

平成 24 年度

**情報通信審議会 情報通信技術分科会
携帯電話等高度化委員会報告
(案)**

諮問第 81 号

「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち

「第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) の技術的条件」

情報通信審議会 情報通信技術分科会

携帯電話等高度化委員会報告

目次（案）

I	検討事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	検討経過	1
IV	検討概要	
第1章	第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の概要	
1.1	調査開始の背景	
1.2	移動通信をめぐるトレンド	
1.3	国際標準化動向	
1.3.1	ITU-Rにおける国際標準化動向	
1.3.2	3GPPにおける国際標準化動向	
1.3.3	IEEE、WiMAXフォーラムにおける国際標準化動向	
1.4	第4世代移動通信システムのコンセプト	
1.5	第4世代移動通信システムの技術概要	
1.5.1	LTE-Advanced技術の概要	
1.5.2	WirelessMAN-Advanced技術の概要	
1.6	携帯電話用周波数の動向	
1.6.1	既存周波数帯域（～3GHz）	
1.6.2	既存周波数帯域（3GHz以上）	
第2章	3.4GHzを超え4.2GHz以下の周波数帯における第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）相互間及び第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）と他システムとの干渉検討	
2.1	検討対象システムと干渉検討の方法	
2.1.1	他業システムの利用状況について	
2.1.2	検討対象となる干渉形態	
2.1.3	干渉検討の方法	

2. 2	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の干渉検討	
	パラメータ	.....
2. 2. 1	基地局のパラメータ	.....
2. 2. 2	移動局のパラメータ	.....
2. 2. 3	陸上移動中継局のパラメータ	.....
2. 2. 4	小電力レピータのパラメータ	.....
2. 2. 5	干渉検討に用いる伝搬式	.....
2. 3	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間の干渉検討	.....
2. 3. 1	基地局間の干渉	.....
2. 3. 2	移動局間の干渉	.....
2. 3. 3	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間の干渉 検討結果まとめ	.....
2. 4	放送事業用無線局との干渉検討	.....
2. 4. 1	検討を実施する干渉携帯	.....
2. 4. 2	基地局との干渉検討	.....
2. 4. 3	移動局との干渉検討	.....
2. 4. 4	陸上移動中継局との干渉検討	.....
2. 4. 5	小電力レピータとの干渉検討	.....
2. 4. 6	放送事業用無線局との干渉検討結果まとめ	.....
2. 5	衛星業務システムとの干渉検討	.....
2. 5. 1	検討を実施する干渉形態	.....
2. 5. 2	基地局→地球局の干渉形態	.....
2. 5. 3	移動局→地球局の干渉形態	.....
2. 5. 4	陸上移動中継局→地球局の干渉形態	.....
2. 5. 5	小電力レピータ→地球局の干渉形態	.....
2. 5. 6	人工衛星局→第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の干渉検討	.....
2. 5. 7	衛星業務システムとの干渉検討結果まとめ	.....
2. 6	航空機電波高度計との干渉検討	.....
2. 6. 1	検討を実施する干渉形態	.....
2. 6. 2	基地局との干渉検討	.....
2. 6. 3	移動局との干渉検討	.....
2. 6. 4	航空機電波高度計との干渉検討結果まとめ	.....
2. 7	干渉検討まとめ	.....
2. 7. 1	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) を3.4-3.6GHz 帯に導入する場合の共用条件	.....

2. 7. 2	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) を3.6—3.8GHz帯に導入する場合の共用条件	.....
2. 7. 3	第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) を3.8—4.2GHz帯に導入する場合の共用条件	.....
2. 7. 4	想定される割り当てパターン	.....
第3章 既存の周波数帯における第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間及び第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) と他システムとの干渉検討		
3. 1	既存の携帯電話周波数への第4世代移動通信システムの導入	.....
3. 2	既存帯域へ導入することが期待されている新技術	.....
3. 2. 1	キャリアアグリゲーション	.....
3. 2. 2	MIMO伝送技術の拡張	.....
3. 2. 3	ヘテロジーニアスネットワーク	.....
3. 2. 4	セル間協調 (CoMP) 送受信	.....
3. 2. 5	リレー伝送技術	.....
3. 2. 6	まとめ	.....
第4章 第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の技術的条件		
4. 1	無線諸元	.....
4. 2	システム設計上の条件	.....
4. 3	無線設備の技術的条件	.....
4. 4	測定法	.....
4. 5	端末設備として移動局に求められる技術的な条件	.....
V 検討結果		
別表1	携帯電話等高度化委員会 構成員	.....
別表2	第4世代移動通信システム作業班 構成員	.....
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
参考資料 1-2	3. 4GHz帯音声FPU（アナログ方式）のスペック
参考資料 1-3	衛星ダウンリンク（Cバンド）のスペック
参考資料 1-4	航空機電波高度計のスペック
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
参考資料 3	干渉検討における計算の過程
参 3. 1	第4世代移动通信システム（IMT-Advanced）相互間の 干渉検討における計算の過程
参 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 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
参考資料 4	3.4-4.2GHz帯海外衛星利用実態調査
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
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. 3	放送事業用無線局への不要発射強度の実験的評価
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
参考資料 7	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
参考資料 8	3.5GHz帯の移動局実デバイス特性に基づく移動局間干渉の検討
参考資料 9	評価手法2の計算に用いた伝搬モデル

I 検討事項

携帯電話等高度化委員会（以下「委員会」という。）は、電気通信技術審議会諮問第 81 号「携帯電話等の周波数有効利用方策」（平成 7 年 7 月 24 日諮問）のうち、「第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）の技術的条件」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に、委員会が調査のために必要とする情報を収集し、技術的条件についての調査を促進することを目的とした、第 4 世代移動通信システム作業班（以下「作業班」という。）を設置した。作業班の構成は、別表 2 のとおりである。

III 検討経過

1 委員会での検討

① 第 10 回委員会（平成 24 年 4 月 16 日）

委員会の運営方針及び調査の進め方について検討を行ったほか、検討の促進を図るため、委員会の下に作業班を設置した。

また、次回委員会において、第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）の技術的条件について、広く意見陳述の機会を設けることとした。その後、5 月 15 日から 6 月 5 日まで希望者を募集したが、意見陳述の申出はなかった。

② 第 11 回委員会（平成 24 年 11 月 22 日）

作業班より、国際標準化の動向、IMT-Advanced の概要や干渉検討の進め方についての検討状況が報告された。

③ 第 12 回委員会（平成 25 年 3 月 5 日）

作業班より、干渉検討に関する検討状況の報告が行われ、それを踏まえて報告書の素案について検討を行った。

2 作業班での検討

① 第 1 回作業班（平成 24 年 6 月 6 日）

調査の進め方について検討を行った。検討を効率的に行うため、作業班内にアドホックグループを設置した。

第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）の概要・動向・将来展望や干渉検討に向けた前提条件・運用上考慮すべき事項等について、関係構成員等によるプレゼンテーションを実施することとし、第 1 回目のプレゼンテーションが行われた。

② 第 2 回作業班（平成 24 年 7 月 4 日）

第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）及び干渉検討対象となる固定衛星業務の無線システムについてプレゼンテーションが行われた。

- ③ 第3回作業班（平成24年8月9日）
第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）及び干渉検討対象となる放送事業用の無線システムについてプレゼンテーションが行われた。
- ④ 第4回作業班（平成24年9月5日）
第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）についてプレゼンテーションが行われた。
- ⑤ 第5回作業班（平成24年10月17日）
第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）についてプレゼンテーションが行われた。
干渉検討の組み合わせと検討モデルについて議論され、委員会への検討状況の報告案が検討された。
- ⑥ 第6回作業班（平成24年12月12日）
干渉検討の検討状況が報告された。
- ⑦ 第7回作業班（平成25年1月29日）
携帯電話システムと放送業務用システム間における干渉実験の説明や携帯電話システムから衛星地球局への干渉検討の中間報告が行われた。
- ⑧ 第8回作業班（平成25年2月28日）
干渉検討に関する検討状況の報告が行われ、それを踏まえて報告書の素案について検討を行った。

IV 検討概要

第1章 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の概要

1. 1 調査開始の背景

我が国の携帯電話の加入者数及び人口普及率は、それぞれ1億2991万加入、101.9%となっており（平成24年6月末現在）、1人で複数台の端末を利用するような使い方も確実に広がってきている。

ここ数年のワイヤレスブロードバンドシステムの世界的な普及拡大を背景に、移動通信システムの世界においても、スマートフォンの利用や、高速データ通信の利用が急激に拡大しており、利用者からは、より高速・大容量で利便性の高い第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の早期導入に大きな期待が寄せられている。

このような背景を踏まえ、国内外の技術進化の動向及び周波数の一層の有効利用を考慮して、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の導入に向け、必要な技術的条件等の検討を行ったものである。

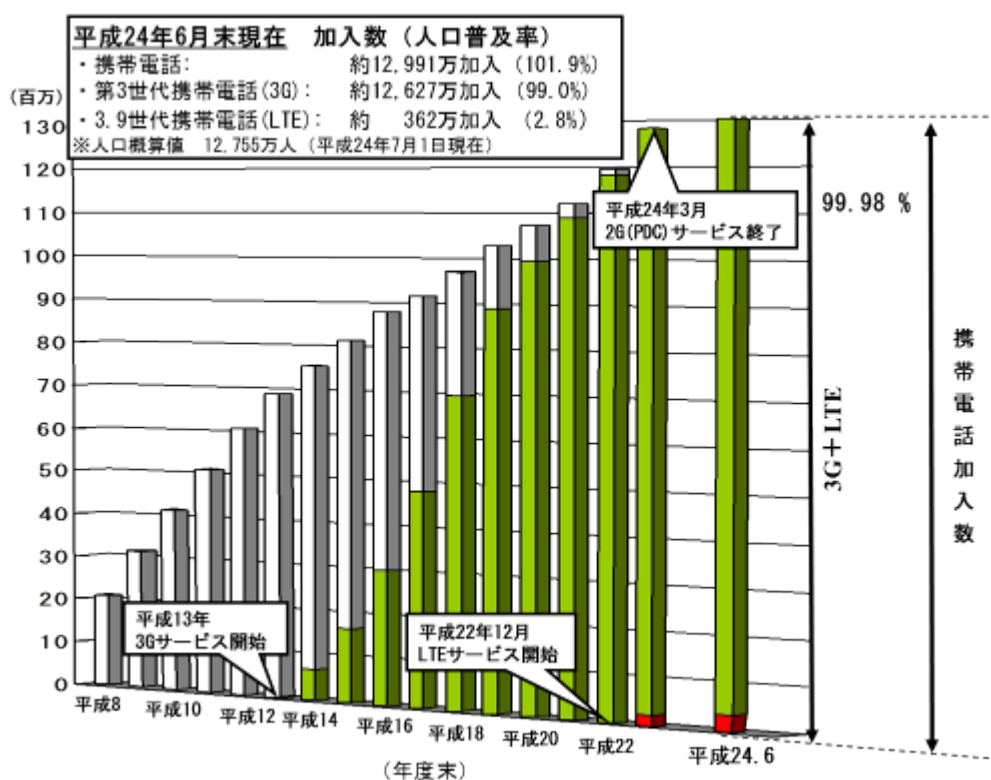


図1. 1-1 我が国の携帯電話加入者数の推移

1. 2 移動通信をめぐるトレンド

(1) 世界の移動通信システムの進化

移動通信システムの世界では、概ね 10 年に1度の頻度で大きな技術革新に伴う新たな方式の導入が行われている。1990 年代の終わりごろから、従来の音声中心の利用形態から、携帯電話からインターネットへアクセスするようなモバイルインターネットの時代が始まり、2000 年代からは、高速データ通信とマルチメディアへの親和性の高い、いわゆる第3世代システム（IMT-2000）の普及が始まっている。国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）が定めた IMT-2000 システムにはいくつかの方式があるが、世界的には、W-CDMA と CDMA2000 の2つのシステムが広く商用展開されている。

2010 年代に入ると、更なる高速・大容量のシステムとして、第3世代システムから大きく飛躍した性能を有する LTE（Long Term Evolution）システムが、世界的に利用され始めている。LTE は、最大 300Mbit/sec の伝送速度を達成可能な超高速の移動通信システムであり、2013 年 1 月現在、世界中で 66 カ国 145 のネットワークが商用サービスされている（※1）。

（※1）http://www.gsacom.com/downloads/charts/LTE_global_map.php4

上記のような技術進化とともに、携帯電話システムにおけるトラフィック量も急激に増加してきており、これに応えるため、更なる超高速・大容量システムの実現が期待されている。以下に詳述するように、ITU-R では 2000 年ごろからいわゆる第4世代システム（IMT-Advanced）の標準化作業を進めてきており、2012 年 1 月には IMT-Advanced システムの無線詳細規格（勧告 ITU-R M. 2012）が承認され、2015 年ごろには実用化されることが期待されている。

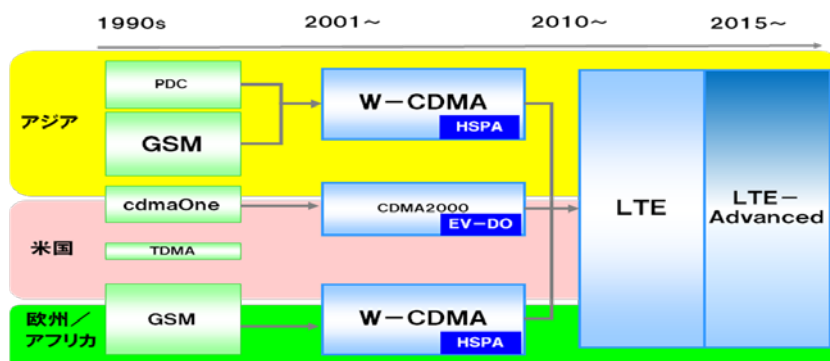


図1. 2-1 世界の移動通信システムの進化

(2) トラフィックの増加傾向

移動通信関連の技術革新の速度は著しく、スマートフォンに代表されるように、インターネット接続環境での利用を重視した端末の急速な普及や、それに伴う様々な利用環境の拡大が続いている。例えば、電子書籍を扱う端末やサービス、プラットフォーム等を巡る動きが活発化し、移動通信ネットワークを介して新聞、雑誌、新刊書籍等を入手するだけでなく、M2Mのように、あらゆる物体に小型の端末を埋め込んでインターネットへ接続しビジネス環境を構築する時代が幕開けようとしている。このほかにも、ハイビジョン映像のアップロード、映像教材のストリーミング、大容量データ伝送による家電機器との連携、大容量のサイネージ情報の

配信や医療画像伝送による遠隔医療などのサービスが普及・拡大する等、様々なコンテンツの大容量化が急速に進んできている。

これらの動きは、すでに急増状態にある携帯電話トラフィックの更なる増大を加速することとなる。総務省のいくつかの審議会において、将来トラフィックの予測を行っているが、これらによれば、移動通信システムのサービスによるトラフィックは、今後、年率1.7倍～2倍程度に増大するものと予測されている（図1. 2-2）。総務省が移動通信事業者5社の協力を得て、継続的に調査している移動通信トラフィックデータ（非音声）の集計・分析結果においても、実際のトラフィックは年率約2倍で増加しており、これらの予測に合致したペースでトラフィックが増加していることがわかる（図1. 2-3）。

従って、今後、多様な分野において、ワイヤレスブロードバンド環境を実現するには、より一層需要に的確に対応した周波数確保が求められることとなる。

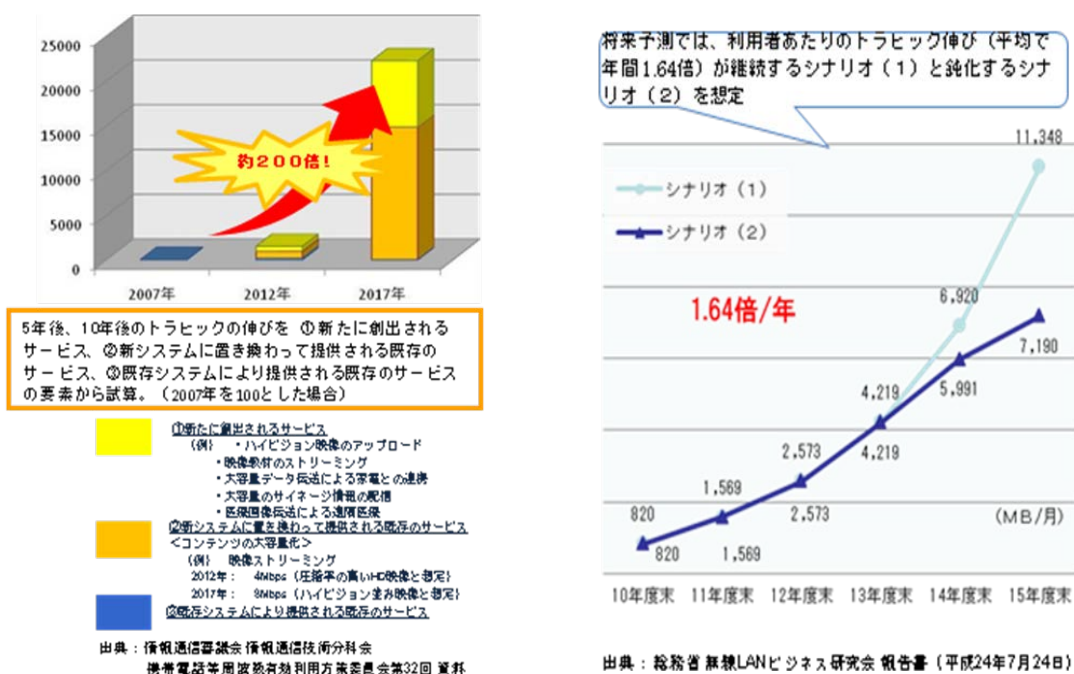
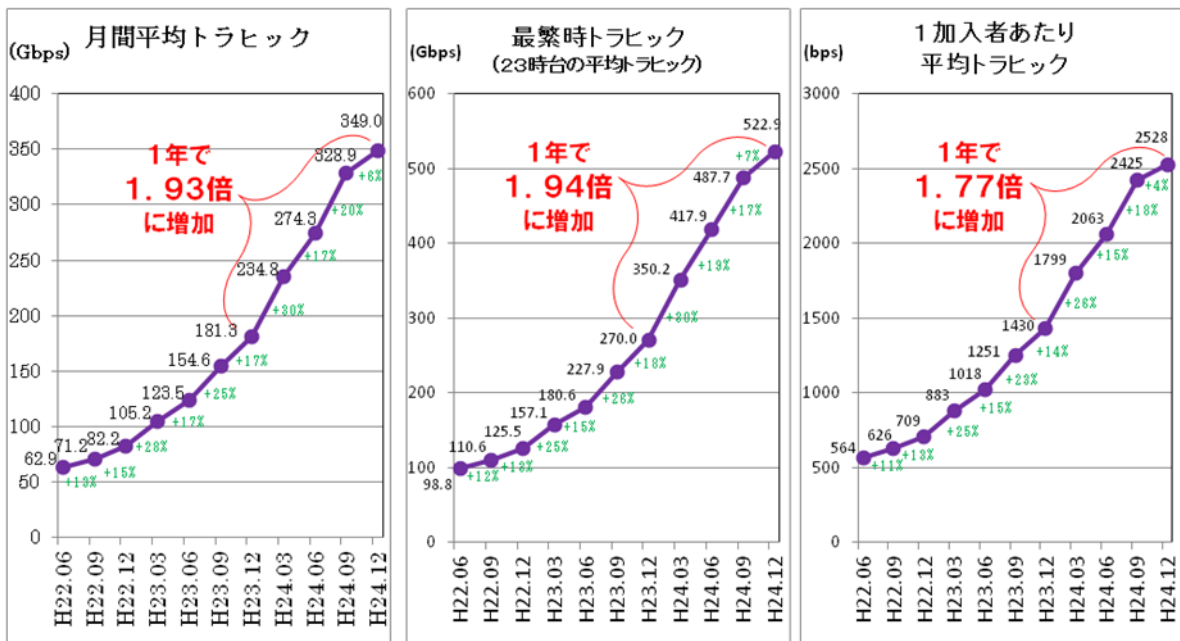


図1. 2-2 移動通信トラフィックの将来予測



○直近四半期で伸びが鈍くなったものの、年間約2倍のペースで移動通信トラフィックは増加している。
 (各社のスマートフォン利用者数の増加や、動画等の大容量コンテンツの利用増加等が主要因と推測される。)

図1. 2-3 移動通信トラフィックの現状 (総務省集計による平成24年12月期)

1. 3 国際標準化動向

1. 3. 1 ITU-Rにおける国際標準化動向

IMT システムの国際標準化は、ITU-R を中心として、3GPP (3rd Generation Partnership Project)、IEEE 等の国際標準化団体並びに各国・各地域の標準化機関等との密接な連携に基づいて行われている。

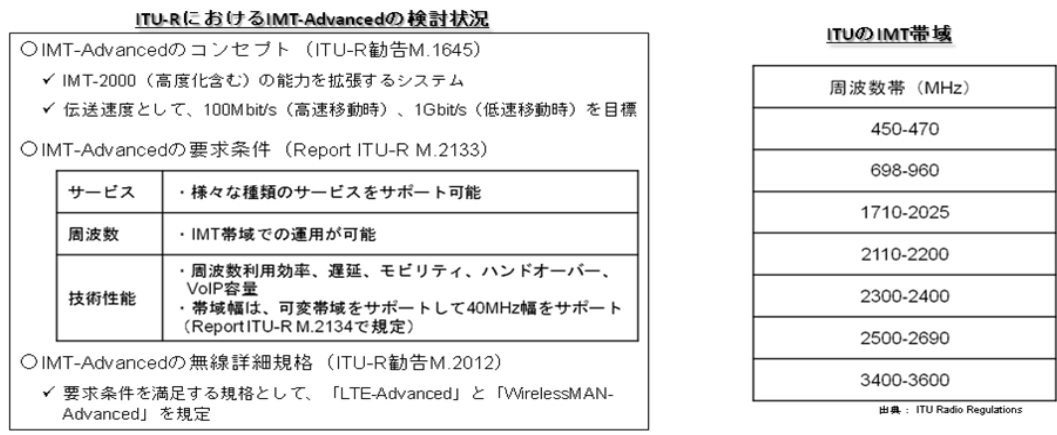
ITU-R では、移動通信の将来的なデータ通信需要の高まりを想定し、より広い周波数帯域幅を用いて下り最大1Gbit/secを実現する第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の標準化作業を2000年から進めてきた。これらの検討は、2007年10月～11月に開催された世界無線通信会議 WRC-07 において、IMT用の新たな周波数帯域が特定されたことを受けてより具体化することとなった。

2008年、ITU-Rは、IMT-Advanced 無線インタフェース技術を3GPP等の外部標準化団体等へ提案募集することとし、IMT-Advancedの最小要求条件や、評価方法を決定するとともに、候補技術の提案を呼びかけた。3GPP等の外部標準化団体では、これに応える形で検討が行われ、IMT-Advancedの要求条件を満たしつつ、3.9世代移動通信システムとの後方互換性(バックワードコンパチビリティ)も重視したシステムが検討され、5つの国・機関から合計6つの無線方式がITUへ提案された。

ITU-Rでの評価作業において、これらの無線方式はいずれもIMT-Advancedの最小要求条件を満たしているとの合意に達し、さらに、ITU-R 勧告における重複規定を避けるため、技術的な観点から、採用技術を3GPP技術(LTE-Advanced)とIEEE技術(WirelessMAN-Advanced)の2つの技術に収斂することとなった。

IMT-Advanced規格は、最終的に、2012年1月に開催されたITU-R無線通信総会において、勧告M.2012“Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)”として承認された。

○2012年(平成24年)1月の無線通信総会において、IMT-Advancedの無線詳細規格として、3GPPで検討が行われた「LTE-Advanced」とIEEEで検討が行われた「WirelessMAN-Advanced」の2方式を承認。
 ○ITUにおいて携帯電話帯域(IMT帯域)を特定。2015年(平成27年)開催予定の世界無線通信会議では追加周波数の検討が議題の一つ。3GPPでは、ITUのIMT帯域や各国割当てを勘案し、バンドプランを策定。



出典: 情報通信審議会 情報通信技術分科会
 携帯電話等高度化委員会 第4世代移動通信システム作業組 第1回資料より作成

図 1. 3. 1-1 ITU-Rでの標準化状況
 (携帯電話等高度化委員会資料11-2より抜粋)

1. 3. 2 3GPPにおける国際標準化動向

(1) LTE-Advanced基本仕様(リリース10、11)の策定

3GPP においては、2008 年から LTE-Advanced の検討が開始されている。検討においては、性能向上だけでなく、LTE から LTE-Advanced へのスムーズなシステム移行が実現できるよう、LTE と LTE-Advanced との互換性が重要な要求条件とされている。図 1. 3. 2-1 に示すように、既存の LTE 端末は、新しい LTE-Advanced ネットワークに接続できるとともに、新しい LTE-Advanced 端末も、既存の LTE ネットワークに接続できることとなっている。

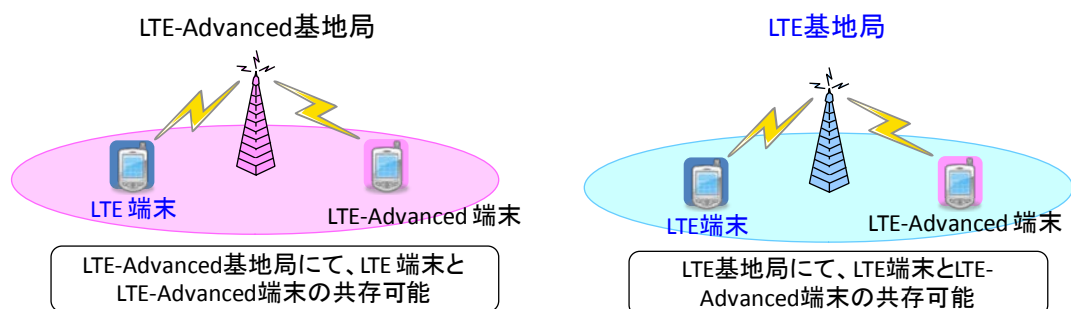


図 1. 3. 2-1 LTE-Advanced と LTE の互換性

表 1. 3. 2-1 に、性能面での主な要求条件を示す。最大通信速度として、1 Gbit/sec (端末受信)、500 Mbit/sec (端末送信) を実現することや、周波数利用効率や無線容量の向上が求められている。さらに、隣接する基地局との境界エリア (セル端) では、隣接する基地局からの電波の干渉により、一般的に通信速度が低下するが、そのようなセル端のエリアでも端末の通信速度を改善することが要求条件として求められた。

表 1. 3. 2-1 LTE-Advanced の要求条件

		LTE-Advanced	(参考) LTE	
最大通信速度 (bit/sec)	端末受信 (下りリンク)	1 G	300 M	
	端末送信 (上りリンク)	500 M	75 M	
最大周波数利用効率 (bit/sec/Hz)	下りリンク	30	15	
	上りリンク	15	3.75	
無線容量 (bit/sec/Hz/cell)	下りリンク	2 x 2	2.4	1.69
		4 x 2	2.6	1.87
		4 x 4	3.7	2.67
	上りリンク	1 x 2	1.2	0.74
		2 x 4	2.0	-
セル端ユーザスループット (bit/sec/Hz/cell/user)	下りリンク	2 x 2	0.07	0.05
		4 x 2	0.09	0.06

		4 x 4	0.12	0.08
	上りリンク	1 x 2	0.04	0.02
		2 x 4	0.07	-

要求条件が合意された後、携帯電話事業者や関連メーカー等からの提案に基づいて、LTE-Advanced への機能拡張や、新しい機能の追加に関する実現性検討が行われた。2009年10月には、これらの検討を通して取りまとめられた性能評価結果により、全ての要求条件を満たすことが確認された。2009年12月からは、詳細な標準仕様の検討が開始され、2011年6月にLTE-Advancedの第1版の仕様にあたる3GPP リリース10仕様が完成した。3GPPでは、継続してLTE-Advancedの高機能化・高度化にむけたリリース11の策定作業が続けられており、CAの高度化、eICIC技術の高度化、CoMP技術の仕様完成などが盛り込まれる予定である。3GPP リリース11仕様は、2013年3月頃の完成予定を目途としている。



図1. 3. 2-2 LTE-Advanced仕様策定スケジュール

(2) LTE-Advanced高度化仕様規定（リリース12及びそれ以降）の流れ

3GPPではリリース12及びそれ以降の仕様検討にあたり、標準化作業を効率的かつ円滑に進めるために、関係各社・団体の関心の高い要求条件や技術内容を明確化して、適切に標準化作業プランを策定することを目的とし、2012年6月に無線アクセスネットワークの将来に関するワークショップを開催した。本ワークショップにおいて、関係各社から提示された要求条件は、更なる大容量化、低電力消費、NWコスト低減、多種多様なアプリケーションとトラヒックタイプに対する効率的サポート、ユーザ体感スループットの改善、基地局伝送路の改善、などに集約される。

3GPPでは、これらの要求条件を実現するため、リリース12及びそれ以降の仕様検討において、様々な候補技術について検討を進めている。特に、注目を集めているのは、Small Cell Enhancement (SCE) という、小セルを用いた無線ネットワークに対する拡張技術である。これは、マクロセルと異なる周波数、特に高い周波数帯を小セルに用いて高い周波数帯を有効活用しつつ、マクロセルが小セルを適切に制御するセル構成が着目されている。これらは、LTE-Aの発展系ということで、LTE-Bとして表現されることも多い。

図1. 3. 2-3に3GPPにおける技術進化のScopeを示す。Rel12については、2013年より作業が開始されており、仕様作成完了は2014年6月を予定している

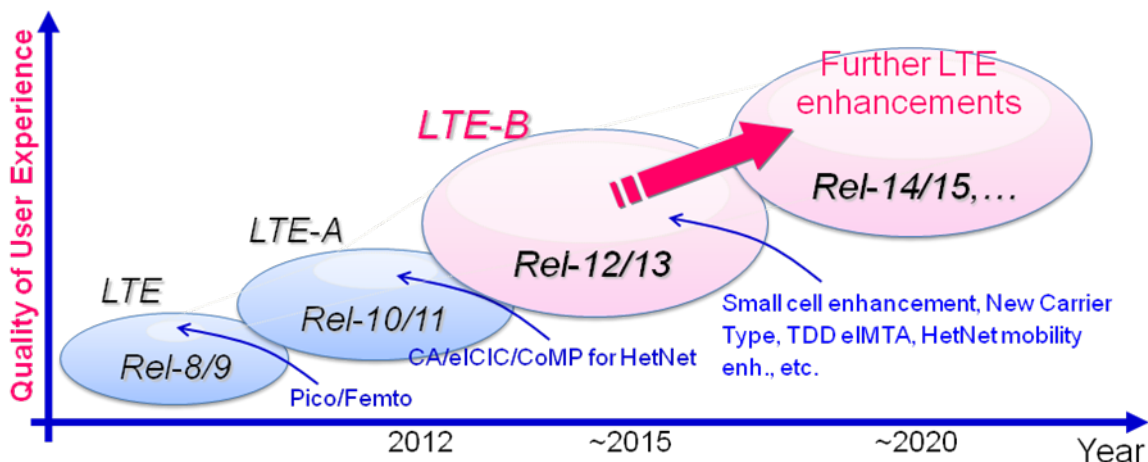


図 1. 3. 2-3 3GPPにおける技術進化のScope

1. 3. 3 IEEE、WiMAXフォーラムにおける国際標準化動向

WirelessMAN-Advancedの標準化は、IEEEとWiMAXフォーラムの2つの組織が連携する形で検討が行なわれた。IEEE802.16WG (Working Group) は、無線MAN (Metropolitan Area Network) に関する物理層とMAC層の標準規定を作成しており、WiMAXフォーラムは、802.16標準規格に基づく製品の相互運用性を承認するとともに、レイヤ3のネットワーク・アーキテクチャの仕様作成を行っている。

WirelessMAN-Advancedの標準化に際してIEEE802.16WGでは、IEEE Std 802.16-2009 (既存標準化文書) に対する追加仕様としてIEEE Std 802.16m-2011標準化文書 (差分のみ規定) を策定した。その後、IEEEでは、IEEE Std 802.16m-2011を独立した技術仕様とすべく、IEEE Std 802.16.1標準文書として改めて策定を行った。一方、WiMAXフォーラムでは、IEEE Std 802.16m標準化文書をもとに、必要機能を抽出したシステムプロファイルRelease2を策定した。

WirelessMAN-Advancedに関するIEEEとWiMAXフォーラムにおける技術標準の関連を図 1. 3. 3-1 に、性能面での主な要求条件及びITUにおける評価結果を表 1. 3. 3-1 にそれぞれ示す。

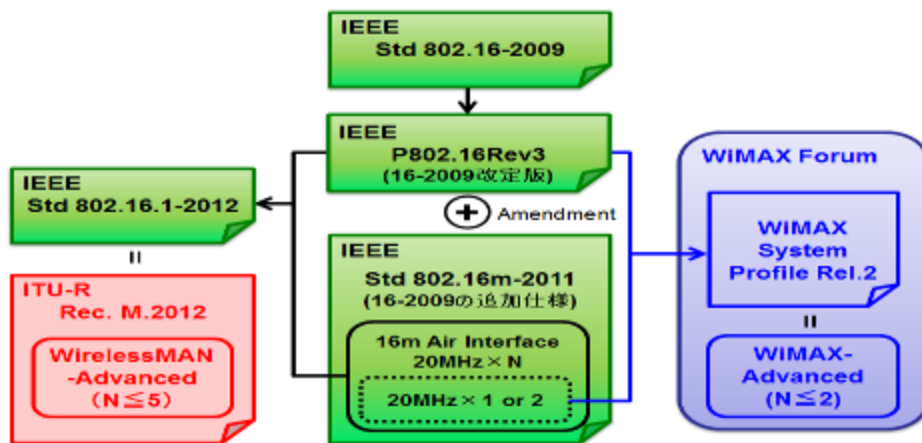


図 1. 3. 3-1 IEEE、WiMAXフォーラムにおける技術標準の関連

表 1. 3. 3-1 IMT-Advanced の要求条件と WirelessMAN-Advanced の評価結果

			ITU-R			WirelessMAN-Advanced(TDD)		
			屋内	屋外	高速移動	屋内	屋外	高速移動
周波数効率 (bps/Hz/cell)	セル 当り	下り	3	2.2	1.1	6.93	2.41	3.23
		上り	2.25	1.4	0.7	5.99	2.57	2.66
	最大	下り	15			16.96		
		上り	6.75			9.22		
	セル エッジ	下り	0.1	0.06	0.04	0.26	0.069	0.093
		上り	0.07	0.03	0.015	0.426	0.109	0.119
帯域幅			40MHz			N x 20MHz(N ≤ 5)		
遅延時間	Control plane		100ms以下			81ms未満		
	User plane		10ms以下			7.32ms		
移動時の上りデータレート (bps/Hz)			1	0.55	0.25	3.41-3.76	1.3-1.72	1.23-1.7
VoIPユーザ数 (人/sector/MHz)			50	40	30	140	74	89

<http://www.itu.int/md/R07-IMT.ADV-C-0004/en>

1. 4 第4世代移動通信システムのコンセプト

(1) 第4世代移動通信システムの基本コンセプト

第4世代移動通信システムの基本コンセプトは、ITU-R勧告M.1645にまとめられており、第3世代移動通信システム及びその高度化システムである3.5世代や3.9世代移動通信システムよりも高速・大容量の通信を実現するシステムとして定義づけられている。なお勧告M.1645では、目標伝送速度として、高速移動時100Mbit/sec、低速移動時1Gbit/secの値が示されている。さらに、第4世代移動通信システムは、後述する様々な機能をトラヒック発生状況に応じて適切に採用することにより、サービスの高度化・多様化へ対応することが可能である。

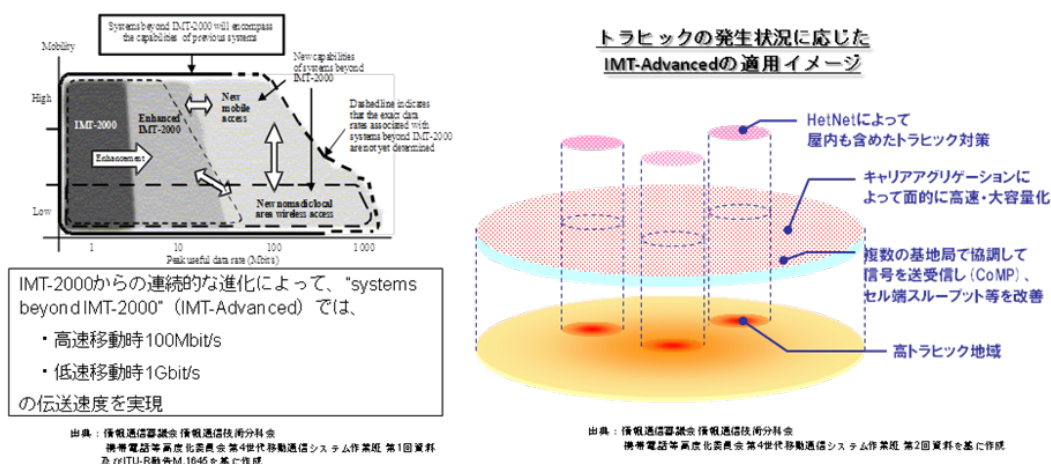


図 1. 4-1 第4世代移動通信システムの基本コンセプト

(2) 第4世代移動通信システムのエリア展開イメージ

第4世代移動通信システムは、第3.9世代移動通信システムとの後方互換性に配慮しながら、機能拡張や新機能追加が行なわれている。また、新規の携帯電話割当て帯域だけではなく、既存の携帯電話帯域にも導入可能である。さらに、局所的なトラヒック増等への対策として、必要なエリアから段階的に導入することが可能となっている。一例として、図1.4-2に、第3.9世代移動通信システムであるLTEのエリアに、第4世代移動通信システムであるLTE-Advancedをエリア展開していくイメージを示す。

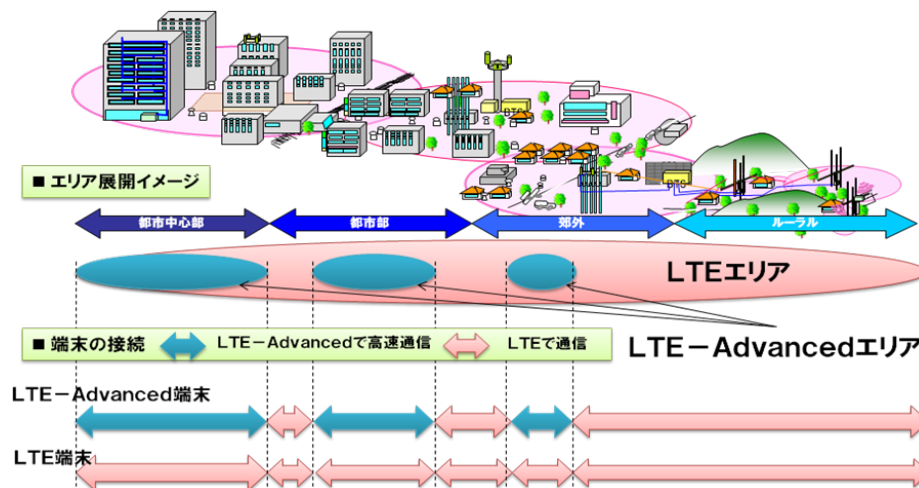


図 1. 4-2 第 4 世代移動通信システムのエリア展開イメージ (LTE-Advanced に基づいた例)

(3) 第 4 世代移動通信システムにおいて想定される様々な導入形態

第 4 世代移動通信システムは、利用可能な周波数帯域幅に応じてチャンネル帯域幅を選択することが可能であるが、第 3.9 世代移動通信システムよりもさらに超高速な通信を実現するためには、3-4GHz 帯という従来よりも高い周波数帯域を利用し、より広いチャンネル帯域幅を確保する必要がある。また、トラヒック状況に応じて、後述する様々な新機能を採用することが可能であること等を踏まえると、従来とは異なる様々な導入形態も第 4 世代移動通信システムでは想定される。以下に、国際標準化等で検討されている導入形態の状況について述べる。

(ア) 下りリンク専用帯域として活用するケース

現状のデータトラヒック量の割合は、上りリンクよりも下りリンクが多い状況である。大量の下りリンクデータトラヒックを収容する一手法として、下りリンク専用帯域を活用するケースが考えられる。第 4 世代移動通信システムでは、別の帯域で上り／下りリンクの通信を確保しつつ、キャリアアグリゲーション機能を用いて下りリンク専用帯域を追加し、下りリンクの広帯域化を実現することが可能である。このような利用法に基づき、3GPP では、既存の携帯電話帯域と下りリンク専用の帯域 (Band 29、米国向け) をキャリアアグリゲーションする仕様が既に完成している。

下りリンク専用帯域はアンペアバンドを利用することが可能である。また、同一周波数帯内で複数の事業者が下りリンク専用帯域として利用する場合には、事業者間が非同期運用を行なっても、基本的に事業者間の割当周波数の間にガードバンドを設けることが不要である。

(イ) 小セル基地局を展開するケース

従来の携帯電話周波数は、鉄塔やビルの屋上にアンテナを設置してエリア展開を行なう、マクロセル基地局が多数用いられてきた。このような、マクロセル基地局で展開されたエリアの中で、特にトラヒックが集中するエリアに対して、小型・低出力の小セル基地局を設置してトラヒックのオフロードを行なう技術が注目されている。このような階層的なエリア展開を行なう手法は、ヘテロジニアスネットワークとも呼ばれており、第 4 世代移動通信システム向けの

新たな技術の仕様化や技術検討（図1. 4-3参照）、及びその高度化に向けた標準化議論が進められている。

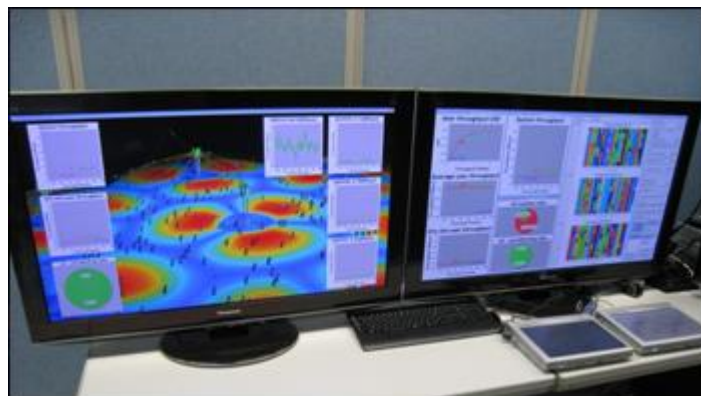


図1. 4-3 ヘテロジニアスネットワークでの容量評価シミュレータ
(3GPPで標準化された各種技術の効果を検証可能、NTTドコモ提供)

なお、3-4GHz帯のような従来よりも高い周波数帯域を用いて広帯域通信を行なう場合には、実現可能なセルエリアの大きさに制限があるため、既存の携帯電話帯域の展開されているエリア内に、3-4GHz帯の小セル基地局を展開するシナリオが有効であると考えられる。

（ウ）バックホールに活用するケース

第4世代移動通信システムでは、リレー伝送技術が仕様化されており、無線を使ったバックホールの実現が技術的には可能である。リレー伝送技術では、基地局-リレー局間と、リレー局-端末間について、同一周波数で時間多重する構成や、異なる周波数を用いて周波数多重する構成が可能である。この場合、端末はリレー局を意識することなく、基地局へ接続可能であることも特長の一つである。

しかしながら、リレー伝送技術を利用した商用化の動きは顕在しておらず、第4世代移動通信システムでリレー伝送技術を利用したバックホールの実現は、より将来的なシナリオであると考えられる。

1. 5 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の技術概要

1. 5. 1 LTE-Advanced技術の概要

LTE-Advancedは、LTEとの後方互換性を確保しつつ、LTEよりも高速・大容量なシステムを実現することを目標に開発されたシステムである。表1. 5. 1-1にLTE-Advancedの性能を、表1. 5. 1-2にLTE-Advancedの主要な機能を示す。

表1. 5. 1-1 LTE-Advancedの性能

LTE-Advancedの性能について（FDD）

	HSPA	LTE	LTE-Advanced
下りピーク速度	14Mbps	仕様上の最大値：300Mbps (HSPA比較で約20倍)	仕様上の最大値：3Gbps (HSPA比較で約210倍) (LTE比較で約10倍)
容量	1	HSPA比較で約3倍	HSPA比較で約4倍 ^(*) LTE比較で約1.4倍 ^(*)
遅延時間 (最大効果)	1	HSPA比較で約1/4倍	HSPA比較で約1/4倍 LTE比較で1倍

(*) 3GPP標準化における性能評価より（評価条件に依存）

周波数幅/MIMO数と下りピーク速度について（FDD）

		2×2 MIMO	4×4 MIMO	8×8 MIMO
周波数幅	20MHz	150Mbps	300Mbps	600Mbps
	40MHz	300Mbps	600Mbps	1.2Gbps
	60MHz	450Mbps	900Mbps	1.8Gbps
	80MHz	600Mbps	1.2Gbps	2.4Gbps
	100MHz	750Mbps	1.5Gbps	3Gbps

TDDの場合、下り/上りのフレーム構成比率を約9:1~2:3に変更可能

出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会
携帯電話等高度化委員会 第4世代移動通信システム作業部会 第1回、第2回資料を基に作成

表1. 5. 1-2 LTE-Advancedの主な技術的特徴

機能	概要	3GPPにおける標準化状況
キャリアアグリゲーション（CA）	複数のLTEキャリア（不連続 or 連続の周波数帯）を束ねた送受信（最大100MHz幅）を行い、伝送速度を高速化	（リリース10） 基本仕様完成 （リリース11以降） 異なるバンド間の上りCAの無線仕様規定は、検討完了までに、相当の時間がかかる見込み
MIMOの拡張	MIMO多重伝送数の拡張 （下り：最大8、上り：最大4） マルチユーザMIMOの拡張・適用	（リリース10） 基本仕様完成 （リリース11以降） 上り4アンテナMIMOの無線仕様規定が未検討
ヘテロジニアスネットワーク（HetNet）	異なる基地局（例：送信電力等）を同一エリア内で混在させて展開するネットワーク ネットワーク内で基地局間連携を行い、セル端スループット等を改善する技術	（リリース10） 基本仕様完成 （リリース11以降） 送信電力38dBmの基地局規定がリリース11に追加される予定

	も検討	
セル間協調送受信 (CoMP)	複数の基地局で協調して信号を送受信し、セル端スループット等を改善	(リリース11以降) 基本仕様の完成は最速でリリース11となる見込みだが、無線仕様規定に関わる仕様変更は不要
リレー伝送	再生中継による無線でのバックホールリンクのサポート可能とし、カバレッジ、エリア展開の柔軟性を確保	(リリース10) 基本仕様完成 (リリース11以降) 無線仕様規定の完成は最速でリリース11となる見込み。

(1) キャリアアグリゲーション (CA)

LTEでは、最小1.4 MHz幅から最大20 MHz幅までの、いずれか1つの周波数帯域での運用が可能である。一方、LTE-Advancedの要求条件として設定された最大通信速度1 Gbit/secを実現するためには、20 MHz幅以上の、より広い周波数帯域を利用する必要がある。そこで、LTE-Advancedでは、LTEとの互換性を保ちつつ、最大100 MHz幅までの周波数帯域での運用をサポートするため、キャリアアグリゲーションという技術が用いられている。

この技術は、LTEがサポートしている周波数帯域（最大20 MHz幅）を複数束ねて同時に利用することを可能とするものである。束ねる周波数帯域については、同一の周波数バンド内で連続する周波数を利用する場合だけでなく、異なる周波数バンドにまたがって周波数を利用することも可能である。

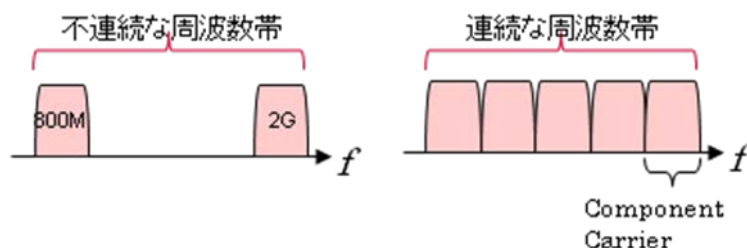


図1. 5. 1-1 キャリアアグリゲーション (CA) の例

(2) MIMO 伝送技術の拡張

LTEでは、基地局から端末への通信（下りリンク）において、複数の基地局送信アンテナから異なるデータ信号を送信しつつ、複数の端末受信アンテナで信号を受信し、信号処理技術により送信アンテナ毎のデータ信号に分離を行うMIMO伝送技術が採用されている。MIMO伝送技術を用いることにより、送信アンテナ数に比例して通信速度を向上させることが可能であり、LTEの場合には、20 MHz幅の周波数帯域で4アンテナ送信を行なうことにより、最大通信速度300 Mbit/secを実現する仕様が規定されている。LTE-Advancedでは、より高速な通信速度を実現するため、最大8アンテナ送信のMIMO伝送技術への対応が規定されており、キャリアアグリゲーションを用いた100 MHz幅の周波数帯域利用と組み合わせることにより、最大3 Gbit/secの通信速度を実現する仕様が規定されている。さらに、LTE-Advancedでは、通信速度の拡大だけでなく、異なる端末向けの信号を同時送信（多重）するマルチユーザMIMO伝送技術についても、LTEに比較して改良が図られており、周波数利用効率を改善すること

が可能となっている。

一方、端末から基地局への通信（上りリンク）については、LTEでは、端末の送信回路構成の簡易化や低消費電力化のためMIMO伝送技術は適用されていなかった。LTE-Advancedでは、上りリンクの通信速度の改善が要求条件として設定されており、最大4アンテナ送信のMIMO伝送技術の利用が可能となっている。

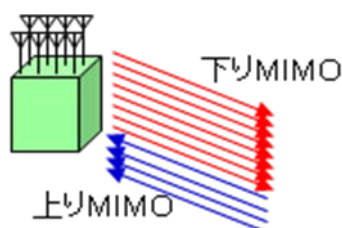


図1. 5. 1-2 MIMO 拡張

(3) ヘテロジニアスネットワーク (HetNet)

LTE-Advancedでは、鉄塔やビルの屋上に設置される標準的な携帯電話基地局（マクロセル基地局）でカバーされているエリアに、送信電力等が小さい小型基地局（スモールセル基地局、ピコセル基地局などと呼ぶ）を、階層的に展開するネットワーク構成（ヘテロジニアスネットワーク）を考慮した検討が行われている。ヘテロジニアスネットワークは、ユーザが集中する高トラフィックエリアにおいて、スモールセル基地局を設置してトラフィックをオフロードし、マクロセル基地局の負荷を軽減する方法により、無線容量を増大させる技術として期待されている。

ヘテロジニアスネットワークでは、マクロセル基地局のエリア内にスモールセル基地局を展開するため、これらの基地局が使用する電波の干渉を考慮した展開が必要となる。

特に、マクロセル基地局とスモールセル基地局間で同じ周波数バンドを用いる場合には、送信電力の大きいマクロセル基地局からの電波による干渉の影響により、端末がスモールセル基地局に接続可能なエリアが限定的となる。このような条件下では、スモールセル基地局へのトラフィックのオフロード効果を十分に得ることができない。そこでLTE-Advancedでは、マクロセル基地局からの電波による干渉の影響を低減するため、各基地局が使用する無線リソースを制御する（eICIC: enhanced Inter-Cell Interference Coordination）技術がサポートされている。eICICは、図1. 5. 1-3に示すように、マクロセル基地局の一部の無線リソースの送信を止める（あるいは送信電力を低減する）ことにより、スモールセル基地局に接続した端末に対するセル間干渉を低減し、通信速度を改善する技術である。本制御を行った場合、マクロセル基地局が利用できる無線リソースは減少するものの、スモールセル基地局へのオフロードにより端末あたりの通信速度は増加するケースがある。マクロセル及びスモールセル基地局間のトラフィックの状態に応じて、スモールセル基地局への無線リソースの割当を適応的に行なうことにより、高トラフィックエリアでの効率のよい運用を行うことができる。

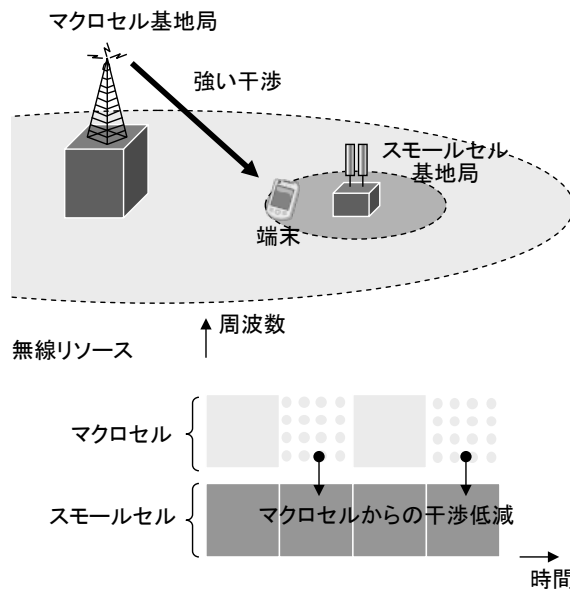


図 1. 5. 1-3 ヘテロジニアスネットワークにおける eICIC

一方、複数の周波数バンドが利用可能である場合には、マクロセル基地局とスモールセル基地局で異なる周波数バンドを用いて展開を行う方法が適用可能であり、図 1. 5. 1-4 に示すような、マクロセル基地局とスモールセル基地局間でキャリアアグリゲーションを行う展開方法が考えられる。この方法では、移動していく端末との通信はマクロセル基地局で維持しつつ、端末がスモールセル基地局のエリアに入った場合には、マクロセル及びスモールセルの両基地局との間でキャリアアグリゲーションを行なうことにより、スモールセル基地局へのトラフィックオフロードや高速通信を行うことが可能である。

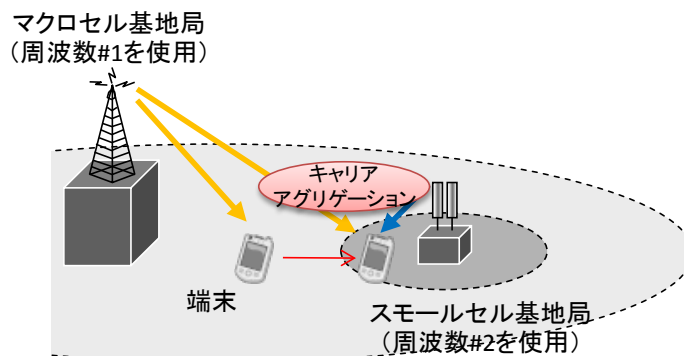


図 1. 5. 1-4 ヘテロジニアスネットワークにおけるキャリアアグリゲーション

(4) セル間協調 (CoMP) 送受信

セル間協調送受信 (CoMP : Coordinated Multi-point transmission/reception) 技術は、単一あるいは複数の端末に対して、複数の基地局 (送受信ポイント) が協調して送受信信号の信号処理を行うことにより、特に隣接基地局間のエリア境界付近での通信速度を改善する技術である。例えば下りリンクの通信では、協調を行う複数の基地局から送信された信号が、

端末の受信点において強め合って受信されるように、各基地局であらかじめ信号処理を施した上で送信を行う（図 1. 5. 1-5）、あるいは隣接基地局配下の端末へ与える干渉を低減するように、基地局間で協調して信号が送信される。一方、上りリンクの通信では、端末から送信された信号を複数の基地局で受信し、これらの信号が強め合うような形で信号処理が行なわれる。

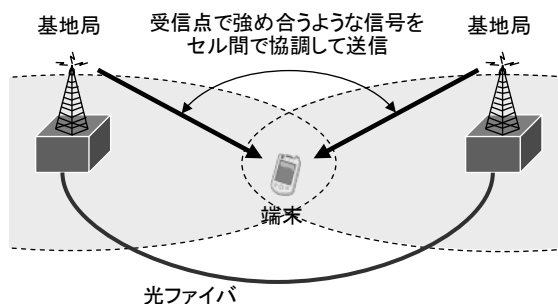


図 1. 5. 1-5 CoMP

(5) リレー伝送技術

リレー伝送は、図 1. 5. 1-6 に示すように基地局と端末の間の無線伝送を中継する技術であり、新たに基地局を設置することなく、エリア拡大を実現できるメリットがある。これまでの携帯電話システムで幅広く利用されている陸上移動中継局や小電力レピータは、当該無線局において受信された無線信号をそのまま電力増幅して中継伝送する、非再生中継伝送が主流であった。

一方、LTE-Advanced で検討されたリレー伝送技術は、レイヤ3 リレーと呼ばれる再生中継伝送である。レイヤ3 リレーでは、リレー局で受信した信号を復調・復号してデータの再生を行った後、再度データ伝送を行なうための処理（秘匿、データ分割・結合処理など）を行い、無線信号に変換して中継が行なわれる。このような再生中継伝送においては、信号処理に必要な遅延時間が増加するものの、データを再生することにより干渉や雑音によるデータ誤りの影響を軽減／除去することで信号伝送の品質を改善することが可能であるとともに、中継の際に無線信号に再度変換する一連の処理は基地局と同じ機能であるため、リレー伝送固有の標準仕様策定や実装上の影響が少ないことが特長として挙げられる。

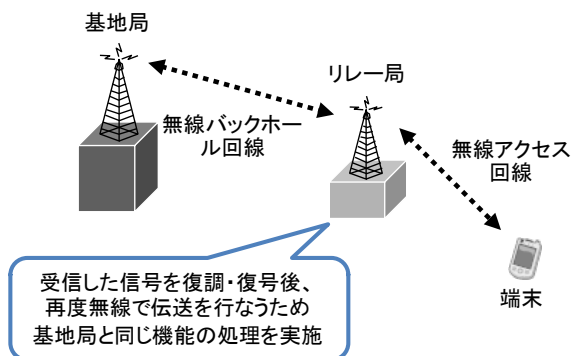


図 1. 5. 1-6 リレー伝送技術

1. 5. 2 WirelessMAN-Advanced技術の概要

WirelessMAN-Advancedは、IMT-Advancedの一つの技術方式として、ITUにて選定されたシステムである。WirelessMAN-Advancedの主な技術仕様を表1. 5. 2-1に、最大通信速度（理論値）を表1. 5. 2-2に、既存技術からの主な仕様変更点を表1. 5. 2-3に示す。

WirelessMAN-Advancedの技術仕様の特徴は、既存WiMAXに比べ無線インタフェース部分を改善し、下記の内容を実現している。

- ・ 周波数利用効率の向上
- ・ ネットワーク容量の増加
- ・ 低遅延化
- ・ 高速移動対応
- ・ 後方互換性

表1. 5. 2-1 WirelessMAN-Advancedの主な技術仕様（既存WiMAXとの比較）

		Mobile WiMAX		WirelessMAN-Advanced
		Rel. 1.0方式	Rel. 2.0方式	
国際標準	IEEE802.16 WiMAX Forum	IEEE Std 802.16-2012 System Profile Rel.1.0	IEEE Std 802.16m-2011 System Profile Rel.2.0	IEEE Std 802.16.1-2012
変調方式		OFDMA		OFDMA
複信方式		TDD	TDD/FDD/H-FDD	TDD/FDD/H-FDD
周波数		2,500～2,690MHz、ほか	WiMAX Forum定義による	ITU定義による
帯域幅		3.5/5/7/8/8.75/10MHz	5/7/8.75/10/20MHz ^{※2}	20MHz × N (N ≤ 5)
変調方式	下り	QPSK/16QAM/64QAM	QPSK/16QAM/64QAM	QPSK/16QAM/64QAM
	上り	QPSK/16QAM	QPSK/16QAM/64QAM	QPSK/16QAM/64QAM
MIMO構成	下り	2×2	4×4 ^{※3}	4×4
	上り	1×2	4×4	2×4
ピーク速度	下り	40.4Mbps ^{※1}	165Mbps ^{※4}	別表の通り
	上り	15.4Mbps ^{※1}	27.5Mbps ^{※4}	別表の通り

※1： 上下比率29:18、下り2×2MIMO適用時の値

※2： 端末カテゴリでは2×20MHzまでサポート

※3： IEEE標準では下り最大8ストリーム

※4： 上下比率5:3、下り4×4MIMO適用時の値（帯域幅20MHz）

表1. 5. 2-2 WirelessMAN-Advancedの最大通信速度（理論値）

単位：Mbps

帯域幅		20MHz	40MHz	60MHz	80MHz	100MHz
TDD ^{※1}						
5:3	下り	165	330	495	660	825
	上り	27.5	55	82.5	110	137.5
6:2	下り	198	396	594	792	990
	上り	18	36	54	72	90
FDD/H-FDD ^{※2}						
	下り	264	528	792	1,056	1,320
	上り	73	146	220	293	366

※1： 下り4×4MIMO適用時

※2： 下り4×4MIMO適用時（TDDに比べ2倍の帯域幅が必要）

表1. 5. 2-3 WirelessMAN-Advancedの主な技術仕様変更点

仕様変更	効果
MIMO機能拡張(下り最大8ストリーム)	<ul style="list-style-type: none"> 周波数利用効率の向上 ネットワーク容量の増加
広帯域化(最大20MHz、マルチキャリア対応)	
フレーム構成の見直し	<ul style="list-style-type: none"> 低遅延化 高速移動対応 後方互換性

http://www.ieee802.org/16/liaison/docs/L80216-10_0002.pdf

また、WirelessMAN-Advancedの利用においては、以下を基本コンセプトとしている。

(1) 利用イメージ

3. 9G携帯電話システムや、BWAシステムなどの主にマクロBSでエリア構築され、広域なサービスエリアを確保している既存ネットワーク上に、4Gシステムをオーバーレイしてネットワークを構築し、一体的に通信サービスを提供することを想定している。

4Gシステムとしては、主にマイクロセルが採用され、屋内、スポット及び狭域エリア等において固定光ファイバー回線をしのぐ超高速データ通信がモバイル環境にて提供される。

また、既存ネットワーク～4Gシステム間のシームレスなサービス提供を可能とするヘテロジニアスネットワーク技術や、異バンド間でのキャリアアグリゲーション技術などにより更なる通信速度の増速を提供することが可能となることを想定している。

以下にヘテロジニアスネットワークの一例について示す。

① Single RAT (Radio Access Technology)

Single RAT (Radio Access Technology)による概念図を図1. 5. 2-1に示す。同一無線方式の複数基地局(マクロ/ピコ/フェムト/レピータ等)が連携し、送信出力制御による干渉回避や効率的なスケジューリングが可能となるネットワーク。

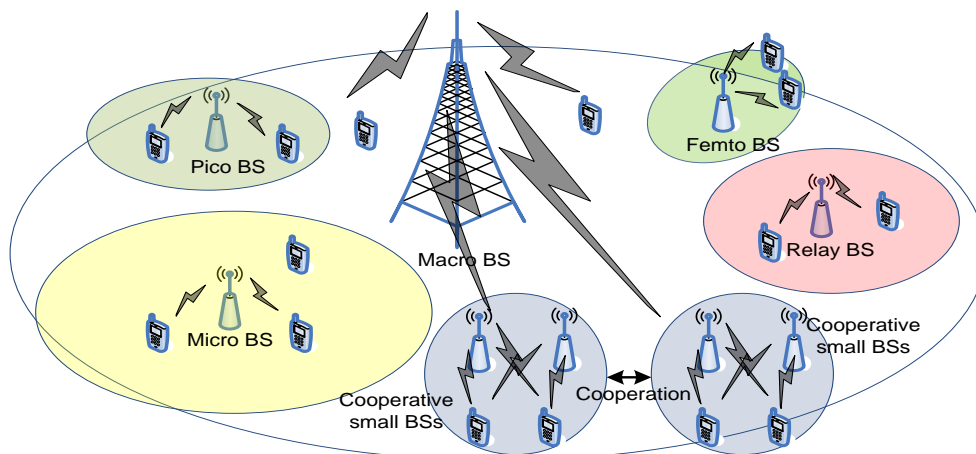


図 1. 5. 2-1 ヘテロジニアスネットワークの概念

※参考

IEEE802.16 PPC(Project Planning Committee)

http://ieee802.org/16/ppc/docs/80216ppc-11_0009.doc

② Multi RAT (Radio Access Technology)

Multi RAT (Radio Access Technology)による概念図を図 1. 5. 2-2 に示す。異なるバンド間、方式間の連携でハンドオーバー/相互運用、データオフロードをサポートし、当該方式間アグリゲーションによる通信回線の増速が可能となるネットワーク。

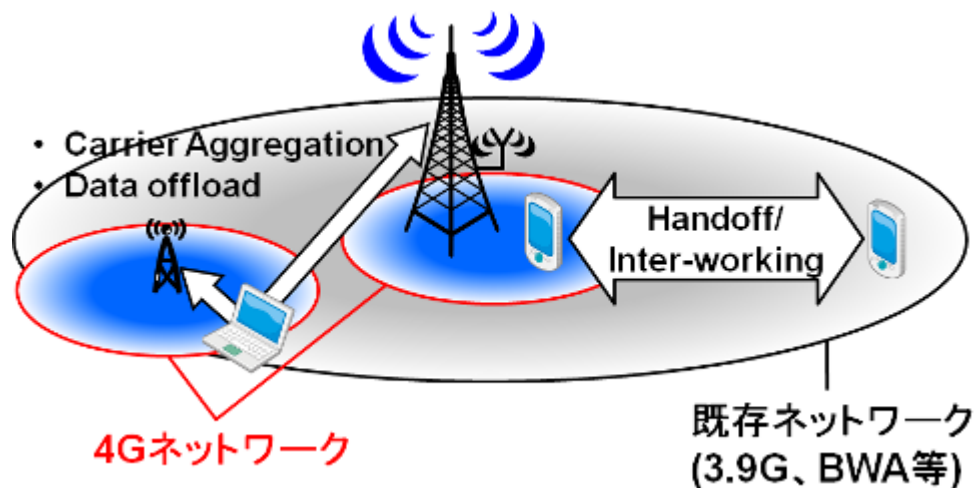


図 1. 5. 2-2 Multi-RATネットワーク概念図

(2) 期待される機能

単一キャリア（例：20MHz）を複数束ねるキャリアアグリゲーションや、異通信方式（例：既存ネットワーク、4Gシステム）間における相互連携、キャリアアグリゲーションといった技術の利用が期待されている。

表1. 5. 2-4にキャリアアグリゲーション技術の一例を示す。

表1. 5. 2-4 キャリアアグリゲーション技術（一例）

	Intra-band (同一バンド内)	Inter-band (異バンド間)
Contiguous (連続)	<p style="text-align: center;">Aggregation</p> <p style="text-align: center;">3.4GHz帯</p>	/
Non-contiguous (非連続)	<p style="text-align: center;">Aggregation</p> <p style="text-align: center;">3.4GHz帯</p>	<p style="text-align: center;">Aggregation</p> <p style="text-align: center;">2.5GHz帯他 3.4GHz帯</p>

1. 6 携帯電話用周波数の動向
 1. 6. 1 既存周波数帯域（～3GHz）

既存の携帯電話システムは、主に、3GHz以下の周波数帯域を利用している。これらの周波数帯域は、他の業務でも多く利用されていることから、固まった広い帯域を確保することができず、概ね数十MHz幅単位で細切れに割り当てられている国が多い。

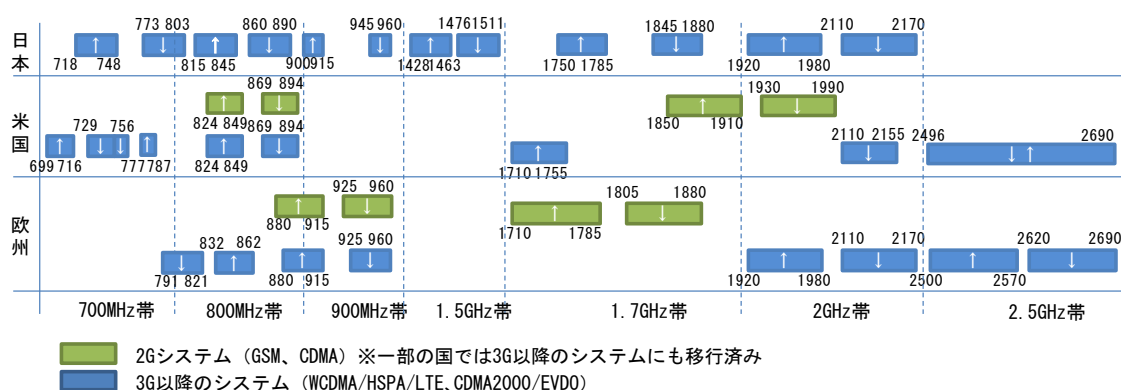


図 1. 6. 1－1 日米欧の主な携帯電話帯域

一方、携帯電話システムの技術進展とともに、より高速・大容量なシステムを提供することが求められていることから、既存の携帯電話帯域において、いかにして要求に応えるかが課題とされてきた。

3GPPにおいては、この課題を解決するための方策として、複数の帯域を束ねることにより高速伝送を実現するCA等の技術が検討されている。表 1. 6. 1－1 に、検討されている主な周波数帯の組み合わせを示す。

表 1. 6. 1－1 3GPPで検討されている主なCAの組合せ

周波数の組み合わせ		提案事業者
Band 1 (2.1G)	Band 5 (850M)	モデルケースとして検討
Band 3 (1.8G)	Band 7 (2.6G)	Orange、Telecom Italia、Telefonica、Telia Sonera
Band 4 (1.7G/2.1G)	Band 17 (700M)	AT&T
Band 4 (1.7G/2.1G)	Band 13 (700M)	Verizon
Band 4 (1.7G/2.1G)	Band 12 (700M)	Cox Communications、Cellular South、US Cellular
Band 5 (850M)	Band 12 (700M)	Cox Communications、Cellular South、US Cellular
Band 20 (800M)	Band 7 (2.6G)	Orange、Telia Sonera、Telefonica
Band 2 (1.9G)	Band 17 (700M)	AT&T
Band 4 (1.7G/2.1G)	Band 5 (850M)	AT&T
Band 5 (850M)	Band 17 (700M)	AT&T

Band 1 (2.1G)	Band 7 (2.6G)	China telecom
Band 3 (1.8G)	Band 5 (850M)	SKT, LGU+
Band 4 (1.7G/2.1G)	Band 7 (2.6G)	Rogers, Bell Canada
Band 20 (800M)	Band 3 (1.8G)	Vodafone, Deutsche Telekom, Orange, Telecom Italia, Telia Sonera
Band 20 (800M)	Band 8 (900M)	Vodafone, Deutsche Telekom, Orange
Band 11 (1.5G)	Band 18 (850M)	KDDI
Band 1 (2.1G)	Band 18 (850M)	KDDI
Band 1 (2.1G)	Band 19 (850M)	NTT DOCOMO
Band 1 (2.1G)	Band 21 (1.5G)	NTT DOCOMO
Band 1 (2.1G)	Band 8 (900M)	SOFTBANK MOBILE
Band 3 (1.8G)	Band 8 (900M)	KT

1. 6. 2 追加周波数帯域（3GHz以上）

(1) ITU WRC-07での周波数特定

3GHz以上の周波数帯域であれば、広帯域な割当ての実現性が比較的高いことから、ITUでは2007年に開催された世界無線通信会議（WRC-07）において、第4世代システムを導入することを目指し、3.4～3.6GHz帯を新たにIMT用に特定した。

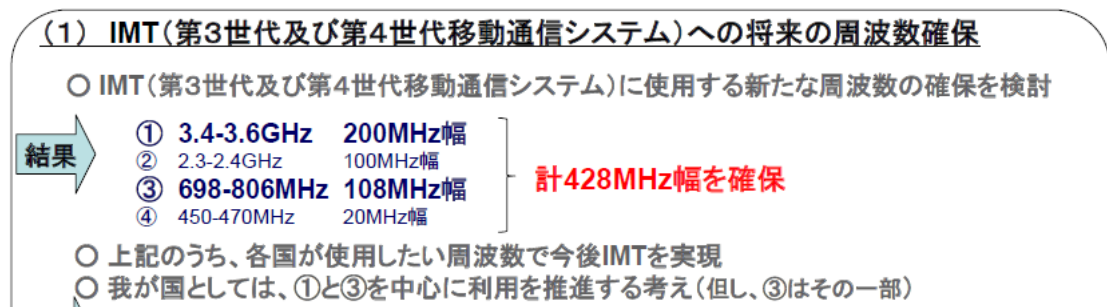


図 1. 6. 2-1 WRC-07におけるIMT周波数の拡張

(第55回情報通信審議会技術分科会資料より抜粋)

(2) 各国での検討状況

この帯域は、世界的には固定衛星システムやFWAシステムで運用されているが、WRC-07の結果により、将来的な第4世代システムによる超高速サービスの提供が期待されるようになってきている。以下に当該帯域における各国の検討状況を示す。

<欧州地域>

欧州では、もともと3.4～3.8GHz帯がBWAやFWA用途としての利用での検討が先行し、一部の国では事業者への周波数の割り当ても実施されている。その後、WRC-07の結果を受け、ECCにおいて周波数関連事項を扱うECC Project Team1 (PT1) が、携帯電話での利用も考慮して、これ

らの帯域の適切なバンドプランについて検討をしている。ECC PT1での議論を踏まえ、2011年12月に発行されたECC Decision(11)06では、3.4-3.6GHz帯についてはTDD及びFDDのバンドプラン、3.6-3.8GHz帯についてはTDD（Downlinkのみの利用も含む）のバンドプランが規定されている。なお3.4-3.6GHz帯については、一つのバンドプランへの絞込みをすることを目指して、ECC PT1において議論が継続している状況である。

Country	Uplink frequency range [MHz]		Downlink Frequency range [MHz]		Duplex arrangement	Duplex separation for FDD	Block sizes [MHz]
Austria	3410	3494	3510	3594	FDD, TDD	100 MHz	21, 28, 35, 42
Belgium	3450	3500	3550	3800	FDD, TDD	100 MHz	25
Bosnia & Herzegovina	3410	3494	3510	3594	FDD	100 MHz	21
Czech Republic	3410	3480	3510	3580	FDD, TDD	100 MHz	3.5 (raster)
France	3432.5	3495	3532.5	3595	FDD, TDD	100 MHz	15
Germany	3410	3494	3510	3594	FDD, TDD	100 MHz	21
Hungary	3410	3494	3510	3594	FDD, TDD	100 MHz	14
Ireland	3410	3500	3510	3800	FDD, TDD	100 MHz	11, 25, 35
Italy	3425	3500	3525	3800	FDD, TDD	100 MHz	21
Macedonia (FYROM)	3410	3494	3510	3594	FDD, TDD	100 MHz	31.5, 14
Norway	3413.5	3500	3513.5	3800	FDD, TDD	100 MHz	3.5 (raster)
Portugal	3410	3438	3510	3538	FDD, TDD	100 MHz	28
Russian Federation	3400	3450	3500	3550	FDD, TDD	100 MHz	
Sweden	3410	3494	3510	3594	FDD, TDD	100 MHz	28
Switzerland	3410	3497.5	3510	3597.5	FDD, TDD	100 MHz	17.5, 21, 28
United Kingdom	3480	3500	3580	3800	FDD, TDD	100 MHz	20*

図 1. 6. 2-2 欧州における3.4~3.6GHz帯の割当て状況

(携帯電話等高度化委員会第4世代作業班資料3-4より抜粋)

<米州地域>

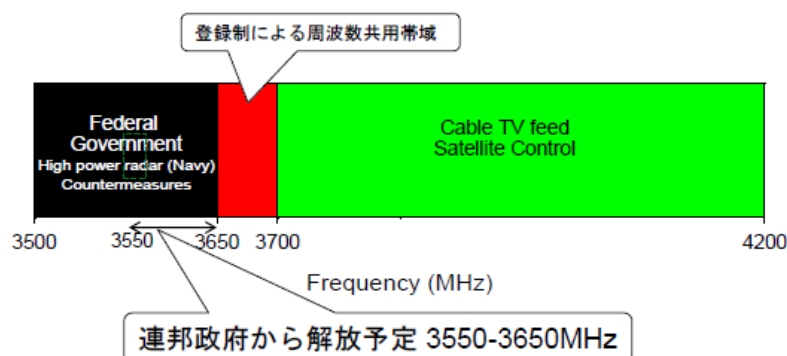
南北米州地域においては、衛星やFWA等が運用されているケースが多い。WRC-07の結果を受け、米州の地域標準化組織であるCITELが、当該帯域の将来的な利用意向についての調査を行っている（※2）。それによると、ブラジル、コスタリカ、ベネズエラが将来的にIMTシステムを導入することを計画しているとの回答を寄せている。

米国では、3650-3700MHz帯について登録制により、モバイルブロードバンド向けの地上移動業務への利用が可能となっている。また、3550-3650MHz帯について、既存システムとの共存を考慮して小セルでの基地局展開や地理的、時間的な周波数共用についての検討が進められている（※3）。

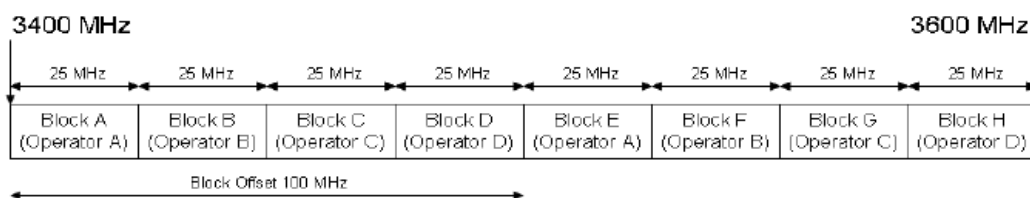
（※2）CITEL Report "REPORT ON IMPLEMENTATION PLANS IN THE AMERICAS FOR THE BANDS IDENTIFIED FOR IMT IN THE ITU RADIO REGULATIONS"

（※3）http://transition.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Business/2012/db1219/FCC-12-148A1.pdf

図 1. 6. 2-3に米州諸国における割当ての状況を示す（※4）。



(a) 米国における3.5～4.2GHz帯の割当て状況



(b) 南米（メキシコ、ペルー）における3.4～3.6GHz帯の割当て例

図1.6.2-3 米州地域における3.5GHz帯付近の割当て状況

(携帯電話等高度化委員会第4世代作業班資料3-4より抜粋)

(※4) 3GPP TR37.801 V10.0.0 (2011-10)

<アジア太平洋地域>

アジア太平洋地域では、APT配下の無線システム関連のフォーラムであるAWGにおいて、地域内の国に対して3.4～3.6GHz帯の使用状況と今後のバンド利用計画についてのアンケートを行っており、当該諸国からの回答をまとめている作業文書がある(※1)。それによると、日本を始めとして、豪州、中国、韓国、シンガポールなどいくつかの国が、将来的にIMTシステムを導入する計画を有しているとの回答を寄せている。

(※1) Document AWG-13/TMP-27 “Working document towards APT Report on Frequency Usage of the Band 3400-3600 MHz”

各国における具体的な検討状況としては、中国における衛星業務(FSS)との共存のためのフィールド実験が挙げられる。中国では、3.4-3.6GHz帯におけるIMTシステムと衛星業務との共存条件を検討するためのフィールド試験を実施継続中であり、2012年時点で、IMT基地局の出力が低い場合においては、共存可能性があるとの暫定的見通しを導いている(図1.6.2-4)。

衛星(FSS*)システムとの干渉検討－中国

* FSS (Fixed Satellite Service)

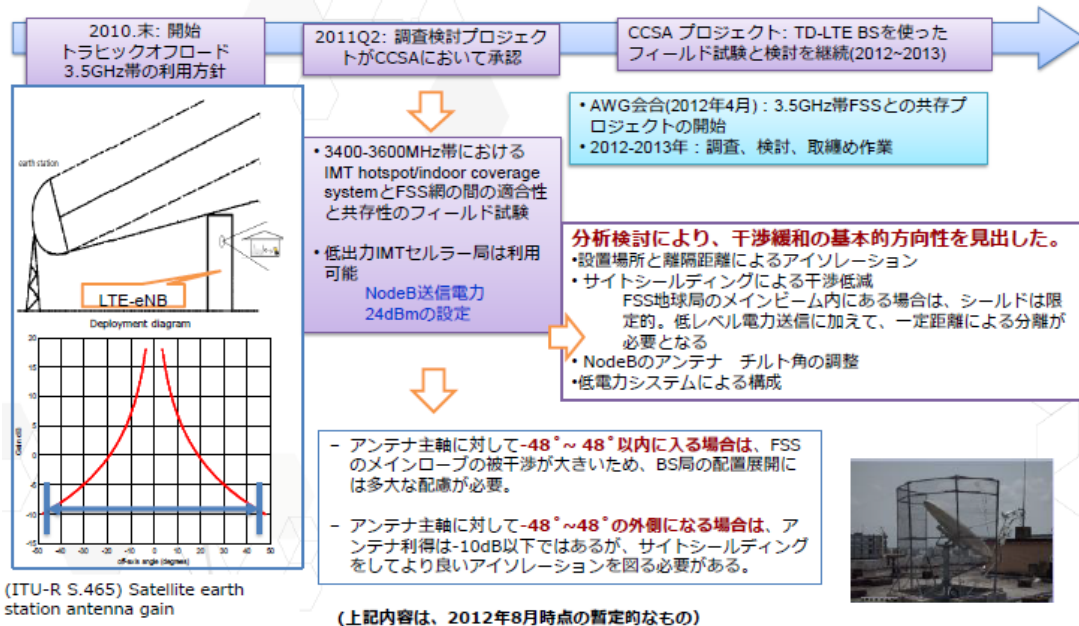


図 1. 6. 2-4 中国における衛星システムとの干渉検討

(携帯電話等高度化委員会第4世代作業班資料4-7より抜粋)

(3) ITU WRC-15に向けた動き

2015年に開催される予定のWRC15では、更なるIMT等への周波数追加が検討されることとなっており、多くの国においてモバイルブロードバンドプランの検討が行われている(表1. 6. 2-1)。

表 1. 6. 2-1 2020年に向けた世界のモバイルブロードバンドプラン

	ブロードバンドプランにおける割り当て幅 (2020年までの計画)	検討されている追加割り当て候補帯域	備考
日本	1100MHz程度	3600-4200、4400-4900MHz	*1
米国	500MHz程度	225-3700MHz、等	*2
英国	500MHz程度	2700-3400、4400-5000MHz、等	*3
豪州	300MHz程度	1.5GHz帯、2700-2900、3600-4200MHz、等	*4
韓国	600MHz程度	5GHz以下で200MHz幅	*5

*1 総務省「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数検討ワーキンググループ」とりまとめ、http://www.soumu.go.jp/main_content/000094917.pdf

*2 Connecting America :The National Broadband Plan, <http://download.broadband.gov/plan/national-broadband-plan.pdf>

*3 Britain 's Superfast Broadband Future, December 2010, <http://www.culture.gov.uk/images/publications/10-1320-britains-superfast-broadband-future.pdf>

*4 Towards 2020- Future spectrum requirements for mobile broadband, Australian Communications and Media Authority,

http://www.acma.gov.au/WEB/STANDARD/pc=PC_312514

*5 INFORMATION OF NATIONAL MOBILE BROADBAND PLAN by Republic of Korea, AWG-12/INP-74

第2章 3. 4GHz を超え 4. 2GHz 以下の周波数帯における第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間及び第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) と他システムとの干渉検討

2. 1 検討対象システムと干渉検討の方法

2. 1. 1 他システムの利用状況について

3. 4-4. 2GHz帯においては、放送事業用システム、及び衛星業務システムが運用されている。

このうち3. 4-3. 456GHz帯は、放送事業用の伝送回線として利用されており、その概要を図2. 1. 1-1に示す。これらの放送事業用の無線局は、総務省周波数再編アクションプランにより、(i) 3. 5GHz帯音声STL/TTL/TSL及び放送監視制御回線については、Mバンド (6570-6870MHz) 又はNバンド (7425-7750MHz) に、(ii) 3. 4GHz帯音声FPUについては、Bバンド (5850-5925MHz) 又はDバンド (6870-7125MHz) に、最長で平成34年11月30日までに周波数移行するとされている。平成25年3月現在で、免許人数は86、無線局数は359となっている。

放送事業用無線局の干渉検討に用いたパラメータは、参考資料1-1及び参考資料1-2の通りである。

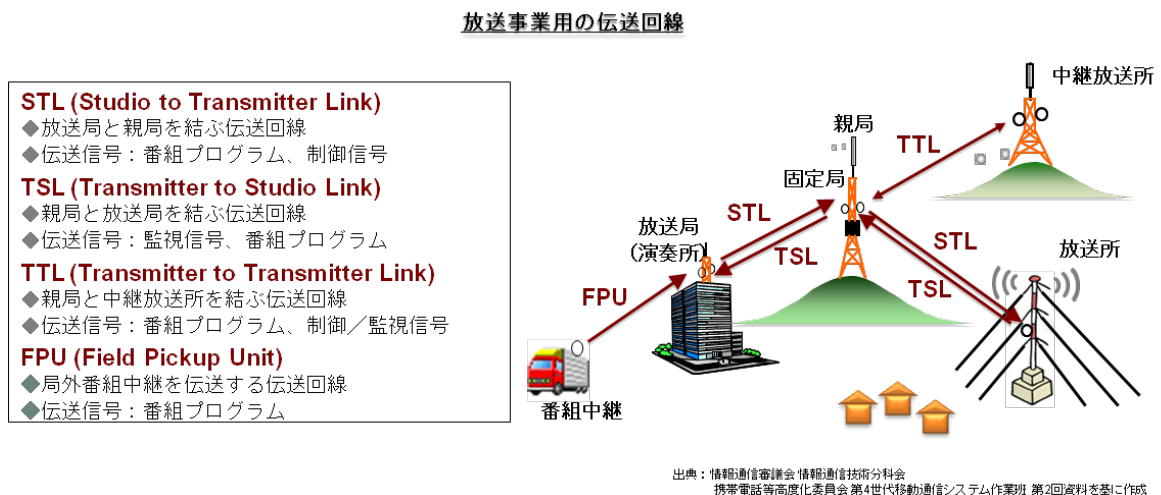


図2. 1. 1-1 放送事業用システムの概要

(携帯電話等高度化委員会資料11-2より抜粋)

また3. 4-4. 2GHz帯においては、電気通信事業者により、衛星業務用システムが運用されている(図2. 1. 1-2参照)。地球局向けに、国内通信(離島向け通信、衛星移動通信)、国際通信(直接通信、中継サービス)、船上地球局、回線監視、衛星管制を提供するために使用されているほか、電気通信事業者が提供する静止衛星を用いた衛星移動通信サービスのうち、人工衛星局と地上に接続する各移動地球局からの通信を地上の公衆回線網などに送る業務用通信等(フィーダーリンク)にも利用されている。平成25年2月現在で、免許人数は7、無線局数は33となっている。

また、国内には、国外免許による固定衛星からの信号や、海外の衛星放送配信を受信する

受信設備も存在している。調査結果によると、これらの総数は約3万程度と想定される（参考資料4参照）。

衛星業務用システムの干渉検討に用いたパラメータは、参考資料1-3の通りである。

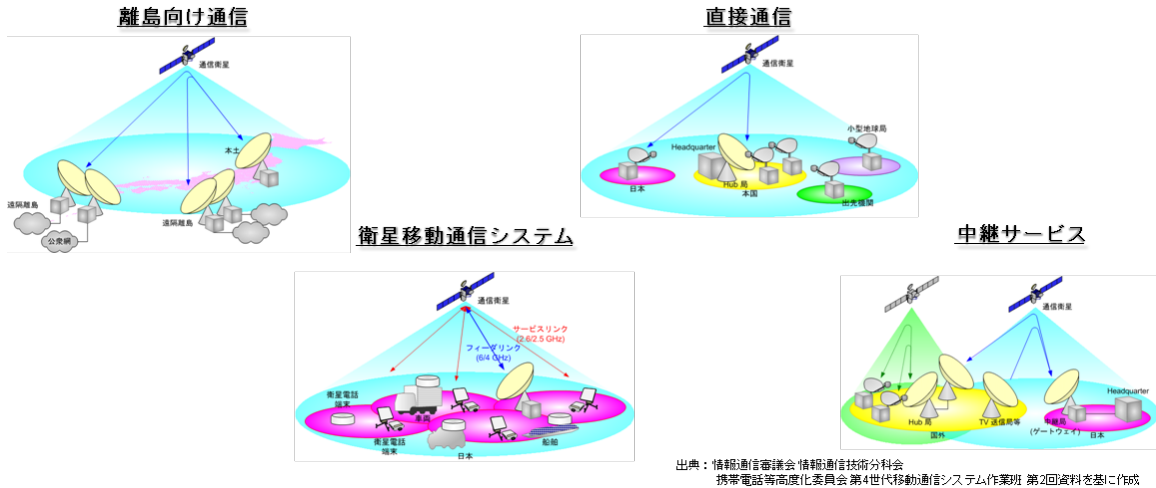


図2. 1. 1-2 衛星業務用システムの概要
(携帯電話等高度化委員会資料11-2より抜粋)

また、隣接帯域となる4.2-4.4GHz帯においては、航空機電波高度計システムが運用されている。これは、運用航空機から地表に向け電波を放射し、反射波が戻ってくるまでの時間を測定することで高度を知る計器である。飛行中は高度と気圧の関係を用いた気圧高度計で高度を計測するが、低高度（2500ft以下）では気圧高度計が正常に動作しないため、着陸時は電波高度計で飛行高度を測定するものである。

電波高度計の干渉検討に用いたパラメータは、参考資料1-4の通りである。

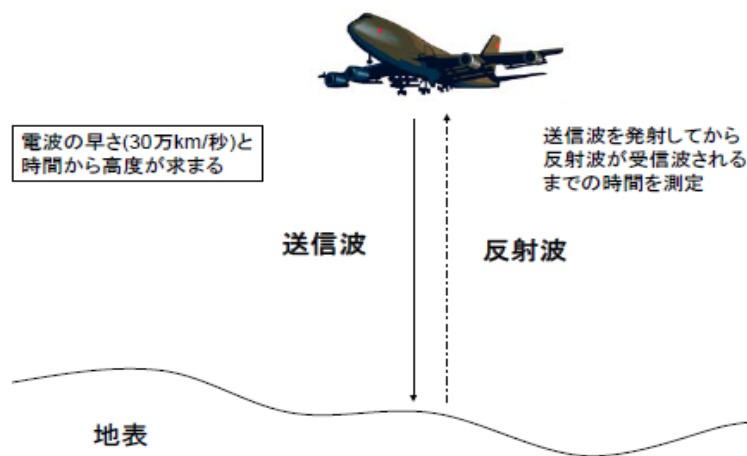
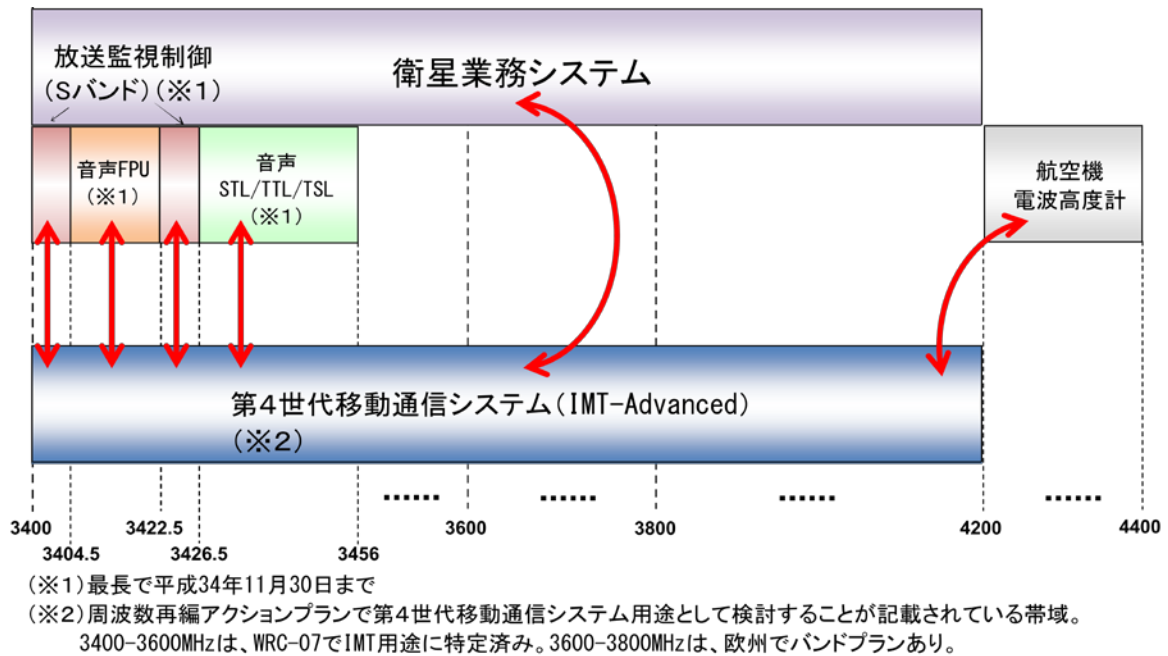


図2. 1. 1-3 航空機電波高度計の概要

2. 1. 2 検討対象となる干渉形態

2. 1. 1章で示した他業務による当該帯域の利用状況に基づき、対象となる干渉システムを図2. 1. 2-1に示す。



周波数帯域	干渉検討対象システム
3400-3600MHz	<ul style="list-style-type: none"> 放送事業用システム（音声FPU、音声STL/TTL/TSL及び放送完成制御回線） 衛星業務システム
3600-3800MHz	<ul style="list-style-type: none"> 衛星業務システム
3800-4200MHz	<ul style="list-style-type: none"> 衛星業務システム 航空機電波高度計システム

図2. 1. 2-1 検討対象となる干渉システム

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、検討対象となる基地局間及び移動局間の干渉形態を、図2. 1. 2-2及び3中の矢印で示す。

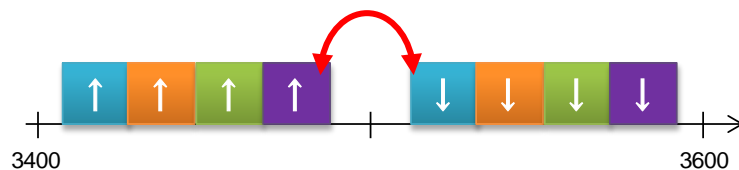


図 2. 1. 2 - 2 FDDである場合の検討対象となる干渉形態(本図面は 4 事業者の例)

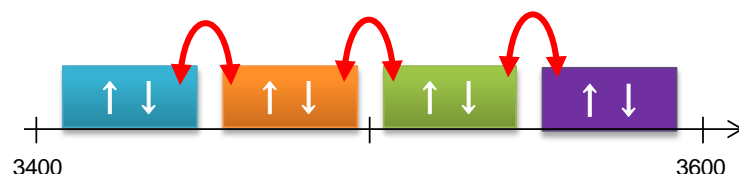


図 2. 1. 2 - 3 TDDである場合の検討対象となる干渉形態(本図面は 4 事業者の例)

2. 1. 3 干渉検討の方法

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」、「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)」、及び「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、小電力レピーター)」の 4 種類を考慮する。また、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、既存の無線システムとの干渉検討については、FDD、TDD に応じた場合分けは行なわないで、基地局送信、移動局送信等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考察する。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 2. 1. 2 - 1、2、3 中の矢印でされた検討対象となる干渉形態に基づき、共用検討の組み合わせのまとめを表 2. 2 - 1 に示す。

表 2. 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	衛星業 務シス テム （↓）	航空機電 波高度計 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	○	○	—	—	—	—	—
衛星業務 システム （↓）	○	○	—	—	—	—	—
航空機電波 高度計シス テム	○	○	—	—	—	—	—

2. 2 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の干渉検討パラメータ

第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）として、勧告 ITU-R M. 2012 で勧告された、LTE-Advanced 及び WirelessMAN-Advanced を対象とする。しかしながら、両方式とも干渉検討に使用するパラメータは同様な値であり、それぞれに対する干渉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. 2. 1 基地局のパラメータ

（1）送受信特性

表2. 2. 1-1及び2に干渉調査に用いた基地局（以下、通常基地局）の送受信特性を示す。なお、一部の干渉調査においては、空中線電力の大きさ等が小さい基地局の例（以下、小セル基地局）についても追加検討を行っており、それらのパラメータの値を併せて示す。

表 2. 2. 1-1 送信側に係る情報

	通常基地局	小セル基地局
送信周波数帯	3.5GHz、あるいは 検討対象システムの最小周波数を使用	
空中線電力	36dBm/MHz ^{注1}	20dBm/MHz ^{注3}
空中線利得	17dBi ^{注1}	5 dBi ^{注3}
給電線損失	5 dB ^{注1}	0 dB ^{注3}
アンテナ指向 特性（水平）	図 2. 2. 1-1	オムニ ^{注3}
アンテナ指向 特性（垂直）	図 2. 2. 1-2	オムニ ^{注3}
送信空中線高	40m ^{注1}	10m ^{注3}
チャンネル帯域幅 (BWChannel)	20、40、60、80、100MHz	
隣接チャンネル 漏えい電力 ^{注2}	下記または-13dBm/MHz の高い値 -44.2dBc (20MHz 離調)、 -44.2dBc (40MHz 離調) 参照帯域幅は 18MHz	
スプリアス強度 ^{注2} (30MHz- 1 GHz) (1 GHz-18GHz)	-13dBm/100kHz -13dBm/MHz (周波数帯の端から 10MHz 以上の範囲に適用)	
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 図 2. 2. 1-3	

注 1 : 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）

注 2 : 3GPP 仕様から引用

注 3 : 3GPP での評価パラメータから引用（3GPP TR36.814）

表 2. 2. 1-2 受信側に係る情報

	通常基地局	小セル基地局
受信周波数	3.5GHz、あるいは 検討対象システムの最小周波数を使用	
許容干渉電力	-119dBm/MHz ^{注1} (I/N = -10dB)	-114dBm/MHz ^{注3} (I/N = -10dB)
許容感度抑圧電力 注2	-43dBm	
受信空中線利得	17dBi ^{注1}	5dBi ^{注3}
給電損失	5 dB ^{注1}	0 dB ^{注3}
空中線高	40m ^{注1}	10m ^{注3}

注 1 : 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)

注 2 : 3GPP 仕様から引用

注 3 : 3GPP での評価パラメータから引用 (3GPP TR36.814)

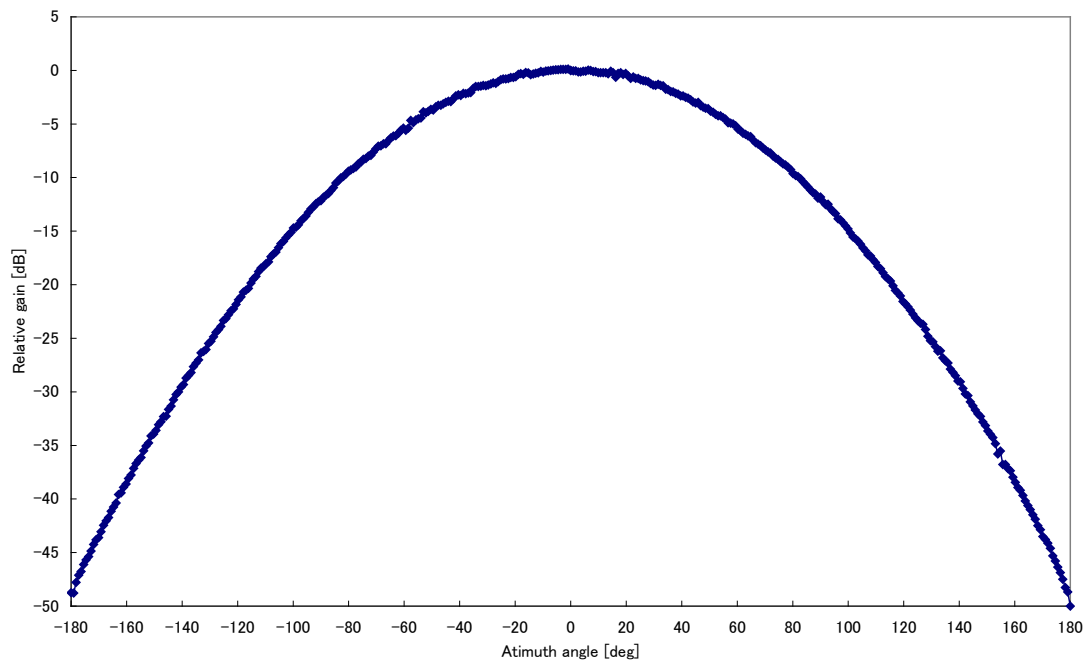


図 2. 2. 1-1 基地局の送受信アンテナパターン(水平面)

(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)

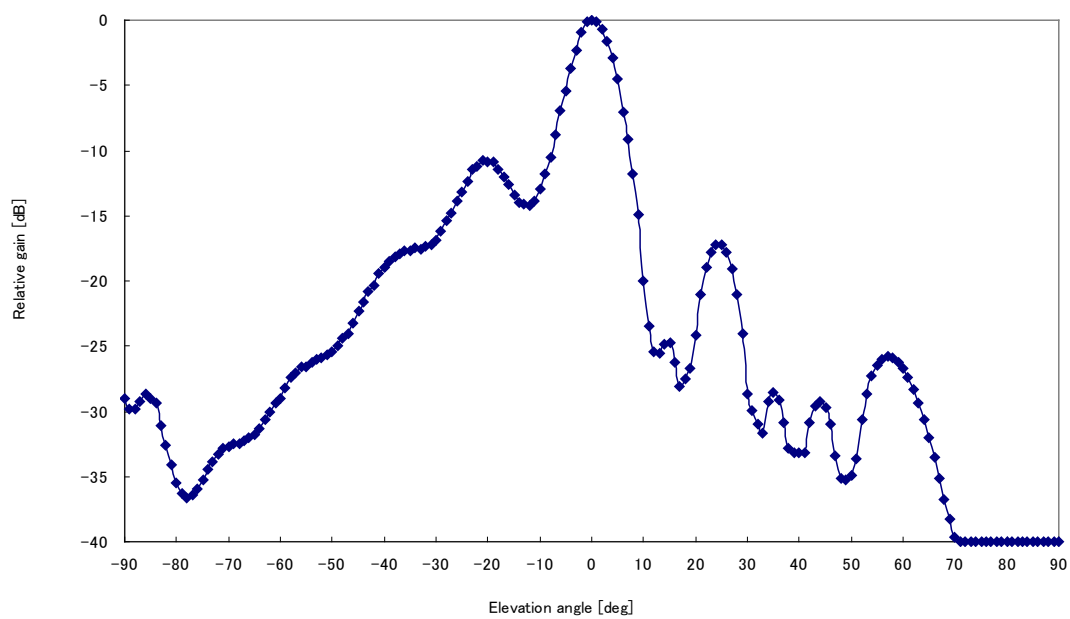


図 2. 2. 1-2 基地局の送受信アンテナパターン(垂直面)
 (携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成18年12月21日)の図3. 2-2に基づきシ
 ミュレーションを用いて仰角10度以上に拡張)

表 2. 2. 1-3 基地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)		
	チャネル帯域幅 20、40、60MHz	チャネル帯域幅 80MHz	チャネル帯域幅 100MHz
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	120.0
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	120.0	105.1
75	110.3	120.0	106.3
80	112.2	120.0	107.6
85	114.0	120.0	108.9

90	115.9	120.0	110.3
95	117.7	120.0	111.7
100	119.5	120.0	113.1

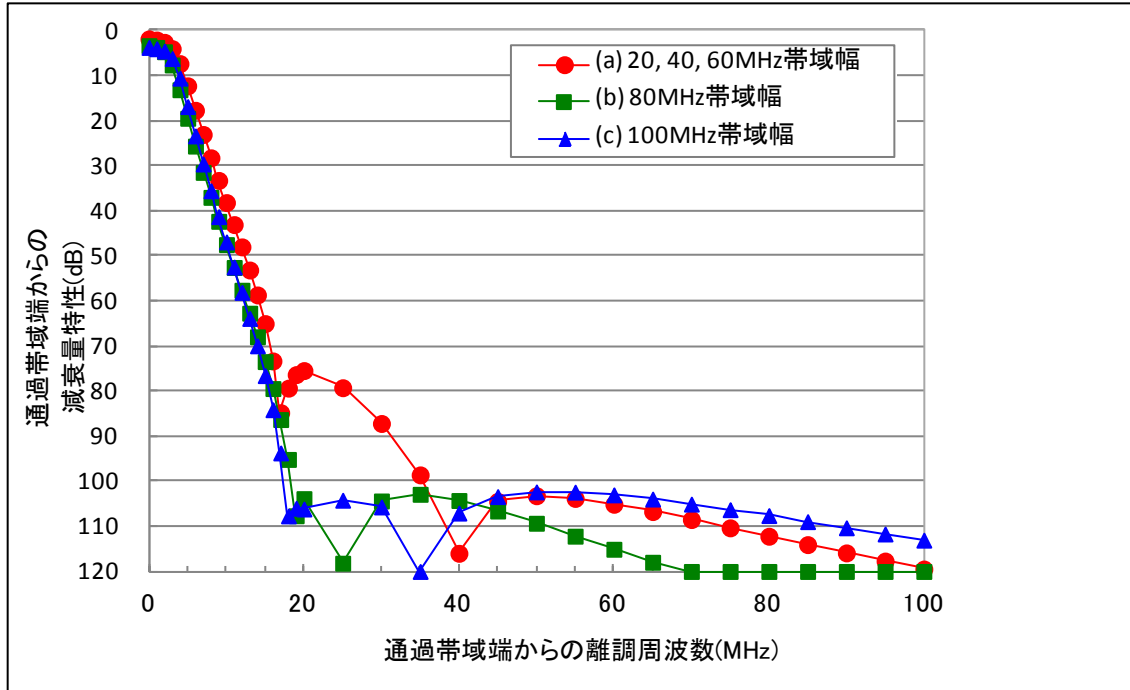


図2. 2. 1-3 基地局の送受信フィルタ特性

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でも、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、共用検討に用いる隣接チャネル漏えい電力は、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. 2 移動局のパラメータ

(1) 送受信特性

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

表 2. 2. 2-1 送信側に係る情報

送信周波数帯	3.5GHz、あるいは 検討対象システムの最小周波数を使用
空中線電力 ^{注2}	23dBm
空中線利得 ^{注1}	0 dBi
給電線損失 ^{注1}	0 dB
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 ^{注1}	1.5m
チャンネル帯域幅 (BWChannel)	20、40、60、80、100MHz
隣接チャンネル 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- 1 GHz) (1 GHz-18GHz)	-36dBm/1kHz -36dBm/10kHz -36dBm/100kHz -30dBm/MHz
スペクトラムマスク特性	表 2. 2. 2-3
送信フィルタ特性	—
その他損失 ^{注1}	8 dB (人体吸収損)

注 1 : 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)

注 2 : 3GPP 仕様から引用 (3GPP 仕様での規定は最大 40MHz 幅。本報告では、60、80、100MHz の場合にも適用できるとの想定で検討)

表 2. 2. 2-2 受信側に係る情報

受信周波数	3.5GHz、あるいは 検討対象システムの最小周波数を使用
許容干渉電力 注1	-110.8dBm/MHz (I/N=-6dB)
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 注1	0 dBi
給電損失 注1	0 dB
空中線高 注1	1.5m
その他損失 注1	8 dB (人体吸収損)

注 1 : 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)

注 2 : 3GPP 仕様から引用 (3GPP 仕様での規定は最大 40MHz 幅。本報告では、60、80、100MHz の場合にも適用できるとの想定で検討)

表 2. 2. 2-3 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	30kHz
± 1-5	-10	-10	-10	-10	-10	1MHz
± 5-20	-13	-13	-13	-13	-13	1MHz
± 20-25	-25	-13	-13	-13	-13	1MHz
± 25-40		-13	-13	-13	-13	1MHz
± 40-45		-25	-13	-13	-13	1MHz
± 45-60			-13	-13	-13	1MHz
± 60-65			-25	-13	-13	1MHz
± 65-80				-13	-13	1MHz
± 80-85				-25	-13	1MHz
± 85-100					-13	1MHz
± 100-105					-25	1MHz

注 1 : 3GPP仕様から引用 (3GPP仕様での規定は最大40MHz幅。本報告では、60、80、100MHzの値については40MHzまでの仕様値から想定される値を利用。)

(2) 確率的検討のパラメータ

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徴を考慮し、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. 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、移動局間の干渉、または与干渉、被干渉のいずれかが移動局である干渉形態について、複数の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。

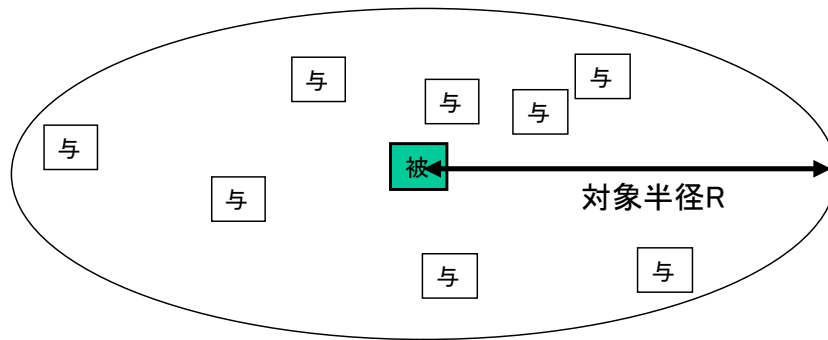


図2. 2. 2-1 モンテカルロ・シミュレーションによる干渉検討イメージ

図2. 2. 2-2に確率的調査に用いた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、移動局の送信帯域幅が20MHzである場合の分布であるが、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）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、移動局毎の送信帯域幅は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移動局の台数は、携帯電話システムの技術的条件の検討に関わる情報通信審議会での従前の検討に従い、1 MHz及び1 km²当たり40.62台、評価半径は半径100mとして検討を行なう。これらの条件は、移動局からの干渉量を見積もる上で、十分大きな値である。

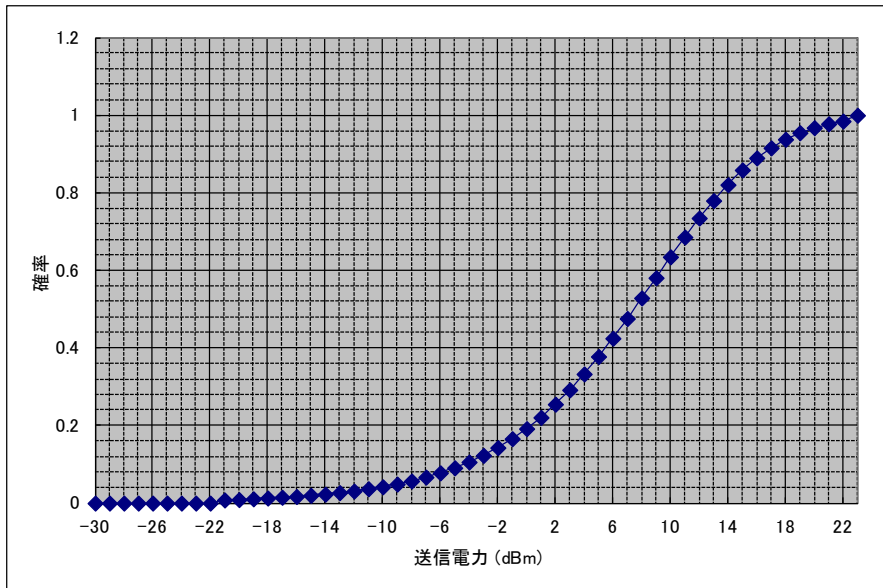


図 2. 2. 2 - 2 移動局の送信電力累積確率

2. 2. 3 陸上移動中継局のパラメータ

(1) 送受信特性

表2. 2. 3-1及び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、検討対象とする無線システムは、屋外にアンテナが設置されているため、干渉条件としてより厳しい「屋外エリア用の陸上移動中継局」に基づき、パラメータを設定した。

表2. 2. 3-1 送信側に係る情報

	移動局対向器	基地局対向器
送信周波数帯	3.5GHz、あるいは検討対象システムの最小周波数を使用	
最大送信出力	38dBm	23dBm
送信空中線利得	11dBi	13dBi
送信給電線損失	8 dB	8 dB
アンテナ指向特性（水平）	図2. 2. 3-1	図2. 2. 3-3
アンテナ指向特性（垂直）	図2. 2. 3-2	図2. 2. 3-4
送信空中線高	15m	15m
隣接チャネル漏えい電力	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	30MHz-1 GHz（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 1 GHz-12.75GHz 未満 -13dBm/1 MHz	30MHz-1 GHz（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 1 GHz-12.75GHz 未満 -30dBm/1 MHz
帯域外利得	帯域端から 200kHz 離れ：60dB 帯域端から 1 MHz 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 1 MHz 離れ：45dB 帯域端から 10MHz 離れ：35dB

表. 2. 2. 3-2 受信側に係る情報

	移動局対向器	基地局対向器
送信周波数帯	3.5GHz、あるいは検討対象システムの最小周波数を使用	
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	11dBi	13 Bi
受信給電線損失	8 dB	8 dB
アンテナ指向特性 (水平)	図 2. 2. 3-1	図 2. 2. 3-3
アンテナ指向特性 (垂直)	図 2. 2. 3-2	図 2. 2. 3-4
受信空中線高	15m	15m

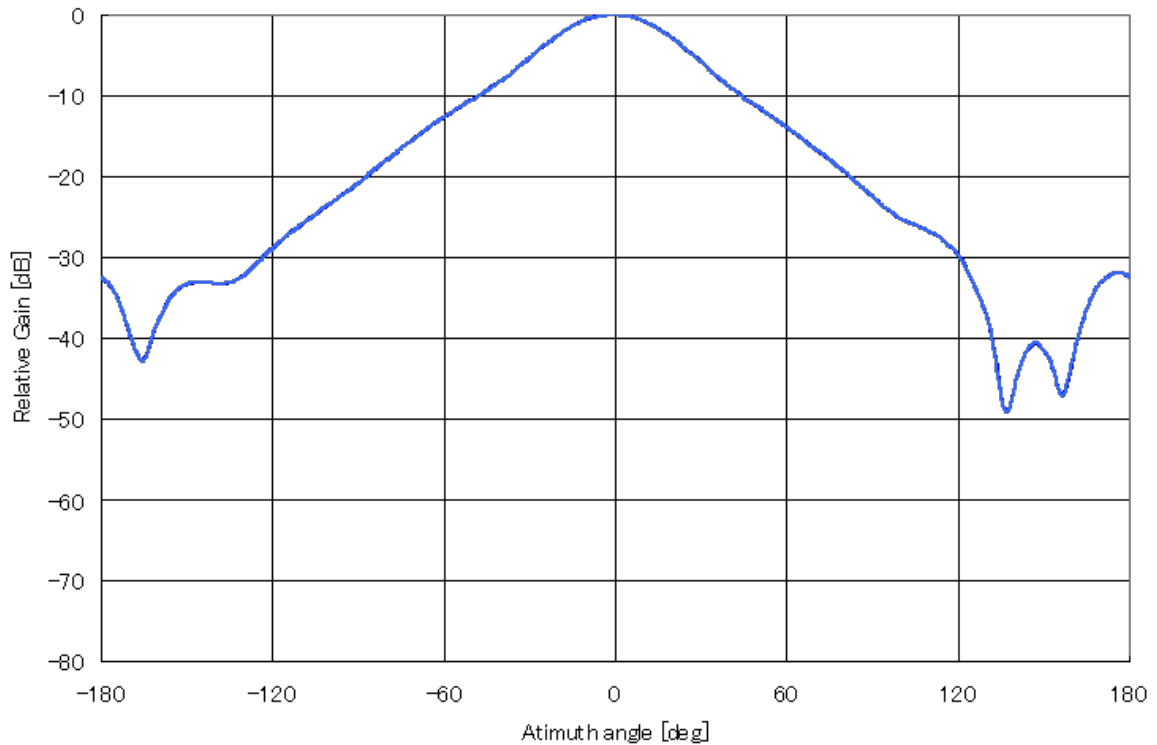


図 2. 2. 3-1 移動局対向器のアンテナ指向特性 (水平)

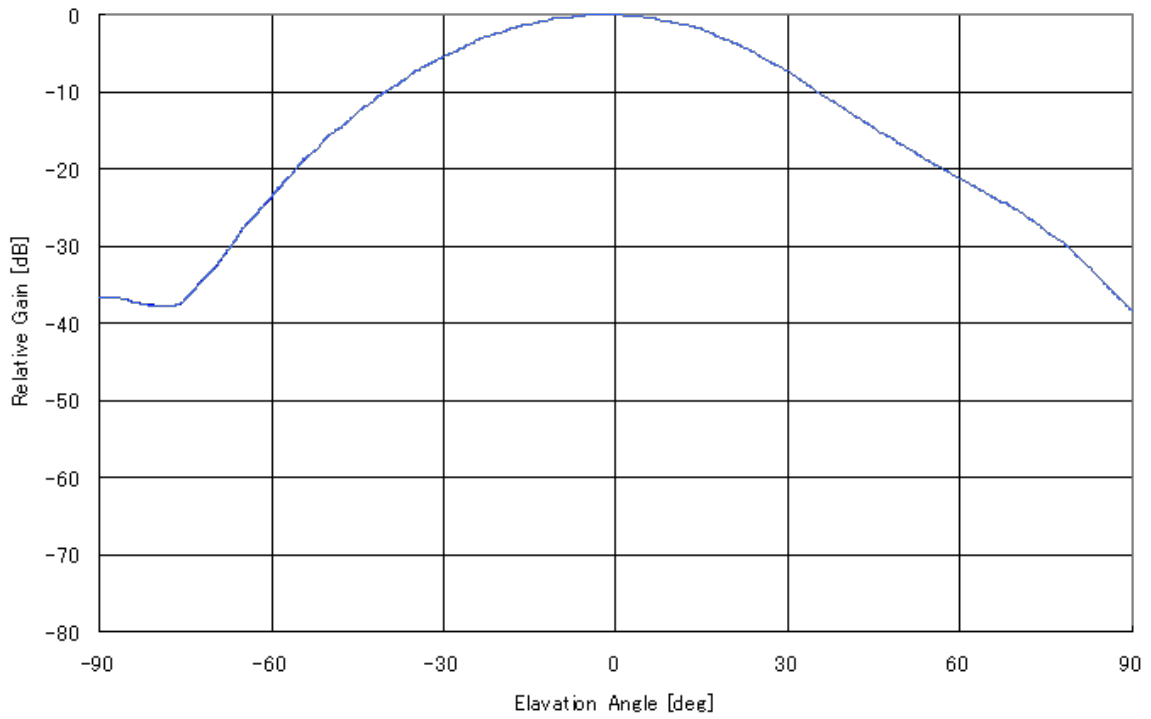


図 2. 2. 3 - 2 移動局対向器のアンテナ指向特性（垂直）

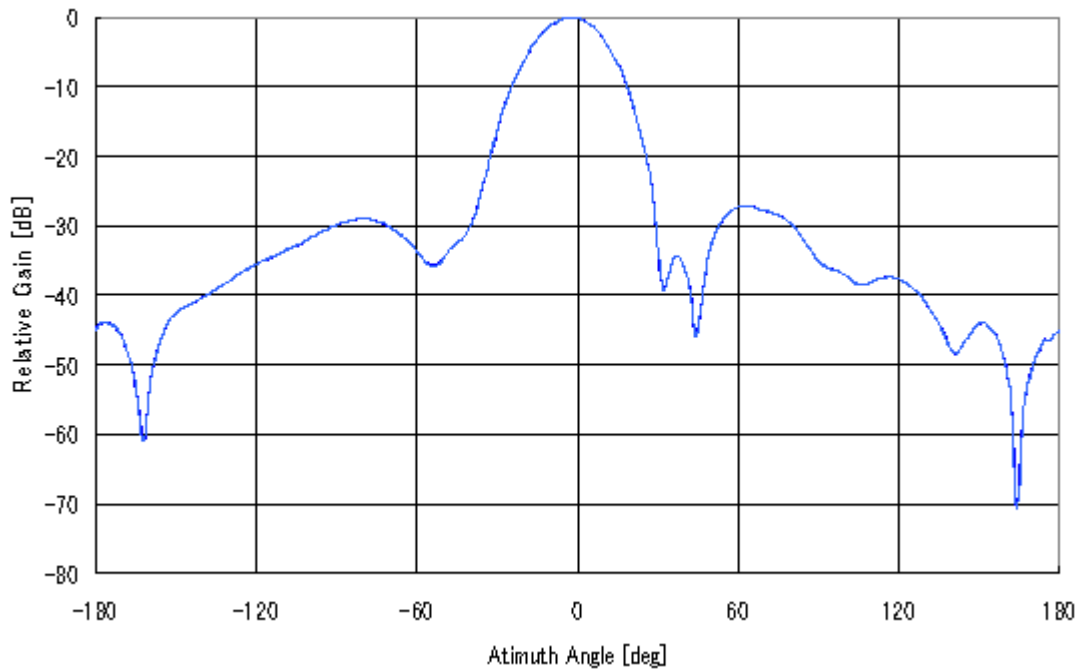


図 2. 2. 3 - 3 基地局対向器のアンテナ指向特性（水平）

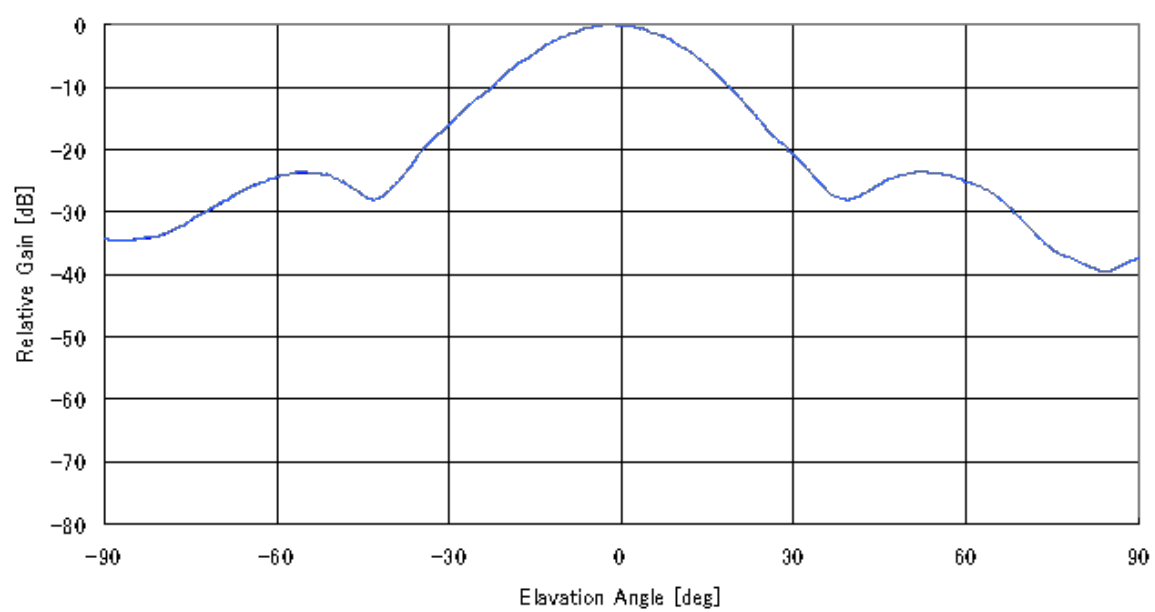


図 2. 2. 3-4 基地局対向器のアンテナ指向特性 (垂直)

2. 2. 4 小電力レピータのパラメータ

(1) 送受信特性

表2. 2. 4-1、及び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。小電力レピータは一体型と分離型の構成があるが、干渉条件としてより厳しい「一体型」に基づき、パラメータを設定した。

表2. 2. 4-1 送信側に係る情報

	移動局対向器	基地局対向器
送信周波数帯	3.5GHz、あるいは検討対象システムの最小周波数を使用	
最大送信出力	24dBm	16dBm
送信空中線利得	0 dBi	9 dBi
送信給電線損失	0 dB	0 dB
アンテナ指向特性（水平）	オムニ	図2. 2. 4-1
アンテナ指向特性（垂直）	オムニ	図2. 2. 4-2
送信空中線高	2 m	2 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）： -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/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）： -35.2dBc/3.84MHz以下 又は-30dBm/MHz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. 2. 4-2 受信側に係る情報

	移動局対向器	基地局対向器
受信周波数帯	3.5GHz、あるいは検討対象システムの最小周波数を使用	
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
アンテナ指向特性 (水平)	オムニ	図 2. 2. 4-1
アンテナ指向特性 (垂直)	オムニ	図 2. 2. 4-2
受信空中線高	2 m	2 m

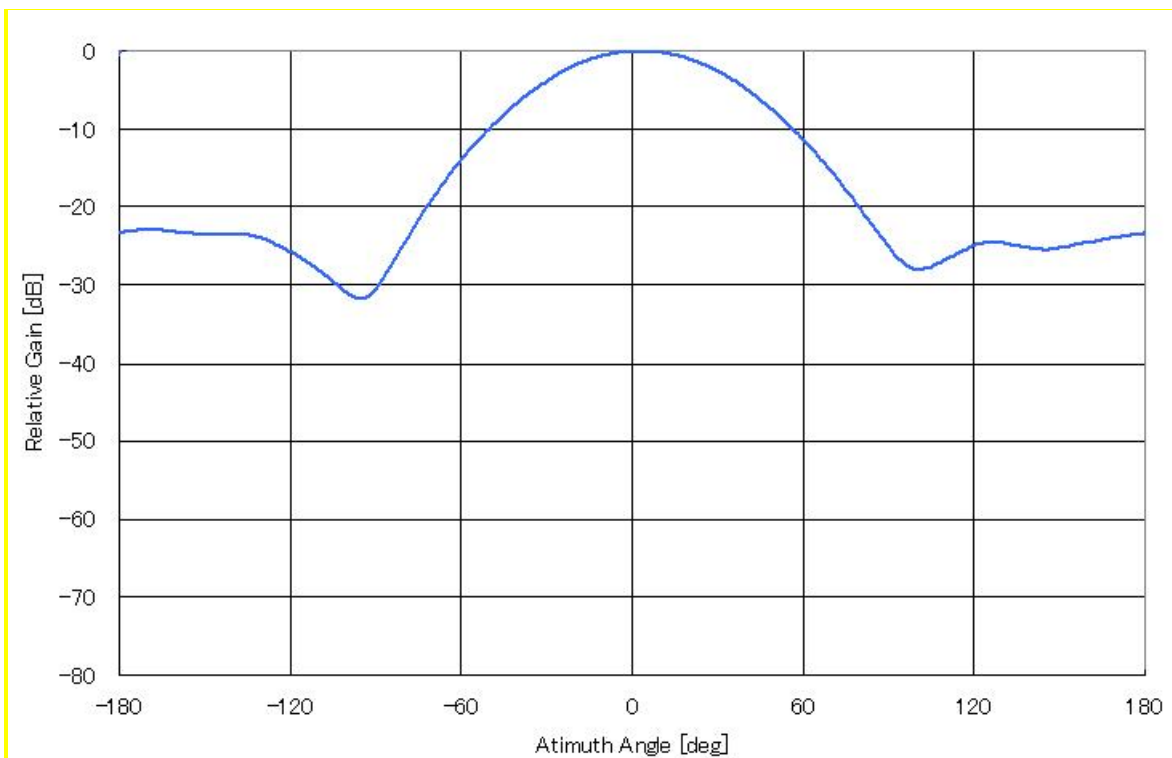


図 2. 2. 4-1 基地局対向器のアンテナ指向特性 (水平)

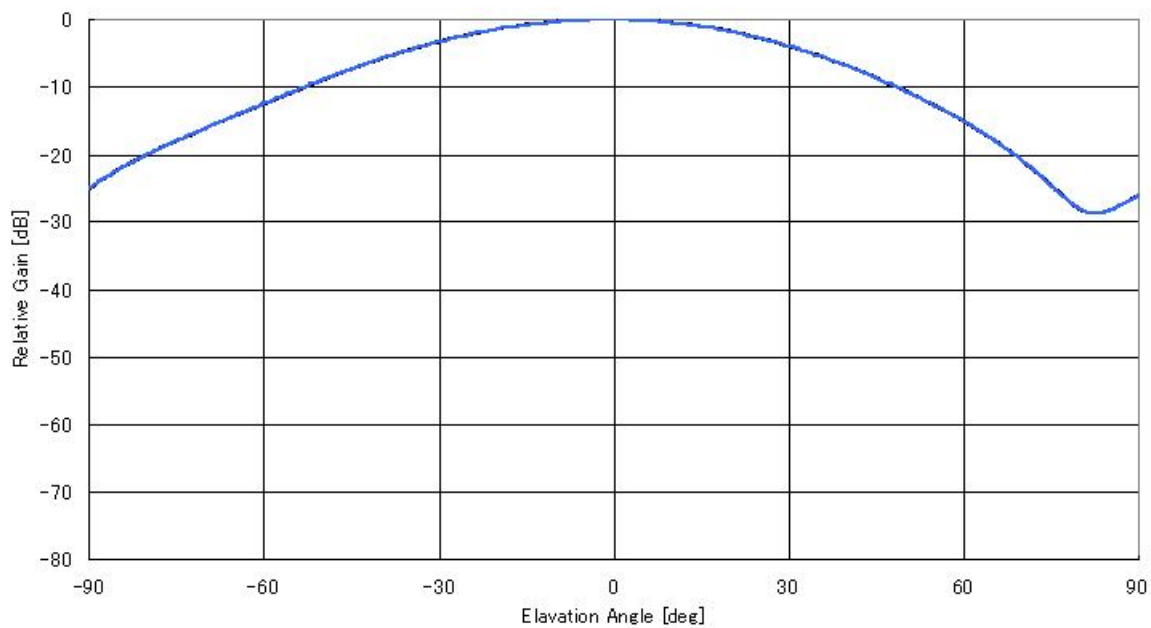


図 2. 2. 4 - 2 基地局対向器のアンテナ指向特性 (垂直)

2. 2. 5 干渉検討に用いる伝搬式

伝搬式として、「自由空間損失」、及び「拡張秦式」の2つを用いた。 f は周波数 (MHz)、 h_b は基地局アンテナ高 (m)、 h_m は移動局アンテナ高 (m)、 H_b は h_b と h_m の大きい方の値、 H_m は h_b と h_m の小さいほうの値、 d は距離 (km) を表す。

(1) 自由空間損失

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

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

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

(2) 拡張秦式

拡張秦式として、報告ITU-R SM. 2078で定義されているモデルを用いた。適用可能な周波数は3 GHzまでと定義されているが、近似的に3.5GHzでも適用可能と仮定して評価を行った（参考資料2を参照）。

- $d \leq 0.04$ km

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

- $d \geq 0.1$ km

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

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

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

の場合に、

市街地 (Urban) モデル

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

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

郊外地 (Sub-urban) モデル

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

開放地 (Open area) モデル

$$L [\text{dB}] = L(\text{urban}) - 4.78 \left\{ \log \left[\min \{ \max \{ 150, f \}, 2000 \} \right] \right\}^2 \\ + 18.33 \log \left[\min \{ \max \{ 150, f \}, 2000 \} \right] - 40.94$$

- $0.04 < d < 0.1 \text{ km}$

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

また、上記の各式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。

2. 3 第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間の干渉検討

第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) 相互間の干渉検討として、異なる事業者間の無線局の干渉シナリオを考慮して評価を行った。検討においては、基地局間、及び移動局間の干渉について評価を行った。陸上移動中継局間の干渉は基地局間の共存条件、小電力レピータ間の干渉については、既存の携帯電話周波数帯域での小電力レピータの共存条件と同様となると想定されるため、共存可能であると判断し、検討を省略した。

また、TDD の場合、複数の事業者間でネットワーク同期を行う場合 (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) には、一般には、ガードバンド0MHz で共用可能であるため、検討を省略した。

2. 3. 1 基地局間の干渉

基地局間の干渉シナリオとして、異なる事業者の基地局アンテナが同一サイトに併設設置されているモデル (図2. 3. 1-1) での評価を行った。

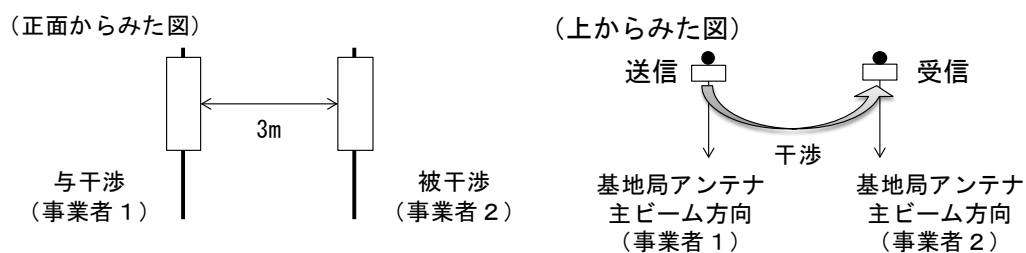


図2. 3. 1-1 基地局併設設置モデル

事業者1の基地局送信周波数と事業者2の基地局受信周波数のガードバンド幅を5、10MHzとした場合の、基地局間干渉の影響を調査した結果を表2. 3. 1-1に示す。

ガードバンド幅が5MHzの場合には、帯域内、及び帯域外干渉を抑圧するためのフィルタを、それぞれ与干渉、及び被干渉側の基地局に挿入するだけでは所要改善量が残存する。したがって、設置する基地局アンテナ間の離隔距離を大きくする等のサイトエンジニアリングを行って残りの所要改善量をマイナス、あるいは不要発射強度やフィルタの実力値を考慮できる程度まで十分に小さくすることができれば、共用可能である。しかしながら、サイトエンジニアリングによる基地局の設置条件に過度な制限を加えないためには、5MHzよりも大きなガードバンド幅を設けることが望ましいと考えられる。

一方、ガードバンド幅が10MHzの場合には、帯域内干渉を抑圧するためのフィルタを与干渉側の基地局に挿入することにより所要改善量は1.3dBとなるため、不要発射強度やフィルタの実力値を考慮することで、共用可能である。また、帯域外干渉を抑圧するためのフィルタを被干渉側の基地局に挿入することにより、所要改善量がマイナスとなるため共用可能である。

なお本机上計算で仮定したフィルタの減衰量等による改善効果は、試作した基地局パワーアンプ及び送信フィルタの実デバイスの特性評価結果より、その実現性が確認できている (参考資料6参照)。

表 2. 3. 1-1 所要改善量 (基地局↓→基地局↑)

干渉形態	伝搬モデル	ガード バンド幅	チャネル 帯域幅 (MHz)	所要改善量 (dB)	所要改善量 (フィルタ挿入 後) (dB)
帯域内干渉	自由空間	5 MHz	20~100	44.6	32.4
帯域外干渉			20	25.4	13.2
			40	28.4	16.2
			60	30.2	18.0
			80	31.4	19.2
			100	32.4	20.2
帯域内干渉	自由空間	10MHz	20~100	39.4	1.3
帯域外干渉			20	25.4	-12.7
			40	28.4	-9.7
			60	30.2	-7.9
			80	31.4	-6.7
			100	32.4	-5.7

以上の検討結果を踏まえると、3GPP で規定されている FDD、TDD バンドプランの実現性は以下の通りである。

(1) FDD の場合

3GPP で規定されている Band 22 (上り周波数 : 3410-3490MHz、下り周波数 : 3510-3590MHz、センターギャップ : 20MHz 幅) では、異なる事業者間の基地局送信周波数と基地局受信周波数の最小ガードバンド幅が、センターギャップ幅として 20MHz 幅確保できるため、共用可能である。

(2-1) TDD 事業者間同期運用の場合

3GPP で規定されている Band 42 (上り/下り周波数 : 3400-3600MHz) 及び Band 43 (上り/下り周波数 : 3600-3800MHz) は、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) 前提で仕様を作成されているが、この場合には、ガードバンド幅 0 MHz で共用可能である。

(2-2) TDD 事業者間非同期運用の場合

Band 42 及び 43 について TDD 事業者間非同期運用で利用するためには、隣接する事業者間の最小ガードバンド幅として、10MHz が必要と考えられる。

2. 3. 2 移動局間の干渉

異なる事業者の移動局間の干渉シナリオについて、確率的調査により評価した。

(1) FDD の場合

3GPPで規定されているBand 22（上り周波数：3410-3490MHz、下り周波数：3510-3590MHz、センターギャップ：20MHz幅）の受信周波数帯に対するスプリアス強度の保護レベル（-40.0 dBm/MHz）を用い、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）を行った。帯域内干渉の結果を表2. 3. 2-1に、帯域外干渉の結果を表2. 3. 2-2に示す。なお上記のスプリアス強度の保護レベルは、試作した移動局パワーアンプ及び送信フィルタの実デバイスの特性評価結果より、その実現性が確認できている（参考資料7参照）。

表2. 3. 2-1 帯域内干渉の所要改善量（移動局↑→移動局↓）

チャンネル 帯域幅 (MHz)	測定 帯域幅 (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	-98.2	-106.7	-8.5
40	38	-95.0	-104.5	-9.5
60	58	-93.2	-101.8	-8.6
80	78	-91.9	-99.9	-8.1
100	98	-90.9	-99.0	-8.1

表2. 3. 2-2 帯域外干渉の所要改善量（移動局↑→移動局↓）

チャンネル 帯域幅 (MHz)	許容干渉レベル (dBm)	干渉電力 (dBm/測定帯域幅)	所要改善量 (dB)
20	-44.0	-55.3	-11.3
40	-44.0	-53.6	-9.5
60	-44.0	-51.5	-7.5
80	-44.0	-50.0	-6.0
100	-44.0	-49.5	-5.5

いずれのケースにおいても所要改善量がマイナスであるため、Band 22で規定されている受信周波数帯に対するスプリアス強度の保護レベル（-40.0dBm/MHz）を確保することにより、共用可能である。

(2-1) TDD 事業者間同期運用の場合

3GPPで規定されているBand 42（上り／下り周波数：3400-3600MHz）及びBand 43（上り／下り周波数：3600-3800MHz）は、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）前提で仕様を作成されているが、この場合には、ガードバンド幅0MHzで共用可能で

ある。

(2-2) TDD 事業者間非同期運用の場合

複数事業者間のネットワーク同期が実現できない場合（非同期運用の場合）には、隣接する事業者の間に、ガードバンドを設けて運用することが必要である。3GPP の検討では、同一の TDD バンド内では隣接するチャンネルが同期運用されることを前提に仕様が規定されており、FDD の場合の Band 22 のような受信周波数帯に対するスプリアス強度に対する保護レベルが規定されていない。そこで、帯域内干渉の検討には、近接領域については隣接チャンネル漏洩電力を使用し、スプリアス領域については一般のスプリアス強度（-30dBm/MHz）を用いて、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）による検討を行った。帯域内干渉の結果を表 2. 3. 2-3 に、帯域外干渉の結果を表 2. 3. 2-4 に示す。

表 2. 3. 2-3 帯域内干渉の所要改善量（移動局↑→移動局↓）

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
60	58	0	-93.2	-82.1	11.1
		40	-93.2	-83.1	10.1
		60	-93.2	-87.1	6.1
		65	-93.2	-86.8	6.4
80	78	0	-91.9	-80.7	11.2
		60	-91.9	-83.2	8.7
		80	-91.9	-84.6	7.3
		85	-91.9	-85.1	6.8
100	98	0	-90.9	-78.5	12.4
		70	-90.9	-82.2	8.6
		100	-90.9	-82.7	8.2
		105	-90.9	-82.9	8.0

表 2. 3. 2-4 帯域外干渉の所要改善量（移動局↑→移動局↓）

チャンネル帯域幅 (MHz)	ガードバンド (MHz)	許容干渉レベル (dBm)	干渉電力 (dBm/測定帯域幅)	所要改善量 (dB)
20	0	-56.0	-56.2	-0.2
	1	-56.0	-57.4	-1.4
	5	-56.0	-56.2	-0.2
	20	-44.0	-56.2	-12.2
	25	-44.0	-56.8	-12.8
40	0	-56.0	-53.5	2.5
	20	-44.0	-53.7	-9.7
	40	-44.0	-52.8	-9.8
	45	-44.0	-53.7	-9.7
60	0	-56.0	-52.1	3.9
	40	-44.0	-50.7	-6.7
	60	-44.0	-52.3	-8.3
	65	-44.0	-51.4	-7.4
80	0	-56.0	-50.7	5.3
	60	-44.0	-50.8	-6.8
	80	-44.0	-50.8	-6.8
	85	-44.0	-51.0	-7.0
100	0	-56.0	-48.5	7.5
	70	-44.0	-50.5	-6.5
	100	-44.0	-49.8	-5.8
	105	-44.0	-49.8	-5.8

チャンネル帯域幅が20MHzの場合には、ガードバンドとして25MHzを確保することで、帯域内干渉の所要改善量が1.0dBとなり、実装マージンを考慮すれば共用可能である。一方、チャンネル帯域幅が40MHz以上の場合には、チャンネル帯域幅と同じ程度の幅のガードバンドを確保しても、帯域内干渉の所要改善量が残り、この評価結果のみでは共用可能性の判断をすることが困難である。

そこで上記の3GPPの仕様値での評価検討に加えて、3.5GHz帯の実デバイスのスプリアス強度の実力値を加味した検討を行った（詳細は参考資料8参照）。本検討では、試作を行なった3.5GHz帯のパワーアンプのスプリアス強度の実測値から、マージンを考慮し、実力値の設定を行なった。この実力値に基づき、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）による検討を行った。結果を表2.3.2-5に示す。本結果より、チャンネル帯域幅が20MHz、40MHzの場合に、ガードバンド幅がそれぞれ12MHz、29MHz必要との結果になった。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、今回の結果は検討結果の一例として取り扱うことが適当である。

表 2. 3. 2-5 実デバイス測定結果に基づく所要改善量（移動局↑→移動局↓）

チャンネル幅 (MHz)	ガードバンド (MHz)	帯域内干渉の 所要改善量 (dB)	帯域外干渉の 所要改善量 (dB)
20	0	9.4	0.8
	5	4.2	-1.8
	10	0.7	-13.2
	11	0.2	-12.9
	12	-0.4	-12.6
40	0	8.9	2.1
	20	3.9	-10.0
	25	2.9	-8.9
	28	1.3	-9.2
	29	0.0	-10.2

2. 3. 3 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）相互間の干渉検討結果まとめ

表2. 3. 3-1に、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）相互間の干渉検討結果を示す。

表2. 3. 3-1 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）相互間の最小ガードバンド幅

		与干渉	
		基地局送信	移動局送信
被干渉	基地局受信	10MHz ^{注1} / 0MHz ^{注2}	—
	移動局受信	—	12~29MHz ^{注3} / 0MHz ^{注2}

注1：基地局の併設設置モデルを想定した場合に、フィルタ挿入等を実施

注2：TDDで、事業者間がネットワーク同期運用を行なう場合（利用するシステムが同一、かつ上り／下りの時間比率が同一、送受信タイミングが時間的に同期されている場合）

注3：最大送信チャネル帯域幅が20~40MHzの条件で、実デバイスの実力値の一例を考慮した場合

上記の結果を踏まえ、基地局送信、移動局送信の実現可能な周波数配置について、表2. 3. 3-2にまとめる。

表2. 3. 3-2 基地局送信、移動局送信の実現可能な周波数配置

FDD	上り周波数：3410-3490MHz、下り周波数：3510-3590MHz、センターギャップ：20MHz幅に基づく周波数配置が可能
TDDで事業者間がネットワーク同期運用	ガードバンド0MHzに基づく周波数配置が可能
TDDで事業者間がネットワーク非同期運用	基地局間干渉は、フィルタの挿入等により10MHzのガードバンドにより共用可能であるが、移動局間干渉は、実力値の一例を考慮しても10MHz以上のガードバンドが共用のためには必要である。ガードバンド縮小による周波数の有効利用のためには、より詳細な検討が必要

2. 4 放送事業用無線局との干渉検討

2. 4. 1 検討を実施する干渉形態

検討対象となる放送事業用無線局の種類及び設置場所は、表2. 4. 1-1の通りである。なお、監視制御回線については、干渉検討に用いるパラメータが音声STL/TSL/TTLと同様であるため検討を省略し、音声STL/TSL/TTLの検討結果が適用できるものとした。

表2. 4. 1-1 放送事業用無線局の干渉検討対象の無線局

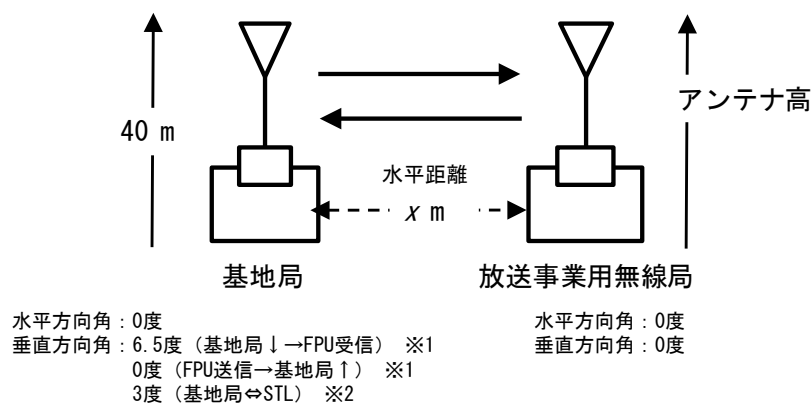
①	音声FPU（都市部）
②	音声FPU（山間部）※1
③	音声STL/TSL/TTL（都市部）
④	音声STL/TSL/TTL（山間部）
⑤	監視制御回線

※1 音声FPU（山間部）は送信のみ存在

2. 4. 2 基地局との干渉検討

基地局との干渉検討モデルとして、図2. 4. 2-1の評価モデルを用いた。また、図中の放送事業用無線局のアンテナ高を、表2. 4. 2-1に示す。また、拡張秦式を用いる際には、都市部では市街地モデル、山間部は開放地モデルを使用した。

与干渉局、被干渉局が1対1で対向する調査モデルでの検討を行い、アンテナパターン等を考慮した上で最も干渉条件が厳しくなる水平距離の条件（結合損が最小となる条件、ただし水平距離が10 m以上）で、許容干渉電力に対する所要改善量の算出を行った。



※1 携帯電話等高度化委員会報告（700MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件）より
 ※2 携帯電話等高度化委員会報告（900MHz 帯を使用する移動通信システムの技術的条件）より

図2. 4. 2-1 基地局との干渉検討モデル

表2. 4. 2-1 放送事業用無線局のアンテナ高

放送事業用無線局		アンテナ高 (m)
送信側	音声 FPU (山間部)	105
	音声 FPU (都市部)	70
受信側	音声 FPU (都市部)	219
	音声 STL (山間部)	160
音声 STL (都市部)		45

(1) 音声 FPU との干渉検討

(ア) 同一チャンネルにおける干渉検討

表2. 4. 2-2に基地局と音声FPUについて、同一チャンネル干渉の条件における所要改善量を示す。条件により異なるが、約60~80dBの所要改善量となる。

表2. 4. 2-2 同一チャンネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)
基地局 送信	FPU 受信 (都市部)	自由空間	7 km	57.8
		拡張秦式	7 km	57.8
FPU 送信 (都市部)	基地局 受信	自由空間	600m	81.7
		拡張秦式	600m	81.7
FPU 送信 (山間部)	基地局 受信	自由空間	1 km	75.0
		拡張秦式	1 km	75.0

これらの所要改善量について、お互いの無線局の離隔距離を広げることにより、どの程度低減できるかの評価を行った。図2. 4. 2-2は、一例として、基地局送信→FPU受信（都市部）において、お互いの無線局の水平距離を広げた場合の結合損（カップリングロス）の変化を示したものである。伝搬による減衰量の大きさが徐々に小さくなるため、水平距離を大きくしても結合損が増大せず、結果として所要改善量の大きな改善は見込めないことが分かる。

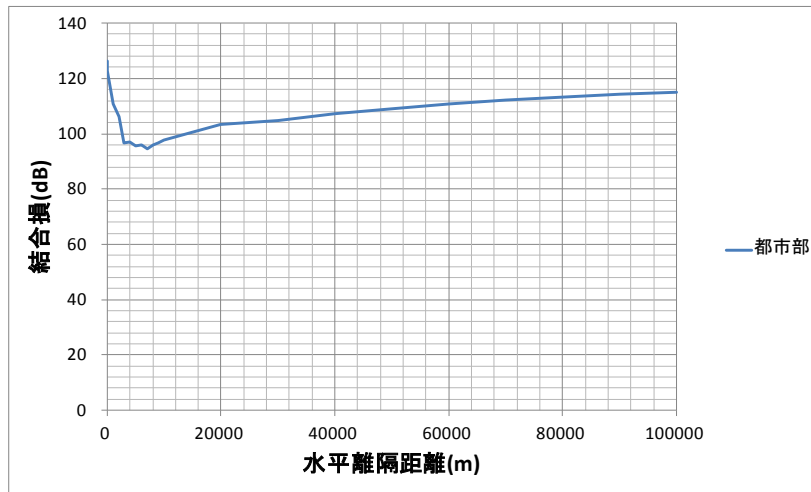


図 2. 4. 2-2 基地局→FPU受信（都市部）の条件で水平距離を大きくする効果

更なる所要改善量の低減のため、空中線電力及びアンテナ高等を小さくした小セル基地局の場合の追加評価を音声FPU（都市部）との条件で行った。表 2. 4. 2-3 に計算結果を示す。所要改善量の低減効果が得られるもの、引き続き約50dB以上の所要改善量が残ることが分かる。

表 2. 4. 2-3 同一チャネル干渉における所要改善量（小セル基地局の場合）

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)
基地局 送信	FPU 受信 (都市部)	自由空間	3 km	47.6
		拡張秦式	2 km	45.9
FPU 送信 (都市部)	基地局 受信	自由空間	600m	66.3
		拡張秦式	500m	65.0

さらに、実際の放送事業用無線局として使用されている音声FPU装置との干渉実験結果に基づき、実力値の一例による評価を実施した。参考資料 5 に示す実験結果より、音声FPU装置の音声品質に影響を与えない干渉レベルは-116dBm/100 kHzであり、机上検討で用いた許容干渉レベル-126dBm/100 kHzとは、10dBの差が存在する。装置実力値の一例としてこの差を考慮した場合の所要改善量は、表 2. 4. 2-4 の通りとなるが、約40~50dBの所要改善量が残ることが分かる。

表 2. 4. 2-4 干渉実験結果に基づく所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	机上計算での所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB)
通常 基地局 送信	FPU 受信 (都市部)	自由空間	7 km	57.8	47.8
		拡張秦式	7 km	57.8	47.8
小セル 基地局 送信	FPU 受信 (都市部)	自由空間	3 km	47.6	37.6
		拡張秦式	2 km	45.9	35.9

(イ) 隣接チャネルにおける干渉検討

表 2. 4. 2-5 に基地局と音声FPUについて、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。また参考資料 5 の干渉実験結果に基づいた音声FPU装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

基地局送信→FPU受信（都市部）の干渉シナリオにおいて、ガードバンド幅が 0 MHz の場合には、帯域内干渉で 13.6dB、帯域外干渉で 32.4dB の所要改善量となる。基地局のアンテナ設置のサイトエンジニアリングによる対策や、音声FPU装置の許容干渉レベルの実力値等を考慮すれば、共用可能となるケースも存在すると考えられるが、基地局の設置条件に過度な制限を加えないためには、一定のガードバンドを設けることが望ましいと考えられる。そこで、ガードバンド幅が 5 MHz を評価すると、基地局へのフィルタ挿入により帯域内干渉の所要改善量が 1.4dB に低減可能であり、基地局の不要発射強度やフィルタの実力値も加味すれば共用の可能性はある。また帯域外干渉の所要改善量は 1.4dB となるが、基地局のアンテナ設置のサイトエンジニアリングによる対策や、音声FPU装置の許容干渉レベルの実力値等を考慮すれば共用の可能性はある。

一方、FPU送信（都市部）又は（山間部）→基地局受信の干渉シナリオでは、机上検討では、帯域内干渉の影響が顕著であり、30dB 程度の所要改善量となる。本影響は、基地局のアンテナ設置のサイトエンジニアリングで共用可能なケースもあると考えられるが、音声FPU装置の不要発射強度の実力値による改善効果を考慮するため、ガードバンド 5 MHz を設けることが望ましいと考えられる。

表 2. 4. 2-5 隣接チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	ガードバンド幅 (MHz)	水平距離	机上計算		装置実力値の一例を考慮した場合	
						所要改善量 (dB)	基地局フィルタ挿入後の所要改善量 (dB)	所要改善量 (dB)	基地局フィルタ挿入後の所要改善量 (dB)
基地局送信	FPU 受信都市部	帯域内	自由空間	0 MHz	7 km	13.6	—	3.6	—
			拡張秦式		7 km	13.6	—	3.6	—
			自由空間	5 MHz	7 km	13.6	1.4	3.6	-8.6
			拡張秦式		7 km	13.6	1.4	3.6	-8.6
		帯域外	自由空間	0 MHz	7 km	32.4	—	—	—
			拡張秦式		7 km	32.4	—	—	—
			自由空間	5 MHz	7 km	1.4	—	-10.6	—
			拡張秦式		7 km	1.4	—	-10.6	—
FPU 送信都市部	基地局受信	帯域内	自由空間	0 MHz	600 m	35.6	—	29.6	—
			拡張秦式		600 m	35.6	—	29.6	—
			自由空間	5 MHz	600 m	35.6	—	9.6	—
			拡張秦式		600 m	35.6	—	9.6	—
		帯域外	自由空間	0 MHz	600 m	5.7	—	—	—
			拡張秦式		600 m	5.7	—	—	—
			自由空間	5 MHz	600 m	5.7	-6.6	—	—
			拡張秦式		600 m	5.7	-6.6	—	—
FPU 送信山間部	基地局受信	帯域内	自由空間	0 MHz	1 km	29.0	—	23.0	—
			拡張秦式		1 km	29.0	—	23.0	—
			自由空間	5 MHz	1 km	29.0	—	3.0	—
			拡張秦式		1 km	29.0	—	3.0	—
		帯域外	自由空間	0 MHz	1 km	-1.0	—	—	—
			拡張秦式		1 km	-1.0	—	—	—
			自由空間	5 MHz	1 km	-1.0	-13.2	—	—
			拡張秦式		1 km	-1.0	-13.2	—	—

(2) 音声 STL/TTL/TSL 及び監視制御回線との干渉検討

(ア) 同一チャネルにおける干渉検討

表2. 4. 2-6に基地局と音声STL/TTL/TSL及び監視制御回線（以下、まとめてSTL）との、同一チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。都市部では90dB以上、山間部でも70dB以上の所要改善量となる。

表2. 4. 2-6 同一チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)
基地局送信	STL 受信 (都市部)	自由空間	100 m	98.9
		拡張秦式	100 m	98.9
STL 送信 (都市部)	基地局受信	自由空間	100 m	95.5
		拡張秦式	100 m	95.5
基地局送信	STL 受信 (山間部)	自由空間	3.5 km	74.2
		拡張秦式	3.5 km	74.2
STL 送信 (山間部)	基地局受信	自由空間	3.5 km	70.7
		拡張秦式	3.5 km	70.7

更なる所要改善量の低減のため、表2. 4. 2-7に、小セル基地局を想定した場合の、同一チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。所要改善量の低減効果は得られるものの、引き続き60dB以上の所要改善量となる。

表2. 4. 2-7 同一チャネル干渉における所要改善量（小セル基地局の場合）

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)
基地局送信	STL 受信 (都市部)	自由空間	1100 m	63.6
		拡張秦式	300 m	60.0
STL 送信 (都市部)	基地局受信	自由空間	1100 m	71.1
		拡張秦式	300 m	67.5

さらに、実際の放送事業用無線局として使用されているSTL装置との干渉実験結果に基づき、実力値の一例による評価を実施した。参考資料5に示す実験結果より、実験で用いた2種類のSTL装置において音声品質へ影響を与えない干渉レベルは-101dBm/100kHz又は-111dBm/100kHzであり、机上検討で考慮した許容干渉レベル-126dBm/100kHzとは、15dB又は25dBの差が存在する。装置実力値の一例としてこの差を考慮した場合の所要改善量は、表2. 4. 2-8の通りとなるが、引き続き約45~85dBの所要改善量となることが分かる。

表 2. 4. 2-8 干渉実験結果に基づく所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	水平距離	机上計算での所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB) 注
通常 基地局 送信	STL 受信 (都市部)	自由空間	100 m	98.9	73.9/83.9
		拡張秦式	100 m	98.9	73.9/83.9
小セル 基地局 送信	STL 受信 (都市部)	自由空間	1100 m	63.6	38.6/48.6
		拡張秦式	300 m	60.0	35.0/45.0

注：2種類のSTL装置（左：AM放送の中継向け、右：FM放送の中継向け）に対する値を併記

(イ) 隣接チャネルにおける干渉検討

表 2. 4. 2-9に基地局とSTLとの、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。ガードバンド幅が0 MHzの場合は共存条件が厳しいため、ガードバンド幅が5 MHz及び10 MHzの場合の検討結果をまとめた。また参考資料5に示す、干渉実験結果に基づいたSTL装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

都市部においては、基地局送信→STL受信（都市部）の干渉シナリオにおいて、ガードバンド幅が5 MHz及び10 MHzの条件で、基地局へのフィルタ挿入後に、帯域内干渉の所要改善量は42.5dB及び11.4dBとなる。ガードバンド5MHzでは、干渉実験によるSTL装置の実力値を加味した場合でも、STL装置によっては大きな改善量を見込めないことが分かる。したがって、ガードバンド幅として10 MHzを確保しつつ、双方の無線局の離隔距離を確保し、基地局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等の対策を行えば、共用の可能性はある。また、帯域外干渉は約40dBの所要改善量が必要であるが、ガードバンド幅10MHzを確保しつつ、基地局のサイトエンジニアリングやSTL装置の共用干渉レベルの実力値を考慮するとともに、それでも干渉条件が厳しい場合には、個別にSTL装置へのフィルタ挿入を行なう等の対策により、共用の可能性はある。

一方、STL送信（都市部）→基地局受信の干渉シナリオにおいては、ガードバンド幅が5 MHzの条件で、帯域内干渉については45dB程度の所要改善量、帯域外干渉については基地局へのフィルタ挿入後に7.3dBの所要改善量が残る。基地局のアンテナ設置のサイトエンジニアリングによる対策や、帯域内干渉が厳しい条件では個別にSTL装置へのフィルタ挿入を行なう等の対策により、共用の可能性はある。

また山間部については、都市部に比較して所要改善量が小さいため、都市部での共存条件の考え方を適用することができると思われる。

表 2. 4. 2-9 隣接チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	ガードバンド幅 (MHz)	水平距離	机上計算		装置実力値の一例を考慮した場合 ^注	
						所要改善量 (dB)	基地局フィルタ挿入後の所要改善量 (dB)	所要改善量 (dB)	基地局フィルタ挿入後の所要改善量 (dB)
基地局送信	STL 受信 (都市部)	帯域内	自由空間	5 MHz	100 m	54.7	42.5	29.7/ 39.7	17.5/ 27.5
			拡張秦式		100 m	54.7	42.5	29.7/ 39.7	17.5/ 27.5
		帯域外	自由空間		100 m	42.5	—	15.5/ 41.5	—
			拡張秦式		100 m	42.5	—	15.5/ 41.5	—
		帯域内	自由空間	10 MHz	100 m	49.5	11.4	24.5/ 34.5	-13.6/ -3.6
			拡張秦式		100 m	49.5	11.4	24.5/ 34.5	-13.6/ -3.6
		帯域外	自由空間		100 m	42.5	—	15.5/ 36.5	—
			拡張秦式		100 m	42.5	—	15.5/ 36.5	—
STL 送信 (都市部)	基地局受信	帯域内	自由空間	5 MHz	100 m	45.5	—	31.5/ 15.5	—
			拡張秦式		100 m	45.5	—	31.5/ 15.5	—
		帯域外	自由空間		100 m	19.5	7.3	—	—
			拡張秦式		100 m	19.5	7.3	—	—
基地局送信	STL 受信 (山間部)	帯域内	自由空間	5 MHz	3.5 km	30.0	17.8	5.0/ 15.0	-7.2/ 2.8
			拡張秦式		3.5 km	30.0	17.8	5.0/ 15.0	-7.2/ 2.8

		帯域外	自由空間	10 MHz	3.5 km	17.7	—	-9.3/ 16.7	—			
			拡張秦式		3.5 km	17.7	—	-9.3/ 16.7	—			
		帯域内	自由空間		3.5 km	24.7	-13.4	-0.3/ 9.7	-38.4/ -28.4			
			拡張秦式		3.5 km	24.7	-13.4	-0.3/ 9.7	-38.4/ -28.4			
		帯域外	自由空間		3.5 km	17.7	—	-9.3/ 11.7	—			
			拡張秦式		3.5 km	17.7	—	-9.3/ 11.7	—			
		STL 送信 (山間部)	基地局 受信		帯域内	自由空間	5 MHz	3.5 km	20.7	—	6.7/ -9.3	—
						拡張秦式		3.5 km	20.7	—	6.7/ -9.3	—
帯域外	自由空間			3.5 km	-5.3	-17.5		—	—			
	拡張秦式			3.5 km	-5.3	-17.5		—	—			

注：2種類のSTL装置（左：AM放送の中継向け、右：FM放送の中継向け）に対する値を併記

2. 4. 3 移動局との干渉検討

移動局との干渉検討モデルとして、図2. 4. 3-1の評価モデルを用いた。なお、図中の放送事業用無線局のアンテナ高は、表2. 4. 2-1と同一である。また、拡張秦式を用いる際には、都市部では市街地モデル、山間部は開放地モデルを使用した。

基本的には、与干渉局、被干渉局が1対1で対向する調査モデルでの検討を行い、アンテナパターン等を考慮した上で最も干渉条件が厳しくなる水平距離の条件で、許容干渉電力に対する所要改善量の算出を行った。さらに、移動局が被干渉となる条件では、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的調査も追加で行った。

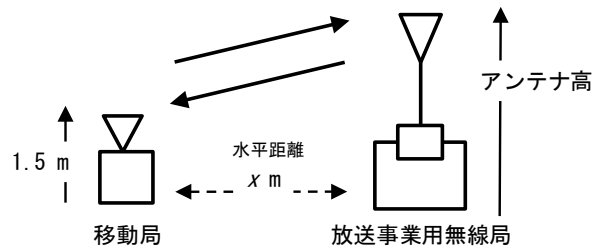


図2. 4. 3-1 移動局との干渉検討モデル

(1) 音声FPUとの干渉検討

(ア) 同一チャネルにおける干渉検討

表2. 4. 3-1に移動局と音声FPUとの、同一チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料5に示す干渉実験結果に基づいた、音声FPU装置の実力値の一例による所要改善量を併せて示す。いずれの条件においても、20dB程度以上の所要改善量となり、音声FPU装置の実力値の一例を加味した場合でも、10dB程度以上の所要改善量となることが分かる。

表2. 4. 3-1 同一チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	計算条件	水平距離	机上計算による所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB)
移動局送信	FPU受信 (都市部)	自由空間	1対1	3.6km	22.6	12.6
		拡張秦式	1対1	1m	18.4	8.4
FPU送信 (都市部)	移動局受信	自由空間	1対1	960m	48.2	—
			確率的検討	—	22.6	—
		拡張秦式	1対1	1m	44.5	—
FPU送信 (山間部)	移動局受信	自由空間	1対1	1.5km	44.6	—
			確率的検討	—	19.1	—
		拡張秦式	1対1	1.5km	44.6	—

(イ) 隣接チャンネルにおける干渉検討

表2. 4. 3-2に移動局と音声FPUとの、隣接チャンネル干渉の条件における所要改善量を示す。FPU送信（都市部）→移動局受信の1対1の検討において、自由空間損失を考慮した条件のみ所要改善量がプラスとなるが、それ以外の干渉シナリオでは所要改善量がマイナスとなっている。またFPU送信（都市部）→移動局受信の場合でも、確率的調査を考慮すれば、所要改善量がマイナスとなる。

以上より、隣接チャンネルの条件においては、移動局と音声FPUは、ガードバンド0 MHzで共用の可能性はある。

表2. 4. 3-2 隣接チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	ガード バンド 幅	計算条件	水平 距離	所要 改善量 (dB)
移動局 送信	FPU受信 (都市部)	帯域内	自由空間	0MHz	1対1	3.6 km	-7.4
			拡張秦式			1 m	-11.6
		帯域外	自由空間		1対1	3.6 km	-9.9
			拡張秦式			1 m	-14.0
FPU送信 都市部	移動局 受信	帯域内	自由空間	0MHz	1対1	960 m	2.2
			確率的検討		—	-11.0	
			拡張秦式		1対1	1 m	-1.6
		帯域外	自由空間		1対1	960 m	-6.6
			確率的検討		—	-19.7	
			拡張秦式		1対1	1 m	-10.3
FPU送信 山間部	移動局 受信	帯域内	自由空間	0MHz	1対1	1.5 km	-1.4
			確率的検討		—	-14.4	
			拡張秦式		1対1	1.5 km	-1.4
		帯域外	自由空間		1対1	1.5 km	-10.2
			確率的検討		—	-23.2	
			拡張秦式		1対1	1.5 km	-10.2

(2) 音声 STL/TTL/TSL、監視制御回線との干渉検討

(ア) 同一チャネルにおける干渉検討

表2. 4. 3-3に移動局と音声STL/TTL/TSL、監視制御回線（以下、まとめてSTL）との、同一チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料5に示す干渉実験結果に基づいた、STL装置の実力値の一例による所要改善量を併せて示す。都市部では30dB以上、山間部でも20dB以上の所要改善量となる。またSTL装置の実力値の一例を考慮した場合でも、10dB以上の所要改善量が残る場合があることが分かる。

表2. 4. 3-3 同一チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	伝搬モデル	計算条件	水平離距離	所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB) 注
移動局送信	STL受信 (都市部)	自由空間	1対1	1.1km	36.3	11.3/21.3
		拡張秦式		1m	31.2	6.2/16.2
STL送信 (都市部)	移動局受信	自由空間	1対1	1.1km	50.7	—
			確率的検討	—	32.8	—
		拡張秦式	1対1	1m	45.6	—
移動局送信	STL受信 (山間部)	自由空間	1対1	4.1km	25.6	0.6/10.6
		拡張秦式		3.5km	25.3	0.3/10.3
STL送信 (山間部)	移動局受信	自由空間	1対1	4.1km	40.0	—
			確率的検討	—	22.8	—
		拡張秦式	1対1	3.5km	39.6	—

注：2種類のSTL装置（左：AM放送の中継向け、右：FM放送の中継向け）に対する値を併記

(イ) 隣接チャネルにおける干渉検討

表2. 4. 3-4に移動局とSTLとの、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量を示す。一部の条件においては、自由空間損失を用いた場合には所要改善量がプラスとなる。しかしながら、拡張秦式や確率的な調査を適用すると、プラスとなる所要改善量は移動局送信→STL受信（都市部）の干渉シナリオにおける帯域内干渉1.2dBであり、移動局のスプリアス強度の実力値を考慮すれば、共用の可能性はある。

以上より、隣接チャネルの条件においては、移動局とSTLは、ガードバンド0 MHzで共用の可能性はある。

表2. 4. 3-4 隣接チャネル干渉における所要改善量

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	ガード バンド 幅	計算条件	水平 距離	所要 改善量 (dB)
移動局 送信	STL受信 (都市部)	帯域内	自由空間	0 MHz	1対1	1.1 km	6.3
			拡張秦式			1 m	1.2
		帯域外	自由空間			1.1 km	3.9
			拡張秦式			1 m	-1.2
STL送信 (都市部)	移動局 受信	帯域内	自由空間	0 MHz	1対1	1.1 km	4.7
			確率的検討		—	-0.5	
			拡張秦式		1 m	-0.4	
		帯域外	自由空間		1対1	1.1 km	-4.1
			確率的検討		—	-9.2	
			拡張秦式		1 m	-9.2	
移動局 送信	STL受信 (山間部)	帯域内	自由空間	0 MHz	1対1	4.1 km	-4.4
			拡張秦式			3.5 km	-4.7
		帯域外	自由空間			4.1 km	-6.8
			拡張秦式			3.5 km	-7.2
STL送信 (山間部)	移動局 受信	帯域内	自由空間	0 MHz	1対1	4.1 km	-6.1
			確率的検討		—	-11.0	
			拡張秦式		3.5 km	-6.4	
		帯域外	自由空間		1対1	4.1 km	-14.8
			確率的検討		—	-19.8	
			拡張秦式		3.5 km	-15.2	

2. 4. 4 陸上移動中継局との干渉検討

陸上移動中継局との干渉検討モデルとして、図2. 4. 4-1の評価モデルを用いた。なお、図中の放送事業用無線局のアンテナ高は、表2. 4. 2-1と同一である。また、拡張秦式を用いる際には、都市部では市街地モデル、山間部は開放地モデルを使用した。

与干渉局、被干渉局が1対1で対向する調査モデルでの検討を行い、アンテナパターン等を考慮した上で最も干渉条件が厳しくなる水平距離の条件（結合損が最小となる条件、ただし水平距離が10 m以上の条件）で、許容干渉電力に対する所要改善量の算出を行った。なお、同一チャネル干渉の条件の評価は、基地局の場合と同様な共用条件が必要になると想定されるため省略し、隣接チャネル干渉条件の評価のみを行った。

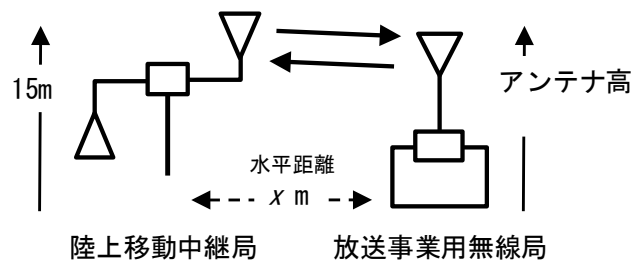


図2. 4. 4-1 陸上移動中継局との干渉検討モデル

(1) 音声FPUとの干渉検討

表2. 4. 4-1に陸上移動中継局と音声FPUとの、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量（ガードバンド0 MHz）を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料5に示す干渉実験結果に基づいた、FPU装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

陸上移動中継局→FPU（都市部）の干渉シナリオにおいて、帯域内干渉は、対基地局送信で10.4dB、対移動局送信で10.7dBの所要改善量となる。また帯域外干渉は、対基地局送信で約3dB、対移動局送信で約16dBの所要改善量となる。帯域内干渉については陸上移動中継局の不要発射強度や、音声FPU受信装置の許容干渉レベルの実力値等を考慮することで、共用の可能性はある。また、帯域外干渉についても、FPU受信装置の許容干渉レベルの実力値等を考慮することで、共用の可能性はある。

また、FPU（都市部）又はFPU（山間部）→陸上移動中継局の干渉シナリオでは、帯域内干渉で最大22.7dB、帯域外干渉で最大7.7dBの所要改善量となる。この場合も、音声FPU装置の不要発射強度の実力値の考慮や、陸上移動中継局のアンテナ設置のサイトエンジニアリング等による対策を行うことにより、共用の可能性はある。

表 2. 4. 4-1 陸上移動中継局との干渉検討モデル

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB)
陸上移動中継局 対基地局送信	FPU 受信 (都市部)	帯域内	自由空間	3.4km	10.3	0.3
			拡張秦式	3.4km	10.4	0.4
		帯域外	自由空間	3.4km	3.3	—
			拡張秦式	3.4km	3.4	—
陸上移動中継局 対移動局送信	FPU 受信 (都市部)	帯域内	自由空間	3.3km	10.6	0.6
			拡張秦式	3.4km	10.7	0.7
		帯域外	自由空間	3.3km	16.6	—
			拡張秦式	3.4km	16.7	—
FPU 送信 (都市部)	陸上移動中継局 対移動局受信	帯域内	自由空間	650m	22.7	16.7
			拡張秦式	650m	22.7	16.7
		帯域外	自由空間	650m	-6.2	—
			拡張秦式	650m	-6.2	—
FPU 送信 (都市部)	陸上移動中継局 対基地局受信	帯域内	自由空間	760m	16.6	10.6
			拡張秦式	760m	16.6	10.6
		帯域外	自由空間	760m	7.7	—
			拡張秦式	760m	7.7	—
FPU 送信 (山間部)	陸上移動中継局 対移動局受信	帯域内	自由空間	1.3km	18.8	12.8
			拡張秦式	1.2km	18.7	12.7
		帯域外	自由空間	1.3km	-10.1	—
			拡張秦式	1.2km	-10.2	—
FPU 送信 (山間部)	陸上移動中継局 対基地局受信	帯域内	自由空間	1.2km	12.2	6.2
			拡張秦式	1.3km	12.3	6.3
		帯域外	自由空間	1.2km	3.3	—
			拡張秦式	1.3km	3.4	—

(2) 音声 STL/TTL/TSL、監視制御回線との干渉検討

表 2. 4. 4-2 に陸上移動中継局と音声STL/TTL/TSL、監視制御回線（以下、まとめてSTL）との、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量（ガードバンド 0 MHz）を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料 5 に示す干渉実験結果に基づいた、STL装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

陸上移動中継局→STL（都市部）の干渉シナリオにおいて、帯域内干渉は対基地局送信で 26.4dB、対移動局送信で 26.6dB の所要改善量となるが、陸上移動中継局の不要発射強度や STL 受信装置の許容干渉レベルの実力値等による改善を見込むことにより、共用の可能性はある。帯域外干渉は、対基地局送信で約 20dB、対移動局送信で約 30dB の所要改善量となるが、STL 受信装置の許容干渉レベルの実力値の考慮や、陸上移動中継局のサイトエンジニアリング等による対策を行うことにより、共用の可能性はある。

また、STL（都市部）又は STL（山間部）→陸上移動中継局の干渉シナリオでは、帯域内干渉で最大 26.5dB、帯域外干渉で最大 11.4dB の所要改善量となる。この場合も、STL 装置の不要発射強度の実力値による改善が見込めることや、陸上移動中継局のアンテナ設置のサイトエンジニアリング等の対策を行うことにより、共用の可能性はある。

表 2. 4. 4-2 陸上移動中継局との干渉検討モデル

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)	装置実力値の 一例を考慮した 所要改善量 (dB) 注
陸上移動中継局 対基地局送信	STL 受信 (都市部)	帯域内	自由空間	660m	26.4	1.4/11.4
			拡張秦式	550m	25.8	0.8/10.8
		帯域外	自由空間	660m	19.4	—
			拡張秦式	550m	18.8	—
陸上移動中継局 対移動局送信	STL 受信 (都市部)	帯域内	自由空間	660m	26.6	1.6/11.6
			拡張秦式	550m	26.2	1.2/11.2
		帯域外	自由空間	660m	32.6	—
			拡張秦式	550m	32.2	—
STL 送信 (都市部)	陸上移動中継局 対移動局受信	帯域内	自由空間	630m	26.5	15.5/15.5
			拡張秦式	550m	26.1	15.1/15.1
		帯域外	自由空間	630m	-2.4	—
			拡張秦式	550m	-2.8	—
STL 送信 (都市部)	陸上移動中継局 対基地局受信	帯域内	自由空間	660m	20.3	9.3/9.3
			拡張秦式	550m	19.7	8.7/8.7
		帯域外	自由空間	660m	11.4	—
			拡張秦式	550m	10.8	—
陸上移動中継局 対基地局送信	STL 受信 (山間部)	帯域内	自由空間	3.4km	13.6	-11.4/-1.4
			拡張秦式	3.7km	13.8	-11.2/-1.2
		帯域外	自由空間	3.4km	6.6	—
			拡張秦式	3.7km	6.8	—
陸上移動中継局 対移動局送信	STL 受信 (山間部)	帯域内	自由空間	3.4km	13.8	-11.2/-1.2
			拡張秦式	3.7km	14.0	-11.0/-1.0
		帯域外	自由空間	3.4km	19.8	—
			拡張秦式	3.7km	20.0	—
STL 送信 (山間部)	陸上移動中継局 対移動局受信	帯域内	自由空間	3.4km	13.7	2.7/2.7
			拡張秦式	3.7km	13.9	2.9/2.9
		帯域外	自由空間	3.4km	-11.0	—
			拡張秦式	3.7km	-15.2	—
STL 送信 (山間部)	陸上移動中継局 対基地局受信	帯域内	自由空間	3.4km	7.5	-3.5/-3.5
			拡張秦式	3.7km	7.7	-3.3/-3.3
		帯域外	自由空間	3.4km	-1.4	—
			拡張秦式	3.7km	-1.2	—

注：2種類のSTL装置（左：AM放送の中継向け、右：FM放送の中継向け）に対する値を併記

2. 4. 5 小電力レピータとの干渉検討

小電力レピータとの干渉検討モデルとして、図2. 4. 5-1の評価モデルを用いた。なお、図中の放送事業用無線局のアンテナ高は、表2. 4. 2-1と同一である。また、拡張秦式を用いる際には、都市部では市街地モデル、山間部は開放地モデルを使用した。

与干渉局、被干渉局が1対1で対向する調査モデルでの検討を行い、アンテナパターン等を考慮した上で最も干渉条件が厳しくなる水平距離の条件（結合損が最小となる条件、ただし水平距離が10m以上の条件）で、許容干渉電力に対する所要改善量の算出を行った。なお、同一チャネル干渉の条件の評価は、移動局の場合と同様な共用条件が必要になると想定されるため省略し、隣接チャネル干渉条件の評価のみを行った。

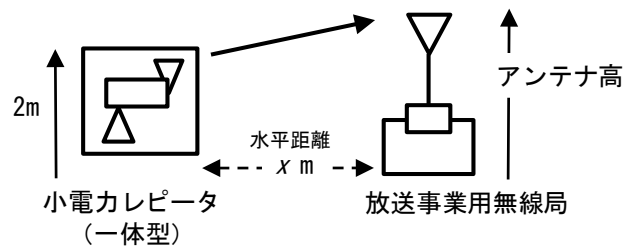


図2. 4. 5-1 小電力レピータ陸上移動中継局との干渉検討モデル

(1) 音声FPUとの干渉検討

表2. 4. 5-1に小電力レピータと音声FPUとの、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量（ガードバンド0MHz）を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料5に示す干渉実験結果に基づいた、音声FPU装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

小電力レピータ→FPU都市部の干渉シナリオにおいて、帯域内干渉で対基地局送信は6.2dB、対移動局送信はマイナスの所要改善量となり、帯域外干渉はいずれもマイナスの所要改善量である。帯域内干渉については、小電力レピータの不要発射の強度の実力値や、FPU装置の許容干渉レベルの実力値等を見込むことにより、共用の可能性がある。また、FPU（都市部）又はFPU（山間部）→小電力レピータの干渉シナリオでは、帯域内干渉で最大9.8dB、帯域外干渉で最大0.9dBである。この場合も、音声FPU装置の不要発射強度の実力値等を見込むことにより、共用の可能性がある。

表2. 4. 5-1 小電力レピータとの干渉検討モデル

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB)
小電力レピータ 対基地局送信	FPU受信 (都市部)	帯域内	自由空間	3.5km	6.2	-3.8
			拡張秦式	630m	-20.3	-30.3
		帯域外	自由空間	3.5km	-9.8	-
			拡張秦式	630m	-36.3	-
小電力レピータ 対移動局送信	FPU受信 (都市部)	帯域内	自由空間	3.5km	-2.7	-12.7
			拡張秦式	10m	-7.0	-17.0
		帯域外	自由空間	3.5km	-10.7	-
			拡張秦式	10m	-15.0	-
FPU送信 (都市部)	小電力レピータ 対移動局受信	帯域内	自由空間	920m	8.4	2.4
			拡張秦式	10m	4.5	-1.5
		帯域外	自由空間	920m	-20.5	-
			拡張秦式	10m	-24.4	-
FPU送信 (都市部)	小電力レピータ 対基地局受信	帯域内	自由空間	900m	9.8	3.8
			拡張秦式	110m	-6.3	-12.3
		帯域外	自由空間	900m	0.9	-
			拡張秦式	110m	-15.2	-
FPU送信 (山間部)	小電力レピータ 対移動局受信	帯域内	自由空間	1.4km	4.8	-1.2
			拡張秦式	1.4km	4.9	-1.1
		帯域外	自由空間	1.4km	-24.1	-
			拡張秦式	1.4km	-24.0	-
FPU送信 (山間部)	小電力レピータ 対基地局受信	帯域内	自由空間	1.4km	5.5	-0.5
			拡張秦式	1.4km	5.8	-0.2
		帯域外	自由空間	1.4km	-3.4	-
			拡張秦式	1.4km	-3.1	-

(2) 音声 STL/TTL/TSL、監視制御回線との干渉検討

表2.4.5-2に小電力レピータと音声STL/TTL/TSL、監視制御回線（以下、まとめてSTL）との、隣接チャネル干渉の条件における所要改善量（ガードバンド0MHz）を示す。また、基地局との評価と同様に、参考資料5に示す干渉実験結果に基づいた、STL装置の実力値の一例による所要改善量も併せて示す。

小電力レピータ→STL（都市部）の干渉シナリオにおいて、自由空間損失で、帯域内干渉で対基地局送信は最大で20.7dB、対移動局送信は最大で11.1dBの所要改善量となり、帯域外干渉は最大で4.7dBの所要改善量となる。しかしながら、小電力レピータの不要発射の強度の実力値や、音声FPU装置の許容干渉レベルの実力値等を見込むことにより、共用の可能性はある。また、STL（都市部）又はSTL（山間部）→小電力レピータの干渉シナリオでは、自由空間損失で、帯域内干渉で最大12.6dB、帯域外干渉で最大3.7dBの所要改善量である。この場合も、STL装置の不要発射強度の実力値等を見込むことにより、共用の可能性はある。

表 2. 4. 5-2 小電力レピータとの干渉検討モデル

与干渉	被干渉	干渉形態	伝搬モデル	水平距離	所要改善量 (dB)	装置実力値の一例を考慮した所要改善量 (dB) 注
小電力レピータ 対基地局送信	STL受信 (都市部)	帯域内	自由空間	980m	20.7	-4.3/5.7
			拡張秦式	50m	5.0	-20.0/-10.0
		帯域外	自由空間	980m	4.7	—
			拡張秦式	50m	-11.0	—
小電力レピータ 対移動局送信	STL受信 (都市部)	帯域内	自由空間	1.1km	11.1	-13.9/-3.9
			拡張秦式	10m	5.6	-19.4/-9.4
		帯域外	自由空間	1.1km	3.1	—
			拡張秦式	10m	-2.7	—
STL送信 (都市部)	小電力レピータ 対移動局受信	帯域内	自由空間	1.1km	11.0	0.0/0.0
			拡張秦式	10m	5.5	-5.5/-5.5
		帯域外	自由空間	1.1km	-17.9	—
			拡張秦式	10m	-23.4	—
STL送信 (都市部)	小電力レピータ 対基地局受信	帯域内	自由空間	1.1km	12.6	1.6/1.6
			拡張秦式	10m	-3.2	-14.2/-14.2
		帯域外	自由空間	1.1km	3.7	—
			拡張秦式	10m	-12.1	—
小電力レピータ 対基地局送信	STL受信 (山間部)	帯域内	自由空間	1.1km	9.1	-15.9/-5.9
			拡張秦式	10m	9.3	-15.7/-5.7
		帯域外	自由空間	1.1km	-6.9	—
			拡張秦式	10m	-6.7	—
小電力レピータ 対移動局送信	STL受信 (山間部)	帯域内	自由空間	1.1km	0.1	-24.9/-14.9
			拡張秦式	10m	0.3	-24.7/-14.7
		帯域外	自由空間	1.1km	-7.9	—
			拡張秦式	10m	-7.7	—
STL送信 (山間部)	小電力レピータ 対移動局受信	帯域内	自由空間	1.1km	-0.3	-11.3/-11.3
			拡張秦式	10m	0.2	-10.8/-10.8
		帯域外	自由空間	1.1km	-29.2	—
			拡張秦式	10m	-28.7	—
STL送信 (山間部)	小電力レピータ 対基地局受信	帯域内	自由空間	1.1km	1.0	-10.0/-10.0
			拡張秦式	10m	1.2	-9.8/-9.8
		帯域外	自由空間	1.1km	-7.9	—
			拡張秦式	10m	-7.7	—

注：2種類のSTL装置（左：AM放送の中継向け、右：FM放送の中継向け）に対する値を併記

2. 4. 6 放送事業用無線局との干渉検討結果まとめ

(1) 同一チャネル干渉条件での共用条件

基地局との干渉検討において、干渉シナリオに応じて、音声 FPU は約 60～80dB、音声 STL/TTL/TSL 及び監視制御回線は約 70～100dB の所要改善量となった。また小セル基地局を想定した場合でも、音声 FPU は約 50～65dB、音声 STL/TTL/TSL 及び監視制御回線は約 60～70dB の所要改善量となった。さらに、実際の放送事業用無線局として使用されている装置との干渉実験結果に基づき、当該装置の実力値の一例による評価を実施し、FPU 装置では 10dB、STL 装置では 15 又は 25dB 程度の改善が得られることを確認したが、上記の所要改善量を全て満たすことはできなかった。

したがって、これらの所要改善量を満たすため、互いの無線局の離隔距離を確保して運用を行なう必要がある。ただし、伝搬損からの単純計算を用いると、所要離隔距離は非現実的な値となり、見通し以上の大きな離隔距離を確保する必要があるという結果になる。現実的には、お互いの無線局が見通し外の関係となるような位置関係で運用すれば、干渉が発生することはないと考えられることから、同一チャネルにおける共存を図る場合には、見通し外での運用をすることが必要であると考えられる。

また、移動局、陸上移動中継局や小電力レピータは、基地局からの電波が受信できるエリアで利用されるため、これらの無線局も放送事業用無線局とお互いに見通し外の位置関係で運用することで、共用が可能になると考えられる

(2) 隣接チャネル干渉条件での共用条件

隣接チャネル干渉における、放送事業用無線局との干渉検討結果のまとめを表 2. 4. 6-1 に示す。これらのガードバンドを確保しつつ、必要に応じて基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等の対策を行うことにより、共用の可能性はある。

表2. 4. 6-1 隣接チャネル干渉における放送事業用無線局との最小ガードバンド幅

与干渉 被干渉	携帯電話↑ (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(移動局対 向器))	音声FPU	音声 STL/TTL/TSL、 監視制御回線
携帯電話↑ (基地局、中継を行 う無線局(移動局対 向器))	—	—	5 MHz	5 MHz
携帯電話↓ (移動局、中継を行 う無線局(基地局対 向器))	—	—	0 MHz	0 MHz
音声FPU	0 MHz	5 MHz	—	—
音声 STL/TTL/TSL、 監視制御回線	0 MHz	10MHz	—	—

(3) まとめ

第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)は、導入当初は主に大都市の中心都などの超高トラヒックエリアから展開されていくことが想定され、さらに、超高トラヒックエリアであれば、送信アンテナ高が低く、低送信電力の小セル基地局での導入も考えられ、他業務への与干渉量についても一定の低減効果が見込めると考えられる。

(1)、(2)に示すように、干渉回避のためには離隔距離を確保することが最も効果的な対策であり、第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の導入に際しては、放送事業用無線局との間で十分な離隔距離が確保できるかどうかを事前に判断する必要がある。

一方、放送事業用無線局は、総務省周波数再編アクションプランにおいて、「最長で平成34年11月30日までに周波数移行することとされているところ、平成27年度の第4世代移動通信システムの導入に向け、一定の地域から開始できるよう音声STL/TTL/TSL等の利用状況を踏まえ、移行期限の前倒しについて検討を行い、平成24年度までに結論を得る。」と具体的な取組として述べられており、無線局数も減少してきているところである。

これらを総合的に勘案すると、第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の導入・展開タイミングと放送事業用無線局の移行タイミングとを上手く整合させれば、双方にとって効率的な導入／移行が実現でき、限りある周波数を有効に活用することが可能になると考えられる。

2. 5 衛星業務システムとの干渉検討

2. 5. 1 検討を実施する干渉形態

2. 1. 1章に記載したように、3.4-4.2GHz帯において運用されている衛星業務用システムは様々であるが、電気通信事業者が運用する地球局（本報告書においては免許局および受信設備も含む）は、日本全体で合計45地球局であることがわかっているため、これらの地球局個別のパラメータを用いて検討を行う。また、これらの地球局の多くは3.6GHz以上の帯域で運用されていることから、干渉検討についても、3.4-3.6GHz帯と3.6-4.2GHz帯に分けて検討を行う。

図2.5.1-1の1対1の対向モデルで、基地局、移動局、陸上移動中継局及び小電力レピータとの評価を行った。アンテナパターン等を考慮した上で最も干渉条件が厳しくなる水平距離の条件（結合損が最小となる条件、ただし基地局は水平距離が100m以上の条件、移動局、陸上移動中継局及び小電力レピータは水平距離が10m以上の条件）で、許容干渉電力に対する所要改善量の算出を行った。

さらに、より現実的なモデルを考慮した場合の追加検討として、いくつかの地球局を例にとり、基地局との共用検討を行った。この追加検討では、地形情報を考慮した検討、小セル基地局との検討、異なる伝搬式での検討、干渉時間率を考慮した検討など、いくつかの評価を行った。

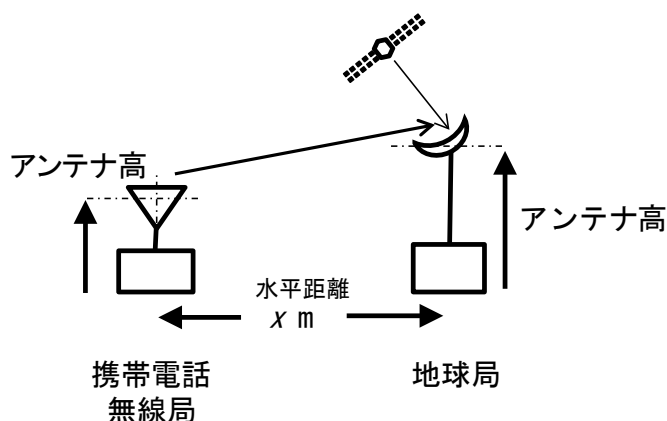


図2.5.1-1 地球局との干渉検討モデル

なお、地球局の帯域内干渉の許容干渉レベルは、干渉時間率100%を考慮する場合には、同一チャンネル干渉については $I/N = -12.2\text{dB}$ （時間率100%）、隣接チャンネル干渉（第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局の不要発射による地球局基本周波数への干渉）については $I/N = -12.2\text{dB}$ （時間率100%）及び $I/N = -20\text{dB}$ （時間率100%）の場合を評価した。衛星システムの不要発射に対する許容干渉基準として、勧告ITU-R S.1432の recommends 4には、干渉源毎の配分値として、“6% for other systems having co-primary status; 1% for all other sources of interference”との記述が、recommends 2には“that the sources of interference to be taken into account may include: emissions from FSS systems operating in the same band; emissions from other radio services sharing the same frequency allocations on a primary basis; emissions from other radio services sharing the same

frequency allocations on a non-primary basis; emissions from unlicensed devices; unwanted emissions (e.g. out-of-band and spurious emissions)”との記述がそれぞれあるため、一次分配されていない業務、免許不要デバイス、不要発射については1%の中から配分すべきと解釈し、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の不要発射による干渉に対して、1%全てを配分した $I/N = -20\text{dB}$ について検討を行った。その一方で、不要発射であっても一次分配されている移動業務からの干渉であるため、不要発射、基本周波数問わず同じ規格（6%）を適用すべきとの考えに基づき、 $I/N = -12.2\text{dB}$ についても検討を行った。

さらに、干渉時間率を考慮した検討では、 $I/N = -10\text{dB}$ （時間率 20%）及び $I/N = -1.3\text{dB}$ （時間率 0.001667%）の場合を評価した

また、地球局が希望波の周波数帯幅外で第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の主波を受信することによる影響については、希望波の IF フィルタのスペクトラムサイドローブによる影響の他、急峻な周波特性を実現できない LNA/LNB が飽和してしまう可能性についても評価する必要があるため、以下では後者について評価を行った。

なお一部の地球局については、上記の許容干渉レベルではなく、絶対値の保護基準が与えられていたため、当該基準に基づいて評価を行った。

さらに、人工衛星局から第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局への干渉影響についても、図 2. 5. 1-2 に示す 1 対 1 の検討モデルでの評価を行なった。干渉検討においては、3.4-4.2GHz 帯に人工衛星からの信号が一様に存在するものと仮定し、ITU の無線通信規則第 21 条で規定されている地表面電力束密度（PFD）の制限値（表 2. 5. 1-1 参照）に基づいて、仰角をパラメータにして干渉電力を算出した。この干渉電力に基づいて、受信アンテナ利得、受信アンテナ指向性減衰、給電線損失等を考慮し、携帯電話システムの無線局の許容干渉レベルと比較を行なうことにより評価した。

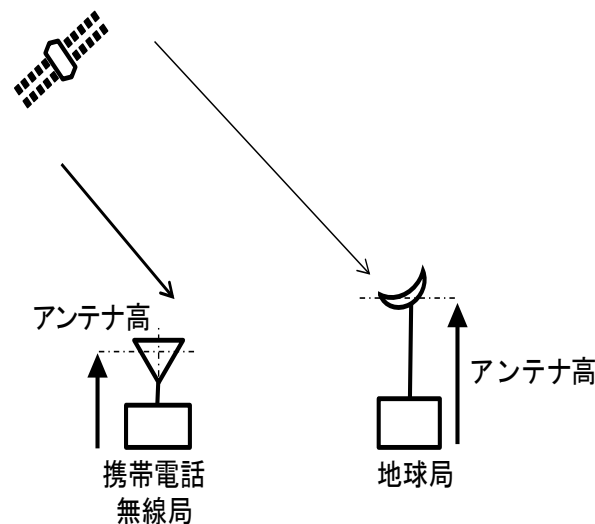


図 2. 5. 1-2 人工衛星局との干渉検討モデル

表 2. 5. 1-1 ITU の無線通信規則第 21 条の地表面電力束密度 (PFD) の制限値

周波数帯	無線業務	水平面からの仰角 (δ) に応じた地表面電力束密度の制限値 (dB(W/m ²))			参照帯域幅
		0° - 5°	5° - 25°	25° - 90°	
3400-4200MHz	Fixed-satellite (space-to-Earth) (geostationary-satellite orbit)	-152	-152 + 0.5 (δ - 5)	-142	4kHz

2. 5. 2 基地局→地球局の干渉検討

(1) 1対1対向モデルでの干渉検討

表2. 5. 2-1に、基地局の送信周波数帯が3.4-3.6GHzである場合の、1対1対向モデルでの干渉検討結果を示す。

同一チャネル干渉となる条件（45地球局のうち9地球局が該当（ただし3地球局は1MHzだけ同一チャネル干渉の条件））では、結合損が最小となる水平距離で、約60から75dBの所要改善量となった。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、ガードバンドが10MHz以上あれば、基地局へのフィルタ挿入により帯域内干渉の所要改善量はマイナスとなり、地球局の許容干渉レベルを満たすことができる。ガードバンドが0MHzの条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、最大で25km程度（I/N = -12.2dB 基準）又は60km程度（I/N = -20.0dB 基準）の離隔距離を確保する必要がある。また、帯域外干渉については、地球局により所要改善量の値が異なるが、基地局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 2-1 1対1対向モデルでの干渉検討：基地局の送信周波数帯が3.4-3.6GHzの場合
 (* 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉ではI/N=-12.2dB基準、隣接チャネル干渉ではI/N=-12.2dB 及び-20dB基準で計算
 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	基地局 送信周波数 (MHz)	配置	ガードバ ンド幅 (MHz)	干渉形態	水平距離 (m)	所要改善量* (dB)	所要改善量0となる 水平距離 (m) (隣接 CH 干渉で、 フィルタ適用によ る改善が見込めな い条件のみ記載)	基地局フィルタ 挿入後の 所要改善量 (dB)
1	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	400	22.4/30.2	—	-90.6/-82.8
					帯域外干渉	400	19.9	7,800	—
2	3420-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	200	66.4	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	200	22.2/30.0	6,500/16,000	—
				10	帯域内干渉	200	16.9/24.7	—	-21.2/-13.4
				0, 10	帯域外干渉	200	14.0	2,600	—
3	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	300	7.2/15.0	—	-105.8/-98.0
					帯域外干渉	300	6.6	400	—
4	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	800	-1.3/6.5	—	-114.3/-106.5
					帯域外干渉	800	-1.5	800	—
5	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	100	26.1/33.9	—	-87.0/-79.2
					帯域外干渉	100	25.9	2,100	—
6	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	100	19.3/27.1	—	-59.9/-52.1
					帯域外干渉	100	22.4	9,000	—
7	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	100	22.6/30.4	—	-56.6/-48.8

					帶域外干涉	100	16.6	9,000	—
8	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帶域内干涉	100	22.2/30.0	—	-57.0/-49.2
					帶域外干涉	100	7.9	500	—
9	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帶域内干涉	500	60.5	—	—
10	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-87.8/-80.0
					帶域外干涉	500	14.4	6,000	—
11	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-87.8/-80.0
					帶域外干涉	500	14.4	6,000	—
12	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-87.8/-80.0
					帶域外干涉	500	14.4	6,000	—
13	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帶域内干涉	500	75.5	—	—
14	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帶域内干涉	500	75.5	—	—
15	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	100	21.8/29.6	—	-91.2/-83.4
					帶域外干涉	100	16.1	1,700	—
16	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	100	21.8/29.6	—	-91.2/-83.4
					帶域外干涉	100	16.1	1,700	—
17	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	100	30.4/38.2	—	-82.7/-74.9
					帶域外干涉	100	21.8	12,000	—
18	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	500	15.6/23.4	—	-97.5/-89.7
					帶域外干涉	500	-0.5	500	—
19	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帶域内干涉	600	15.0/22.8	—	-98.1/-90.3
					帶域外干涉	600	-1.0	600	—
20	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520	帶域内干涉	700	-3.0/4.8	—	-116.1/-108.3
					帶域外干涉	700	-1.8	700	—
21	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520	帶域内干涉	300	4.6/12.4	—	-108.5/-100.7

					帯域外干渉	300	5.3	400	-
22	3685-4200	3400-3600	隣接 CH	85	帯域内干渉	3,000	13.3/21.1	-	-95.7/-87.9
					帯域外干渉	3,000	一部パラメータ不明のため未検討		
23	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	300	15.9/23.7	-	-63.3/-55.5
					帯域外干渉	300	13.6	21,000	-
24	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	300	10.8/18.6	-	-68.5/-60.7
					帯域外干渉	300	6.9	1,900	-
25	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	300	15.8/23.6	-	-63.4/-55.6
					帯域外干渉	300	13.5	21,000	-
26	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	300	9.9/17.7	-	-103.2/-95.4
					帯域外干渉	300	7.7	2,900	-
27	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	300	10.5/18.3	-	-102.5/-94.7
					帯域外干渉	300	5.4	400	-
28	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	200	65.5	-	-
29	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	200	62.2	-	-
30	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	300	10.0/17.8	-	-69.3/-61.5
					帯域外干渉	300	7.0	400	-
31	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	200	6.9/14.7	-	-72.3/-64.5
					帯域外干渉	200	6.0	400	-
32	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	300	63.5	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	19.3/27.1	24,000/60,000	-
				10	帯域内干渉	300	14.0/21.8	-	-24.1/-16.3
				0, 10	帯域外干渉	300	13.1	9,600	-
33	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	300	58.3	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	14.1/21.9	900/24,000	-

				10	帯域内干渉	300	8.8/16.6	—	-29.3/-21.5
				0, 10	帯域外干渉	300	8.1	500	—
34	3599-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	200	61.8	—	—
				0	帯域内干渉	200	17.6/25.4	700/16,000	—
			隣接 CH	10	帯域内干渉	200	12.3/20.1	—	-25.8/-18.0
				0, 10	帯域外干渉	200	10.0	400	—
35	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	200	12.8/20.6	—	-66.5/-58.7
					帯域外干渉	200	9.8	400	—
36	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	100	35.2/43.0	—	-44.1/-36.3
					帯域外干渉	100	31.8	2,900	—
37	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	100	-2.4	—	-81.6
					帯域外干渉	100	19.4	2,400	—
38	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討			
					帯域外干渉	200	8.9	300	—
39	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	200	-10.8	—	-90.0
					帯域外干渉	200	9.9	300	—
40	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	100	-0.6	—	-79.8
					帯域外干渉	100	21.8	2,200	—
41	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25	帯域内干渉	200	-14.4	—	-93.6
					帯域外干渉	200	9.5	300	—
42	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	—	—				
43	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100	帯域内干渉	100	19.2/27.0	—	-93.9/-86.1
					帯域外干渉	100	11.4	1,600	—
44	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	—	帯域内干渉				
45	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	—	帯域内干渉				

次に、表 2. 5. 2-2 に、基地局の送信周波数帯が 3.6-4.2GHz である場合の、1対1 対向モデルでの干渉検討結果を示す。

同一チャネル干渉の条件では、結合損が最小となる水平距離で、約 35 から 90dB の所要改善量となった。

隣接チャネル干渉の条件は、ガードバンド 0MHz 又は 10MHz での評価を行った。ガードバンド 10MHz の条件では、基地局へのフィルタ挿入により、1つの地球局を除いて ($I/N = -20\text{dB}$ 基準の場合)、帯域内干渉の所要改善量はマイナスとなり、地球局の許容干渉レベルを満たすことができる。また前記 1つの地球局についても、フィルタ挿入後の所要改善量は 4.8dB であるため、サイトエンジニアリング等を考慮すれば、対応可能と考えられる。ガードバンドが 0MHz の条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、 $I/N = -12.2\text{dB}$ 基準では最大で 60km 程度の離隔距離を確保する必要があり、 $I/N = -20\text{dB}$ 基準では自由空間損失で計算される所要離隔距離によれば、見通し以上の大きな距離を確保する必要がある。また、帯域外干渉については、地球局により所要改善量の値が異なるが、基地局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 2-2 1対1対向モデルでの干渉検討（基地局の送信周波数帯が3.6-4.2GHzの場合）

（注）許容干渉レベルは、同一チャネル干渉ではI/N=-12.2dB基準、隣接チャネル干渉ではI/N=-12.2dB 及び-20dB基準で計算

（※一部の地球局は絶対値基準で計算）

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	基地局 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平距離 (m)	所要改善量 ^(注) (dB)	所要改善量 0 となる 水平距離 (m) (隣接 CH 干渉で、 フィルタ適用による 改善が見込めない 条件のみ記載)	基地局フィルタ 挿入後の 所要改善量 (dB)
1	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	400	71.9	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	400	27.7/35.5	19,000/47,000	—
				10	帯域内干渉	400	22.4/30.2	—	-15.7/-7.9
				0, 10	帯域外干渉	400	19.9	7,800	—
2	3420-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	200	66.4	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	200	22.2/30.0	6,500/16,000	—
				10	帯域内干渉	200	16.9/24.7	—	-21.2/-13.4
				0, 10	帯域外干渉	200	14.0	2,600	—
3	3700-3720	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	300	56.7	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	12.5/20.3	500/8,300	—
				10	帯域内干渉	300	7.2/15.0	—	-30.9/-23.1
				0, 10	帯域外干渉	300	6.6	400	—
4	3700-3720	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	800	48.2	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	800	4.0/11.8	1,000/1,200	—
				10	帯域内干渉	800	-1.3/6.5	—	-39.4/-31.6
				0, 10	帯域外干渉	800	-1.5	800	—

5	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	75.5	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	31.3/39.1	3,700/9,100	—
				10	帶域内干涉	100	26.1/33.9	—	-12.0/-4.2
				0, 10	帶域外干涉	100	25.9	2,100	—
6	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	68.7	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	24.5/32.3	12,000/28,000	—
				10	帶域内干涉	100	19.3/27.1	—	-18.8/-11.0
				0, 10	帶域外干涉	100	22.4	9,000	—
7	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	72.0	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	27.8/35.6	32,000/—	—
				10	帶域内干涉	100	22.6/30.4	—	-15.6/-7.8
				0, 10	帶域外干涉	100	16.6	9,000	—
8	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	71.6	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	27.4/35.2	5,900/15,000	—
				10	帶域内干涉	100	22.2/30.0	—	-16.0/-8.2
				0, 10	帶域外干涉	100	7.9	500	—
9	3400-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	60.5	—	—
10	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	74.7	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	500	30.5/38.3	34,000/—	—
				10	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-12.8/-5.0
				0, 10	帶域外干涉	500	14.4	6,000	—
11	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	74.7	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	500	30.5/38.3	39,000/—	—
				10	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-12.8/-5.0
				0, 10	帶域外干涉	500	14.4	6,000	—

12	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	74.7	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	500	30.5/38.3	34,000/—	—
				10	帶域内干涉	500	25.3/33.1	—	-12.8/-5.0
				0, 10	帶域外干涉	500	14.4	6,000	—
13	3400-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	75.5	—	—
14	3400-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	75.5	—	—
15	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	71.3	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	27.1/34.9	7,700/19,000	—
				10	帶域内干涉	100	21.8/29.6	—	-16.3/-8.5
				0, 10	帶域外干涉	100	16.1	1,700	—
16	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	71.3	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	27.1/34.9	7,700/19,000	—
				10	帶域内干涉	100	21.8/29.6	—	-16.3/-8.5
				0, 10	帶域外干涉	100	16.1	1,700	—
17	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	79.8	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	35.6/43.4	57,000/—	—
				10	帶域内干涉	100	30.4/38.2	—	-7.8/0.0
				0, 10	帶域外干涉	100	21.8	12,000	—
18	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	500	65.0	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	500	20.8/28.6	11,000/26,000	—
				10	帶域内干涉	500	15.6/23.4	500	-22.6/-14.8
				0, 10	帶域外干涉	500	-0.5	—	—
19	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	600	64.5	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	600	20.3/28.1	12,000/29,000	—
				10	帶域内干涉	600	15.0/22.8	—	-23.1/-15.3

				0, 10	帯域外干渉	600	-1.0	600	-
20	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	700	46.4	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	700	2.2/10.0	900/1,100	-
				10	帯域内干渉	700	-3.0/4.8	-	-41.2/-33.4
				0, 10	帯域外干渉	700	-1.8	700	-
21	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300	54.0	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	9.8/17.6	400/6,600	-
				10	帯域内干渉	300	4.6/12.4	-	-33.6/-25.8
				0, 10	帯域外干渉	300	5.3	400	-
22	3685-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	3,000	62.7	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	3,000	18.5/26.3	63,000/-	-
				10	帯域内干渉	3,000	13.3/21.1	-	-24.9/-17.1
				0, 10	帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討			
23	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300	65.4	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	21.2/29.0	46,000/-	-
				10	帯域内干渉	300	15.9/23.7	-	-22.2/-14.4
				0, 10	帯域外干渉	300	13.6	21,000	-
24	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300	60.2	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	16.0/23.8	14,000/35,000	-
				10	帯域内干渉	300	10.8/18.6	-	-27.4/-19.6
				0, 10	帯域外干渉	300	6.9	1,900	-
25	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300	65.3	-	-
			隣接 CH	0	帯域内干渉	300	21.1/28.9	46,000/-	-
				10	帯域内干渉	300	15.8/23.6	-	-22.3/-14.5
				0, 10	帯域外干渉	300	13.5	21,000	-

26	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	300	59.4	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	300	15.2/23.0	12,000/28,000	—
				10	帶域内干涉	300	9.9/17.7	—	-28.2/-20.4
				0, 10	帶域外干涉	300	7.7	2,900	—
27	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	300	60.0	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	300	15.8/23.6	12,000/29,000	—
				10	帶域内干涉	300	10.5/18.3	—	-27.6/-19.8
				0, 10	帶域外干涉	300	5.4	400	—
28	3400-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	200	65.5	—	—
29	3400-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	200	62.2	—	—
30	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	300	59.4	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	300	15.2/23.0	5,900/19,000	—
				10	帶域内干涉	300	10.0/17.8	—	-28.2/-20.4
				0, 10	帶域外干涉	300	7.0	400	—
31	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	200	56.3	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	200	12.1/19.9	4,800/16,000	—
				10	帶域内干涉	200	6.9/14.7	—	-31.2/-23.4
				0, 10	帶域外干涉	200	6.0	400	—
32	3599-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	300	63.5	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	300	19.3/27.1	24,000/60,000	—
				10	帶域内干涉	300	14.0/21.8	—	-24.1/-16.3
				0, 10	帶域外干涉	300	13.1	9,600	—
33	3599-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	300	58.3	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	300	14.1/21.9	900/24,000	—
				10	帶域内干涉	300	8.8/16.6	—	-29.3/-21.5

				0, 10	帯域外干渉	300	8.1	500	—
34	3599-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	200	61.8	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	200	17.6/25.4	700/16,000	—
				10	帯域内干渉	200	12.3/20.1	—	-25.8/-18.0
				0, 10	帯域外干渉	200	10.0	400	—
35	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	200	62.2	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	200	18.0/25.8	5,700/18,000	—
				10	帯域内干渉	200	12.8/20.6	—	-25.4/-17.6
				0, 10	帯域外干渉	200	9.8	400	—
36	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	100	84.6	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	100	40.4/48.2	7,600/19,000	—
				10	帯域内干渉	100	35.2/43.0	—	-3.0/4.8
				0, 10	帯域外干渉	100	31.8	2,900	—
37	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	100	47.1	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	100	2.9	300	—
				10	帯域内干渉	100	-2.4	—	-40.5
				0, 10	帯域外干渉	100	19.4	2,400	—
38	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討			
			隣接 CH	0	帯域内干渉				
				10	帯域内干渉				
				0, 10	帯域外干渉	200	8.9	300	—
39	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帯域内干渉	200	38.7	—	—
			隣接 CH	0	帯域内干渉	200	-5.5	—	—
				10	帯域内干渉	200	-10.8	—	-48.9
				0, 10	帯域外干渉	200	9.9	300	—

40	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	48.8	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	4.6	300	—
				10	帶域内干涉	100	-0.6	—	-38.8
				0, 10	帶域外干涉	100	21.8	2,200	—
41	3625-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	200	35.1	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	200	-9.1	—	—
				10	帶域内干涉	200	-14.4	—	-52.5
				0, 10	帶域外干涉	200	9.5	300	—
43	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	68.6	—	—
			隣接 CH	0	帶域内干涉	100	24.4/32.2	9,200/23,000	—
				10	帶域内干涉	100	19.2/27.0	—	-19.0/-11.2
				0, 10	帶域外干涉	100	11.4	1,600	—
44	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	91.4	—	—
45	3700-4200	3600-4200	同一 CH	—	帶域内干涉	100	58.3	—	—

(2) 現実的なモデルを考慮した場合の追加検討

上記の評価は、第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の無線局と地球局が1対1で対向した場合に、自由空間伝搬損失を考慮した、簡単な検討結果である。そこで、より現実的な干渉検討モデルに基づいた共用検討を実施し、第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の無線局と地球局の共用の可能性について評価を行なう。なお、評価手法として、干渉時間率100%を考慮した場合の検討(評価手法1)及び100%以外の干渉時間率を考慮した場合の検討(評価手法2)の2通りについて検討を行った。

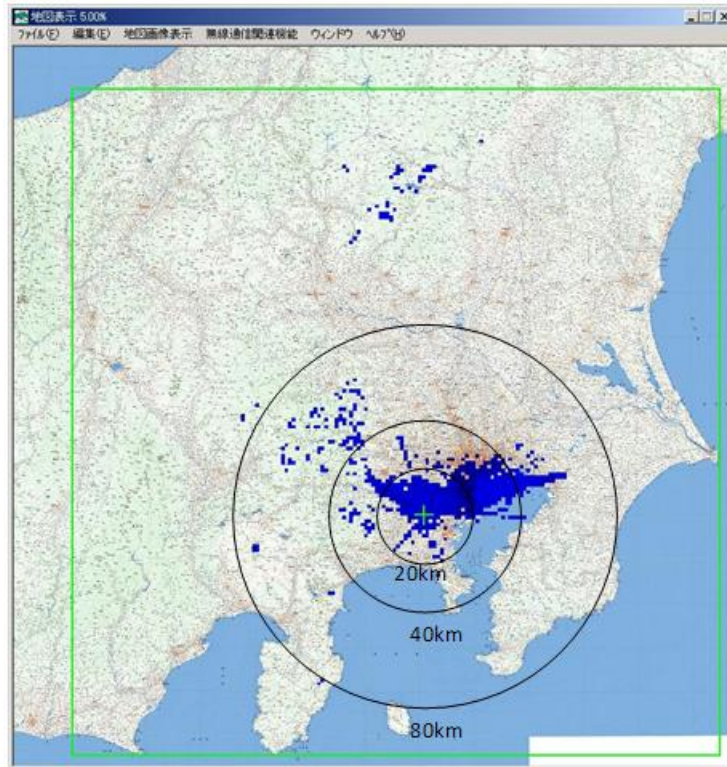
(2-1) 評価手法1

以下の評価では、1対1の対向モデルの場合と同様に、干渉時間率100%を考慮して評価を行なった。

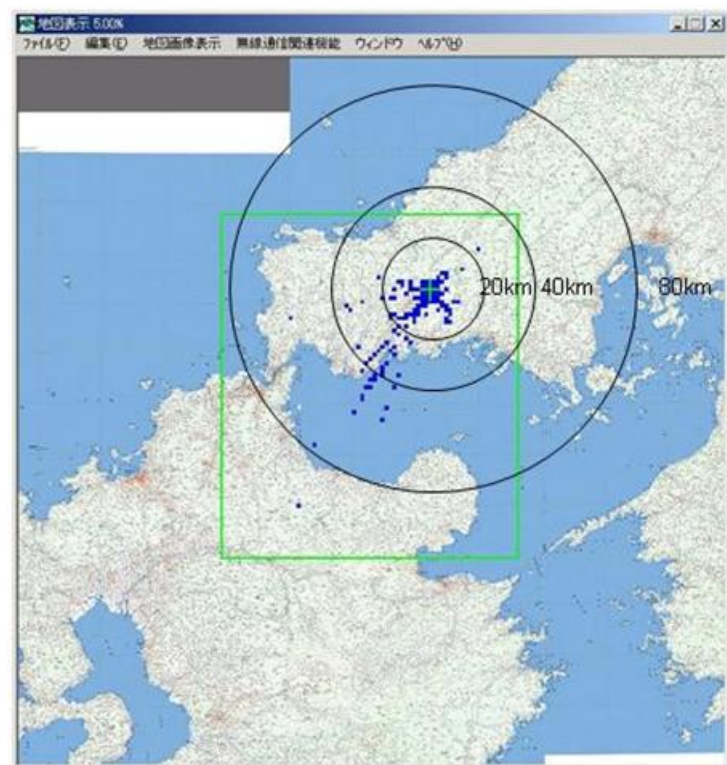
(ア) 地形情報を加味した場合の干渉検討

地球局周辺の地形情報を加味した場合の検討を行った。この検討では、地球局の仰角、方位角を考慮したアンテナパターンを設定し、地球局を取り囲む1.5km×1.5kmメッシュ毎に基地局1局を設置した場合に、各メッシュの基地局から地球局に与える干渉電力が、単体で許容干渉レベルを満たすかどうかを地図上に描画した。各メッシュから地球局までの伝搬損失は、自由空間伝搬に加え、遮蔽損失(近接リッジ損失)や山岳回折損失を考慮した。なお、本評価で用いた地形情報には、1.5km×1.5kmメッシュ内の建物高の情報も考慮されている。

図2.5.2-1に、通常基地局1局を同一チャネル干渉の条件で設置した場合に、地球局の許容干渉レベルを超えるメッシュを地図上に塗りつぶした結果の例を示す。これらの図より、地形情報を加味することで、地球局の許容干渉レベルを満たせないエリアは全ての方向に一樣では広がらず、地形による遮蔽が見込める場合には、共用の可能性が高まることが分かる。また各図を比較することにより、許容干渉レベルを満たせないエリアの状況は、地球局の設置場所に大きく依存することが分かる。例えば、例1の場合には、半径80km圏内の一部の方向に影響の出るエリアが偏る一方、標高が高く見通しが利く条件では130km程度の離隔距離がある場合でも許容干渉レベルを満たせない地点があることが分かる。一方、例2の場合には、影響の出るエリアが例1に比較して、小さくなることが分かる。



(a) 例 1



(b) 例 2

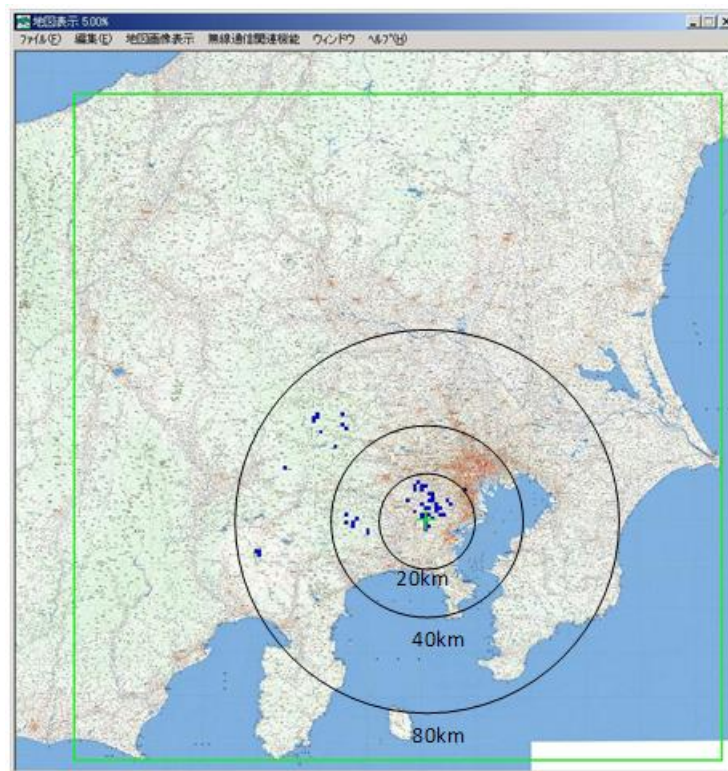
図 2. 5. 2-1 通常基地局による同一チャネル干渉の影響

(イ) 小セル基地局を想定した場合の干渉検討

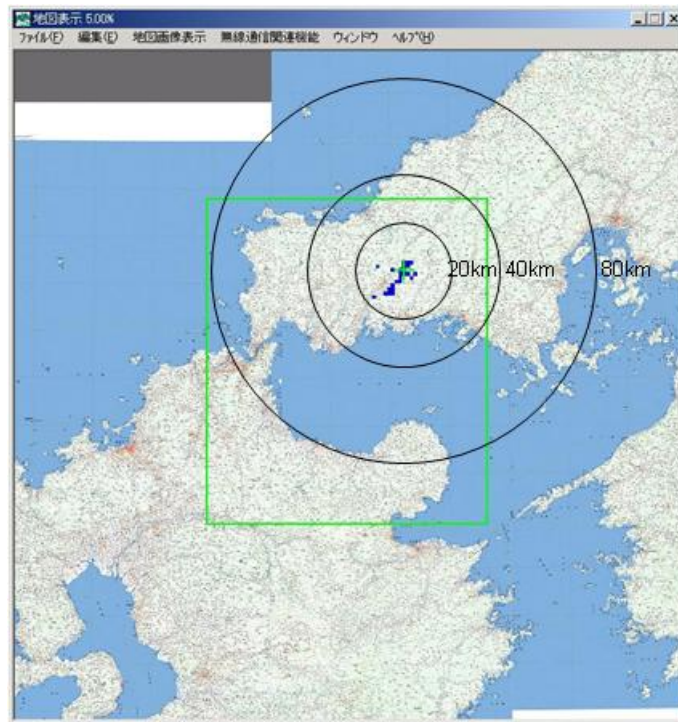
地球局への干渉の影響を低減する手法として、空中線電力や空中線高等が小さい小セル基地局を用いた場合の評価を行なった。

図2.5.2-2に、同一チャネル干渉の条件で小セル基地局を1局設置した場合に、地球局の許容干渉レベルを超えるメッシュを地図上に塗りつぶした結果の例を示す。各図に示されるとおり、通常基地局の場合に比較して、地球局の許容干渉レベルを満たすことが出来ないエリアが大幅に減少していることが分かる。例えば、通常基地局では半径20km圏内では大部分が許容干渉レベルを満たせないエリアとなるが、小セル基地局では許容干渉レベルを満たすエリアが増加することが分かる。なお、本評価では地形情報に加えてメッシュ内の建物の情報も含まれているため、小セル基地局によりアンテナ高を低くする効果が現れているものと考えられる。

本結果より、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）において小セル基地局を用いた基地局展開を行なうことが、地球局との共用の可能性を改善する手法として有効であることが分かる。



(a) 例1



(b) 例 2

図 2. 5. 2-2 小セル基地局による同一チャネル干渉の影響

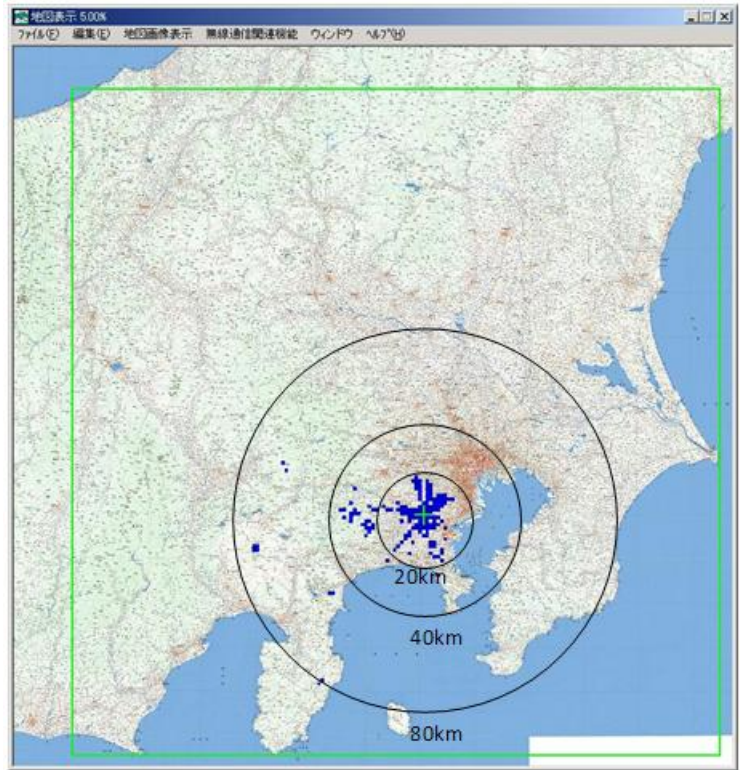
(ウ) 地球局へのサイトシールドディングを想定した場合の干渉検討

地球局への干渉の影響を低減するため、地球局のアンテナ周辺を遮蔽(サイトシールドディング)する対策が、勧告 ITU-R SF. 1486 に示されている。そこで、地球局アンテナのバックローブ方向について、勧告 ITU-R SF. 1486 で想定されている 30dB 程度の遮蔽効果を用いて評価した場合の結果を示す。図 2. 5. 2-3 は、同一チャネル干渉の条件で通常又は小セル基地局を 1 局設置した場合に、地球局の許容干渉レベルを超えるメッシュを地図上に塗りつぶした場合の結果の一例である。遮蔽効果は、地球局アンテナのメインローブ方向 $-48^{\circ} \sim +48^{\circ}$ 以内の角度には適用しないものとし(捕捉する人工衛星に応じて、複数の方向に地球局アンテナを向けることを考慮)、それ以外のバックローブ方向に一律 30dB の減衰を考慮した。

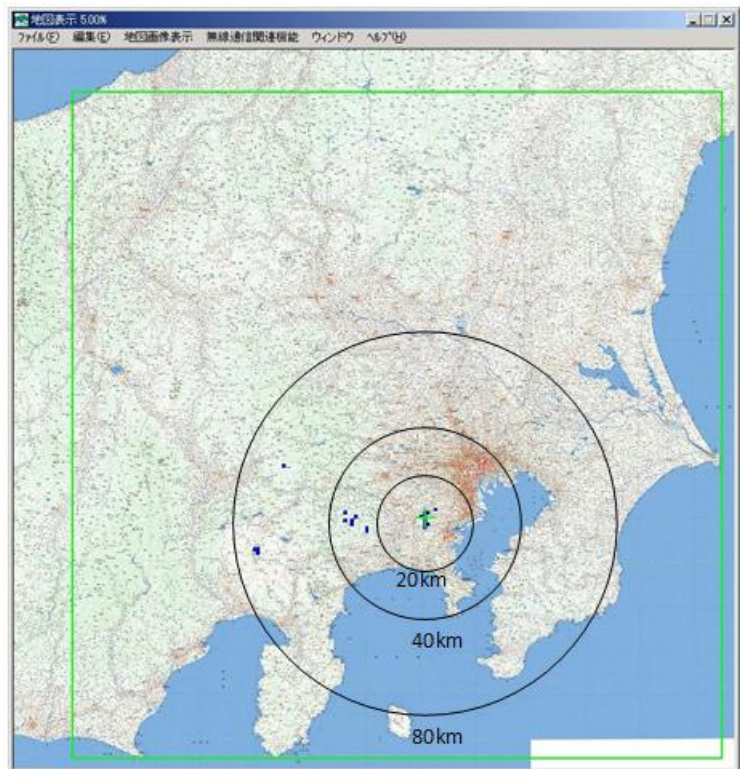
通常基地局の場合には、サイトシールドディングなしの場合には、最大で 160km 程度の離隔距離まで許容干渉レベルを満たせないエリアが広がっていたが、サイトシールドディングを適用することで、一部のエリアを除き、概ね半径 20km 以遠では許容干渉レベルを満たすエリアとなることが分かる。

また、小セル基地局の場合にもサイトシールドディングの設置は効果的であり、許容干渉レベルを満たせないエリアは、一部のエリアにまで減少していることが分かる。

なお勧告 ITU-R SF. 1486 にも記載されている通り、サイトシールドディングの設置可否及びその効果は、地球局毎に効果が異なるため、地球局の設置状況に応じて個別に検討を行うことが必要である。



(a) 通常基地局の場合



(b) 小セル基地局の場合

図 2. 5. 2-3 地球局周辺へのサイトシールドイングの効果

(エ) 検討対象エリアに応じた伝搬式での干渉検討

大都市の中心部のような平均建物が高いエリアに、アンテナ高の低い小セル基地局を設置する場合には、建物の遮蔽による見通し外環境が基本となるため、自由空間損失では干渉の影響を過大に評価してしまう可能性がある。この点を踏まえ、伝搬式として2. 2. 5章で説明した拡張秦式を用いた場合と、自由空間損失を用い場合の比較結果を、図2. 5. 2-4に示す。この図より、拡張秦式の適用により所要改善量が大きく改善しており、検討対象エリアに応じて適切な伝搬式を用いることが有効であることが分かる。

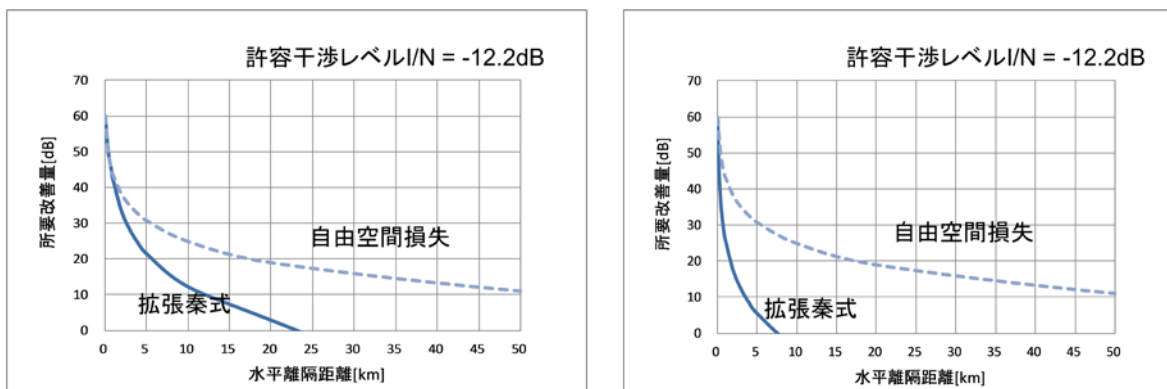


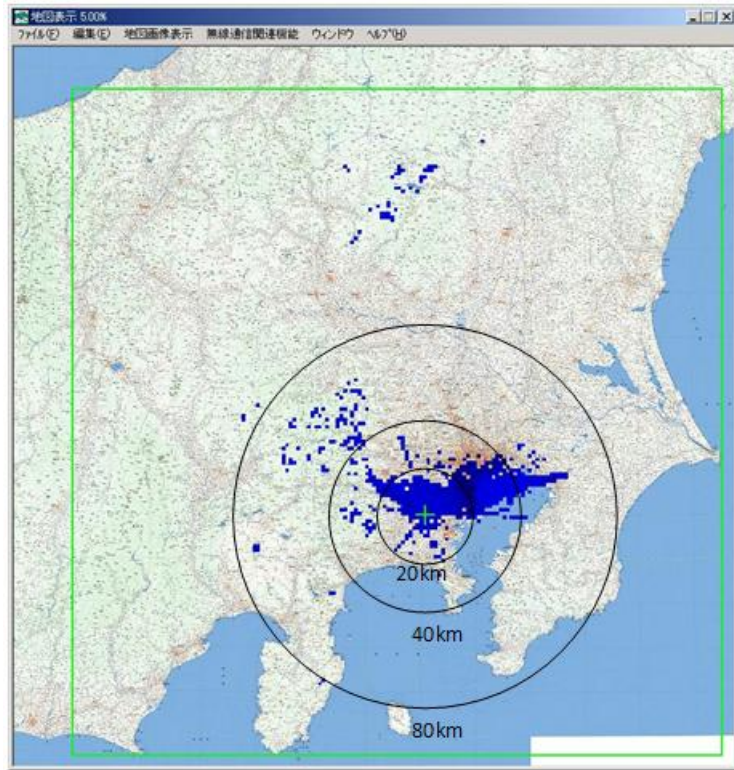
図2. 5. 2-4 用いる伝搬式の影響

(同一チャネル干渉、小セル基地局のアンテナ高が左図は10m、右図は5m)

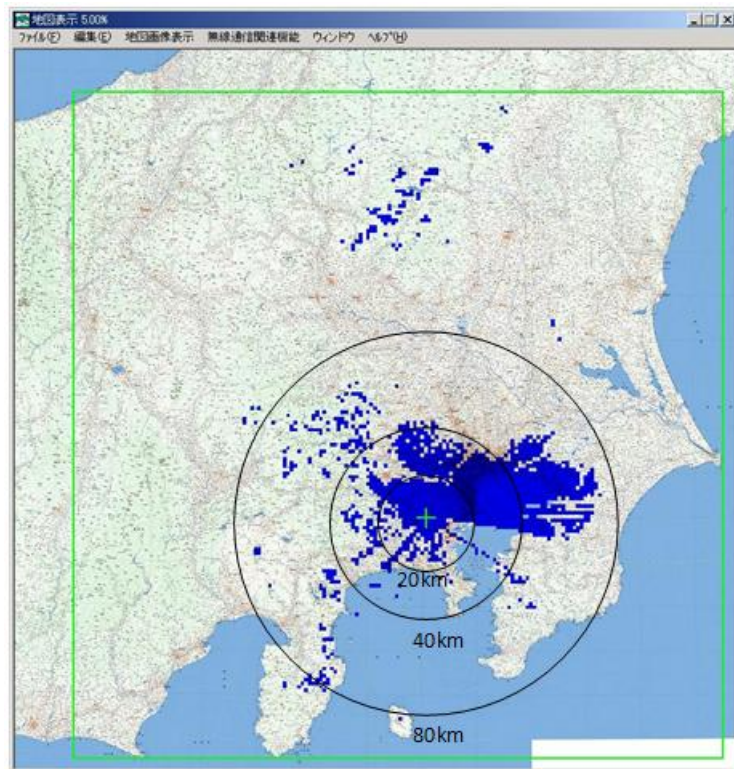
(オ) 複数基地局からの干渉を考慮した場合の検討

第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) のエリア展開にあたっては、複数の基地局が設置されるため、地球局への干渉の影響もこの点を考慮する必要がある。そこで、複数の基地局からの干渉の影響評価を簡易的に模擬するため、地球局の許容干渉レベルを10dB刻みで下げた場合に、地図上の塗りつぶしエリアがどのように変化するかを検討を行った。図2. 5. 2-5に、同一チャネル干渉の条件で通常基地局を設置する場合に、地球局の許容干渉レベルを-12. 2dBから10dB刻みで下げた場合の結果の一例を示す。1/N = -12. 2dBは基地局1局以下で許容干渉レベルを満たせないエリア相当、1/N = -22. 2dBは基地局10局以下で許容干渉レベルを満たせないエリア相当、1/N = -32. 2dBは基地局100局以下で許容干渉レベルを満たせないエリア相当、1/N = -42. 2dBは基地局1, 000局以下で許容干渉レベルを満たせないエリア相当となる。なお本評価方法では、1メッシュ内に上記基地数の局が設置された場合の計算結果であり、厳密には任意の複数のメッシュ上に合計で当該数の基地局が設置された場合の計算結果ではない。ただし、塗りつぶしエリアの端付近に当該数の基地局が設置された場合を簡易的に模擬していることにはなるため、上記で示した基地局数以下で許容干渉レベルを満たせないエリア相当となる、との表現を用いている。

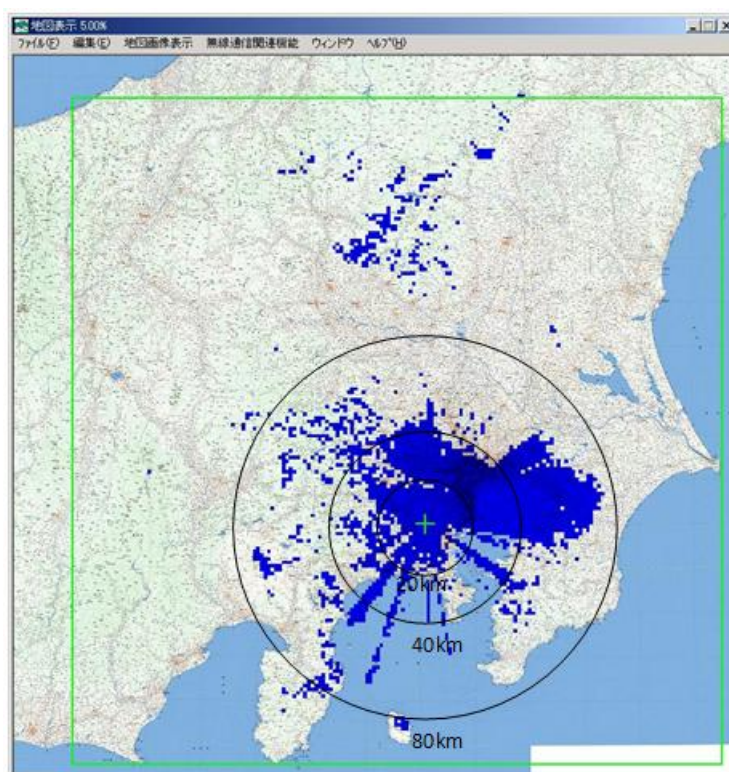
本結果の例より、複数の基地局からの干渉の影響を考慮すると、許容干渉レベルを満たせないエリアが大幅に拡大することが確認できる。



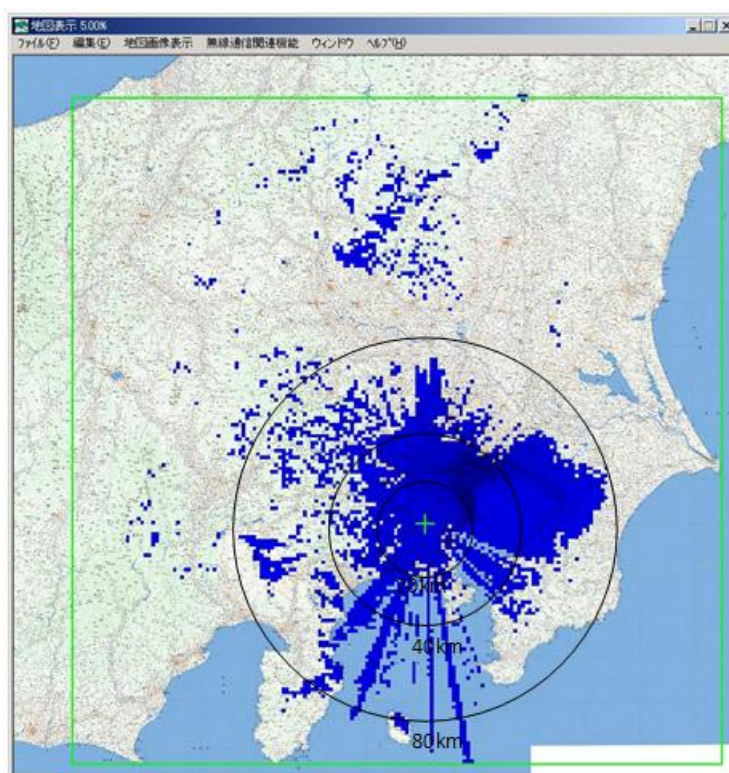
(a) 許容干渉レベル $I/N = -12.2\text{dB}$ (基地局 1 局以下で許容干渉レベルを超過)



(b) 許容干渉レベル $I/N = -22.2\text{dB}$ (基地局 10 局以下で許容干渉レベルを超過)



(c) 許容干渉レベル $I/N = -32.2\text{dB}$ (基地局 100 局以下で許容干渉レベルを超過)

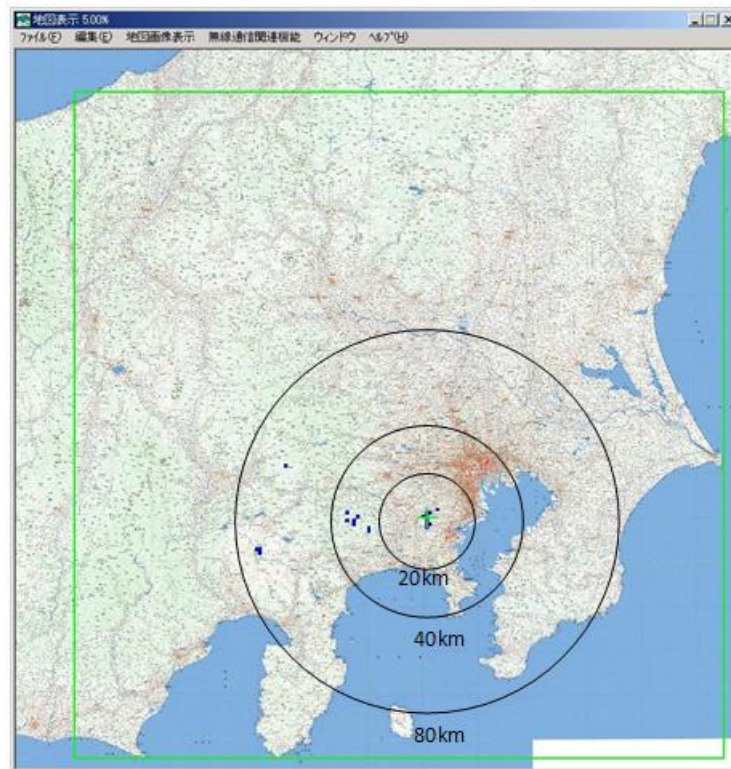


(d) 許容干渉レベル $I/N = -42.2\text{dB}$ (基地局 1,000 局以下で許容干渉レベルを超過)

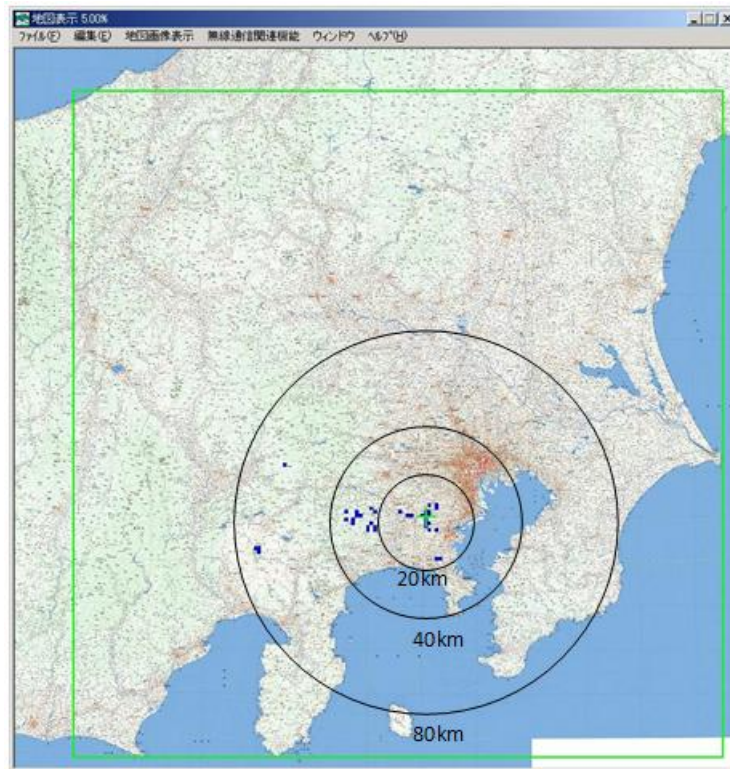
図 2. 5. 2-5 複数の通常基地局からの同一チャネル干渉の影響の一例

上記の評価例は、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の基地局と地球局が同一チャンネルで共用する場合に、共用のための対策を実施しなかった場合の結果である。そこで干渉軽減策として、基地局側への対策として小セル基地局を適用し、地球局側への対策としてアンテナ周辺へのサイトシールドディングを適用した場合の検討を行った。

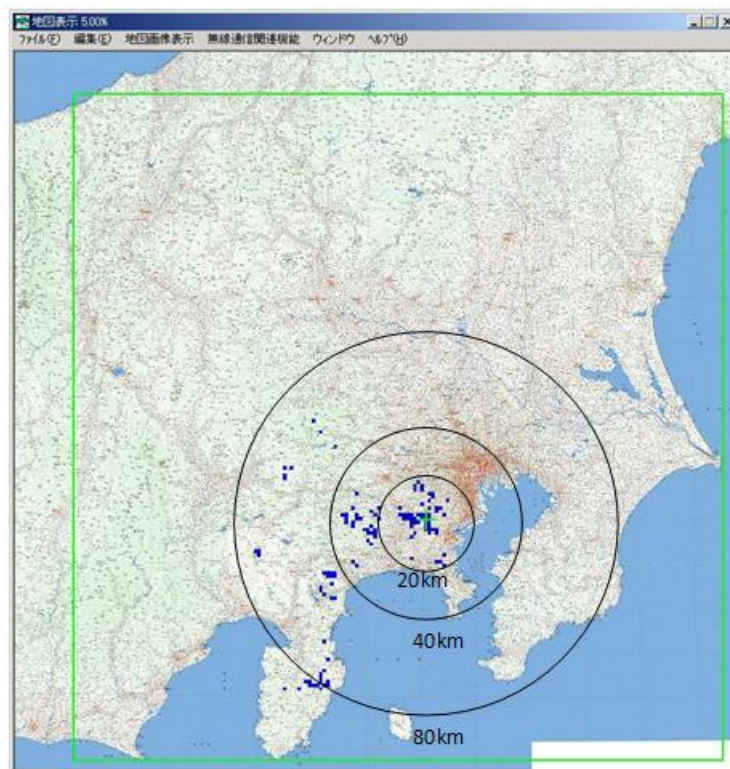
図2. 5. 2-6に検討結果の例を示す。本結果より、対策前に比較して、小セル基地局の利用及びサイトシールドディングにより、基地局を設置できるエリアが大幅に拡大しており、15km程度の離隔距離を確保しつつ、見通しが効く条件での基地局設置を避ける等の条件を課すことにより、1,000局程度の小セル基地局の設置が可能となる事が分かる。



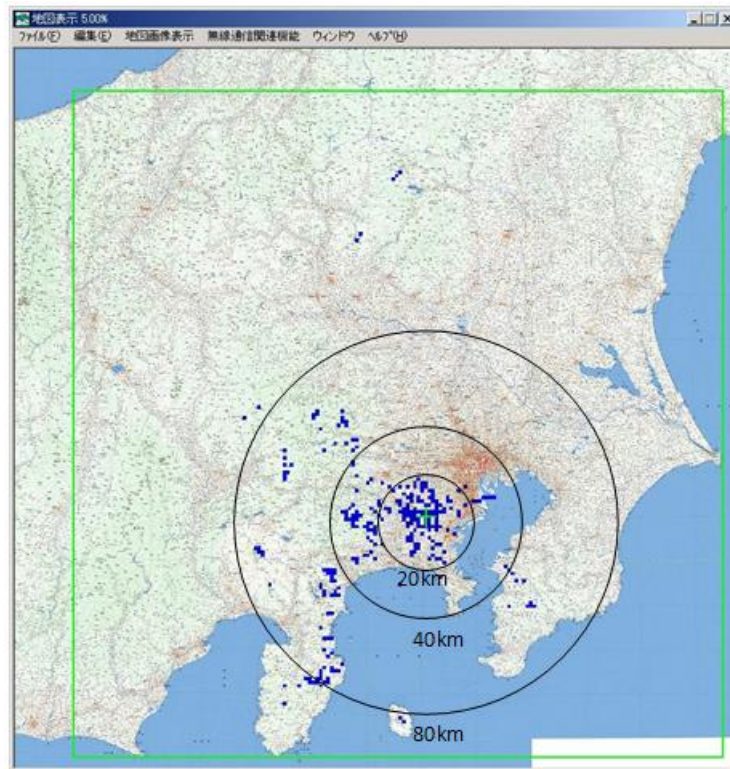
(a) 許容干渉レベル $I/N = -12.2\text{dB}$ (小セル基地局1局以下で許容干渉レベル超過)



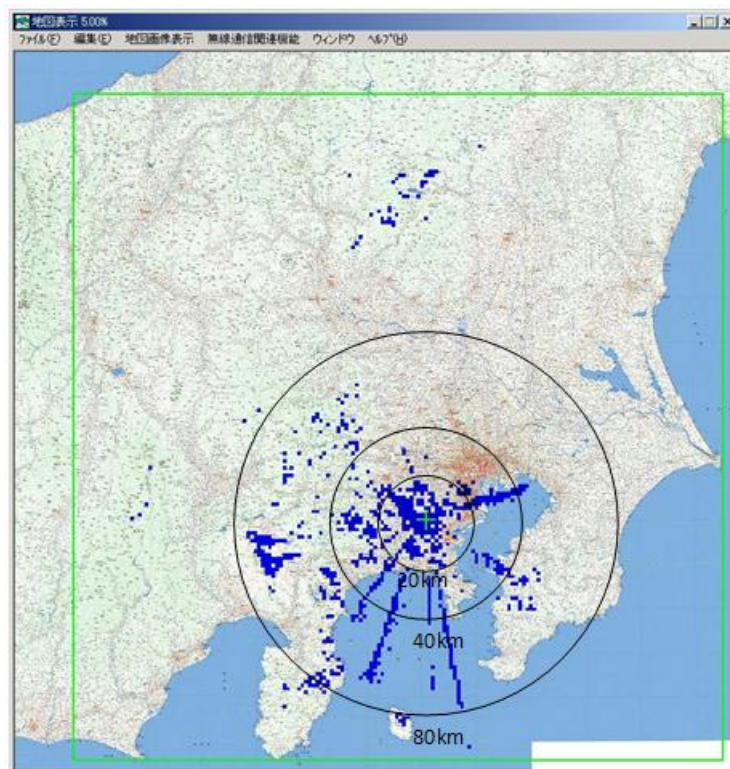
(b) 許容干渉レベル $I/N = -22.2\text{dB}$ (小セル基地局 10 局以下で許容干渉レベル超過)



(c) 許容干渉レベル $I/N = -32.2\text{dB}$ (小セル基地局 100 局以下で許容干渉レベル超過)



(d) 許容干渉レベル $I/N = -42.2\text{dB}$ (小セル基地局 1,000 局以下で許容干渉レベル超過)



(e) 許容干渉レベル $I/N = -52.2\text{dB}$ (小セル基地局 10,000 局以下で許容干渉レベル超過)

図 2. 5. 2-6 複数の小セル基地局からの同一チャネル干渉の影響の一例
(サイトシールドイングあり)

(2-2) 評価手法2 (ITU-R の関係文書に基づく干渉検討)

固定衛星業務に関する保護基準や干渉検討におけるパラメータ等は ITU 無線通信規則 (Radio Regulation) や ITU-R 勧告で定められている。地球局における許容干渉量は、勧告 ITU-R S. 1432 においてクリアスカイ条件での地球局のシステム雑音電力に対する干渉配分割合で規定され、固定衛星業務と同じ一次業務のシステムからの干渉に対し 6% を配分 (I/N 値換算で -12.2dB)、他の干渉源に対し 1% を配分 (I/N 値換算で -20dB) している。上記は干渉時間率 100% に対する値、即ち、通常の運用状況下で干渉電力として許容される配分割合であるが、実際の電波伝搬では伝搬損失量は時変動し、与干渉源から地球局への干渉量も変動する。このため、以下に示す 2 つの保護基準が設けられている。

- 長時間干渉基準：時間率 20% に対して I/N = -10dB (同一チャネル干渉)
※勧告 ITU-R S. 1432 より
- 短時間干渉基準：時間率 0.001667% に対して I/N = -1.3dB (同一チャネル干渉)
※勧告 ITU-R SF. 1006 (及び ITU 無線通信規則の付録 7) より

さらに干渉時間率を考慮した検討を行うため、勧告 ITU-R P. 452 で示される伝搬モデルが適用されている。勧告 ITU-R P. 452 は、様々な伝搬現象を対象に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量の計算方法を規定している。本伝搬モデルおよびその伝搬損失量の計算方法の概要は、参考資料 9 にまとめた。

長時間干渉は、主として地球局から近距離にある送信源からの影響で発生する。一方、短時間干渉はダクト伝搬等により地球局からより遠方にある送信源からの影響で発生する。

本評価で対象とした地球局は、関東地方エリアの地球局 (以下、地球局 A) 及び山口県エリアの地球局 (以下、地球局 B) について実施した。地球局 A は、その西側に山地が連なり、北側および東側に関東平野が広がる場所に位置している。地球局 B は周囲を山で囲まれている場所に位置している。

以下では、単一干渉源 (Single Entry) 及び複数干渉源 (Aggregate) について、それぞれ同一チャネル干渉及び隣接チャネル干渉について検討した。隣接チャネル干渉については、所定のガードバンドを取るにより 45dB の減衰効果が見込めるとの前提で検討を行った。具体的なガードバンド値については、フィルタ特性等を考慮して評価することが必要である。

(1) 単一干渉源 (Single Entry) による干渉検討

本干渉検討では、地球局を含む評価エリアを設定し、当該エリアを 250m メッシュ (250m × 250m の矩形エリア) に区切って評価を行った。本 250m メッシュの中心に基地局が 1 局存在すると仮定し、当該基地局からの干渉量が許容値を超える場合に、当該メッシュを塗りつぶして表示している。

地球局 A を対象とした評価結果について、計算条件と図番号の対応を表 2. 5. 2-3 に示す。

表 2. 5. 2-3 干渉検討項目と対応する結果の図番号（地球局 A 局）

干渉源	干渉時間率	干渉の種類	
		同一チャネル干渉 (I/N 基準で評価)	隣接チャネル干渉 (I/N 基準で評価)
通常基地局	長時間干渉	図 2. 5. 2-7	図 2. 5. 2-9
	短時間干渉	図 2. 5. 2-8	図 2. 5. 2-10
小セル基地局	長時間干渉	図 2. 5. 2-11	図 2. 5. 2-12
	短時間干渉	図 2. 5. 2-13	図 2. 5. 2-14

地球局 A は北側及び東側に関東平野が開けているため、基地局の同一チャネル干渉の場合は、長時間干渉では横浜、都心、千葉方面に与干渉エリアが広がり、また短時間干渉では関東全域に与干渉エリアが大きく広がる結果となっている。一方、隣接チャネル干渉では、長時間干渉、短時間干渉共に地球局近辺にのみ与干渉エリアが存在する。

次に、小セル基地局の同一チャネル干渉の場合は、長時間干渉では与干渉エリアは大幅に縮小するものの、短時間干渉では与干渉エリアの広がり傾向は変わらない。短時間干渉はダクト伝搬等により伝搬損失が大きく低下し、遠方からの干渉量が増大する事象であるため、小セル基地局によるマージン分（空中線電力、アンテナ利得、アンテナ高）よりも干渉量レベルが大きいためと考えられる。一方、隣接チャネルになると、与干渉エリアはほぼ無いという結果となった。

なお、本検討では地形データは反映しているものの建物データは組み込んでいない。小セル基地局はアンテナ高が 10m であり建物による遮蔽が期待されるため、建物高を考慮することにより、特に都心エリアについては同一チャネル干渉について与干渉エリアの縮小ができる可能性がある。一方、郊外エリアでは、建物高によっては低アンテナ高の効果は変化しうる可能性がある。



図 2. 5. 2-7 地球局 A 局：同一チャネル干渉の結果（通常基地局、長時間干渉）

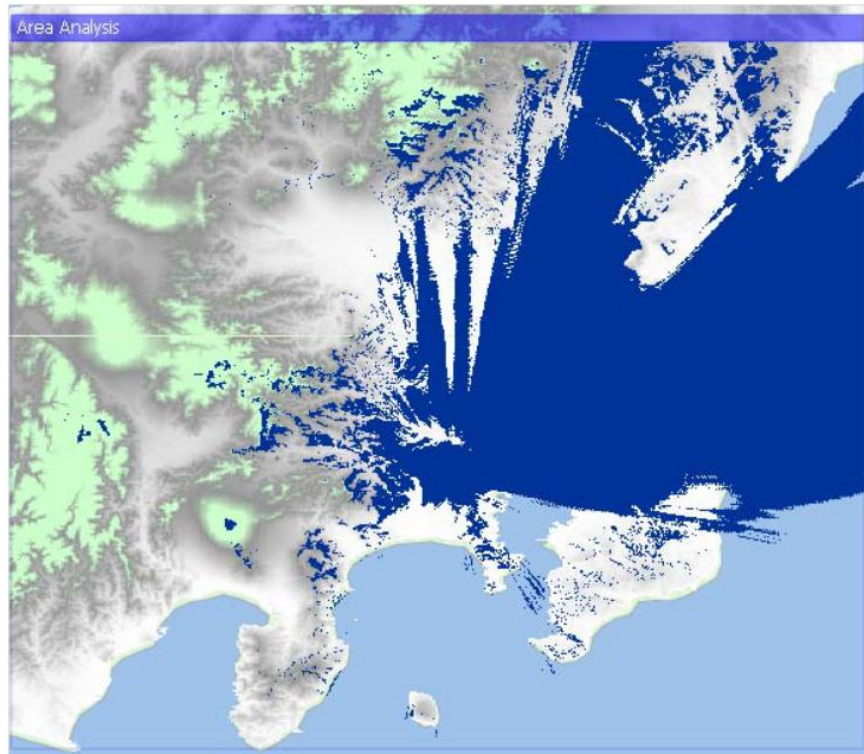


図 2. 5. 2-8 地球局 A 局：同一チャネル干渉の結果（通常基地局、短時間干渉）

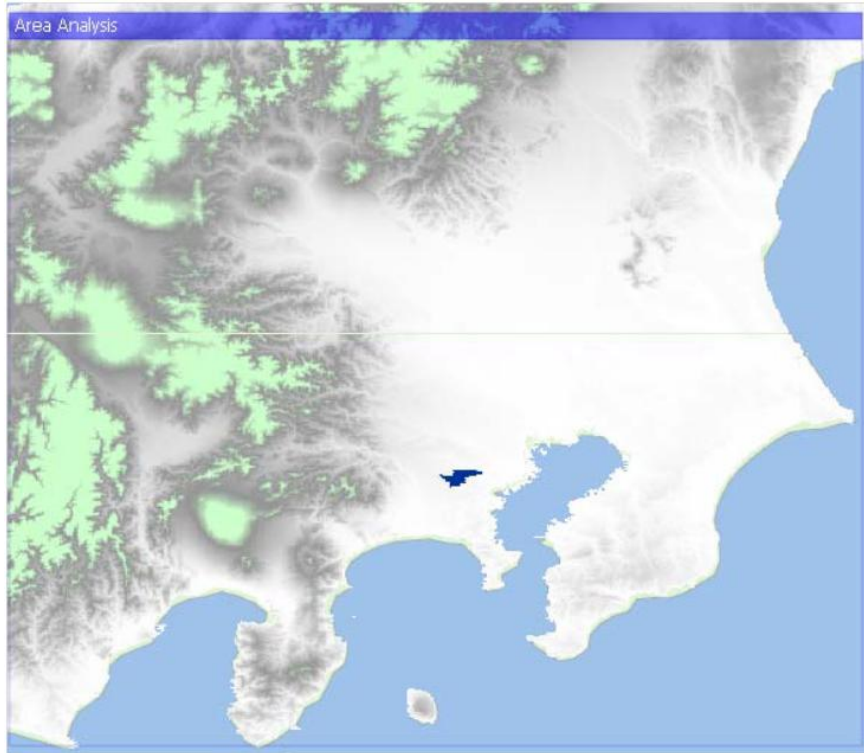


図 2. 5. 2-9 地球局 A 局：隣接チャネル干渉の結果（通常基地局、長時間干渉、45dBc の不要発射レベル）

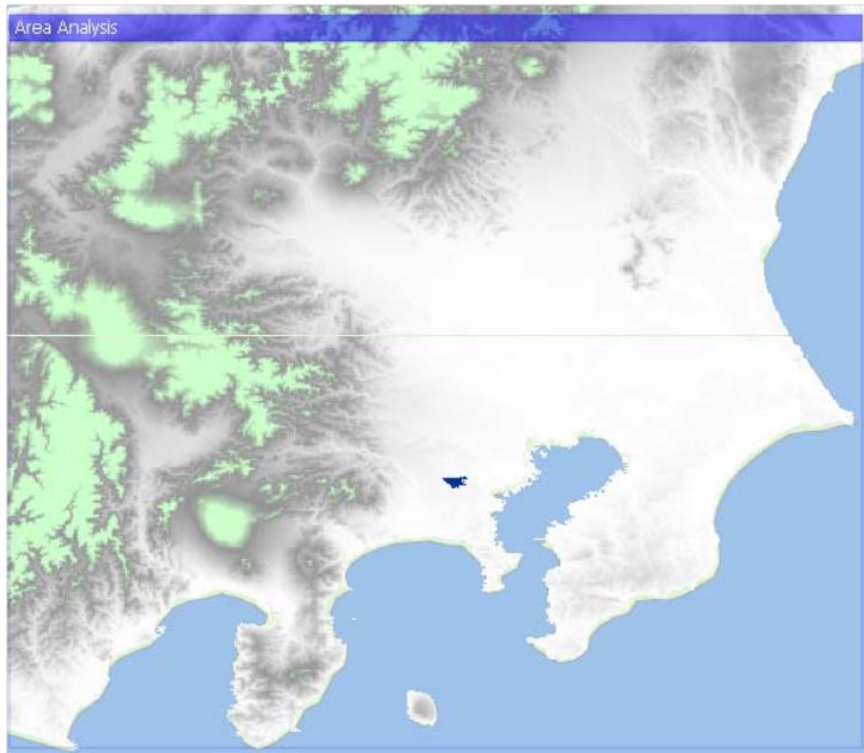


図 2. 5. 2-10 地球局 A 局：隣接チャネル干渉の結果（通常基地局、短時間干渉、45dBc の不要発射レベル）

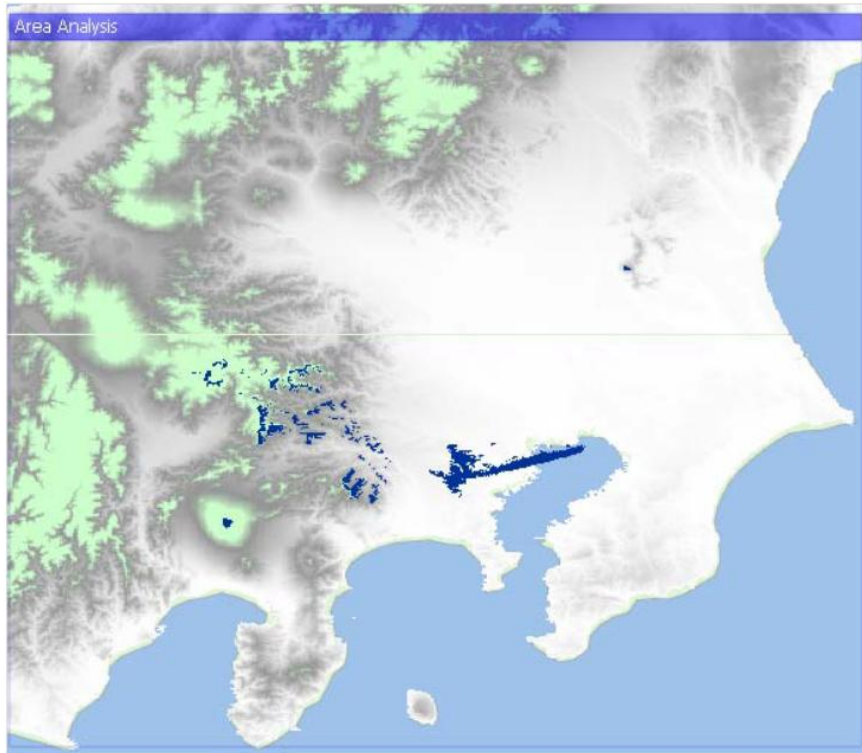


図 2. 5. 2-11 地球局 A 局：同一チャネル干渉の結果（小セル基地局、長時間干渉）

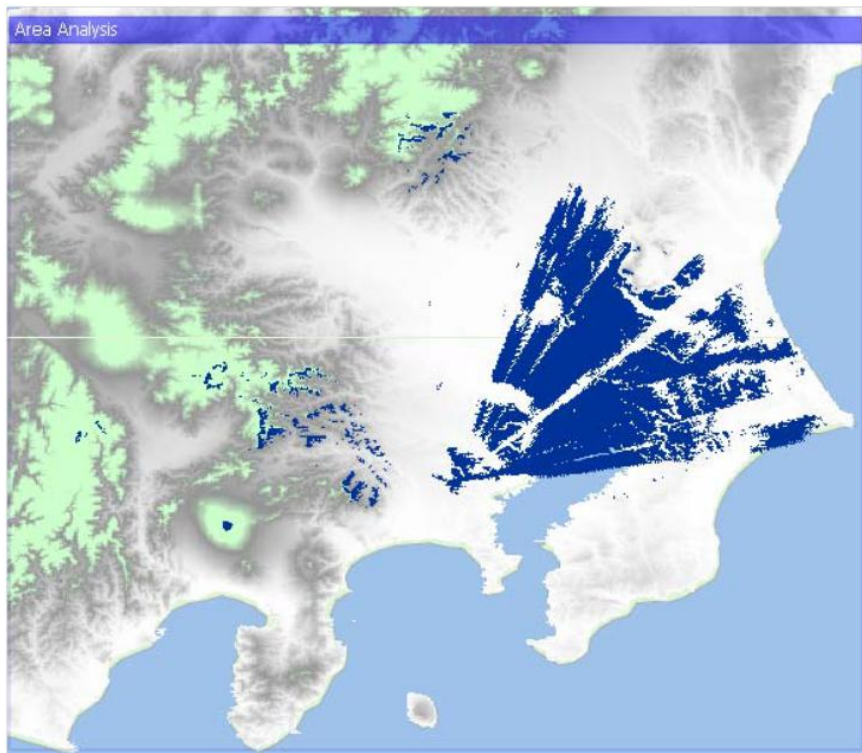


図 2. 5. 2-12 地球局 A 局：同一チャネル干渉の結果（小セル基地局、短時間干渉）

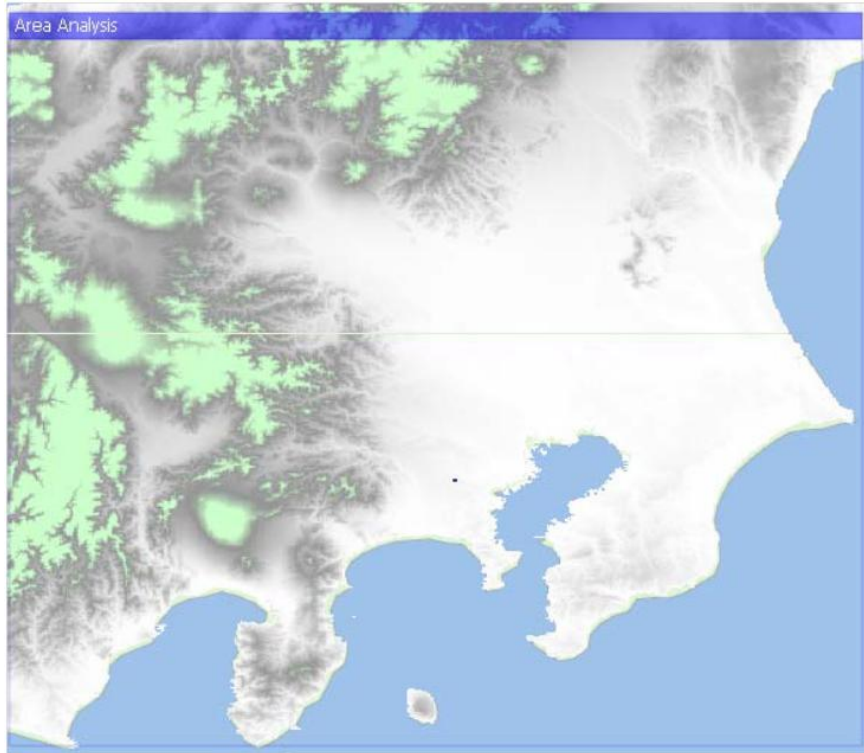


図 2. 5. 2-13 地球局 A 局：隣接チャネル干渉の結果（小セル基地局、長時間干渉、45dBc の不要発射レベル）

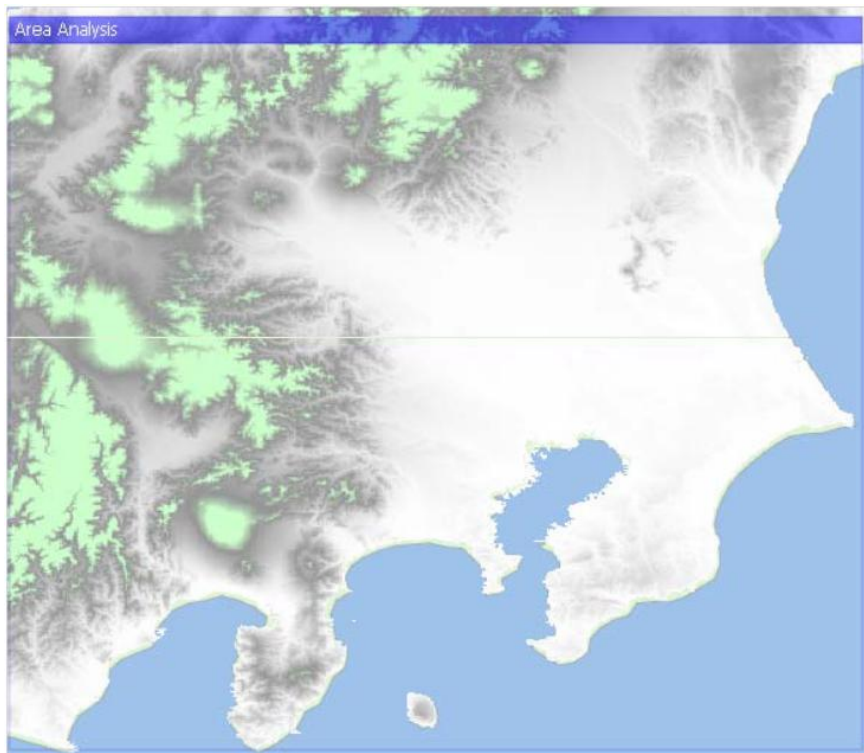


図 2. 5. 2-14 地球局 A 局：隣接チャネル干渉の結果（小セル基地局、短時間干渉、45dBc の不要発射レベル）

次に、地球局B局を対象とした評価結果について、計算条件と図番号の対応を表2.5.2-4に示す。

表2.5.2-4 干渉検討項目と対応する結果の図番号（地球局B局）

干渉源	干渉時間率	干渉の種類	
		同一チャネル干渉 (I/N基準で評価)	隣接チャネル干渉 (I/N基準で評価)
通常基地局	長時間干渉	図2.5.2-15	図2.5.2-17
	短時間干渉	図2.5.2-16	図2.5.2-18
小セル基地局	長時間干渉	図2.5.2-19	図2.5.2-21
	短時間干渉	図2.5.2-20	図2.5.2-22

地球局Bは周囲を山に囲まれているために、地球局Aとは結果が大きく異なる。通常基地局の同一チャネル干渉において、長時間干渉では保護基準を超える基地局は主として山口市内に集中しているのに対し、短時間干渉では山口県西部や極少ないが九州の山岳部にも与干渉エリアが存在する。このように、周囲を山岳では囲まれているものの、大きな干渉電力を与える恐れのあるエリアが遠方にも存在することが分かる。また、地球局Bは衛星仰角が低く、地球局から見た場合に山による遮蔽が少なくなる方向（真西に近い方向）については、与干渉エリアが筋状に遠方まで分布する結果となっている。

隣接チャネル干渉では地球局付近のみが影響を及ぼすエリアとなっている。地球局Bの衛星諸元が地球局Aと異なるため、隣接チャネル干渉の与干渉エリアが地球局Aの場合ほどは減少しない結果となっている。

小セル基地局の同一チャネル干渉の場合、長時間干渉、短時間干渉ともほぼ同様の結果となっている。空中線電力が小さく、比較的近距离の基地局からの影響となるため、干渉時間率による影響が小さくなったと考えられる。隣接チャネル干渉も同様に長時間干渉、短時間干渉の差異は小さく、地球局のごく近傍のみに与干渉エリアが存在するだけである。

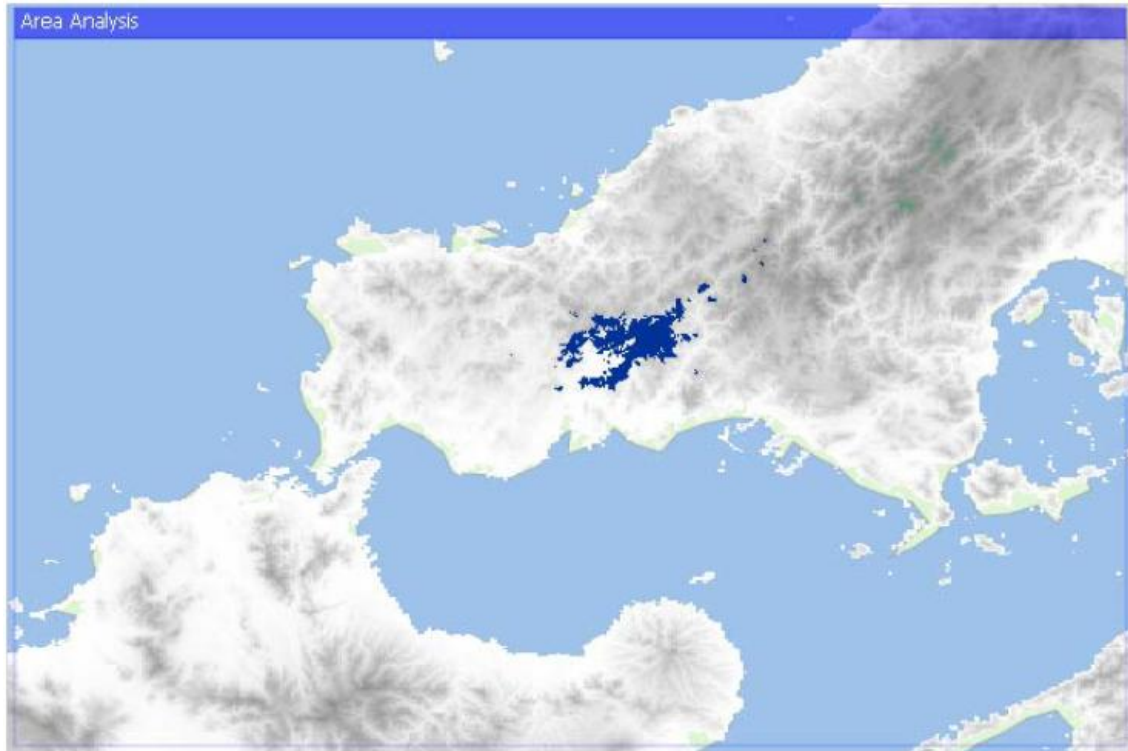


図 2. 5. 2-15 地球局B局：同一チャネル干渉の結果（通常基地局、長時間干渉）

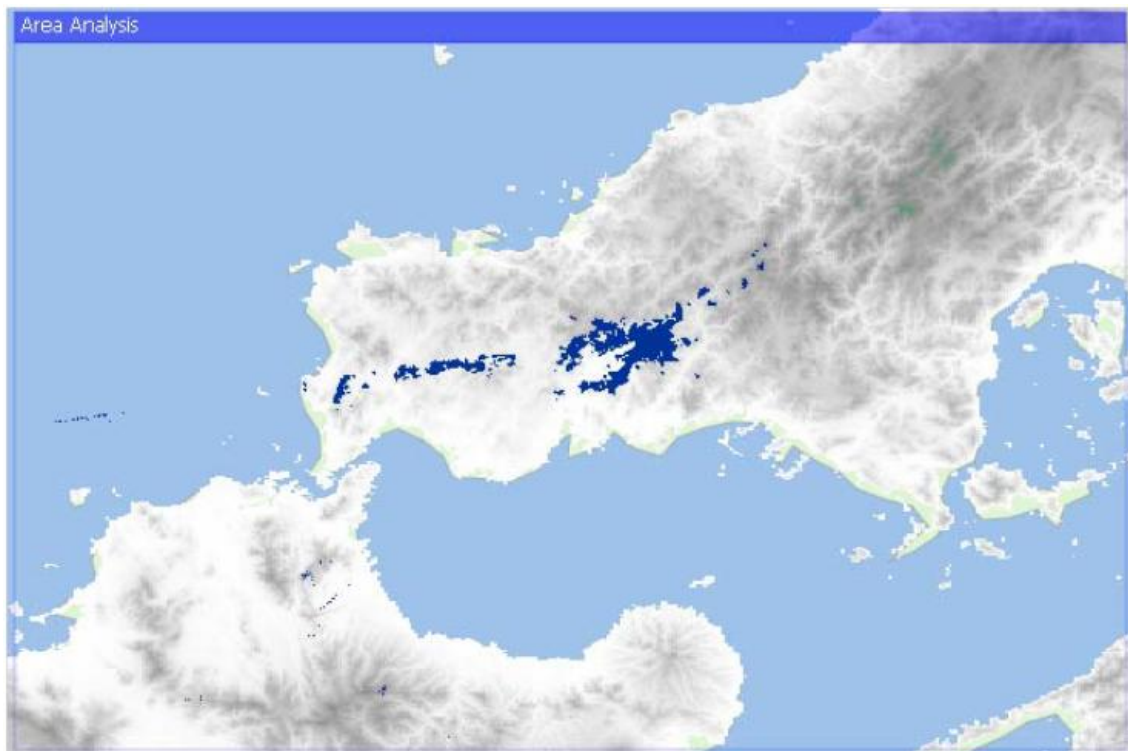


図 2. 5. 2-16 地球局B局：同一チャネル干渉の結果（通常基地局、短時間干渉）



図 2. 5. 2 - 1 7 地球局B局：隣接チャネル干渉の結果（通常基地局、長時間干渉、45dBcの不要発射レベル）



図 2. 5. 2 - 1 8 地球局B局：隣接チャネル干渉の結果（通常基地局、短時間干渉、45dBcの不要発射レベル）



図 2. 5. 2-19 B局：同一チャネル干渉の結果（小セル基地局、長時間干渉）



図 2. 5. 2-20 地球局B局：同一チャネル干渉の結果（小セル基地局、短時間干渉）



図 2. 5. 2-21 地球局B局：隣接チャネル干渉の結果（小セル基地局、長時間干渉、45dBc の不要発射レベル）



図 2. 5. 2-22 地球局B局：隣接チャネル干渉の結果（小セル基地局、短時間干渉、45dBc の不要発射レベル）

(2) 複数干渉源 (Aggregate) による干渉検討

地球局は複数の干渉源 (携帯電話基地局) からの電力を受信するため、アグリゲート (Aggregate) 干渉の検討も必要となる。ここでは、地球局B局を対象として、既存の携帯電話基地局の位置に第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の基地局が設置されたと仮定し、山口県内の主要都市からの干渉量を評価した。検討に用いた基地局の位置は、ある携帯電話事業者の屋外局のみである。なお、短時間干渉は短い時間率で発生する事象であり、複数の干渉源に対して同時に発生するとは限らない。一般に携帯電話基地局は都市部では密に設置され、このような場合は基地局に関する電波伝搬事象は相関があると考えられるものの、特定の市全体を対象とすると、全て相関があるとは限らない。このため、単一干渉源で用いた時間率 (0.001667%) ではなく、0.005%を用いた。

通常基地局による同一チャネル間干渉の結果を、表2.5.2-5に示す。表では、7つの都市を示しているが、都市毎に基地局数は異なる。人口の少ない都市では20局程度、多い都市では80局程度である。

長時間干渉については、地球局B局に近い山口市、宇部市、美祢市からのアグリゲート干渉量が保護基準を超える結果となっている。一方、短時間干渉では、前記3都市に加え、西部に位置する下関市のアグリゲート干渉も基準値を超える結果である。単一干渉源 (Single Entry) との評価結果と照らし合わせて考察すると、単一干渉源で保護基準を超える基地局が存在する都市については、当該基地局からの干渉量が支配的となっている。したがって、当該基地局に対して干渉軽減対策 (周波数分離、セクタアンテナ適用等) を行うことにより、アグリゲート干渉量も緩和できる可能性がある。

なお、表では長時間干渉、短時間干渉共に都市毎の干渉量を示しているが、地球局Bに対するアグリゲート干渉量はこれらの都市毎の干渉量、並びに記載していない都市からの干渉量の総和となる。

表 2. 5. 2-5 複数基地局による干渉検討計算結果（通常基地局、同一チャネル干渉）

	長時間干渉（20%）			短時間干渉（0.001667%）		
	保護基準⇒-159.0dBW/MHz			保護基準⇒-150.3dBW/MHz		
送信場所	アグリゲート干渉量	判定	マージン	アグリゲート干渉量	判定	マージン
宇部市	-157.9dBW/MHz	NG	1.1dB	-143.3dBW/MHz	NG	7.0dB
防府市	-170.7dBW/MHz	OK	-11.7dB	-163.4dBW/MHz	OK	-13.1dB
山陽小野田市	-175.2dBW/MHz	OK	-16.2dB	-156.7dBW/MHz	OK	-6.4dB
美祢市	-129.6dBW/MHz	NG	29.4dB	-120.7dBW/MHz	NG	29.6dB
周南市	-175.4dBW/MHz	OK	-16.4dB	-166.2dBW/MHz	OK	-15.9dB
下関市	-166.7dBW/MHz	OK	-7.7dB	-148.6dBW/MHz	NG	1.7dB
山口市	-107.7dBW/MHz	NG	51.3dB	-103.4dBW/MHz	NG	46.9dB

次に、通常基地局による隣接チャネル干渉の結果を表 2. 5. 2-6 に示す。同一チャネル干渉に比べると干渉量は大きく低減しているが、山口市内からのアグリゲート干渉量は保護基準を超える結果となっている。

表 2. 5. 2-6 複数基地局による干渉検討計算結果
（通常基地局、隣接チャネル干渉、45dBc の不要発射レベル）

	長時間干渉（20%）			短時間干渉（0.001667%）		
	保護基準⇒-159.0dBW/MHz			保護基準⇒-150.3dBW/MHz		
送信場所	アグリゲート干渉量	判定	マージン	アグリゲート干渉量	判定	マージン
宇部市	-203.1dBW/MHz	OK	-44.1dB	-188.3dBW/MHz	OK	-38.0dB
防府市	-215.9dBW/MHz	OK	-56.9dB	-208.4dBW/MHz	OK	-58.1dB
山陽小野田市	-220.4dBW/MHz	OK	-61.4dB	-201.7dBW/MHz	OK	-51.4dB
美祢市	-174.8dBW/MHz	OK	-15.8dB	-165.7dBW/MHz	OK	-15.4dB
周南市	-220.6dBW/MHz	OK	-61.6dB	-211.2dBW/MHz	OK	-60.9dB
下関市	-211.9dBW/MHz	OK	-52.9dB	-193.6dBW/MHz	OK	-43.3dB
山口市	-152.9dBW/MHz	NG	6.12dB	-148.4dBW/MHz	NG	1.9dB

（3）受信設備（LNA）飽和に関する考察

地球局のフロントエンドの低雑音増幅装置（LNA: Low Noise Amplifier）は、一般に、衛星ダウンリンク全帯域（3.4~4.2GHz）を通過させる特性をもっているため、基地局からの干渉電力によって飽和するリスクがある。表 2. 5. 2-5 に示した複数基地局からの干渉が、検討対象帯域（3.4~3.6GHz：計 200MHz）全域にわたって存在する場合の、LNA 入力レベルを表 2. 5. 2-7、表 2. 5. 2-8 に示す。表 5 は、表 2. 5. 2-5 に示す全送信場所からの干渉を考慮した場合、表 2. 5. 2-8 は、これから山口市を除いた場合である。

表 2. 5. 2-7 LNA 入力受信レベル（山口市内基地局からの干渉を含む）

送信場所	Aggregate干渉量(dBW/MHz)	
	長時間干渉(20%)	短時間干渉(0.005%)
宇部市	-157.9	-143.3
防府市	-170.7	-163.4
山陽小野田市	-175.2	-156.7
美祢市	-129.6	-120.7
周南市	-175.4	-166.2
下関市	-166.7	-148.6
山口市	-107.7	-103.4
	↓	↓
総計(dBW/MHz)	-107.6	-103.3
総計(dBm/200MHz)	-54.6	-50.3

表 2. 5. 2-8 LNA 入力受信レベル（山口市内基地局からの干渉を除く）

送信場所	Aggregate干渉量(dBW/MHz)	
	長時間干渉(20%)	短時間干渉(0.005%)
宇部市	-157.9	-143.3
防府市	-170.7	-163.4
山陽小野田市	-175.2	-156.7
美祢市	-129.6	-120.7
周南市	-175.4	-166.2
下関市	-166.7	-148.6
	↓	↓
総計(dBW/MHz)	-129.6	-120.6
総計(dBm/200MHz)	-76.6	-67.6

実際には、表 2. 5. 2-7、表 2. 5. 2-8 の値に、衛星からの信号の受信レベルが重畳されるため、LNA 入力レベルは更に増加する。LNA の飽和電力は、一般に-50~-60dBm であることから、山口市内の基地局からの干渉を考慮した場合（表 2. 5. 2-7 の場合）は、LNA が飽和するリスクが高いと言える。

2. 5. 3 移動局→地球局の干渉検討

(1) 1対1対向モデルでの干渉検討

表2. 5. 3-1に、移動局の送信周波数帯が3.4-3.6GHzである場合の、1対1対向モデルでの干渉検討結果を示す。

同一チャネル干渉となる条件(45地球局のうち9地球局が該当(ただし3地球局は1MHzだけ同一チャネル干渉の条件))では、結合損が最小となる水平距離で、約40から50dB程度の所要改善量が必要であり、最大で50km程度の離隔距離を確保する必要がある。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、帯域外干渉の所要改善量はマイナスである。帯域内干渉は地球局により所要改善量の値が異なるが、 $I/N = -12.2\text{dB}$ 基準では最大で600m程度、 $I/N = -20\text{dB}$ 基準では最大2.1km程度の離隔距離を確保する必要がある。

表 2. 5. 3-1 1対1対向モデルでの干渉検討：

移動局の送信周波数帯が3.4-3.6GHzの場合

(注) 許容干渉レベルは、同一チャンネル干渉ではI/N=-12.2dB基準、隣接チャンネル干渉ではI/N=-12.2dB 及び-20dB基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算)

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	移動局 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)	所要改善量 0 となる 水平距離 (m)
1	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	7.4/15.2	122/627
					帯域外干渉	10	-10.2	10
2	3420-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	10	47.0	11,752
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	17.0/24.8	363/897
					帯域外干渉	10	-9.7	10
					帯域内干渉	10	-5.4/2.4	10/120
3	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域外干渉	10	-11.8	10
					帯域内干渉	10	-12.2/-4.4	10
4	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域外干渉	10	-12.2	10
					帯域内干渉	10	4.0/11.8	50/150
5	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域外干渉	10	-10.6	10
					帯域内干渉	10	2.6/10.4	62/344
6	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	10	-8.6	10
					帯域内干渉	10	4.1/11.9	194/846
7	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	10	-16.4	10
					帯域内干渉	10	6.9/14.7	91/244
8	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	10	-20.0	10
					帯域内干渉	10	44.8	10,861
9	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	10	44.8	10,861
10	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	5.6/13.4	232/1,163
					帯域外干渉	10	-19.3	10
11	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	5.6/13.4	232/1,163
					帯域外干渉	10	-19.3	10
12	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	5.6/13.4	232/1,163
					帯域外干渉	10	-19.7	10
13	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	10	46.8	77,349
14	3400-4200	3400-3600	同一 CH	—	帯域内干渉	10	46.8	77,349
15	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	5.4/13.2	113/319
					帯域外干渉	10	-15.9	10
16	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	5.4/13.2	113/319
					帯域外干渉	10	-15.9	10
17	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	8.2/16.0	383/1,855
					帯域外干渉	10	-15.4	10

18	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	6.7/14.5	113/314
					帯域外干渉	10	-25.0	10
19	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	6.0/13.8	110/350
					帯域外干渉	10	-25.7	10
20	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	10	-13.3/-5.5	10/10
					帯域外干渉	10	-10.4	10
21	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	10	-7.2/0.6	10/53
					帯域外干渉	10	-11.1	10
22	3685-4200	3400-3600	隣接 CH	85.0	帯域内干渉	10	-4.6/3.2	10/162
					帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討		
23	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-3.0/4.8	10/476
					帯域外干渉	10	-6.7	10
24	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-0.9/6.9	10/251
					帯域外干渉	10	-10.3	10
25	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-3.2/4.6	10/475
					帯域外干渉	10	-6.7	10
26	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	-0.7/7.1	10/249
					帯域外干渉	10	-12.1	10
27	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	0.7/8.5	51/300
					帯域外干渉	10	-17.2	10
28	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	41.2	12,930
29	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.1	35,582
30	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-2.7/5.1	10/209
					帯域外干渉	10	-12.3	10
31	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-3.9/3.9	10/145
					帯域外干渉	10	-14.4	10
32	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	36.1	43,474
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	6.1/13.9	565/2,147
					帯域外干渉	10	-7.7	10
					同一 CH	-	帯域内干渉	10	36.1	17,422
33	3599-4200	3400-3600	隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	6.1/13.9	240/999
					帯域外干渉	10	-7.7	10
34	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.1	11,325
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	9.1/16.9	303/786
					帯域外干渉	10	-11.4	10
					35	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-0.9/6.9	10/786
					帯域外干渉	10	-13.4	10
					36	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	8.8/16.6	97/251
					帯域外干渉	10	-9.2	10

37	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-17.4	10
					帯域外干渉	10	-9.5	10
38	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討		
					帯域外干渉	10	-12.4	10
39	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-24.7	10
					帯域外干渉	10	-14.5	10
40	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-18.6	10
					帯域外干渉	10	-9.9	10
41	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	10	-27.3	10
					帯域外干渉	10	-14.1	10
42	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉			
43	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10	2.5/10.3	67/232
					帯域外干渉	10	-21.0	10
44	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉			
45	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉			

次に、表 2. 5. 3-2 に、移動局の送信周波数帯が 3.6-4.2GHz である場合の、1対1 対向モデルでの干渉検討結果を示す。

同一チャネル干渉となる条件では、結合損が最小となる各水平距離で、最大 50dB 程度の所要改善量が必要であり、最大で 100km 程度の離隔距離を確保する必要があることが分かる。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、帯域外干渉の所要改善量はマイナスである。帯域内干渉は地球局により所要改善量の値が異なるが、 $I/N = -12.2\text{dB}$ 基準で最大で 2.7km 程度、 $I/N = -20\text{dB}$ 基準で最大で 7.5km 程度の離隔距離を確保する必要があることが分かる。

表 2. 5. 3-2 1対1対向モデルでの干渉検討：

移動局の送信周波数帯が 3.6-4.2GHz の場合

((注) 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉では I/N=-12.2dB 基準、隣接チャネル干渉では I/N=-12.2dB 及び-20dB 基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	移動局 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)	所要改善量 0 となる 水平距離 (m)
1	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	47.8	34,343
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	17.8/25.6	916/2,507
					帯域外干渉	10	-10.2	10
2	3420-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	47.0	11,752
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	17.0/24.8	363/897
					帯域外干渉	10	-9.7	10
3	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	35.1	7,813
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	5.1/12.9	207/593
					帯域外干渉	10	-11.8	10
4	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	28.3	7,834
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	-1.7/6/1	10/528
					帯域外干渉	10	-12.2	10
5	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	44.4	6,688
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	14.4/22.2	206/513
					帯域外干渉	10	-10.6	10
6	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	43.0	20,239
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	13.0/20.8	557/1,570
					帯域外干渉	10	-8.6	10
7	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	44.5	57,690
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	14.5/22.3	1,340/4,027
					帯域外干渉	10	-16.4	10
8	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	47.3	10,621
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	17.3/25.1	333/824
					帯域外干渉	10	-20.0	10
9	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	44.8	10,861
10	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.0	71,038
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	16.0/23.8	1,764/5,063
					帯域外干渉	10	-19.3	10
11	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.0	71,038
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	16.0/23.8	1,764/5,063
					帯域外干渉	10	-19.3	10
12	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.0	71,038

			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	16.0/23.8	1,764/5,063
					帯域外干渉	10	-19.7	10
13	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.8	77,349
14	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.8	77,349
15	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	45.8	13,986
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	15.8/23.6	437/1,084
					帯域外干渉	10	-15.9	10
16	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	45.8	18,455
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	15.8/23.6	445/1,307
					帯域外干渉	10	-15.9	10
17	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	48.7	102,270
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	18.7/26.5	2,714/7,449
					帯域外干渉	10	-15.4	10
18	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	47.1	18,620
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	17.1/24.9	473/1,339
					帯域外干渉	10	-25.0	10
19	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	46.4	21,208
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	16.4/24.2	531/1,518
					帯域外干渉	10	-25.7	10
20	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	27.2	6,800
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	-2.8/5.0	10/437
					帯域外干渉	10	-10.4	10
21	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	33.3	6,167
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	3.3/11.1	141/456
					帯域外干渉	10	-11.1	10
22	3685-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	35.8	113,973
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	5.8/13.6	1,811/7,238
					帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討		
23	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	37.5	84,070
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	7.5/15.3	1,068/5,136
					帯域外干渉	10	-6.7	10
24	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.5	25,478
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	9.5/17.3	437/1,695
					帯域外干渉	10	-10.3	10
25	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	37.2	63,325
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	7.2/15.0	656/3,767
					帯域外干渉	10	-6.7	10
26	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.8	25,111
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	9.8/17.6	518/1,912

					帯域外干渉	10	-12.1	10			
27	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	41.1	21,153			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	11.1/18.9	422/1,395			
					帯域外干渉	10	-17.2	10			
28	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	41.2	12,930			
29	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.1	35,582			
30	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	37.8	13,938			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	7.8/15.6	311/823			
					帯域外干渉	10	-12.3	10			
31	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	36.5	11,198			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	6.5/14.3	224/631			
					帯域外干渉	10	-14.4	10			
32	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	36.1	43,474			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	6.1/13.9	565/2,147			
				-	帯域外干渉	10	-7.7	10			
33	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	36.1	17,422			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	6.1/13.9	240/999			
				-	帯域外干渉	10	-7.7	10			
34	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.1	11,325			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	9.1/16.9	303/786			
				-	帯域外干渉	10	-11.4	10			
35	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	39.5	13,220			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	9.5/17.3	322/828			
					帯域外干渉	10	-13.4	10			
36	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	49.3	13,649			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	19.3/27.1	366/999			
					帯域外干渉	10	-9.2	10			
37	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	23.0	627			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	-7.0	10			
					帯域外干渉	10	-9.5	10			
38	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討					
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉						
					帯域外干渉							10	-12.4	10
39	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	15.7	657			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	-14.3	10			
					帯域外干渉	10	-14.5	10			
40	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10	21.9	540			
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	-8.1	10			
					帯域外干渉	10	-9.9	10			

41	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	带域内干涉	10	13.1	450
			隣接 CH	0.0	带域内干涉	10	-16.9	10
					带域外干涉	10	-14.1	10
42	3700-4200	3400-3600	同一 CH	-	带域内干涉	10	45.1	18,964
43	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	带域内干涉	10	42.9	16,624
			隣接 CH	0.0	带域内干涉	10	12.9/20.7	354/1,137
					带域外干涉	10	-21.0	10
44	3700-4200	3400-3600	同一 CH	-	带域内干涉	10	50.3	15,255
45	3700-4200	3400-3600	同一 CH	-	带域内干涉	10	38.1	21,681

2. 5. 4 陸上移動中継局→地球局の干渉検討

(1) 1対1対向モデルでの干渉検討

表2. 5. 4-1に、陸上移動中継局の送信周波数帯が3.4-3.6GHzである場合の、1対1対向モデルでの干渉検討結果（ガードバンド0MHz）を示す。陸上移動中継局の評価においては、より干渉条件の厳しい、移動局対向器送信（下り）の条件での評価を行った。

同一チャネル干渉となる条件（45地球局のうち9地球局が該当（ただし3地球局は1MHzだけ同一チャネル干渉の条件））では、結合損が最小となる水平距離で、約50から70dBの所要改善量が必要との結果となった。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、帯域内干渉については最大で35dB程度（I/N=-12.2dB基準）又は42dB程度（I/N=-20dB基準）、帯域外干渉は最大で15dB程度となった。帯域内干渉については、陸上移動中継局の不要発射強度の実力値による改善が見込めることや、陸上移動中継局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。また帯域外干渉についても、陸上移動中継局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 4-1 1対1対向モデルでの干渉検討：

陸上移動中継局の送信周波数帯が 3.4-3.6GHz の場合

(注) 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉では I/N=-12.2dB 基準、隣接チャネル干渉では I/N=-12.2dB 及び-20dB 基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	陸上移動 中継局 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)
1	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	140	28.6/36.4
					帯域外干渉	140	8.7
2	3420-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	80	65.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	80	27.1/34.9
3	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	280	12.9/20.7
					帯域外干渉	280	-4.5
4	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	700	5.3/13.1
					帯域外干渉	700	-9.3
5	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	60	24.2/32.0
					帯域外干渉	60	7.4
6	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	300	22.6/30.4
					帯域外干渉	300	7.8
7	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	170	29.7/37.5
					帯域外干渉	170	5.7
8	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	70	27.4/35.2
					帯域外干渉	70	-4.2
9	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	100	62.1
10	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
					帯域外干渉	140	2.8
11	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
					帯域外干渉	140	2.8
12	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
					帯域外干渉	140	2.7
13	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.8
14	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.8
15	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	130	24.5/32.3
					帯域外干渉	130	1.3
16	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	130.0	26.9/34.7
					帯域外干渉	130.0	3.6
17	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	180.0	30.4/38.2
					帯域外干渉	180.0	4.6

18	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10.0	33.3/41.1
					帯域外干渉	10.0	0.5
19	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	10.0	32.7/40.5
					帯域外干渉	10.0	-0.1
20	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	640.0	4.0/11.8
					帯域外干渉	640.0	-9.0
21	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	300.0	13.8/21.6
					帯域外干渉	300.0	-2.6
22	3685-4200	3400-3600	隣接 CH	85.0	帯域内干渉	670.0	20.5/28.3
					帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討	
23	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	330.0	20.5/28.3
					帯域外干渉	330.0	1.1
24	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	350.0	16.7/24.5
					帯域外干渉	350.0	-4.0
25	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	390.0	21.4/29.2
					帯域外干渉	390.0	1.9
26	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	350.0	17.8/25.6
					帯域外干渉	350.0	-2.0
27	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	250.0	21.5/29.3
					帯域外干渉	250.0	-1.6
28	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	380.0	59.8
29	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	390.0	59.7
30	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	310.0	15.1/22.9
					帯域外干渉	310.0	-4.9
31	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	230.0	16.9/24.7
					帯域外干渉	230.0	-1.2
32	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	410.0	55.8
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	410.0	17.3/25.1
					帯域外干渉	410.0	-0.7
33	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	400.0	50.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	400.0	12.4/20.2
					帯域外干渉	400.0	-4.1
34	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	230.0	56.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	230.0	17.7/25.5
					帯域外干渉	230.0	-2.2
35	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	230.0	18.0/25.8
					帯域外干渉	230.0	-2.5
36	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	50.0	34.0/41.8

					帯域外干渉	50.0	13.1
37	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	70.0	5.6
					帯域外干渉	70.0	9.5
					帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討	
38	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	180.0	-0.8
					帯域内干渉	210.0	-6.0
39	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	210.0	-2.4
					帯域内干渉	70.0	3.7
40	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	70.0	8.9
					帯域内干渉	190.0	-6.5
41	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域外干渉	190.0	0.2
					帯域内干渉		
42	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		
43	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	130.0	24.5/32.3
					帯域外干渉	130.0	-1.2
44	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		
45	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		

表 2. 5. 4-2 に、陸上移動中継局の送信周波数帯が 3.6-4.2GHz である場合の、1対1 対向モデルでの干渉検討結果（ガードバンド 0MHz）を示す。陸上移動中継局の評価においては、より干渉条件の厳しい、移動局対向器送信（下り）の条件での評価を行った。同一チャネル干渉となる条件では、結合損が最小となる水平距離で、約 30 から 70dB の所要改善量が必要との結果となった。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、帯域内干渉については最大で 35dB 程度（I/N = -12.2dB 基準）又は 42dB 程度（I/N = -20dB 基準）、帯域外干渉は最大で 15dB 程度となった。帯域内干渉については、陸上移動中継局の不要発射強度の実力値による改善が見込めることや、陸上移動中継局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。また帯域外干渉についても、陸上移動中継局のアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 4-2 1対1対向モデルでの干渉検討：

陸上移動中継局の送信周波数帯が 3.6-4.2GHz の場合

(注) 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉では I/N=-12.2dB 基準、隣接チャネル干渉では I/N=-12.2dB 及び-20dB 基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	陸上移動 中継局 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)
1	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	67.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	140	28.6/36.4
		帯域外干渉			140	8.7	
2	3420-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	80	65.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	80	27.1/34.9
		帯域外干渉			80	6.2	
3	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	280	51.3
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	280	12.9/20.7
		帯域外干渉			280	-4.5	
4	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	700	43.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	700	5.3/13.1
		帯域外干渉			700	-9.3	
5	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	60	62.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	60	24.2/32.0
		帯域外干渉			60	7.4	
6	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300	61.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	300	22.6/30.4
		帯域外干渉			300	7.8	
7	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	68.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	170	29.7/37.5
		帯域外干渉			170	5.7	
8	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70	65.8
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	27.4/35.2
		帯域外干渉			70	-4.2	
9	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	100	62.1
10	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
		帯域外干渉			140	2.8	
11	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
		帯域外干渉			140	2.8	
12	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.0

			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	140	31.6/39.4
					帯域外干渉	140	2.7
13	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.8
14	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	140	70.8
15	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	130	63.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	130	24.5/32.3
							帯域外干渉	130	1.3
16	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	130.0	65.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	130	26.9/34.7
							帯域外干渉	130	3.6
17	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	180.0	68.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	180	30.4/38.2
							帯域外干渉
18	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10.0	71.8
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	33.3/41.1
							帯域外干渉	10	0.5
19	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	10.0	71.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	10	32.7/40.5
							帯域外干渉	10	-0.1
20	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	640.0	42.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	640	4.0/11.8
							帯域外干渉	640	-9.0
21	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300.0	52.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	300	13.8/21.6
							帯域外干渉	300	-2.6
22	3685-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	670.0	59.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	670	20.5/28.3
							帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未 検討
23	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	330.0	58.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	330	20.5/28.3
							帯域外干渉	330	1.1
24	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	350.0	55.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	350	16.7/24.5
							帯域外干渉	350	-4.0
25	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	390.0	59.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	390	21.4/29.2
							帯域外干渉	390	1.9
26	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	350.0	56.3

			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	350	17.8/25.6
					帯域外干渉	350	-2.0
27	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	250.0	59.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	250	21.5/29.3
					帯域外干渉	250	-1.6
28	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	380.0	59.8
29	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	390.0	59.7
30	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	310.0	53.5
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	310	15.1/22.9
					帯域外干渉	310	-4.9
31	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	230.0	55.3
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	230	16.9/24.7
					帯域外干渉	230	-1.2
32	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	410.0	55.8
33	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	400.0	50.9
34	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	230.0	56.1
35	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	230.0	56.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	230	18.0/25.8
					帯域外干渉	230	-2.5
36	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	50.0	72.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	50	34.0/41.8
					帯域外干渉	50	13.1
37	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70.0	44.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	5.6
					帯域外干渉	70	9.5
38	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未 検討	
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉		
					帯域外干渉	180	-0.8
39	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	210.0	32.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	210	-6.0
					帯域外干渉	210	-2.4
40	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70.0	42.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	3.7
					帯域外干渉	70	8.9
41	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	31.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190	-6.5
					帯域外干渉	190	0.2
43	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	130	62.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	130	24.5/32.3

					帯域外干渉	130	-1.2
44	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	40.0	72.8
45	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	310.0	54.7

2. 5. 5 小電力レピータ→地球局の干渉検討

(1) 1対1対向モデルでの干渉検討

表2. 5. 5-1に、小電力レピータの送信周波数帯が3.4-3.6GHzである場合の、1対1対向モデルでの干渉検討結果（ガードバンド0MHz）を示す。小電力レピータの評価においては、より干渉条件の厳しい、基地局対向器送信（上り）の条件での評価を行った。

同一チャネル干渉となる条件（45地球局のうち、9地球局が該当（ただし3地球局は1MHzだけ同一チャネルの条件））では、結合損が最小となる水平距離で、約30から40dBの所要改善量が必要との結果となった。

一方、隣接チャネル干渉の条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、帯域内干渉については最大で25dB（I/N=-12.2dB基準）又は32dB（I/N=-20dB基準）程度、帯域外干渉はマイナスとの結果になった。帯域内干渉については、小電力レピータの不要発射強度の実力値による改善が見込めることや、小電力レピータのアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 5-1 1対1対向モデルでの干渉検討：

小電力レピータの送信周波数帯が 3.4-3.6GHz の場合

(注) 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉では I/N=-12.2dB 基準、隣接チャネル干渉では I/N=-12.2dB 及び-20dB 基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	小電力 レピータ 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)
1	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	100	19.5/27.3
					帯域外干渉	100	-15.4
2	3420-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	70	35.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	19.5/27.3
3	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	220	6.5/14.3
					帯域外干渉	220	-11.8
4	3700-3720	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	480	-0.4/7.4
					帯域外干渉	480	-11.8
5	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	2,100	-9.9/-2.1
					帯域外干渉	2,100	-14.3
6	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	60	13.3/21.1
					帯域外干渉	60	-12.9
7	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	120	19.7/27.5
					帯域外干渉	120	-20.4
8	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	70	19.3/27.1
					帯域外干渉	70	-21.9
9	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	100	33.0
10	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	170	23.1/30.9
					帯域外干渉	170	-22.2
11	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	170	23.1/30.9
					帯域外干渉	170	-22.2
12	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	170	23.0/30.8
					帯域外干渉	170	-23.0
13	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	170	40.2
14	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	170	40.2
15	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	3,900	-7.9/-0.1
					帯域外干渉	3,900	-24.7
16	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	120.0	17.5/25.3
					帯域外干渉	120.0	-23.0
17	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	210.0	24.5/32.3
					帯域外干渉	210.0	-19.4

18	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	90.0	18.4/26.2
					帯域外干渉	90.0	-33.1
19	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	100.0	17.5/25.3
					帯域外干渉	100.0	-33.5
20	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	540.0	-2.3/5.5
					帯域外干渉	540.0	-11.1
21	4120-4200	3400-3600	隣接 CH	520.0	帯域内干渉	200.0	4.9/12.7
					帯域外干渉	200.0	-11.1
22	3685-4200	3400-3600	隣接 CH	85.0	帯域内干渉	610.0	13.5/21.3
					帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討	
23	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	340.0	14.4/22.2
					帯域外干渉	340.0	-6.6
24	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	190.0	11.5/19.3
					帯域外干渉	190.0	-10.6
25	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	390.0	13.7/21.5
					帯域外干渉	390.0	-6.6
26	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	310.0	10.1/17.9
					帯域外干渉	310.0	-12.8
27	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	190.0	13.1/20.9
					帯域外干渉	190.0	-19.6
28	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	300.0	30.4
29	3400-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	400.0	30.3
30	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	230.0	9.5/17.3
					帯域外干渉	230.0	-12.6
31	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	200.0	7.9/15.7
					帯域外干渉	200.0	-14.8
32	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	440.0	28.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	440.0	12.2/20.0
					帯域外干渉	440.0	-7.8
33	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	220.0	24.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	220.0	8.2/16.0
					帯域外干渉	220.0	-7.9
34	3599-4200	3400-3600	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	27.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190.0	11.2/19.0
					帯域外干渉	190.0	-12.0
35	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	190.0	11.5/19.3
					帯域外干渉	190.0	-14.3
36	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	50.0	21.7/29.5

					帯域外干渉	50.0	-13.5
37	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	70.0	-4.4
					帯域外干渉	70.0	-13.0
38	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未検討	
					帯域外干渉	140.0	-13.4
39	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	190.0	-12.9
					帯域外干渉	190.0	-15.1
40	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	70.0	-6.3
					帯域外干渉	70.0	-12.8
41	3625-4200	3400-3600	隣接 CH	25.0	帯域内干渉	150.0	-15.4
					帯域外干渉	150.0	-14.8
42	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		
43	3700-4200	3400-3600	隣接 CH	100.0	帯域内干渉	110.0	15.0/22.8
					帯域外干渉	110.0	-29.4
44	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		
45	3700-4200	3400-3600	隣接 CH		帯域内干渉		

表 2. 5. 5-2 に、小電力レピータの送信周波数帯が 3.6-4.2GHz である場合の、1対1 対向モデルでの干渉検討結果（ガードバンド 0MHz）を示す。小電力レピータの評価においては、より干渉条件の厳しい、基地局対向器送信（上り）の条件での評価を行った。

同一チャンネル干渉となる条件では、結合損が最小となる水平距離で、最大で 40dB 程度の所要改善量が必要との結果となった。

一方、隣接チャンネル干渉の条件では、地球局により所要改善量の値が異なるが、帯域内干渉については最大で 25dB（I/N=-12.2dB 基準）又は 32dB（I/N = -20dB 基準）程度、帯域外干渉はマイナスとの結果になった。帯域内干渉については、小電力レピータの不要発射強度の実力値による改善が見込めることや、小電力レピータのアンテナ設置条件のサイトエンジニアリング等を行えば、所要改善量を満たすことができると考えられる。

表 2. 5. 5-2 1対1対向モデルでの干渉検討：

小電力レピータの送信周波数帯が 3,600-4,200MHz の場合

(注) 許容干渉レベルは、同一チャネル干渉では I/N=-12.2dB 基準、隣接チャネル干渉では I/N=-12.2dB 及び -20dB 基準で計算 (※一部の地球局は絶対値基準で計算))

地球局	地球局 受信周波数 (MHz)	小電力 レピータ 送信周波数 (MHz)	配置	ガード バンド幅 (MHz)	干渉形態	水平 距離 (m)	所要 改善量 (dB) (注)
1	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	100	35.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	100	19.5/27.3
					帯域外干渉	100	-15.4
2	3420-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70	35.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	19.5/27.3
					帯域外干渉	70	-12.7
3	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	220	22.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	220	6.5/14.3
					帯域外干渉	220	-11.8
4	3700-3720	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	480	16.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	480	-0.4/7.4
					帯域外干渉	480	-11.8
5	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	2,100	6.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	2,100	-9.9/-2.1
					帯域外干渉	2,100	-14.3
6	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	60	29.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	60	13.3/21.6
					帯域外干渉	60	-12.9
7	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	120	36.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	120	19.7/49.1
					帯域外干渉	120	-20.4
8	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70	35.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	19.3/27.1
					帯域外干渉	70	-21.9
9	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	100	33.0
10	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	39.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	170	23.1/30.9
					帯域外干渉	170	-22/2
11	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	39.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	170	23.1/30.9
					帯域外干渉	170	-22.2
12	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	39.5

			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	170	23.0/30.8
					帯域外干渉	170	-23.0
13	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	40.2
14	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	170	40.2
15	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	3,900	8.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	3,900	-7.9/-0.1
					帯域外干渉	3,900	-24.7
16	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	120.0	33.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	120	17.5/25.3
					帯域外干渉	120	-23.0
17	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	210.0	40.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	210	24.5/32.3
					帯域外干渉	210	-19.4
18	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	90.0	34.8
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	90	18.4/26.6
					帯域外干渉	90	-33.1
19	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	100.0	34.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	100	17.5/25.3
					帯域外干渉	100	-33.5
20	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	540.0	14.1
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	540	-2.3/5.5
					帯域外干渉	540	-11.1
21	4120-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	200.0	21.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	200	4.9/12.7
					帯域外干渉	200	-11.1
22	3685-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	610.0	30.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	610	13.5/21.3
					帯域外干渉	一部パラメータ不明のため未検討	
23	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	340.0	30.8
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	340	14.4/22.2
					帯域外干渉	340	-6.6
24	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	27.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190	11.5/19.3
					帯域外干渉	190	-10.6
25	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	390.0	30.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	390	13.7/21.5
					帯域外干渉	390	-6.6
26	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	310.0	26.6

			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	310	10.1/17.9
					帯域外干渉	310	-12.8
27	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	29.5
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190	13.1/20.9
					帯域外干渉	190	-19.6
28	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	300.0	30.4
29	3400-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	400.0	30.3
30	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	230.0	25.9
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	230	9.5/17.3
					帯域外干渉	230	-12.6
31	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	200.0	24.4
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	200	7.9/15.7
					帯域外干渉	200	-14.8
32	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	440.0	28.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	440.0	12.2/20.0
					帯域外干渉	440.0	-7.8
33	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	220.0	24.6
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	220.0	8.2/16.0
					帯域外干渉	220.0	-7.9
34	3599-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	27.7
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190.0	11.2/19.0
					帯域外干渉	190.0	-12.0
35	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	28.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190	11.5/19.3
					帯域外干渉	190	-14.3
36	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	50.0	38.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	50	21.7/29.5
					帯域外干渉	50	-13.5
37	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70.0	12.0
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	-4.4
					帯域外干渉	70	-13.0
38	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	一部パラメータ不明のため未 検討	
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉		
					帯域外干渉	140	-13.4
39	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	190.0	3.5
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	190	-12.9
					帯域外干渉	190	-15.1
40	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帯域内干渉	70.0	10.2
			隣接 CH	0.0	帯域内干渉	70	-6.3

					帶域外干涉	70	-12.8
41	3625-4200	3600-4200	同一 CH	-	帶域内干涉	150.0	1.0
			隣接 CH	0.0	帶域内干涉	150	-15.4
					帶域外干涉	150	-14.8
43	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帶域内干涉	110	31.4
			隣接 CH	0.0	帶域内干涉	110	15.0/22.8
					帶域外干涉	110	-29.4
44	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帶域内干涉	40.0	39.6
45	3700-4200	3600-4200	同一 CH	-	帶域内干涉	270.0	26.2

2. 5. 6 人工衛星局→第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の干渉検討

第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) の無線局として、基地局及び移動局のパラメータを用いて干渉検討を行った。陸上移動中継局及び小電力レピータについては、基地局と移動局との共用が可能であれば問題ないと判断することとして、検討を省略した。

表2. 5. 6-1に基地局との干渉検討結果、表2. 5. 6-2に移動局との干渉検討結果を示す。これらの結果より、ITUの無線通信規則第21条で規定されている地表面電力束密度 (PFD) の制限値を考慮すると、いずれの仰角の条件でも所要改善量はマイナスとなっている。なお、帯域外干渉については100MHz幅に干渉波が存在する条件を仮定した結果であるが、3.4-4.2GHz全体 (800MHz幅) に干渉波が存在するとした場合でも、与干渉量の増加は9dB増加するだけであり、問題のないレベルである。

表2. 5. 6-1 人工衛星局→基地局の干渉検討結果

仰角 (deg.)	地表面 PFD (dBm/m ² /MHz)	基地局受信 アンテナ 指向性 減衰量 (dB)	与干渉量 (dBm/MHz)	(帯域内干渉) 所要改善量 (dB)	(帯域外干渉) 所要改善量 (dB)
0.0	-98.02	-7.0	-125.84	-6.8	-62.8
5.0	-98.02	-23.5	-142.26	-23.3	-79.3
10.0	-95.52	-26.3	-142.59	-23.6	-79.6
15.0	-93.02	-21.0	-134.81	-15.8	-71.8
20.0	-90.52	-17.8	-129.15	-10.2	-66.1
25.0	-88.02	-29.9	-138.68	-19.7	-75.7
30.0	-88.02	-29.1	-137.92	-18.9	-74.9
35.0	-88.02	-33.2	-142.03	-23.0	-79.0
40.0	-88.02	-31.0	-139.83	-20.8	-76.8
45.0	-88.02	-33.7	-142.46	-23.5	-79.5
50.0	-88.02	-26.0	-134.77	-15.8	-71.8
55.0	-88.02	-27.4	-136.24	-17.2	-73.2
60.0	-88.02	-33.5	-142.30	-23.3	-79.3
65.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8
70.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8
75.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8
80.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8
85.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8
90.0	-88.02	-40.0	-148.80	-29.8	-85.8

表 2. 5. 6 - 2 人工衛星局→移動局の干渉検討結果

仰角 (deg.)	地表面 PFD (dBm/m ² /MHz)	与干渉量 (dBm/MHz)	(帯域内干渉) 所要改善量 (dB)	(帯域外干渉) 所要改善量 (dB)
0.0	-98.02	-138.80	-28.0	-62.8
5.0	-98.02	-138.80	-28.0	-62.8
10.0	-95.52	-136.30	-25.5	-60.3
15.0	-93.02	-133.80	-23.0	-57.8
20.0	-90.52	-131.30	-20.5	-55.3
25.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
30.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
35.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
40.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
45.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
50.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
55.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
60.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
65.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
70.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
75.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
80.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
85.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8
90.0	-88.02	-128.80	-18.0	-52.8

2. 5. 7 衛星業務システムとの干渉検討結果まとめ

(1) 第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) →地球局の同一チャネル干渉条件での共用条件

共存条件が最も厳しいと想定される基地局の場合に基づいて考察を行う。基地局と地球局の共存が可能なエリアでは、基地局よりも地球局方向への e. i. r. p. が小さい移動局、陸上移動中継局及び小電力レピータについても、地球局との共存が可能であると考えられる。また、移動局、陸上移動中継局及び小電力レピータは、基地局からの電波が受信できるエリアでのみ電波発射が行なわれるので、基地局を適切な位置に設置すれば、これらからの干渉が許容値を超えないようにすることも可能であると考えられる。

基地局と地球局毎 (計 45 地球局) の 1 対 1 対向モデルで評価を行った結果より、3.4-3.6GHz 帯では 9 地球局が同一チャネル干渉の条件となる場合 (ただし 3 地球局は 1MHz だけ同一チャネル干渉の条件) があり、所要改善量は約 60~75dB となった。また 3.6-4.2GHz 帯では全 45 地球局が同一チャネル干渉の条件となる場合があり、所要改善量は約 35~90dB となった。これらの所要改善量を満たすため離隔距離を確保する場合には、伝搬損から算出される所要離隔距離によれば、見通し以上の大きな離隔距離を確保する必要がある。現実的には、地形による遮蔽等の影響により、干渉の影響が軽減されると考えられる。

そこで、地球局周辺の実地の地形情報 (1.5km×1.5km 毎のメッシュで評価) を考慮し、伝搬損に遮蔽等の影響を加味した場合の評価 (表 2. 5. 6-1 参照) を行った。評価結果より、ある地球局 (以下、地球局 A) では標高が高く見通しが効く条件では、地球局から最大で 160km 程度離れたメッシュで地球局の許容干渉レベルを満たせないケースがあることが分かった。また許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は、半径 20km 圏内では 50%程度 (概算)、半径 40km 圏内では 15%程度 (概算) となった。一方、別の地球局 (以下、地球局 B) では、最大で 100km 程度離れたメッシュで許容干渉レベルを満たせないケースがあったが、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は半径 20km 圏内で 25%程度 (概算) であることが分かった。

さらに第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) のコンセプトも踏まえ、空中線電力が小さく低空中線高の小セル基地局を想定した干渉影響を評価したところ、地球局 A では、最大で 70km 程度離れたメッシュで許容干渉レベルを満たせないケースがあるものの、許容干渉レベルを満たせないメッシュは半径 20km 圏内で 20%程度以下 (概算) となることが分かった。また、地球局 B では許容干渉レベルを満たせないメッシュの最大距離は 20km 程度に減少し、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合がさらに減少することが分かった。

また地球局 A については、地球局アンテナのバックローブ方向にも許容干渉レベルを満たせないエリアが広がっているため、地球局アンテナ周辺にサイトシールドングの効果を見込むことで、小セル基地局との組み合わせにより、半径 20km 圏内で許容干渉レベルを満たせないメッシュを数メッシュ程度に低減できることが分かった。

表 2. 5. 6-1 同一チャネル干渉における基地局と地球局との干渉検討結果まとめ
(1対1対向モデルで、地形情報を加味した場合の例)

	地球局 A	地球局 B
通常基地局	<ul style="list-style-type: none"> 最大離隔距離 160km 程度 半径 20km 圏内で、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は 50%程度 (概算) 	<ul style="list-style-type: none"> 最大離隔距離 100km 程度 半径 20km 圏内で、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は 25%程度 (概算)
小セル基地局	<ul style="list-style-type: none"> 最大離隔距離 70km 程度 半径 20km 圏内で、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は 20%程度以下 (概算) 	<ul style="list-style-type: none"> 最大離隔距離 20km 程度 半径 20km 圏内で、許容干渉レベルを満たせないメッシュの割合は 10%程度以下 (概算)
地球局へのサイトシールドイング効果	<ul style="list-style-type: none"> 小セル基地局との組み合わせにより、半径 20km 圏内で許容干渉レベルを満たせないメッシュを数メッシュ程度に低減 	※許容干渉レベルを満たせないエリアが地球局アンテナのメインローブ方向に広がっているため未検討

さらに地球局への干渉は、複数の基地局からの影響を受けることが想定されることから、複数基地局からの影響についても評価した。地球局 A に対する評価結果より、干渉軽減策を適用しない場合には、複数の基地局からの干渉の影響により許容干渉レベルを満たせないメッシュが大幅に増加することが確認できた。しかしながら、干渉軽減策として前述の小セル基地局による展開や、地球局のアンテナ周辺へのサイトシールドイングを適用することにより、許容干渉レベルを満たせないメッシュの増加を抑えることが可能である。例えば、地球局 A の条件で評価した場合には、15km 程度の離隔距離を確保しつつ、見通しが効く条件での基地局設置を避ける等の条件を課すことにより、1,000 局程度の小セル基地局の設置が可能であると考えられる。

(2) 第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) → 地球局の隣接チャネル干渉条件での共用条件

地球局との 1 対 1 の対向モデルによる干渉検討から算出されるガードバンド幅を、表 2. 5. 6-2 にまとめる。なお表内の記載は最悪条件に基づいた記載を行なっている。実際には、許容干渉レベルを満たすための所要改善量の値は、地球局毎に異なるため、地球局毎に個別の共用条件を規定することが必要である。

また、隣接チャネル干渉の条件でも、ガードバンド幅の大きさにより、複数の基地局からの影響も考慮する必要があると考えられる。帯域内干渉については、地球局の受信周波数帯とのガードバンド幅に応じて、基地局からの不要発射強度の実力値やフィルタ挿入による改善を加味して、個別の共用条件を規定することが必要である。また、帯域外干渉については、地球局の LNA/LNB の飽和問題を考慮した上で、個別の共用条件を規定することが必要である。これらの共用条件の規定に際しては、同一チャネル干渉の場合と同様に、地球局の設置場所に基づいて、地形情報等を加味した現実的な検討を行うことにより、第

4世代移動通信システム（IMT-Advanced）との共存が図られるものと考えられる。

表2. 5. 6-2 隣接チャネル干渉における地球局との干渉検討結果まとめ
 （表内の値は1対1の対向モデルに基づく結果であり、地球局毎の検討が必要）

与干渉 被干渉	基地局	移動局	陸上移動中継局 小電力レピータ
地球局 3.4-3.6 GHz	最小ガードバンド 10MHz （帯域内干渉） 基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮 （帯域外干渉） アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮	最小ガードバンド 0MHz （帯域内干渉） 所要離隔距離 最大600m程度（I/N = -12.2dB基準） 最大2.1km程度（I/N = -20dB基準） （帯域外干渉） 問題なし	最小ガードバンド 0MHz （帯域内干渉） 不要発射強度の実力値、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮 （帯域外干渉） アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮…陸上移動中継局 問題なし…小電力レピータ
地球局 3.6-4.2 GHz	同上	最小ガードバンド 0MHz （帯域内干渉） 所要離隔距離 最大2.7km程度 （I/N = -12.2dB基準） 最大7.5km程度 （I/N = -20dB基準） （帯域外干渉） 問題なし	同上

(3) 地球局への干渉軽減対策について

地球局への干渉を低減するための方策として、表 2. 5. 6-3 の対策が考えられる。

表 2. 5. 6-3 地球局への干渉軽減対策の例

対象	干渉対策内容
第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced)	(1) 小セル基地局 <ul style="list-style-type: none"> • 低空中線電力、低アンテナ高の基地局設置により、地球局への干渉量を低減できる。 • 建造物等により地球局方向が遮蔽されるように基地局を設置することにより、遮蔽効果が期待できる (自由空間伝搬以外の伝搬式を適用した検討が可能)。大都市の中心部等の周辺建物高が高いエリアで有効と期待できる。 • 屋内への設置を行なう場合には、空中線電力をさらに低出力にする効果や、壁による減衰効果 (10~20dB 程度) が得られる。 (2) 基地局セクタ設置、アンテナチルトの調整 <ul style="list-style-type: none"> • 地球局の方向には基地局セクタを設置しない、あるいはチルトを深くする等の対策により、干渉量を低減できる。
地球局	(1) アンテナ周辺の遮蔽 (サイトシールドイング) <ul style="list-style-type: none"> • 勧告 ITU-R SF. 1486 では、30dB 程度の干渉の遮蔽効果が想定されている (遮蔽の設置可否及びその効果は、地球局毎の検討が必要)。 (2) 受信フィルタ <ul style="list-style-type: none"> • 受信フィルタの挿入により、LNA/LNB の飽和を回避する (挿入損失や、雑音の増加に留意する必要がある)。

(4) 人工衛星局→第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced)

人工衛星局から第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) への影響については、2. 5. 6 章に記述したように、特段の影響がないことがわかった。

(5) まとめ

(1)～(4)に記載した結果を踏まえ、特に第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)と衛星業務システムの地球局が共存する場合の方策についてまとめる。上述したように、地球局への影響を鑑みると、(3)に記載した干渉対策を考慮しつつ、国内に存在する45の地球局それぞれについて、個別の共存条件を設定することが必要である。その際には、地球局からの離隔距離に応じて、第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)の基地局の設置条件等を規定するような、共存ゾーンの設定を行なうことが考えられる。なお、個別の共存条件の設定に当たって、本報告で示した一連の数字は、いくつかの地球局に対する固有の結果であり、全国一律に一律な共存条件を各地球局に設定することは困難であるだけでなく、不要な離隔距離を考慮することにもなり、周波数の有効活用という観点で問題である。

さらに、以上の考察で用いた示した数字等は、地球局の許容干渉レベルとして、同一チャンネル干渉については $I/N = -12.2$ dB(時間率 100%)、隣接チャンネル干渉については $I/N = -12.2$ dB(時間率 100%)及び $I/N = -20$ dB(時間率 100%)に基づいた評価手法1に基づく結果である。

一方、評価手法2はITU無線通信規則の付録7に示される、「地球局周辺の干渉調整エリアの決定方法」に基づく評価手法を基にしており、長時間の干渉基準(Long-term interference criterion)として $I/N = -10$ dB(時間率 20%)、短時間の干渉基準(Short-term interference criterion)として $I/N = -1.3$ dB(時間率 0.001667%)の各許容干渉レベルを用いた評価が行われている。さらに、当該評価では、干渉時間率を考慮できる伝搬モデルとして、勧告ITU-R P.452を用いている。ITU-Rの第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)と3.4-4.2GHz帯の地球局の共用検討(報告ITU-R M.2109)においても同様の手法で評価が行われている。

評価手法2の結果で示したように、短時間干渉の場合、時間率は小さいもの遠方の干渉源からの影響を受ける。その影響は地球局の置局条件にも依存し、周囲を山で囲まれた地球局よりも平野が広がる地球局の場合に影響が大きい。固定衛星システムは様々な目的で運用されており、国際通信回線の伝送路やテレビ映像伝送の場合はごく短時間の通信品質劣化も問題となる。一方で、随時伝送のような利用頻度の小さい局もあると考えられる。

したがって、個別の地球局の共存条件の検討に当たっては、対象とする地球局毎に干渉基準や、置局条件を考慮し、個別の共用条件を規定することが必要である。

以上の点を踏まえ、個別の共存ゾーンの設定については、総務省、衛星通信事業者、携帯事業者等の関係者による協議の上、適切に設定していくことが望ましい。

また、現在国内に存在する地球局は45であるが、そのうち、3.4-3.6GHz帯を使用する地球局は9地球局(うち3地球局は1MHz幅のみがオーバーラップ)だけであるということも考慮すべきと考える。すなわち3.4-3.6GHz帯については、9地球局だけが共存ゾーンの設定についての事業者間調整が必要となるだけであり、3.6GHz以上を運用する地球局との間に適切なガードバンド及び離隔距離を確保すれば、共存可能となると考えられる。一方、3.6GHz以上を第4世代移動通信システム(IMT-Advanced)に利用することについては、同一チャンネル干渉となる地球局が相当数存在することから、慎重な共存ゾーンの設定が必要となると考えられ、より詳細な検討が必要になると考えられる。

2. 6 航空機電波高度計との干渉検討

2. 6. 1 検討を実施する干渉形態

航空機電波高度計との共用検討において、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局の真上に航空機電波高度計が存在する場合を想定し、1対1の対向モデルでの検討を行った（図2.6.1-1参照）。なお、基地局との干渉検討については航空機電波高度計が真上にない条件での検討も行った。

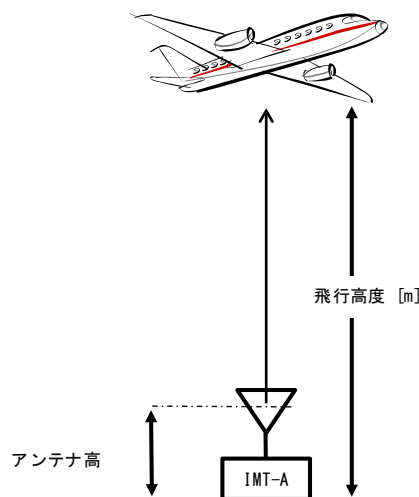


図2.6.1-1 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局の真上に航空機電波高度計が存在する場合の干渉検討モデル

第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局として、基地局及び移動局を考慮した。陸上移動中継局及び小電力レピータはこれらの無線局と同様の共用条件が必要になると想定し、検討を省略した。

2. 6. 2 基地局との干渉検討

（1）基地局→航空機電波高度計の干渉検討

基地局の真上に航空機電波高度計が存在する1対1対向モデルを考慮し、航空機電波高度計が基地局アンテナ高よりも10m以上高い位置に存在すると仮定して、評価を行なった。検討を行った航空機電波高度計毎に、許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度を表2.6.2-1に示す。本評価結果は、ガードバンドが0MHzの場合の結果である。本結果より所要の最小飛行高度の値は航空機電波高度計により異なるが、帯域内干渉で340m（D4）、帯域外干渉で270m（A3）が最も厳しい条件となった。

表 2. 6. 2-1 許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度（ガードバンド 0 MHz）

	航空機電波高度計の種類					
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
帯域内干渉	90 m	120 m	160 m	190 m	160 m	160 m
帯域外干渉	50 m	150 m	270 m	80 m	70 m	70 m

	航空機電波高度計の種類			
	D 1	D 2	D 3	D 4
帯域内干渉	110 m	150 m	150 m	340 m
帯域外干渉	50 m	110 m	230 m	110 m

基地局との干渉検討では、航空機電波高度計が基地局の真上以外の位置にあると、基地局アンテナのメインビームに正対する向きに近づいてくる。この影響を評価するため、航空機電波高度計のアンテナパターンを考慮し、航空機電波高度計と基地局の位置関係として図 2. 6. 2-1 に示す位置 1～4 を考慮した評価を行なった。各位置関係は以下の通りであり、位置 2～4 の場合が、航空機電波高度計が基地局の真上以外の位置にある場合を考慮することとなる。

位置 1：基地局の真上に航空機電波高度計がある場合

位置 2：滑走路から伸ばした一直線上に基地局がある場合

位置 3：滑走路から伸ばした一直線上と直角方向に基地局がある場合

位置 4：滑走路上の着陸地点から直角方向に基地局がある場合

航空機の滑走路への進入角度を 3 度と仮定し、滑走路上の着陸地点からの水平距離と飛行高度をパラメータにした評価を行なった。なお本評価では、帯域内干渉については D 4、帯域外干渉については A 3、の航空機電波高度計のパラメータを用いて検討を行った。

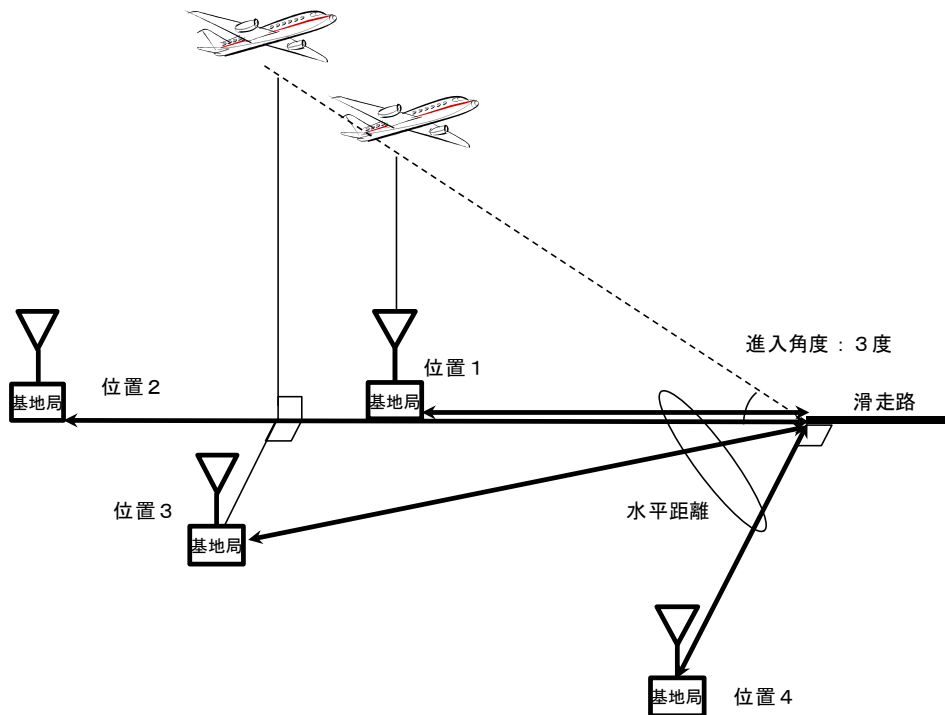


図 2. 6. 2-1 基地局の真上以外に航空機電波高度計が存在する場合の干渉検討モデル

表 2. 6. 2-2 に、位置 1～4 の位置関係で、所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度と滑走路上の着陸地点からの水平距離が最大となる条件の関係を示す。本評価結果は、ガードバンドが 0 MHz の場合の結果である。本結果より、滑走路の端から最大 20km 弱程度の離隔距離を確保すると、航空機電波高度計の許容干渉レベルを満たすことが分かる。

表 2. 6. 2-2 所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度、滑走路上の着陸地点からの水平距離（ガードバンド 0 MHz）

干渉形態	基地局の場所	所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度 ^(注)	滑走路上の着陸地点からの水平距離
帯域内干渉	位置 1	340m	6.5km
	位置 2	800m	15.8km
	位置 3	900m	17.2km
	位置 4	滑走路上の着陸地点からの水平距離 3.1km を確保すれば、飛行高度によらず所要改善量はマイナス	
帯域外干渉	位置 1	270m	5.2km
	位置 2	500m	9.8km
	位置 3	700m	13.4km
	位置 4	滑走路上の着陸地点からの水平距離 2.4km を確保すれば、飛行高度によらず所要改善量は	

		マイナス
--	--	------

(注) 50m 以上の条件

帯域内干渉については、ガードバンドを設け基地局へのフィルタ挿入を行なうことにより、所要離隔距離を低減することが可能である。そこで、ガードバンド 5MHz 及び 10MHz を想定し、基地局へのフィルタ挿入を行なった場合の計算結果を表 2. 6. 2-3 に示す。ガードバンド 5MHz の場合には滑走路の端から最大 3km 弱程度の離隔距離を確保すれば、航空機電波高度計の許容干渉レベルを満たす結果となった。また、ガードバンド 10MHz の場合には、基地局へのフィルタ挿入による不要発射強度の低減効果により、飛行高度及び位置関係によらず航空機電波高度計の許容干渉レベルを満たす結果となった。なお、ガードバンド 10MHz の場合には、位置 1、2、3 及び 4 において、フィルタ挿入後の所要改善量は -14.0dB、-34.2dB、-9.1dB 及び -18.6dB となるため、近隣の複数の基地局からの干渉の影響を考慮しても、航空機電波高度計の許容干渉レベルを満たすものと考えられる。さらに、航空機電波高度計の許容干渉レベルの実力値を考慮した検討も、共用条件の改善に有用であると考えられる。

表 2. 6. 2-3 所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度、滑走路上の着陸地点からの水平距離

(ガードバンド 5MHz 及び 10MHz、基地局へのフィルタ挿入あり)

干渉形態	基地局の場所	フィルタ挿入後 所要改善量がマイナス となる最小飛行高度(注)	滑走路上の着陸地 点からの 水平距離
帯域内干渉 ガードバンド 5MHz	位置 1	120m	2.3km
	位置 2	120m	2.3km
	位置 3	130m	2.5km
	位置 4	滑走路上の着陸地点からの水平距離 1km を確保すれば、飛行高度によらず所要改善量はマイナス	
帯域内干渉 ガードバンド 10MHz	位置 1	飛行高度によらず所要改善量はマイナス	
	位置 2		
	位置 3		
	位置 4		

(注) 50m 以上の条件を仮定

一方、ガードバンドが 0MHz よりも大きい場合の帯域外干渉については、航空機電波高度計の受信フィルタ特性や許容干渉レベルの実力値を考慮した検討を行う必要があり、これらを考慮した検討を行うことにより、共用条件を改善できると考えられる。

(2) 航空機電波高度計→基地局の干渉検討

基地局の真上に航空機電波高度計が存在する場合の 1対1 対向モデルの計算結果を、表 2.

6. 2-4に示す。本評価結果は、ガードバンドが0MHzの場合の結果であり、帯域外干渉については航空機電波高度計のピーク電力に基づいた評価結果をまとめた。本結果より、基地局の許容干渉レベルを満たすための所要の最小飛行高度は、帯域内干渉で500m(A4)、帯域外干渉で70m(A4)が最も厳しい条件であることが分かった。

表2. 6. 2-4 許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度（ガードバンド0MHz）

	航空機電波高度計の種類					
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
帯域内干渉	150 m	150 m	210 m	500 m	160 m	270 m
帯域外干渉	50 m	50 m	50 m	70 m	50 m	60 m

	航空機電波高度計の種類			
	D 1	D 2	D 3	D 4
帯域内干渉	160 m	250 m	220 m	330 m
帯域外干渉	50 m	50 m	50 m	60 m

続いて、航空機電波高度計と基地局の位置関係として図2. 6. 2-1に示す位置1～4を考慮した評価結果を、表2. 6. 2-5に示す。なお本評価ではA4の航空機電波高度計のパラメータを用いて検討を行った。本結果より位置1～4の位置関係を考慮した場合、滑走路上の着陸地点から最大で30km弱程度離れた地点を考慮する必要があることが分かった。

表2. 6. 2-5 所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度、滑走路上の着陸地点からの水平距離（ガードバンド0MHz）

干渉形態	基地局の場所	所要改善量がマイナスとなる最小飛行高度 ^(注)	滑走路上の着陸地点からの水平距離
帯域内干渉	位置1	500m	9.5km
	位置2	1.2km	23.7km
	位置3	1.4km	26.7km
	位置4	滑走路上の着陸地点からの水平距離3.9kmを確保すれば、飛行高度によらず所要改善量はマイナス	
帯域外干渉	位置1	70m	1.3km
	位置2	70m	1.3km
	位置3	50m	1km
	位置4	滑走路上の着陸地点からの水平距離400mを確保すれば、飛行高度によらず所要改善量はマイナス	

(注) 50m以上の条件

2. 6. 3 移動局との干渉検討

(1) 移動局→航空機電波高度計の干渉検討

移動局の真上に航空機電波高度計が存在する場合の1対1対向モデルにより評価を行った。検討を行った航空機電波高度計毎に、許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度を表2. 6. 3-1に示す。本評価結果は、ガードバンドが0MHzの場合の結果である。本結果より所要の最小飛行高度は航空機電波高度計により異なるが、帯域内干渉で756m(D4)、帯域外干渉で53m(A3)が最も厳しい条件となった。なお、航空機の滑走路への進入角度を3度と仮定した場合には、756mの飛行高度は滑走路上の着陸地点から15km弱程度離れた地点に相当する。また、その他の航空機電波高度計の場合には、121m(A1)~380m(A4)の飛行高度が必要となるが、滑走路上の着陸地点から2.3km~7.2km程度離れた地点に相当する。

なお本評価結果は、移動局の送信電力が最大値となる最悪条件で計算を行なっているが、実際には移動局は基地局との位置関係により、最大送信電力で送信する割合は小さいことから、共用条件を改善できると考えられる。

表2. 6. 3-1 許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度(ガードバンド0MHz)

	航空機電波高度計の種類					
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
帯域内干渉	121m	191m	302m	380m	302m	302m
帯域外干渉	6m	25m	53m	9m	8m	8m

	航空機電波高度計の種類			
	D 1	D 2	D 3	D 4
帯域内干渉	171m	269m	269m	756m
帯域外干渉	6m	16m	42m	16m

(2) 航空機電波高度計→移動局の干渉検討

移動局の真上に航空機電波高度計が存在する場合の1対1対向モデルの計算結果を、表2. 6. 3-2に示す。本評価結果は、ガードバンドが0MHzの場合の結果であり、帯域外干渉については航空機電波高度計のピーク電力に基づいた評価結果をまとめた。本結果より、移動局の許容干渉レベルを満たすための所要の最小飛行高度は、帯域内干渉で1,760m(A4)、帯域外干渉で1,013m(A4)が最も厳しい条件であることが分かった。なお、航空機の滑走路への進入角度を3度と仮定した場合には、1,760mの飛行高度は、滑走路上の着陸地点から35km弱程度離れた地点に相当する。また、A4以外の航空機電波高度計の場合には、395m(A1及びA2)~1,111m(D4)の飛行高度が必要となるが、これは滑走路上の着陸地点から7.5km~20km程度離れた地点に相当する。

本評価結果は、航空機電波高度計からの干渉電力が最悪条件で計算を行なっている。実際には、航空機電波高度計の不要発射強度の実力値や平均送信電力を加味すれば、共用条件を改善できると考えられる。

表 2. 6. 3-2 許容干渉レベルを満たすための最小飛行高度（ガードバンド 0 MHz）

	航空機電波高度計の種類					
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
帯域内干渉	395m	395m	626m	1,760m	443m	885m
帯域外干渉	57m	74m	59m	1,013m	182m	510m

	航空機電波高度計の種類			
	D 1	D 2	D 3	D 4
帯域内干渉	443m	787m	702m	1,111m
帯域外干渉	53m	47m	129m	453m

2. 6. 4 航空機電波高度計との干渉検討結果まとめ

基地局及び移動局と航空機電波高度計との干渉検討より、ガードバンド 0 MHz の場合には、滑走路上の着陸地点から概ね 10km 程度以上の離隔距離を確保する必要があるとの結果となった。ただし、本計算結果はワーストケースを想定した計算結果であり、基地局、移動局及び航空機電波高度計の不要発射の強度や許容干渉レベルの実力値、ガードバンド等を考慮することにより、現実的な所要離隔距離は小さくなると考えられる。例えば、基地局から航空機電波高度計への帯域内干渉の影響については、ガードバンド 5 MHz 及び基地局へのフィルタ挿入により、所要離隔距離は 2 km 程度となった。さらに、ガードバンド 10MHz の場合には、基地局へのフィルタ挿入のみで、航空機電波高度計の許容干渉レベルを満たすことが可能との結果となった。

一方で、航空機電波高度計への帯域外干渉の影響については、航空機電波高度計の受信フィルタ特性や許容干渉レベルの実力値等のより細かいパラメータを用いた検討が必要である。また、航空機電波高度計から第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）の無線局への干渉の影響についても、航空機電波高度計の不要発射の実力値等の詳細パラメータを用いた検討が必要である。

2. 7 干渉検討まとめ

2. 7. 1 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）を3.4-3.6GHz帯に導入する場合の共用条件

（1）同一チャネル干渉の場合の共用条件

共用対象となる既存業務は、放送事業用システムと衛星業務システムである。

放送事業用システムと同一チャネル干渉の条件において共用する場合は、双方の無線局が見通し外になるように十分な離隔距離を確保する必要がある。適切な離隔距離を確保しながら、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）を導入するためには、2. 4. 6章で論じたように、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）の導入・展開タイミングと放送事業用無線局の移行タイミングとを上手く整合させ、双方にとって効率的な導入／移行を実現することが重要であると考えられる。

3.4-3.6GHz帯において衛星業務システムと同一チャネル干渉の条件で共用する場合、共用対象となる地球局は、2. 5. 2章において実際の地形情報を加味して検討を行った2箇所（9地球局）である。これらの地球局への干渉が許容干渉レベルを超えないように、干渉軽減策として、小セル基地局、地球局のアンテナ周辺へのサイトシールドイング等を必要に応じて適用しつつ、それぞれの地球局に合わせた適切な離隔距離を確保することが必要である。

（2）隣接チャネル干渉の場合の共用条件

表2. 7-1に隣接チャネル干渉の場合の共用条件（最小ガードバンド幅等）をまとめる。

表2. 7-1 隣接チャネル干渉の場合の共用条件（最小ガードバンド幅等）
（第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）を3.4-3.6GHz帯へ導入する場合）

与干渉 / 被干渉	携帯電話↑	携帯電話↓	放送監視制御 (Sバンド)	音声FPU	音声STL /TTL/TSL	衛星システム (↓)
携帯電話↑		非同期：10MHz (※1) 同期：0MHz (※2)	5MHz (※4)	5MHz (※4)	5MHz (※4)	問題なし
携帯電話↓	非同期：12MHz、29MHz (※3) 同期：0MHz (※2)		0MHz (※4)	0MHz (※4)	0MHz (※4)	問題なし
放送監視制御 (Sバンド)	0MHz (※4)	10MHz (※4)				
音声FPU	0MHz (※4)	5MHz (※4)				

音声STL /TTL /TSL	0 MHz (※4)	10MHz (※4)				
衛星系 システム (↓)	0 MHz (※5) (帯域内干渉) 所要離隔距離 最大600m程度 (I/N = -12.2dB基準) 最大2.1km程度 (I/N = -20dB基準) (帯域外干渉) 問題なし	[10]MHz (※5、6)				

※1：基地局の併設置モデルを想定した場合に、フィルタ挿入等を実施

※2：TDDで、事業者間がネットワーク同期運用を行なう場合（利用するシステムが同一、かつ上り／下りの時間比率が同一、送受信タイミングが時間的に同期されている場合）

※3：最大送信チャンネル帯域幅が20、40MHzの条件で、実デバイスの実力値の一例を考慮した場合

※4：必要に応じて、基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮、及び装置実力値を考慮した場合

※5：1対1の対向モデルに基づく結果であり、地球局毎の検討が必要となる

※6：帯域内干渉は基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮、帯域外干渉はアンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮した場合

2. 7. 2 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）を3.6-3.8GHz帯に導入する場合の共用条件

（1）同一チャンネル干渉の場合の共用条件

共用対象となる既存業務は衛星業務システムである。

3.6-3.8GHz帯において衛星業務システムと同一チャンネル干渉の条件で共用する場合、共用対象となる地球局は45存在する。これらの地球局への干渉が許容干渉レベルを超えないように、干渉軽減策として、小セル基地局、地球局のアンテナ周辺へのサイトシールドング等を必要に応じて適用しつつ、それぞれの地球局に合わせた適切な離隔距離を確保することが必要である。そのため、45地球局全てについて地形情報を加味した詳細な共用検討を実施することが必要となる。

（2）隣接チャンネル干渉の場合の共用条件

表2. 7-2に隣接チャンネル干渉の場合の共用条件（最小ガードバンド幅等）をまとめる。

表 2. 7-2 隣接チャネル干渉の場合の共用条件（最小ガードバンド幅等）
（第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）を 3.6-3.8GHz 帯に導入する場合）

与干渉 被干渉	携帯電話 ↑	携帯電話 ↓	衛星系システム (↓)
携帯電話 ↑		非同期：10MHz（※ 1） 同期：0 MHz（※ 2）	問題なし
携帯電話 ↓	非同期：12MHz、29MHz（※ 3） 同期：0 MHz（※ 2）		問題なし
衛星系システム (↓)	0 MHz（※ 4） (帯域内干渉) 所要離隔距離 最大 2.7km 程度 (I/N = -12.2dB 基準) 最大 7.5km 程度 (I/N = -20dB 基準) (帯域外干渉) 問題なし	10MHz（※ 4、5）	

※ 1：基地局の併設置モデルを想定した場合に、フィルタ挿入等を実施

※ 2：TDDで、事業者間がネットワーク同期運用を行なう場合（利用するシステムが同一、かつ上り／下りの時間比率が同一、送受信タイミングが時間的に同期されている場合）

※ 3：最大送信チャネル帯域幅が 20、40MHz の条件で、実デバイスの実力値の一例を考慮した場合

※ 4：1対1の対向モデルに基づく結果であり、地球局毎の検討が必要となる

※ 5：帯域内干渉は基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮、帯域外干渉はアンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮した場合

2. 7. 3 第 4 世代移動通信システム（IMT-Advanced）を 3.8-4.2GHz 帯に導入する場合の共用条件

(1) 同一チャネル干渉の場合の共用条件

共用対象となる既存業務は衛星業務システムである。

3.8-4.2GHz 帯において衛星業務システムと同一チャネル干渉の条件で共用する場合、共用対象となる地球局は 45 存在する。これらの地球局への干渉が許容干渉レベルを超えないように、干渉軽減策として、小セル基地局、地球局のアンテナ周辺へのサイトシールディング等を必要に応じて適用しつつ、それぞれの地球局に合わせた適切な離隔距離を確保することが必要である。そのため、45 地球局全てについて地形情報を加味した詳細な共用検討を実施することが必要となる。

(2) 隣接チャネル干渉の場合の共用条件

表 2. 7-3 に隣接チャネル干渉の場合の共用条件 (最小ガードバンド幅等) をまとめる。

表 2. 7-3 隣接チャネル干渉の場合の共用条件 (最小ガードバンド幅等)
(第 4 世代移動通信システム (IMT-Advanced) を 3.8-4.2GHz 帯に導入する場合)

与干渉 被干渉	携帯電話 ↑	携帯電話 ↓	衛星系システム (↓)	航空機電波高度計システム
携帯電話 ↑		非同期: 10MHz (※ 1) 同期: 0 MHz (※ 2)	問題なし	ガードバンド 0 MHz の場合には、滑走路上の着陸地点から概ね 10km 程度以上の離隔距離が必要 (※ 6)
携帯電話 ↓	非同期: 12MHz、29MHz (※ 3) 同期: 0 MHz (※ 2)		問題なし	ガードバンド 0 MHz の場合には、滑走路上の着陸地点から概ね 10km 程度以上の離隔距離が必要 (※ 6)
衛星系システム (↓)	0 MHz (※ 4) (帯域内干渉) 所要離隔距離 最大 2.7km 程度 (I/N = -12.2dB 基準) 最大 7.5km 程度 (I/N = -20dB 基準) (帯域外干渉) 問題なし	10MHz (※ 4、5)		
航空機電波高度計システム	ガードバンド 0 MHz の場合には、滑走路上の着陸地点から概ね 10km 程度以上の離隔距離が必要 (※ 6)	ガードバンド 0 MHz の場合には、滑走路上の着陸地点から概ね 10km 程度以上の離隔距離が必要 (※ 6)		

※ 1: 基地局の併設置モデルを想定した場合に、フィルタ挿入等を実施

- ※2：TDDで、事業者間がネットワーク同期運用を行なう場合（利用するシステムが同一、かつ上り／下りの時間比率が同一、送受信タイミングが時間的に同期されている場合）
- ※3：最大送信チャンネル帯域幅が20、40MHzの条件で、実デバイスの実力値の一例を考慮した場合
- ※4：1対1の対向モデルに基づく結果であり、地球局毎の検討が必要となる
- ※5：帯域内干渉は基地局へのフィルタ挿入、アンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮、帯域外干渉はアンテナ設置のサイトエンジニアリング等を考慮した場合
- ※6：航空機電波高度計の実力値等のより細かいパラメータを用いた検討が必要。

2. 7. 4 想定される割り当てパターン

第3章 既存の周波数帯における第4世代移動通信システム

(IMT-Advanced) 相互間及び第4世代移動通信システム (IMT-Advanced)

と他システムとの干渉検討

3. 1 既存の携帯電話周波数への第4世代移動通信システムの導入

第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) は、ITU-R の検討 (報告 ITU-R M. 2135) においても、既存の携帯電話周波数 (IMT 周波数) で運用可能であることが要求条件の1つとして規定され、詳細無線仕様の検討が進められた。実際に完成した仕様 (ITU-R 勧告 M. 2012) は、既存の3.9世代移動通信システムをベースに機能拡張、新機能の追加という形で実現されており、第4世代移動通信システムは、既存の携帯電話周波数へ導入することが可能となっている。

本章では、第4世代移動通信システム (IMT-Advanced) で規定された新技術を既存の携帯電話周波数へ導入するにあたり、新たに干渉調査を実施する必要があるかどうかについて検討を行った。

3. 2 既存帯域へ導入することが期待されている新技術

第2章での検討と同様に、ここでも第4世代移動通信 (IMT-Advanced) システムとして、LTE-Advanced に基づいた検討を行う。LTE-Advanced では、表1. 2. 3. 1-1に示す5つの新技術 (キャリアアグリゲーション、MIMO 伝送技術の拡張、ヘテロジーニアスネットワーク、セル間協調送受信、リレー伝送) の導入が期待されており、以下、それぞれの新技術について考察を行った。

3. 2. 1 キャリアアグリゲーション

キャリアアグリゲーションは、複数の LTE キャリア (1 キャリアあたり最大 20 MHz 幅のチャネル帯域幅) を束ねて同時に利用する技術である。束ねる LTE キャリアについては、異なる周波数バンドにまたがって束ねる場合、同一の周波数バンド内で連続、または不連続の LTE キャリアを束ねる場合のいずれのケースにも対応している。また、下り回線 (基地局送信→移動局受信)、及び上り回線 (移動局送信→基地局受信) の双方でサポートされている。

(1) 下り回線のキャリアアグリゲーション

下り回線のキャリアアグリゲーションは、基地局から複数の LTE キャリアを同時に送信し、移動局 (端末) がそれらの LTE キャリアを同時に受信することで実現される。キャリアアグリゲーションする場合の基地局送信は、既存の LTE 基地局が複数の LTE キャリアを送信している状態と同一であり、基地局の干渉調査に関わる 3GPP 仕様の無線規格も、キャリアアグリゲーションの導入に伴って、従前の LTE から変更されている点はない。したがって、下り回線のキャリアアグリゲーションの導入において、基地局間の共存条件、及び他システムとの共存条件は、各周波数帯域で検討されてきた従前の LTE 基地局の共存条件と同様である。以上の点から、下り回線のキャリアアグリゲーションの導入に際して、新たな干渉調査の実施は不要である。

なお、下り回線のキャリアアグリゲーションにおいて、異なる周波数バンドの LTE キャリア

を束ねる場合、移動局は受信信号から異なる周波数バンドのLTEキャリアを分別し、双方の周波数バンドに対して受信処理を行う必要がある。異なる周波数バンドのLTEキャリアを分別する方法の1つとして、ダイプレクサ等のフィルタを用いることが想定されるが、このような追加素子が挿入されると、送受信無線回路での信号電力減衰の影響が発生する。本影響を考慮し、3GPP仕様では、移動局の最大空中線電力の偏差の下限値が、従来のLTE移動局の場合に比較して緩和されている。この緩和の影響は、移動局の最大空中線電力が低下する方向であり、従前の共存条件を厳しくする条件とはならないため、新たな干渉調査の実施は不要である。ただし、移動局の技術的条件の策定の観点からは、3GPP仕様との整合性を確保する形で、キャリアアグリゲーションに対応した移動局の最大空中線電力の偏差の下限値を規定することが望ましい。当該緩和量は、キャリアアグリゲーションで組み合わせる周波数バンドや、複数のキャリアアグリゲーションの組み合わせのサポート有無等の条件により異なっており、3GPP仕様が適宜更新されることが想定される。したがって、今後新たに、国内で利用可能なキャリアアグリゲーションに対する規定追加等が行われた場合には、最大空中線電力の偏差の下限値の緩和が、従前の干渉条件を厳しくするものではないことを踏まえ、新たな干渉調査を実施することなく、国際的な整合性を確保する観点から、適切かつ速やかに、3GPP仕様の規定を技術基準に直接反映していくことが望ましいと考えられる。

(2) 上り回線のキャリアアグリゲーション

上り回線(移動局送信→基地局受信)のキャリアアグリゲーションは、移動局から複数のLTEキャリアを同時に送信し、基地局がそれらのLTEキャリアを同時受信することで実現される。異なる周波数バンドにまたがる複数のLTEキャリアの同時送信は、既存のLTEシステムの移動局では実現されておらず、3GPPでも、詳細無線仕様の検討が順次進められている状況である。

上り回線のキャリアアグリゲーションの中で、3GPPでの検討が進んでいるものは、同一の周波数バンド内で連続したLTEキャリアを束ねる場合であり、一部の周波数バンドにおいて、仕様化が完了している。完成した仕様において、移動局がキャリアアグリゲーションを行った場合の最大空中線電力の総和は、従前のLTE移動局の最大空中線電力の値と同一となるように規定されている。さらに、アグリゲーションした場合のスペクトラムエミッションマスク、隣接チャネル漏えい電力等の干渉調査に用いる規定は、アグリゲーションされた合計のチャネル帯域幅(例えば5MHz+10MHz=15MHz)を1キャリア(15MHz)で送信する場合と同等の規定となっている。したがって、アグリゲーションする合計のチャネル帯域幅が、従前の検討範囲内の値であれば、移動局間の共存条件、及び他システムとの共存条件は、これまでのLTE移動局の共存条件と同様である。以上の点から、同一の周波数バンド内で連続したLTEキャリアを束ねるキャリアアグリゲーションの導入に際して、新たな干渉調査の実施は不要である。

一方、異なる周波数バンドにまたがってLTEキャリアを束ねる場合、あるいは同一の周波数バンド内で不連続のLTEキャリアを束ねる場合については、3GPPでの標準仕様策定に向けて、技術的な検討が開始された段階である。したがって、従前のLTE仕様からの差分、及び従前の共存条件の変更の可能性は、現時点で判断が難しい状況であり、今後、3GPP仕様が新たに規定された段階で、改めて判断することが望ましい。なお、国内の技術基準への反映に当たっては、策定された3GPP仕様が、従来のLTEと比較して干渉条件を厳しくするものでないと判断できる場合には、新たな干渉調査を実施することなく、国際的な整合性を確保する観点から、適切かつ速やかに、3GPP仕様の規定を技術基準に直接反映していくことが望ましいと考えられる。

3. 2. 2 MIMO 伝送技術の拡張

(1) 下り回線の MIMO 伝送技術

LTEの最大4アンテナ送信に比較して、LTE-Advancedでは最大8アンテナ送信での利用が可能である。従前のLTE基地局の干渉調査では、基地局は1アンテナ送信として検討を行っている。これは、複数アンテナ送信を行う場合の総送信電力は、1アンテナ送信の総送信電力と同じ条件で運用することが一般的であることや、共用検討に用いている隣接チャネル漏洩電力は、送信電力に対する相対値であるため、干渉検討の結果は、1アンテナ送信の検討結果と等しくなるためである。したがって、下り回線におけるMIMO伝送技術の8アンテナ送信への拡張に対して、新たな干渉調査の実施は不要である。

(2) 上り回線の MIMO 伝送技術

LTEでは上り回線においてMIMO伝送技術はサポートされていなかったが、LTE-Advancedでは最大4アンテナ送信での利用が可能となっている。3GPP仕様では、2アンテナ送信の場合の検討が先行して実施され、仕様化が完了している。当該仕様において、移動局当たりの最大空中線電力は、従前のLTE移動局の規格と同じにしつつ、スペクトラムエミッションマスク、隣接チャネル漏えい電力等の不要発射に関わる規格は、アンテナコネクタ毎に規定することとなった。不要発射関連の規格をアンテナコネクタ毎に規定するに際し、3GPPでは干渉条件の観点でも検討が行われ、下記のようにレポート（3GPP TR36.807、6.6B章）へのとりまとめが行われている。

「2アンテナ送信の上りリンクMIMO伝送において、アンテナコネクタ当たりの平均送信電力は、1アンテナコネクタで送信を行う端末の平均送信電力に比較して、3 dB減少する。したがって、平均的な不要発射レベルもそれに応じて、基本的に3 dB減少する。結果として、複数アンテナコネクタからの送信を行う場合の端末当たりの不要発射レベルの総和は、1アンテナコネクタで送信を行う場合の端末当たりの不要発射レベルと同様であると考えられる。以上より、上りリンクMIMO送信をサポートしている端末の総和の不要発射レベルの影響は、隣接バンドへの既存システムとの共存という観点で、LTE端末と同様である。」

以上の3GPPでの検討結果を踏まえれば、上り回線のMIMO伝送技術の導入に際して、移動局間の共存条件、及び他システムとの共存条件は、各周波数帯域で検討されてきた従前のLTE移動局の共存条件と同一となる。したがって、上り回線のMIMO伝送技術の導入に際して、新たな干渉調査の実施は不要であり、技術的条件については、3GPP仕様との整合性を確保する形で規定を行うことが望ましい。

3. 2. 3 ヘテロジーニアスネットワーク

ヘテロジーニアスネットワークは、標準的な基地局（マクロセル基地局）に加えて、送信電力等が小さい基地局を階層的に展開するネットワーク構成である。3GPP標準仕様では、新たな送信電力のクラス（Medium range）に関する基地局規定が行われている。従前のLTE基地局の干渉調査においては、マクロセル基地局に基づいた値での検討が行われているが、新たに3GPPで規定された送信電力のクラスは、当該マクロセル基地局よりも最大空中線電力が小さい条件

を想定した規定である。したがって、従前のLTE基地局の場合と比較して、共存条件を厳しくする方向とはならないため、新たな送信電力クラスの規定を行うに際して、新たな干渉調査の実施は不要である。

なお、ヘテロジニアスネットワークにおいて、セル間干渉の影響を低減する技術として高度化セル間干渉コーディネーション（eICIC）技術が利用可能となるが、本技術は基地局間で連携して送信タイミング等を調整する技術である。したがって、LTE基地局の無線規格の変更を伴う内容ではないため、新たな干渉調査の実施は不要である。

3. 2. 4 セル間協調（CoMP）送受信

セル間協調送受信技術は、複数の基地局が協調してベースバンド信号処理を行うことにより、隣接基地局間のエリア境界付近での通信速度を改善する技術である。したがって、LTE基地局の無線規格の変更を伴う内容ではないため、新たな干渉調査の実施は不要である。

3. 2. 5 リレー伝送技術

従前の情報通信審議会において、携帯電話通信向けの中継伝送技術として、非再生中継伝送を前提として、「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」が定められている。一方、LTE-Advanced で規定されたリレー伝送技術は、レイヤ3リレーと呼ばれる再生中継伝送技術を前提にしており、その無線規格は、基地局や端末の無線規格に基づいて規定されている。当該規定は、上記の「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」とは異なる規定方法となっており、従前の共存条件が適用できるか等、より詳細な検討が必要である。現時点では、LTE-Advanced で規定されたリレー伝送技術の導入に向けた動きは顕在化しておらず、今後のニーズを踏まえて、別途検討することが望ましい。

3. 2. 6 まとめ

以上の考察を踏まえ、第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）で規定された新技術を、既存の携帯電話周波数へ導入する際の干渉調査の必要性を、表3. 2. 6-1にまとめる。

表3. 2. 6-1 第4世代移動通信システム（IMT-Advanced）で規定された新技術を、既存の携帯電話周波数へ導入する際の干渉調査の必要性

技術項目		新たな干渉調査の必要性
キャリアアグリゲーション	下り回線	LTE基地局が複数のLTEキャリアを送信している状態と同一であり、干渉検討に関わる無線規格について、LTEからの変更がない。したがって、干渉検討の結果は、従前の検討と同じ結果となるため、新たな干渉調査の実施は不要である。
	上り回線	同一バンド内で連続するキャリアを用いる場合

			渉調査の実施は不要である。
		上記以外	3GPP仕様が完成した時点で、改めて干渉調査の必要性の判断をすることが望ましい
MIMO伝送技術	下り回線		複数アンテナ送信を行う場合でも、1アンテナ送信の場合と総送信電力を同じにすることが一般的である。また、共用検討に用いる隣接チャネル漏洩電力の値は、送信電力からの相対値であるため1アンテナ送信時と同一である。したがって、干渉検討の結果は1アンテナ送信の場合と同じであるため、新たな干渉調査の実施は不要である。
	上り回線		移動局当たりの最大空中線電力は従前のLTEの規格と同一にしつつ、スペクトラムエミッションマスク、隣接チャネル漏えい電力等の不要発射規定については、アンテナコネクタ毎に規定されている。アンテナコネクタ毎の規定となっても、3GPPでの検討結果に示されるように、上りリンクMIMO送信をサポートしている端末の不要発射レベルの総和は、隣接バンドへの既存システムとの共存という観点で、従前のLTEの端末と同様であることから、新たな干渉調査の実施は不要である。
ヘテロジニアスネットワーク			基地局向けに新たに3GPPで規定された送信電力のクラスは、従前のマクロセル基地局よりも最大空中線電力が小さい場合の規定である。したがって、従前の共存条件を厳しくする方向とはならないため、新たな干渉調査の実施は不要である。また、セル間干渉コーディネーション (eICIC) 技術については、LTEの無線規格からの変更を伴う関連規定はないため、新たな干渉調査の実施は不要である。
セル間協調 (CoMP) 送受信			セル間協調送受信技術については、LTEの無線規格からの変更を伴う関連規定はないため、新たな干渉調査の実施は不要である。
リレー伝送			従前の「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」とは規定方法が異なるため、より詳細な検討が必要。リレー伝送技術に対する今後のニーズを踏まえ、別途検討することが望ましい。

情報通信審議会 情報通信技術分科会
携帯電話等高度化委員会

(敬称略)

氏 名	主 要 現 職
【主査】服部 武	上智大学 理工学部 客員教授
荒木 純道	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
安藤 真	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授 (～第11回)
石原 弘	ソフトバンクモバイル(株) 電波制度室長
伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
入江 恵	(株)エヌ・ティ・ティ・ドコモ ネットワーク部長
大木 一夫	(一社)情報通信ネットワーク産業協会 専務理事(第11回～)
冲中 秀夫	KDDI(株) 常勤顧問
小畑 至弘	イー・アクセス(株) 専務執行役員
加藤 伸子	筑波技術大学 産業技術学部 准教授
河東 晴子	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 主席技師長
黒田 道子	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部長 教授
笹瀬 巖	慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 教授
杉山 博史	(一財)移動無線センター 常務理事 事業本部長 兼 関東センター長 (～第11回)
資宗 克行	(一社)情報通信ネットワーク産業協会 専務理事(～第10回)
高田 純一	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
根本 香絵	国立情報学研究所 プリンシプル研究系 教授
本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
湧口 清隆	相模女子大学 人間社会部 社会マネジメント学科 学科長 教授
吉田 進	京都大学大学院 情報学研究科 通信情報システム専攻 教授
吉村 直子	(独)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員

若尾 正義

元(一社)電波産業会 専務理事

情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会
第4世代移動通信システム作業班 構成員

(敬称略)

氏 名	主 要 現 職
【主任】若尾 正義	元(一社)電波産業会 専務理事
【主任代理】吉村 直子	(独)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員
石川 禎典	(株)日立製作所 通信ネットワーク事業部 モバイルシステム部 専門主任技師
石田 和人	クアルコムジャパン(株) 標準化部長 (～第4回)
今井 亨	日本放送協会 技術局 計画部 副部長 (第2回～)
上杉 浩之	日本電気(株) モバイルRAN事業部 技術マネージャー (～第1回)
上杉 充	パナソニック モバイルコミュニケーションズ(株) モバイルターミナル ビジネスユニット モバイル開発センター 要素開発グループ 第一チーム 参事 (第5回～)
大川 祐二	日本放送協会 技術局 計画部 副部長 (～第1回)
長内 忍	(株)TBSラジオ&コミュニケーションズ 技術推進センター
皆瀬 修	富士通(株) アクセスネットワーク事業本部 グローバルビジネス事業部 シニアマネージャ (第2回～)
川島 修	(株)エフエム東京 編成制作局 技術部長
河野 宇博	スカパーJ S A T(株) 技術運用本部 電波業務部 マネージャー
城田 雅一	クアルコムジャパン(株) 標準化グループ 標準化担当部長 (第5回～)
菅田 明則	K D D I(株) 技術企画本部 電波部 担当部長
高田 仁	(一社)日本民間放送連盟 企画部 主幹
高橋 政博	(株)テレビ朝日 技術局 技術統括部 電波担当部長
田中 伸一	ソフトバンクモバイル(株) 技術統括 電波制度室 担当部長
谷口 正樹	富士通(株) アクセスネットワーク事業本部 グローバルビジネス事業部 部長 (～第1回)
中川 永伸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術グループ 部長
中津川 征士	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長 (～第1回)
中村 光行	日本電気(株) モバイルRAN事業部 シニアマネージャー (第2回～)
日高 秀樹	京セラ(株) 研究開発本部 通信機器研究開発統括部 端末研究部 第一研究部 副責任者

古川 憲志	(株)NTTドコモ 電波部 電波企画担当部長
三浦 望	パナソニック モバイルコミュニケーションズ(株) 技術渉外グループ 技術渉外チーム 主事 (～第4回)
諸橋 知雄	イー・アクセス(株) 技術戦略室 室長
山崎 潤	ノキアシーメンスネットワークス(株) ガバメントリレーションズ統括 (～第5回)
山本 浩介	ノキアシーメンスネットワークス(株) ガバメントリレーションズ統括 部 マネージャー (第6回～)
山本 裕彦	シャープ(株) 通信システム事業本部 要素技術開発センター 次世代プラットフォーム開発部 部長
要海 敏和	UQコミュニケーションズ(株) 技術部門 副本部長 兼 ネットワーク技術部 部長
吉田 英邦	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長 (第2回～)
米本 成人	(独)電子航法研究所 監視通信領域 主幹研究員 (第7回～)

參考資料

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		

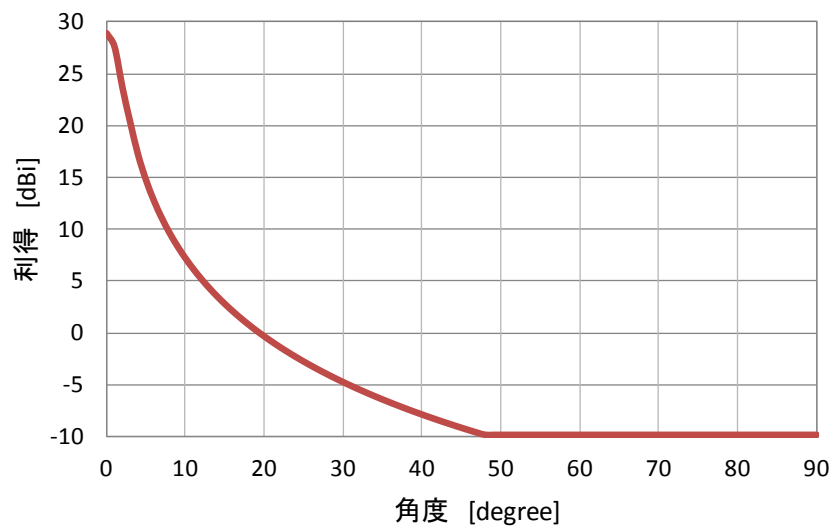


図. 参1-1-1 3.4GHz 帯音声STL（アナログ方式）アンテナ指向特性

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	

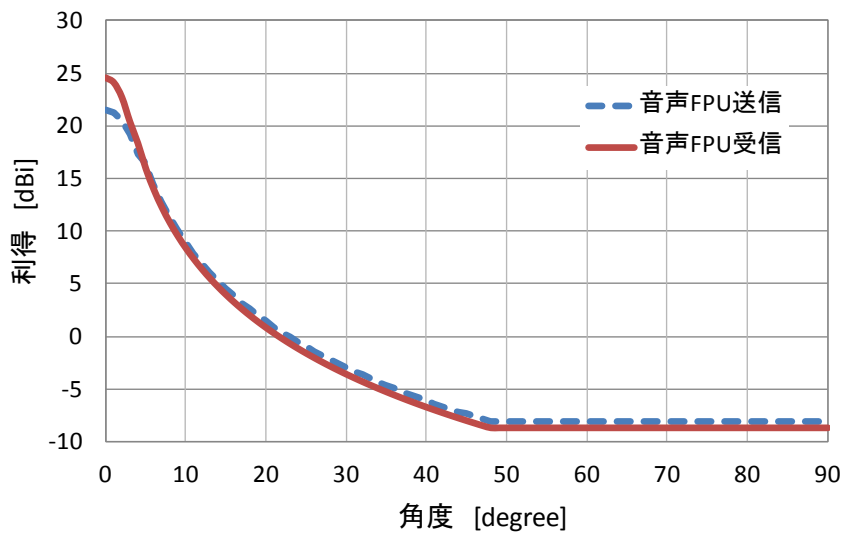


図. 参 1 - 2 - 1 3.4GHz 帯音声 S T L (アナログ方式) アンテナ指向特性

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

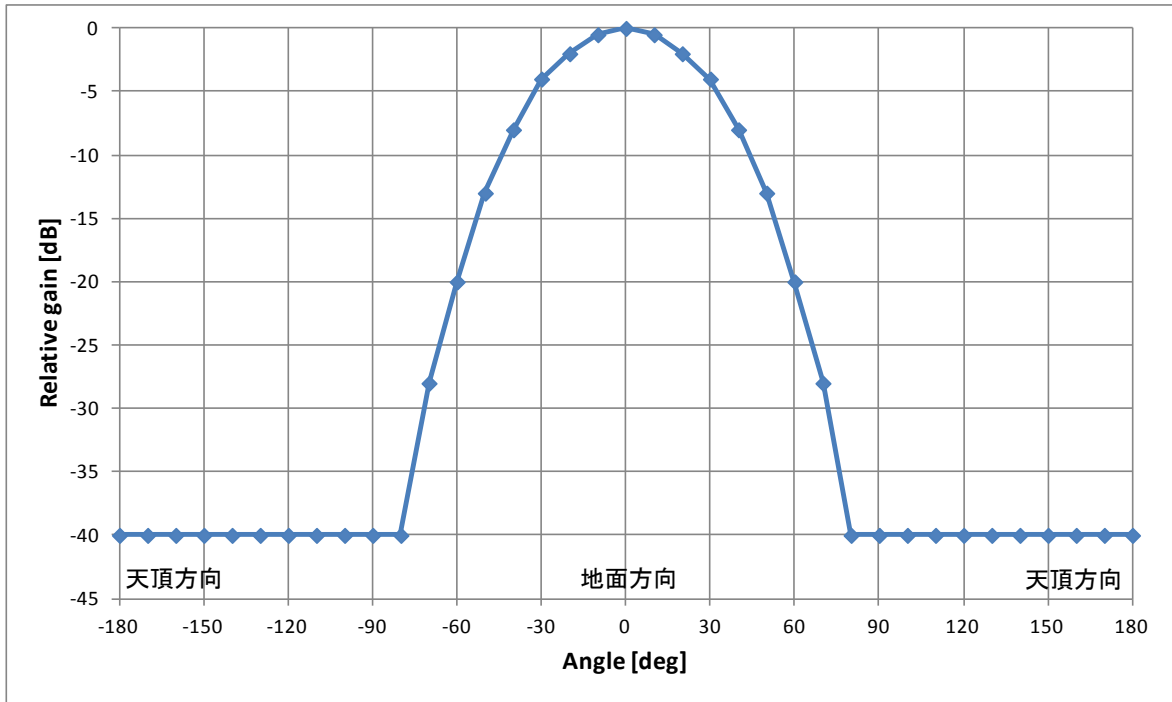
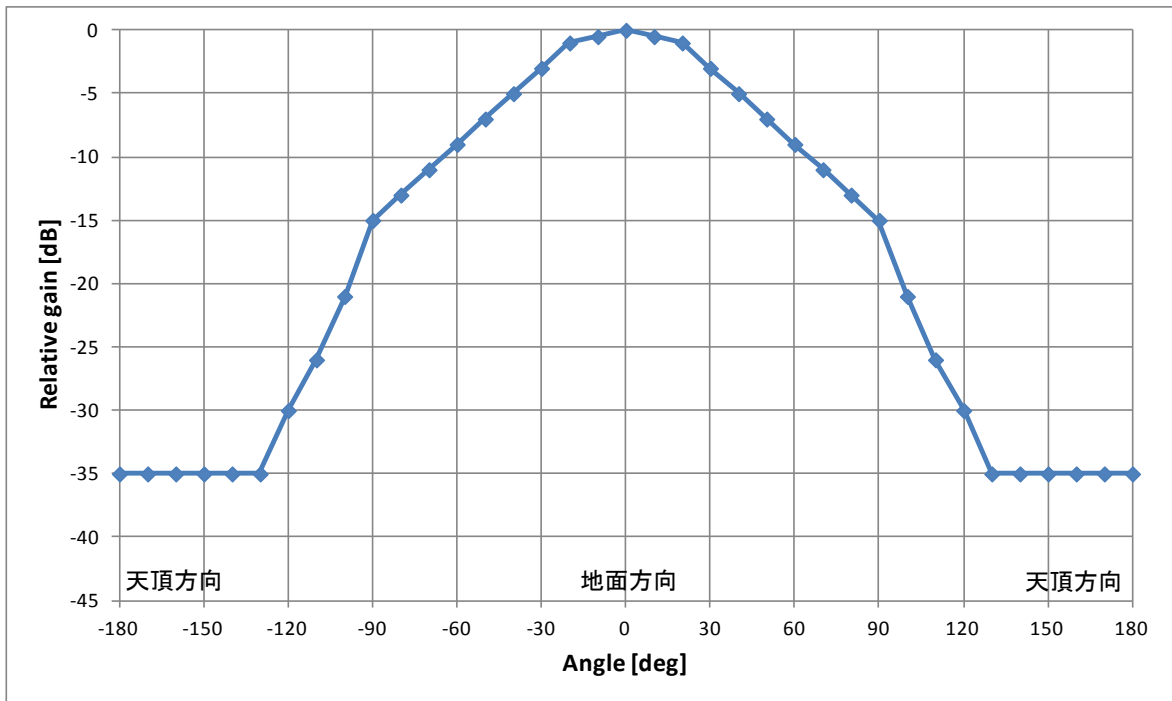


図 参 1 - 4 . 3 - 1 送受信アンテナパターン (航空機を横方向から見た場合)



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		
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

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

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

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、移動局高特性をそれぞれ示す。なお、周波数、基地局高、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。

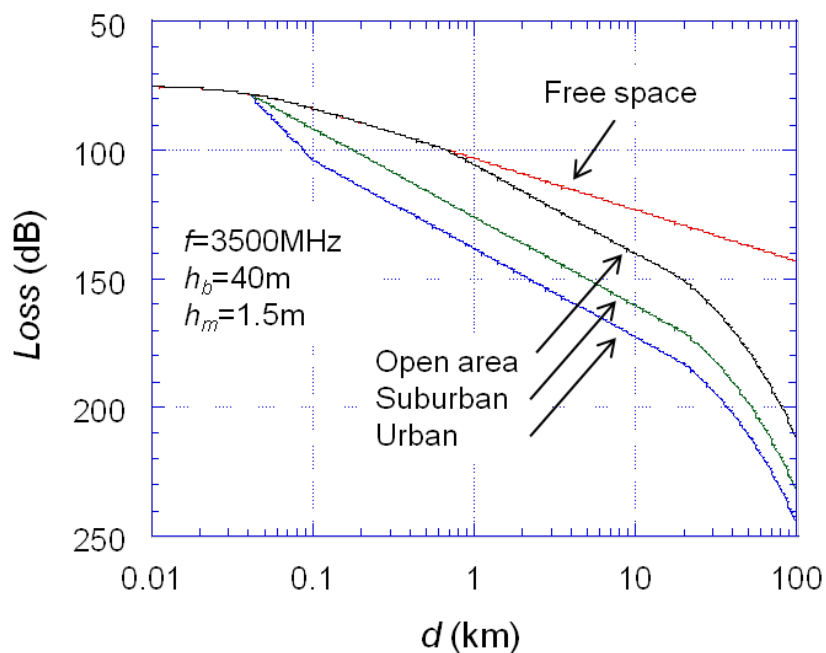


図 参2. 1. 2-1 距離特性

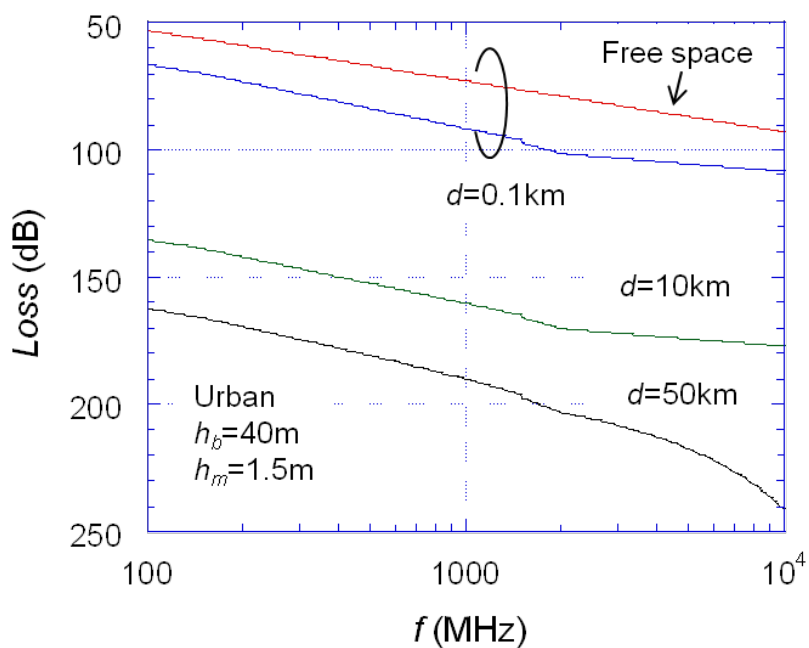


図 参2. 1. 2-2 周波数特性

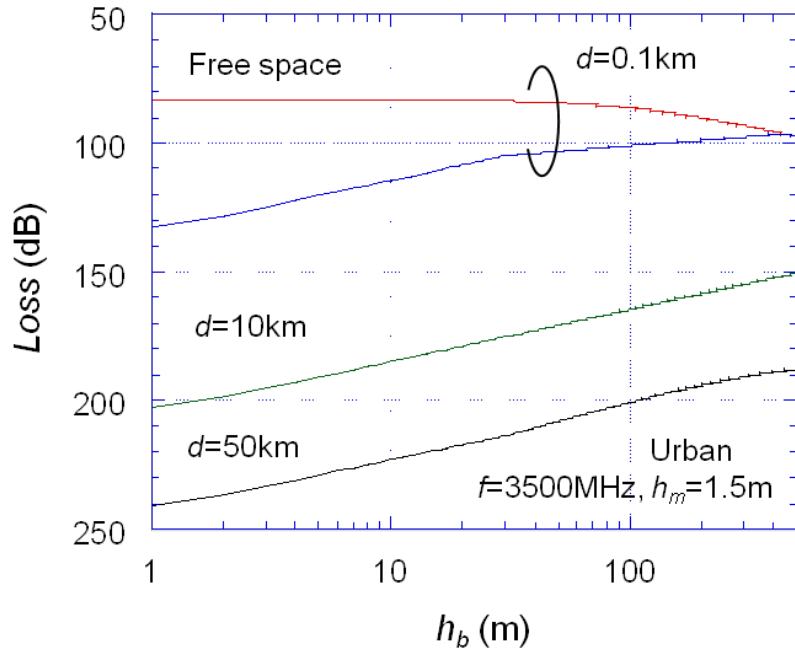


图 参 2. 1. 2-3 基地局高特性

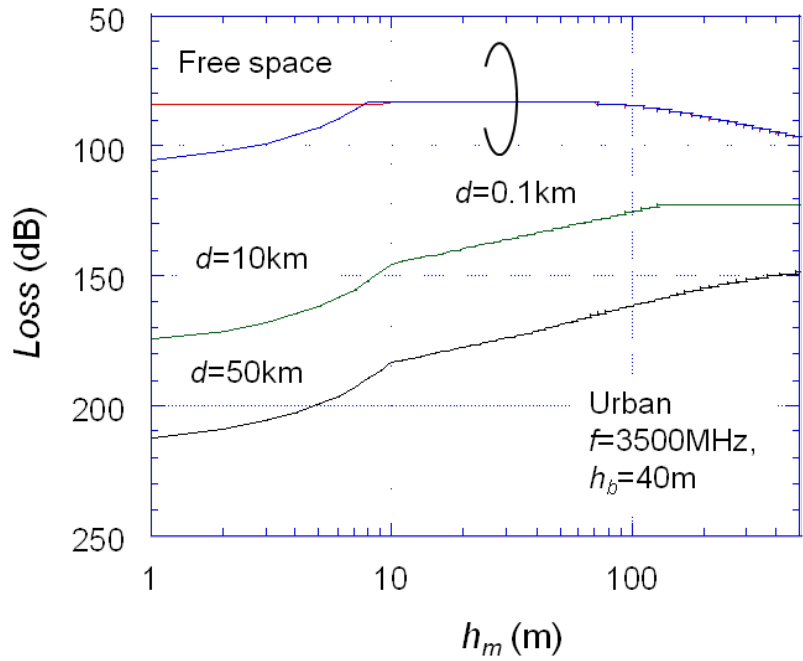


图 参 2. 1. 2-4 移动局高特性

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
移動局	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
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。

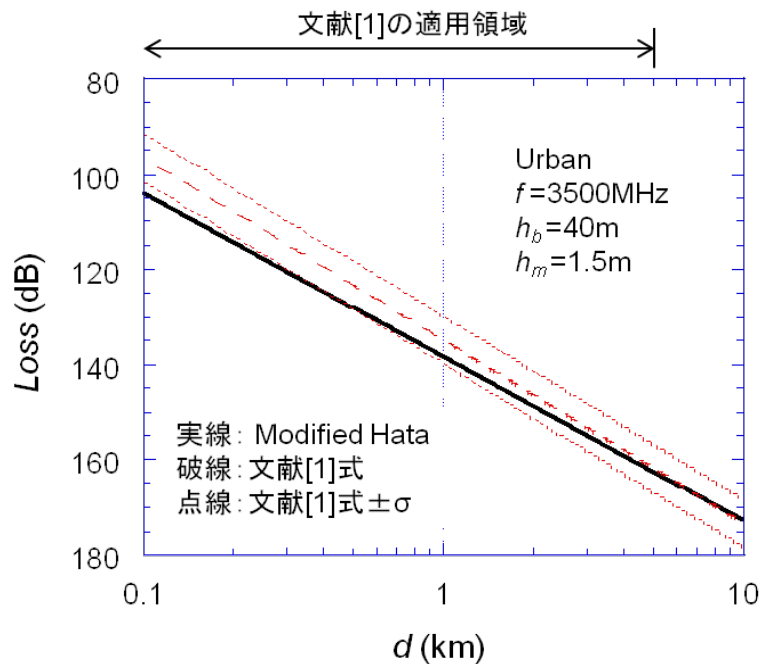


図 参2. 1. 3-1 距離特性の比較結果 (市街地)

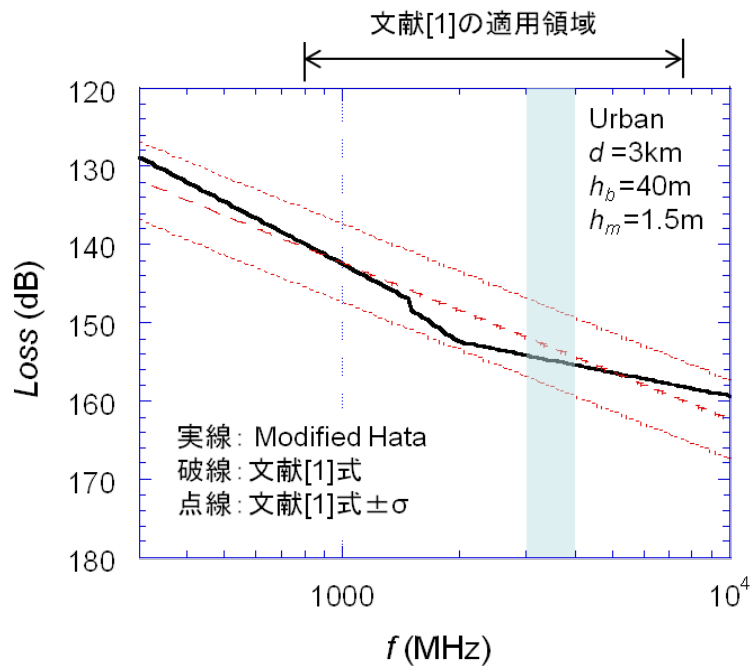


図 参2. 1. 3-2 周波数特性の比較結果 (市街地)

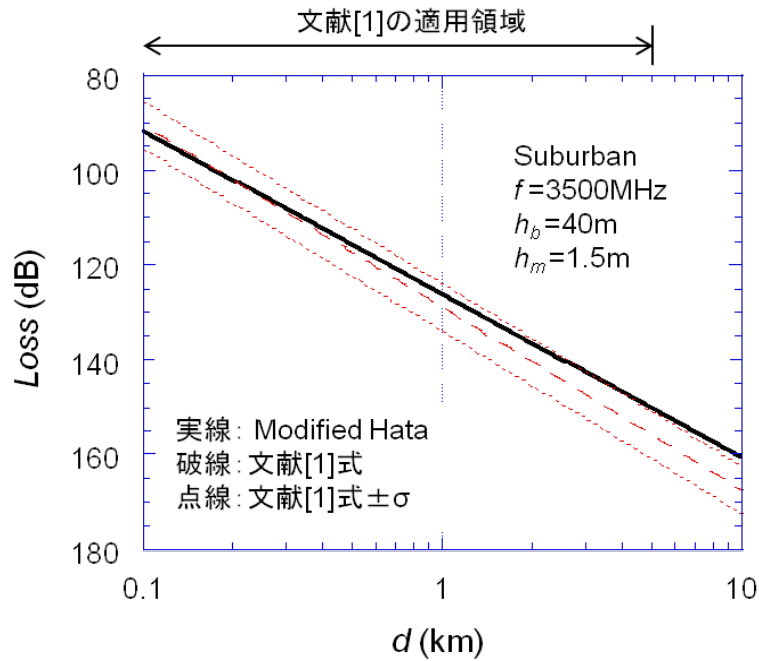


図 参2. 1. 3-3 距離特性の比較結果 (郊外地)

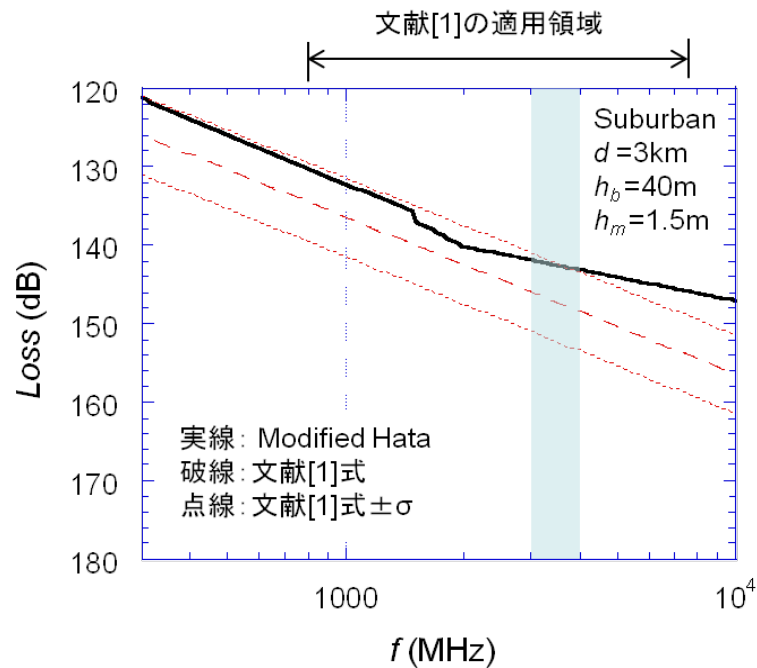


図 参2. 1. 3-4 周波数特性の比較結果 (郊外地)

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	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													
被干渉	FPUアンテナ高	219m		hm	40m													
	IMT-A俯角 (チルト角)	6.5°																
	FPU俯角 (チルト角)	0.0°																
						与干渉			被干渉									
						水平方向角:0deg			水平方向角:0deg									
						垂直方向角:6.5deg			垂直方向角:0deg									
						※700M情通審資料参考												
			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	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	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	-9.2dB	-9.2dB	-7.0dB	-7.0dB	-7.0dB						
e	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						
f	周波数帯域		3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz						
g	アンテナ水平離隔距離		10m	50m	100m	1000m	6500m	7000m	7500m	30000m	40000m	90000m						
g	アンテナ垂直離隔距離		179m	179m	179m	179m	179m	179m	179m	179m	179m	179m	hb-hm					
h	伝搬損失		-88.2dB	-88.5dB	-89.3dB	-103.2dB	-119.3dB	-120.0dB	-120.6dB	-132.6dB	-135.1dB	-142.2dB						
i			-88.2dB	-88.5dB	-89.3dB	-103.2dB	-119.3dB	-120.0dB	-120.6dB	-137.2dB	-145.8dB	-182.5dB						
j	受信アンテナ利得		24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi	24.5dBi						
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						
l		垂直方向	-33.2dB	-33.2dB	-33.2dB	-16.2dB	-0.5dB	-0.5dB	-0.5dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB						
m	受信系給電線損失		-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB	-1.5dB						
n			126.3dB	126.6dB	122.6dB	110.7dB	96.6dB	94.6dB	95.2dB	104.7dB	107.2dB	114.2dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)					
o	検討モデルによる結合量		126.3dB	126.6dB	122.6dB	110.7dB	96.6dB	94.6dB	95.2dB	109.2dB	117.9dB	154.6dB	-(a+b+c+d+h+j+k+l+m)					
o			126.3dB	126.6dB	122.6dB	110.7dB	96.6dB	94.6dB	95.2dB	109.2dB	117.9dB	154.6dB						
[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		送信電力 36.0dBm/MHz (26.5dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz		152.5dB	自由空間損失 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 36.0dBm/MHz	許容雑音量 -71.0dBm	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
	帯域幅 電力合計					
	20MHz 49.0dBm					
	40MHz 52.0dBm					
	60MHz 53.8dBm					
	80MHz 55.0dBm					
	100MHz 56.0dBm					
						25.4dB 28.4dB 30.1dB 31.4dB 32.4dB
[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, -7.7dBm/MHz -(17.7dBm/100kHz)	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
		-126.0dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信電力 36.0dBm/MHz	許容雑音量 -40.0dBm	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
	帯域幅 電力合計					
	20MHz 49.0dBm					
	40MHz 52.0dBm					
	60MHz 53.8dBm					
	80MHz 55.0dBm					
	100MHz 56.0dBm					
						-5.6dB -2.6dB -0.9dB 0.4dB 1.4dB

(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	水平方向角: 0deg	垂直方向角: 0deg	水平方向角: 0deg	垂直方向角: 0deg
IMT-A俯角 (チルト角)	0.0°			※700MHz電通審資料参考			
FPUアンテナ高	70m	hm	40m				
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
B	100	104.4	16.7	16.7	-26.3	16.7	3.9
C	500	500.9	3.4	3.4	-1.6	3.4	19.2
D	600	600.7	2.9	2.9	-0.6	2.9	20.5
E	700	700.6	2.5	2.5	-0.6	2.5	20.5
F	1000	1000.4	1.7	1.7	-0.1	1.7	21.2
G	1400	1400.3	1.2	1.2	-0.1	1.2	21.2
H	4000	4000.1	0.4	0.4	0.0	0.4	21.5
I	5000	5000.1	0.3	0.3	0.0	0.3	21.5
J	7000	7000.1	0.2	0.2	0.0	0.2	21.5
K	17000	17000.0	0.1	0.1	0.0	0.1	21.5
L	44000	44000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5
M	80000	80000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5

		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														
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	
		垂直方向	-24.5dB	-17.6dB	-2.3dB	-1.0dB	-1.0dB	-0.3dB	-0.3dB	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)	-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	
e	周波数帯域	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	3405MHz	
f	アンテナ水平距離	50m	100m	500m	600m	700m	1000m	1400m	4000m	5000m	7000m	17000m	44000m	80000m	
g	アンテナ垂直距離	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	30m	hb-hm
h	伝搬損失	自由空間損失	-78.4dB	-83.5dB	-97.1dB	-98.7dB	-100.0dB	-103.1dB	-106.0dB	-115.1dB	-117.1dB	-120.0dB	-127.7dB	-136.0dB	-141.1dB
		拡張式(ITU-R SM.2028)	-78.4dB	-83.5dB	-97.1dB	-98.7dB	-100.0dB	-103.1dB	-106.0dB	-115.6dB	-118.8dB	-123.6dB	-136.2dB	-160.4dB	-185.8dB
i	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	
j	受信指向性減衰量														
k		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	
		垂直方向	-28.6dB	-26.3dB	-1.6dB	-0.6dB	-0.1dB	-0.1dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	0.0dB	
m	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	
n	検討モデルによる結合量	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	-(a+b+c+d+h+i+k+l+m)
		拡張式(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	-(a+b+c+d+h+i+k+l+m)

[1]同一チャネル干渉		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	①与干渉量 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 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					
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					
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					
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	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	hb-hm				
h	伝搬損失																			
i		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					
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					
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					
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					
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			拡張奏式	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
			拡張奏式	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			拡張奏式	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
			拡張奏式	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	
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	
d	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	
e	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	
f	周波数帯域	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	3427MHz	
g	アンテナ水平離隔距離	50m	100m	200m	300m	500m	1000m	2000m	2500m	3000m	7000m	14000m	50000m	100000m	
h	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
i	伝搬損失														
j	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	
k	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	
l	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	
m	受信指向性減衰量														
n	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	
o	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	
p	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	
q	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)
r	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)

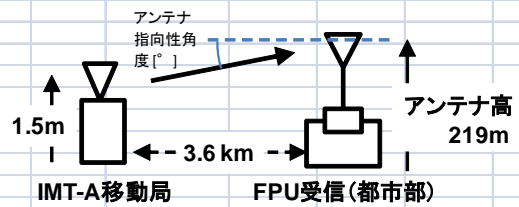
[1]同一チャンネル干渉

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) 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

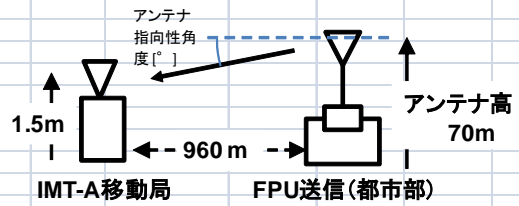
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz (0.4dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	126.4dB	自由空間損失 103.9dB	22.6dB

[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 → 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

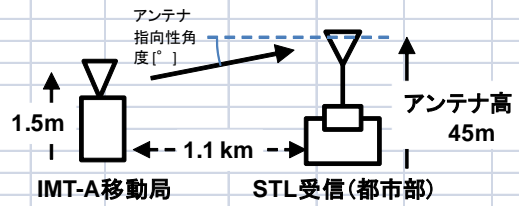
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	140.8dB	自由空間損失 92.6dB	48.2dB

[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) 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

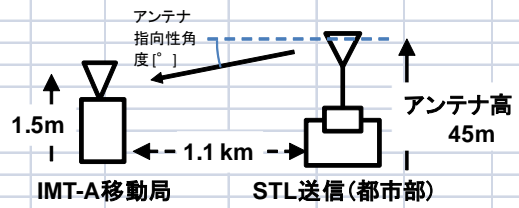
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+g+h+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 23.0dBm/20MHz (0.4dBm/100kHz)	許容雑音量 -126.0dBm/100kHz	126.4dB	自由空間損失 90.1dB	36.3dB

[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 → 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

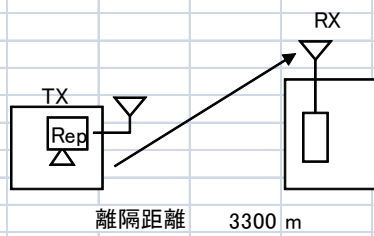
	①与干渉量	②被干渉許容値	③所要結合損 ③=①-②	④調査モデルによる 最小の結合量 -(b+c+f+j+k+l)	⑤所要改善量 ⑤=③-④
帯域内干渉	送信電力 30.0dBm/400kHz (30.0dBm/MHz)	許容雑音量 -110.8dBm/MHz	140.8dB	自由空間損失 90.1dB	50.7dB

[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)

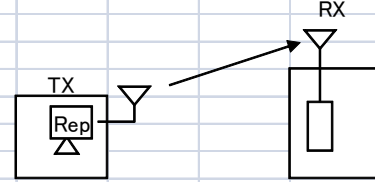
周波数帯域	3400 MHz		TX	RX
送信アンテナ利得	11.0	dBi	水平方向指向性	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-3.5 deg
(垂直方向)	-0.2	dB	アンテナ地上高	15 m
送信給電系損失	-8.0	dB		
アンテナ高低差	204.0	m		
離隔距離	3300.0	m		
空間損失(自由空間)	-113.5	dB		
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB		
受信アンテナ利得	24.5	dBi		
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB		
(垂直方向)	-4.8	dB		
受信給電系損失	-1.5	dB		
④検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



	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	92.4 dB	10.6 dB
	-13.0 dBm/MHz	-126.0 dBm/100kHz			
帯域外干渉	干渉雑音換算値				
	-23.0 dBm/100kHz				
	送信出力	許容入力電力量	109.0 dB	92.4 dB	16.6 dB
	6300.0 mW/キャリア	-71.0 dBm			
	キャリア数				
	1.0 キャリア				
	出力合計				
	38.0 dBm				

(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					



離隔距離 3420 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}	許容雑音量	101.0 dB	90.7 dB	10.3 dB
	-15.0 dBm/MHz 干渉雑音換算値 -25.0 dBm/100kHz	-126.0 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 キャリア数 1 キャリア 出力合計 23.0 dBm/20MHz	-71.0 dBm/100kHz			

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

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	-4.8 deg		4.8 deg	
(垂直方向)	-4.6	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	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	→④				

TX

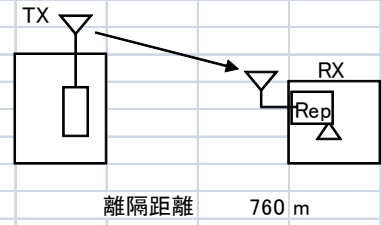
RX
Rep

離隔距離 650 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	80.2 dB	22.7 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	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)

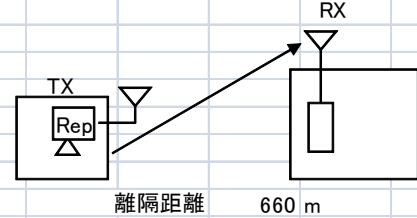
周波数帯域	3400 MHz				TX		RX
送信アンテナ利得	21.5	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg		
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-4.1 deg	4.1 deg		
(垂直方向)	-2.9	dB	アンテナ地上高	70 m	15 m		
送信給電系損失	-0.5	dB					
アンテナ高低差	-55.0	m					
離隔距離	760.0	m					
空間損失(自由空間)	-100.7	dB					
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB					
受信アンテナ利得	13.0	dBi					
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0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

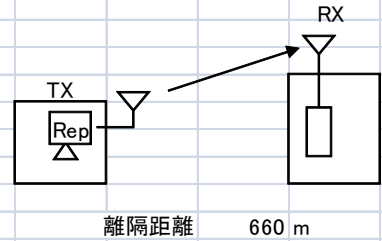
周波数帯域	3450 MHz								
送信アンテナ利得	11.0	dBi	水平方向指向性	0 deg	TX	RX	0 deg		
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	2.6 deg			-2.6 deg		
(垂直方向)	-0.1	dB	アンテナ地上高	15 m			45 m		
送信給電系損失	-8.0	dB							
アンテナ高低差	30.0	m							
離隔距離	660.0	m							
空間損失(自由空間)	-99.6	dB							
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB							
受信アンテナ利得	28.9	dBi							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



	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)

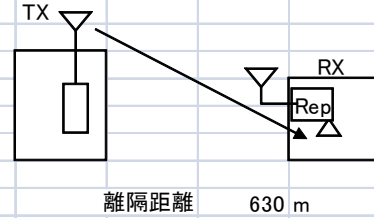
周波数帯域	3450 MHz				
送信アンテナ利得	13.0 dBi	水平方向指向性	TX	0 deg	RX
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB	垂直方向指向性	2.6 deg	0 deg	-2.6 deg
(垂直方向)	-0.3 dB	アンテナ地上高	15 m	15 m	45 m
送信給電系損失	-8.0 dB				
アンテナ高低差	30.0 m				
離隔距離	660.0 m				
空間損失(自由空間)	-99.6 dB				
その他損失(壁減衰等)	0.0 dB				
受信アンテナ利得	28.9 dBi				
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB				
(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 干渉雑音換算値 -25.0 dBm/100kHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	101.0 dB	74.6 dB	26.4 dB
帯域外干渉	送信出力 200.0 mW/キャリア キャリア数 1 キャリア 出力合計 23.0 dBm/20MHz	許容入力電力量 -71.0 dBm/100kHz	94.0 dB	74.6 dB	19.4 dB

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

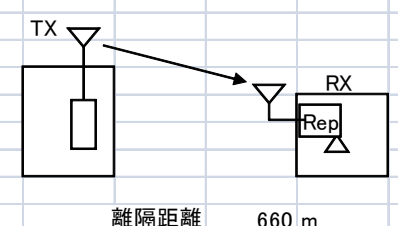
周波数帯域	3450 MHz				TX		RX
送信アンテナ利得	28.9	dBi	水平方向指向性		0 deg		0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性		-2.7 deg		2.7 deg
(垂直方向)	-7.5	dB	アンテナ地上高		45 m		15 m
送信給電系損失	-1.5	dB					
アンテナ高低差	-30.0	m					
離隔距離	630.0	m					
空間損失(自由空間)	-99.2	dB					
その他損失(壁減衰等)	0.0	dB					
受信アンテナ利得	11.0	dBi					
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	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
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)	-7.1	dB	アンテナ地上高	45 m		15 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	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	→④			



TX

RX

Rep

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} -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	-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	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				

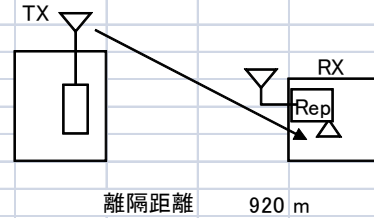
(参考計算例) 小電力レピーター (対基地局送信) →FPU 受信 (都市部)

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	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)	-0.1	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			
検討モデルによる結合損	96.8	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} -13.0 dBm/MHz	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	96.8 dB	6.2 dB
	干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信出力 10.0 mW/キャリア	許容入力電力量 -71.0 dBm/100kHz	87.0 dB	96.8 dB	-9.8 dB
	キャリア数 4 キャリア				
	出力合計 16.0 dBm/20MHz				

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

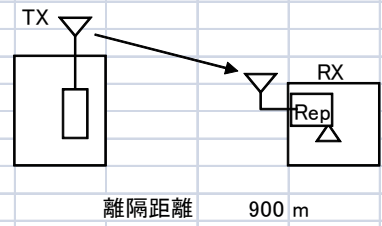
周波数帯域	3400 MHz			TX	RX
送信アンテナ利得	21.5	dBi	水平方向指向性	0 deg	0 deg
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB	垂直方向指向性	-4.2 deg	4.2 deg
(垂直方向)	-3.1	dB	アンテナ地上高	70 m	2 m
送信給電系損失	-0.5	dB			
アンテナ高低差	-68.0	m			
離隔距離	920.0	m			
空間損失(自由空間)	-102.4	dB			
その他損失(壁減衰等)	-10.0	dB			
受信アンテナ利得	0.0	dBi			
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0	dB			
(垂直方向)	0.0	dB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

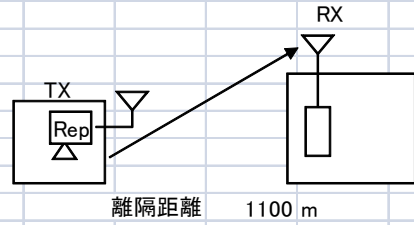
周波数帯域	3400 MHz				
送信アンテナ利得	21.5 dBi	水平方向指向性	TX	0 deg	RX
送信指向性減衰量		垂直方向指向性		-4.1 deg	0 deg
(水平方向)	0.0 dB	アンテナ地上高	70 m		5 m
(垂直方向)	-2.9 dB				
送信給電系損失	-0.5 dB				
アンテナ高低差	-65.0 m				
離隔距離	900.0 m				
空間損失(自由空間)	-102.2 dB				
その他損失(壁減衰等)	-10.0 dB				
受信アンテナ利得	9.0 dBi				
受信指向性減衰量					
(水平方向)	0.0 dB			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

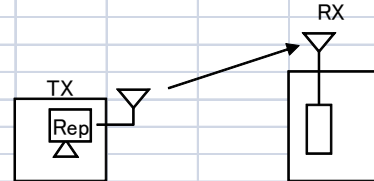
周波数帯域	3450 MHz				
送信アンテナ利得	0.0 dBi	水平方向指向性	TX 0 deg	RX 0 deg	
送信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 dB	垂直方向指向性	TX 2.2 deg	RX -2.2 deg	
(垂直方向)	0.0 dB	アンテナ地上高	TX 2 m	RX 45 m	
送信給電系損失	0.0 dB				
アンテナ高低差	43.0 m				
離隔距離	1100.0 m				
空間損失(自由空間)	-104.0 dB				
その他損失(壁減衰等)	-10.0 dB				
受信アンテナ利得	28.9 dBi				
受信指向性減衰量 (水平方向)	0.0 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	許容雑音量 -126.0 dBm/100kHz	103.0 dB	91.9 dB	11.1 dB
	干渉雑音換算値 -23.0 dBm/100kHz				
帯域外干渉	送信出力 10.0 mW/キャリア	許容入力電力量 -71.0 dBm	95.0 dB	91.9 dB	3.1 dB
	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) →STL 受信 (都市部)

周波数帯域	3450 MHz								
送信アンテナ利得	9.0	dBi	水平方向指向性	0 deg		TX		RX	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)	0.0	dB	アンテナ地上高	5 m					45 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							
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						

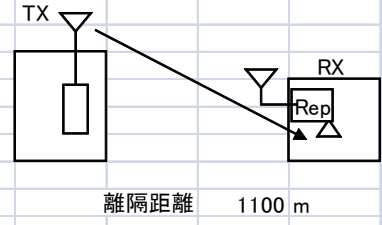


離隔距離 975 m

	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}	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				



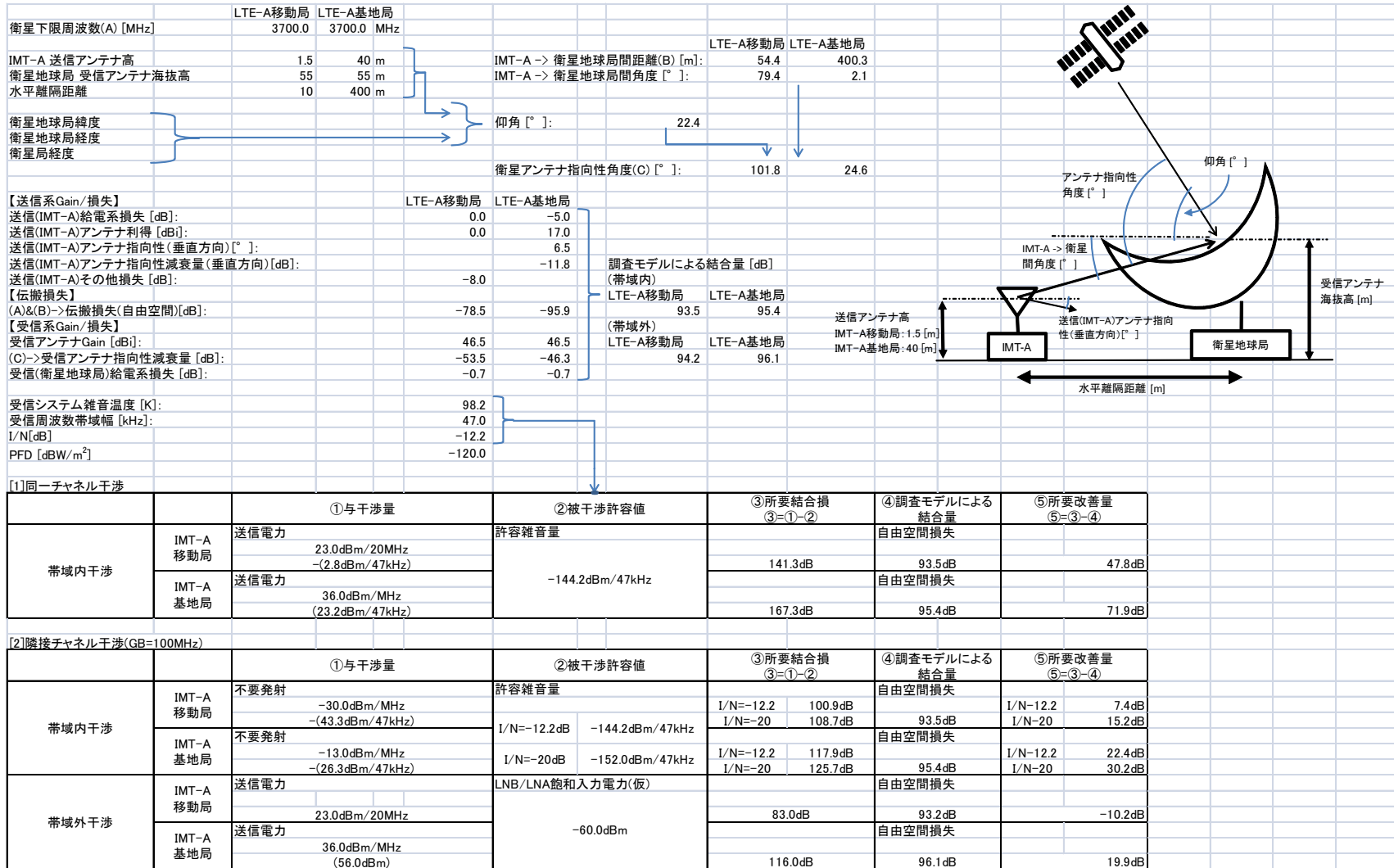
→④

	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		0 deg		0 deg																		
送信指向性減衰量				-2.3 deg		2.3 deg																		
(水平方向)	0.0	dB		アンテナ地上高																				
(垂直方向)	-5.7	dB		45 m		5 m																		
送信給電系損失	-1.5	dB																						
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																					
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>①与干渉量</th> <th>②被干渉許容値</th> <th>③所要結合損 ③=①-②</th> <th>④検討モデルによる結合損</th> <th>⑤所要改善量 ⑤=③-④</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>帯域内干渉</td> <td> 不要発射^{注1} -20.0 dBm/400kHz 干渉雑音換算値 -16.0 dBm/MHz </td> <td>許容雑音量 -110.9 dBm/MHz</td> <td>94.9 dB</td> <td>82.3 dB</td> <td>12.6 dB</td> </tr> <tr> <td>帯域外干渉</td> <td> 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 </td> <td>許容入力電力量 -56.0 dBm</td> <td>86.0 dB</td> <td>82.3 dB</td> <td>3.7 dB</td> </tr> </tbody> </table>								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	82.3 dB	12.6 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	82.3 dB	3.7 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	82.3 dB	12.6 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	82.3 dB	3.7 dB																			

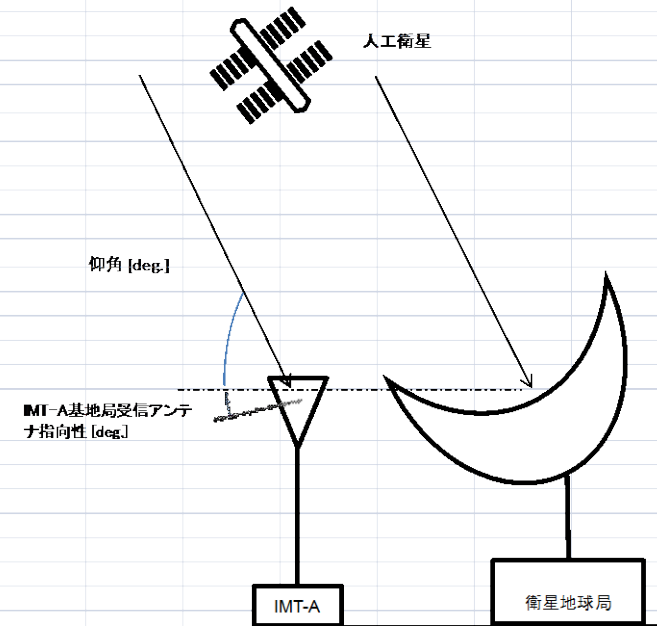
参 3. 3 衛星業務システムとの干渉検討における計算の過程
 (参考計算例) 基地局 ↓ 及び 移動局 ↑ → 地球局受信



(参考計算例) 人工衛星局 → 基地局及び移動局受信

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、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。

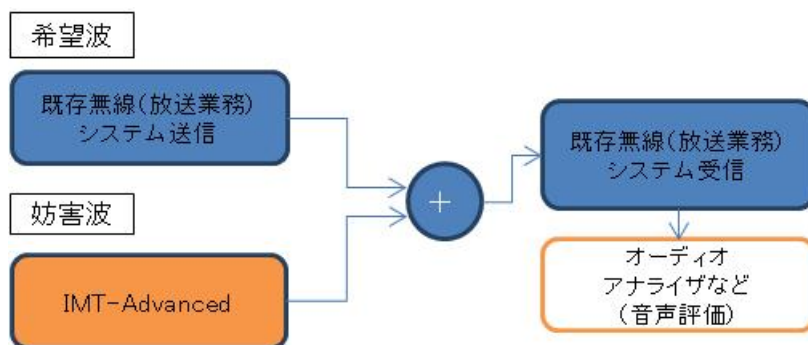


図 参 5. 1 - 1 干渉実験の構成概要

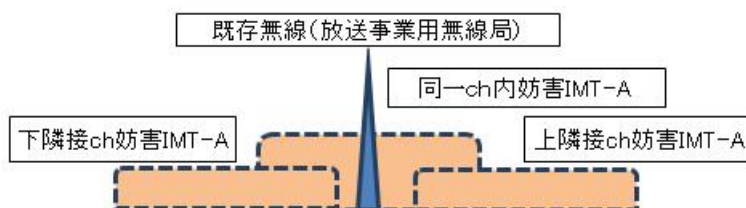


図 参 5. 1 - 2 干渉実験における被干渉波と与干渉波の周波数配置

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		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 (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	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)

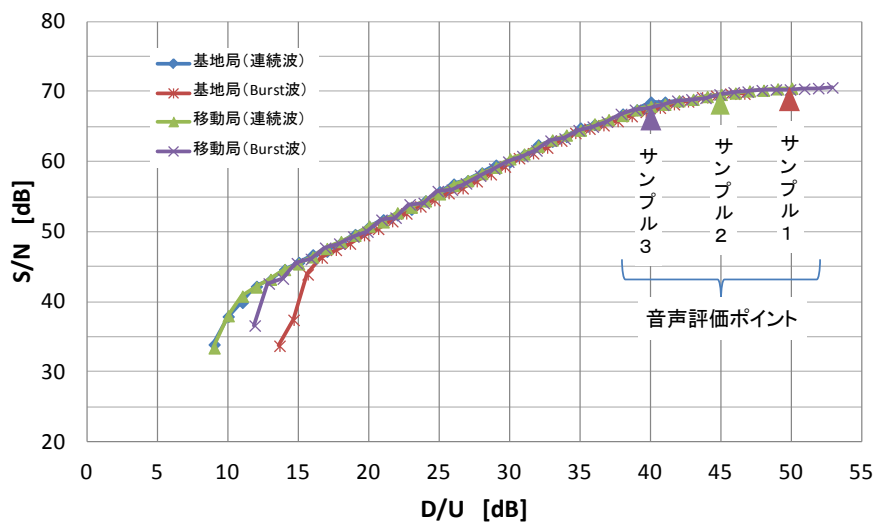


図 参5. 2. 1. 1-1 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(音声STL装置B)

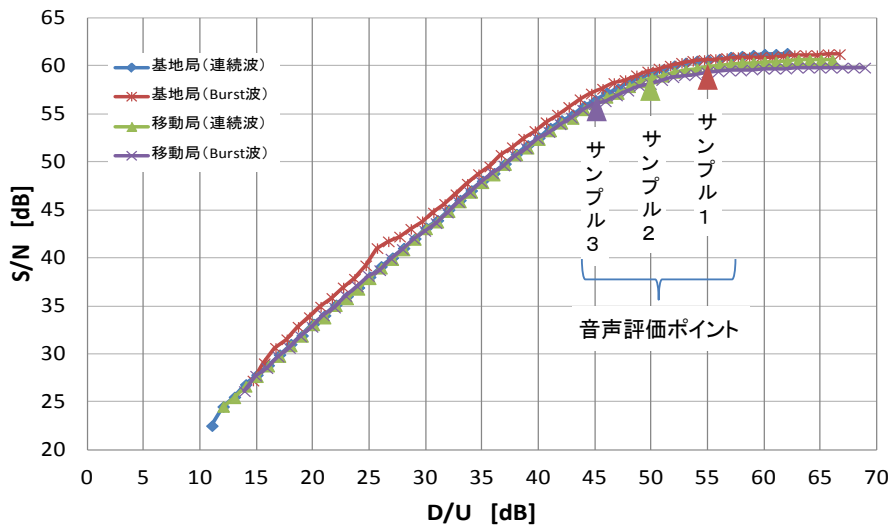


図 参5. 2. 1. 1-2 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(音声FPU)

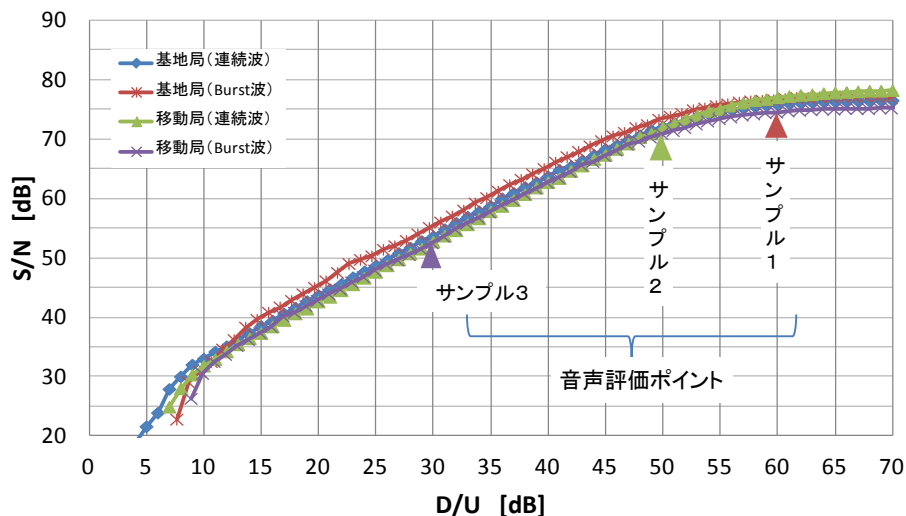


図 参5. 2. 1. 1-3 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

D/Uに対するS/Nの測定結果(放送監視制御)

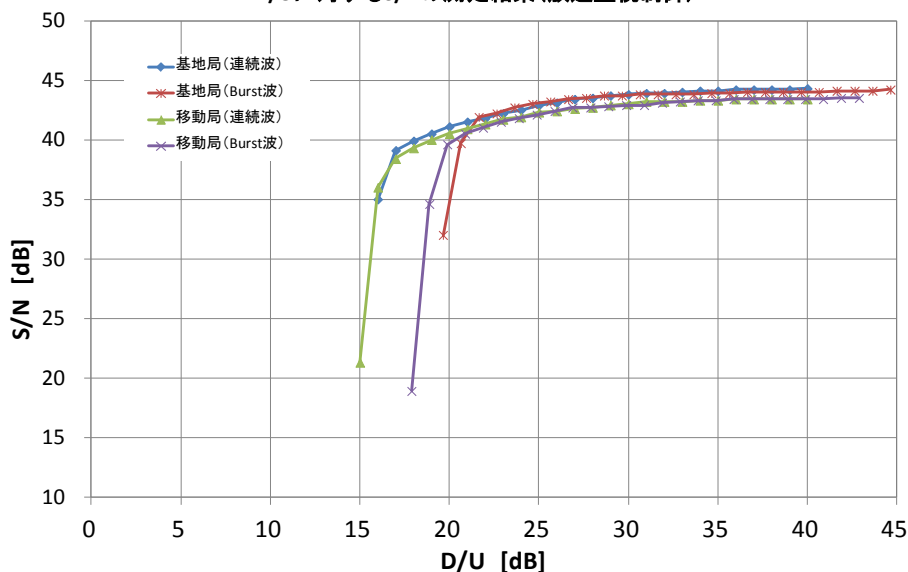


図 参5. 2. 1. 1-4 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性 (同一チャネル干渉)

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れ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。

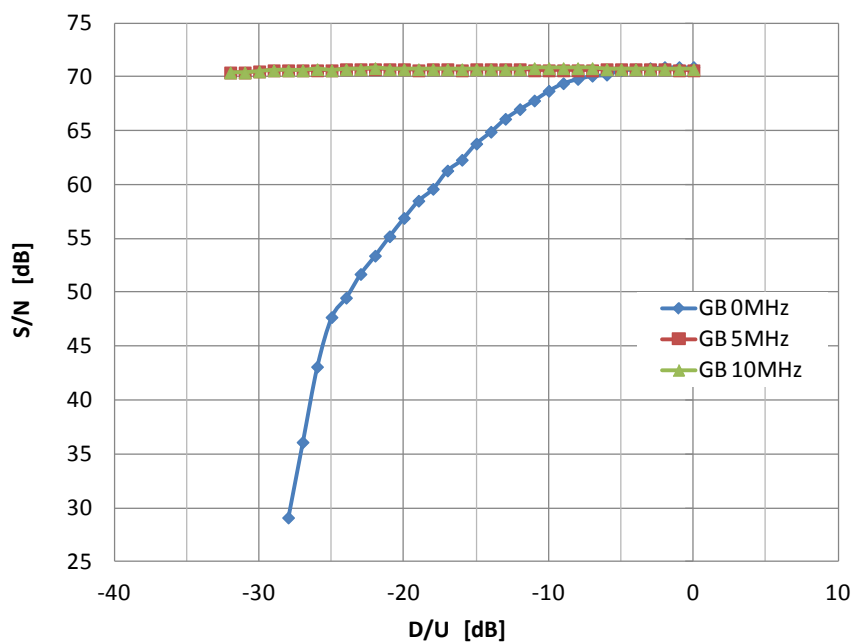


図 参5. 2. 1. 2-1 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性 (隣接チャンネル干渉：下隣接)

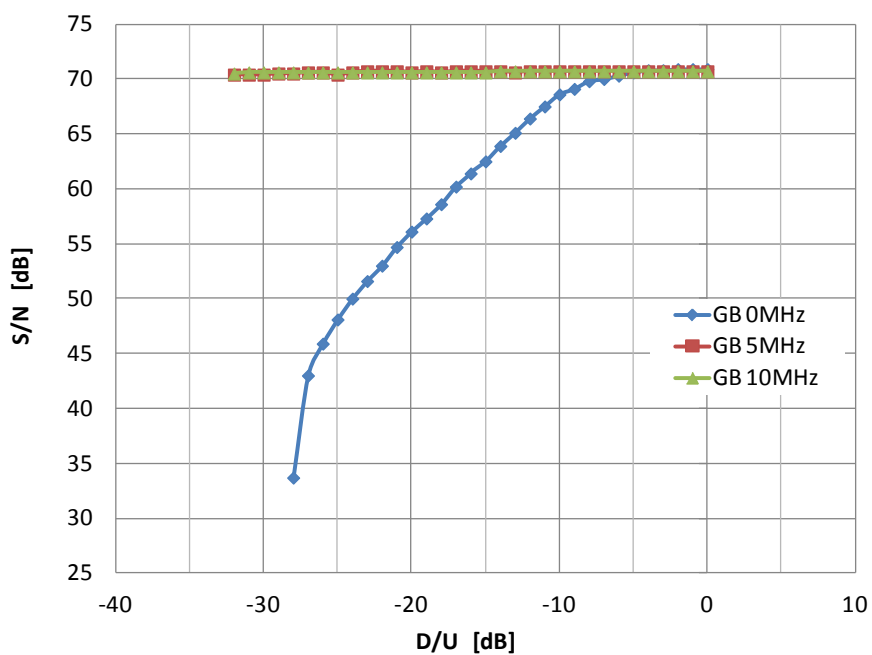


図 参5. 2. 1. 2-2 音声 STL (装置 A) の D/U 対 S/N 特性 (隣接チャンネル干渉：上隣接)

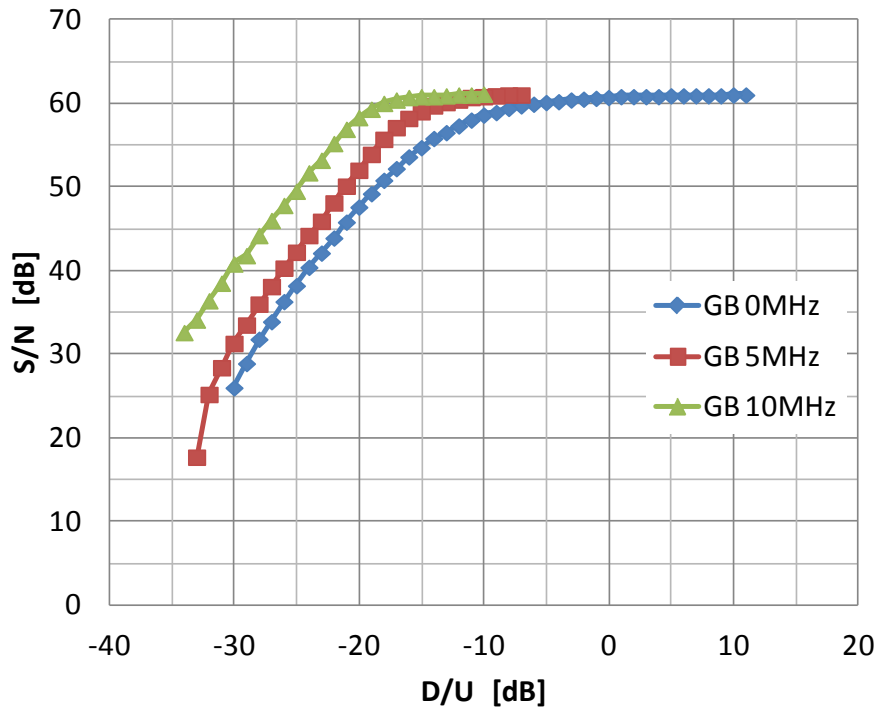


図 参5. 2. 1. 2-3 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

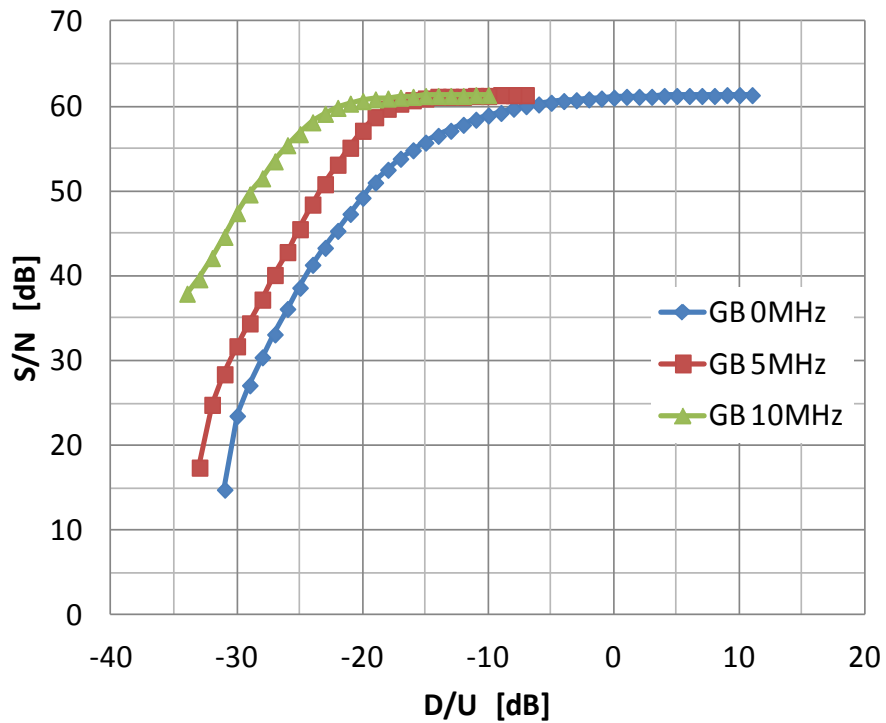


図 参5. 2. 1. 2-4 音声 STL (装置 B) の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

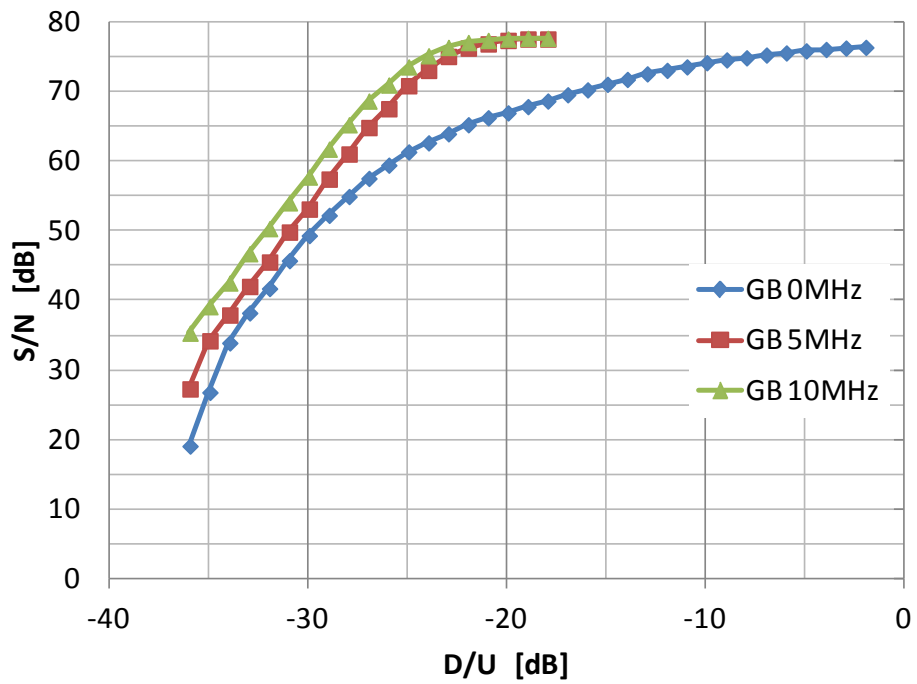


図 参5. 2. 1. 2-5 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

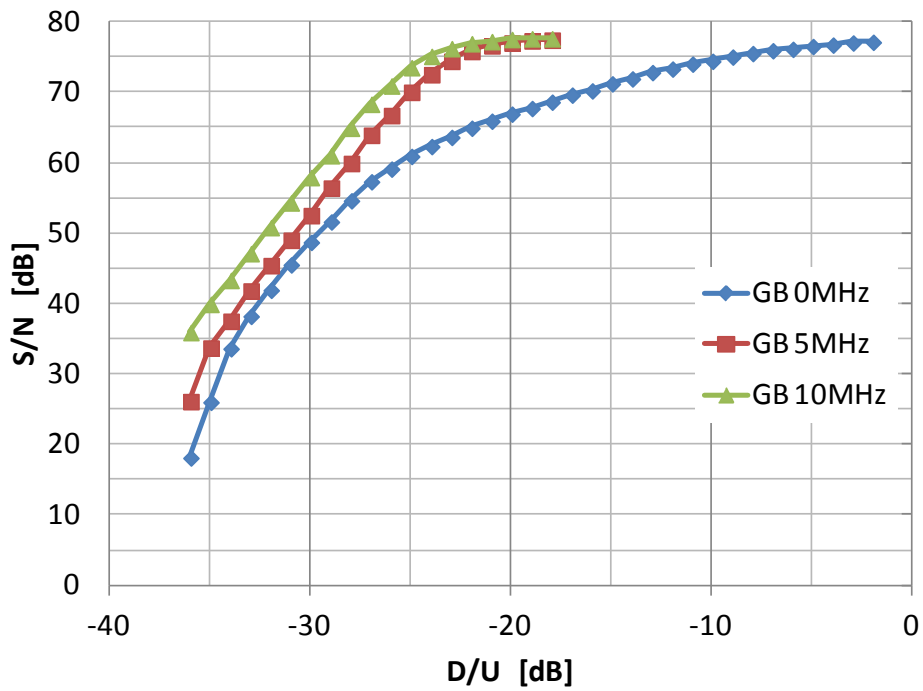


図 参5. 2. 1. 2-6 音声 FPU の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

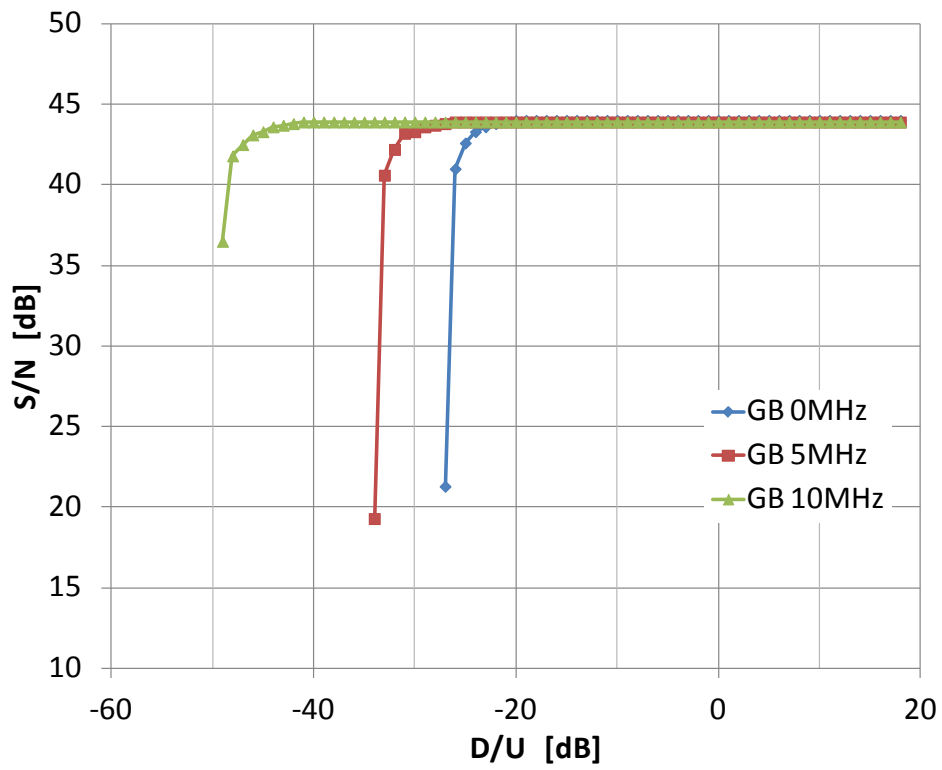


図 参 5. 2. 1. 2-7 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：下隣接)

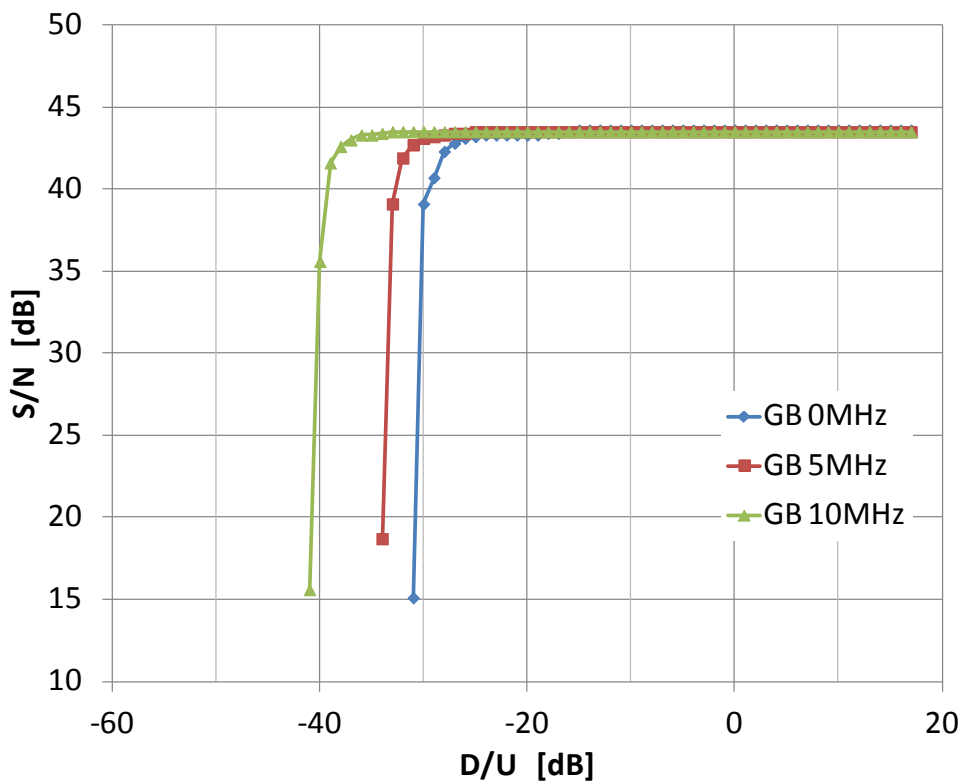


図 参 5. 2. 1. 2-8 放送監視制御の D/U 対 S/N 特性
(隣接チャンネル干渉：上隣接)

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。

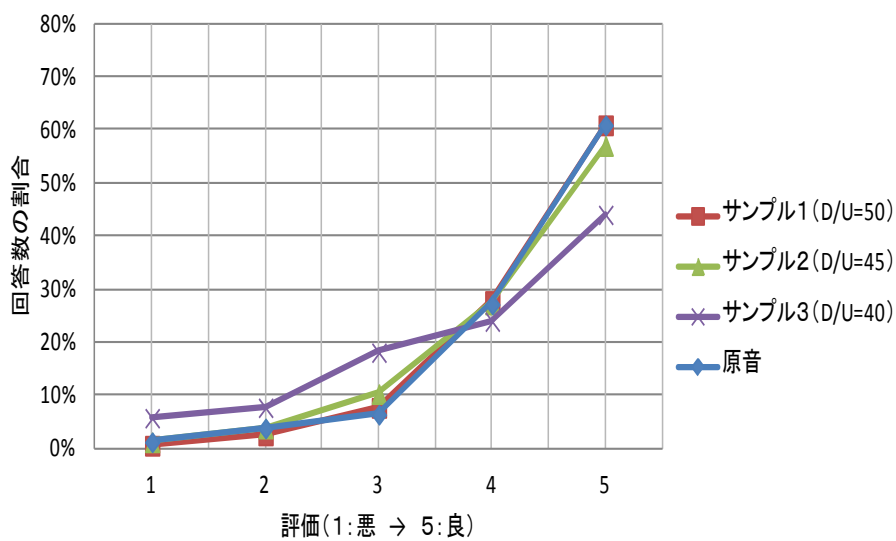


図 参 5. 2. 2 - 1 音声 STL (装置 A) における音声評価結果

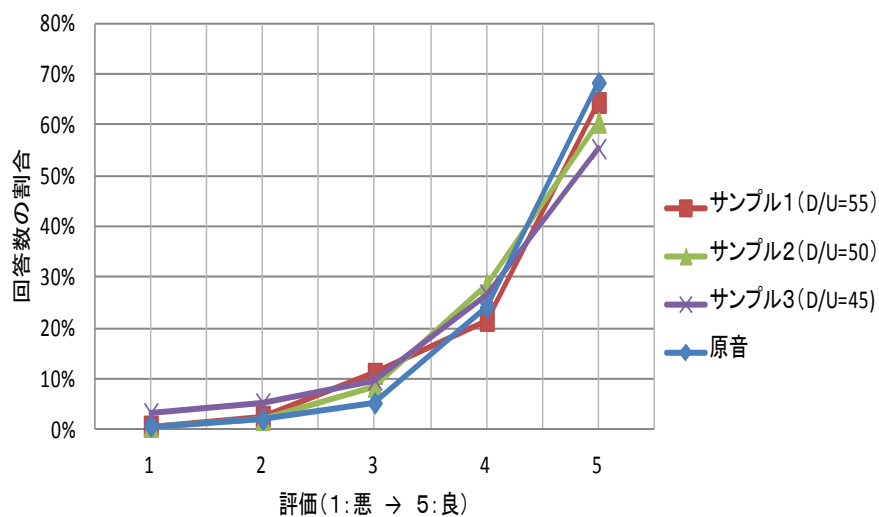


図 参 5. 2. 2 - 2 音声 STL (装置 B) における音声評価結果

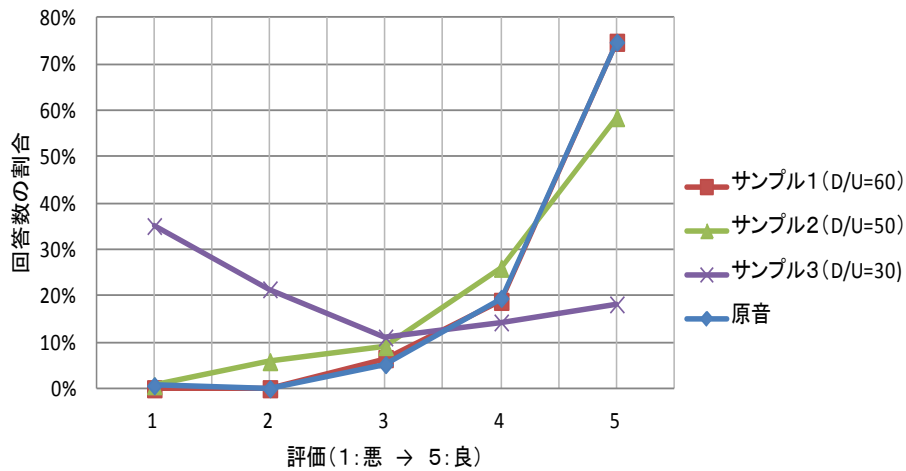


図 参5. 2. 2-3 音声 FPU における音声評価結果

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）

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

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。

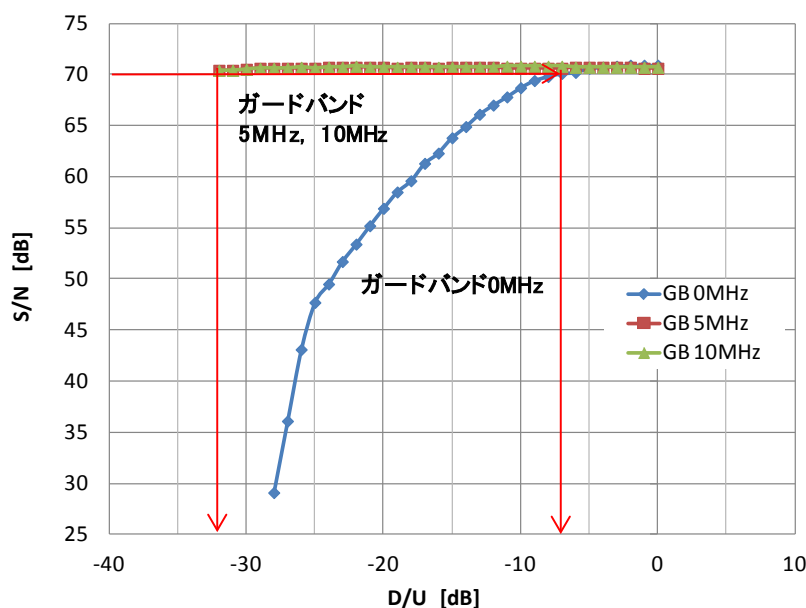


図 参5. 2. 3. 2-1 音声 STL（装置 A）における S/N と D/U の関係

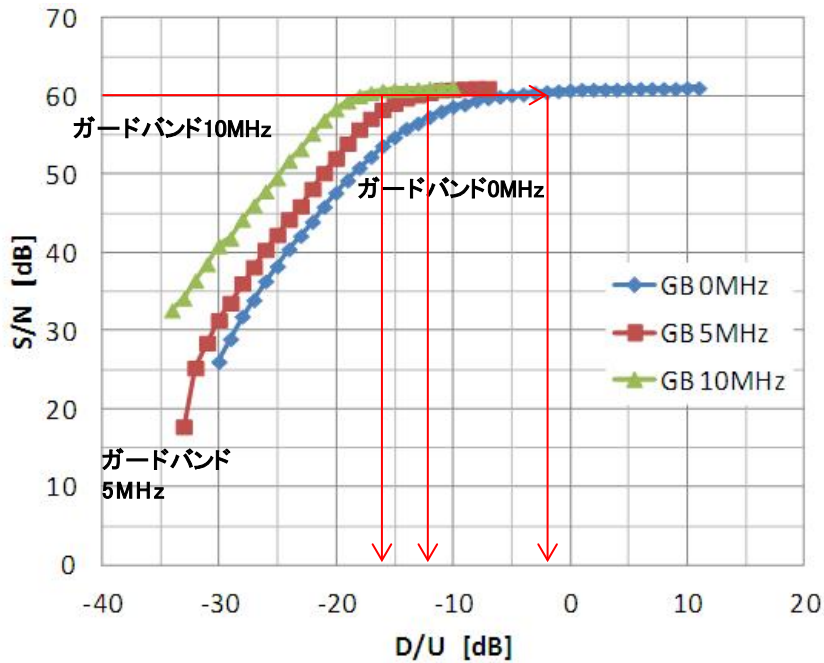


図 参5. 2. 3. 2-2 音声 STL (装置 B) における S/N と D/U の関係

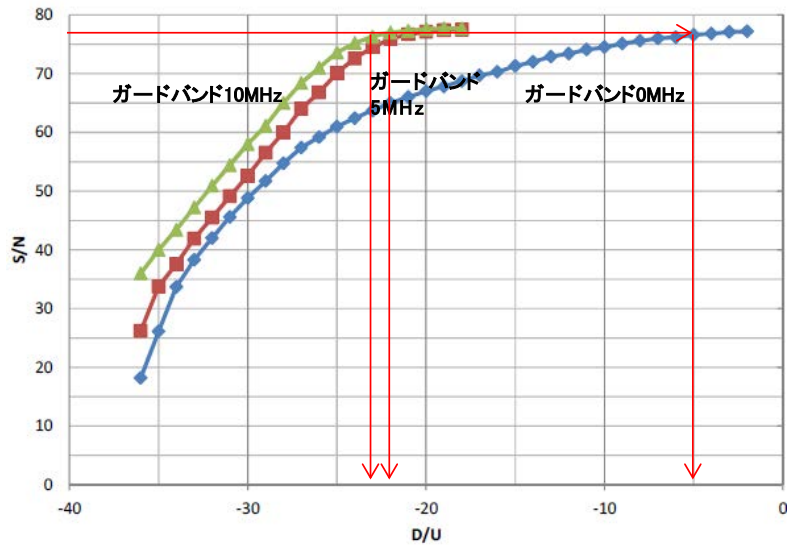


図 参5. 2. 3. 2-3 音声 FPU における S/N と D/U の関係

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。

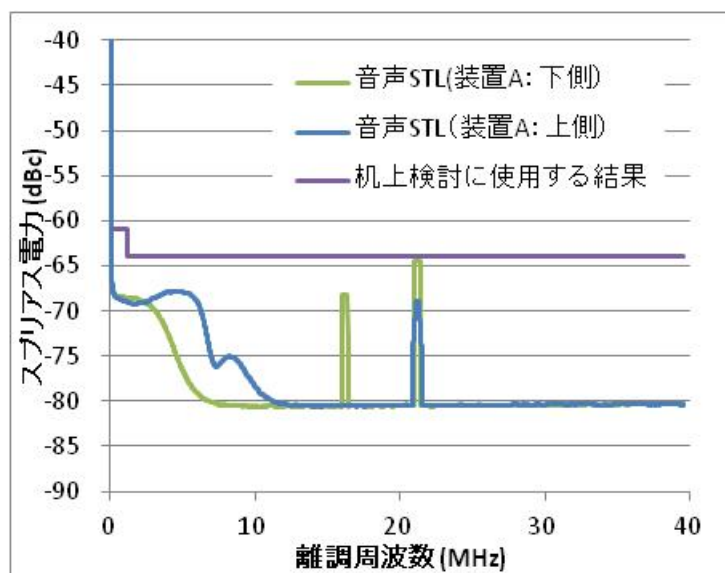


図 参5. 3-1 音声 STL (装置 A) の不要発射強度特性

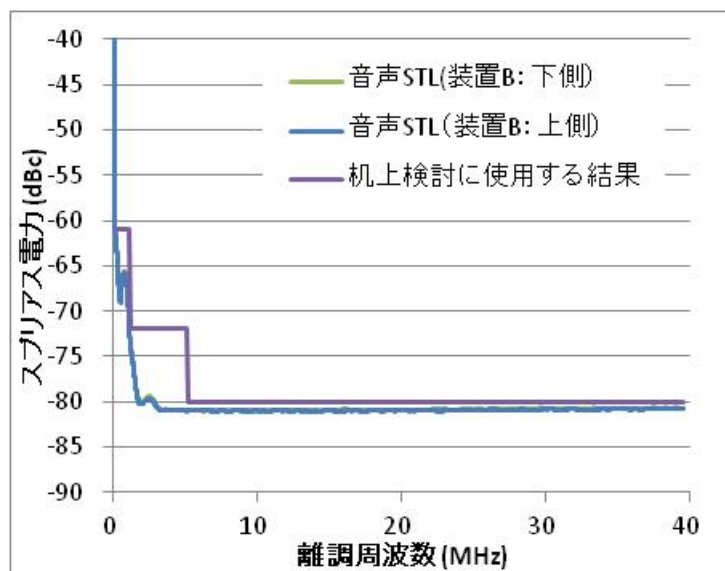


図 参5. 3-2 音声 STL (装置 B) の不要発射強度特性

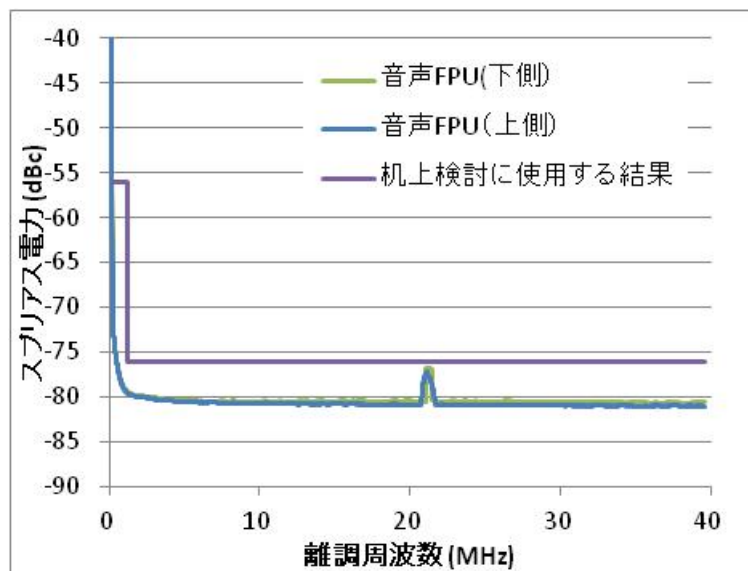


図 参5. 3-3 音声 FPU の不要発射強度特性

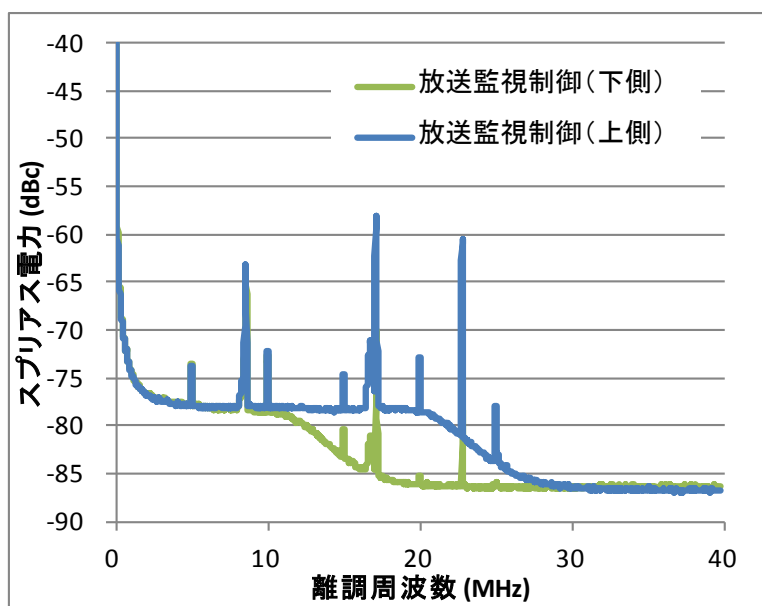


図 参5. 3-4 放送監視制御の不要発射強度特性

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 8 3.5GHz 帯の移動局実デバイス特性に基づく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 8.2.2-10~図 参 8.2.2-15 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 8.2.2.2.6 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。

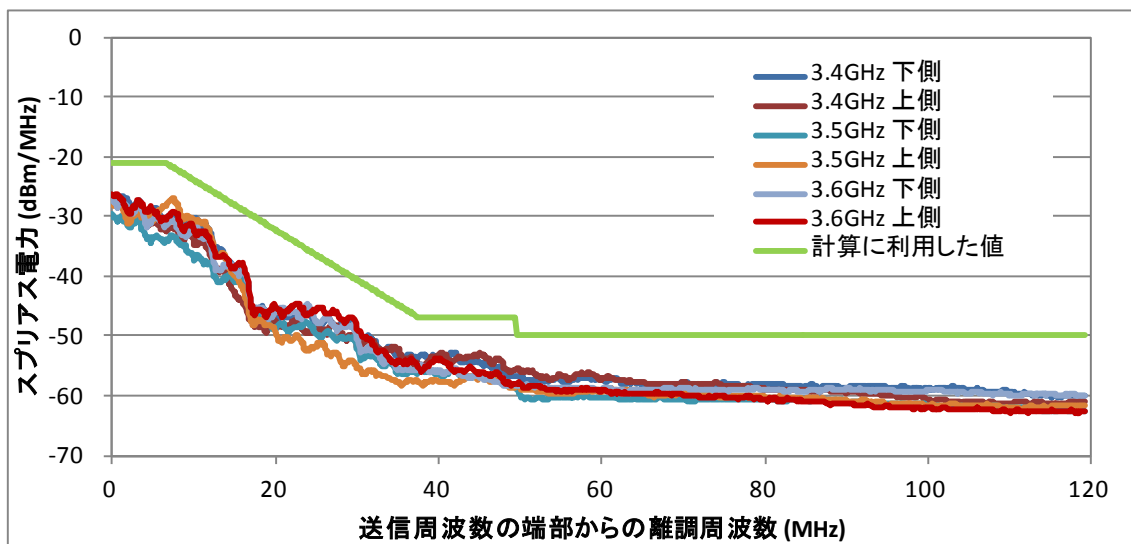


図 参 8.3-1 チャンネル帯域幅が 20MHz における送信スプリアス特性

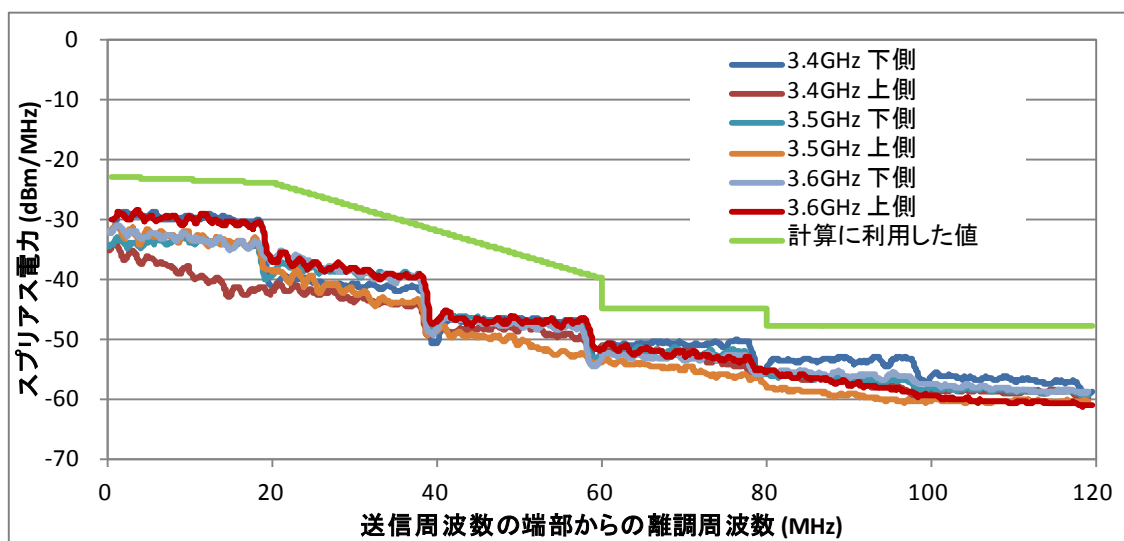


図 参 8. 3-2 チャンネル帯域幅が 40MHz における送信スプリアス特性

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。干渉レベルは低いのが、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。

1.1.1. 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”