送信電力の条件におけるデータを机上検討に使用する。チャンネル帯域幅が 20MHz の場合の送信スプリアス特性を図 参 8.3-1 に、チャンネル帯域幅が 40MHz の場合の送信スプリアス特性を図 参 8.3-2 に示す。図の横軸は送信周波数における、帯域幅の端部からの離調周波数を示しており、縦軸が送信スプリアス特性を示している。また、同図中に各周波数及び下側/上側の特性を示しており、これらの最悪条件（各離調周波数において、スプリアス電力が最も高い条件）より、熱変動等を考慮して 5 dB 高い値に「計算に利用した値」を設定している。

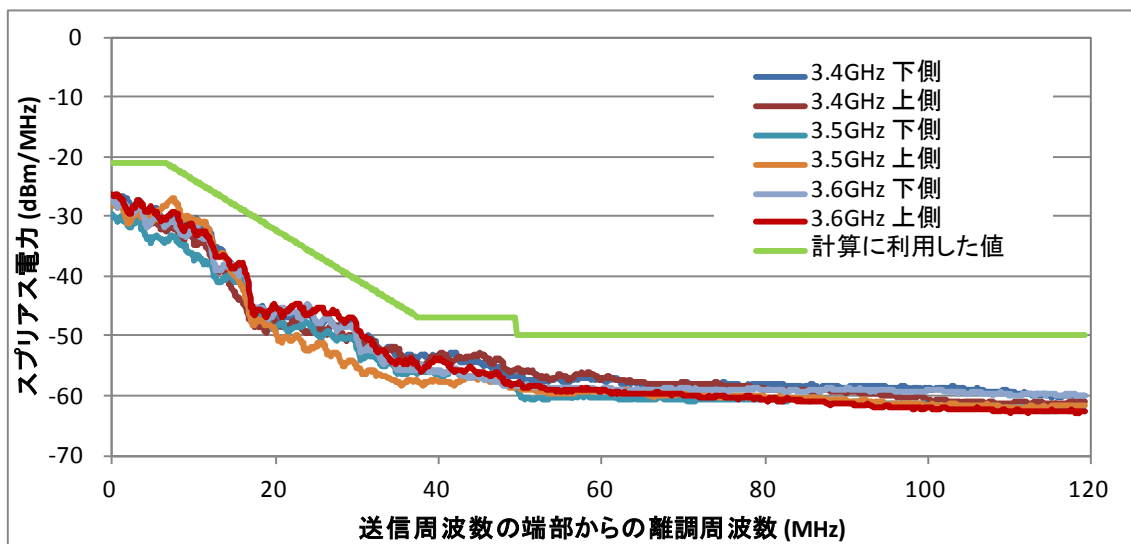


図 参 8.3-1 チャンネル帯域幅が 20MHz における送信スプリアス特性

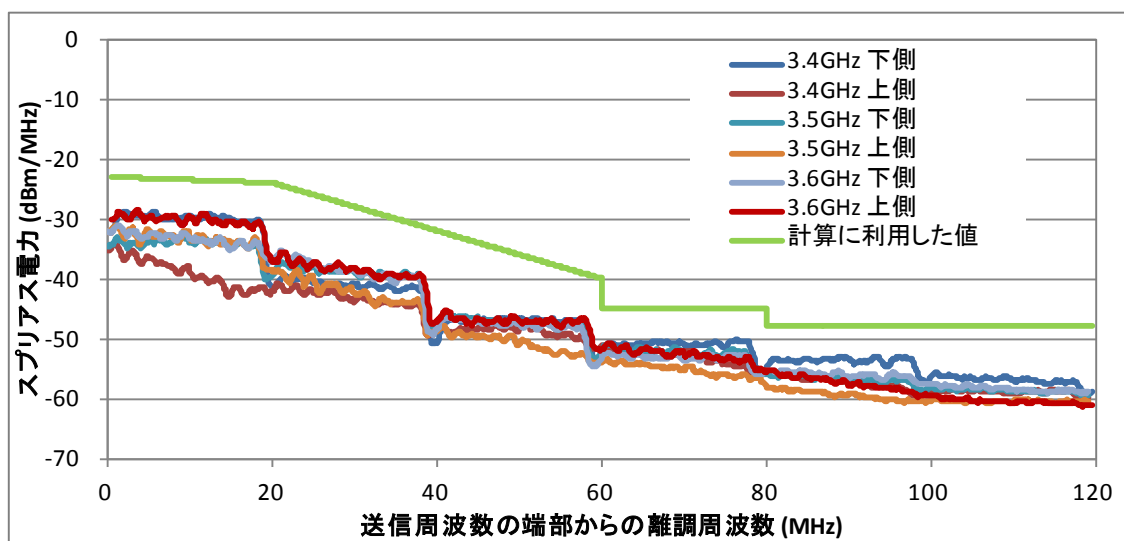


図 参 8. 3-2 チャンネル帯域幅が 40MHz における送信スプリアス特性

参 8. 4 実験結果の机上検討への反映

実験により得られた図 参 8. 3-1 及び図 参 8. 3-2 における、計算に利用した値を用いて、机上検討を実施する。机上検討には、表 参 8. 1-1 の結果を導出した、モンテカルロ・シミュレーションを用いる。モンテカルロ・シミュレーションにおける、干渉信号のエミッションマスク値に、図 参 8. 3-1 及び図 参 8. 3-2 の計算に利用した値を適用する。帯域内干渉の計算結果を表 参 8. 4-1 に、帯域外干渉の計算結果を表 参 8. 4-2 に示す。この結果、チャンネル帯域幅が 20MHz の場合、ガードバンドを 12MHz 以上とすれば共用可能となる。また、チャンネル帯域幅が 40MHz の場合、ガードバンドを 29MHz 以上とすれば共用可能となることが明らかとなった。

表 参 8. 4-1 実験結果を反映した机上検討結果（帯域内干渉）

チャンネル幅 (MHz)	測定帯域幅 (MHz)	ガードバンド (MHz)	許容干渉レベル (dBm/測定帯域幅)	干渉電力 (dBm/測定帯域幅)	所要改善量 (dB)
20	18	0	-98.2	-88.8	9.4
		5	-98.2	-94.0	4.2
		10	-98.2	-97.5	0.7
		11	-98.2	-98.0	0.2
		12	-98.2	-98.6	-0.4
40	38	0	-95.0	-86.1	8.9
		20	-95.0	-91.1	3.9
		25	-95.0	-92.1	2.9
		28	-95.0	-93.7	1.3
		29	-95.0	-95.0	0.0

表 参 8. 4-2 実験結果を反映した机上検討結果（帯域外干渉）

チャネル幅 (MHz)	測定帯域幅 (MHz)	ガードバンド (MHz)	許容干渉レベル (dBm/測定帯域幅)	干渉電力 (dBm/測定帯域幅)	所要改善量 (dB)
20	18	0	-56.0	-55.2	0.8
		5	-56.0	-56.8	-1.8
		10	-44.0	-57.2	-13.2
		11	-44.0	-56.9	-12.9
		12	-44.0	-56.6	-12.6
40	38	0	-56.0	-53.9	2.1
		20	-44.0	-54.0	-10.0
		25	-44.0	-52.9	-8.9
		28	-44.0	-53.2	-9.2
		29	-44.0	-54.2	-10.2

参 8. 5 まとめ

第 4 世代移動通信（IMT-Advanced）システムにおいて、事業者間非同期運用の TDD 方式を適用した場合の陸上移動局間干渉の共用検討を机上検討において実施し、その結果は、表 参 8. 1-1 のように、チャネル帯域幅が 20MHz の場合にはガードバンドが 25MHz で所要改善量が 1.0dB となり、実装マージンを考慮すれば共用可能、チャネル帯域幅が 40MHz の場合はガードバンド 45MHz においても所要改善量が 4.1dB 残存との結論になっている。本参考資料では、試作した 3.5GHz 帯の陸上移動局用のデバイスを用い、実験により得られた送信スプリアス特性を机上検討に反映させ、ガードバンドが短縮できるかの検討を実施した。その結果、チャネル帯域幅が 20MHz の場合はガードバンドが 12MHz で、チャネル帯域幅が 40MHz の場合はガードバンドが 29MHz で共用可能との結論が得られた。

なお、本結果は、試作した 1 つのデバイスを用いた評価結果であり、今後開発される全てのデバイスが、ここで得られた送信スプリアス特性を満たせる保証はないため、注意が必要である。したがって、今回の結果は検討の一例として取り扱うことが適当である。

参考資料 9 評価手法 2 の計算に用いた伝搬モデル

勧告 ITU-R P. 452 は、様々な伝搬現象を対象として複数の伝搬モデルを組み合わせ、干渉時間率を考慮した伝搬損失計算を行えるモデルである。本勧告では、伝搬メカニズムを組み合わせた 3 つの伝搬モデルを定義している。

表 参 9-1 伝搬モデルの分類と構成する伝搬現象

分類	伝搬現象
Line-of-sight: 第 1 フレネルゾーンのクリアランスが確保された見通し内伝搬	見通し内伝搬 クラッタ損失
Line-of-sight with sub-path diffraction: 第 1 フレネルゾーン内に地形等による障害物のある見通し内伝搬	見通し内伝搬 回折 クラッタ損失
Trans-horizon: 見通し外伝搬	回折 ダクト、大気層による反射 対流圏散乱 クラッタ損失

各伝搬現象の概説は以下の通りである。

- ・ 見通し内伝搬：通常の大気状態において、送受信間に見通し経路が存在する場合の直接波伝搬が代表的である。
- ・ 回折伝搬：地形や障害物の回折による伝搬である。見通し外伝搬においては、大きな受信信号レベルの主要因である。
- ・ 対流圏散乱：100～150km を超える長い伝搬路で且つ回折波が弱い場合に顕著となる。干渉レベルは低いですが、衛星地球局などの非常に受信感度の高い局では問題となり得る。
- ・ ダクト伝搬：短時間干渉の主要因となる現象である。本現象は非常に長い距離に渡り大きな干渉波を生じることがあり、特定の状態では自由空間レベルを遥かに超える値となることもある。海面や海岸に近い平野部でよく現れるが、陸上部においても発生する。
- ・ 上昇大気層による反射と屈折：200～300m 上空の大気層で起こる反射または屈折現象で、地形による回折損失を凌いで高い干渉レベルを発生させることもある。250

～300km までの距離において大きな影響を与える。

- ・ クラッタ損失：地表面の形状が不規則であることや地表面を覆っている植生や建物の存在などが異なることによる影響を反映させるものである。クラッタ損失はアンテナ位置と地表面の距離に依存し、一般にアンテナ高が高くなると地表の影響を受けにくくなる。

関係する ITU-R 文書 (RR、勧告、レポート)

- ・ Recommendation ITU-R P. 452, “Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz”
- ・ Recommendation ITU-R S. 1432, “Apportionment of the allowable error performance degradations to fixed-satellite service (FSS) hypothetical reference digital paths arising from time invariant interference for systems operating below 30 GHz”
- ・ Recommendation ITU-R SF. 1006, “Determination of the interference potential between earth stations of the fixed-satellite service and stations in the fixed service”
- ・ Radio Regulation Appendix 7, “Methods for the determination of the coordination area around an earth station in frequency bands between 100 MHz and 105 GHz”
- ・ Report ITU-R M. 2109, “Sharing studies between IMT-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3 400-4 200 and 4 500-4 800 MHz frequency bands”
- ・ Report ITU-R M. 2199, “Studies on compatibility of broadband wireless access systems and fixed-satellite service networks in the 3 400-4 200 MHz band”