

情報通信審議会 情報通信技術分科会
広帯域移動無線アクセスシステム委員会
報 告（案）

平成 19 年 4 月 23 日

目 次

I	審議事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	審議経過	1
IV	審議概要	2
第 1 章	広帯域移動無線アクセスシステム（固定的利用）の概要	2
1.1	審議の背景	2
1.2	サービスの概要	3
1.3	高利得 FWA 利用における BWA システムの要求条件	4
1.4	調査対象とするシステム	5
1.5	FWA 検討モデル	6
第 2 章	国際標準化動向	9
2.1	IEEE802.16 標準及び WiMAX フォーラム	9
2.2	IEEE802.20WG における検討状況	12
2.3	PHS MoU Group における検討状況	14
2.4	ITU-R における検討状況	15
第 3 章	隣接周波数帯を使用する無線システムとの 周波数共用条件の調査	17
3.1	2.5GHz 帯の概要	17
3.2	周波数共用に関する調査の方法	18
3.3	N-Star による移動衛星サービスとの周波数共用の調査	20
3.4	モバイル放送システムとの周波数共用の調査	25
3.5	所要ガードバンド幅	30
第 4 章	広帯域移動無線アクセスシステム同士の 周波数共用条件の調査	31
4.1	隣接帯域を使用する BWA 間の周波数共用	32
4.2	同一周波数を使用する BWA⇔FWA 間の周波数共用	50
4.3	同一周波数を使用する MWA 間の周波数共用	55

第 5 章 広帯域移動無線アクセスシステム（固定的利用）	
の技術的条件	57
5.1 技術的条件の適用範囲	57
5.2 一般的条件	57
5.3 無線設備の技術的条件	61
5.4 測定法	70
第 6 章 今後の検討課題	74
6.1 20MHz システムの導入	74
V 審議結果	75
別添 情報通信技術審議会諮問第 2021 号「2.5GHz帯を使用する広帯域 移動無線アクセスシステムの技術的条件」のうち「高利得 FWA シス テムの技術的条件」に対する一部答申（案）	76
別表 1 広帯域移動無線アクセスシステム委員会 構成員	95
別表 2 広帯域移動無線アクセスシステム委員会 技術的条件作業班 構成員	96

I 審議事項

情報通信審議会情報通信技術分科会広帯域移動無線アクセスシステム委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2021 号「2.5GHz 帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」（平成 18 年 2 月 27 日）のうち「高利得 FWA システムの技術的条件」について調査検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会及び委員会の下に調査検討の効率化を図るために設置された技術的条件作業班（以下「作業班」という。）の構成は、別表 1 及び別表 2 のとおりである。

III 審議経過

(1) 第 5 回委員会（平成 19 年 1 月 19 日）

検討再開にあたり、委員会の運営方針を確認するとともに、委員会の進め方、スケジュール等について検討を行った。

(2) 第 6 回委員会（平成 19 年 3 月 1 日）

外部関係者からの意見の聴取の機会を設けた。また、作業班からの検討状況報告に基づき検討を行った。

(3) 第 7 回委員会（平成 19 年 3 月 26 日）

作業班からの検討結果報告に基づき検討を行い、委員会報告(案)及び答申(案)をとりまとめ、これについてパブリックコメントを求めることとした。

(4) 第 8 回委員会（平成 19 年 4 月 23 日）

パブリックコメントに対する委員会の考え方、委員会報告及び答申(案)を取りまとめた。

IV 審議概要

第1章 広帯域移動無線アクセスシステム（固定的利用）の概要

1.1 審議の背景

1.1.1 広帯域移動無線アクセスシステムの移動的利用

我が国においては、高速インターネットアクセスに対する利用者ニーズの高まりから、DSL（Digital Subscriber Line）や光ファイバ等、大容量のデータ伝送が可能なブロードバンドサービスが順調に普及しつつある。

一方、無線システムについては、第3世代携帯電話等によって音声のみならずデータ通信サービスが提供されているが、さらに都市部を中心として、第3世代携帯電話のデータ伝送速度を上回る高度な移動通信サービスを享受したいとの要望が高まっている。

さらに、国際標準化機関においては、2.5GHz帯等の周波数帯を想定した無線アクセスシステムについて、精力的に標準化活動が進められている。

このように、現在、国内外において、広帯域移動無線アクセスシステムに対するニーズが高まってきていることを受け、総務省では、平成16年11月より「ワイヤレスブロードバンド推進研究会」を開催し、ワイヤレスブロードバンドの具体的システム、周波数帯について検討が行われ、IMT-2000プランバンドとなっている2.5GHz帯を広帯域移動無線アクセスシステムへの有力な割当ての候補とするとの提案がなされている。（平成17年12月）

以上を踏まえ、2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件について審議するため、情報通信審議会情報通信技術分科会において広帯域移動無線アクセスシステム委員会を設置（平成18年2月）し、まずは、モビリティを有するBWA（Broadband Wireless Access System）（以下「MWA（Mobile BWA）」という。）について調査検討を行った。委員会は、平成18年12月に委員会報告書（以下「前回報告書」という。）を取りまとめ、その後、同月の情報通信審議会情報通信技術分科会において「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」のうち「20MHzシステム及びFWAシステムを除く広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」について一部答申がなされたところである。

1.1.2 広帯域移動無線アクセスシステムの固定的利用

我が国においては、市街地でブロードバンドサービスが普及している市町村

等においても、山間地や離島等のいわゆる条件不利地域においてはブロードバンドサービスが享受できない、いわゆる「地域内格差」が存在する可能性がある。こういった地域的なデジタル・ディバイドを早期に是正するために、低廉で設置が容易な無線システムの活用が期待されているところである。

また、「ワイヤレスブロードバンド推進研究会最終報告書」においても、2.5GHz 帯については、移動通信システムに対してのみならず、こういった条件不利地域における固定施設間の通信を実現するシステムに対しても候補周波数帯とされている。

このため、前回報告書においては、BWA を地域のブロードバンド整備のために固定的に利用するために必要となる高利得 FWA（指向性の高いアンテナを用いた固定無線アクセス（Fixed Wireless Access）システムであって、無線アクセス回線によりインターネット接続等を提供するシステム。）の技術的条件等について、今後の検討課題とされたところであり、以下の項目について引き続き、委員会で検討を行ったものである。

- ・高利得 FWA 等システムの導入
- ・同一帯域を異なる事業者が利用する場合の共用条件

1.2 サービスの概要

本検討において想定される利用シーンとしては、上記 1.1 項の審議の背景から、条件不利地域において、高利得 FWA によりラストワンマイルの加入者宅向けインターネット接続等のサービスを提供する場合や、デジタル・ディバイド対策のための高利得 FWA システムによる中継を行う場合などが考えられる。ここでは、想定される利用シーンを以下の 3 つに類型化した。

【利用シーン 1】

加入者宅内へ直接、インターネット等の接続回線を提供する。中程度の利得を持ったアンテナを端末機器に搭載し、宅内に設置する。

【利用シーン 2】

加入者宅へのラストワンマイルのインターネット等の接続回線を提供する。加入者宅の屋根や軒先等の屋外に高利得アンテナを設置する。

【利用シーン 3】

高利得アンテナにより、条件不利地域への中継回線を提供する。

なお、「利用シーン1及び2」の付加的サービス形態として、そのサービスエリア内の一部で一定のモビリティを持つMWA（前回報告書において検討済み）サービスも併せて可能とするような利用シーンも想定される。

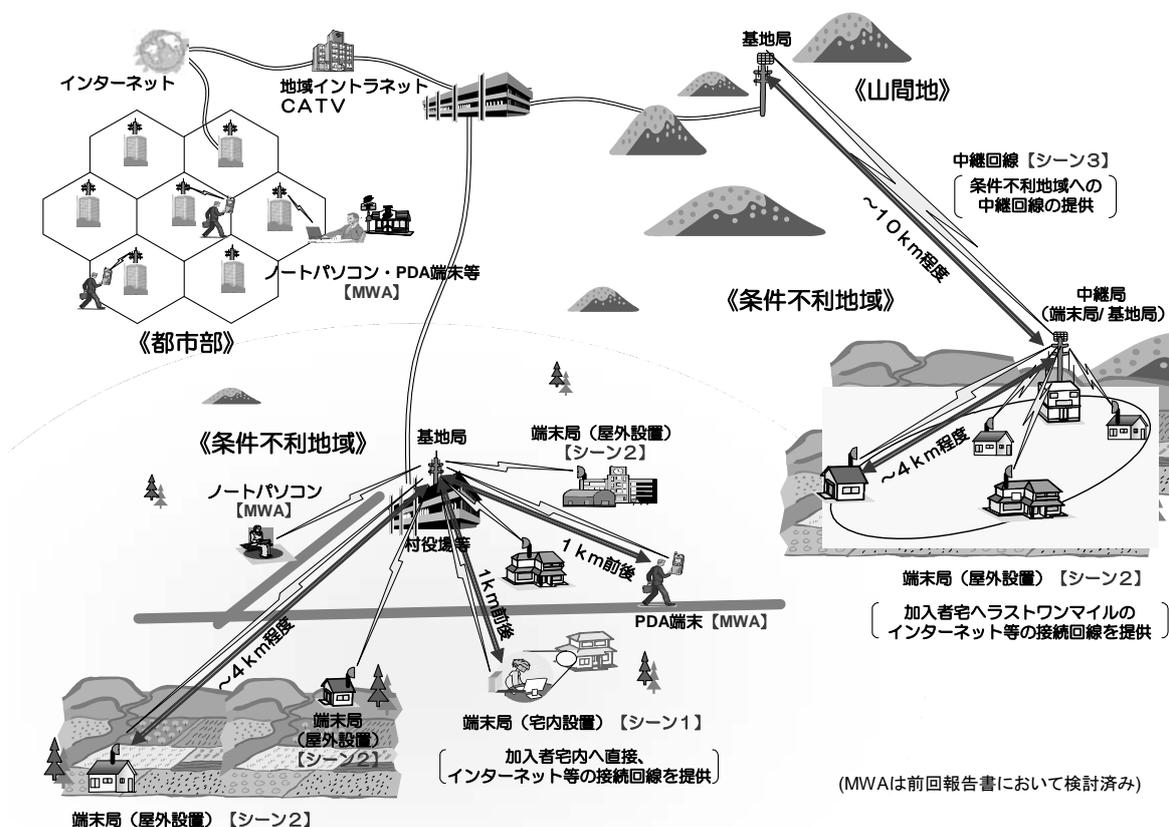


図 1.2.1 BWA の固定的利用（FWA）により想定される利用シーン

1.3 高利得 FWA 利用における BWA システムの要求条件

高利得 FWA における BWA システムの要求条件については、周波数利用上の要求条件、普及に関する要求条件、MWA との関係に関する要求条件を勘案し、以下のとおりとした。

(1) 周波数利用上の要求条件

高利得 FWA として求められる技術方式については、周波数を有効に利用できる TDD（Time Division Duplex：時分割複信）方式が適当である。

また、高利得 FWA システムについては、MWA と地域的に共用する場合において、MWA に影響を与えない範囲で、有線系ブロードバンド代替システムとしての対象エリアを十分に広くに取ることができる技術方式であることが適当である。

(2) 普及に関する要求条件

デバイス単価やサービス構築コストの低廉化を促すため、国際的な標準化機関において標準化されており、かつ、複数のベンダーによる参入が見込まれる技術方式であることが適当である。

(3) MWA との関係に関する要求条件

調査対象とする 2.5GHz 帯は移動業務に分配されていることを踏まえると、将来的に条件不利地域においても MWA の導入への要求が高まる可能性がある。このため、高利得 FWA システムについても都市部で使用されている方式と同様の MWA へ拡張することが容易な技術方式であることが適当である。

1.4 調査対象とするシステム

上記 1.3 項の要求条件を踏まえ、調査対象とするシステムは、以下のとおりとした。

① 検討の対象とする高利得 FWA システム

検討の対象とする高利得 FWA システムとしては、前回報告書において当面の導入の対象として検討されたものと同様のシステムであって、具体的に高利得 FWA としての利用ニーズのある以下の 2 つのシステムとすることが適当である。

- ・ IEEE802.16e-2005 (WiMAX)
- ・ 次世代 PHS

なお、前回報告書において検討された範囲内の空中線電力及び空中線利得で運用を行う FWA については、前回報告書のモバイルにおける検討結果がそのまま適用できるものと見なすことが適当である。以下、本報告書において、「FWA」とは、前回報告書で検討された範囲を超える空中線電力または空中線利得で運用を行う FWA を指すものとする。

② 同一帯域内において使用するシステム

検討の対象とする BWA システムとしては、前回報告書において当面の導入の対象として検討されたものと同様のシステムである以下の 4 つのシステムとすることが適当である。

- ・ IEEE802.16e-2005 (WiMAX)
- ・ IEEE802.20 (MBTDD Wideband)

- ・ IEEE802.20 (MBTDD 625k-MC mode)
- ・ 次世代 PHS

また、周波数有効利用の観点から、同一帯域を使用する場合の離隔距離等ができるだけ最小限のものとするため、同一帯域内においては、同期を取ることが可能なシステムを使用することが適当である。

③ チャネル幅

1チャンネル当たりの周波数チャネル幅については、一部答申の際に検討されたのと同様、5MHz 幅及び 10MHz 幅とした場合について検討することが適当である。

1.5 FWA 検討モデル

1.2 項に示した各利用シーンについて検討を効率的に進めるため、1.4 項①において調査対象とした WiMAX 及び次世代 PHS に対するモデル化を行った。モデル化の結果を以下のとおり示す。

なお、以下、「FWA 基地局」を「FWA BS」、「FWA 端末局」を「FWA SS」、「MWA 基地局」を「MWA BS」、「MWA 端末局」を「MWA MS」というものとする。

(1) 「利用シーン 1」を実現する FWA 検討モデル

屋内において、主にパーソナルコンピュータ等の情報通信機器の LAN インターフェースに有線接続し設置利用する CPE (Customer Premises Equipment : 端末局) から、屋外の BWA アクセスポイントに無線インターフェースにより接続する利用形態を想定した FWA である。

MWA と同等のサービスエリア (所要伝搬距離 : 1km 程度) 内において、端末局が固定的利用を行うことを前提としたサービスであることから、端末局と BWA アクセスポイントとの間の伝搬路が見通外 (以下「NLOS (Non-line of Site)」という。) である場合において、MWA よりも通信品質を安定的に維持する必要があり、端末局の空中線利得を MWA MS よりも高利得 (10dBi) とする必要がある。

(2) 「利用シーン 2」を実現する FWA 検討モデル

端末局の空中線を加入者宅の屋根や軒先等の屋外に設置する、いわゆる

P-MP (Point to Multi Point) 型のネットワークトポロジーを構成する FWA である。

有線ブロードバンド代替システムとしての利用が想定されるため、通信品質を安定的に維持しつつサービスエリアを「利用シーン1」のものよりも拡大(所要伝搬距離: 4km 程度)する必要から、端末局の空中線利得を高利得(20dBi)とする必要がある。

(3) 「利用シーン3」を実現する FWA 検討モデル

主に端末系伝送路としての利用が想定される「利用シーン1及び2」とは異なり、地理的制約により有線の敷設できない条件不利地域における中継系伝送路として、いわゆる P-P (Point to Point) 型のネットワークトポロジーを構成する FWA である。

最寄りの電気通信事業者のネットワークノードまで、xDSL などのメタル回線では品質劣化が生じる距離にある地区であって、様々な制約により光ファイバや他の手段で敷設できない地区等にサービス提供する必要から、MWA システムをベースとしつつ長距離区間(所要伝搬距離: 10km 程度)の回線を構成するための高利得(23dBi) 空中線が必要である。また、P-P であることを前提とするため、高利得とすることによる他の無線局への影響を考慮し、他のモデルと e.i.r.p. を同じくしつつ伝搬距離を稼ぐ必要から、空中線電力については、より低減(3.2W) することも必要である。

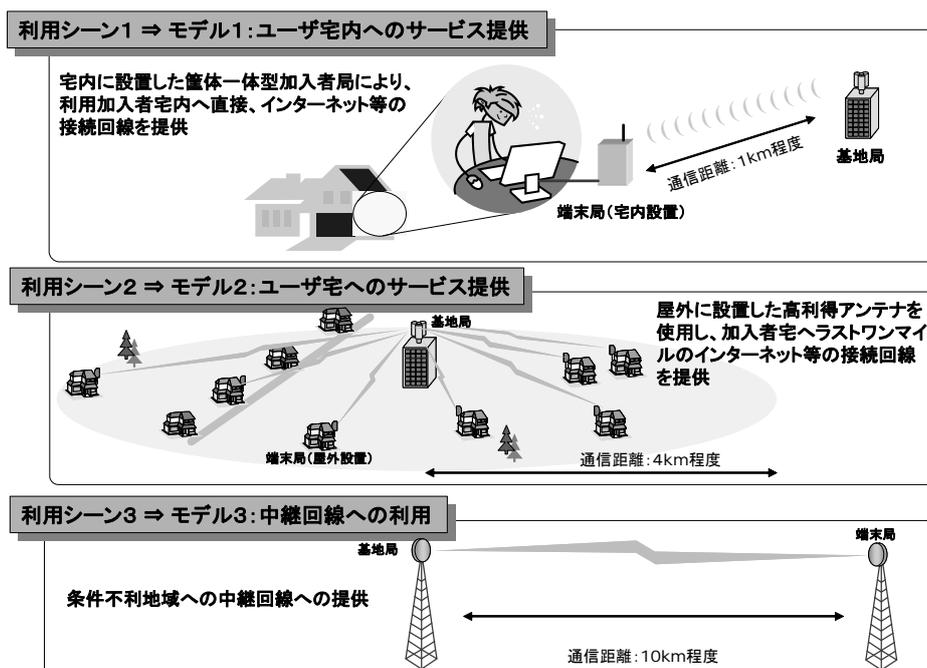


図 1.5.1 利用シーンから導出した FWA 検討モデル

以上から、各利用シーンを実現する FWA 検討モデルは、下表のとおりとなる。(参考資料 1-1、参考資料 1-2)

表 1.5.2 FWA 検討モデル別の所要伝搬距離

利用シーン	利用シーン 1	利用シーン 2	利用シーン 3
検討モデル	モデル 1	モデル 2	モデル 3
所要伝搬距離	1km 程度	4km 程度	10km 程度

表 1.5.3 FWA 検討モデル諸元

		WiMAX	次世代 PHS	MWA との比較	
通信方式		TDD		同	
多重化方式及び接続方式		OFDM-OFDMA		同	
変調方式	基地局	BPSK、QPSK、 16QAM、64QAM	BPSK、QPSK、 16QAM、32QAM、 64QAM、256QAM (同上)	同	
	端末局	QPSK、16QAM			
送信バースト長	基地局	計 5ms となる 10 通り	2.5ms	同	
	端末局	(同上)	2.5ms	同	
占有周波数帯幅の許容値	5MHz システム	4.9MHz	2.4MHz、4.8MHz	同	
	10MHz システム	9.9MHz	9.6MHz		
最大空中線電力	基地局	モデル 1	20W	WiMAX : 20W	
		モデル 2			
		モデル 3	3.2W	次世代 PHS : 10W	
	端末局	モデル 1	500mW	(同左)	WiMAX : 200mW
		モデル 2	200mW	(同左)	次世代 PHS : 200mW
		モデル 3	200mW	(同左)	
最大送信空中線利得	基地局	モデル 1	17dBi	WiMAX : 17dBi	
		モデル 2			
		モデル 3	25dBi	次世代 PHS : 12dBi	
	端末局	モデル 1	10dBi	(同左)	WiMAX : 2dBi
		モデル 2	20dBi	(同左)	次世代 PHS : 4dBi
		モデル 3	23dBi	(同左)	

第2章 国際標準化動向

2.1 IEEE802.16 標準及び WiMAX フォーラム

2.1.1 IEEE802.16WG における検討状況

IEEE（米国電気電子学会）802.16WGは、2004年6月、P-MPトポロジを想定したシステムとしてIEEE802.16-2004標準を策定した。IEEE802.16-2004では、基地局による複数の端末の帯域割当てを制御する方式を採用し、かつ基地局から端末の間に障害物が存在する見通し外通信への対応を可能とするため、物理層にOFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）とOFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access）の多重化方式などが採用された。適用周波数帯は、11GHz以下である。なお、「固定WiMAX」と称される無線システムは、IEEE802.16-2004標準規格に準拠して、WiMAXフォーラムで策定されたプロファイルに準じて製造、認証された通信機器あるいはそれにより構成されるシステムを示すものである。

さらに、IEEE802.16WGでは、図2.1.1に示すとおり、2006年2月、IEEE802.16-2004標準に移動利用のために必要なハンドオーバー機能やパワーマネジメント、移動環境での利用を想定した機能等を追加したIEEE802.16e-2005標準を策定した。適用周波数帯は、6GHz以下のライセンスバンドとなっている。

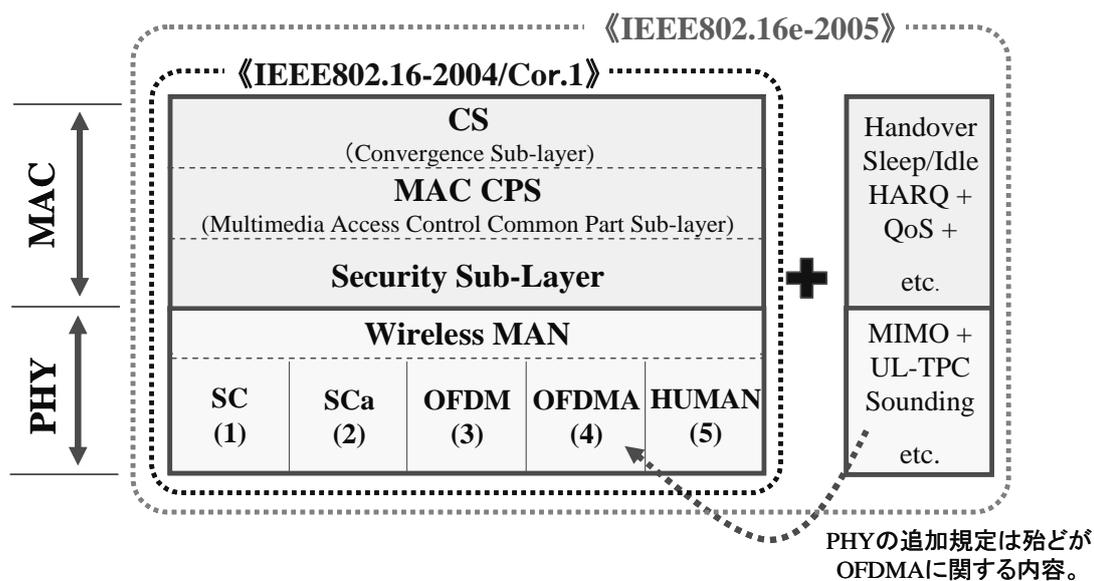


図 2.1.1 IEEE802.16 標準のドキュメント構成

なお、「モバイルWiMAX」と称される無線システムは、IEEE802.16-2004及びIEEE802.16e-2005標準規格に準拠して、WiMAXフォーラムで策定されたプロファイルに準じて製造、認証された通信機器あるいはそれにより構成されるシステムを示すものである。

また、2006年5月、マルチホップリレー技術を用いてIEEE802.16ネットワークのカバレッジやスループット、システム容量を改善することを目的に、IEEE802.16j (Mobile Multihop Relay) のTGが設置された。IEEE802.16jでは、IEEE802.16-2004及びIEEE802.16e-2005におけるOFDMAモードの物理層とMAC層を、リレー局の運用を可能とするように拡張するための作業が進められており、2007年9月に標準化が完了する予定である。IEEE802.16j準拠のリレー局の導入により、カバレッジの拡大やスループットの向上が図られ、結果としてIEEE802.16ネットワークの展開コストの低減を図ることが可能となる。

さらに、2007年1月、WRC-07で周波数帯が確定する見込みのIMT-AdvancedのGCS (Global Core Specification) への提案を見据えたプロジェクトとして、IEEE802.16m (Advanced Air Interface) のTGが設置された。具体的には、IEEE802.16-2004及びIEEE802.16e-2005のOFDMAモードに対する後方互換を確保しながら、20MHz/40MHzのチャネル帯域幅のサポートやマルチアンテナ技術の高度化、MACの効率化などによる伝送速度の高速化を行うこと、更にはIEEE802.16e-2005より高速な移動環境に対応することなどが含まれる。IEEE802.16mの適用周波数帯は、6GHz以下のライセンスバンドとなっており、高速移動において100Mbps以上を達成することを目指している。

2.1.2 WiMAX フォーラムの検討状況

(1) WiMAX フォーラムの目的

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) フォーラムは、IEEE802.16 で標準化された無線規格に準拠する機器の仕様適合性と相互運用性を担保することを目的に、2001年6月に通信機器ベンダー、半導体、高周波部品やアンテナなど、関連ベンダーを中心に設立された非営利団体である。WiMAX フォーラムの加盟企業は、2007年2月現在、機器ベンダー、デバイスメーカー、通信事業者、測定器メーカーほか、430社(団体)以上となっている。

現在のIEEE802.16標準は、物理層だけでも5種類の規定が含まれるなど多くのオプションパラメータを持つため、固定利用からモバイル利用まで幅広い適用性を持つ反面、機器ベンダーなどがIEEE802.16標準より任意にオプションを選定して実装を行った場合、異なるベンダー間で機器の相互運用性に問題

が生じる可能性がある。このため、WiMAX フォーラムでは、IEEE802.16 標準に含まれるオプションパラメータのうち、利用環境に応じた適正なパラメータを仕様（システムプロファイル）として規定するとともに、これに準じて製造された機器の仕様適合性と相互運用性を保証するための認証活動が進められている。

なお、WiMAX フォーラムの設立後しばらくは、IEEE802.16-2004 準拠の固定 WiMAX に対する、物理層及び MAC 層に対するシステムプロファイルや仕様適合性と相互運用性の試験仕様の策定と認定試験を主な活動内容としていたが、2005 年 2 月以降、IEEE802.16e の標準化作業の進捗を踏まえて、主にモバイル WiMAX を対象に、標準化範囲をネットワーク層などのレイヤ 3 以上に拡張して活動が継続されている。

図 2.1.2 に IEEE802.16WG と WiMAX フォーラムとの関係を示す。

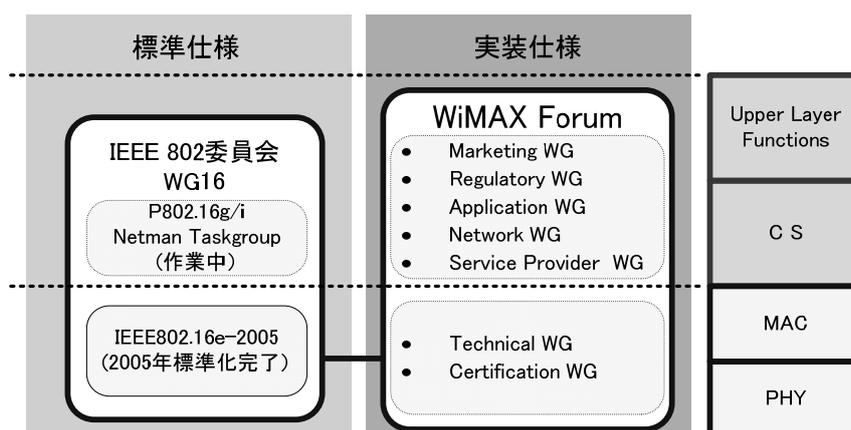


図 2.1.2 IEEE802.16WG と WiMAX フォーラムの関係図

(2) システムプロファイルの概要と検討スケジュール

WiMAX フォーラムで規定される具体的なシステムプロファイルには、物理層、MAC 層、RF、パワークラスの各プロファイルがある。物理層プロファイルとしては、OFDMA 方式、TDD 方式、フレーム長などのほか、マルチアンテナ技術として MIMO のサポートなどについて規定されている。MAC プロファイルとしては、ハンドオーバ、QoS (Quality of Service)、認証プロトコルなどについて規定されている。また、RF プロファイルとしては、チャンネル帯域幅や中心周波数などが規定され、パワークラスプロファイルとしては、送信電力の規定範囲の分類が規定されている。

モバイル WiMAX のシステムプロファイルは、要求事項を Release1 と

Release2 のフェーズに分けられ、現在 Release1 の検討が完了した状況にある。Release1 については、認証試験が2段階に分けられ、最初の段階を Wave1、次の段階を Wave2 と呼んでいる。Wave1 は、韓国で導入されている WiBro に対応するプロファイルが主になっており、2007 年 7 月頃より認証試験が開始される予定である。また、Wave2 は、MIMO、IPv6、5 段階の QoS クラス、MBS (Multicast and Broadcast Service) など、モバイル WiMAX のシステムプロファイルをフル実装したものである。2.5GHz 帯の認証試験については、Wave2 のみを対象とすることが確定しており、Wave2 については、2007 年 10 月頃より認証試験が開始される予定である。

Release2 は、Release1 の要求事項を包含しつつ拡張したシステムプロファイルであり、WRC-07 で周波数事項が審議される IMT-Advanced に向けた IEEE802.16m のプロジェクトと互いに歩調をあわせながら検討が進められている状況にある。

2.2 IEEE802.20WG における検討状況

2.2.1 標準化活動の経緯

IEEE802.20WG は、移動体高速通信にゼロの設計レベルから最適化されたワイヤレスブロードバンドを実現するシステムの標準化を目的として、2003 年 3 月より検討が開始された。

2004 年 7 月、IEEE802.20WG は、移動性能、周波数利用効率、伝送速度等の目標仕様を決定した上で、2005 年 9 月より FDD 方式及び TDD 方式のそれぞれについてシステムの提案公募を開始した。その結果、TDD 方式については、QTDD 及び BEST-WINE 方式の 2 方式がフル提案として提出された。

2006 年 1 月、IEEE802.20WG は、TDD 方式の選定システムとして、MBTDD Wideband モード (QTDD ベース) 及び MBTDD 625k-MC モード (BEST-WINE ベース) の 2 方式を決定し、2006 年 3 月及び 6 月の二度にわたり、2 方式に対する Letter Ballot 手続きを完了させた。

しかしながら、2006 年 6 月、IEEE-SA (IEEE Standards Association) の判断により、IEEE802.20WG の活動が一時休止となり、同年 9 月に、IEEE-SA により IEEE802.20WG における議長団の更新、WG メンバーの所属企業・スポンサー企業の明確化、運営の透明性・公平性の監視機関設置を行う条件で、11 月の WG 会合より活動が再開された。以降、新議長の下で、休止直前の状態 (仕様は 2 回の Letter Ballot が完了) までの WG 活動における審議内容と出力ドキュメントのレビュー及びそれに続く標準化審議手順が議論されている。

また、新たな提案募集を受け入れ、3月と5月の会合で方式の審議が行われる。1月のWG会合では、議長から2007年7月 Sponsor Ballot 開始のワークプランが示された。WG 休止前の評価基準、要求条件その他の出力はほぼそのまま今後の審議に反映される。標準化作業期間は、2008年12月まで二年間の延長がなされたが、現在2007年末の標準化完了を予定に作業が進められている。

2.2.2 主な技術の概要

IEEE802.20の特徴は、当初から高速移動環境への適用を前提としたIPトランスポートシステムとして設計されている点である。SRD (System Requirements Document) において規定されている要求仕様は、表 2.2.1 のとおりである。

表 2.2.1 SRD において規定されている要求仕様

項目	目標仕様
移動速度	移動速度最大 250km/h
周波数利用効率 (bit/sec/Hz/Sector)	下りリンク 2.0 @ 3km/h
	1.5 @ 120km/h
	上りリンク 1.0 @ 3km/h
	0.75 @ 120km/h
最大伝送速度	下りリンク 4.50Mbps/2.5MHz
	上りリンク 2.25Mbps/2.5MHz

上記の要求仕様を満足するための各方式の技術的な概要は、以下のとおりである。

(1) MBTDD Wideband

MBTDD Wideband は、5/10/20MHz の基本占有帯域幅を使った TDD/OFDMA をベースとしたシステムであり、MIMO、選択的周波数繰り返し、空間分割多重、その他移動環境に最適化された技術の採用により、高速移動時においても高速伝送性能と高い周波数利用効率を実現するものである。

(2) MBTDD 625k-MC

MBTDD 625k-MC は、既に世界各国にて運用実績のある ANSI (American National Standards Institute) にて規格制定された iBurst "ATIS 0700004-2005 High Capacity Spatial Division Multiple Access (HC-SDMA)" をベースに IEEE802.20 の SRD を満足するように、機能及び性能の向上を実施

した。システムの仕様は、HC-SDMA と同様に 1 キャリア 625kHz の占有帯域幅を持つ TDD/TDMA/FDMA/SDMA をベースとしたマルチキャリアシステムである。変調方式の多値化、マルチキャリア、アダプティブアレイアンテナ、空間多重技術等の高度化により、高速移動時においても高速伝送性能と高い周波数利用効率を実現するものである。

2.2.3 フォーラム活動

MBTDD 625k-MC のフォーラム活動として、iBurst フォーラムがある。

iBurst フォーラムは、iBurst システムの普及を目的として、既に商用サービスを開始している通信事業者や、商用開始を計画している事業者、iBurst 製品/システム/ネットワーク/設置等のベンダー及びサービスを提供する ISP、ディストリビュータが集まり、2004 年に設立されたコンソーシアムである。

同フォーラムでは、市場ニーズ動向に基づく iBurst Protocol Standard の改定と機器互換性の確保、iBurst システムの国際標準化活動の推進、世界における市場動向調査及び広報活動を行っている。

2.3 PHS MoU Group における検討状況

2.3.1 標準策定の経緯及び今後のスケジュール

PHS MoU Group は、PHS の世界への拡大を目指して、1996 年 7 月に結成された団体である。PHS MoU Group の主な活動は、PHS に関する技術仕様の作成、PHS のサービス開発、PHS に関する様々なプロモーションである。2006 年現在の会員数は、アジア各国を中心として、約 70 社である。

2005 年、PHS MoU Group は、ブロードバンドワイヤレスアクセスシステムの一つとして、次世代 PHS に関する検討を目的としたサブワーキンググループを設置し検討を開始し、さらに 2006 年 3 月より専門のワーキンググループを設置して本格的な標準化活動が開始された。

2006年8月下旬、PHS MoU Groupは、マイクロセルベースであるPHSの技術的特長を基本として、OFDM等の新たな技術を導入することにより高速、大容量化したシステムとして次世代PHS規格バージョン1を承認した。PHS MoU Groupにおいては、現在、詳細仕様を含めた検討を継続しており、2007年9月にMACレイヤを含めた規格策定を完了し、その後のPHS MoU Group総会にて承認され、標準化が完了する予定である。

2.3.2 主な技術の概要

次世代 PHS 規格は、OFDMA/TDMA-TDD を採用しており、周波数帯幅としては 1.25MHz~20MHz をサポートしている。

また、現行 PHS と同様にマイクロセルによるエリアカバーと自律分散方式をベースとした自由度の高いエリア展開を前提とした規格である。これらと共に、現行 PHS で採用されているアダプティブアレイアンテナ技術及び SDMA 技術をサポートし、加えて MIMO 技術もサポートするものである。

2.4 ITU-R における検討状況

我が国のほか、米国、欧州においても、IP ネットワークへの接続を可能とする BWA 技術の導入に向けた議論が高まってきたこと、更に ITU-T において次世代ネットワーク（NGN）として IP ネットワークを中心とした検討が進められてきたことなどを背景として、ITU-R において、IP ネットワークに適した BWA の標準化作業が移動通信業務を所掌する SG8 傘下の WP 8A で検討されてきたところである。

WP 8A では、BWA をブロードバンドデータレートでユーザにサービスの提供が可能なアクセス技術として捉え、各地域、国の標準化機関（SDO：Standards Development Organization）に広く研究・開発中のシステムを含め問い合わせ、これらを標準化勧告に組み込む作業を行った。その結果、2006 年 9 月の WP8A 会合において、BWA に関する標準化勧告案が作成された。本勧告案については既に郵便投票の最終手続きが開始され、早い時期に勧告化される見込みである。

本勧告案には、IEEE802.16e 及び ETSI（European Telecommunications Standards Institute）HiperMAN、ATIS（Alliance for Telecommunications Industry Solutions）WTSC（Wireless Technologies and Systems Committee）規格の I-CDMA、HC-SDMA、TD-SCDMA(MC)及び R2004、次世代 PHS、さらに既存勧告を参照する形で IEEE802.11 などの無線 LAN や IMT-2000 が含まれた。一方、IEEE 802.20 において検討されている MBFDD/MBTDD-Wideband 及び MBTDD 625k-MC については提案がなされなかったことから、ITU-R の BWA 標準勧告案には含まれていない。

一方、IMT-2000 及びその後継である IMT-Advanced の標準化に向けた検討を行っている SG8 傘下の WP8F においては、IMT-2000（FDD）と WiMAX（TDD）との 2.5GHz 帯における共用検討が行われてきた。

更に、2007年1月に開催されたWP8Fカメルーン会合において、IEEEとWiMAXフォーラムより提出されていた、モバイルWiMAX（提案名称はIP-OFDMA）をIMT-2000の6番目の陸上無線インタフェースとして追加するための提案について議論が行われた。その結果、IP-OFDMAの外部評価グループ設置を含め、次回のWP8F京都会合（2007年5月）に向けた議論のプロセス（提案方式に対する評価の結果を募集するプロセス）が合意された。WP8F京都会合では、外部評価結果を踏まえて、IMT-2000無線インタフェース標準規格の勧告であるITU-R M.1457勧告の第7版ドラフトへIP-OFDMAを盛り込むか否かが確定することになっている。

第3章 隣接周波数帯を使用する無線システムとの周波数共用条件の調査

3.1 2.5GHz 帯の概要

3.1.1 2.5GHz 帯の周波数利用状況

本項では 2.5GHz 帯の周波数利用状況について述べる。

(1) 2500～2535MHz

移動業務（航空移動を除く。）及び移動衛星業務（宇宙から地球）に分配されており、現在、国内においては、電気通信業務用の携帯移動衛星通信（N-Star）に使用されている。

(2) 2535～2655MHz

移動業務（航空移動を除く。）及び放送衛星業務に分配されており、現在、国内においては、2630～2655MHz について、放送用のモバイル放送システムに使用されている。

(3) 2500～2690MHz

無線通信規則第 5.384A 条において、WRC-00 決議 223 に従う IMT-2000 プランバンドとして分配されている。



図 3.1.1 2.5GHz 帯の周波数割当状況

3.1.2 調査対象とする周波数帯

FWA に関する検討対象とする周波数帯については、ワイヤレスブロードバンド推進研究会(平成 17 年 12 月最終報告)において、2535MHz から 2605MHz までの 70MHz の帯域が利用可能であるとされていた。その後、S 帯を利用する準天頂衛星システムの導入計画が見直されたことにより、現時点では、同システム用に分配されている 2605MHz から 2630MHz までの 25MHz の帯域について、民間又は関係省庁における衛星システム利用の具体的な計画や意向が特段認められない状況となっている。したがって、FWA システムについても、前回報告書と同様、当該周波数帯を加えた合計 95MHz 帯域を周波数共用条件の調査対象とした。

BWA システムの調査対象周波数帯である 2535MHz～2630MHz の隣接周波

数帯には、図 3.1.1 のとおり、N-Star ダウンリンク及び衛星放送システム（モバイル放送の衛星及び地上ギャップフィルアー）が運用されていることから、これら隣接システムとの干渉回避のため、適切なガードバンドを設ける必要がある。なお、本ガードバンドは、既存の隣接システムの使用周波数から確保することが困難であることから、BWA システムの調査対象周波数帯の中から確保するよう検討する必要がある。

3.2 周波数共用に関する調査の方法

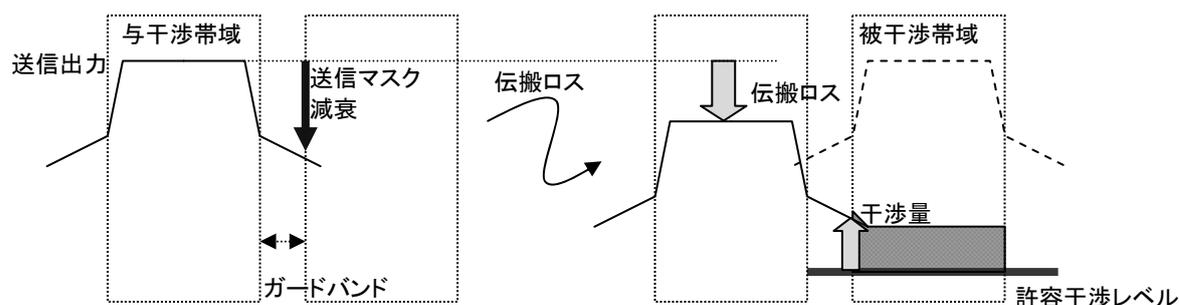
3.2.1 ガードバンド調査に用いたシステム諸元

ガードバンドの算出に用いた FWA システムの各方式の諸元（送信電力、給電線損失、アンテナ利得、許容干渉レベル、アンテナパターン、送信電力マスク等）を参考資料 1-1 に示す。同様に、N-Star 及びモバイル放送の諸元（送信 EIRP 密度、アンテナ利得、許容干渉レベル、許容感度抑圧レベル、アンテナパターン、送信マスク等）を参考資料 3-1 及び参考資料 3-2 にそれぞれ示す。

3.2.2 干渉量の計算方法

(1) 最悪値条件による検討

最悪値条件による検討では、システム諸元及び検討対象となる伝搬モデルにおける伝搬ロスから、以下の計算方法により被干渉局における干渉量を計算する。



<送信パラメータ>

- ・ EIRP 密度 [dBm/MHz]
- ・ 送信マスク減衰 [dB]
- ・ 帯域外輻射密度 [dBm/MHz] = EIRP 密度 - 送信マスク減衰

<伝搬路パラメータ>

- ・ 伝搬ロス [dB]
- ・ アンテナ指向減衰 [dB]
- ・ 付加損失 [dB]; 存在する場合

<受信パラメータ>

- ・ 受信アンテナ利得 [dB]
- ・ 受信給電線損失 [dB]
- ・ 許容干渉レベル [dBm/MHz]
- ・ 干渉量 [dB]

<計算方法>

- ・ Minimum Coupling Loss (MCL) [dB]
= 帯域外輻射密度 + 受信アンテナ利得 - 受信給電線損失 - 許容干渉レベル
- ・ 干渉量 [dB] = MCL - 伝搬ロス - アンテナ指向減衰 - 付加損失
- ・ 伝搬ロス: 自由空間伝搬モデル又は extended Hata Model (郊外モデル)
- ・ 付加損失: 回折損失等

図 3.2.1 最悪値条件による計算のイメージ図

(2) シミュレーションによる干渉発生確率の計算

本章においては、干渉発生確率を算出するためのシミュレーションツールとして、広く公開され、かつ第3世代携帯電話システムを中心として多くのシステムの干渉検討に用いられている実績を持つ SEAMCAT (Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool) ^{※1}を利用した。

本シミュレーションでは、各システムの各種パラメータを設定し、各局の位置情報として、被干渉システムと与干渉システムの距離、与干渉側の存在範囲、密度を設定し、干渉源の所在位置をランダムに変化させた上で、干渉レベルを計算し、干渉発生確率により評価を行った。

本件シミュレーションの条件を参考資料 3-4 に示す。

¹ SEAMCAT は ITU-R 報告書 SM.2028 に基づく。

3.3 N-Star による移動衛星サービスとの周波数共用の調査

3.3.1 N-Star サービスの概要

N-Star は静止軌道上にある通信衛星であり、サービスエリアは、全国の陸上及び経済水域となる海上である。N-Star サービスの主な利用形態としては、通常の電話・データ通信利用のほか、海上での船舶通信、災害時における非常通信回線、ルーラル地域における臨時回線などがあり、通信内容も音声、データ、FAX などがある。このほか最近では、救急車から病院への心電図などのデータ伝送にも使われるなど、公共安全業務への利用も進みつつある。

3.3.2 N-Star 端末の耐干渉特性

一般に衛星通信の受信装置は、微弱な信号を受信するため、高い受信感度と低い雑音レベルが要求される。このため、空中線系は、高利得かつ低ロス化され、また、低いNFと高い利得を持つLNA（Low Noise Amplifier）により受信機初段が構成される。一方、受信帯域外からの大電力信号の漏れ込みに弱く感度抑圧現象を生じるほか、所望受信信号自体が微弱であるため、隣接帯域からの微小なスプリアス干渉から影響を受けやすい。

N-Star 端末の許容スプリアス干渉レベル及び許容感度抑圧レベル特性は参考資料 3-2 のとおりである。なお、許容スプリアスレベルは国際調整値として規定されているものであり、許容感度抑圧レベル特性は実験的な検証により得られたものである。スプリアス干渉は、N-Star 端末の受信帯域の中に落ち込んでくる FWA システムからの不要輻射や発生ノイズにより所要の C/N が確保できず受信品質劣化を起こすものであり、感度抑圧は、N-Star 端末の受信帯域外に存在する無線信号により、N-Star 端末の受信回路が飽和し、衛星からの信号を増幅できなくなるものである。スプリアス干渉を改善するためには、隣接周波数で運用される FWA システムからの不要輻射を低減することが有効であり、一方、感度抑圧の改善のためには、N-Star 端末の受信初段で受信帯域外の信号レベルを十分低減できるフィルタの挿入、および N-Star 帯域から FWA システムの運用周波数を十分離調することが有効である。

3.3.3 N-Star 端末と FWA-SS/FWA-BS 間の電波伝搬モデル

(1) N-Star 端末－FWA-BS 間

N-Star 端末を利用する際には、南方向の仰角約 35 度～65 度前後の空が見通せることが必要であるが、一般的に、このような場所は、比較的に見通しが確保

されており、FWA BS に対しても見通しとなることが多いと考えられる。したがって、N-Star 端末と FWA BS 間の干渉信号の伝搬については、見通し内（LOS：Line of Sight 以下「LOS」という。）伝搬を前提として検討することが適当である。

また、N-Star 端末は移動局であるものの、アンテナ指向性の調整などの問題で移動しながらの運用は難しく、実際に屋外設置型アンテナの利用など半固定的に利用されているケースが相当数あることから、N-Star 端末側は、一般的に静止状態の利用を想定することが適当である。このため、N-Star 端末と FWA BS 間の干渉検討の際は、モンテカルロ・シミュレーションによる干渉確率の概念を適用せず、最悪値条件により評価することが適当である。

(2) N-Star 端末－FWA-SS 間

N-Star 端末と FWA SS 間に関し、MWA における検討では BWA 端末の移動を前提としてモンテカルロ・シミュレーションによる干渉確率により影響評価を行なった。しかしながら、FWA の場合においては FWA SS は固定的な設置あるいは半固定的な設置により利用されるケースが想定されており、FWA SS 側の移動を前提として干渉確率を適用する評価手法は適当でない。そのため、FWA においては N-Star 端末と FWA SS 間の干渉に対しても FWA BS の場合と同様に最悪値条件により評価することが適当である。

また、MWA においてはごく近傍を除き、伝搬モデルは見通し外（NLOS：Non Line of Sight 以下「NLOS」という。）伝搬であるとした。これは端末相互の設置高が低く、建物、車両等の遮蔽物の陰になる可能性が高いことに起因していた。しかし、FWA SS の場合には一般的な利用シーンとして比較的高い位置にアンテナが設置されることが多いと想定されることから、FWA BS に対する検討と同様に FWA SS と N-Star 端末間の見通しが得られやすいと考えられる。そのため、N-Star 端末と FWA BS 間における干渉検討の場合と同じく、LOS 伝搬を前提とした伝搬モデルにより干渉検討を行なうことが適当である。

3.3.4 FWA システムから N-Star 端末への感度抑圧の影響と共存条件

本項、及び次項で述べる FWA システムと N-Star 間の干渉評価にあたり、FWA 側の送信特性として参考資料 1-1 に示す FWA BS 及び FWA SS の送信スペクトルマスクなどの特性データを使用した。また、感度抑圧については、参考資料 1-1 で示される各 FWA 方式の送信出力値と、参考資料 3-1 に示されて

いる現行の N-Star 端末における許容感度抑圧レベルの特性データを用いて検討を行なった。

FWA の各方式が N-Star 端末に与える感度抑圧干渉の影響について、所要離隔距離として評価した結果を表 3.3.1 に示す。これによると、FWA から N-Star 端末への感度抑圧干渉に関してはモデル 3 においては問題とならない結果となった。ただし、モデル 1 及び 2 については FWA SS から N-Star 端末への感度抑圧干渉が生じることとなる。FWA SS と N-Star 端末の水平離隔距離として 10m 以遠を検討対象として考えた場合、モデル 1 の場合において最大 -25dBm (10m 地点)、モデル 2 の場合において最大 -34dBm (20m 地点) の干渉量が発生する。

表 3.3.1 FWA から N-Star 端末への感度抑圧に関する所要離隔距離

与干渉 被干渉		WiMAX・次世代 PHS					
		FWA BS			FWA SS		
N-Star 端末	離調幅	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 1	モデル 2	モデル 3
	20MHz	検討不要	検討不要	干渉エリアなし	60m	80m	干渉エリアなし
	30MHz	検討不要	検討不要	干渉エリアなし	20m	干渉エリアなし	干渉エリアなし

注 1：検討不要部分は、パラメータが MWA BS と同一であるため、前回報告書における MWA の検討結果と同一となる組み合わせである。

注 2：離調幅は、N-Star 帯域のバンド上端(2535MHz)から FWA 帯域のバンド下端までの周波数間隔を示す。

次に、モデル 1 及び 2 について、N-Star 端末との共存条件を検討する。一般に感度抑圧干渉に対する対策としては次のものが考えられる。

- ① 受信側において、所要帯域外からの受信電力をフィルタにより減衰する
- ② 送信側において空中線電力を低減し、被干渉端末への入力電力を低減する
- ③ 相互の周波数を離隔し、被干渉端末の受信フィルタの帯域外で運用する
- ④ FWA BS の送信方位を制限し、干渉の厳しい正対方向を避ける

実際の運用においては、これらの対策方法を組み合わせることにより干渉回避を行なうことになる。表 3.3.1 および参考資料 3-1 によれば 30MHz 未満の離調では大きい改善量が必要であり、これら①から④の対策を用いての事業者間調整を行い共存を図ることが適当である。一方、30MHz 以上の離調が確保できる場合、感度抑圧に対する所要改善量はモデル 1 のときの 7dB のみとなる。この数値は FWA SS の空中線電力を参考資料 3-1 記載の 27dBm から、MWA と同一の 23dBm に低減し、かつ FWA SS の利用を屋内に制限し、参考資料 3-5 に示されるガラス透過損のデータから、建物進入損失を 3dB と見込むこと

で改善可能である。したがって、30MHz 以上の離調が確保できれば無条件での共存が可能となる。

また、将来の N-Star 端末では N-Star 帯域から 10MHz 離調位置において、現行装置よりも 20dB 程度の感度抑圧に対する耐干渉性を高めた特性を持たせることがモバイル利用についての検討の中で示されている。この対策により、今回問題となっている干渉量についても許容感度抑圧レベル以下となる可能性があり、将来的には共存が可能となると考えられる。

3.3.5 FWA システムから N-Star 端末へのスプリアス干渉の影響と共存条件

FWA の各方式から N-Star 端末へのスプリアス干渉について述べる。WiMAX FWA についての所要改善量の計算結果を表 3.3.2 に、次世代 PHS FWA についての結果を表 3.3.3 に示す。いずれの結果についても改善量が必要となっている。

表 3.3.2 WiMAX FWA から N-Star 端末へのスプリアス干渉に関する所要改善量

与干渉 被干渉		WiMAX					
		FWA BS			FWA SS		
N-Star 端末	離調幅	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 1	モデル 2	モデル 3
	20MHz	検討不要	検討不要	+20dB	+40dB	+31dB	+24dB
	30MHz	検討不要	検討不要	+20dB	+40dB	+31dB	+24dB

注 1：検討不要部分は、パラメータが MWA BS と同一であるため、前回報告書における MWA の検討結果と同一となる組み合わせである。

注 2：離調幅は、N-Star 帯域のバンド上端(2535MHz)から FWA 帯域のバンド下端までの周波数間隔を示す。

表 3.3.3 次世代 PHS FWA から N-Star 端末へのスプリアス干渉に関する所要改善量

与干渉 被干渉		次世代 PHS					
		FWA-BS			FWA-SS		
N-Star 端末	離調幅	モデル 1	モデル 2	モデル 3	モデル 1	モデル 2	モデル 3
	20MHz	検討不要	検討不要	+15dB	+47dB	+38dB	+31dB
	30MHz	検討不要	検討不要	+15dB	+47dB	+38dB	+31dB

注 1：検討不要部分は、パラメータが MWA BS と同一であるため、前回報告書における MWA の検討結果と同一となる組み合わせである。

注 2：離調幅は、N-Star 帯域のバンド上端(2535MHz)から FWA 帯域のバンド下端までの周波数間隔を示す。

共存条件について考察を行なう。はじめにモデル 3 の FWA BS との共存について述べる。一般にスプリアス干渉に対する技術的な対策としては、次のよ

うな方法が考えられる。

- A) 空中線電力低減などにより、送信側のスプリアス特性の改善を図る
- B) 送信機出力にフィルタを挿入し、被干渉帯域への不要輻射を低減する

これらを組み合わせて利用することにより、所要改善量を満足するように運用することで N-Star 端末と FWA BS は共存可能となる。前回報告書における MWA BS と N-Star 端末間のスプリアス干渉の検討においても、MWA BS 側にフィルタを使用することが書かれているが、本件についても同様の対処の実施で共存可能である。更に、サイトエンジニアリング的な方法として、FWA BS と N-Star 端末の相互のアンテナ指向方向が正対しないように、FWA BS の送信方向を制限する方法も有効である。

次に FWA SS と N-Star 端末間の共存条件について考察を行なう。FWA SS からのスプリアス干渉では、かなり大きな改善量が存在する。これは FWA SS 側で適用されるスペクトルマスクの条件より、MWA の検討でも存在していたスプリアス輻射がアンテナゲイン等の上昇に伴いさらに高レベルで輻射されていることに由来する。MWA 検討ではこれらの改善量について、移動性を加味しモンテカルロ・シミュレーションによる算出された干渉確率を考慮し共存可能と判断した。しかし、FWA ではこの手法での共存可否判断は端末の移動性が低いことから適当ではない。そこで、FWA SS についての共存条件を導出する上で、先の FWA BS に対する技術的な対策、A)、B) に加え、次の条件を考慮することが有効である。

- C) 屋内利用を条件とし、壁面やガラス等の透過損失を考慮する（モデル 1）
- D) FWA SS を事業者が管理し、送信方位に制限を加える（モデル 3）

これらを組み合わせて適用することにより、先の所要改善量を改善することができれば、FWA SS と N-Star 端末は共存することが可能となる。

3.4 モバイル放送システムとの周波数共用の調査

3.4.1 WiMAX FWA とモバイル放送の間の干渉検討

表 3.4.1 にガードバンド 5MHz における WiMAX FWA からモバイル放送への干渉についての最悪値条件（距離は、最悪値条件で算出）での所要改善量を示す。最悪値条件では、干渉信号の伝搬については、LOS 伝搬で検討した。

表 3.4.1 GB=5MHz WiMAX FWA⇒モバイル放送
最悪値となる局間距離にて算出した所要改善量

与干渉 被干渉		FWA WiMAX				
		FWA BS モデル 1.2	FWA BS モデル 3	FWA SS モデル 1	FWA SS モデル 2	FWA SS モデル 3
モバイル 放送	衛星	-	-	-	-	-
	端末	24.3dB 34m	29.0dB 392m	61.7dB 4m	53.1dB 25m	40.9dB 116m
	ギャップフ ィラー (GF)	-	-	-	-	-

表 3.4.2 にモバイル放送端末が移動局であることから、干渉確率の概念を適用し、モンテカルロ・シミュレーションを行った場合の結果を示す。WiMAX FWA 及びモバイル放送の干渉モデルについては、参考資料 3-4 のパラメータを用いてシミュレーションを実施した。

表 3.4.2 モンテカルロ・シミュレーションを行った場合の結果

与干渉 被干渉		WiMAX				
		FWA (P-MP)			FWA (P-P)(モデル 3)	
		BS(モデル 1,2)	SS(モデル 1)	SS(モデル 2)	BS	SS
モバイル 放送端末	検討不要*	2.4 %以下	2.5 %以下	0.2 %以下	0.1 %以下	

*FWA BS (モデル 1,2) については、MWA と同等のスペックであり検討済みとする。

表 3.4.3 にガードバンド 5MHz におけるモバイル放送から WiMAX FWA への干渉についての最悪値条件での所要改善量を示す。

表 3.4.3 GB=5MHz モバイル放送⇒WiMAX FWA
最悪値となる局間距離にて算出した所要改善量

与干渉 被干渉		モバイル放送		
		衛星	端末	GF
WiMAX	FWA BS モデル 3	-12.5dB 37,000km (LOS)	-	43.6dB 20m* (LOS)
	FWA SS モデル 1	-6.3dB 37,000km (LOS)	-	11.8dB 260m (LOS)
	FWA SS モデル 2	-11.3dB 37,000km (LOS)	-	18.6dB 320m (LOS)
	FWA SS モデル 3	-14.0dB 37,000km (LOS)	-	23.5dB 280m (LOS)

*GF-BS 間については局間距離 20m に固定。

上記の計算より、ガードバンドとして 5MHz を確保すれば、WiMAX FWA がモバイル放送端末に与える干渉の発生確率は3%を下回ることが確認された。干渉が問題となるような場合には、FWA BS、FWA SS 及びモバイル放送端末のフィルタ特性やアンテナ指向性等を考慮したサイトエンジニアリングを実施することにより干渉回避が可能と考えられる。また、モバイル放送のギャップフィルタを設置する対策を講じることによってもある程度干渉を回避できることから、3%の干渉発生確率を許容するとすれば、共存は可能であると考えられる。

モバイル放送ギャップフィルタが WiMAX FWA に与える干渉については、ガードバンド=5MHz により両者が共存するためには、モデル 1、2 の場合は、LOS で計算すると 11dB~19dB 程度の干渉を改善する必要がある。

しかし、モデル 1、2 の運用上、建物による遮蔽物の影響も起こる可能性があることを考慮して、NLOS で計算すると約 15dB の所要改善量となるため、モデル 1、2 の FWA サービスでのアンテナ指向性を考慮しての干渉回避も可能と考えられる。また、実際の運用では、モバイル放送のギャップフィルタの設置が都市部中心であり、WiMAX FWA 利用が条件不利地域を想定していることから共存可能と考えられる。

一方、モデル 3 については、実際の運用場所が限定され、また、BS に加えて SS でも事業者で管理することにすればサイトエンジニアリングによる干渉回避が可能となり共存可能と考えられる。

3.4.2 次世代 PHS FWA とモバイル放送の間の干渉検討

表 3.4.4 に、ガードバンド 5MHz における次世代 PHS FWA からモバイル放送への干渉についての最悪値条件での所要改善量を示す。最悪値条件では、干渉信号の伝搬については、LOS 伝搬で検討した。

表 3.4.5 にモバイル放送端末が移動局であることから、干渉確率の概念を適用し、モンテカルロ・シミュレーションを行った場合の結果を示す。次世代 PHS FWA 及びモバイル放送の干渉モデルについては、参考資料 3-4 のパラメータを用いてシミュレーションを実施した。

表 3.4.4 GB=5MHz 次世代 PHS FWA⇒モバイル放送
最悪値となる局間距離にて算出した所要改善量

与干渉 被干渉		次世代 PHS				
		FWA BS モデル 1.2	FWA BS モデル 3	FWA SS モデル 1	FWA SS モデル 2	FWA SS モデル 3
モバイル 放送	衛星	-	-	-	-	-
	端末	7.7dB 34m	16.9dB 390m	65.3dB 4m	52.5dB 26m	40.4dB 120m
	GF	-	-	-	-	-

表 3.4.5 モンテカルロ・シミュレーションを行った場合の結果

被干渉	与干渉	次世代PHS				
		FWA (P-MP)			FWA (P-P)	
		BSモデル1,2	SSモデル1	SSモデル2	BSモデル3	SSモデル3
モバイル放送 MS		1.07%	1.50%	1.24%	0.0%	0.02%

表 3.4.6 にガードバンド 5MHz におけるモバイル放送から次世代 PHS FWA への干渉についての最悪値条件での所要改善量を示す。

表 3.4.6 GB=5MHz モバイル放送⇒次世代 PHS FWA
最悪値となる局間距離にて算出した所要改善量

与干渉 被干渉		モバイル放送		
		衛星	端末	GF
次世代 PHS	FWA BS モデル 1.2	-19.1dB 37,000km (LOS)	-	33.6dB 20m [*] (LOS)
	FWA BS モデル 3	-15.3dB 37,000km (LOS)	-	41.4dB 20m [*] (LOS)
	FWA SS モデル 1	-9.1dB 37,000km (LOS)	-	14.5dB 260m (LOS)
	FWA SS モデル 2	-14.1dB 37,000km (LOS)	-	20.6dB 320m (LOS)
	FWA SS モデル 3	-16.8dB 37,000km (LOS)	-	23.3dB 280m (LOS)

*GF-BS 間については局間距離 20m に固定。

上記の計算より、ガードバンドとして 5MHz を確保すれば、次世代 PHS FWA がモバイル放送端末に与える干渉の発生確率は 3% を下回ることが確認された。干渉が問題となるような場合には、FWA BS、FWA SS 及びモバイル放送端末のフィルタ特性やアンテナ指向性等を考慮したサイトエンジニアリングを実施することにより、干渉回避が可能と考えられる。

また、モバイル放送のギャップフィルタを設置する対策を講じることによってもある程度干渉を回避できることから、3% の干渉発生確率を許容するとすれば、共存は可能であると考えられる。

モバイル放送ギャップフィルタが次世代 PHS FWA に与える干渉については、ガードバンド=5MHz により両者が共存するためには、モデル 1、2 の場合は、LOS で計算すると最大で 20dB の干渉を改善することが必要になる。しかし、NLOS で計算すると最大で約 14dB の所要改善量となるため、モデル 1、2 の FWA サービスでのアンテナ指向性を考慮しての干渉回避も可能と考えられる。また、実際の運用では、モバイル放送のギャップフィルタの設置が都市部中心であり、次世代 PHS FWA 利用が条件不利地域を想定していることからも共存可能と考えられる。

一方、モデル 3 については、実際の運用場所が限定され、また BS に加えて SS も事業者で管理することにすれば、サイトエンジニアリングによる干渉回避が可能となり共存可能と考えられる。

3.4.3 まとめ

FWA とモバイル放送間のガードバンドとして 5MHz を確保した場合、最悪値条件の干渉検討によると、FWA からモバイル放送端末への干渉については所要改善量が大いだが、モンテカルロ・シミュレーションによる干渉発生確率の検討結果およびサイトエンジニアリングやギャップフィルターの設置等の干渉回避策の検討結果から、3%の干渉発生確率を許容するとすれば、共存は可能であると考えられる。

また、モバイル放送ギャップフィルターから FWA への干渉については、それぞれの方式について 10~20dB 程度の所要改善量となるが、FWA アンテナの指向性を考慮した干渉回避が可能と考えられ、また、実際の運用では、モバイル放送のギャップフィルターの設置が都市部中心であり、FWA 利用が条件不利地域を想定していることから、この条件の下、両システムの共存は可能と考えられる。

以上より、FWA とモバイル放送の間のガードバンド幅は、5MHz が適当である。

3.5 所要ガードバンド幅

3.5.1 FWA システムと N-Star 端末間のガードバンド

N-Star による移動衛星サービスとの周波数共用のためには、前回報告書に示されたものと同様に少なくともガードバンドとして 10MHz を設けることが適当である。さらに、ガードバンドに隣接する 20MHz の範囲においては、3.3 項の調査結果から 3.3.2 項に示されるように一定の所要改善を行う運用制限が必要となる。なお、ここで、モデル 1 については、空中線電力を 27dBm から、MWA と同様の 23dBm に低減することが必要となる。

運用制限帯域の運用方法については、以下のような例が想定できる。

- ・運用制限帯域に関して利用を禁止
- ・輻射方向、e.i.r.p.の制限を課して利用可能とする
- ・N-Star への干渉を与えないことを条件とした免許とする
- ・FWA SS を事業者が管理し、運用場所を限定し、干渉範囲を小さくするなど

3.5.2 FWA システムとモバイル放送間のガードバンド

FWA システムとモバイル放送間の所要ガードバンド幅は、3.4 項の調査結果から、前回報告書と同様に 5MHz とすることが適当である。

3.5.3 まとめ

隣接する周波数帯を使用する無線システムとの共用には、図 3.5.1 に示すガードバンド及び制限バンドを設けることが必要となる。

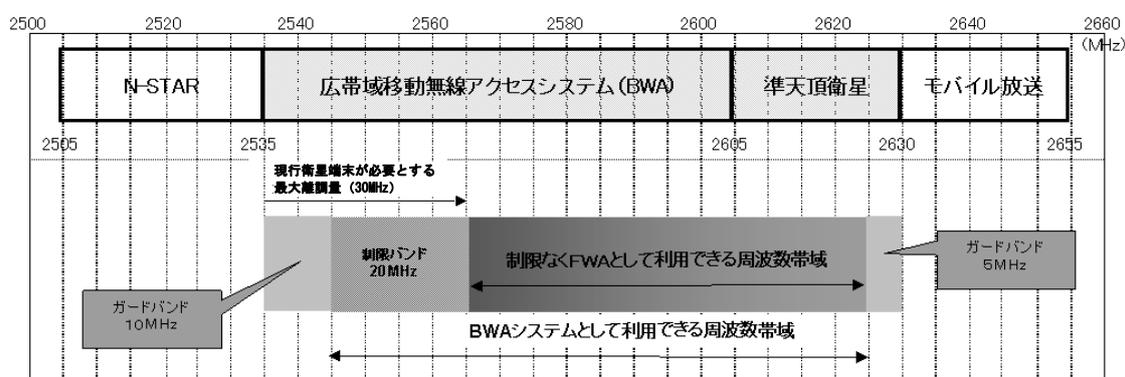


図 3.5.1 所要ガードバンド幅及び配置

第4章 広帯域移動無線アクセスシステム同士の周波数共用条件の調査

第1章で列記された調査対象システムと周波数共用条件調査が必要となる広帯域移動無線アクセスシステムとの組み合わせを表4.1に示す。

前回報告書に示されたとおり、事業者間での同期を前提としている場合の隣接チャネルとのガードバンドは、周波数利用効率の劣化を10%まで許容する場合において1MHz、非同期の場合には他システムと隣接する場合も含めて5MHzのガードバンドが必要と報告されている。従って、ここでの検討において検討対象の各システム間ガードバンドは、同期の場合で1MHz、非同期の場合で5MHzを前提条件とした。また、検討に用いた各モデルの諸元は、参考資料1-1及び4-1のとおりである。

表4.1 広帯域移動無線アクセスシステム同士の周波数共用条件の調査組み合わせ
(上段：隣接帯域 下段：同一周波数)

与干渉 被干渉		WiMAX				次世代PHS				MBTDD Wideband				MBTDD 625k-MC			
		MWA BS	MWA MS	FWA BS	FWA SS	MWA BS	MWA MS	FWA BS	FWA SS	MWA BS	MWA MS	FWA BS	FWA SS	MWA BS	MWA MS	FWA BS	FWA SS
WiMAX	MWA BS	済 同期	済 ○	○ 同期	○	済 ×	済 ×	○ ×	○	済 ×	済 ×	×	×	済 ×	済 ×	×	×
	MWA MS	済 ○	済 同期	○ 同期	○	済 ×	済 ×	○ ×	○	済 ×	済 ×	×	×	済 ×	済 ×	×	×
	FWA BS	○ 同期	○ ○	○ 同期	○	○ ×	○ ×	○ ×	○	○ ×	○ ×	×	×	○ ×	○ ×	×	×
	FWA SS	○ ○	○ 同期	○ 同期	○	○ ×	○ ×	○ ×	○	○ ×	○ ×	×	×	○ ×	○ ×	×	×
次世代PHS	MWA BS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	MWA MS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA BS	○ ×	○ ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA SS	○ ×	○ ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
MBTDD Wideband	MWA BS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	MWA MS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA BS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA SS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
MBTDD 625k-MC	MWA BS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	MWA MS	済 ×	済 ×	○ ×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA BS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	FWA SS	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

○：検討要 ×：検討不要
済：前回報告書において検討済み

第1章に示されるように、FWA BSは2種類のモデル、FWA SSは3種類のモデルに分類される。モデル1、2のBSは同一の諸元であり、且つモバイルシステムの共用検討時に用いたものとも同一諸元であることから、以下の各項の調査組み合わせ表で示すように再調査を要しない場合もある。

FWA SSは、固定的に設置して利用されるモデルが想定されている。従って、干渉検討の手法としては、モンテカルロ・シミュレーション等の確率論で議論することはできないため、原則として干渉量が最悪値となる条件について決定論的に計算を行った。(干渉計算での所要改善量の算出事例を参考資料4-2に示す。)

4.1 隣接帯域を使用する BWA 間の周波数共用

4.1.1 WiMAX FWA システム間

WiMAX FWA システム相互の共用条件検討については、システム間の同期を前提とした場合、FWA BS⇔FWA BS、FWA SS⇔FWA SS間の干渉検討は不要である。与干渉局と被干渉局の離隔距離については、アンテナパターンより干渉量が最大値を与える地点での調査を行った。非同期の場合は、ガードバンド(GB)を5MHzとすると共に、FWA BS⇔FWA BS、FWA SS⇔FWA SS間の干渉検討を加えた。ただし、BS相互間については局間距離=20mの場合について計算を行った。FWA BS、FWA SSのそれぞれのモデルについて、調査が必要な組み合わせ及び調査結果を同期の場合について表4.1.1、非同期の場合について表4.1.2に示す。

表 4.1.1 WiMAX FWA システム間（同期）の所要改善量(GB1MHz)

与干渉 被干渉		WiMAX FWA				
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
WiMAX FWA	モデル 1,2 BS	調査不要	調査不要	30.1dB	37.6dB	41.2dB
	モデル 3 BS	調査不要	調査不要	43.2dB	50.0dB	53.1dB
	モデル 1 SS	29.3dB	42.4dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2 SS	36.8dB	49.2dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3 SS	40.4dB	52.3dB	調査不要	調査不要	調査不要

※調査不要：同期のため調査不要

表 4.1.2 WiMAX FWA システム間（非同期）の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉		WiMAX FWA				
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
WiMAX FWA	モデル 1,2 BS	55.9dB	63.9dB	14.3dB	21.7dB	25.4dB
	モデル 3 BS	63.9dB	71.9dB	27.3dB	34.2dB	37.3dB
	モデル 1 SS	16.8dB	29.8dB	51.4dB	48.5dB	34.2dB
	モデル 2 SS	24.2dB	36.7dB	48.5dB	59.4dB	42.2dB
	モデル 3 SS	27.9dB	39.8dB	34.2dB	44.2dB	61.4dB

4.1.2 WiMAX FWA システム⇄WiMAX MWA システム間

同期を前提とした GB1MHz の場合及び非同期を想定した GB5MHz の場合について検討した。同期を前提とした場合には、FWA BS⇄MWA BS、FWA SS⇄MWA SS 間の干渉検討は不要である。離隔距離については、最悪値条件となる離隔について検討した。ただし、BS 相互間については局間距離=20m の場合について計算を行った。同期の場合についての結果を表 4.1.3 に、非同期の場合についての結果を表 4.1.4 に示す。

表 4.1.3 WiMAX FWA⇄WiMAX MWA 間（同期）の所要改善量(GB1MHz)

与干渉 被干渉		WiMAX						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデ ル 3BS	FWA モデ ル 1SS	FWA モデ ル 2SS	FWA モデ ル 3SS
WiMAX	MWA BS	—	済	調査不要	調査不要	42.1dB	44.9dB	47.8dB
	MWA MS	済	—	21.5dB	34.2dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 1,2BS	調査不要	22.3dB	—	—	—	—	—
	モデル 3BS	調査不要	35.0dB	—	—	—	—	—
	モデル 1SS	37.3dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 2SS	44.0dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 3SS	46.9dB	調査不要	—	—	—	—	—

※調査不要：同期のため調査不要

表 4.1.4 WiMAX FWA⇄WiMAX MWA 間（非同期）の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉		WiMAX						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデ ル 3BS	FWA モデ ル 1SS	FWA モデ ル 2SS	FWA モデ ル 3SS
WiMAX	MWA BS	—	—	48.5dB	56.5dB	26.2dB	29.0dB	31.9dB
	MWA MS	—	—	8.9dB	21.6dB	50.4dB	37.7dB	25.6dB
	モデル 1,2BS	48.5dB	6.4dB	—	—	—	—	—
	モデル 3BS	56.5dB	19.1dB	—	—	—	—	—
	モデル 1SS	24.7dB	46.4dB	—	—	—	—	—
	モデル 2SS	31.5dB	37.7dB	—	—	—	—	—
	モデル 3SS	34.4dB	25.6dB	—	—	—	—	—

4.1.3 WiMAX FWA システム⇔次世代 PHS MWA システム間

前回報告書でまとめられたシステム諸元であれば、このシステム間是非同期であることから、必要な GB は 5MHz となる。しかし、次世代 PHS は今後の標準化の動向により、WiMAX と同期とできる仕様となる可能性も含むため、同期で GB1MHz の場合についても追加検討を行った。FWA BS は WiMAX MWA の場合と同じ諸元であるモデル 1 及び 2 については、前回報告書にて検討済みであるため、モデル 3 のみが対象となる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.1.5 及び表 4.1.6 に示す。

表 4.1.5 WiMAX FWA⇔次世代 PHS MWA 間（非同期）の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉	次 PHS BS	次 PHS MS	WiMAX FWABS1,2	WiMAX FWABS3	WiMAX FWA SS1	WiMAX FWASS2	WiMAX FWASS3
次 PHS BS	—	—	47.6dB	55.6dB	20.7dB	27.4dB	30.3dB
次 PHS MS	—	—	11.3dB	24.0dB	48.7dB	40.1dB	27.9dB
FWA BS1,2	32.6dB	8.3dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	40.6dB	20.9dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	8.2dB	48.3dB	—	—	—	—	—
FWA SS2	14.9dB	39.5dB	—	—	—	—	—
FWA SS3	17.8dB	27.4dB	—	—	—	—	—

表 4.1.6 WiMAX FWA⇔次世代 PHS MWA 間（同期）の所要改善量(GB1MHz)

与干渉 被干渉	次 PHS BS	次 PHS MS	WiMAX FWABS1,2	WiMAX FWABS3	WiMAX FWA SS1	WiMAX FWASS2	WiMAX FWASS3
次 PHS BS	—	—	調査不要	調査不要	36.5dB	43.2dB	46.1dB
次 PHS MS	—	—	23.8dB	36.5dB	調査不要	調査不要	調査不要
FWA BS1,2	調査不要	18.3dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	調査不要	30.9dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	28.2dB	調査不要	—	—	—	—	—
FWA SS2	34.9dB	調査不要	—	—	—	—	—
FWA SS3	37.8dB	調査不要	—	—	—	—	—

※調査不要：同期のため調査不要

4.1.4 次世代 PHS FWA システム⇔WiMAX MWA システム間

GB5MHz を前提とするが、前項同様、同期できる場合の可能性も考慮し、同期（GB1MHz）の場合についても調査を行った。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.1.7 及び表 4.1.8 に示す。

表 4.1.7 次世代 PHS FWA⇔WiMAX MWA 間（非同期）の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉	WiMAX BS	WiMAX MS	次 PHS FWABS1,2	次 PHS FWABS3	次 PHS FWA SS1	次 PHS FWASS2	次 PHS FWASS3
WiMAX BS	—	—	31.9dB	36.9dB	22.1dB	28.8dB	31.7dB
WiMAX MS	—	—	-7.3dB	2.0dB	46.3dB	37.5dB	25.4dB
FWA BS1,2	46.7dB	4.6dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	59.7dB	22.3dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	24.9dB	46.6dB	—	—	—	—	—
FWA SS2	31.7dB	37.9dB	—	—	—	—	—
FWA SS3	41.6dB	32.8dB	—	—	—	—	—

表 4.1.8 次世代 PHS FWA⇔WiMAX MWA 間（同期）の所要改善量(GB1MHz)

与干渉 被干渉	WiMAX BS	WiMAX MS	次 PHS FWABS1,2	次 PHS FWABS3	次 PHS FWA SS1	次 PHS FWASS2	次 PHS FWASS3
WiMAX BS	—	—	調査不要	調査不要	32.1dB	38.8dB	41.7dB
WiMAX MS	—	—	12.7dB	22.0dB	調査不要	調査不要	調査不要
FWA BS1,2	調査不要	20.5dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	調査不要	38.2dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	37.5dB	調査不要	—	—	—	—	—
FWA SS2	44.2dB	調査不要	—	—	—	—	—
FWA SS3	54.1dB	調査不要	—	—	—	—	—

※調査不要：同期のため調査不要

4.1.5 WiMAX FWA システム⇔次世代 PHS FWA システム間

GB5MHz を前提とするが、前項同様、同期（GB1MHz）の場合についても調査を行った。相互の BS、SS が調査対象となるが、同期の場合には、BS 同士及び SS 同士の調査は不要となる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.1.9～4.1.12 に示す。

表 4.1.9 WiMAX FWA⇒次世代 PHS FWA 間(非同期)の所要改善量(GB5MHz)

被干渉		与干渉		WiMAX FWA		
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
次世代 PHS FWA	モデル 1,2 BS	54.1dB	62.1dB	12.9dB	20.3dB	23.9dB
	モデル 3 BS	64.1dB	72.1dB	27.5dB	34.3dB	37.4dB
	モデル 1 SS	16.9dB	30.0dB	51.6dB	48.7dB	34.4dB
	モデル 2 SS	24.4dB	36.8dB	48.7dB	65.6dB	42.4dB
	モデル 3 SS	28.1dB	39.9dB	34.4dB	42.4dB	67.6dB

表 4.1.10 WiMAX FWA⇒次世代 PHS FWA 間(同期)の所要改善量(GB1MHz)

被干渉		与干渉		WiMAX FWA		
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
次世代 PHS FWA	モデル 1,2 BS	調査不要	調査不要	28.7dB	36.2dB	39.8dB
	モデル 3 BS	調査不要	調査不要	43.3dB	50.2dB	53.3dB
	モデル 1 SS	29.5dBdB	42.5dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2 SS	36.9dB	49.4dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3 SS	40.6dB	52.5dB	調査不要	調査不要	調査不要

※調査不要：同期のため調査不要

表 4.1.11 次世代 PHS FWA⇒WiMAX FWA 間(非同期)の所要改善量(GB5MHz)

被干渉		与干渉		次世代 PHS FWA		
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
WiMAX FWA	モデル 1,2 BS	39.1dB	44.1dB	14.0dB	21.4dB	25.1dB
	モデル 3 BS	47.1dB	52.1dB	27.0dB	33.8dB	36.9dB
	モデル 1 SS	0.5dB	10.0dB	45.1dB	48.2dB	33.9dB
	モデル 2 SS	7.9dB	16.8dB	48.2dB	59.1dB	41.9dB
	モデル 3 SS	11.5dB	19.9dB	33.9dB	41.9dB	61.1dB

表 4.1.12 次世代 PHS FWA⇒WiMAX FWA 間(同期)の所要改善量(GB1MHz)

被干渉		与干渉		次世代 PHS FWA		
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
WiMAX FWA	モデル 1,2 BS	調査不要	調査不要	24.0dB	31.4dB	35.1dB
	モデル 3 BS	調査不要	調査不要	37.0dB	43.8dB	46.9dB
	モデル 1 SS	20.5dB	30.0dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2 SS	27.9dB	36.8dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3 SS	31.5dB	39.9dB	調査不要	調査不要	調査不要

※調査不要：同期のため調査不要

4.1.6 次世代 PHS FWA システム⇔次世代 PHS システム間

隣接チャネルを異なる事業者が次世代 PHS の MWA システムと FWA システムで同一地域に共存することは現段階では想定していない。従って、このシステムの組み合わせについては調査の対象としない。

4.1.7 WiMAX FWA システム⇔MBTDD Wideband システム間

この場合のシステム間のガードバンドは、システム間が非同期であることから、5MHz を前提条件とした。WiMAX MWA の場合と諸元が同じである FWA BS モデル 1 及び 2 については、前回報告書にて検討済みであるため、モデル 3 のみが対象となる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.1.13 に示す。

表 4.1.13 WiMAX FWA⇔MBTDD Wideband 間の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉	MBTDD -W BS	MBTDD -W MS	WiMAX FWABS1,2	WiMAX FWABS3	WiMAX FWA SS1	WiMAX FWASS2	WiMAX FWASS3
MBTDD-W BS	—	—	58.9dB	66.9dB	32.2dB	28.7dB	31.9dB
MBTDD-W MS	—	—	13.1dB	19.1dB	40.4dB	35.2dB	23.0dB
FWA BS1,2	52.0	-2.1dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	67.0dB	3.0dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	6.0dB	32.5dB	—	—	—	—	—
FWA SS2	32.0dB	32.0dB	—	—	—	—	—
FWA SS3	52.0dB	12.8dB	—	—	—	—	—

4.1.8 WiMAX FWA システム⇔MBTDD 625k-MC システム

この場合のシステム間のガードバンドは、システム間が非同期であることから、5MHz を前提条件とした。FWA BS は WiMAX モバイルの場合と同じ諸元であるモデル 1 及び 2 については、前回報告書にて検討済みであるため、モデル 3 のみが対象となる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.1.14 に示す。

表 4.1.14 WiMAX FWA⇔MBTDD 625k-MC 間の所要改善量(GB5MHz)

与干渉 被干渉	MBTDD -625k BS	MBTDD -625k MS	WiMAX FWABS1,2	WiMAX FWABS3	WiMAX FWA SS1	WiMAX FWASS2	WiMAX FWASS3
MBTDD-625k MC BS	—	—	27.1dB	35.1dB	4.6dB	11.2dB	13.8dB
MBTDD-625k MC MS	—	—	-14.2dB	-1.5dB	23.2dB	14.6dB	2.4dB
FWA BS1,2	48.0dB	-1.7dB	—	—	—	—	—
FWA BS3	56.0dB	10.3dB	—	—	—	—	—
FWA SS1	28.2dB	38.7dB	—	—	—	—	—
FWA SS2	34.6dB	28.9dB	—	—	—	—	—
FWA SS3	37.2dB	16.8dB	—	—	—	—	—

4.1.9 隣接帯域における共用条件の更なる検討

前項までで、考えられる組み合わせの最悪値条件による検討を加えた。全般的に大きな改善量が必要となっており、より具体的な隣接帯域共用の可能性又は必要な制約条件などを検討しておくことが必要である。特に MWA システムと FWA システムの共用手法について検討することは重要である。

モデル 1 及び 2 については、BS の諸元が MWA と同一であるが、SS は e.i.r.p. が大きく固定的に使用されるため、BWA BS、FWA BS、FWA SS の配置によっては、FWA SS-BS 間で干渉が大きくなる恐れがある。このことから、MWA、FWA 双方の BS の距離をどの程度保てば干渉確率がどの程度になるかという点を調査した。同一地域を両システムが隣接帯域を用いてサービスする場合を想定すると、ここでは周波数の効率的な利用を勧告し、まず、同期を前提とした検討を行った。FWA SS ⇄ MWA BS の場合、FWA SS はアンテナに指向性を持たせ、自システムの FWA BS に対向させるため、FWA BS と MWA BS が離れるほど干渉が発生しなくなる。従って、ある距離を BS 間に設定し、FWA SS のアンテナパターンを考慮した干渉発生確率を FWA SS の存在場所率として検討を行った。

MWA MS ⇄ FWA BS 間の干渉については、モデル 1、2 の諸元が前回報告書での諸元と同様である。前回報告書によれば、同期するシステム間においてはガードバンド 1MHz において隣接帯域での周波数共用が可能であるとしている。ここでは、GB1MHz を前提にこの結果を参照し、追加検討は不要と考えられる。

また、同期する FWA システム間では、FWA BS ⇄ FWA SS 間で高い所要改善量が最悪値計算で示された。当該ガードバンドにて共用するためには、FWA BS 間のサイトエンジニアリング、FWA BS 及び FWA SS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等の事業者間の調整を十分に図る必要がある。

次に非同期を前提とした場合（GB5MHz）であるが、同期を前提とした場合に加えて、BS ⇄ BS、MWA MS ⇄ FWA SS、FWA SS ⇄ FWA SS の干渉について検討が必要となる。BS ⇄ BS 間については、前述の通り FWA BS の諸元が前回報告書の MWA BS と同一であるため、前回報告書での BS ⇄ BS 間の検討結果を参照することとし、追加検討は不要と考えられる。

MWA MS ⇄ FWA SS 間については、最悪値検討にて干渉の可能性が示されたが、どの程度の干渉確率であるかをモンテカルロ・シミュレーションを用いて検証しておく必要がある。

また、FWA SS ⇄ FWA SS 間については、前述の最悪値となる所要改善量として高い値が算出されており、当該ガードバンドにて共用するためには、FWA BS 間のサイトエンジニアリング、FWA SS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等の事業者間の調整を十分に図る必要がある。

FWA のモデル 3 の場合では、最悪値検討では大きな改善量が算出されているが、BS、SS 共にアンテナの指向特性が強いため、設置距離やアンテナ角度によるサイト

エンジニアリングによって、MWAシステムとの干渉を回避できる可能性は大きい。更に山間部等特定エリアでの条件不利地域中継系に限定し、MWA MS との離隔距離を確保できれば、更に実現性を増す。

4.1.9.1 モデル1及び2の共用条件（FWA SS⇔BWA BS）

FWA SS から MWA BS の場合の最悪値条件での検討は、図 4.1.15 のように、BWA BS、FWA BS、FWA SS がほぼ一直線上に並ぶような最悪の配置を想定している。しかし、実際の環境では、FWA SS アンテナは水平面の指向性を持っていることから、すべての加入者局において最悪値条件となるわけではない。

それぞれの基地局の配置や離隔距離が決定すれば、検討の対象となっている FWA SS のうち、所要改善量がプラスとなるものの統計的比率を求めることが出来ることから、ガードバンドと基地局間の離隔距離をパラメータとしたモデルを作成し、計算を行った。以下では、代表的なケースとして WiMAX 同士を対象として検討を行っている。

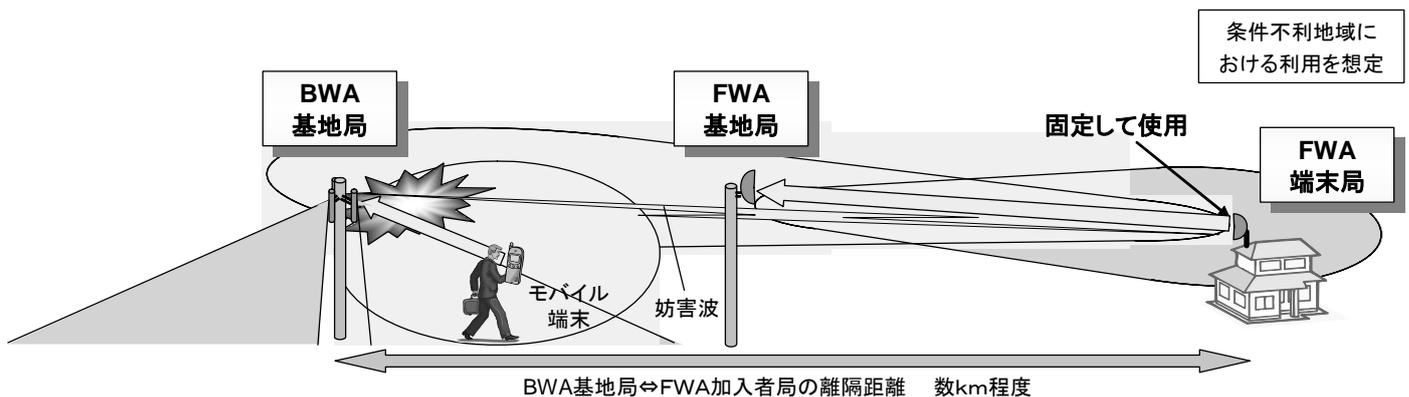


図 4.1.15 FWA SS⇒MWA BS 干渉検討における最悪値検討の位置関係の例

計算においては、FWA BS 1 局、FWA SS 1 局、複数の MWA BS が存在するモデルを仮定し、FWA のサービス半径内を FWA SS が分布したときに、それぞれについて最悪条件の計算と同様の計算を行い、いずれかの MWA BS との間で所要改善量がプラスとなる面積の比率を求めた。

(1) モデル1

モデル1では、FWA および MWA のサービス半径をどちらも 1500m と仮定して計算を行った。このとき、FWA SS 1 局により所要改善量がプラスとなる（干渉となる）場所率は以下の通りとなる。

なお、計算の前提条件となるスプリアスは、技術基準の絶対値規定が適用されるものと想定し、ペネトレーション損失は 0 dB として計算を行った。

《FWA SS⇒MWA BS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	78.8%	2.6%	0%
GB=2MHz	14.1%	1.2%	0%
GB=5MHz	2.6%	0.6%	0%

《MWA BS⇒FWA SS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	69.3%	2.4%	0%
GB=2MHz	37.4%	1.7%	0%
GB=5MHz	5.4%	1.0%	0%

(2) モデル2 (FWA SS 空中線利得=20dBi)

モデル2のアンテナ利得=20dBiの端末を使用する場合について、MWAのサービス半径を1500m、FWAのサービス半径を4000mと仮定して計算を行なった。このとき、FWA SS 1局により所要改善量がプラスとなる（干渉となる）場所率は以下の通りとなる。

《FWA SS⇒MWA BS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	88.1%	29.8%	4.8%
GB=2MHz	29.8%	7.4%	1.8%
GB=5MHz	12.2%	2.0%	0.8%

《MWA BS⇒FWA SS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	80.8%	27.6%	4.6%
GB=2MHz	56.6%	17.7%	3.3%
GB=5MHz	15.4%	2.7%	1.0%

(3) モデル2 (FWA SS 空中線利得=25dBi)

モデル2のアンテナ利得=25dBiの端末を使用する場合について、MWAのサービス半径を1500m、FWAのサービス半径を4000mと仮定して計算を行った。このとき、FWA SS 1局により所要改善量がプラスとなる（干渉となる）場所率は以下の通りとなる。

なお、計算の前提条件となるスプリアスは、技術基準の絶対値規定が適用されるものと想定して計算を行った。

《FWA SS⇒MWA BS》

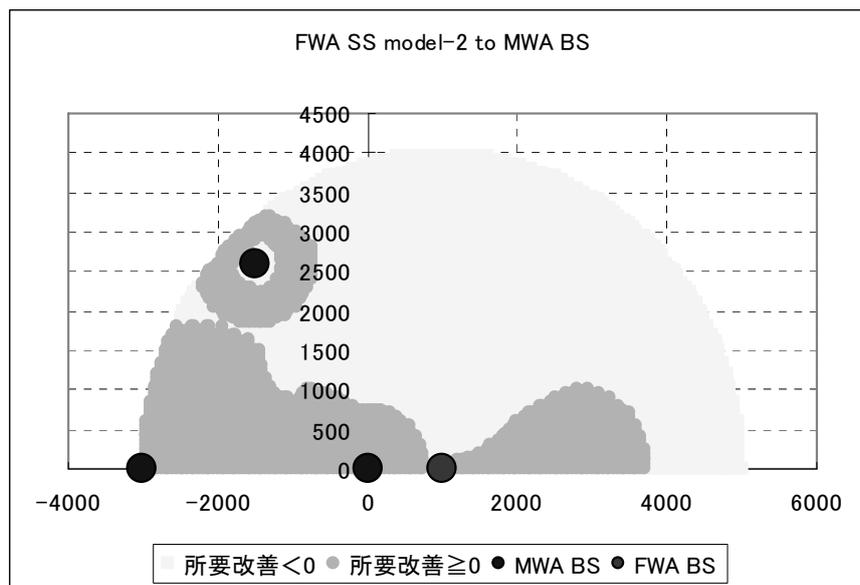
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	100%	45.5%	8.0%
GB=2MHz	56.9%	17.8%	3.3%
GB=5MHz	22.4%	4.8%	1.3%

《MWA BS⇒FWA SS》

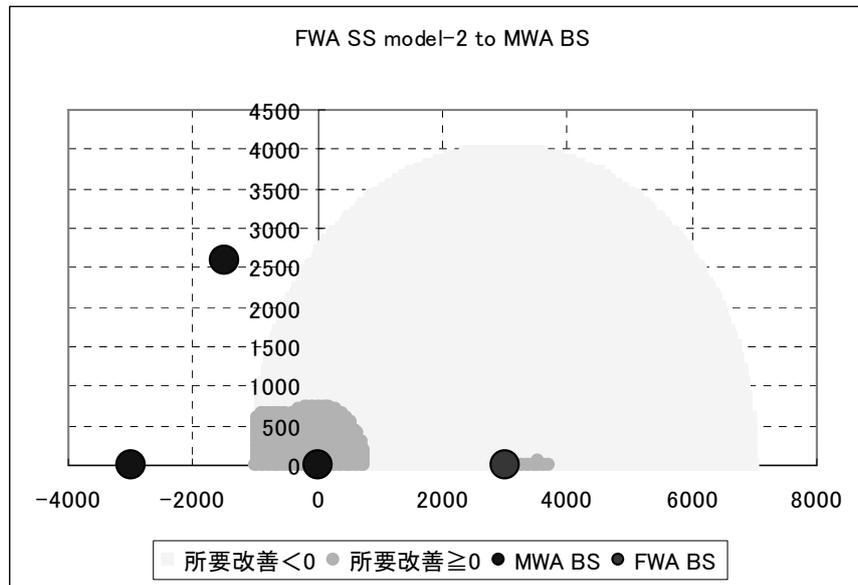
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	97.8%	42.4%	7.3%
GB=2MHz	94.7%	32.9%	5.2%
GB=5MHz	32.7%	8.6%	2.0%

上記の計算のうち代表的なものについて、干渉が発生する FWA SS の分布状況を示す。詳細については参考資料 4-4 を参照のこと。

《モデル 2 / FWA SS⇒MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m》



《モデル 2 / FWA SS⇒MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=3000m》



《モデル 2 / FWA SS⇒MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=150m》

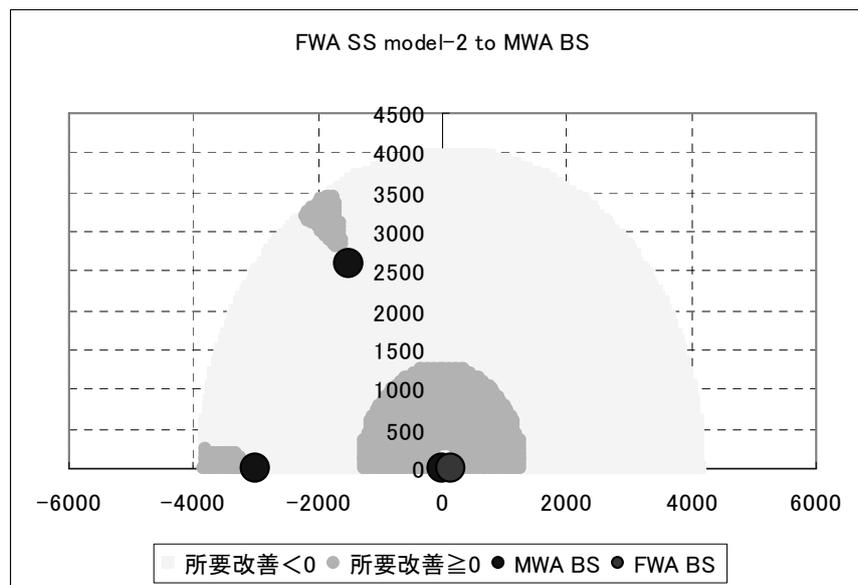


図 4.1.16 ガードバンド 1MHz における BS 間距離と干渉エリアの関係

以上の計算により、FWA SS が MWA MS よりも高い e.i.r.p. で運用する場合は、BS 間の距離を確保する必要がある。したがって、両者が共用できるためには、以下のような条件を課すことが適当であると考えられる。

- ① FWA SS の e.i.r.p. については、BWA システム相互間および他の無線システムに干渉を与えない範囲内で、干渉検討に用いた値である 40dBm* を上限とすることが出来る。

- ② 運用事項として、BWA システム間が、同一エリアで e.i.r.p.を増加して運用する場合は、干渉が発生しないように e.i.r.p.の増加量について事業者間調整を図ることが望ましい。

実際には、特に条件不利地域において当面の間は、FWA SS を含む複数の BWA システムがサービスエリア内に面的に広がっていることは考えにくいことから、上記の事業者間調整が必要となる場面は限定され、BWA BS と FWA BS との間の干渉調整により、干渉の発生はほぼ避けられると考えられる。

なお、モデル 1、2 の FWA SS を運用する事業者が先行してサービス提供している地域において、将来的に、他の事業者が後からモバイルのサービスを面的に展開するような場合は、先行事業者の FWA SS が後続事業者のエリア展開に対して非常に大きな影響を与えるおそれがある。従って、このような場合は、改めて事業者間調整を図る必要がある。

このような状況における干渉回避の例としては、MWA BS の設置場所やセクタ構成の調整、先行事業者が需要の増加に応じて基地局の増設等を行うことに伴う FWA SS の空中線電力及び空中線利得の調整、FWA SS の空中線指向方向の調整等が考えられる。

他システム間の場合においても同様の検討が可能であり、結論として WiMAX 同士の場合と共通の考え方から事業者間調整を前提とすることが望ましいと考えられる。

* モデル 1 SS の e.i.r.p.は、送信機出力 27dBm + 空中線利得 10dBi - フィーダーロス 0dB = 37dBm
モデル 2 SS の e.i.r.p.は、送信機出力 23dBm + 空中線利得 20dBi - フィーダーロス 3dB = 40dBm
となることから、40dBm を上限とすることで 2 つのモデルを包括。

4.1.9.2 モデル 1 及び 2 の共用条件 (MWA MS⇔FWA BS)

この組み合わせは、基地局諸元が MWA と同等であることから、前回報告書における隣接チャネルの MS-BS 間干渉と同様、モンテカルロ・シミュレーションでの確率論を使うことができる。一方、今回の FWA システムは、条件不利地域における使用を想定しているため、FWA BS が存在する近傍の MWA MS の密度は、MWA システム検討時に用いた値からは比べて低いと想定できる。従って、MWA システムの干渉検討時に、同期の場合ガードバンド 1MHz、非同期の場合ガードバンド 5MHz で共用可能と結論されたことから、今回は再検討を行わなくとも、同様のガードバンド条件において共存可能と考えられる。

4.1.9.3 モデル1及び2の共用条件（MWA MS⇔FWA SS）

最悪値検討の結果、何れのシステムの組み合わせでも高い改善量が必要であることが示された。MWA MS と FWA SS の組み合わせについては、MWA MS が移動するためモンテカルロ・シミュレーションを用いた干渉確率を算出した。MWA SS～FWA SS1,2（非同期 GB5MHz の場合）は表 4.1.4、表 4.1.5、表 4.1.7、表 4.1.13 及び表 4.1.14 にそれぞれの組み合わせによる最悪値計算結果が示されているが、WiMAX 同士の場合の表 4.1.4 の当該データが他の組み合わせの当該データと同等若しくは大きい値であるため、WiMAX 同士の場合についてのみシミュレーションを行った。

結果は、表 4.1.17（パラメータは参考資料 4-5）に示される通りである。FWA SS が与干渉の場合と被干渉の場合で大きな差があるのは、想定しているアクティブユーザー数の差である。FWA SS が被干渉の場合には比較的高い確率となっており、4.1.9.1 項での SS⇔BS 間検討結果と同様、条件不利地域において複数の事業者が面的サービスエリアを展開するような場合になれば、基地局側の対処も含めて、事業者間の調整を図ることが必要である。

表 4.1.17 MWA MS⇔FWA SS 間干渉確率（モンテカルロ・シミュレーション）

		与干渉		
		MWA SS	FWA SS1	FWA SS2
GB 1MHz	MWA SS	—	<0.1%	<0.1%
	FWA SS1	9.8%	—	—
	FWA SS2	14.0%	—	—
GB 5MHz	MWA SS	—	<0.1%	<0.1%
	FWA SS1	5.2%	—	—
	FWA SS2	5.9%	—	—

4.1.9.4 モデル3の共用条件 (FWA SS⇔BWA BS)

モデル3におけるFWA SSとMWA BSとの最悪値条件での干渉検討では、図4.1.18のように、BWA BS、FWA BS、FWA SSがほぼ1直線上に並ぶような最悪の配置を想定しており、ここで考慮すべき干渉の発生組合せは、FWA SSからBWA BSへの与干渉であって50dBの改善量が必要である。しかし、実際の環境では、FWA SSアンテナは水平面の指向性を持っていること、およびモデル3でのFWA SSの設置は一台であることであることを考慮すると干渉回避できる可能性がある。

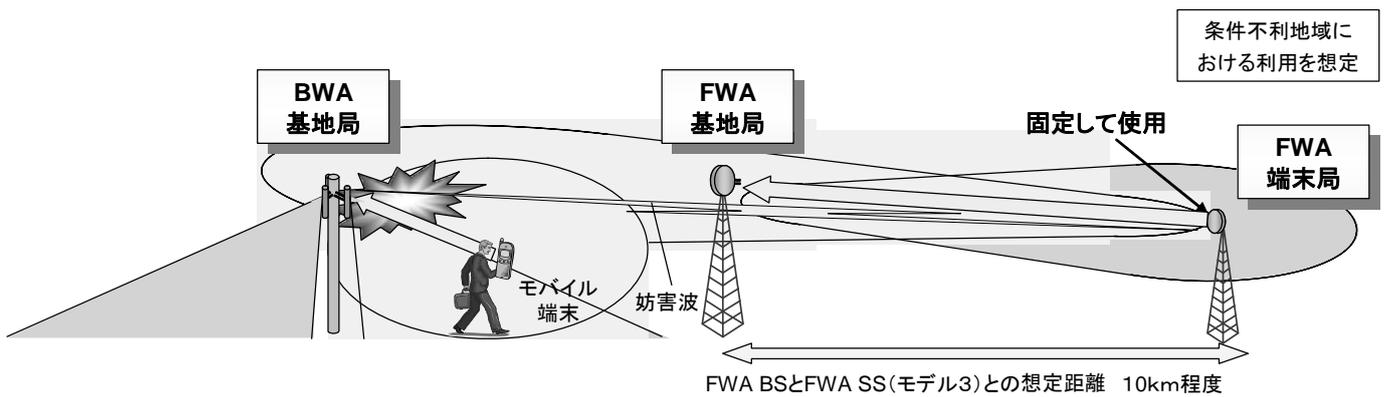


図 4.1.18 最悪値検討における位置関係

図 4.1.19 に FWA SS に使用するアンテナの指向特性を示す。この図からわかるように、最大指向性を示す方向から 48 度以上の角度の広がりをもった領域に関しては、その利得は 30dB 程度の減衰を示し、この方向への与干渉量はその分だけ少なくなると考えられる。

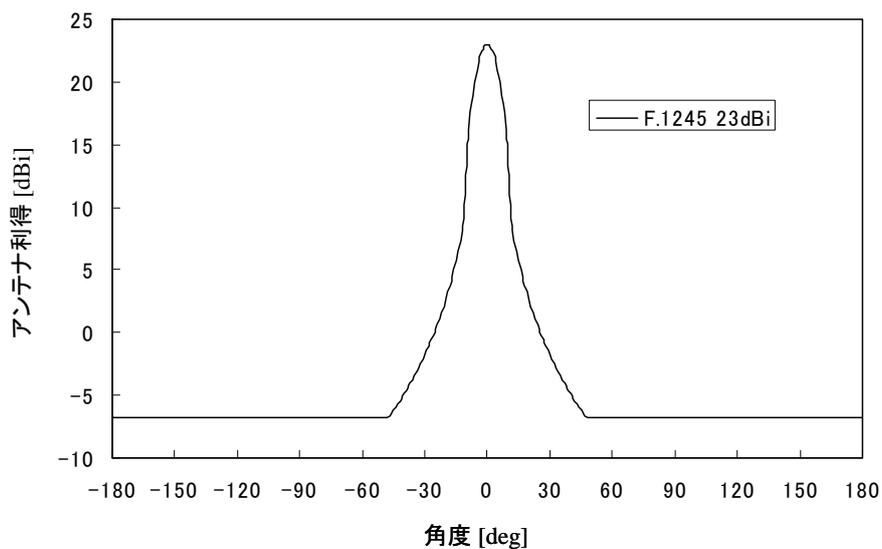


図 4.1.19 FWA SS のアンテナ指向特性

一方、モデル3における利用環境は、図 4.1.20 に示すように、山などの地理的な環境によってモバイルサービスとの地域的に分離して利用することを前提としている。そのため、伝搬特性に地形的な減衰を要素として加味する事ができる。

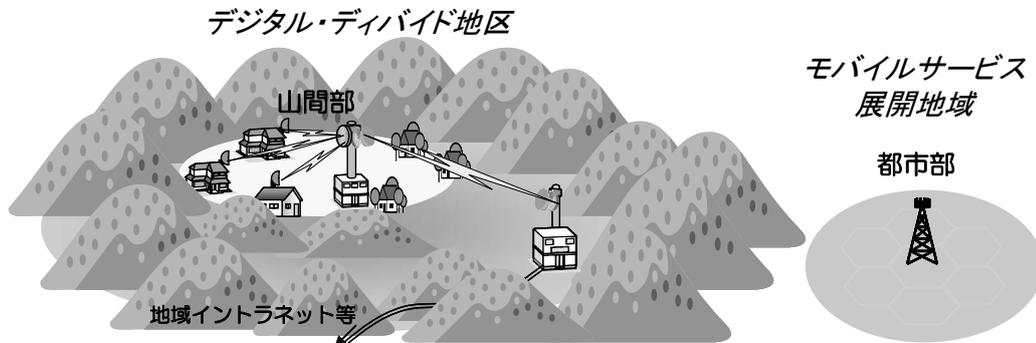


図 4.1.20 モデル3での使用を想定する地理的環境

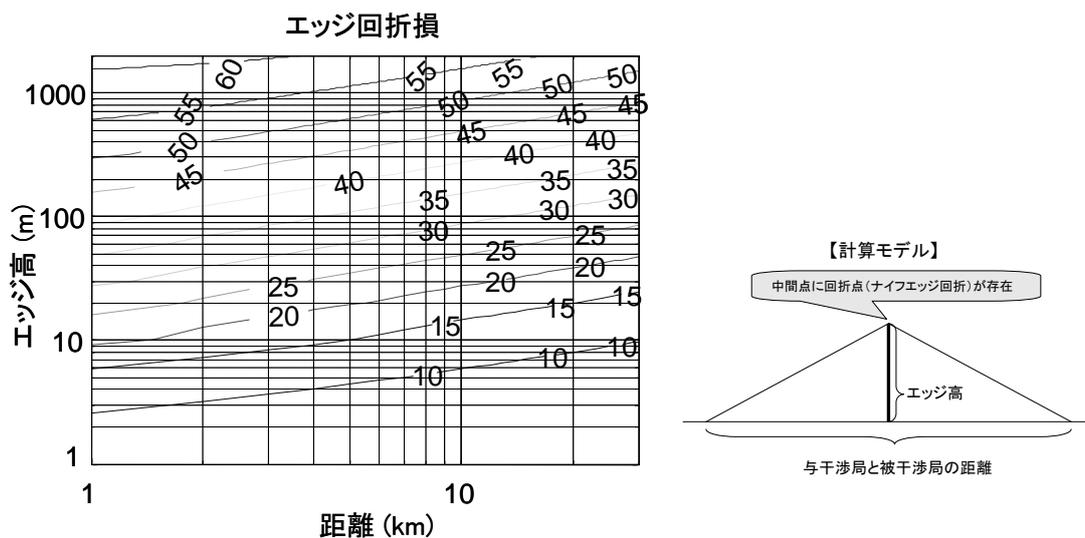


図 4.1.21 地形による付加損失（ナイフエッジ回折損）

図 4.1.21 には地形的環境が伝搬に与える影響の例として、与干渉局と被干渉局の間に山が存在する場合のナイフエッジ回折による回折損の計算結果を示す。ここに示されるように、数 km 離れた与干渉局と被干渉局の間に 200~300m 級の山が存在することを想定すると、この場合の回折によって生じる自由空間損失に対する付加損失は 40~50dB となる。また、複数の山の存在を仮定することによりこの損失はさらに大きくなる。

条件不利地域において、モバイルサービスを提供する地域に対してこのような特定の地理的条件を満たす場合の利用に限定し、さらに前述の FWA SS のアンテナ指向性の方向考慮した場合には、70~80dB 程度の干渉量抑圧が実現され、干渉発生が回避されるため共存が可能となる。

ところで、BWA BS から FWA SS が受ける与干渉に関しても考慮が必要であるが、上記のような条件を満たすことによってこの組合せに関しても同時に干渉の発生が回避できる。

以上より、モデル 3 の FWA SS は他のシステムに干渉を及ぼさない前提で使用可能となり、このためには、山などによりモバイルサービスとの間で地域を分離するとともに、アンテナの指向特性に対する留意が必要である。さらに、FWA SS は中継用途での使用であるため、運用開始後も含め事業者設備として FWA BS とともに当該事業者により厳密に管理されることによって、モバイルサービスと地理的に分離された利用が維持でき、もし干渉が発生するおそれがある場合には事業者間の調整を図ることにより干渉の発生を回避しなくてはならない。

4.1.10 隣接帯域を使用する BWA 間のガードバンド幅

4.1.10.1 同期するシステム間のガードバンド幅

同期するシステム間のガードバンド幅については、1MHz を前提に行ったところ、幾つかの条件を前提に、おおむね共存可能という結果が得られた。

BWA と FWA（モデル 1 及び 2）の帯域が隣接する場合については、FWA の使用地域が条件不利地域であることを想定した上で、以下の条件が必要となる。

- ① FWA SS の e.i.r.p.については、BWA システム相互間および他の無線システムに干渉を与えない範囲内で、40dBm を上限とすることが出来る。
- ② 運用事項として、BWA システム間が、同一エリアで e.i.r.p.を増加して運用する場合は、干渉が発生しないように e.i.r.p.の増加量について事業者間調整を図ることが望ましい。

なお、ガードバンドが広いほど、上記の事業者間調整が容易となる。

また、BWA と FWA（モデル 3）が隣接する場合については、山などによりモバイルサービスとの間で地域を分離するとともに、アンテナの指向特性に対する留意が必要である。さらに、FWA SS は中継用途での使用であるため、運用開始後も含め事業者設備として FWA BS とともに当該事業者により厳密に管理されることにより、モバイルサービスと地理的に分離された利用が維持でき、もし干渉が発生するおそれがある場合には事業者間の調整を図ることにより干渉の発生を回避しなくてはならない。

4.1.10.2 非同期のシステム間のガードバンド幅

非同期のシステム間のガードバンド幅については、5MHz を前提に行ったところ、下記の追加所用改善量を改善するため、BWA BS 間のサイトエンジニアリングやセクタ構成の調整、BWA BS 及び FWA SS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等を行うことを前提に、おおむね共存可能という結果が得られた。ここで、FWA SS（モデル 1 及び 2）から MWAMS への干渉については、モンテカルロ・シミュレーションの結果、問題ないと考えられる。なお、同期可能なシステム同士の場合は、同期することが望ましい。

表 4.1.22 WiMAX BWA 間での非同期の場合の追加所要改善量

与干渉 被干渉		WiMAX						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデ ル 3BS	FWA モデ ル 1SS	FWA モデ ル 2SS	FWA モデ ル 3SS
WiMAX	MWA BS	—	—	48.5dB	48.5dB	—	—	—
	MWA MS	—	—	—	—	—	—	25.6dB
	モデル 1,2BS	48.5dB	—	55.9dB	55.9dB	—	—	—
	モデル 3BS	56.5 dB	—	63.9dB	63.9dB	—	—	—
	モデル 1SS	—	46.2 dB	—	—	51.4dB	48.5dB	34.2dB
	モデル 2SS	—	38.1 dB	—	—	48.5dB	59.4dB	42.2dB
	モデル 3SS	—	28.9 dB	—	—	34.2dB	44.2dB	61.4dB

※ データは表 4.1.2 及び表 4.1.4 より引用

表 4.1.23 WiMAX⇔次世代 PHS 間での非同期の場合の追加改善所要量

与干渉 被干渉	MWA BS	MWA MS	FWABS1,2	FWABS3	FWA SS1	FWASS2	FWASS3
MWA BS	—	—	47.6dB 31.9dB	55.6dB 36.9dB	—	—	—
MWA MS	—	—			—	—	27.9dB 25.4dB
FWA BS1,2	46.7dB 32.6dB	—	—	—	—	—	—
FWA BS3	59.7dB 40.6dB	—	—	—	—	—	—
FWA SS1	—	46.6dB 48.3dB	—	—	—	—	—
FWA SS2	—	37.9dB 39.5dB	—	—	—	—	—
FWA SS3	—	32.8dB 27.4dB	—	—	—	—	—

※ 上段：WiMAX⇔次世代 PHS、下段：次世代 PHS⇔WiMAX 方向の干渉による所要改善量

※ データは表 4.1.5 及び表 4.1.7 より引用

4.2 同一周波数を使用する BWA⇔FWA 間の周波数共用

WiMAX FWA システム若しくは次世代 PHS FWA システムが、同一周波数（チャンネル）を MWA システムと共用する場合及び FWA システム同士が同一周波数（チャンネル）を共用する場合について最悪値条件で調査した。MBTDD Wideband と MBTDD 625k-MC については、FWA 利用が想定されていないため、また、これら 2 つのシステムと、WiMAX 若しくは次世代 PHS が同一周波数を使用する状況は想定されていないため、調査対象となる組み合わせは、以下の項の 4 種類になる。

4.2.1 WiMAX FWA システム⇔WiMAX MWA システム間

同一周波数を使用する場合のシステム間は、同期を前提にしなければ、BS⇔BS 間及び MS⇔SS 間にも干渉が起こり、周波数割当、商用サービスを考えると現実的ではない。従って、調査対象は、同期を前提としシステム相互の BS⇔MS/SS の組み合わせとなる。FWA BS1、2 の諸元は前回報告書における MWA システムの調査時と同一であるため、再調査は不要である。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1 WiMAX FWA⇔WiMAX MWA 間の所要改善量(同一チャンネル)

与干渉 被干渉		WiMAX						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデル 3BS	FWA モデル 1SS	FWA モデル 2SS	FWA モデル 3SS
WiMAX	MWA BS	調査不要	—	調査不要	調査不要	59.1dB	61.9dB	64.8dB
	MWA MS	—	調査不要	57.3dB	62.0dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 1,2BS	調査不要	37.5dB	—	—	—	—	—
	モデル 3BS	調査不要	55.2dB	—	—	—	—	—
	モデル 1SS	73.3dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 2SS	80.0dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 3SS	89.9dB	調査不要	—	—	—	—	—

※調査不要：同期のため、調査不要

4.2.2 WiMAX FWA システム間

システム間は同期を前提にしており、BS⇔BS 間及び MS⇔SS 間は干渉が発生しない。従って、調査対象はシステム相互の BS⇔MS/SS の組み合わせとなる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.2.2 に示す。

表 4.2.2 WiMAX FWA システム間の所要改善量(同一チャンネル)

与干渉 被干渉		WiMAX FWA				
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
WiMAX FWA	モデル 1,2 BS	調査不要	調査不要	51.1dB	54.6dB	58.2dB
	モデル 3 BS	調査不要	調査不要	64.2dB	67.0dB	70.1dB
	モデル 1 SS	65.1dB	70.2dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2 SS	72.6dB	77.0dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3 SS	76.2dB	80.1dB	調査不要	調査不要	調査不要

※調査不要：同期のため、調査不要

4.2.3 次世代 PHS FWA システム⇔次世代 PHS MWA システム間

システム間は同期を前提にしており、BS⇔BS 間及び MS⇔SS 間は干渉が発生しない。従って、調査対象は、システム相互の BS⇔MS/SS の組み合わせとなる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.2.3 に示す。

表 4.2.3 次世代 PHS FWA⇔次世代 PHS MWA 間の所要改善量(同一チャネル)

与干渉 被干渉		次世代 PHS						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデ ル 3BS	FWA モデ ル 1SS	FWA モデ ル 2SS	FWA モデ ル 3SS
次世代 PHS	MWA BS	調査不要	—	調査不要	調査不要	57.4dB	60.1dB	63.0dB
	MWA MS	—	調査不要	54.9dB	64.1dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 1,2BS	調査不要	39.9dB	—	—	—	—	—
	モデル 3BS	調査不要	54.1dB	—	—	—	—	—
	モデル 1SS	68.4dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 2SS	75.1dB	調査不要	—	—	—	—	—
	モデル 3SS	78.0dB	調査不要	—	—	—	—	—

4.2.4 次世代 PHS FWA システム間

システム間は同期を前提にしており、BS⇔BS 間及び MS⇔SS 間は干渉が発生しない。従って、調査対象は、システム相互の BS⇔SS の組み合わせとなる。調査に必要な組み合わせ及び調査結果を表 4.2.4 に示す。

表 4.2.4 次世代 PHS FWA システム間の所要改善量(同一チャネル)

与干渉 被干渉		次世代 PHS FWA				
		モデル 1,2 BS	モデル 3 BS	モデル 1 SS	モデル 2 SS	モデル 3 SS
次世代 PHS FWA	モデル 1,2 BS	調査不要	調査不要	49.7dB	53.1dB	56.7dB
	モデル 3 BS	調査不要	調査不要	64.2dB	67.0dB	70.1dB
	モデル 1 SS	60.7dB	70.2dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2 SS	68.1dB	77.0dB	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3 SS	71.7dB	80.1dB	調査不要	調査不要	調査不要

4.2.5 同一周波数における共用条件の更なる検討

異なる事業者が同一周波数を同一地域で FWA と MWA 又は双方で FWA をサービスすることは、表 4.2.1～表 4.2.4 の結果が示すように非常に困難であると言える。MWA MS のアンテナが無指向性であり、被干渉及び与干渉源となる可能性が大きく、干渉の回避は距離的離隔しかないと考えられる。FWA 同士の場合でも、サービスエリアが重複し異なる事業者の SS が互いに向き合う状況となると干渉回避の方法がない。必然的に同一周波数を使用する場合の異なる事業者は、システムの地理的離隔を保たねばならない。

表 4.2.1～表 4.2.4 で示された所要改善量がゼロとなる距離として換算したものを表 4.2.5 及び表 4.2.6 に示す。同一周波数を用いる事業者は、互いにこの表で示された距離以上にシステムを離隔するか、山岳等の地形的条件などにより、表 4.2.1～表 4.2.4 の所要改善量を確保する必要がある。

なお、FWA モデル 3SS については、空中線地上高が 16m と高いことから、LOS での干渉検討を行ってきており、この距離算出結果についても LOS の場合となっている。実際にはこの結果のような距離が見通しとなる状況となることは考え難い。NLOS での計算では、モデル 3SS⇒MWA BS は数キロ、MWA BS⇒モデル 3SS は十数キロ程度となることを参考までに付記しておく。

表 4.2.5 WiMAX システム間の必要離隔距離（同一チャネル）

与干渉 被干渉		WiMAX						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデル 3BS	FWA モデル 1SS	FWA モデル 2SS	FWA モデル 3SS
WiMAX	MWA BS	調査不要	—	調査不要	調査不要	4,700m	10,000m	281,000m
	MWA MS	—	調査不要	7,500m	7,500m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 1,2BS	調査不要	2,200m	調査不要	調査不要	6,000m	13,900m	43,900m
	モデル 3BS	調査不要	3,900m	調査不要	調査不要	11,900m	26,700m	84,800m
	モデル 1SS	11,200m	調査不要	17,700m	17,700m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2SS	32,100m	調査不要	52,100m	52,100m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3SS	2,219,800m	調査不要	166,000m	166,000m	調査不要	調査不要	調査不要

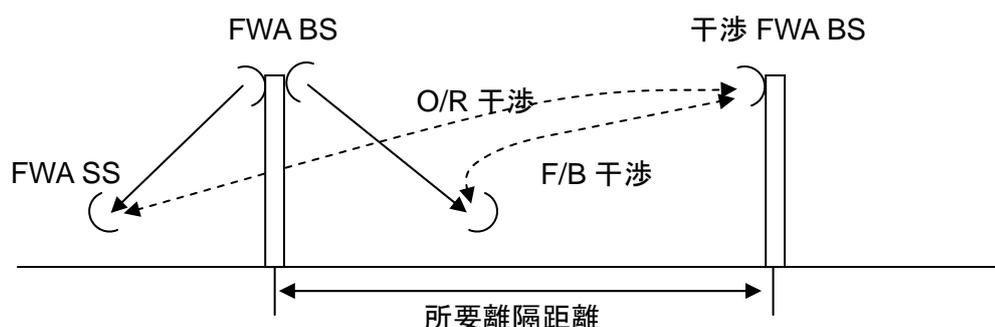
表 4.2.6 次世代 PHS システム間の必要離隔距離（同一チャネル）

与干渉 被干渉		次世代 PHS						
		MWA BS	MWA MS	FWA モデル 1,2BS	FWA モデル 3BS	FWA モデル 1SS	FWA モデル 2SS	FWA モデル 3SS
次世代 PHS	MWA BS	調査不要	—	調査不要	調査不要	4,372m	9,333m	247,537m
	MWA MS	—	調査不要	6,274m	8,792m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 1,2BS	調査不要	2,247m	調査不要	調査不要	6,099m	13,792m	552,323m
	モデル 3BS	調査不要	4,495m	調査不要	調査不要	11,945m	26,947m	1.651,729m
	モデル 1SS	8,700m	調査不要	12,766m	17,851m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 2SS	24,784m	調査不要	37,655m	52,604m	調査不要	調査不要	調査不要
	モデル 3SS	1,389,626m	調査不要	2,937,235m	5,223,224m	調査不要	調査不要	調査不要

同一周波数を異なる FWA 事業者が共用する場合、モデル 1SS については、水平半値角 90 度を想定しているアンテナであり、簡易に室内に設置されることから、広角で近傍の SS と干渉する可能性がある。しかしながら、モデル 2 とモデル 3 については、SS の指向性アンテナが特定方向に固定されることから、距離的共用条件を探ることが出来る。

モデル 2 とモデル 3 においては、互いの BS が各々のサービスエリアを越える離隔距離で配置される場合、それぞれの SS は自システムの BS に対向し、SS 双方に干渉する可能性は低いと考えられる。従って、この場合における距離的共用条件を検討した。

干渉は SS 空中線が設置される位置によって SS 空中線のフロント-バック (F/B) 干渉とオーバーリーチ (O/R) 干渉で代表され、許容干渉レベルとなるそれぞれの伝搬距離のうちどちらか長い方が所要離隔距離となる。



モデル 2 及びモデル 3 における FWA BS 間所要離隔距離を表 4.2.7 に示す。

表 4.2.7 FWA BS 間所要離隔距離 (同一チャネル)

項	FWA BS 空中線利得	F/B干渉による 所要離隔距離	O/R干渉による 所要離隔距離	所要離隔距離 max(①,②)
	dBi	Km	Km	Km
モデル2	17.0	5.7	5.9	5.9
モデル3	17.0	14.2	16.6	16.6
	25.0	14.2	16.6	16.6

評価は固定マイクロの干渉評価で用いられる C/N+I 分配に基づく C/I 評価で行ない、最悪 C/I 値を回線設計よりモデル 2 では 13.6dB、モデル 3 では 16.8dB としている。

また、被干渉側、与干渉側 FWA BS の空中線は同一利得であるとした (参考資料 4-6)。FWA SS の F/B 特性が 20dBi 空中線で 26.1dB あるため、軸方向の O/R 干渉が支配的となっているのがわかる。

なお、FWA BS の空中線利得が 17dBi の場合、90~120 度セクタが想定され、BWA BS と FWA SS が正対に近い配置となる可能性が高いことから、表 4.2.7 の結果によらず表 4.2.1 及び表 4.2.2 の所要改善量が必要となる。一方 25dBi 空中線の場合、その水平半値角は 9.5 度程度であるため上記離隔距離は FWA BS 空中線軸から概略水平離角±5 度以内に適用すればよい。これ以上の水平離角が期待できる場合、使用を予定する空中線利得により所要離隔距離を求めそれに沿って対応すれば良い。安全サイドを考慮するなら、建設を予定する FWA BS の空中線高における見通し距離内に被干渉となる FWA SS が存在しないことを確認すればよい。なお平滑球面大地における 40m 高の見通し距離は 26km である。

4.2.6 同一周波数を使用する BWA⇔FWA 間の共用条件のまとめ

同一周波数を使用する BWA⇔FWA 間の共用については、かなりの離隔距離が必要となることが分かった。一方で、実際には、BWA BS 間のサイトエンジニアリングやセクタ構成の調整、BWA BS 及び FWA SS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等により、当該検討結果よりも基地局間の離隔距離は減少させることができる可能性がある。

4.3 同一周波数を使用する MWA 間の周波数共用

平成 18 年 12 月 21 日の「20MHz システム及び FWA システムを除く広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」に関する報告書に示された今後の検討課題のうち、同一周波数を異なる事業者が利用する場合の技術的条件について、調査した結果を示す。FWA システムが関係する同一周波数共用検討については前述の通りであり、この項では、WiMAX、次世代 PHS、MBTDD Wideband、MBTDD 625k-MC の各システムについて、MWA システム同士の場合について検討した結果を示す。

表 4.1 調査対象の組み合わせに示すように、異なる MWA システムが同一地域で同一周波数を使うことは想定されておらず、検討の対象としていない。

同一システムであるため、システム間は同期を前提とする。従って、異なる事業者であっても、BS⇄BS間とMS⇄MS間は干渉しないため、調査の対象とはしない。

WiMAX システム BS⇄MS 間、次世代 PHS システム BS⇄MS 間、MBTDD Wideband システム BS⇄MS 間及び MBTDD 625k-MC システム BS⇄MS 間総てに於ける調査組み合わせ及び調査結果を表 4.3.1 に示す。

表 4.3.1 同一周波数を使用する MWA 間の所要改善量

与干渉 被干渉	WiMAX BS	WiMAX MS	次世代 PHS BS	次世代 PHS MS	MBTDD Wideband BS	MBTDD Wideband MS	MBTDD 625k-MC BS	MBTDD 625k-MC MS
WiMAX BS	—	47.0dB	—	—	—	—	—	—
WiMAX MS	65.0dB	—	—	—	—	—	—	—
次世代 PHS BS	—	—	—	47.4dB	—	—	—	—
次世代 PHS MS	—	—	62.4dB	—	—	—	—	—
MBTDD WB BS	—	—	—	—	—	35.5dB	—	—
MBTDD WB MS	—	—	—	—	52.0dB	—	—	—
MBTDD-625k MC BS	—	—	—	—	—	—	—	46.9dB
MBTDD-625k MC MS	—	—	—	—	—	—	42.6dB	—

この結果は、一事業者のサービスエリア端から別の事業者の基地局までの離隔距離が必要であることを意味している。表 4.3.1 に示した所要改善量がゼロとなる地点を表 4.3.2 にまとめた。なお、MWA BS 間のサイトエンジニアリングやセクタ構成の調整、MWA BS 及び MWA MS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等により、さらに離隔距離を短縮させることができる可能性がある。また、次世代 PHS の場合、キャリアセンス機能や干渉回避機能等について、事業者間調整が十分なされる場合は表 4.3.2 の離隔距離を確保しなくても適切な運用は可能である。

表 4.3.2 同一周波数を使用する同一システムの必要離隔距離（NLOS の場合）

システム 干渉方向	WiMAX	次世代 PHS	MBTDD WB	MBTDD 625k-MC
BS⇒MS	5.1km	2.3km	8km	695m
MS⇒BS	1.8km	1.1km	2.5km	850m

注：参考資料 4-7 に示すように、MBTDD 625k-MC システムでは、MS の許容干渉レベルが BS よりも強いため、MS⇒BS より BS⇒MS の所要改善量のほうが小さく、必要離隔距離も BS⇒MS 方向で短い結果となっている。

第5章 広帯域移動無線アクセスシステム（固定的利用）の技術的条件

2.5GHz 帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件のうち、高利得 FWA システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

5.1 技術的条件の適用範囲

技術的条件の適用範囲は、以下の種別の無線局の無線設備の送受信装置及び制御装置とする。

- ① 端末局
- ② 基地局
- ③ 中継局（基地局と端末局との間の通信を中継する無線局をいう。上り回線は端末局、下り回線は基地局の技術的条件を適用する。）

以下、端末局について、モデル別の記載が無い条件は、モデル 1、2 及び 3 全てに共通して適用する。

5.2 一般的条件

5.2.1 WiMAX

(1) 無線周波数帯

2545MHz から 2625MHz までのうちとすること。

(2) 通信方式

時分割多重複信（TDD：Time Division Duplex）方式であること。

(3) 接続方式

直交周波数分割多元接続（OFDMA：Orthogonal Frequency Division Multiple Access）方式であること。

(4) 多重化方式

ア 端末局（上り回線）

直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式であること。

イ 基地局（下り回線）

OFDM 方式及び時分割多重（TDM：Time Division Multiplexing）方式との複合方式であること。

(5) 変調方式

ア 端末局（上り回線）

4 相位相変調（QPSK : Quadrature Phase Shift Keying）方式又は 16 値直交振幅変調（16QAM : 16 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

イ 基地局（下り回線）

2 相位相変調（BPSK : Binary Phase Shift Keying）方式、QPSK 方式、16QAM 方式又は 64 値直交振幅変調（64QAM : 64 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

(6) 送信同期

ア 送信バースト繰り返し周期

5ms ± 10µs 以下であること。

イ 端末局及び基地局の送信バースト長は下表のとおりであること。

送信バースト長 [ms]以下	
基地局	端末局
3.65	1.35
3.55	1.45
3.45	1.55
3.35	1.65
3.25	1.75
3.15	1.85
3.05	1.95
2.95	2.05
2.85	2.15
2.75	2.25

(7) システム設計上の条件

ア 認証・秘匿・情報セキュリティ

不正使用を防止するための端末局装置固有の番号付与、認証手順の適用、通信情報に対する秘匿機能の運用等を必要に応じて講じること。

イ 端末局識別番号等

端末局の識別番号等の付与、送出手順はユーザによるネットワークの自由な選択、通信のセキュリティ確保、無線局の監理等について十分配慮して定められることが望ましい。

ウ 電磁環境対策

端末局と医療用電子機器等との相互の電磁干渉については、干渉が発生しないよう細心の注意を払うこととし、干渉が確認された場合は速やかに影響を防止するための措置を講じること。

エ 電波防護指針への適合

電波法施行規則第 21 条の 3 に適合すること。(参考資料 5-1)

オ 監視制御機能

システムの運用保守に必要な監視制御機能を有すること。また、監視制御のための補助信号は、主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであること。

カ 端末局送信装置の異常時の電波発射停止

次の機能が同時に独立してなされること。

- ① 基地局が端末局の異常を検出した場合、基地局は端末局に送信停止を要求すること。
- ② 端末局自身がその異常を検出した場合は、異常検出タイマのタイムアウトにより端末局自身が送出を停止すること。

キ 送信装置の構造

送信装置の主要な部分(空中線系を除く高周波部及び変調部)は、容易に開けることができない構造であること。

ク 電気通信回線設備との接続

(7) 端末設備等規則に従い、適切な識別符号を有すること。

(1) 特定の場合を除き使用する電波が空き状態にあることについての判定を行い、空き状態のときのみ通信路を設定するものであること。

ケ 屋内利用に限定する機能等

モデル 1 の端末局については、次のとおりとすること。

- ① 筐体の見やすい箇所に、屋内においてのみ電波の発射が可能である旨が表示されていること。
- ② 原則として、無線設備の電源供給については、交流電源によること。
ただし、交流電源を使用していない無線設備については、交流電源を使用している無線設備からの信号を受信した後でなければ、電波を発射してはならない。

5.2.2 次世代 PHS

(1) 無線周波数帯

5.2.1(1)の項と同じとすること。

(2) 通信方式

TDD 方式であること。

(3) 接続方式

OFDMA 方式及び TDMA 方式の複合方式又は OFDMA 方式、TDMA 方式及び空間分割多元接続(SDMA: Space Division Multiple Access)方式の複合方

式であること。

(4) 多重化方式

ア 端末局（上り回線）

OFDM 方式及び TDM 方式の複合方式又は OFDM 方式、TDM 方式及び空間分割多重（SDM : Space Division Multiplexing）方式の複合方式であること。

イ 基地局（下り回線）

OFDM 方式及び TDM 方式の複合方式又は OFDM 方式、TDM 方式及び SDM 方式の複合方式であること。

(5) 変調方式

BPSK 方式、QPSK 方式、16QAM 方式、32QAM（32QAM : 32 Quadrature Amplitude Modulation）方式、64QAM 方式又は 256QAM（256QAM : 256 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

(6) 送信同期

ア 送信バースト繰り返し周期

5ms ± 10µs 以下であること。

イ 送信バースト長

(ア) 端末局

2.5ms 以下であること。

(イ) 基地局

2.5ms 以下であること。

ウ 下り／上り比率

1 : 1 であること。

(7) システム設計上の条件

5.2.1(7)の項に同じであること。

5.3 無線設備の技術的条件

5.3.1 WiMAX

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

- (7) 端末局
 $\pm 2 \times 10^{-6}$ であること。
- (1) 基地局
 $\pm 2 \times 10^{-6}$ であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

- (7) 5MHz システム (注1)
4.9MHz であること。
- (1) 10MHz システム (注2)
9.9MHz であること。

注1 割当周波数の間隔が 5MHz 幅の無線設備

注2 割当周波数の間隔が 10MHz 幅の無線設備

ウ 空中線電力

空中線電力は、次のとおりであること。

(7) 端末局

- ① モデル 1 200mW 以下
- ② モデル 2

送信空中線利得 20dBi 以下の場合	200mW 以下
送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合	100mW 以下
送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合	63mW 以下
- ③ モデル 3

送信空中線利得 23dBi 以下の場合	200mW 以下
送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合	126mW 以下

(1) 基地局

- 送信空中線利得 17dBi 以下の場合 20W 以下
- ただし、モデル 3 については、次のとおりとすることができる。
- 送信空中線利得 17dBi を超え 20dBi 以下の場合 10W 以下
- 送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合 5W 以下
- 送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 3.2W 以下

エ 空中線電力の許容偏差

- (7) 端末局
 $\pm 50\%$ であること。

- (イ) 基地局
±50%であること。

オ 隣接チャネル漏えい電力

(ア) 端末局

① 5MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz（4.8MHz）の帯域幅における平均電力が、2dBm 以下であること。

② 10MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±10MHz 離調した周波数の±4.75MHz（9.5MHz）の帯域幅における平均電力が、0dBm 以下であること。

(イ) 基地局

① 5MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz の帯域幅（4.8MHz）における平均電力が、7dBm 以下であること。

② 10MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±10MHz 離調した周波数の±4.75MHz の帯域幅（9.5MHz）における平均電力が、3dBm 以下であること。

カ 送信スペクトラム特性

送信スペクトラム特性は、次のとおりであること。

(ア) 端末局

① 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 8MHz 未満	-20-2.28×(Δf-7.5) dBm/MHz
8MHz 以上 17.5MHz 未満	-21-1.68×(Δf-8) dBm/MHz
17.5MHz 以上 22.5MHz 未満	-37dBm/MHz

② 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 20MHz 未満	-29-1.68×(Δf-15) dBm/MHz
20MHz 以上 25MHz 未満	-37dBm/MHz

(1) 基地局

① 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.25MHz 未満	$-15-1.4 \times (\Delta f - 7.5)$ dBm/MHz
12.25MHz 以上 22.5MHz 未満	-22dBm/MHz

② 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 25MHz 未満	-22dBm/MHz

キ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、変調時において給電線に供給される周波数ごとの不要発射の平均電力とし、その許容値は、次のとおりであること。

(7) 端末局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	モデル 1 : -70dBm/MHz モデル 2 : -68dBm/MHz モデル 3 : -61dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-18dBm/MHz 以下 (注2)
2630MHz 以上 2630.5MHz 未満	$-13-8/3.5 \times (f-2627)$ dBm/MHz
2630.5MHz 以上 2640MHz 未満	$-21-16/9.5 \times (f-2630.5)$ dBm/MHz
2640MHz 以上 2655MHz 未満	-37dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注1 fの単位はMHzとする。

注2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅 (5MHz システム、10MHz システムの各システムごとに、それぞれ 5MHz、10MHz とする。) の 2.5 倍以上の範囲に適用する。

(イ) 基地局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	-42dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-13dBm/MHz (注2)
2630MHz 以上 2634.75MHz 未満	$-15-7/5 \times (f-2629.75)$ dBm/MHz
2634.75MHz 以上 2655MHz 未満	-22dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注1 fの単位はMHzとする。

注2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅(5MHz システム、10MHz システムの各システムごとに、それぞれ 5MHz、10MHz とする)の 2.5 倍以上の範囲に適用する。

ク スプリアス領域における不要発射の強度(送信相互変調)

(ア) 基地局

希望波を定格出力で送信した状態で、希望波から 1 チャンネル及び 2 チャンネル離れた無変調妨害波を希望波の定格出力より 30dB 低い送信電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力が、不要発射の強度の許容値及び隣接チャンネル漏えい電力の許容値以下であること。

(イ) 中継局

基地局と同じであること。

ケ 搬送波を送信していないときの漏えい電力

(ア) 端末局

-30dBm 以下であること。

(イ) 基地局

-30dBm 以下であること。

コ 送信空中線絶対利得

送信空中線の絶対利得は、次のとおりであること。

(ア) 端末局

モデル 1 : 10dBi 以下

モデル 2 : 25dBi 以下

モデル 3 : 25dBi 以下

(1) 基地局

17dBi 以下であること。ただし、モデル 3 については 25dBi 以下とすることができる。

サ 筐体輻射

受信待受状態において、各周波数帯における等価等方輻射電力が以下のとおりであること。

周波数帯	許容値
1000MHz 未満	-54dBm/MHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -62dBm/MHz モデル 2: -50dBm/MHz モデル 3: -47dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

(2) 受信装置

ア 受信感度

受信感度は、QPSK で変調された信号を所要の品質(ビット誤り率 1×10^{-6}) で受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力とし、静特性下において次に示す値(基準感度)以下であること。

(7) 5MHz システム

端末局: -91.3dBm

基地局: -91.3dBm

(1) 10MHz システム

端末局: -88.3dBm

基地局: -88.3dBm

イ 副次的に発する電波等の限度

受信状態において、空中線端子から発射される電力が、次のとおりであること。

周波数帯	許容値
9kHz から 150kHz	-54dBm/kHz
150kHz から 30MHz	-54dBm/10kHz
30MHz から 1000MHz	-54dBm/100kHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -70dBm/MHz モデル 2: -68dBm/MHz モデル 3: -61dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

5.3.2 次世代 PHS

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

- (7) 端末局
±3×10⁻⁶であること。
- (1) 基地局
±3×10⁻⁶であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

- (7) 2.5MHz システム (注)
2.4MHz であること。
注 割当周波数の間隔が 2.5MHz 幅の無線設備
- (1) 5MHz システム
4.8MHz であること。
- (ウ) 10MHz システム
9.6MHz であること。

ウ 空中線電力

空中線電力は、次のとおりであること。

- (7) 端末局
5.3.1(1)ウ(7)の項に同じであること。
- (1) 基地局
送信空中線利得 12dBi 以下の場合 10W 以下
ただし、モデル 3 については、次のとおりとすることができる。
送信空中線利得 12dBi を超え 20dBi 以下の場合 10W 以下
送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合 5W 以下
送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 3.2W 以下

エ 空中線電力の許容偏差

- (7) 端末局
±50%であること。
- (1) 基地局
±50%であること。

オ 隣接チャネル漏えい電力

- (7) 2.5MHz システム
搬送波の周波数 (割当周波数) から ±2.5MHz 離調した周波数の ±1.2MHz (2.4MHz) の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局とも

に、-10dBm/MHz 以下であること。

(イ) 5MHz システム

搬送波の周波数(割当周波数)から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz (4.8MHz) の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局ともに、-10dBm/MHz 以下であること。

(ウ) 10MHz システム

搬送波の周波数(割当周波数)から±10MHz 離調した周波数の±4.8MHz (9.6MHz) の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局ともに、-10dBm/MHz 以下であること。

カ 送信スペクトラム特性

送信スペクトラム特性は、次のとおりであること。

(7) 端末局

① 2.5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
3.75MHz 以上 6.25MHz 未満	-10dBm/MHz

※ Δf は、搬送波の中心周波数(割当周波数)から測定帯域の最寄りの端までの周波数(単位 MHz)。以下同じ。

② 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.5MHz 未満	-12.5-(Δf)dBm/MHz

③ 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 20MHz 未満	-10-(Δf)dBm/MHz
20MHz 以上 25MHz 未満	-30dBm/MHz

(イ) 基地局

① 2.5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
3.75MHz 以上 6.25MHz 未満	-10dBm/MHz

② 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.5MHz 未満	-30dBm/MHz

③ 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 25MHz 未満	-30dBm/MHz

キ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、変調時において給電線に供給される周波数ごとの不要発射の平均電力とし、その許容値は、次のとおりであること。

(7) 端末局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	モデル 1 : -70dBm/MHz モデル 2 : -68dBm/MHz モデル 3 : -61dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-30dBm/MHz (注2)
2630MHz 以上 2640MHz 未満	-20+(F-2630)dBm/MHz
2640MHz 以上 2655MHz 未満	-30dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注1 2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムに適用。F は測定周波数 (単位 MHz)。

注2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の 2.5 倍以上の範囲に適用する。
(2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムのシステム周波数帯幅はそれぞれ 2.5MHz、5MHz、10MHz とする。)

(イ) 基地局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz 以下
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz 以下
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz 以下
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz 以下
2505MHz 以上 2535MHz 未満	-40dBm/MHz 以下
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-30dBm/MHz 以下 (注2)
2630MHz 以上 2655MHz 未満	-30dbm/MHz 以下
2655MHz 以上	-13dBm/MHz 以下

注1 2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムに適用。

注2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の 2.5 倍以上の範囲に適用する。
(2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムのシステム周波数帯幅はそれぞれ 2.5MHz、5MHz、10MHz とする。)

ク スプリアス領域における不要発射の強度（送信相互変調）

(7) 基地局

希望波を定格出力で送信した状態で、希望波から 1 チャンネル及び 2 チャンネル離れた無変調妨害波を希望波の定格出力より 30dB 低い送信電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力が、不要発射の強度の許容値及び隣接チャンネル漏えい電力の許容値以下であること。

(1) 中継局

基地局と同であること。

ケ 搬送波を送信していないときの漏洩電力

(7) 端末局

-30dBm 以下であること。

(1) 基地局

-30dBm 以下であること。

コ 送信空中線絶対利得

送信空中線の絶対利得は、次のとおりであること。

(7) 端末局

モデル 1 : 10dBi 以下

モデル 2 : 25dBi 以下

モデル 3 : 25dBi 以下

(1) 基地局

12dBi 以下であること。ただし、モデル 3 については 25dBi 以下とすることができる。

サ 筐体輻射

受信待受状態において、各周波数帯における等価等方輻射電力が以下のとおりであること。

周波数帯	許容値
1000MHz 未満	-54dBm/MHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -62dBm/MHz モデル 2: -50dBm/MHz モデル 3: -47dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

(2) 受信装置

ア 受信感度

受信感度は、BPSK で変調された信号を所要の品質（ビット誤り率又はフレーム誤り率 1×10^{-5} ）で受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力とし、静特性下において以下に示す値（基準感度）以下であること。

端末局： -75dBm 以下

基地局： -78dBm 以下

イ 副次的に発する電波等の限度

受信状態において、空中線端子から発射される電力が、次のとおりであること。

周波数帯	許容値
9kHz から 150kHz	-54dBm/kHz 以下
150kHz から 30MHz	-54dBm/10kHz 以下
30MHz から 1000MHz	-54dBm/100kHz 以下
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz 以下
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1： -70dBm/MHz 以下 モデル 2： -68dBm/MHz 以下 モデル 3： -61dBm/MHz 以下
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz 以下

5.4 測定法

高利得 FWA の測定法は、国内で適用されている測定法に準ずることが適当である。ただし、今後、国際電気標準会議（IEC）等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

また、高利得 FWA は、複数の送受信空中線（MIMO やアダプティブアンテナ等の複数の送信増幅部を含む無線設備）を有する送受信装置を具備することが一般的であると考えられるため、以下、複数の空中線を前提とした測定方法とする。

(1) 送信装置

ア 周波数の偏差

無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて測定（バースト波にあってはバースト内の平均値）する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの測定値のうち周波数偏差が最大となる値を周波数の偏差とすることが適当である。ただし、同一の基準周

波数に位相同期している等が証明された場合には一の空中線端子にて測定することができる。

また、波形解析器等専用の測定器を用いる場合は変調状態として測定することができる。

イ 占有周波数帯幅

標準符号化試験信号(符号長 511 ビット 2 値疑似雑音系列等。以下同じ。)を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5%となる周波数幅を測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値のうち最大となる値を占有周波数帯幅とすることが適当である。

ただし、空中線端子ごとに発射する周波数が異なる場合は、各空中線端子を校正された RF 結合器等で結合し、全ての空中線端子からの信号を合成して測定することが適当である。

ウ 空中線電力

標準符号化試験信号を入力信号端子に加えたときの平均電力を、高周波電力計を用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を空中線電力とすること。

また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて測定する場合は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアンテナ(個々の空中線の電力及び位相を制御することによって空中線の指向特性を制御するものであって、一の空中線の電力を増加させた場合、他の空中線の電力を低下させることによって、複数空中線の総電力を一定に制御する機能を有するもの。以下同じ。)の場合にあっては、空中線電力の総和が最大となる状態にて測定すること。

エ 隣接チャネル漏洩電力

標準符号化試験信号を入力信号とし、バースト波にあっては、規定の隣接チャネル帯域内の電力についてスペクトルアナライザ等を用い、掃引速度が 1 サンプル点あたり 1 個以上のバーストが入るようにし、ピーク検波、マックスホールドモードで測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を隣

接チャンネル漏洩電力とすること。連続波にあつては、電力測定受信機又はスペクトルアナライザを用いて規定の隣接チャンネル帯域の電力を測定し、それぞれの測定値の総和を隣接チャンネル漏えい電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあつては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

オ 送信スペクトル特性

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの規定の離調周波数の平均電力（バースト波にあつてはバースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅より狭くして測定し参照帯域幅内の電力に換算することが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあつては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

カ スプリアス領域における不要発射の強度

スプリアス領域における不要発射の強度の測定は、以下のとおりとすることが適当である。

この場合において、スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可能な限り 9kHz から 110GHz までとすることが望ましいが、当面の間は 30MHz から第 5 次高調波までとすることができる。

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあつてはバースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅に設定することが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあつては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

キ スプリアス領域における不要発射の強度（送信相互変調）（基地局及び中継局）

希望波を定格出力で送信している状態において、希望波から 1 チャンネル及び 2 チャンネル離れた無変調妨害波を規定の電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力を測定する。

複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を相互変調の強度とすること。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

ク 搬送波を送信していないときの漏洩電力

搬送波を送信していない状態において、送信周波数帯域内の規定の周波数幅の電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を搬送波を送信していないときの漏洩電力とすること。

ケ 送信同期（送信バースト繰り返し周期及び送信バースト長）

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数として、掃引周波数幅を 0Hz（ゼロスパン）として測定する。ただし、十分な時間分解能が得られない場合は、広帯域検波器を用いオシロスコープまたは、周波数カウンタ等の測定器を用いて測定することが望ましい。この場合において、複数の空中線端子を有する場合は各空中線端子を校正された RF 結合器で結合し、全ての送信装置からの信号を合成して測定することが適当である。

(2) 受信装置

ア 受信感度

標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、規定の品質（ビット誤り率（BER））になるときの空中線端子で測定した最小受信電力であり静特性下において許容値（基準感度）以下であること。この場合において、フレーム誤り率（FER）からビット誤り率へ一意の換算ができる場合は、フレーム誤り率を測定し換算式を明記することにより、ビット誤り率とすることができる。（以下同じ。）

イ 副次的に発する電波等の限度

スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を副次的に発する電波等の限度とすること。

この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、測定帯域幅に設定することが適当である。

第6章 今後の検討課題

本報告書においては、前回答申で今後の検討課題として挙げられた、高利得 FWA等システムの導入及び同一周波数を異なる事業者が利用する場合の共用条件について検討を行ったものである。

一方、無線技術の発展は著しく、3Gや3.5GのIMT-2000についても、伝送速度のさらなる高速化、周波数利用効率の向上などに向けた技術開発が進められているほか、ITUをはじめとする標準化機関において活発な検討が行われているところであり、今後とも、こうした技術開発や標準化活動の動きに柔軟に対応していくことが適当と考えられる。

BWAシステムの今後の発展に向けた検討課題を以下に述べる。

6.1 20MHz システムの導入

BWA システムは、1システムが利用可能とする占有周波数帯幅をできるだけ広く確保することにより、伝送速度の面で 3G 及び 3.5G との差別化が一層図られることが求められている。

このような観点から、BWA システムについては、今後、さらに占有周波数帯幅を 20MHz 程度以上に拡張するための検討を進める必要がある。

しかしながら、システム当たりの占有周波数帯幅を拡張することは、帯域外の不要輻射の増加にもつながることから、周波数を隣接する衛星システムあるいは他の BWA システムへの干渉について十分留意する必要がある。

占有周波数帯幅を 20MHz に拡張した場合、BWA システムと衛星システムとの間、あるいはシステム同士間には、10MHz システムと比較して、広いガードバンドの確保が必要とされる。加えて、現時点においては、国際標準化機関においても、20MHz 程度以上のシステムの標準化の策定に、さらに時間を要する状況にある。

したがって、20MHz 程度以上の広帯域システムの導入については、不要輻射を十分抑制可能なリニアライザなどの等価技術、フィルタ技術等の開発動向、あるいは国際標準化動向等を十分踏まえながら、今後検討することが適当である。

V 審議結果

情報通信審議会諮問第 2021 号「2.5GHz 帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」（平成 18 年 2 月 27 日諮問）のうち「高利得 FWA システムの技術的条件」について、別添のとおり一部答申（案）を取りまとめた。

別 添

情報通信審議会諮問第 2021 号

「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」
のうち「高利得 FWA システムの技術的条件」(案)

情報通信審議会諮問第 2021 号「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」のうち「高利得 FWA システムの技術的条件」に対する答申（案）

2.5GHz 帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件のうち、高利得 FWA システムの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当である。

1 技術的条件の適用範囲

技術的条件の適用範囲は、以下の種別の無線局の無線設備の送受信装置及び制御装置とする。

- ① 端末局
- ② 基地局
- ③ 中継局（基地局と端末局との間の通信を中継する無線局をいう。上り回線は端末局、下り回線は基地局の技術的条件を適用する。）

以下、端末局について、モデル別の記載が無い条件は、モデル 1、2 及び 3 全てに共通して適用する。

2 一般的条件

2.1 WiMAX

(1) 無線周波数帯

2545MHz から 2625MHz までのうちとすること。

(2) 通信方式

時分割多重複信（TDD：Time Division Duplex）方式であること。

(3) 接続方式

直交周波数分割多元接続（OFDMA：Orthogonal Frequency Division Multiple Access）方式であること。

(4) 多重化方式

ア 端末局（上り回線）

直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplexing）方式であること。

イ 基地局（下り回線）

OFDM 方式及び時分割多重（TDM：Time Division Multiplexing）方式との

複合方式であること。

(5) 変調方式

ア 端末局（上り回線）

4 相位相変調（QPSK : Quadrature Phase Shift Keying）方式又は 16 値直交振幅変調（16QAM : 16 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

イ 基地局（下り回線）

2 相位相変調（BPSK : Binary Phase Shift Keying）方式、QPSK 方式、16QAM 方式又は 64 値直交振幅変調（64QAM : 64 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

(6) 送信同期

ア 送信バースト繰り返し周期

5ms ± 10µs 以下であること。

イ 端末局及び基地局の送信バースト長は下表のとおりであること。

送信バースト長 [ms]以下	
基地局	端末局
3.65	1.35
3.55	1.45
3.45	1.55
3.35	1.65
3.25	1.75
3.15	1.85
3.05	1.95
2.95	2.05
2.85	2.15
2.75	2.25

(7) システム設計上の条件

ア 認証・秘匿・情報セキュリティ

不正使用を防止するための端末局装置固有の番号付与、認証手順の適用、通信情報に対する秘匿機能の運用等を必要に応じて講じること。

イ 端末局識別番号等

端末局の識別番号等の付与、送出手順はユーザによるネットワークの自由な選択、通信のセキュリティ確保、無線局の監理等について十分配慮して定められることが望ましい。

ウ 電磁環境対策

端末局と医療用電子機器等との相互の電磁干渉については、干渉が発生しないよう細心の注意を払うこととし、干渉が確認された場合は速やかに影響を防止するための措置を講じること。

エ 電波防護指針への適合

電波法施行規則第 21 条の 3 に適合すること。(参考資料 5-1)

オ 監視制御機能

システムの運用保守に必要な監視制御機能を有すること。また、監視制御のための補助信号は、主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであること。

カ 端末局送信装置の異常時の電波発射停止

次の機能が同時に独立してなされること。

- ① 基地局が端末局の異常を検出した場合、基地局は端末局に送信停止を要求すること。
- ② 端末局自身がその異常を検出した場合は、異常検出タイマのタイムアウトにより端末局自身が送出手を停止すること。

キ 送信装置の構造

送信装置の主要な部分(空中線系を除く高周波部及び変調部)は、容易に開けることができない構造であること。

ク 電気通信回線設備との接続

(7) 端末設備等規則に従い、適切な識別符号を有すること。

(イ) 特定の場合を除き使用する電波が空き状態にあることについての判定を行い、空き状態のときのみ通信路を設定するものであること。

ケ 屋内利用に限定する機能等

モデル 1 の端末局については、次のとおりとすること。

- ① 筐体の見やすい箇所に、屋内においてのみ電波の発射が可能である旨が表示されていること。
- ② 原則として、無線設備の電源供給については、交流電源によること。ただし、交流電源を使用していない無線設備については、交流電源を使用している無線設備からの信号を受信した後でなければ、電波を発射してはならない。

2.2 次世代 PHS

(1) 無線周波数帯

5.2.1(1)の項と同じとすること。

(2) 通信方式

TDD 方式であること。

(3) 接続方式

OFDMA 方式及び TDMA 方式の複合方式又は OFDMA 方式、TDMA 方式及び空間分割多元接続（SDMA : Space Division Multiple Access）方式の複合方式であること。

(4) 多重化方式

ア 端末局（上り回線）

OFDM 方式及び TDM 方式の複合方式又は OFDM 方式、TDM 方式及び空間分割多重（SDM : Space Division Multiplexing）方式の複合方式であること。

イ 基地局（下り回線）

OFDM 方式及び TDM 方式の複合方式又は OFDM 方式、TDM 方式及び SDM 方式の複合方式であること。

(5) 変調方式

BPSK 方式、QPSK 方式、16QAM 方式、32QAM（32QAM : 32 Quadrature Amplitude Modulation）方式、64QAM 方式又は 256QAM（256QAM : 256 Quadrature Amplitude Modulation）方式であること。

(6) 送信同期

ア 送信バースト繰り返し周期

5ms ± 10µs 以下であること。

イ 送信バースト長

(7) 端末局

2.5ms 以下であること。

(イ) 基地局

2.5ms 以下であること。

ウ 下り／上り比率

1 : 1 であること。

(7) システム設計上の条件

5.2.1(7)の項に同じであること。

3 無線設備の技術的条件

3.1 WiMAX

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

(7) 端末局

2×10^{-6} であること。

(イ) 基地局

2×10^{-6} であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

(7) 5MHz システム (注 1)

4.9MHz であること。

(イ) 10MHz システム (注 2)

9.9MHz であること。

注 1 割当周波数の間隔が 5MHz 幅の無線設備

注 2 割当周波数の間隔が 10MHz 幅の無線設備

ウ 空中線電力

空中線電力は、次のとおりであること。

(7) 端末局

① モデル 1 200mW 以下

② モデル 2

送信空中線利得 20dBi 以下の場合 200mW 以下

送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合 100mW 以下

送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 63mW 以下

③ モデル 3

送信空中線利得 23dBi 以下の場合 200mW 以下

送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 126mW 以下

(イ) 基地局

送信空中線利得 17dBi 以下の場合 20W 以下

ただし、モデル 3 については、次のとおりとすることができる。

送信空中線利得 17dBi を超え 20dBi 以下の場合 10W 以下

送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合 5W 以下

送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 3.2W 以下

エ 空中線電力の許容偏差

(7) 端末局

$\pm 50\%$ であること。

- (イ) 基地局
±50%であること。

オ 隣接チャネル漏えい電力

- (7) 端末局
 - 5MHz システム
搬送波の周波数（割当周波数）から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz（4.8MHz）の帯域幅における平均電力が、2dBm 以下であること。
 - 10MHz システム
搬送波の周波数（割当周波数）から±10MHz 離調した周波数の±4.75MHz（9.5MHz）の帯域幅における平均電力が、0dBm 以下であること。

- (イ) 基地局
 - 5MHz システム
搬送波の周波数（割当周波数）から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz の帯域幅（4.8MHz）における平均電力が、7dBm 以下であること。
 - 10MHz システム
搬送波の周波数（割当周波数）から±10MHz 離調した周波数の±4.75MHz の帯域幅（9.5MHz）における平均電力が、3dBm 以下であること。

カ 送信スペクトラム特性

送信スペクトラム特性は、次のとおりであること。

- (7) 端末局
 - 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 8MHz 未満	$-20-2.28 \times (\Delta f - 7.5)$ dBm/MHz
8MHz 以上 17.5MHz 未満	$-21-1.68 \times (\Delta f - 8)$ dBm/MHz
17.5MHz 以上 22.5MHz 未満	-37dBm/MHz
 - 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 20MHz 未満	$-29-1.68 \times (\Delta f - 15)$ dBm/MHz
20MHz 以上 25MHz 未満	-37dBm/MHz

(イ) 基地局

□ 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.25MHz 未満	$-15-1.4 \times (\Delta f - 7.5)$ dBm/MHz
12.25MHz 以上 22.5MHz 未満	-22dBm/MHz

□ 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 25MHz 未満	-22dBm/MHz

キ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、変調時において給電線に供給される周波数ごとの不要発射の平均電力とし、その許容値は、次のとおりであること。

(ア) 端末局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	モデル 1 : -70dBm/MHz モデル 2 : -68dBm/MHz モデル 3 : -61dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-18dBm/MHz 以下 (注2)
2630MHz 以上 2630.5MHz 未満	$-13-8/3.5 \times (f-2627)$ dBm/MHz
2630.5MHz 以上 2640MHz 未満	$-21-16/9.5 \times (f-2630.5)$ dBm/MHz
2640MHz 以上 2655MHz 未満	-37dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注1 fの単位は MHz とする。

注2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅（5MHz システム、10MHz システムの各システムごとに、それぞれ 5MHz、10MHz とする。）の 2.5 倍以上の範囲に適用する。

(イ) 基地局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	-42dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-13dBm/MHz (注2)
2630MHz 以上 2634.75MHz 未満	$-15-7/5 \times (f-2629.75)$ dBm/MHz
2634.75MHz 以上 2655MHz 未満	-22dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注1 fの単位はMHzとする。

注2 上記の内2535MHzから2630MHzの値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅(5MHzシステム、10MHzシステムの各システムごとに、それぞれ5MHz、10MHzとする)の2.5倍以上の範囲に適用する。

ク スプリアス領域における不要発射の強度(送信相互変調)

(ア) 基地局

希望波を定格出力で送信した状態で、希望波から1チャンネル及び2チャンネル離れた無変調妨害波を希望波の定格出力より30dB低い送信電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力が、不要発射の強度の許容値及び隣接チャンネル漏えい電力の許容値以下であること。

(イ) 中継局

基地局と同じであること。

ケ 搬送波を送信していないときの漏えい電力

(ア) 端末局

-30dBm以下であること。

(イ) 基地局

-30dBm以下であること。

コ 送信空中線絶対利得

送信空中線の絶対利得は、次のとおりであること。

(ア) 端末局

モデル1: 10dBi以下

モデル2: 25dBi以下

モデル3: 25dBi以下

(イ) 基地局

17dBi 以下であること。ただし、モデル 3 については 25dBi 以下とすることができる。

サ 筐体輻射

受信待受状態において、各周波数帯における等価等方輻射電力が以下のとおりであること。

周波数帯	許容値
1000MHz 未満	-54dBm/MHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -62dBm/MHz モデル 2: -50dBm/MHz モデル 3: -47dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

(2) 受信装置

ア 受信感度

受信感度は、QPSK で変調された信号を所要の品質(ビット誤り率 1×10^{-6})で受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力とし、静特性下において次に示す値(基準感度)以下であること。

(7) 5MHz システム

端末局: -91.3dBm

基地局: -91.3dBm

(イ) 10MHz システム

端末局: -88.3dBm

基地局: -88.3dBm

イ 副次的に発する電波等の限度

受信状態において、空中線端子から発射される電力が、次のとおりであること。

周波数帯	許容値
9kHz から 150kHz	-54dBm/kHz
150kHz から 30MHz	-54dBm/10kHz
30MHz から 1000MHz	-54dBm/100kHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -70dBm/MHz モデル 2: -68dBm/MHz モデル 3: -61dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

3.2 次世代 PHS

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

- (7) 端末局
3×10⁻⁶であること。
- (イ) 基地局
3×10⁻⁶であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

- (7) 2.5MHz システム（注）
2.4MHz であること。
注 割当周波数の間隔が 2.5MHz 幅の無線設備
- (イ) 5MHz システム
4.8MHz であること。
- (ウ) 10MHz システム
9.6MHz であること。

ウ 空中線電力

空中線電力は、次のとおりであること。

- (7) 端末局
5.3.1(1)ウ(7)の項に同じであること。
- (イ) 基地局
送信空中線利得 12dBi 以下の場合 10W 以下
ただし、モデル 3 については、次のとおりとすることができる。
送信空中線利得 12dBi を超え 20dBi 以下の場合 10W 以下
送信空中線利得 20dBi を超え 23dBi 以下の場合 5W 以下
送信空中線利得 23dBi を超え 25dBi 以下の場合 3.2W 以下

エ 空中線電力の許容偏差

- (7) 端末局
±50%であること。
- (イ) 基地局
±50%であること。

オ 隣接チャネル漏えい電力

- (7) 2.5MHz システム
搬送波の周波数（割当周波数）から±2.5MHz 離調した周波数の±1.2MHz（2.4MHz）の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局とも

に、-10dBm/MHz 以下であること。

(イ) 5MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±5MHz 離調した周波数の±2.4MHz（4.8MHz）の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局ともに、-10dBm/MHz 以下であること。

(ウ) 10MHz システム

搬送波の周波数（割当周波数）から±10MHz 離調した周波数の±4.8MHz（9.6MHz）の帯域幅における平均電力が、基地局及び端末局ともに、-10dBm/MHz 以下であること。

カ 送信スペクトラム特性

送信スペクトラム特性は、次のとおりであること。

(7) 端末局

① 2.5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
3.75MHz 以上 6.25MHz 未満	-10dBm/MHz

- Δf は、搬送波の中心周波数（割当周波数）から測定帯域の最寄りの端までの周波数（単位 MHz）。以下同じ。

② 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.5MHz 未満	-12.5-(Δf)dBm/MHz

③ 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 20MHz 未満	-10-(Δf)dBm/MHz
20MHz 以上 25MHz 未満	-30dBm/MHz

(イ) 基地局

① 2.5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
3.75MHz 以上 6.25MHz 未満	-10dBm/MHz

② 5MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
7.5MHz 以上 12.5MHz 未満	-30dBm/MHz

③ 10MHz システム

オフセット周波数 Δf	許容値
15MHz 以上 25MHz 未満	-30dBm/MHz

キ スプリアス領域における不要発射の強度の許容値

スプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、変調時において給電線に供給される周波数ごとの不要発射の平均電力とし、その許容値は、次のとおりであること。

(7) 端末局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 未満	モデル 1 : -70dBm/MHz モデル 2 : -68dBm/MHz モデル 3 : -61dBm/MHz
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-30dBm/MHz (注 2)
2630MHz 以上 2640MHz 未満	-20+(F-2630)dBm/MHz
2640MHz 以上 2655MHz 未満	-30dBm/MHz
2655MHz 以上	-13dBm/MHz

注 1 2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムに適用。F は測定周波数（単位 MHz）。

注 2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の 2.5 倍以上の範囲に適用する。

(2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムのシステム周波数帯幅はそれぞれ 2.5MHz、5MHz、10MHz とする。)

(イ) 基地局

周波数帯	許容値
9kHz 以上 150kHz 未満	-13dBm/kHz 以下
150kHz 以上 30MHz 未満	-13dBm/10kHz 以下
30MHz 以上 1000MHz 未満	-13dBm/100kHz 以下
1000MHz 以上 2505MHz 未満	-13dBm/MHz 以下
2505MHz 以上 2535MHz 未満	-40dBm/MHz 以下
2535MHz 以上 2630MHz 未満	-30dBm/MHz 以下 注 2
2630MHz 以上 2655MHz 未満	-30dbm/MHz 以下
2655MHz 以上	-13dBm/MHz 以下

注 1 2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムに適用。

注 2 上記の内 2535MHz から 2630MHz の値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の 2.5 倍以上の範囲に適用する。

(2.5MHz システム、5MHz システム、10MHz システムのシステム周波数帯幅はそれぞれ 2.5MHz、5MHz、10MHz とする。)

ク スプリアス領域における不要発射の強度（送信相互変調）

(7) 基地局

希望波を定格出力で送信した状態で、希望波から 1 チャンネル及び 2 チャンネル離れた無変調妨害波を希望波の定格出力より 30dB 低い送信電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力が、不要発射の強度の許容値及び隣接チャンネル漏えい電力の許容値以下であること。

(イ) 中継局

基地局と同であること。

ケ 搬送波を送信していないときの漏洩電力

(7) 端末局

-30dBm 以下であること。

(イ) 基地局

-30dBm 以下であること。

コ 送信空中線絶対利得

送信空中線の絶対利得は、次のとおりであること。

(7) 端末局

モデル 1 : 10dBi 以下

モデル 2 : 25dBi 以下

モデル 3 : 25dBi 以下

(イ) 基地局

12dBi 以下であること。ただし、モデル 3 については 25dBi 以下とすることができる。

サ 筐体輻射

受信待受状態において、各周波数帯における等価等方輻射電力が以下のとおりであること。

周波数帯	許容値
1000MHz 未満	-54dBm/MHz
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1: -62dBm/MHz モデル 2: -50dBm/MHz モデル 3: -47dBm/MHz
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz

(2) 受信装置

ア 受信感度

受信感度は、BPSK で変調された信号を所要の品質（ビット誤り率又はフレーム誤り率 1×10^{-5} ）で受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力とし、静特性下において以下に示す値（基準感度）以下であること。

端末局： -75dBm 以下

基地局： -78dBm 以下

イ 副次的に発する電波等の限度

受信状態において、空中線端子から発射される電力が、次のとおりであること。

周波数帯	許容値
9kHz から 150kHz	-54dBm/kHz 以下
150kHz から 30MHz	-54dBm/10kHz 以下
30MHz から 1000MHz	-54dBm/100kHz 以下
1000MHz を超え 2505MHz 未満	-47dBm/MHz 以下
2505MHz 以上 2535MHz 以下	モデル 1： -70dBm/MHz 以下 モデル 2： -68dBm/MHz 以下 モデル 3： -61dBm/MHz 以下
2535MHz を超える周波数	-47dBm/MHz 以下

4 測定法

高利得 FWA の測定法は、国内で適用されている測定法に準ずることが適当である。ただし、今後、国際電気標準会議（IEC）等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。

また、高利得 FWA は、複数の送受信空中線（MIMO やアダプティブアレーアンテナ等の複数の送信増幅部を含む無線設備）を有する送受信装置を具備することが一般的であると考えられるため、以下、複数の空中線を前提とした測定方法とする。

(1) 送信装置

ア 周波数の偏差

無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて測定（バースト波にあってはバースト内の平均値）する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの測定値のうち周波数偏差が最大となる値を周波数の偏差とすることが適当である。ただし、同一の基準周波数に位相同期している等が証明された場合には一の空中線端子にて測定することができる。

また、波形解析器等専用の測定器を用いる場合は変調状態として測定することができる。

イ 占有周波数帯幅

標準符号化試験信号（符号長 511 ビット 2 値疑似雑音系列等。以下同じ。）を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の 0.5% となる周波数幅を測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値のうち最大となる値を占有周波数帯幅とすることが適当である。

ただし、空中線端子ごとに発射する周波数が異なる場合は、各空中線端子を校正された RF 結合器等で結合し、全ての空中線端子からの信号を合成して測定することが適当である。

ウ 空中線電力

標準符号化試験信号を入力信号端子に加えたときの平均電力を、高周波電力計を用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を空中線電力とすること。

また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて

測定する場合は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナ（個々の空中線の電力及び位相を制御することによって空中線の指向特性を制御するものであって、一の空中線の電力を増加させた場合、他の空中線の電力を低下させることによって、複数空中線の総電力を一定に制御する機能を有するもの。以下同じ。）の場合にあっては、空中線電力の総和が最大となる状態にて測定すること。

エ 隣接チャネル漏洩電力

標準符号化試験信号を入力信号とし、バースト波にあっては、規定の隣接チャネル帯域内の電力についてスペクトルアナライザ等を用い、掃引速度が1サンプル点あたり1個以上のバーストが入るようにし、ピーク検波、マックスホールドモードで測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を隣接チャネル漏洩電力とすること。連続波にあっては、電力測定受信機又はスペクトルアナライザを用いて規定の隣接チャネル帯域の電力を測定し、それぞれの測定値の総和を隣接チャネル漏えい電力とすることが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

オ 送信スペクトル特性

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの規定の離調周波数の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅より狭くして測定し参照帯域幅内の電力に換算することが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

カ スプリアス領域における不要発射の強度

スプリアス領域における不要発射の強度の測定は、以下のとおりとすることが適当である。

この場合において、スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可能な限り9kHzから110GHzまでとすることが望ましいが、当面の間は30MHzから第5次高調波までとすることができる。

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）を、スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は参照帯域幅に設定することが適当である。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

キ スプリアス領域における不要発射の強度（送信相互変調）（基地局及び中継局）

希望波を定格出力で送信している状態において、希望波から 1 チャンネル及び 2 チャンネル離れた無変調妨害波を規定の電力で加えた場合において発生する相互変調波の電力を測定する。

複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を相互変調の強度とすること。ただし、アダプティブアレーアンテナの場合にあっては、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。

ク 搬送波を送信していないときの漏洩電力

搬送波を送信していない状態において、送信周波数帯域内の規定の周波数幅の電力をスペクトルアナライザ等を用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を搬送波を送信していないときの漏洩電力とすること。

ケ 送信同期（送信バースト繰り返し周期及び送信バースト長）

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数として、掃引周波数幅を 0Hz（ゼロスパン）として測定する。ただし、十分な時間分解能が得られない場合は、広帯域検波器を用いオシロスコープまたは、周波数カウンタ等の測定器を用いて測定することが望ましい。この場合において、複数の空中線端子を有する場合は各空中線端子を校正された RF 結合器で結合し、全ての送信装置からの信号を合成して測定することが適当である。

(2) 受信装置

ア 受信感度

標準信号発生器から規定の変調方式で変調された信号を加え、規定の品質（ビット誤り率（BER））になるときの空中線端子で測定した最小受信電力であり静特性下において許容値（基準感度）以下であること。この場合にお

いて、フレーム誤り率（FER）からビット誤り率へ一意の換算ができる場合は、フレーム誤り率を測定し換算式を明記することにより、ビット誤り率とすることができる。（以下同じ。）

イ 副次的に発する電波等の限度

スペクトルアナライザを用いて測定する。複数の空中線端子を有する場合は空中線端子ごとに測定し、それぞれの空中線端子にて測定した値の総和を副次的に発する電波等の限度とすること。

この場合、スペクトルアナライザの分解能帯域幅は、測定帯域幅に設定することが適当である。

情報通信審議会 情報通信技術分科会 広帯域移動無線アクセスシステム委員会 構成員

(敬称略)

氏 名		主 要 現 職
主 査	あんどう まこと 安藤 真	東京工業大学大学院理工学研究科教授
専門委員	いけがみてつし 井家上哲史	明治大学理工学部電子通信工学科教授
〃	おおもり しんご 大森 慎吾	(独)情報通信研究機構理事
〃	くろだ みちこ 黒田 道子	東京工科大学コンピュータサイエンス学部教授
〃	ささせ いわお 笹瀬 巖	慶応義塾大学理工学部情報工学科教授
〃	すけむね よしゆき 資宗 克行	情報通信ネットワーク産業協会専務理事
〃	たかだ じゅんいち 高田 潤一	東京工業大学大学院理工学研究科／国際開発工学専攻教授
〃	ほりさき のぶひろ 堀崎 修宏	(社)情報通信技術委員会専務理事 (～第7回委員会まで)
〃	いのうえ ゆうじ 井上 友二	(社)情報通信技術委員会専務理事 (第8回委員会から参加)
〃	みやうち りょういち 宮内 瞭一	(財)テレコムエンジニアリングセンター専務理事
〃	もりかわ ひろゆき 森川 博之	東京大学大学院工学系研究科教授
〃	ゆぐち きよたか 湧口 清隆	相模女子大学学芸学部人間社会学科講師
〃	よしだ すずむ 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
〃	わかお まさよし 若尾 正義	(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
 広帯域移動無線アクセスシステム委員会 技術的条件作業班 構成員

別表2

(敬称略)

氏名	主要現職
わかお まさよし 若尾 正義	(社)電波産業会 専務理事
あさくら ひろみつ 朝倉 弘光	(株)NTT ドコモ 研究開発本部・ワイヤレスブロードバンド技術担当部長 (第9回作業班から参加)
いしだ かずひと 石田 和人	クアルコムジャパン(株) 標準化担当部長
いとう けんじ 伊藤 健司	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 テクニカルアドバイザー
おかざき こうじ 岡崎 浩治	(株)アッカ・ネットワークス WiMAX 推進室 担当部長 (第9回作業班から参加)
かみむら おきむ 上村 治	(株)ウィルコム ネットワーク技術本部 電波企画部 課長
きくち ひでお 菊池 英男	モバイル放送(株) ネットワーク技術統括部 シニアマネージャー
きむら しげる 木村 滋	京セラ(株) 機器研究開発本部横浜 R&D センター 第4研究部責任者
こさかい まさや 小坂井 正哉	(株)YOZAN ファシリティー本部 置局推進部長 執行役員 (~第9回作業班まで)
たんぼ きよたか 丹保 清孝	(株)YOZAN WiMAX / WiFi 本部 事業推進部 (第10回作業班から参加)
さいとう たみお 斉藤 民雄	(株)富士通研究所 NGW プロジェクト部 統括部長代理
さとう けんいち 佐藤 憲一	三洋電機(株)研究開発本部 デジタルシステム研究所 モバイル通信担当部長
しょうのう たかし 庄納 崇	インテル(株) 研究開発本部 ワイヤレスシステムグループ シニアリサーチャー
つつい たかし 筒井 多圭志	BB モバイル(株) WiMAX 推進準備室 室長
なかがわ えいしん 中川 永伸	(財)テレコムエンジニアリングセンター 研究開発部 副部長
なかがわ みきお 中川 三紀夫	(株)フジクラ 光機器・システム事業部 ワイヤレスシステム推進プロジェクト長 (第9回作業班から参加)
なかつがわ まさし 中津川 征士	日本電信電話(株) NTT アクセスサービスシステム研究所 ワイヤレスアクセスプロジェクト 主幹研究員 (第9回作業班から参加)
なかむら しゅうじ 中村 秀治	(株)三菱総合研究所 次世代基盤研究グループリーダー (第9回作業班から参加)
のぞみ よしひこ 野寺 義彦	ソフトバンクモバイル(株) 技術総合研究所 テクノロジー開発センター センター長
はらだ ひろし 原田 博司	(独)情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センターユビキタスモバイルグループ研究マネージャー (第2回作業班から参加)
ふじもと よしのぶ 藤本 芳宣	日本電気(株) モバイルワイヤレスネットワーク事業部 ワイヤレスアクセス技術プロフェッショナル
まの ひろし 真野 浩	アライドテレシスホールディングス(株) 最高技術責任者(CTO) (第9回作業班から参加)
まるやま もとひろ 丸山 素弘	日本ケーブルラボ 事務局担当課長 (第9回作業班から参加)
むくの しんいち 棕野 慎一	(株)IRI ユビテック ユビキタス事業部 事業企画部 シニアコンサルタント (第9回作業班から参加)
もろはし ともお 諸橋 知雄	イー・アクセス(株) WiMAX 推進室 最高技術責任者(CTO)
やまざき じゅん 山崎 潤	モトローラ(株) ネットワークス ビジネス ジャパン テクニカル・マーケティング部 シニアマネージャー
やまだ としひさ 山田 敏央	モバイルブロードバンド協会
ようかい としかず 要海 敏和	KDDI(株) 技術開発本部 技術戦略部 ワイヤレスブロードバンド開発室 室長

参考資料

- 参考資料 1-1 FWA システム各方式の諸元
- 参考資料 1-2 FWA システム各方式の回線設計
- 参考資料 1-3 広帯域移動無線アクセスシステムの需要予測
- 参考資料 3-1 N-Star の諸元
- 参考資料 3-2 モバイル放送の諸元
- 参考資料 3-3 FWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル
(最悪値検討, モンテカルロ・シミュレーション)
- 参考資料 3-4 SEAMCAT によるモンテカルロ・シミュレーション条件
(FWA BS,SS ⇒ モバイル放送端末)
- 参考資料 3-5 窓ガラスの透過損失
- 参考資料 4-1 MWA システム各方式の諸元
- 参考資料 4-2 BWA システム間における干渉計算での所要改善量算出事例
- 参考資料 4-3 MWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル
(最悪値検討)
- 参考資料 4-4 面積率を加味した MWA BS ⇔ FWA SS 相互間の干渉検討
- 参考資料 4-5 SEAMCAT によるモンテカルロ・シミュレーション条件
(MWA MS ⇔ FWA SS (モデル 1,2))
- 参考資料 4-6 同一周波数における FWA BS 離隔距離
- 参考資料 4-7 MBTDD 625k-MC システムの許容干渉量について
- 参考資料 5-1 電磁界強度指針への適合性

FWA システム各方式の諸元

(1) WiMAX

WiMAX 基地局及び加入者局の主なシステム諸元を表 1 に、WiMAX 基地局のアンテナパターンを図 2 に、WiMAX 加入者局のアンテナパターンを図 3 に、WiMAX 基地局送信マスクを図 4 に、WiMAX 加入者局送信マスクを図 5 に示す。

表 1.1 WiMAX 基地局の主な諸元

項目	諸元		備考
	モデル 1, 2 (P-MP)	モデル 3 (P-P)	
最大空中線電力	43dBm/10MHz	35dBm/10MHz	P-MP 利用は MWA と同一
最大空中線利得	17dBi	25dBi	P-MP 利用は MWA と同一
空中線指向特性	F.1336	F.1245	モデルの根拠
給電線系損失	5dB		MWA と同一
空中線地上高	40m		MWA と同一
熱雑音電力	-108dBm/MHz		MWA と同一
雑音指数	6dB		MWA と同一
許容 I/N	6dB		MWA と同一
スペクトル特性	アドホックマスク		MWA と同一
干渉許容レベル	-113.8dBm/MHz		MWA と同一
設置密度	0.02 台/km ² (セル半径 : 4km)	0.003 台/km ² (セル半径 : 10km)	
稼働率	100%		MWA と同一

表 1.2 WiMAX 加入者局の主な諸元

項目	諸元				備考
	参考 : MWA	モデル 1	モデル 2	モデル 3	
最大空中線電力(dBm/10MHz)	23	23 (* 2)	23	23	
最大空中線利得(dBi)	2	10	20	23	
空中線指向特性	Omni	水平半値角 90° F.1336	F.1245 (P-MP、P-P 共通)		モデルの根拠 P-MP、P-P の別
給電線損失(dB)	0	0	3	5	
空中線地上高(m)	1.5	3	6	16	P.1411(4.3)
熱雑音電力(dBm/MHz)	-106	-106	-106	-106	MWA と同一
雑音指数(dB)	8	8	8	8	MWA と同一
許容 I/N(dB)	6	6	6	6	MWA と同一
スペクトル特性	アドホックマスク				MWA と同一
干渉許容レベル(dBm/MHz)	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	MWA と同一
設置密度	35 加入/Cell (セル半径 : 1.4km)	35 加入/Cell (セル半径 : 4km)		1 加入/Cell (セル半径 : 10km)	最大 200 台/km ² (* 4) (対象エリア : 1km ² 、世帯数 : 200)
稼働率	33%			100%	100%
利用形態	モバイル (カード型)	屋内 CPE Penetration Loss 10dB を適用 (* 3)	屋外 CPE (モデム型)	中継用途	

* 1: 各種検討はモデル 1～3 を用いて行う。

* 2: N-STAR との共用検討の結果を踏まえ、当初の要求条件 (27dBm/10MHz) を見直したもの (第 3 章)。N-STAR と FWA との間、及び BWA 間の共用検討 (最悪値検討) においては、当初の要求条件で検討している (第 3 章及び第 4 章)。

* 3: 回線設計には 10dB を用いるが最悪値検討を行う際は 0dB から検討する

* 4: 実際の加入者局密度の実例に基づく想定値

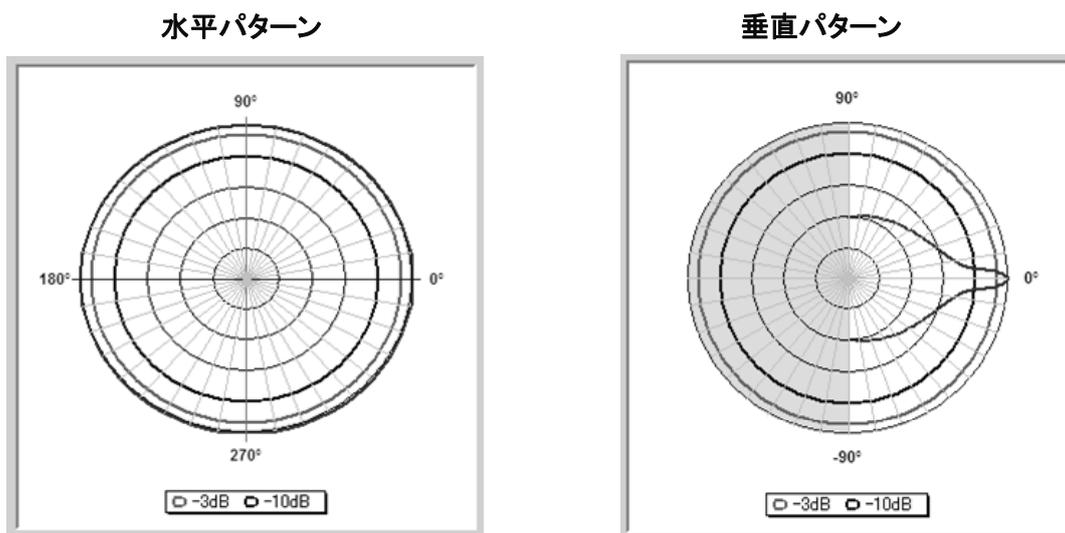


図 2.1 WiMAX 基地局（モデル 1, 2）のアンテナパターン

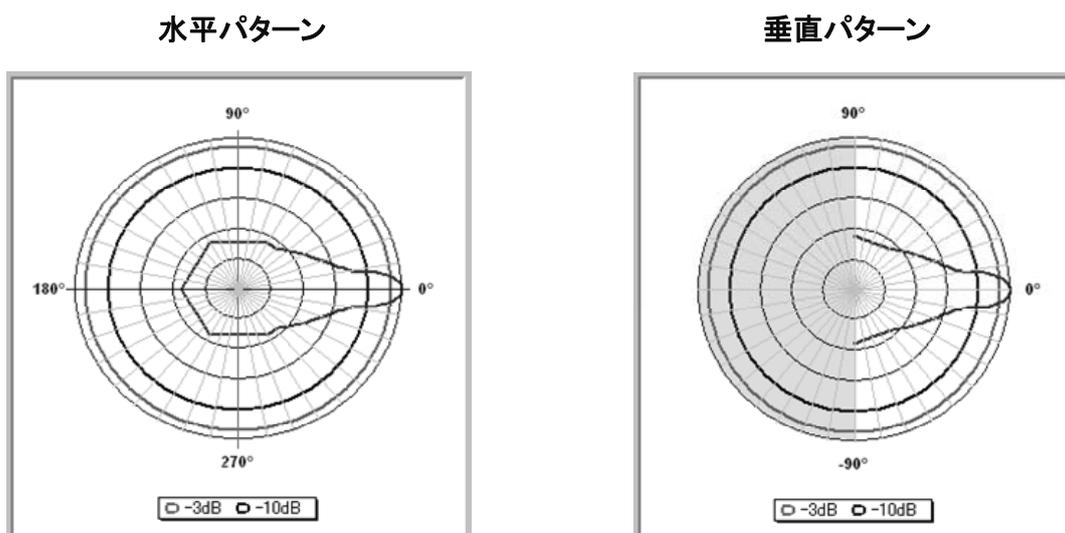


図 2.2 WiMAX 基地局（モデル 3）のアンテナパターン

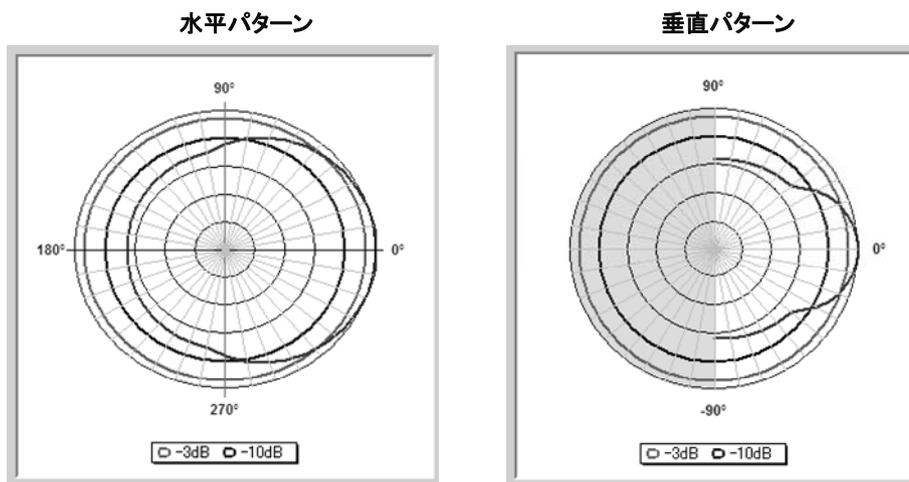


図 3.1 WiMAX 加入者局（モデル 1）のアンテナパターン

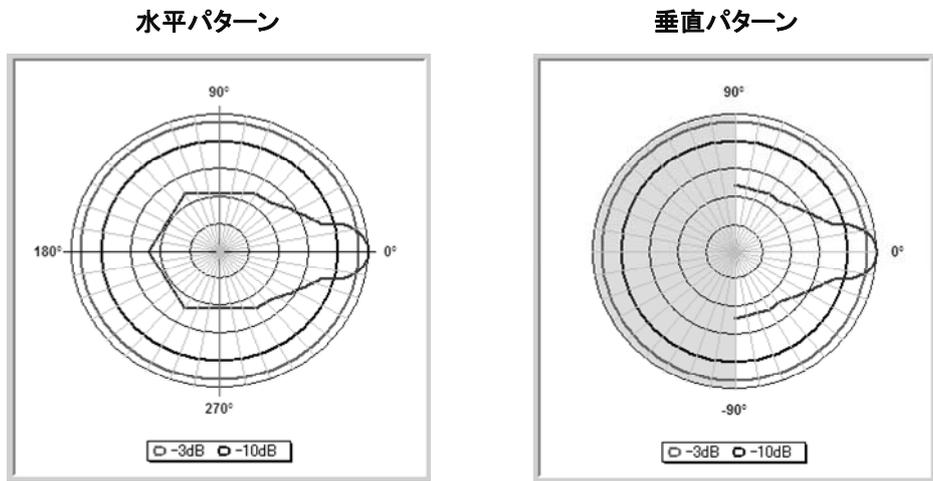


図 3.2 WiMAX 加入者局（モデル 2）のアンテナパターン

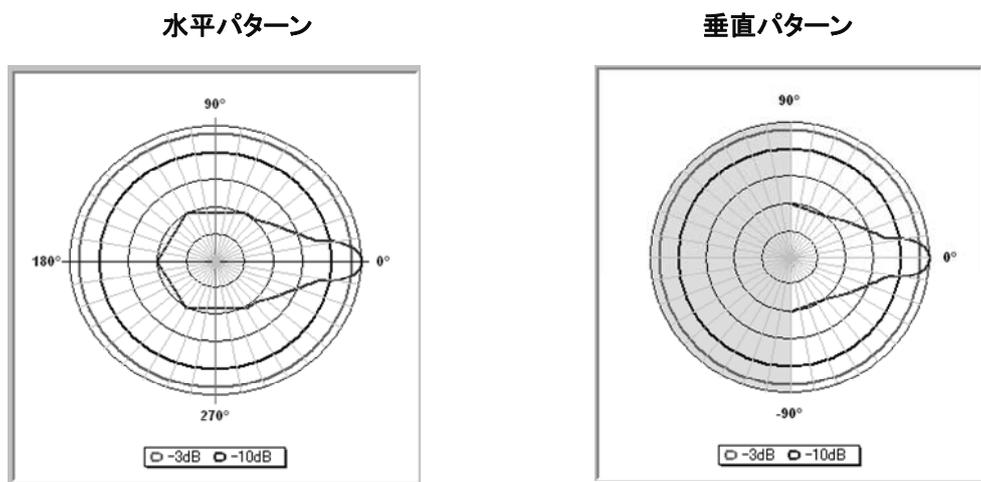


図 3.3 WiMAX 加入者局（モデル 3）のアンテナパターン

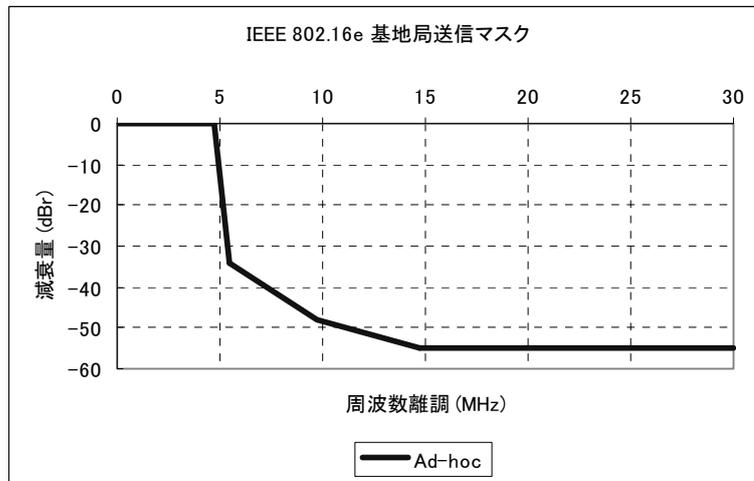


図 4 WiMAX 基地局送信マスク

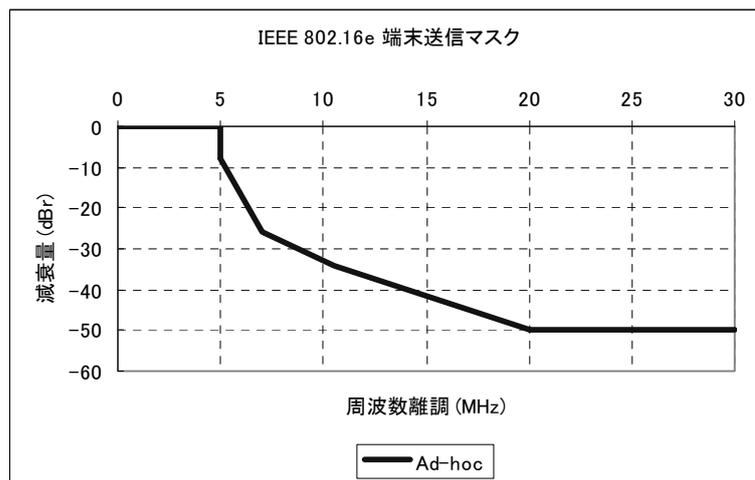


図 5 WiMAX 加入者局送信マスク

(2) 次世代 PHS

次世代 PHS 基地局及び加入者局の主なシステム諸元を表 1 に、次世代 PHS 基地局のアンテナパターンを図 2 に、次世代 PHS 加入者局のアンテナパターンを図 3 に、次世代 PHS 基地局送信マスクを図 4 に、次世代 PHS 加入者局送信マスクを図 5 に示す。

表 1.1 次世代 PHS 基地局 (BS) の主な諸元

項目	諸元		備考
	モデル 1, 2 (P-MP)	モデル 3 (P-P)	
最大空中線電力	40dBm/10MHz	35dBm/10MHz	P-MP 利用は MWA と同一
最大空中線利得	12dBi	25dBi	P-MP 利用は MWA と同一
空中線指向特性	F.1336	F.1245	モデルの根拠
給電線系損失	2dB	5dB	P-MP 利用は MWA と同一
空中線地上高	40m		MWA と同一
熱雑音電力	-109dBm/MHz		MWA と同一
雑音指数	5dB		MWA と同一
許容 I/N	6dB		MWA と同一
スペクトル特性	次世代 PHS 基地局送信マスク		MWA と同一
干渉許容レベル	-114dBm/MHz		MWA と同一
設置密度	0.027 台/km ² (セル半径 : 3.8km)	0.003 台/km ² (セル半径 : 10km)	
稼働率	100%		MWA と同一

表 1.2 次世代 PHS 加入者局 (SS) の主な諸元

項目	諸元				備考
	参考 : MWA	モデル 1	モデル 2	モデル 3	
最大空中線電力(dBm/10MHz)	23	23 (* 2)	23	23	
最大空中線利得(dBi)	4	10	20	23	
空中線指向特性	Omni	水平半値角 90° F.1336	F.1245 (P-MP、P-P 共通)		モデルの根拠 P-MP、P-P の別
給電線損失(dB)	0	0	3	5	
空中線地上高(m)	1.5	3	6	16	P.1411(4.3)
熱雑音電力(dBm/MHz)	-106	-106	-106	-106	MWA と同一
雑音指数(dB)	8	8	8	8	MWA と同一
許容 I/N(dB)	6	6	6	6	MWA と同一
スペクトル特性	次世代 PHS 端末送信マスク				MWA と同一
干渉許容レベル(dBm/MHz)	-112.0	-112.0	-112.0	-112.0	MWA と同一
設置密度	32 加入/Cell (セル半径 : 600m)	32 加入/Cell (セル半径 : 3.8km)		1 加入/Cell (セル半径 : 10km)	最大 200 台/km ² (* 4) (対象エリア : 1km ² 、世帯数 : 200)
稼働率	33%			100%	MWA と同一
利用形態	モバイル (カード型)	屋内 CPE Penetration Loss 10dB を適用 (* 3)	屋外 CPE (モデム型)	中継用途	

* 1: 各種検討はモデル 1 ~ 3 を用いて行う

* 2: N-STAR との共用検討の結果を踏まえ、当初の要求条件 (27dBm/10MHz) を見直したもの (第 3 章)。N-STAR と FWA との間、BWA 間の共用検討 (最悪値検討) においては、当初の要求条件で検討している (第 3 章及び第 4 章)。

* 3: 回線設計には 10dB を用いるが最悪値検討を行う際は 0dB から検討する

* 4: 実際の加入者局密度の実例に基づく想定値

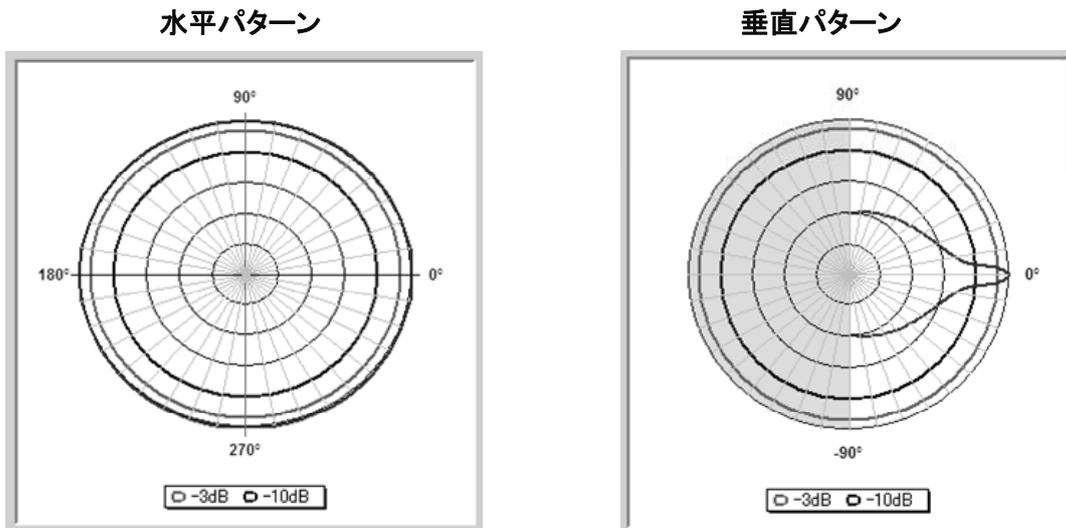


図 2.1 次世代 PHS 基地局（モデル 1, 2）のアンテナパターン

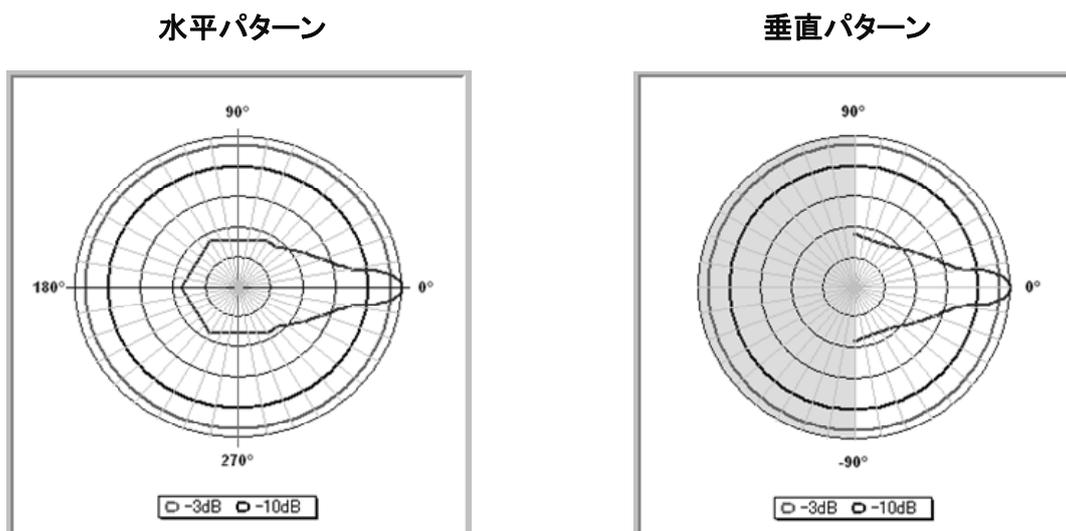


図 2.2 次世代 PHS 基地局（モデル 3）のアンテナパターン

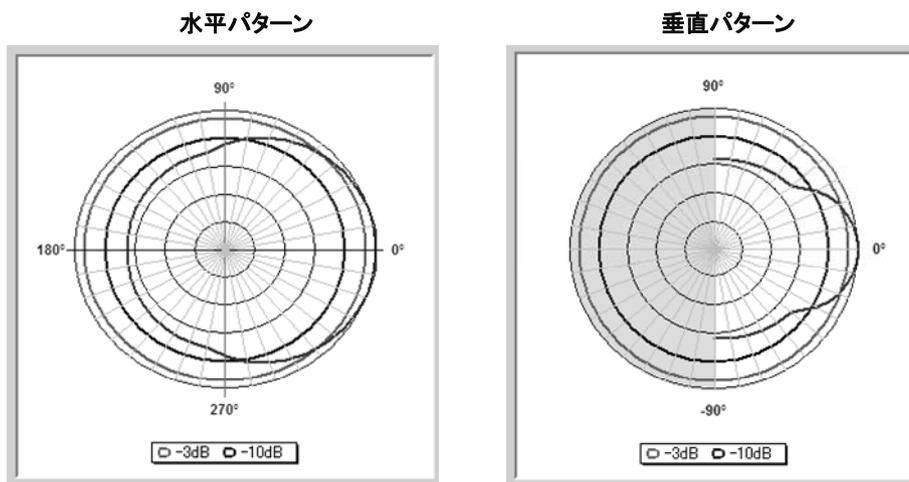


図 3.1 次世代 PHS 加入者局（モデル 1）のアンテナパターン

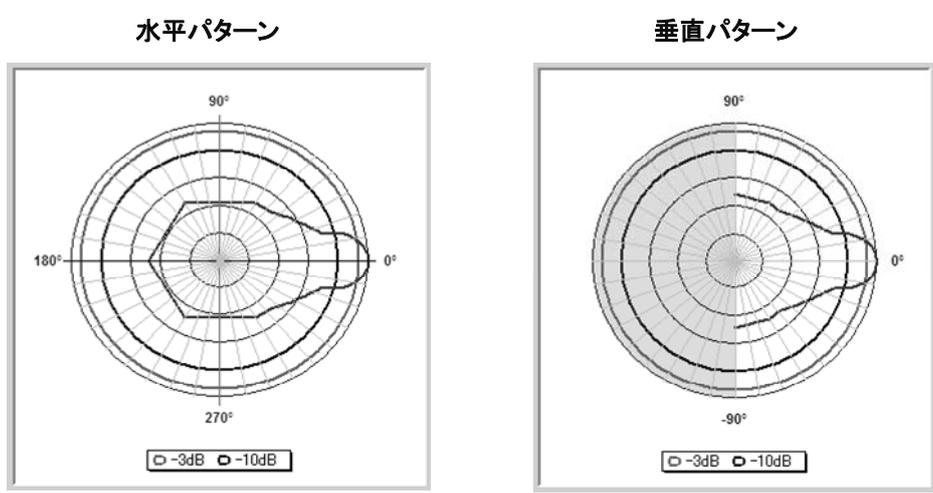


図 3.2 次世代 PHS 加入者局（モデル 2）のアンテナパターン

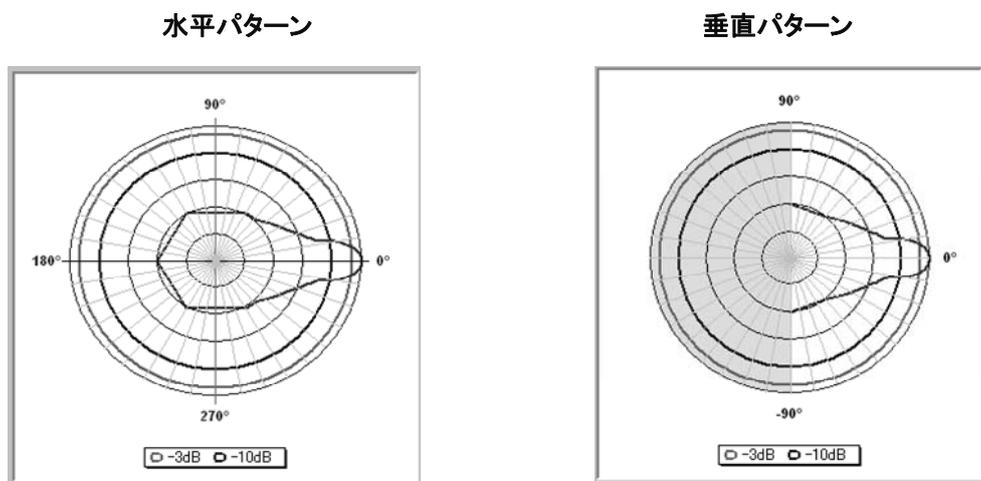


図 3.3 次世代 PHS 加入者局（モデル 3）のアンテナパターン

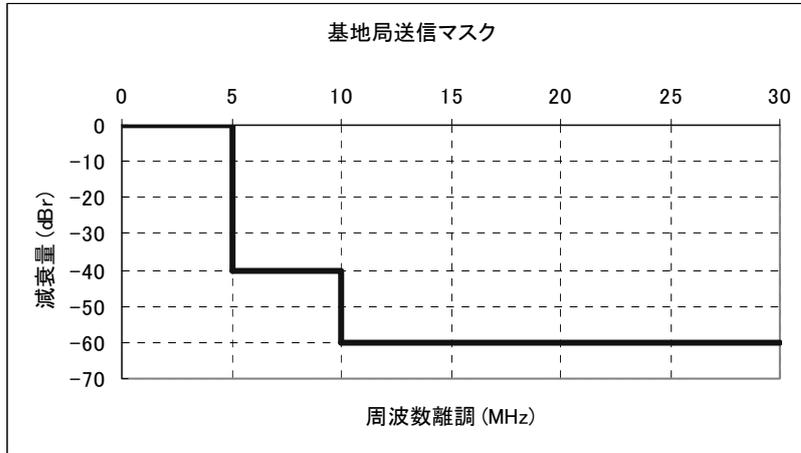


図4 次世代 PHS 基地局の送信マスク

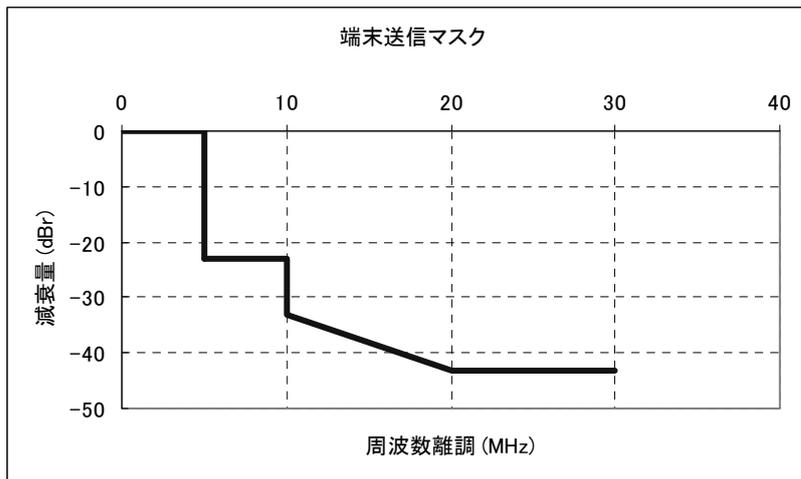


図5 次世代 PHS 端末の送信マスク

FWA システム各方式の回線設計

(1) WiMAX

モデル 1 回線設計 (見直し前)

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	27.0	dBm	当初の要求条件
3	空中線利得	C	10.0	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	37.0	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	0	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	17.0	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダロス	G	5.0	dB	基地局
8	受信機 NF	H	6.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-98.0	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	宅内透過損失	P	10	dB	

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J -(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		120.5		
	QPSK 3/4		117.1		
	16QAM 1/2		114.8		
	16QAM 3/4		110.7		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		0.92		
	QPSK 3/4		0.73		
	16QAM 1/2		0.63		
	16QAM 3/4		0.47		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	43.0	dBm	10W x 2 系統
3	空中線利得	C	17.0	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	55.0	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	5	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	10.0	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	0	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96.0	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
	64QAM 1/2		13.8		
	64QAM 2/3		16.9		
	64QAM 3/4		18.0		
	64QAM 5/6		19.9		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	宅内透過損失	P	10	dB	

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J -(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		134.5		
	QPSK 3/4		131.1		
	16QAM 1/2		128.8		
	16QAM 3/4		124.7		
	64QAM 1/2		123.6		
	64QAM 2/3		120.5		
	64QAM 3/4		119.4		
	64QAM 5/6		117.5		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		2.4		
	QPSK 3/4		1.9		
	16QAM 1/2		1.6		
	16QAM 3/4		1.2		
	64QAM 1/2		1.1		
	64QAM 2/3		0.92		
	64QAM 3/4		0.86		
	64QAM 5/6		0.75		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル1 回線設計（見直し後）

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	23.0	dBm	当初の要求条件を修正
3	空中線利得	C	10.0	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	33.0	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	0	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	17.0	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダロス	G	5.0	dB	基地局
8	受信機 NF	H	6.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-98.0	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	宅内透過損失	P	10	dB	

15	許容伝搬損失	Q		dB	$D+F-G-J-(L+M+N+P)-K$
	QPSK 1/2		116.5		
	QPSK 3/4		113.1		
	16QAM 1/2		110.8		
	16QAM 3/4		106.7		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		0.70		
	QPSK 3/4		0.56		
	16QAM 1/2		0.48		
	16QAM 3/4		0.37		

*1: 回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	43.0	dBm	10W x 2 系統
3	空中線利得	C	17.0	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	55.0	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	5	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	10.0	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダーロス	G	0	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96.0	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
	64QAM 1/2		13.8		
	64QAM 2/3		16.9		
	64QAM 3/4		18.0		
	64QAM 5/6		19.9		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	宅内透過損失	P	10	dB	

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J -(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		134.5		
	QPSK 3/4		131.1		
	16QAM 1/2		128.8		
	16QAM 3/4		124.7		
	64QAM 1/2		123.6		
	64QAM 2/3		120.5		
	64QAM 3/4		119.4		
	64QAM 5/6		117.5		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		2.4		
	QPSK 3/4		1.9		
	16QAM 1/2		1.6		
	16QAM 3/4		1.2		
	64QAM 1/2		1.1		
	64QAM 2/3		0.92		
	64QAM 3/4		0.86		
	64QAM 5/6		0.75		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル 2 回線設計

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	23.0	dBm	
3	空中線利得	C	20.0	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	40.0	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	3.0	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	17.0	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダーロス	G	5.0	dB	基地局
8	受信機 NF	H	6.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-97.8	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	Log-Normal フェードマージン
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく

14	許容伝搬損失	P		dB	D+F-G-J-(L+M+N)-K
	QPSK 1/2		133.3		D+F-G-J-(L+M+N) = 136.2
	QPSK 3/4		129.9		
	16QAM 1/2		127.6		
	16QAM 3/4		123.5		

15	伝送距離	Q		km	
	QPSK 1/2		4.0		
	QPSK 3/4		3.2		
	16QAM 1/2		2.7		
	16QAM 3/4		2.1		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	43.0	dBm	
3	空中線利得	C	17.0	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	55.0	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	5.0	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	20.0	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダーロス	G	3.0	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-95.8	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
	64QAM 1/2		13.8		
	64QAM 2/3		16.9		
	64QAM 3/4		18.0		
	64QAM 5/6		19.9		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	Log-Normal フェードマージン
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく

14	許容伝搬損失	P		dB	D+F-G-J-(L+M+N)-K
	QPSK 1/2		151.3		D+F-G-J-(L+M+N) = 154.2
	QPSK 3/4		147.9		
	16QAM 1/2		145.6		
	16QAM 3/4		141.5		
	64QAM 1/2		140.4		
	64QAM 2/3		137.3		
	64QAM 3/4		136.2		
	64QAM 5/6		134.3		

15	伝送距離	Q		km	
	QPSK 1/2		13.3		システムとしての伝送距離は、(余裕の少ない)ULの伝送距離に支配されるため、左記の伝送距離が実現できるわけではない。
	QPSK 3/4		10.6		
	16QAM 1/2		9.1		
	16QAM 3/4		6.9		
	64QAM 1/2		6.4		
	64QAM 2/3		5.2		
	64QAM 3/4		4.9		
	64QAM 5/6		4.3		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル3 回線設計

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	23.0	dBm	
3	空中線利得	C	23.0	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	41.0	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	5.0	dB	中継利用
6	受信アンテナ利得	F	25.0	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダロス	G	5.0	dB	基地局
8	受信機 NF	H	6.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-97.8	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	8.8	dB	基地局高 40m, 加入者高 16m. 伝送距離 15km で瞬断率 0.0015%[1] を満足[2]. 海上伝搬の場合は更に 大きな値(20dB 以上)となる.
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	付加損失	P	6	dB	フレネルゾーン遮蔽を考慮

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J-(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		133.1		D+F-G-J-(L+M+N+P) = 136.0
	QPSK 3/4		129.7		
	16QAM 1/2		127.4		
	16QAM 3/4		123.3		
16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		43.1		
	QPSK 3/4		29.1		
	16QAM 1/2		22.3		
	16QAM 3/4		13.9		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

[1] 電波法関係審査基準 (別紙 2. 無線局の目的別審査基準)

[2] 信学論(B),J64-B,pp1426-1432(1981-12)

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10.0	MHz	
2	送信機出力	B	35.0	dBm	
3	空中線利得	C	25.0	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	55.0	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	5.0	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	23.0	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	5.0	dB	中継利用
8	受信機 NF	H	8.0	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-95.8	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC を使用
	QPSK 1/2		2.9		
	QPSK 3/4		6.3		
	16QAM 1/2		8.6		
	16QAM 3/4		12.7		
	64QAM 1/2		13.8		
	64QAM 2/3		16.9		
	64QAM 3/4		18.0		
	64QAM 5/6		19.9		
11	インプリロス	L	5	dB	IEEE802.16e-2005 に基づく
12	フェージングマージン	M	8.8	dB	基地局高 40m, 加入者高 16m. 伝送距離 15km で瞬断率 0.0015%[1] を満足[2]. 海上伝搬の場合は更に 大きな値 (20dB 以上) となる.
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX Forum Whitepaper に基づく
14	付加損失	P	6	dB	フレネルゾーン遮蔽を考慮
15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J-(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		143.1		
	QPSK 3/4		139.7		
	16QAM 1/2		137.4		
	16QAM 3/4		133.3		
	64QAM 1/2		132.2		
	64QAM 2/3		129.1		
	64QAM 3/4		128.0		
64QAM 5/6		126.1			

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		136.1		システムとしての伝送距離は、(余裕の少ない)ULの伝送距離に支配されるため、左記の伝送距離が実現できるわけではない。
	QPSK 3/4		92.0		
	16QAM 1/2		70.6		
	16QAM 3/4		44.1		
	64QAM 1/2		38.8		
	64QAM 2/3		27.2		
	64QAM 3/4		23.9		
	64QAM 5/6		19.2		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

[1] 電波法関係審査基準 (別紙 2. 無線局の目的別審査基準)

[2] 信学論(B),J64-B,pp1426-1432(1981-12)

(2) 次世代 PHS

モデル 1 回線設計 (見直し前)

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	27	dBm	当初の要求条件
3	空中線利得	C	10	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	37	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	0	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	12	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダーロス	G	2	dB	基地局
8	受信機 NF	H	5	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-99	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	宅内透過損失	P	10	dB	WiMAX の場合と統一

15	許容伝搬損失	Q		dB	$D+F-G-J-(L+M+N+P)-K$
	QPSK 1/2		119.4		
	QPSK 3/4		116.4		
	64QAM 3/4		104.4		
	64QAM 5/6		102.4		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		0.86		
	QPSK 3/4		0.70		
	64QAM 3/4		0.31		
	64QAM 5/6		0.27		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	40	dBm	
3	空中線利得	C	12	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	50	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	2	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	10	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	0	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	宅内透過損失	P	10	dB	WiMAX の場合と統一

15	許容伝搬損失	Q		dB	$D+F-G-J-(L+M+N+P)-K$
	QPSK 1/2		129.4		
	QPSK 3/4		126.4		
	64QAM 3/4		114.4		
	64QAM 5/6		112.4		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		1.67		
	QPSK 3/4		1.37		
	64QAM 3/4		0.61		
	64QAM 5/6		0.54		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル 1 回線設計（見直し後）

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	23	dBm	当初の要求条件を修正
3	空中線利得	C	10	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	33	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	0	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	12	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダーロス	G	2	dB	基地局
8	受信機 NF	H	5	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-99	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	宅内透過損失	P	10	dB	WiMAX の場合と統一

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J -(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		115.4		
	QPSK 3/4		112.4		
	64QAM 3/4		100.4		
	64QAM 5/6		98.4		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		0.65		
	QPSK 3/4		0.54		
	64QAM 3/4		0.24		
	64QAM 5/6		0.21		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	40	dBm	
3	空中線利得	C	12	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	50	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	2	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	10	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	0	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	宅内透過損失	P	10	dB	WiMAX の場合と統一

15	許容伝搬損失	Q		dB	$D+F-G-J-(L+M+N+P)-K$
	QPSK 1/2		129.4		
	QPSK 3/4		126.4		
	64QAM 3/4		114.4		
	64QAM 5/6		112.4		

16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		1.67		
	QPSK 3/4		1.37		
	64QAM 3/4		0.61		
	64QAM 5/6		0.54		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル 2 回線設計

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	23	dBm	
3	空中線利得	C	20	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	40	dBm	B+C-E
5	フィーダーロス	E	3	dB	加入者端末
6	受信アンテナ利得	F	12	dBi	移動系システムと同様
7	フィーダーロス	G	2	dB	基地局
8	受信機 NF	H	5	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-99	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一

14	許容伝搬損失	P		dB	D+F-G-J-(L+M+N)-K
	QPSK 1/2		132.4		
	QPSK 3/4		129.4		
	16QAM 1/2		117.4		
	16QAM 3/4		115.4		

15	伝送距離	Q		km	
	QPSK 1/2		3.8		
	QPSK 3/4		3.1		
	16QAM 1/2		1.4		
	16QAM 3/4		1.2		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	40	dBm	
3	空中線利得	C	12	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	50	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	2	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	20	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	3	dB	加入者端末
8	受信機 NF	H	8	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	64QAM 3/4		18		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	5.6	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一

14	許容伝搬損失	P		dB	D+F-G-J-(L+M+N)-K
	QPSK 1/2		146.4		
	QPSK 3/4		143.4		
	64QAM 3/4		131.4		
	64QAM 5/6		129.4		

15	伝送距離	Q		km	システムとしての伝送距離は、(余裕の少ない)UL の伝送距離に支配されるため、左記の伝送距離が実現できるわけではない。
	QPSK 1/2		9.6		
	QPSK 3/4		7.8		
	64QAM 3/4		3.5		
	64QAM 5/6		3.1		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

モデル3 回線設計

上り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	23	dBm	
3	空中線利得	C	23	dBi	指向性アンテナ
4	実行輻射電力	D	41	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	5	dB	中継利用
6	受信アンテナ利得	F	25	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	5	dB	中継利用
8	受信機 NF	H	5	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-99	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	16QAM 3/4		13		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	8.8	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	付加損失	P	6	dB	WiMAX の場合と統一

15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J-(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		134.2		
	QPSK 3/4		131.2		
	16QAM 3/4		124.2		
	64QAM 5/6		117.2		
16	伝送距離	R		km	
	QPSK 1/2		48.9		
	QPSK 3/4		34.6		
	16QAM 3/4		15.5		
	64QAM 5/6		6.9		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

[1] 電波法関係審査基準（別紙2. 無線局の目的別審査基準）

[2] 信学論(B),J64-B,pp1426-1432(1981-12)

下り回線

No.	項目	記号	諸元	単位	備考
1	送信帯域幅	A	10	MHz	
2	送信機出力	B	35	dBm	
3	空中線利得	C	25	dBi	移動系システムと同様
4	実行輻射電力	D	55	dBm	B+C-E
5	フィーダロス	E	5	dB	移動系システムと同様
6	受信アンテナ利得	F	23	dBi	指向性アンテナ
7	フィーダロス	G	5	dB	中継利用
8	受信機 NF	H	8	dB	移動系システムと同様
9	標準雑音電力	J	-96	dBm	kTB + NF (T=300K)
10	所要 SNR	K		dB	CTC 前提
	QPSK 1/2		3		
	QPSK 3/4		6		
	16QAM 3/4		13		
	64QAM 5/6		20		
11	インプリロス	L	5	dB	
12	フェージングマージン	M	8.8	dB	WiMAX の場合と統一
13	干渉マージン	N	3	dB	WiMAX の場合と統一
14	付加損失	P	6	dB	WiMAX の場合と統一
15	許容伝搬損失	Q		dB	D+F-G-J-(L+M+N+P)-K
	QPSK 1/2		143.2		
	QPSK 3/4		140.2		
	16QAM 3/4		133.2		
	64QAM 5/6		126.2		
16	伝送距離	R		km	システムとしての伝送距離は、(余裕の少ない)ULの伝送距離に支配されるため、左記の伝送距離が実現できるわけではない。
	QPSK 1/2		137.9		
	QPSK 3/4		97.7		
	16QAM 3/4		43.6		
	64QAM 5/6		19.5		

*回線マージンには Shadowing マージンは含まず

[1] 電波法関係審査基準（別紙2. 無線局の目的別審査基準）

[2] 信学論(B),J64-B,pp1426-1432(1981-12)

広帯域移動無線アクセスシステムの需要予測

広帯域移動無線アクセスシステム（固定利用、以下 BWA）は、ADSL や FTTH 等の有線によるブロードバンドの代替としての役割に大きな期待が寄せられている。これまでは、ほとんどが有線による普及だが、その動向を分析しつつ、今後のブロードバンド全体の需要について推察し、その需要構造において占める BWA の可能性をポテンシャルユーザとして分析する。なお、今回の予測は、主な利用イメージを住居への固定的利用（FWA）を想定しているが、住居内での端末を持ち出して携行中か車両等での移動中に使うといったモバイルユーザーも含むものと想定している。

(1) ブロードバンド普及の構造

2006 年 9 月末時点で全国ブロードバンド加入数は 2,500 万を超えており、全国世帯総数に対する割合でも 50%を超えた。

しかしながら、都道府県別の普及率の格差は大きく、トップの東京都が 67.1% であるのに対して最下位の鹿児島県では 26.9%に過ぎなく、実に 2.5 倍の格差がある。

こうしたデジタルデバイド発生の要因には、都市集積の度合いや地形による障害、コミュニティ風土、自治体の積極性等、いくつか考えられるが、申し込み対応や工事による供給能力の差も大きい。その証拠に、2005 年 9 月からの一年間の増加数を都道府県別世帯数で割った指標を比較すると、トップの東京都は 9.4% であるのに対して最下位の鹿児島県は 5.1%と 2 倍近い開きがある。（ただし、この指標で鹿児島県は 45 位で最下位ではない）

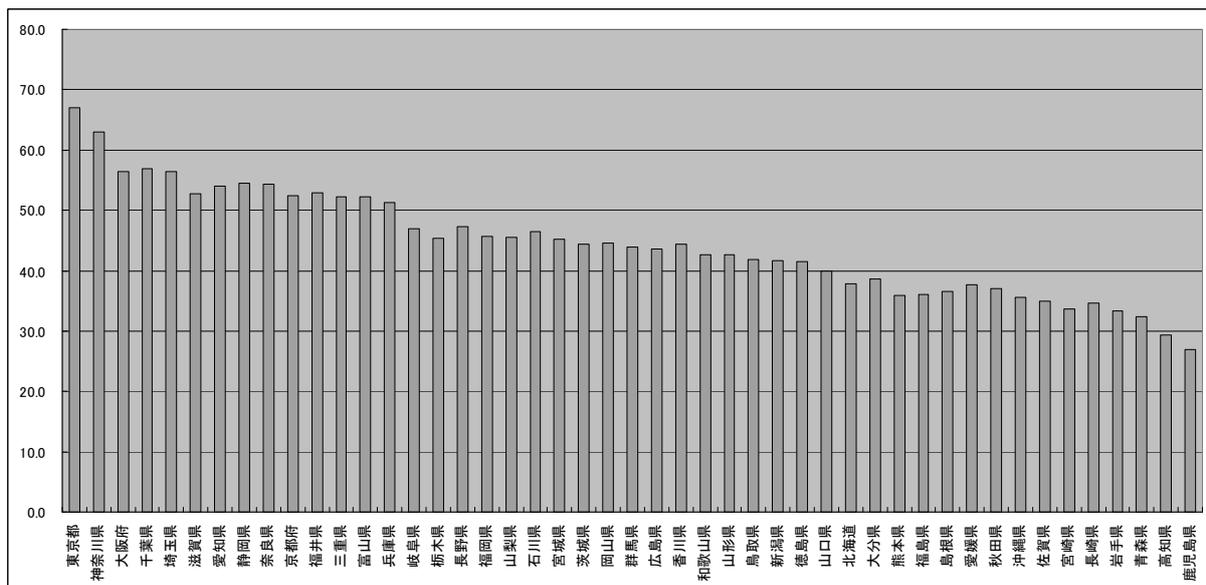


図 1.1 都道府県別 BB 世帯普及率（2006 年 9 月末）

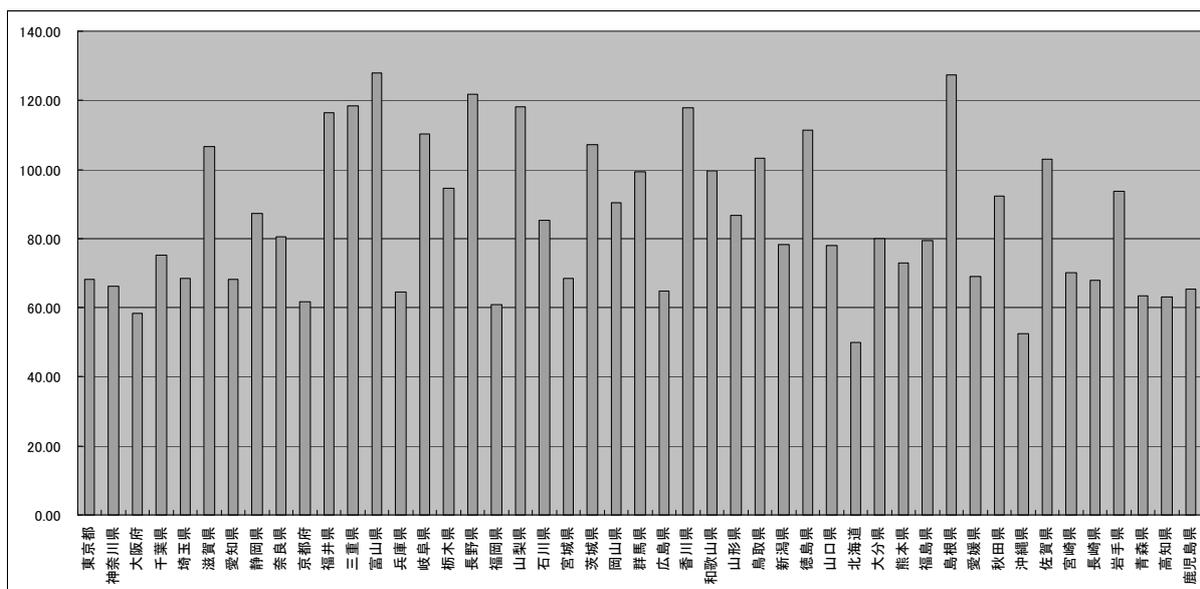


図 1.2 都道府県別 BB 世帯 (DID) 普及率 (2006 年 9 月末)

一方、国勢調査で扱われる人口集中地区 (DID) に注目すると、このエリアにおいて有線ブロードバンドが普及しやすい市場環境となっていることが予想されるが、この DID 世帯数を分母にした普及率では、東京都は全国平均 71.1%より下位の 68.1%であり、鹿児島県の 65.4%と大差ない。この指標でのトップは富山県の 127.9%であり、以下、島根県 127.4%、長野県 121.9%と続くが、100%を越えるという事は、DID より人口密度が低いエリアでも有線ブロードバンドが普及している事を示している。こうした地域では、総務省事業はもとより、農水省事業や自治体単費事業等による整備が進んでいたり、CATV 事業者の努力が大きかったりしている。

一般的に、耐久消費財分野での世帯普及推移は、いわゆるゴンペルツ曲線を描く事が多く、ブロードバンドのように普及開始 5 年程度で 50%を超えたものとしては、過去にカラーテレビの例が参考となる。カラーテレビは、1966 年に登場して 1971 年から 1972 年にかけて 50%を通過し 1976 年には 90%を超えて後 100%に漸近していく。また、インターネットも 1995 年に商用化されて 2001 年には 60%を超えており、時代的にはブロードバンドの 5 年前だが同様の普及力と言える。ただし、カラーテレビとは違って、その後の伸びは 90%に漸近する水準となっている。

(2) ブロードバンド普及の予測

ブロードバンドへのニーズは、ほぼ、カラーテレビと同様となってきているとみなすことができる。電気屋さんが運んできて設置していくという点も似ているが、画面を通じて情報を得るというスタイルが酷似している。しかも、最近のブロードバンドでは情報検索以外でも、日常生活に必要な情報摂取はもとより、シ

ショッピングやオンライントレード、音楽や動画の配信サービス等、テレビ以上の利用価値が顕在化してきており、地デジでリビングに普及しつつある薄型大画面をテレビだけではなく、ブロードバンド利用にも活用する方法が注目されつつある。

ただし、異なる点は、テレビと違って準備工事や設置に手間がかかる点であり、テレビと同じ普及曲線を描くには難点がある。それが、前述した供給能力の都道府県間の格差となって現れていると言える。しかも、2005 年以降は、比較的工事が簡単だった ADSL の普及スピードが急速に鈍り始めており、より高度な工事が必要となる FTTH が代替しきれずに、普及率 30% を過ぎたあたりから、すでに普及曲線が倒れ始め、かろうじて巡航スピードを保つ傾向になっている。もはや、直線系の推移を示しており、今後、数年間もこの傾向が続くと考えられる。

一方、ブロードバンド普及の漸近線であるが、DID 世帯数が全世帯数の 71.1% である事を考えると、これが一つの目安となる。ただし、前述したように、国や自治体の事業、地場産業の努力によっては 80% となる場合もあろうし、電話によるダイヤルアップが全国全世帯で可能な環境でインターネットが 90% に漸近している事を考慮すると、有線による限界を BWA が克服すれば、その 90% を目安とすることができる。

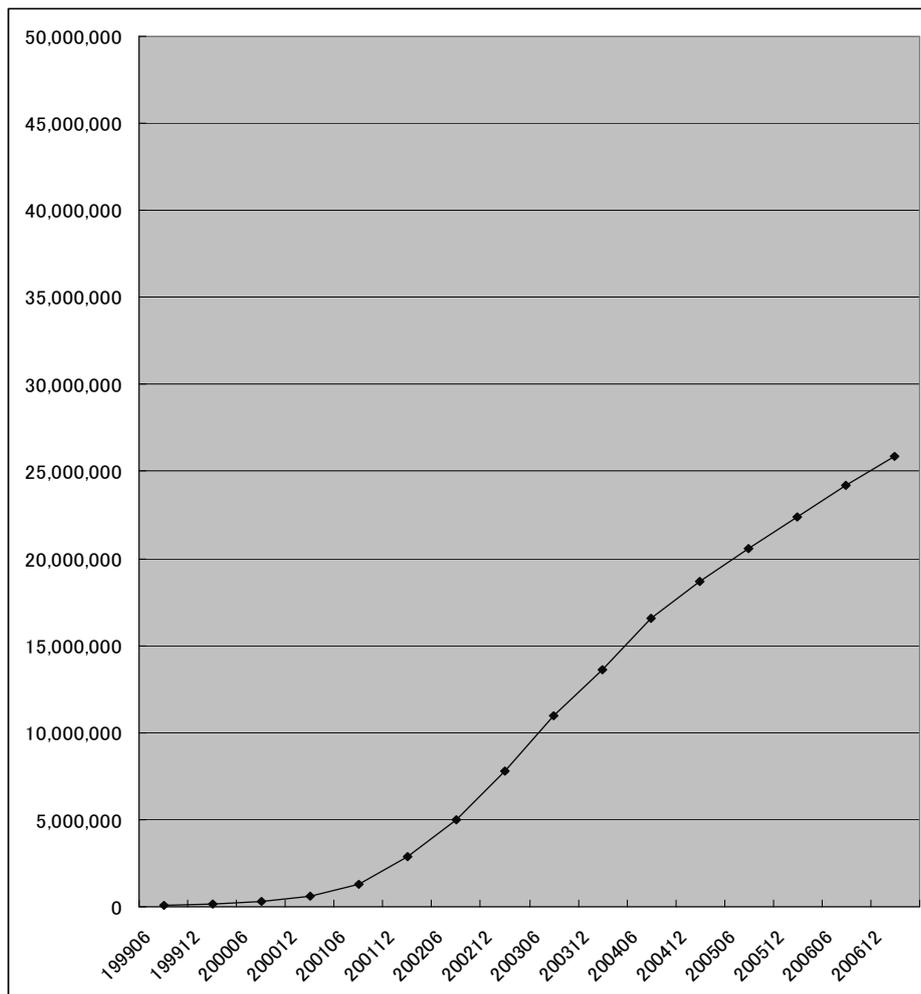
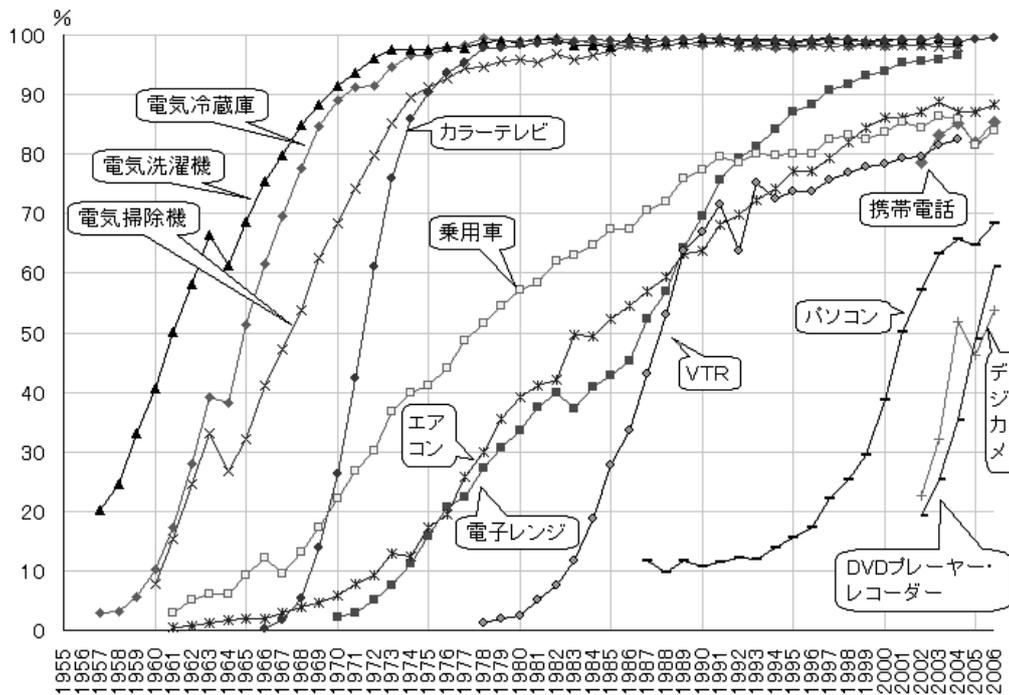


図2 ブロードバンド普及のこれまでの推移（2006年12月は推計値）

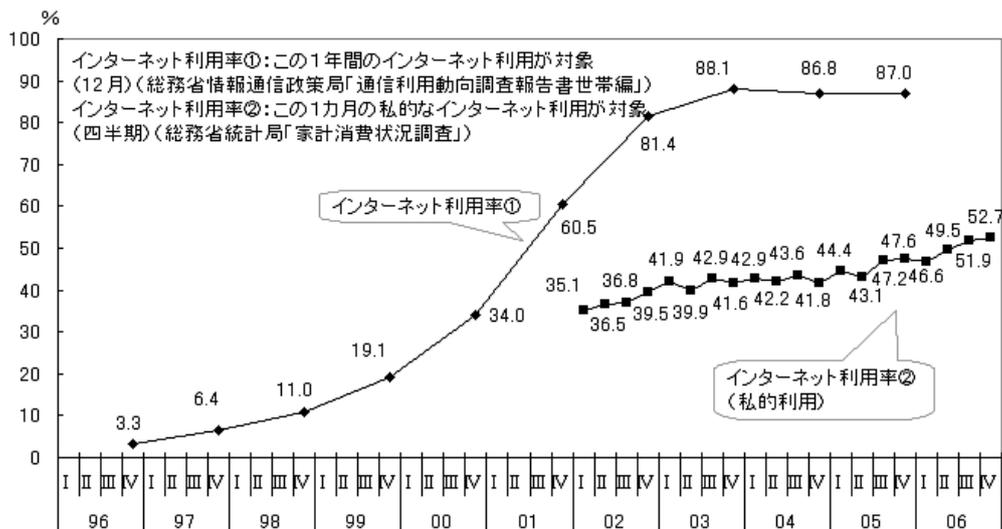
参考：主要耐久消費財およびインターネットの普及率

主要耐久消費財の世帯普及率の推移



(注)1957年は9月調査、58～77年は2月調査、78年以降は3月調査。05年より調査品目変更。デジカメは05年よりカメラ付き携帯を含まず。
 (資料)内閣府「消費動向調査」

インターネット世帯利用率の推移



(注)どちらの率も単身世帯を含む全世帯に占めるインターネットを利用した世帯員がいる世帯の比率であり、パソコンや携帯電話などインターネットの利用機種や利用場所を問わない。
 インターネット利用①の公私利用の限定は次の通り毎年やや異なる。96:自宅で利用、97-98:公私限定せず、99:自宅での使用(携帯電話単独利用を含まない)、00:自宅での利用、01-02:公私限定せず、03-個人的使用

出典：いずれも「社会実情データ図録」<http://www2.ttcn.ne.jp/~honkawa/>

(3) BWA 需要の予測 (FWA 系)

ここまで分析した状況で、現在の BWA が 2008 年から本格的に事業開始するとした場合、2007 年と 2008 年の 2 年間で、有線ブロードバンドが各都道府県とも最近一年の増加数で推移したと仮定すると、2008 年時点で残された世帯数が BWA 需要の基礎となる。

この時、東京都の普及率は 85.9%、鹿児島県は 37.1%と予測され、残された世帯数は約 1,730 万世帯（東京都で 83 万世帯、北海道 118 万世帯、鹿児島県 46 万世帯等）となる。これらに BWA も加わってブロードバンドがさらに普及する場合に、東京や神奈川は全世帯の 90%まで、大阪、千葉、埼玉、愛知等は 80%まで、それ以外は 70%まで各々漸近すると仮定する。この場合、世帯数の多い都道府県に高い普及率を想定する事となるため、全国全世帯数では 90%近くに漸近すると仮定する事になる。次いで、以上のようにして都道府県ごとに推計されるブロードバンド需要量を、有線による普及率が低いほど BWA 供給割合を高める仮定を置いて、BWA ポテンシャルユーザとみなして推計する。具体的には、表 1-5-1 のように設定した。この結果、BWA ポテンシャルユーザ (FWA 系利用) は 886 万ユーザと推計される。

類型	2008 年時点普及率	残世帯需要の BWA シェア	2008 年時点 BWA ポテンシャルユーザ (FWA 系) 下計 886 万世帯
1 (東京、神奈川)	75%以上	50%	732 千世帯
2 (大阪、愛知等)	65%以上 75%未満	60%	2,284 千世帯
3 (兵庫、長野、福岡等)	55%以上 65%未満	70%	2,488 千世帯
4 (北海道、新潟、愛媛等)	45%以上 55%未満	80%	2,584 千世帯
5 (青森、高知等)	45%未満	90%	769 千世帯

表 3.1 BWA 需要推計の条件仮説と推計結果

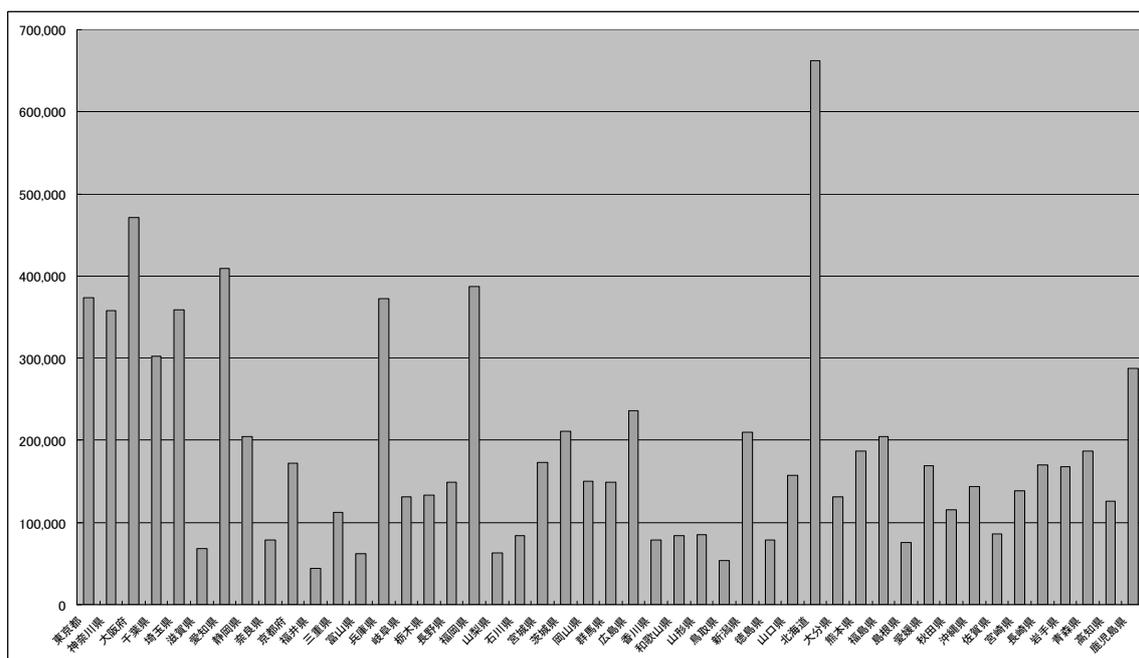


図 3.2 2008 年以降の都道府県別 BWA 需要推計 (加入数)

N-Star の諸元

N-Star 衛星及び端末の主なシステム諸元を表 1 に、N-Star 端末のアンテナパターンを図 2、3 に、N-Star 衛星の送信マスクを図 4 に示す。

表 1 N-Star 衛星及び端末の主なシステム諸元

		衛星	端末	備考
送信 EIRP 密度	dBm/MHz	81.2	-	
アンテナ利得	dBi	-	12.6	
給電線損失	dB	-	0	
許容干渉レベル (スプリアス)	dBm/MHz	-	-124.9	
許容干渉レベル (感度抑圧)	dBm	-	-60 -41 -37 -32	0-20MHz 離調 20-25MHz 離調 25-30MHz 離調 30-35MHz 離調

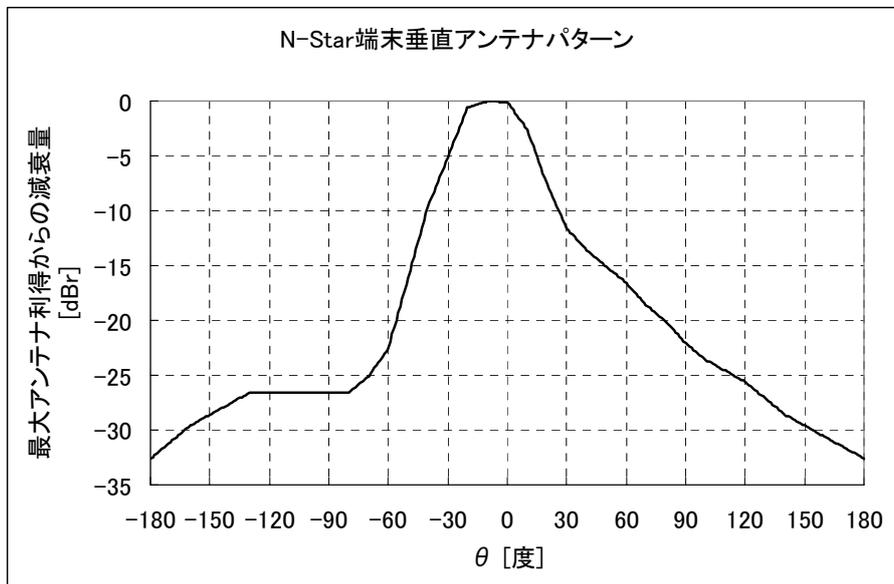


図 2 N-Star 端末のアンテナパターン(垂直方向)

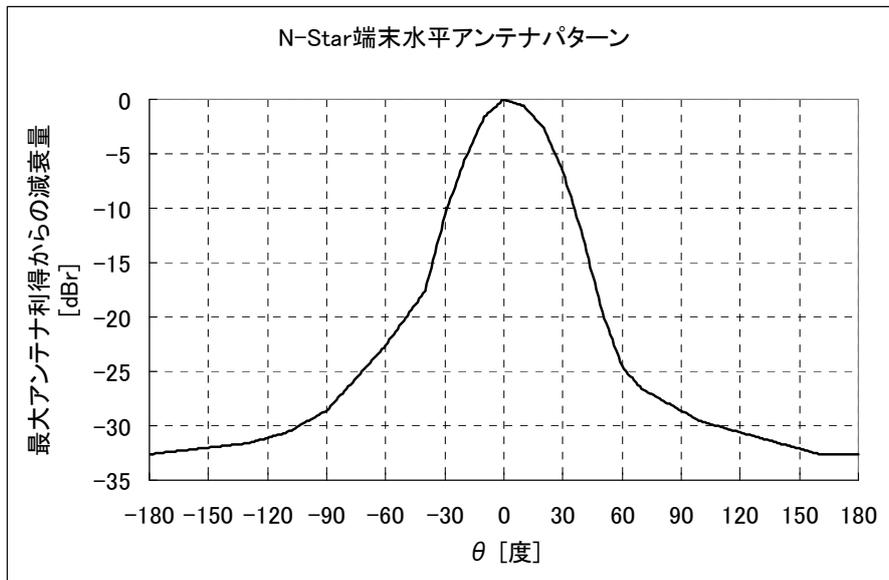


図3 N-Star 端末のアンテナパターン（水平方向）

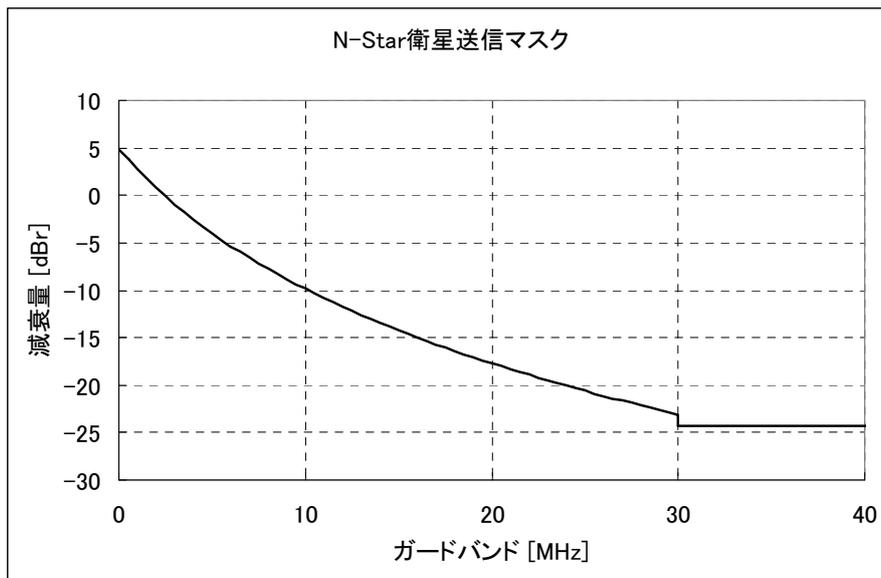


図4 N-Star 衛星の送信マスク

モバイル放送の諸元

モバイル放送衛星、端末及びギャップフィルターの主な諸元を表 1 に、モバイル放送衛星送信マスクを図 2 に、ギャップフィルターのアンテナパターンを図 3 に、ギャップフィルターの送信マスクを図 4 に示す。

表 1 モバイル放送衛星、端末及びギャップフィルターの主な諸元

		衛星	端末	ギャップ フィルター(GF)
送信 EIRP 密度	dBm/MHz	86.1	-	40.0
アンテナ利得	dBi	-	2.5	-
許容干渉レベル	dBm/MHz	-	-126.5	-

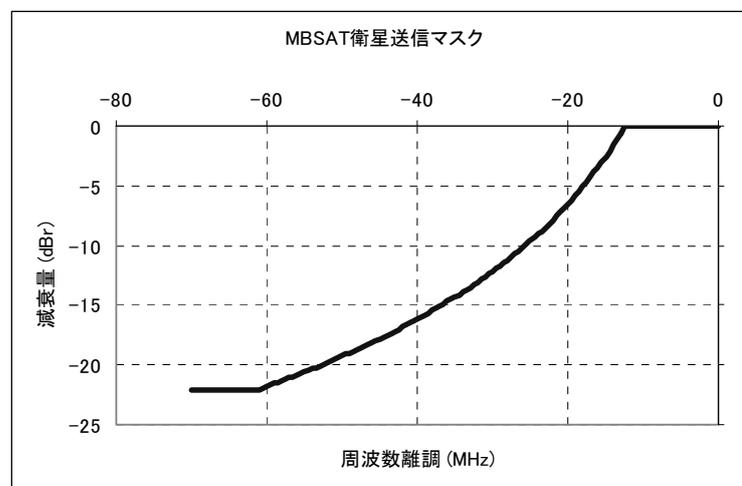


図 2 モバイル放送衛星送信マスク

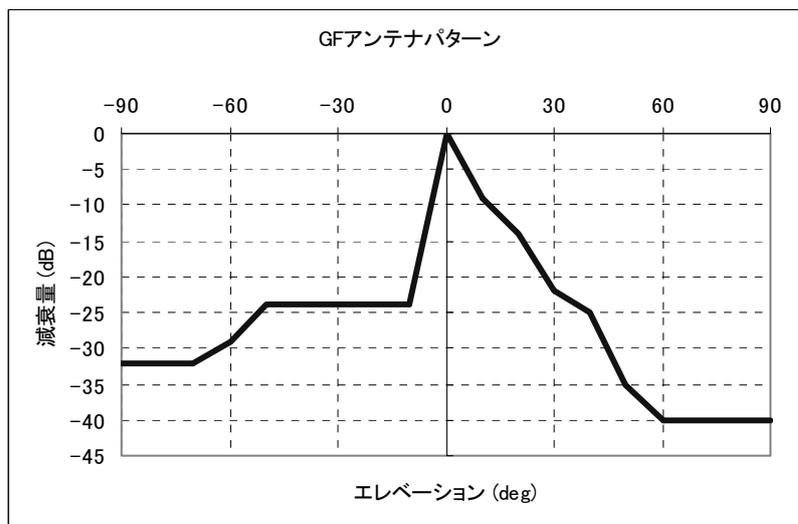


図3 ギャップフィルターのアンテナパターン

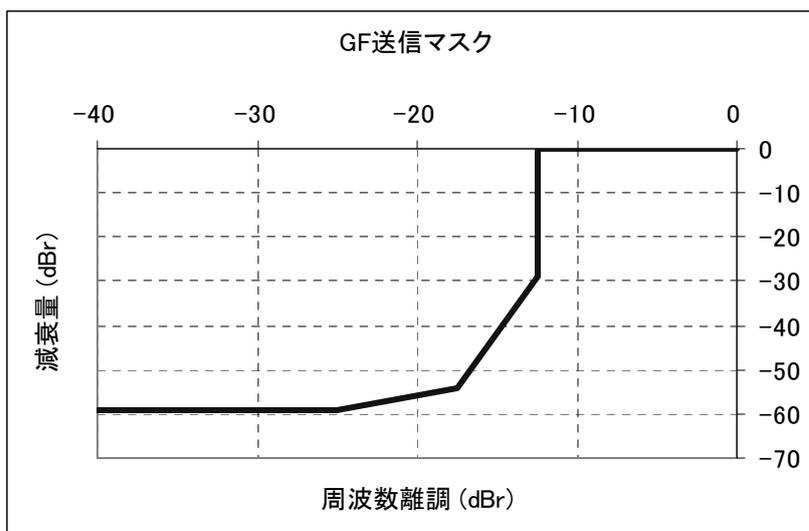
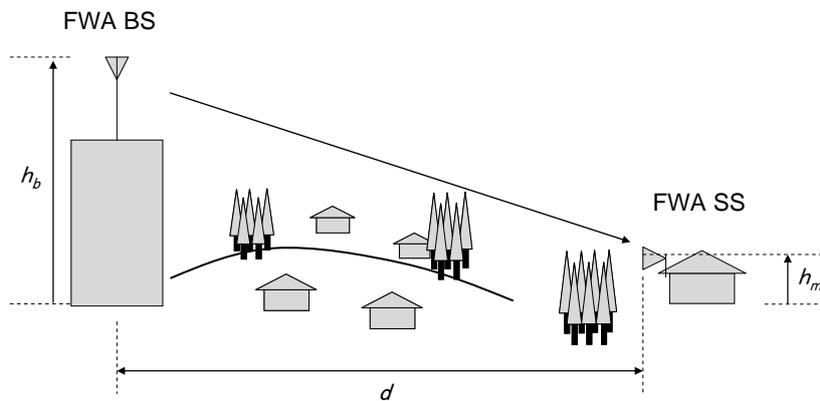


図4 ギャップフィルターの送信マスク

FWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル
(最悪値検討, モンテカルロ・シミュレーション)

1. 伝搬モデル

干渉検討における見通し外 (NLOS) での伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。



なお、モデル図中の記号の詳細は以下の通りである。

- h_b 基地局アンテナ高[m]
- h_m 加入者局アンテナ高[m]
- d 局間水平距離[km]

2. 伝搬式

Extended-Hata (郊外地) モデル[1],[2]より、以下の伝搬式を使用した。

$$L[dB] = L(urban) - 2\{\log_{10}(2000/28)\}^2 - 5.4$$

$$L(urban) = 46.3 + 33.9\log_{10} f + 10\log_{10}(f/2000) - 13.82\log_{10} h_b \\ + (44.9 - 6.55\log_{10} h_b)(\log_{10} d)^\alpha - a(h_m) - b(h_b)$$

$$a(h_m) = (1.1\log_{10} f - 0.7) \cdot \min\{10, h_m\} - (1.56\log_{10} f - 0.8) + \max\{0, 20\log_{10}(h_m/10)\}$$

$$b(h_b) = \min\{0, 20\log_{10}(h_b/30)\}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1; & d \leq 20km \\ 1 + (0.14 + 1.87 \times 10^{-4} f + 1.07 \times 10^{-3} h_b)(\log_{10}(d/20))^{0.8}; & 20km < d < 100km \end{cases}$$

なお、伝搬式中の記号 f は周波数[MHz]である。

3. モンテカルロ・シミュレーション

モンテカルロシミュレーションにおいては、シミュレータ (SEAMCAT[2]) の内部関数として定義された Extended-Hata モデルを使用した。同シミュレータ内蔵の Extended-Hata モデルでは、局間水平距離 d に応じて LOS と NLOS を以下のように選択して伝搬損を計算するよう定義されている。

- ・ $d = 0 \sim 0.04\text{km}$: LOS 伝搬損失
- ・ $d = 0.04 \sim 0.1\text{km}$: LOS($d = 0.04\text{km}$)と NLOS($d = 0.1\text{km}$)の損失を距離で重み付けした損失
- ・ $d = 0.1\text{km}$ 以上 NLOS(Extended-Hata)伝搬損失

また、FWA SS-MBSAT MS, FWA BS-MBSAT MS いずれの干渉検討においても、FWA 検討で用いる伝搬モデルの減衰量は、干渉発生確率 <1 の全領域でモバイル検討での減衰量より小さいことを確認。

参考文献：

- [1] M.Hata, "Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services", IEEE Trans. on VT, vol.VT29, No.3, pp.317-325, Aug. 1989
- [2] European Radiocommunication office, SEAMCAT Software Version 2.1 User Manual, Feb. 2004

SEAMCAT によるモンテカルロ・シミュレーション条件 (FWA BS,SS ⇒ モバイル放送端末)

SEAMCAT (Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool) による与干渉局および被干渉局のシミュレーション条件を以下に示す。

SEAMCAT では、任意の端末に注目して、その端末が受ける干渉の発生確率を計算していることから、被干渉の端末密度については考慮しない。

与干渉パラメータ WiMAX FWA BS

与干渉対向局 (WiMAX FWA BS:モデル 1,2)		
Antenna pointing	Antenna height	Constant (40.0m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution (0-360)
	Antenna elevation	Constant (-4.0)
Sensitivity		-88.37
Antenna	Peak Gain	17dBi
	Horizontal	ITU-R F.1336
	Vertical	ITU-R F.1336
与干渉対向局 (WiMAX FWA BS/P to P:モデル 3)		
Antenna pointing	Antenna height	Constant (40.0m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution (0-360)
	Antenna elevation	Constant (-4.0)
Sensitivity		-88.37
Antenna	Peak Gain	25dBi
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245

与干渉パラメータ WiMAX FWA SS

与干渉局モデル1(WiMAX FWA SS)		
Power		27dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	10dB
	Horizontal	ITU-R F.1336
	Vertical	ITU-R F.1336
Antenna pointing	Antenna height	Constant (3m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
与干渉局モデル2(WiMAX FWA SS)		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	20dB
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Antenna pointing	Antenna height	Constant (6m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
与干渉局モデル3(WiMAX FWA SS)		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	23dB
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Antenna pointing	Antenna height	Constant (16m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)

被干渉パラメータ モバイル放送端末

WiMAX FWA SS ⇒モバイル放送端末(衛星受信環境)		
被干渉局(Victim Receiver:VR)=モバイル放送 端末		
Reception Characteristics	Noise Floor	-102.0dBm
	Sensitivity	-93.5dBm(LNA入力点)
	Recsption Bandwidth	17000kHz
Antenna pointing	Antenna height	Constant (1.5m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
Interferenece Criteria	C/I	20.7
	C/(N+I)	8.25
	(N+I)/N	0.25
	I/N	-12.2
Antenna	Peak Gain	2.5dB
	Horizontal	Omni
	Vertical	Omni
被干渉対抗局(Wanted Transmitter:WT)=モバイル放送 端末		
Antenna pointing	Antenna height	Constant(3.7E7)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0. 0)
	Antenna elevation	Constant(-90.0)(注)
Power	Power distribution	Constant(100.0)

(注) 設定を簡単にするために衛星の位置を真上として設定した。衛星までの距離を現実に合わせて設定可能。

与干渉パラメータ 次世代 PHS FWA BS

次世代 PHS FWA BS モデル 1,2		
Power		40dBm
Unwanted emission mask		次世代 PHS マスク
Antenna	Peak Gain	12dBi
	Horizontal	Omni
	Vertical	ITU-R F.1336
Sensitivity		-88.9
Antenna pointing	Antenna height	Constant(40.0m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant(0.0)
次世代 PHS FWA BS モデル 3		
Power		35dBm
Unwanted emission mask		次世代 PHS マスク
Antenna	Peak Gain	25dBi
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Sensitivity		-88.9
Antenna pointing	Antenna height	Constant(40.0m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant(0.0)

与干渉パラメータ 次世代 PHS FWA SS

次世代 PHS FWA SS モデル 1		
Power		27dBm
Unwanted emission mask		次世代 PHS マスク
Antenna	Peak Gain	10dB
	Horizontal	ITU-R F.1336
	Vertical	ITU-R F.1336
Sensitivity		-85.9
Antenna pointing	Antenna height	Constant (3m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
次世代 PHS FWA SS モデル 2		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		次世代 PHS マスク
Antenna	Peak Gain	20dB
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Sensitivity		-85.9
Antenna pointing	Antenna height	Constant (6m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
次世代 PHS FWA SS モデル 3		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		次世代 PHS マスク
Antenna	Peak Gain	23dB
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Sensitivity		-85.9
Antenna pointing	Antenna height	Constant (16m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)

シミュレーションに用いた検討モデルを下記に示す。次世代 PHS については、セル半径及びアクティブユーザが異なっているが検討モデルに差異がない。

検討モデル；モデル 1 及びモデル 2

対象エリア；郊外エリアを想定

モバイル放送端末は衛星から直接受信

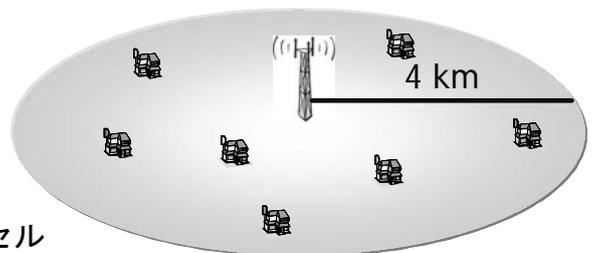
セル半径；4 km

FWA 端末数；35 アクティブユーザー/セル

($4 \times 4 \times \pi \text{ km}^2$ /エリア内に均一分布)

Activity；Activity factor = 0.33 (与干涉 SS)

Activity factor = 1.0 (与干涉 BS)



検討モデル；モデル 3

対象エリア；郊外エリアを想定

モバイル放送端末は衛星から直接受信

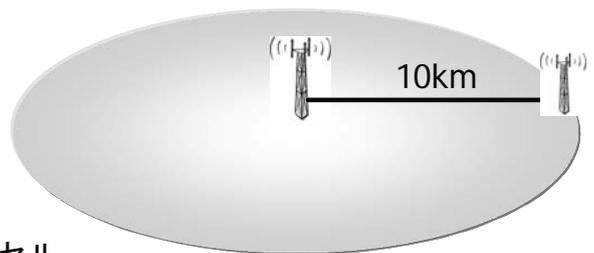
セル半径；10 km

FWA 端末数；1 アクティブユーザー / セル

($10 \times 10 \times \pi \text{ km}^2$)

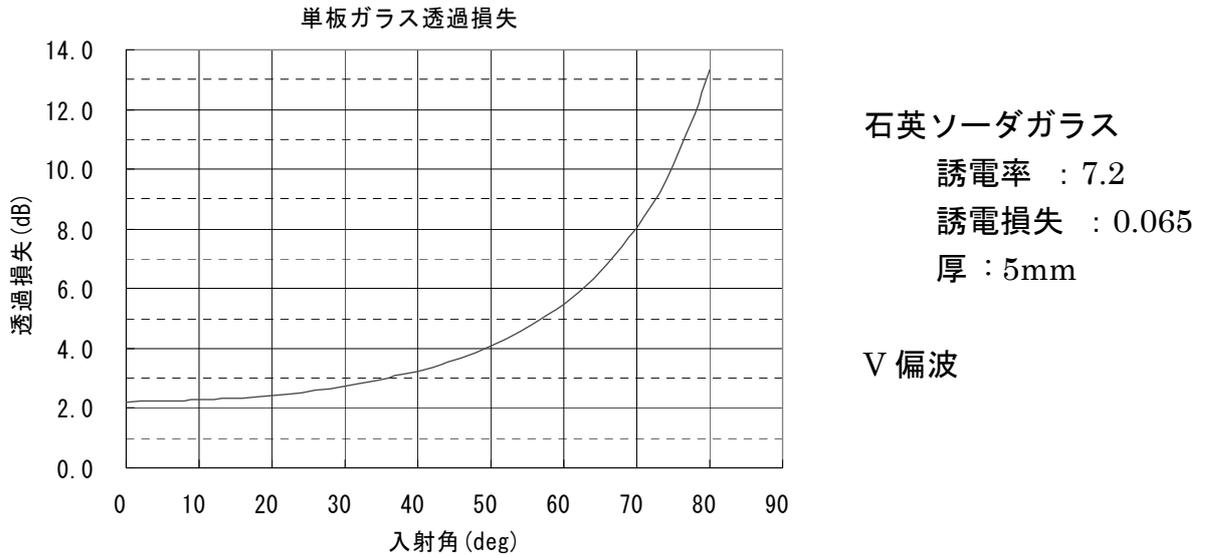
Activity；Activity factor = 1.0 (与干涉 SS)

Activity factor = 1.0 (与干涉 BS)



窓ガラスの透過損失

2.6GHz 帯における各入射角における窓ガラスの透過損失を下図に示す。



入射角は0~90度でランダムであり北壁面の窓は一般に小さく少ないと考えられるものの2面以上の開口面を持つ部屋もあることから入射角45度程度以下を考慮し、2.6GHzでの干渉最悪値評価における窓ガラスの透過損失として3dBを用いることとした。

MWA システム各方式の諸元

(1) WiMAX

WiMAX 基地局及び端末の主なシステム諸元を表 1 に、WiMAX 基地局のアンテナパターンを図 2 に、WiMAX 基地局送信マスクを図 3 に、WiMAX 端末送信マスクを図 4 に示す。

表 1 WiMAX 基地局／端末の主な諸元

		基地局 (BS)	端末 (MS)
送信電力	dBm/BW	43.0	23
給電線損失	dB	5.0	0
アンテナ利得	dBi	17.0	2.0
許容干渉レベル	dBm/MHz	-113.8	-111.8

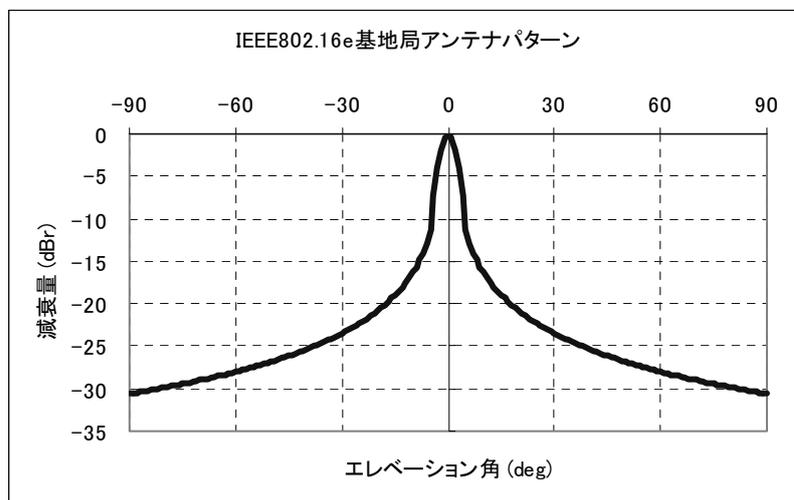


図 2 WiMAX 基地局のアンテナパターン

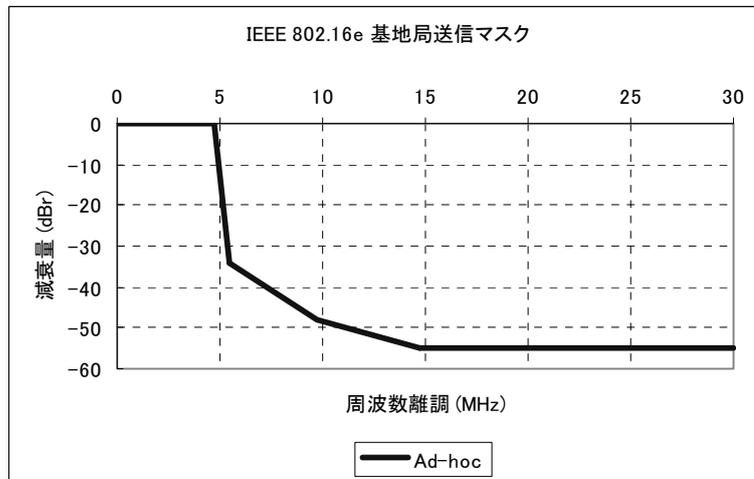


図3 WiMAX 基地局送信マスク

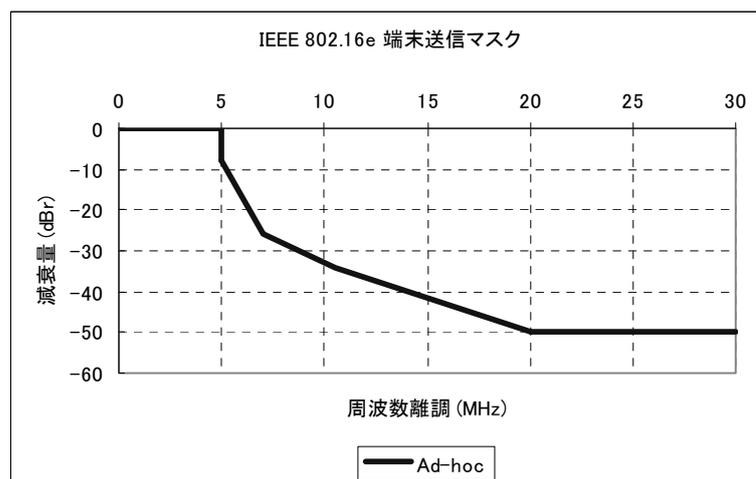


図4 WiMAX 端末送信マスク

(2) MBTDD-Wideband

MBTDD-Wideband 基地局及び端末の主なシステム諸元を表5に、MBTDD-Wideband 基地局のアンテナパターンを図6に、MBTDD-Wideband 基地局送信マスクを図7に、MBTDD-Wideband 端末送信マスクを図8に示す。

図5 MBTDD-Wideband 基地局及び端末の主なシステム諸元

		基地局 (BS)	端末 (MS)
送信電力	dBm/BW	43.0	23.0
給電線損失	dB	3.0	0.0
アンテナ利得	dBi	17.0	0.0
許容干渉レベル	dBm/MHz	-114.8	-111.1

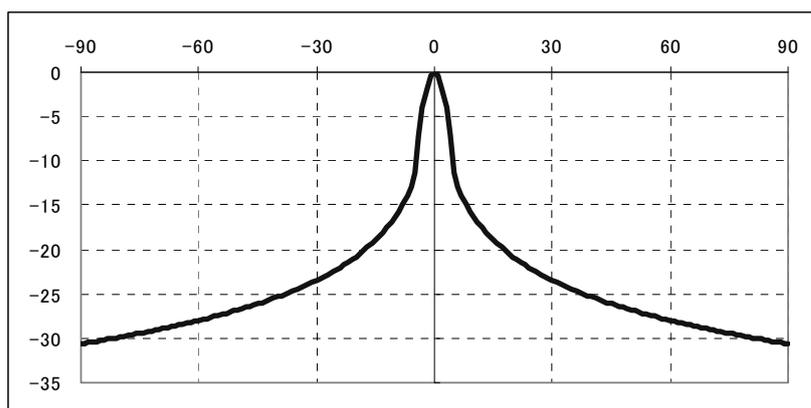


図6 MBTDD-Wideband 基地局のアンテナパターン

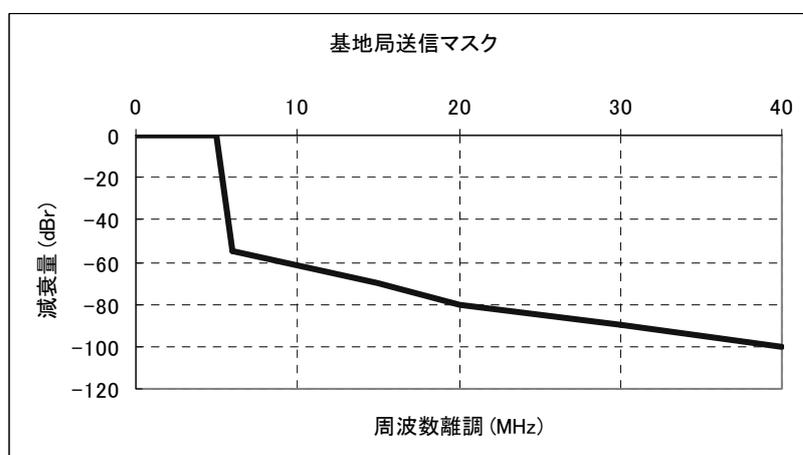


図7 MBTDD-Wideband 基地局送信マスク

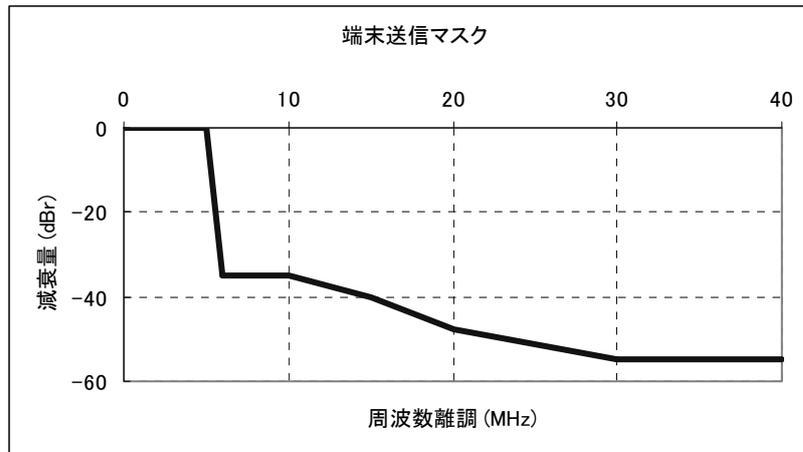


図8 MBTDD-Wideband 端末送信マスク

(3) MBTDD-625k MC

MBTDD-625k MC mode 基地局及び端末の主なシステム諸元を表9に、MBTDD-625k MC mode 基地局のアンテナパターンを図10に、MBTDD-625k MC mode 基地局送信マスクを図11に、MBTDD-625k MC mode 端末送信マスクを図12に示す。

表9 MBTDD-625k MC mode 基地局及び端末の主なシステム諸元

		基地局 (BS)	端末 (MS)
送信電力	dBm/BW	45.8/10M	22.0/500k
給電線損失	dB	2.0	0.0
アンテナ利得	dBi	11.0	2.0
許容干渉レベル	dBm/MHz	-98.0	-87.0

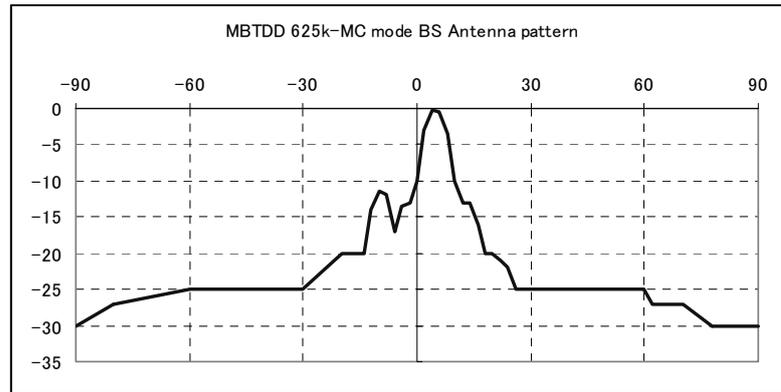


図 10 MBTDD-625k MC mode 基地局のアンテナパターン

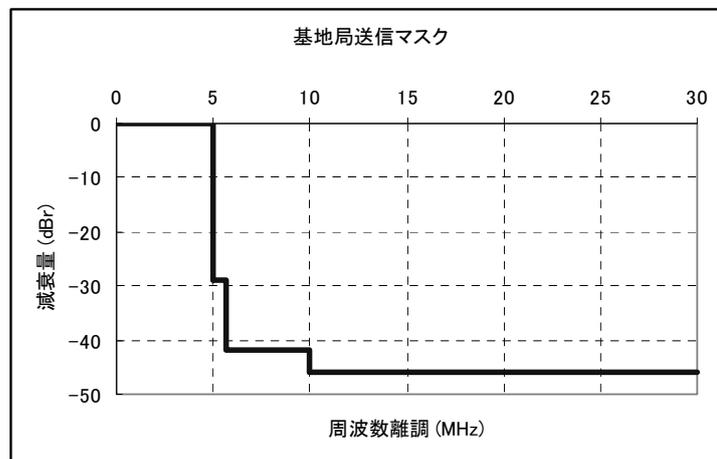


図 11 MBTDD-625k MC mode 基地局の送信マスク

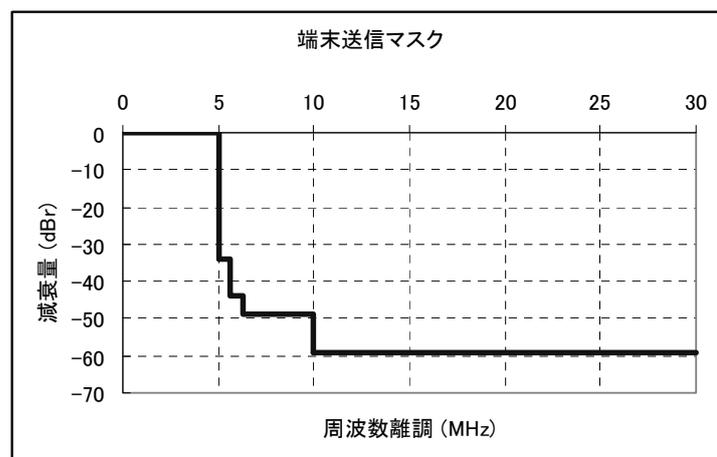


図 12 MBTDD-625k MC mode 端末の送信マスク

(4) 次世代 PHS

次世代 PHS 基地局及び端末の主なシステム諸元を表 13 に、次世代 PHS 基地局のアンテナパターンを図 14 に、次世代 PHS 基地局送信マスクを図 15 に、次世代 PHS 端末送信マスクを図 16 に示す e。

表 13 次世代 PHS 基地局及び端末の主なシステム諸元

		基地局 (BS)	端末 (MS)
送信電力	dBm/BW	40.0	23.0
給電線損失	dB	2.0	0.0
アンテナ利得	dBi	12.0	4.0
許容干渉レベル	dBm/MHz	-114.0	-112.0

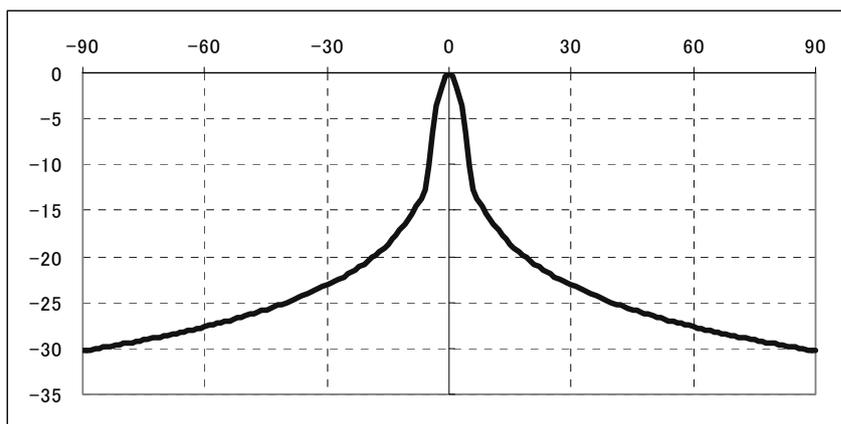


図 14 次世代 PHS 基地局のアンテナパターン

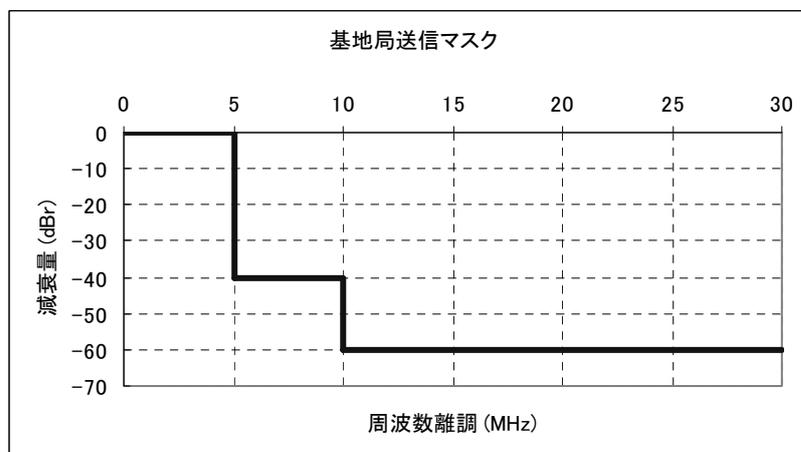


図 15 次世代 PHS 基地局の送信マスク

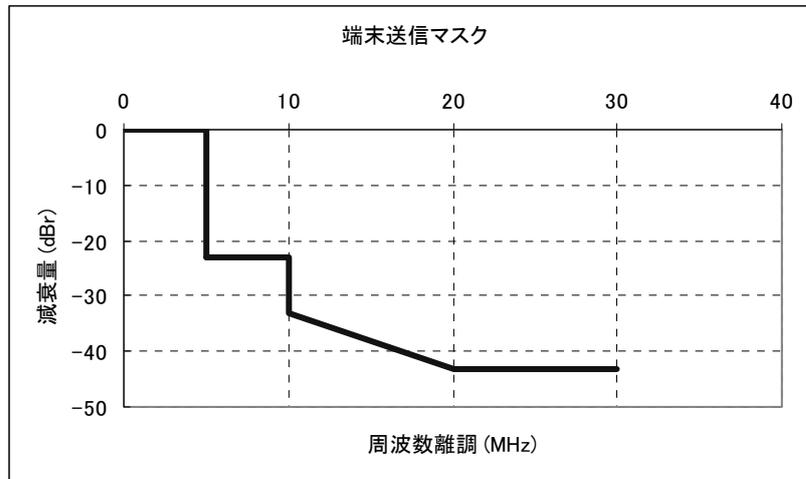
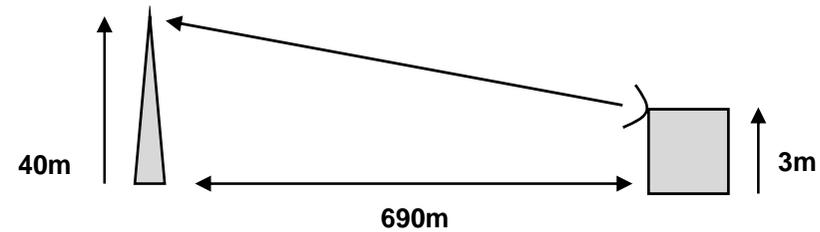


図 16 次世代 PHS 端末の送信マスク

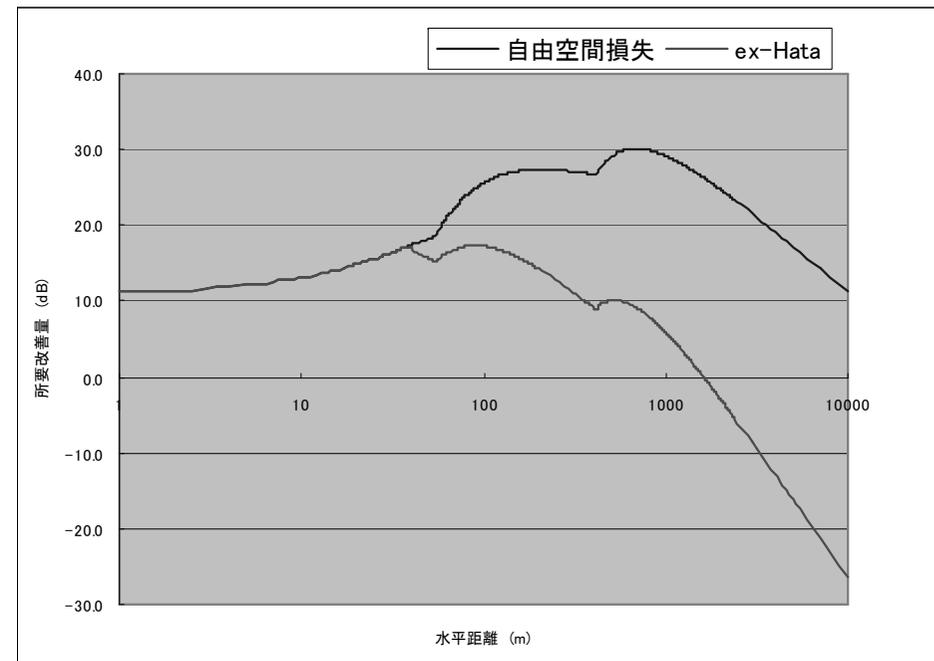
BWAシステム間における干渉計算での所要改善量算出事例

WiMAX FWA SS (Model-1) ⇒ WiMAX FWA BS (Model-1、2) 隣接CH GB=1MHz

項目	値	備考
1 TX空中線電力	27 dBm	システム諸元より
2 TX空中線利得	10 dBi	同上
3 TX給電線損失	0 dB	同上
4 帯域幅	10 MHz	同上
5 ガードバンド	1 MHz	
6 マスク減衰量	-17 dB	
7 TX干渉電力 (EIRP) 密度	6 dBm/MHz	$= (1) + (2) - (3) - 10 \log[(4)] + (6)$
8 RX空中線利得	17 dBi	システム諸元より
9 RX給電線損失	5 dB	同上
10 RX許容干渉レベル	-113.8 dBm/MHz	同上
11 Minimum Coupling Loss	131.8 dB	$= (7) + (8) - (9) - (10)$
12 TXアンテナ高	3 m	
13 RXアンテナ高	40 m	
14 局間距離	690 m	最悪値条件
15 TXアンテナ指向減衰	0.1 dB	ITU-R F.1336
16 RXアンテナ指向減衰	4.3 dB	ITU-R F.1336
17 伝搬路の距離	691 m	
18 LOS損失	101.7 dB	自由空間損失 + (15) + (16)
19 NLOS損失	122.7 dB	Extended-Hata + (15) + (16)
20 付加損失	0 dB	
21 LOS所要改善量	30.1 dB	$= (11) - (18) - (20)$
22 NLOS所要改善量	9.2 dB	$= (11) - (19) - (20)$



- 離隔距離=690m、LOS環境において30.1dBの所要改善量

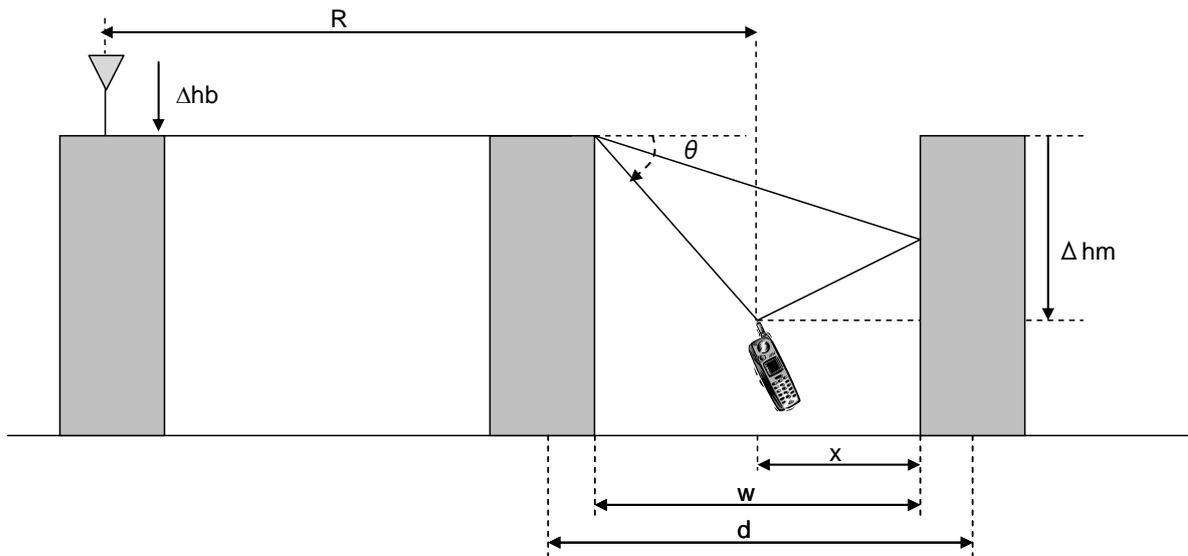


MWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル (最悪値検討)

第 4 章にて実施した同一帯域を使用する、同一 MWA システム間 (BS⇔MS 間) の干渉計算では、以下の伝搬モデルを適用した。

(1) 伝搬モデル

BS-MS 間の伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。



本検討でのシミュレーション条件は以下の通りである。

- d 平均ビル間隔 (典型的な値 : 80 m);
- R 与干渉送信機と被干渉受信機の距離 ($R > 5$ m);
- Δh_m 平均ビル高と端末アンテナ高の差 (典型的な値 : 22.5 m);
- x 端末と回折の始まるエッジとの水平距離 (典型的な値 : 15 m);
- Δh_b 平均ビル高と基地局アンテナ高の差 (本シミュレーションの値 : 16m)
- w 平均道路幅 (典型的な値 : 30m)

(2) 伝搬式

ITU-R M.1225 より、以下の式を引用してシミュレーションに用いた。

$$L_{ms-bs} = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[(2.35)^2 \left(\Delta h_b \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1.8} / R^{2(1-4 \times 10^{-3} \Delta h_b)} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{|\Delta h_m|}{x} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2}$$

面積率を加味した MWA BS ⇔ FWA SS 相互間の干渉検討

1. 検討の概要

FWA SS のアンテナ指向性を加味した干渉の発生状況を把握するため、以下の方法により面積率の計算を行った。

- ① FWA BS, FWA SS, 複数の MWA BS からなるモデルを作成する。
- ② FWA BS と、最も近い MWA BS との距離を固定した状態で、FWA のサービス半径内を FWA SS が移動する状況を想定する。
- ③ 各場所において、最悪値検討に準じた計算により、所要改善量を求める。
- ④ 検討対象となる MWA BS のいずれかとの間で、所要改善量がプラスとなった場合、その場所で干渉が発生したとみなし、面積率を計算する。

検討は、モデル 1、モデル 2 のアンテナ利得 20dBi のもの、モデル 2 のアンテナ利得 25dBi のものについて計算し、各モデルに対する検討モデルを以下の通り設定した。

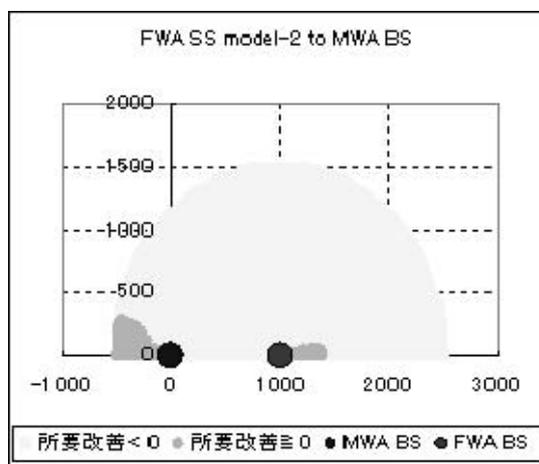
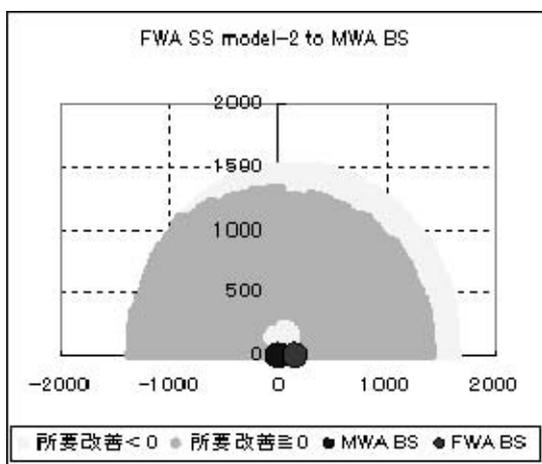
		FWA 半径	MWA 半径	FWA SS の分布の間隔	MWA BS の数
①	モデル 1	1500m	1500m	20m	1
②	モデル 2 (20dBi)	4000m	1500m	50m	3
③	モデル 2 (25dBi)	4000m	1500m	50m	3
④	モデル 2 (25dBi) オプション	6000m	1500m	50m	7

2. モデル1の計算結果

モデル1の計算における干渉発生面積率を以下の表に示す。また、各組み合わせにおける干渉発生状況を図に示す。

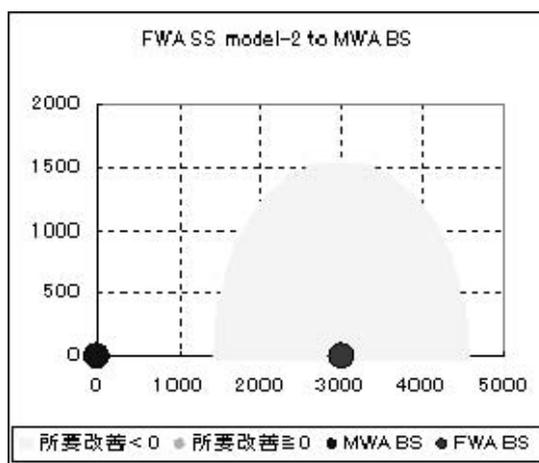
《FWA SS ⇒ MWA BS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	78.8%	2.6%	0%
GB=2MHz	14.1%	1.2%	0%
GB=5MHz	2.6%	0.6%	0%

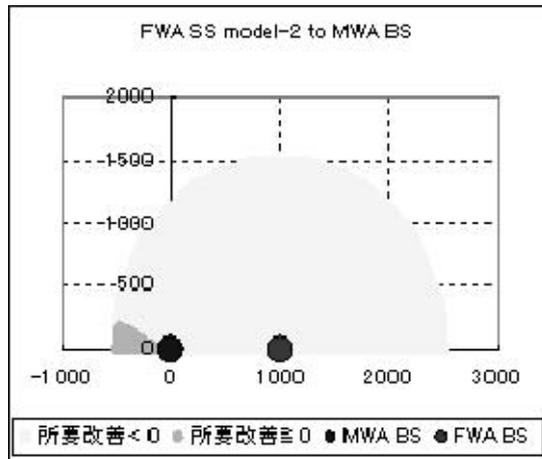
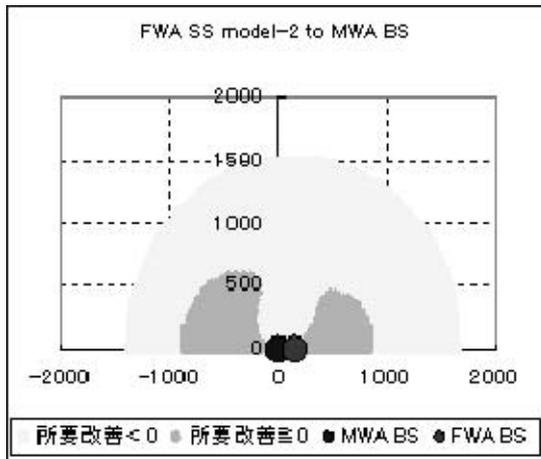


FWA SS ⇒ MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=150m

FWA SS ⇒ MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m

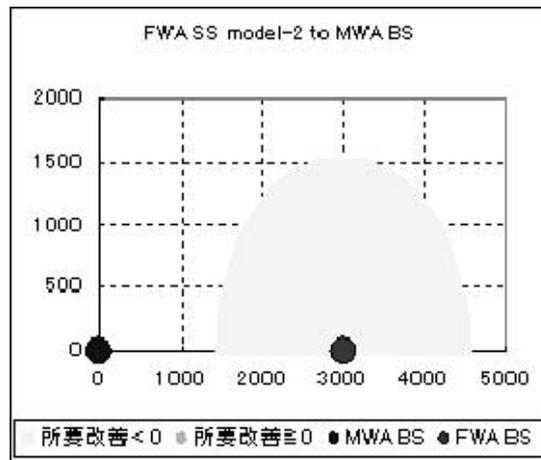


FWA SS ⇒ MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=3000m

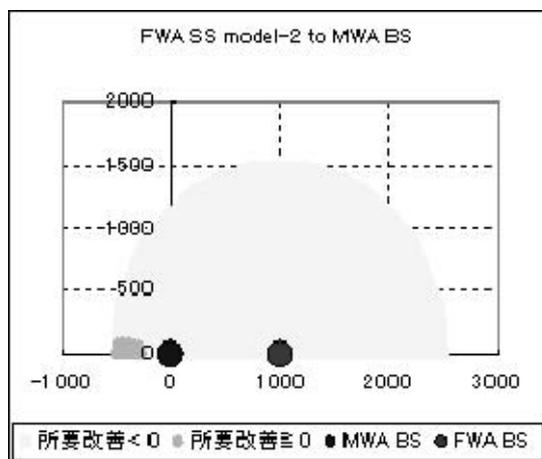
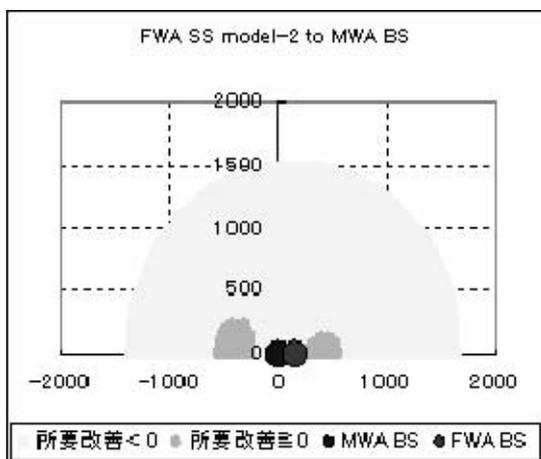


FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=150m

FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m

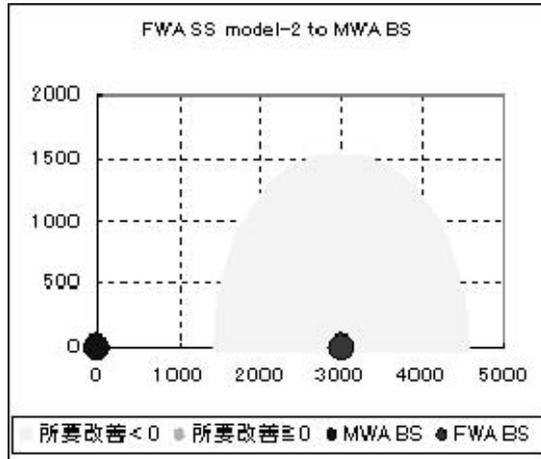


FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



FWA SS ⇒ MWA BS/GB=5MHz/BS 間距離=150m

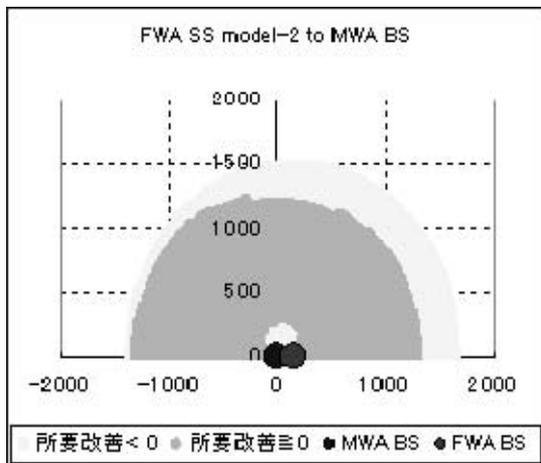
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



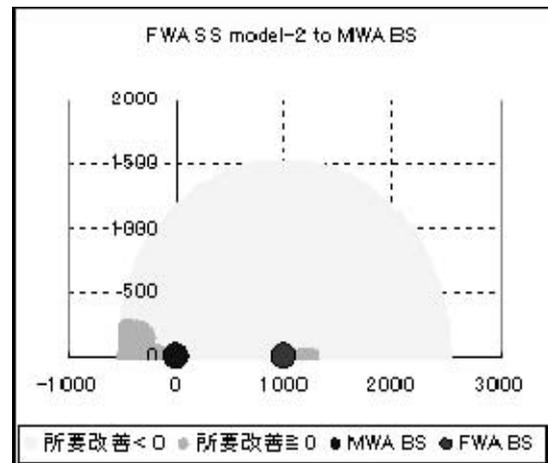
FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=3000m

《MWA BS ⇒ FWA SS》

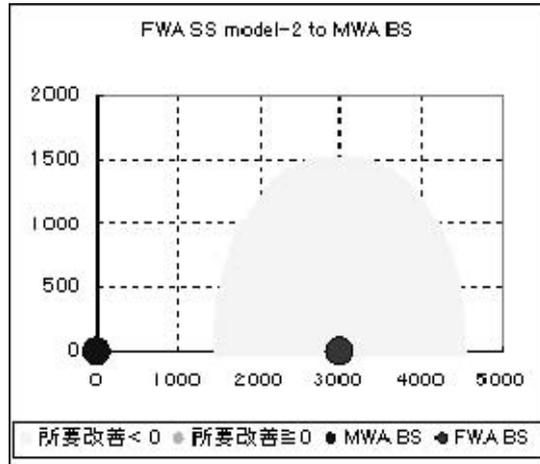
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	69.3%	2.4%	0%
GB=2MHz	37.4%	1.7%	0%
GB=5MHz	5.4%	1.0%	0%



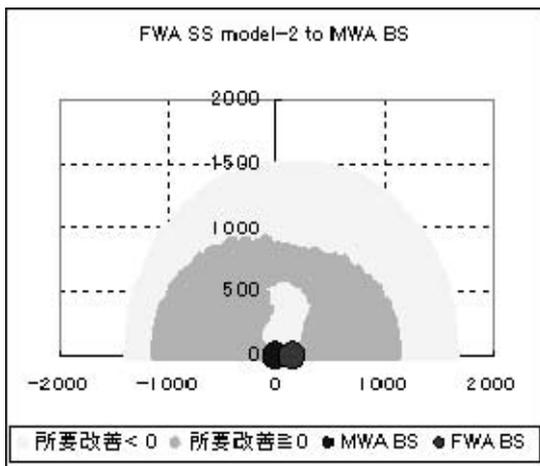
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=150m



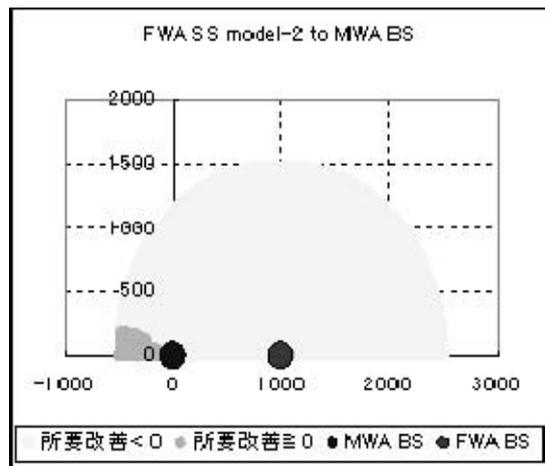
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m



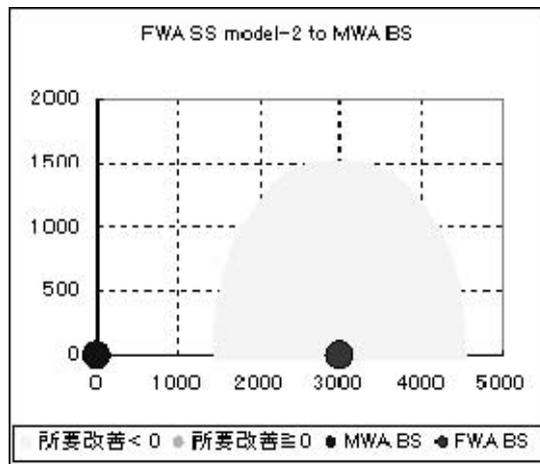
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=1MHz/BS 間距離=3000m



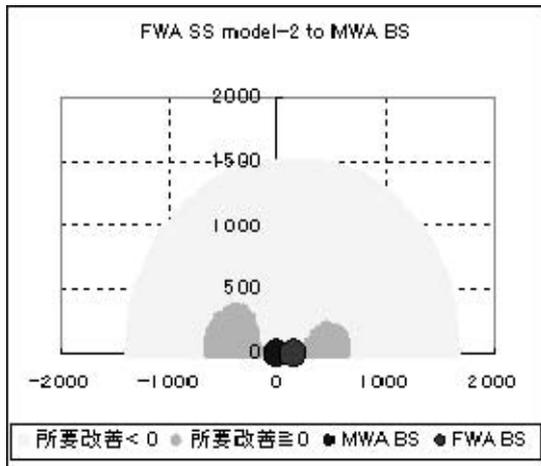
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=150m



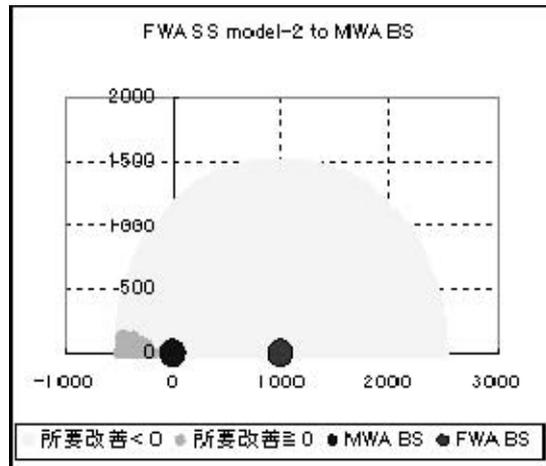
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m



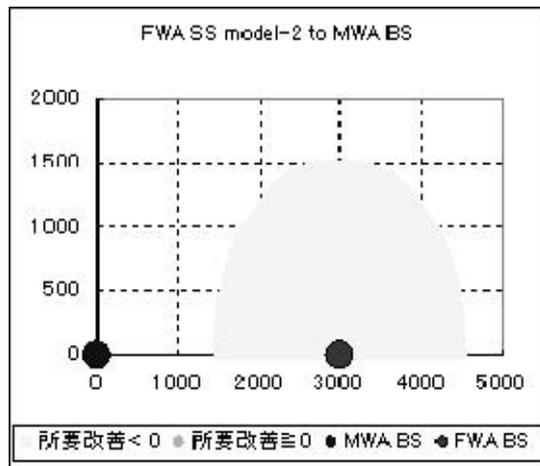
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=150m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



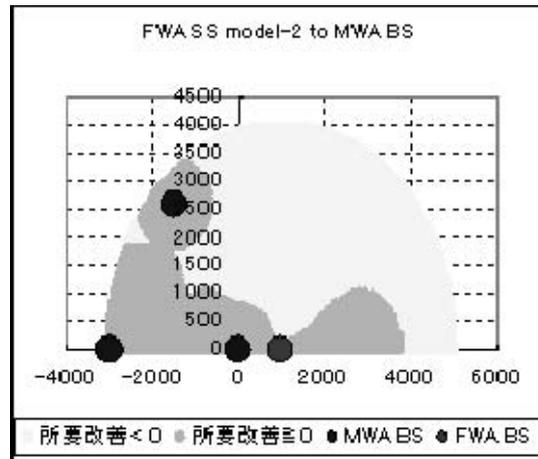
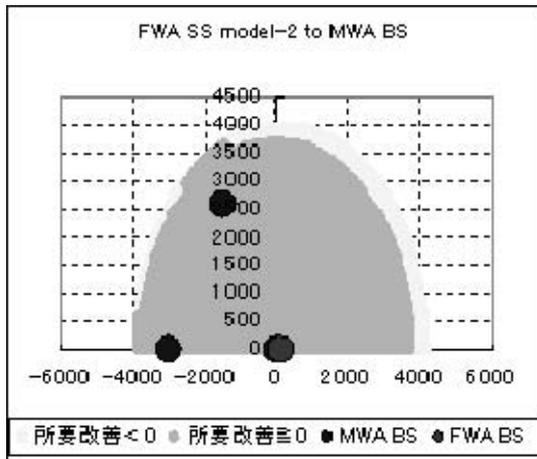
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=3000m

3. モデル 2 (20dBi) の計算結果

モデル 2 の計算における干渉発生面積率を以下の表に示す。また、各組み合わせにおける干渉発生の状況を図に示す。

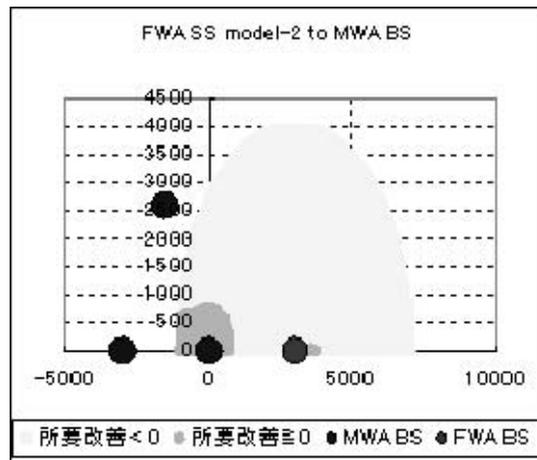
《FWA SS ⇒ MWA BS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	88.1%	29.8%	4.8%
GB=2MHz	29.8%	7.4%	1.8%
GB=5MHz	12.2%	2.0%	0.8%

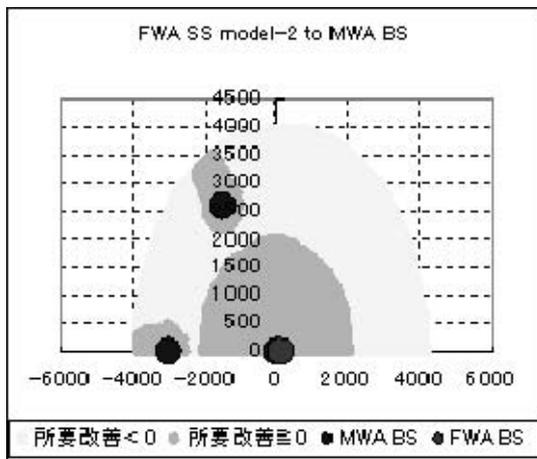


FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=150m

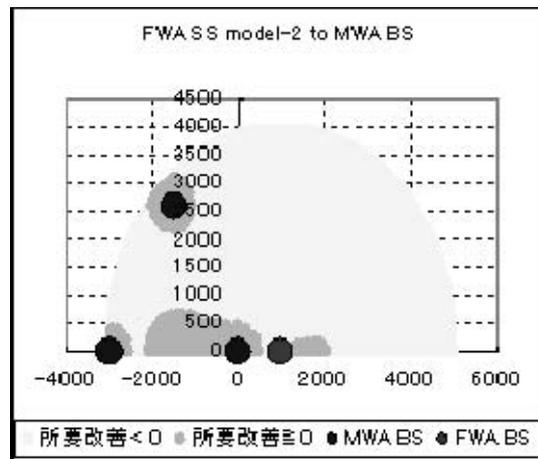
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=1000m



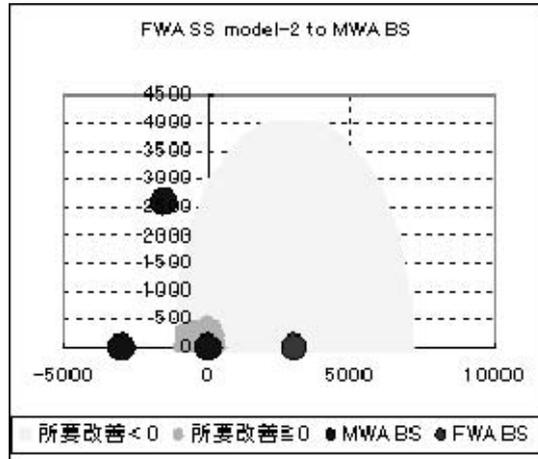
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=3000m



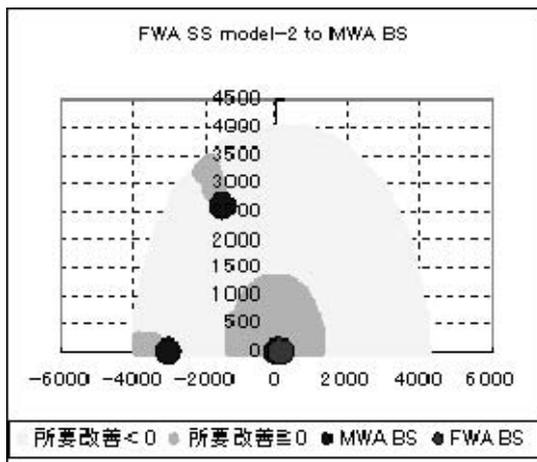
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=150m



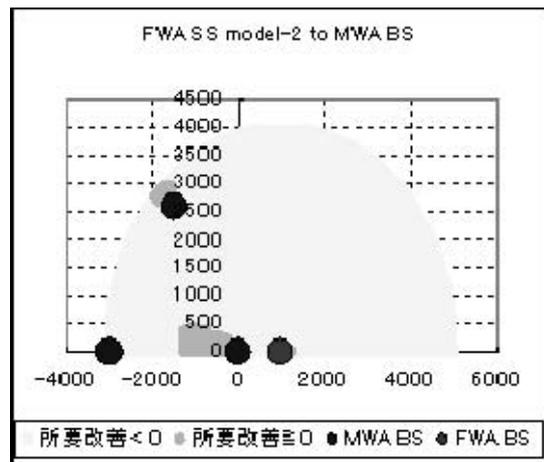
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m



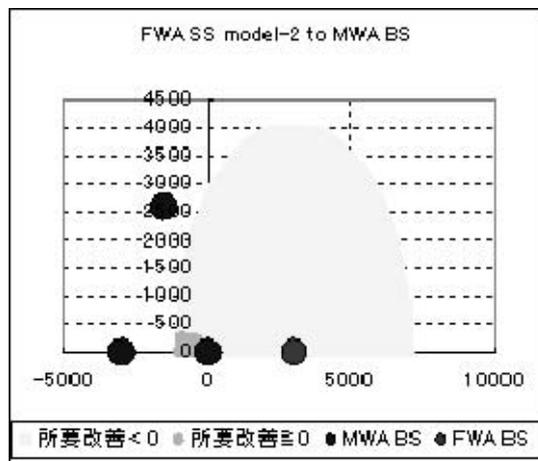
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



FWA SS ⇒ MWA BS/GB=5MHz/BS 間距離=150m



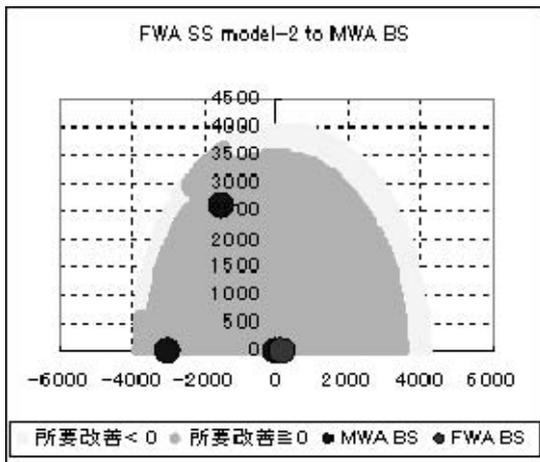
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



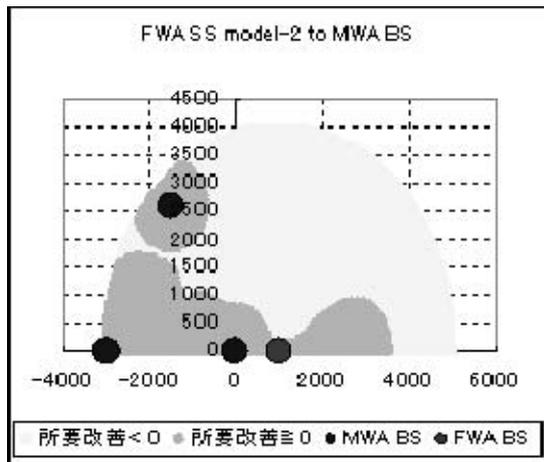
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=5MHz/BS 間距離=3000m

《MWA BS ⇒ FWA SS》

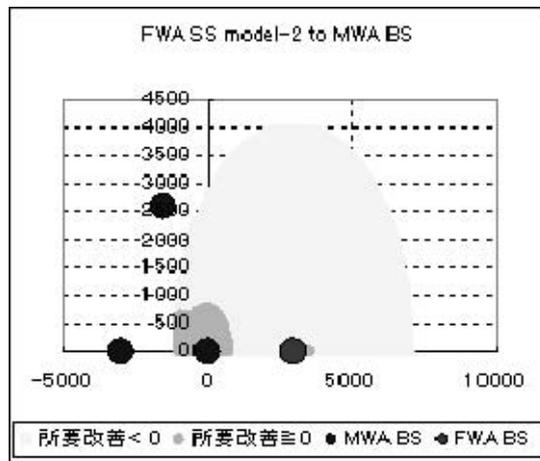
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	80.8%	27.6%	4.6%
GB=2MHz	56.6%	17.7%	3.3%
GB=5MHz	15.4%	2.7%	1.0%



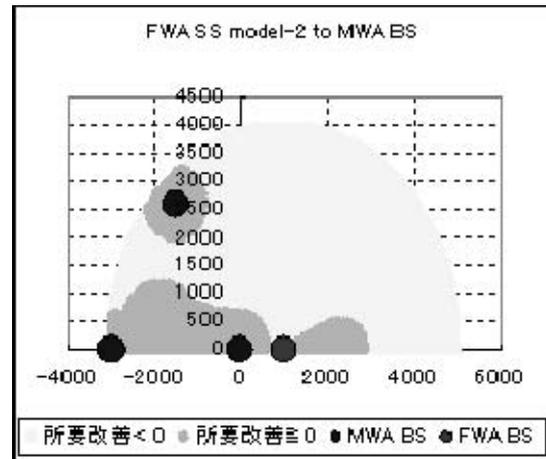
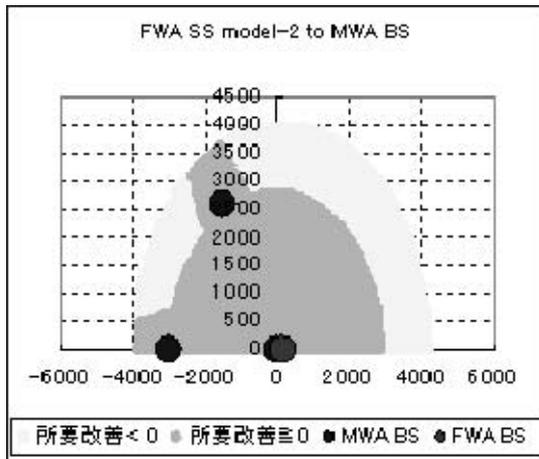
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=150m



MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m

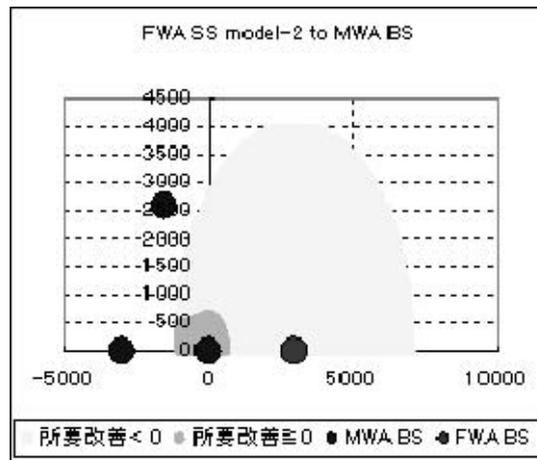


MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=3000m

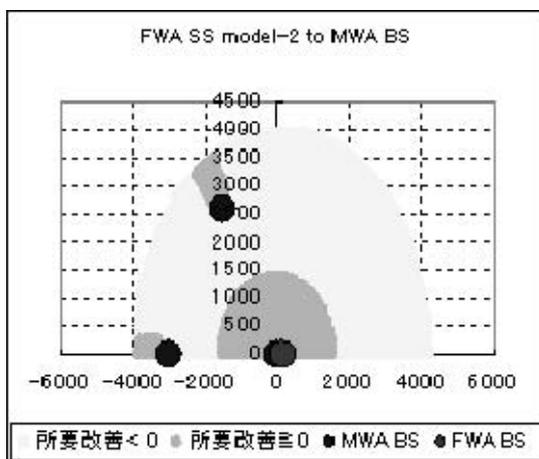


MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=150m

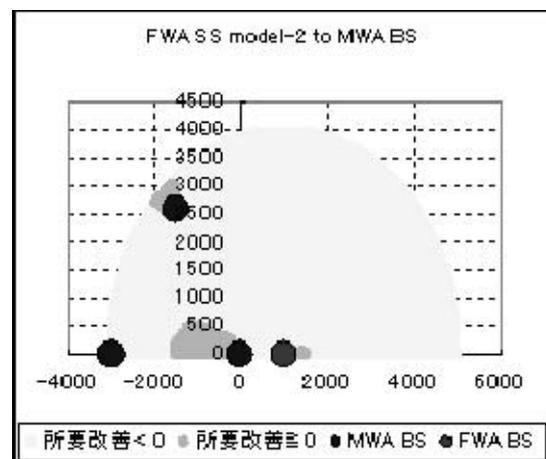
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m



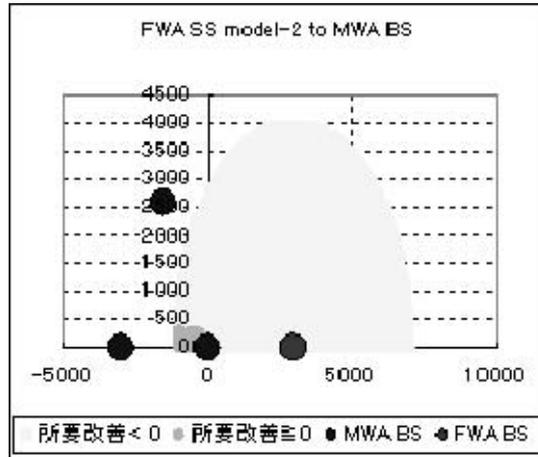
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=150m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



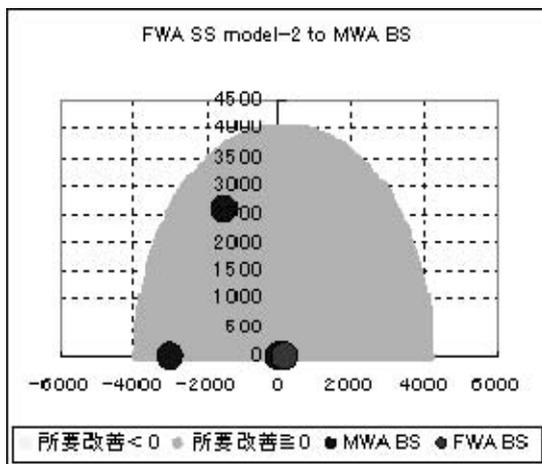
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=3000m

4. モデル 2 (25dBi) の計算結果

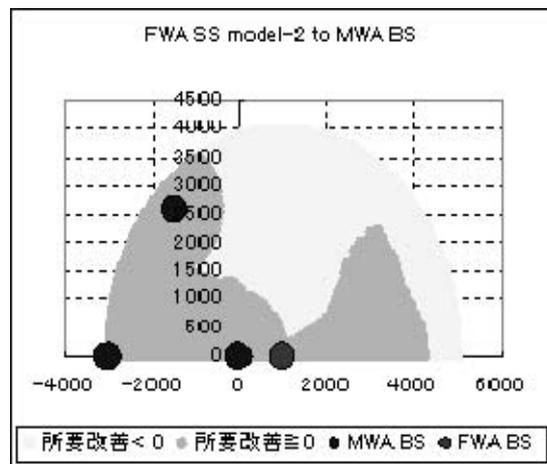
モデル 2 (25dBi) の計算における干渉発生面積率を以下の表に示す。また、各組み合わせにおける干渉発生状況を図に示す。

《FWA SS ⇒ MWA BS》

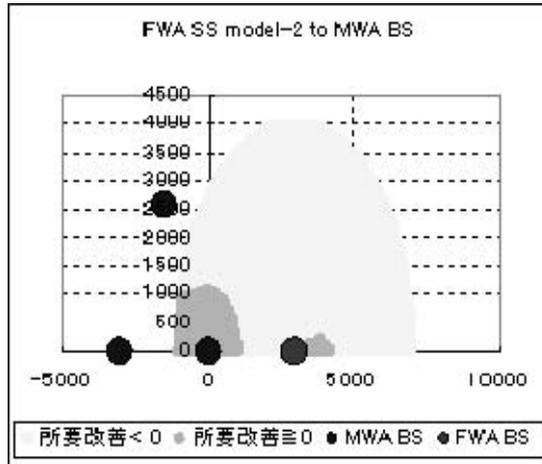
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	100.0%	45.5%	8.0%
GB=2MHz	56.9%	17.8%	3.3%
GB=5MHz	22.4%	4.8%	1.3%



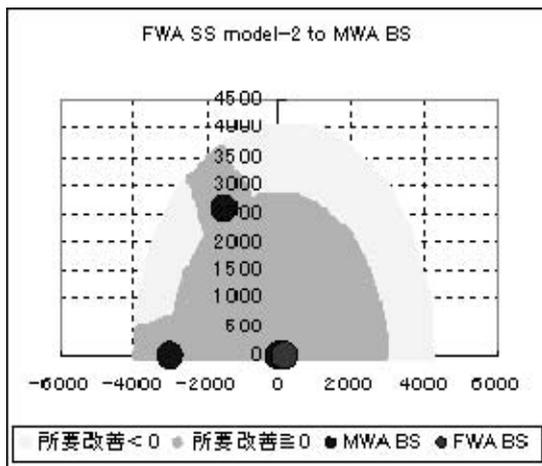
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=150m



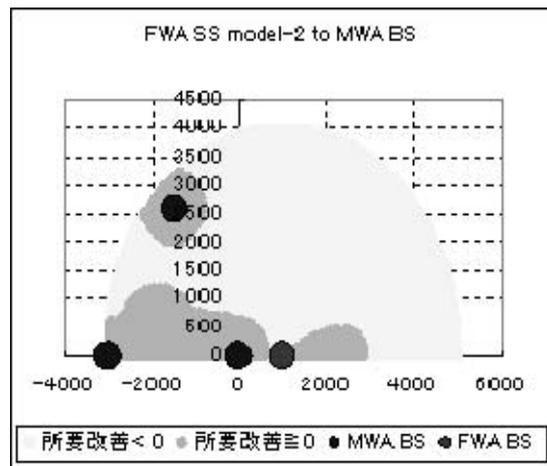
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=1000m



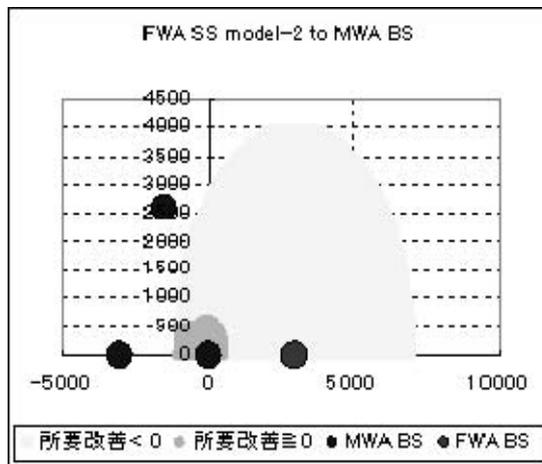
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=3000m



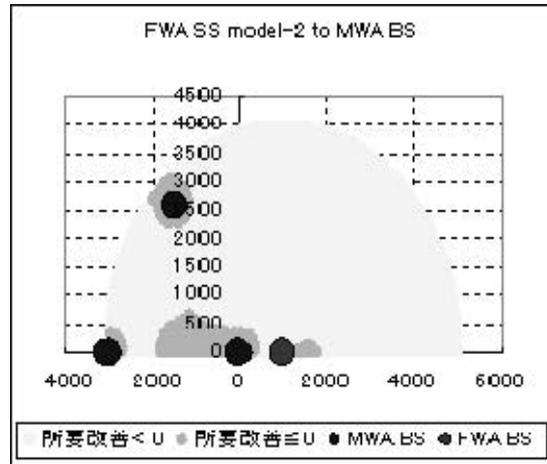
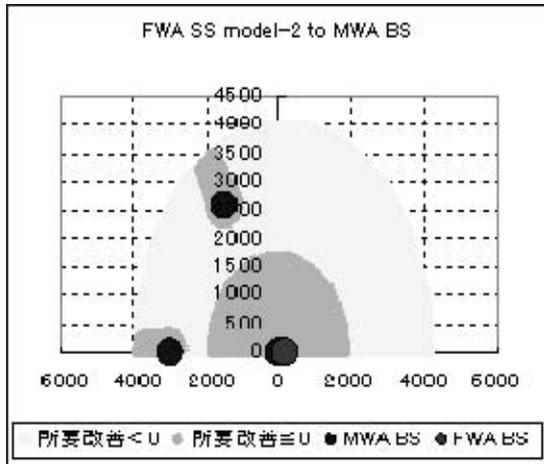
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=150m



FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m

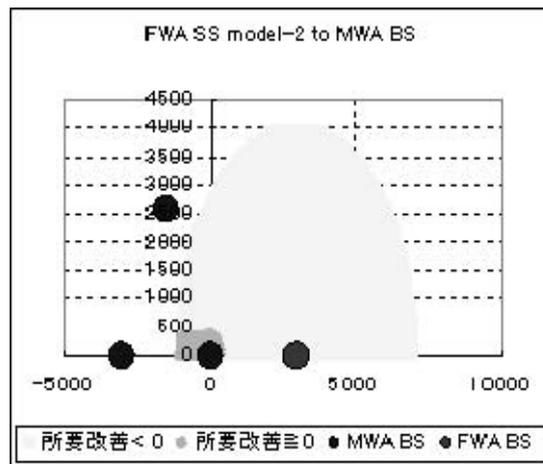


FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=150m

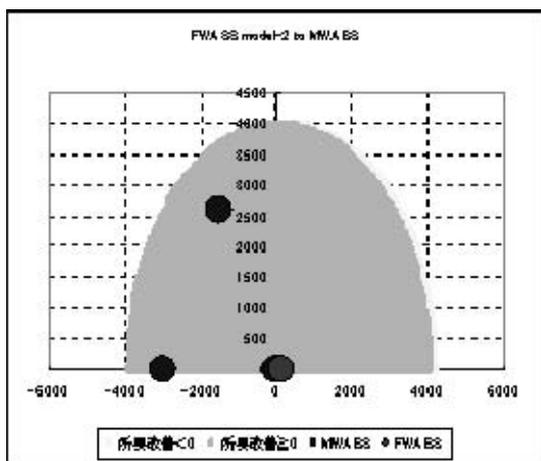
FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=1000m



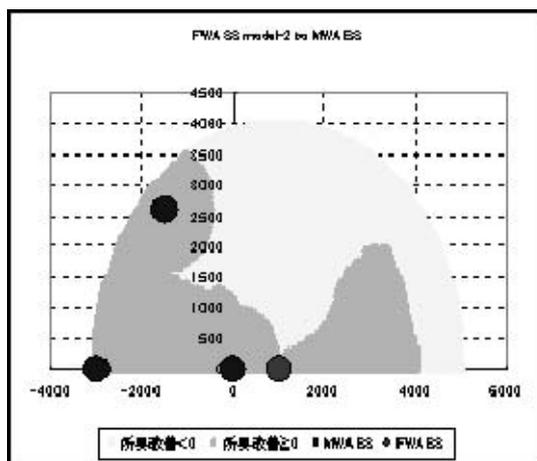
FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=3000m

《MWA BS ⇒ FWA SS》

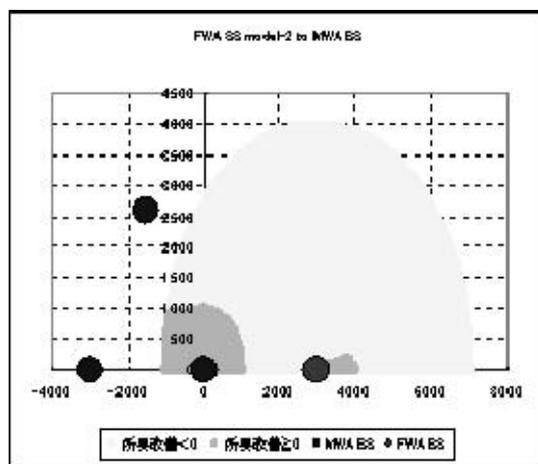
	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	97.8%	42.4%	7.3%
GB=2MHz	94.7%	32.9%	5.2%
GB=5MHz	32.7%	8.6%	2.0%



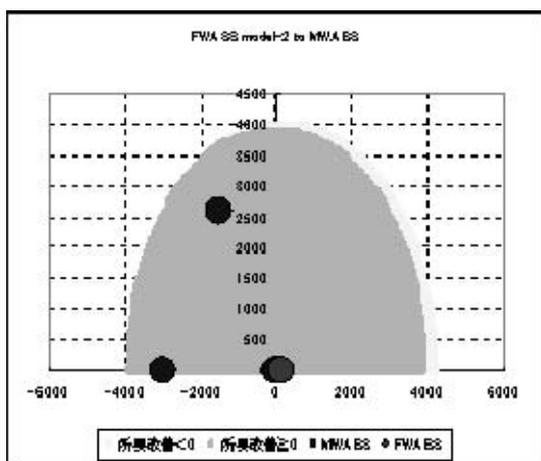
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=1MHz/BS 間距離=150m



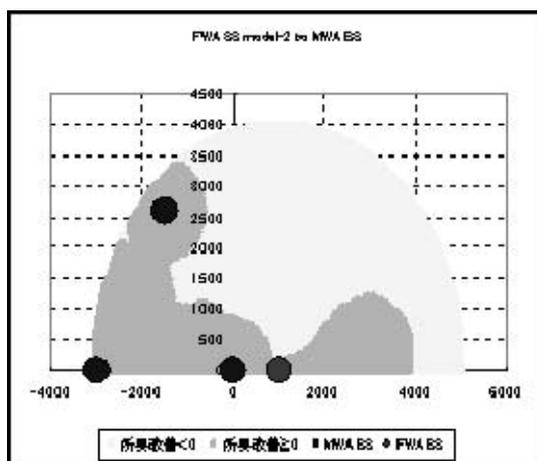
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=1MHz/BS 間距離=1000m



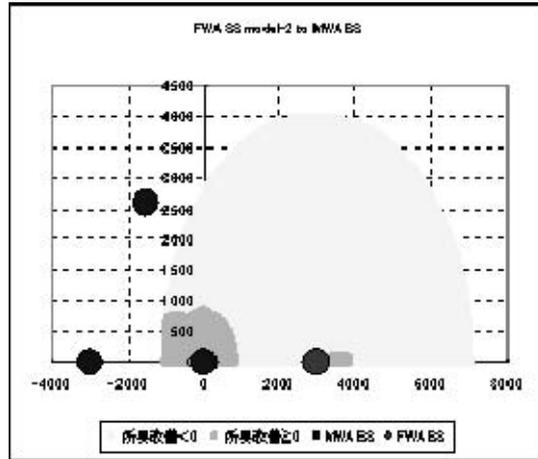
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=1MHz/BS 間距離=3000m



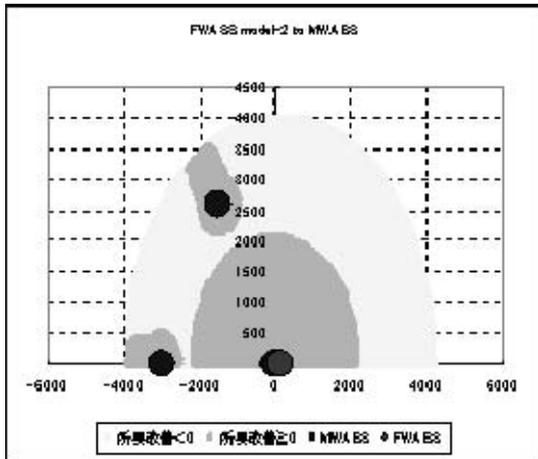
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=150m



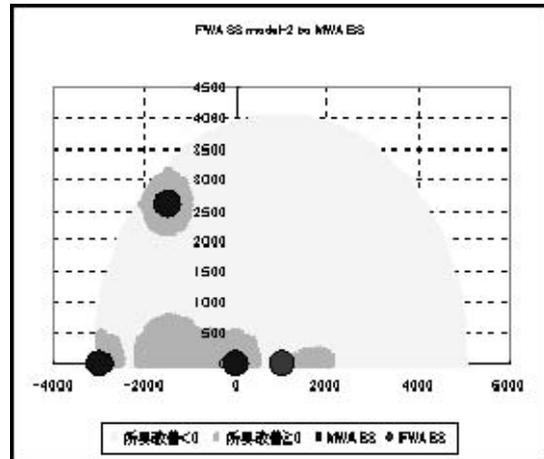
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m



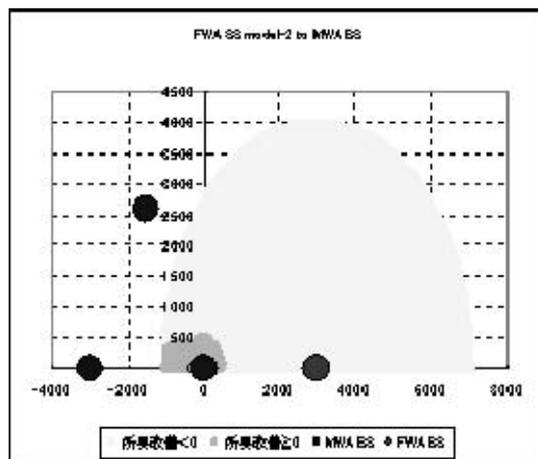
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=150m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=3000m

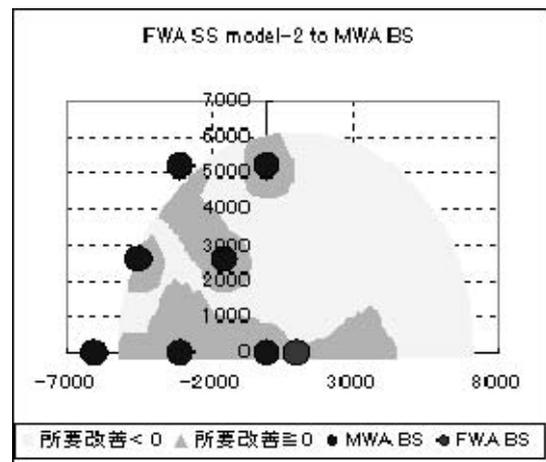
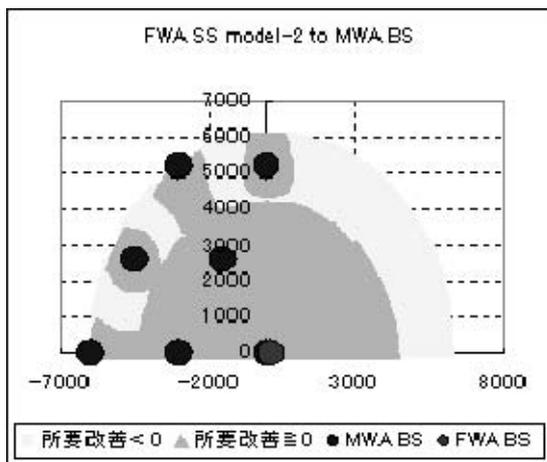
5. モデル2 (25dBi) オプションの計算結果

モデル2 (25dBi) のオプションとして、FWA サービス半径が6000mとなった場合について、干渉発生面積率を以下の表に示す。また、各組み合わせにおける干渉発生の状況を図に示す。

実際に、モデル2 (25dBi) のサービスエリアがどのような大きさ・形になるかは、基地局側の諸元により変化する。

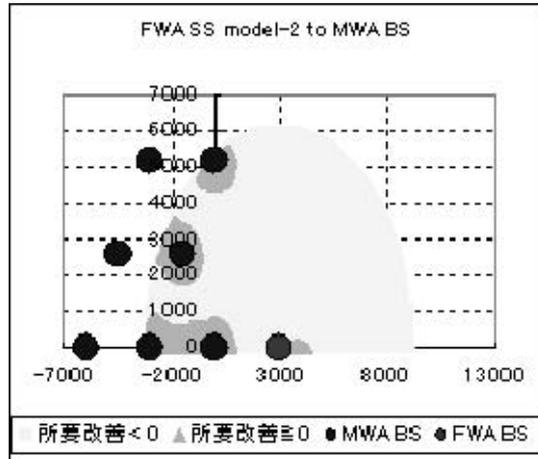
《FWA SS ⇒ MWA BS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	59.2%	23.0%	8.2%
GB=2MHz	25.9%	6.8%	2.1%
GB=5MHz	8.1%	2.6%	0.9%

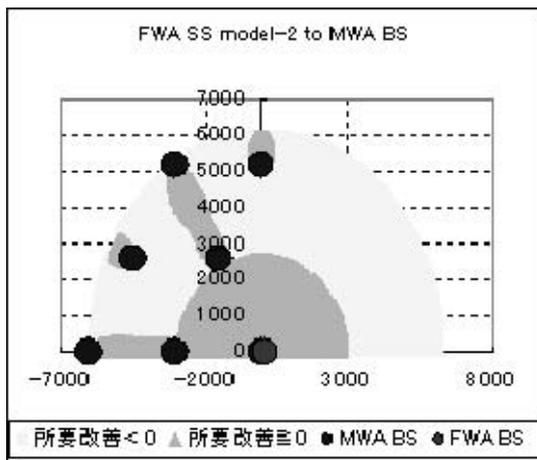


FWA SS ⇒ MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=150m

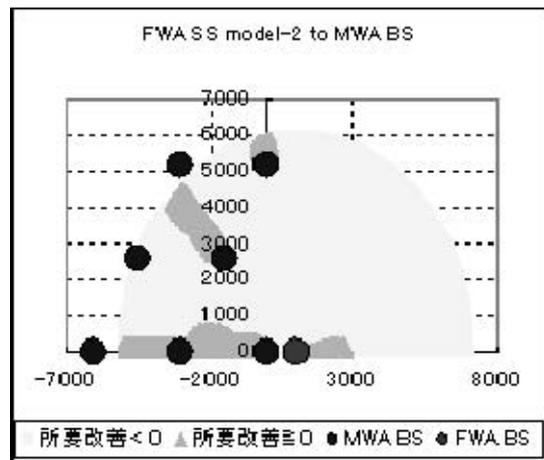
FWA SS ⇒ MWA BS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m



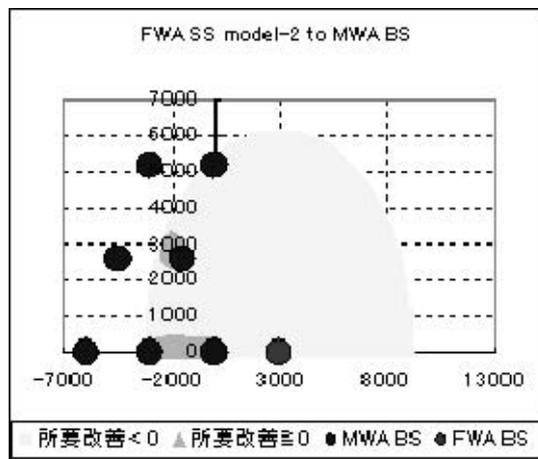
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=1MHz/BS 間距離=3000m



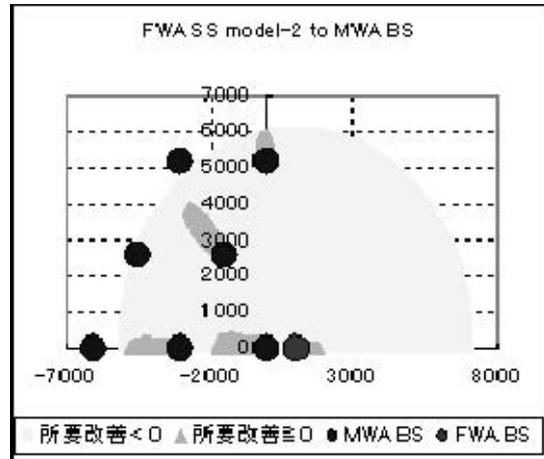
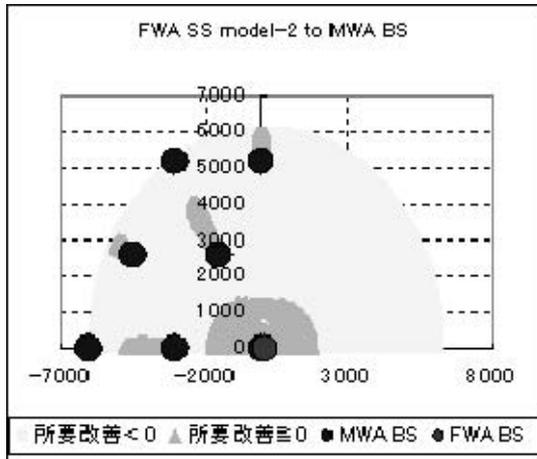
FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=150m



FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=1000m

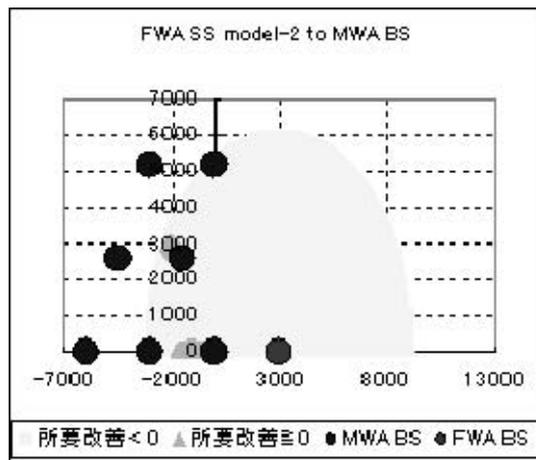


FWA SS ⇒ MWA BS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=150m

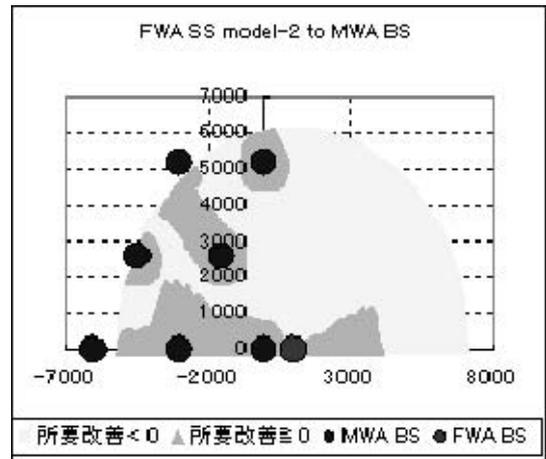
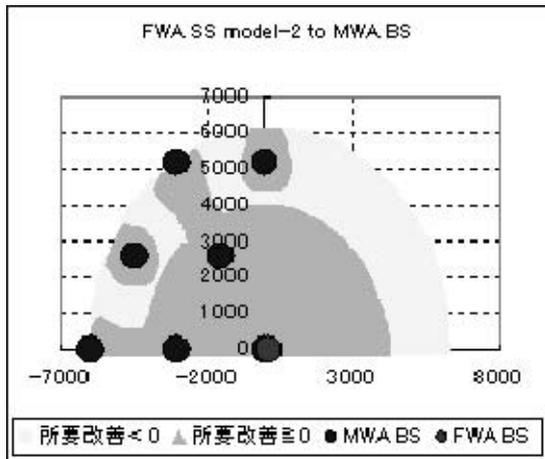
FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=1000m



FWA SS ⇒ MWA BS / GB=5MHz / BS 間距離=3000m

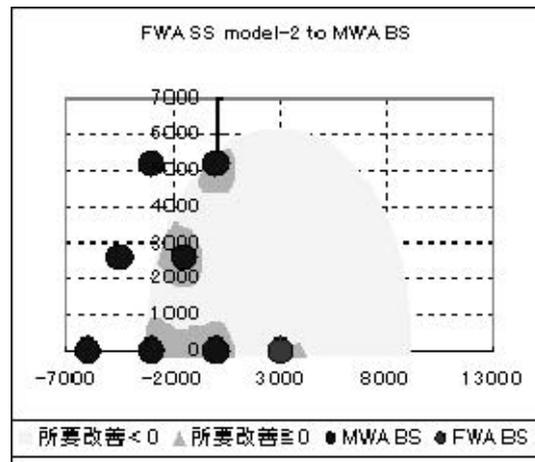
《MWA BS ⇒ FWA SS》

	BS 間距離=150m	BS 間距離=1000m	BS 間距離=3000m
GB=1MHz	54.3%	21.2%	7.6%
GB=2MHz	49.8%	14.9%	5.2%
GB=5MHz	13.0%	3.7%	1.2%

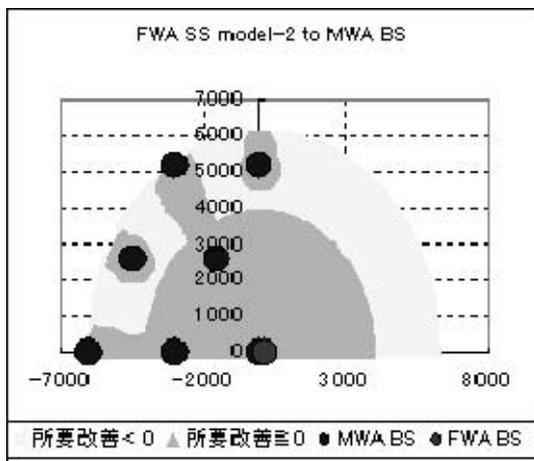


MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=150m

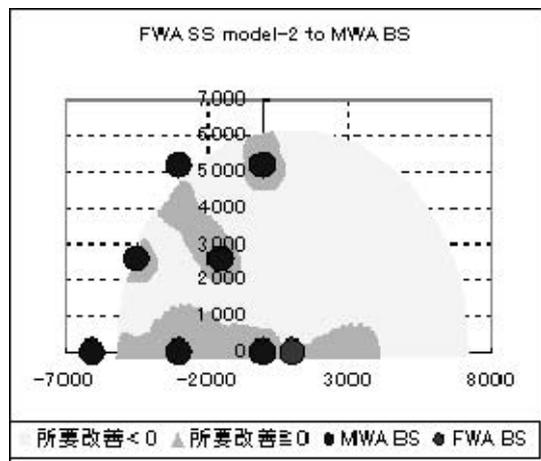
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=1000m



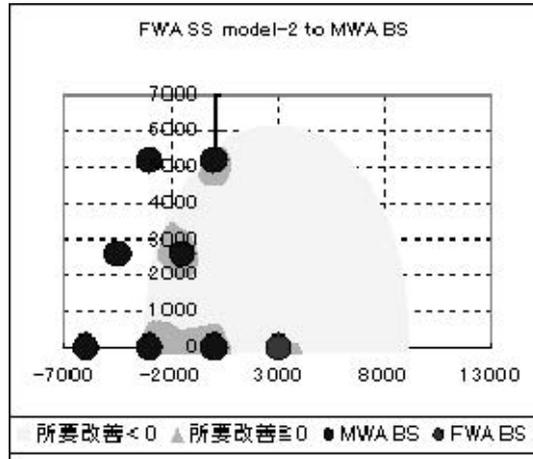
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=1MHz / BS 間距離=3000m



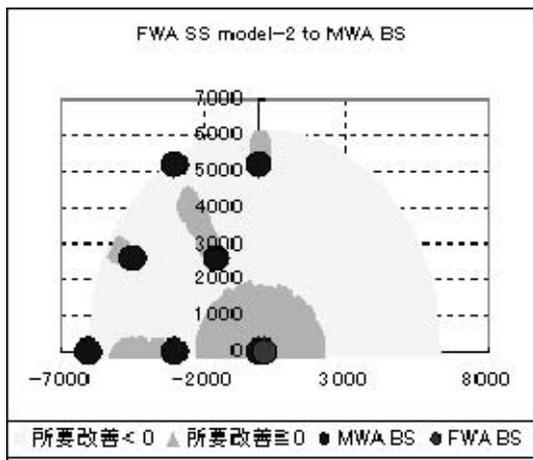
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=2MHz / BS 間距離=150m



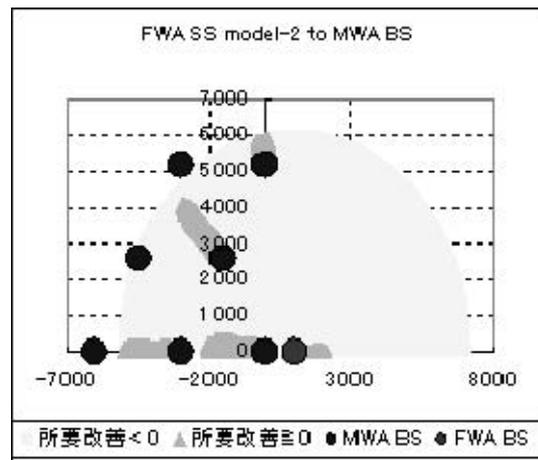
MWA BS ⇒ FWA SS / GB=2MHz / BS 間距離=1000m



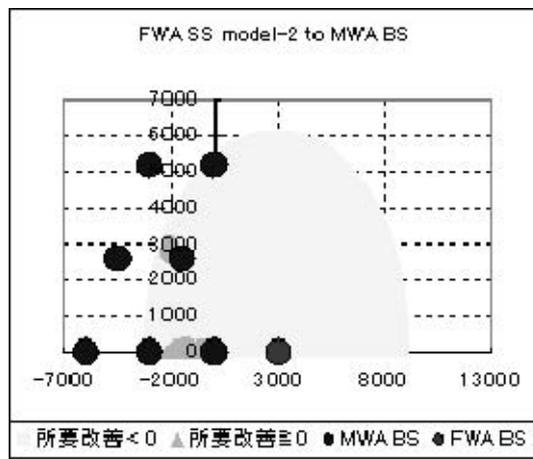
MWA BS ⇒ FWA SS/GB=2MHz/BS 間距離=3000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=150m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=1000m



MWA BS ⇒ FWA SS/GB=5MHz/BS 間距離=3000m

SEAMCAT によるモンテカルロ・シミュレーション条件 (MWA MS ⇔ FWA SS(モデル 1,2))

表 4.1.17 の SEAMCAT による干渉確率計算に用いたシミュレーション条件を以下に示す。

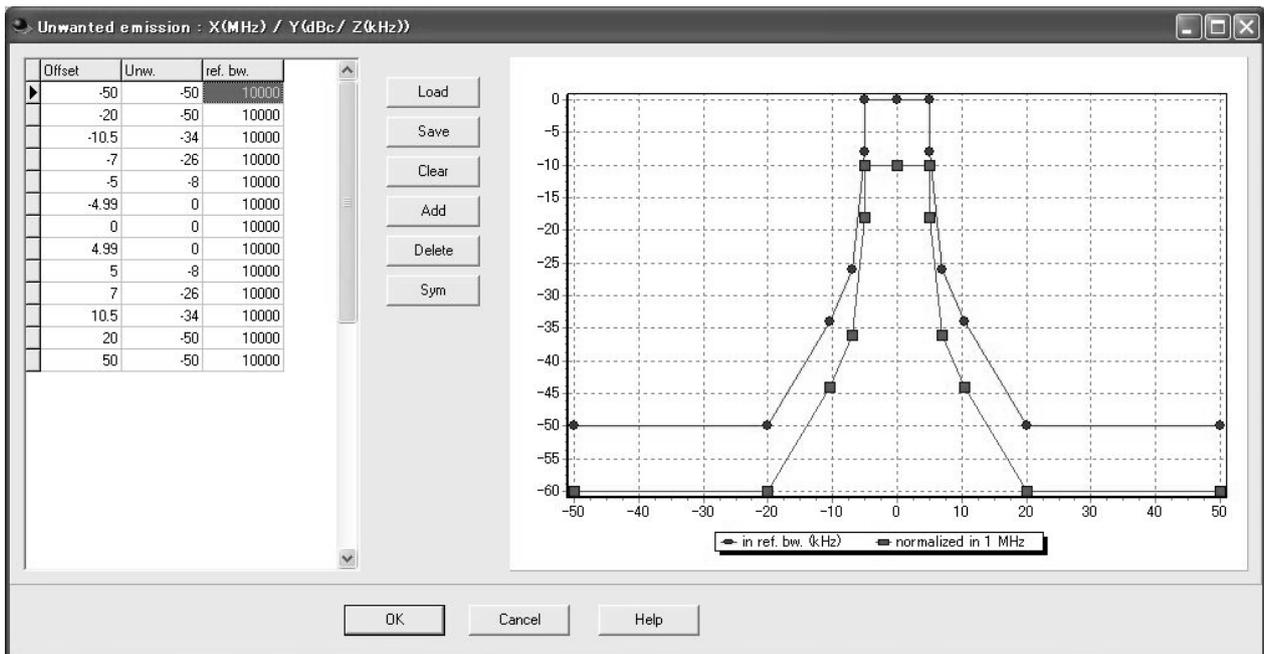
WiMAX FWA に関するパラメータ

WiMAX BS		
Power		43dBm
Unwanted emission mask		
Antenna	Peak Gain	17dBi
	Horizontal	ITU-R M.1646
	Vertical	ITU-R M.1646
Antenna pointing	Antenna height	Constant (40m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (4.0)
WiMAX MS		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	2dBi
	Horizontal	Omni
	Vertical	Omni
Antenna pointing	Antenna height	Constant (1.5m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
FWA BS1、2		
Antenna pointing	Antenna height	Constant(40.0m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant(0.0)
Sensitivity		-88.37
Antenna	Peak Gain	17dBi
	Horizontal	ITU-R F.1336
	Vertical	ITU-R F.1336

WiMAX MWA に関するパラメータ

モデル1SS(WiMAX SS)		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	10dB
	Horizontal	ITU-R F.1336
	Vertical	ITU-R F.1336
Antenna pointing	Antenna height	Constant (3m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)
モデル2SS(WiMAX SS)		
Power		23dBm
Unwanted emission mask		Ad-Hocマスク(別途記載)
Antenna	Peak Gain	20dB
	Horizontal	ITU-R F.1245
	Vertical	ITU-R F.1245
Antenna pointing	Antenna height	Constant (6m)
	Antenna azimuth	Uniform Distribution(0-360)
	Antenna elevation	Constant (0.0)

WiMAX MWA 及び FWA MS 送信マスクの設定



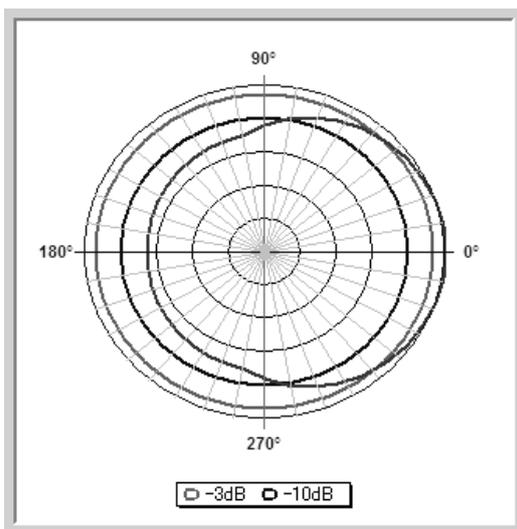
WiMAX SS アンテナパターン (モデル1)

□ FWA 端末アンテナモデル

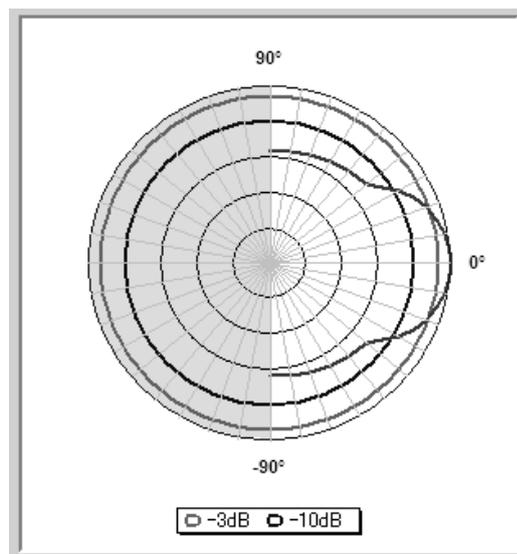
■ 利得 10dBi

■ アンテナパターン ITU-R F.1336 (下記パターン図参照)

水平パターン



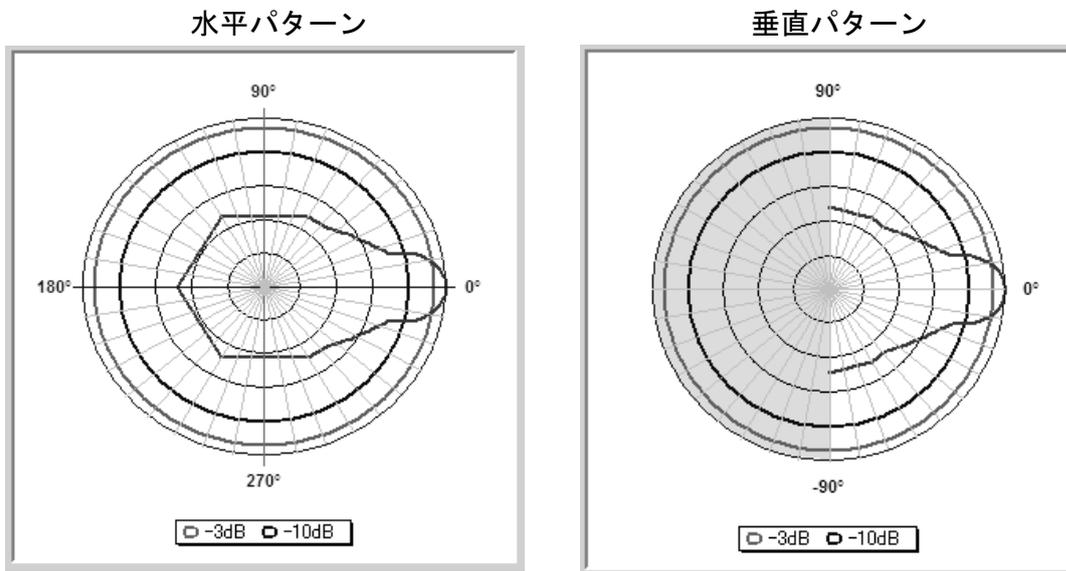
垂直パターン



WiMAX SS アンテナパターン (モデル 2)

□ FWA 端末アンテナモデル

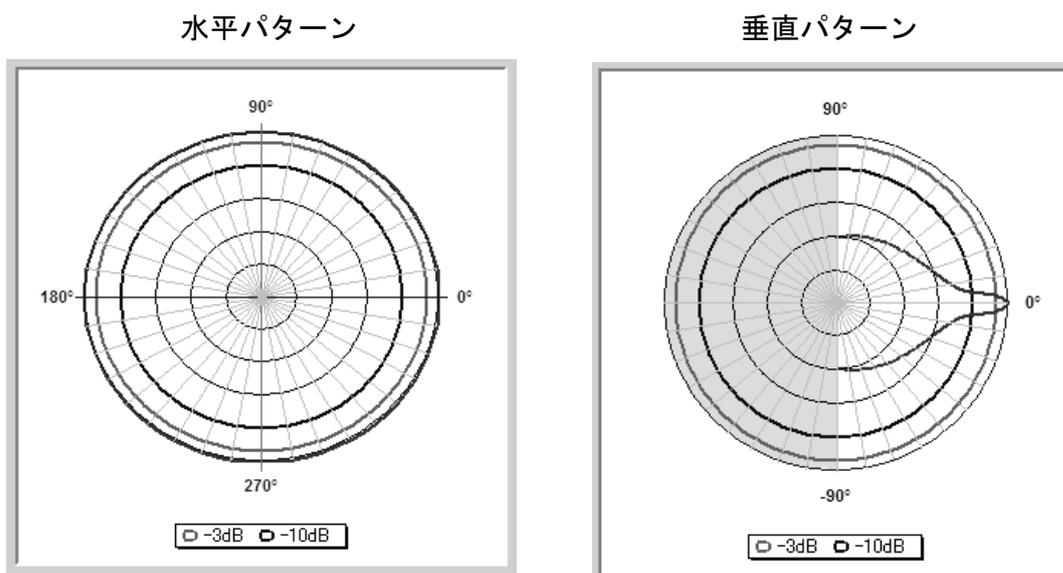
- 利得 20dBi
- アンテナパターン ITU-R F.1245 (下記パターン図参照)



WiMAX BS アンテナパターン (モデル 1, 2)

□ FWA 基地局アンテナモデル

- 利得 17dBi
- アンテナパターン ITU-R F.1336 (下記パターン図参照)



伝搬式 (Extended Hata Model)

$$L(\text{urban}) = 46.3 + 33.9 \log_{10} f + 10 \log_{10} (f / 2000) - 13.82 \log_{10} h_b \\ + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b) \log_{10} d - a(h_m)$$

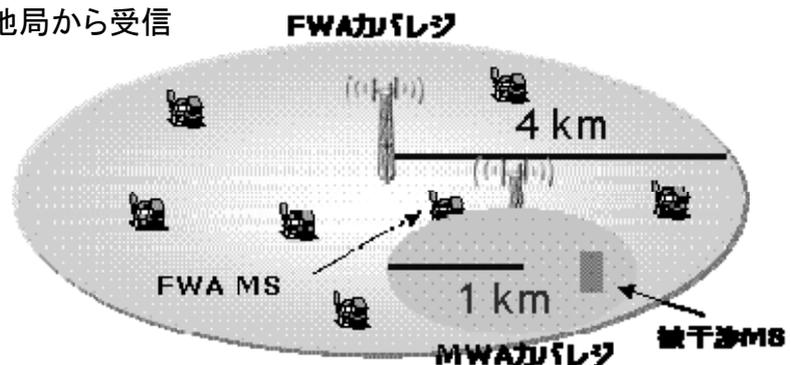
$$a(h_m) = (1.1 \log_{10} f - 0.7) \cdot \min\{10, h_m\} - (1.56 \log_{10} f - 0.8) \\ + \max\{0, 20 \log_{10} (h_m / 10)\}$$

- ・ 周波数 f [MHz]
- ・ 基地局高 h_b [m] (40 m 固定条件)
- ・ 加入者局高 h_m [m] (1.5~16m)
- ・ 伝送距離 d [km]

干渉モデル 1 FWA SS⇒MWA MS (モデル 1,2)

□ 検討モデル

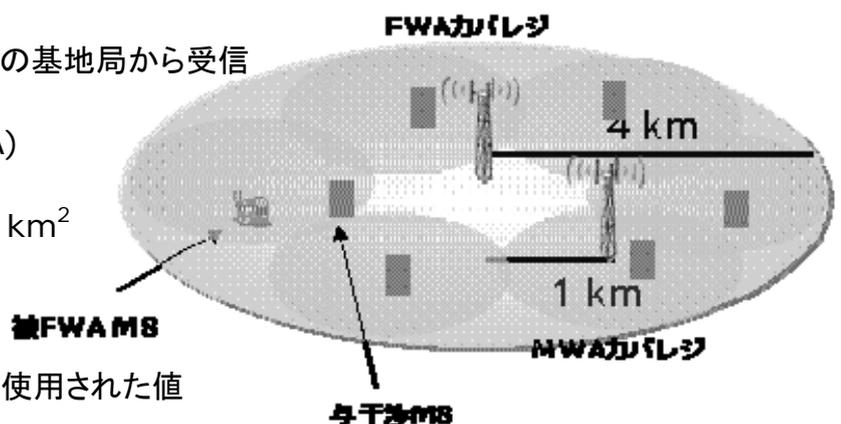
- 対象エリア
 - モバイルと同一エリアを想定
 - MWA MSはセル半径1kmの基地局から受信
- セル半径
 - 4 km (FWA)、1km (MWA)
- FWA端末数
 - 35 アクティブユーザー / セル
($4 \times 4 \times \pi \text{ km}^2$)
(エリア内に均一分布)
- Activity
 - Activity factor = 0.33
参考: BWA(MWA)検討にて使用された値



干渉モデル 2 MWA MS⇒FWA SS (モデル 1,2)

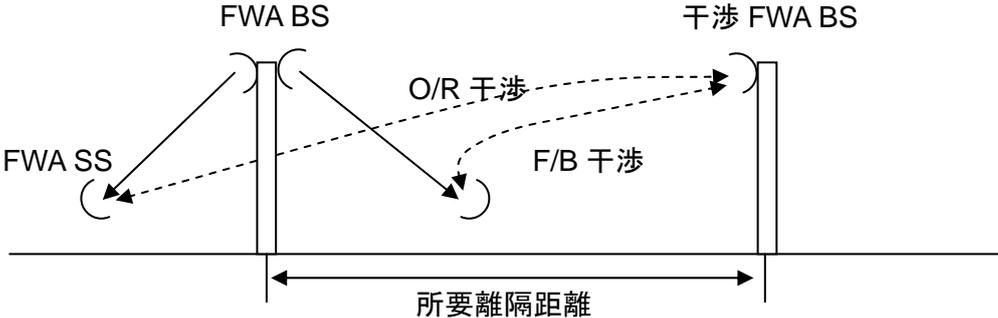
□ 検討モデル

- 対象エリア
 - モバイルと同一エリアを想定
 - MWA MSはセル半径1kmの基地局から受信
- セル半径
 - 4 km (FWA)、1km (MWA)
- MWA端末数
 - 40.4 アクティブユーザー / km^2
(エリア内に均一分布)
- Activity
 - Activity factor = 0.33
参考: BWA(MWA)検討にて使用された値



同一周波数における FWA BS 離隔距離

同一周波数を異なる FWA システムが共用する場合における FWA BS 間の離隔距離計算を以下に示す。



参考のため I/N=-6dB での最悪値評価も検討に加えた。

C/I 評価では、回線設計値より最悪所要 C/I をインプリマージン 5dB、フェージングマージンをモデル 2 では 5.6dB、モデル 3 では 8.8dB、WiMax White Paper による干渉マージン 3dB により、モデル 2 に対し最悪所要 C/I=13.6dB、モデル 3 に対し最悪所要 C/I=16.8dB とした。

モデル2	F/B								O/R					
	C/I評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
			希望波	干渉波	希望波	干渉波								
TX空中線電力	dBm	43.0	43.0	23.0	23.0	43.0	43.0	23.0	23.0	43.0	43.0	23.0	23.0	
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	
TX空中線利得	dBi	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0	
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0	
RXアンテナ高	m	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0	
伝搬距離	Km	4.0	1.7	4.0	1.7	4.0	9.9	4.0	9.9	4.0	9.9	4.0	9.9	
伝搬損	dB	135.7	123.2	135.7	123.2	135.7	149.3	135.7	149.3	135.7	149.3	135.7	149.3	
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RX空中線利得	dBi	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0	
RX空中線指向減衰	dB	0.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
RX給電線損失	dB	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	
受信入力電力	dBm	-63.7	-77.3	-83.7	-97.3	-63.7	-77.3	-83.7	-97.3	-63.7	-77.3	-83.7	-97.3	
フェージングマージン等	dB	10.6		10.6		10.6		10.6		10.6		10.6		
最低受信入力	dBm	-74.3		-94.3		-74.3		-94.3		-74.3		-94.3		
干渉マージン	dB	3.0		3.0		3.0		3.0		3.0		3.0		
許容干渉量	dBm		-77.3		-97.3		-77.3		-97.3		-77.3		-97.3	
C/I	dB	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	

モデル2		F/B				O/R			
I/N評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
		希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波
TX空中線電力	dBm	43.0	43.0	23.0	23.0	43.0	43.0	23.0	23.0
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0
TX空中線利得	dB	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0
RXアンテナ高	m	6.0	6.0	40.0	40.0	6.0	6.0	40.0	40.0
伝搬距離	Km	4.0	9.0	4.0	2.7	4.0	35.6	4.0	15.4
伝搬損	dB	135.7	147.7	135.7	129.7	135.7	173.8	135.7	155.8
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX空中線利得	dB	20.0	20.0	17.0	17.0	20.0	20.0	17.0	17.0
RX空中線指向減衰	dB	0.0	26.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX給電線損失	dB	3.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0	5.0
受信入力電力	dBm	-63.7	-101.8	-83.7	-103.8	-63.7	-101.8	-83.7	-103.8
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8
許容干渉量	dBm		-101.8		-103.8		-101.8		-103.8
C/I	dB	38.1	38.1	20.1	20.1	38.1	38.1	20.1	20.1

モデル3		F/B				O/R			
C/I評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
		希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波
TX空中線電力	dBm	43.0	43.0	23.0	23.0	43.0	43.0	23.0	23.0
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
TX空中線利得	dB	17.0	17.0	23.0	23.0	17.0	17.0	23.0	23.0
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0
RXアンテナ高	m	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0
伝搬距離	Km	10.0	4.2	10.0	4.2	10.0	26.6	10.0	26.6
伝搬損	dB	133.1	120.0	133.1	120.0	133.1	149.9	133.1	149.9
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX空中線利得	dB	23.0	23.0	17.0	17.0	23.0	23.0	17.0	17.0
RX空中線指向減衰	dB	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信入力電力	dBm	-60.1	-76.9	-80.1	-96.9	-60.1	-76.9	-80.1	-96.9
フェージングマージン等	dB	13.8		13.8		13.8		13.8	
最低受信入力	dBm	-73.9		-93.9		-73.9		-93.9	
干渉マージン	dB	3.0		3.0		3.0		3.0	
許容干渉量	dBm		-76.9		-96.9		-76.9		-96.9
C/I	dB	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.9	16.8	16.9
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8

モデル3		F/B				O/R			
C/I評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
		希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波
TX空中線電力	dBm	35.0	35.0	23.0	23.0	35.0	35.0	23.0	23.0
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
TX空中線利得	dB	25.0	25.0	23.0	23.0	25.0	25.0	23.0	23.0
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0
RXアンテナ高	m	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0
伝搬距離	Km	10.0	4.2	10.0	4.2	10.0	26.6	10.0	26.6
伝搬損	dB	133.1	120.0	133.1	120.0	133.1	149.9	133.1	149.9
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX空中線利得	dB	23.0	23.0	25.0	25.0	23.0	23.0	25.0	25.0
RX空中線指向減衰	dB	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信入力電力	dBm	-60.1	-76.9	-72.1	-88.9	-60.1	-76.9	-72.1	-88.9
フェージングマージン等	dB	13.8		13.8		13.8		13.8	
最低受信入力	dBm	-73.9		-85.9		-73.9		-85.9	
干渉マージン	dB	3.0		3.0		3.0		3.0	
許容干渉量	dBm		-76.9		-88.9		-76.9		-88.9
C/I	dB	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.9	16.8	16.9
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8

モデル3		F/B				O/R			
I/N評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
		希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波
TX空中線電力	dBm	43.0	43.0	23.0	23.0	43.0	43.0	23.0	23.0
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
TX空中線利得	dB	17.0	17.0	23.0	23.0	17.0	17.0	23.0	23.0
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0
RXアンテナ高	m	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0
伝搬距離	Km	10.0	21.4	10.0	6.7	10.0	60.7	10.0	34.7
伝搬損	dB	133.1	145.0	133.1	127.0	133.1	174.8	133.1	156.8
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX空中線利得	dB	23.0	23.0	17.0	17.0	23.0	23.0	17.0	17.0
RX空中線指向減衰	dB	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信入力電力	dBm	-60.1	-101.8	-80.1	-103.8	-60.1	-101.8	-80.1	-103.8
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8
許容干渉量	dBm		-101.8		-103.8		-101.8		-103.8
C/I	dB	41.7	41.7	23.7	23.7	41.7	41.7	23.7	23.7

モデル3		F/B				O/R			
I/N評価		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS		FWA BS→FWA SS		FWA SS→FWA BS	
		希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波	希望波	干渉波
TX空中線電力	dBm	35.0	35.0	23.0	23.0	35.0	35.0	23.0	23.0
TX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
TX空中線利得	dB	25.0	25.0	23.0	23.0	25.0	25.0	23.0	23.0
TX空中線指向減衰	dB	0.0	0.0	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0
TXアンテナ高	m	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0
RXアンテナ高	m	16.0	16.0	40.0	40.0	16.0	16.0	40.0	40.0
伝搬距離	Km	10.0	21.4	10.0	11.4	10.0	60.7	10.0	45.5
伝搬損	dB	133.1	145.0	133.1	135.0	133.1	174.8	133.1	164.8
宅内透過損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX空中線利得	dB	23.0	23.0	25.0	25.0	23.0	23.0	25.0	25.0
RX空中線指向減衰	dB	0.0	29.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RX給電線損失	dB	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
受信入力電力	dBm	-60.1	-101.8	-72.1	-103.8	-60.1	-101.8	-72.1	-103.8
受信機熱雑音電力	dBm	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8	-95.8	-95.8	-97.8	-97.8
許容干渉量	dBm		-101.8		-103.8		-101.8		-103.8
C/I	dB	41.7	41.7	31.7	31.7	41.7	41.7	31.7	31.8

MBTDD 625k-MC システムの許容干渉量について

第4章にて実施した同一帯域を使用する、同一 MWA システム間（BS⇔MS 間）の干渉改善量について、MBTDD 625k-MC システムの場合は MS から BS への干渉量が BS から MS への場合に比較して大きくなる。この点についての追加説明を述べる。

①キャリアあたりの最大送信電力の差分で比較すると、MBTDD 625k-MC の場合には、

基地局：45.8dBm/10MHz→33.8dBm/キャリア

端末：27.0dBm/キャリア

となり、基地局と端末の差分は、基地局のほうが6.8dB大きい。

②一方で、許容干渉レベルについては、

基地局：-101dBm/500KHz(-98dBm/MHz)

端末：-90dBm/500KHz(-87dBm/MHz)

であり、基地局と端末の差分は、11dB 端末が強い。

従って、基地局から端末への影響は送信電力差では基地局側からの方が大きくなるが、受け側の許容量差は端末の方が大きい。

この結果から、基地局からの端末の影響よりも端末から基地局への影響が4.2dB (=11-6.8) 大きい。すなわち、基地局からの端末への干渉よりも端末から基地局への干渉の影響が大きい。

従って、必要離隔距離についても、端末から基地局への離隔のほうが長く必要となる結果となっている。

人体防護指針への適合性

電波法施行規則では、電波の強度と生体作用との関係が定量的に明らかにされており、これに基づき、電波利用システムの運用形態に応じて、電波防護指針に適合するようシステム設計に配慮する必要がある。

2.5GHz 帯 FWA の無線設備について、その安全性を確認するため、次のとおり検討を行った。

無線設備の送信 e.i.r.p. が最大の場合において、電波法施行規則第 21 条の 3 に規定する電磁界強度及び電力束密度の基準値を超える送信空中線からの距離について、最悪ケース（空中線の最大輻射方向に人体が直接ばく露される場合）を想定して算出した結果、空中線モデル等の前提条件によりバラツキはあるが、基地局では約 3.4cm～5.3m、端末局では、モデル 1 は 1cm 未満～26.2cm、モデル 2 は 3.3cm～52.6cm、モデル 3 は 2.1cm～33.2cm となる。

こうした最悪ケースを想定した場合には、基準値を超える距離内の場所には、容易に人体が空中線に近接することのないような対策を施すか、あるいは、空中線から放射される 6 分間平均の電磁界強度を低減するような対策を要することに留意する必要があるが、一般的な機器においては、空中線が人体に直接接触するような構造にはなっておらず、また、FWA 利用であることにより、空中線と人体との離隔距離が、基地局の場合には 40m 程度、端末局の場合には、モデル 1 の場合には 3m 程度、モデル 2 の場合には 6m 程度、モデル 3 の場合には 16m 程度が確保されるため、特段支障はないと考えられる。

1 基準値

表 5.1 人体が電波に均一にばく露される場合の電波の強度の既定値

（電波法施行規則別表第 2 号の 3 の 2）

周波数	電界強度	磁界強度	電力束密度	平均時間
1.5GHz を超え 300GHz 以下	61.4V/m	0.163A/m	1mW/cm ²	6 分

表 5.2 人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値

（平成 11 年郵政省告示第 301 号）

周波数	電界強度の 空間的 平均値	磁界強度の 空間的 平均値	電力束密度 の空間的 平均値	電力束密度 の空間的 最大値	平均時間
1.5GHz を超え 300GHz 以下	61.4V/m	0.163A/m	1mW/cm ²	2mW/cm ²	6 分

2 検討結果

(1) 前提条件

ア 検討対象システムの諸元

2.5GHz 帯 FWA (送信 e.i.r.p.が最大のもの)		最大空中線電力	最大送信空中線 絶対利得真値	給電線系損失
基地局	モデル 1	20W	17dBi	5dB
	モデル 2			
	モデル 3	3.2W	25dBi	
端末局	モデル 1	0.200W	10dBi	0dB
	モデル 2	0.200W	20dBi	3dB
	モデル 3	0.200W	23dBi	5dB

イ 反射係数

	すべての反射を 考慮しない場合	大地面の反射を 考慮する場合	水面等大地面以外の 反射を考慮する場合
反射係数 (<i>K</i>)	1	2.56	4

算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合、算出した電波の強度の値に 6dB を加える。

(2) 算出結果

ア *K*=1 の場合

条 件	システム形態				
	基地局		端末局		
	モデル 1 / 2	モデル 3	モデル 1	モデル 2	モデル 3
コリニアアレイアンテナ					
最大寸法(D)	1.5m 程度	-	40cm 程度	-	-
無指向タイプ 調整距離	3.36cm (13.36cm)	-	1.00cm 以下 (1.53cm)	-	-
90 度セクタタイプ 調整距離	13.43cm (53.44cm)	-	1.54cm (6.11cm)	-	-
開口面アンテナ					
直径(D)	-	80cm 程度	15cm 程度	47cm 程度	80cm 程度
開口効率	-	0.6	0.6	0.6	0.6
調整距離	-	33.13cm (1.32m)	6.58cm (26.18cm)	3.30cm (13.13cm)	2.09cm (8.29cm)

イ K=2.56 の場合

条 件	システム形態				
	基地局		端末局		
	モデル1/2	モデル3	モデル1	モデル2	モデル3
コリニアアレイアンテナ					
最大寸法(D)	1.5m 程度	-	-		
無指向タイプ [°] 調整距離	8.59cm (34.20cm)	-	-	-	-
90度セクタタイプ [°] 調整距離	34.36cm (1.37m)	-	-	-	-
開口面アンテナ					
直径(D)	-	80cm 程度	-	47cm 程度	80cm 程度
開口効率	-	0.6	-	0.6	0.6
調整距離	-	84.81cm (3.38m)	-	8.45cm (33.61cm)	5.33cm (21.21cm)

ウ K=4 の場合

条 件	システム形態				
	基地局		端末局		
	モデル1/2	モデル3	モデル1	モデル2	モデル3
コリニアアレイアンテナ					
最大寸法(D)	1.5m 程度	-	-	-	-
無指向タイプ [°]	13.43cm (54.44cm)	-	-	-	-
セクタタイプ [°] (90°)	53.69cm (2.14m)	-	-	-	-
開口面アンテナ					
直径(D)	-	80cm 程度	-	47cm 程度	80cm 程度
開口効率	-	0.6	-	0.6	0.6
開口面タイプ [°]	-	1.33m (5.28m)	-	13.19cm (52.51cm)	8.33cm (33.13cm)

注1 代表周波数は 2600MHz とした。

注2 括弧内距離は、強い反射を生じる場合の調整距離を示す。

注3 一般的な FWA 機器を想定し、無線設備の電波の送信時間率を 50% とした。

注4 端末局モデル1については、屋外利用は想定されないため、K=2.56 及び 4 の場合の検討は省略した。