

情報通信審議会 情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会

22GHz帯FWA高度化作業班

報告書(案)

令和7年9月

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	2
第 1 章	検討の背景	2
第 2 章	22GHz 帯 FWA 高度化に関する要求条件	4
2.1	天候によらない安定した高速通信の実現	4
2.1.1	降雨減衰補償による通信容量一定化	4
2.1.2	斜め偏波空中線の導入	8
2.2	周波数有効利用の改善	10
2.2.1	周波数ブロック 50MHz 幅の導入	10
2.2.2	直交周波数多重方式における占有周波数帯幅の拡張	10
2.3	干渉回避	11
2.3.1	隣接チャネル漏えい電力の低減	11
2.3.2	降雨減衰補償動作時の与干渉低減	11
2.3.3	可搬局における無線チャネル自動選択機能	12
2.3.4	可搬局における帯域幅拡張制限機能	13
第 3 章	22GHz 帯 FWA の共用条件の検討	15
3.1	検討対象システムと干渉検討	15
3.2	22GHz 帯 FWA 高度化システムの干渉検討諸元	20
3.3	22GHz 帯 FWA との干渉検討	21
3.4	エントランスシステムとの干渉検討	25
3.5	中継系システムとの干渉検討	29
3.6	CATV 番組中継(固定)との干渉検討	33
3.7	CATV 番組中継(移動)との干渉検討	37
3.8	電波天文との干渉検討	42
3.9	衛星間通信との干渉検討	58
3.10	地球探査衛星との干渉検討	60
第 4 章	22GHz 帯 FWA 高度化に関する技術的条件	63
4.1	技術的条件	63
4.1.1	一般的条件	64
4.1.2	無線設備の技術的条件	66

4.1.2.1 送信設備.....	66
4.1.2.2 受信設備.....	68
4.1.3 測定方法.....	68
4.2 共用条件のまとめ.....	70
参考資料.....	75
1. FWA 高度化システム収容評価.....	75
1.1 検討手法.....	75
1.2 検討結果.....	79
1.3 FWA 高度化システムのタイプ一覧.....	87
1.4 FWA 高度化システムのタイプ診断表.....	88
1.5 FWA 高度化システム間の必要離隔距離.....	89

I. 検討事項

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2033 号「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「22GHz 帯 FWA システムの高度化に関する技術的条件」について検討を行った。

II. 委員会及び作業班の構成

委員会の構成員は別表 1 のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に「22GHz 帯 FWA 高度化作業班」（以下「作業班」という。）を設置し、22GHz 帯 FWA システムの高度化に関する技術的条件に関する調査を行った。

作業班の構成員は別表 2 のとおりである。

III. 検討経過

1 委員会における検討

① 第 93 回（令和 7 年 8 月 6 日）

「22GHz 帯 FWA システムの高度化に関する技術的条件」に関し、委員会の運営方針について検討を行ったほか、検討の促進を図るため、作業班を設置することとした。

② 第 95 回（令和 7 年 10 月 9 日）（予定）

「22GHz 帯 FWA システムの高度化に関する技術的条件」の検討及び意見募集を行う委員会報告（案）のとりまとめを行った。

③ 第 97 回（令和 7 年 12 月 4 日）（予定）

パブリックコメントの結果を踏まえ、提出された意見に対する考え方及び委員会報告を取りまとめた。

2 作業班における検討

① 第 1 回（令和 7 年 8 月 20 日）

22GHz 帯 FWA システムの高度化に関する技術的条件の検討開始に係る経緯、作業班の運営方針及び概要報告について説明が行われた。また、今後の検討の進め方について意見交換等が行われた。

② 第 2 回（令和 7 年 9 月 17 日）

作業班報告書を取りまとめた。

IV. 検討概要

第1章 検討の背景

国内の移動通信トラフィックは年率約 1.2 倍で増加しているところ、5 G 時代の本格到来により、BtoB の利用増大や IoT の本格化など、今後トラフィックの大幅な増大が予想されている。現時点で、携帯電話網に割り当てられている帯域は全国携帯電話網で約 3 GHz 幅であり、当面の需要の増大に対応しているものの、携帯電話網の総トラフィックは 2025 年度（令和 7 年度）末時点までに約 3 倍まで増大すると予測されており、デジタル田園都市国家インフラ整備計画（令和 4 年 3 月 29 日総務省策定・公表）では、2025 年度末までに、新たに＋約 6 GHz 幅の帯域確保を目指すことになっている。

このような状況下、令和 3 年度の電波の利用状況調査の結果、22GHz 帯の既存無線システムの無線局数は約 130 局と、他の周波数帯に比べて極めて少ない状況であることから、22GHz 帯は他の IMT 候補周波数帯、具体的には 26GHz 帯及び 40GHz 帯における周波数再編の際の移行先周波数帯（受け皿）としての可能性を検討していく必要がある。

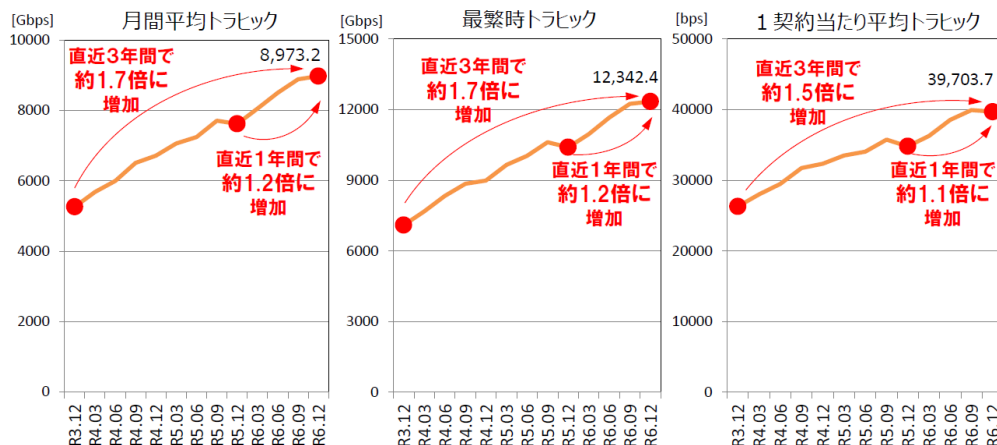


図 1-1 移動通信トラフィックの現状

	700MHz帯	800MHz帯	900MHz帯	1.5GHz帯	1.7GHz帯	2GHz帯	2.5GHz帯	3.4GHz帯	3.5GHz帯	3.7GHz帯 4.5GHz帯	28GHz帯	合計
	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	TDD	TDD	TDD	TDD	TDD	
キャリアA	20MHz	30MHz	—	30MHz	40MHz 実用のみ	40MHz	—	40MHz	40MHz	200MHz	400MHz	840MHz
キャリアB	20MHz	30MHz	—	20MHz	40MHz	40MHz	—	—	40MHz	200MHz	400MHz	790MHz
キャリアC	—	—	—	—	—	—	50MHz	—	—	—	—	50MHz
キャリアD	20MHz	—	30MHz	20MHz	30MHz	40MHz	—	40MHz	40MHz	100MHz	400MHz	720MHz
キャリアE	—	—	—	—	—	—	30MHz	—	—	—	—	30MHz
キャリアF	—	—	—	—	80MHz (40MHzは実用以外)	—	—	—	—	100MHz	400MHz	580MHz
合計	60MHz	60MHz	30MHz	70MHz	190MHz	120MHz	80MHz	80MHz	120MHz	600MHz	1,600MHz	3,010MHz

- 開設計画の認定に基づいて割り当てられた周波数（認定期間終了後）
■ 開設計画の認定に基づいて割り当てられた周波数（認定期間中）

図 1-2 携帯電話用周波数等の割当て状況

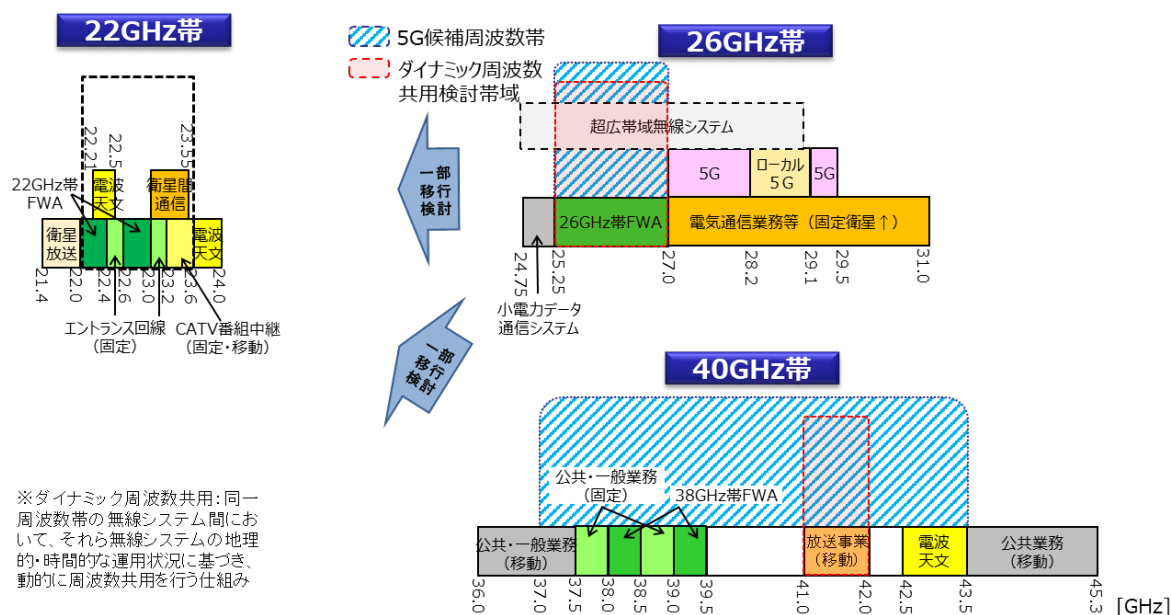


図 1-3 22GHz、26GHz 及び 40GHz 帯における周波数共用・移行・再編のイメージ

22GHz 帯は雨や霧による影響を受けやすいため、同周波数帯を用いる現行 FWA では、回線品質の維持のため伝搬環境に応じて適応変調技術により変調方式を変化させ、最大伝送速度を変動させている。現行の適応変調技術は、降雨時の伝送速度低下を許容できるシステムに適合するが、一方で、天候によらず安定した伝送速度が必要なシステムには不向きとなる。そのため 22GHz 帯 FWA における安定した伝送速度の実現に向けて、伝搬環境の悪いケースを想定した大容量伝送技術を実現すべく高度化していく必要がある。

第2章 22GHz 帯 FWA 高度化に関する要求条件

2.1 天候によらない安定した高速通信の実現

2.1.1 降雨減衰補償による通信路容量一定化

伝搬路の降雨減衰の影響を回避するため、周波数帯域幅を通信路容量が一定となるように適応的に変化させることが求められる。

図 2-1 に見通し通信路における周波数帯域幅毎の通信路容量（理論値）を示す。

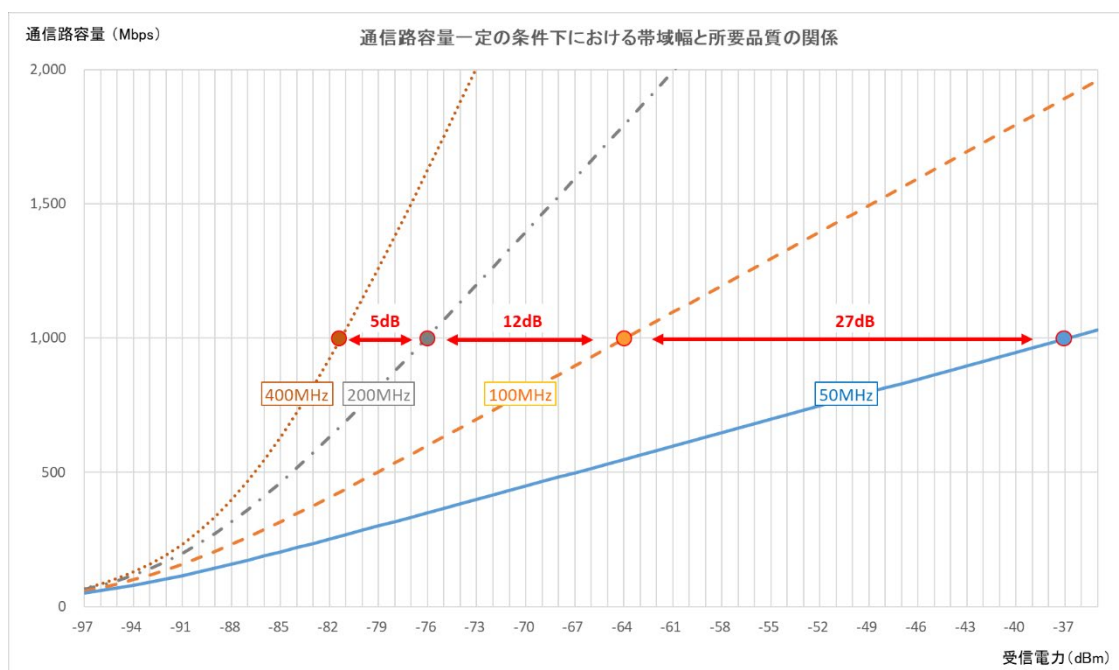


図 2-1 周波数帯域幅毎の通信路容量

通信路容量 1Gbps とした場合、帯域幅 50MHz の場合の所要受信電力は-37dBm 以上が必要である。理想的な見通し環境下、かつ降雨減衰の無い晴天や曇天時であることが必要であるが、これは、EIRP50dBm、アンテナ利得 33dBi、伝送距離 1km（自由空間伝搬損失 約 120dB）の場合の受信電力に相当する。降雨時の場合には、降雨減衰に応じ、グラフに沿って通信路容量が下がっていく。

高度化では、降雨状況に応じて帯域幅を拡張する仕様を検討する。

ここで、通信路容量の基本となる考え方の前提として、装置の最大出力、アンテナ利得は帯域幅に寄らず同一とする。上述の例では、帯域幅 50MHz で通信路容量 1Gbps を達成するためには、受信電力-37dBm 以上が必要である。降雨減衰が発生すると、所要品質を満たすことができず通信路容量は低下するが、帯域幅を 50MHz から 100MHz とすることで、降雨減衰量が 27dB 以上となるまで通信路容量 1Gbps を維持することが可能となる。降雨減衰が 27dB 以上となった場合は、帯域幅を 200MHz とすることで、降雨減衰量 39dB までの間は、通信路容量 1Gbps を維持することが可能である。降雨減衰が 39dB 以上となった場合は、帯域幅を 400MHz とすることで、降雨減衰 44dB までの間は、通信路容量 1Gbps を維持することが可能である。

最大送信電力が固定の条件下において、降雨減衰量に応じて帯域幅を拡張することで、降雨減衰が発生した際も通信速度を一定に保つことが可能となる。図 2-2 に天候による周波数帯域幅制御のイメージを示す。

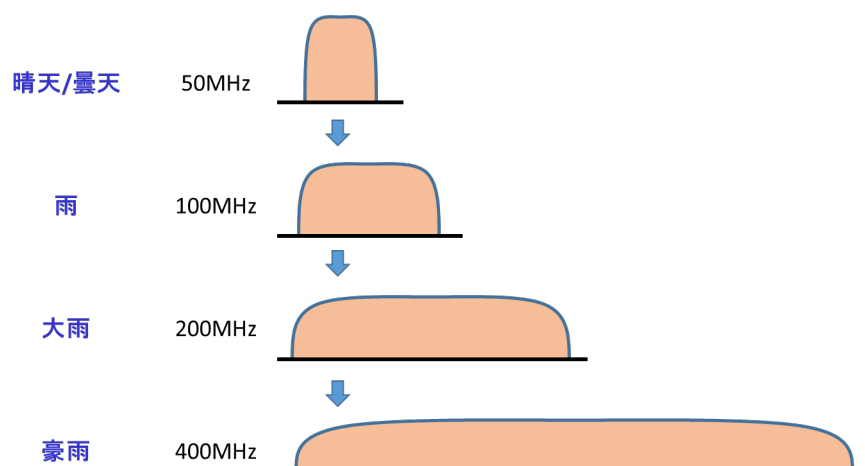


図 2-2 天候による周波数帯域幅制御のイメージ

従来装置における適応変調では、降雨減衰が大きくなると、それに応じて多値変調度を下げていくため、前述の例では、帯域幅 50MHz のまま通信路容量を下げていくことに相当する。高度化では降雨減衰量に応じて帯域幅を拡張するため、降雨減衰 44dB 以上の場合では、帯域幅 400MHz における通信路容量となり、適応変調で多値変調度を下げた帯域幅 50MHz の場合よりも高い通信路容量を維持する。通信路容量を半分の 500Mbps とするためには、帯域幅 50MHz では-66dBm 以上の受信電力が必要となるが、帯域幅 400MHz では-86dBm 以上と約 20dB もの改善が見込める。

同じ出力、アンテナ利得の装置の場合、本方針に基づく仕様とすることで、降雨減衰による耐性を強くすることが可能である。

降雨減衰量に応じて適応的に帯域幅を変化させるが、チャネル配置の間隔は広げず、90%以上の運用状態となる基本の帯域幅にてチャネル割当を行うことを想定した。

降雨減衰に伴い帯域幅を拡張することで、隣接チャネルとの干渉が懸念されるところであるが、降雨減衰に応じた拡張であるため、与干渉成分としても降雨減衰していることが考慮でき、離隔距離等適切な条件を講じることで隣接チャネル間の干渉問題は回避可能と考えられる。降雨減衰時の帯域幅拡張であれば、周波数利用効率を下げることなく帯域幅拡張を行うことが可能である。

現行技術では回線品質の維持のため伝搬環境に応じて最大伝送速度を変化させる適応変調技術を用いている。FWA 高度化においては、適切な装置規模で高い通信品質を実現するため、降雨減衰時に帯域幅を広げ通信路容量を一定に維持する必要がある。そのため、降雨減衰補償として表 2-1 に示す 3 つの動作を実施する（長距離高速伝送装置は与干渉成分に対しての降雨減衰が必ずしも期待できず、与干渉を回避するため帯域幅拡張は行わない）。

1stステップでは、晴天時には基準となる帯域幅（基準帯域幅）にて抑えていた送信電力を、雨天時には降雨減衰量に応じて装置定格送信電力まで上げることで降雨減衰を補償する。

2ndステップ、3rdステップでは、基準帯域幅の2倍、4倍に帯域幅を拡張することで降雨減衰を補償する。基準帯域幅の倍数を用いるのは、帯域幅拡張に伴う影響範囲をチャンネル単位で判断できるようにすることと、400MHz幅（22GHz 候補周波数帯域 1.6GHzを4分割したもの）の単位に限定することを目的としている。

2ndステップでは、帯域幅拡張1段目を実施し、1stステップの2倍の帯域幅に拡張するとともに、変調方式の多値数を下げて基準帯域幅当たりの通信路容量を半減することにより降雨減衰の補償を行う。

3rdステップでは、帯域幅拡張2段目を実施し、2ndステップの2倍（基準帯域幅の4倍）の帯域幅に拡張するとともに、更に変調方式の多値数を下げて基準帯域幅当たりの通信路容量を2ndステップから半減（1stステップの1/4）することにより降雨減衰の補償を行う。

表 2-1 降雨減衰補償動作一覧表

ステップ	通信状態	降雨減衰補償内容
1 st	AGC	余剰電力による
2 nd	帯域幅拡張1段目	基準帯域幅から隣接チャンネルまで帯域幅を2倍に拡張 50MHz/100MHz/200MHz → 100MHz/200MHz/400MHz 幅
3 rd	帯域幅拡張2段目	帯域幅拡張1段目の帯域から更に隣接チャンネルまで帯域幅を4倍に拡張 100MHz/200MHz → 200MHz/400MHz 幅

次に、帯域幅拡張の広げ方の検討結果を、図 2-3 に示す。チャンネル帯域幅 50MHz、100MHz、200MHz の場合について、帯域幅拡張1段目と帯域幅拡張2段目の広げる帯域を青色で示した。図 2-3 中の CH は 50MHz 幅、unit は 100MHz 幅、sub-block は 200MHz 幅、block は 400MHz 幅をそれぞれ表している。

帯域幅拡張は特定の隣接、次隣接チャンネルに広がるため、影響を受ける隣接チャンネル、次隣接チャンネルは2つのパターンとなる。そのため、中距離大容量装置と近距離超大容量装置の離隔距離表は2種ずつとなる。なお、200MHz 幅の場合は帯域幅拡張1段のみのため、パターンは1つとなる。

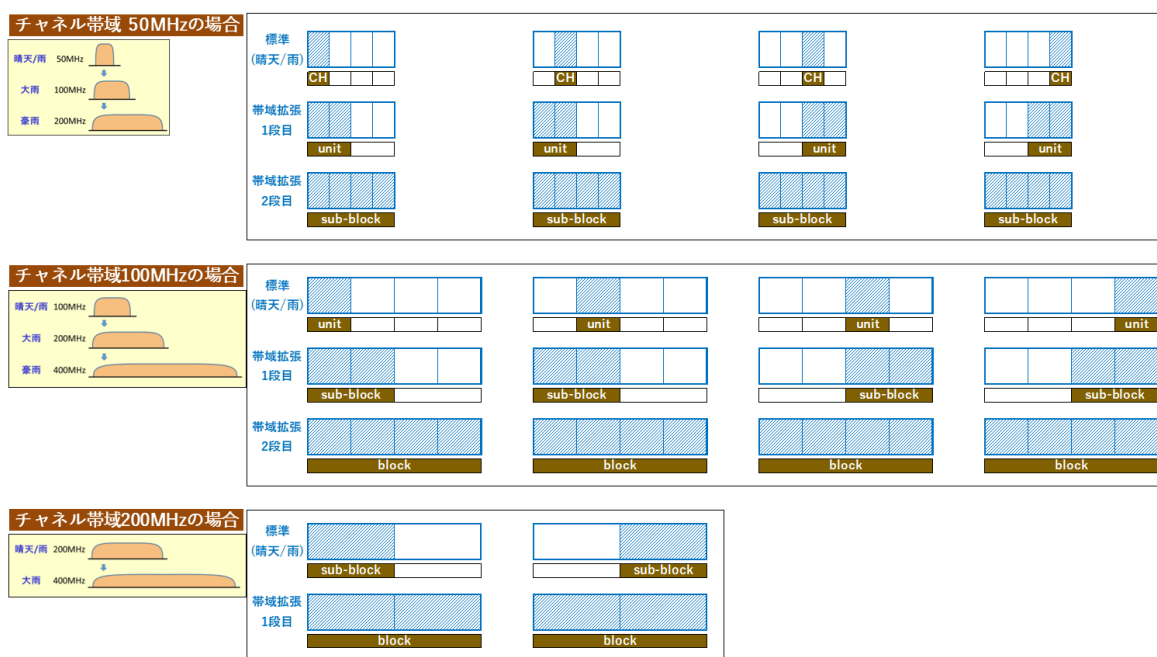


図 2-3 帯域幅拡張時の帯域の広げ方図

実際に通信路容量を一定にする動作においては、帯域幅の変化に合わせて、一次変調、符号化率を変化させる。その変化により生じた所要品質の差分と帯域あたりの出力の差分の合計が出力マージンとなり、その分が降雨減衰が発生した際の補償量となる。

図 2-4 に、降雨減衰補償による通信路容量一定化の実際の動作イメージを示す。晴天時には、50MHz 幅 1024QAM 変調方式にて通信を行う。降雨減衰量が小さい間は、送信出力を上げることにより補償する。降雨減衰量が大きくなり、1024QAM の所要品質が保てなくなった場合は、100MHz 幅 64QAM 変調方式に切り替える。さらに降雨減衰量が増え、64QAM の所要品質が満たせなくなった場合は、200MHz 幅 16QAM 変調方式に切り替えて通信を行う。この間、通信路容量は一定に保たれる。

また、図 2-4 に併せて伝送距離 1.4km におけるそれぞれの変調方式の稼働時間の例を示す。1024QAM による通信時間が 99.992% (年間 364.97 日)、64QAM が 0.006% (年間累計 31 分半)、16QAM が 0.001% (年間累計 5 分半) となり、降雨減衰補償として帯域幅拡張が稼働している時間は、降雨減衰量が大きくなる大雨や豪雨の間に限られ、年間累計 37 分程度となる。

16QAM の所要品質が満たせなくなる時間が年間累計 5 分半程残るが、このときは降雨減衰補償の能力を超えるため、通信路容量を絞って回線を維持することを想定している。段階的に帯域幅を狭め、QPSK 変調など所要品質を限界まで下げて通信を維持する。

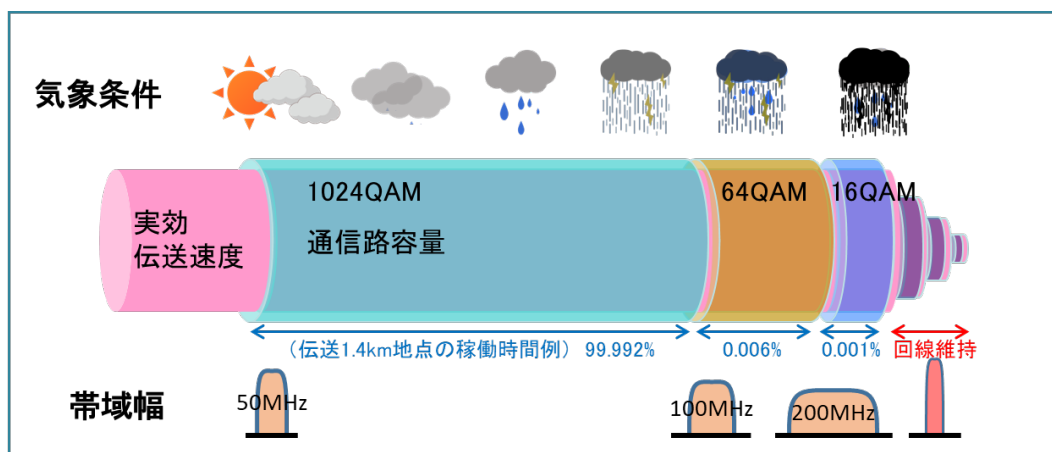


図 2-4 降雨減衰補償による通信路容量一定化イメージ

2.1.2 斜め偏波空中線の導入

降雨時の伝送速度を改善するために、標準的な偏波による MIMO 構成を想定した。偏波 MIMO を用いない場合と比べて、約 2 倍の伝送速度（例えば、中距離大容量の基準帯域幅 100MHz の場合、単偏波 0.75Gbps になるところ、偏波 MIMO を用いることで 1.5Gbps を実現している）を確保することが可能となるが、従来と同じアンテナ構成の垂直偏波/水平偏波（V/H 偏波）の場合、伝送路の状態が偏波毎に異なるため、十分な性能が出せない可能性があった。

図 2-5 にアンテナ偏波面の違いについて示す。左の図が V/H 偏波、右の図が +45° 偏波/-45° 偏波（45° 偏波）を表している。

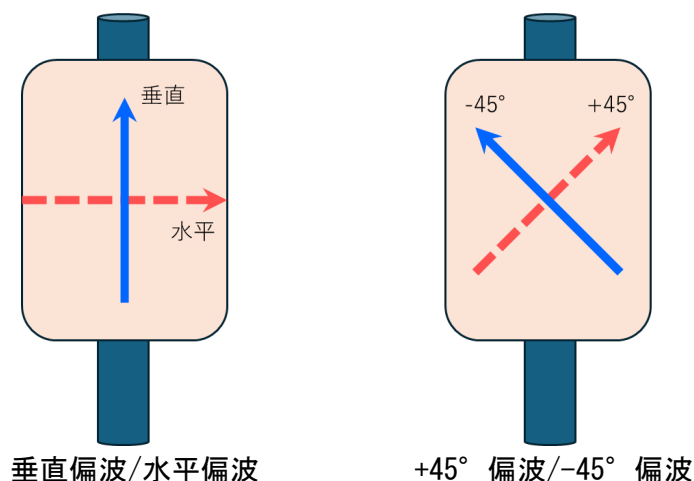


図 2-5 アンテナ偏波面の違い

V/H 偏波から 45° 偏波に切替を図ることの検討について、降雨減衰補償動作領域は 45° 偏波による MIMO の性能が最適であった（図 2-6：シミュレーションに基づく）。また、降雨減衰補償の帯域幅切替動作において、両偏波を同等に扱い制御できる 45° 偏波が好ましい結果となった。

図 2-6 に、アンテナ偏波面の違いによる偏波 MIMO 性能比較を示す。縦軸の平均降雨

量は距離 4km 相当の平均降雨量を示し、横軸の SNR 毎に偏波面の違いによる MIMO 性能（チャンネル容量）の差を配色で示している。図中の赤線から左側は V/H 偏波の性能が高い領域、右側は 45° 偏波の性能が高い領域となり、多値変調で必要な SNR 領域では、偏波間で降雨減衰量に差異が生じる V/H 偏波より、偏波間の差異がない 45° 偏波が良好となる。

まとめとして、降雨時の偏波面の違いによる MIMO 性能を比較し、降雨減衰補償動作領域との比較にて有効な偏波面を判断した。降雨減衰補償動作が有効に働く領域においては、45° 偏波が最適である。

一方、低 SNR で MIMO 系統間の受信レベルの差が大きい時には、45° 偏波よりも V/H 偏波の性能が高くなるが、この領域は MIMO による通信速度確保よりも回線維持が主目的となり、FWA の高度化には不適である。

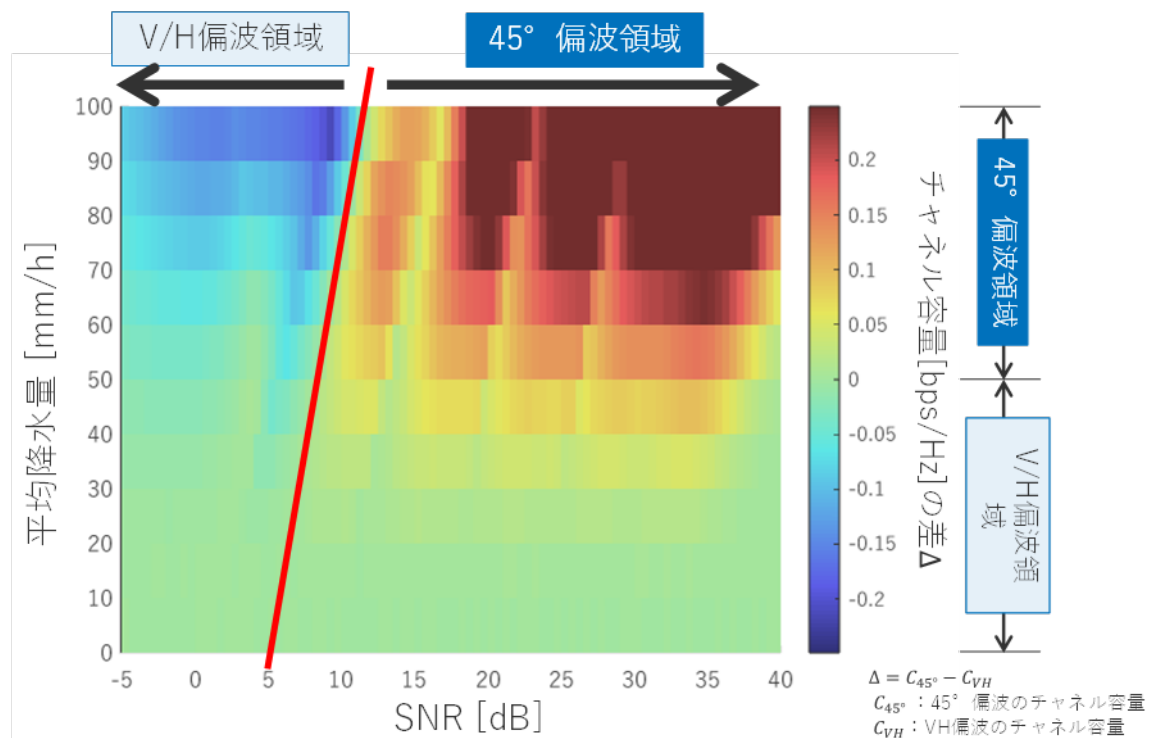


図 2-6 アンテナ偏波面の違いによる偏波 MIMO 性能比較シミュレーション
[距離 4km 相当の平均降水量]

2.2 周波数有効利用の改善

2.2.1 周波数ブロック 50MHz 幅の導入

22GHz 帯の候補周波数は全体で 1.6GHz 帯であり、50MHz 単位、100MHz 単位とすることで余剰なく配置できる。また、電波天文などの既存システムとの共用に向けても区切りが近く、周波数の有効利用の観点で適切である。図 2-7 に、チャンネル配置案を示す。

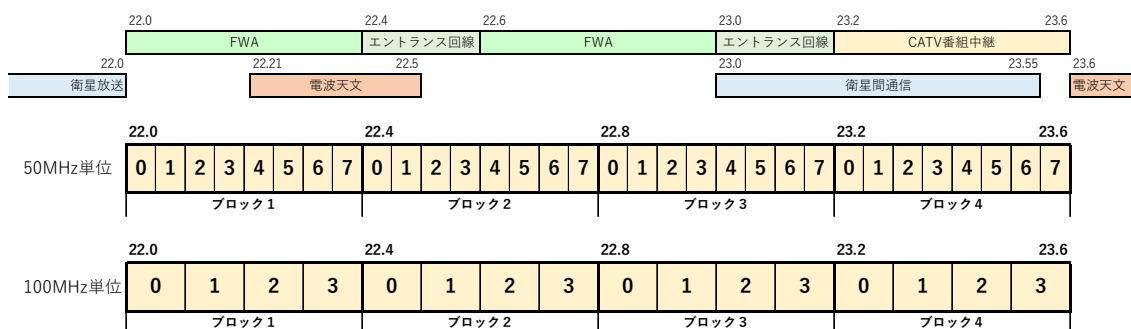


図 2-7 22GHz 帯 FWA 高度化チャンネル配置案

26GHz 帯の既存装置では、FDD により 120MHz (60MHz × 2)、240MHz (120MHz × 2) の利用となっており、既存の装置を 22GHz 帯において 50MHz、100MHz、200MHz にて収納することで、周波数利用効率の改善に寄与することができる。

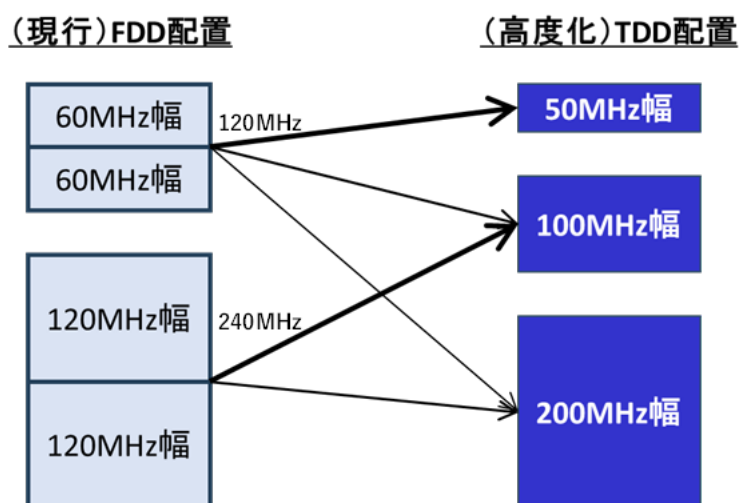


図 2-8 26GHz 帯から 22GHz 帯への移行イメージ

2.2.2 直交周波数多重方式における占有周波数帯幅の拡張

従来 FWA では直交周波数多重方式の占有周波数帯域幅はクロック周波数 (MHz) × サブキャリア数 × 1.1 と規定されている。FWA 高度化においては周波数を有効利用するため、チャンネルの帯域幅以下とする。

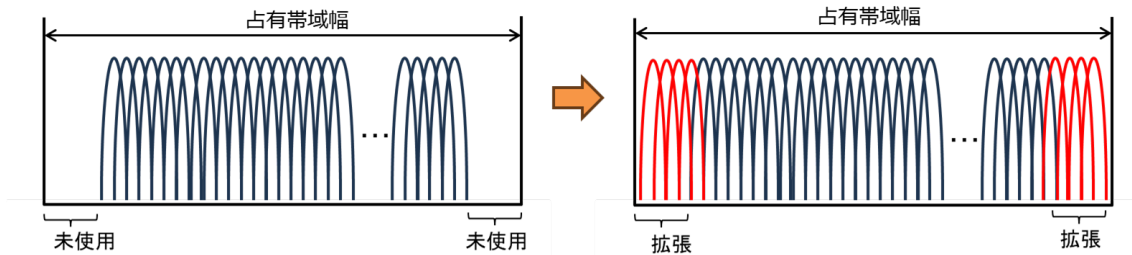


図 2-9 直交周波数多重方式における占有周波数帯域幅の拡張

2.3 干渉回避

2.3.1 隣接チャネル漏えい電力の低減

FWA 高度化では占有周波数帯幅の拡張を行うが、ヌルサブチャネルを配置するとともに、モデムの信号処理によるデジタルフィルタを用いることにより、帯域幅を拡張しても、図 2-10 のとおり、隣接チャネルへの影響を現行の FWA と比べて 3dB 低減することが可能である。

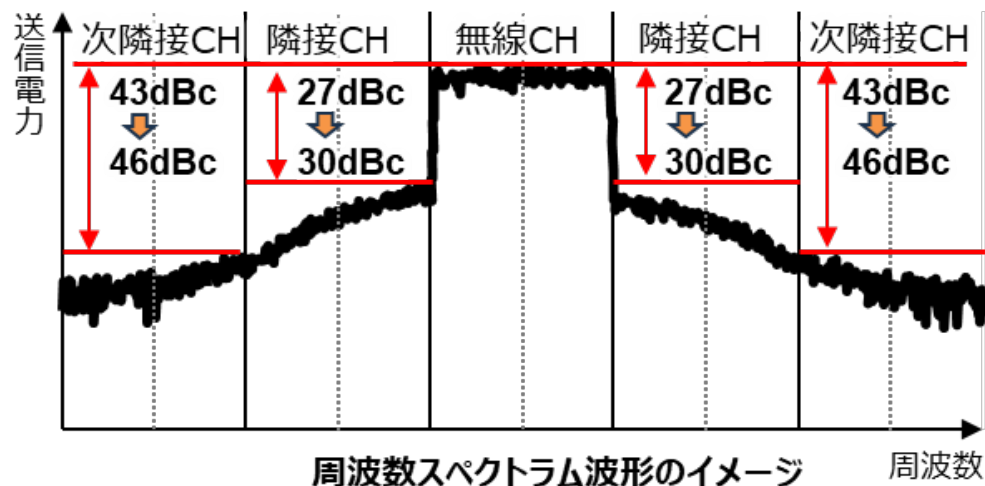


図 2-10 隣接チャネル漏えい電力の低減

2.3.2 降雨減衰補償動作時の与干渉低減

FWA 高度化では、隣接局への与干渉を低減するため、伝送距離および降雨減衰による受信レベルの低下に応じて、必要最小限の空中線電力となるよう動的制御が求められる。

降雨減衰補償動作時の空中線電力制御について、図 2-11 を用いて説明する。

上段は、横軸が降雨の推移を表現している。一番上の気象条件は、左から右へ徐々に天候が悪くなり、晴天から豪雨になるまでを表している。通信路容量と帯域幅は、天候に合わせて、1024QAM（帯域幅 50MHz）、64QAM（帯域幅 100MHz）、16QAM（帯域幅 200MHz）と切り替えながら、通信路容量を一定に保つ。

下段は、気象条件に応じた FWA 高度化の降雨減衰補償動作のイメージを示している。縦軸は受信レベルで、左から右へ雨が強くなると、降雨減衰量が増え、青色に塗られた受信レベルが下がる。

装置の空中線電力制御について、晴天時は、1024QAM（帯域幅 50MHz）の所要 C/N を満たす最低限の受信レベルになるように、AGC 制御により送信電力を下げても無線通信を行う。雨が降り始めて、降雨減衰が増加して受信レベルが低下すると、所要 C/N を満たすように、AGC 制御で、降雨減衰量に応じて定格送信電力まで順次増力して降雨減衰を補償する。定格送信電力まで増力後に、更に雨が強くなった場合、帯域幅拡張 1 段階目を行って、64QAM（帯域幅 100MHz）に切り替え、同時に切替後の所要 C/N に合わせて送信電力を下げる。

切替後に、更に雨が強くなった場合は、同様に、定格送信電力まで増力し、次に帯域幅拡張 2 段階目を行って、16QAM（帯域幅 200MHz）に切替を行い、降雨減衰の補償を行う。雨が徐々に強くなると、装置の受信レベルは緑色の線のように階段状に下がっていき、送信電力については黄色のエリアのようにのこぎり状にアップダウンする。このように必要最小限の空中線電力となるよう制御することで、隣接局への与干渉を低減する。

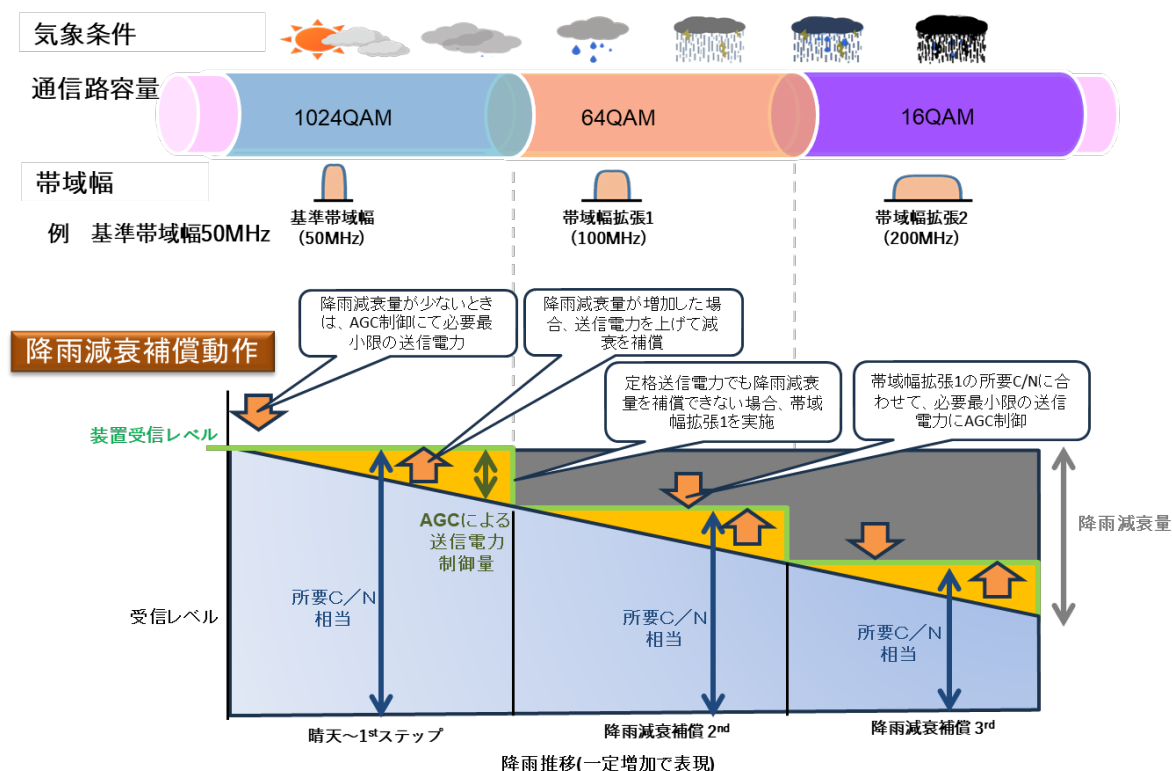


図 2-11 FWA 高度化の装置の降雨減衰補償動作図

2.3.3 可搬局における無線チャネル自動選択機能

後発的に運用される可搬局の通信時に、先行して運用されている無線局に対して干渉レベルの高い無線チャネルが選択されることで、それまで運用が可能であった無線局に干渉が生じる可能性が想定される。そのような干渉の影響を最小限に抑えるため、発射可能な周波数において干渉波のレベルを測定し、最も干渉レベルが低い無線チャネルを自動選択できるような機能を導入する。これにより、可搬局における周波数共用の促進が期待される。

2.3.4 可搬局における帯域幅拡張制限機能

前項と同様に、可搬局における干渉の影響を抑えるために帯域幅拡張機能を制限する機能を導入する。これにより、可搬局における周波数共用の促進が期待される。

また、新たに装置 A を導入する際に既設装置 B がある状況を想定した場合、装置 A の帯域幅拡張は、装置 B への与干渉がないと判断した場合に限り実施可能とする。

＜装置 A の帯域幅拡張実施可否＞

- ・装置 B（既設可搬局）を仮定する。
- ・装置 A（新設可搬局）の設置時等に干渉測定を行い、干渉波 B から装置間 AB の伝送距離 α を推定する。
- ・伝送距離 α より、装置 B が受信する装置 A からの干渉波 A（与干渉）を推定する。
- ・干渉波 A が装置 B の測定限界以下となる場合（装置 A の通信距離に依存）は降雨減衰補償による帯域幅拡張を実施することが可能。

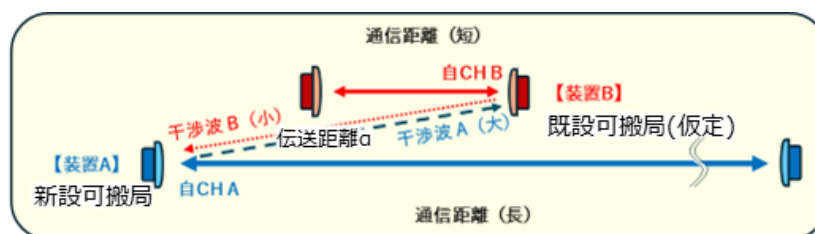


図 2-12 装置 A の帯域幅拡張実施可否

装置 A の帯域幅拡張が装置 B へ干渉する場合の例を図 2-13 に示す。

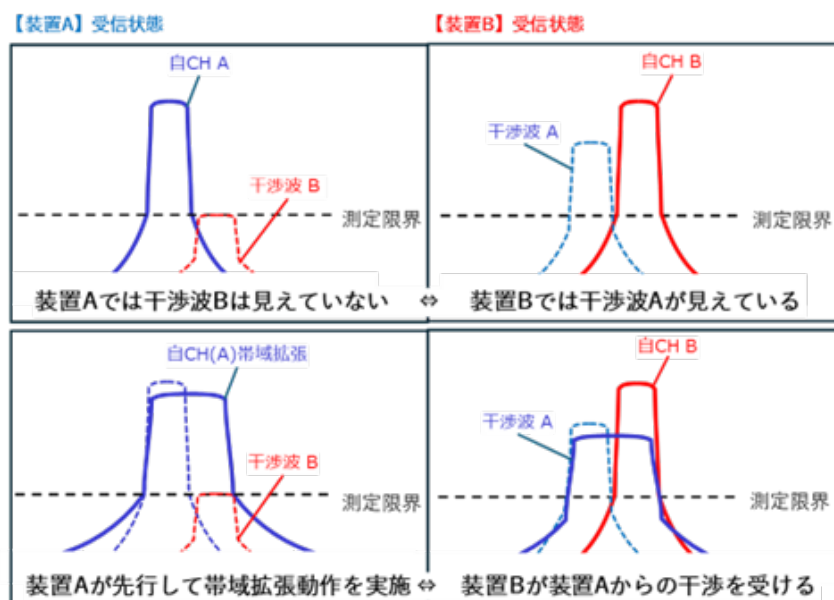


図 2-13 装置 A の帯域幅拡張が装置 B へ干渉する場合の例

上段に装置 A が帯域幅拡張を行う前の状態を示し、下段に帯域幅拡張後に装置 B が干渉を受けた状態を示している。装置 A の通信距離が装置 B より長い場合、装置 A の空中線電力は装置 B より大きくなる。その場合、装置 B には装置 A からの干渉波が見える

が、装置 A には装置 B からの干渉波が見えないケースが考えられる。帯域幅拡張実施可否を干渉波有無で判断すると、下段のように装置 B が干渉を受ける場合があるため、装置 A において自装置の測定で干渉が見えない場合でも、前述のとおり通信距離に応じて帯域幅拡張実施有無を判断する必要がある。

図 2-14 は、22GHz 帯 FWA 高度化可搬局における帯域幅拡張可能な通信距離を示したものである。縦軸に新設可搬局の通信距離、横軸に新設局が測定した隣接 CH/次隣接 CH の受信電力を示している。受信電力が測定限界以下（グレー塗りの測定不能領域）の場合は測定限界のレベルとみなす。

可搬局は、設置時等に隣接 CH/次隣接 CH の干渉測定を行い、自装置の通信距離に応じて、帯域幅拡張の可否について判断を行う。図 2-14 中のオレンジ色の実線は、空中線電力の最大値が装置定格送信電力となる場合の例を示す。中距離大容量装置で測定した受信電力が測定限界の場合、通信距離は最大約 1.5km までとなり、それ以上の帯域幅拡張は不可となる。また、オレンジ色の点線は、空中線電力の最大値を装置定格送信電力から 6dB 下げた場合の例を示す。測定した受信電力が測定限界の場合の帯域幅拡張可能な通信距離を最大約 3km まで伸ばすことができる。

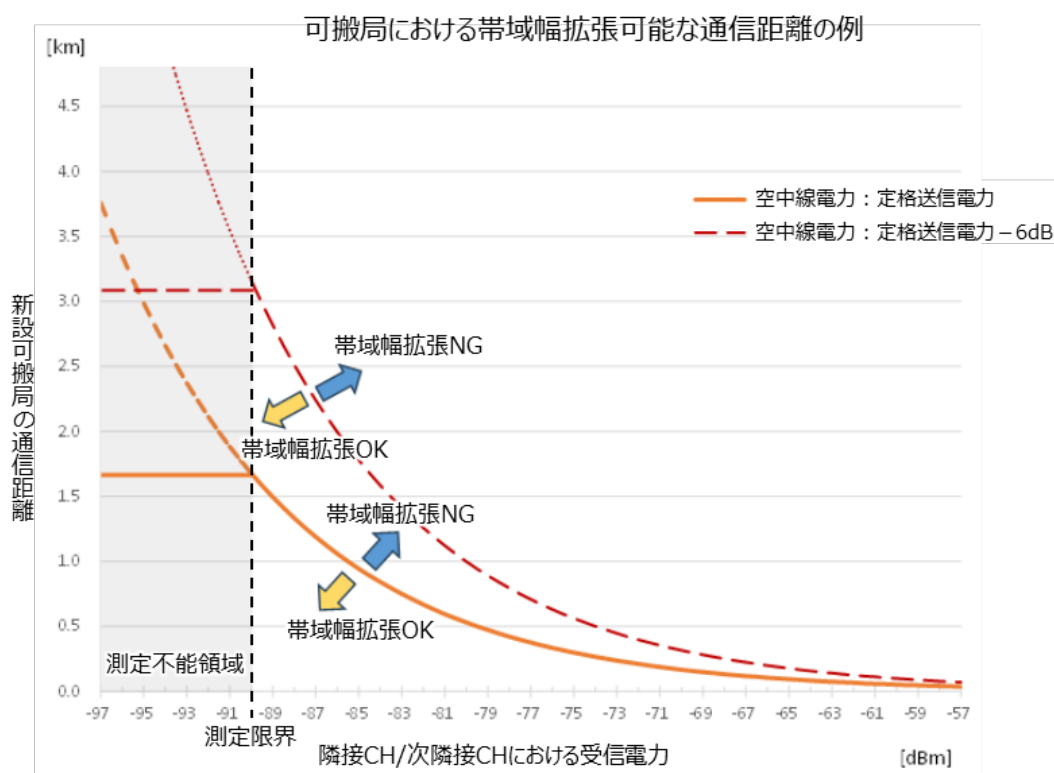


図 2-14 帯域幅拡張による干渉回避可能な許容通信容量装置 A の帯域幅拡張が装置 B へ干渉する場合の例

第3章 22GHz 帯 FWA の共用条件の検討

3.1 検討対象システムと干渉検討

(1) 同一又は隣接帯域における他システムの利用状況

22GHz 帯固定無線アクセスシステム (22.0～23.6GHz) における既存無線システムを図 3-1 に示す。また、周波数移行によって当該周波数帯への導入が想定される FWA 高度化システムとの共用条件の検討において、干渉検討が必要となるシステムを表 3-1 及び表 3-2 に示す。

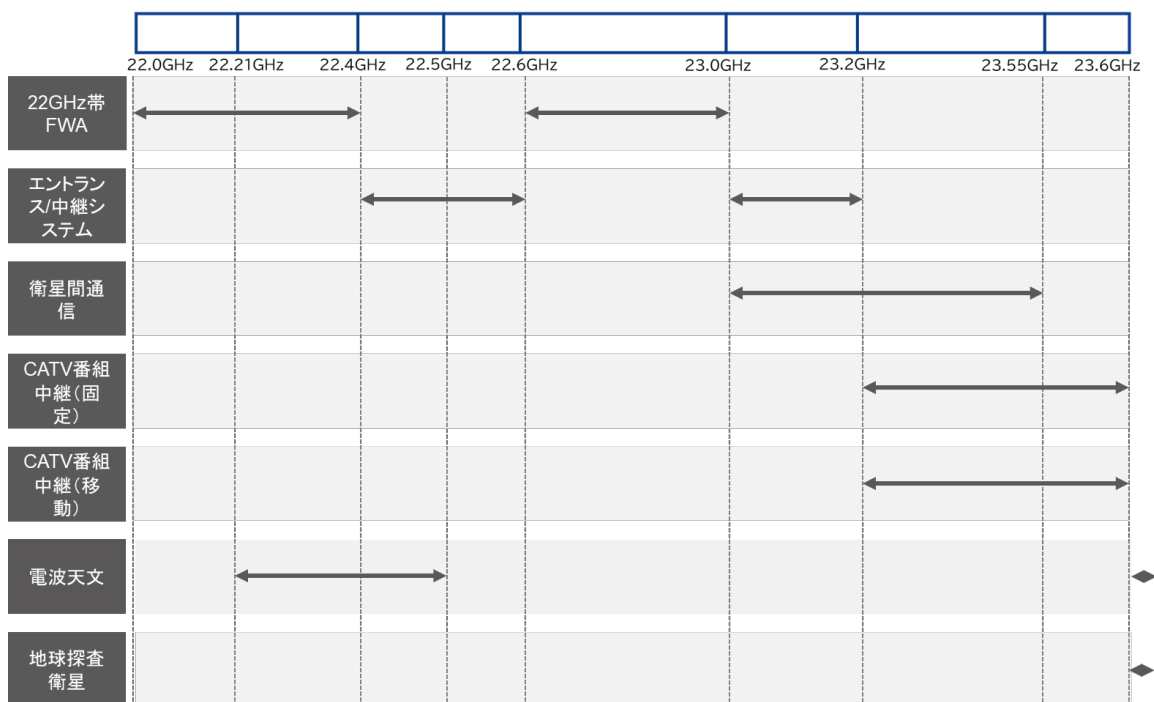


図 3-1 共用検討対象となる無線システム (22GHz 帯)

表 3-1 22GHz 帯 共用条件の検討対象システム一覧 (被干渉：FWA 高度化システム)

与干渉	被干渉	周波数配置	検討対象
FWA (22. 0-22. 4GHz, 22. 6-23. 0GHz)	FWA 高度化システム (22. 0-23. 6GHz)	同一	○
		隣接	○
エントランスシステム (22. 4-22. 6GHz, 23. 0-23. 2GHz)		同一	○
		隣接	○
中継系システム (22. 4-22. 6GHz, 23. 0-23. 2GHz)		同一	○
		隣接	○
CATV 番組中継（固定） (23. 2-23. 6GHz)		同一	○
		隣接	○
CATV 番組中継（移動） (23. 2-23. 6GHz)		同一	○
		隣接	○

表 3-2 22GHz 帯 共用条件の検討対象システム一覧（与干渉：FWA 高度化システム）

与干渉	被干渉	周波数配置	検討対象
FWA 高度化システム (22.0-23.6GHz)	FWA (22.0-22.4GHz, 22.6-23.0GHz)	同一	○
		隣接	○
	エントランスシステム (22.4-22.6GHz, 23.0-23.2GHz)	同一	○
		隣接	○
	中継システム (22.4-22.6GHz, 23.0-23.2GHz)	同一	○
		隣接	○
	CATV 番組中継（固定） (23.2-23.6GHz)	同一	○
		隣接	○
	CATV 番組中継（移動） (23.2-23.6GHz)	同一	○
		隣接	○
	電波天文 (22.21-22.5GHz, 23.6-24.0GHz)	同一	○
		隣接	○
	衛星間通信 (23.183-23.377GHz)	同一	○
		隣接	○
	地球探査衛星 (23.6-24.0GHz)	同一	-
		隣接	○

1) 固定無線アクセスシステム（FWA）

22GHz 帯固定無線アクセスシステム（FWA：Fixed Wireless Access）は、電気通信事業者が、主に端末系伝送路（交換局とオフィスや一般住宅との間を接続する回線）を1対1の対向方式（P-P方式：Point to point）により接続・構成する固定運用である。

2) エントランスシステム

エントランスシステムは、電気通信事業者（主に携帯電話事業関係）が、電気通信事業用として無線による固定地点間の通信に利用している。

3) 中継システム

中継システムは、電気通信事業者（主に携帯電話事業関係）が、電気通信事業用として無線による固定地点間の通信に利用している。

4) CATV 番組中継（固定）

CATV 番組中継（固定）は、有線テレビジョン放送事業者が、ケーブル施設に係る許可や道路占有許可が得られない場合や放送の受信点と有線テレビジョン放送施設間のケーブルテレビ網の一部を補完する場合に利用している。

5) CATV 番組中継（移動）

CATV 番組中継（移動）は、有線テレビジョン放送事業者が、自主放送チャンネルの中で地域に密着したニュースやイベント等の番組素材の、取材現場から放送局のスタジオまでの伝送に利用している。

6) 電波天文

電波天文は、天体から放射される電波を受信することにより、天体や宇宙空間の物理状態、さらには宇宙そのものの成因など、宇宙全体を観測するためのシステムである。電波天文業務の受信設備は非常に小さい強度の電波を計測しているため、円滑に観測を実施するためには、無線局が発射する電波や不要発射から保護する必要がある。このため、無線通信規則（RR）では電波天文業務に分配された周波数の保護を各主管庁に対して求めており、これに基づいて、我が国は総務大臣の指定を受けた電波天文業務の受信設備を保護する旨の規定を設けている（電波法第 56 条）。

7) 衛星間通信

高度約 780km の低軌道において周回する合計 66 機のイリジウム人工衛星を使用した移動体衛星通信システムの衛星間通信として当該帯域は利用されている。当該衛星システムは電気通信事業者によりサービス提供されており、特に都市だけではなく、山岳部や海上などを含めた全球エリアに音声やデータ通信等を提供している。令和 5 年度時点におけるシステム利用状況について、当該無線局は国内の免許ではないため計上対象外となっている。

8) 地球探査衛星

当該帯域で利用される地球探査衛星は、主に大気中の水蒸気量や温度プロファイルなどの地球観測に利用され、取得された地球観測データは、天気予報や気候変動の研究、災害監視などに不可欠な情報を提供する。国際電気通信連合（ITU）をはじめとする機関によって、23.6GHz～24GHz 帯での EESS（受動）観測を保護するための厳格な規制が整備されている。

(2) 干渉方針検討

1) 過去の検討状況の整理

表 3-3 に、22GHz 帯（22.0～23.6GHz）における無線システム間の共用検討における過去の情報通信審議会などにおける検討状況を示す。22GHz 帯は、平成 23 年から令和元年にかけて CATV 番組中継を含む 23GHz 帯無線伝送システムの高度化や、FWA システムを含む基幹系無線システムの高度化に際した技術的条件の検討が行われている。各無線システム間の共用条件としては、隣接する共用先に対して自由空間伝搬損失と送受信アンテナの指向特性などを考慮し、不要発射が許容干渉基準を超えない離隔距離を確保するような定式化が成されている。

表 3-3 22GHz 帯 これまでの無線システム間の共用検討状況

検討時期	会議名	概要
平成 23～24 年	情報通信技術分科会 放送システム委員会 23GHz 帯無線伝送システム作業班	CATV 番組中継を含む 23GHz 帯無線伝送システムに関する技術的条件の検討 ※1
平成 25～26 年	情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会	基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件の検討 ※2
平成 30～31 年、令和元年	情報通信技術分科会 放送システム委員会 23GHz 帯無線伝送システム作業班	CATV 番組中継を含む 23GHz 帯無線伝送システムの双方向化に関する技術的条件の検討 ※3、※4

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 23GHz 帯無線伝送システム作業班（平成 23 年～平成 24 年 4 月）

<https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/housou_system/hosou_system/23ghz_h23.html>

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 会議資料及び報道資料（平成 26 年 4 月 1 日）

<https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/index.html>

<https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban12_02000041.html>

※3 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会 23GHz 帯無線伝送システム作業班（2018 年～）

<https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/housou_system/hosou_system/23ghz_h30.html>

※4 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会（第 67 回）

<https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/housou_system/02ryutsu12_04000164.html>

2) シミュレーション手法

a. 干渉モデル

1)を踏まえ、本共用検討では、FWA 高度化システムと各既存無線システム間の共用検討として、以下の 2 種類のシミュレーションを実施した。（各手法の詳細はア）、イ）に示す。）

① 1 対 1 対向シミュレーション

これまでの共用検討状況を踏襲し、共用対象となる無線局同士が 1 対 1 で対向している状況を仮定し、離隔距離がどの程度必要となるかを導出する。

② サイトスペシフィックシミュレーション

1 対 1 対向より現実的な評価として、実際の地形環境を考慮した評価エリアにおいて、既存無線システムの周囲に FWA 高度化システムを配置した場合に離隔距離や保護エリアがどの程度必要となるかを導出する。

検討対象システムと、上記シミュレーションの実施の対応関係を表 3-4 に示す。丸印が付いている項目が検討対象としたシミュレーションである。1 対 1 対向シミュレーションについては、最悪値を考慮した共用検討としてすべての既存無線システムに対して実施し、電波天文については 1 対 1 対向シミュレーションより現実的な評価として、実際の電波天文周辺の地形環境を考慮したサイトスペシフィックシミュレーションを実施した。

表 3-4 22GHz 帯 共用条件の検討対象システムとシミュレーションの対応関係

既存システム	1 対 1 対向	サイトスペシフィック
FWA システム	○	—
エントランスシステム	○	—
中継系システム	○	—
CATV 番組中継（固定）	○	—
CATV 番組中継（移動）	○	—
電波天文	○	○

ア) 1 対 1 対向シミュレーション

1 対 1 対向シミュレーションでは、図 3-2 に示すように FWA 高度化システムの無線局を 50m 間隔に最大 100km で配置し、既存無線システムの基地局と FWA 高度化システムの基地局を正対させた条件のもとで互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出する。図 3-3 に示すとおり、既存無線システムの基地局及び FWA 高度化システムの基地局の方位角を正対条件から変更した条件でもシミュレーションを実施する。



★互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出

図 3-2 22GHz 帯 1 対 1 対向シミュレーションの概念図

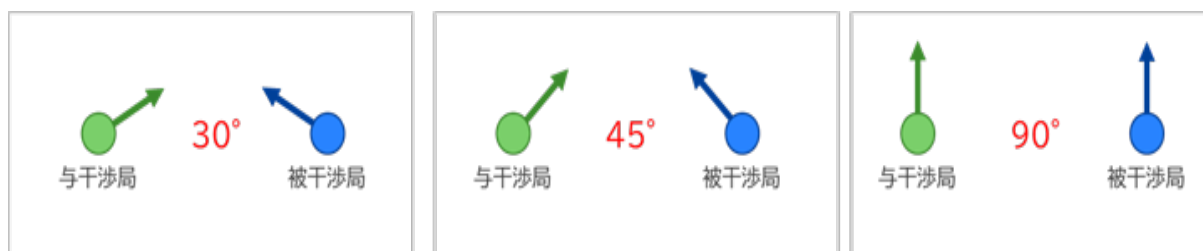


図 3-3 22GHz 帯 1 対 1 対向シミュレーションの方位角の検討ケース

イ) サイトスペシフィックシミュレーション

サイトスペシフィックシミュレーションでは、図 3-4 に示すように評価エリアを 100m メッシュに分割して被干渉局（既存システム）を評価エリアの中心に配置し、各メッシュに与干渉局（FWA 高度化システム）を配置して、各メッシュの共用判定を行う。干渉電力が許容干渉基準を超えたメッシュの水平距離の最大値を必要離隔距離とする。また、参考として共用不可となったメッシュの面積を合算した保護エリア面積も導出する。

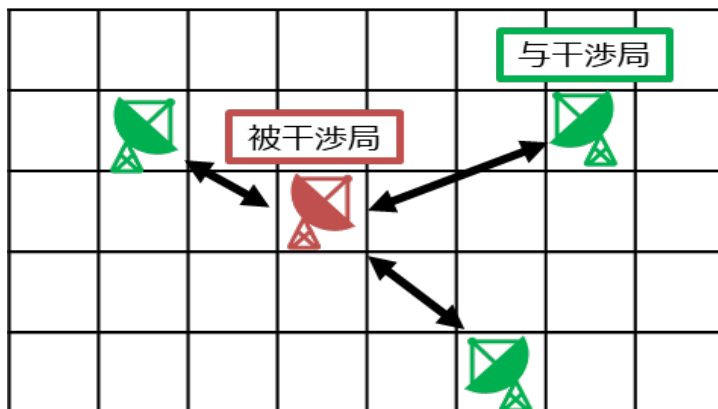


図 3-4 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの概念図

b. 電波伝搬モデル

電波伝搬モデルには、送受信局間にある遮蔽物を考慮できる標準的な電波伝搬モデルである ITU-R 勧告 P. 452-17 を使用した。具体的には、1 対 1 対向シミュレーションにおいては、地形の起伏や建物を考慮せず球面大地のみを考慮し、サイトスペシフィックシミュレーションにおいては、送受信間の地形を考慮したモデルを使用した（標高データについては、国土交通省国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルから参照）。

3.2 22GHz 帯 FWA 高度化システムの干渉検討諸元

22GHz 帯 FWA 高度化システムの無線諸元を表 3-5 に、空中線指向性を図 3-5 に示す。

表 3-5 22GHz 帯 FWA 高度化システムの無線諸元

項目	無線諸元	備考
空中線電力	6.0dBm/MHz	実機条件
不要発射の強度	-13.0dBm/MHz（審査基準：現行 22GHz 帯 FWA 諸元）、 -24.0dBm/MHz（隣接チャネルにおける実機条件）、 -40.0dBm/MHz（次隣接チャネルにおける実機条件）	※1
給電系損失	0.0dB	実機条件
最大空中線利得	31.0dBi	実機条件
空中線指向性	ITU-R 勧告 F. 699（D=0.2）	実機条件
空中線高	50m	実機条件
チルト角	0°	—
許容干渉基準	-115.8dBm/MHz	I/N=-10dB、 NF=8dB ※2

※1 隣接チャネルは、共用先との周波数帯域幅が隣接している状況における共用先への不要発射の強度を示す。次隣接チャネルは、共用先との周波数帯域幅が 100MHz 離調している状況における共用先への不要発射の強度を示す。

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告（案）「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000286167.pdf>

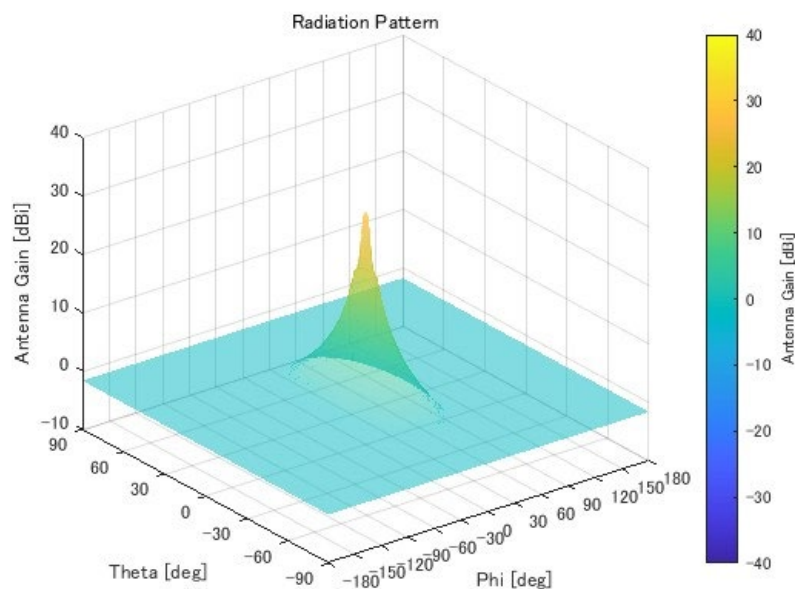


図 3-5 22GHz 帯 FWA 高度化システムの空中線指向性
(例：FWA システムとの共用検討（周波数：22.0GHz）)

3.3 22GHz 帯 FWA との干渉検討

(1) 22GHz 帯 FWA との干渉検討手法

1) 22GHz 帯 FWA の干渉検討諸元

22GHz 帯 FWA の無線諸元を表 3-6 に、空中線指向性を図 3-6 に示す。

表 3-6 22GHz 帯 FWA の無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	3.0dBm/MHz	※1
不要発射の強度	-13.0dBm/MHz	※1
給電系損失	0.0dB	※1
最大空中線利得	38.0dBi	※1
空中線指向性	ITU-R 勧告 F.699 (D=0.6)	※1
空中線高	—	FWA 高度化システムと同値
チルト角	—	FWA 高度化システムと同値
許容干渉基準	-115.8dBm/MHz	I/N=-10dB、NF=8dB ※1

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告（案） 「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000286167.pdf>

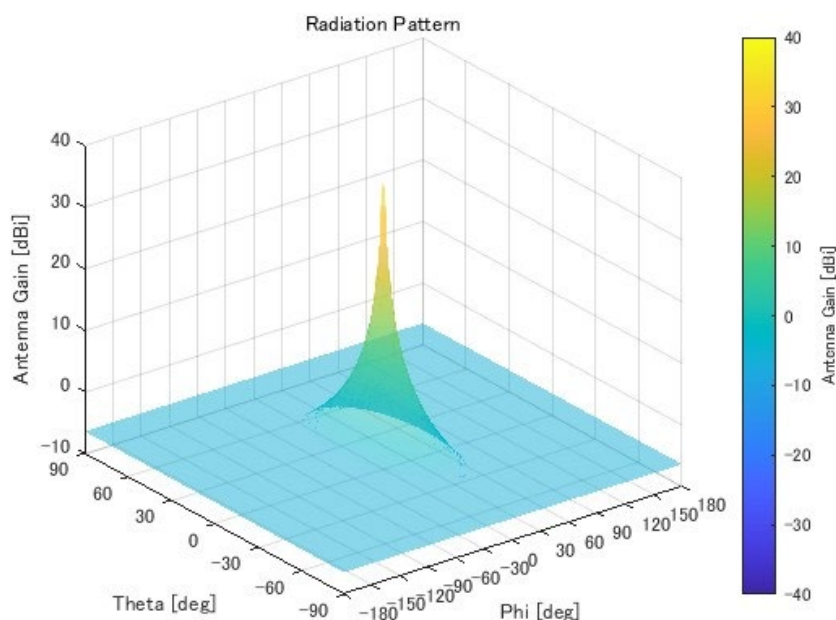


図 3-6 22GHz 帯 FWA の空中線指向性

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションとして1対1対向シミュレーションを実施した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452-17 を使用した。

(2) 22GHz 帯 FWA との干渉検討結果

表 3-7 に同一周波数、表 3-8 に隣接周波数における結果を示す。同表には、各システムを与干渉システム/被干渉システムとした場合の両システム正対条件及び方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz、次隣接チャネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の 3 種類の検討を実施した。

FWA 高度化システムからの与干渉が支配的であり、両システムが正対する条件において同一周波数で 73.90km、隣接周波数で 60.35km の離隔距離が必要であることが分かった。また両システムの方角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与し、同一周波数の場合に両システムで 30° 程度、隣接周波数の場合に FWA を 30° 程度変更することで離隔距離は 10km 以下となることが分かった。FWA 高度化システムにおける不要発射強度の実機条件を用いた検討では、両システムが正対する条件において、隣接チャネルでは離隔距離は 47.55km まで短縮され、次隣接チャネルにおいて 14.50km となることが

分かった。また、任意の片側システムを 30° 程度方位角変更することにより、離隔距離は 5km 以下まで短縮されることが分かった。

システム設置状況の管理や事業者間調整のもと適切な離隔距離が確保できれば、共用可能と考えられる。

表 3-7 22GHz 帯 FWA と FWA 高度化システムの 1 対 1 対向シミュレーション
同一周波数

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置		所要改善量 0dB となる水平距離 (km)
FWA 高度化システム	FWA	同一周波数	正対		73.90
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	54.90
				45°	43.05
				90°	41.95
			FWA (角度変更)	30°	25.40
				45°	17.70
				90°	16.70
			両システム (角度変更)	30°	1.65
				45°	0.60
				90°	0.55
FWA	FWA 高度化システム	同一周波数	正対		71.90
			FWA (角度変更)	30°	19.95
				45°	13.55
				90°	12.70
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	46.45
				45°	35.55
				90°	34.55
			両システム (角度変更)	30°	1.15
				45°	0.45
				90°	0.40

表 3-8 22GHz 帯 FWA と FWA 高度化システムの 1 対 1 対向シミュレーション
隣接周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	FWA	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		60.35
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	14.00
				45°	9.25
				90°	8.85
			FWA (角度変更)	30°	4.15
				45°	2.55
				90°	2.35
			両システム (角度変更)	30°	0.20
				45°	0.10
				90°	0.10
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		47.55
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	4.60
				45°	2.85
				90°	2.75
			FWA (角度変更)	30°	1.20
				45°	0.75
				90°	0.70
			両システム (角度変更)	30°	0.10
				45°	0.05
				90°	0.05
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		14.50
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	0.80
				45°	0.50
				90°	0.45
			FWA (角度変更)	30°	0.20
				45°	0.15
				90°	0.15
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05
FWA	FWA 高度化 システム	隣接 周波数	正対		60.35
			FWA (角度変更)	30°	4.15
				45°	2.55
				90°	2.35

			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	14.00
				45°	9.25
				90°	8.85
			両システム (角度変更)	30°	0.20
				45°	0.10
				90°	0.10

3.4 エントランスシステムとの干渉検討

(1) エントランスシステムとの干渉検討手法

1) エントランスシステムの干渉検討諸元

エントランスシステムの無線諸元を表 3-9 に、空中線指向性を図 3-7 に示す。

表 3-9 22GHz 帯 エントランスシステムの無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	2.6dBm/MHz	※1
不要発射の強度	-10.0dBm/MHz	※1、※2
給電系損失	0.0dB	※1
最大空中線利得	46.0dBi	※1
空中線指向性	46.0-3.8 θ dBi ($0^\circ \leq \theta < 5^\circ$) , 41.5-20.8 $\log \theta$ dBi ($5^\circ \leq \theta < 100^\circ$) , -0.1dBi ($100^\circ \leq \theta$)	※1
空中線高	—	FWA 高度化システムと同値
チルト角	—	FWA 高度化システムと同値
許容干渉基準	-118.8dBm/MHz	I/N=-10dB、 NF=5dB ※1

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告（案）「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000286167.pdf>

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 23GHz 帯無線伝送システム作業班報告に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

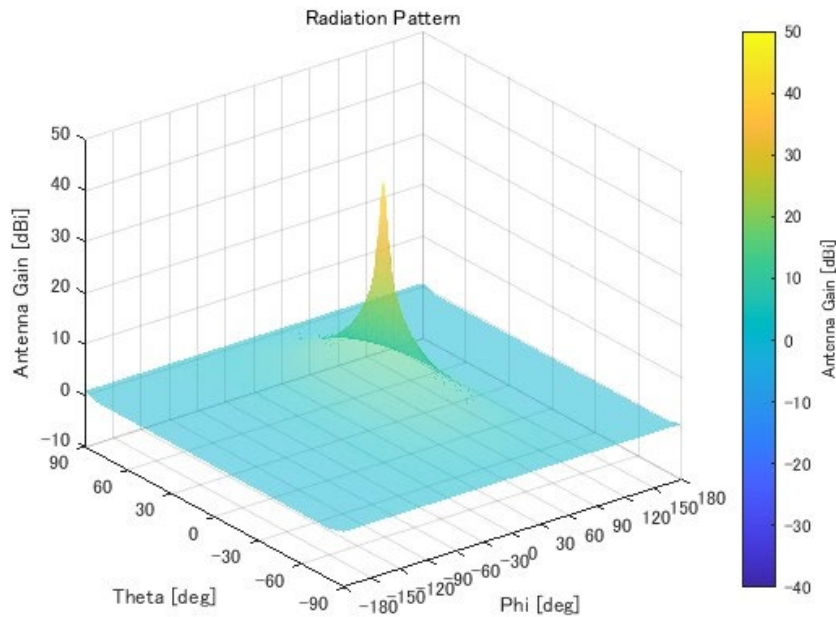


図 3-7 22GHz 帯 エントランスシステムの空中線指向性

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションとして1対1対向シミュレーションを実施した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P. 452-17 を使用した。

(2) エントランスシステムとの干渉検討結果

表 3-10 に同一周波数、表 3-11 に隣接周波数における結果を示す。同表には、各システムを与干渉システム/被干渉システムとした場合の両システム正対条件及び方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz 、次隣接チャネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の3種類の検討を実施した。

FWA 高度化システムからの与干渉が支配的であり、両システムが正対する条件において同一周波数で 79.95km、隣接周波数で 68.00km の離隔距離が必要であることが分かった。また両システムの方角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与し、両システムで 30° 程度変更することで離隔距離は同一周波数で 10km 以下、隣接周波数で 1km 以下となることが分かった。

システム設置状況の管理や事業者間調整のもと適切な離隔距離が確保できれば、共用可能と考えられる。

表 3-10 22GHz 帯 エントランスシステムと FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 同一周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	エント ランス システム	同一 周波数	正対		79.95
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	61.30
				45°	59.15
				90°	59.00
			エントランス システム (角度変更)	30°	57.80
				45°	51.35
				90°	35.30
			両システム (角度変更)	30°	7.90
				45°	3.40
				90°	1.60
エント ランス システム	FWA 高度化 システム	同一 周波数	正対		76.15
			エントランス システム (角度変更)	30°	44.00
				45°	35.00
				90°	22.10
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	58.30
				45°	53.20
				90°	51.95
			両システム (角度変更)	30°	4.00
				45°	1.65
				90°	0.80

表 3-11 22GHz 帯 エントランスシステムと FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	エント ランス システム	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		68.00
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	32.10
				45°	23.40
				90°	22.60
			エントランス システム (角度変更)	30°	17.70
				45°	12.75
				90°	6.85
			両システム (角度変更)	30°	1.00
				45°	0.40
				90°	0.20
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		60.00
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	13.15
				45°	8.70
				90°	8.30
			エントランス システム (角度変更)	30°	6.10
				45°	4.15
				90°	2.10
			両システム (角度変更)	30°	0.30
				45°	0.15
				90°	0.10
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		33.35
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	2.50
				45°	1.55
				90°	1.45
			エントランス システム (角度変更)	30°	1.05
				45°	0.70
				90°	0.35
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05
エント ランス システム	FWA 高度化 システム	隣接 周波数	正対		68.00
			エントランス システム (角度変更)	30°	17.70
				45°	12.75
				90°	6.85

			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	32.10
				45°	23.40
				90°	22.60
			両システム (角度変更)	30°	1.00
				45°	0.40
				90°	0.20

3.5 中継系システムとの干渉検討

(1) 中継系システムとの干渉検討手法

1) 中継系システムの干渉検討諸元

中継系システムの無線諸元を表 3-12 に、空中線指向性を図 3-8 に示す。

表 3-12 22GHz 帯 中継系システムの無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	2.6dBm/MHz	※1
不要発射の強度	-10.0dBm/MHz	※1、※2
給電系損失	0.0dB	※1
最大空中線利得	46.0dBi	※1
空中線指向性	$46.0 - 3.8\theta$ dBi ($0^\circ \leq \theta < 5^\circ$) , $41.5 - 20.8 \log \theta$ dBi ($5^\circ \leq \theta < 100^\circ$) , -0.1 dBi ($100^\circ \leq \theta$)	※1
空中線高	—	FWA 高度化システム と同値
チルト角	—	FWA 高度化システム と同値
許容干渉基準	-118.8dBm/MHz	I/N=-10dB、NF=5dB ※1

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告（案）「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち、「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000286167.pdf>

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 23GHz 帯無線伝送システム作業班報告に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

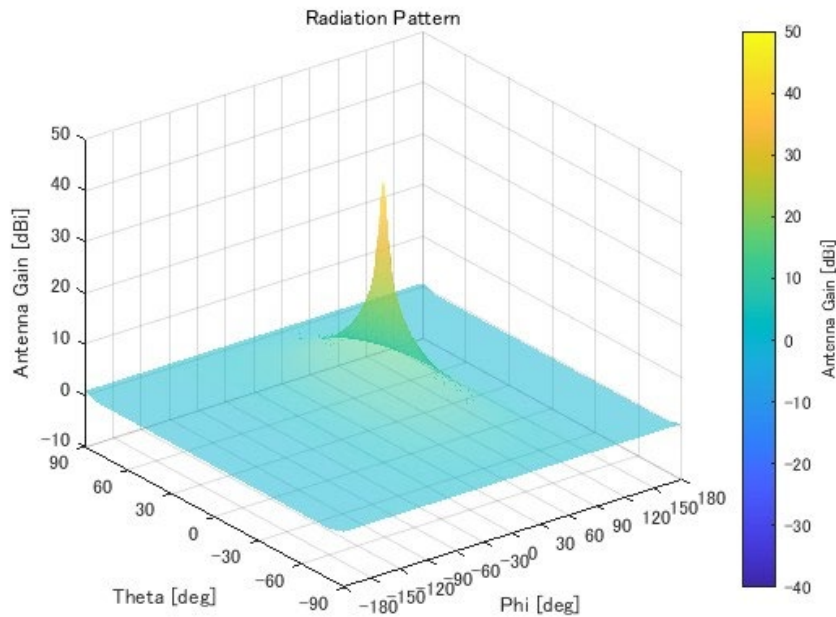


図 3-8 22GHz 帯 中継系システムの空中線指向性

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションとして1対1対向シミュレーションを実施した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P. 452-17 を使用した。

(2) 中継系システムとの干渉検討結果

表 3-13 に同一周波数、表 3-14 に隣接周波数における結果を示す。同表には、各システムを与干渉システム/被干渉システムとした場合の両システム正対条件及び方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz 、次隣接チャネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の3種類の検討を実施した。

FWA 高度化システムからの与干渉が支配的であり、両システムが正対する条件において同一周波数で 79.95km、隣接周波数で 68.00km の離隔距離が必要であることが分かった。また両システムの方角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与し、両システムで 30° 程度変更することで離隔距離は同一周波数で 10km 以下、隣接周波数で 1km 以下となることが分かった。

システム設置状況の管理や事業者間調整のもと適切な離隔距離が確保できれば、共用可能と考えられる。

表 3-13 22GHz 帯 中継システムと FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 同一周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	中継系 システム	同一 周波数	正対		79.95
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	61.30
				45°	59.15
				90°	59.00
			中継系 システム (角度変更)	30°	57.80
				45°	51.35
				90°	35.30
			両システム (角度変更)	30°	7.90
				45°	3.40
				90°	1.60
中継系 システム	FWA 高度化 システム	同一 周波数	正対		76.15
			中継系 システム (角度変更)	30°	44.00
				45°	35.00
				90°	22.10
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	58.30
				45°	53.20
				90°	51.95
			両システム (角度変更)	30°	4.00
				45°	1.65
				90°	0.80

表 3-14 22GHz 帯 中継系システムと FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	中継系 システム	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		68.00
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	32.10
				45°	23.40
				90°	22.60
			中継系 システム (角度変更)	30°	17.70
				45°	12.75
				90°	6.85
			両システム (角度変更)	30°	1.00
				45°	0.40
				90°	0.20
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		60.00
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	13.15
				45°	8.70
				90°	8.30
			中継系 システム (角度変更)	30°	6.10
				45°	4.15
				90°	2.10
			両システム (角度変更)	30°	0.30
				45°	0.15
				90°	0.10
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		33.35
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	2.50
				45°	1.55
				90°	1.45
			中継系 システム (角度変更)	30°	1.05
				45°	0.70
				90°	0.35
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05
中継系 システム	FWA 高度化 システム	隣接 周波数	正対		68.00
			中継系 システム (角度変更)	30°	17.70
				45°	12.75
				90°	6.85

			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	32.10
				45°	23.40
				90°	22.60
			両システム (角度変更)	30°	1.00
				45°	0.40
				90°	0.20

3.6 CATV 番組中継（固定）との干渉検討

(1) CATV 番組中継（固定）との干渉検討手法

1) CATV 番組中継（固定）の干渉検討諸元

CATV 番組中継（固定）の無線諸元を表 3-15 に、空中線指向性を図 3-9 に示す。

表 3-15 22GHz 帯 CATV 番組中継（固定）の無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	6.5dBm/MHz	※1
不要発射の強度	-10.0dBm/MHz、-33.0dBm/MHz	※2
給電系損失	1.0dB	※1
最大空中線利得	34.3dBi	※1
空中線指向性	ITU-R 勧告 F.699 (D=0.3)	※1
空中線高	—	FWA 高度化システムと同値
チルト角	—	FWA 高度化システムと同値
許容干渉基準	-118.8 dBm/MHz	I/N=-10dB、NF=5dB ※1

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会報告 23GHz 帯無線伝送システム作業班（資料 67-7）「作業概要（23GHz 帯無線伝送システム作業班）」のうち、「1.0W 出力の回線設計例」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 23GHz 帯無線伝送システム作業班報告及び、日本 CATV 技術協会「23GHz 帯無線システムの性能」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

<<https://www.catv.or.jp/jctea/spec/standard/>>

本検討では、当該報告における固定局及び辺地用可搬型システムを対象としている。

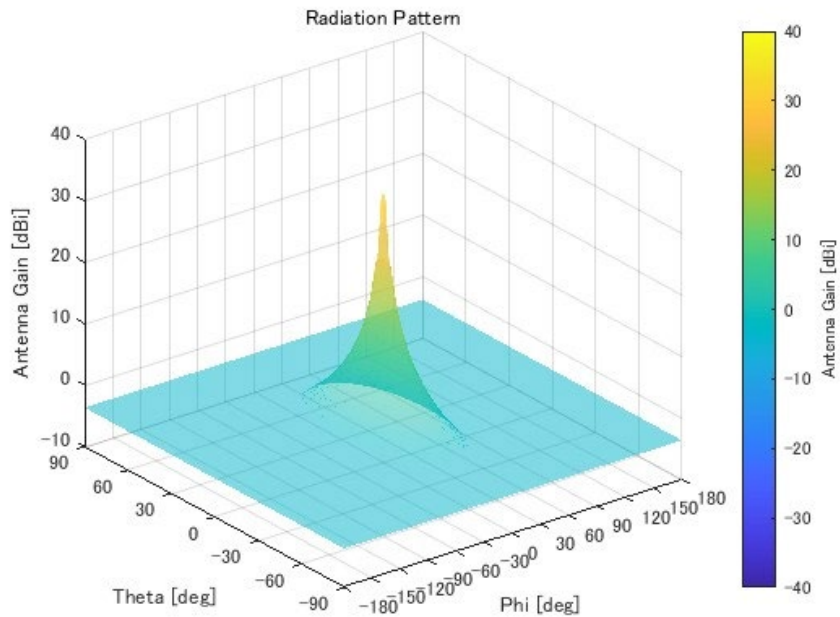


図 3-9 22GHz 帯 CATV 番組中継（固定）の空中線指向性

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションとして1対1対向シミュレーションを実施した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P. 452-17 を使用した。

(2) CATV 番組中継（固定）との干渉検討結果

表 3-16 に同一周波数、表 3-17 及び表 3-18 に隣接周波数における結果を示す。同表には、各システムを与干渉システム/被干渉システムとした場合の両システム正対条件及び方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz 、次隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の3種類の検討を実施した。また、CATV 番組中継（固定）の不要発射の強度は -10.0dBm/MHz と -33.0dBm/MHz の2種類の記載があったため、双方の値を用いて検討を実施した。

FWA 高度化システムからの与干渉が支配的であり、両システムが正対する条件において同一周波数で 72.15km、隣接周波数で 59.70km の離隔距離が必要であることが分かった。また両システムの方角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与し、両システムで 30° 程度変更することで離隔距離は同一周波数で 3km 以下、隣接周波数で 1km 以下となることが分かった。

システム設置状況の管理や事業者間調整等のもと適切な離隔距離が確保できれば、共用可能と考えられる。

表 3-16 22GHz 帯 CATV 番組中継（固定）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 同一周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	CATV 番組中継 (固定)	同一 周波数	正対		72.15
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	47.75
				45°	36.75
				90°	35.70
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	34.35
				45°	25.00
				90°	23.70
			両システム (角度変更)	30°	2.55
				45°	1.00
				90°	0.85
CATV 番組中継 (固定)	FWA 高度化 システム	同一 周波数	正対		70.55
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	28.80
				45°	20.45
				90°	19.35
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	41.15
				45°	31.00
				90°	30.05
			両システム (角度変更)	30°	1.95
				45°	0.75
				90°	0.65

表 3-17 22GHz 帯 CATV 番組中継（固定）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数①

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	CATV 番組中継 (固定)	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		59.70
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	12.25
				45°	8.00
				90°	7.65
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	7.20
				45°	4.55
				90°	4.20
			両システム (角度変更)	30°	0.35
				45°	0.15
				90°	0.15
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		43.95
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	3.95
				45°	2.45
				90°	2.35
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	2.20
				45°	1.35
				90°	1.25
			両システム (角度変更)	30°	0.10
				45°	0.05
				90°	0.05
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		12.90
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	0.65
				45°	0.40
				90°	0.40
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	0.40
				45°	0.25
				90°	0.20
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05

表 3-18 22GHz 帯 CATV 番組中継（固定）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数②

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
CATV 番組中継 (固定)	FWA 高度化 システム	隣接 周波数	正対		59.70
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	7.20
				45°	4.55
				90°	4.20
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	12.25
				45°	8.00
				90°	7.65
			両システム (角度変更)	30°	0.35
				45°	0.15
				90°	0.15
		隣接 周波数 (低出 力の場 合)	正対		18.50
			CATV 番組中継 (固定) (角度変更)	30°	0.60
				45°	0.35
				90°	0.35
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	1.05
				45°	0.65
				90°	0.60
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05

3.7 CATV 番組中継（移動）との干渉検討

(1) CATV 番組中継（移動）との干渉検討手法

1) CATV 番組中継（移動）の干渉検討諸元

CATV 番組中継（移動）の無線諸元を表 3-19 に、空中線指向性を図 3-10 に示す。

表 3-19 22GHz 帯 CATV 番組中継（移動）の無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	3.5dBm/MHz	※1
不要発射の強度	-10.0dBm/MHz、-63.0dBm/MHz	※2
給電系損失	1.0dB	※1
最大空中線利得	34.3dBi	※1
空中線指向性	ITU-R 勧告 F.699 (D=0.3)	※1
空中線高	—	FWA 高度化システムと同値

チルト角	—	FWA 高度化システムと同値
許容干渉基準	-118.8 dBm/MHz	I/N=-10dB、NF=5dB ※1

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会報告 23GHz 帯無線伝送システム作業班（資料 67-7）「作業概要（23GHz 帯無線伝送システム作業班）」のうち、「0.5W 出力の回線設計例」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

※2 情報通信審議会 情報通信技術分科会 23GHz 帯無線伝送システム作業班報告及び、日本 CATV 技術協会「23GHz 帯無線システムの性能」に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000630412.pdf>

<<https://www.catv.or.jp/jctea/spec/standard/>>

本検討では、当該報告における汎用可搬型システムを対象としている。

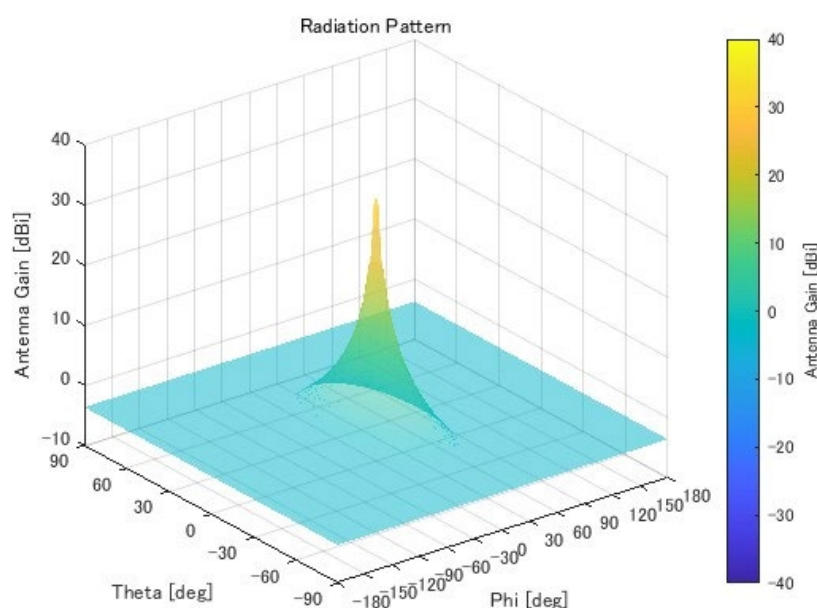


図 3-10 22GHz 帯 CATV 番組中継（移動）の空中線指向性

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションとして1対1対向シミュレーションを実施した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452-17 を使用した。

(2) CATV 番組中継（移動）との干渉検討結果

表 3-20 に同一周波数、表 3-21 及び表 3-22 に隣接周波数における結果を示す。同表には、各システムを与干渉システム/被干渉システムとした場合の両システム正対条件及び方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz、次隣接チャネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の3種類の検討を実施した。また、CATV 番組中継（移動）の不要発射の強度は -10.0dBm/MHz と -63.0dBm/MHz の2種類の記載があったため、双方の値を用いて検討を実施した。

FWA 高度化システムからの与干渉が支配的であり、両システムが正対する条件において同一周波数で 72.15km、隣接周波数で 59.70km の離隔距離が必要であることが分かった。また両システムの方位角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与し、両システムで 30° 程度変更することで離隔距離は同一周波数で 3km 以下、隣接周波数で 1km 以下となることが分かった。

CATV 番組中継（移動）は移動局であることより、固有地点における離隔距離の確保は基本的に困難であるが、隣接周波数で共用するエントランス／中継システムと CATV 番組中継（移動）の共用条件を踏まえ、システム設置状況の管理や事業者間調整等のもと適切な設置運用が確保できれば、隣接周波数にて共用可能と考えられる。

表 3-20 22GHz 帯 CATV 番組中継（移動）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 同一周波数

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置		所要改善量 0dB となる水平距離 (km)
FWA 高度化システム	CATV 番組中継（移動）	同一周波数	正対		72.15
			FWA 高度化システム （角度変更）	30°	47.75
				45°	36.75
				90°	35.70
			CATV 番組中継 （移動） （角度変更）	30°	34.35
				45°	25.00
				90°	23.70
			両システム （角度変更）	30°	2.55
				45°	1.00
				90°	0.85
CATV 番組中継（移動）	FWA 高度化システム	同一周波数	正対		68.60
			CATV 番組中継 （移動） （角度変更）	30°	22.95
				45°	15.80
				90°	14.90
			FWA 高度化システム （角度変更）	30°	33.90
				45°	24.85
				90°	24.00
			両システム （角度変更）	30°	1.40
				45°	0.55
				90°	0.45

表 3-21 22GHz 帯 CATV 番組中継（移動）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数①

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	CATV 番組中継 (移動)	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		59.70
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	12.25
				45°	8.00
				90°	7.65
			CATV 番組中継 (移動) (角度変更)	30°	7.20
				45°	4.55
				90°	4.20
			両システム (角度変更)	30°	0.35
				45°	0.15
				90°	0.15
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		43.95
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	3.95
				45°	2.45
				90°	2.35
			CATV 番組中継 (移動) (角度変更)	30°	2.20
				45°	1.35
				90°	1.25
			両システム (角度変更)	30°	0.10
				45°	0.05
				90°	0.05
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		12.90
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	0.65
				45°	0.40
				90°	0.40
			CATV 番組中継 (移動) (角度変更)	30°	0.40
				45°	0.25
				90°	0.20
			両システム (角度変更)	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05

表 3-22 22GHz 帯 CATV 番組中継（移動）と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数②

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
CATV 番組中継 （移動）	FWA 高度化 システム	隣接 周波数	正対		59.70
			CATV 番組中継 （移動） （角度変更）	30°	7.20
				45°	4.55
				90°	4.20
			FWA 高度化システム （角度変更）	30°	12.25
				45°	8.00
				90°	7.65
			両システム （角度変更）	30°	0.35
				45°	0.15
				90°	0.15
		隣接 周波数 （低出 力の場合）	正対		0.80
			CATV 番組中継 （移動） （角度変更）	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05
			FWA 高度化システム （角度変更）	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05
			両システム （角度変更）	30°	0.05
				45°	0.05
				90°	0.05

3.8 電波天文との干渉検討

(1) 電波天文との干渉検討手法

1) 電波天文の干渉検討諸元

電波天文の無線諸元を表 3-23 に示す。

表 3-23 22GHz 帯 電波天文の無線諸元

項目	値	備考
周波数帯域幅	—	送信装置無し
空中線電力	—	送信装置無し
不要発射の強度	—	送信装置無し
給電系損失	0.0dB	※1
最大空中線利得	0.0dBi	※1
空中線指向性	無指向性	※1
空中線高	—	※2
チルト角	—	
許容干渉基準	-191.6dBm/MHz	※3

※1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 放送システム委員会報告（資料 87-1-2）に基づく。

<https://www.soumu.go.jp/main_content/000164864.pdf>

※2 1 対 1 対向シミュレーションでは FWA 高度化システムと同値で設定。

サイトスペシフィックシミュレーションでは、各環境の電波天文ごとに以下の実機条件で設定。

- ・水沢： 13m（電波天文観測局 2 局（7m、13m）のうち、最大値を設定。）
- ・野辺山： 24.5m
- ・入来： 13m
- ・小笠原： 13m
- ・石垣島： 13m
- ・臼田： 33m（臼田）、32.75m（美笹）
- ・茨城： 23m（日立）、22m（高萩）
- ・岐阜： 9.5m

※3 電波法関係審査基準に基づく。

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

干渉モデルは、最悪値を考慮したシミュレーションから順に 1 対 1 対向シミュレーション、サイトスペシフィックシミュレーションを実施した。サイトスペシフィックシミュレーションに用いる評価エリアは、図 3-11～図 3-18 に示すとおり、日本各地の電波天文周辺の周辺 200km 四方領域とし、標高データを 100m メッシュ単位でサンプリングしたデータを用いる。標高データは国土交通省国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルから参照する。また、電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452-17 を使用した。

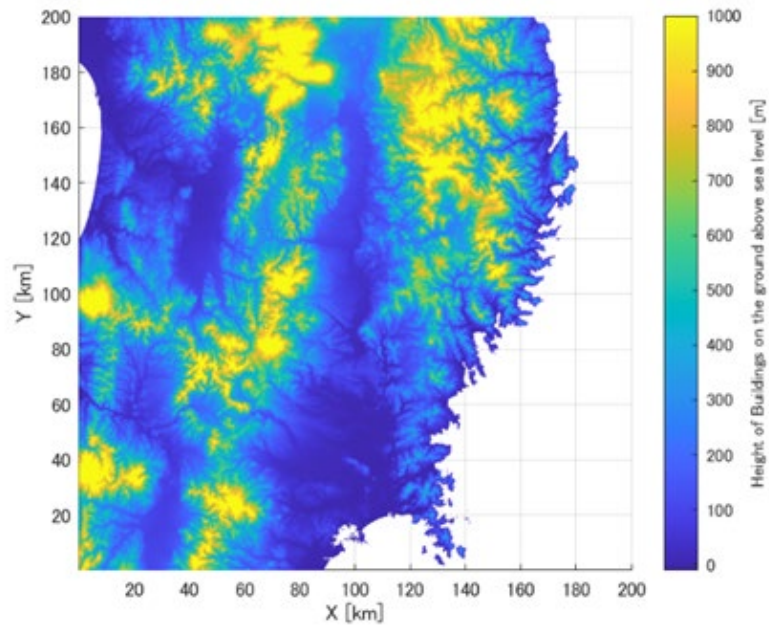


図 3-11 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(水沢)

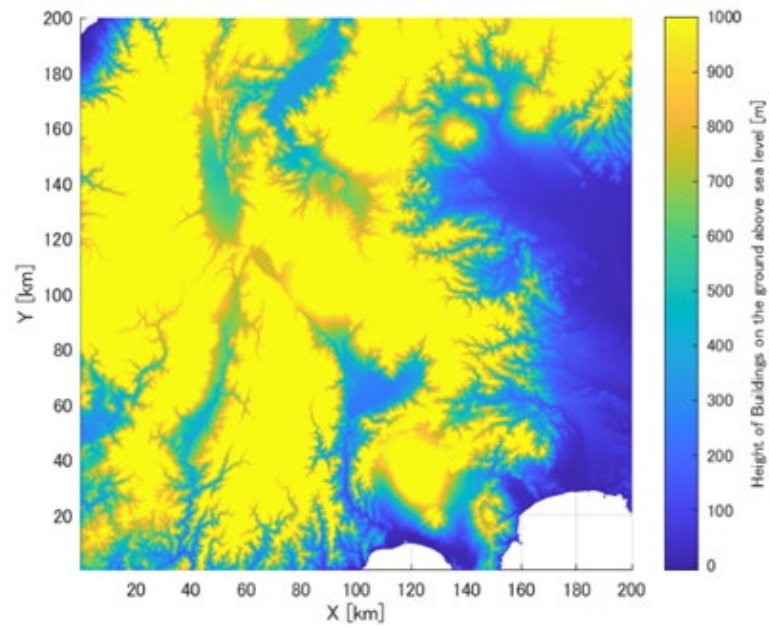


図 3-12 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(野辺山)

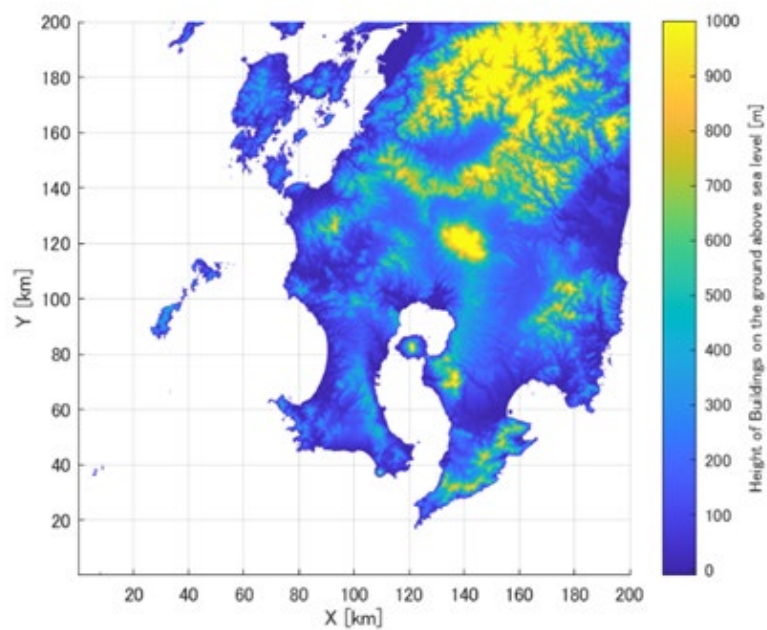


図 3-13 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(入来)

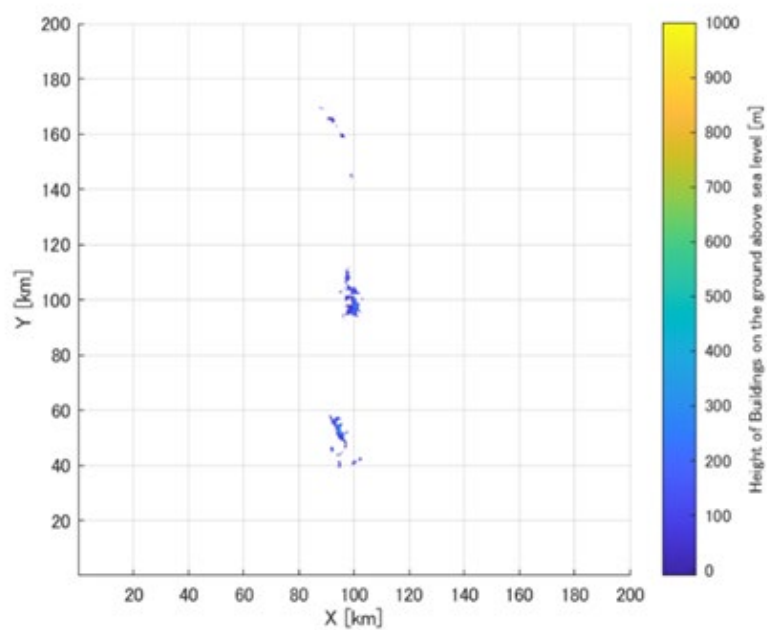


図 3-14 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(小笠原)

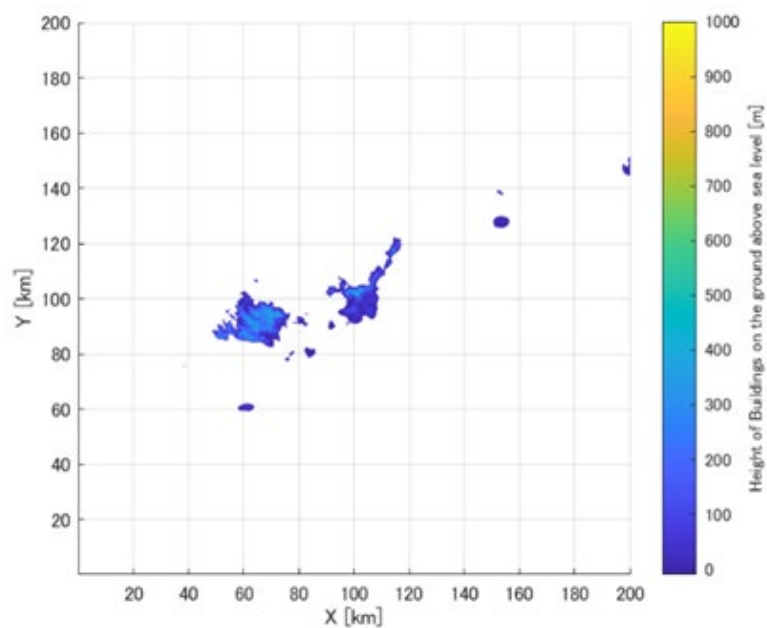


図 3-15 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(石垣島)

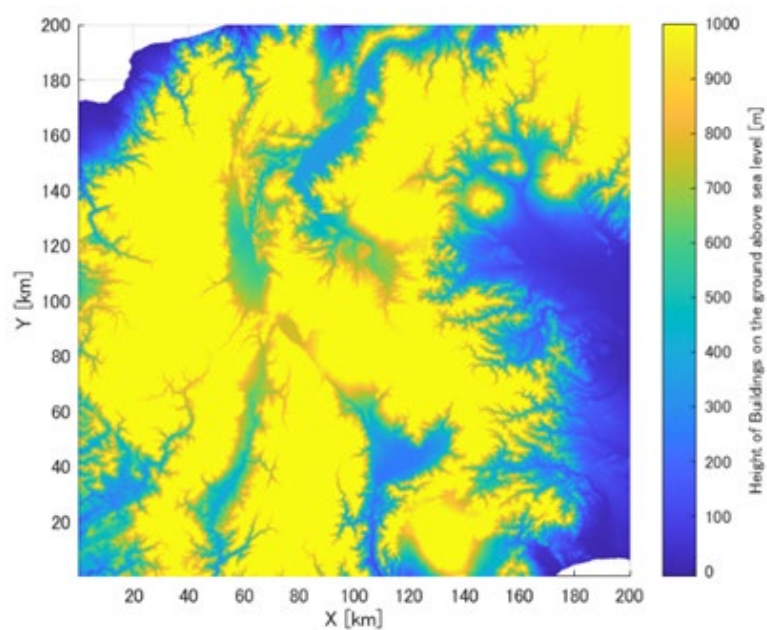


図 3-16 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(臼田)

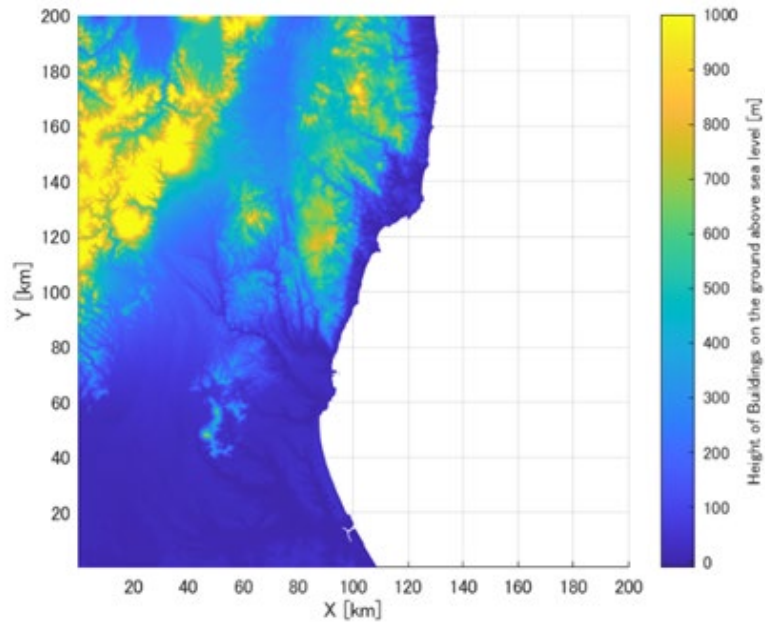


図 3-17 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(茨城)

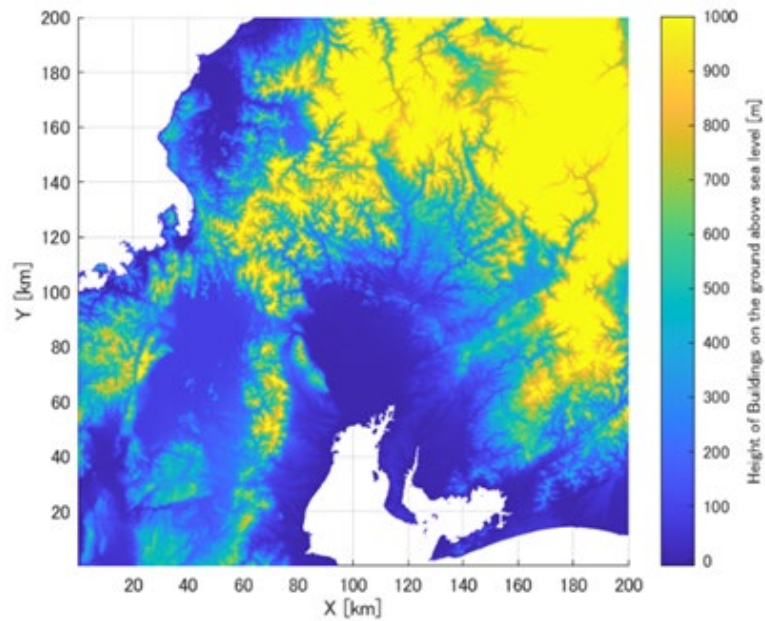


図 3-18 22GHz 帯 サイトスペシフィックシミュレーションの評価エリアの標高分布
(岐阜)

(2) 電波天文との干渉検討結果

1) 1 対 1 対向シミュレーション

表 3-24 に同一周波数、表 3-25 に隣接周波数における結果を示す。電波天文には当該周波数帯に送信機が無いため、FWA 高度化システムからの与干渉のみを検討した。同表には、FWA 高度化システムから電波天文への与干渉における両システム正対条件及び

FWA 高度化システムの方位角を変更した条件において所要改善量が 0dB となる水平距離を示す。なお、隣接周波数における FWA 高度化システム与干渉の場合では、不要発射強度として、電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz、次隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の 3 種類の検討を実施した。

両システムが正対する条件において同一周波数で 140.20km、隣接周波数で 83.60km の離隔距離が必要であることが分かった。また FWA 高度化システムの方位角を変更することは離隔距離短縮に優位に寄与するが、方位角変更を施しても同一・隣接共に 50km 以上の離隔距離となることが分かった。なお、本検討では離隔距離が 100km を超えても所要改善量が 0dB とならなかったため、FWA 高度化システムの無線局を 50m 間隔に配置する検討を 500km まで延長して実施した。FWA 高度化システムにおける不要発射強度の実機条件を用いた検討では、両システムが正対する条件において、隣接チャンネルでは離隔距離は 78.70km まで短縮され、次隣接チャンネルにおいて 68.20km となることが分かった。また、次隣接チャンネルにおいて FWA 高度化システムの方位角を 45° 程度変更することで離隔距離は 25km 以下となることが分かった。

表 3-24 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 同一周波数

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置		所要改善量 0dB となる水平距離 (km)
FWA 高度化 システム	電波天文	同一 周波数	正対		140.20
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	79.95
				45°	77.55
				90°	77.30

表 3-25 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
1 対 1 対向シミュレーション 隣接周波数

与干渉 システム	被干渉 システム	周波数 配置	配置		所要改善量 0dB となる水 平距離 (km)
FWA 高度化 システム	電波天文	隣接 周波数 (電波 法関係 審査基 準)	正対		83.60
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	67.90
				45°	64.90
				90°	64.55
				45°	64.90
				90°	64.55
		隣接 周波数 (実機 条件)	正対		78.70
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	59.85
				45°	58.05
				90°	57.85
				45°	58.05
				90°	57.85
		次隣接 周波数 (実機 条件)	正対		68.20
			FWA 高度化システム (角度変更)	30°	32.80
				45°	23.95
				90°	23.15
				45°	23.95
				90°	23.15

2) サイトスペシフィックシミュレーション

表 3-26 に同一周波数、表 3-27～表 3-29 に隣接周波数の結果を示す。隣接周波数の検討では、1 対 1 対向シミュレーションと同様に、不要発射強度として電波法関係審査基準に基づく -13dBm/MHz と、隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -24dBm/MHz 、次隣接チャンネルにおける実機条件に基づく -40dBm/MHz の3種類の検討を実施した。同表には、電波天文を評価エリア中心に固定設置した場合において、FWA 高度化システムが電波天文と正対するようにメッシュ上に配置された場合における FWA 高度化システムが電波天文に与える受信電力分布及び所要改善量を示す。なお、海領域では FWA 高度化システムの配置は想定せず、同表の分布においては当該メッシュを検討対象外として灰色で示す。また、所要改善量の色分けは、白色は所要改善量 -10dB 未満、黄色は所要改善量 $-10\sim 0\text{dB}$ 、水色は $0\sim +30\text{dB}$ 、緑色は $+30\sim +50\text{dB}$ 、赤色は $+50\text{dB}$ 以上である。水色のエリアは、FWA 高度化システムと電波天文が正対条件において所要改善量が正であるが、図 3-2 に示す空中線指向性より、FWA 高度化システムの指向方向の調整によって -30dB 程度受信電力が改善されることから、指向性の制御により干渉の回避が可能なエリアとしている。

各環境の特徴について、電波天文が周辺の山岳と比べて標高の低い場所に位置する水

沢、岐阜については、電波天文よりも高い位置に配置された FWA 高度化システムからの吹き下ろしの干渉影響を受けている。逆に、電波天文が山岳の比較的高い場所に位置する野辺山、臼田、入来については、電波天文よりも低い位置に配置された FWA 高度化システムから吹き上げる形で干渉影響を受けている。茨城（日立）、茨城（高萩）については、海岸沿いの見通しが効いているエリアに干渉影響が強く現れている。小笠原や石垣島については、島内に干渉影響が広がっている。

同一周波数においては、どの環境においても電波天文周辺の広範囲にわたって所要改善量が正となる保護エリアが分布する結果となった。特に、水沢では保護エリアが 10190.92km² となり、22GHz 帯の全電波天文 10 局の中で最大となった。

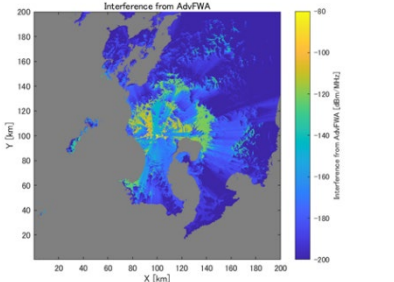
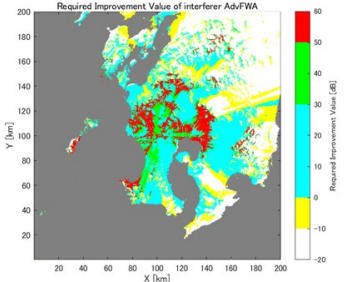
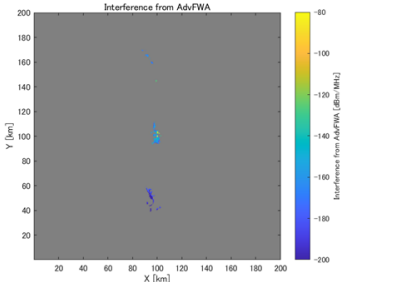
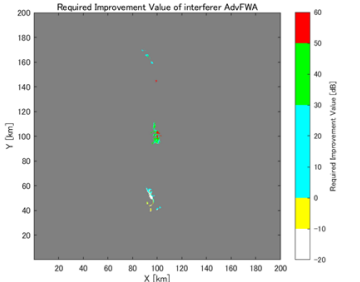
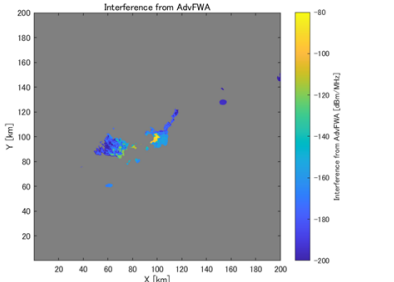
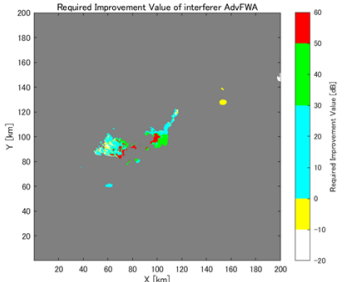
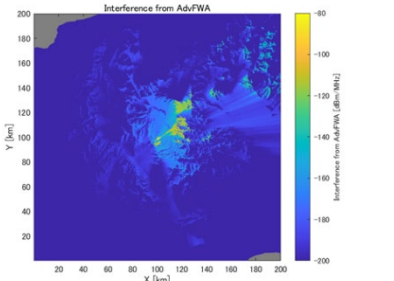
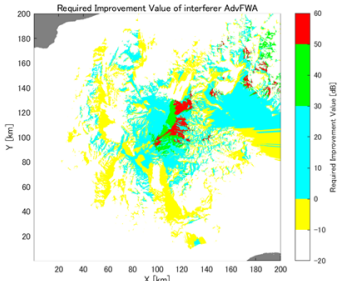
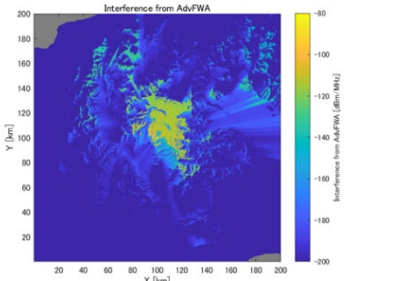
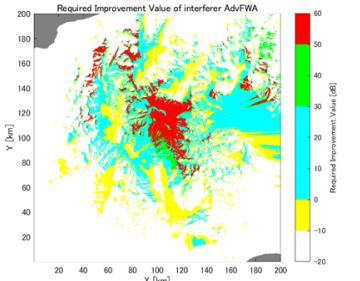
隣接周波数（電波法関係審査基準）においては、同一周波数と比較して、全体的に保護エリアの広がりには改善されるものの、どの環境でも電波天文周辺の広範囲にわたって保護エリアが分布する結果となった。水沢では、保護エリアが 3658.27km² となり、22GHz 帯の全電波天文 10 局の中で最大となった。

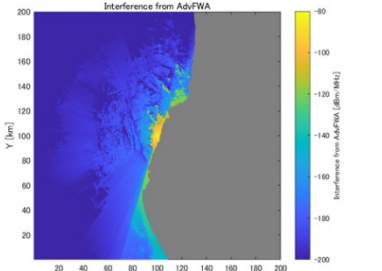
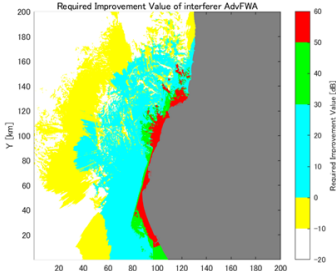
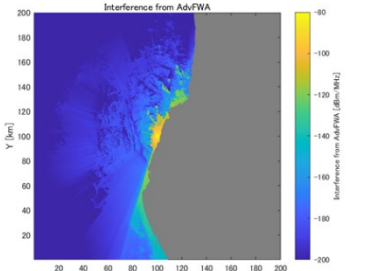
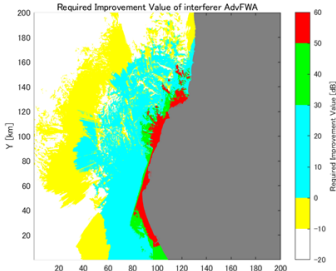
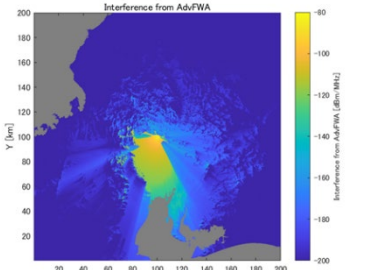
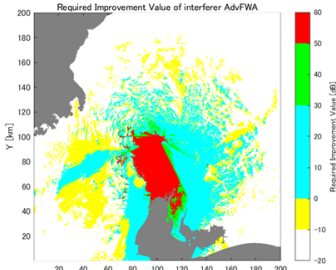
隣接周波数（実機条件）では、隣接周波数（電波法関係審査基準）よりもさらに全体的に保護エリアが改善されている。全電波天文 10 局の中で最大となるのは、臼田（美笹）における 2452.20km² である。次隣接周波数（実機条件）では、隣接周波数（実機条件）からさらに保護エリアが改善された。

1 対 1 対向及びサイトスペシフィックによる共用検討結果を踏まえ、共用にあたっては、システム設置状況の管理や事業者間調整のもと適切な離隔距離や保護エリアの確保が求められる。

表 3-26 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
サイトスペシフィックシミュレーション 同一周波数

電波天文	FWA 高度化システムから電波天文への干渉における受信電力分布	FWA 高度化システムから電波天文への所要改善量 ※1	結果
水沢			最大離隔距離： 107.43 km 保護エリア面積： 10190.92 km²
野辺山			最大離隔距離： 127.86 km 保護エリア面積： 4128.60 km²

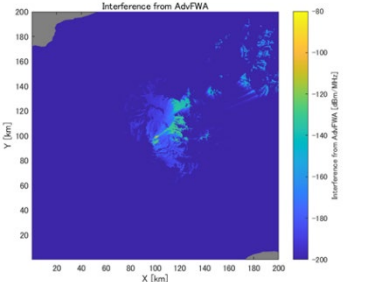
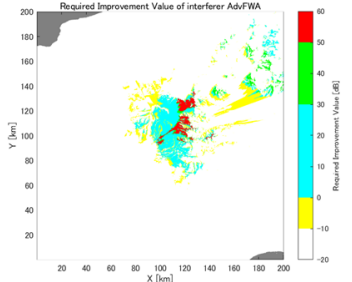
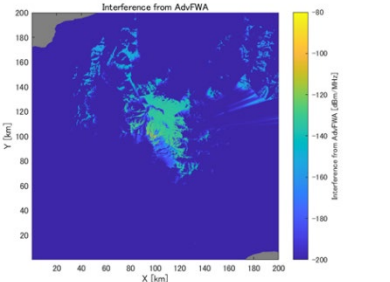
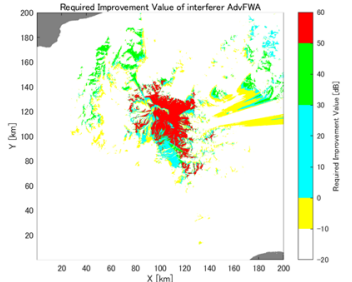
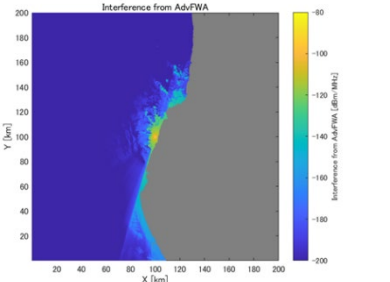
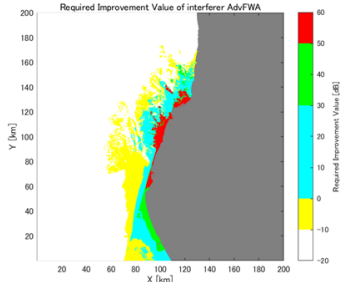
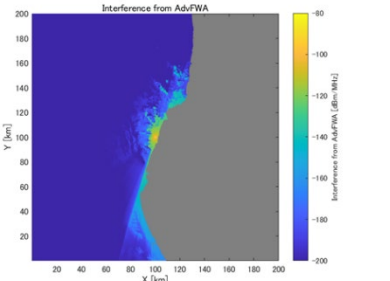
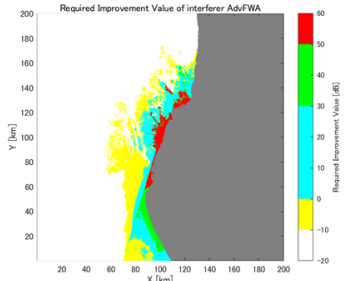
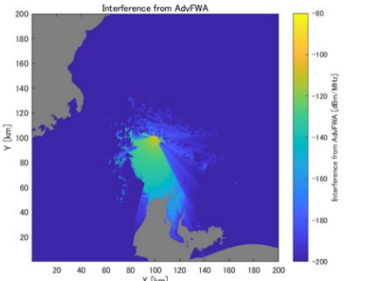
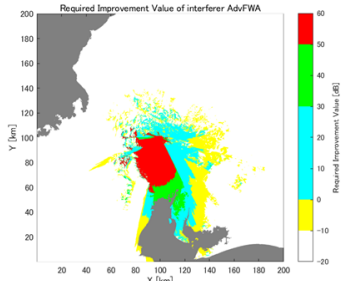
入来			最大離隔距離： 137.24 km 保護エリア面積： 7606.79 km²
小笠原			最大離隔距離： 72.69 km 保護エリア面積： 69.68 km²
石垣島			最大離隔距離： 67.05 km 保護エリア面積： 503.44 km²
臼田			最大離隔距離： 136.94 km 保護エリア面積： 6056.76 km²
臼田 (美笹)			最大離隔距離： 136.82 km 保護エリア面積： 8511.34 km²

茨城 (日立)			最大離隔距離： 107.13 km 保護エリア面積： 7526.80 km²
茨城 (高萩)			最大離隔距離： 107.74 km 保護エリア面積： 7601.54 km²
岐阜			最大離隔距離： 110.49 km 保護エリア面積： 8534.96 km²

※1 □: -10dB 未満:干渉なし、 ■: -10～0dB:干渉なし(但し、マージン 10 dB 以下)、
 □: 0～+30dB:指向性で回避可能(減衰 30dB 以上)、
 ■: +30～+50dB:指向性及び出力等のその他措置で回避可能(減衰 50dB 以上)、 ■: +50dB 以上:回避不能

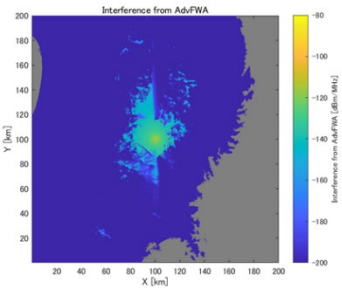
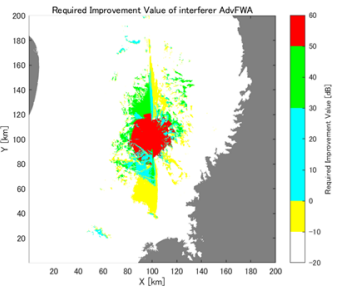
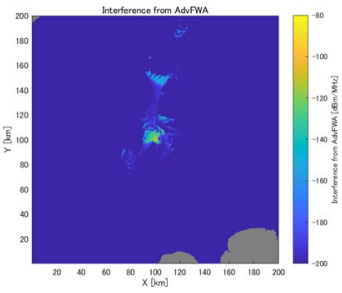
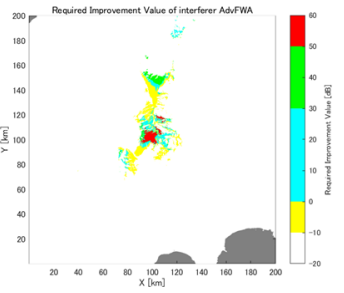
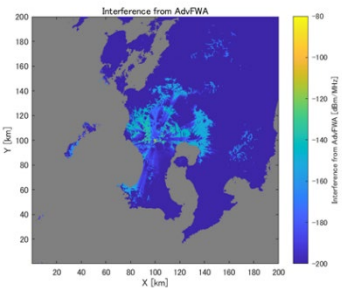
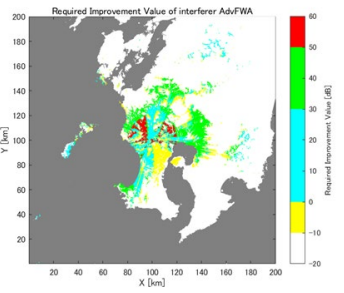
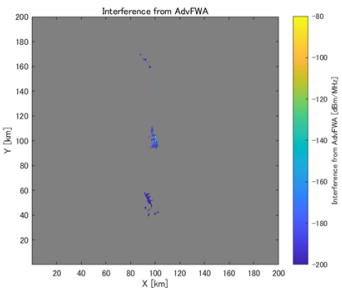
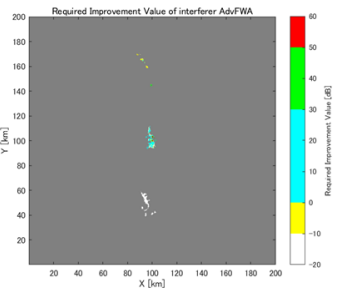
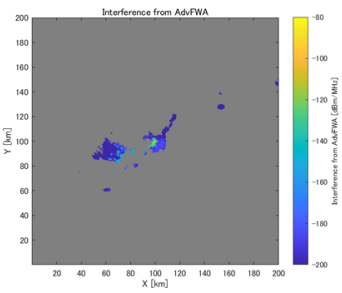
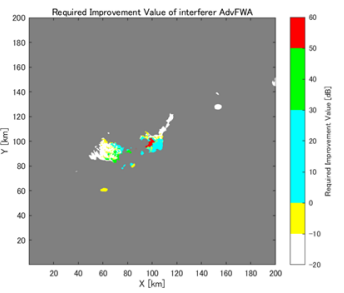
表 3-27 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
 サイトスペシフィックシミュレーション 隣接周波数（電波法関係審査基準）

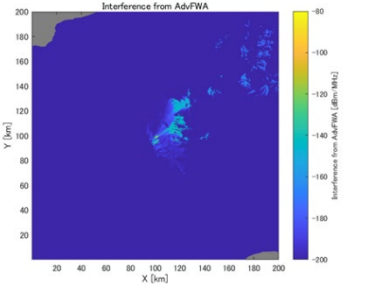
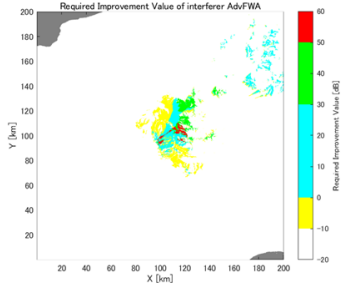
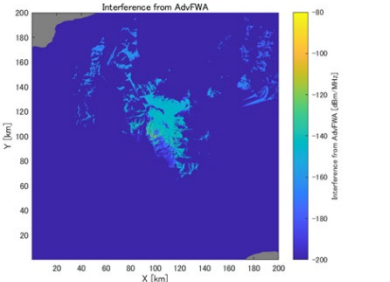
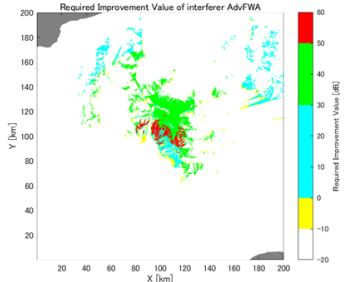
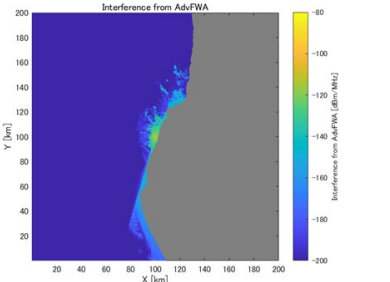
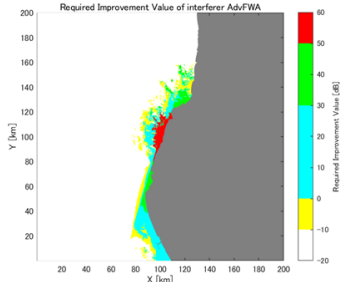
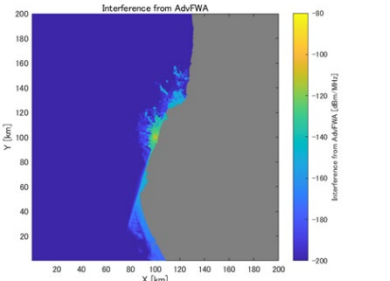
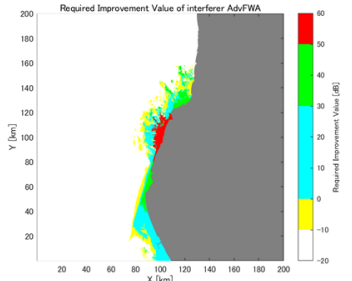
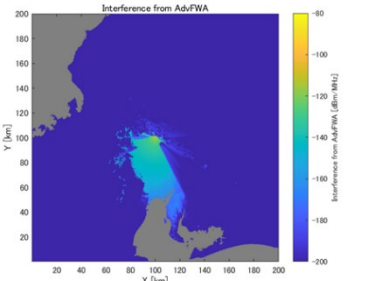
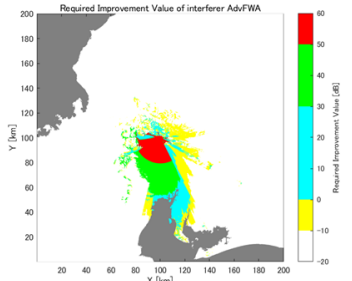
電波天文	FWA 高度化システムから電波天文 への干渉における受信電力分布	FWA 高度化システムから電波 天文への所要改善量 ※1	結果
水沢			最大離隔距離： 100.07 km 保護エリア面積： 3658.27 km ²
野辺山			最大離隔距離： 102.52 km 保護エリア面積： 1190.52 km ²
入来			最大離隔距離： 137.24 km 保護エリア面積： 3316.92 km ²
小笠原			最大離隔距離： 72.17 km 保護エリア面積： 48.07 km ²
石垣島			最大離隔距離： 58.21 km 保護エリア面積： 323.84 km ²

臼田			最大離隔距離： 135.67 km 保護エリア面積： 1735.28 km²
臼田 (美笹)			最大離隔距離： 135.21 km 保護エリア面積： 3049.58 km²
茨城 (日立)			最大離隔距離： 100.59 km 保護エリア面積： 2142.07 km²
茨城 (高萩)			最大離隔距離： 100.71 km 保護エリア面積： 2166.79 km²
岐阜			最大離隔距離： 103.33 km 保護エリア面積： 3335.20 km²

※1 □: -10dB 未満: 干渉なし、■: -10~0dB: 干渉なし(但し、マージン 10 dB 以下)、
 ■: 0~+30dB: 指向性で回避可能(減衰 30dB 以上)、
 ■: +30~+50dB: 指向性及び出力等のその他措置で回避可能(減衰 50dB 以上)、■: +50dB 以上: 回避不能

表 3-28 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
サイトスペシフィックシミュレーション 隣接周波数（実機条件）

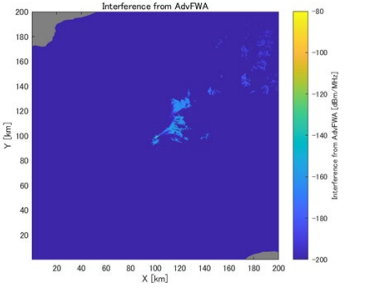
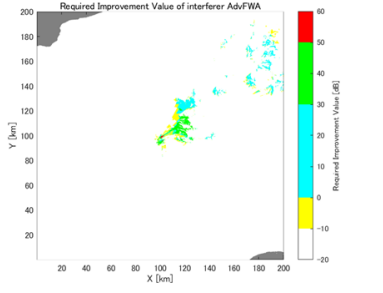
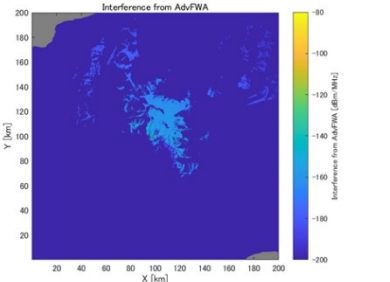
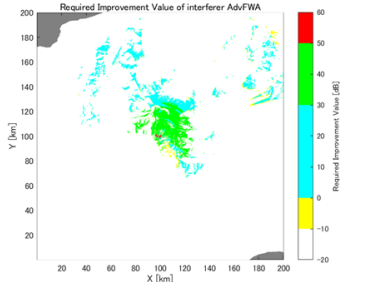
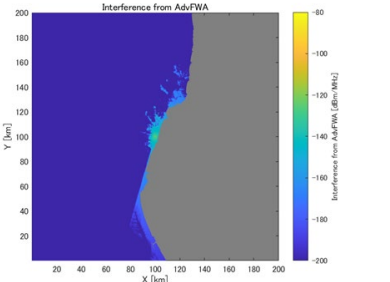
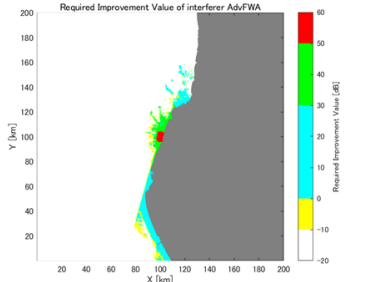
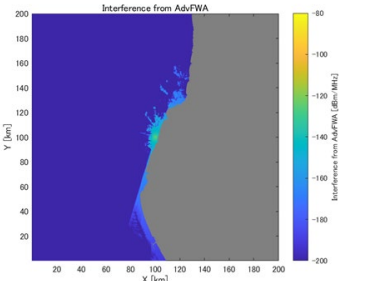
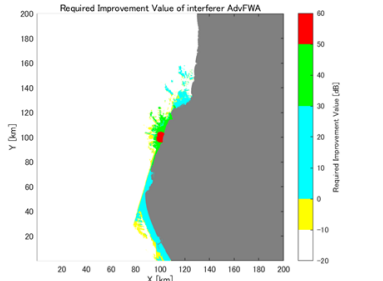
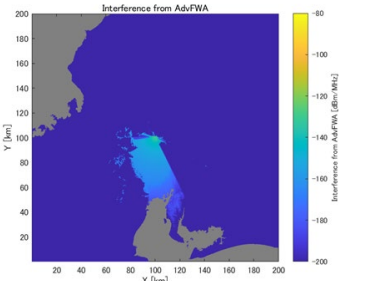
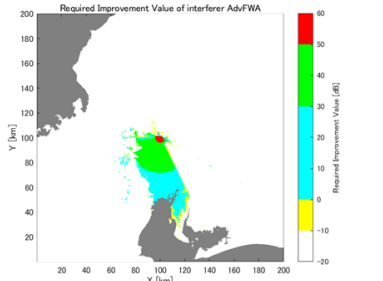
電波天文	FWA 高度化システムから電波天文 への干渉における受信電力分布	FWA 高度化システムから電波 天文への所要改善量 ※1	結果
水沢			最大離隔距離： 99.97 km 保護エリア面積： 2158.56 km ²
野辺山			最大離隔距離： 102.30 km 保護エリア面積： 529.15 km ²
入来			最大離隔距離： 137.24 km 保護エリア面積： 2204.23 km ²
小笠原			最大離隔距離： 66.44 km 保護エリア面積： 35.18 km ²
石垣島			最大離隔距離： 41.65 km 保護エリア面積： 216.96 km ²

臼田			最大離隔距離： 130.34 km 保護エリア面積： 944.02 km²
臼田 (美笹)			最大離隔距離： 130.30 km 保護エリア面積： 2452.20 km²
茨城 (日立)			最大離隔距離： 100.30 km 保護エリア面積： 1366.17 km²
茨城 (高萩)			最大離隔距離： 100.38 km 保護エリア面積： 1398.70 km²
岐阜			最大離隔距離： 103.18 km 保護エリア面積： 2015.38 km²

※1 □: -10dB 未満: 干渉なし、 ■: -10～0dB: 干渉なし(但し、マージン 10 dB 以下)、
 ■: 0～+30dB: 指向性で回避可能(減衰 30dB 以上)、
 ■: +30～+50dB: 指向性及び出力等のその他措置で回避可能(減衰 50dB 以上)、 ■: +50dB 以上: 回避不能

表 3-29 22GHz 帯 電波天文と FWA 高度化システムの
 サイトスペシフィックシミュレーション 次隣接周波数（実機条件）

電波天文	FWA 高度化システムから電波天文 への干渉における受信電力分布	FWA 高度化システムから電波 天文への所要改善量 ※1	結果
水沢			最大離隔距離： 99.07 km 保護エリア面積： 1583.58 km ²
野辺山			最大離隔距離： 102.08 km 保護エリア面積： 274.68 km ²
入来			最大離隔距離： 107.55 km 保護エリア面積： 1457.70 km ²
小笠原			最大離隔距離： 63.14 km 保護エリア面積： 12.35 km ²
石垣島			最大離隔距離： 41.06 km 保護エリア面積： 86.13 km ²

臼田			最大離隔距離： 121.00 km 保護エリア面積： 497.26 km²
臼田 (美笹)			最大離隔距離： 120.99 km 保護エリア面積： 1972.29 km²
茨城 (日立)			最大離隔距離： 100.22 km 保護エリア面積： 801.35 km²
茨城 (高萩)			最大離隔距離： 100.30 km 保護エリア面積： 827.71 km²
岐阜			最大離隔距離： 73.69 km 保護エリア面積： 1587.80 km²

※1 □: -10dB 未満: 干渉なし、 ■: -10～0dB: 干渉なし(但し、マージン 10 dB 以下)、
■: 0～+30dB: 指向性で回避可能(減衰 30dB 以上)、
■: +30～+50dB: 指向性及び出力等のその他措置で回避可能(減衰 50dB 以上)、 ■: +50dB 以上: 回避不能

3.9 衛星間通信との干渉検討

(1) 衛星間通信との干渉検討手法

1) 衛星間通信の干渉検討諸元

衛星間通信に係る共用検討で用いた無線諸元を表 3-30 に示す。

表 3-30 22GHz 帯 非静止衛星システムの無線諸元

項目	値	備考
空中線電力	39.6 dBW/19MHz	—
最大空中線利得	36.6 dBi	—
空中線指向性	ITU-R 勧告 S. 1899	—
衛星軌道面数	6	—
衛星軌道面中衛星数	11	—
衛星高度	780 km	—
許容干渉基準	-125.8 dBm/MHz	—

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

ITU-R 勧告 S. 1899 にて引用されている非静止衛星システム（23.183-23.377 GHz 利用）間通信との共用検討を実施した。同一周波数であっても共用可能性が高いことを確認した。共用検討で仮定した衛星システムと FWA 高度化システムとの位置関係を図 3-19 に示す。衛星システム及び FWA 高度化システムのアンテナの位置関係等を考慮すると、FWA 高度化システムのアンテナが指向している方向に衛星が位置している場合、干渉影響が最も高まることから当該位置関係を対象に共用検討を実施した。

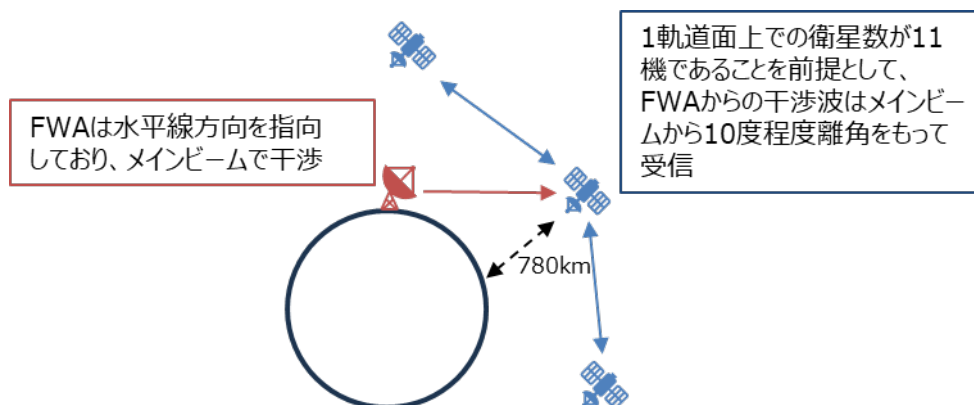


図 3-19 衛星システムと FWA 高度化システムとの位置関係

また、FWA 高度化システムはチルト 0 度であり、地表線方向を向いた運用を行うことを仮定しており、周辺の建物環境を考慮する場合、一定量のクラッタ損を計上することが現実的であると考えられる。本検討においては自由空間減衰モデルをベースとしつつ、ITU-R 勧告 P. 2109 に従うクラッタ損として 20dB の減衰効果がみられると仮定した。

(2) 衛星間通信との干渉検討結果

共用検討の結果、同一周波数での利用を想定する場合であっても、所要改善量は-23.9dB（クラッタ損なし）、-43.9dB（クラッタ損あり）との結果が得られ、1局のみで干渉レベルを上回ることはいないため、共用可能となることが確認できた。300～400局程度（クラッタ損考慮なし）、同一場所に FWA 局を収容することが可能である。図 3-20 にクラッタ損を考慮した場合の所要改善量と収容可能な FWA 局数との関係をグラフに示す。FWA 高度化システムの設置場所周辺の建物の影響によりクラッタ損が考慮される場合、同一場所に FWA 高度化システムを数万局程度設置しても共用可能であることが確認できた。



図 3-20 所要改善量と収容可能な FWA 局数との関係（クラッタ損有）

3.10 地球探査衛星との干渉検討

(1) 地球探査衛星との干渉検討手法

1) 地球探査衛星の干渉検討諸元

現在当該帯域の2システムのうち、より高度の低い AMSR3 を対象とした隣接周波数での共用検討を実施した。

運用中の衛星・センサ：水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）・高性能マイクロ波放射計2（Advanced Microwave Scanning Radiometer2；AMSR2）

計画中の衛星・センサ：温室効果ガス・水循環観測技術衛星（GOSAT-GW）・高性能マイクロ波放射計3（AMSR3） 2024年打上げ

地球探査システムに係る共用検討で用いた無線諸元を表3-31に示す。

表 3-31 22GHz 帯地球探査システムの無線諸元

項目		値	備考
アンテナに関する諸元	最大空中線利得	48.5dBi	
	空中線指向性	ITU-R 勧告 RS.1813	
	ビームの地表面仰角 (off-nadir 角)	47.7（観測は前方 $\mp 75^{\circ}$ ）	
	回転速度	40rpm	
	アンテナサイズ	2m	
	アンテナ効率	60%	
衛星に関する諸元	衛星高度	665.96km	
	起動傾斜	98.06°	
	離心率	0.0015	
	回帰日数	3日	
許容干渉基準		地球表面 20,000,000km ² において-159dBm/MHz を越えない場所率が0.01%以内	ITU-R 勧告 RS.2017

2) 干渉モデル・電波伝搬モデル

AMSR3 との共用検討では、衛星受動センサの位置及び FWA 局（4,000 局）の放射方向を一様乱数で発生させ、FWA4,000 局からの合成干渉量を評価し、その干渉確率を計算した。衛星受動センサとの共用検討 STEP3 における評価構成を以下に示す。

・シミュレーションにおける FWA 局に関する設定

EESS 局の高度で面積 2,000,000km²（円領域）となる範囲の地表に FWA 局をランダムに配置

各 FWA 局のメインビームの向きはランダム（仰角 0° で放射方向生成）

22GHz 帯、26GHz 帯、38GHz 帯 FWA の無線免許情報に基づいて、22GHz 帯へ移行する可能性のある FWA の合計局数を 4,000 局程度と想定

・シミュレーションにおける衛星受動センサに関する設定

衛星局は 2,000,000km² の範囲の 1 軌道面上をランダムに移動

ITU-R 勧告 RS. 2017 より許容干渉電力の超過率 0.01%を閾値

EESS は仰角 47.7° 固定でその放射方向をランダム

- ・ 伝搬損失に関する設定

自由空間伝搬損失 (d km より計算)

その他損失：大気損失、ITU-R 勧告 P. 2108 にもとづくクラッタ損失

- ・ その他のシミュレーションに関する設定

試行回数は 30,000 回

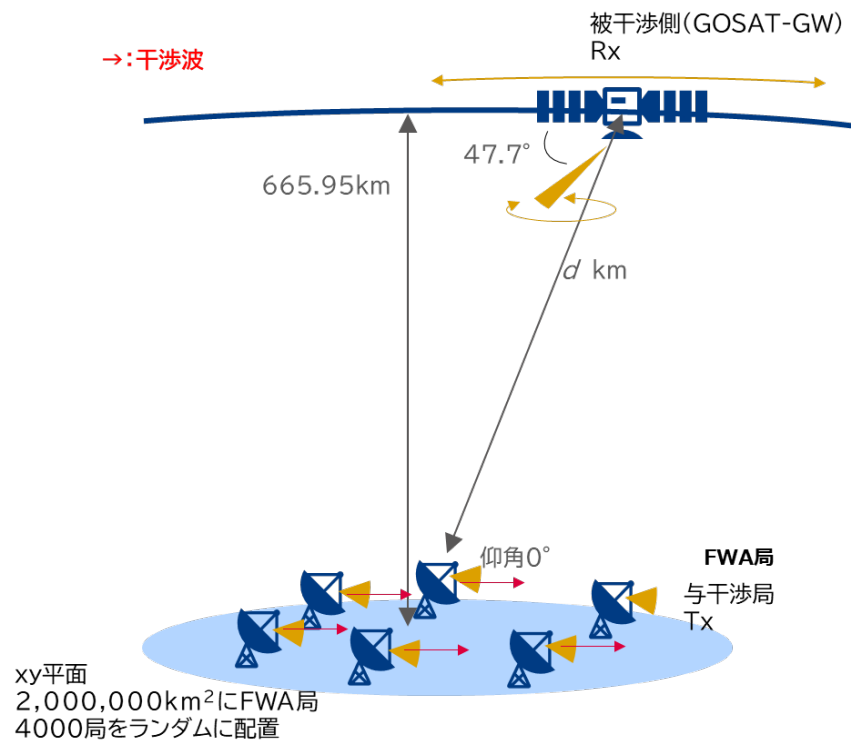


図 3-21 評価構成 (FWA 局が与干渉、衛星受動センサが被干渉)

(2) 地球探査衛星との干渉検討結果

上述したシミュレーション条件における複数の FWA 局からの衛星局への干渉評価結果を以下に示す。地球探査衛星は 23.6–24.0GHz 帯で動作しているため、FWA 高度化システムとは隣接関係であるため、表 3-5 に示した隣接チャネル漏洩電力の値をもとに共用検討を実施した。

隣接周波数（同一周波数から 30dB 減衰された電力値）の結果を図 3-22 に、次隣接周波数（同一周波数から 46dB 減衰された電力値）の結果を図 3-23 に示す。いずれの結果においても許容干渉基準である -159.0dBm/MHz となる確率は 0.01%を下回っており、隣接周波数にて共用可能と考えられる。

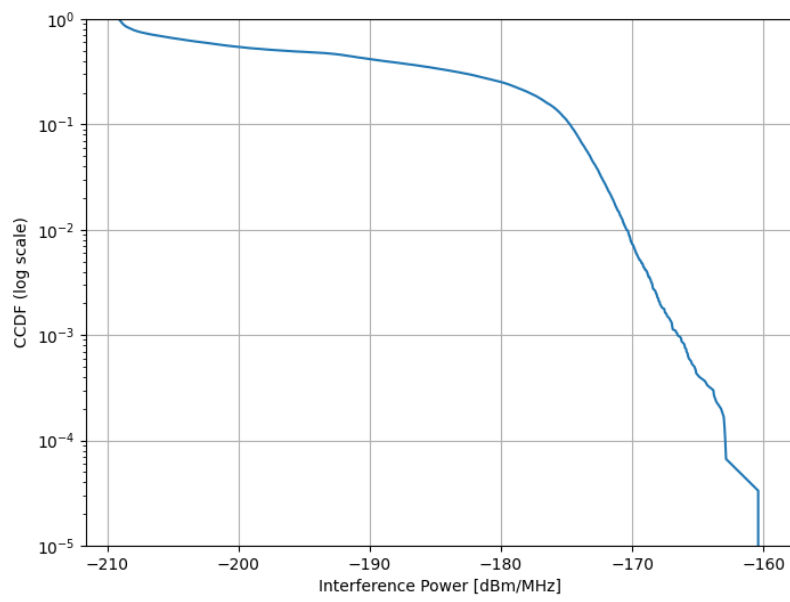


図 3-22 AMSR3 との隣接帯域での共用検討結果

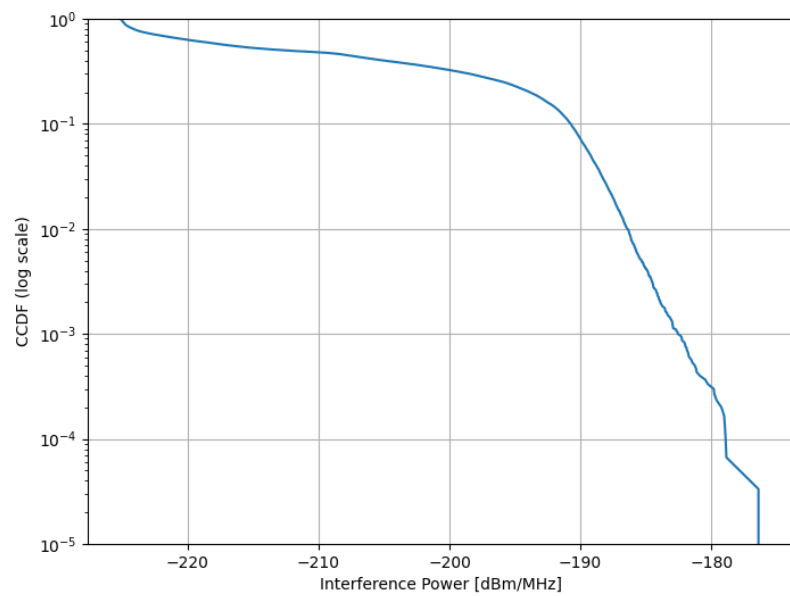


図 3-23 AMSR3 との次隣接帯域での共用検討結果

第4章 22GHz 帯 FWA 高度化に関する技術的条件

4.1 技術的条件

22GHz 帯 FWA 高度化に関する技術的条件について整理した一覧表を表 4-1 に示す。検討項目として、周波数範囲、周波数ブロック、占有周波数帯幅、偏波面、隣接チャネル漏えい電力、降雨減衰補償技術についての技術的条件をまとめた。

表 4-1 22GHz 帯 FWA 高度化の技術的条件一覧表

FWA 高度化		技術的条件	
検討項目	ポイント	現行	FWA 高度化
周波数範囲	周波数範囲の拡張	22GHz を超え 22.4GHz 以下、 22.6GHz を超え 23GHz 以下	22.0GHz を超え 23.2GHz 以下
周波数ブロック	無線チャネルの帯域幅を TDD 移動体通信に合わせる	60MHz 幅	50MHz 幅
占有周波数帯幅の許容値	通信路容量の拡大	直交周波数分割多重方式 $f_{cl} \times \text{サブキャリア数} \times 1.1 \text{ MHz}$ 以下 ※ f_{cl} : クロック周波数	直交周波数分割多重方式 一チャネルの帯域幅以下
偏波面	斜め偏波を追加	水平/垂直偏波	直線偏波 (水平/垂直/斜め偏波)
隣接チャネル漏えい電力	技術水準を踏まえた規定の見直し	隣接チャネル帯域 ± 0.45 隣接チャネル 27 [dBc] 次隣接チャネル 43 [dBc]	隣接チャネル帯域 ± 0.5 隣接チャネル 30 [dBc] 次隣接チャネル 46 [dBc] (与干渉低減)
降雨減衰補償技術の導入	降雨減衰補償機能	—	・近距離超大容量装置、中距離大容量装置 1 st : AGC (BW50/100/200MHz) 2 nd : BW2 倍 (BW100/200/400MHz) 3 rd : BW4 倍 (BW200/400MHz) ・長距離高速伝送装置 AGC のみ
	帯域幅拡張制限	—	可搬局は、降雨時の被干渉量を判断し、帯域幅拡張を制限

干渉回避	無線チャネル選択機能を追加	—	最適な無線チャネルの選択
	送信電力制御の追加	—	電力が必要最小限となるように自動制御

※AGC：通信の相手方の受信電力に基づき空中線電力が必要最小限となるように自動的に制御する機能

BW：占有周波数帯幅

FWA 高度化に係る技術的条件については、現行の FWA 機器も引き続き運用することから、新たな無線設備として追加するものとし、下記のとおりとすることが適当である。

4.1.1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

共用検討の結果を踏まえ、FWA 高度化では周波数範囲として、22.0GHz を超え 23.2GHz 以下とする。

(2) 周波数ブロック

周波数利用効率や TDD 移動体通信との親和性を考慮して、50MHz 幅とする。

(3) 通信方式

陸上移動局間の一対一の対向方式であって、通信方式は、現行の FWA と同様に周波数分割複信方式又は時分割複信方式とする。

(4) 変調方式

周波数有効利用を考慮すると変調方式の多値化が有利であり、技術発展に伴い、今後現行の方法を超える高次の多値化が見込まれることから、現行の FWA と同様に 4 値以上の多値変調（4 相以上の位相変調、4 値以上の周波数偏位変調及び 16 値以上の直交振幅変調）及び直交周波数分割多重方式（OFDM）を採用することが適当である。

また、高次変調方式においては雑音に対する耐性が低いため、天候等の伝搬環境の変化に応じて変調度を変化させ回線瞬断を回避する適応変調方式についても採用することが適当である。

(5) 情報伝送速度

FWA 高度化においては、携帯電話等の高度化に伴いエントランス回線やバックホールに求められる回線容量も増加していること、また既存 FWA システムの移行先として想定されていることから、現行の FWA と同様に、1 周波数チャネルあたりの通信路容量を 1Gbps 程度とすることが適当である。

(6) 占有周波数帯幅、キャリア周波数間隔

伝送容量、変調方式、誤り訂正機能等の付加などによって占有周波数帯幅はさまざまな値（最大 400MHz）をとることから、キャリア周波数間隔（50MHz）については、周波数有効利用の観点から必要最低限のものとすることが適当である。なお、利用周波数帯の広帯域化によりチャンネルあたりの情報量を大容量化する場合は、隣接帯域への漏えい電力による影響を十分に考慮する必要がある。

(7) 帯域幅拡張機能

時分割複信方式の無線設備においては、降雨により搬送波の減衰がある場合には、通信速度を安定的に維持するため、動的に帯域幅の拡張及び縮小が行えることが望ましい。基準帯域幅（帯域幅拡張を実施する前の 1 チャンネルの帯域幅）が周波数ブロック 1 つ（帯域幅 50MHz）の場合及び隣接する周波数ブロック 2 つ（帯域幅 100MHz）の場合、帯域幅拡張は基準帯域幅の最大 4 倍までが適当である。基準帯域幅が隣接する周波数ブロック 4 つ（帯域幅 200MHz）の場合、帯域幅拡張は基準帯域幅の最大 2 倍までが適当である。

また、可搬型の無線局の無線設備において帯域幅の拡張を行う場合は、帯域幅を拡張することによって同一チャンネル内に含まれることになる周波数ブロックに対して設置時等に受信電力測定を行って帯域幅拡張時の与干渉量を推定し、他の無線局へ干渉を及ぼす場合には空中線電力を下げ帯域幅拡張を行う又は帯域幅拡張を実施しないなどの干渉を防止する制御を行うことが適当である。

(8) 周波数選択機能

隣接する複数の周波数ブロックを割り当てられた場合、設置時等に割り当てられた周波数ブロック内の電波強度を測定して、電界強度が最も低い無線チャンネルを選択する機能を有することが適当である。

(9) 誤り訂正機能

降雨等に対する信頼性向上のため、誤り訂正符号を使用することが適当である。誤り訂正符号はその生成方法から、ブロック符号と畳み込み符号及びその両者を組み合わせた接続符号に分類されるが、本方式の場合では最適な方法は一つに限られないと考えられる。

一方、伝搬距離が短い場合で誤り訂正符号を使用しなくとも必要な回線の信頼度が得られる場合は誤り訂正符号を義務づけないことが経済性、周波数の有効利用の観点からも望ましいことなどから、本方式では誤り訂正機能については、現行の FWA と同様に規定しないことが適当である。

(10) 監視制御機能

本方式においては回線警報、機器警報、回線品質等の監視及び遠隔キャリア制御等の監視制御機能が一般的には使用される。

また、遠隔監視制御の信号は主信号に影響されることなく、かつ効率よく監視制御できることが必要である。したがって、監視制御機能に関しては、現行の FWA と同様に、

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が適当である。

(11) 他の FWA システムとの共用

本方式の利用する無線周波数帯には、現行の FWA システムが実用に供されていること、また、複数の事業者と周波数を共用することも想定されることから、新たに FWA 高度化システムを導入する際には、既設の FWA システムとの共用を考慮する必要がある。

(12) 空中線の規定条件

FWA 高度化の偏波面については、斜め偏波（+45° 偏波/-45° 偏波）の偏波 MIMO を行うことから、現行の垂直偏波/水平偏波に斜め偏波を加えて、直線偏波とすることが適当である。

(13) 他システムとの共用条件

FWA 高度化システムについては、隣接する周波数帯を使用する他システムや同一の周波数帯を使用する他 FWA 高度化システムとの共用可能性について技術計算を行うとともに、新たに FWA 高度化システムを導入する際には、既設の他システムとの共用を考慮する必要がある。また、帯域幅拡張機能を利用する場合には、帯域幅拡張による相互干渉を回避するため、帯域幅拡張時の共用可能性について技術計算を行い、既設の他システムとの共用を考慮する必要がある。

22GHz 帯における他システムとの周波数共用は電波天文業務の受信設備が対象となり、22.01GHz から 22.5GHz まで、22.81GHz から 22.86GHz まで及び 23.07GHz から 23.12GHz までの周波数を使用する陸上移動局の移動範囲については、必要に応じ事前に電波天文業務用の受信設備との運用調整を行うことが適当である。

また、隣接周波数チャネルを利用した他の FWA システムへの混信回避のため、いかなる占有周波数帯幅においても空中線電力は 0.5W 以下であることが適当である。

4.1.2 無線設備の技術的条件

4.1.2.1 送信設備

(1) 送信周波数との許容偏差

送信機の局部発振器等の周波数安定度により決まる値である。

発振方式としては、直接発振方式と周波数逡倍方式があるが、現在の技術を考慮して、現行の FWA と同様に $\pm 50 \times 10^{-6}$ 以内とすることが適当である。

(2) 占有周波数帯幅の許容値

周波数利用効率を図るため、現在の技術を考慮して、直交周波数分割多重方式においては 1 チャネルの帯域幅以下とすることが適当である。隣接する複数の周波数ブロックを結合して 1 チャネル送信を行う場合においては、結合した周波数ブロック全体を 1 チャネルとしてその帯域幅以下とすることが適当である。

直交周波数分割多重方式以外の変調方式における占有周波数帯幅の許容値については、現在の技術を考慮して、現行の FWA と同様とすることが適当である。

(3) 空中線電力

現行の FWA と同様に、0.5W 以下の送信時出力とすることが適当である。隣接する複数の周波数ブロックを結合して 1 チャンネル送信を行う場合においても上記送信時出力を超えないこととし、同一周波数において複数の空中線を用いる場合においても各空中線電力の合計が上記送信時出力を超えないことが適当である。

降雨減衰等を補償するため、上記送信時出力を上限として、通信の相手方との距離に応じて、空中線電力を制御する機能を有することが適当である。また、通信の相手方からの電波の受信電力を測定し、降雨により搬送波の減衰がある場合に、通信の相手方の受信電力に基づき空中線電力が必要最小限となるように自動的に制御する機能を有することが適当である。

(4) 空中線電力（平均値）の許容偏差

送信設備の電力増幅部の電気的特性を考慮して、現行の FWA と同様に±50%以内とすることが適当である。

(5) 周波数

利用周波数帯の広帯域化により 1 チャンネルあたりの情報量を大容量化する場合は、隣接する複数チャンネルを結合して 1 チャンネル送信を行うことを可能とする。

また、降雨時に隣接するチャンネル及び次隣接チャンネルと次々隣接チャンネルを利用して 1 チャンネル送信を行う帯域幅拡張機能を使用することを可能とする。帯域幅拡張機能を使用する場合、拡張した際に使用する周波数ブロックの電波強度を測定して、最適な空中線電力で帯域幅拡張後の電波発射を行うことが適切である。

(6) 偏波

異偏波による干渉の改善を見込む交差偏波補償機能（XPIC）や偏波 MIMO 技術などを具備し、水平偏波及び垂直偏波等の複数の直線偏波を利用することを可能とする。ただし、上記技術を用いなくても回線品質を満たす場合にはこの限りではない。

(7) 送信空中線特性

空中線電力を付加した場合に、現行のアンテナの実力値を考慮した下記に示す EIRP マスクの値以下とすることが適当である。

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= 73 - 3.8\theta \text{ [dBm]} \quad (0^\circ \leq \theta \leq 5^\circ) \\ &= 68.5 - 20.8 \log \theta \text{ [dBm]} \quad (5^\circ < \theta < 100^\circ) \\ &= 26.9 \text{ [dBm]} \quad (100^\circ \leq \theta \leq 180^\circ) \end{aligned}$$

(8) スプリアス発射または不要発射の強度の許容値

送信設備の帯域外領域におけるスプリアス発射及びスプリアス領域における不要発射の強度の許容値は、現行の FWA と同様に 50 μW 以下とすることが適当である。

(9) 隣接チャネル漏えい電力

現在運用されているシステムとの周波数共用を図り、またシステム間の離隔を抑えるため、以下の値とすることが適当である。

- ① 中心周波数から BW_{ch} 離れた点 $\pm 0.5BW_{ch}$ 帯域において $A_{adj}=30\text{dBc}$ 以上
- ② 中心周波数から $2BW_{ch}$ 離れた点 $\pm 0.5BW_{ch}$ 帯域において $A_{adj}=46\text{dBc}$ 以上

BW_{ch} : チャネル帯域幅

(10) 電波防護

現行の FWA と同様に電波法施行規則第 21 条の 4（電波の強度に対する安全施設）に従って電波防護の指針に適合し、アンテナと人体との離隔距離を確保することが必要である。電波の強度の値は電波法施行規則別表第 2 号の 3 の 3 のとおり電界強度の実行値 61.4V/m 、磁界強度の実効値 0.163A/m 、電力密度 1 以下であることが適当である。

(11) システム設計条件

違法使用を防止するため送信装置の主要な部分（空中線系を除く高周波数部及び変調部）は、現行の FWA と同様に容易に開けることができない構造することが適当である。

4.1.2.2 受信設備

(1) 副次的に発する電波等の限度

機器のコスト、他の無線設備への影響を考慮して、現行の FWA と同様に以下とすることが適当である。

副次的に発する電波の周波数が 1GHz 未満にあつては 4nW 以下、 1GHz 以上にあつては 20nW 以下とすること。

(2) 受信空中線

送信設備の送信空中線の規定を準用することが適当である。

4.1.3 測定方法

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が、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。

時分割変調方式及び時分割多元接続方式においてはバースト送信を行う状態となる。無変調状態の場合、運用状態と異なる試験動作となるため連続送信状態のみとなると考えられるが、変調状態の場合、バースト送信状態となることが想定される。システムが連続送信でない状態で運用される場合は、原則としてその状態で測定することが望ましい。また、垂直偏波及び水平偏波又は斜め偏波を同時に用いる場合は、各偏波毎のアンテナ端子（一時的に設ける測定用端子を含む。）で測定する。

なお、複数の空中線を同時に用いる場合は、各アンテナ端子で測定することとする。

(1) 周波数の偏差

① アンテナ測定端子付きの場合

無変調の連続送信状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を周波数

計を用いて測定する。必要に応じて導波管-同軸変換器を用いて測定を行う。測定点はアンテナ端子又は測定用モニタ端子とする。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。

(2) 占有周波数帯幅

① アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ端子又は測定用モニタ端子とする。

使用するパターン発生器は、規定伝送速度に対応した標準符号化試験信号を発生する信号源とする。誤り訂正等を使用している場合には、そのための信号を付加した状態で測定する（内蔵パターン発生器がある場合はこれも使用しても良い）。標準符号化試験信号はランダム性が確保できる信号とする。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合には、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。

(3) スプリアス発射又は不要発射の強度

a. 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度

① アンテナ測定端子付きの場合

無変調の状態で動作させ、帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。なお、バースト波の場合は、バースト内平均電力を求める。測定点はアンテナ端子とする。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。この場合、試験機器の測定規定点と一時的に設けた測定用端子間の損失等を補正する。

b. スプリアス領域における不要発射の強度

① アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態で動作させ、スプリアス領域における不要発射の強度の平均電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。なお、バースト波の場合は、バースト内平均電力を求める。測定点はアンテナ端子とする。測定周波数範囲は 30MHz から 2 倍の高調波までとし、導波管を用いるものは下限周波数をカットオフ周波数の 0.7 倍とする。ただし、導波管が十分長く技術基準を満たすカットオフ減衰量を得られる場合は、下限周波数をカットオフ周波数とすることができる。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。
この場合、試験機器の測定規定点と一時的に設けた測定用端子間の損失等を補正する。

c. 空中線電力の偏差

① アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調の状態連続送信として動作させ、送信設備の出力電力を電力計又はスペクトルアナライザを用いて測定し、定格出力との偏差を求める。なお、バースト送信状態で測定した場合は、バースト繰り返し周期より十分長い時間で測定し、バースト時間率（バースト長／バースト繰り返し周期）を除して、バースト内平均電力を求める。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。
この場合、試験機器の測定規定点と一時的に設けた測定用端子間の損失等を補正する。

d. 隣接チャネル漏えい電力

① アンテナ測定端子付きの場合

通常の変調状態として動作させバースト送信を行う無線設備はバースト送信状態で、隣接チャネル漏えい電力をスペクトルアナライザを用いて測定する。また、中心周波数 $\pm 0.5BW_{ch}$ の値と中心周波数から BW_{ch} 又は $2BW_{ch}$ 離れた周波数を中心とする $\pm 0.5BW_{ch}$ の値の比を求めることとし、バースト送信状態の無線設備はスペクトルアナライザの検波モードをポジティブピークとして測定すること。

BW_{ch} : チャネル帯域幅

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて①と同様に測定する。
この場合、試験機器の測定規定点と一時的に設けた測定用端子間の損失等を補正する。

e. 受信設備が副次的に発射する電波

① アンテナ測定端子付きの場合

受信状態に、副次的に発する電波をスペクトルアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ端子とし、受信空中線と電氣的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定する。

② アンテナ測定端子のない場合

アンテナ測定端子がない場合は、一時的に測定用端子を設けて a. と同様に測定する。
この場合、試験機器の測定規定点と一時的に設けた測定用端子間の損失等を補正する。

4.2 共用条件のまとめ

前項までの検討を踏まえ、FWA 高度化システムと有意な影響が想定される他システムとの共用条件及び共用可能性の概要を表 4-2 に示す。

表 4-2 22GHz 帯における共用条件まとめ

周波数 (利用帯域幅)	共用条件概要	FWA 高度化システムとの 共用可能性
22. 0-22. 21GHz (210MHz)	隣接帯域での共用である電波天文における設置場所等の位置情報は把握可能であるため、周囲に最大 50km 程度の保護エリアを設定することで共用可能。	高 (アンテナ指向方向を共用相手先に向けないなどのサイトエンジニアリングによる干渉回避策を講じたうえで適切な保護エリアを設定することで共用可能。)
22. 21-22. 4GHz (190MHz)	- 同一帯域での共用である電波天文における設置場所等の位置情報は把握可能であるため、周囲に最大 100km 程度の保護エリアを設定する必要あり。 - 隣接帯域での共用であるエントランス回線は、配置関係により最大でも 60km 程度の離隔を取ることで共用可能。	中 (電波天文保護のための保護エリアが広いため、実環境を想定した現実的な保護エリアの設定が必要。)
22. 4-22. 5GHz (100MHz)	- 同一帯域での共用である電波天文における設置場所等の位置情報は把握可能であるため、周囲に最大 100km 程度の保護エリアを設定する必要あり。 - 同一帯域での共用であるエントランス回線は、配置関係により最大でも 80km 程度の離隔を取ることで共用可能。	中 (電波天文保護のための保護エリアが広いため、実環境を想定した現実的な保護エリアの設定が必要。)
22. 5-22. 6GHz (100MHz)	- 同一帯域での共用であるエントランス回線は、配置関係により最大でも 80km 程度の離隔を取ることで共用可能。 - 隣接帯域での共用である電波天文における設置場所等の位置情報は把握可能であるため、周囲に最大 50km 程度の保護エリアを設定することで共用可能。	高 (アンテナ指向方向を共用相手先に向けないなどのサイトエンジニアリングによる干渉回避策を講じたうえで適切な保護エリアを設定することで共用可能。)
22. 6-23. 0GHz (400MHz)	- 隣接帯域での共用であるエントランス回線は、配置関係により最大でも 60km 程度の離隔を取ることで共用可能。 - 隣接帯域での共用である電波天文における設置場所等の位置情報は把握可能であるため、周囲に最大 50km 程度の保	高 (アンテナ指向方向を共用相手先に向けないなどのサイトエンジニアリングによる干渉回避策を講じたうえで適切な保護エ

	護エリアを設定することで共用可能。	リアを設定することで共用可能。)
23. 0-23. 2GHz (200MHz)	• 同一帯域での共用であるエントランス回線は、配置関係により最大でも 80km 程度の離隔を取ることで共用可能。 • 隣接帯域での共用である CATV 番組中継（固定／移動）は、配置関係により最大でも 40km の離隔を取ることで共用可能。	中 (CATV 番組中継（固定／移動）を保護するために適切な保護エリアの設定または適切な離調により共用可能。)
23. 2-23. 55GHz (350MHz)	• 同一帯域での共用である CATV 番組中継（移動／固定）は、配置関係により最大でも 70km 程度の離隔を取ることで共用可能ではあるが、CATV 移動局は任意の場所で利用の可能性がある、FWA 高度化システムによって適切な保護エリアの設定および遵守は困難。	低 (事業者間調整等のもと適切な設置運用が確保できれば、隣接周波数にて共用可能)
23. 55-23. 6GHz (50MHz)	• 同一帯域での共用である CATV 番組中継（移動／固定）は、配置関係により最大でも 70km 程度の離隔を取ることで共用可能ではあるが、CATV 移動局は任意の場所で利用の可能性がある、FWA 高度化システムによって適切な保護エリアの設定および遵守は困難。	低 (事業者間調整等のもと適切な設置運用が確保できれば、隣接周波数にて共用可能)

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会
構成員一覧

(令和7年8月6日現在 敬称略)

	氏 名	所 属
主査 専門委員	三 次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
委員	高 田 潤一	東京科学大学 執行役副学長(国際担当)/環境・社会理工学院 教授
〃	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
専門委員	飯 塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 調査研究部 研究主 幹
〃	井 家 上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃	伊 藤 数子	特定非営利活動法人 STAND 代理理事
〃	今 村 浩一郎	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 研究主 幹
〃	太 田 香	室蘭工業大学 大学院 工学研究科 コンピュータ科学センター長・教 授
〃	加 藤 康博	NTT 株式会社 技術企画部門 電波室長
〃	杉 浦 誠	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
〃	杉 本 千佳	横浜国立大学大学院工学研究院 知的構造の創生部門 准教授
〃	田 丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 技術統括室 業務執行役員 ナショナル テクノロジーオフィサー
〃	豊 嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所ワイヤレス ネットワーク研究センター 研究センター長
〃	生 田 目 瑛子	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会委員
〃	藤 野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
〃	松 尾 綾子	株式会社東芝 防衛・電波システム事業部 小向工場 フェロー
〃	森 田 耕司	一般社団法人 日本アマチュア無線連盟 会長
〃	吉 田 貴容美	日本無線株式会社 ソリューション事業部 マイクロ波通信技術部 衛星移動通信システムグループ 課長

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会
22GHz 帯 FWA 高度化作業班
構成員一覧

(令和7年10月9日現在 敬称略)

	氏 名	所 属
主任	前原 文明	早稲田大学 理工学術院 教授
	大曾根 淳太	KDDI 株式会社 技術企画本部 電波部 エキスパート
	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 技術部長
	北原 雅宗	京セラコミュニケーションシステム株式会社 事業開発部 事業推進部 副部長
	熊取谷 研司	一般社団法人日本ケーブルテレビ連盟 技術部長
	小林 真也	株式会社国際電気 プロダクト本部 製品開発第一部 技師
	下村 雅彦	株式会社三菱総合研究所 モビリティ・通信事業本部 次世代テクノロジーグループ 特命リーダー
	谷田 尚子	株式会社 NTT ドコモ 電波企画室 電波企画担当課長
	平松 正顕	自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター 周波数資源保護室 室長・講師
	宮崎 太郎	日本放送協会 技術局計画部 エグゼクティブ・エンジニア
	八重樫 一仁	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 固定通信グループ 担当部長
	横田 純也	ソフトバンク株式会社 渉外本部 電波政策統括室 制度開発部 制度企画課 課長

参考資料

1. FWA 高度化システム収容評価

1.1 検討手法

(1) 検討事項と検討手法の整理

22GHz 帯における収容可能性を評価するにあたり、必要な検討事項、及び各検討事項に対する検討手法を表 参 1 に整理した。

同一の FWA 事業者が運用する FWA 高度化システム間の共用については、FWA 高度化システムの TDD 同期（装置間の送受タイミング連動）機能により、事業者内で TDD 同期を行うことで干渉回避可能であり、収容評価において特段の考慮は必要ない。

異なる FWA 事業者が運用する FWA 高度化システム間の共用については、事業者をまたいで TDD 同期を行うことが困難であるため、収容評価において共用検討が必要になる。FWA 高度化システム間の共用については、置局情報が特定できる常設型 FWA と、置局情報が特定できない可搬型 FWA で分けて検討を行った。具体的な検討手法については、(2)に示す。

既存の他システムと FWA 高度化システム間の共用については、既存の他システム（電波天文、エントランス/中継システム、CATV 番組中継）ごとに検討を実施する。具体的な検討手法については、(3)に示す。

表 参 1 収容評価における検討事項と検討手法

検討事項	検討手法
同一の FWA 事業者が運用する FWA 高度化システム間の共用	TDD 同期機能により干渉回避可能である。
異なる FWA 事業者が運用する FWA 高度化システム間の共用	<常設型 FWA> 各 FWA 事業者より提供の FWA 局諸元（緯度経度、伝送距離、通信路容量、指向方向）に基づき、各事業者間の同一/隣接/次隣接チャネルにおける共用可能性を検証する。
	<可搬型 FWA> 可搬型 FWA のチャネル割当を常設型 FWA と分離し、可搬型 FWA の帯域幅拡張時に常設型 FWA とチャネルが重ならないように運用することを想定する。
既存の他システムと FWA 高度化システム間の共用	<対 電波天文> 常設型 FWA については、各 FWA 局諸元と電波天文位置に基づくサイトスペシフィックシミュレーションを行い、同一/隣接/次隣接チャネルにおける共用可能性を確認する。 可搬型 FWA については、同一チャネルにおける共用は困難であることを前提に、隣接/次隣接チャネルにお

	いては保護エリアの設定を前提とする。
	<対 エントランス/中継システム> 各 FWA 局諸元とエントランス/中継システム諸元に基づき、同一/隣接/次隣接チャンネルにおける共用可能性を検証する。
	<対 CATV 番組中継> 同一チャンネルにおける共用は困難であることを前提に、隣接/次隣接チャンネルにおける共用可能性を検証する。

(2) 異業者が運用する FWA 高度化システム間の共用可能性検討手法

異業者が運用する FWA 高度化システム間の共用可能性検討は、以下の①～④の手順で実施した。ただし、以下の共用可能性検討手法は、FWA 高度化システムが常設型である場合にのみ適用されるものである。

① FWA 局のタイプ診断

FWA 事業者から提供の各 FWA 局の所要伝送距離及び通信路容量より、FWA 高度化システムのタイプ診断表（1.4 参照）に基づき、該当する FWA 高度化タイプ（1.3 参照）を特定する。

② 同一チャンネルにおける共用可能性検証

異なる事業者の FWA 局の全組合せに対して、FWA 局間距離（FWA 事業者から提供の置局情報より計算）と必要離隔距離を比較し、FWA 局間距離が必要離隔距離より短くなる FWA 局の組合せを、同一チャンネルにおける共用不可の組合せとして抽出する。必要離隔距離は、FWA 高度化システムタイプごとの同一チャンネルにおける必要離隔距離及び被干渉側アンテナ角度による離隔距離補正係数（1.5 参照）より算出する。

③ 隣接チャンネルにおける共用可能性検証

②で同一チャンネルにおける共用不可となった組合せについて、隣接チャンネルにおける必要離隔距離（1.5 参照）と FWA 局間距離を比較し、隣接チャンネルにおける共用可能性を検証する。

④ 次隣接チャンネルにおける共用可能性検証

③で隣接チャンネルにおける共用不可となった組合せについて、次隣接チャンネルにおける必要離隔距離（1.5 参照）と FWA 局間距離を比較し、次隣接チャンネルにおける共用可能性を検証する。

また、FWA 高度化システム間の共用検討における同一/隣接/次隣接チャンネルは、図 参 1 に示すとおり、帯域幅拡張時の帯域幅におけるチャンネル配置ではなく、基準帯域幅で定義する。（つまり、隣接チャンネルは FWA 高度化システムが 1 段階帯域幅拡張した際に、次隣接チャンネルは FWA 高度化システムが 2 段階帯域幅拡張した際に、帯域が重なりうる。）

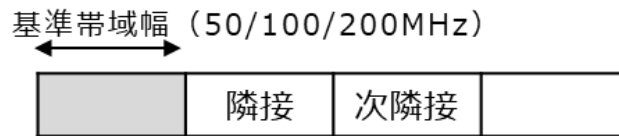


図 参 1 FWA 高度化システムにおける同一/隣接/次隣接チャネルの定義

(3) 既存の他システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討手法

1) 電波天文と FWA 高度化システム間の共用可能性検討手法

電波天文と FWA 高度化システム間の共用可能性検討は、以下の①～③の手順で実施した。

① 電波天文と FWA 高度化システムのサイトスペシフィックシミュレーション

各電波天文に対して、FWA 高度化システムとのサイトスペシフィックシミュレーションを行い、同一/隣接/次隣接チャネルにおける各メッシュの所要改善量を得る。所要改善量のイメージを図 参 2 に示す（所要改善量の具体的な検討結果は報告書 3.8(2) 電波天文との干渉検討結果を参照）。

② 各 FWA 局諸元に基づく共用可能性検証

常設型 FWA 局の緯度経度および電波天文への指向性角度による利得減少を考慮し、①の所要改善量に基づき、各 FWA 局の同一/隣接/次隣接チャネルにおける電波天文への干渉有無を判定する。利得減算の考え方のイメージを図 参 3 に示す。FWA 高度化システムのアンテナ指向性は固定システムに一般的な ITU-R 勧告 F. 699 に基づくアンテナパターンを参照し、最大アンテナ利得 (31dBi) から、(FWA 指向方向-電波天文指向方向) の角度差分に応じて利得減算を考慮する。

③ FWA 高度化システムタイプを考慮した共用可能性検証

②で次隣接チャネルにおいても共用不可となった FWA 局については、対応する FWA 高度化システムタイプの実諸元を用いて、共用可能性を検証する。

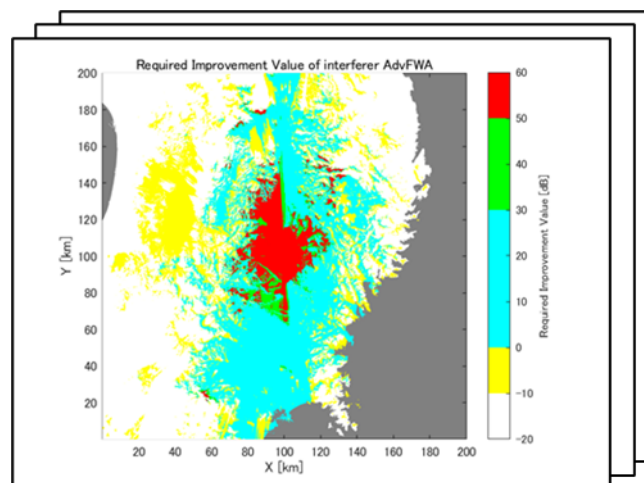


図 参 2 電波天文への所要改善量のイメージ（同一/隣接/次隣接）

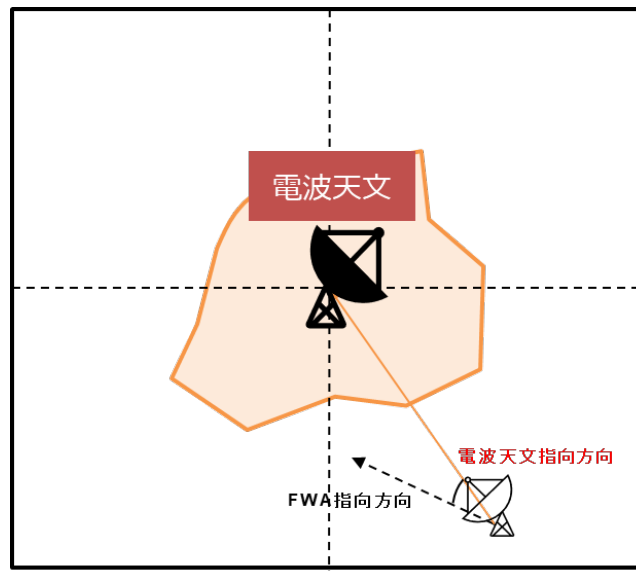


図 参3 利得減算の考え方のイメージ

2) エントランス/中継システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討手法

エントランス/中継システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討は、以下の①～③の手順で実施する。

① エントランス/中継システムと FWA 高度化システムの 1 対 1 対向シミュレーション

22GHz 帯のエントランス/中継システムと FWA 高度化システムを正対させた条件のもとで互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出する。

② 各 FWA 高度化システム及びエントランス/中継システムの位置情報に基づく共用可能性検証

各 FWA 局及びエントランス/中継システムの位置情報から 2 局間の距離を算出し、当該距離と①で導出した必要離隔距離と比較し、エントランス/中継システムへの干渉有無を判定する。

③ 両システムの指向方向の違いに基づく実際の離隔距離の確認

各 FWA 高度化システム及びエントランス/中継システムは基本的には P-to-P で利用されることが想定され、異システムと対向した利用形態がとられる可能性は低いと考えられるため、各システムの指向方向の差分を考慮した現実的な共用可能性を探る。

3) CATV 番組中継と FWA 高度化システム間の共用可能性検討手法

CATV 番組中継システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討は、以下の①～③の手順で実施する。

① CATV 番組中継システムと FWA 高度化システムの 1 対 1 対向シミュレーション

23GHz 帯の CATV 番組中継と FWA 高度化システムを正対させた条件のもとで互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出する。

② 各 FWA 高度化システム及び CATV 番組中継システムの位置情報に基づく共用可能性検証

各 FWA 局及び CATV 番組中継システムの位置情報から 2 局間の距離を算出し、当該距離と①で導出した必要離隔距離と比較し、CATV 番組中継システムへの干渉有無を判定する。

③ 両システムの指向方向の違いに基づく実際の離隔距離の確認

各 FWA 高度化システム及び CATV 番組中継システムは基本的には P-to-P で利用されることが想定され、異システムと対向した利用形態がとられる可能性は低いと考えられるため、各システムの指向方向の差分を考慮した現実的な共用可能性を探る。

1.2 検討結果

(1) 異事業者が運用する FWA 高度化システム間の共用可能性検討結果

1) 各 FWA 事業者の FWA 局のタイプ診断結果

各 FWA 事業者より提供の FWA 局諸元（所要伝送距離及び通信路容量）を用いて、FWA 高度化システムのタイプ診断表（1.4 参照）に基づき、FWA 高度化システムのタイプ診断を行った結果を表 参 2 に示す。

FWA 高度化システムのタイプ診断結果は、(3) 収容評価に用いるため、該当する FWA 高度化システムのタイプ及び基準帯域幅と、帯域幅拡張時の最大帯域幅を記載している。また、FWA 事業者が特定されないために、事業者名はマスキングを行っている。

表 参 2 FWA 高度化システムのタイプ診断結果

FWA 事業者	FWA 高度化システムのタイプ診断結果	帯域幅拡張時の最大帯域幅
事業者 A	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 近距離超大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 長距離高速伝送装置（帯域幅 100MHz）	200MHz
事業者 B	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz, 100MHz） 近距離超大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 長距離高速伝送装置（帯域幅 100MHz）	400MHz
事業者 C	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 近距離超大容量装置（基準帯域幅 100MHz）	400MHz
事業者 D	長距離高速伝送装置（帯域幅 100MHz）	100MHz （長距離装置のみであるため、帯域幅拡張なし）
事業者 E	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 長距離高速伝送装置（帯域幅 100MHz）	200MHz
事業者 F	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz）	200MHz
事業者 G	近距離超大容量装置（基準帯域幅 50MHz） 長距離高速伝送装置（帯域幅 200MHz）	200MHz
事業者 H	中距離大容量装置（基準帯域幅 50MHz）	200MHz

2) FWA 事業者間で共用可能となるチャネル配置

1) で特定した各 FWA 事業者の各局の FWA 高度化システムのタイプに基づき、1.1.1 の検討手法より、FWA 事業者間の FWA 高度化システム共用可能性を確認した結果を表 参 3 に示す。

FWA 事業者間の FWA 高度化システムの共用については、同一チャネルで共用可能となる FWA 事業者の組合せも多く、最大でも基準帯域幅において次隣接チャネルへ離隔することで、全 FWA 事業者間で共用可能であるという結果が得られている。ただし、次隣接チャネルにおける共用可能とは、図 参 4 に示すとおり、与干渉側が最大帯域幅拡張時にチャネルが重ならない次隣接チャネルにおいて共用可能であるという意味であり、チャネル配置（案）において考慮が必要である。

表 参 3 FWA 事業者間の FWA 高度化システム共用可能性確認結果

		被干渉 FWA 事業者							
		事業者 A	事業者 B	事業者 C	事業者 D	事業者 E	事業者 F	事業者 G	事業者 H
与干渉事業者	事業者 A	—※1	同一共用可	隣接共用可	同一共用可	隣接共用可	同一共用可	同一共用可	隣接共用可
	事業者 B	同一共用可	—※1	次隣接共用可※2	同一共用可	隣接共用可	同一共用可	同一共用可	次隣接共用可
	事業者 C	隣接共用可	次隣接共用可※2	—※1	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可
	事業者 D	同一共用可	同一共用可	同一共用可	—※1	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可
	事業者 E	隣接共用可	隣接共用可	同一共用可	同一共用可	—※1	同一共用可	同一共用可	同一共用可
	事業者 F	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	—※1	同一共用可	同一共用可
	事業者 G	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	—※1	同一共用可
	事業者 H	隣接共用可	隣接共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	同一共用可	—※1

※1：同一事業者の FWA 高度化システム同士については、TDD 同期機能により干渉回避可能

※2：与干渉 C→被干渉 B については、与干渉側の基準帯域幅が 100MHz のものが 4 局あり、チャネル配置案において帯域幅拡張方法について考慮が必要

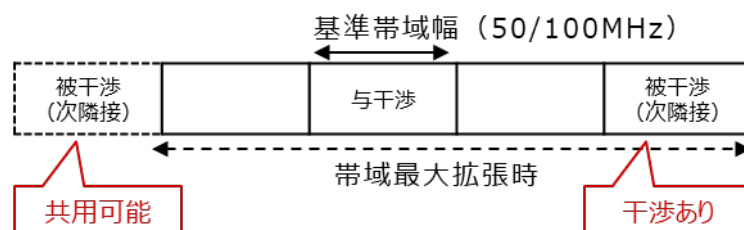


図 参 4 共用可能となる次隣接チャネルの配置関係

(2) 既存の他システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討結果

1) 電波天文と FWA 高度化システム間の共用可能性検討結果

1.1 において示した電波天文と FWA 高度化システムとの収容可能性評価手法に従って、総務省告示の指定を受けている施設を対象とし、FWA 高度化システムからの干渉有無を判定したところ、全 FWA 局数に対する干渉有の局の割合は、同一：0.72%、隣接：0.46%、次隣接：0.26%との結果が得られた。

総務省告示の指定対象外の電波天文を含む 22GHz 帯で動作する各電波天文に干渉を与える可能性のある FWA の局数及び割合を表 参 4 に示す。

表 参 4 22GHz 帯で動作する各電波天文に干渉を与える可能性のある FWA の局数及び割合

	周波数配置 ／電波天文	同一	隣接 (同一 EIRP から- 30dB 減衰)	次隣接 (同一 EIRP から- 46dB 減衰)
総務省 告示の 指定対 象	野辺山	0 局 (0%)	0 局 (0%)	0 局 (0%)
	水沢	7 局 (0.18%)	5 局 (0.13%)	3 局 (0.076%)
	入来	21 局 (0.54%)	13 局 (0.34%)	7 局 (0.18%)
	石垣島	0 局 (0%)	0 局 (0%)	0 局 (0%)
	小笠原	0 局 (0%)	0 局 (0%)	0 局 (0%)
総務省 告示の 指定対 象外	岐阜	72 局 (1.86%)	53 局 (1.37%)	18 局 (0.46%)
	臼田	2 局 (0.052%)	0 局 (0%)	0 局 (0%)
	臼田(美笹)	11 局 (0.28%)	5 局 (0.13%)	1 局 (0.026%)
	茨城局(高萩)	15 局 (0.39%)	6 局 (0.15%)	4 局 (0.10%)
	茨城局(日立)	15 局 (0.39%)	6 局 (0.15%)	4 局 (0.10%)

適切なチャネル配置の決定を行うために、次隣接でも共用が困難と判定された FWA 高度化システムを対象として所要改善量の具体値の特定を含むより詳細な分析を実施した。

総務省告示の指定対象の電波天文に次隣接で干渉を与える可能性のある FWA とその所要改善量を表 参 5 に示す。

表 参5 次隣接で干渉を与える可能性のある FWA（総務省告示の指定対象）

電波天文	局番号	所要改善量
水沢	FWA1-1	2.87 [dB]
	FWA1-2	3.10 [dB]
	FWA1-3	3.62 [dB]
入来	FWA2-1	15.27 [dB]
	FWA2-2	7.07 [dB]
	FWA2-3	2.71 [dB]
	FWA2-4	9.78 [dB]
	FWA2-5	10.22 [dB]
	FWA2-6	5.06 [dB]
	FWA2-7	2.73 [dB]

干渉の可能性のある FWA の所要改善量を確認した結果、総務省告示において電波天文受信設備保護の指定を受けている施設に対し、次隣接帯域で干渉影響を与えうる FWA の局数は全事業者合計で 10 局であった。全 FWA の所要改善量は表 参5 の通りであり、最も大きな数値でも 15[dB]程度であった。

10 局は次隣接での共用においても所要改善量は一定量残る結果が得られたが、以下に示す干渉低減の効果を考慮することで所要改善量は改善可能と考えられる。

- 仰角方向のアンテナ指向性の考慮

FWA 高度化システムのパターンとして仮定している、ITU-R F.699 に基づくアンテナパターンでは最大利得方向から 10° 程度離角したサイドローブにおいて 15[dB]程度の利得減少が見込まれる。

本検討では FWA の方位角方向（水平線方向）の差分を加味した検討を実施しているが、仰角方向の差分に伴う利得減衰については加味していないため、実際のアンテナの設置高や電波天文の設置高を考慮すると仰角方向の利得減衰も考慮できる可能性がある。

- 実環境を勘案した電波減衰量

また本検討では、FWA と電波天文間では地形情報のみを考慮して電波減衰量を計算しており、建物や植生、大気減衰等の実環境を想定した際の減衰量は見込んでいない。置局環境に応じた電波減衰量を見込むことで所要改善量は低減される可能性がある。

上記の効果を総合的に勘案すると最大でも 15[dB]程度の所要改善量はマイナスとなる可能性が高く、FWA 高度化システムと電波天文は次隣接で共用可能となる可能性は高いものと考えられる。また、FWA 高度化システムの不要発射の実力値や電波天文の実際のアンテナパターンや許容干渉電力を考慮することで、干渉電力値はより低減される可能性がある。

また、総務省告示における指定対象外の電波天文についても同様に所要改善量の確認を実施した。次隣接で干渉を与える可能性のある FWA 局（総務省告示における指定対象

外) 及びその所要改善量を表 参 6 に示す。

表 参 6 次隣接で干渉を与える可能性のある FWA 局(総務省告示における指定対象外)

電波天文	局番号	所要改善量
岐阜	FWA3-1	7. 82 [dB]
	FWA3-2	5. 81 [dB]
	FWA3-3	4. 59 [dB]
	FWA3-4	8. 01 [dB]
	FWA3-5	2. 50 [dB]
	FWA3-6	2. 58 [dB]
	FWA3-7	32. 42 [dB]
	FWA3-8	12. 80 [dB]
	FWA3-9	2. 04 [dB]
	FWA3-10	5. 60 [dB]
	FWA3-11	4. 07 [dB]
	FWA3-12	7. 71 [dB]
	FWA3-13	12. 17 [dB]
	FWA3-14	4. 50 [dB]
	FWA3-15	17. 41 [dB]
	FWA3-16	35. 91 [dB]
	FWA3-17	4. 36 [dB]
	FWA3-18	15. 81 [dB]
臼田 (美笹)	FWA4-1	11. 34 [dB]
茨城局 (高萩)	FWA5-1	13. 31 [dB]
	FWA5-2	9. 08 [dB]
	FWA5-3	43. 06 [dB]
	FWA5-4	19. 96 [dB]
茨城局 (日立)	FWA6-1	13. 31 [dB]
	FWA6-2	9. 08 [dB]
	FWA6-3	43. 06 [dB]
	FWA6-4	19. 96 [dB]

総務省告示における電波天文受信設備保護の指定を受けていない施設に対し、次隣接帯域で干渉影響を与うる FWA の局数は全事業者合計で 27 局であった。前項で実施した所要改善量に関する分析と同様に、追加の干渉低減の効果により共用可能になるものと見込まれる、所要改善量が 15[dB] 以下となる FWA は 19 局であった。一方で 15[dB] を超過する FWA は 8 局存在しており、その中でも最大の所要改善量は 43. 06[dB] であった。

本検討の結論として、総務省告示において受信保護指定を受けている電波天文を保護するためには、FWA は電波天文の次隣接帯域に割り当てられることが望ましいことが分

かった。また、総務省告示において受信保護指定を受けていない電波天文を対象とした場合、次隣接帯域に割り当てた場合であっても、8局程度は所要改善量が15[dB]を超過し、干渉の可能性が生じることが分かった。

2) エントランス/中継システムと FWA 高度化システム間の共用可能性検討結果

1.1 において示したエントランス/中継システムと FWA 高度化システムとの収容可能性評価手法に従って検討を行った。

本検討では FWA 高度化システムとエントランス/中継システムの全位置情報をもとに各局の離隔距離を算出、共用検討で導かれた必要離隔距離との関係性から共用可否を判断するものである。FWA 高度化システムの対象局とエントランスシステムの局の組み合わせは154,400通りであった。

上記の検討フローに従い、隣接帯域においてエントランスシステムと共用するために必要な離隔距離内に高度化 FWA システムが位置する割合は0.25%（FWA 高度化システムのみ30°方位角方向に回転を仮定）、0.031%（エントランスシステムのみ方位角方向に30°回転を仮定）、0%（FWA 高度化システム及びエントランスシステムの両方が30°方位角方向に回転を仮定）であった。

実際の運用環境では片方のシステムが通信を行わない異システムに対向している可能性は低いこと（両システムともに方位角方向に回転している可能性が高い）、加えて、より現実的な電波減衰モデル（本検討では地球の曲率のみ考慮したITU-R P.452モデルを仮定）を仮定することにより、FWA 高度化システムとエントランスシステムは隣接帯域において共用可能となる可能性は高いものと考えられる。

3) CATV 番組中継と FWA 高度化システム間の共用可能性検討結果

1.1 において示した CATV 番組中継システムと FWA 高度化システムとの収容可能性評価手法に従って検討を行った。

上記の検討フローに従い、隣接帯域において CATV と共用するために必要な離隔距離内に高度化 FWA システムが位置する割合は0.16%（FWA 高度化システムのみ30°方位角方向に回転を仮定）、0.11%（CATV のみ方位角方向に30°回転を仮定）、0%（FWA 高度化システム及びエントランスシステムの両方が30°方位角方向に回転を仮定）であった。

実際の運用環境では片方のシステムが通信を行わない異システムに対向している可能性は低いこと（両システムともに方位角方向に回転している可能性が高い）、加えて、より現実的な電波減衰モデル（本検討では地球の曲率のみ考慮したITU-R P.452モデルを仮定）を仮定することにより、FWA 高度化システムと CATV 番組中継システムは隣接帯域において共用可能となる可能性は高いものと考えられる。

(3) 収容評価結果

(2)の共用可能性検討結果に基づき、移行検討対象事業者が全て FWA 高度化システムへ移行した場合に、22GHz 帯における全システムが共用可能となるチャンネル配置（案）を図 参5に示す。

以下、チャンネル配置（案）において、留意すべき点を記載する。

- 報告書 3 章の検討結果を鑑み、既存の他システム（22GHz 帯 FWA システムは除く。）との同一チャンネルにおける共用を可能な限り避けるため、FWA 高度化システムは 22.6～23.0GHz におけるチャンネル配置を想定。
- 基準帯域幅で見た同一チャンネル共用可能である FWA 事業者の組合せ（A-B 間、D-E-F-G-H 間）については、チャンネルの有効利用のため、基準帯域幅で同一チャンネルとなるように配置。
- 基準帯域幅で見た隣接チャンネルで共用可能となる FWA 事業者の組合せ（A-C 間、A-E 間、A-H 間、B-E 間）、及び、基準帯域幅で見た次隣接チャンネルで共用可能となる FWA 事業者の組合せ（B-C 間、B-H 間）より、それぞれ干渉のないよう、基準帯域幅ベースで隣接チャンネルまたは次隣接チャンネル以上の離隔となるように配置。ただし、C（与干渉）→B（被干渉）において次隣接チャンネルの離隔が必要となる基準帯域幅 100MHz の 4 局については、帯域最大拡張時 400MHz において B の基準帯域幅に重ならないように帯域幅拡張を行う必要がある（図中のオレンジ矢印及び注記）。

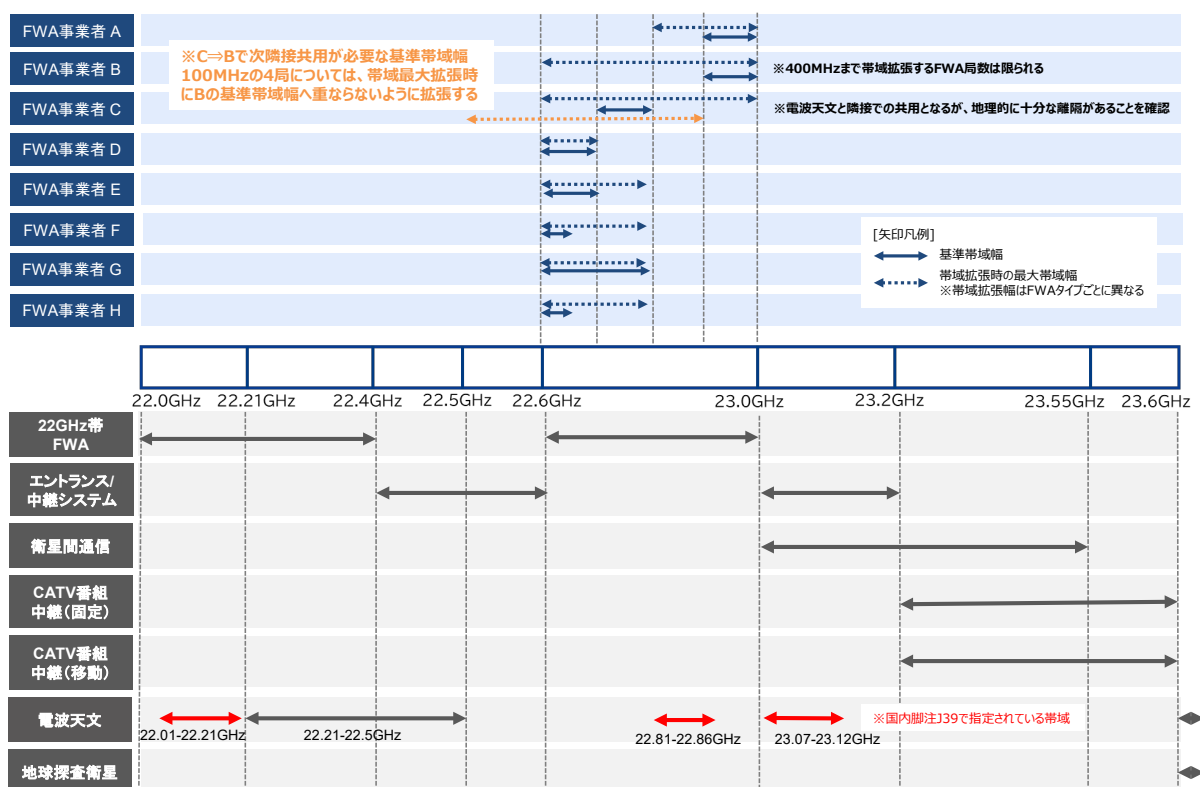


図 参 5 22GHz 帯における全システムが共用可能となるチャンネル配置（案）

上記で示したチャンネル配置（案）を前提に、電波天文との共用可能性について具体評価を行った。

表 参 7 に電波天文への影響評価結果を示す。チャンネル配置（案）において、各社とも電波天文とは隣接、もしくは次隣接の周波数配置となる。まず、隣接帯域での周波数

配置について、隣接の周波数関係になる個社は FWA 局数の少ない事業者に限定することや、電波天文との位置関係や FWA 装置タイプなどを勘案すると、干渉を与える可能性は低いとの結果が得られた。次に次隣接帯域での周波数配置について、1) で示したように所要改善量が残る FWA も存在するが、アンテナの指向性や電波天文周辺の建物や植生などの影響を考慮することで干渉影響のある局は制限可能であると考えられる。なお、総務省告示における受信設備指定外の電波天文については所要改善量が 15[dB] 以上残る局数が 8 局程度存在し、システムの移行の際には運用調整が必要と考えられる。

表 参 7 電波天文への影響評価結果 (J39 考慮なし)

周波数配置 ／電波天文	同一	隣接 (同一 EIRP から-30dB)	次隣接 (同一 EIRP から-46dB)
総務省告示 における受 信設備指定 の電波天文	0 局 (※同一で干渉 する局数は計 28 局である。チャ ネル配置(案)を 考慮すると同一 での共用はな い。)	0 局 (※隣接で干渉する局数は 計 18 局である。うち 15 局 は A 社保有局であるがチャ ネル配置(案)を考慮すると 隣接での共用はない。うち 3 局は B 社保有の局である が、当該システムは最大 200MHz までの拡張 (22.8- 23.0GHz への拡張を前提) であり、チャンネル配置 (案)上で隣接での共用と ならない。)	10 局→0 局 (※チャンネル配置(案)の もと次隣接で 10 局が干渉 する。ただし、所要改善 量は 15[dB] 程度であり、 仰角方向のアンテナ指向 性や実環境における電波 減衰効果を勘案すること で共用可能性は高いもの と考えられる。)
総務省告示 における受 信設備指定 外の電波天 文	0 局 (※同一で干渉 する局数は計 115 局である。 チャンネル配置 (案)を考慮する と同一での共用 はない。)	0 局 (※隣接で干渉する局数は 計 70 局である。うち 34 局 は A 社保有局であるがチャ ネル配置(案)を考慮すると 隣接での共用なし、うち 36 局は B 社保有の局である が、当該システムは最大 200MHz までの拡張 (22.8- 23.0GHz への拡張を前提) であり、チャンネル配置 (案)上で隣接での共用と ならない。)	27 局→8 局 (※チャンネル配置(案)の もと次隣接で 27 局が干渉 する。所要改善量が 15[dB] を超える FWA 局は 8 局であった。)

既存の他システムとの共用可能性のうち、電波天文との共用について、チャンネル配置も考慮したより詳細な分析を行った。22.0-23.6GHz 帯を対象とする場合、電波天文が周

波数割当計画、国内分配として一次業務に割り当てられている周波数は 22.21-22.5GHz 帯である。

一方で、国内脚注 J39 において、「22.01-22.21GHz、22.81-22.86GHz、23.07-23.12GHz の使用にあたっては、電波天文業務を有害な混信から保護するための実行可能な全ての措置を執らなければならない。」旨の記載がなされている。当該脚注を遵守した場合、総務省告示における受信設備指定対象の電波天文を対象とした場合、同一周波数で 28 局、総務省告示における受信設備指定外の電波天文を対象とした場合、同一周波数で 113 局が共用不可となる結果が得られた。

国内脚注 J39 で示された周波数を利用する際には電波天文を所有する主体と運用調整の上、有害な干渉を生じさせないことを考慮する必要がある。

1.3 FWA 高度化システムのタイプ一覧

FWA 高度化システムは、所要の伝送距離及び最大通信路容量に基づき、装置種別（中距離大容量/近距離超大容量/長距離高速伝送）と基準帯域幅（50/100/200MHz）を使い分けることとなる。これらの使い分け方を、FWA 高度化システムのタイプと定義する。FWA 高度化システムのタイプ一覧を表参 8 及び表参 9 に示す。中距離大容量/近距離超大容量装置は TDD 構成であるが、長距離高速伝送装置については TDD 隣接 2 チャンネルによる FDD 構成（ARU2 台）であり、基本的に帯域幅拡張による降雨減衰補償は行わない。

表 参 8 FWA 高度化システムのタイプ（中距離大容量）

装置種別	FWA局タイプ	伝送距離	基準帯域幅	最大通信路容量
中距離大容量	#1	～0.9km	50MHz	0.75Gbps
	#2		100MHz	1.5Gbps
	#3		200MHz	3.0Gbps
	#4	～2.2km	50MHz	0.73Gbps
	#5		100MHz	1.4Gbps
	#6		200MHz	2.9Gbps
	#7	～3.2km	50MHz	0.71Gbps
	#8		100MHz	1.4Gbps
	#9		200MHz	2.8Gbps
	(#7)	～3.5km	50MHz	0.71Gbps
	(#8)		100MHz	1.4Gbps
	#10		200MHz	2.1Gbps
	#11	～4.5km	50MHz	0.68Gbps
	#12		100MHz	1.3Gbps
	#13		200MHz	2.0Gbps
	(#11)	～4.8km	50MHz	0.68Gbps
	#14		100MHz	1.0Gbps
	(#13)		200MHz	2.0Gbps

表 参 9 FWA 高度化システムのタイプ（近距離超大容量/長距離高速伝送）

装置種別	FWA局タイプ	伝送距離	基準帯域幅	最大通信路容量
近距離超大容量	#20	~0.8km	50MHz	1.5Gbps
	#21		100MHz	3.0Gbps
	#22		200MHz	6.1Gbps
	(#20)	~0.9km	50MHz	1.5Gbps
	(#21)		100MHz	3.0Gbps
	#23		200MHz	4.5Gbps
	#24	~1.1km	50MHz	1.4Gbps
	#25		100MHz	2.9Gbps
	#26		200MHz	4.4Gbps
	(#24)	~1.6km	50MHz	1.4Gbps
	#27		100MHz	2.1Gbps
	(#26)		200MHz	4.4Gbps
	#28	~1.8km	50MHz	1.0Gbps
	(#27)		100MHz	2.1Gbps
	(#26)		200MHz	4.4Gbps
	(#28)	~2.0km	50MHz	1.0Gbps
	(#27)		100MHz	2.1Gbps
	-			
長距離高速伝送	#30	~4.5km	50MHz×2ch	1.5Gbps
	#31		100MHz×2ch	3.1Gbps
	(#30)	~6.4km	50MHz×2ch	1.5Gbps
	#32		100MHz×2ch	2.3Gbps
	#33	~10.7km	50MHz×2ch	1.1Gbps
	(#32)		100MHz×2ch	2.3Gbps
	(#33)	~15.1km	50MHz×2ch	1.1Gbps
	#34		100MHz×2ch	1.7Gbps
	#35	~20.0km	50MHz×2ch	0.87Gbps
	(#34)		100MHz×2ch	1.7Gbps

1.4 FWA 高度化システムのタイプ診断表

FWA 局の所要の伝送距離及び通信路容量に基づく、FWA 高度化システムのタイプ診断表を表 参 10 に示す。当該表の FWA 高度化システムのタイプ番号 (#) は、1-3 記載表中の FWA 局タイプの番号 (#) と対応している。

所要の伝送距離・通信路容量に対して、複数の FWA 高度化システムのタイプが該当し、表 参 8 及び表 参 9 の情報のみでは FWA 高度化システムのタイプを一意に定められない場合があるが、その場合は以下の優先基準により FWA 高度化システムのタイプを特定する。

- ・基準帯域幅が小さいタイプを優先（※長距離高速伝送装置は送受 2 チャンネルの合計帯域幅で判定）
- ・通信路容量が大きい領域においては、通信品質を重視し、近距離超大容量装置を優先
- ・通信路容量が小さい領域においては、装置サイズを重視し、中距離大容量装置を優先
- ・伝送距離 4.5km 以下においては、基準帯域幅によらず、長距離高速伝送装置は非優先

表 参 10 FWA 高度化システムのタイプ診断表

通信路容量 /Gbps																	伝送距離 /km
~6.1	#22																
~4.5	#22	#23															
~4.4	#22	#23	#26	#26	#26												
~3.1	#22	#23	#26	#26	#26	#31	#31	#31	#31	#31							
~3.0	#21	#21	#26	#26	#26	#31	#31	#31	#31	#31							
~2.9	#21	#21	#25	#26	#26	#6	#6	#31	#31	#31							
~2.8	#21	#21	#25	#26	#26	#6	#6	#9	#31	#31							
~2.3	#21	#21	#25	#26	#26	#6	#6	#9	#31	#31	#32	#32	#32	#32			
~2.1	#21	#21	#25	#27	#27	#27	#6	#9	#10	#31	#32	#32	#32	#32			
~2.0	#21	#21	#25	#27	#27	#27	#6	#9	#10	#13	#13	#32	#32	#32			
~1.9	#21	#21	#25	#27	#27	#27	#6	#9	#10	#13	#13	#32	#32	#32			
~1.7	#21	#21	#25	#27	#27	#27	#6	#9	#10	#13	#13	#32	#32	#32	#34	#34	
~1.5	#20	#20	#25	#27	#27	#27	#6	#9	#10	#13	#30	#30	#30	#32	#34	#34	
~1.4	#20	#20	#24	#24	#5	#5	#5	#8	#8	#13	#30	#30	#30	#32	#34	#34	
~1.3	#20	#20	#24	#24	#5	#5	#5	#8	#8	#12	#30	#30	#30	#32	#34	#34	
~1.1	#20	#20	#24	#24	#5	#5	#5	#8	#8	#12	#30	#30	#30	#33	#33	#34	
~1.0	#20	#20	#24	#24	#28	#28	#5	#8	#8	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#34	
~0.96	#20	#20	#24	#24	#28	#28	#5	#8	#8	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#34	
~0.87	#20	#20	#24	#24	#28	#28	#5	#8	#8	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#35	
~0.75	#1	#1	#24	#24	#28	#28	#5	#8	#8	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#35	
~0.73	#1	#1	#4	#4	#4	#4	#4	#8	#8	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#35	
~0.71	#1	#1	#4	#4	#4	#4	#4	#7	#7	#12	#14	#30	#30	#33	#33	#35	
~0.68	#1	#1	#4	#4	#4	#4	#4	#7	#7	#11	#11	#30	#30	#33	#33	#35	
~0.66	#1	#1	#4	#4	#4	#4	#4	#7	#7	#11	#11	#30	#30	#33	#33	#35	
0~0.64	#1	#1	#4	#4	#4	#4	#4	#7	#7	#11	#11	#30	#30	#33	#33	#35	
	0~0.8	~0.9	~1.1	~1.6	~1.8	~2.0	~2.2	~3.2	~3.5	~4.5	~4.8	~6.1	~6.4	~10.7	~15.1	~20.0	

1.5 FWA 高度化システム間の必要離隔距離

FWA 高度化システム間の必要離隔距離について、同一チャネルにおける値を表 参 11 に、隣接チャネルにおける値を表 参 12 に、次隣接チャネルにおける値を表 参 13 に示す。これらの離隔距離は、与干渉局の FWA 高度化システムのタイプ及び与干渉側アンテナ角度（与干渉局の最大利得方向と、与干渉局から見た被干渉局方向の角度差分）に基づき、参照される。また、被干渉側アンテナ角度（被干渉局の最大利得方向と、被干渉局から見た与干渉局方向の角度差分）については、表 参 14 に示す必要離隔距離の補正係数により考慮する。

表 参 11 FWA 高度化システム間の必要離隔距離（同一チャネル）

FWA高度化システムタイプ	装置間配置（与干渉側アンテナ角度）						
	正対	4°～	10°～	12°～	15°～	45°～	75°～
1	6.18	5.1	1.61	1.1	0.78	0.62	0.49
2	6.18	5.1	1.61	1.1	0.76	0.59	0.45
3	6.17	5.1	1.61	1.1	0.74	0.56	0.4
4	14.95	12.34	3.9	2.66	1.75	1.29	0.91
5	14.95	12.34	3.9	2.66	1.68	1.17	0.78
6	14.93	12.32	3.9	2.66	1.58	1.03	0.65
7	23.71	19.57	6.19	4.22	2.62	1.79	1.17
8	23.71	19.57	6.19	4.22	2.45	1.56	0.95
9	21.64	17.87	5.65	3.85	2.16	1.25	0.73
10	10.1	8.34	2.85	2.28	1.57	1.02	0.64
11	32.4	26.8	8.48	5.78	3.38	2.17	1.33
12	30.6	25.2	7.99	5.44	3.06	1.77	1.03
13	13.84	11.42	3.75	2.89	1.87	1.16	0.7
14	13.86	11.44	3.92	3.14	2.17	1.43	0.9
20	8.73	7.21	2.28	1.55	0.87	0.59	0.39
21	8.73	7.21	2.28	1.55	0.87	0.53	0.33
22	7.68	6.34	2	1.37	0.77	0.43	0.25
23	3.72	3.07	0.97	0.72	0.51	0.34	0.22
24	15.34	12.66	4	2.73	1.53	0.86	0.51
25	10.86	8.96	2.83	1.93	1.09	0.61	0.36
26	7.68	6.34	2.01	1.37	0.78	0.46	0.26
27	9.01	7.43	2.35	1.6	1.01	0.61	0.36
28	9.01	7.43	2.35	1.71	1.16	0.75	0.46
30	48.5	40	12.67	8.63	4.85	2.73	1.53
31	34.3	28.3	8.97	6.11	3.44	1.93	1.09
32	34.3	28.3	8.97	6.11	3.44	1.93	1.09
33	48.5	40	12.67	8.63	4.85	2.73	1.53
34	34.3	28.3	8.97	6.11	3.44	1.93	1.09
35	48.5	40	12.67	8.63	4.85	2.73	1.53

単位：km

表 参 12 FWA 高度化システム間の必要離隔距離（隣接チャネル）

FWA高度化システムタイプ	装置間配置（与干渉側アンテナ角度）						
	正対	4°～	10°～	12°～	15°～	45°～	75°～
1	0.95	0.91	0.68	0.61	0.51	0.41	0.32
2	0.96	0.91	0.67	0.59	0.48	0.38	0.29
3	0.96	0.91	0.64	0.56	0.45	0.34	0.25
4	2.33	2.21	1.53	1.32	1.04	0.78	0.56
5	2.34	2.2	1.46	1.24	0.94	0.69	0.48
6	2.35	2.2	1.39	1.15	0.84	0.59	0.39
7	3.71	3.49	2.28	1.93	1.44	1.04	0.71
8	3.73	3.49	2.15	1.77	1.28	0.88	0.58
9	3.43	3.18	1.87	1.51	1.05	0.7	0.44
10	3.14	2.92	1.75	1.42	1	0.67	0.43
11	5.11	4.78	2.97	2.45	1.77	1.22	0.8
12	4.84	4.49	2.64	2.13	1.48	0.98	0.62
13	4.24	3.91	2.18	1.73	1.17	0.75	0.47
14	4.31	4.01	2.41	1.96	1.39	0.94	0.6
20	1.07	1.02	0.68	0.58	0.45	0.33	0.23
21	1.09	1.03	0.65	0.55	0.4	0.28	0.19
22	0.98	0.91	0.56	0.46	0.33	0.23	0.15
23	0.93	0.87	0.54	0.44	0.32	0.22	0.14
24	1.95	1.82	1.12	0.92	0.66	0.45	0.29
25	1.38	1.29	0.79	0.65	0.47	0.32	0.21
26	1.92	1.75	0.92	0.71	0.46	0.29	0.17
27	2.24	2.06	1.14	0.9	0.6	0.38	0.24
28	2.24	2.08	1.24	1.01	0.71	0.48	0.31
30	1.53	1.27	0.4	0.27	0.15	0.09	0.05
31	1.09	0.9	0.28	0.19	0.11	0.06	0.03
32	1.09	0.9	0.28	0.19	0.11	0.06	0.03
33	1.53	1.27	0.4	0.27	0.15	0.09	0.05
34	1.09	0.9	0.28	0.19	0.11	0.06	0.03
35	1.53	1.27	0.4	0.27	0.15	0.09	0.05

単位：km

表 参 13 FWA 高度化システム間の必要離隔距離（次隣接チャネル）

FWA高度化システムタイプ	装置間配置（与干渉側アンテナ角度）						
	正対	4°～	10°～	12°～	15°～	45°～	75°～
1	0.32	0.3	0.16	0.12	0.08	0.05	0.03
2	0.29	0.26	0.13	0.1	0.06	0.04	0.02
3	0.25	0.23	0.1	0.08	0.05	0.03	0.02
4	0.56	0.5	0.22	0.16	0.1	0.06	0.03
5	0.48	0.42	0.17	0.12	0.07	0.04	0.02
6	0.39	0.34	0.13	0.09	0.05	0.03	0.02
7	0.71	0.62	0.24	0.17	0.1	0.06	0.03
8	0.58	0.49	0.18	0.13	0.07	0.04	0.02
9	0.44	0.38	0.13	0.09	0.05	0.03	0.02
10	0.43	0.37	0.13	0.09	0.05	0.03	0.02
11	0.8	0.69	0.26	0.18	0.1	0.06	0.03
12	0.62	0.53	0.19	0.13	0.07	0.04	0.02
13	0.47	0.39	0.14	0.09	0.05	0.03	0.02
14	0.6	0.52	0.19	0.13	0.07	0.04	0.02
20	0.23	0.2	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01
21	0.19	0.16	0.06	0.04	0.03	0.01	0.01
22	0.15	0.13	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
23	0.14	0.12	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
24	0.29	0.25	0.09	0.06	0.04	0.02	0.01
25	0.21	0.18	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01
26	0.17	0.15	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01
27	0.24	0.2	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01
28	0.31	0.26	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
30	0.24	0.2	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01
31	0.17	0.14	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
32	0.17	0.14	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
33	0.24	0.2	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01
34	0.17	0.14	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
35	0.24	0.2	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01

単位：km

表 参 14 被干渉側アンテナ角度による FWA 高度化システムの必要離隔距離の補正係数

被干渉側アンテナ角度	必要離隔距離の補正係数
正対	1.00 倍
4° ～	0.83 倍
10° ～	0.26 倍
12° ～	0.18 倍
15° ～	0.10 倍
45° ～	0.06 倍
75° ～	0.03 倍