

EVDOマルチキャリア共用検討状況 についてのご報告

～EVDO Rev.B機能の一部導入～

2009年10月19日

KDDI株式会社

- 本資料の要約
- 800MHz帯での検討結果
 - 周波数配置及び干渉の形態
 - 移動局スプリアス発射マスク
 - 干渉検討結果
- 2GHz帯での検討結果
 - 周波数配置及び干渉の形態
 - 移動局スプリアス発射マスク
 - 干渉検討結果

<800MHz帯の干渉検討>

● 以下7システムとの干渉検討を実施。(4ページ)

- PDC
- LTE
- W-CDMA
- MCA
- 放送用FPU
- 特定ラジオマイク
- 特定小電カラジオマイク

● 下記の様に共用可能との結果を得た。(6～12ページ)

- PDC: 3GPP2仕様でのモンテカルロシミュレーションを実施し、実装マージンを考慮し、共用可能との結果を得た。
- LTE、W-CDMA: 移動機実力値を考慮したモンテカルロシミュレーションを実施し、共用可能との結果を得た。
- MCA: MCAの受信レベル分布データを事業者様よりご提示頂き、移動機実力値を考慮したモンテカルロシミュレーションを実施し、共用可能との結果を得た。
- 放送用FPU: 3GPP2仕様でのモンテカルロシミュレーションを実施し、実装マージン等を考慮し、共用可能との結果を得た。
- ラジオマイク等: 3GPP2仕様でのモンテカルロシミュレーションを実施し、共用可能との結果を得た。

<2GHz帯の干渉検討>

● 以下の3システムとの干渉検討を実施。(13ページ)

- PHS
- LTE
- W-CDMA

● 下記の様に共用可能との結果を得た。(15ページ)

- PHS: 3GPP2仕様において、共用可能との結論が報告※されている保護規定が規定されているため、共用可能とした。
- LTE、W-CDMA: 3GPP2仕様でのモンテカルロシミュレーションを実施し、共用可能との結果を得た。

※「第3世代移動通信システム(IMT-2000)の高度化のための技術的方策(平成20年12月11日)」の報告書にて共用可能との結論を得ている保護規定(-41dBm/300kHz以下)

1-1 800MHz帯周波数配置及び干渉形態

- Rev.Aシステムからの相違点として基地局無線規格及び移動機受信規格に相違は無いため、EVDOマルチキャリア移動機からの与干渉のみを検討対象とする。
- EVDOマルチキャリアシステムの近接システムとの干渉形態は、下図①、②、③、④矢印となる。
- ただし、PDCシステムとの干渉検討においては、PDCサービスの終了が予定されていることから、PDCサービス終了時までKDDIがサービス提供可能な、825-830MHzにキャリアを配置した場合のみについて検討を実施。

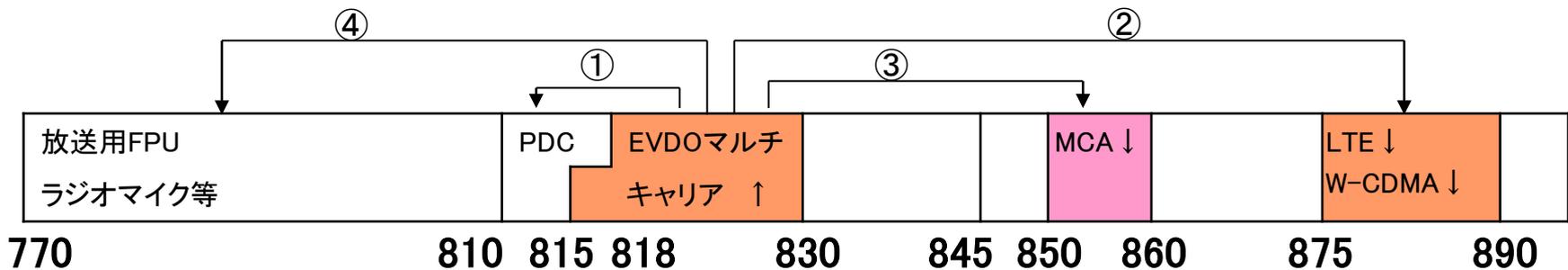


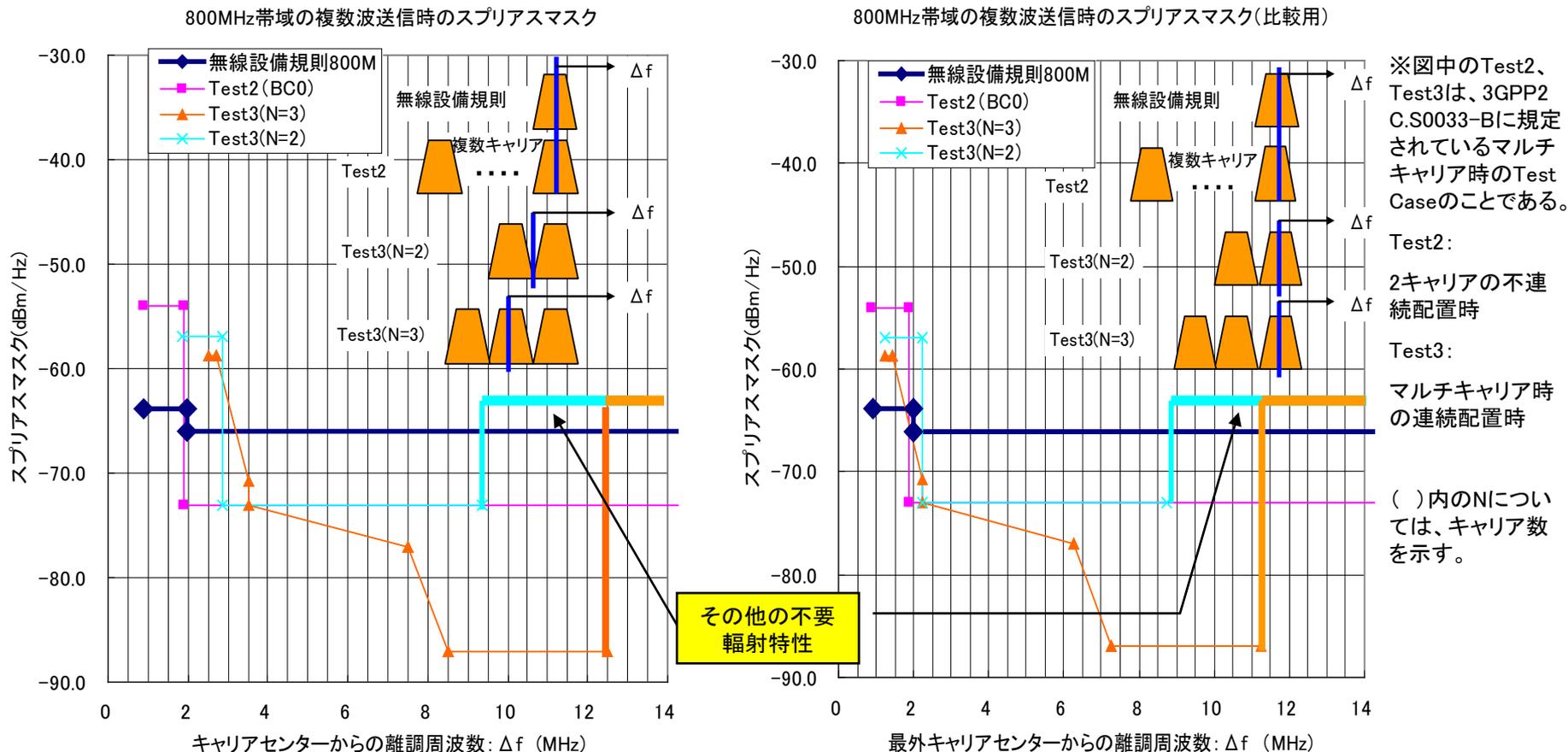
図1-1 800MHz帯周波数配置及び干渉形態

表1-1 800MHz帯の検討を行った干渉形態

与干渉	被干渉
EVDOマルチキャリア ↑	PDC ↓
	LTE ↓
	W-CDMA ↓
	MCA ↓
	放送用FPU ラジオマイク等

- 3GPP2仕様のマルチキャリア対応の800MHz帯スプリアスマスクを下図に示す。
- 左図は仕様に規定された本来のマスクだが、そのままでは離調を測る基準点がキャリア配置により異なり帯域外部分の直接比較が出来ないため、帯域の端のキャリアの中心周波数が離調の基準となるように補正して右図に示す。

図1-2 スプリアスマスク比較



◆ PDC/LTE/W-CDMAシステムへの干渉検討

- 3GPP2仕様(C.S0033-B)の規定にて、モンテカルロシミュレーションを実施した結果を下表に示す。
- 3GPP2仕様規定でのモンテカルロシミュレーションの結果、PDC,LTE,W-CDMAシステムに対し、改善を必要とする結果となった。
- 3GPP2仕様規定は、移動機の実力値に比べ非常に緩い規定となっているため、より厳しい規定であるITU Category-B(-36dBm/100kHz)でのモンテカルロシミュレーションを実施したところ、共用可能との結果を得た。
- 移動機のスプリアス特性の実力値シミュレーションを実施した結果、添付1-1の様に**上記ITU Category-Bレベルに対し20dB以上のマージンがあり、移動機の実力値において共用可能との結果を得た。**
- PDCシステムに対しては、3dB未満の僅かな所要改善量であり、実装マージンを考慮すれば共用可能との結論とする。(添付1-2)

表1-3-1 800MHz帯モンテカルロシミュレーション結果

被干渉システム	キャリア配置	許容干渉レベル (dBm)	到達雑音電力 (dBm) ^{※1}	所要改善量 (dB)
PDC	不連続(3GPP2仕様)	-109	-119.4	-10.4
	2波連続(3GPP2仕様)	-109	-109.3	-0.3
	3波連続(3GPP2仕様)	-109	-107.6	1.4
LTE	不連続(3GPP2仕様)	-99.0 ^{※2}	-90.9	8.1
	2波連続(3GPP2仕様)	-99.0 ^{※2}	-80.4	18.6
	3波連続(3GPP2仕様)	-99.0 ^{※2}	-78.6	20.4
	不連続・2波連続(Cat-B)	-99.0 ^{※2}	-103.9	-4.9
	3波連続(Cat-B)	-99.0 ^{※2}	-101.6	-2.6
W-CDMA	不連続(3GPP2仕様)	-105	-97.0	8.0
	2波連続(3GPP2仕様)	-105	-86.7	18.3
	3波連続(3GPP2仕様)	-105	-84.3	20.7
	不連続・2波連続(Cat-B)	-105	-109.9	-4.9
	3波連続(Cat-B)	-105	-107.9	-2.9

※1 干渉発生確率3%の場合の干渉電力

※2 LTEの許容干渉電力値 (-110.8dBm/MHz)を15MHz帯域幅に換算した値

Cat-B: その他の不要発射特性として、ITU Category-Bのマスクを使用した場合の結果。

(800MHz帯: -36dBm/100kHz)

◆ MCAシステムへの干渉の検討

- MCA事業者様より、ご提示いただいた、特定エリアでのデジタルMCA移動局の受信レベル分布データを用いて、C/(I+N)のモンテカルロシミュレーションを実施した結果を下表に示す。
- 3GPP2仕様規定でのモンテカルロシミュレーションでは、大きな確率で干渉するとの結果となった。
- 前スライドの検討と同様に、より厳しい規定であるITU Category-B(-36dBm/100kHz)レベルでのモンテカルロシミュレーションを実施したところ、干渉確率は十分小さくなり共用可能との結果を得た。
- 移動機のスプリアス特性の実力値シミュレーションを実施した結果、MCAサービス周波数である850MHz-860MHzにおいては、添付1-1の様に上記ITU Category-Bレベルに対し10dB程度のマージンがあり、移動機の実力値において共用可能との結果を得た。

表1-3-2 800MHz帯MCAシステムとのモンテカルロシミュレーション結果

被干渉システム	キャリア配置	C/(I+N) ^{※1}
MCA	不連続(3GPP2仕様)	5.8%
	2波連続(3GPP2仕様)	24.2%
	3波連続(3GPP2仕様)	34.5%
	不連続・2波連続(Cat-B)	0.2%
	3波連続(Cat-B)	0.5%

※1 C/(I+N):干渉確率

※2 Cat-B:その他の不要発射特性として、ITU Category-Bのマスクを使用した場合の結果。
(800MHz帯:-36dBm/100kHz)

◆ 放送用FPUシステムへの干渉検討

- EVDOマルチキャリア移動局からFPU受信機への干渉検討について、ARIB STD-B33回線設計例を以下のモデルに適用。
 - ✓ EVDOマルチキャリア移動局送信⇒FPU受信：対象半径4500mの確率計算

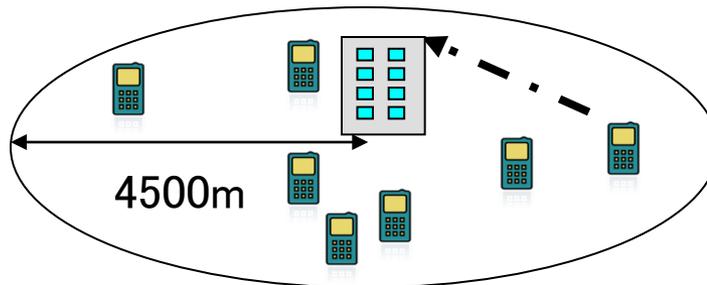


図1-3-1 FPU受信機運用形態

- FPU受信側パラメータを下表に示す。EVDOマルチキャリア移動局送信、FPU受信の電波伝搬モデルは拡張秦モデルを用いた。

表1-3-3 FPU受信側パラメータ

項目	FPU
受信周波数帯	770-806MHz
受信空中線利得	12dBi
受信給電線損失	1.5dB
アンテナ指向性(水平)	指向特性あり
アンテナ指向性(垂直)	指向特性あり
空中線高	100m
許容干渉レベル	-119.8dBm/MHz(I/N=-10dB)

◆ 放送用FPUシステムへの干渉検討

- 3GPP2仕様(C.S0033-B)にて規定されるスプリアスマスクに基づきモンテカルロシミュレーションを行った結果を下表に示す。
- EVDOマルチキャリアが2波連続、3波連続の場合、FPUへの到達雑音電力の改善が必要との結果となったが、都市部最繁時の短時間で発生するトラヒック密度を前提としており、実際のトラヒック密度はより小さいこと、および携帯電話の移動局送信出力の実装マージンによる改善、ならびにFPU側の伝送マージンを考慮すると共存可能との結果を得た。

表1-3-4 モンテカルロシミュレーションの結果

被干渉システム	キャリア配置	許容干渉レベル※ (dBm/8.5MHz)	到達雑音電力 (dBm)	所要改善量 (dB)
FPU	不連続(3GPP2)	-110.5	-115.3	-4.8
	2波連続(3GPP2)	-110.5	-105.3	5.2
	3波連続(3GPP2)	-110.5	-103.1	7.4

※ FPUの許容干渉レベル値 -119.8dBm/1MHzを受信帯域幅に換算

◆ ラジオマイク等への干渉検討

- ラジオマイクの主たる利用形態として、以下の2パターンを想定して検討を行った。
 - ✓ 大規模モデル(主に屋内利用を想定)
 - ✓ 小規模モデル(主に屋外利用を想定)
- それぞれの主たる利用形態をモデル化した干渉モデルを下図に示す。
- ラジオマイクサービス範囲内では、一般的に携帯電話の使用を控える周知等が行われることが想定されるため、通信中の移動機が存在しないとした。また、ラジオマイクのサービス範囲内で、送受信機間の距離の確率が一定で、ラジオマイク受信機へ入力される希望波電力と、EVDOマルチキャリア移動局からラジオマイク受信機へ入力される干渉波電力の合計値との比を求め、所要D/Uを満足するかについてモンテカルロシミュレーションを実施した。

図1-3-2 ラジオマイクとの干渉検討モデル
(大規模モデル)

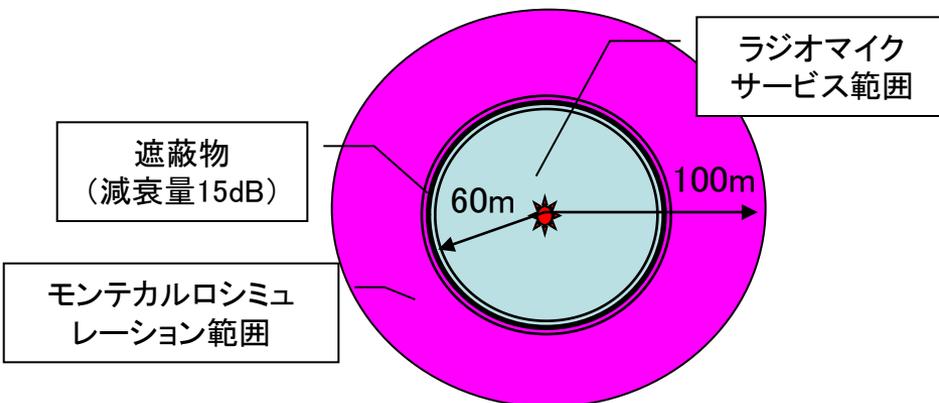
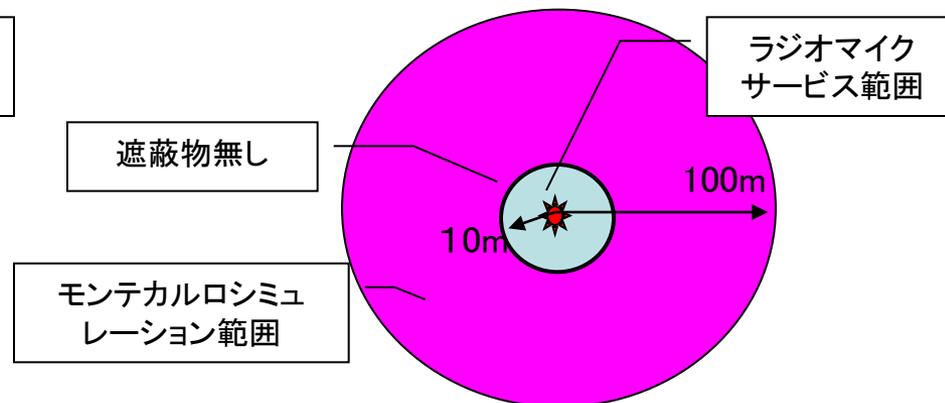


図1-3-3 ラジオマイクとの干渉検討モデル
(小規模モデル)



◆ ラジオマイク等への干渉検討

- 以降は、より干渉条件の厳しいアナログ方式にて検討を実施する。
- アナログ特定ラジオマイクは占有帯域幅が110/250/330kHzのものが存在し、そのうち110kHzのものが最も普及しているため、その条件で検討を行った。また、330kHzのものについてはコンサート等の大規模モデルにおいての使用が想定されるため、併せて検討を行った。

表1-3-5 ラジオマイク送信側パラメータ

項目	アナログ特定ラジオマイク (占有帯域幅330/110kHz)	アナログ特定小電カラジオマイク (占有帯域幅110kHz)
送信周波数帯	770-806MHz	806-810MHz
送信空中線利得	2.14dBi	2.14dBi
送信給電線損失	0dB	0dB
人体損失	20dB/10dB※1	20dB/10dB※1
アンテナ指向性(水平)	指向特性なし	指向特性なし
アンテナ指向性(垂直)	指向特性なし	指向特性なし
空中線高	1.5m	1.5m

※1 人体損失については、ラジオマイク送信機と受信機と人体との位置関係により、人体によるブロッキングが発生している場合に20dBの損失を加味、発生していない場合に10dBの損失を加味する。それぞれ50%の確率で発生するとした。

表1-3-6 ラジオマイク受信側パラメータ

項目	アナログ特定ラジオマイク (占有帯域幅330/110kHz)	アナログ特定小電カラジオマイク (占有帯域幅110kHz)
受信周波数帯	770-806MHz	806-810MHz
受信空中線利得	2.14dBi	2.14dBi
受信給電線損失	0dB	0dB
アンテナ指向性(水平)	指向特性なし	指向特性なし
アンテナ指向性(垂直)	指向特性なし	指向特性なし
空中線高	4m/1.5m※2	4m/1.5m※2
所要D/U	40dB	40dB

※2 受信空中線高は大規模モデルでは4m、小規模モデルでは4m/1.5mを想定した。

◆ ラジオマイク等への干渉検討

- 3GPP2仕様(C.S0033-B)規定でのモンテカルロシミュレーションを実施したところ、干渉確率は十分小さくなり共用可能との結果を得た。

表1-3-7 モンテカルロシミュレーションの結果

干渉検討モデル	被干渉システム	キャリア配置	D/U※1
大規模モデル	アナログ特定ラジオマイク (占有帯域幅110kHz) アナログ特定小電力ラジオマイク (占有帯域幅110kHz)	不連続 (3GPP2仕様)	0%
		2波連続 (3GPP2仕様)	0.1%
		3波連続 (3GPP2仕様)	0.1%
	アナログ特定ラジオマイク (占有帯域幅330kHz)	不連続 (3GPP2仕様)	0%
		2波連続 (3GPP2仕様)	0.6%
		3波連続 (3GPP2仕様)	0.9%
小規模モデル	アナログ特定ラジオマイク (占有帯域幅110kHz) アナログ特定小電力ラジオマイク (占有帯域幅110kHz)	不連続 (3GPP2仕様)	0.02%/0.01%※2
		2波連続 (3GPP2仕様)	1.0%/0.8%※2
		3波連続 (3GPP2仕様)	1.4%/1.3%※2

※1 D/U:干渉確率

※2 ラジオマイク受信アンテナ4m/1.5mの場合

2-1 2GHz帯周波数配置及び干渉形態

- Rev.Aシステムからの相違点として基地局無線規格及び移動機受信規格に相違は無いため、EVDOマルチキャリア移動機からの与干渉のみを検討対象とする。
- EVDOマルチキャリアシステムの近接システムとの干渉形態は、下図①、②矢印となる。

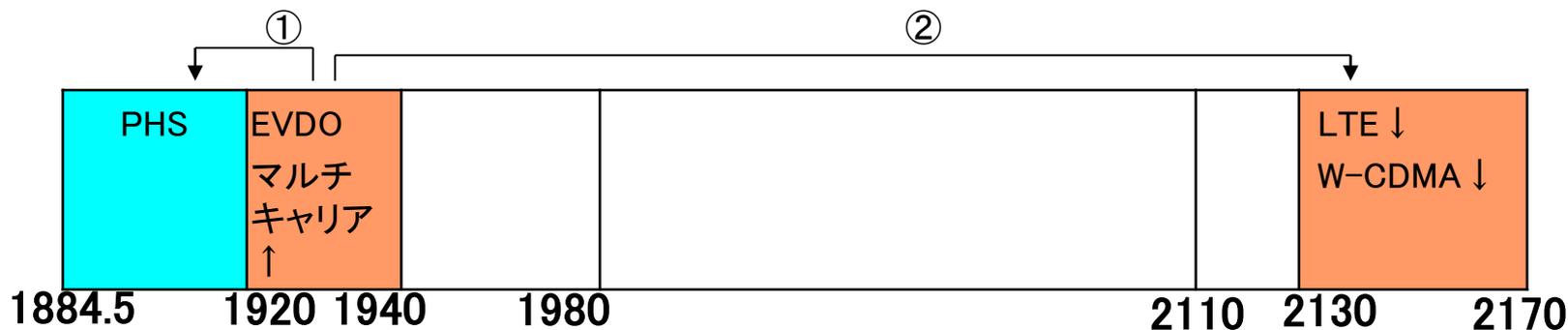


図2-1 2GHz帯周波数配置及び干渉形態

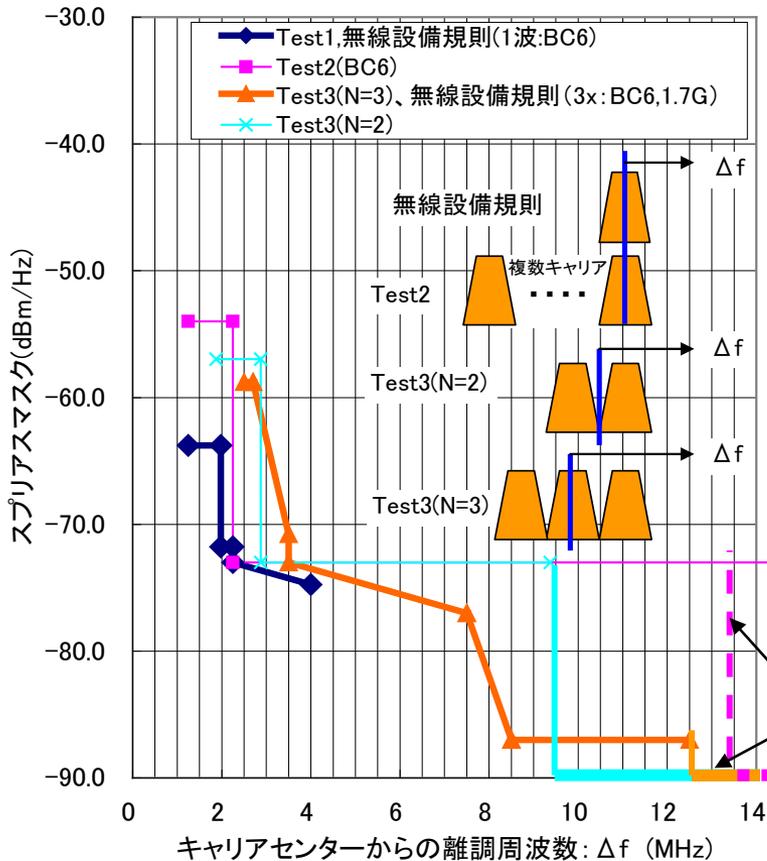
表2-1 2GHz帯の検討を行った干渉形態

与干渉	被干渉
EVDOマルチキャリア ↑	PHS ↓
	LTE ↓
	W-CDMA ↓

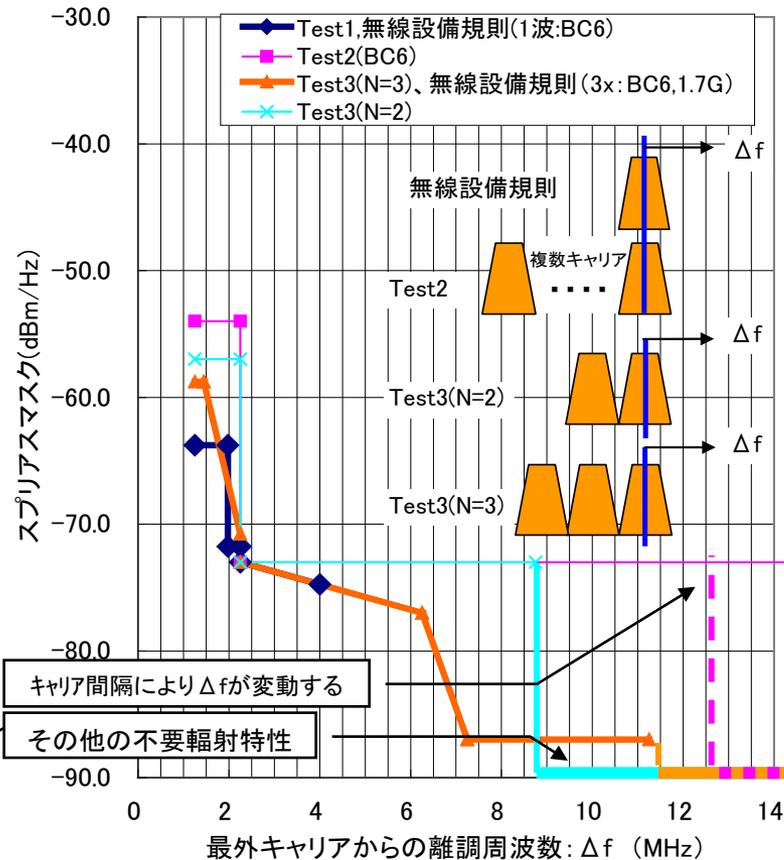
- 3GPP2仕様のマルチキャリア対応の2GHz帯スプリアスマスクを下図に示す。
- 左図は仕様に規定された本来のマスクだが、そのままでは離調を測る基準点がキャリア配置により異なり帯域外部分の直接比較が出来ないため、帯域の端のキャリアの中心周波数が離調の基準となるように補正して右図に示す。

図2-2 スプリアスマスク比較

2GHz帯域の複数波送信時のスプリアスマスク



2GHz帯域の複数波送信時のスプリアスマスク(比較用)



※図中のTest2、Test3は、3GPP2 C.S0033-B1に規定されているマルチキャリア時のTest Caseのことである。

Test2:
2キャリアの不連続配置時

Test3:
マルチキャリア時の連続配置時

()内のNIについては、キャリア数を示す。

◆ PHSシステムへの干渉検討

- 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成20年12月11日)において、IMT-2000高度化システムとPHSとの間の共存方策の記述が有り、“-41dBm/300kHz以下”の規定にて共用可能との報告が行われている。
- EVDOマルチキャリアシステムにおいても、3GPP2規格にて、同一の“-41dBm/300kHz以下”の規定が定められている。
- 従って、本干渉検討については上記報告を参照できるものとして、新たな計算は実施しない。

◆ LTE/W-CDMAシステムへの干渉検討

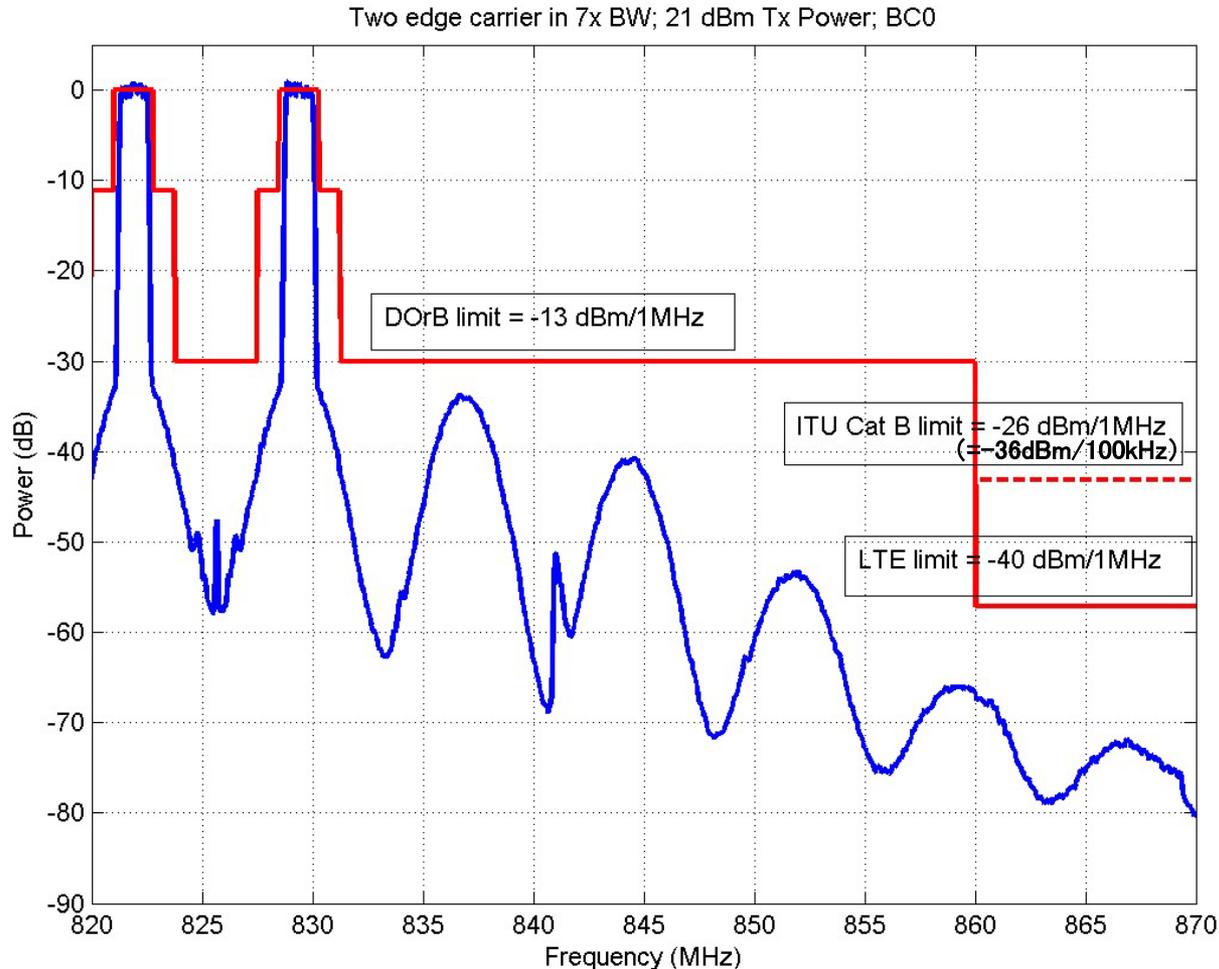
- 3GPP2仕様(C.S0033-B)の規定にて、モンテカルロシミュレーションを実施した結果を下表に示す。
- すべてのケースにおいて共用可能と考える。

表2-3 2GHz帯モンテカルロシミュレーション結果

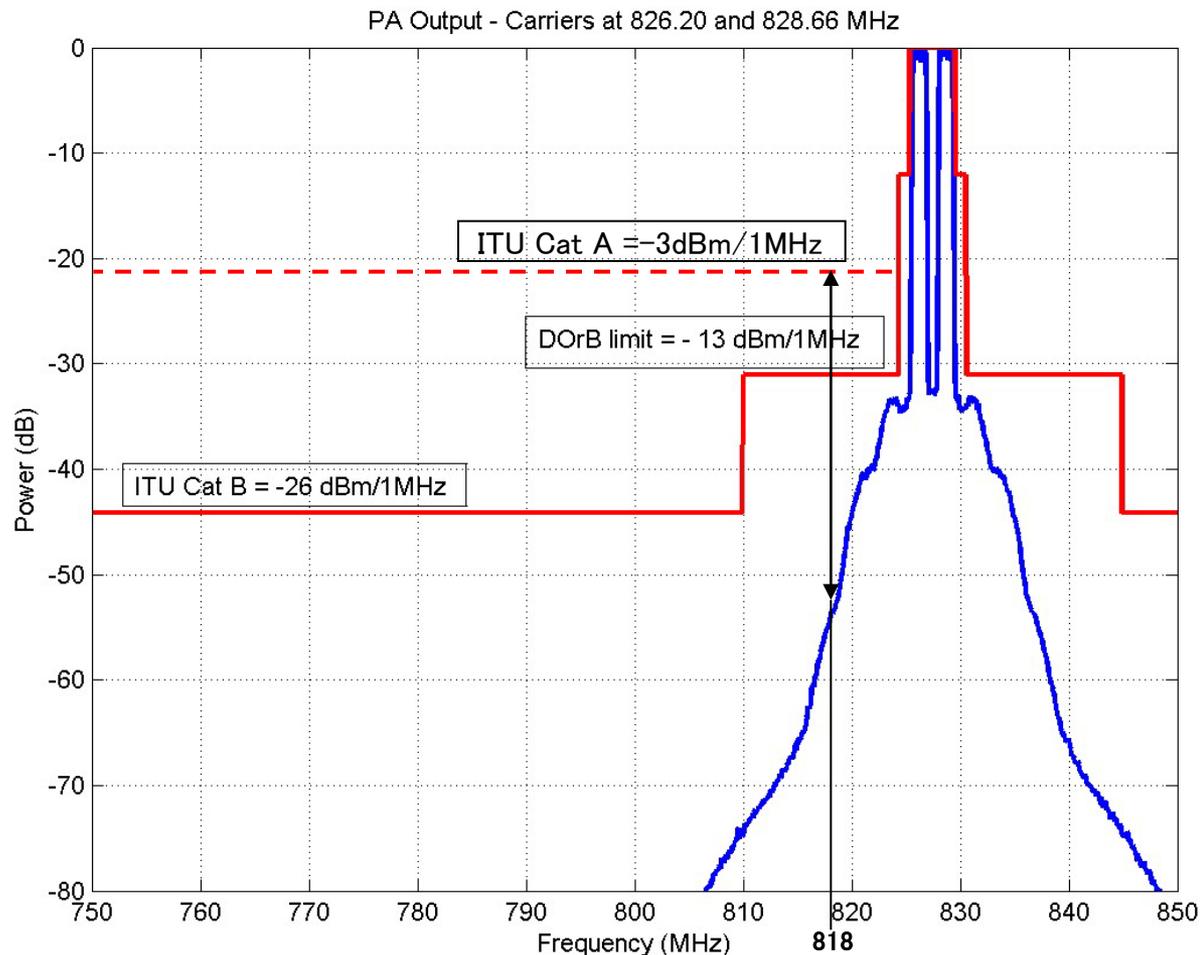
被干渉システム	キャリア配置	許容干渉レベル (dBm)	到達雑音電力 (dBm) ^{※1}	所要改善量 (dB)
LTE	不連続	-97.8 ^{※2}	-114.1	-16.3
	2波連続	-97.8 ^{※2}	-114.1	-16.3
	3波連続	-97.8 ^{※2}	-111.3	-13.5
W-CDMA	不連続	-105	-121.2	-16.2
	2波連続	-105	-121.2	-16.2
	3波連続	-105	-118.5	-13.5

※1 干渉発生確率3%の場合の干渉電力
 ※2 LTEの許容干渉電力値 (-110.8dBm/MHz)を20MHz帯域幅に換算した値

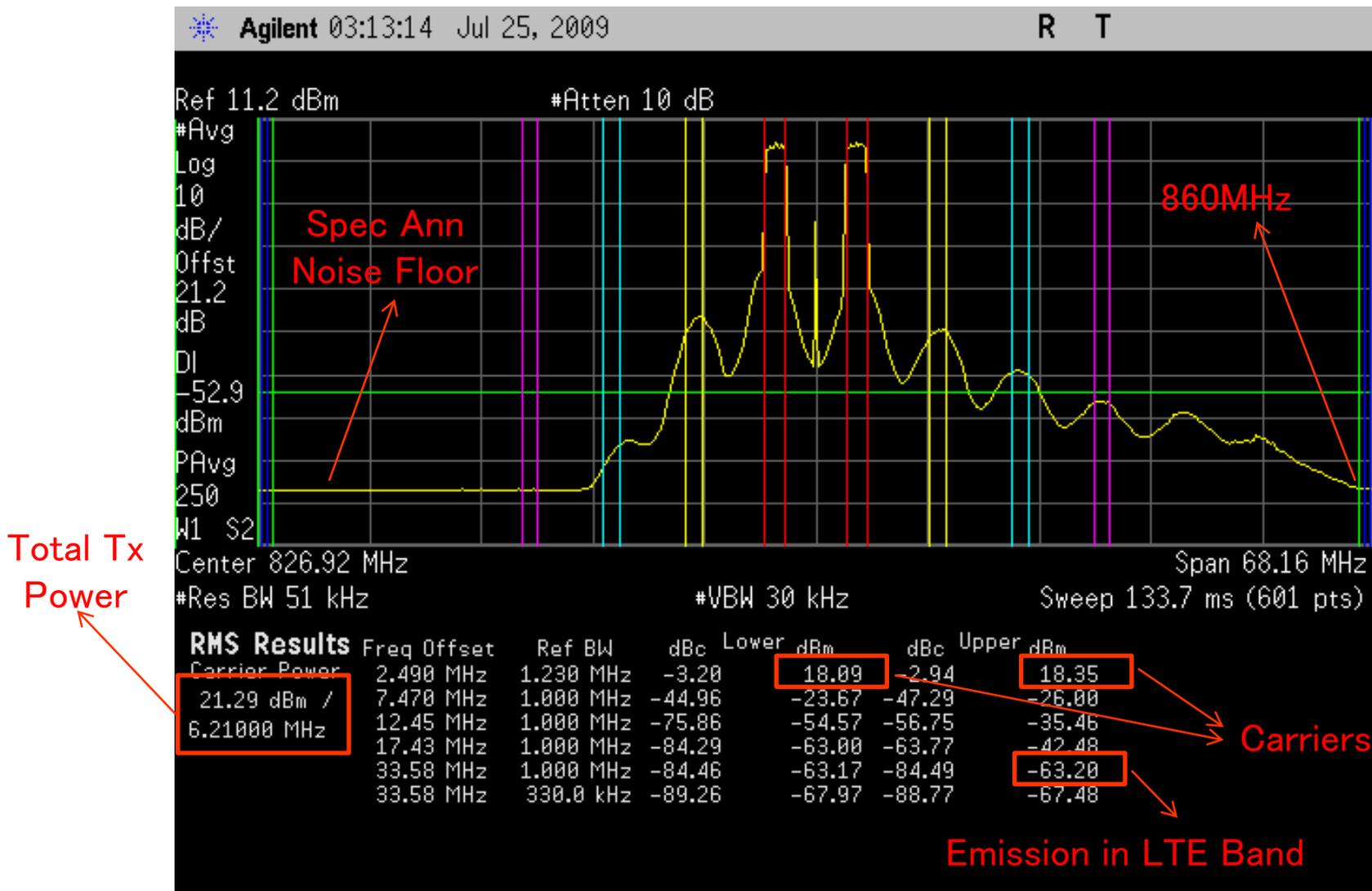
- ・ 10MHz間隔(最大間隔)時のスプリアス特性を下図に示す。(KDDIサービス帯域最上端にキャリアを配置)
- ・ モンテカルロシミュレーションにおいて共用可能との結果となっているITU Category Bの規定に対し、約25dBのマージンがある。



- ・ 現状運用可能なキャリア配置時のスプリアス特性を下図に示す。(PDCサービス運用時に可能なキャリア配置)
- ・ モンテカルロシミュレーションにおいて共用可能との結果となっているITU Category Aの規定(下図の点線)に対し、十分なマージンがある。



現在、実測可能な最大間隔(7.5MHz)時のスプリアス特性を下図に示す。(KDDIサービス帯域最上端にキャリアを配置: 824.43MHz/829.41MHz)



項目	EVDOマルチキャリア移動局	
送信周波数帯	800MHz帯	2GHz帯
最大送信電力	24dBm	
送信空中線利得	0dBi	
送信旧電線損失	0dB	
アンテナ指向性(水平)	オムニ	
アンテナ指向性(垂直)	オムニ	
空中線高	1.5m	
帯域幅	$N \times 1.23\text{MHz}$	$N \times 1.25\text{MHz}$
1無線局のキャリア数(N)	最大3キャリア	
その他損失	8dB(人体吸収損失)	
スプリアス発射強度	キャリア不連続配置時:Test2 表a 連続キャリア配置時:Test3 表c (N=3) 表d (N≠3)	キャリア不連続配置時:Test2 表b 連続キャリア配置時:Test3 表c (N=3) 表d (N≠3)

表a: 800MHz帯 複数キャリアを不連続に配置した送信時のスプリアス発射強度

キャリア中心周波数からの離調周波数 ($ \Delta f $)※	スプリアス発射強度
885 kHz ~ 1.885 MHz	6 dBm / 1 MHz以下
> 1.885 MHz	-13 dBm / 1 MHz以下

※もっとも外側に配置されたキャリアの中心周波数からの離調周波数

表b: 2GHz帯 複数キャリアを不連続に配置した送信時のスプリアス発射強度

キャリア中心周波数からの離調周波数 ($ \Delta f $)※	スプリアス発射強度
1.25 MHz ~ 2.25 MHz	6 dBm / 1 MHz以下
2.25 MHz ~ $3.5 \times N_s$ MHz	-13 dBm / 1 MHz以下
> $3.5 \times N_s$ MHz (ITU Category B)	-36 dBm / 1 kHz以下; 9 kHz < f < 150 kHz -36 dBm / 10 kHz以下; 150 kHz < f < 30 MHz -36 dBm/100 kHz以下; 30 MHz < f < 1 GHz -30 dBm / 1 MHz以下; 1 GHz < f < 12.75 GHz

ただし、

$N_s = \text{MaxReverseLinkBandwidth} \times 0.0025$

MaxReverseLinkBandwidth: 不連続に配置されたキャリアの中心周波数間の間隔をあらわす数値パラメータ
(MaxReverseLinkBandwidth = 1 のとき 0.025MHzを示す)

※もっとも外側に配置されたキャリアの中心周波数からの離調周波数

表c: Band Class 0,6 キャリアを連続に配置した送信時(N=3)のスプリアス発射強度

キャリア中心周波数からの離調周波数($ \Delta f $)※	スプリアス発射強度
2.5 MHz ~ 2.7 MHz	-14 dBm / 30 kHz以下
2.7 MHz ~ 3.5 MHz	-[14 + 15 × ($ \Delta f - 2.7$ MHz)] dBm / 30 kHz以下
3.08 MHz (Band Class 6 のみに適応)	-33 dBc / 3.84 MHz以下
3.5 MHz ~ 7.5 MHz	-[13 + 1 × ($ \Delta f - 3.5$ MHz)] dBm / 1 MHz以下
7.5 MHz ~ 8.5 MHz	-[17 + 10 × ($ \Delta f - 7.5$ MHz)] dBm / 1 MHz以下
8.08 MHz (Band Class 6 のみに適応)	-43 dBc / 3.84 MHz以下
8.5 MHz ~ 12.5 MHz	-27 dBm / 1 MHz以下
> 12.5 MHz (ITU Category A)	-13 dBm / 1 kHz以下; 9 kHz < f < 150 kHz -13 dBm / 10 kHz以下; 150 kHz < f < 30 MHz -13 dBm/100 kHz以下; 30 MHz < f < 1 GHz -13 dBm / 1 MHz以下; 1 GHz < f < 5 GHz
> 12.5 MHz (ITU Category B)	-36 dBm / 1 kHz以下; 9 kHz < f < 150 kHz -36 dBm / 10 kHz以下; 150 kHz < f < 30 MHz -36 dBm/100 kHz以下; 30 MHz < f < 1 GHz -30 dBm / 1 MHz以下; 1 GHz < f < 12.75 GHz

表d: Band Class0,6 キャリアを連続に配置した送信時(N≠3)のSpurious Emission Limit

キャリア中心周波数からの離調周波数(Δf)*	スプリアス発射強度
2.5 + Δ MHz ~ 3.5 + Δ MHz	-13 dBm / (12.5 kHz × N) kHz以下
3.5 + Δ MHz ~ 3.125 × (N+1) MHz	-13 dBm / 1 MHz以下
> 3.125 × (N+1) MHz (ITU Category A)	-13 dBm / 1 kHz以下; 9 kHz < f < 150 kHz -13 dBm / 10 kHz以下; 150 kHz < f < 30 MHz -13 dBm/100 kHz以下; 30 MHz < f < 1 GHz -13 dBm / 1 MHz以下; 1 GHz < f < 5 GHz
> 3.125 × (N+1) MHz (ITU Category B)	-36 dBm / 1 kHz以下; 9 kHz < f < 150 kHz -36 dBm / 10 kHz以下; 150 kHz < f < 30 MHz -36 dBm/100 kHz以下; 30 MHz < f < 1 GHz -30 dBm / 1 MHz以下; 1 GHz < f < 12.75 GHz

ただし、N及びΔは以下とする。

・N: キャリア数

・Δ = (N-3) × 625kHz

表e: Additional Band Class 6 Transmitter Spurious Emission Limits

Measurement Frequency	Emission Limit	Victim Band
1884.5 to 1919.6 MHz	-41 dBm / 300 kHz	PHS
925 to 935 MHz	-67 dBm / 100 kHz	GSM 900
935 to 960 MHz	-79 dBm / 100 kHz	GSM 900
1805 to 1880 MHz	-71 dBm / 100 kHz	DCS 1800

Note: Measurements apply only when the measurement frequency is at least 5.625 MHz from the CDMA center frequency. The non-PHS band measurements are made on frequencies which are integer multiples of 200 kHz. As exceptions, up to five measurements with a level up to the spurious emission limits in Table 4.4.1.3-2 are allowed.

- 3GPP TR25.814 Case1(Urban) のモデルを用いたシステムシミュレーション結果。また、平均トラフィック密度は「電気通信技術審議会次世代委員会報告書資料」(平成11年9月27日)に基づき40.62erl/MHz/km²とし、評価半径は100m(ただし、放送用FPUは4500m)とした。

