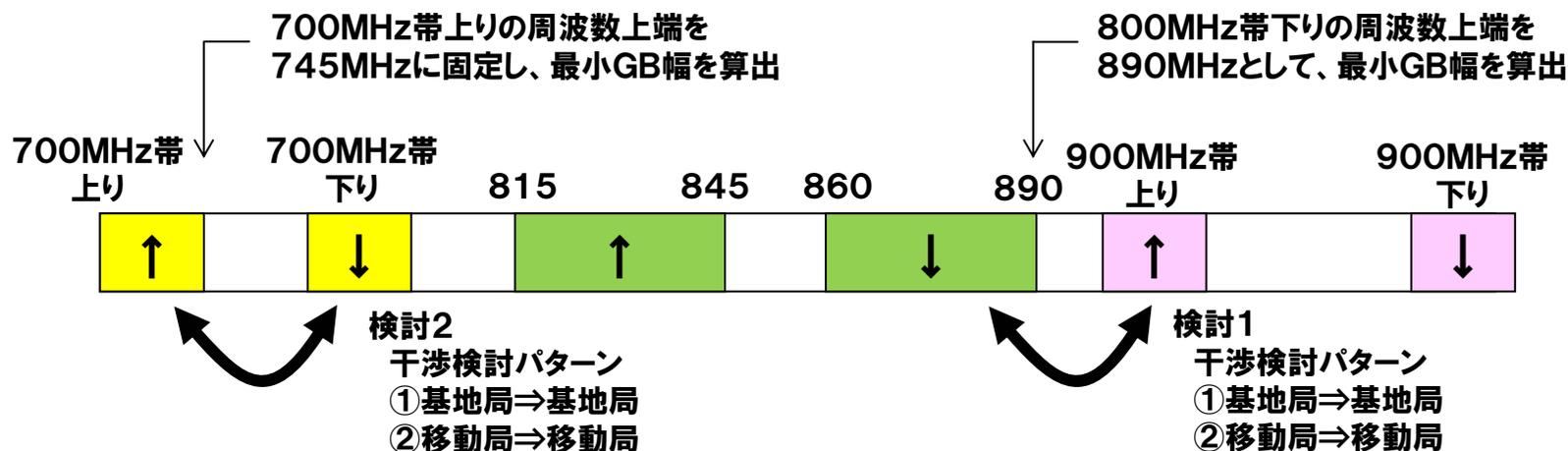


携帯電話同士の干渉検討について

平成22年10月6日
(株)NTTドコモ

- ◆ これまでの検討状況
 - 第44回委員会(9月29日)にて、中間報告(検討1(1)基地局間干渉)。
- ◆ 基本的な検討方針
 - 基本的な検討事項としては、隣接システムとの最小ガードバンド幅と、そのときの共用条件を求めることである。その際、検討が重複するものは、割愛して検討を効率化する。
 - 周波数検討WGで提示された割り当て案のうち、携帯電話システム間で検討が必要な組み合わせは、次ページに示す9通りある。しかし、次頁に示すように、これらの検討パターンは、異なるバンドプラン間の共用検討と単一バンドプランでの共用検討の2通りに集約できるため、今後の検討対象は以下の2パターンを進めていく。
- ◆ 検討手法について
 - 検討1は、異なる無線機間の干渉検討であるのに対し、検討2は、同一無線機内での干渉検討となる。そのため、検討1は、通常の干渉検討手法(1対1、モンテカル)により共存可能性を検討することとし、検討2については、装置実装上の実現性についての考察を行うことで結論を得ることとする。



(参考) 干渉検討パターンの絞り込み

720 730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840 850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950

1 700/900MHz帯ペア案 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討①)

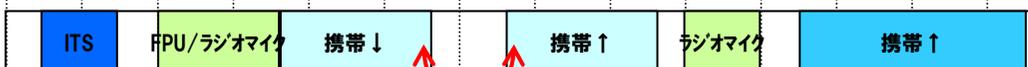


2 700MHz帯再編案

(1)案700-1 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討②、③)



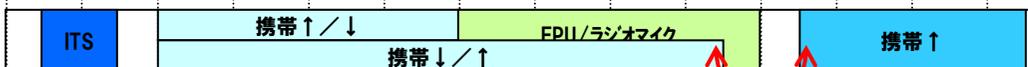
(2)案700-2 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討④、⑤)



(3)案700-3 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討⑥)



(4)案700-4 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討⑦)



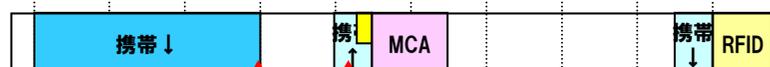
検討②、④は、同一バンドプラン間の共用検討であり、どちらかを検討すれば他の組み合わせにも結果を流用可能

検討①、③、⑤、⑥～⑨は、異なるバンドプラン間の共用検討であり、どれか1つを検討すれば他の組み合わせにも結果を流用可能

⇒検討対象パターンは、上記の2通りに集約可能

3 900MHz帯再編案

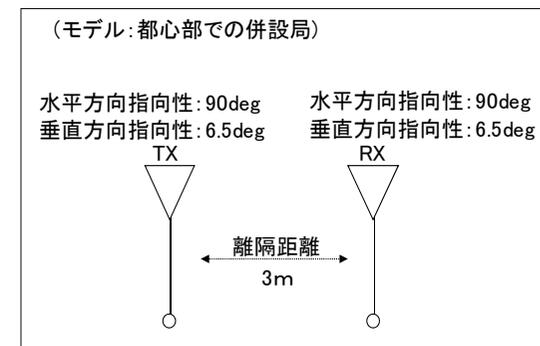
(1)案900-1 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討⑧)



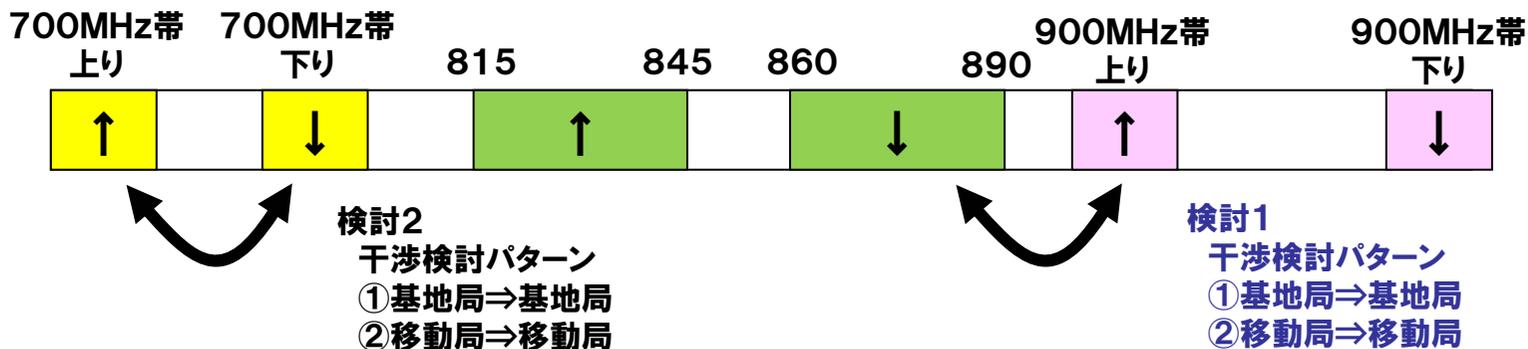
(2)案900-2 ⇒ 携帯電話同士の検討が必要なパターン(検討⑨)



- ◆ 検討パラメータは、過去の情通審におけるLTEの送受信パラメータを使用。
- ◆ 基地局間干渉
 - ✓ 都市部併設モデル
 - 離隔距離 3m
 - 水平方向指向性 : 90deg
 - 垂直指向性 : 6.5deg
 - ✓ 帯域内干渉の検討にはACLRを使用
 - ✓ 所要改善量を算出した後、ガードバンド幅を変化させ、フィルタ挿入による改善可否を検討
- ◆ 端末間干渉
 - ✓ モンテカルロシミュレーションによる確率的調査(伝搬モデル:自由空間)
 - ✓ ガードバンドを1MHzずつ可変させた場合の所要改善量を算出
- ◆ 中継を行う無線局について
 - ✓ 中継を行う無線局については、既存帯域(800M、1.5G、1.7G、2G)における検討と同様、携帯電話システム間に関する検討を省略する。



検討1① ～異なる無線機間の基地局間干渉～



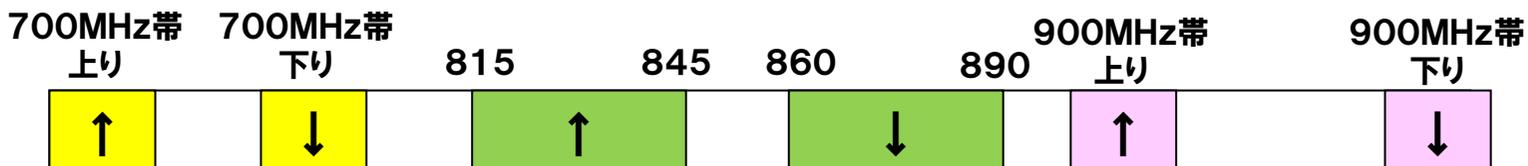
前提条件:(800MHz帯)875-890MHz(LTEチャンネル幅:5、10、15MHz)、(900MHz帯) LTE5、10、15MHz幅

与干渉システム	被干渉システム	ガードバンド	離隔距離(m)	所要改善量(dB)		備考
				帯域内	帯域外	
LTE ↓ (15MHz)	LTE ↑	5MHz	3m	49.8	29.8	帯域内干渉のほうが所要改善量が大きい、基地局へフィルタを挿入すれば共用可能なレベルである。
LTE ↓ (15MHz)	LTE ↑	10MHz	3m	49.8	29.8	

検討1② ～異なる無線機間の移動局間干渉(i)仕様値による計算～

◆ 仕様値による机上検討(モンテカルロシミュレーション)

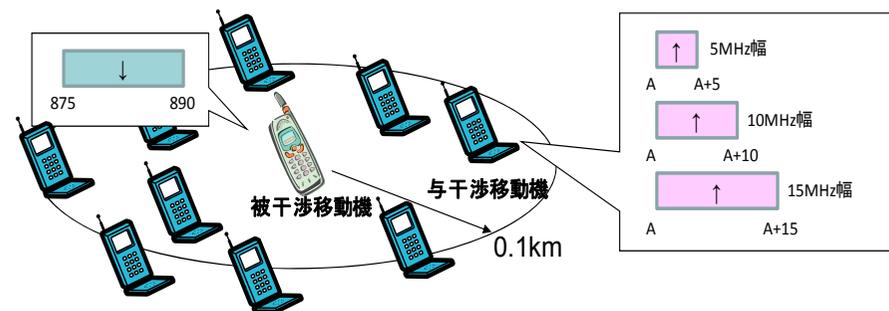
- 異なる無線機間の移動局間干渉について、仕様値を用いて、モンテカルロシミュレーションを実施したところ、帯域外干渉については、ガードバンド幅が10MHzあれば共用可能との結果となった。
- 一方、帯域内干渉については、仕様値を基にした計算では、ガードバンド幅20MHzでも共用不可となったため、携帯電話端末の送信スプリアス特性の実力値を考慮した考察を行なう必要がある。



【帯域内干渉】⇒ GB幅20MHzでも不可

帯域内干渉		900MHz帯上りのLTEチャンネル幅					
		5MHz幅		10MHz幅		15MHz幅	
GB	許容干渉レベル [dBm/MHz]	干渉電力 [dBm/MHz]	改善量 [dB]	干渉電力 [dBm/MHz]	改善量 [dB]	干渉電力 [dBm/MHz]	改善量 [dB]
5MHz	-111	-92.9	18.1	-87.5	23.5	-83.5	27.5
6MHz	-111	-104.1	6.9	-87.1	23.9	-83.3	27.7
7MHz	-111	-104.1	6.9	-86.5	24.5	-83.4	27.6
8MHz	-111	-104.1	6.9	-86.5	24.5	-84.84	26.16
9MHz	-111	-104.9	6.1	-87.6	23.4	-84.1	26.9
10MHz	-111	-105.7	5.3	-98.6	12.4	-82.9	28.1
11MHz	-111	-105.1	5.9	-99.8	11.2	-83.5	27.5
12MHz	-111	-104.7	6.3	-99.2	11.8	-83.7	27.3
13MHz	-111	-103.8	7.2	-99.4	11.6	-83.9	27.1
14MHz	-111	-105.2	5.8	-99.5	11.5	-84.2	26.8
15MHz	-111	-102.9	8.1	-99	12	-96.1	14.9
16MHz	-111	-104.4	6.6	-99	12	-95.6	15.4
17MHz	-111	-104.8	6.2	-99.7	11.3	-96	15
18MHz	-111	-104.4	6.6	-99.8	11.2	-94.3	16.7
19MHz	-111	-103.8	7.2	-99	12	-96	15
20MHz	-111	-104.9	6.1	-98.6	12.4	-96.2	14.8

検討1
干渉検討パターン
①基地局⇒基地局
②移動局⇒移動局



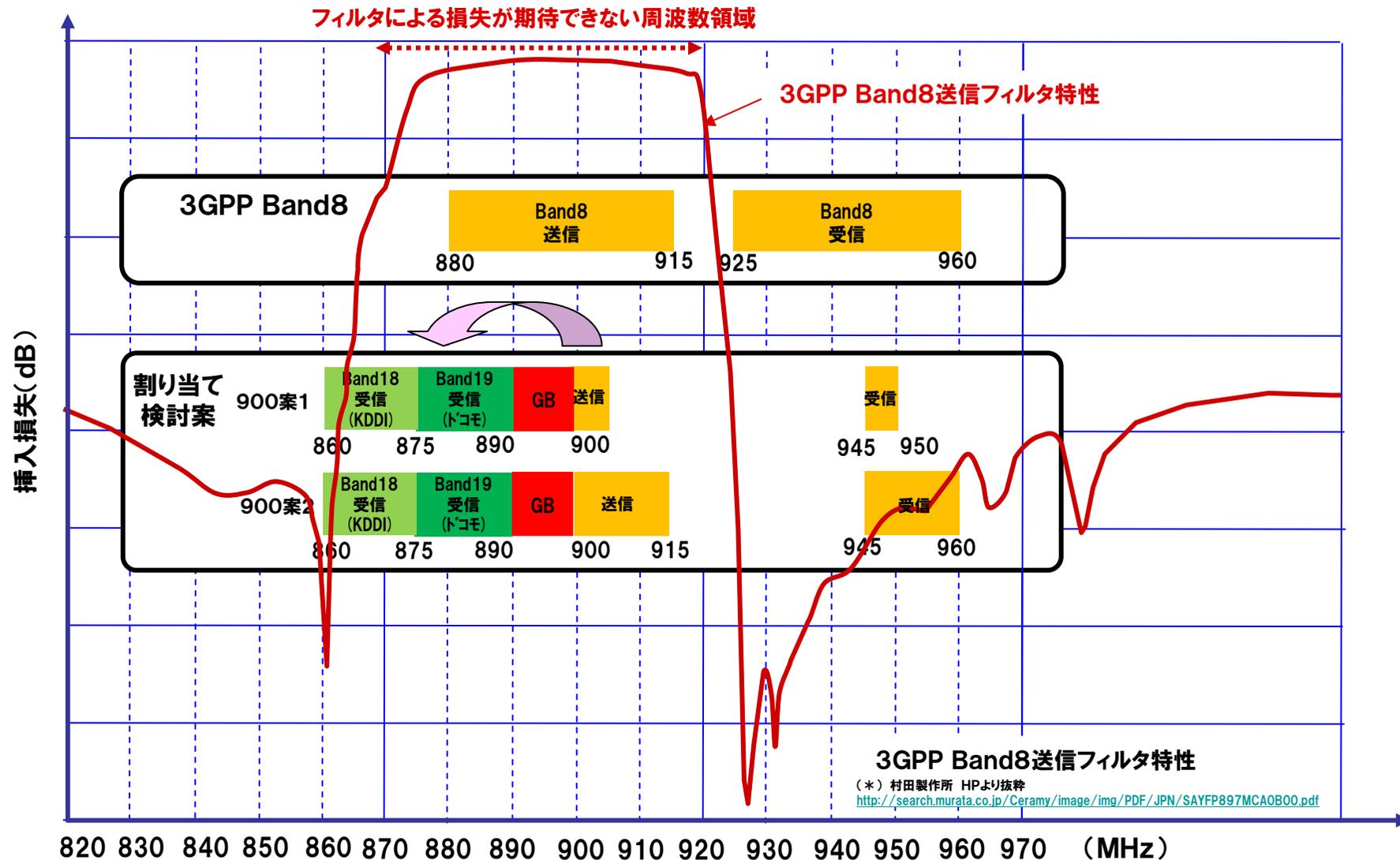
【帯域外干渉】⇒ GB10MHzで許容可能

帯域外干渉	許容干渉レベル	900MHz帯上りのLTEチャンネル幅		
		5MHz幅	10MHz幅	15MHz幅
干渉電力[dBm]	-56 @Gap5MHz	-55	-51.6	-48.3
	-44 @Gap10MHz			

検討1② ~異なる無線機間の移動局間干渉 (ii)送信フィルタ特性の考慮~ **docomo**

◆ 送信スプリアス特性の実力値を考慮した考察(送信フィルタ特性の考慮)

- 【前提】 900MHz帯の移動機が、欧州の既存割り当て(3GPP Band8)に対応する送信フィルタをそのまま流用すると仮定。
- 【考察】 3GPP Band8送信フィルタ特性は、国内既存帯域(3GPP Band18、19)を考慮していないため、900MHz帯移動機からの帯域外輻射による干渉をフィルタ特性により回避することは期待できない。従って、実際の送信波形を考慮した更に詳細な考察を行う。

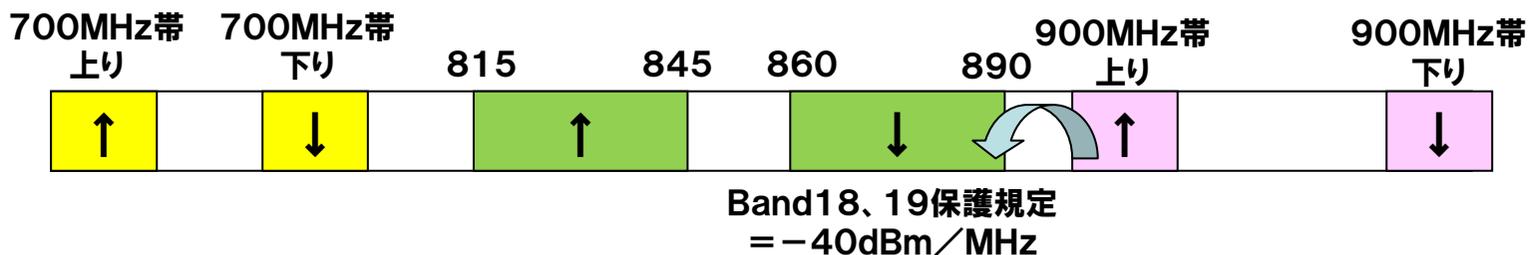


◆ 送信スプリアス特性の実力値を考慮した考察(送信波形の考慮)

- 【前提1】 欧州の既存割り当て(3GPP Band8)に対応する送信フィルタ特性をそのまま流用すること
- 【前提2】 既存帯域(3GPP Band18、19)の保護規定(= -40dBm/MHz)を閾値として判定
- 【考察】

携帯電話システムでは、同じ地域で近接して運用する帯域では、干渉を回避するために、各帯域にスプリアス規定を設定しており、3GPP Band18、19帯域では、-40dBm/MHzという値が設定されている(次頁参照)。ここでは、検討対象帯域に、Band18、19と同じ保護基準を適用することを前提とした。

送信スプリアス特性の実力値を考慮した考察の一例として、Band19用端末に実装されるものと同様のアンプを用いた室内実験により、送信波形から勘案して、保護規定を守ることが可能かどうか、守るために必要な送信電力低減値はどの程度になるかを解析した。



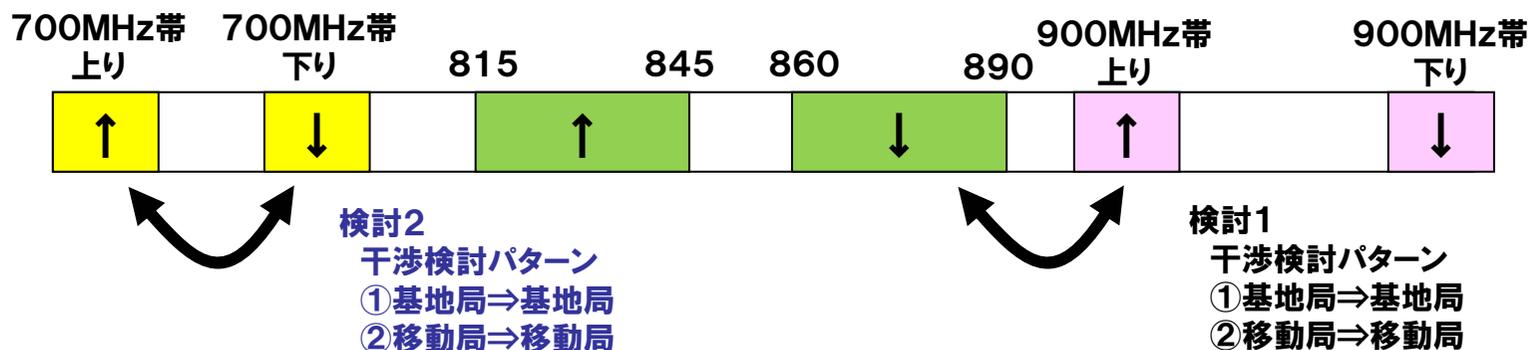
【GB=10MHzの時の結果】

	Band18、19を保護するために必要なA-MPR値(*)
5MHz送信	3dB以上@RB25
10MHz送信	7dB以上@RB50
15MHz送信	9dB以上@RB1

(*) A-MPR(Additional Maximum Power Reduction):隣接業務などへの干渉を低減するために3GPPで規定されている制御手法

(参考) 3GPP規定 (Spurious emission band UE co-existence TS36. 101より抜粋)

E-UTRA Band	Protected band	Frequency range (MHz)	Maximum Level (dBm)	MBW (MHz)	Comment
1	E-UTRA Band 1, 3, 7, 8, 9, 11, 20, 21, 34, 38, 40	FDL_low - FDL_high	-50	1	Note ³ To meet these requirements some restriction will be needed for either the operating band or protected band.
	E-UTRA Band 33	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	E-UTRA Band 39	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	Frequency range	860 - 895	-50	1	
	Frequency range	1884.5 - 1919.6	-41	0.3	Note ⁶ Applicable when NS_05 in section 6.6.3.3.1 is signalled by the network. Note ⁷ Applicable when co-existence with PHS system operating in 1884.5 - 1919.6MHz.
Frequency range	1884.5 - 1915.7	Note ⁶ Note ⁸ Applicable when co-existence with PHS system operating in 1884.5 - 1915.7MHz.			
8	E-UTRA Band 1, 8, 20, 33, 34, 38, 39, 40	FDL_low - FDL_high	-50	1	Note ² As exceptions, measurements with a level up to the applicable requirements defined in Table 6.6.3.1-2 are permitted for each assigned E-UTRA carrier used in the measurements due to 2nd or 3rd harmonic spurious emissions. An exception is allowed if there is at least one individual RE within the transmission bandwidth (see Figure 5.6-1) for which the 2nd or 3rd harmonic, i.e. the frequency equal to two or three times the frequency of that RE, is within the measurement bandwidth (MBW).
	E-UTRA Band 3	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	E-UTRA Band 7	FDL_low - FDL_high	-50	1	
13	E-UTRA Band 2, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 17	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	Frequency range	763 - 775	-35	0.00625	
14	E-UTRA Band 2, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 17	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	Frequency range	763 - 775	-35	0.00625	
17	E-UTRA Band 2, 5, 12, 13, 14, 17	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	E-UTRA Band 4, 10	FDL_low - FDL_high	-50	1	Note ²
18	E-UTRA Band 1, 9, 11, 21, 34	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	Frequency range	860 - 895	-40	1	
	Frequency range	1884.5 - 1919.6 1884.5 - 1915.7	-41	0.3	Note ⁷ Note ⁸
Frequency range	1884.5 - 1919.6 1884.5 - 1915.7	Note ⁹ Applicable when NS_08 in section 6.6.3.3.3 is signalled by the network. Note ⁷ Note ⁸			
19	E-UTRA Band 1, 9, 11, 21, 34	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	Frequency range	860 - 895	-40	1	Note ⁹ Applicable when NS_08 in section 6.6.3.3.3 is signalled by the network.
	Frequency range	1884.5 - 1919.6 1884.5 - 1915.7	-41	0.3	Note ⁷ Note ⁸
Frequency range	1884.5 - 1919.6 1884.5 - 1915.7	Note ⁷ Note ⁸			
20	E-UTRA Band 1, 3, 7, 8, 33, 34, 38, 39, 40	FDL_low - FDL_high	-50	1	
	E-UTRA Band 38	FDL_low - FDL_high	-50	1	Note ²

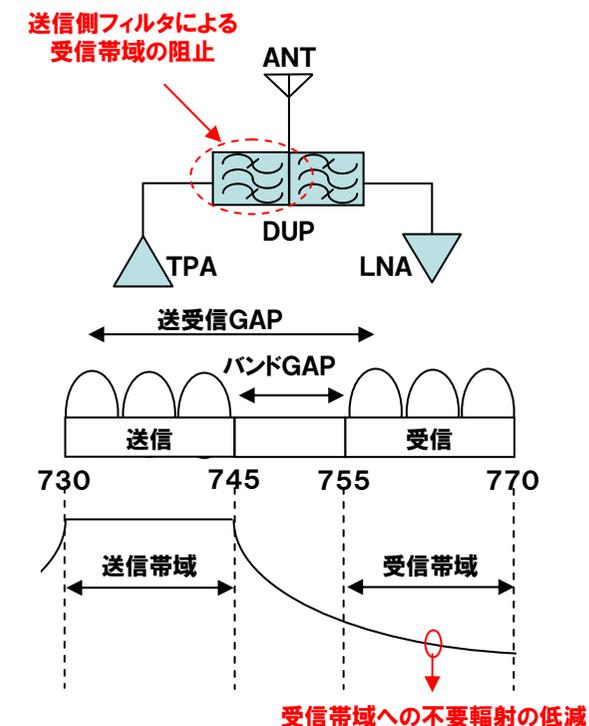


- ◆ 検討2は、同一無線機内の干渉検討である。一般的に、送受信タイミングが一致する通信方式を用いる無線機においては、自身の送信機から受信機へ回り込む干渉を抑える必要があり、これは、送信AMPの帯域外輻射の低減とDUPの送信側フィルタにおける受信帯域の阻止により実現される。
- ◆ この無線機器内での回り込み干渉は、受信機入力端において熱雑音レベル付近まで抑える必要があるが、異なる無線機間での干渉とは異なり、空間の伝搬損が期待できないため、送受信間隔が狭い場合は、無線機的设计上厳しい条件となる。

検討2 ～同一無線機内での干渉検討～

- ◆ ここでは、3GPPの既存周波数帯における送受信間隔(バンドGAP、送受信GAP)規定の実例を参考に同一無線機内での干渉を回避するために必要な現実的な最小送受信間隔を考察する。
- ◆ 下表に示すように、LTE伝送幅10MHzの場合は、バンドGAP18MHz、送受信GAP30MHzのケース(Band17)がある。LTE伝送幅15MHzの場合は、バンドGAP30MHz、送受信GAP45MHzのケース(Band18、19)がある。いずれも、バンドGAPは、伝送幅の2倍程度、送受信GAPは3倍程度を確保している。
- ◆ **したがって、検討2②においてもLTE伝送幅の2倍程度のバンドGAP、3倍程度の送受信GAPを想定すれば、現実的な装置設計が可能と考えられる。**

3GPP周波数帯	運用地域	上り周波数(MHz)	下り周波数(MHz)	バンドGAP(MHz)	送受信GAP(MHz)	LTE信号最大帯域幅(MHz)	感度劣化量(Band1との比較)(dB)	感度測定時の送信RB数
Band1	IMTコア帯域	1920-1980	2110-2170	130	190	20	-	100
Band13	米国	777-787	746-756	-21	-31	10	3	20
Band17	米国	704-716	734-746	18	30	10	3	20
Band18	日本(KDDI)	815-830	860-875	30	45	15	0	25
Band19	日本(DCM)	830-845	875-890	30	45	15	0	25



(参考) 3GPP規定(LTEバンドプラン等 TS36. 101より抜粋)

#	UL (MHz)	DL (MHz)	バンド GAP (MHz)	送受信 GAP (MHz)	LTE CH幅(MHz)				A-MPR (dB)
					5	10	15	20	
1	1920 - 1980	2110 - 2170	130	190	○	○	○	○	≤ 1
2	1850 - 1910	1930 - 1990	20	80	○	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	≤ 1
3	1710 - 1785	1805 - 1880	20	95	○	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	
4	1710 - 1755	2110 - 2155	355	400	○	○	○	○	≤ 1
5	824 - 849	869 - 894	20	45	○	○ ⁽¹⁾			
6	830 - 840	875 - 885	35	45	○	○ ⁽¹⁾			
7	2500 - 2570	2620 - 2690	50	120	○	○	○	○ ⁽¹⁾	
8	880 - 915	925 - 960	10	45	○	○ ⁽¹⁾			
9	1749.9 - 1784.9	1844.9 - 1879.9	60	95	○	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	
10	1710 - 1770	2110 - 2170	340	400	○	○	○	○	≤ 1
11	1427.9 - 1447.9	1475.9 - 1495.9	28	48	○	○ ⁽¹⁾			
12	698 - 716	728 - 746	12	30	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾			
13	777 - 787	746 - 756	-21	-31	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾			≤3~ 12
14	788 - 798	758 - 768	-20	-30	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾			
17	704 - 716	734 - 746	18	30	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾			
18	815 - 830	860 - 875	30	45	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		
19	830 - 845	875 - 890	30	45	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		≤ 3
20	832 - 862	791 - 821	-10	-41	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾	≤ 2~5
21	1447.9 - 1462.9	1495.9 - 1510.9	33	48	○	○ ⁽¹⁾	○ ⁽¹⁾		≤ 2

NOTE1: bandwidth for which a relaxation of the specified UE receiver sensitivity requirement (Clause 7. 3) is allowed.

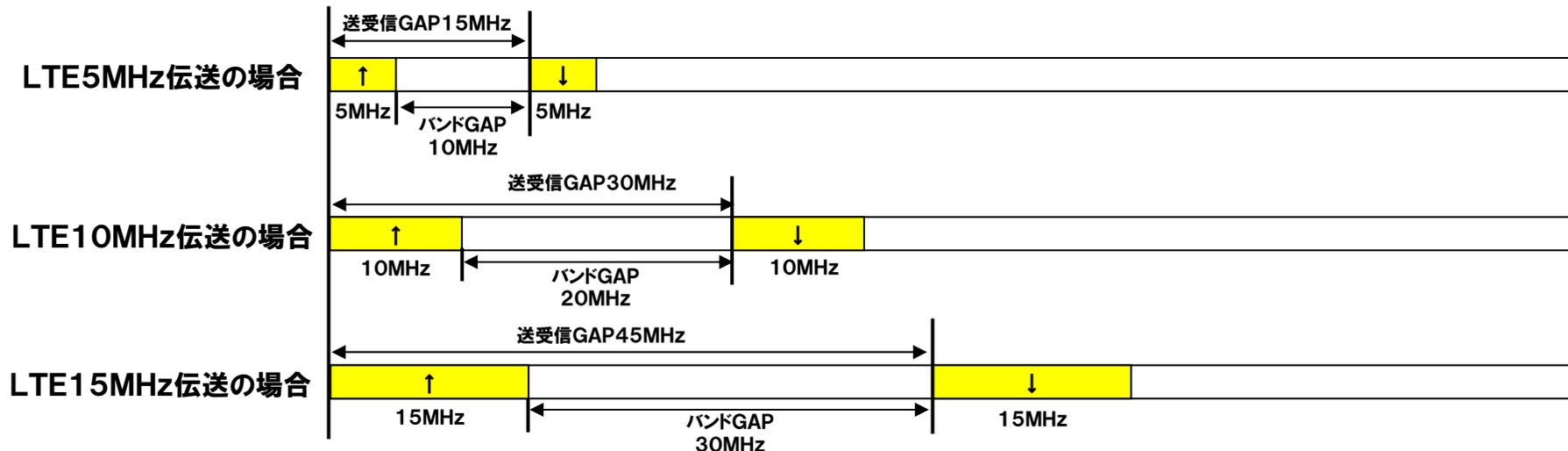
・ 携帯電話同士の干渉検討を2つの手法により実施した結果は以下の通りである。

(1) 検討1(異なる無線機間の干渉検討)

- ・ 最小GB幅を10MHzとするには、
 - 基地局間干渉回避のため、送信側基地局に送信フィルタを挿入する等の干渉回避対策を施せば共存可能性が高い
 - 移動局間干渉回避のため、移動局送信帯域に従来と同様の保護規定(-40dBm/MHz)を確保すれば共存可能性がある。保護規定を守るためには、例えば、3GPP Band8と同等のハードウェアを前提とし、A-MPR等による送信電力制御を行なう、急峻な特性をもったフィルタを前提とした装置設計を行うなど、様々な方法が考えられる。

(2) 検討2(同一無線機内での干渉検討)

・ LTE伝送幅の2倍程度のバンドGAP、3倍程度の送受信GAPを想定すれば、現実的な装置設計が可能と考えられる。



LTE<送信側に係る情報>

	LTE基地局	LTE移動局
送信周波数帯	700MHzまたは900MHz	700MHzまたは900MHz
空中線電力	36dBm/MHz ^{注3}	23 dBm ^{注2}
空中線利得	14 dBi ^{注3}	0 dBi ^{注3}
給電線損失	5 dB ^{注3}	0 dB ^{注3}
アンテナ指向特性(水平)	図A-1参照	オムニ
アンテナ指向特性(垂直)	図A-2参照	オムニ
送信空中線高	40 m ^{注3}	1.5m ^{注3}
帯域幅 (BWChannel)	5、10、15、20MHz	5、10、15、20MHz
隣接チャネル漏れ電力 ^{注1}	下記または-13dBm/MHzの高い値 -44.2dBc(BWChannel/2+2.5 MHz 離調) -44.2dBc(BWChannel/2+7.5 MHz 離調)	下記または-50dBm/3.84MHzの高い値 -33dBc(BWChannel/2+2.5MHz離調) ^{注2} -36dBc(BWChannel/2+7.5MHz離調) ^{注2}
スプリアス強度	-13dBm/100kHz ^{注1} -13dBm/MHz -41dBm/300kHz	-36dBm/100kHz ^{注2} -30dBm/MHz -41dBm/300kHz 表A-3参照 ^{注2}
相互変調歪	希望波を30dB 下回る妨害波の下で、許容輻射限界を超えないもの	規定無し
スペクトラムマスク特性	規定なし	図A-4参照 ^{注2}
送信フィルタ特性	表A-4参照	-
その他損失	-	8dB(人体吸収損) ^{注3}

注1:3GPP TS36.104 v8.3.0(2008-9)

注2:3GPP TS36.101 v8.3.0(2008-9)

注3:「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)

LTE<受信側に係る情報>

	LTE基地局	LTE移動局
受信周波数	700MHzまたは900MHz	700MHzまたは900MHz
許容干渉電力	-119dBm/MHz (I/N=-10dB)	-110.8dBm/MHz (I/N=-6dB)
許容感度 抑圧電力	-43dBm ^{注1}	-56dBm ^{注2} (BWChannel/2+7.5MHz離調) -44dBm ^{注2} (BWChannel/2+12.5MHz離調)
受信空中線利得	14 dBi	0dBi
給電損失	5dB	0dB
空中線高	40 m ^{注3}	1.5m ^{注3}
その他損失	-	8dB (人体吸収損)

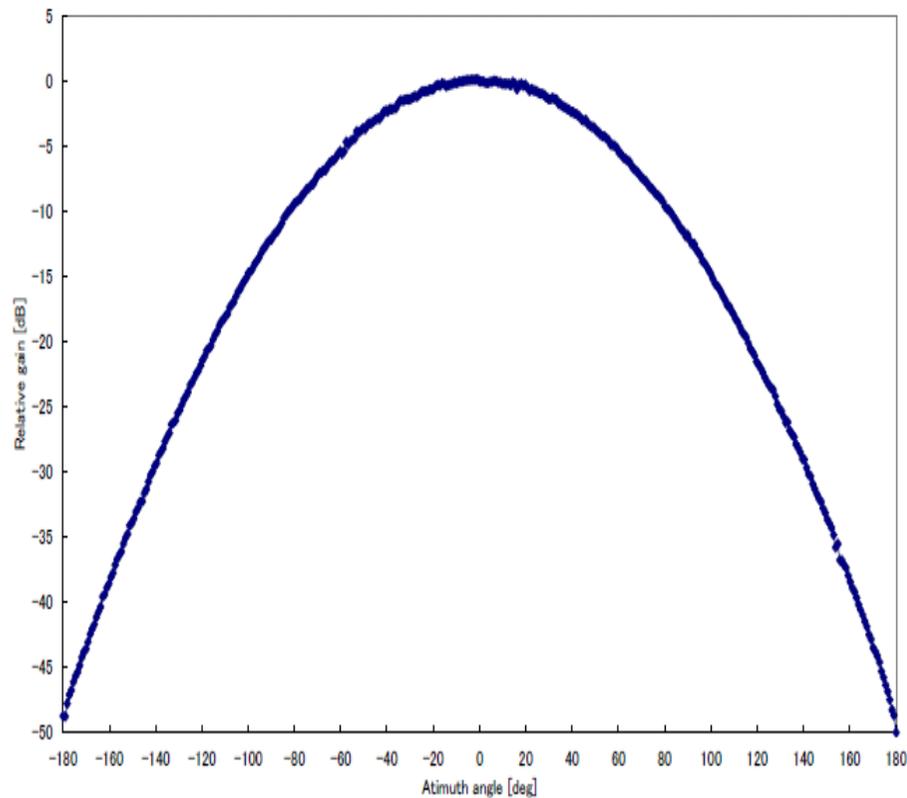
注1:3GPP TS36.104 v8.3.0 (2008-9)

注2:3GPP TS36.101v8.3.0 (2008-9)

注3:「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)

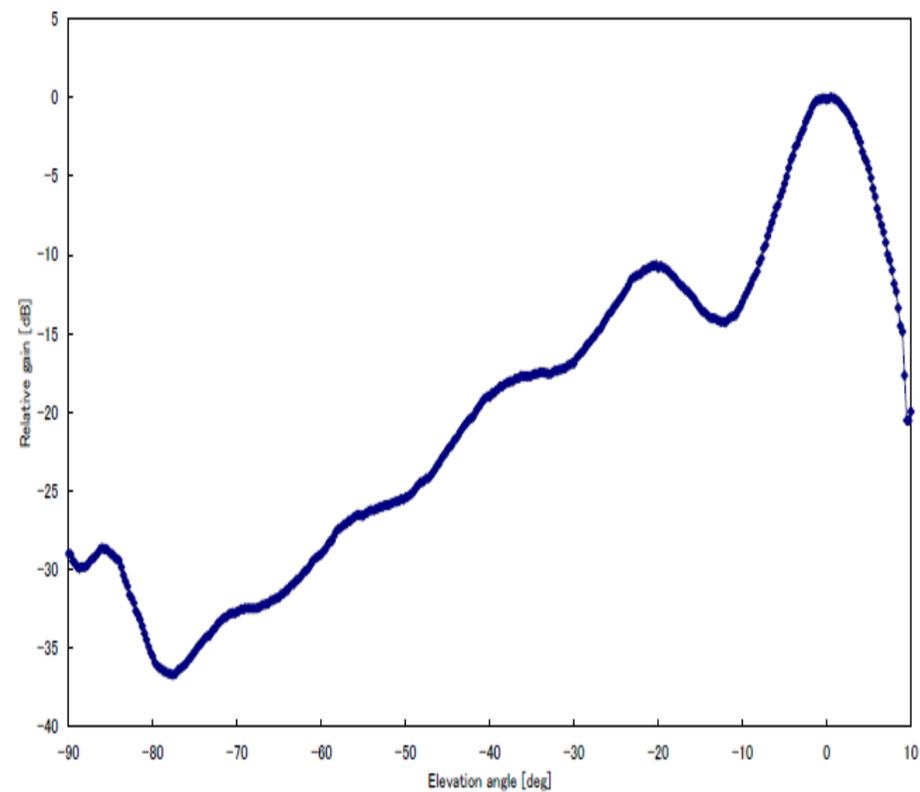
移動局スプリアス強度に係る規定

周波数範囲	許容値	参照帯域幅
800MHz帯受信帯域 860MHz以上895MHz以下	-40dBm	1MHz
1.5GHz帯受信帯域 1475.9MHz以上1510.9MHz以下	-50dBm	1MHz
1.7GHz帯受信帯域 1844.9MHz以上1879.9MHz以下	-50dBm	1MHz
PHS帯域 1884.5MHz以上1919.6MHz以下	-41dBm	300kHz
2GHz帯受信帯域 2110MHz以上2170MHz以下	-50dBm	1MHz



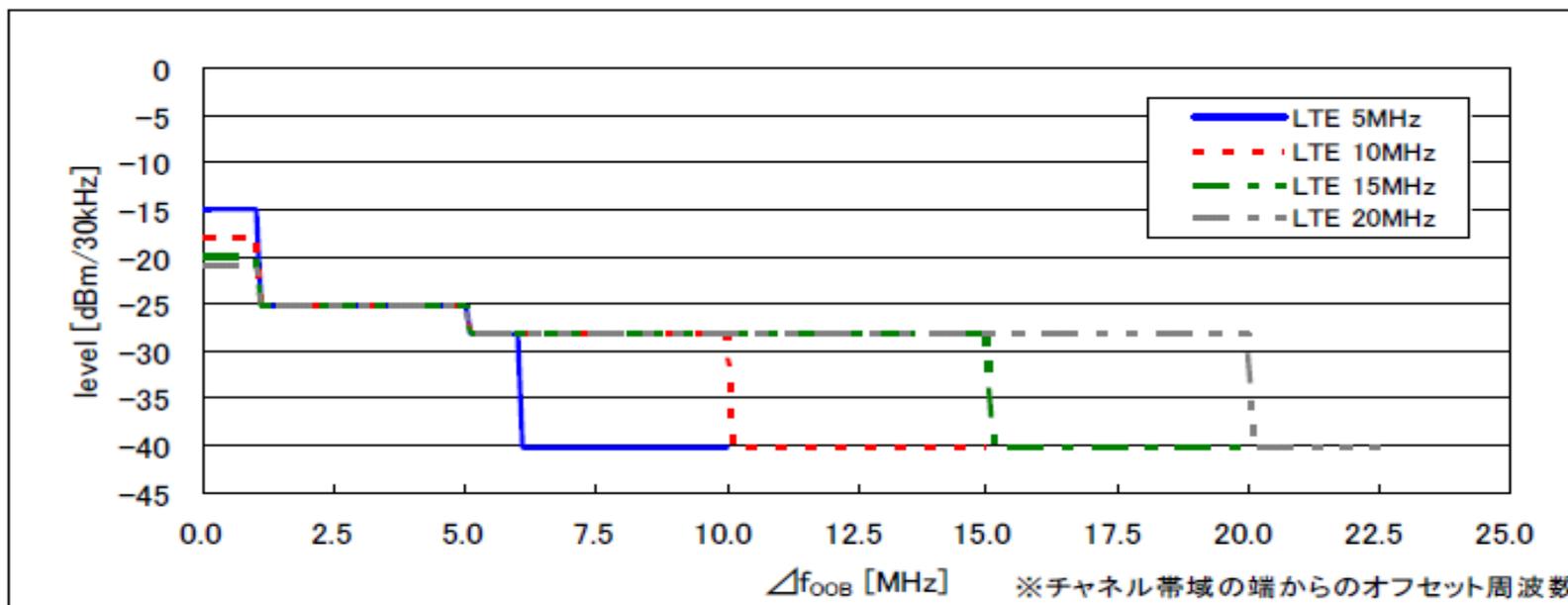
LTE基地局の送受信アンテナパターン (水平面)

(「携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告」(平成18年12月21日) 図3.2-1を引用)



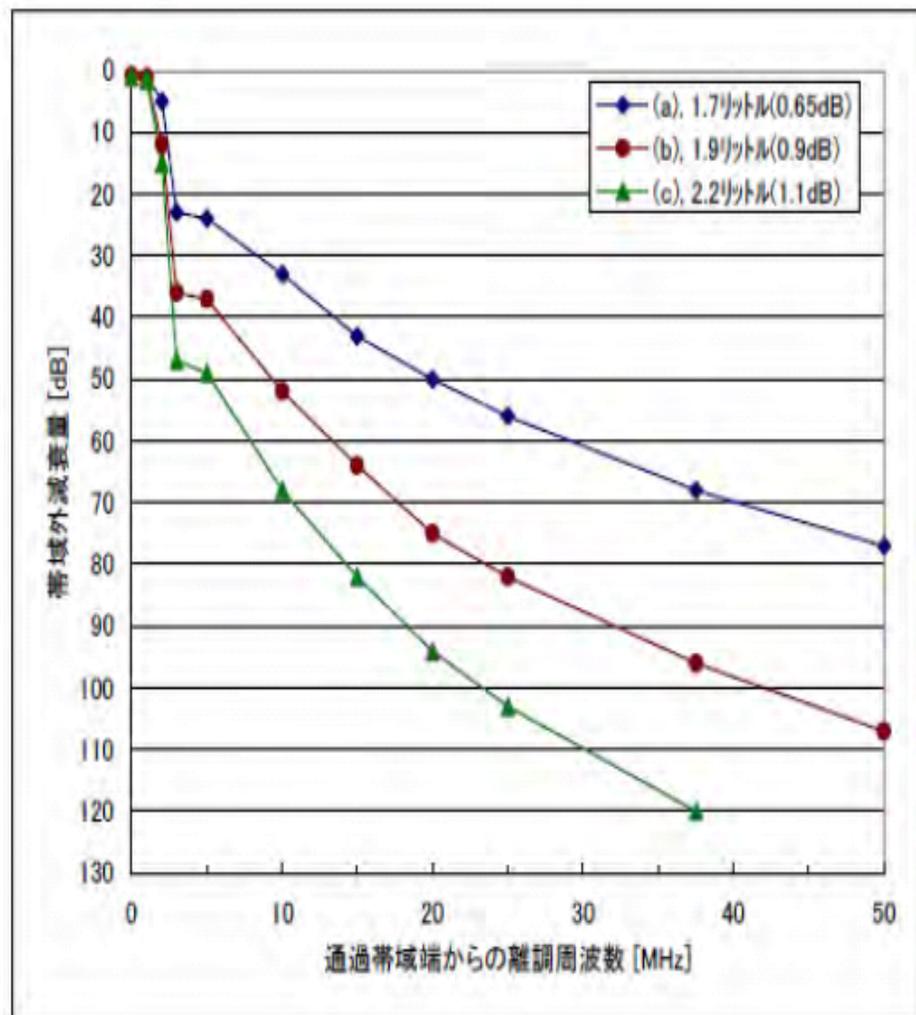
LTE基地局の送受信アンテナパターン (垂直面)

(「携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告」(平成18年12月21日) 図3.2-1を引用)



Δf_{OOB} (MHz)	LTE チャンネル幅毎の SEM 特性 (dBm)				参照帯域幅
	5MHz	10MHz	15MHz	20MHz	
± 0-1	-15	-18	-20	-21	30 kHz
± 1-2.5	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 2.5-5	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 5-6	-13	-13	-13	-13	1 MHz
± 6-10	-25	-13	-13	-13	1 MHz
± 10-15		-25	-13	-13	1 MHz
± 15-20			-25	-13	1 MHz
± 20-25				-25	1 MHz

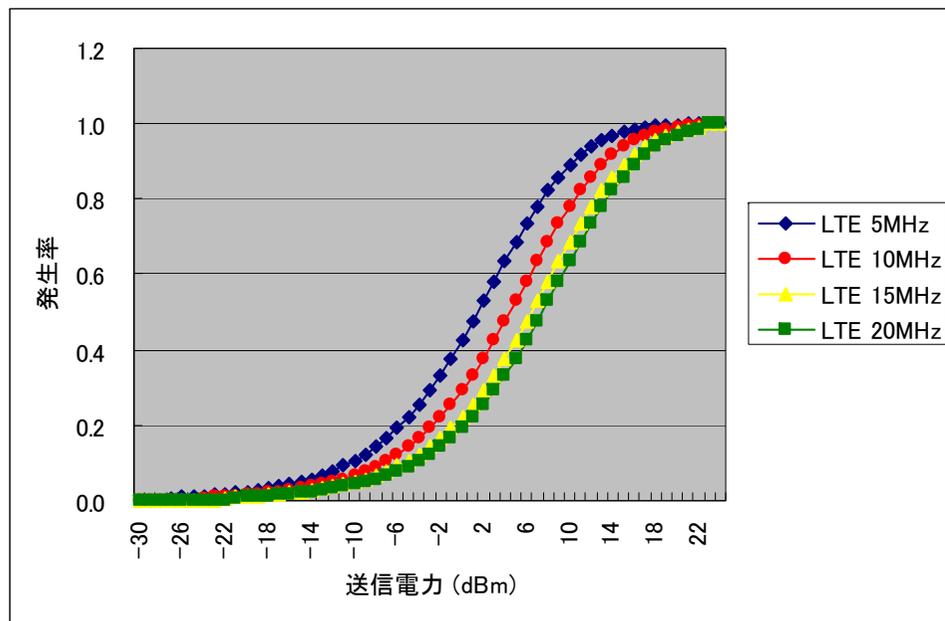
LTE移動局スプリアスエミッションマスク



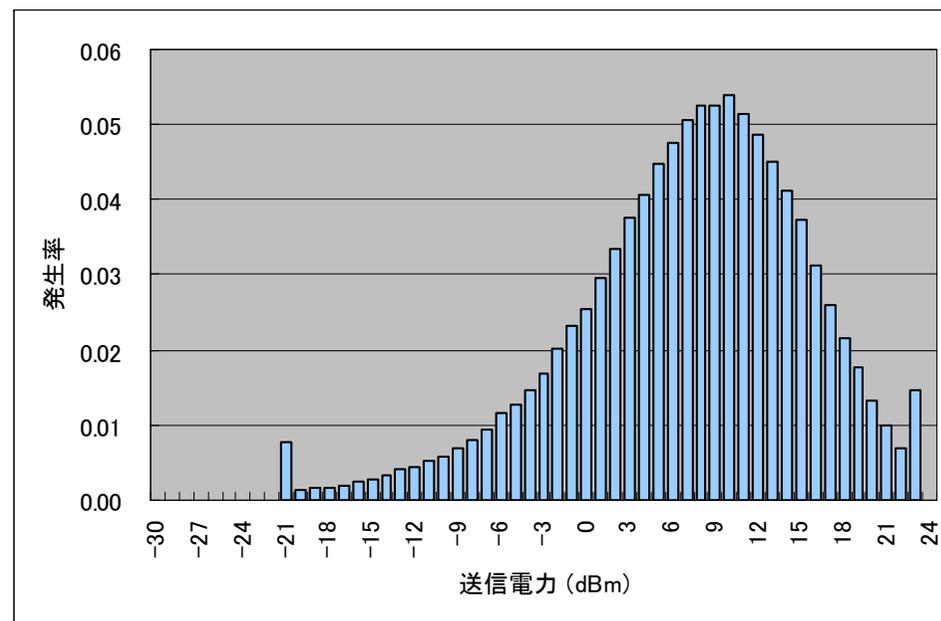
通過帯域端からの離調周波数 [MHz]	帯域外減衰量 [dB]		
	(a) 1.7リットル (0.65dB)	(b) 1.9リットル (0.9dB)	(a) 2.2リットル (1.1dB)
0	0.7	0.9	1.1
1	0.9	1.2	1.5
2	5	12	15
2.9	21.2	33.6	43.8
3	23	36	47
4	23.5	36.5	48
5	24	37	49
6	25.8	40	52.8
7	27.6	43	56.6
8	29.4	46	60.4
9	31.2	49	64.2
10	33	52	68
11	35	54.4	70.8
12	37	56.8	73.6
13	39	59.2	76.4
14	41	61.6	79.2
15	43	64	82
16	44.4	66.2	84.4
17	45.8	68.4	86.8
18	47.2	70.6	89.2
19	48.6	72.8	91.6
20	50	75	94
21	51.2	76.4	95.8
22	52.4	77.8	97.6
23	53.6	79.2	99.4
24	54.8	80.6	101.2
25	56	82	103
26	57	83.1	104.4
27	57.9	84.2	105.7
28	58.9	85.4	107.1
29	59.8	86.5	108.4
30	60.8	87.6	109.8
37.5	68	96	120
50	77	107	

(「携帯電話等周波数有効利用方策委員会」(平成18年12月21日)表3. 2-3を引用)

LTE基地局送受信フィルタ特性



LTE移動局の送信電力累積確率



LTE移動局の送信電力分布(LTEチャネル幅20MHz運用例)

NTT
docomo