

情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会報告 (案)

諮問第2032号

「2GHz帯などを用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」のうち
「2. 5GHz帯/2. 6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」

情報通信審議会 情報通信技術分科会
衛星通信システム委員会報告
目次

I 検討事項	1
II 委員会及び作業班の構成	1
III 検討経過	1
IV 検討概要	3
第1章 検討の背景とシステム概要	3
1. 1 検討の背景	3
1. 2 2. 5GHz 帯/2. 6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの概要	3
第2章 他の無線システムとの共用検討について	14
2. 1 周波数使用状況と共用検討を実施する他システム	14
2. 2 他の無線システムとの共用検討	15
2. 2. 1 BWA システムとの共用検討	15
2. 2. 1. 1 BWA システムの概要	15
2. 2. 1. 2 BWA システムとの共用検討結果	16
2. 2. 2 JCSAT-5A との共用検討	18
2. 2. 2. 1 JCSAT-5A の概要	18
2. 2. 2. 2 JCSAT-5A との共用検討	20
2. 2. 3 電波天文との共用検討	21
2. 2. 3. 1 電波天文の概要	21
2. 2. 3. 2 電波天文との共用検討	21
2. 2. 4 無線 LAN との共用検討	22
2. 2. 4. 1 無線 LAN の概要	22
2. 2. 4. 2 無線 LAN との共用検討	23
2. 2. 5 VICS との共用検討	24
2. 2. 5. 1 VICS の概要	24
2. 2. 5. 2 VICS との共用検討	24
2. 2. 6 グローバルスターとの共用検討	24
2. 2. 6. 1 グローバルスターの概要	24
2. 2. 6. 2 グローバルスターとの共用検討	25
2. 2. 7 ロボット用無線システム(ドローン等)との共用検討	25

2. 2. 7. 1	ロボット用無線システム(ドローン等)の概要	25
2. 2. 7. 2	ロボット用無線システム(ドローン等)との共用検討	26
第3章	システム及び無線設備の技術的条件	27
3. 1	一般的条件	27
3. 1. 1	必要な機能	27
3. 1. 2	適用周波数帯	27
3. 1. 3	キャリア周波数間隔	27
3. 1. 4	アクセス方式	27
3. 1. 5	通信方式	28
3. 1. 6	変調方式	28
3. 1. 7	伝送速度	28
3. 1. 8	セキュリティ対策	28
3. 1. 9	電磁環境対策	28
3. 2	人工衛星局の設備	28
3. 3	基地局の設備	28
3. 3. 1	送信装置(基地局)	28
3. 3. 2	受信装置(基地局)	29
3. 3. 3	空中線(基地局)	29
3. 4	移動局の設備	30
3. 4. 1	送信装置(移動局)	30
3. 4. 2	受信装置(移動局)	31
3. 4. 3	空中線(移動局)	31
第4章	測定法	33
4. 1	送信装置	33
4. 1. 1	空中線電力	33
4. 1. 2	周波数	33
4. 1. 3	不要発射の強度	33
4. 1. 4	占有周波数帯幅の許容値	34
4. 1. 5	送信機停波電力レベル	34
4. 1. 6	筐体輻射	34
4. 2	受信装置	34
4. 2. 1	副次的に発する電波の限度	34
4. 2. 2	筐体輻射	35
4. 3	空中線(基地局)	35
V	検討結果	36
別 添		40

1. システム及び無線設備の技術的条件	41
1. 1 一般的条件	41
1. 1. 1 必要な機能	41
1. 1. 2 適用周波数帯	41
1. 1. 3 キャリア周波数間隔	41
1. 1. 4 アクセス方式	41
1. 1. 5 通信方式	42
1. 1. 6 変調方式	42
1. 1. 7 伝送速度	42
1. 1. 8 セキュリティ対策	42
1. 1. 9 電磁環境対策	42
1. 2 人工衛星局の設備	42
1. 3 基地局の設備	42
1. 3. 1 送信装置(基地局)	42
1. 3. 2 受信装置(基地局)	43
1. 3. 3 空中線(基地局)	43
1. 4 移動局の設備	44
1. 4. 1 送信装置(移動局)	44
1. 4. 2 受信装置(移動局)	45
1. 4. 3 空中線(移動局)	45
2 測定法	47
2. 1 送信装置	47
2. 1. 1 空中線電力	47
2. 1. 2 周波数	47
2. 1. 3 不要発射の強度	47
2. 1. 4 占有周波数帯幅の許容値	48
2. 1. 5 送信機停波電力レベル	48
2. 1. 6 筐体輻射	48
2. 2 受信装置	48
2. 2. 1 副次的に発する電波の限度	48
2. 2. 2 筐体輻射	49
2. 3 空中線(基地局)	49
参考資料1 干渉検討パラメータ	51
1 次期移動衛星通信システム	51
2 BWA システム(XGP)	55
3 BWA システム(モバイル WiMAX)	58

4 JCSAT-5Aトランスポンダ	61
5 電波天文	62
6 無線 LAN.....	63
7 VICS	64
8 ロボット用無線システム(ドローン等)	65
参考資料2 BWA システムとの共用検討詳細	67
1 干渉検討モデル	67
1. 1 1対1対向モデル	68
1. 2 確率的検討(モンテカルロシミュレーション)	69
1. 3 モンテカルロ・シミュレーションにおける伝搬モデル.....	70
2 BWA システムとの共用検討	72
2. 1 ① モバイル WiMAX から次期衛星局への干渉検討	73
2. 2 ② 次期移動局からモバイル WiMAX への干渉検討	77
2. 3 ③ XGP から次期移動局への干渉検討	79
2. 4 ④ 次期衛星局から XGP への干渉検討	81
参考資料3 JCSAT-5A との共用検討詳細	83
参考資料4 電波天文との共用検討詳細.....	85
参考資料5 無線 LAN との共用検討詳細.....	88
参考資料6 VICS との共用検討詳細	90
参考資料7 ロボット用無線システム(ドローン等)との共用検討詳細	94

I 検討事項

衛星通信システム委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯などを用いた移動衛星通信システム等のあり方及び技術的条件」（平成 25 年 1 月 18 日）のうち「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。委員会の調査検討を促進するため、衛星通信システム委員会作業班において技術的条件に関する調査を行った。作業班の構成は別表 2 のとおりである。

III 検討経過

「2GHz 帯などを用いた移動衛星通信システム等のあり方及び技術的条件」のうち「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」について、委員会及び作業班での検討経過は以下のとおりである。

1 委員会

（1）第 34 回（平成 30 年 6 月 15 日）

「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」に関して、委員会の運営方針及び検討スケジュールについて検討を行った。

（2）第 35 回（平成 30 年 10 月 12 日）

作業班から、「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」に関する報告を受け、衛星通信システム委員会報告（案）をとりまとめた。

（3）第 36 回（平成●年●月●日）

委員会報告（案）のパブリックコメント（平成●年●月●日～平成●年●月●日）で提出された意見に対する委員会の考え方及び委員会報告のとりまとめを行った。

2 作業班

（1）第 12 回（平成 30 年 6 月 20 日）

委員会の運営方針、検討体制について説明が行われ、「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」に関する調査の進め方等について検討を行った。

（2）第 13 回（平成 30 年 8 月 27 日）

「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」に関する周波数共用条件等について検討を行った。

(3) 第 14 回 (平成 30 年 10 月 5 日)

「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」に関する作業班報告書 (案) について検討を行った。

IV 検討概要

第1章 検討の背景とシステム概要

1. 1 検討の背景

移動衛星通信システムは、同報性、広域性、耐災害性等の衛星通信システム固有の特徴を有するほか、陸上、海上、上空、離島等での通信手段として、平時に加えて災害時において重要な役割を果たしている。平成23年3月11日に発生した東日本大震災等においても、地震や津波の影響を受けにくい衛星移動通信システムは、被災地における通信確保に必要不可欠な状況となった。

現在、我が国においては、1.5/1.6GHz帯（L帯）、2.5/2.6GHz帯（S帯）、12/14GHz帯（Ku帯）等を用いた移動衛星通信サービスが提供されている。

2.5GHz帯/2.6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムは、平成7年8月に制度化され、平成21年1月27日付け情報通信審議会答申「Sバンドを用いる国内移動体衛星通信システムの技術的条件」に基づき、平成21年6月30日付けで関連規定の改正が行われた。隣接周波数帯の電波使用状況が平成21年から変化しており、周波数共用検討の前提条件が変わったこと、災害時におけるトラフィック量増加に対応するための通信容量拡大が求められること、今後導入が進められる「5G/IoT」に対して衛星通信としての特徴を生かした役割が期待されていることなどから、同システムの高度化を図るため検討を行うものである。

1. 2 2.5GHz帯/2.6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムの概要

（1）我が国の移動衛星通信サービスの現状について

2.5GHz帯/2.6GHz帯を用いた国内移動衛星通信サービスは、1996年の運用開始以来、主に上空・海上・離島等での平時の通信手段として活用されている。特に、2011年の東日本大震災においては、災害に強いという衛星通信システムの特徴を活かして、多くの避難所等において有効に活用されたことは記憶に新しい。

東日本大震災以降、自治体や法人を中心として、大規模災害に対する備えを検討する動きが加速してきているが、その中で、移動衛星通信サービスは災害時における重要な通信手段の一つとしての評価が高まっている（図1.2-1参照）。

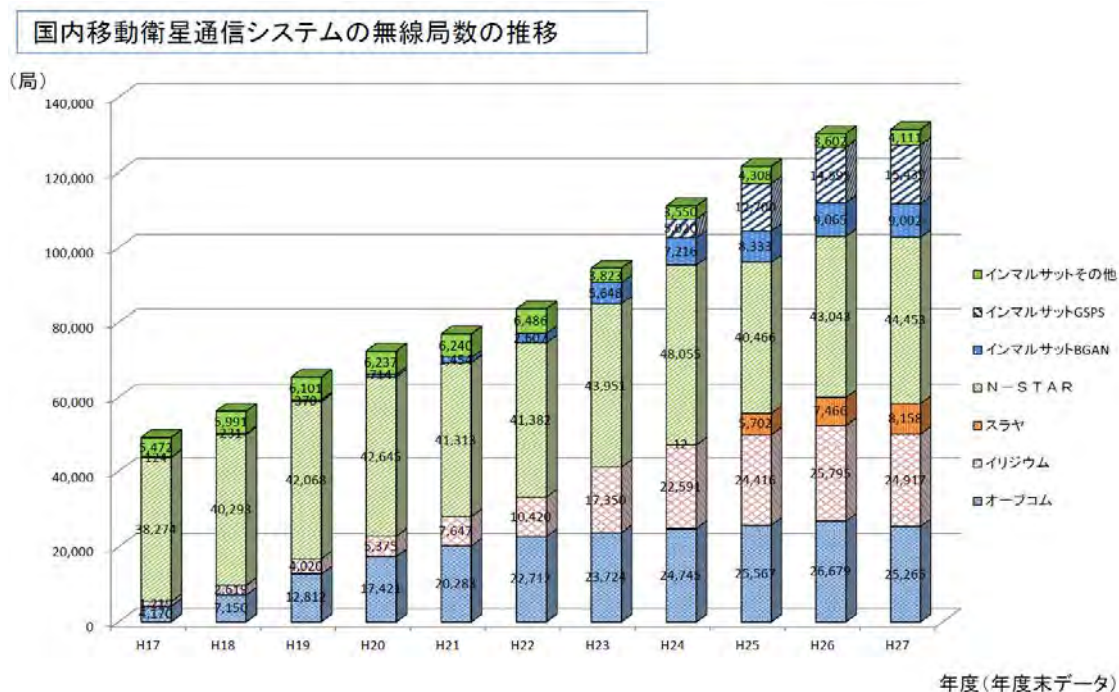


図 1. 2-1 国内移動衛星通信システムの無線局数の推移

(出典：情報通信審議会情報通信技術分科会衛星通信システム委員会第28回 資料28-5)

(2) 現行システム概要

現行システムは、1996年より20年以上にわたり移動衛星通信サービスを提供している。現行サービスは、2010年度から提供を開始した第2世代サービスであり、第1世代、第2世代ともに日本全土及び我が国排他的経済水域を含む周辺海域を4つの衛星ビームでカバーしている。

現行サービスの主なサービスを以下に示す(図1.2-2参照)。

- ◇ 音声通信：高品質音声 (G.729a)
- ◇ データ通信：
 - パケット通信 (ベストエフォート型：下り最大 384kbps／上り最大 144kbps)
 - 64k データ通信 (速度保証型)
- ◇ その他：
 - FAX ゲートウェイサービス (G3FAX 接続)
 - 0ABB-XXXX の国内電話番号体系を利用可能→110、118、119 等の特番を利用可能
- ◇ 移動局形態は、「可搬型」に加え、追尾アンテナと接続し、移動しながら利用可能な「船舶・車載型」を提供

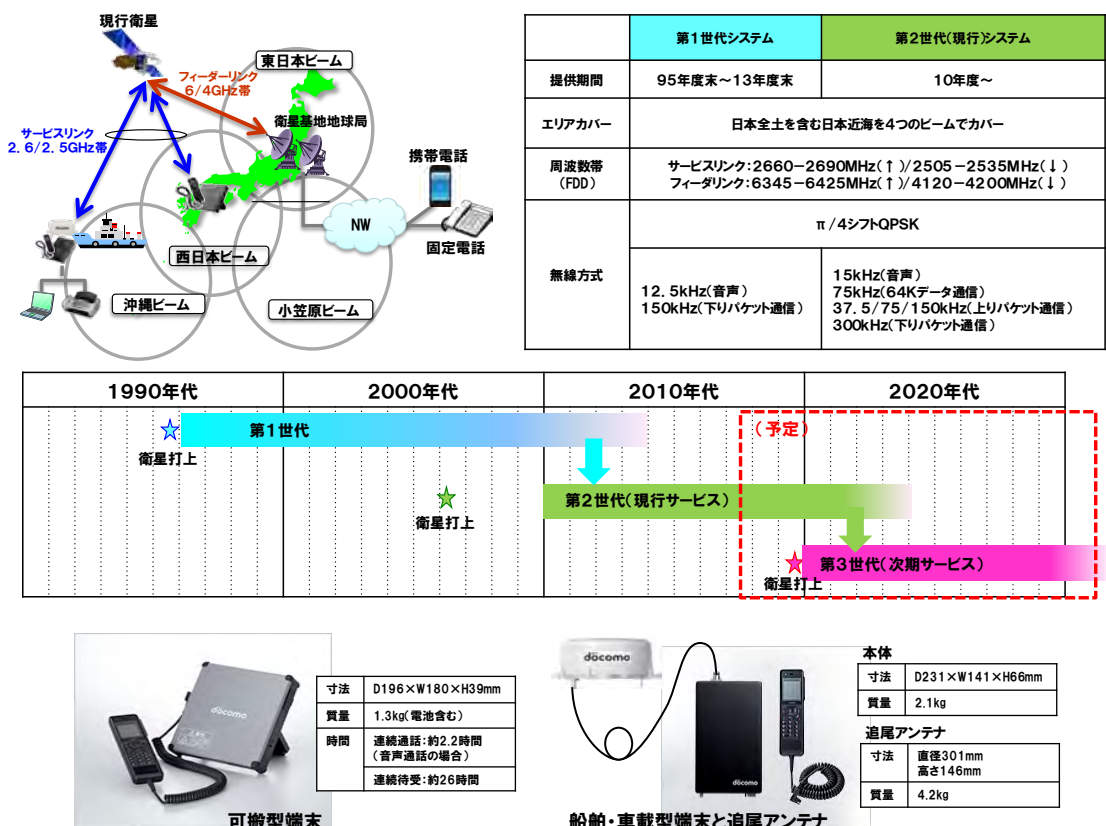


図1. 2-2 現行システム概要

(3) 現行サービス利用状況

現行サービスの利用状況を以下に示す(図1. 2-3 参照)。

➤ 船舶利用

- ・ 主に、運輸・漁業関係のお客者が陸上との連絡手段として利用
- ・ 現行システムは、GMDSS※代替となる通信手段と認定されており、船舶のライフラインとして機能

※ Global Maritime Distress and Safety System : 海上における遭難及び安全に関する世界的な制度(国際航海に従事する旅客船・総トン数300トン以上の貨物船に、安定した遭難・非常通信を確保するとともに、航行警報・気象警報などの海上安全情報を自動で伝達できる通信システム)

➤ 陸上利用

- ・ 主に、官公庁、公共インフラ、金融、病院等の重要機関が利用
- ・ 東日本大震災以降、ご契約数は増加傾向にあり、緊急時災害対策(BCP用途)と推定
- ・ 自然災害地や条件不利地の遠隔モニタリング等の通信手段用途も拡大中

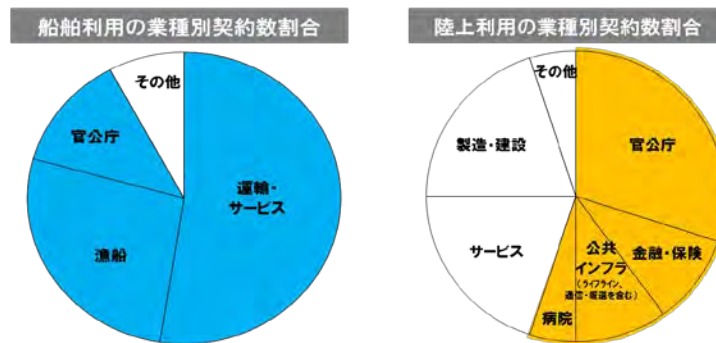
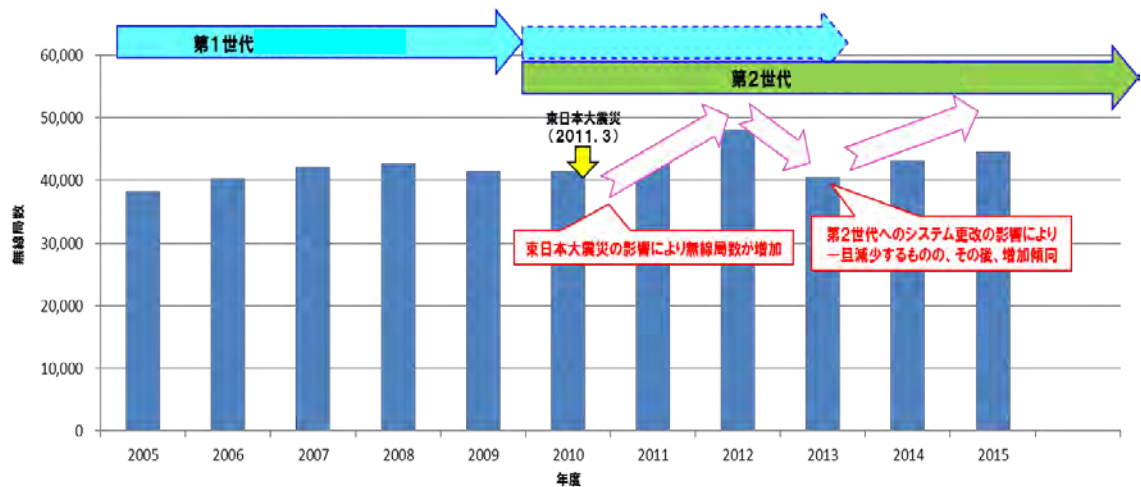


図1. 2-3 現行サービス利用状況

大規模災害発生時には、陸上の被災状況から移動衛星通信サービスが唯一の通信手段となる場所があるため、図1. 2-4に示す通り、トラフィックが急増する傾向にある。他方、平時における主なトラフィックとしては、船舶での音声通信が中心である。

2011年3月の東日本大震災においては、現地で活動する災害救助・復旧チームの通信支援および被災者避難所における通信手段確保のため、可搬型移動局が計900台貸出されている（図1. 2-5参照）。さらに、東日本大震災の経験を受け、サービス中断エリアでの通信確保のため、発災後速やかに可搬型移動局を避難所等に提供するため、3,000台の移動局が配備されている。

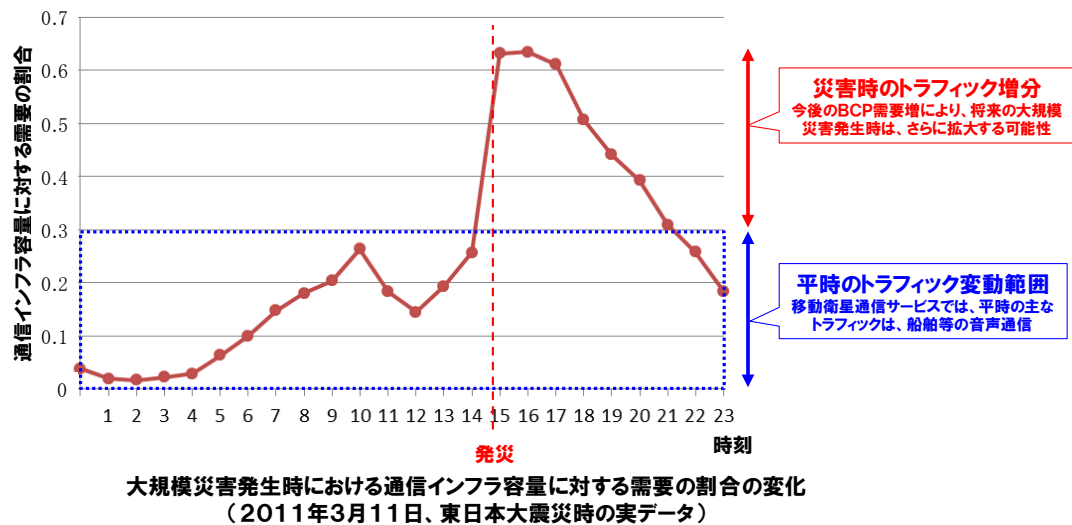


図1. 2-4 大規模災害時のトラフィック状況

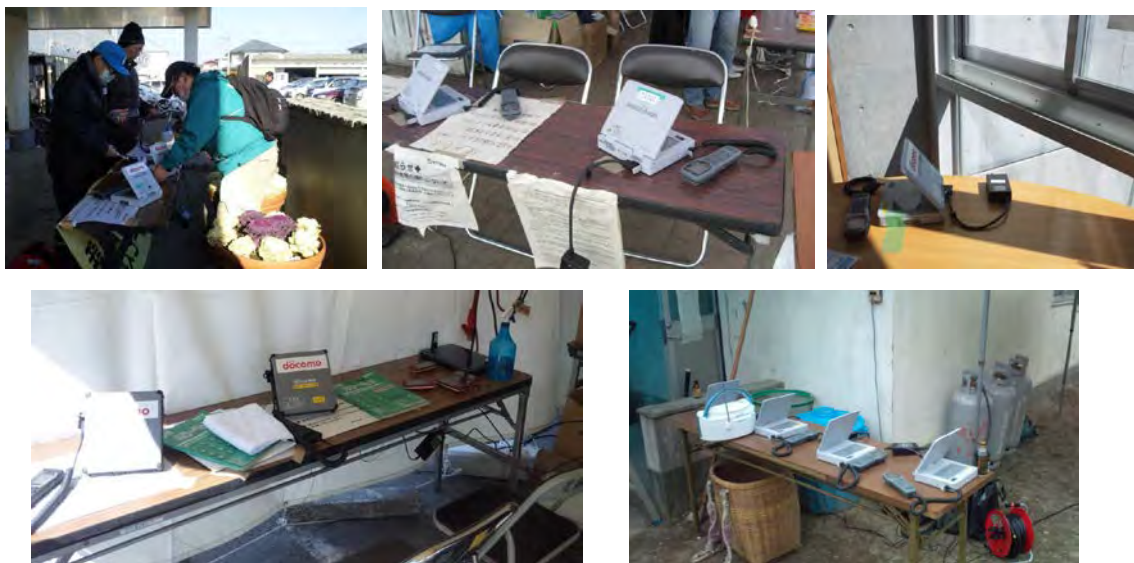


図1. 2-5 災害対策としての現行サービスの利用状況

(4) 今後の移動衛星通信サービスに必要とされる要求状況

我が国では、東日本大震災以降も複数の大規模地震災害等が発生しており、ライフラインとしての移動衛星通信サービスへの期待が高まってきている。これらの状況を踏まえ、総務省においては、将来の移動衛星通信サービスに求められる要求条件等の検討が行われている。

- S帯を用いた移動衛星通信システムの在り方（図1. 2-6 参照）
 - ・ 移動衛星通信システムに対する利用ニーズ

- ✓ 多くの利用者が災害時利用を検討しており、2020 年頃の需要は約 22 万台（一般の約 7 割が災害対策用の保有を検討、企業・自治体の追加利用ニーズも多い）

- 今後の検討課題や方向性として以下を提言

- ✓ マルチビーム、大型展開アンテナ、地上・衛星共用技術等の新技術導入により、災害時等にも、一層の周波数の有効利用を図る
※。高速、高品質、高信頼なサービスを提供する

※ワイヤレスシステムの急速な発展に伴い、特に地上系モバイルシステムの周波数枯渇が社会的な課題となっており、総務省では、電波政策 2020 懇談会において、2.6GHz 帯の次期移動衛星通信システムを検討する際に、地上系モバイルシステムとの共用検討を行うことが望ましいと提言している。

- 大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会（図 1. 2-7 参照）

- 将来の大規模災害時に移動衛星通信システムにおいて輻輳が発生する可能性を踏まえ、将来システムに必要となるシステム容量について、以下のように提言している。
 - ✓ 将来の広域・大規模災害を想定し、現行システムを上回る容量へ拡大を図る必要がある。契約数の伸びを踏まえると、現行システム容量では、2030 年頃に超過する可能性がある。南海トラフ地震級の災害を想定すると、現在の 3～5 倍の通信容量が必要

- 今後導入が進められる「5G/IoT」に対する、衛星通信としての特徴を生かした役割の期待

- 近年、携帯電話に代表される移動通信においてはパケットベースでのハイビットレートなデータ通信サービスが広く普及している。また近い将来、第 5 世代移動通信システム（5G）と呼ばれる更なる高速かつ低遅延な移動通信サービスの導入が見込まれており、高速データ通信の利用意向はさらに上昇すると考えられる。
- このような状況を背景として、2.5/2.6GHz 帯を用いた国内移動体衛星通信システムに対しても、更なるデータ通信の高速化への期待は高まっている。また、既存の携帯電話あるいは将来の 5G システムにおける不感地対策としての役割についても期待されているところである。

移動衛星通信システム等に求められるサービス

3

- 移動衛星通信システム等の利用者ニーズをアンケート（一般消費者向けWebアンケート、企業・自治体向け書面アンケート）により調査・分析
 - ・一般消費者の利用者ニーズ
 - 利用シーンとしては、約7割が災害時に地上通信網が使えなくなった場合に備えての保有を検討
 - ・企業・自治体の利用者ニーズ
 - 既に56%の企業が移動衛星通信システムを導入している中で、3割以上の企業が今後も追加導入や新規導入を検討
- 過去の増加率を考慮して需要予測を行った結果、2020年頃の需要は約22万台と予測
- 一定の仮定に基づき震災時の東北・関東地域で不通となった呼量等を試算したところ、その後の電気通信事業者の追加対策を踏まえても、音声回線数は103万回線、メール送信数は182万通/時間の通信の疎通が求められ、新たな移動衛星通信システムの早急な整備が期待される

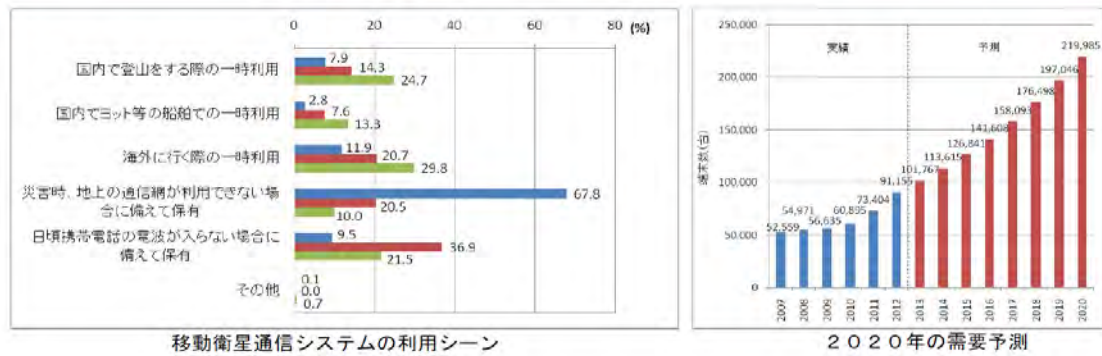


図1. 2-6 移動衛星通信システム等に求められるサービス

出典：情報通信審議会情報通信技術分科会第100回 資料100-2-1 衛星通信システム委員会報告概要

南海トラフ地震における衛星携帯電話の輻輳の可能性

7

- 東日本大震災においては、主要な衛星携帯電話サービスにおいて輻輳は発生しなかったが、衛星携帯電話の契約者が増加しつつあるなか、将来の大規模災害時でも問題なく使用できるかどうかは不明。
- 最大クラスの南海トラフ地震（いわゆる三連動型の巨大地震）が発生した場合、衛星携帯電話サービスの一部では、輻輳が発生するおそれがあると試算（図中の③、④、⑤、⑥のケース）
- また、南海トラフ地震の様相や被災地域の規模次第では、輻輳が発生しない場合（図中の①及び②のケース）があり得るが、毎年の契約増によって、いずれ平成42年（2030年）頃には輻輳が発生するおそれがあると試算。

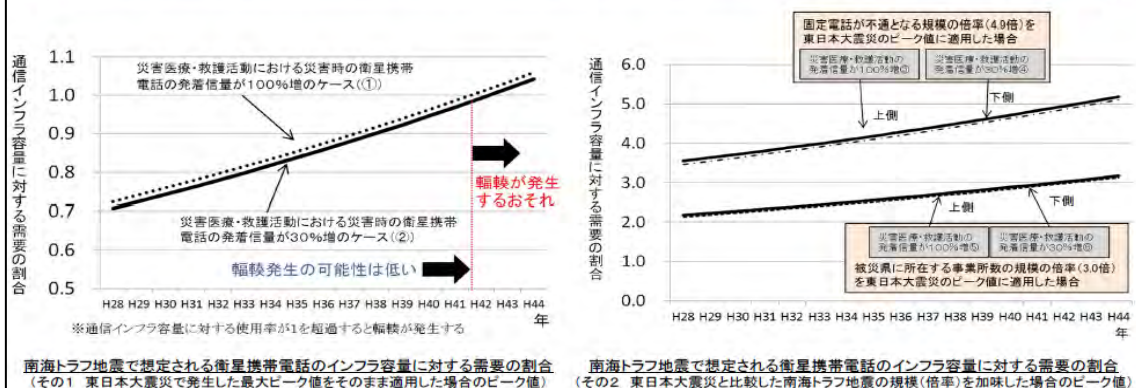


図1. 2-7 将来の大規模災害に備えた通信容量拡大

出典：総務省 大規模災害時の非常用通信手段の在り方に関する研究会 報告書概要

(5) 次期システムの概要

前述した様々な提言を踏まえると、次期システムにおいては、

- ① 災害対策として有効に機能すると共に、将来に想定される大規模災害時にも十分な容量を確保すること
- ② 新たな技術を積極的に活用し、より周波数利用効率の高いシステムを構築すること

が必要不可欠である。

次期システムに対する要求条件を実現するため、次期システムでは大型アンテナ搭載衛星により狭ビーム化を図ったシステムを導入するものとし、周波数繰り返しが実現できるマルチビーム構成を前提とする。表 1. 2-1 に次期衛星概要を示す。

表 1. 2-1 次期衛星概要

	次期衛星	【現行】N-STAR-d
軌道位置	東経136度	東経132度
設計寿命	15年	12年
搭載アンテナ直径	18 m	5.1 m
S帯EIRP・G/T	77dBW・19.5dB/K	62dBW・10dB/K
ビーム数	64程度(可変)	4
ビーム半径	最小150km程度(陸上)	600km程度
中継帯域・ビーム	柔軟に変更可能	設計時に固定
周回軌道	静止軌道(傾斜角最大7度)	静止軌道(赤道上空)
打上げロケット	アリアン5(予定)	Zenit-3SL

次期システムのサービスエリアとしては、以下に示す3つのタイプの領域により構成されるイメージとなる。

- 陸上エリア（主要4島並びに沖縄本島。およびその周辺）
- 近海エリア（日本本土及び周辺海域であり、陸上エリアとはオーバーレイしている。地上系システムとの周波数共用ができない領域）
- 遠洋エリア（陸上エリアから離隔。地上系システムからの干渉を受けない領域）

次期システムのビーム構成イメージを図 1. 2-8 に示す。

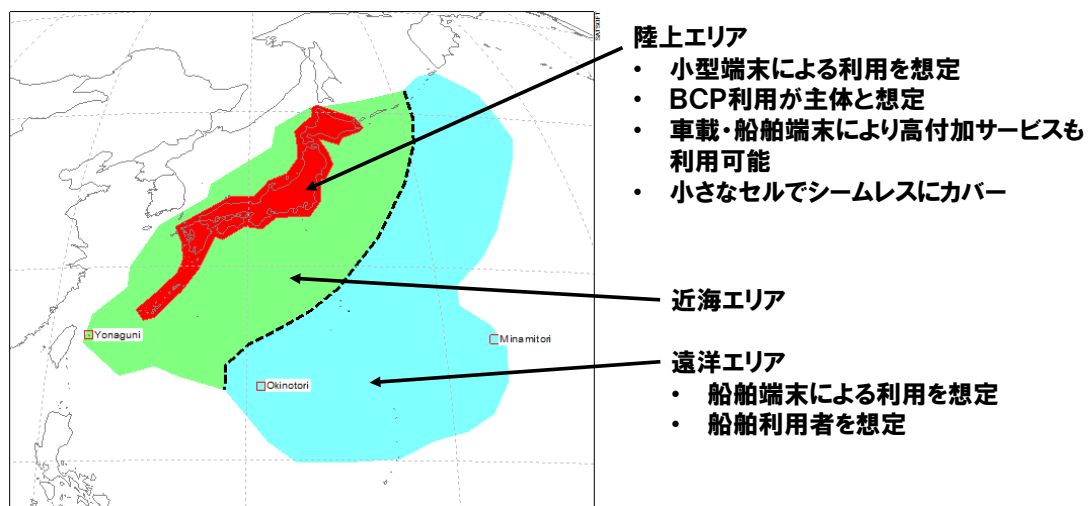
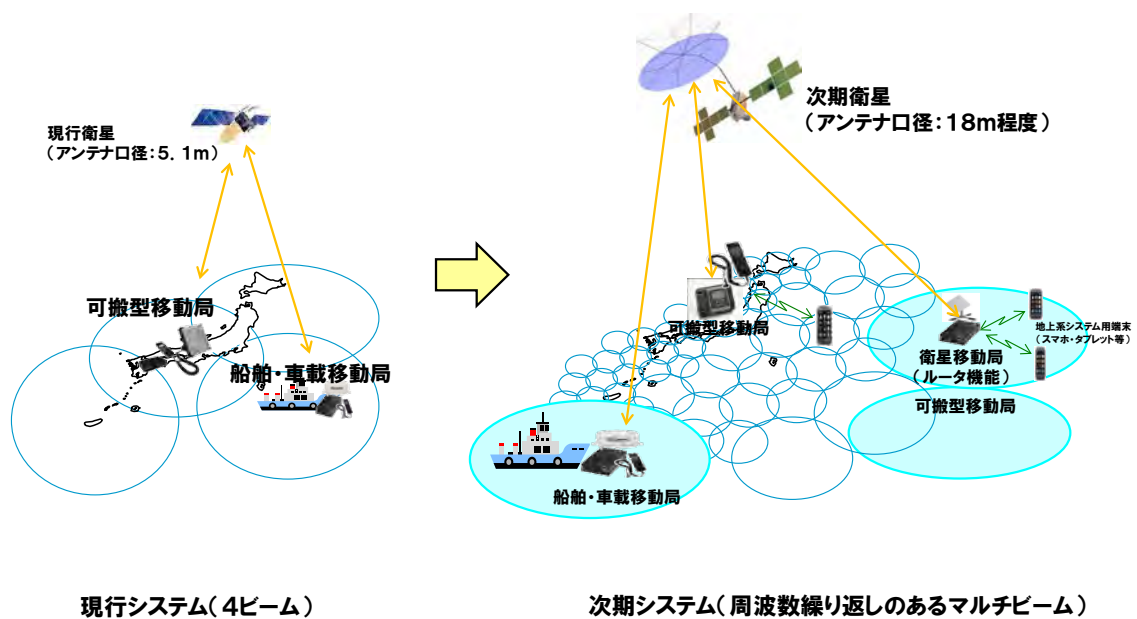


図1. 2-8 次期システムのビーム構成イメージ

次期システムにおいては衛星搭載アンテナを大型・狭ビーム化する。このことにより、以下に示す効果が期待される。

- 衛星アンテナの利得が向上 → 移動局小型化に寄与
- 衛星ビーム間アイソレーションを確保 → 同一エリア内で地理的に離隔がある衛星ビーム間で周波数繰り返しが可能（周波数利用率の向上、システム容量の拡大）
- エリア間アイソレーションを確保 → 地理的離隔が確保できる陸上エリアと遠洋エリア間で同一周波数を利用可能（図1. 2-9 参照）

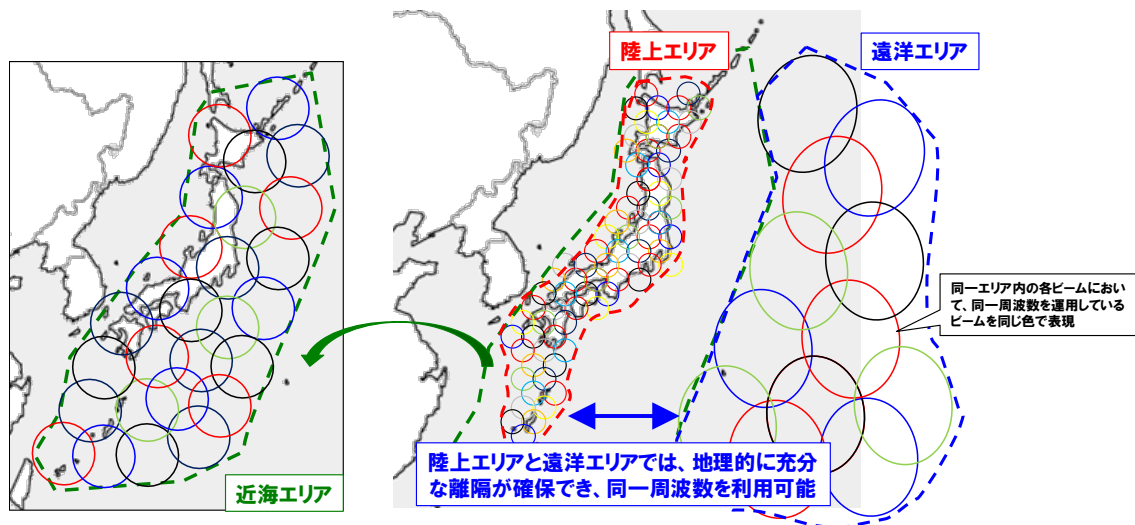


図 1. 2-9 陸上エリアと遠洋エリア間のエリア間アイソレーション

現在想定されている次期システムの主な技術的特徴を表 1. 2-2 に示す。

表 1. 2-2 次期システムの主な技術的特徴

		技術的特徴	備考
周波数帯 (FDD)	サービスリンク (S帯)	2500~2535MHz(↓)/2655~2690MHz(↑)	災害時トラフィックへの対応のため、サービスリンク幅を拡張(上り下り各5MHz)し、システム容量を拡大
	フィードバックリンク (C帯)	4GHz(↓)/6GHz(↑) 各80MHz幅、右旋・左旋	現行システムと同一
衛星搭載アンテナ径		18m程度 (S帯、C帯)	実現性、経済性を考慮し想定
セル構成		マルチビーム構成とし、周波数繰返しを適用 <陸上エリア> セル半径: 150km程度 <陸上・近海エリア> セル半径: 250km程度 <遠洋エリア> セル半径: 400km程度	周波数利用効率を向上し、システム容量拡大に寄与 (POO参照)
無線方式		ETSI GMR-2 4G方式(ETSI TS 101 377)を採用予定 変調方式: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM (下りのみ) CH帯域幅: 1, 2, 3, 5, 10 MHz/CH 多重化方式: OFDM/SC-FDMA	GMR-2 4GはETSIによる移動衛星通信システム標準方式GMR-2 3Gの後継方式 (標準化作業中)
最大伝送速度 (注)	上り	500kbps程度以上	いずれもベストエフォート
	下り	1Mbps程度以上 (キャリアアグリゲーションの適用も可能)	
最大システム通信容量		10,000CH程度以上 (音声CH換算)	現行システムの約5倍
端末種別		可搬型端末 : アンテナ・電池を内蔵した小型軽量端末 船舶・車載型端末: 自動追尾または屋外固定アンテナ利用の固定設置型	
音声コーデック		4kbps (AMBE2+)	
FAX通信		T. 38によるG3伝送	

表 1. 2-2 に示す通り、次期システムでは、周波数帯域幅を既存システムの 30MHz から 35MHz へと拡張し、ダウンリンクを 2500MHz~2535MHz、アップリンクを 2655MHz~2690MHz とした上で、最大システム通信容量としては、現行システムの約 5 倍となる 10,000ch 程度以上（音声 ch 換算）を予定している。

現行システムにおける最大通信容量は、音声チャネルで換算した場合、全帯域幅（30MHz）÷ 音声 ch 占有帯域幅（15kHz）により、30MHz の帯域に概ね 2000ch 分の回線数が確保され、4 つのビームは互いに隣接しており、ビーム間での周波数リソース共用・繰返しはできないことから、システム全体（全国）でも 2000ch 程度が上限となる。

一方、次期システムでは、システム容量拡大のために図 1. 2-9 に示すように小径ビームによる成型エリアを構成、かつ周波数の繰返し利用を導入する。エリア重複があり相互の距離離隔が確保できない陸上向けエリアおよび陸上・沿岸部向けエリアを構成するビーム（現状計 50 ビーム程度）を、それぞれ 8 色（3 回繰返し）および 5 色（5 回繰返し）程度のクラスタとして周波数繰返しを実現する。その上で、基地局被災による設備損傷を考慮すると基地局を冗長構成として運用することが必要である。これらを踏まえると、1 基地局で必要な帯域幅は $13(\text{色}) \times 1.2(\text{MHz/ビーム}) = 15.6(\text{MHz})$ 以上となり、更に冗長構成を考慮し、両基地局を周波数上で排他的に配置するため、 $15.6(\text{MHz}) \times 2 = 31.2\text{MHz}$ 以上が必要と想定される。

この時、同一エリア内での周波数繰返し利用、陸上向けエリアと遠洋向けエリアの間でのリソース共用を図ることにより、システム全体で 10000ch 程度の音声換算 ch 数が確保される。

第2章 他の無線システムとの共用検討について

2. 1 周波数使用状況と共用検討を実施する他システム

2. 5GHz 帯/2. 6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムが使用する周波数と、隣接する周波数の使用状況を図2. 1-1に示す。

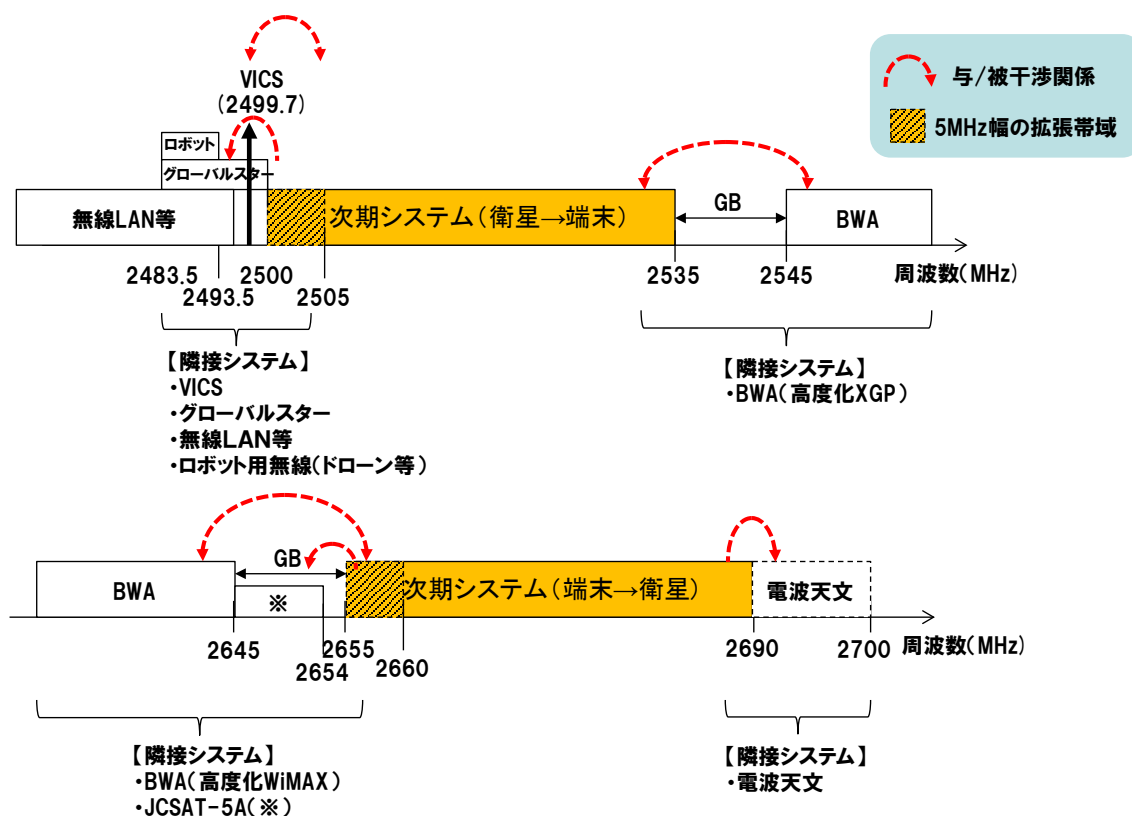


図2. 1-1 2. 5GHz 帯/2. 6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの隣接周波数使用状況

2. 5GHz 帯、2. 6GHz 帯において共用検討が必要となる対象システムとの組み合わせを、表2. 1-1、表2. 1-2にそれぞれ示す。

表 2. 1-1 2.5GHz 帯における共用検討対象システムの組み合わせ

2.5GHz 帯	次期移動局 (被干渉となる場合)	次期衛星局 (与干渉となる場合)
無線 LAN	要検討	要検討
VICS	要検討(路上送信局)	要検討(車載端末)
グローバルスター	要検討	要検討
ロボット用無線システム (ドローン等)	検討済み(※2)	検討済み(※2)
BWA(高度化 XGP)	要検討(※1)	要検討(※1)

※1：2017 年度実施技術試験事務「2.6GHz 帯地上系システムと移動衛星通信システムとの共用検討」において検討済み

※2：2015 年度 2.4GHz 帯ロボット用無線システムに関する情報通信審議会において同条件で検討済み、ただし衛星局⇒ロボット用無線システムは報告内に数値的な言及なし

表 2. 1-2 2.6GHz 帯における共用検討対象システムの組み合わせ

2.6GHz 帯	次期移動局 (与干渉となる場合)	次期衛星局 (被干渉となる場合)
BWA(高度化 WiMAX)	要検討(※1)	要検討(※1)
JCSAT-5A	要検討(※1)	検討不要
電波天文	要検討	検討不要

※1：2017 年度実施技術試験事務「2.6GHz 帯地上系システムと移動衛星通信システムとの共用検討」において検討済み

2. 2 他の無線システムとの共用検討

他の無線システムとの共用検討結果の概要を以下に示す。なお、検討のベースとなる次期移動衛星通信システム及び他の無線システムの各種パラメータを参考資料 1 に、詳細な検討結果を参考資料 2～7 に示す。

2. 2. 1 BWA システムとの共用検討

2. 2. 1. 1 BWA システムの概要

2.5GHz 帯/2.6GHz 帯では、広帯域移動無線アクセスシステム(BWA)のサービスが平成 21 年 7 月以降提供されている。BWA は公衆向け広帯域データサービ

スを行う全国事業者（全国 BWA）及びデジタル・ディバイドの解消や地域の公共サービス向上等を目的とした地域事業者（地域 BWA）によってサービスが提供されている（図 2. 2. 1-1 参照）。

全国 BWA は、UQ コミュニケーションズ及び Wireless City Planning の 2 社によって、それぞれ WiMAX 方式、XGP 方式でサービスが提供されている。

地域 BWA は、1 市町村（社会経済活動を考慮し地域の公共サービスの向上に寄与する場合は 2 以上の市町村区域）を免許対象区域とし、WiMAX 方式又は XGP 方式でサービスが提供されている。

全国 BWA は、元々、WiMAX フォーラムや XGP フォーラム等の国際的な標準化団体において検討が進められた方式であるが、現在においては、3GPP 仕様における TD-LTE 技術（3GPP Release 12 以降）を参照し、3GPP TD-LTE と互換性を有する方式が適用されている。

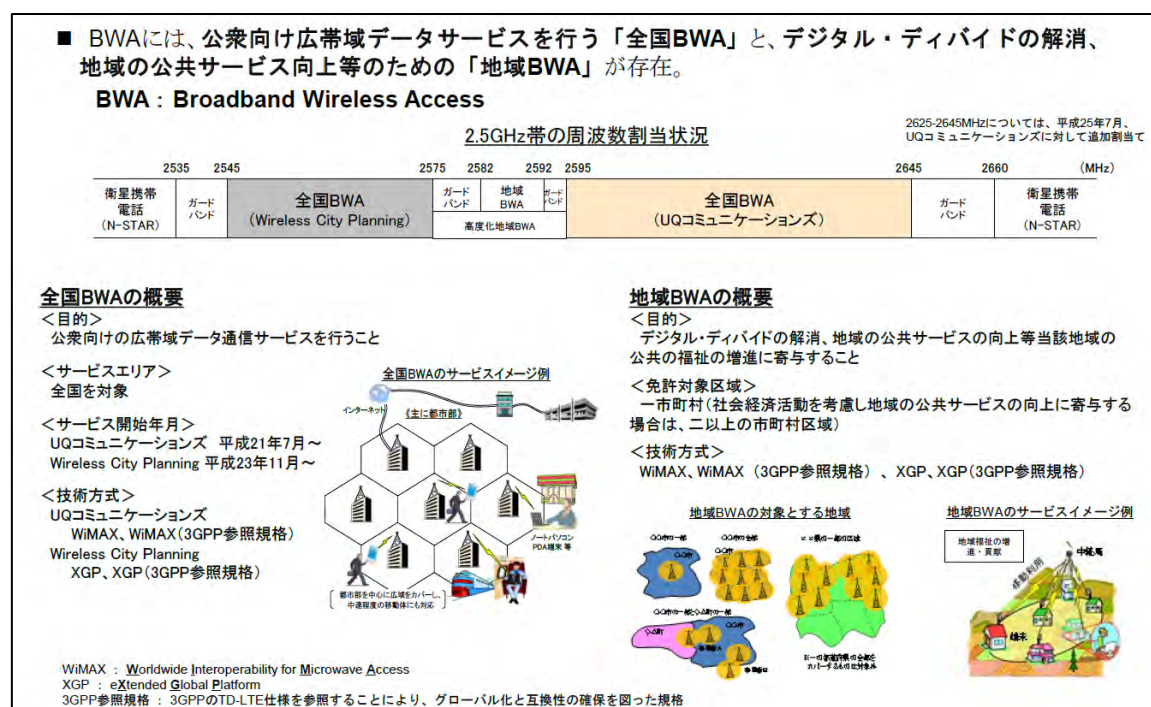


図 2. 2. 1-1 広帯域移動無線アクセスシステム

*平成 28 年度 情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」図 1. 1-2 引用。

2. 2. 1. 2 BWA システムとの共用検討結果

2.5GHz 帯におけ既存 BWA システム（XGP）との共用検討の結果を表 2. 2. 1. 2-1 に示す。XGP 基地局から次期移動局への帯域外干渉については、所要改善量が 4.1dB 残る結果となったが、過去の情報通信審議会における共用検

討結果※と同様に事業者間の調整を行うことにより共用可能である。本結果より、2.5GHz 帯における次期システムと既存 BWA システム（XGP）は、GB=10MHz で共用可能である。

※平成 23 年度情報通信審議会・携帯電話等高度化委員会報告諮問第 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」

表 2. 2. 1. 2-1 BWA（XGP）との共用検討結果

			与干渉			
			XGP @2.5GHz		次期衛星	
			基地局	移動局	移動局	衛星局
被 干 渉	XGP @2.5GHz	基地局	-	-	-	-12.5dB (GB=10MHz)
		移動局	-	-	-	-3.1dB (GB=10MHz)
	次期衛星	移動局	0dB (帯域内) 4.1dB (帯域外) (GB=10MHz)	-0.9dB (帯域内) -36.8dB (帯域外) (GB=10MHz)	-	-
		衛星局	-	-	-	-

2.6GHz 帯における既存 BWA システム（WiMAX）との共用検討の結果を表 2. 2. 1. 2-2 に示す。モバイル WiMAX 基地局への共用検討においては所要改善量として 12.7dB が残存しているが、過去の情報通信審議会における共用検討※においては、GB=5MHz において所要改善量として 26.7dB が残存するものの、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であるものとして共用可能との結論になっている。本検討結果における所要改善量は過去の情報通信審議会における所要改善量を下回っており、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であれば、共用可能との結論が得られるものと考えられる。10%の周波数劣化の許容可否について事業者間の合意形成を図った上で運用することが望ましい。

※情報通信審議会「携帯電話等高度化委員会報告（平成 25 年 5 月 17 日）」においては、離隔距離を 45m とし、共用検討を実施した結果、所要改善量として 26.7dB (GB=5MHz) が残るものの、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であるものとして共用可能との結論が得られている。

また、モバイル WiMAX から次期衛星局への共用検討においては、所要改善量として 13.5dB が残存しているが、モバイル WiMAX の実力値として、LTE の基地局および次期移動局の送信スペクトラムを用いた結果、GB として 5MHz においては所要改善量が 5.2dB となり、更に装置設計上のマージンや平均電力による効果等を加味することで共用可能である。

以上より、2.6GHz 帯における次期システムと既存 BWA システム (WiMAX) は、GB=5~10MHz で共用可能である。

表 2. 2. 1. 2-2 BWA (モバイル WiMAX) との共用検討結果

			与干渉			
			モバイル WiMAX @2.6GHz		次期衛星	
			基地局	移動局	移動局	衛星局
被 干 渉	モバイル WiMAX @2.6GHz	基地局	-	-	12.7dB (GB=10MHz) ※1	-
		移動局	-	-	-65.4dB (GB=10MHz)	-
	次期衛星	移動局	-	-	-	-
		衛星局	13.5dB (GB=5MHz) ※2		-	-

※1 過去の情報通信審議会での検討結果を踏まえ、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能と事業者間が合意することで共用可能と判断

※2 モバイル WiMAX システム基地局等の不要輻射の実力値、設計マージンを考慮すれば共用可能と判断

2. 2. 2 JCSAT-5A との共用検討

2. 2. 2. 1 JCSAT-5A の概要

JCSAT-5A は、現行システムのうち東経 132 度で運用されている N-STAR d 号衛星と同一の衛星であり、2006 年に打上、現在運用中である。

なお、現行システムにはもう一基の衛星があり、これは東経 136 度で運用されている N-STAR c 号 (移動衛星ミッションだけの単独衛星) であり、2002 年

に打ち上げられ、設計寿命を超えて延命運用中であり、今後 N-STAR e 号により後継予定となっている。

N-STAR d 号機（JCSAT-5A）は、今後も当面の間運用を継続するため、N-STAR 帯域の 5 MHz 拡張に伴い、次期移動局から JCSAT-5A への影響有無を検討する必要がある（図 2. 2. 2. 1-1 及び図 2. 2. 2. 1-2 参照）。

なお、2019 年頃に打上予定の次期衛星局（N-STAR e 号）は、N-STAR d 号において課題となった C 帯 FSS トラポンは搭載されない予定である。従って、次期衛星局については、BWA 高度化の際に検討した JCSAT-5A への影響（図 2. 2. 2. 1-3 参照）は検討不要である。

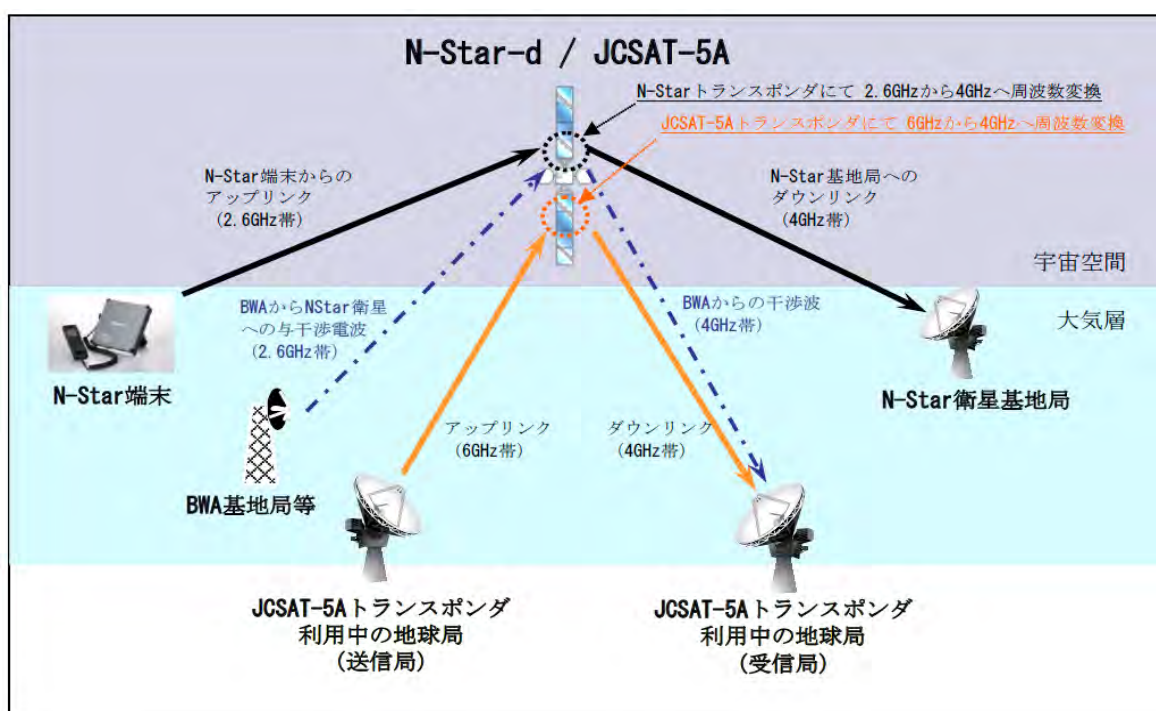


図 2. 2. 2. 1-1 JCSAT-5A トランスポンダとの干渉関係概要

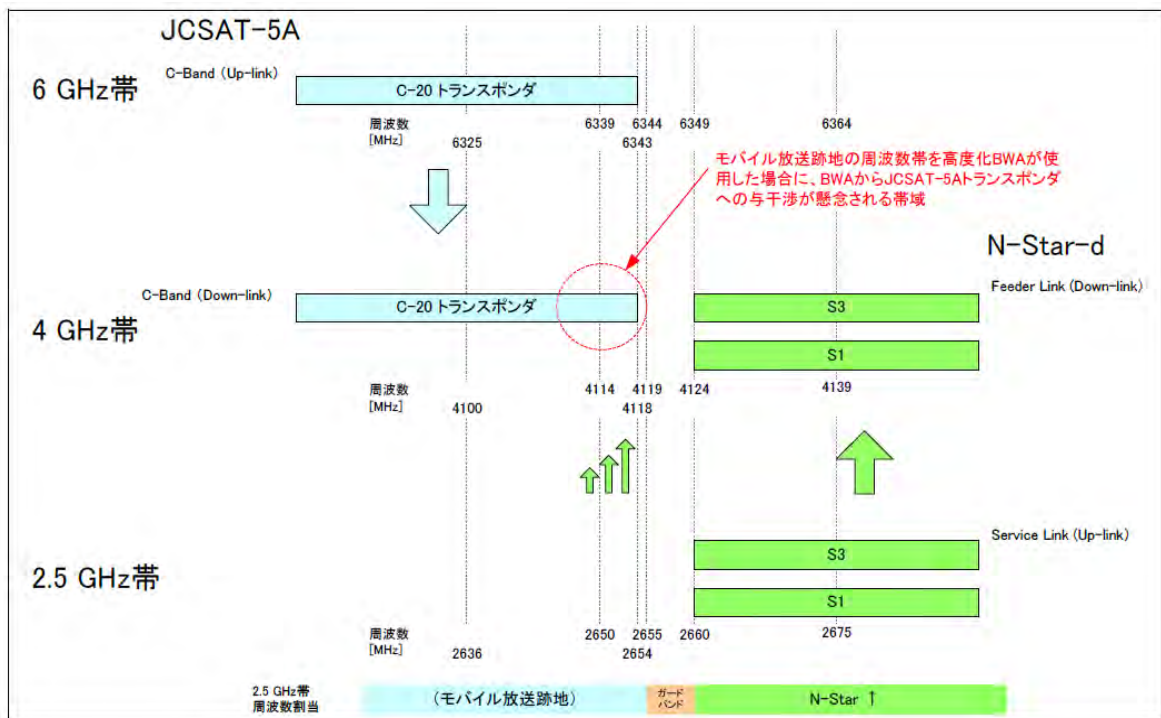


図 2. 2. 2. 1-2 JCSAT-5A に対する干渉関係 (1)

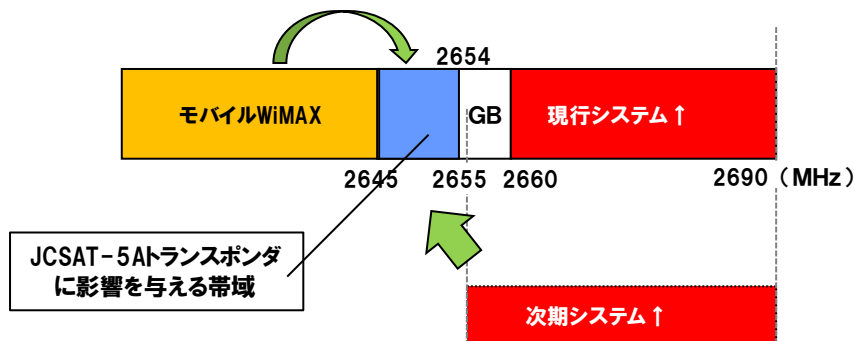


図 2. 2. 2. 1-3 JCSAT-5A に対する干渉関係 (2)

2. 2. 2. 2 JCSAT-5A との共用検討

次期システムにおいては、運用帯域を 2,655MHz まで拡張する前提より、JCSAT-5A トランスポンダに影響を与える帯域の上限 (2,654MHz) とはガードバンド幅が 1 MHz となるため、この影響について検討を実施した。結果を表 2. 2. 2. 2-1 に示す。この結果より、ガードバンド幅が 1 MHz となった場合においても、所要改善量はマイナスであり、5 万局以上の次期移動局を設置可能であることから、共用可能である。

表 2. 2. 2. 2-1 次期移動局から JCSAT-5A への干渉結果
(所要改善量/設置可能局数)

	JCSAT-5A トランスポンダ影響周波数 (MHz)									
	2,645 MHz	2,646 MHz	2,647 MHz	2,648 MHz	2,649 MHz	2,650 MHz	2,651 MHz	2,652 MHz	2,653 MHz	2,654 MHz
所要改善量 (dB)	-107.1	-107.1	-107.1	-106.1	-99.1	-75.0	-68.0	-61.0	-54.0	-47.0
設置可能局 数(局)	513.2 億	513.2 億	513.2 億	407.6 億	81.3 億	3164.3 万	631.3 万	125.9 万	25.1 万	5.0 万

2. 2. 3 電波天文との共用検討

2. 2. 3. 1 電波天文の概要

次期システムの上りサービスリンクは、電波天文業務(2690-2700MHz)と周波数が隣接することになる。

電波天文業務は、電波送信は行わず受信のみを行う業務であり、微弱な信号を扱っている。なお、2690~2700MHz は、電波法第 56 条第 1 項の規定により指定された電波天文関連の受信設備が受信している周波数には含まれていないが、干渉影響から保護するための干渉許容値が ITU-R の勧告において定められている。

2. 2. 3. 2 電波天文との共用検討

電波天文業務との共用検討について、次期移動局の不要輻射実力値をベースとした 1 対 1 正対モデルによる最悪条件での検討を実施した結果、約 7.4km の所要離隔距離が必要であることが分かった。また、水沢天文台を例に、干渉影響が想定される地理的範囲について検討を実施した。次期移動局が指向性アンテナ運用であることを考慮した上で各方位の所要離隔距離を算出し、図示した結果を図 2. 2. 3. 2-1 に示す。

次期移動局から電波天文への干渉については、地理的に限定的な範囲において影響があることが確認された。電波天文業務への影響を運用面から回避する一案として、次期移動局利用者に対して注意喚起を行うことが挙げられる。具体的には、5GHz 帯無線 LAN 製品と同じく、製品に対して考慮すべき電波天文設備を列記し、電波天文設備周辺での運用時には、アンテナ方位が電波天文施設に向かないようにとの注意喚起を紙面で同梱するなどの方法が考えられる。こ

のような運用面での対処を考慮することにより、地理的な運用制限を設けることなく、次期移動局と電波天文設備は共用可能である。

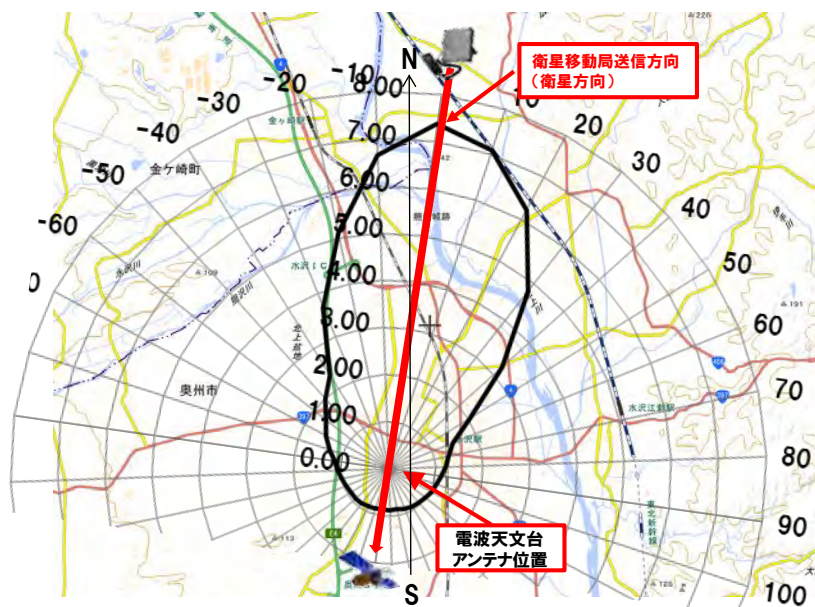


図 2. 2. 3. 2-1 干渉影響範囲（水沢天文台の例）

2. 2. 4 無線 LAN との共用検討

2. 2. 4. 1 無線 LAN の概要

2,400MHz～2,497MHz において、2.4GHz 帯無線 LAN（LAN：Local Area Network）が利用されている。無線 LAN の規格としては、米国電気電子学会（IEEE：The Institute of Electrical and Electronics Engineers）により標準化された規格が広く利用されている。

IEEE802.11b における 20MHz システムのチャネル配置を図 2. 2. 4. 1-1 に示す。2,412MHz から 2,472MHz までの 5MHz 間隔の計 13 チャネル（ch1～ch13）と、2,484MHz の ch14（我が国においてのみ使用可能）の計 14 チャネルから構成される。

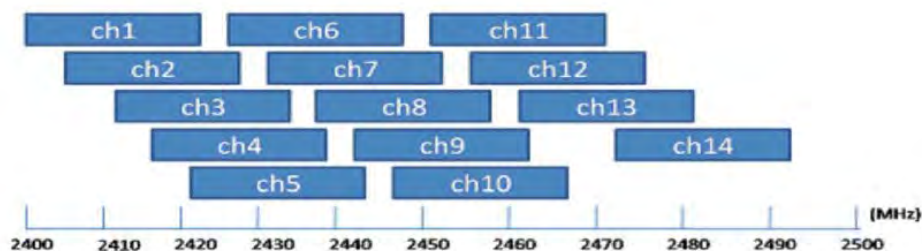


図 2. 2. 4. 1－1 2.4GHz 帯無線 LAN (IEEE802.11b : 20MHz システム) チャネル配置

2. 2. 4. 2 無線 LAN との共用検討

無線 LAN から次期移動局への干渉影響について計算した結果、帯域内干渉において約 80m、帯域外干渉において約 60m の所要離隔距離が残る結果となった。しかし、次期移動局の被干渉条件は現行移動局と同一であり、現行移動局が無線 LAN と隣接した周波数を使用して相互に運用が行われている現状を踏まえると、次期移動局においても、無線 LAN とは共用可能である。

次期衛星局から無線 LAN への干渉影響について計算した結果、帯域外干渉の所要改善量はマイナスとなった。また、帯域内干渉に関しては、衛星の NPR (Noise Power Ratio) を考慮した検討を行った。衛星に搭載されるマルチキャリアアンプにおいては、自帯域内における所望信号の D/U 比を確保するため、送信電力密度と雑音電力密度のレベル比である NPR を設計に盛り込むことが一般的であり、S 帯移動通信衛星では、NPR として 15dB 程度を実現できることが分かっている※。次期衛星局から無線 LAN への帯域内干渉に関し、次期衛星局の NPR として 4.9dB 以上が見込まれる場合、所要改善量がマイナスとなることが分かった。次期衛星は開発中で具体的な数値を定めることは適切ではないが、一般的な NPR が確保されれば、上記の所要改善量は満たせるものと考えられる。

以上を踏まえ、次期衛星局の NPR が適切に確保される条件において、次期衛星局と無線 LAN は共用可能である。

※A. Darband, i, M. Zoyo, J.Y. Touchais and Y. Butel , " Flexible S-band SSPA for Space Application " , 2008 NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems, 2008.

2. 2. 5 VICS との共用検討

2. 2. 5. 1 VICS の概要

VICS (Vehicle Information and Communication System) は、道路上に設置した路上送信局である電波ビーコンにより、車載機に対して情報（渋滞情報、規制情報、道路案内、駐車場情報など）を提供するシステムである。平成 34 年 3 月 31 日に、電波ビーコン (2.4GHz) からの情報提供は停止される予定となっている。

2. 2. 5. 2 VICS との共用検討

VICS (路上送信局) から次期移動局への干渉影響について計算した結果、帯域内干渉において約 90m、帯域外干渉において約 1.8km の所要離隔距離が残る結果となった。しかし、次期移動局の被干渉条件は現行移動局と同一であり、現行移動局が VICS (路上送信局) と隣接した周波数を使用して相互に運用が行われている現状を踏まえると、次期移動局においても、VICS (路上送信局) とは共用可能である。

次期衛星局から VICS (車載局) への干渉影響について計算した結果、次期衛星局におけるビーム分割による電力寄与分の精査や、複数ビームの重なりによる最悪干渉条件等を考慮した上で、帯域外干渉、帯域内干渉とも所要改善量はマイナスとなった。この結果から、次期衛星局と VICS (車載局) は共用可能である。

2. 2. 6 グローバルスターとの共用検討

2. 2. 6. 1 グローバルスターの概要

グローバルスターは、米国グローバルスター社によって平成 12 年に商用サービスが開始されており、グローバルにサービスを提供している主要な移動衛星通信システムの一つである。

表 2. 2. 6. 1-1 グローバルスターシステムの概要

グローバルスターシステムの概要
・ グローバルにサービスを提供している主要な移動衛星通信システムの一つ。 ・ ITU で移動衛星通信用に分配された周波数を使用し、現在約 120 カ国で運用。 ・ 周波数帯域は 1600MHz 帯／2400MHz 帯を使用し、変調方式は CDMA 方式を採用。

- ・中継はベントパイプ方式を採用。
- ・世界中で約 75 万余の衛星携帯電話サービス、位置情報サービス、資産管理需要等（IoT）で利用。
- ・位置情報を利用した災害救助分野においては、サービス開始以来 4600 もの世界中のレスキュー活動に活用され、地上系携帯電話の届かないエリアに残された 1 万数千人以上の緊急救命要請に利用。

2. 2. 6. 2 グローバルスターとの共用検討

衛星網を構築するにあたっては、ITU-R の無線通信局（Radiocommunication Bureau : BR）に対して国際周波数登録（MIFR）を行っているが、その手続きにおいては、事前に各国衛星網相互について共用可否を照会する国際調整（IFIC）が実施され、共用可能とされた衛星網のみが MIFR へ登録される。その際、衛星網相互間の共用検討としては同一周波数干渉のみが対象とされており、隣接する衛星網相互間については干渉対象として考慮せず共用可能としている。

共用検討対象であるグローバルスターと次期システムは、いずれも MIFR 登録済みのファイリングである。そのため、本検討においてもこれまでの国際調整の考え方と結果を尊重し、今回個別の干渉検討を行わず共用可能であるとする。

2. 2. 7 ロボット用無線システム（ドローン等）との共用検討

2. 2. 7. 1 ロボット用無線システム（ドローン等）の概要

ロボット用無線システムについては、「ロボットにおける電波利用システムの技術的条件」として、平成 28 年 3 月に情報通信審議会からの答申に基づき、同年 8 月に制度化が行われている。今後、高精細画像の伝送等の高度利用が見込まれている。ロボット無線の 2.4GHz 帯での周波数配置を図 2. 2. 7. 1-1 に示す。

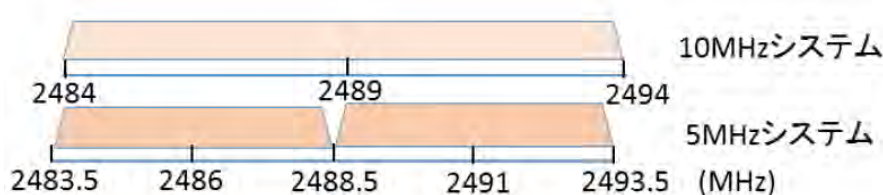


図 2. 2. 7. 1-1 ロボット用無線システムのチャネル配置

2. 2. 7. 2 ロボット用無線システム（ドローン等）との共用検討

（１）ロボット用無線システムから次期移動局への干渉検討

ロボット用無線システムから現行移動局に対する与干渉については、情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）において検討が実施されている。

同報告書の検討において、最も影響が大きい場合（現行システムの地上側移動局の指向方向（衛星方向）にロボット用無線システムが存在）に関し、離隔距離が 500m 程度の場合であっても、10dB 程度の所要改善量が必要となることが示されている。一方で、現行移動局の指向方向を避けることで指向性減衰による改善を見込むことが可能であることを踏まえると、ロボット用無線システム側において、現行移動局との位置関係に考慮しつつ、その指向方向を避けて運用することで、共用可能とされている。

上記報告書において使用した現行システムの干渉検討パラメータは、今回検討を実施した次期システムと同一であることから、次期システムとロボット用無線システム（ドローン等）の共用検討結果は、上記報告書の結果を適用可能である。

（２）次期衛星局からロボット用無線システムへの干渉検討

現行システム（ダウンリンク）がロボット用無線システムに与える影響については、情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）において、衛星側の地表面における電力束密度が規定値以下であるという前提において有害な混信はないと考えられるため、共用可能とされているが、具体的な計算結果の数値については言及が行われていなかった。

よって今回、具体的な計算を実施した結果、ロボット用無線システムが 5MHz システム、10MHz システムのそれぞれについて、帯域内干渉、帯域外干渉ともに所要改善量がマイナスとなることを確認できたことから、共用可能である。

第3章 システム及び無線設備の技術的条件

3. 1 一般的条件

3. 1. 1 必要な機能

- (1) 携帯基地地球局と通信を行う個々の携帯移動地球局の送信装置が自動的に識別されるものであること
- (2) 携帯移動地球局が通話のために使用する周波数は、携帯基地地球局の制御信号により自動的に選択されるものであること
- (3) 携帯基地地球局の無線設備は、電気通信回線設備と接続ができるものであること

3. 1. 2 適用周波数帯

ア フィーダリンク

基地局・衛星間で使用するフィーダリンク用周波数帯は、C バンド（6/4GHz帯）であり、上り回線（衛星への送信）として6,345－6,425MHz帯、下り回線（衛星からの受信）として4,120－4,200MHz 帯の電波を使用する。

なお、当該周波数帯は、国際調整等により電波の使用上の制約を受ける場合があることに留意する必要がある。

イ サービスリンク

S バンド（2.6/2.5GHz 帯）のうち、上り回線として2,655－2,690MHz、下り回線として2,500－2,535MHzの電波を使用する。

なお、当該周波数帯は、国際調整等により電波の使用上の制約を受ける場合があることに留意する必要がある。

3. 1. 3 キャリア周波数間隔

キャリア周波数間隔については、通信方式と変調方式の組み合わせに対応して各種想定されるが、周波数利用効率を向上し、将来のチャンネル数の増加及び様々なデータ伝送速度等に柔軟に対応できるよう、特に限定しないことが適当である。

3. 1. 4 アクセス方式

アクセス方式については、通信方式と変調方式の組み合わせに対応して各種想定されるが、周波数利用効率を向上し、様々なデータ伝送速度等に柔軟に対応できるよう、様々な方式が選択可能であることを考慮すると、特定の方式に限定しないことが適当である。

3. 1. 5 通信方式

通信方式については、通常は複信方式が想定されるが、それ以外の利用形態も考えられることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

3. 1. 6 変調方式

変調方式については、将来的に様々な方式が使用される可能性もあることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

3. 1. 7 伝送速度

伝送速度については、例えば、通信キャリアの広帯域化、符号化率の向上等を図ることにより、高速化を実現することが可能である。

伝送速度は、サービス提供者において、必要な伝送速度を実現するために、最新の技術動向や国内・国際的な周波数調整の状況等を踏まえつつ、適切なシステム設計及び適切なサービス提供が行われるべきであり、特に法令等により規定しないことが適当である。

3. 1. 8 セキュリティ対策

不正使用を防止するための移動局装置固有の番号の付与、認証手順の適用及び通信情報に対する秘匿機能の運用など適切な措置を講ずることが望ましい。

3. 1. 9 電磁環境対策

電波防護指針を満たすことが必要である。

3. 2 人工衛星局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する人工衛星局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。

人工衛星局が自帯域内における所望信号のD/U比を確保するため、適切なNPR (Noise Power Ratio) が確保されることが望ましい。

3. 3 基地局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの高速化の用に供する基地局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び電波法令に基づくことが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

3. 3. 1 送信装置（基地局）

（1）等価等方輻射電力（送信e.i.r.p）

等価等方輻射電力（送信e.i.r.p）については、システム設計の柔軟性の観点から、特に限定しないことが適当である。

（2）空中線電力の許容偏差

無線設備規則第14条に規定されているとおり、空中線電力の許容偏差は、上限50%、下限50%であることが必要である。

(3) 周波数の許容偏差

無線設備規則第5条に規定されているとおり、周波数の許容偏差は、 $\pm 50 \times 10^{-6}$ 以下であることが必要である。ただし、周波数の有効利用を考慮して定めることが望ましい。

(4) 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値は、無線設備規則第7条及び平成17年総務省告示第1228号の宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値に基づき、以下のとおりすることが必要である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\text{Log}((2F/\text{BN})+1) \text{ [dB]}$$

ここで、Fは必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値であり、BNは必要周波数帯幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHzの周波数帯域幅における電力とする。

3. 3. 2 受信装置（基地局）

(1) 受信G/T

(2) 局部発振器の周波数変動

上記(1)(2)については、基本的に他のシステムへ干渉を与えるものでないことから、サービス提供者の裁量に委ねられるべきものであり、特に規定しないことが適当である。

(3) 副次的に発射する電波の強度

副次的に発射する電波の強度は、無線設備規則第24条に基づき、4nW以下であることが必要である。

3. 3. 3 空中線（基地局）

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、電波法施行規則第32条及び第32条の2に基づき、以下のとおりであることが必要である。

ア 送信空中線の最小仰角：3度以上であること。

イ 等価等方輻射電力の許容値

仰角（ θ ）が0度以下の場合：40 dBW/4kHz

仰角（ θ ）が0度を越え5度以下の場合：40+3 θ dBW/4kHz

ただし、仰角（ θ 度）は送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角とする。

（2）放射特性

放射特性は、ITU-R 勧告S. 580-6 に基づき、90%以上のサイドローブを含む指向特性が次式を満足することが望ましい。

$$G(\phi) = 29 - 25 \log \phi \quad [\text{dBi}] \quad (1^\circ \leq \phi \leq 20^\circ)$$

$$G(\phi) = -3.5 \quad [\text{dBi}] \quad (20^\circ < \phi \leq 26.3^\circ)$$

$$G(\phi) = 32 - 25 \log \phi \quad [\text{dBi}] \quad (26.3^\circ < \phi < 48^\circ)$$

$$G(\phi) = -10 \quad [\text{dBi}] \quad (48^\circ \leq \phi \leq 180^\circ)$$

ϕ ：アンテナ主ビームからの離角〔度〕

$G(\phi)$ ：当該方向の絶対利得〔dBi〕

なお、軸外輻射電力については、ITU-R 勧告S. 524-9を満足することが望ましい。

3. 4 移動局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する移動局の無線設備の技術的条件については、以下のとおりとする。

3. 4. 1 送信装置（移動局）

（1）等価等方輻射電力（送信e. i. r. p）

システム設計の柔軟性の観点から、特に限定しないことが適当である。

（2）空中線電力の許容偏差

無線設備規則第14条に規定されているとおり、空中線電力の許容偏差は、上限50%、下限50%であることが必要である。

（3）周波数の許容偏差

無線設備規則第5条に規定されているとおり、周波数の許容偏差は $\pm 50 \times 10^{-6}$ 以下であることが必要である。ただし、基地局からの信号により送信周波数を補正する自動周波数制御装置を具備することによって、周波数の有効利用を考慮して定めることが望ましい。

（4）不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値は、無線設備規則第7条及び平成17年総務省告示第1228号の宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値に基づき、以下のとおりとする必要がある。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\text{Log}((2F/\text{BN})+1) \text{ [dB]}$$

ここで、Fは必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値であり、BNは必要周波数帯幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHzの周波数帯域幅における電力とする。

(5) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値については、サービス提供者において、必要な伝送速度等を実現するために、最新の技術動向及び国内・国際的な周波数調整の状況等を踏まえつつ、柔軟なシステム設計が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当である。

(6) 送信機停波電力レベル

無線設備規則第49条の23に規定されているとおり、送信機停波電力レベルは、キャリア送信時の最大電力に対して-60dB以下であることが必要である。

(7) 筐体輻射

筐体輻射は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成5年6月）のとおり、25 μ W以下であることが望ましい。

3. 4. 2 受信装置（移動局）

(1) 副次的に発する電波の限度

副次的に発する電波の限度は、無線設備規則第24条に基づき、4 nW以下であること。

(2) 筐体輻射

筐体輻射は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成5年6月）のとおり、以下のとおりであることが望ましい。

$$f \leq 1\text{GHz} : 4\text{nW 以下}$$

$$1\text{GHz} < f \leq 3\text{GHz} : 20\text{nW 以下}$$

3. 4. 3 空中線（移動局）

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成 5 年 6 月）のとおり、特に規定しないことが適当である（ただし（3）を除く）。

（2）放射特性

放射特性については、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成 5 年 6 月）のとおり、特に規定しないことが適当である。

（3）偏波

偏波については、直線偏波又は円偏波であることが適当である。

第4章 測定法

2. 5GHz帯/2. 6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムの用に供する無線設備に関する測定法については、法令で規定されている方法により実施することが必要である。

4. 1 送信装置

送信装置の測定法としては、各変調入力端子（ビット列又は音声）に応じ、標準符号化試験信号又は標準試験音声信号を入力信号として、以下のとおりとすることが適当である。

4. 1. 1 空中線電力

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

4. 1. 2 周波数

ア 移動局

被試験器の移動局を基地局シミュレータ、または変調波信号発生器と接続し、基地局シミュレータ、または信号発生器から送られる信号を受信している状態において、移動局から出力される無変調波を周波数計で測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を共通制御チャネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。

4. 1. 3 不要発射の強度

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザでスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

4. 1. 4 占有周波数帯幅の許容値

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

4. 1. 5 送信機停波電力レベル

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、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または電力計で測定する。その後、被試験器の移動局を搬送波の送信停止状態とし、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または電力計で測定し、測定された電力を比較する。

4. 1. 6 筐体輻射

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

4. 2 受信装置

4. 2. 1 副次的に発する電波の限度

ア 移動局

被試験器の移動局を待受状態、または受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

4. 2. 2 筐体輻射

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

4. 3 空中線（基地局）

（1）空中線の放射指向特性

地面反射波を抑圧したファーフールドレンジ測定法、電波暗室でのコンパクトレンジ測定法、または、ニアフィールドレンジ測定法等の測定法があるが、反射鏡アンテナの解析設計手法も確立しているため、特に規定しないことが望ましい。

V 検討結果

情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯などを用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」（平成 25 年 1 月 18 日）のうち「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」について、別添のとおり一部答申をとりまとめた。

別表 1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会 構成員

氏 名	主 要 現 職
主 査 委 員 安藤 真	独立行政法人 国立高等専門学校機構 理事
主査代理 専門委員 井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
委 員 森川 博之	東京大学大学院 工学系研究科 教授
専門委員 有木 節二	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事
" 碓井 照子	奈良大学 名誉教授
" 梅比良 正弘	茨城大学 教授・副工学部長
" 片山 泰祥	一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
" 加藤 寧	東北大学 電気通信研究機構 機構長
" 門脇 直人	国立研究開発法人 情報通信研究機構 理事
" 庄司 るり	東京海洋大学 海洋工学系 教授
" 舘 和夫	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事補佐
" 松井 房樹	一般社団法人 電波産業会 専務理事・事務局長
" 三浦 佳子	消費生活コンサルタント
" 三神 泉	一般財団法人 衛星測位利用推進センター 専務理事

別表 2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会作業班 構成員

氏 名	主 要 現 職
主 任 藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
主任代理 松井 房樹	一般社団法人 電波産業会 専務理事・事務局長
構成員 姉齒 章	双葉電子工業株式会社 企画開発部 主幹技師
" 有木 節二	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事
" 市川 麻里	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長（第 13 回～）
" 伊藤 信幸	日本無線株式会社 マリンシステム技術部 衛星通信グループ
" 伊藤 泰成	UQ コミュニケーションズ 渉外部 課長（第 12 回）
" 大島 浩	日本電気株式会社 宇宙システム事業部 シニアエキスパート
" 大幡 浩平	スカパー J S A T 株式会社 技術運用本部 技術担当主幹（～第 13 回）
" 小竹 信幸	一般財団法人 テレコムエンジニアリングセンター 技術部 部長
" 加島 勝	一般社団法人 日本船主協会 海務部 副部長
" 菊池 弘明	全日本空輸株式会社 整備センター技術部 上席マネージャー
" 城戸 克也	日本航空株式会社 I T 企画本部 I T 運営企画部 海外 I T ・ネットワーク戦略グループ
" 行田 弘一	芝浦工業大学 工学部 情報通信工学科 教授
" 小出 孝治	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長（第 12 回）
" 正源 和義	株式会社放送衛星システム 総合企画室 専任部長
" 上馬 弘敬	三菱電機株式会社 通信情報システム部 衛通移動体プロジェクト部長
" 城田 雅一	クアルコムジャパン株式会社 標準化部長
" 関口 和浩	イリジウムコミュニケーションズ リージョナルディレクター
" 中山 稔啓	株式会社フジテレビジョン 技術局 電波担当
" 拮石 康博	UQ コミュニケーションズ 渉外部 渉外グループマネージャー（第 13 回～）
" 菱倉 仁	株式会社 I P モーション I C T 事業部 モバイルソリューショングループ チーフエンジニア
" 福井 裕介	K D D I 株式会社 技術統括本部 グローバルネットワーク・ オペレーションセンター 衛星通信グループ 課長補佐
" 福本 史郎	ソフトバンク株式会社 渉外本部 標準化推進部 国際規格課 課長
" 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
" 本間 希樹	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 水沢 V L B I 観測所 所長・教授
" 三浦 周	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク 総合研究センター 宇宙通信研究室 主任研究員
" 三浦 俊二	株式会社 N T T ドコモ C S 営業法人本部 衛星サービス事業部 衛星技術部 技術サポート担当部長
" 村瀬 和也	スカパー JSAT 株式会社 衛星技術本部 通信システム技術部 部長代行（第 14 回）
" 森 正幸	古野電気株式会社 船用機器事業部 営業企画部 担当部長
" 横畑 和典	NHK 放送技術研究所 伝送システム研究部 上級研究員

別 添

諮問第2032号

「2GHz帯などを用いた移動衛星通信システム等の在り方及び技術的条件」のうち「2.5GHz帯/2.6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」

情報通信審議会諮問第 2032 号「2GHz 帯などを用いた移動衛星通信システム等のあり方及び技術的条件」（平成 25 年 1 月 18 日）のうち「2.5GHz 帯/2.6GHz 帯を用いた国内移動衛星通信システムの技術的条件」についての一部答申

1. システム及び無線設備の技術的条件

1. 1 一般的条件

1. 1. 1 必要な機能

- (1) 携帯基地地球局と通信を行う個々の携帯移動地球局の送信装置が自動的に識別されるものであること
- (2) 携帯移動地球局が通話のために使用する周波数は、携帯基地地球局の制御信号により自動的に選択されるものであること
- (3) 携帯基地地球局の無線設備は、電気通信回線設備と接続ができるものであること

1. 1. 2 適用周波数帯

ア フィーダリンク

基地局・衛星間で使用するフィーダリンク用周波数帯は、C バンド（6/4GHz 帯）であり、上り回線（衛星への送信）として 6,345－6,425MHz 帯、下り回線（衛星からの受信）として 4,120－4,200MHz 帯の電波を使用する。

なお、当該周波数帯は、国際調整等により電波の使用上の制約を受ける場合があることに留意する必要がある。

イ サービスリンク

S バンド（2.6/2.5GHz 帯）のうち、上り回線として 2,655－2,690MHz、下り回線として 2,500－2,535MHz の電波を使用する。

なお、当該周波数帯は、国際調整等により電波の使用上の制約を受ける場合があることに留意する必要がある。

1. 1. 3 キャリア周波数間隔

キャリア周波数間隔については、通信方式と変調方式の組み合わせに対応して各種想定されるが、周波数利用効率を向上し、将来のチャンネル数の増加及び様々なデータ伝送速度等に柔軟に対応できるよう、特に限定しないことが適当である。

1. 1. 4 アクセス方式

アクセス方式については、通信方式と変調方式の組み合わせに対応して各種想定されるが、周波数利用効率を向上し、様々なデータ伝送速度等に柔軟に対応できるよう、様々な方式が選択可能であることを考慮すると、特定の方式に限定しないことが適当である。

1. 1. 5 通信方式

通信方式については、通常は複信方式が想定されるが、それ以外の利用形態も考えられることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

1. 1. 6 変調方式

変調方式については、将来的に様々な方式が使用される可能性もあることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

1. 1. 7 伝送速度

伝送速度については、例えば、通信キャリアの広帯域化、符号化率の向上等を図ることにより、高速化を実現することが可能である。

伝送速度は、サービス提供者において、必要な伝送速度を実現するために、最新の技術動向や国内・国際的な周波数調整の状況等を踏まえつつ、適切なシステム設計及び適切なサービス提供が行われるべきであり、特に法令等により規定しないことが適当である。

1. 1. 8 セキュリティ対策

不正使用を防止するための移動局装置固有の番号の付与、認証手順の適用及び通信情報に対する秘匿機能の運用など適切な措置を講ずることが望ましい。

1. 1. 9 電磁環境対策

電波防護指針を満たすことが必要である。

1. 2 人工衛星局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する人工衛星局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。

人工衛星局が自帯域内における所望信号のD/U比を確保するため、適切なNPR (Noise Power Ratio) が確保されることが望ましい。

1. 3 基地局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの高速化の用に供する基地局の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び電波法令に基づくことが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

1. 3. 1 送信装置（基地局）

（1）等価等方輻射電力（送信e.i.r.p）

等価等方輻射電力（送信e.i.r.p）については、システム設計の柔軟性の観点から、特に限定しないことが適当である。

（2）空中線電力の許容偏差

無線設備規則第14条に規定されているとおり、空中線電力の許容偏差は、上限50%、下限50%であることが必要である。

(3) 周波数の許容偏差

無線設備規則第5条に規定されているとおり、周波数の許容偏差は、 $\pm 50 \times 10^{-6}$ 以下であることが必要である。ただし、周波数の有効利用を考慮して定めることが望ましい。

(4) 不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値は、無線設備規則第7条及び平成17年総務省告示第1228号の宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値に基づき、以下のとおりすることが必要である。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\text{Log}((2F/\text{BN})+1) \text{ [dB]}$$

ここで、Fは必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値であり、BNは必要周波数帯幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHzの周波数帯域幅における電力とする。

1. 3. 2 受信装置（基地局）

(1) 受信G/T

(2) 局部発振器の周波数変動

上記(1)(2)については、基本的に他のシステムへ干渉を与えるものでないことから、サービス提供者の裁量に委ねられるべきものであり、特に規定しないことが適当である。

(3) 副次的に発射する電波の強度

副次的に発射する電波の強度は、無線設備規則第24条に基づき、4nW以下であることが必要である。

1. 3. 3 空中線（基地局）

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、電波法施行規則第32条及び第32条の2に基づき、以下のとおりであることが必要である。

ア 送信空中線の最小仰角：3度以上であること。

イ 等価等方輻射電力の許容値

仰角（ θ ）が0度以下の場合：40 dBW/4kHz

仰角（ θ ）が0度を越え5度以下の場合：40+3 θ dBW/4kHz

ただし、仰角（ θ 度）は送信空中線の輻射の中心からみた地表線の仰角とする。

（2）放射特性

放射特性は、ITU-R勧告S. 580-6に基づき、90%以上のサイドローブを含む指向特性が次式を満足することが望ましい。

$$G(\phi) = 29 - 25 \log \phi \quad [\text{dBi}] \quad (1^\circ \leq \phi \leq 20^\circ)$$

$$G(\phi) = -3.5 \quad [\text{dBi}] \quad (20^\circ < \phi \leq 26.3^\circ)$$

$$G(\phi) = 32 - 25 \log \phi \quad [\text{dBi}] \quad (26.3^\circ < \phi < 48^\circ)$$

$$G(\phi) = -10 \quad [\text{dBi}] \quad (48^\circ \leq \phi \leq 180^\circ)$$

ϕ ：アンテナ主ビームからの離角〔度〕

$G(\phi)$ ：当該方向の絶対利得〔dBi〕

なお、軸外輻射電力については、ITU-R勧告S. 524-9を満足することが望ましい。

1. 4 移動局の設備

S バンドを用いる国内移動体衛星通信システムの用に供する移動局の無線設備の技術的条件については、以下のとおりとする。

1. 4. 1 送信装置（移動局）

（1）等価等方輻射電力（送信e. i. r. p）

システム設計の柔軟性の観点から、特に限定しないことが適当である。

（2）空中線電力の許容偏差

無線設備規則第14条に規定されているとおり、空中線電力の許容偏差は、上限50%、下限50%であることが必要である。

（3）周波数の許容偏差

無線設備規則第5条に規定されているとおり、周波数の許容偏差は $\pm 50 \times 10^{-6}$ 以下であることが必要である。ただし、基地局からの信号により送信周波数を補正する自動周波数制御装置を具備することによって、周波数の有効利用を考慮して定めることが望ましい。

（4）不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値は、無線設備規則第7条及び平成17年総務省告示第1228号の宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値に基づき、以下のとおりとする必要がある。

ア 帯域外領域の不要発射の強度の許容値

必要周波数帯幅内における4kHzの周波数帯域幅当たりの最大電力密度から、4kHzの周波数帯域幅当たり次の式により求められる値と、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値のうち小さい方の値以下であること。

$$40\text{Log}((2F/\text{BN})+1) [\text{dB}]$$

ここで、Fは必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値であり、BNは必要周波数帯幅である。

イ スプリアス領域の不要発射の強度の許容値

50 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値であること。

ここで、スプリアス領域の不要発射の強度の許容値は、4kHzの周波数帯域幅における電力とする。

(5) 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値については、サービス提供者において、必要な伝送速度等を実現するために、最新の技術動向及び国内・国際的な周波数調整の状況等を踏まえつつ、柔軟なシステム設計が行われるべきであるため、特に限定しないことが適当である。

(6) 送信機停波電力レベル

無線設備規則第49条の23に規定されているとおり、送信機停波電力レベルは、キャリア送信時の最大電力に対して-60dB以下であることが必要である。

(7) 筐体輻射

筐体輻射は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成5年6月）のとおり、25 μ W以下であることが望ましい。

1. 4. 2 受信装置（移動局）

(1) 副次的に発する電波の限度

副次的に発する電波の限度は、無線設備規則第24条に基づき、4nW以下であること。

(2) 筐体輻射

筐体輻射は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成5年6月）のとおり、以下のとおりであることが望ましい。

$$f \leq 1\text{GHz} : 4\text{nW 以下}$$

$$1\text{GHz} < f \leq 3\text{GHz} : 20\text{nW 以下}$$

1. 4. 3 空中線（移動局）

(1) 空中線の条件

空中線の条件は、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成 5 年 6 月）のとおり、特に規定しないことが適当である（ただし（3）を除く）。

（2）放射特性

放射特性については、S バンド移動体衛星通信システム委員会報告（平成 5 年 6 月）のとおり、特に規定しないことが適当である。

（3）偏波

偏波については、直線偏波又は円偏波であることが適当である。

2 測定法

2. 5GHz帯/2. 6GHz帯を用いた国内移動衛星通信システムの用に供する無線設備に関する測定法については、法令で規定されている方法により実施することが必要である。

2. 1 送信装置

送信装置の測定法としては、各変調入力端子（ビット列又は音声）に応じ、標準符号化試験信号又は標準試験音声信号を入力信号として、以下のとおりとすることが適当である。

2. 1. 1 空中線電力

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により送信電力を測定する。バースト波（定周波バースト波）にあつては、時定数がバースト繰り返し周期よりも十分大きい電力計で測定し、送信時間率の逆数を乗じてバースト内の平均電力を求める。連続波の場合は、その平均電力を同様にして求める。

2. 1. 2 周波数

ア 移動局

被試験器の移動局を基地局シミュレータ、または変調波信号発生器と接続し、基地局シミュレータ、または信号発生器から送られる信号を受信している状態において、移動局から出力される無変調波を周波数計で測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を共通制御チャネル等が送信されるように設定し、周波数計またはスペクトルアナライザで測定する。被試験機が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。

2. 1. 3 不要発射の強度

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザでスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、無線出力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。

2. 1. 4 占有周波数帯幅の許容値

ア 移動局

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

イ 基地局

被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定してその電力分布を測定し、全電力の0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。

2. 1. 5 送信機停波電力レベル

被試験器の移動局を定格出力で送信するよう設定し、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または電力計で測定する。その後、被試験器の移動局を搬送波の送信停止状態とし、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または電力計で測定し、測定された電力を比較する。

2. 1. 6 筐体輻射

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

2. 2 受信装置

2. 2. 1 副次的に発する電波の限度

ア 移動局

被試験器の移動局を待受状態、または受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

イ 基地局

被試験器の基地局を受信状態（送信機無線出力停止）とし、副次的に発する電波等の限度をスペクトルアナライザで測定する。

2. 2. 2 筐体輻射

被試験器の移動局の空中線端子を擬似負荷にて終端し、電波暗室または地面反射波を抑圧したオープンテストサイトで、半波長ダイポール及び標準信号発生器により置換測定する。測定アンテナは指向性アンテナとする。

2. 3 空中線（基地局）

（1）空中線の放射指向特性

地面反射波を抑圧したファーフールドレンジ測定法、電波暗室でのコンパクトレンジ測定法、または、ニアフィールドレンジ測定法等の測定法があるが、反射鏡アンテナの解析設計手法も確立しているため、特に規定しないことが望ましい。

参考資料

- 参考資料 1 干渉検討パラメータ
- 参考資料 2 BWA システムとの共用検討詳細
- 参考資料 3 JCSAT-5A との共用検討詳細
- 参考資料 4 電波天文との共用検討詳細
- 参考資料 5 無線 LAN との共用検討詳細
- 参考資料 6 VICS との共用検討詳細
- 参考資料 7 ロボット用無線システム（ドローン等）との共用検討詳細

参考資料 1 干渉検討パラメータ

1 次期移動衛星通信システム

(1) 送信系パラメータ

表参 1. 1-1 次期衛星局の送信系パラメータ

パラメータ	次期衛星局	
	現行（参考）	次期
送信電力密度	40.4 dBm/MHz	40.6 dBm/MHz
帯域幅	30MHz	35MHz
アンテナ利得	40.8 dBi	51.0 dBi※ ¹
給電線損失	0 dB	0 dB
スペクトラムマスク	図参 1. 1-1 参照	図参 1. 1-2 参照
空中線高	37,240,000 m	

表参 1. 1-2 次期移動局の送信系パラメータ

パラメータ	次期移動局	
	現行（参考）	次期
送信電力密度	-	-
送信電力	33 dBm	31.4 dBm
帯域幅	15kHz, 75kHz, 150kHz	1.2MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz
アンテナ利得	12.6 dBi	12.6 dBi※ ²
給電線損失	0 dB	0 dB
隣接チャネル漏えい電力	-25dBc 隣接 -40dBc 次隣接	-
スペクトラムマスク	-	表参 1. 1-3 参照
スプリアス	-8.8 dBm	2605-2630MHz -63.98dBm/4kHz 2630-2650MHz -46.47dBm/4kHz 2650-2655MHz -29.37dBm/4kHz 帯域内のスプリアス（250%以上）： -33.2 dBm/4kHz

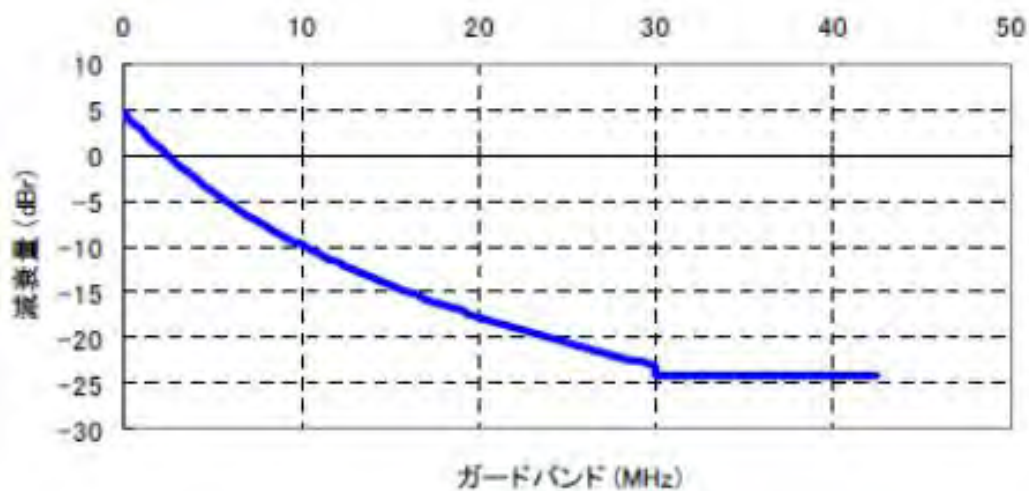
アンテナパターン	図参 1. 1-3 参照 図参 1. 1-4 参照	図参 1. 1-3 参照 ^{※2} 図参 1. 1-4 参照 ^{※2}
仰角	48°	48°
空中線高	1.5 m	

※1 陸上エリア向けのピーク利得

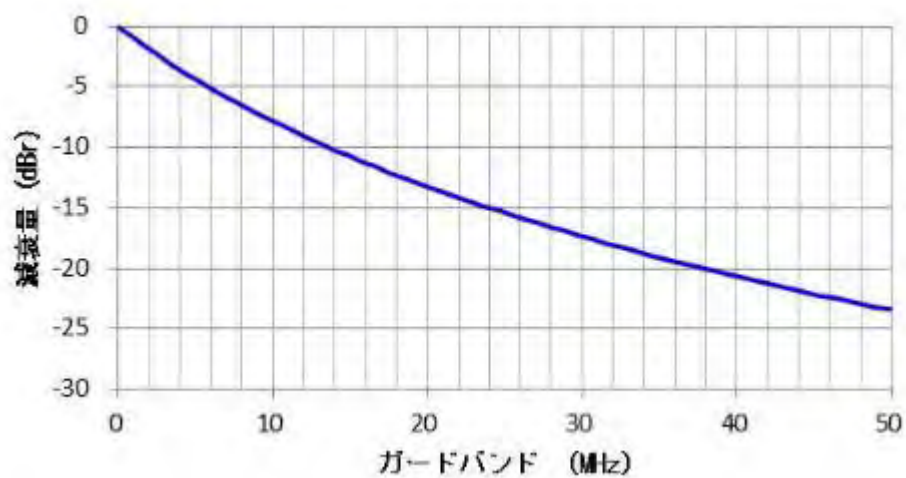
※2 次期移動局のアンテナ諸元未確定のため、現行衛星移動局の利得・アンテナパターンを適用して検討

表参 1. 1-3 次期移動局の想定スペクトラムマスク（帯域内）

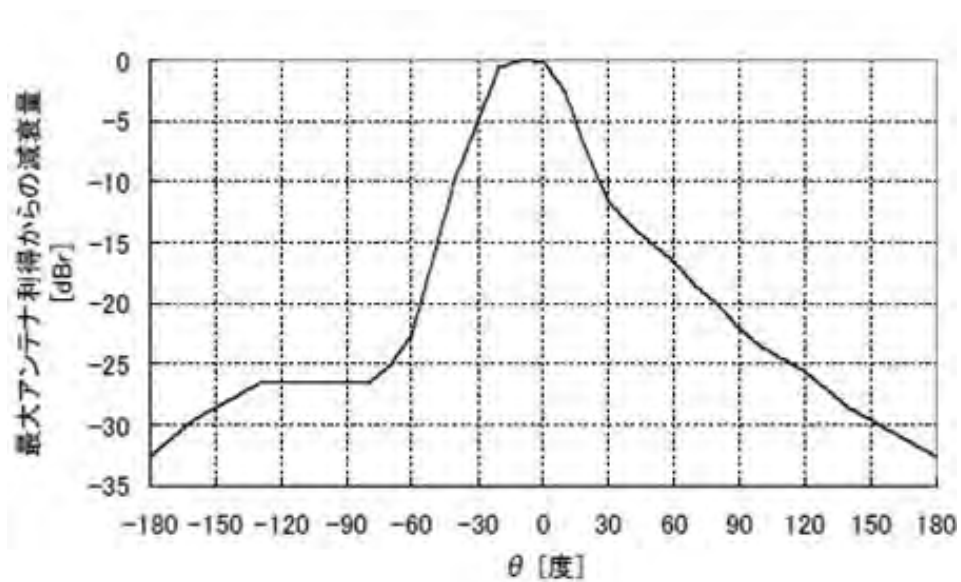
	帯域幅			
	1.2MHz	3.0MHz	5.0MHz	10MHz
スペクトラム マスク (dBm/4kHz)	1.63- $40 \log(5 \Delta f / 3 + 1)$ ($0 \leq \Delta f < 0.79\text{MHz}$)	-2.35- $40 \log(4 \Delta f / 3 + 1)$ ($0 \leq \Delta f < 1.27\text{MHz}$)	-4.57- $40 \log(2 \Delta f / 5 + 1)$ ($0 \leq \Delta f < 1.56\text{MHz}$)	-7.58- $40 \log(\Delta f / 5 + 1)$ ($0 \leq \Delta f < 1.83\text{MHz}$)
	-13 ($\Delta f \geq 0.79\text{MHz}$)	-13 ($\Delta f \geq 1.27\text{MHz}$)	-13 ($\Delta f \geq 1.56\text{MHz}$)	-13 ($\Delta f \geq 1.83\text{MHz}$)



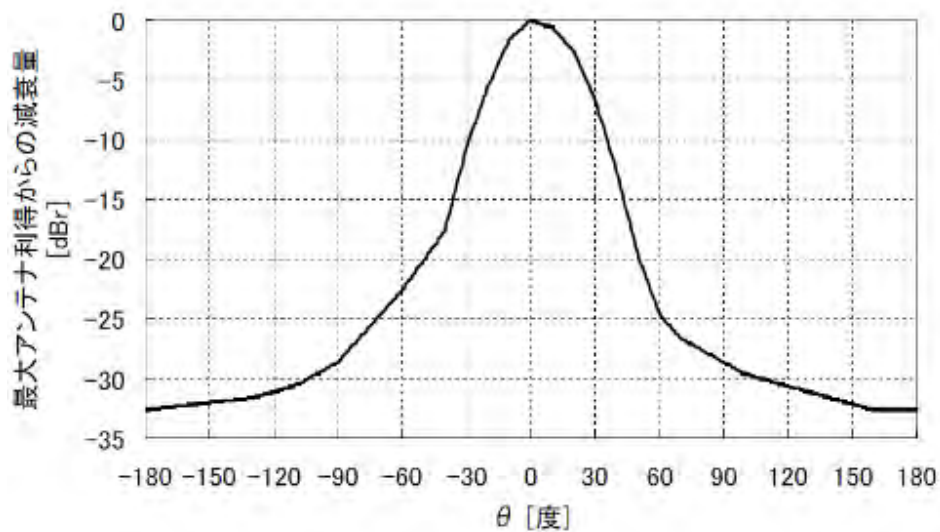
図参 1. 1-1 現行衛星局のスペクトラムマスク



図参1. 1-2 次期衛星局のスペクトラムマスク



図参1. 1-3 現行移動局のアンテナパターン（垂直面）



図参 1. 1－4 現行移動局のアンテナパターン（水平面）

（２）受信系パラメータ

表参 1. 1－4 受信系パラメータ

パラメータ		衛星局		移動局	
		現行	次期	現行	次期
アンテナ利得		40. 8dBi	40dBi ※ ¹	12. 6dBi	12. 6dBi ※ ⁴
給電線損失		0dB	0dB	0dB	0dB
エリア間 アイソレーション		0dB	-24~-30dB ※ ²	-	-
許容干 渉量	帯域内干渉	-126. 8dBm/MHz ※ ³		-124. 9dBm/MHz	
	帯域外干渉	-	-	-60dBm 0-10MHz 離調 -41dBm 10-25MHz 離調 -37dBm 25-30MHz 離調	

※ 1 遠洋エリア向けのピーク利得

※ 2 仕様値から想定されるエリア間アイソレーション値

※ 3 外国システムから受けている干渉＋変動マージンを加味した干渉許容量
(I/N=10dB の値は、-123. 8dBm/MHz)

但し、既存地上系システムとの共用検討においては、-123. 8dBm/MHz を適用

※ 4 次期移動局のアンテナ諸元未確定のため、現行移動局の利得・アンテナパターンを適用して検討

※ 大気吸収損失、偏波損失については、今回の検討では未考慮

2 BWA システム (XGP)

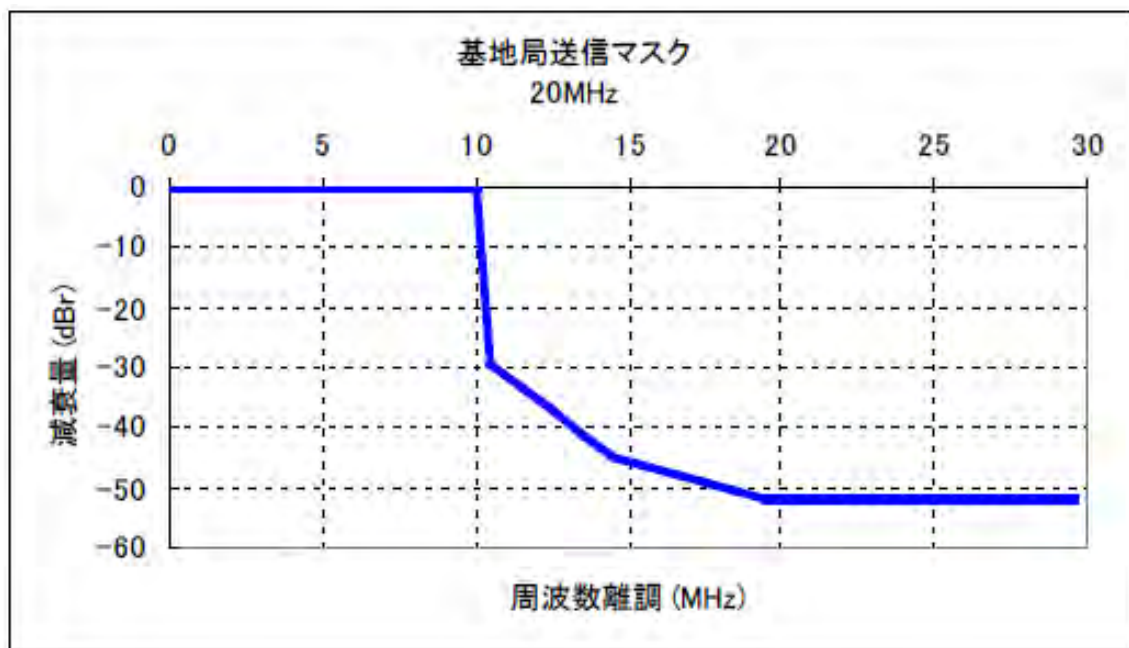
(1) 送信系パラメータ

表参 1. 2-1 XGP 送信系パラメータ

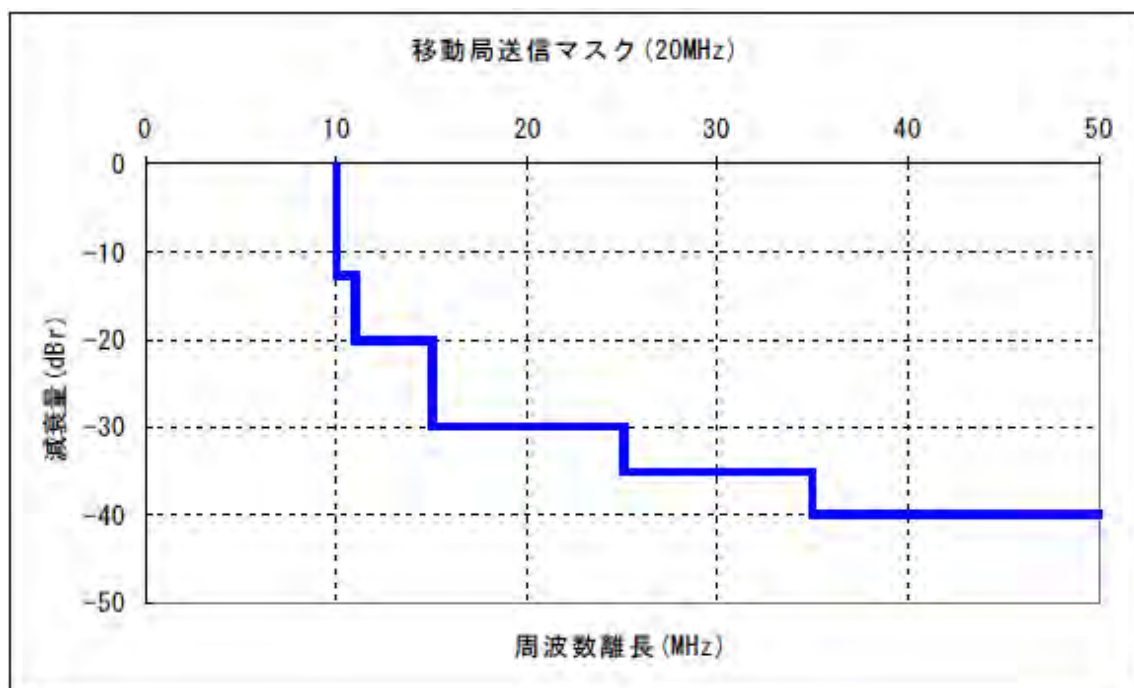
パラメータ	XGP システム	
	マクロ基地局 ※1	移動局
周波数帯	2,545MHz ~ 2,575MHz	
帯域幅	2.5MHz/5MHz/10MHz/20MHz	
送信電力	46 dBm/BW	23 dBm/26 dBm
アンテナ利得	17 dBi	4 dBi※2
給電線損失	5 dB	0 dB
隣接チャネル漏えい電力	[2.5~10MHz] 3dBm 以下 [20MHz] 6dBm 以下	[2.5~10MHz] 2dBm 以下 [20MHz] 3dBm 以下
スペクトラムマスク	図参 1. 2-1 参照	図参 1. 2-2 参照
スプリアス	(~2535MHz) -42dBm/MHz (2655MHz~) -13dBm/MHz	(2505~2530MHz) -30dBm/MHz (2530~2535MHz) -25dBm/MHz (2655MHz~) -13dBm/MHz
アンテナパターン	図参 1. 2-3 参照	無指向
チルト角	4.0°	-
空中線高	40 m	1.5 m

※1 ワーストケースとして、マクロ基地局を前提として検討

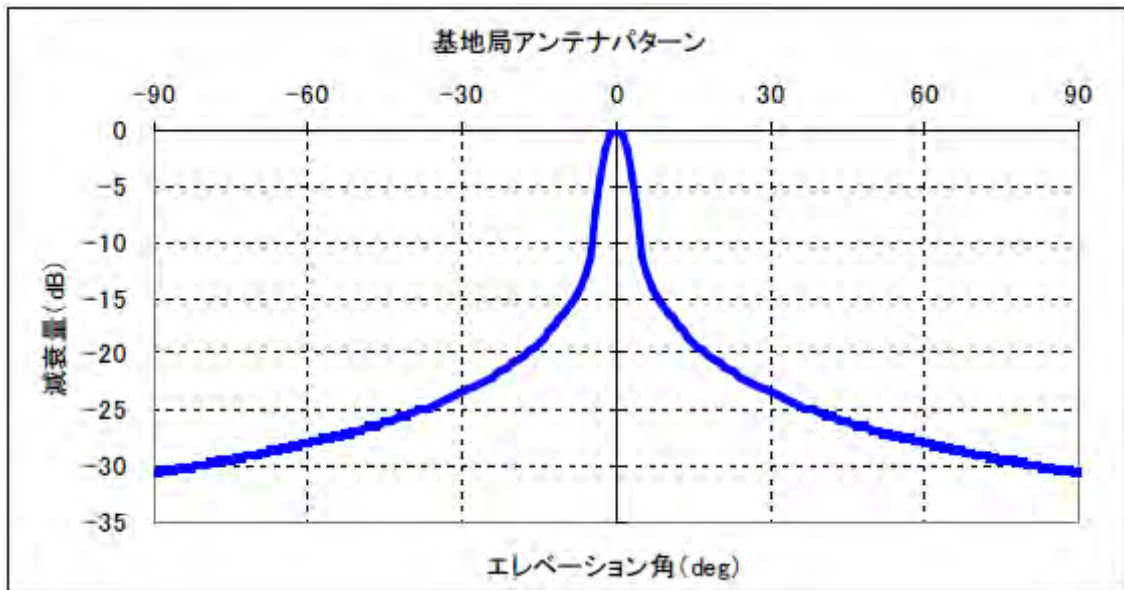
※2 送信電力が 23dBm を超える場合は、アンテナ利得は 1dBi (EIRP は 27dBm 以下)



図参 1. 2-1 XGP 基地局送信マスク



図参 1. 2-2 XGP 移動局送信マスク



図参 1. 2－3 XGP 基地局アンテナパターン（垂直面）

（２）受信系パラメータ

表参 1. 2－2 XGP 受信系パラメータ

パラメータ		XGP システム	
		マクロ基地局	移動局
アンテナ利得		17 dBi	4 dBi
給電線損失		5 dB	0 dB
許容干渉量	帯域内干渉	-114.0 dBm/MHz	-112.0 dBm/MHz
	帯域外干渉	—	—

3 BWA システム（モバイル WiMAX）

（１）送信系パラメータ

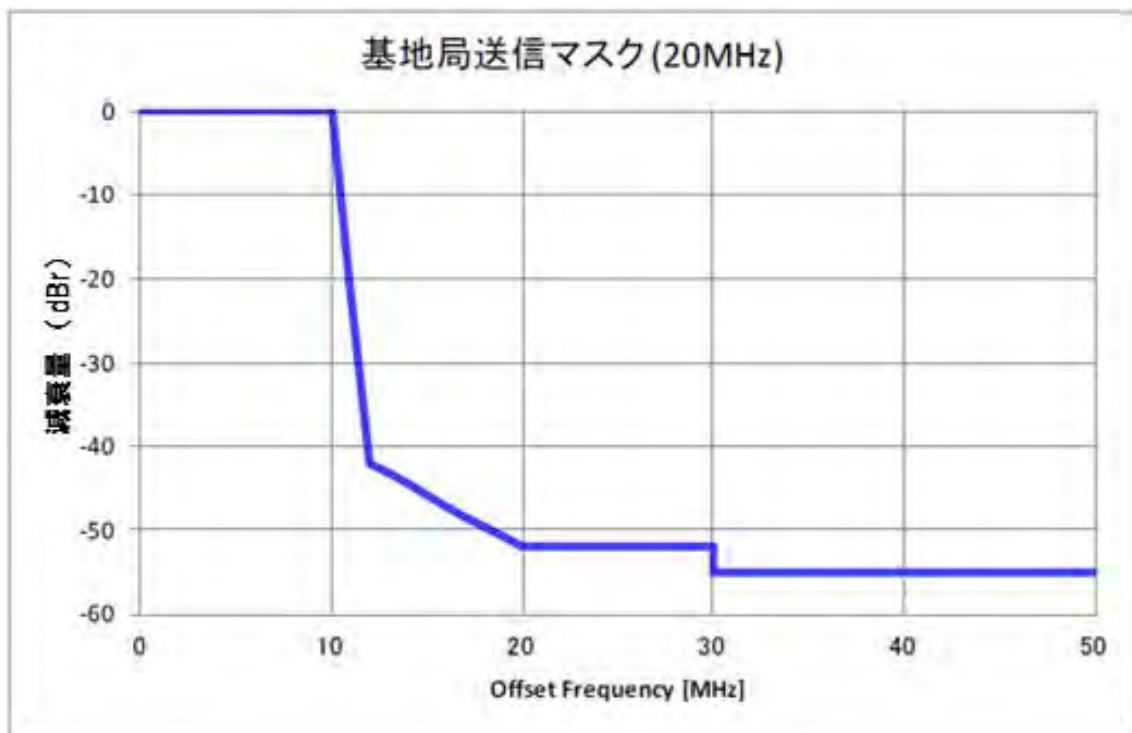
表参 1－3－1 モバイル WiMAX 送信系パラメータ※

パラメータ	モバイル WiMAX システム	
	マクロ基地局 ※1	移動局
周波数帯	2,595MHz ～ 2,645MHz	
帯域幅	5MHz/10MHz/20MHz	
送信電力	43dBm/BW (5MHz/10MHz) 46 dBm/BW (20MHz)	26 dBm
アンテナ利得	17 dBi	5 dBi※2
給電線損失	5 dB	0 dB
隣接チャネル漏えい電力	[5MHz] 7dBm 以下 [10MHz] 3dBm 以下	[5MHz] 5dBm 以下 [10MHz] 3dBm 以下
スペクトラムマスク	図参 1. 3－1 参照	図参 1. 3－2 参照
スプリアス	(2505～2535MHz) -42dBm/MHz (2535MHz～) -13dBm/MHz	(2505～2530MHz) -40dBm/MHz (2530～2535MHz) 1.7f-4341 dBm/MHz (2655MHz～) -16dBm/MHz
アンテナパターン	図参 1. 3－3 参照	無指向
チルト角	4.0°	—
空中線高	40 m	1.5 m

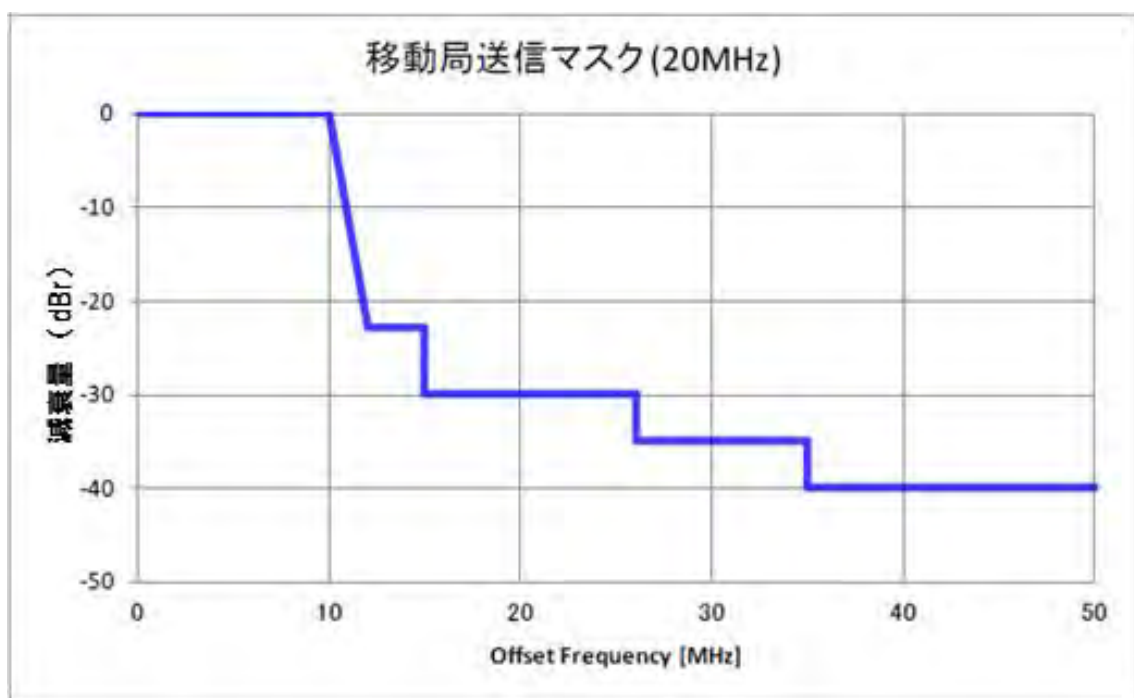
※ 現在は WiMAX Release 2.1AE (3GPP 参照規格) も運用されているが、モバイル WiMAX のパラメータが包含可能であることから、モバイル WiMAX のパラメータを適用

※1 ワーストケースとして、マクロ基地局を前提として検討

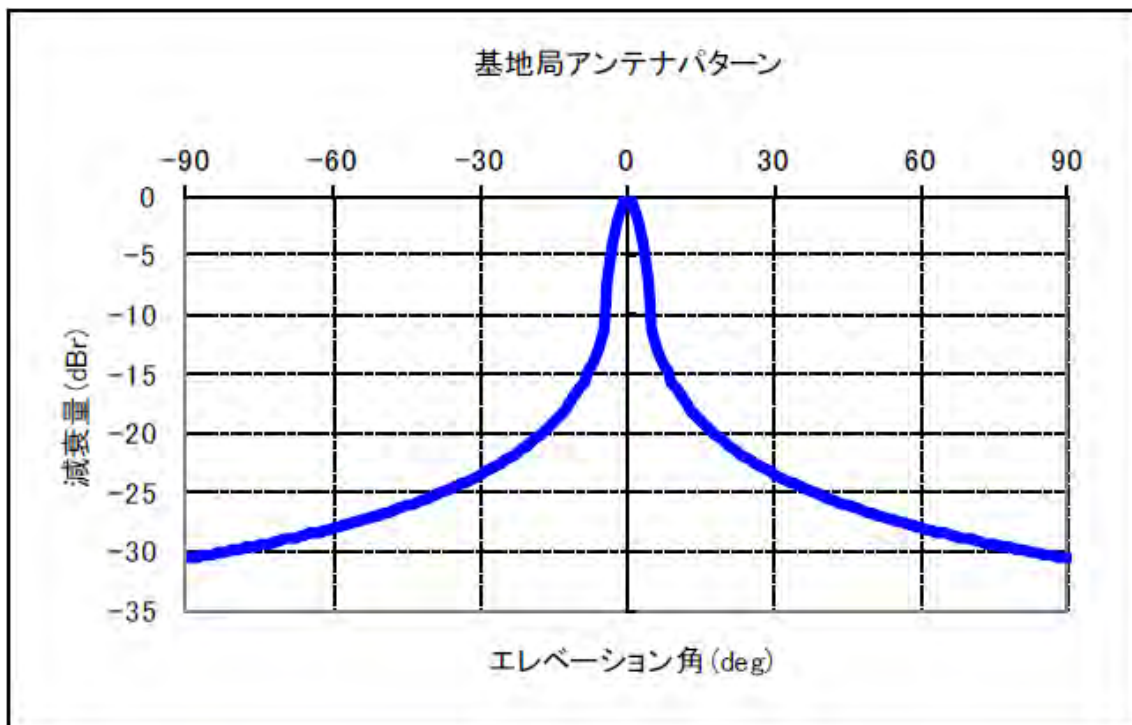
※2 2dBi を超える空中線利得の場合、EIRP が 28dBm 以下



図参 1. 3-1 モバイル WiMAX 基地局送信マスク



図参 1. 3-2 モバイル WiMAX 移動局送信マスク



図参 1. 3-3 モバイル WiMAX 基地局アンテナパターン（垂直面）

（2）受信系パラメータ

表参 1. 3-2 モバイル WiMAX 受信系パラメータ

パラメータ		モバイル WiMAX システム	
		マクロ基地局	移動局
アンテナ利得		17 dBi※ ¹	5 dBi※ ²
給電線損失		5 dB	0 dB
許容干渉量	帯域内干渉	-113.8 dBm/MHz	-111.8 dBm/MHz
	帯域外干渉	—	—

※1 ワーストケースとして、マクロ基地局を前提として検討

※2 2dBi を超える空中線利得の場合、EIRP が 28dBm 以下

4 JCSAT-5A トランスポンダ

JCSAT-5A との共用検討において使用する、JCSAT-5A トランスポンダの PFD 値を表参 1. 4-1 に示す。

表参 1. 4-1 JCSAT-5A トランスポンダの PFD 値

周波数 (UpLink) (S バンド)	周波数 (DownLink) (C バンド)	許容静止衛星軌道上 電力束密度 (PFD)
MHz	MHz	dBm/m ² /MHz
2,645	4,109	-90.7
2,646	4,110	-90.7
2,647	4,111	-90.7
2,648	4,112	-91.7
2,649	4,113	-98.7
2,650	4,114	-105.7
2,651	4,115	-112.7
2,652	4,116	-119.7
2,653	4,117	-126.7
2,654	4,118	-133.7
2,655	4,119	-
2,660	4,124	-

5 電波天文

電波天文の干渉許容レベルについては、勧告 ITU-R RA. 769-2 の規定値の適用し、電波天文帯域 (10MHz) 全体の総和として、-207dBW とする。

Centre frequency ⁽¹⁾ f_c (MHz)	Assumed bandwidth Δf (MHz)	Minimum antenna noise temperature T_A (K)	Receiver noise temperature T_R (K)	System sensitivity ⁽²⁾ (noise fluctuations)		Threshold interference levels ^{(2) (3)}		
				Temperature ΔT (mK)	Power spectral density ΔP (dB(W/Hz))	Input power ΔP_g (dBW)	pdf $S_g \Delta f$ (dB(W/m ²))	Spectral pdf S_g (dB(W/(m ² · Hz)))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
13 385	0.05	50 000	60	5 000	-222	-185	-201	-248
25 610	0.12	15 000	60	972	-229	-188	-199	-249
73.8	1.6	750			-247	-195	-196	-258
151.525	2.95	150			-254	-199	-194	-259
325.3	6.6	40			-259	-201	-189	-258
408.05	3.9	25			-259	-203	-189	-255
611	6.0	20			-260	-202	-185	-253
1 413.5	27	12	10	0.095	-269	-205	-180	-255
1 665	10	12	10	0.16	-267	-207	-181	-251
2 695	10	12	10	0.16	-267	-207	-177	-247
4 995	10	12	10	0.16	-267	-207	-171	-241
10 650	100	12	10	0.049	-272	-202	-160	-240
15 375	50	15	15	0.095	-269	-202	-156	-233
22 355	290	35	30	0.085	-269	-195	-146	-231
23 800	400	15	30	0.050	-271	-195	-147	-233
31 550	500	18	65	0.083	-269	-192	-141	-228
43 000	1 000	25	65	0.064	-271	-191	-137	-227
89 000	8 000	12	30	0.011	-278	-189	-129	-228
150 000	8 000	14	30	0.011	-278	-189	-124	-223
224 000	8 000	20	43	0.016	-277	-188	-119	-218
270 000	8 000	25	50	0.019	-276	-187	-117	-216

干渉許容電力値
電波天文帯域
(10MHz) 全体の総和

⁽¹⁾ Calculation of interference levels is based on the centre frequency shown in this column although not all regions have the same allocations.

⁽²⁾ An integration time of 2 000 s has been assumed; if integration times of 15 min, 1 h, 2 h, 5 h or 10 h are used, the relevant values in the Table should be adjusted by +1.7, -1.3, -2.8, -4.8 or -6.3 dB respectively.

⁽³⁾ The interference levels given are those which apply for measurements of the total power received by a single antenna. Less stringent levels may be appropriate for other types of measurements, as discussed in § 2.2. For transmitters in the GSO, it is desirable that the levels be adjusted by -15 dB, as explained in § 2.1.

図参 1. 5 - 1 電波天文の干渉許容レベル (勧告 ITU-R RA. 769-2)

6 無線 LAN

無線 LAN の干渉検討パラメータを、表参 6－1 に示す。

表参 6－1 無線 LAN 干渉検討パラメータ

		単位
送信周波数	2497	MHz
占有帯域幅	26	kHz
送信電力	10	mW/MHz
空中線利得	2.14	dBi
フィーダー損失	0	dB
スプリアス領域における不要 輻射電力(2497MHz 以上 2510MHz 未満)	25	μW/MHz 以下

表参 1. 6－2 無線 LAN システムの受信特性

(情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書(平成 28 年 3 月 22 日)より引用)

変調方式 (コーディングレート)	所要 D/U (dB)			受信感度 (dBm)	
	同一 チャンネル	隣接 チャンネル	次隣接 チャンネル	10MHz	20MHz
BPSK (1/2)	10	-16	-32	-85	-82
QPSK (1/2)	13	-13	-29	-82	-79
16QAM (1/2)	18	-8	-24	-77	-74
64QAM (2/3)	26	0	-16	-69	-66

変調方式として BPSK、20MHz 帯域幅の場合において許容干渉電力を算出すると下記の通りとなる。

帯域内干渉については、受信感度 (-82dBm) に対し、所要 D/U 比 10dB を確保し、かつアンテナ利得として 2.14dBi を付加することで、アンテナ入力前における許容干渉電力は -94.14dBm となる。この -94.14dBm は 26MHz 幅の値であり、1MHz あたりの許容干渉電力は $-94.14 - 10 \log(26) = -108.3$ dBm/MHz となる。

帯域外干渉については、受信感度 (-82dBm) に対し、隣接チャンネル所要 D/U 比 -16dB を確保し、かつアンテナ利得として 2.14dBi を付加することで、アンテナ入力前における許容干渉電力は -68.1dBm となる。

7 VICS

VICS の干渉検討パラメータを、表参 7-1 に示す。

表参 7-1 VICS 干渉検討パラメータ

		単位	備考
送信周波数	2499.7	MHz	※1
占有帯域幅	85	kHz	※1
送信電力	20	mW	※1
空中線損失	3	dB	※2
路上送信局アンテナ利得	7	dBi	※2
車載機アンテナ利得	2	dBi	※1
スプリアス領域における不要 輻射電力	2.5	μ W 以下	※1
許容干渉電力	-90.4	dBm	※1

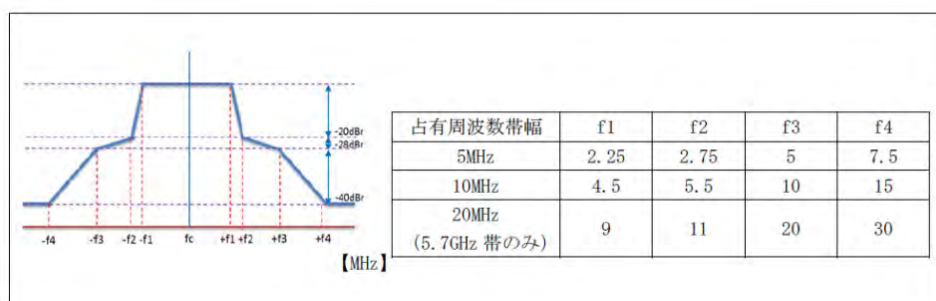
※1 情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）参考資料 1 より引用

※2 情報通信審議会陸上無線通信委員会ロボット作業班 robot-AH-2-3「ロボット用電波利用システム調査検討会アドホック WG 2.4GHz 帯 VICS 干渉調査」より引用

8 ロボット用無線システム（ドローン等）

表参 1. 8-1 ロボット用無線システムの干渉検討パラメータ
(情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）より引用)

項目		パラメータ	
送信出力		1W (30dBm)	
周波数		2.4GHz 帯及び 5.7GHz 帯	
占有周波数帯幅		5MHz、10MHz、20MHz (5.7GHz 帯のみ)	
空中線利得 (送受信)		6dBi	
空中線高	地上利用	10m (制御側)	3m (ロボット側)
	上空利用	2m (制御側)	0~250m (ロボット側)



図参 1. 8-1 ロボット用無線システムの送信特性
(情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）より引用)

表参 1. 8-2 ロボット用無線システムの受信特性
(情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）より引用)

変調方式 (コーディングレート)	所要 D/U (dB)			受信感度 (dBm)		
	同一 チャンネル	隣接 チャンネル	次隣接 チャンネル	5MHz 幅	10MHz	20MHz
BPSK (1/2)	10	-16	-32	-88	-85	-82
QPSK (1/2)	13	-13	-29	-85	-82	-79
16QAM (1/2)	18	-8	-24	-80	-77	-74
64QAM (2/3)	26	0	-16	-72	-69	-66

変調方式と帯域幅の組み合わせにより条件が変化するため、変調方式として最もロバストとなる BPSK、10MHz 帯域幅の場合において算出すると下記の通りとなる。

帯域内干渉については、受信感度 (-85dBm) に対し、所要 D/U 比 10dB を確保し、かつアンテナ利得として 6dB を付加することで、アンテナ入力前におけ

る許容干渉電力は-101dBm となる。この-101dBm は 10MHz 幅の値であるが、実際の受信帯域が 9MHz であることから、1MHz あたりの許容干渉電力は

$-101 - 10 \log(9) = -110.5 \text{ dBm/MHz}$ となる。なお、5MHz 帯域幅の場合においても、受信感度が 3dB 低くなるが、実際の受信帯域が 4.5MHz であることを考慮すると、許容干渉電力は 10MHz 帯域幅の場合と同一になる。

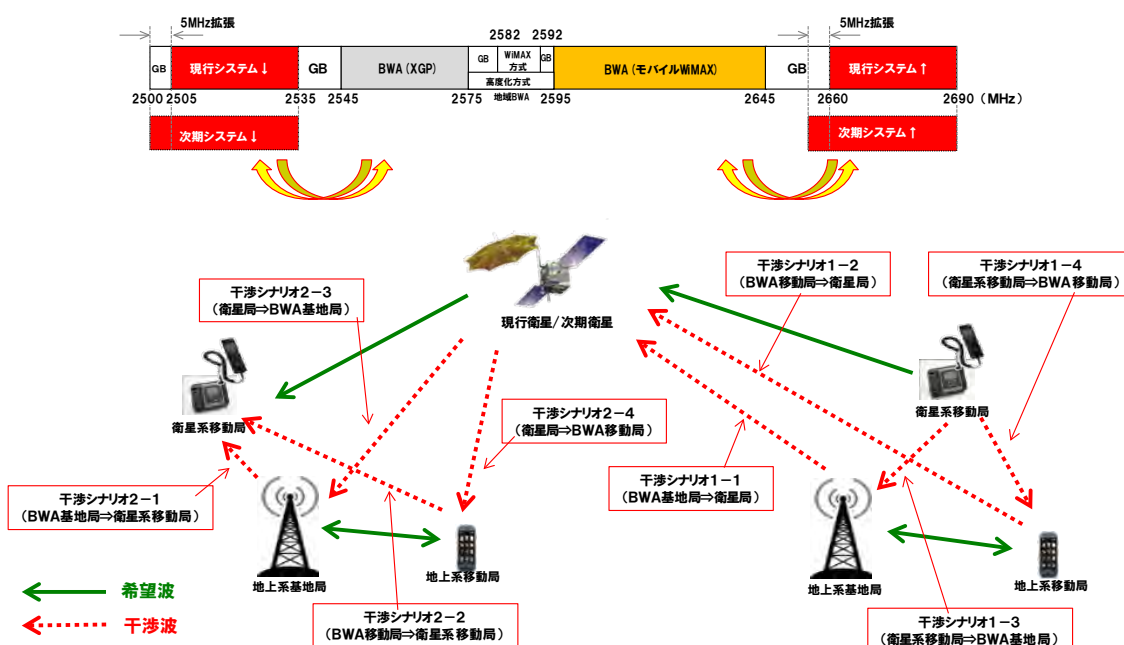
帯域外干渉については、受信感度 (-85dBm) に対し、所要 D/U 比-16dB を確保し、かつアンテナ利得として 6dB を付加することで、アンテナ入力前における許容干渉電力は-75dBm となる。

参考資料 2 BWA システムとの共用検討詳細

1 干渉検討モデル

BWA システムと次期システム間の共用可能性を評価するための干渉モデルを図参 2. 1-1 に示す。BWA システムが次期システムに割当てられた周波数帯（上り：2655～2690MHz／下り：2500～2535MHz）及び広帯域無線アクセスシステム（BWA）とのガードバンド（GB）（2535～2545MHz／2645～2655MHz）に割当てられたと想定し、衛星システムとの共用検討を実施する。

表参 2. 1-1 に干渉シナリオと検討手法を示す。干渉シナリオ 1-1～1-4 は、2.6GHz 帯（2645～2690MHz）に割当てられた場合の与干渉、被干渉の関係を示している。また、干渉シナリオ 2-1～2-4 は、2.5GHz 帯（2500～2545MHz）に割当てられた場合の与干渉、被干渉の関係を示している。



図参 2. 1-1 干渉検討モデル

- ・ 次期衛星局、基地局等、移動しない無線設備については、1対1対向モデルにおいて、最も干渉影響が大きくなる位置関係における所要改善量を算出
- ・ 衛星移動局、BWA 移動局のようにお互いに移動する無線設備については、確率的検討（モンテカルロ・シミュレーション）を適用して、共用可能性について評価

なお、干渉シナリオ 1-1 および 1-2 については、次期衛星局に対する干渉影響を評価するものであり、見通しがある場合には全ての BWA 基地局、BWA

移動局からの合成電波が干渉となり得る。そのため、1対1対向モデルでの評価結果から、複数局が設置された場合の合成干渉量の評価を実施し、設置可能局数に対する評価も合わせて実施する。

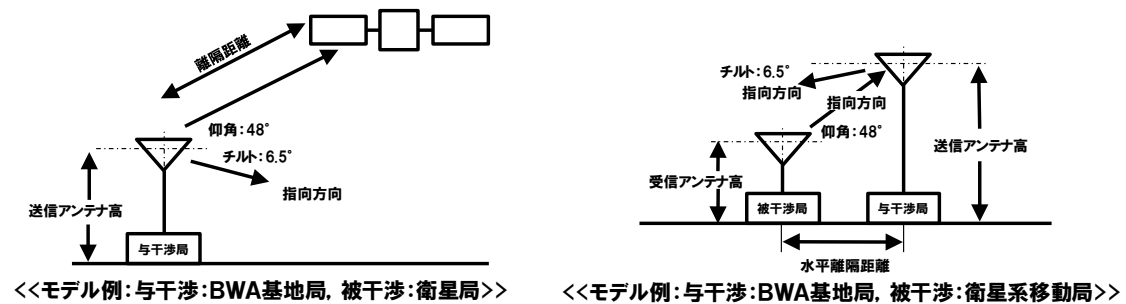
表参2. 1-1 干渉シナリオと検討手法

干渉シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法
干渉シナリオ1-1	BWA 基地局	次期衛星局	1対1対向モデル
干渉シナリオ1-2	BWA 移動局	次期衛星局	1対1対向モデル
干渉シナリオ1-3	次期移動局	BWA 基地局	1対1対向モデル
干渉シナリオ1-4	次期移動局	BWA 移動局	確率的検討
干渉シナリオ2-1	BWA 基地局	次期移動局	1対1対向モデル
干渉シナリオ2-2	BWA 移動局	次期移動局	確率的検討
干渉シナリオ2-3	次期衛星局	BWA 基地局	1対1対向モデル
干渉シナリオ2-4	次期衛星局	BWA 移動局	1対1対向モデル

1. 1 1対1対向モデル

1対1対向モデルとは、最も干渉影響の大きくなる与干渉局と被干渉局の位置関係において、与干渉局1局から被干渉局1局に対する干渉量が被干渉局の許容値を下回ることを評価する検討手法である。図参2. 1. 1-1に概略図を示す。図参2. 1. 1-1の左に示す図は、与干渉局としてBWA 基地局、被干渉局として次期衛星局を想定した1対1対向モデルであり、BWA 基地局の水平面の指向方向が次期衛星局の方向に向く場合が最も干渉量が大きくなる。また、図参2. 1. 1-1の右に示す図は、与干渉局としてBWA 基地局、被干渉局として次期移動局を想定した1対1対向モデルであり、次期移動局のアンテナ指向方向が仰角として48度方向であり、垂直面、水平面指向方向がBWA 基地局のアンテナ方向を向いた場合が最も干渉量が大きくなる。

ここで、衛星への仰角は48度を用いる。実際に仰角が概ね48度となるのは東京近郊であり、北海道の約37度から沖縄の離島の約60度の範囲で変化するため、影響も異なって見える。実際にBWA 基地局1局からの干渉影響を比較すると、仰角の小さいエリアの方が干渉影響は大きくなる。しかしながら、次期衛星局への干渉影響はBWA システムの設置局数に依存することから、最もBWA 基地局の数が多くなる東京近郊の条件で共用検討を実施することが最悪条件になると考えられる。そのため、仰角を48度と設定し、共用検討を実施する。

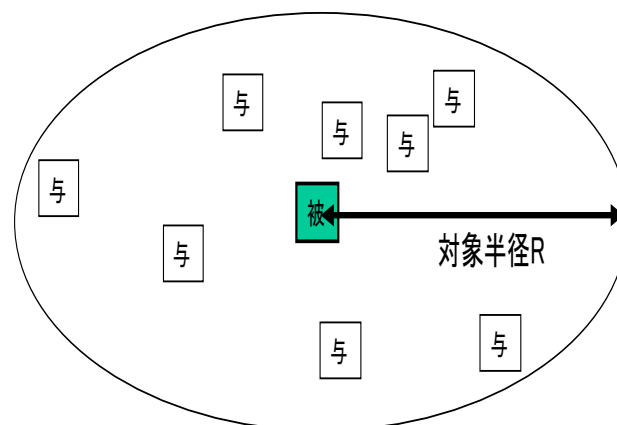


図参2. 1. 1-1 1対1対向モデルの概略

1. 2 確率的検討 (モンテカルロシミュレーション)

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

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



図参2. 1. 2-1 モンテカルロ・シミュレーションによる干渉検討イメージ

なお、モンテカルロ・シミュレーションにおけるパラメータに関し、評価半径は、広帯域無線アクセスシステムの情報通信審議会で適用された半径 1 km として検討を行う。これらの条件は地上系システムの陸上移動局からの干渉量を見積もる上で、十分大きな値である。また、同一タイミングで送信する陸上移動局の台数については、表参 2. 1. 2-1 に示す値を使用する。

表参 2. 1. 2-1 同一タイミングで送信する陸上移動局の台数

システム	XGP (次世代 PHS)
台数	34.2 台/km ²

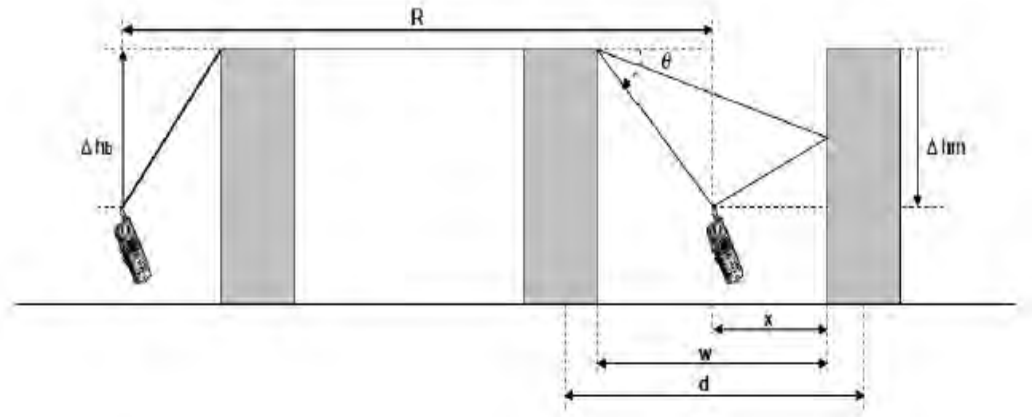
1. 3 モンテカルロ・シミュレーションにおける伝搬モデル

モンテカルロ・シミュレーションで用いた伝搬モデルは、平成 23 年度 情報通信審議会・携帯電話等高度化委員会報告 諮問第 2021 号 「2. 5 GHz 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」参考資料 2-4 に記載された SEAMCAT で用いる伝搬モデル (MS-MS 間伝搬モデル) を適用した。

本検討におけるモンテカルロ・シミュレーションには、欧州 CEPT の Spectrum Engineering WG で開発された SEAMCAT (Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool ver. 3.2.4) を適用した。現在の SEAMCAT の最新 ver. は 5.2.0 であるが、ver. 5.0.0 以降に Plugin の取り込み方法が変わったため、過去の共用検討で適用された Plugin が適用不可能となったこと、ver. 4.0.0~ver. 4.0.1 については、空間の設定にバグがあることが明らかであったことから、ver. 3.2.4 を適用している。

(1) MS-MS 間伝搬モデル

MS-MS 間の伝搬では、上述の情報通信審議会の報告書に記載された伝搬モデルを用いている。伝搬モデルを図参 2. 1. 3-1 に示す。



図参2. 1. 3-1 MS-MS 間伝搬モデル

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（ $R > 1$ m）

Δh_m 平均ビル高と移動局アンテナ高の差（典型的な値： 22.5 m）

x 移動局と回折の始まるエッジとの水平距離（典型的な値： 15 m）

w 平均道路幅（典型的な値： 30 m）

（2）伝搬式

$$L_{ms-ms} = -10\log\left(\frac{\lambda}{4\pi R}\right)^2 - 10\log\left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r}\left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta}\right)^2\right] \\ - 10\log\left[\left(\frac{d}{2\pi R}\right)^2 \frac{\lambda}{\sqrt{(\Delta h_m)^2 + d^2}}\left(\frac{1}{\phi} - \frac{1}{2\pi + \phi}\right)^2\right],$$

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

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

$$\phi = \tan^{-1}(|\Delta h_m|/d)$$

λ 波長

（3）LOS/NLOS の選択方法

MS 間距離が 1m 以内の場合には、自由空間損失として計算を行う。MS 間の距離が 1m から 50m の範囲の場合には、LOS となる確率が以下の式で表されるように、LOS と NLOS をランダムに選択する。LOS となる確率 P (LOS) は、移動局間の距離が大きくなるにつれて減少する。

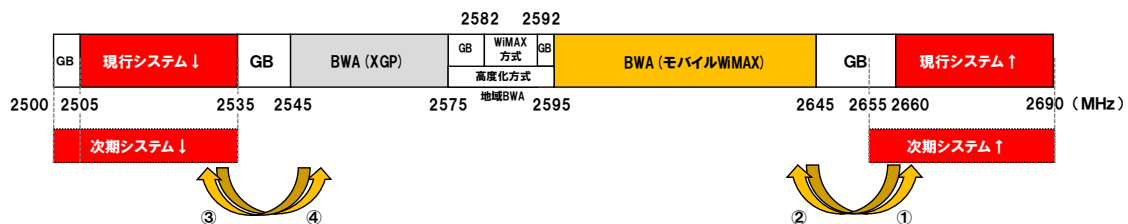
$$P(\text{LOS}) = \begin{cases} 1 & R \leq R_1 \\ \frac{R_2 - R}{R_2 - R_1} & R_1 < R < R_2 \\ 0 & R \geq R_2 \end{cases}$$

ここで、R1、R2 はそれぞれ 1m、50m である。

また、NLOS の式を適用する際には、シャドウイングとして 10dB を付加する。

2 BWA システムとの共用検討

BWA システムと次期システムの周波数関係について、図参 2. 2-1 に示し、近接するシステム間の共用検討として、①UQ コミュニケーションシステム社がサービスを提供しているモバイル WiMAX から次期衛星局への干渉影響、②次期移動局からモバイル WiMAX への干渉影響、③Wireless City Planning 社がサービスを提供している XGP から次期移動局への干渉影響、及び④次期衛星局から XGP への干渉影響について検討を実施する（表参 2. 2-1 参照）。



図参 2. 2-1 BWA システムと次期システムの共用検討対象

表参 2. 2-1 BWA システムと次期システム間の共用検討シナリオ

干渉シナリオ			検討手法	GB
No.	与干渉	被干渉		
①	モバイル WiMAX (基地局+移動局+ 小電力レピータ)	次期衛星局	1 対 1 対向モデル *1	5MHz
②-1	次期移動局	モバイル WiMAX 基地局	1 対 1 対向モデル	10MHz
②-2	次期移動局	モバイル WiMAX 移動局	確率的検討	10MHz
③-1	XGP 基地局	次期移動局	1 対 1 対向モデル	10MHz
③-2	XGP 移動局	次期移動局	確率的検討	10MHz

④－１	次期衛星局	XGP 基地局	１対１対向モデル	10MHz
④－２	次期衛星局	XGP 移動局	１対１対向モデル	10MHz

*1 モバイル WiMAX から次期衛星局への干渉影響については、平成 23 年度 情報通信審議会・携帯電話等高度化委員会報告 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」における検討手法を踏襲し、以下の局数で運用される場合のアグリゲーション干渉として評価を実施する。

（条件 1）基地局 6 万局、移動局 490 万局、小電力レピータ 10 万局

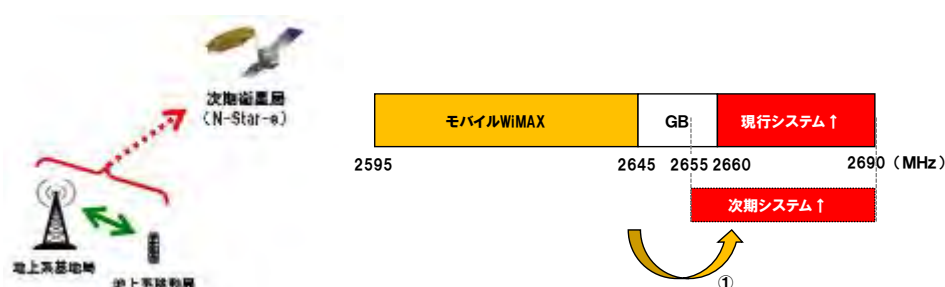
（条件 2）基地局 2 万局、移動局 200 万局、小電力レピータ 10 万局

2. 1 ① モバイル WiMAX から次期衛星局への干渉検討

モバイル WiMAX と、次期衛星局に対する共用検討の位置及び周波数関係を図参 2. 2. 2－1 に示す。平成 23 年度の情報通信審議会における共用検討では、次期衛星局は地上系システムと見通しがある場合、全ての無線設備の送信信号の合成電力が干渉となるものとして、モバイル WiMAX の基地局、移動局および小電力レピータについて、以下の局数で運用される場合のアグリゲーション干渉として評価が実施されていることから、本検討においても同様の手法において検討を実施した。

（条件 1）基地局 6 万局、移動局 490 万局、小電力レピータ 10 万局

（条件 2）基地局 2 万局、移動局 200 万局、小電力レピータ 10 万局



図参 2. 2. 1－1 BWA システム（モバイル WiMAX）と次期システムの関係

モバイル WiMAX と次期衛星局との共用検討結果を表参 2. 2. 1－1 に示す。本結果より、条件 1 においては所要改善量として約 13dB が残存しており、共用不可との結果となる。ここで、過去の情報通信審議会における共用検討においては、衛星局（現行）と共用可能との結論になっていることから、所

要改善量が増加した原因について考察する。モバイル WiMAX 側のパラメータおよび運用局数については、過去の情報通信審議会のパラメータを用いていることから、差分は現行と次期の衛星局側にある。次期の衛星局については、陸上エリアへのアンテナビームをシャープにしており、アンテナのピーク利得が 10.2dB 向上している。そのため、所要改善量が増加したと考える。

表参 2. 2. 1-1 モバイル WiMAX から次期衛星局への共用検討結果

干渉シナリオ			G B	所要改善量*1	備考
No.	与干渉	被干渉			
①	モバイル WiMAX (基地局 + 移動局 + 小電力レピータ)	次期衛星局	5 MHz	13.5dB (0.3dB)	条件 1*2
				10.2dB (-3.0dB)	条件 2*3

*1 () 内は平成 23 年度 情報通信審議会・携帯電話等高度化委員会報告 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」における所要改善量

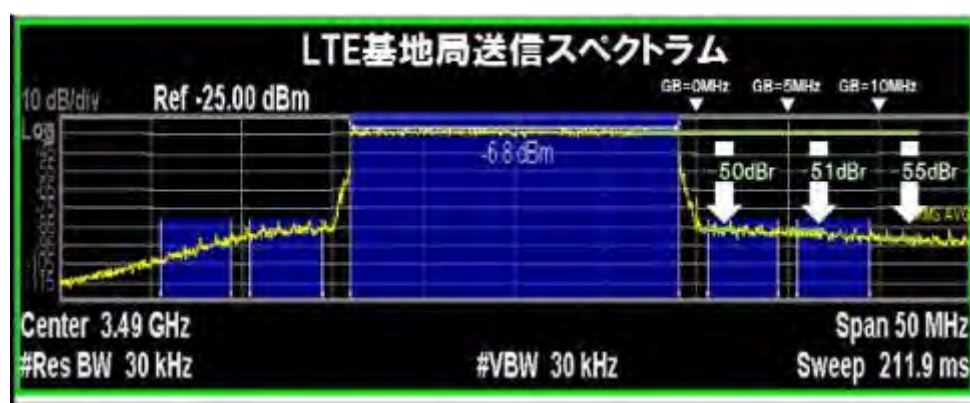
*2 (条件 1) 基地局 6 万局、移動局 490 万局、小電力レピータ 10 万局

*3 (条件 2) 基地局 2 万局、移動局 200 万局、小電力レピータ 10 万局

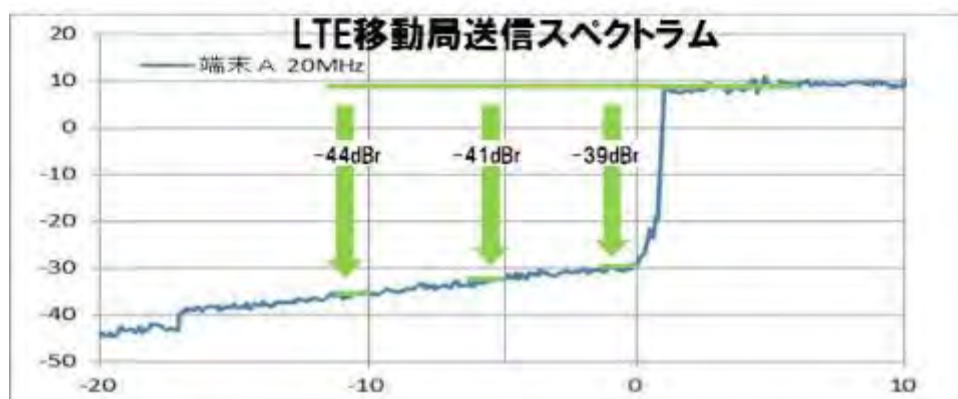
しかし、現状の所要改善量が残存する状況では、既存の BWA システムと次期衛星局の共用ができないこととなる。そのため、BWA システムの実力値を想定した検討を実施する。ただし、モバイル WiMAX の基地局、移動局、小電力レピータのスプリアス値として、実力値相当の情報を保有していないことから、特性差分は大きくないものと考え、LTE 基地局および LTE 移動局におけるスプリアス値を用いて追加検討を実施した。図参 2. 2. 1-2 に適用した LTE 基地局の送信スペクトラム例を示し、図参 2. 2. 1-3 に適用した LTE 移動局の送信スペクトラム例を示し、その結果を表参 2. 2. 1-2 に、条件 1 及び 2 の与干渉計算詳細を表参 2. 2. 1-3 及び表参 2. 2. 1-4 にそれぞれ示す。

BWA システムの実力値として、LTE の基地局および移動局の送信スペクトラムを用いた結果、GB として 5 MHz においては条件 1 で所要改善量 5.2dB、条件 2 で所要改善量 4.3dB、GB 10MHz において条件 1 で所要改善量 4.5dB、条件 2 で所要改善量 4.3dB が残存することが分かった。所要改善量が残存した主要因

は、基地局、移動局については実力値を適用して総合干渉レベルが低下したものの、小電力レピータについては規格値で共用検討を実施しているため、小電力レピータのスプリアス値がボトルネックとなったことに起因している。一般的に、無線装置の設計をするにあたり、装置のバラつき等を加味して規格値ギリギリで設計することは無く、3 dB 程度のマージンを持って設計されることから、小電力レピータについても、3 dB 程度の改善は見込まれるものと考えられる。また、本検討は規格値による最悪条件で検討したが、実際に小電力レピータから放射される電力は環境や移動局等の数に応じて減少するため、平均電力を見込むことも可能である。このように、設計マージンや平均電力等を加味することで、共用可能である。



図参 2. 2. 1-2 LTE 基地局の送信スペクトラム例



図参 2. 2. 1-3 LTE 移動局の送信スペクトラム例

表参 2. 2. 1-2 モバイル WiMAX から次期衛星局への追加検討結果

干渉シナリオ			G B	所要改善量		備考
No.	与干渉	被干渉		スプリアス 値	実力値	
①	モバイル WiMAX（基地局 +移動局+小 電力レピー タ）	次期衛星局	5 MHz	13. 5dB	5. 2dB	条件 1
				10. 2dB	4. 3dB	条件 2
			10MHz	13. 5dB	4. 5dB	条件 1
				10. 2dB	4. 0dB	条件 2

表参 2. 2. 1-3 モバイル WiMAX から次期衛星局への与干渉計算詳細（条件 1）

項目		WiMAX BS	WiMAX Rep(to MS)	WiMAX MS	WiMAX Rep(to BS)
周波数	MHz	2, 655. 0	2, 655. 0	2, 655. 0	2, 655. 0
空中線電力	dBm	-13. 0	-16. 0	-16. 0	-16. 0
アンテナ利得	dBi	17. 0	2. 0	5. 0	5. 0
給電線損失]	dB	5. 0	0. 0	0. 0	0. 0
EIRP 密度（帯域内）		-1. 0	-14. 0	-11. 0	-11. 0
稼働局数		60, 000. 0	100, 000. 0	4, 900, 000. 0	100, 000. 0
衛星高度（伝搬距離）	M	37, 240, 000. 0	37, 240, 000. 0	37, 240, 000. 0	37, 240, 000. 0
自由空間損失	dB	192. 3	192. 3	192. 3	192. 3
大気吸収損失	dB	0. 2	0. 2	0. 2	0. 2
フェージング損失	dB	3. 0	3. 0	3. 0	3. 0
人体損失	dB	0. 0	0. 0	8. 0	0. 0
壁損失	dB	0. 0	10. 0	0. 0	10. 0
偏波損失	dB	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
伝搬ロス	dB	198. 5	208. 5	206. 5	208. 5
送信アンテナ指向性減衰量	dB	-27. 1	0. 0	0. 0	0. 0
受信アンテナ指向性減衰量	dB	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
アンテナ指向性減衰（合計）	dB	-27. 1	0. 0	0. 0	0. 0
稼働率	dB	0. 0	0. 0	-10. 0	-10. 0
送信確率（Duty）	dB	-2. 0	-2. 0	-4. 3	-4. 3
衛星エリアカバー率	dB	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
衛星アンテナ利得	dBi	51. 0	51. 0	51. 0	51. 0
衛星給電線損失	dB	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
干渉量	dBm/MHz	-126. 9	-120. 5	-110. 9	-129. 8
総干渉量	dBm/MHz	-110. 3			
許容干渉電力	dBm/MHz	-123. 8			
所要改善量	dB	13. 5			

表参 2. 2. 1-4 モバイル WiMAX から次期衛星局への与干渉計算詳細（条件 2）

項目		WiMAX BS	WiMAX Rep(to MS)	WiMAX MS	WiMAX Rep(to BS)
周波数	MHz	2,655.0	2,655.0	2,655.0	2,655.0
空中線電力	dBm	-13.0	-16.0	-16.0	-16.0
アンテナ利得	dBi	17.0	2.0	5.0	5.0
給電線損失]	dB	5.0	0.0	0.0	0.0
EIRP 密度（帯域内）		-1.0	-14.0	-11.0	-11.0
稼働局数		20,000.0	100,000.0	2,000,000.0	100,000.0
衛星高度（伝搬距離）	M	37,240,000.0	37,240,000.0	37,240,000.0	37,240,000.0
自由空間損失	dB	192.3	192.3	192.3	192.3
大気吸収損失	dB	0.2	0.2	0.2	0.2
フェージング損失	dB	3.0	3.0	3.0	3.0
人体損失	dB	0.0	0.0	8.0	0.0
壁損失	dB	0.0	10.0	0.0	10.0
偏波損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0
伝搬ロス	dB	198.5	208.5	206.5	208.5
送信アンテナ指向性減衰量	dB	-27.0	0.0	0.0	0.0
受信アンテナ指向性減衰量	dB	0.0	0.0	0.0	0.0
アンテナ指向性減衰（合計）	dB	-27.0	0.0	0.0	0.0
稼働率	dB	0.0	0.0	-10.0	-10.0
送信確率（Duty）	dB	-2.0	-2.0	-4.3	-4.3
衛星エリアカバー率	dB	0.0	0.0	0.0	0.0
衛星アンテナ利得	dBi	51.0	51.0	51.0	51.0
衛星給電線損失	dB	0.0	0.0	0.0	0.0
干渉量	dBm/MHz	-131.5	-120.5	-114.8	-129.8
総干渉量	dBm/MHz	-113.6			
許容干渉電力	dBm/MHz	-123.8			
所要改善量	dB	10.2			

2. 2 ② 次期移動局からモバイル WiMAX への干渉検討

次期衛星システムの次期移動局からモバイル WiMAX に対する共用検討の位置及び周波数関係を図 2. 2. 2-1 に示す。

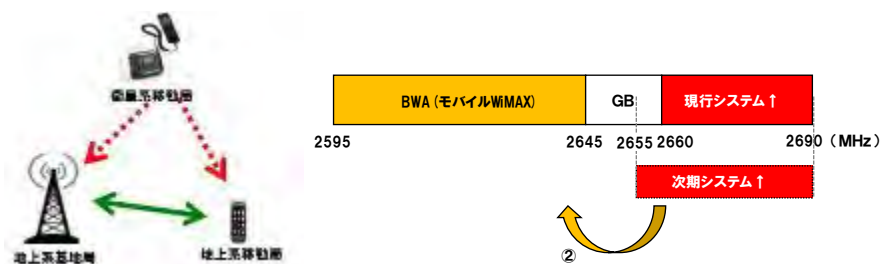


図 2. 2. 2-1 BWA システム（モバイル WiMAX）と次期システムの関係

次期移動局とモバイル WiMAX 基地局との共用検討結果を表参 2. 2. 2-1 に、与干渉計算詳細を表参 2. 2. 2-2 示す。本結果より、No. ②-1 モバイル WiMAX 基地局への共用検討においては所要改善量として 12.7dB が残存

しており、共用不可との結果となる。ここで、過去の情報通信審議会における共用検討においては、共用可能との結論になっていることから、原因について考察する。過去の情報通信審議会の結果を改めて確認すると、GB=5MHz において所要改善量として 26.7dB が残存するものの、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であるものとして共用可能との結論になっている。本検討結果における所要改善量は過去の情報通信審議会における所要改善量を下回っており、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であれば、共用可能との結論が得られるものと考えるが、10%の周波数劣化を許容可能か否かは事業者間の合意の元、運用することが望ましい。

表参 2. 2. 2-1 次期移動局からモバイル WiMAX への共用検討結果

干渉シナリオ			G B	所要改善量
No.	与干渉	被干渉		
②-1	次期移動局	モバイル WiMAX 基地局	10MHz	12.7dB *1
②-2	次期移動局	モバイル WiMAX 移動局	10MHz	-65.4dB

*1 情報通信審議会「携帯電話等高度化委員会報告（平成 25 年 5 月 17 日）」
 においては、離隔距離を 45m とし、共用検討を実施した結果、所要改善量として 26.7dB (GB=5MHz) が残るものの、モバイル WiMAX システムにおける 10%の周波数劣化を許容可能であるものとして共用可能との結論

表参 2. 2. 2-2 次期移動局からモバイル WiMAX 基地局への与干渉計算詳細

システム	項目		Adj-ch
			GB=10MHz
			帯域内干渉
	周波数	MHz	2,655.0
次期移動局	SEM	dBm/MHz	-22.5
	給電損失	dB	0.0
	アンテナ利得	dBi	12.6
	指向性減衰量	dB	-2.0
空間損	離隔距離	m	45.0
	伝搬損失	dB	76.4
	仰角	deg.	40.5
WiMAX BS	アンテナ利得	dBi	17.0
	アンテナチルト角	deg.	4.0
	指向性減衰量	dB	-24.8
	給電損失	dB	-5.0
	許容干渉電力	dBm/MHz	-113.8
	到達干渉電力	dBm/MHz	-101.1
	所要改善量	dB	12.7

2. 3 ③ XGP から次期移動局への干渉検討

XGP から次期衛星システムの次期移動局に対する共用検討の位置及び周波数関係を図参 2. 2. 3-1 に示す。XGP と次期衛星システム間の GB は、現行衛星システムと変わらず 10MHz である。また、次期移動局に使用するアンテナ利得、パターン等は現行と同等であり、また、干渉波からの耐力（許容干渉レベル）も現行移動局と変わらないことから、平成 23 年度 情報通信審議会・携帯電話等高度化委員会報告 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「広帯域移動無線アクセスシステムの高度化に関する技術的条件」における共用検討結果と同様に帯域内干渉については所要改善量がマイナスとなるため、共用可能である。

また、帯域外干渉については、上述の情報通信審議会報告と同様に所要改善量が 4.1dB 残る結果となったが、同情報通信審議会報告と同様に事業者間の調整を行うことにより共用可能である（表参 2. 2. 3-1 及び表参 2. 2. 3-2 参照）。



図参 2. 2. 3-1 BWA システム (XGP) と次期システムの関係

表参 2. 2. 3-1 XGP から次期移動局への共用検討結果

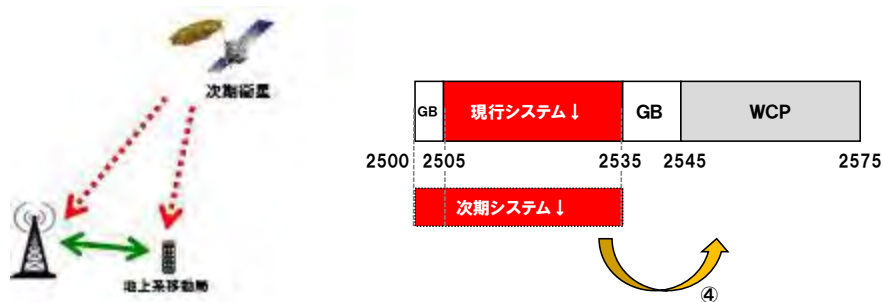
干渉シナリオ			G B	所要改善量	
No.	与干渉	被干渉		帯域内干渉	帯域外干渉
③-1	XGP 基地局	次期移動局	10MHz	0.0dB	4.1dB
③-2	XGP 移動局	次期移動局	10MHz	-0.9dB	-36.8dB

表参 2. 2. 3-2 BWA システム基地局 (XGP) から次期移動局への与干渉計算詳細

システム		項目	Adj-ch	
			GB=10MHz	
			帯域内干渉	帯域外干渉
XGP BS	周波数	MHz	2, 535. 0	2, 535. 0
	送信出力	dBm		46. 0
	SEM	dBm/MHz	-42. 0	
	給電損失	dB	-5. 0	-5. 0
	アンテナ利得	dBi	17. 0	17. 0
	アンテナチルト角	deg.	4. 0	4. 0
	指向性減衰量	dB	-1. 4	-1. 4
空間損	離隔距離	m	380. 0	380. 0
	伝搬損失	dB	92. 2	92. 2
	仰角	deg.	5. 8	5. 8
次期移動局	アンテナ利得	dBi	12. 6	12. 6
	指向性減衰量	dB	-13. 9	-13. 9
	給電損失	dB	0. 0	0. 0
	許容干渉電力	dBm/MHz	-124. 9	-41. 0
	到達干渉電力	dBm/MHz	-124. 9	-36. 9
	所要改善量	dB	0. 0	4. 1

2. 4 ④ 次期衛星局から XGP への干渉検討

次期衛星局から XGP に対する共用検討の位置及び周波数関係を図参 2. 2. 4-1 に示す。被干渉側システムである XGP に関しては、共用検討パラメータに変更は無い。一方で、与干渉側システムである次期衛星局については、現行の衛星局から陸上エリアへのアンテナビームをシャープにしておき、アンテナのピーク利得が 10.2dB 向上しているものの、GB が 10MHz における所要改善量はマイナスであり、共用可能である（表参 2. 2. 4-1 から表参 2. 2. 4-3 まで参照）。



図参 2. 2. 4-1 BWA システム (XGP) と次期システムの関係

表参 2. 2. 4-1 次期衛星局から XGP への共用検討結果

干渉シナリオ			G B	所要改善量
No.	与干渉	被干渉		
④-1	次期衛星局	XGP 基地局	10MHz	-12.5dB
④-2	次期衛星局	XGP 移動局	10MHz	-3.1dB

表参 2. 2. 4-2 次期衛星局から BWA 基地局 (XGP) への与干渉

システム	項目		Adj-ch
			GB=10MHz
			帯域内干渉
	周波数	MHz	2,535.0
次期衛星	送信 EIRP 密度	dBm/MHz	91.6
	マスク減衰量	dBr	-7.8
空間損	離隔距離	km	37,240.0
	伝搬損失	dB	191.8
	フェージング 損失	dB	3.0
XGP BS	アンテナ高	m	40.0
	アンテナ利得	dBi	17.0
	給電損失	dB	-5.0
	チルト角	deg.	4.0
	指向性減衰量	dB	-27.4
	許容干渉電力	dBm/MHz	-114.0
	到達干渉電力	dBm/MHz	-126.5
	所要改善量	dB	-12.5

表参 2. 2. 4-3 次期衛星局から BWA 移動局 (XGP) への与干渉

システム	項目		Adj-ch
			GB=10MHz
			帯域内干渉
	周波数	MHz	2,500.0
次期衛星	送信 EIRP 密度	dBm/MHz	91.6
	マスク減衰量	dBr	-7.8
空間損	離隔距離	km	37,240.0
	伝搬損失	dB	191.8
	フェージング 損失	dB	3.0
XGP MS	アンテナ高	m	1.5
	アンテナ利得	dBi	4.0
	給電/人体損失	dB	-8.0
	チルト角	deg.	0.0
	指向性減衰量	dB	0.0
	許容干渉電力	dBm/MHz	-112.0
	到達干渉電力	dBm/MHz	-115.1
	所要改善量	dB	-3.1

参考資料 3 JCSAT-5A との共用検討詳細

次期移動局から JCSAT-5A に対する干渉影響の詳細計算結果を表参 3-1 に示す。この結果より、ガードバンド幅が 1 MHz となった場合においても、所要改善量はマイナスであり、5 万局以上の次期移動局を設置可能であることから、共用可能である。

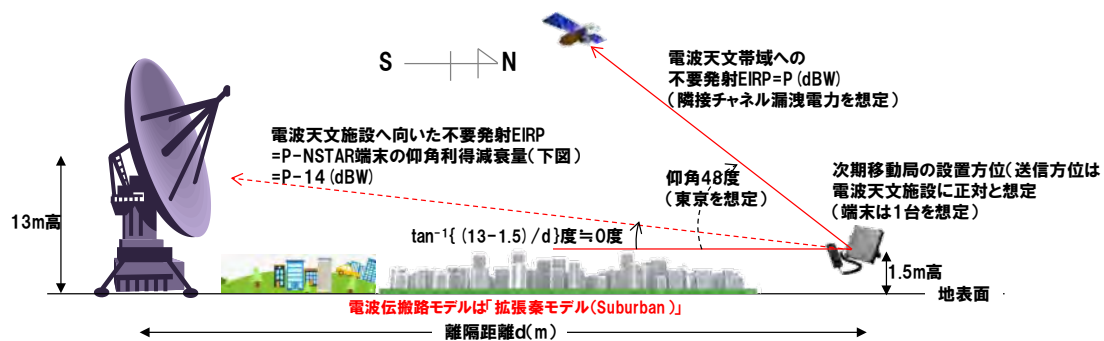
表参 3-1 次期移動局から JCSAT-5A への与干渉

周波数 [MHz]	2,645.0	2,646.0	2,647.0	2,648.0	2,649.0	2,650.0
スプリアス [dBm]	-22.5	-22.5	-22.5	-22.5	-22.5	-5.4
アンテナ利得 [dBi]	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6
給電線損失 [dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
帯域幅 [MHz]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
EIRP 密度 (帯域内)	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	-9.9	7.2
稼働局数	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
衛星高度 (伝搬距離) [km]	37,240.0	37,240.0	37,240.0	37,240.0	37,240.0	37,240.0
広がり損失	162.4	162.4	162.4	162.4	162.4	162.4
大気吸収損失	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
フェージング損失	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
人体損失	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
壁損失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
偏波損失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
伝搬ロス	173.6	173.6	173.6	173.6	173.6	173.6
送信アンテナ指向性減衰量 [dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
受信アンテナ指向性減衰量 [dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アンテナ指向性減衰 (合計) [dB]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
稼働率	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
送信確率 (Duty)	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3
衛星エリアカバー率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
干渉量	-197.8	-197.8	-197.8	-197.8	-197.8	-180.7
許容干渉電力 [dBm/MHz]	-90.7	-90.7	-90.7	-91.7	-98.7	-105.7
所要改善量 [dB]	-107.1	-107.1	-107.1	-106.1	-99.1	-75.0
運用可能局数 [局]	51,320,301,598	51,320,301,598	51,320,301,598	40,765,164,574	8,133,719,663	31,643,841

周波数 [MHz]	2, 651. 0	2, 652. 0	2, 653. 0	2, 654. 0
スプリアス [dBm]	-5. 4	-5. 4	-5. 4	-5. 4
アンテナ利得 [dBi]	12. 6	12. 6	12. 6	12. 6
給電線損失 [dB]	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
帯域幅 [MHz]	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
EIRP 密度 (帯域内)	7. 2	7. 2	7. 2	7. 2
稼働局数	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
衛星高度 (伝搬距離) [km]	37, 240. 0	37, 240. 0	37, 240. 0	37, 240. 0
広がり損失	162. 4	162. 4	162. 4	162. 4
大気吸収損失	0. 2	0. 2	0. 2	0. 2
フェージング損失	3. 0	3. 0	3. 0	3. 0
人体損失	8. 0	8. 0	8. 0	8. 0
壁損失	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
偏波損失	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
伝搬ロス	173. 6	173. 6	173. 6	173. 6
送信アンテナ指向性 減衰量 [dB]	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
受信アンテナ指向性 減衰量 [dB]	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
アンテナ指向性減衰 (合計) [dB]	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
稼働率	-10. 0	-10. 0	-10. 0	-10. 0
送信確率 (Duty)	-4. 3	-4. 3	-4. 3	-4. 3
衛星エリアカバー率	0. 0	0. 0	0. 0	0. 0
干渉量	-180. 7	-180. 7	-180. 7	-180. 7
許容干渉電力 [dBm/MHz]	-112. 7	-119. 7	-126. 7	-133. 7
所要改善量 [dB]	-68. 0	-61. 0	-54. 0	-47. 0
運用可能局数 [局]	6, 313, 776	1, 259, 764	251, 356	50152

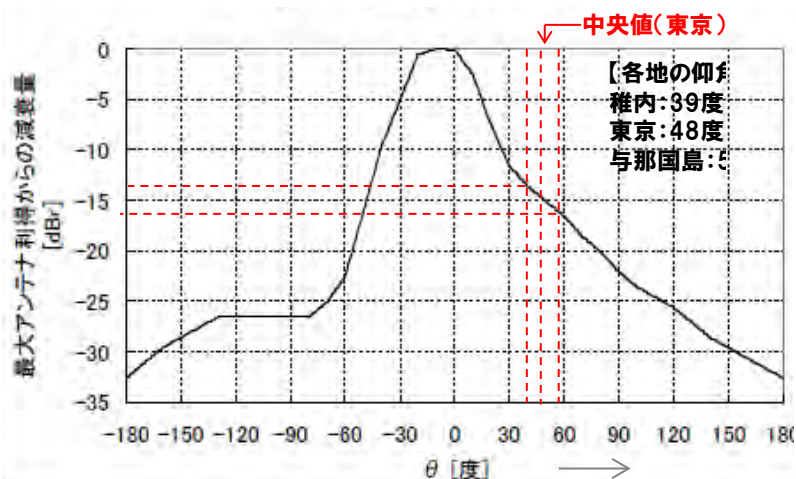
参考資料 4 電波天文との共用検討詳細

次期移動局と電波天文との干渉影響について、最悪モデルによる 1 対 1 検討を実施した。



図参 4 - 1 最悪モデルによる 1 対 1 検討概要

次期移動局 1 台が電波天文設備（アンテナ中心高 13m）に正対し、次期移動局は地上 1.5m の高さで仰角 48 度を向いたモデルであり、電波伝搬路モデルとして拡張秦モデル（Suburban）を適用し、次期移動局の垂直面内指向性減衰については、図参 4 - 2 に示す通り、緯度による減衰量の差異は $\pm 1\text{dB}$ 程度であることを踏まえ、減衰の中央値（15dB）にマージン 1dB を考慮して 14dB と設定して計算を実施する。



図参 4 - 2 次期移動局の垂直面内指向性減衰

また、次期移動局の開発中メーカーにより、試作機の実測を行ったところ、電波天文帯域に対する不要発射レベルの値は概ね $-50\text{dBm}/4\text{kHz}$ であることが分

かった。この値に対して 5dB のマージンを加えて、不要発射レベルの最悪値を -45dBm/4kHz で一様分布すると仮定し、電波天文施設に対して帯域内干渉電力として評価した。

表参 4 - 1 に 1 対 1 正対モデルの計算結果を示す。この結果から、正対した状態では、離隔距離として約 7.4km を確保する必要があることが分かった。

表参 4 - 1 1 対 1 正対モデル計算結果

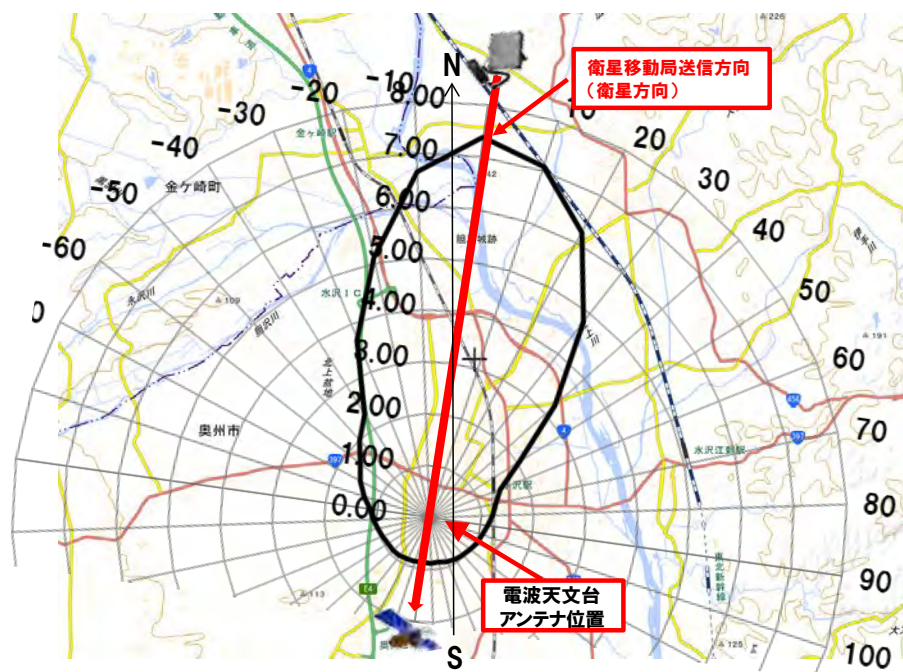
	単位	1.2MHz モード
		実力値考慮
帯域外領域	dBm/4kHz	-45
スプリアス領域	dBm/4kHz	-45
不要発射電力	dBW/天文帯域(10MHz)	-41.0
次期移動局アンテナ利得	dBi	12.6
俯角減衰量	dB	14
天文方向 EIRP	dBW	-42.4
許容入力干渉電力	dBW	-207
所要離隔距離	m	7376
伝搬減衰量※	dB	164.6
所要改善量	dB	0

※伝搬減衰量は SEAMCAT における拡張秦式（郊外モデル）による

また、水沢天文台を例に、干渉影響が想定される地理的範囲について検討を実施した。次期移動局が指向性アンテナ運用であることを考慮した上で各方位の所要離隔距離を算出し、図示した結果を図参 4 - 3 に示す。

次期移動局から電波天文への干渉については、地理的に限定的な範囲において影響があることが確認された。電波天文業務への影響を運用面から回避する一案として、次期移動局の利用者に対して注意喚起を行うことが挙げられる。具体的には、5GHz 帯無線 LAN 製品と同じく、製品に対して考慮すべき電波天文設備を列記し、電波天文設備周辺での運用時には、アンテナ方位が電波天文施設に向かないようにとの注意喚起を紙面で同梱するなどの方法が考えられる。

このような運用面での対処を考慮することにより、地理的な運用制限を設けることなく、次期移動局と電波天文設備は共用可能である。



図参 4－3 干渉影響範囲（水沢天文台の例）

参考資料 5 無線 LAN との共用検討詳細

無線 LAN から次期移動局への干渉影響について計算した結果を、表参 5－1 に示す。帯域内干渉において約 80m、帯域外干渉において約 60m の所要離隔距離が残る結果となった。しかし、次期移動局の被干渉条件は現行移動局と同一であり、現行移動局が無線 LAN と隣接した周波数を使用して相互に運用が行われている現状を踏まえると、次期移動局においても、無線 LAN とは共用可能である。

表参 5－1 無線 LAN→次期移動局 干渉計算結果

		帯域外干渉	帯域内干渉
無線 LAN	周波数	2497 MHz	2500 MHz
	送信電力	10 dBm/MHz	－
	不要輻射レベル	－	－16 dBm/MHz
	占有周波数帯幅	26 MHz	－
	アンテナ利得	2.14 dBi	2.14 dBi
	フィーダー損失	0 dB	0 dB
	指向性減衰	0 dB	0 dB
	EIRP	26.3dBm	－13.9 dBm/MHz
伝搬路	電波伝播距離	57.3 m	80.0 m
	伝播損失（拡張系）	89.0 dB	113.7 dB
次期移動局	アンテナ利得	12.7 dBi	12.7 dBi
	フィーダー損失	0 dB	0 dB
	指向性減衰	10 dB	10 dB
	許容干渉電力	－60 dBm	－124.9 dBm/MHz
	干渉電力	－60 dBm	－124.9 dBm/MHz
	所要改善量	0 dB	0 dB

次期衛星局から無線 LAN への干渉影響について計算した結果を、表参 5－2 に示す。次期衛星局から無線 LAN への干渉影響について計算した結果、帯域外干渉の所要改善量はマイナスとなった。また、帯域内干渉に関しては、衛星の NPR（Noise Power Ratio）を考慮した検討を行った。衛星に搭載されるマルチキャリアアンプにおいては、自帯域内における所望信号の D/U 比を確保するた

め、送信電力密度と雑音電力密度のレベル比である NPR を設計に盛り込むことが一般的であり、S 帯移動通信衛星では、NPR として 15dB 程度を実現できることが分かっている※。次期衛星局から無線 LAN への帯域内干渉に関し、次期衛星局の NPR として 4.9dB 以上が見込まれる場合、所要改善量がマイナスとなることが分かった。次期衛星は開発中で具体的な数値を定めることは適切ではないが、一般的な NPR が確保されれば、上記の所要改善量は満たせるものと考えられる。

以上を踏まえ、次期衛星局の NPR が適切に確保される条件において、次期衛星局と無線 LAN は共用可能である。

※A. Darband, i, M. Zoyo, J.Y. Touchais and Y. Butel , ” Flexible S-band SSPA for Space Application ” , 2008 NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems, 2008.

表参考 5－2 次期衛星局→無線 LAN 干渉計算結果

		帯域外干渉	帯域内干渉
次期衛星局	周波数	2500 MHz	2497MHz
	送信マスク減衰量	—	(0dB)
	衛星送信アンプ NPR	—	4.9dB
	不要輻射 EIRP	107 dBm	86.7 dBm/MHz
伝搬路	電波伝播距離	37183 km	37183 km
	自由空間伝播損失	191.81 dB (FSL)	191.81 dB (FSL)
	大気吸収＋フェーディング損失	3.2 dB	3.2 dB
無線 LAN	指向減衰	0 dB	0 dB
	許容干渉電力	−68.1 dBm	−108.3 dBm/MHz
	干渉電力	−88.0 dBm	−108.3 dBm/MHz
	所要改善量	−19.9 dB	0 dB

参考資料 6 VICS との共用検討詳細

(1) VICS (路上送信局) → 次期移動局への干渉影響

VICS (路上送信局) → 次期移動局への干渉計算結果を、表参 6-1 に示す。
VICS (路上送信局) から次期移動局への干渉影響について計算した結果、帯域内干渉において約 90m、帯域外干渉において約 1.8km の所要離隔距離が残る結果となった。しかし、次期移動局の被干渉条件は現行移動局と同一であり、現行移動局が VICS (路上送信局) と隣接した周波数を使用して相互に運用が行われている現状を踏まえると、次期移動局においても、VICS (路上送信局) とは共用可能である。

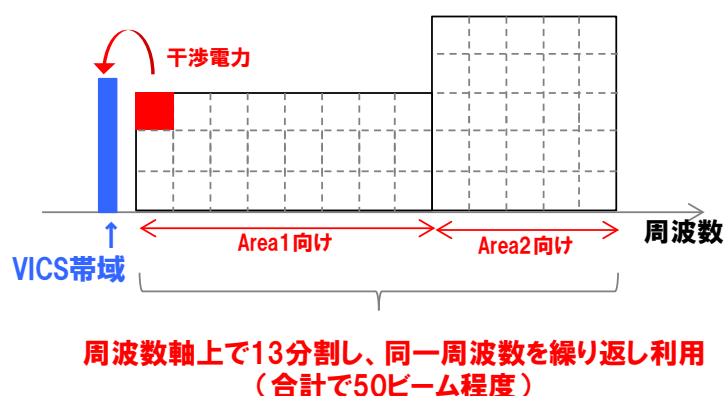
表参 6-1 VICS (路上送信局) → 次期移動局 干渉計算結果

			帯域外干渉	帯域内干渉
与干渉システム	VICS (路上送信局)	周波数	2499.7 MHz	2500 MHz
		不要輻射電力	—	-26.02dBm/MHz
		占有帯域幅	85 kHz	85 kHz
		送信電力	20mW	—
		フィーダー損失	3 dB	3 dB
		アンテナ利得	7 dBi	7 dBi
		EIRP	17.0 dBm	-22.02 dBm/MHz
	伝搬路	電波伝播距離 (所要離隔距離)	92.4 m	1820 m
		自由空間伝播損失	79.7dB	105.6 dB
被干渉システム	次期 移動局	アンテナ利得	12.7 dBi	12.7 dBi
		指向減衰	10 dB	10 dB
		許容干渉電力	-60 dBm	-124.9 dBm/MHz
		干渉電力	-60 dBm (FSL)	-124.9 dBm/MHz (FSL)
		所要改善量	0.00 dB	0.00 dB

（２）次期衛星局→VICS(車載局) への干渉影響

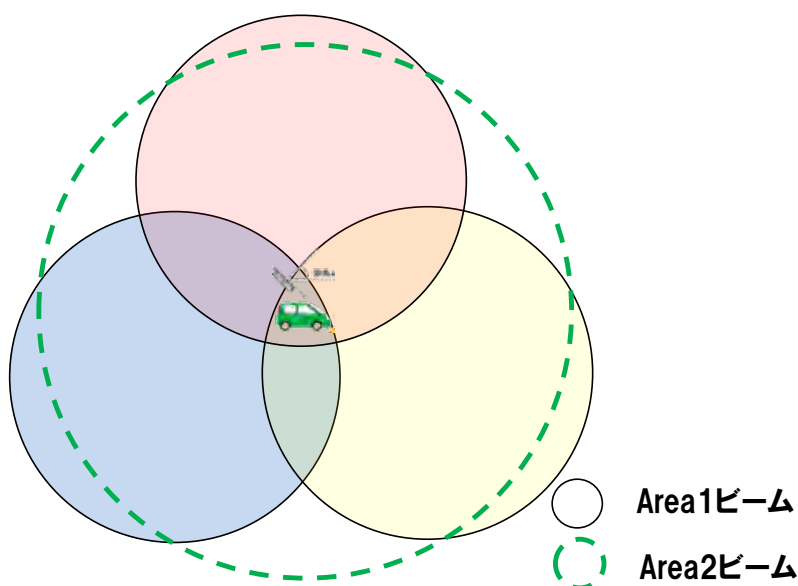
干渉計算（帯域外干渉）の前提条件として、次期衛星局におけるマルチビームに関する考察を行った。次期衛星局では全サービスエリアを 50 程度のビームに分割されており、衛星から送信された電力のうち、1 台の隣接帯域システム受信機への帯域外干渉として寄与する電力は、被干渉受信機の在圏する特定の 1 ビームへの電力が支配的となる。このことから干渉計算に用いる 1 ビーム当たりの衛星からの寄与電力は、衛星の全送信電力の 1/50（17dB 減）となる（図参 6－1 参照）。

**VICS端末への干渉に寄与するのは自ビームに向けられた電力のみ
≡与干渉電力は「衛星の全送信電力÷NSTARビーム数」となる**



図参 6－1 次期衛星局からの帯域外干渉における電力の考え方

更に、地理的に隣接したビームからの影響、重複利用するエリアの影響についても検討を実施した。地理的な最悪干渉条件として、陸上向けエリア（Area1）の 3 ビームの交わる領域を想定し、かつそこに陸上・沿岸部向けエリア（Area2）のビーム中心がある場合をモデル化する。実際のビーム配置としては、Area1 の隣接したビーム（最悪は 3 ビーム重複）と、そこにオーバーレイした Area2 のやや半径の大きい 1 ビームが考えられる（図参 6－2 参照）。



図参 6－2 隣接ビームからの重複影響モデル化

最悪のケースでは、図中の円で示された 4 つのビームに対する衛星からの下り電波が VICS 車載機において干渉電波として受信されることになる。（ただし、自システム内干渉回避のため、すべての円での周波数重複はない）

本来、ビーム中心と周辺部では到来電力に差があるが、ここでは簡単のために中心の電力が重複受信されると仮定し、また、周波数の違いによる影響度の差分も考慮しない（以上は最悪値想定となる）。この時、VICS 受信機に到来する電力は、各ビームに向けられた電力の 4 倍となるので、在圏ビーム 1 波のみの干渉想定の場合との差分としては、 $10\log_{10}(4) \div 6\text{dB}$ となる。そのため、前ページの電力分割に対して、他ビームからの影響に対するマージンとしては、6dB を想定すれば十分と考えられる。

帯域外干渉については、以上に示した 1 ビーム向け電力分割損として 17dB、他ビームからの電力干渉マージン 6dB を考慮して計算を実施した。表参 6－2 に計算結果を示す。帯域外干渉、帯域内干渉とも所要改善量はマイナスとなることから、共用可能である。

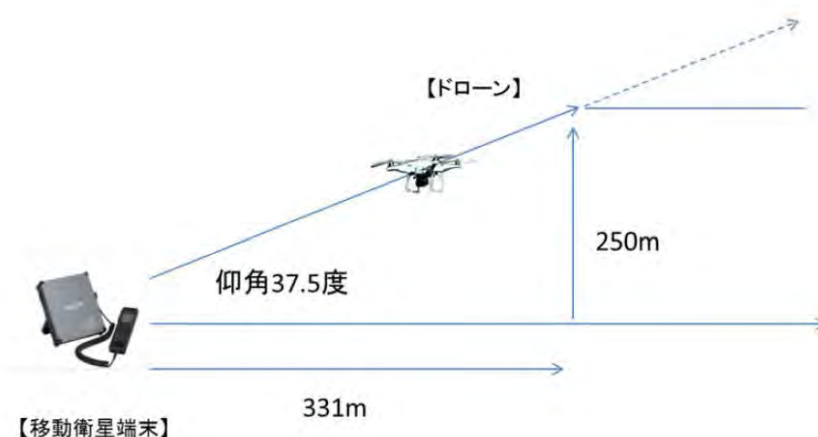
表参 6－2 次期衛星局→VICS(車載局) 干渉計算結果

			帯域外干渉	帯域内干渉
与干渉システム	次期衛星	周波数	2500 MHz	2499.7 MHz
		送信マスク減衰量	—	0.3 dB
		不要輻射 EIRP	107 dBm	91.3 dBm/MHz
		参照帯域幅換算 (1MHz→85kHz)	—	10.7dB
		1 ビーム向け電力分割 損(1/50)	17dB	—
		他ビームからの電力干渉 マージン	6dB	—
	伝搬路	電波伝播距離	37183 km	37183 km
		自由空間伝播損失	191.81 dB	191.81 dB
		大気吸収＋フェージン グ損失	3.2 dB	3.2 dB
被干渉システム	VICS (車載機)	アンテナ利得	2 dBi	2 dBi
		許容干渉電力	−90.4 dBm	−90.4 dBm/85kHz
		干渉電力	−97.0 dBm	−112.4dBm/85kHz
		所要改善量	−6.6 dB	−22.0 dB

参考資料 7 ロボット用無線システム（ドローン等）との共用検討詳細

（１）ロボット用無線システム（ドローン等）から現行移動局への干渉影響
ロボット用無線システムが現行移動局に与える影響については、情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）において検討が行われている。

図参 7-1 のモデルに基づき、電波伝搬モデルについては、拡張秦モデル（郊外型）とし、上空での利用については、高度 250m を上限に、現行移動局の空中線指向性方向にドローン等が位置する場合を基本（仰角は、最も影響の大きくなる稚内での仰角 37.5 を想定）として検討が行われている。



図参 7-1 共用検討モデル

ロボット用無線システムの不要発射による帯域内での干渉（干渉タイプ A）と、感度抑圧による帯域外での干渉（干渉タイプ B）の双方の評価結果を表参 7-1 に示す。

表参 7-1 ロボット用無線システムから現行移動局への干渉検討結果

与干渉タイプ			各離隔距離における干渉回避のための所要改善量(dB)					
			10m	100m	250m	331m	500m	750m
ロボット上空 利用	10MHz	A	59.2	26.4	17.4	15.0	9.4	4.1
		B	46.3	13.5	4.4	2.1	-3.5	-8.8
	5MHz	A	62.2	29.4	20.4	18.0	12.4	7.1
		B	49.3	16.5	7.4	5.1	-0.5	-5.8
ロボット(地上 高 10m)	10MHz	A	58.7	7.8	-7.6	-12.2	-18.7	-25.1
		B	45.8	-5.1	-20.5	-25.1	-31.6	-38.0
	5MHz	A	61.7	10.8	-4.6	-9.2	-15.7	-22.1
		B	48.8	-2.1	-17.5	-22.1	-28.6	-35.0

最も影響が大きい場合（現行移動局の指向方向（衛星方向）にロボット用無線システムが存在）において、離隔距離が 500m 程の場合であっても、10dB 程度の改善量が必要となった。一方で、現行システム移動局の指向方向を避けることで指向性減衰による改善を見込むことが可能であることから、ロボット用無線システム側において、現行移動局との位置関係に考慮しつつ、その指向方向を避けて運用することで、共用可能とされている。

上記報告書において使用した現行システムの干渉検討パラメータは、今回検討を実施した次期システムと同一であることから、次期システムとロボット用無線システム（ドローン等）の共用検討結果は、上記報告書の結果を適用可能である。

（２）現行衛星からロボット用無線システム（ドローン等）への干渉影響

現行衛星がロボット用無線システムに与える影響については、情報通信審議会陸上無線通信委員会報告書（平成 28 年 3 月 22 日）において検討が行われており、衛星側の地表面における電力束密度が規定値以下であるという前提において有害な混信はないと考えられるため、共用可能とされている。

今回、次期衛星局がロボット用無線システムに与える影響について具体的な計算を実施した結果、ロボット用無線システムが 5MHz システム、10MHz システムのそれぞれについて、帯域内干渉、帯域外干渉ともに所要改善量がマイナスとなり、共用可能であることを確認した。表参 7-2 に、次期衛星局からロボット用無線システム（5MHz システム）との干渉計算結果を、表参 7-3 に、次期衛星局からロボット無線システム（10MHz システム）との干渉計算結果をそれぞれ示す。

表参 7-2 次期衛星局→ロボット用無線システム（5MHz システム）干渉計算

5MHz システム		帯域外干渉	帯域内干渉
次期 衛星局	周波数	2500 MHz	2493.5 MHz
	送信マスク減衰量	—	5.49 dB
	不要輻射 EIRP	107 dBm	86.07 dBm/MHz
伝搬路	電波伝播距離	37183 km	37183 km
	自由空間伝播損失	191.81 dB (FSL)	191.81 dB (FSL)
	大気吸収＋フェージング 損失	3.2 dB	3.2 dB
ロボット	アンテナ利得	2.14 dBi	(6 dBi)
	指向減衰	0 dB	0 dB
	許容干渉電力	-62 dBm	-110.5 dBm/MHz
	干渉電力	-88.0 dBm	-111.9 dBm/MHz
	所要改善量	-26.0 dB	-1.4 dB

表参 7-3 次期衛星局→ロボット用無線システム（10MHz システム）干渉計算

10MHz システム		帯域外干渉	帯域内干渉
次期 衛星局	周波数	2500 MHz	2493.5 MHz
	送信マスク減衰量	—	5.49 dB
	不要輻射 EIRP	107 dBm	86.07 dBm/MHz
伝搬路	電波伝播距離	37183 km	37183 km
	自由空間伝播損失	191.81 dB (FSL)	191.81 dB (FSL)
	大気吸収＋フェージング 損失	3.2 dB	3.2 dB
ロボット	アンテナ利得	2.14 dBi	(6 dBi)
	指向減衰	0 dB	0 dB
	許容干渉電力	-75 dBm	-110.5 dBm/MHz
	干渉電力	-88.0 dBm	-111.9 dBm/MHz
	所要改善量	-13.0 dB	-1.4 dB

