

3.4-3. 6GHz帯 携帯電話システムの干渉検討の実施方法（案）

1 検討対象システムと干渉検討の方法

1. 1 検討対象となる干渉形態

3.4-3. 6GHz帯の周波数利用状況、及び第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）への想定割り当て周波数に基づき、検討対象となる干渉形態を図1. 1-1中の矢印で示す。また、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の周波数配置として、FDD、及びTDDを想定した場合に検討対象となる干渉形態を、図1. 1-2、1. 1-3中の矢印で示す。

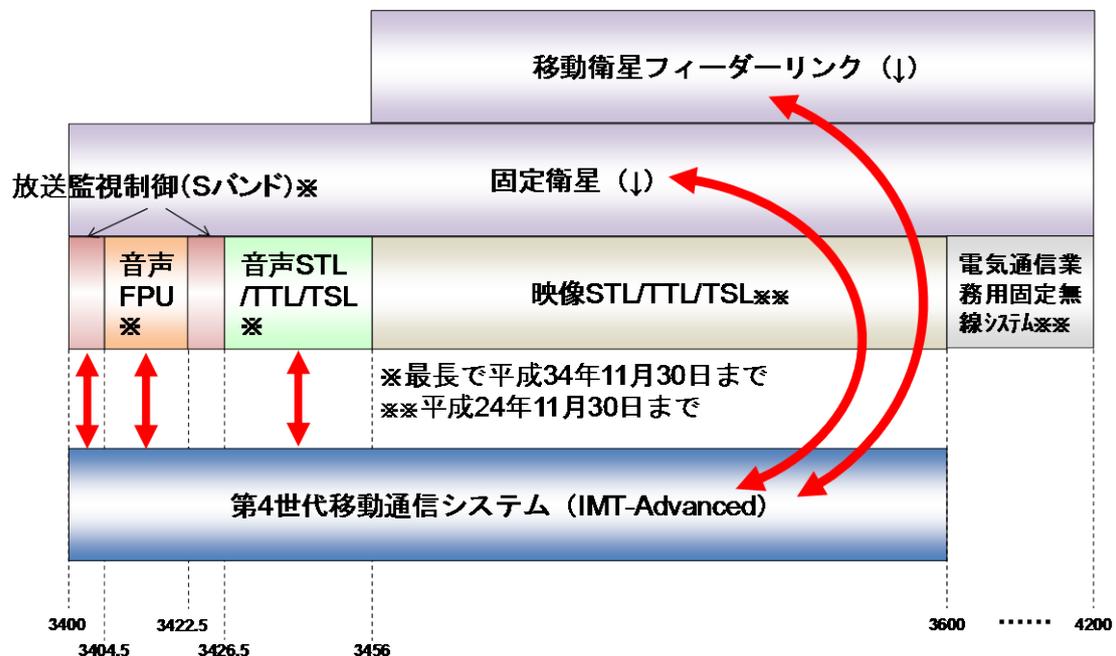


図1. 1-1 検討対象となる干渉形態

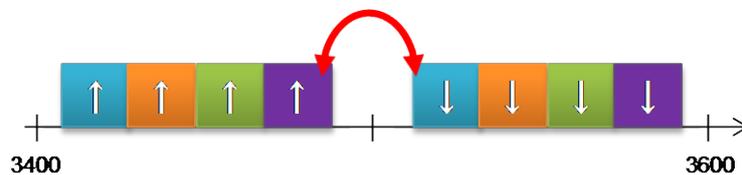


図1. 1-2 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の周波数配置がFDDである場合の検討対象となる干渉形態（本図面は4事業者の例）

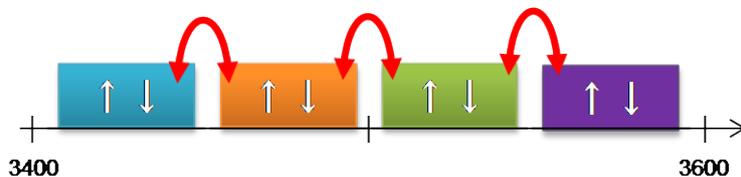


図 1. 1-3 第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の周波数配置が TDDである場合の検討対象となる干渉形態 (本図面は 4 事業者の例)

[注：TDDの場合、複数の事業者間でネットワーク同期を行う（利用するシステムが同一、かつ上り、下りの使用比率が同一、かつ送受信タイミングが時間的に同期されている）場合は、ガードバンド0MHzで共存が可能。ただし、複数事業者間のネットワーク同期の実現性について、技術的な検討が必要。]

1. 2 干渉検討の方法

3. 4-3. 6GHz 帯における第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) において、従前の携帯電話システムと同様に、「基地局」、「陸上移動局」、「携帯無線通信の中継を行う無線局のうち陸上移動中継局（以下、陸上移動中継局）」、「携帯無線通信の中継を行う無線局のうち陸上移動局（以下、小電力レピータ）」の 4 種類を考慮する。また、第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) の FDD、TDD 等の周波数配置のパターンが未定であるため、FDD、TDD に応じた場合分けは行なわないで、基地局送信、陸上移動局送信の場合として検討を行う。

具体的な干渉検討においては、被干渉局の許容干渉レベルに対する所要改善量を求めた上で、システム間の所要離隔距離や、最小ガードバンド幅及びその共存条件を求めることとする。なお、被干渉局の干渉評価の尺度として、許容干渉レベルの他に相応しい尺度がある場合は、当該尺度との関係について求める。

図 1. 1-1～1. 1-3 中の矢印でされた検討対象となる干渉形態に基づいて組み合わせのまとめを表 1. 2-1 に示す。

表 1. 2-1 検討対象となる干渉形態の組み合わせ (まとめ)

与干渉 / 被干渉	携帯電話 ↑ (陸上移動局、中継を行う無線局 (基地局対向器))	携帯電話 ↓ (基地局、中継を行う無線局 (陸上移動局対向器))	放送監視制御 (Sバンド)	音声FPU	音声STL /TTL/TSL	衛星系システム (↓)
携帯電話 ↑ (基地局、中継を		○	○	○	○	○

行う無線局（陸上移動局対向器）						
携帯電話↓ （陸上移動局、中継を行う無線局 （基地局対向器））	○		○	○	○	○
放送監視制御 （Sバンド）	○	○		-	-	-
音声FPU	○	○	-		-	-
音声STL /TTL /TSL	○	○	-	-		-
衛星系 システム （↓）	○	○	-	-	-	

※映像STL/TTL/TSL、電気通信業務用固定無線システムについては、平成24年11月30日までで使用期限が切れるため、干渉検討の対象外とする。

2 3.4-3. 6GHz 帯を使用する IMT-Advanced のパラメータ

3.4-3. 6GHz帯を使用するIMT-Advancedシステムとしては、勧告ITU-R M. 2012で勧告された移動通信システムの方式として、LTE-Advanced、及びWirelessMAN-Advancedの2方式を対象とする。しかしながら、双方の方式とも干渉検討に必要なパラメータは同様な値であり、両方式に対して類似の検討を行なうことは非効率である。このような場合、過去の情報通信審議会では、作業の迅速化を図る目的から、類似の特性を持つ方式の中から一方式を選択して干渉検討を行っており、直近の検討ではLTEに基づいた検討が行なわれている。そこで今回の干渉検討に用いるパラメータは、LTEを拡張・発展させた方式であるLTE-Advancedに基づいた値を採用することとし、WirelessMAN-Advancedの干渉検討は、LTE-Advancedの干渉検討に包含できるものとした。

2. 1 基地局のパラメータ

(1) 送受信特性

表2. 1-1及び表2. 1-2に干渉調査に用いた基地局の送受信特性を示す。

表2. 1-1 LTE-A 基地局 (送信側に係る情報)

	LTE-A 基地局
送信周波数帯	3.4-3.6GHz 帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)
空中線電力	36dBm/MHz 注1
空中線利得	17 dBi 注1
給電線損失	5 dB 注1
アンテナ指向特性 (水平)	図2. 1-1 参照注1
アンテナ指向特性 (垂直)	図2. 1-2 参照注1
送信空中線高	40 m 注1
帯域幅 (BWChannel) 注3	20、40、60、80、100MHz
隣接チャネル漏えい電力注2	下記または-13dBm/MHz の高い値 $-44.2 - 10 \log (BWChannel / 20) \text{ dBc}$ (BWChannel/2+2.5 MHz 離調) $-44.2 - 10 \log (BWChannel / 20) \text{ dBc}$

	(BWChannel/2+7.5 MHz 離調) ※上記 log は常用対数
スプリアス強度 ^{注2} (30MHz-1GHz) (1GHz-18GHz)	-13dBm/100kHz -13dBm/MHz
スペクトラムマスク特性	規定なし
送信フィルタ特性	表2. 2. 1-3 参照
その他損失	-

注1 : 3.9 世代の情通審のパラメータを踏襲

注2 : 3GPP 仕様から引用

注3 : 技術的条件には、必要に応じて5、10、15MHz も規定を行う

表2. 1-2 LTE-A 基地局 (受信側に係る情報)

	LTE-A 基地局
受信周波数	3.4-3.6GHz 帯 (干渉検討では3.5GHz を使用)
許容干渉電力	-119dBm/MHz (I/N=-10dB) ^{注1}
許容感度抑圧電力	-43dBm ^{注2}
受信空中線利得	17 dBi ^{注1}
給電損失	5 dB ^{注1}
空中線高	40 m ^{注1}
その他損失	-

注1 : 3.9 世代の情通審のパラメータを踏襲

注2 : 3GPP 仕様から引用

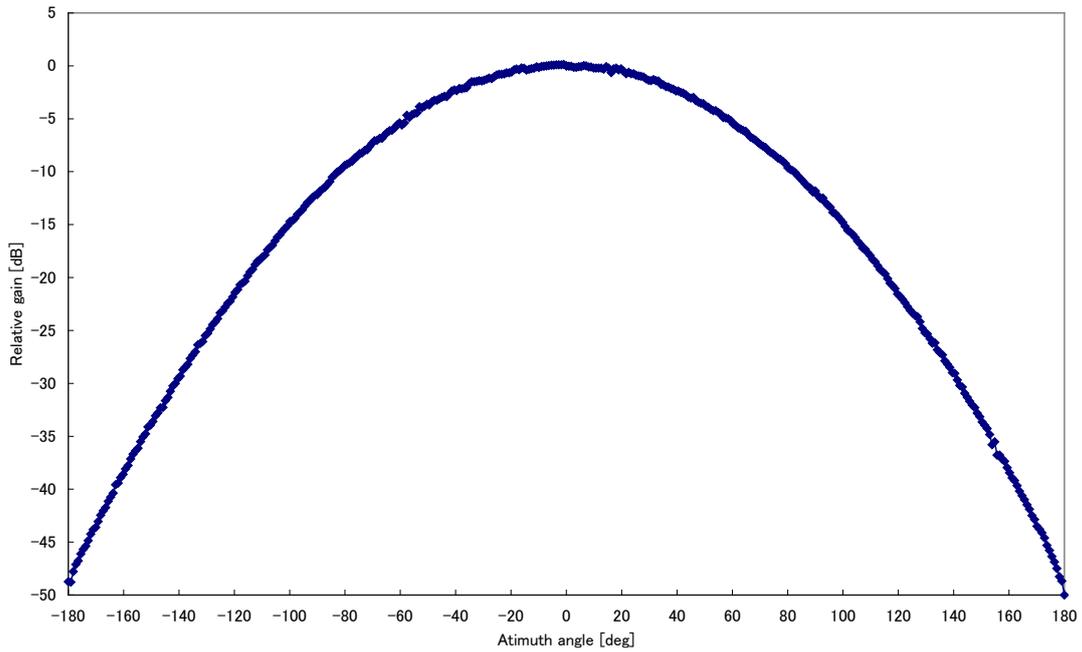


図2. 1-1 LTE-A基地局の送受信アンテナパターン(水平面)
 (携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成18年12月21日)図3. 2-1を引用)

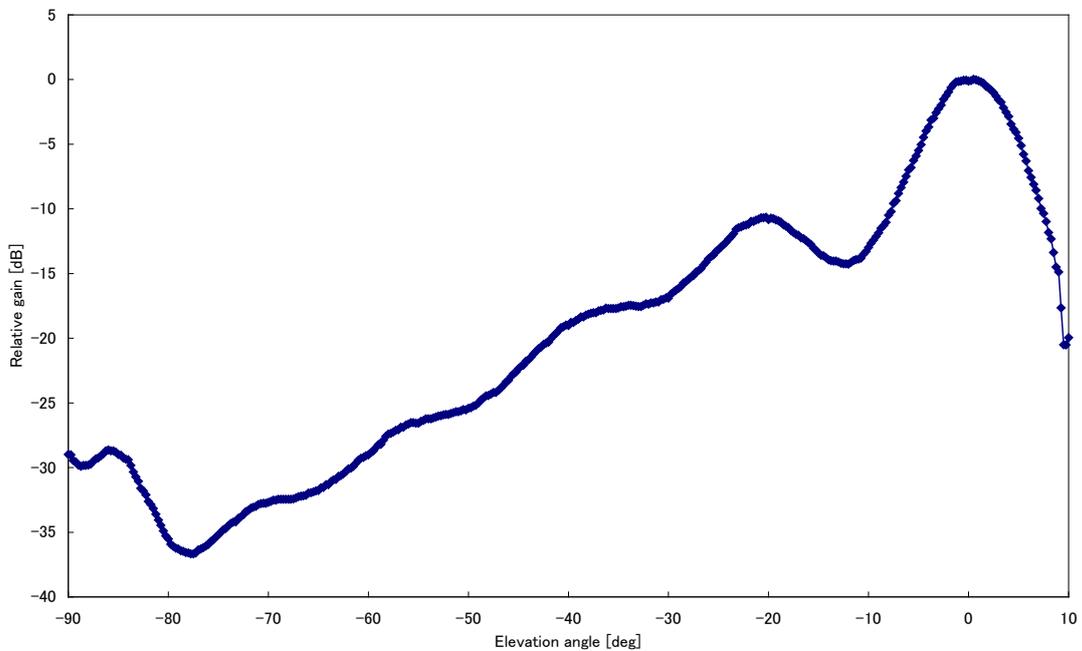
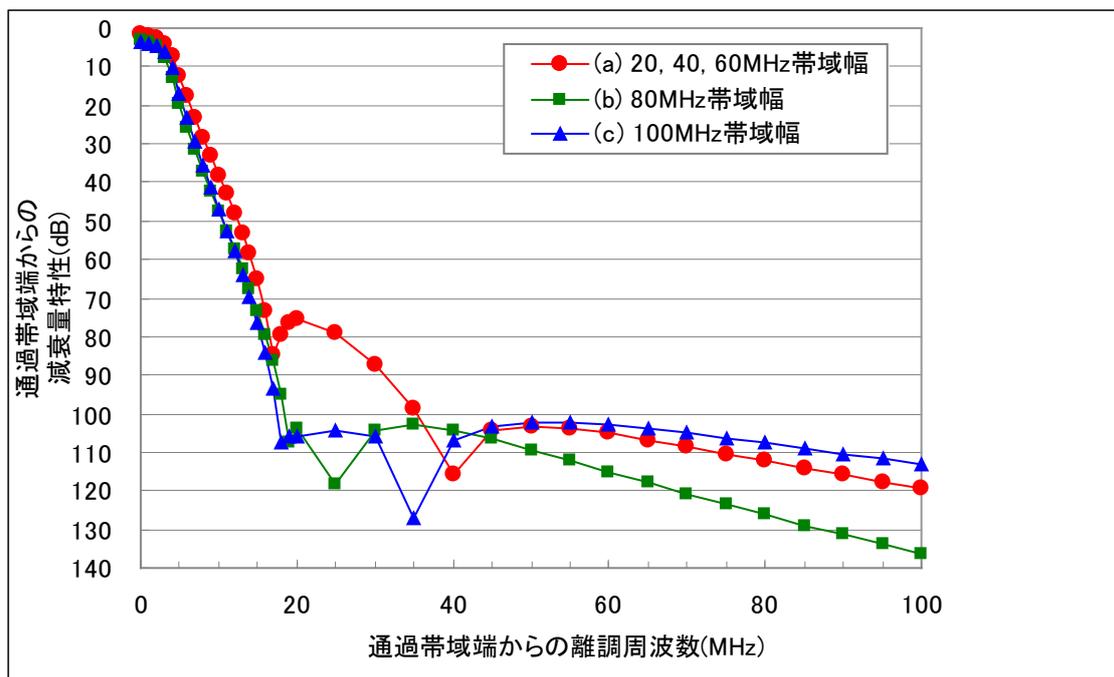


図2. 1-2 LTE-A基地局の送受信アンテナパターン(垂直面)
 (携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成18年12月21日)図3. 2-2を引用)

表 2. 1-3 LTE-A 基地局/陸上移動中継局の送受信フィルタ特性

通過帯域端からの 離調周波数 (MHz)	通過帯域端からの 減衰量特性 (dB)		
	(a) 20, 40, 60MHz 帯域幅	(b) 80MHz 帯域幅	(c)100MHz 帯域幅
0	1.8	3.3	3.7
1	2.1	3.7	4.0
2	2.6	4.7	4.5
3	4.0	7.6	6.2
4	7.3	13.1	10.5
5	12.2	19.4	16.8
6	17.7	25.6	23.3
7	23.0	31.4	29.6
8	28.2	37.0	35.5
9	33.2	42.3	41.3
10	38.1	47.5	46.9
11	43.0	52.5	52.4
12	48.0	57.6	58.1
13	53.1	62.7	63.8
14	58.6	67.9	69.9
15	65.0	73.4	76.5
16	73.3	79.4	84.1
17	84.8	86.3	93.7
18	79.3	95.1	107.7
19	76.3	107.6	106.0
20	75.4	103.8	106.1
25	79.2	118.2	104.2
30	87.2	104.4	105.7
35	98.6	102.9	127.0
40	116.0	104.3	107.1
45	104.4	106.6	103.4
50	103.2	109.3	102.3
55	103.8	112.2	102.4
60	105.1	115.1	103.0
65	106.7	118.0	103.9

70	108.5	120.8	105.1
75	110.3	123.6	106.3
80	112.2	126.3	107.6
85	114.0	128.9	108.9
90	115.9	131.4	110.3
95	117.7	133.9	111.7
100	119.5	136.3	113.1



干渉検討においては、基地局は1アンテナ送信として検討する。基地局において複数アンテナ送信を行う場合においても、1アンテナ送信の場合と総送信電力は等しいと想定されることや、共用検討に用いている隣接チャネル漏洩電力は、送信電力に対して相対的な値であるため、1アンテナ送信の検討結果と等しくなるためである。

一方、チャネル端から10MHzを越えるスプリアス強度については、最悪ケースとしてアンテナ数倍干渉電力が増大する可能性があるが、周波数離調が大きくフィルタによる改善が見込まれる。

2. 2 陸上移動局のパラメータ

(1) 送受信特性

表 2. 2-1 及び表 2. 2-2 に干渉調査に用いた LTE-A 陸上移動局の送受信特性を示す。

表 2. 2-1 LTE-A 陸上移動局 (送信側に係る情報)

	LTE-A 陸上移動局
送信周波数帯	3.4-3.6GHz 帯 (干渉検討では 3.5GHz を使用)
空中線電力	23 dBm 注 ²
空中線利得	0 dBi 注 ¹
給電線損失	0 dB 注 ¹
アンテナ指向特性 (水平)	オムニ
アンテナ指向特性 (垂直)	オムニ
送信空中線高	1.5m 注 ¹
帯域幅 (BWChannel) 注 ^{3、4}	20、40、60、80、100MHz
隣接チャネル漏えい電力注 ²	下記または-50dBm/3.84MHz の高い値 -33dBc (BWChannel/2+2.5MHz 離調) -36dBc (BWChannel/2+7.5MHz 離調) 下記または-50dBm/BWChannelMHz の高い値 -30dBc (BWChannel 離調)
スプリアス強度注 ² (9KHz-150KHz) (150KHz-30MHz) (30MHz-1GHz) (1GHz-18GHz)	-36dBm/1kHz -36dBm/10kHz -36dBm/100kHz -30dBm/MHz
スペクトラムマスク特性	表 2. 2-3 参照
送信フィルタ特性	—
その他損失	8 dB (人体吸収損) 注 ¹

注 1 : 3.9 世代の情通審のパラメータを踏襲

注 2 : 3GPP 仕様から引用 (ただし、3GPP 仕様は最大 40MHz 幅。60、80、100MHz の場合にも適用できるとの想定で記載)

注 3 : 同一周波数の干渉形態においては、狭帯域の周波数に送信電力が集中した場合の検

討も行なう

注4：技術的条件には、必要に応じて5、10、15MHzも規定を行う

表2. 2-2 LTE-A 陸上移動局 〈受信側に係る情報〉

LTE-A 陸上移動局	
受信周波数	3.4-3.6GHz 帯 (干渉検討では 3.5GHz を使用)
許容干渉電力	-110.8dBm/MHz (I/N=-6dB) 注1
許容感度抑圧電力 注2	-56dBm (BWChannel/2+7.5MHz 離調) -44dBm (BWChannel/2+12.5MHz 離調)
受信空中線利得	0 dBi 注1
給電損失	0 dB 注1
空中線高	1.5m 注1
その他損失	8 dB(人体吸収損) 注1

注1：3.9世代の情通審のパラメータを踏襲

注2：3GPP仕様から引用（ただし、3GPP仕様は最大40MHz幅。60、80、100MHzの場合にも適用できるとの想定で記載）

表2. 2-3 LTE-A 陸上移動局のスペクトラムエミッションマスク特性注1

Δf_{00B} (MHz)	チャンネル幅					測定帯域幅
	20MHz	40MHz	60MHz	80MHz	100MHz	
±0-1	-21	-24	-26	-27	-28	30 kHz
±1-5	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
±5-20	-13	-13	-13	-13	-13	1 MHz
±20-25	-25	-13	-13	-13	-13	1 MHz
±25-40		-13	-13	-13	-13	1 MHz
±40-45		-25	-13	-13	-13	1 MHz
±45-60			-13	-13	-13	1 MHz
±60-65			-25	-13	-13	1 MHz
±65-80				-13	-13	1 MHz
±80-85				-25	-13	1 MHz
±85-100					-13	1 MHz
±100-105					-25	1 MHz

注1：3GPP仕様から引用（ただし、3GPP仕様は最大40MHz幅。60、80、100MHzの値について）

では 40MHz までの検討から想定される値であり、詳細検討（3GPP での議論にもよる）が必要 ※SEM 特性の値、及び Δf_{00B} (MHz) の考え方等）

(2) 確率的調査のパラメータ

1 対 1 の対向モデルでは共存可能性が判断できず、与干渉システム、被干渉システムの特性を考慮し、確率的な調査が適用可能と判断された場合においては、モンテカルロ・シミュレーションによる評価を行う。モンテカルロ・シミュレーションによる干渉検討のイメージを図 2. 2-1 に示す。図中の「与」は与干渉局、「被」は被干渉局を示す。

モンテカルロ・シミュレーションとは、陸上移動局間の干渉、または与干渉、被干渉のいずれかが陸上移動局である干渉形態について、複数の陸上移動局の相対的位置関係により変化する被干渉受信機への総受信電力等の影響を考慮して、確率論的に干渉影響を評価する手法である。具体的には、被干渉局から対象半径 R の範囲に、同一タイミングで送信する複数の陸上移動局をランダムに配置して、これらの複数の与干渉局からの被干渉局に到達する総干渉電力を求める。この与干渉局の配置パターンを変化させて複数回の計算を実施し、この値が許容干渉レベルを超える確率を求める。

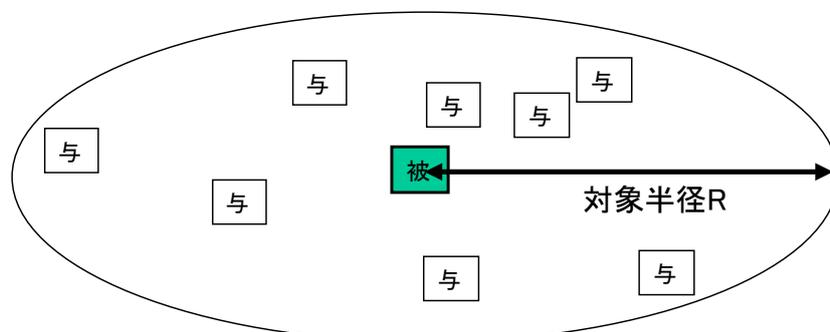


図 2. 2-1 モンテカルロ・シミュレーションによる干渉検討イメージ

図 2. 2-2 に確率的調査に用いた陸上移動局の送信電力累積確率を示す。本送信電力累積確率は、陸上移動局の送信帯域幅が 20MHz である場合の分布であるが、LTE-A のシステム帯域幅が 20MHz より大きい場合の検討にも、本分布を用いて確率調査を実施する。これは、例えばシステム帯域幅が 100MHz の場合であっても、複数の陸上移動局が同一タイミングで送信している条件では、これらの陸上移動局間は 100MHz 幅の中で異なる周波数を使って送信を行うため、陸上移動局毎の割当幅は 100MHz よりも小さくなるためである。同一タイミングで送信する陸上移動局の台数は、携帯電話システムの技術的条件に関わる情報通信審議会での従前の検討に従い、1MHz 及び 1km² 当たり 40.62 台、評価半径は半径 100m を行なうが、本条件において、陸上移動局当たりの送信

帯域幅を20MHzとすることは、干渉量を見積もる上で十分大きな値である。

携帯電話システムの技術的条件に関わる情報通信審議会での従前の検討に従い、同一タイミングで送信する陸上移動局の台数は、1MHz及び1km²当たり40.62台とし、評価範囲は半径100mとした。

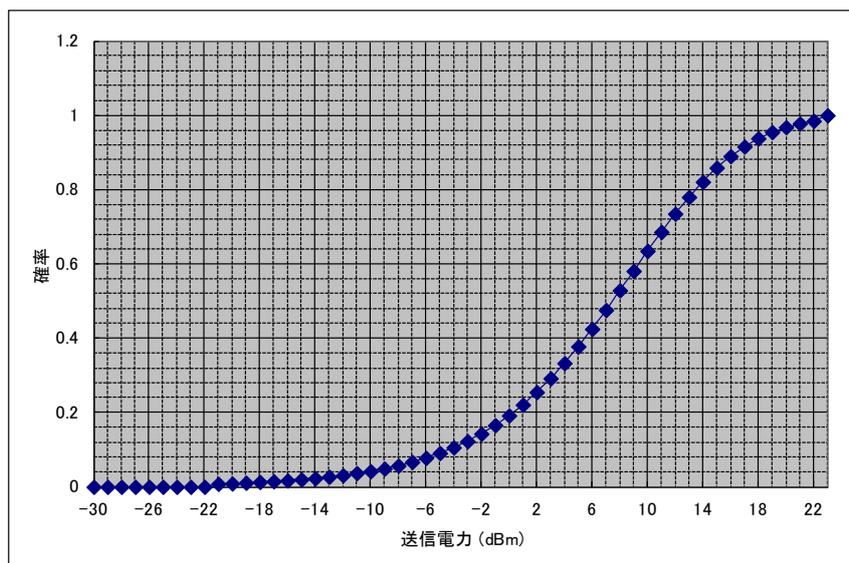


図 2. 2 - 2 LTE-A陸上移動局の送信電力累積確率

2. 3 陸上移動中継局のパラメータ

(1) 送受信特性

表 2. 3-1 及び表 2. 3-2 に干渉調査に用いた陸上移動中継局の送受信特性を示す。陸上移動中継局には、屋外、及び屋内エリア用に設置するタイプがあるが、3.4-3.6GHz 帯に存在する既存システムは、屋外にアンテナが設置されているため、干渉条件として厳しいと考えられる「屋外エリア用の陸上移動中継局」に基づいて、パラメータを設定した。

表 2. 3-1 陸上移動中継局（送信側に係る情報）

	陸上移動局対向器	基地局対向器
送信 周波数帯	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)
最大送信出力	38 dBm (図 2. 3-7)	23 dBm (図 2. 3-8)
送信空中線利得	11 dBi	13 dBi
送信給電線損失	8 dB	8 dB
アンテナ指向 特性 (水平)	図 2. 3-1	図 2. 3-3
アンテナ指向 特性 (垂直)	図 2. 3-2	図 2. 3-5
送信空中線高	15 m	15 m
隣接チャネル 漏えい電力 ^{注1}	送信周波数帯域端から 2.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く): -44.2dBc/3.84MHz 以下 又は、 -7.2dBm/3.84MHz 以下 送信周波数帯域端から 7.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く): -44.2dBc/3.84MHz 以下 又は、 -7.2dBm/3.84MHz 以下	送信周波数帯域端から 2.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く): -32.2dBc/3.84MHz 以下 送信周波数帯域端から 7.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く): -35.2dBc/3.84MHz 以下
スプリアス強度 ^{注1}	30MHz-1GHz (送信周波数帯域端から 10MHz 以上離れ (送信周波数帯域を除く)): -13dBm/100kHz 以下 1GHz-12.75GHz 未満 -13dBm/1MHz	30MHz-1GHz (送信周波数帯域端から 10MHz 以上離れ (送信周波数帯域を除く)): -36dBm/100kHz 以下 1GHz-12.75GHz 未満 -30dBm/1MHz

帯域外利得	帯域端から 200kHz 離れ : 60dB 帯域端から 1MHz 離れ : 45dB 帯域端から 10MHz 離れ : 35dB	帯域端から 200kHz 離れ : 60dB 帯域端から 1MHz 離れ : 45dB 帯域端から 10MHz 離れ : 35dB
-------	---	---

注1 干渉調査に必要な特性についてのみ記載

表. 2. 3-2 陸上移動中継局 (受信側に係る情報)

	陸上移動局対向器	基地局対向器
送信周波数帯	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)
許容干渉電力	[帯域内] -118.9dBm/MHz [帯域外] -44dBm	[帯域内] -110.9dBm/MHz [帯域外] -56dBm (5MHz離調) -44dBm (10MHz離調)
受信空中線利得	11 dBi	13 dBi
受信給電線損失	8 dB	8 dB
アンテナ指向特性 (水平)	図 2. 3-1	図 2. 3-3
アンテナ指向特性 (垂直)	図 2. 3-2	図 2. 3-5
受信空中線高	15 m	15 m

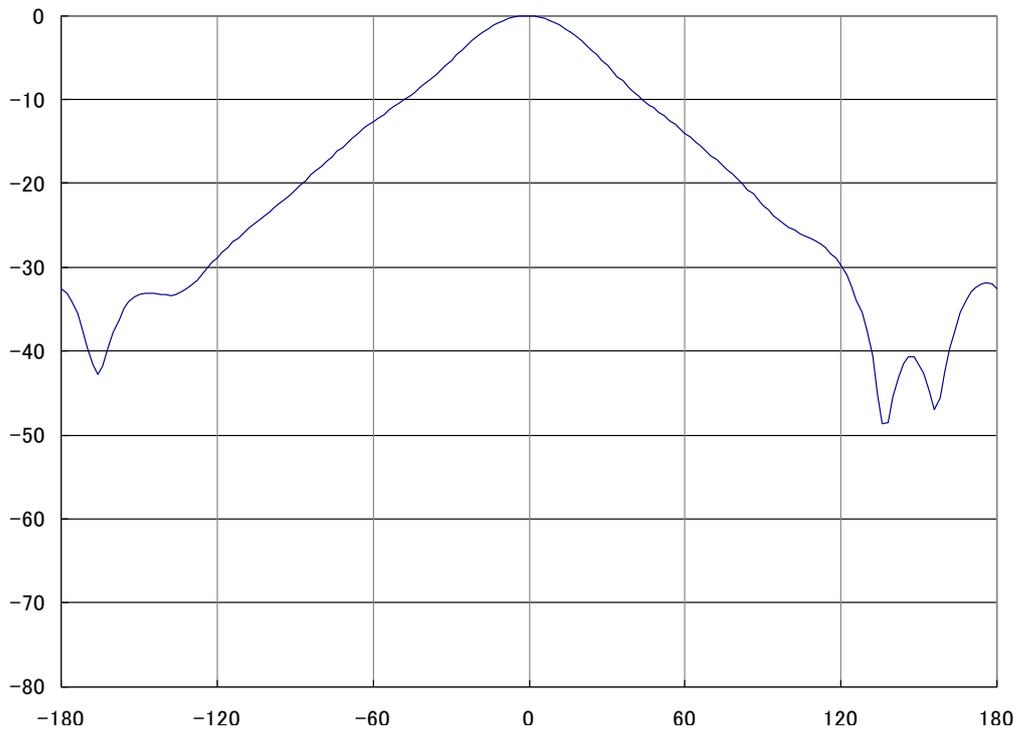


図 2. 3 - 1 陸上移動中継局（屋外エリア用）陸上移動局対向器
アンテナ指向特性（水平）

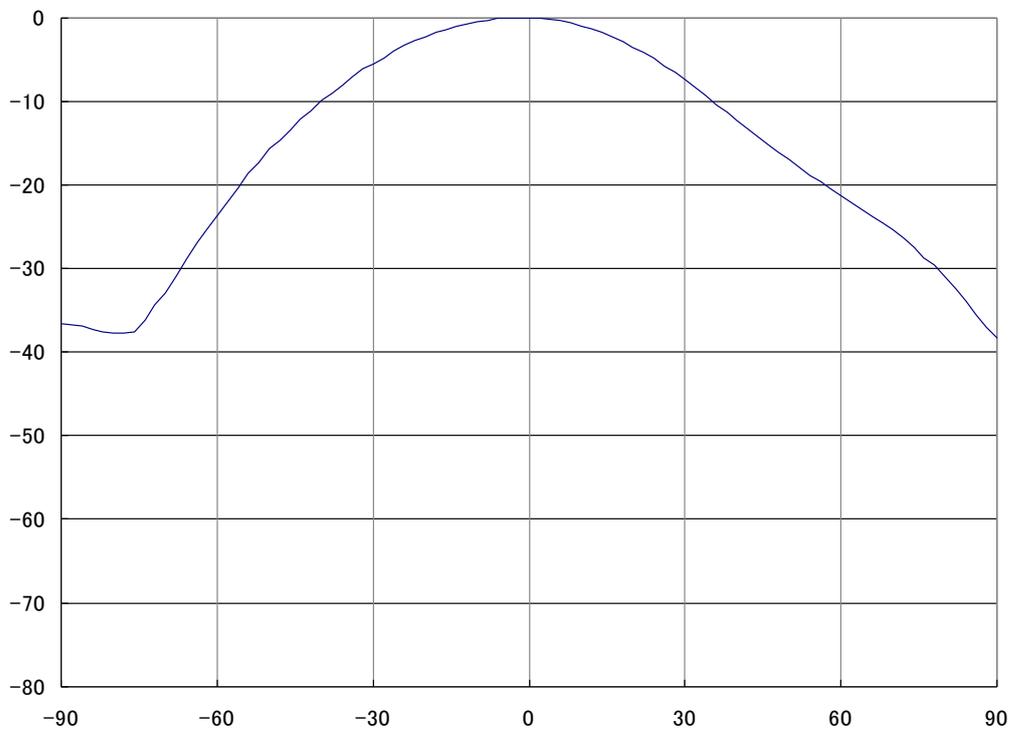


図 2. 3 - 2 陸上移動中継局（屋外エリア用）陸上移動局対向器

アンテナ指向特性（垂直）

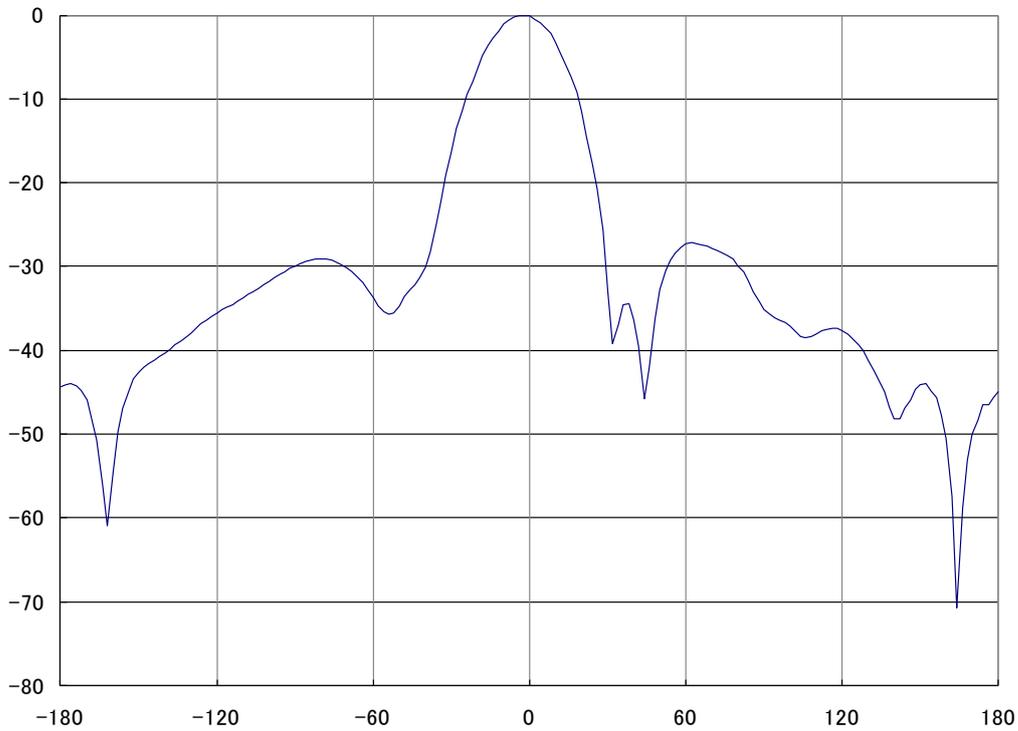


図 2. 3-3 陸上移動中継局（屋外エリア用）基地局対向器

(2) 確率的検討のパラメータ

平成 22 年 6 月時点における 2GHz 帯陸上移動中継局台数密度（東京都内）7.4 台/km² から、1km² あたり動作している陸上移動中継局の台数について、屋外用を 1 台、屋内用を 7 台とした。この台数で、モンテカルロ・シミュレーションにより干渉量の低い順に累積で 97%となる干渉量を計算する。図 2. 3-7 及び図 2. 3-8 に、確率的検討に用いる陸上移動中継局の送信電力累積確率を示す。

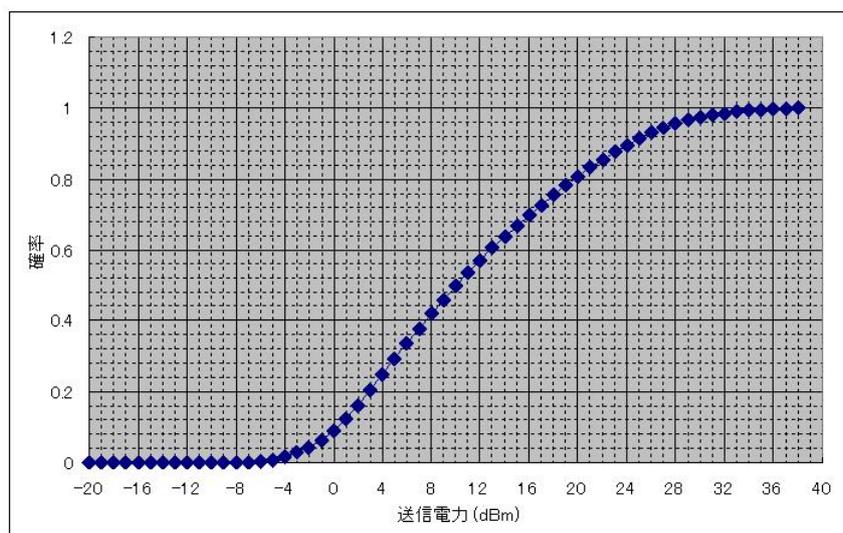


图 2. 3 - 7 送信電力分布 (陸上移動局対向器送信)

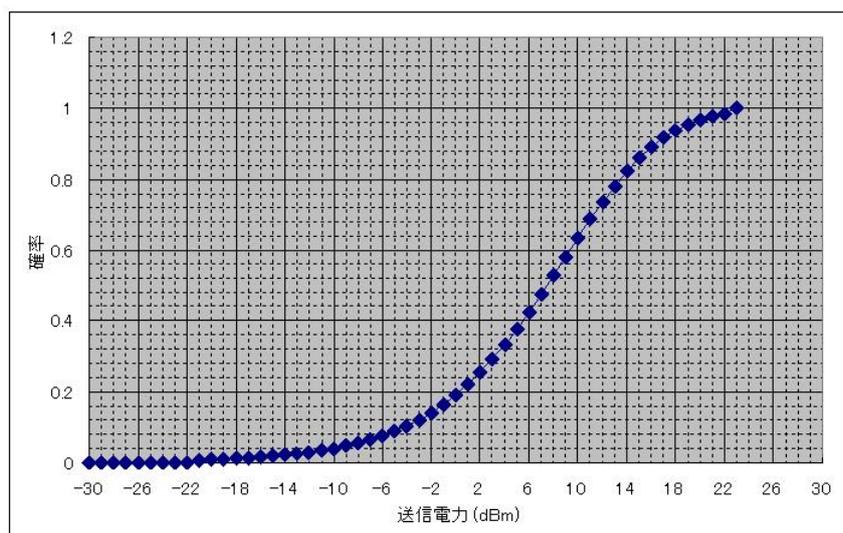


图 2. 3 - 8 送信電力分布 (基地局対向器送信)

2. 4 小電力レピータのパラメータ

(1) 送受信特性

表 2. 4-1 及び表 2. 4-2 に干渉調査に用いた小電力レピータの送受信特性を示す。

表 2. 2. 4-1 小電力レピータ (送信側に係る情報)

	陸上移動局対向器	基地局対向器
送信周波数帯	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)
最大送信出力	24 dBm 図 2. 4-3	16 dBm 図 2. 4-4
送信空中線利得	0 dBi	9 dBi
送信給電線損失	0 dB	0 dB (一体型) 12 dB (分離型)
アンテナ指向特性 (水平)	オムニ	図 2. 4-1
アンテナ指向特性 (垂直)	オムニ	図 2. 4-2
送信空中線高	2 m	2 m (一体型) 5 m (分離型)
隣接チャネル漏えい電力 ^{注1}	送信周波数帯域端から2.5MHz離れ (送信周波数帯域を除く) : -13dBm/MHz以下 送信周波数帯域端から7.5MHz離れ (送信周波数帯域を除く) : -13dBm/MHz以下	送信周波数帯域端から 2.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く) : -32.2dBc/3.84MHz 以下 又は-13dBm/1MHz 以下 送信周波数帯域端から 7.5MHz 離れ (送信周波数帯域を除く) : -35.2dBc/3.84MHz 以下 又は-30dBm/1MHz 以下
スプリアス強度 ^{注1}	30MHz-1GHz(送信周波数帯域端から 10MHz 以上離れ(送信周波数帯域を 除く)) : -13dBm/100kHz以下 1GHz-12.75GHz -13dBm/100kHz以下	30MHz-1GHz(送信周波数帯域端から 10MHz 以上離れ(送信周波数帯域を 除く)) : -36dBm/100kHz以下 1GHz-12.75GHz -30dBm/100kHz以下

帯域外利得	帯域端から 5MHz 離れ : 35dB 帯域端から 40MHz 離れ : 0dB	帯域端から 5MHz 離れ : 35dB 帯域端から 40MHz 離れ : 0dB
-------	--	--

表 2. 4-2 小電力レピータ (受信側に係る情報)

	陸上移動局対向器	基地局対向器
受信周波数帯	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)	3.4-3.6GHz帯 (干渉検討では3.5GHzを使用)
許容干渉電力	[帯域内] -118.9dBm/MHz [帯域外] -44dBm	[帯域内] -110.9dBm/MHz [帯域外] -56dBm (5MHz離調) -44dBm (10MHz離調)
受信空中線利得	0 dBi	9 dBi
受信給電線損失	0 dB	0 dB (一体型) 12 dB (分離型)
アンテナ指向特性 (水平)	オムニ	図 2. 4-1
アンテナ指向特性 (垂直)	オムニ	図 2. 4-2
受信空中線高	2 m	2 m (一体型) 5 m (分離型)

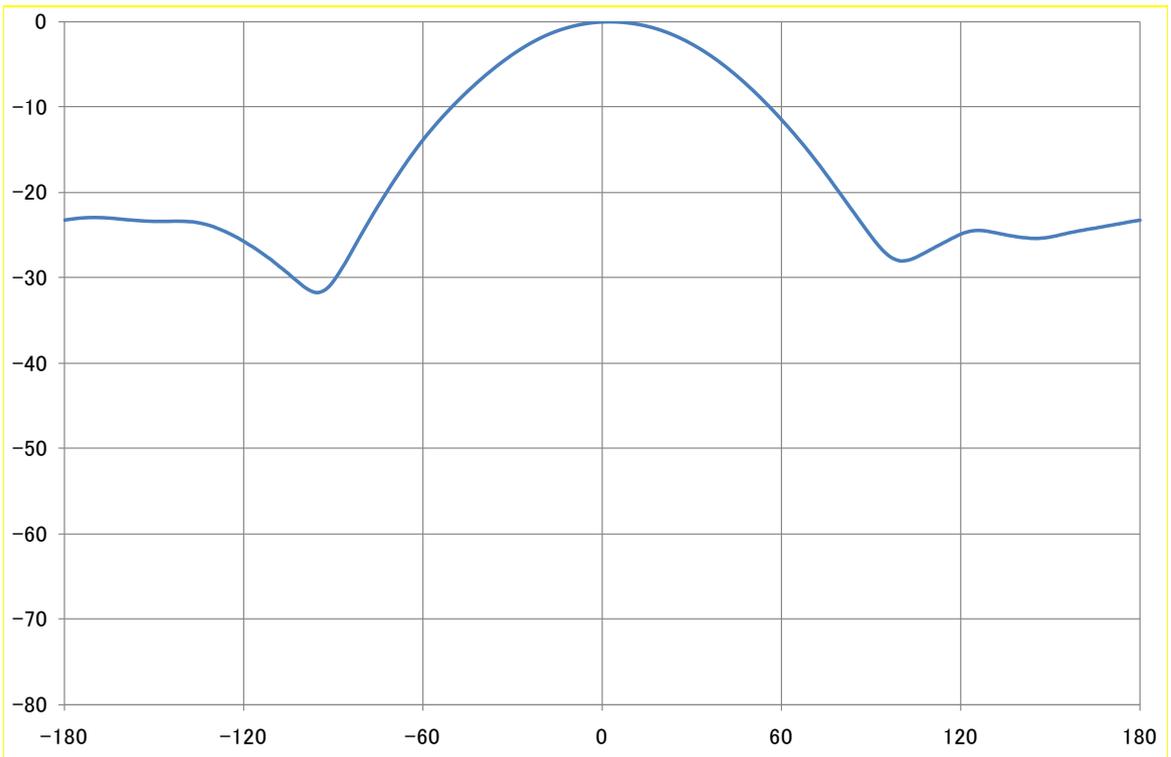


図 2. 4 - 1 小電力レピータ基地局対向器アンテナ指向特性 (水平)

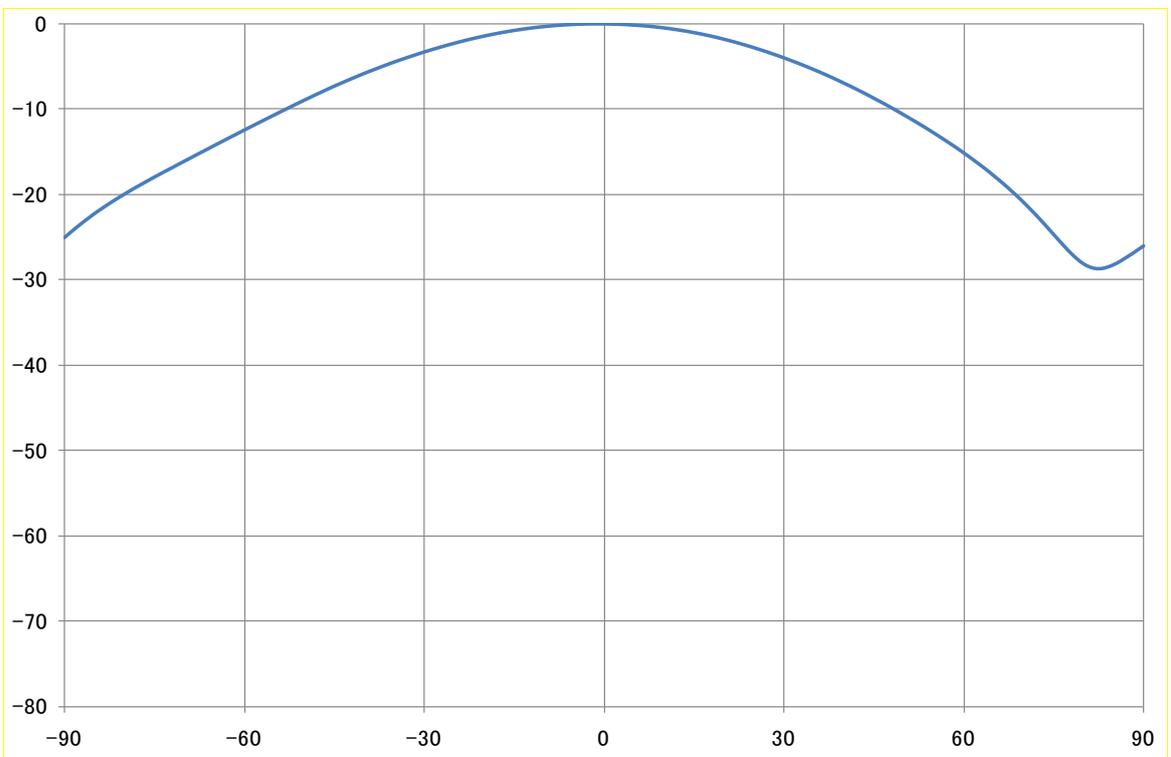


図 2. 4 - 2 小電力レピータ基地局対向器アンテナ指向特性 (垂直)

(2) 確率的検討のパラメータ

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）の検討に基づき、1km²あたり動作している小電力レピータを10台とした。この台数で、モンテカルロ・シミュレーションにより干渉量の低い順に累積で97%となる干渉量を計算する。図2.4-3及び図2.4-4に、確率的検討に用いる小電力レピータの送信電力累積確率を示す。

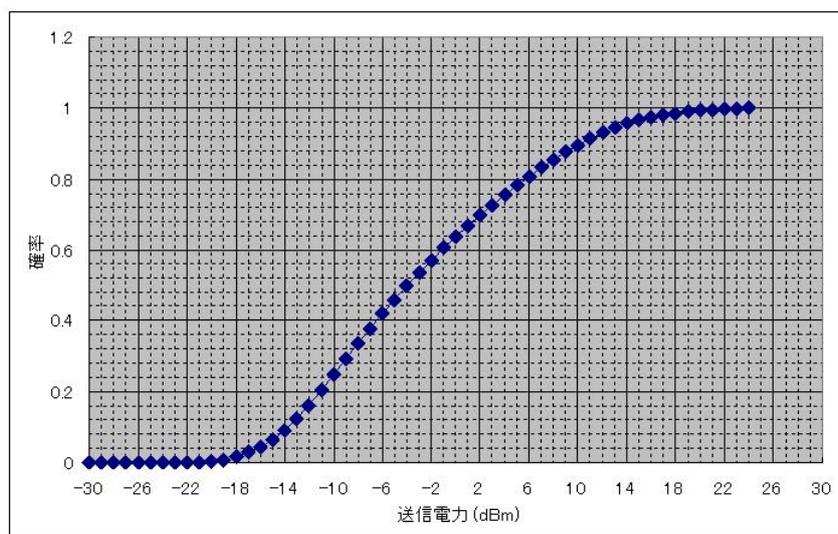


図2.4-3 送信出力分布（陸上移動局対向器送信）

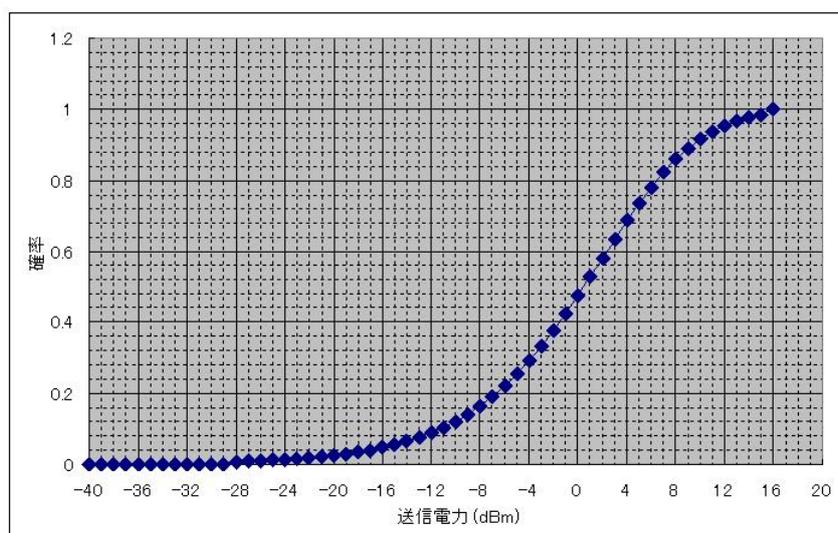


図2.4-4 送信電力分布（基地局対向器送信）

2. 4 干渉検討に用いる伝搬式

干渉検討に用いる伝搬式として、以下の3つを想定する。

- (1) 自由空間損失
- (2) 拡張坂上式 (Report ITU-R M. 2135 のモデル)
ただし、適用可能な距離が5km以下である
- (3) 拡張秦式 (Report ITU-R SM. 2028 のモデル)
ただし、適用可能な周波数が3GHzまでであるが、近似的に3.5GHzでも適用可能と仮定する。適用可能な距離は、100km以下である。

(1) 自由空間損失

$$L [\text{dB}] = 32.4 + 20 \log(f) + 10 \log(d^2 + (H_b - H_m)^2 / 10^6)$$
$$H_b = \max(h_b, h_m)$$
$$H_m = \min(h_b, h_m)$$

ここで、

- f : 周波数 [MHz]
 h_b : 基地局アンテナ高 [m]
 h_m : 移動局アンテナ高 [m]
 d : 距離 [km]

(2) 拡張坂上式 (Report ITU-R M.2135のモデル)

$$L [\text{dB}] = 101.04 - 7.1 \log w + 7.5 \log h_{\text{roof}} - (24.37 - 3.7(h_{\text{roof}}/h_b)^2) \log h_b$$
$$+ (43.42 - 3.1 \log h_b) \log d + 20 \log f - (3.2(\log(11.75h_m))^2 - 4.97)$$

ここで、

- f : 周波数 [MHz] (800~8,000MHz)^{※1}
 h_b : 基地局アンテナ高 [m] (10~150m)
 h_m : 移動局アンテナ高 [m] (1~10m)
 d : 距離 [km] (0.01~5km)
 w : 道路幅 [m] (5~50m) (デフォルト値 : 20m)
 h_{roof} : 建物高 [m] (5~50m) (デフォルト値 : 20m)

※1 : 適用範囲は文献[1]と文献[2]を合わせたもの。

【参考文献】

[1] 太田喜行, 他, “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, March 2004.

[2] K. Kitao, etc., “Path Loss Prediction Formula in Urban Area for the Fourth-Generation Mobile Communication Systems,” IEICE Trans. Commun., Vol. E91-B, No.6, June 2008.

(3) 拡張秦式 (Report ITU-R SM. 2028のモデル)

(1) $d \leq 0.04 \text{ km}$

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

(2) $d \geq 0.1 \text{ km}$

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

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

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

(2-1) Urban

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

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

(2-2) Suburban

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

(2-2) Open area

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

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

(3) $0.04 < d < 0.1 \text{ km}$

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

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。

ここで、

f : 周波数 [MHz] (30~3,000MHz)

d : 距離 [km] (~100km)

$H_b = \max\{h_b, h_m\}$

$H_m = \min\{h_b, h_m\}$

h_b : 基地局アンテナ高 [m]

h_m : 移動局アンテナ高 [m]