別紙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報告

諮問第 82 号

「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」のうち
「高度600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによるKa帯非静止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 4
Ⅱ　委員会及び作業班の構成 4
Ⅲ　検討経過 4
Ⅳ　検討概要 6
１　検討の背景とシステム概要 6
１．１　検討の背景 6
１．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の概要 7
１．２．１　システムの概要 7
１．２．２　システムの構成 8
１．２．３　他の衛星通信システムへの干渉回避機能 10
１．２．４　事業者の動向（Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の衛星局の調整状況等） 11
１．２．５　諸外国の規制等 11
２　他システムとの共用検討等 15
２．１　検討対象システム 15
２．２　共用検討の方法 16
２．３　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の諸元 16
２．４　技術的条件の策定について 17
３　衛星系システムとの共用検討 18
３．１　静止衛星システム（固定衛星）との共用検討 18
３．１．１　静止衛星システム（固定衛星）の概要 18
３．１．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から静止衛星システム（固定衛星）（地球局）への与干渉及び Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）から静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）への与干渉 18
３．１．３　静止衛星システム（固定衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）への与干渉、及び、静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への与干渉 19
３．１．４　静止衛星システム（固定衛星）との共用検討結果 19
３．２　非静止衛星システム（固定衛星）との共用検討 21
３．２．１　非静止衛星システム（固定衛星）の概要 21

３．２．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から非静止衛星システム（固定衛星）（地球局）への与干渉及び Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）から非静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）への与干渉 21
３．２．３　非静止衛星システム（固定衛星）との共用検討結果 22
３．３　静止衛星システム（放送衛星）との共用検討 23
３．３．１　静止衛星システム（放送衛星）の概要 23
３．３．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）への与干渉 23
３．３．３　静止衛星システム（放送衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への与干渉 23
３．３．４　静止衛星システム（放送衛星）との共用検討結果 25
３．４　地球探査衛星システム（受動）との共用検討 27
３．４．１　地球探査衛星システム（受動）の概要 27
３．４．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から地球探査衛星システム（受動）への与干渉 27
３．４．３　地球探査衛星システム（受動）との共用検討結果 27
４　地上系システムとの共用検討 28
４．１　固定通信システムとの共用検討 28
４．１．１　無線アクセスシステム・電気通信業務（固定）システムの概要 28
４．１．２　Ka 帯非静止衛星システム（600km）から固定通信システムへの与干渉 28
４．１．３　固定通信システムから Ka 帯非静止衛星システム（600km）への与干渉 29
４．１．４　固定通信システムとの共用検討結果 31
４．２　移動通信システム（ローカル５Ｇ）との共用検討 33
４．２．１　移動通信システム（ローカル５Ｇ）の概要 33
４．２．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）から移動通信システム（ローカル５Ｇ）への与干渉 33
４．２．３　移動通信システム（ローカル５Ｇ）から Ka 帯非静止衛星システム（600km）への与干渉 44
４．２．４　移動通信システム（ローカル５Ｇ）との共用検討結果 45
４．３　移動通信システム（第５世代移動通信システム）との共用検討 47
４．３．１　移動通信システム（第５世代移動通信システム）の概要 47
４．３．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）から移動通信システム（第５世代移動通信システム）への与干渉 47

４．３．３　移動通信システム（第５世代移動通信システム）から Ka 帯非静止衛星システム（600km）（衛星局）への与干渉 51
４．３．４　移動通信システム（携帯電話）との共用検討結果 53
４．４　超広帯域（UWB）無線システムとの共用検討 55
４．４．１　超広帯域（UWB）無線システムの概要 55
４．４．２　超広帯域（UWB）無線システムとの共用検討結果 55
５　共用検討の結果 56
６　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の技術的条件 61
６．１　一般的条件 61
６．１．１　必要な機能 61
６．１．２　適用周波数帯 61
６．１．３　通信方式 61
６．１．４　多元接続方式 62
６．１．５　変調方式 62
６．１．６　電磁環境対策 62
６．２　送信装置の条件 62
６．２．１　送信装置 62
６．２．２　受信装置 64
６．２．３　空中線 64
７　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の測定法 65
７．１　送信装置 65
７．１．１　空中線電力の許容偏差 65
７．１．２　周波数の許容偏差 66
７．１．３　占有周波数帯幅の許容値 66
７．１．４　不要発射の強度の許容値 67
８　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の周波数共用に関する条件 68
８．１　静止衛星通信システムの保護に関する条件 68
８．２　非静止衛星システムの保護に関する条件 68
８．３　地上系システムの保護に関する条件 68
Ⅴ　検討結果 69
別表１　構成員名簿 70
別表２　構成員名簿 71
別紙１　参照条文（参考） 73
別添

Ⅰ　検討事項

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（以下「委員会」という。）は、電気通信技術審議会諮問第 82 号「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」に基づき、「高度 600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止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。

委員会での検討を促進することを目的として、委員会の下に、衛星通信システム委員会作業班（以下「作業班」という。）を設置した。作業班の構成は別表２のとおりである。

Ⅲ　検討経過

１　委員会における検討経過

（１）第 45 回（令和６年２月５日）

高度 600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件の検討項目、検討の進め方等について確認を行った。

（２）第 49 回（令和７年 10 月２日）

作業班から「高度 600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」に関する報告を受け、委員会報告（案）として取りまとめを行った。

（令和７年 10 月 11 日～11 月 10 日　委員会報告（案）に対する意見募集を実施）

（３）第 50 回（令和７年 11 月 21 日）

委員会報告（案）に対する意見募集で提出された意見について委員会の考え方を取りまとめ、委員会報告の決定を行った。

２　作業班における検討経過

（１）第 29 回（令和６年３月１日）

「高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」に関する検討課題及び検討の進め方等について確認を行った。

（２）第 30 回（令和６年４月５日）

高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムと既存の無線通信システムとの共用等について検討を行った。

（３）第 31 回（令和６年５月 27 日）

高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムと既存の無線通信システムとの共用等について検討を行った。

（４）第 34 回（令和７年８月 20 日）

高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムと既存システムとの共用等について検討を行い、委員会報告（素案）について議論を行った。

（５）第 35 回（令和７年９月 22 日）

高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件に関する委員会報告（案）について議論を行った。

Ⅳ　検討概要

１　検討の背景とシステム概要

１．１　検討の背景

近年、高度 2,000km 程度までの低軌道に多数の人工衛星を打ち上げ、それらを一体的に運用することで通信サービスを提供する「衛星コンステレーション」の構築が進展している。衛星コンステレーションは、静止衛星と比較して地表面により近い軌道を周回する非静止衛星を使用して通信を行うため、静止衛星を使用する従来の通信サービスと比較して高速大容量かつ低遅延の通信が可能であり、地上系ネットワークの機能を補完し、又は代替する存在としてその重要性が高まっている。

我が国では、令和２年（2020 年）11 月に衛星コンステレーションによるＬ帯を用いた既存のシステムの高度化システムに関する制度整備を、令和３年（2021 年）８月に高度約 500km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ku 帯非静止衛星通信システムに関する制度整備を、令和４年（2022 年）４月に高度約 1200km の極軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ku 帯非静止衛星通信システムに関する制度整備を、令和６年（2024 年）12 月に衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz 帯非静止衛星通信システムに関する制度整備をそれぞれ行ったところである。

特に、Ku 帯非静止衛星通信システムとして令和４年（2022 年）10 月に我が国でもサービスが開始された米国 Space Exploration Technologies Corporation（以下「SpaceX」という。）社の Starlink は、ブロードバンドサービスのアクセス回線や携帯電話基地局のバックホール回線として利用が進んでいる。また、令和６年（2024 年）１月に発生した能登半島地震では、被災した携帯電話基地局の応急復旧や、避難所等における臨時の通信手段として活用され、救助・復旧活動に貢献したところである。

こうした中、新たに Ka 帯を使用する衛星コンステレーションの構築に向けた検討が進められており、我が国におけるサービス提供が計画されていることから、こうしたニーズに迅速に応え、円滑な導入を支援するため、平成７年電気通信技術審議会諮問第 82 号「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」に基づき、「高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」の検討を行った。

１．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の概要

１．２．１　システムの概要

高度 600km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システム（以下「Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）」という。）は、低高度の衛星コンステレーションを利用して、世界的な規模で、インターネット接続やデータ伝送等の通信サービス（特定の地点に停止中の状態でのみ通信[1]）を提供するシステムである。

高度約 600km 程度という比較的低い軌道に配置された衛星を用いることや、Ka 帯という使用する周波数帯の特性等から、比較的低遅延・大容量の通信サービスの提供が可能になり、高速インターネットサービスやブロードバンドサービスの提供のほか、携帯電話のバックホール回線としての利用、災害時等の非常時におけるバックアップ回線としての利用等、様々なユーザーの多様な通信需要に応えるものとして期待されている。

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）のユースケース（イメージ）を図１．２．２－１に示す。



（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作業班（第 29 回）
Amazon Kuiper Japan 合同会社提出資料

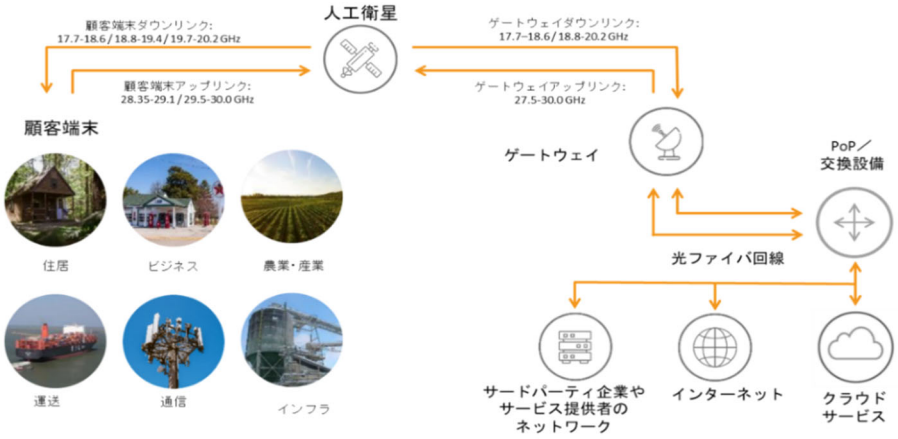
図１．２．１－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）のユースケース（イメージ）

[1] 将来的には移動しながら利用も想定されるが、本報告においては、事業者にて早期のサービス展開が見込まれている固定利用に限って検討を実施した。

１．２．２　システムの構成

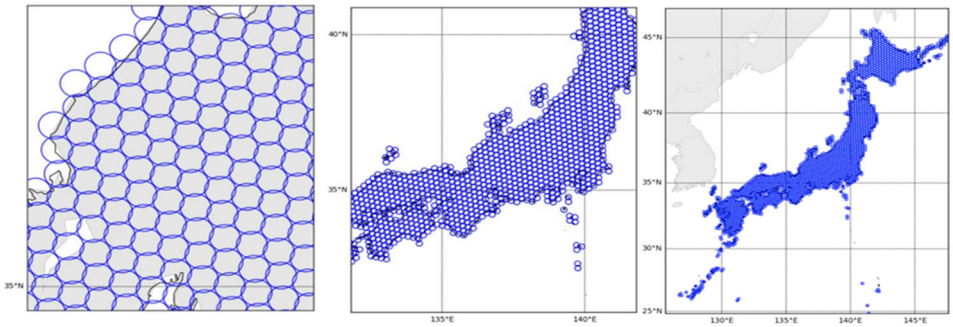
Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）は、高度約 600km の軌道に配置された人工衛星（以下「衛星局」という。）[2]が、地表面に定義された半径約 10km の仮想スポットに対してビームを照射（１ビームで１仮想スポットを照射）することで、仮想スポット内に存在する顧客端末（以下「ユーザー局」という。）とゲートウェイ（以下「ゲートウェイ局」という。）の通信の中継を行う。この仮想スポットを最大 1842 個配置することで、日本全国のサービスエリア化を実現する。衛星局は、地表面に定義された仮想スポットに対して連続的にビーム照射を行うために、ビーム追尾の機能やシームレスな衛星間ハンドオフを行うための機能を有し、ネットワーク側の制御によって電波発射を行う。ユーザー局は、特定の地点に固定した状態で使用することが想定されている。

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の構成を図１．２．２－１に、Ka 帯非静止衛星通信システムの通信エリアのイメージを図１．２．２－２に示す。



（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 作業班（第 29 回）
Amazon Kuiper Japan 合同会社提出資料

図１．２．２－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の全体構成



（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 作業班（第 29 回）
Amazon Kuiper Japan 合同会社提出資料

図１．２．２－２　Ka 帯非静止衛星通信システムの構成

[2] 米国 Amazon.com LLC 及びその完全子会社である Kuiper Systems LLC が構築・運用する Kuiper システムの人工衛星局

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の利用周波数は、衛星局とユーザー局の間（サービスリンク）は Ka 帯（衛星局：17.7～18.6GHz、18.8～19.4GHz 及び 19.7～20.2GHz、ユーザー局：28.35～29.1GHz 及び 29.5～30.0GHz）及び衛星局とゲートウェイ局の間（フィーダリンク）は Ka 帯（衛星局：17.7～18.6GHz 及び 18.8～20.2GHz、ゲートウェイ局：27.5～30.0GHz）である。衛星コンステレーションを構成する衛星間の通信には光通信が用いられる。なお、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の衛星局については、米国政府の免許に基づき運用される（我が国での免許付与は行わない）見込みである。

Ka 帯非静止衛星通信システムの諸元を表１．２．２－１に示す。

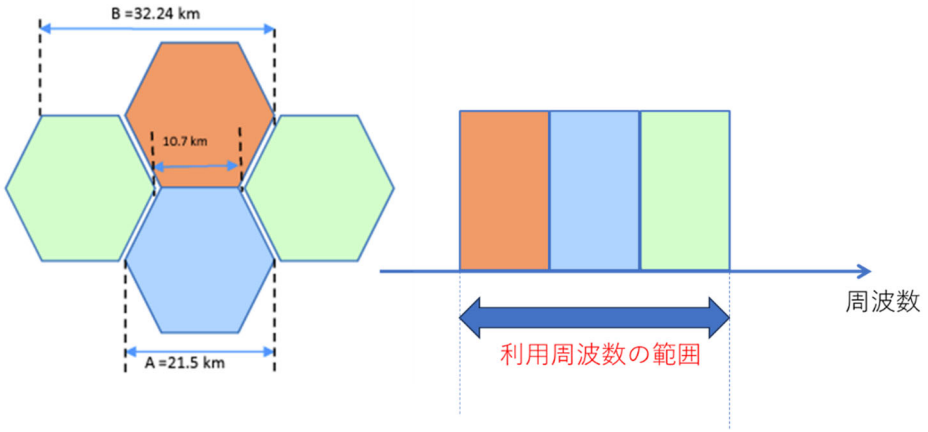
表１．２．２－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の諸元

項目		内容
衛星総数		最大3,232 基[注]
衛星軌道高度及び傾斜角		約590km　33 度 ／約610km　42 度 ／約630km　51.9 度
利用周波数	サービスリンク	衛星局:17.7～18.6GHz、18.8～19.4GHz、19.7～20.2GHz ユーザー局:28.35～29.1GHz、29.5～30.0GHz
	フィーダリンク	衛星局:17.7～18.6GHz、18.8～20.2GHz ゲートウェイ局:27.5～30.0GHz
多重接続方式		直交周波数分割多重方式（OFDM）
サービスリンクのビーム径		半径約 10km

注　当面の運用における最大数

各仮想スポットには、利用周波数の範囲内で、隣接する仮想スポットと重複しないように、直交周波数分割多重方式（OFDM）のチャネルが割り当てられる。

Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)のチャネル割当てイメージを図１．２．２－３に示す。



（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 作業班（第 29 回）
Amazon Kuiper Japan 合同会社提出資料を加工

図１．２．２－３　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）のチャネル割当てのイメージ

１．２．３　他の衛星通信システムへの干渉回避機能

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）は、静止衛星システムに有害な干渉を生じさせないよう、図１．２．３－１に示すとおり、静止軌道方向から十分な離角を確保できない Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の衛星局、ユーザー局及びゲートウェイ局（以下、ユーザー局及びゲートウェイ局を総括して「地球局」という。）からは電波発射を行わないように制御する機能を有しており、当該機能により干渉影響を低減することが可能となっている。

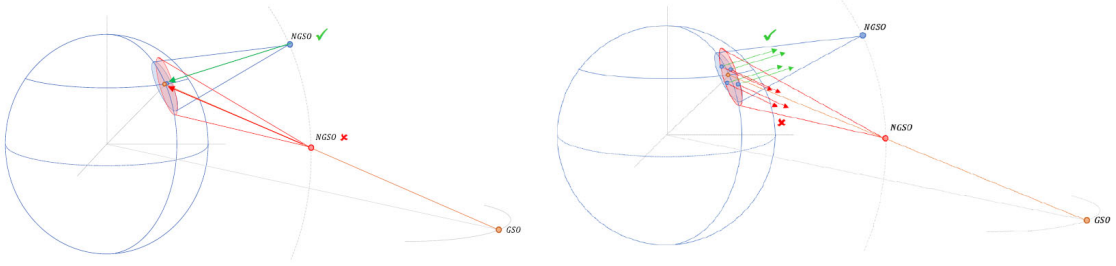


図１．２．３－１　インライン干渉回避策

また同様に、他の非静止衛星システムに有害な干渉を生じさせないよう　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）は、図１．２．３－２に示すとおり、エフェメリスデータ[3]を利用して、他の非静止衛星システムとインライン関係となる場合には電波発射を停止するように制御する機能を有しており、当該機能により干渉影響を低減することが可能となっている。

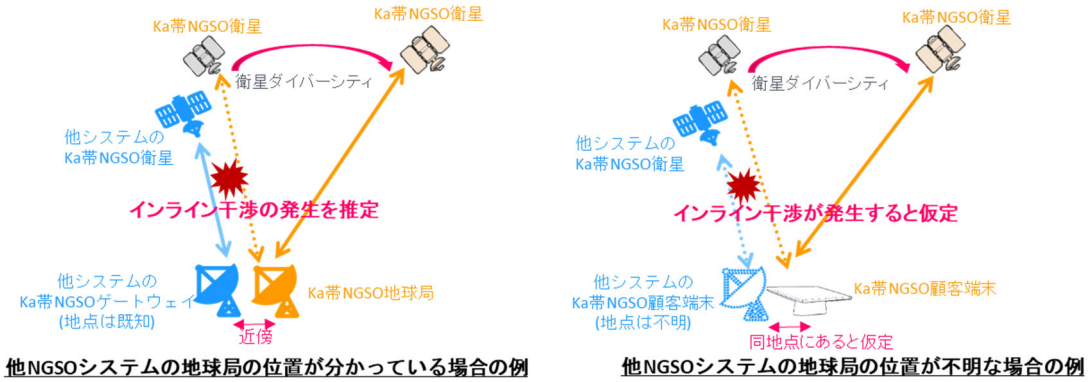


図１．２．３－２　エフェメリスデータを用いたインライン干渉回避策

[3] エフェメリスデータとは、衛星の精密な軌道位置等を示すデータ。米国においては、衛星局等の免許を受けた事業者は、エフェメリスデータを他の事業者が利用可能な状態にしなければならないとされている。

１．２．４　事業者の動向（Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の衛星局の調整状況等）

2020 年７月、Ka 帯を使用する人工衛星局を高度 590km、610km、630km の３種類の軌道に合計 3,232 基配備・運用することにより、高速・低遅延のブロードバンドサービスを世界的な規模で提供するというKuiper Systems LLCの申請(2019 年７月）が、一部条件付きで米国連邦通信委員会（FCC：Federal Communication Commission）によって許可された[4]。これにより、Kuiper Systems LLC は、17.7-18.6 GHz、18.8-20.2 GHz、27.5-30.0 GHz の周波数帯において、非静止衛星システム（固定衛星）を展開・運用することが可能となった。

2023 年 10 月には、２基の試作衛星（KuiperSat-1、KuiperSat-2）が打ち上げられ、約７か月にわたって Ka 帯の非静止衛星通信に係る各種技術実証が実施された[5]。

その後、2025 年４月には、最初の商用衛星 27 基が軌道上へ打ち上げられた。（2025 年 11 月までに計 153 基の人工衛星を軌道上に打上済み）。

１．２．５　諸外国の規制等

（１）米国

米国では、連邦規則集（CFR）の Title 47(Telecommunication)の Section 25（Satellite Communication）において、衛星通信システムに関する免許制度や各種技術的条件等が規定されている。Ka 帯を使用する衛星通信システムに関係する規定の主要なポイントの抜粋（仮訳）を表１．２．５－１に示す。

表１．２．５－１　47 CFR Section 25
（衛星通信システムに関係する規定）

項目	規制内容
§25.146 （衛星局の免許及び運用）	■10.7-30GHz の範囲の周波数帯を使用する非静止衛星システム(固定衛星)の免許申請者は、以下の内容を証明することが求められる。 ・無線通信規則(RR:Radio Regulations)第 21 条(表 21-4)において規定されている電力束密度の制限値を満たすこと ・RR 第 22 条及び WRC 決議 76 において規定されている等価電力束密度(EPFD:Equivalent Power Flux-Density)の制限値を満たすこと。(なお、17.3～17.8 GHz 帯における運用については、申請者は、17.8～18.4 GHz 帯における非静止衛星システム(固定衛星)の運用に適用される RR の EPFD の制限値を遵守していることを証明しなければならない)

[4] FCC 20-102 (July 29, 2020)
[5] AMAZON 社 WEB ページ
https://www.aboutamazon.com/what-we-do/devices-services/project-kuiper

	■サービス開始に先立ち、RR 上の EPFD 制限への準拠に関して、WRC 決議 85 に従って、国際電気通信連合(ITU: International Telecommunication Union)の無線通信局(BR:Radiocommunication Bureau)から「好ましい(favorable)」または「一定程度好ましい(qualified favorable)」の認定を受けなければならない。また、ITU の認定及び ITU への入力データを提出しなければならない。 ■非静止衛星システム(固定衛星)の免許人等は、その衛星システムのエフェメリスデータが、相互に受け入れ可能な形で、認可された軌道上の同周波数を使用する他の衛星システムの運用者が利用可能になるようにしなければならない。
§25.202 (周波数、許容偏差、出力制限)	■非静止衛星システム(移動衛星)の衛星局と通信する移動局は、以下の周波数を使用することができる: (略) 17.7–17.8 GHz (space-to-Earth) [6] 17.8–18.3 GHz (space-to-Earth) 18.3–18.6 GHz (space-to-Earth) 18.8–19.3 GHz (space-to-Earth) 19.3–19.4 GHz (space-to-Earth) 19.6–19.7 GHz (space-to-Earth) 19.7–20.2 GHz (space-to-Earth) 28.4–28.6 GHz (Earth-to-space) 28.6–29.1 GHz (Earth-to-space) 29.5–30.0 GHz (Earth-to-space) ■地球局の搬送波周波数の許容偏差は、基準周波数の 0.001%以内に維持しなければならない。 ■衛星局の搬送波周波数の許容偏差は、基準周波数の 0.002%以内に維持しなければならない。 ■帯域外に輻射される電力は、送信機の平均出力電力に比較して次のとおり減衰されなければならない。 ✓送信波の中心周波数からの離調が占有周波数帯幅の 50%を超え、100%以下の周波数帯: 4kHz の周波数帯域幅当たりの平均電力が搬送波の平均電力の 25dB 以下 ✓送信波の中心周波数からの離調が占有周波数帯幅の 100%を超え、250%以下の周波数帯: 4kHz の周波数帯域幅当たりの平均電力が搬送波の平均電力の 35dB 以下
§25.204 (地球局の電力、帯域外輻射)	■地球局の EIRP は、次の値を超えてはならない。 $\theta \leq 0^\circ$の場合 任意の 1MHz 帯域で 64[dBW] $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$の場合 任意の 1MHz 帯域で $64+3\theta$[dBW] ※θは仰角
§25.205 (最小仰角)	■地球局は、仰角 5 度未満で送信してはならない。
§25.271 (送信局の制御)	■地球局は、対象衛星からの信号への同期に失敗した場合には、送信を停止するように設計されていなければならない。

[6] 17.7-17.8GHz の周波数帯については、2024 年 9 月、FCC 24-70 (IB Docket No.22-273) により割当て。

（２）欧州

欧州では、欧州電気通信標準化機構（ETSI）が、「ETSI EN 303 699」として、Ka 帯を使用する衛星通信システムの地球局の無線設備に関する技術標準を定めている。また、欧州郵便電気通信主管庁会議（CEPT）内の電気通信委員会（ECC）は、「ECC Decision (05)01」及び「ECC Decision (05)01」として、地上固定システムと衛星システム（固定衛星）とが周波数を共用するための要件（個別免許を免除するための要件）等を提示している。それぞれ主要なポイントの抜粋（仮訳）を、表１．２．５－２、表１．２．５－３及び表１．２．５－４に示す。

表１．２．５－２　ETSI EN 303 699
（Ka 帯を使用する衛星通信システムの地球局の無線設備の技術的条件）

<table>
<tr><th>項目</th><th>規制内容</th></tr>
<tr><td>4.2.1 軸外スプリアス発射</td><td>■送信不可状態にある地球局について、軸外スプリアス発射の EIRP は、空中線の最大指向方向から 7°を超える全ての軸外角度方向について、次表に示す制限値を超えてはならない。
<table>
<tr><th>周波数</th><th>EIRP 制限値</th><th>測定帯域幅</th></tr>
<tr><td>1.0-2.0 GHz</td><td>52 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>2.0-10.7 GHz</td><td>58 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>10.7-21.2 GHz</td><td>64 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>21.2-60.0 GHz</td><td>70 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
</table>
■送信状態及び送信停止状態にある地球局について、軸外スプリアス発射の EIRP は、空中線の最大指向方向から 7°を超える全ての軸外角度方向について、次表に示す制限値を超えてはならない。
<table>
<tr><th>周波数</th><th>EIRP 制限値</th><th>測定帯域幅</th></tr>
<tr><td>1.0-2.0 GHz</td><td>53 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>2.0-3.4 GHz</td><td>59 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>3.4-10.7 GHz</td><td>65 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>10.7-21.2 GHz</td><td>71 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>21.2-27.35 GHz</td><td>77 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>27.35-27.5 GHz</td><td>85 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>27.5-30.0 GHz</td><td>85 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>30.0-31.0 GHz</td><td>85 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>31.0-31.15 GHz</td><td>85 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
<tr><td>31.15-60.0 GHz</td><td>77 dBpW</td><td>1 MHz</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>4.2.2 軸上スプリアス発射</td><td>■27.5-29.1GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯において、搬送波の中心周波数からの離調が占有周波数帯幅の 5 倍を超える周波数帯におけるスプリアス放射は、いかなる 1MHz の帯域幅においても 14-K dBW を超えてはならない。また、占有帯域幅の 5 倍以内の周波数領域においては、いかなる 1MHz 帯域においても 28 - K dBW を超えてはならない。
※K は以下のとおりとする
ｉ)1 つの地球局が、1つの搬送波周波数を送信する場合:
K= 0
ii)複数の地球局が同一の EIRP で同時に送信する場合:
K = 10 log (N)（N は ES の最大数）</td></tr>
</table>

	iii）複数の地球局が異なる EIRP で所定の搬送波周波数において同時に送信する場合: K = 10 log (EIRPAggregate/ EIRPterm)
4.2.7 送信停止	■次に示す3つの送信停止機能を有していること ✓ネットワーク側の制御に基づく送信停止 ✓地球局の自律的制御による送信停止 ✓従事者の操作による送信停止

表１．２．５－３　ECC Decision (05)01
（地上固定システムと衛星システム（地球から宇宙）との共用）

項目	規制内容
DECIDES 1-10	■27.8285-28.4445 GHz、28.8365-28.9485 GHz 及び 28.9485-29.4525 GHz の周波数帯を使用する地球局の軸外放射の EIRP 密度は、-35 dBW/MHz 以下とする。 ■地球局の最小仰角は、3°とする。 ■非調整動作する衛星システム（固定衛星）の地球局は、自動電力制御機能又は衛星搭載自動利得制御機能を実施するものとする。 ■地球局の EIRP は、60dBW とする。この EIRP は、デューティーサイクルが考慮されるものとする。

表１．２．５－４　ECC Decision (00)07
（地上固定システムと衛星システム（宇宙から地球）の共用）

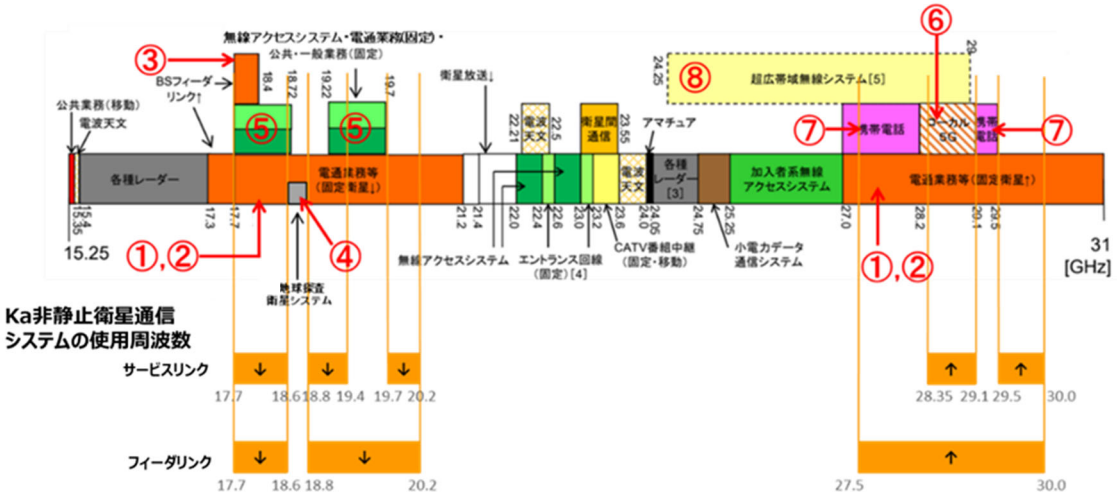
項目	規制内容
DECIDES 1-11 Annex 2	■衛星システム（固定衛星）の地球局は、地上固定システムからの保護を要求してはならない。 ■衛星システム（固定衛星）の地球局において、次に示す干渉緩和技術のうちの１つ以上を実装すること。 ✓ 動的チャネル割当て（DCA：dynamic channel assignment）の実装 ✓ 行政が提供する地上固定システムに関する情報を踏まえた干渉対策の実施 ✓ アンテナ設置場所の遮蔽 ✓ サイドローブ利得が低くなるように設計された受信アンテナの使用

２　他システムとの共用検討等

２．１　検討対象システム

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局の同一周波数帯及び隣接周波数帯の利用状況を図２．１．１－１に示す。

また、Ka 帯非静止衛星通信システムと共用検討が必要となる対象システムを表２．１．１－１のとおり選定した。



（出典）「我が国の電波の使用状況」（10GHz 超）（総務省）[7]を一部加工

図２．１．１－１　Ka 帯の周波数の利用状況

表２．１．１－１　共用検討が必要となる対象システム

	対象システム	
①	衛星系システム	静止衛星システム(固定衛星) [17.7-21.2GHz、27.0-31GHz]
②		非静止衛星システム(固定衛星) [17.7-21.2GHz、27.0-31GHz]
③		静止衛星システム(放送衛星) [17.7-18.4GHz]
④		地球探査衛星システム(受動) [18.6-18.8GHz]
⑤	地上系システム	無線アクセスシステム・電気通信業務(固定)システム [17.7-18.72GHz、19.22-19.7GHz]
⑥		移動通信システム(ローカル5G) [27.0-28.2GHz]
⑦		移動通信システム(第5世代移動通信システム) [27.0-28.2GHz]
⑧		超広帯域(UWB)無線システム [24.25-29GHz]

[7] https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/10g.pdf

２．２　共用検討の方法

表２．１．１－１に示したシステムを対象に共用検討を実施した。第３章において他の衛星系システムとの共用検討を、第４章において地上系システムとの共用検討をそれぞれ実施した。

２．３　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の諸元

共用検討に用いた Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の諸元を表２．３．１－１に、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の諸元を表２．３．１－２に示す。

表２．３．１－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の諸元

項目	ユーザー局	ゲートウェイ局	備考
周波数	28.35-29.1 GHz 29.5-30.0 GHz	27.5-30.0 GHz	
占有周波数帯幅	最大 200 MHz （最小16.67 MHz）	最大 490 MHz （最小 49 MHz）	
最大 EIRP 密度	26 dBW/MHz	35.8 dBW/MHz	
空中線利得	36.5dBi	52.8dBi	
空中線指向特性	図2.3.1−1を参照	-	
アンテナ径	0.18-0.76m	2.4m	
最小仰角	35 度	20 度	

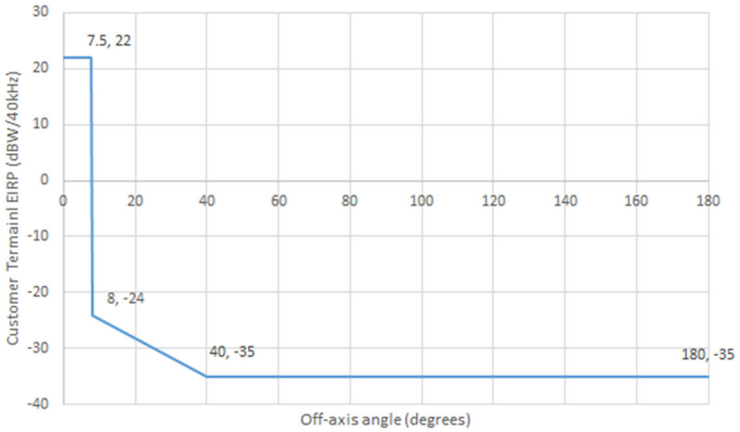


図２．３．１－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（ユーザー局）の EIRP 密度（軸外）

表２．３．１－２　Ka 帯非静止衛星通信システム（衛星局）の諸元

項目	衛星局	備考
衛星総数	3,232 基	
軌道高度 （軌道傾斜角）	590km（33 度） 610km（42 度）	

		630km（51.9度）	
周波数	サービスリンク	17.7-18.6 GHz 18.8-19.4 GHz 19.7-20.2 GHz	
	フィーダリンク	17.7-18.6 GHz 18.8-20.2 GHz	
最大 EIRP 密度		26dBW/MHz	ITU ファイリングより （USASAT-NGSO-8A、USASAT-NGSO-8B、USASAT-NGSO-8C）
サービスリンクのビーム径		半径 10km 弱程度	

２．４　技術的条件の策定について

第３章から第５章までに示す共用検討の結果を踏まえて、また、 Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）が世界的に通信サービスを提供するシステムであることから可能な限り諸外国の規制とも調和する形で、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の技術的条件等を定めることとする。

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）については、FCC が付与する無線局免許に基づき開設・運用されるものであるため、我が国の無線システムとの共用検討は行うものの、技術的条件（送信装置の条件）や測定法は定めないこととする。Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）については、開設局数が限られ、かつ、仕様等が様々であるため、通例に倣い共用検討は行うものの、一律に技術的条件（送信装置の条件）や測定法は定めないこととする。

３　衛星系システムとの共用検討

本章では、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局と、静止衛星システム（固定衛星）（17.7-21.2GHz）、非静止衛星システム（固定衛星）（17.7-21.2GHz）、静止衛星システム（放送衛星）（17.3-18.4GHz）、地球探査衛星システム（18.6-18.8GHz）といった衛星系システムとの共用検討を実施する。なお、特に明記しない限り、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）のユーザー局とゲートウェイ局は区別せずに検討する。

３．１　静止衛星システム（固定衛星）との共用検討

３．１．１　静止衛星システム（固定衛星）の概要

静止衛星システム（固定衛星）は、電気通信事業者が、専用線サービスなどの電気通信の役務提供を行うために利用している。周波数は、ダウンリンクに 17.7-21.2GHz、アップリンクに 27.0-31.0GHz が使用されている。

３．１．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から静止衛星システム（固定衛星）（地球局）への与干渉及び Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）から静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）への与干渉

RR 第 22 条において、非静止衛星システムは静止衛星システムに許容し得ない混信を生じさせてはならないとされており、具体的な保護の基準として、17.8-18.6GHz、19.7-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯に関する EPFD の制限値が規定されている（RR 第 22.5C 条、第 22.5D 条）。当該制限値への適合性に関しては、RR 第 9 条に基づく非静止衛星システムの国際周波数調整に係る国際周波数情報回章（IFIC：International Frequency Information Circular）の公開に際して、又は RR 第 11 条に基づく国際周波数登録原簿（MIFR: Master International Frequency Register）への登録に際して、ITU BR において審査が行われることになっているところ（RR 第 9.34 条、第 9.35 条、第 11.31 条、第 11.31.2 条、手続規則（RoP）第 2.6.3 条、第 2.6.4 条、第 2.6.5 条）、この ITU BR の審査が済んでいることを前提とすれば、RR 第 22 条への適合性が担保できるため、共用は可能と判断して差し支えないと考えられる。

また、RR 第 9 条は、18.8-19.7GHz 及び 28.6-29.5GHz の周波数帯を使用する非静止衛星システムに関して、周波数の国際調整の実施を義務付けている（RR 第 9.12A 条）。よって、当該周波数帯に関しては、国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。

17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、RR 上の EPFD の制限値の定めはないが、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局、地球局）は、17.7-17.8GHz の周波数帯においても 17.8-18.6GHz の周波数帯の EPFD の制限値を適用して運用するとしており、これにより干渉の可能性は十分に低減できると考えられる[8]。

３．１．３　静止衛星システム（固定衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）への与干渉、及び、静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への与干渉

RR 第 9 条は、18.8-19.7GHz 及び 28.6-29.5GHz の周波数帯を使用する衛星局等に関して、周波数の国際調整の実施を義務付けている（RR 第 9.13 条）。よって、当該周波数帯に関しては、国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。

また、RR 第 22 条において、非静止衛星システムは RR に別段の規定がある場合を除いて静止衛星システムからの保護を要求してはならないとされており、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）は、17.7-18.6GHz、19.7-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯においては、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められるため、共用検討は不要とした。

３．１．４　静止衛星システム（固定衛星）との共用検討結果

<u>・Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）から静止衛星システム（固定衛星）への与干渉</u>

17.8-18.6GHz、19.7-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条の EPFD 制限値の規定により静止衛星システム（固定衛星）の保護が図られるため、当該制限値の遵守により共用は可能であると考えられる。

18.8-19.7GHz 及び 28.6-29.5GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際周波数調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。

17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、17.8-18.6GHz の周波数帯と同様の EPFD の制限値を適用して運用するとしており、これにより干渉の可能性は十分に低減できるため、共用は可能と考えられる。

---

[8] FCC は、ITU における過去の研究等に基づき、17.7-17.8GHz の周波数帯に関して、RR 第 22 条（TABLE 22-1B）に示された 17.3-17.7GHz（第２地域）及び 17.8-18.6GHz の周波数帯に関する EPFD の制限値と同一の基準を適用することによって有害な干渉からの保護が可能（妥当）であるとの見解を示している（FCC 24-97）。
https://www.fcc.gov/document/fcc-unlocks-spectrum-support-advanced-satellite-services-0

18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては､Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。

・静止衛星システム（固定衛星）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）への与干渉

18.8-19.7GHz 及び 28.6-29.1GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。

17.7-18.6GHz、19.7-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条に基づき、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められるため、共用検討は不要とした。

18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては､Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。

３．２　非静止衛星システム（固定衛星）との共用検討

３．２．１　非静止衛星システム（固定衛星）の概要

非静止衛星システム（固定衛星）は、電気通信事業者が、専用線サービスなどの電気通信の役務提供を行うために利用されている。周波数は、ダウンリンクに17.7-21.2GHz、アップリンクに27.0-31.0GHzが使用されている。

３．２．２　Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から非静止衛星システム（固定衛星）（地球局）への与干渉及びKa帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）から非静止衛星システム（固定衛星）（衛星局）への与干渉

RR第9条は、17.7-18.6GHz、18.8-20.2GHz及び27.5-30.0GHzの周波数帯を使用する非静止衛星システムに関して、周波数の国際調整の実施を義務付けている（RR第9.12条）。よって、当該周波数帯に関しては、国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。なお、国際調整においては、Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）が他の非静止衛星システム（固定衛星）の衛星局と地球局との直線上に位置した時（インライン時）の干渉が問題になることが想定されるが、図３．２．２－１に示すとおり、Ka帯非静止衛星通信システム（600km）は、エフェメリスデータを利用して、他の非静止衛星システムとインライン環境となる場合には電波発射を停止する運用を行うとしており、これにより共存可能な程度に干渉影響を最小化することが可能と考えられる。

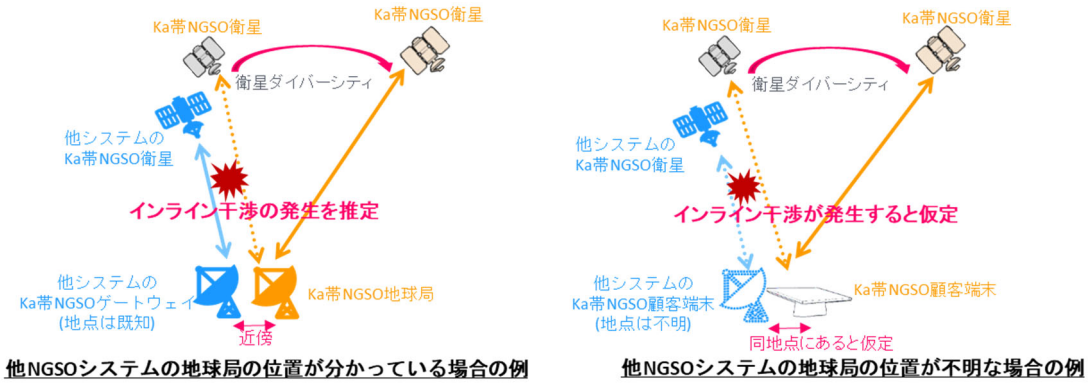


図３．２．２－１　エフェメリスデータを用いたインライン干渉回避策（再掲）

３．２．３　非静止衛星システム（固定衛星）との共用検討結果

17.7-18.6GHz、18.8-20.2GHz 及び 27.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。

18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては、Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。

３．３　静止衛星システム（放送衛星）との共用検討

３．３．１　静止衛星システム（放送衛星）の概要

静止衛星システム（放送衛星）は、BS デジタル放送を行う放送事業者が、放送番組を地上から衛星へ伝送するための回線として利用しているシステムである。周波数は、17.3-18.4GHz が使用されている。

３．３．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）への与干渉

RR 第 22 条において、非静止衛星システムは静止衛星システムに許容し得ない混信を生じさせてはならないとされており、具体的な保護の基準として、17.8-18.4GHz の周波数帯に関して EPFD の制限値が規定されている(RR 第 22.5F 条)。当該制限値への適合性に関しては、RR 第 9 条に基づく非静止衛星システムの国際周波数調整に係る国際周波数情報回章の公開に際して、又は RR 第 11 条に基づく国際周波数登録原簿への登録に際して、ITU BR において審査が行われることになっているところ(RR 第 9.34 条、第 9.35 条、第 11.31 条、第 11.31.2 条、手続規則（RoP）第 2.6.3 条、第 2.6.4 条、第 2.6.5 条)、この ITU BR の審査が済んでいることを前提とすれば、RR 第 22 条への適合性が担保できるため、共用は可能と判断して差し支えないと考えられる。ただし、静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）の混信保護を確実にするために、実際の運用に際しては、EPFD に関する ITU BR の書面による審査に加え、関係事業者間で個別に運用調整を行うことが望ましい。

17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、現状、RR において EPFD の制限値は規定されていないが、固定衛星業務と放送衛星業務の周波数共用について正式に検討しようとする国際的な動きが存在しており、今後 17.7-17.8GHz に関する新たなグローバルスタンダードが形成される可能性もあるところ、こうした事情も考慮し、実際の運用に当たっては、被干渉システムに対する干渉影響有無を個別に確認するため、関係免許人間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

３．３．３　静止衛星システム（放送衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への与干渉

RR 第 22 条において、非静止衛星システムは RR に別段の規定がある場合を除いて静止衛星システムからの保護を要求してはならないとされており、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）は、17.7-18.6GHz 及び 19.7-20.2GHz の周波数

帯においては、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められる。したがって、共用検討やその結果を踏まえた共用条件の設定等は基本的に不要であるが、ここでは Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の運用可能性を評価するため、静止衛星システム（放送衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への干渉量の評価を行った。具体的には、2.5km×2.5km のエリア内に 10m 間隔で Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）を、エリアの中心に静止衛星システム（放送衛星）（地球局）（１局）をそれぞれ配置し、静止衛星システム（放送衛星）（地球局）が静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）と通信している状況下での、静止衛星システム（放送衛星）（地球局）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）への干渉量を評価した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452 のモデル（自由空間伝搬モデル、クラッタ損は樹木）を用いた。

評価モデルを図３．３．３－１に、評価に用いた静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）の諸元を表３．３．３－１に、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の諸元を表３．３．３－２に、検討結果を図３．３．３－２に示す。

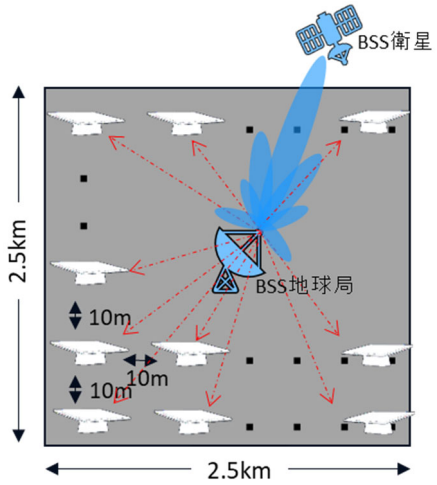


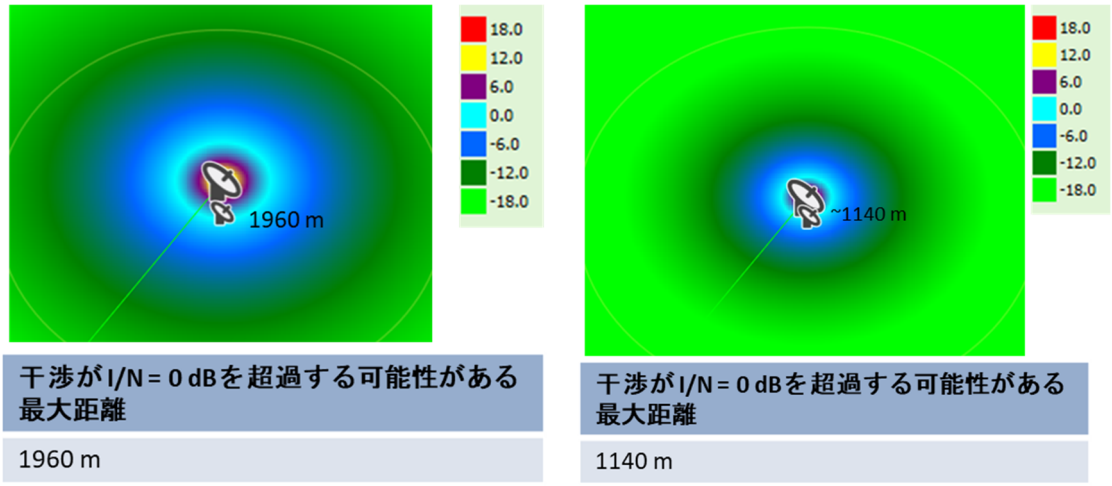
図３．３．３－１　評価のモデル

表３．３．３－１　静止衛星システム（放送衛星）（地球局）の諸元

項目	条件	備考
送信空中線電力	23.0dBW（200W）	
空中線利得	57.9dBi	アンテナパターン:ITU-R S.580-6 を参照
送信 EIRP	81.0dBW	
送信 EIRP 密度	65.6dBW/MHz	
アンテナ径	5.5m	
送信周波数	17.7-17.8GHz	
送信周波数帯域	34.5MHz	

表３．３．３－２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の諸元

項目		条件	備考
許容干渉量		I/N=0dB	
受信空中線利得	ユーザー局	-7dBi	最小仰角での受信利得
	ゲートウェイ局	-13dBi	最小仰角での受信利得
受信システムのノイズ		195K	
相対送信利得		-72.2dB	



(a) 被干渉局がユーザー局の場合　　(b) 被干渉局がゲートウェイ局の場合

図３．３．３－２　評価の結果

評価の結果、被干渉局がユーザー局の場合は約 1,960m の離隔距離が、被干渉局がゲートウェイ局の場合は約 1,140m の離隔距離が必要との結果となったが、実際には、静止衛星システム（放送衛星）（地球局）が運用されているエリアの周辺においては、静止衛星システム（放送衛星）（地球局）と同一の周波数を使用しないように周波数スケジューリングを行うこと等によって、干渉を回避することは可能である。Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）において適切な干渉回避策を実施することにより、十分に運用は可能であると考えられる。

３．３．４　静止衛星システム（放送衛星）との共用検討結果

・Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）から静止衛星システム（放送衛星）への与干渉

17.8-18.4GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条の EPFD 制限値の規定により静止衛星システム（固定衛星）の保護が図られるため、当該制限値の遵守により

共用は可能であると考えられる。ただし、静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）の混信保護を確実にするために、実際の運用に際しては、EPFD に関する ITU BR の書面による審査に加え、関係事業者間で個別に運用調整を行うことが望ましい。

17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、現状、RR において EPFD の制限値は規定されていないが、固定衛星業務と放送衛星業務の周波数共用について正式に検討しようとする国際的な動きが存在しており、今後 17.7-17.8GHz に関する新たなグローバルスタンダードが形成される可能性もあるところ、こうした事情も考慮し、実際の運用に当たっては、被干渉システムに対する干渉影響有無を個別に確認するため、関係免許人間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

・静止衛星システム（放送衛星）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）への与干渉

RR 第 22 条に基づき、非静止衛星通信システムは、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められるため、共用検討は不要とした。なお、参考までに、干渉影響を評価したところ、最大約 1,960m の離隔距離が必要との結果となったが、実際には、同一周波数帯を使用しないように周波数スケジューリングを行うこと等により十分に運用は可能であると考えられる。

３．４　地球探査衛星システム（受動）との共用検討

３．４．１　地球探査衛星システム（受動）の概要

地球探査衛星システム（受動）は、衛星に搭載された受動検知器を用いて、地球の特性又はその自然現象に関する情報を取得するために使用されるシステムである。周波数は、18.6-18.8GHz 帯が使用（受信のみで使用）されている。

３．４．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）から地球探査衛星システム（受動）への与干渉

RR 第 21 条において、固定衛星業務から地球探査衛星システム（受動）を保護するために、18.6-18.8GHz の周波数帯に関して、地表面での電力束密度（PFD：Power Flux-Density）の制限値（-95dBW/m^2/200MHz）が設けられている（RR 第 21.16.2 条）。

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）は、高度が約 600km であることから、上述の PFD 値を衛星局からの EIRP に換算すると、31.6dBW/200MHz となる。一方で、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の EIRP は、最大-34dBW/Hz[9]であるため、これを 200MHz に換算した場合には 49dBW/200MHz となる。さらに、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）は、18.6-18.8GHz の地球探査衛星システム（受動）と同一帯域ではなく、隣接帯域を利用することを考慮すると、不要発射の EIRP は、25dB 程度低下し[10]24dBW/200MHz 程度となると想定される。この値は、上記の PFD 制限値から換算した EIRP よりも低いものとなることから、共用は可能であると考えられる。

３．４．３　地球探査衛星システム（受動）との共用検討結果

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の送信する電波の 18.6-18.8GHz の周波数帯における PFD を算出し、RR 第 21 条に規定された PFD 制限値と比較したところ、プラスのマージンを確保できる結果となったため、共用は可能であると考えられる。

[9] ITU ファイリングより
[10] 「47 CFR Part 25 (up to date as of 1/21/2025)」

４　地上系システムとの共用検討

本章では、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局と、地上系システムである、無線アクセスシステム･電気通信業務(固定)システム(17.7-18.72GHz、19.22-19.7GHz)、移動通信システム（ローカル５Ｇ）(28.2-29.1GHz)、移動通信システム（第５世代移動通信システム）(27.0-28.2GHz、29.1-29.5GHz）及び超広帯域（UWB）無線アクセスシステム（24.25-29GHz）との共用検討を実施する。

４．１　固定通信システムとの共用検討

４．１．１　無線アクセスシステム・電気通信業務（固定）システムの概要

無線アクセスシステム（FWA：Fixed Wireless Access）は、オフィスや一般世帯と電気通信事業者の交換局や中継系回線との間を直接接続して利用する無線システムである。電気通信業務（固定）システムは、有線敷設が困難なエリア等における携帯電話のエントランス回線又はイベント時や災害発生時の車載基地局のエントランス回線等として活用される無線システムである。周波数は、17.7-18.72GHz、19.22-19.7GHz が使用されている。（本報告においては、以降、これらをまとめて「固定通信システム」という。）

４．１．２　Ka 帯非静止衛星システム（600km）から固定通信システムへの与干渉

RR 第 21 条は、衛星局から発射される電波によって、地上系システムに有害な混信を生じさせないよう、17.7-19.3GHz 及び 19.3-19.7GHz の周波数帯において PFD の制限値を規定しており、固定通信システム等は、基本的にはこの制限値によって保護が図られている（RR 第 21.16 条）。

ここでは、17.7-19.3GHz 及び 19.3-19.7GHz の周波数帯で、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局の送信する電波の地表面における PFD と、上述の PFD の制限値とのマージンを計算することによって、固定通信システムとの共用の可能性を評価した。

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）のユーザー局対向については図４．１．２－１、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）のゲートウェイ局対向については図４．１．２－２に示すとおりであり、それぞれ十分なマージンをもって当該基準を満足できるため、共用は可能であると考えられる。

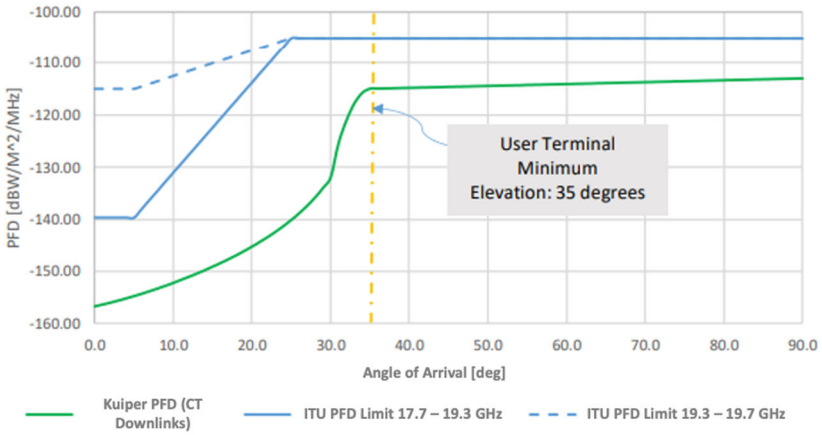


図４．１．２－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）（ユーザー局対向）の PFD について

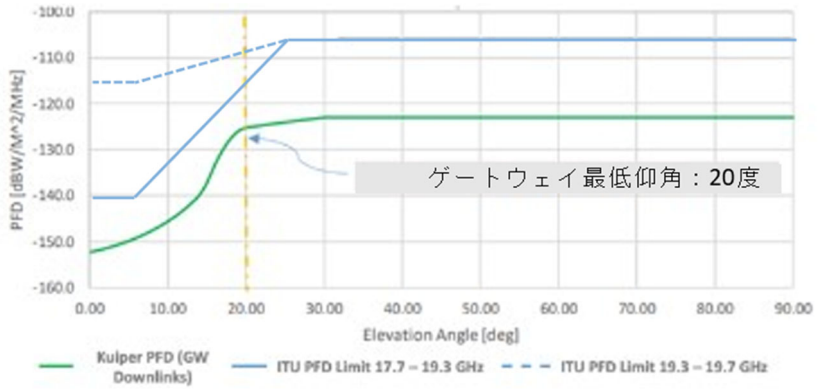


図４．１．２－２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）（ゲートウェイ局対向）の PFD について

４．１．３　固定通信システムから Ka 帯非静止衛星システム（600km）への与干渉

固定通信システムから Ka 帯非静止衛星システム（600km）への与干渉について、１対１対向モデルにより、両局の位置関係を変化させながら干渉量の評価を実施し、これをもとに固定通信システムから Ka 帯非静止衛星システム（600km）ユーザー局への干渉量が許容干渉量を下回るために必要な離隔距離を、固定通信システムのボアサイト離角を考慮して算出した。電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452 のモデル（郊外クラッタ）を用いた。

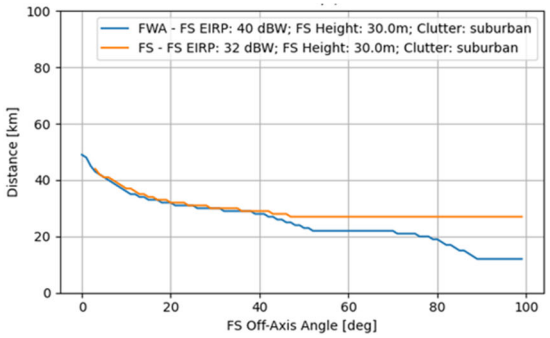
共用検討に用いた固定通信システムの諸元を表４．１．３－１に、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の諸元を表４．１．３－２に、検討結果を図４．１．３－１に示す。

表４．１．３－１　共用検討に用いた固定通信システムの無線局の諸元

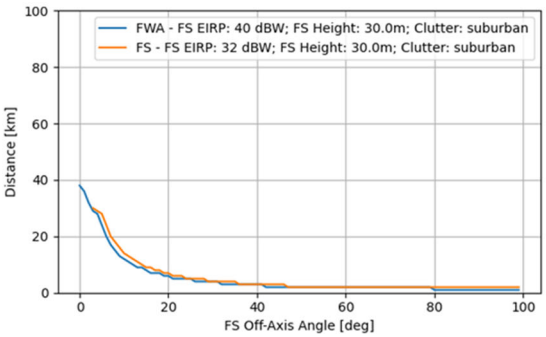
項目	条件		備考
	無線アクセスシステム	電気通信業務(固定)システム	
送信 EIRP 密度	70dBm(最大値) Gamax=38.4[dBi]とし、下式より求める。 【0°≦θ≦2.5°】 70.3－1.65×θ^2 【2.5°≦θ<54°】 68.05－20.23×log(θ) 【54°≦θ<70°】 33 【70°≦θ<90°】 33.0－0.0138×(θ－70)^2 【90°≦θ】 27.5	62dBm(最大値) Gamax=38.0[dBi]とし、下式より求める。 【θ >= 2.5 and θ < 48】 EIRP = 70-20.8log(θ) dBm 【For θ >= 48】 EIRP = 35 dBm	
空中線高	30m	30m	

表４．１．３－２　共用検討に用いた Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の諸元

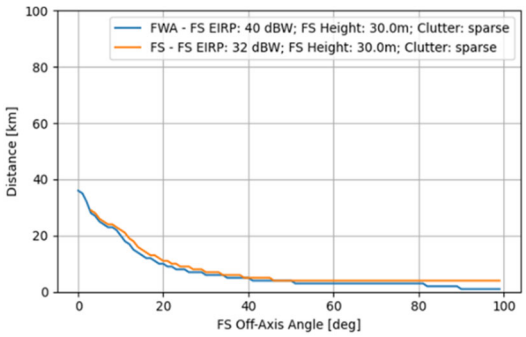
項目		条件	備考
許容干渉量		-151dBW	ITU-R SF.1006, Eq3
空中線利得	ユーザー局	-10dBi	水平方向における典型的な軸外受信利得（最小仰角 35 度を考慮）
	ゲートウェイ局	-10dBi	水平方向における典型的な軸外受信利得
空中線高	ユーザー局	10m、0.3m	
	ゲートウェイ局	10m	



(a) 被干渉局がユーザー局（空中線高 10m）の場合



(b) 被干渉局がユーザー局（空中線高 0.3m）の場合



(c) 被干渉局がゲートウェイ局の場合

図４．１．３－１　共用検討の結果

固定通信システムの無線局のメインローブの方向にKa帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）が位置した場合が最も共用条件が厳しくなり、ユーザー局については約49kmの離隔距離が、ゲートウェイ局については約36kmの離隔距離が必要との結果となった。

Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）に関しては、固定通信システムの無線局数が非常に多いこと、固定通信システムの運用場所の特定が困難であること、欧州等においては「固定局の干渉から保護を要求しない」ことを条件にその運用が認められていること等を踏まえ、我が国においてもKa帯非静止衛星システム（600km）（ユーザー局）について固定通信システムからの干渉に対して保護を求めないことを前提とした運用が適当であると考えられる。Ka帯非静止衛星通信システム（600km）は、電波環境を自ら学習し、空間及びスペクトルの使用状況に関するデータベースを段階的かつ増分的に構築して、特定の場所における特定のチャネルの使用を回避することが可能であるため、こうした技術により、固定通信システムからの干渉に対して保護を求めないとしても、十分にKa帯非静止衛星通信システム（600km）の運用は可能であると考えられる。

Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）に関しては、開設規模は日本全国で数局程度であり、設置場所周辺の干渉状況に応じて防護壁を設置するなどの措置を講じることが可能である。また、ユーザー局と同様に、空間及びスペクトルの使用状況に関するデータベースを段階的かつ増分的に構築して、特定の場所における特定のチャネルの使用を回避することが可能である。こうした個別の対応により十分に共用は可能であると考えられる。

４．１．４　固定通信システムとの共用検討結果

・Ka帯非静止衛星システム（600km）から固定通信システムへの与干渉

Ka帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局の送信する電波の地表面におけるPFDと、RR第21条に規定されたPFDの制限値とを比較したところ、十分なマージンが確保できる結果となったため、共用は可能であると考えられる。

・固定通信システムからKa帯非静止衛星通信システム（600km）への与干渉

共用検討の結果、Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）に関しては最大約49kmの離隔距離が、Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）に関しては最大約36kmの離隔距離が必要との結果となった。

このため、Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）に関しては、固定通信システムからの干渉に対して保護を求めないことを前提とした運用と

することが適当であると考えられる。Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）に関しては、開設局数が限られるため、設置場所周辺の干渉状況に応じて防護壁を設置することや、与干渉局が使用する周波数を使用しないように周波数スケジューリングを行うこと等の対策を講じることにより、共用は可能であると考えられる。

４．２　移動通信システム（ローカル５Ｇ）との共用検討

４．２．１　移動通信システム（ローカル５Ｇ）の概要

移動通信システム（ローカル５Ｇ）は、地域や産業の個別のニーズに応じて地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に構築できる第５世代移動通信システムである。令和６年 10 月末時点での移動通信システム（ローカル５Ｇ）（基地局）の免許数は 50 局程度（28GHz 帯対応局の数）[11]となっている。通信方式は、TDD 方式が用いられ、周波数は、28.2-29.1GHz が使用されている。

４．２．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）から移動通信システム（ローカル５Ｇ）への与干渉

（１）与干渉局が Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の場合

本共用検討では、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の利用区域内で Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）を使用する場合を想定して、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）から移動通信システム（ローカル５Ｇ）への干渉影響を評価した。具体的には、ローカル５Ｇの運用区域を想定した 16.8km×16.8km の仮想エリア内に 22m 間隔で基地局（全 564,000 局以上）を、エリアの中心にユーザー局（全１局）をそれぞれ配置し、ユーザー局が衛星局と通信している状況下での、ユーザー局から各基地局に対する干渉量を評価した。

共用検討のモデルを図４．２．２－１に、共用検討に使用した Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の諸元を表４．２．２－１に、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の諸元を表４．２．２－２に示す。

[11] 総務省電波利用ページより

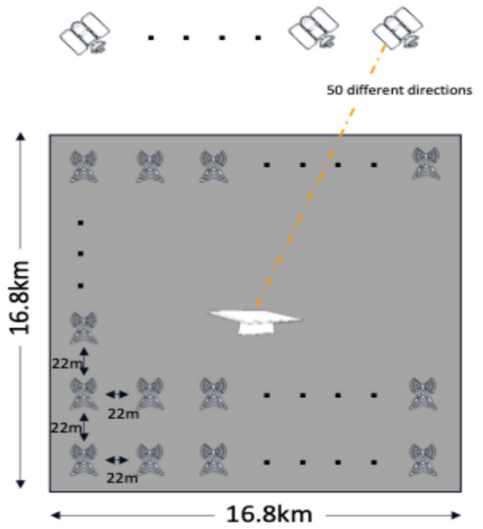


図４．２．２－１　共用検討のモデル

表４．２．２－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の諸元

項目	条件	備考
送信利得	32.5dBi	
送信 EIRP 密度	-34dBW/Hz	
送信 EIRP 密度（水平方向）	-10.4dBW/MHz	
送信アンテナ高	10m、0.3m	
最小仰角	35 度	
指向方向	50 パターン	送信ビームが非静止衛星を追尾する際に想定されるビーム方向を 50 パターン設定
送信デューティーサイクル	100%、25%、10%	実運用において想定される典型的な送信デューティーサイクルは 10%未満

注：Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の最大空中線利得は 36.5dBi であるが、軸外 EIRP 密度が最も高いものについては、最大利得は 32.5dBi となる。

表４．２．２－２　干渉検討に用いた移動通信システム（ローカル５Ｇ）の諸元

項目	条件		備考
	屋内設置	屋外設置	
許容干渉量	-110dBm	-110dBm	
空中線指向特性	図4.4.2－2	図4.2.2－2	ITU-R 勧告 M.2101 の数式に基づき、表4.2.2－3により最大パターン及び平均パターンを算出
チルト角	90 度、45 度	10 度	
空中線高	3m	6m	

干渉検討に用いる移動通信システム（ローカル５Ｇ）の諸元は、基本的には 3GPP で規定されている 5G NR（New Radio）の仕様に基づいて設定し、3GPP の仕様で規定されていない運用等に関わる諸元については、ITU-R における共用検討や過去の情報通信審議会における携帯電話システムの共用検討で用いられた条

件を参考にして設定した。

また、移動通信システム（ローカル５Ｇ）では、空中線と増幅器が一体となった構造をとるアクティブアンテナシステムの利用が一般的である。アクティブアンテナシステムでは、各空中線素子に給電される信号の位相を制御し、空中線の指向特性を動的に変化させる（ビームフォーミング）ことが可能である。共用検討の対象である相手方のシステムに対しても、空中線利得や干渉電力が動的に変動することになるため、空中線指向特性については、統計的な処理を通じてモデル化（最大パターンと平均パターンの２つの方法によりモデル化）を行い、それを用いて許容干渉量の計算を実施した。空中線指向性特性のモデル化の考え方を表４．２．２－３に、この考え方に基づいて算出した基地局の空中線指向特性を図４．２．２－２に示す。

表４．２．２－３　ビームフォーイングを考慮した空中線指向特性のモデル化の考え方

方法	概要
最大パターン	・陸上移動局を基地局エリア内に配置し、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を、勧告 ITU-R M.2101 の Annex1の5章に示される数式に基づき生成。 ・陸上移動局の位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットに対して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を平均値によりモデル化。
平均パターン	・陸上移動局を基地局エリア内に配置し、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を、勧告 ITU-R M.2101 の Annex1の5章に示される数式に基づき生成。 ・陸上移動局の位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットに対して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を最大値(包絡線)によりモデル化。

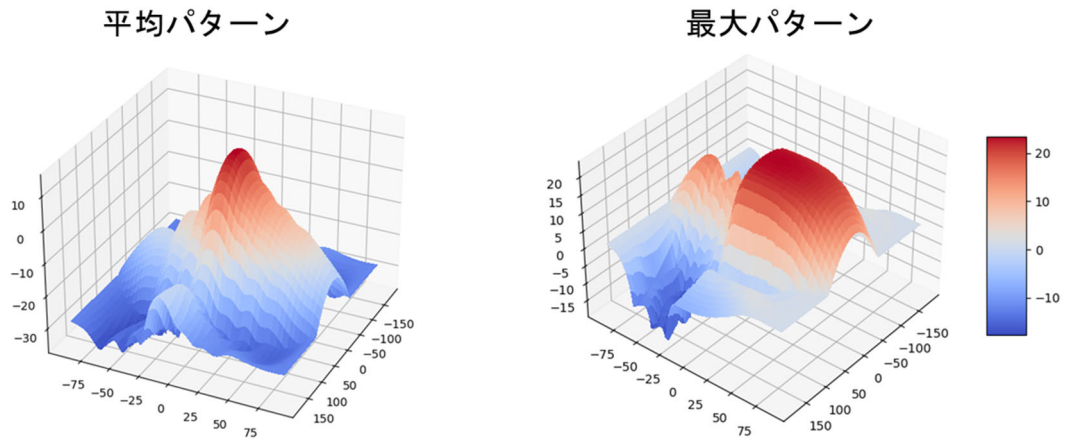


図４．２．２－２　移動通信システム（ローカル５Ｇ）の基地局の空中線指向特性

移動通信システム（ローカル５Ｇ）の基地局の設置形態（屋外設置、屋内設置（天井取付）、屋内設置（壁取付））、Ka 帯非静止衛星通信システムのアンテナ高（10m、0.3m）、地域特性に基づくクラッタ損失の大小（都市型クラッタ、郊外型クラッタ）、基地局の空中線指向特性（最大パターン及び平均パターン）等の各種条件を変化させて評価を実施した。また、電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452 のモデル（時間率 20%、250m 以内は自由空間伝搬損）を用いた。

干渉検討の結果を図４．２．２－３から図４．２．２－12 までに、これらの結果から得られた基地局の許容干渉量を満たすために必要な離隔距離を表４．２．２－４に示す。

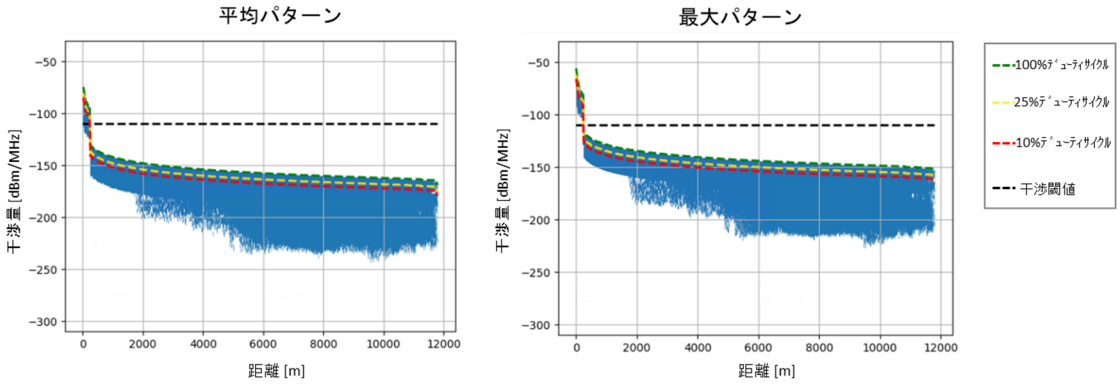


図４．２．２－３　干渉検討結果（屋外設置、アンテナ高 10m、都市クラッタ考慮）

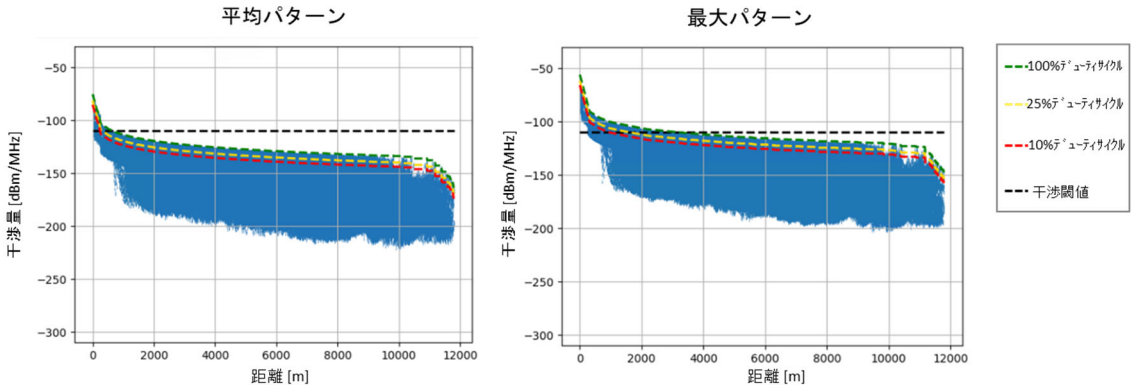


図４．２．２－４　干渉検討結果（屋外設置、アンテナ高 10m、郊外クラッタ考慮）

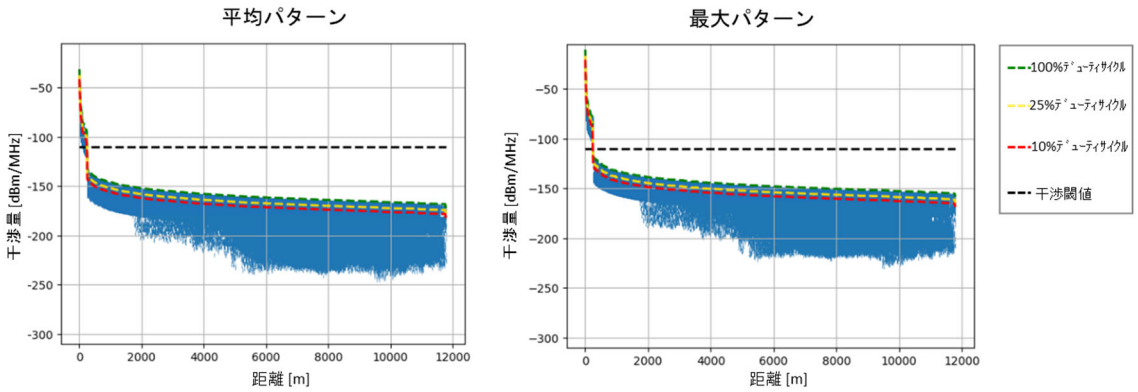


図４．２．２－５　干渉検討結果（屋外設置、アンテナ高 0.3m、都市クラッタ考慮）

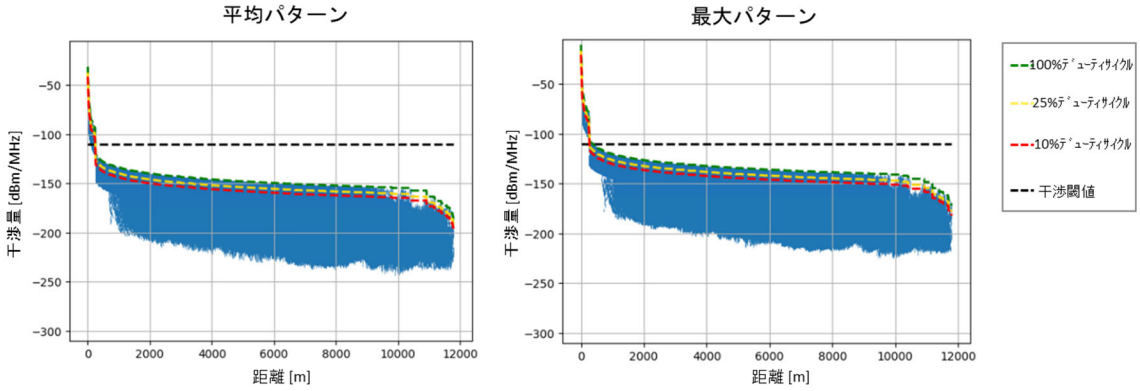


図４．２．２－６　干渉検討結果（屋外設置、アンテナ高 0.3m、郊外クラッタ考慮）

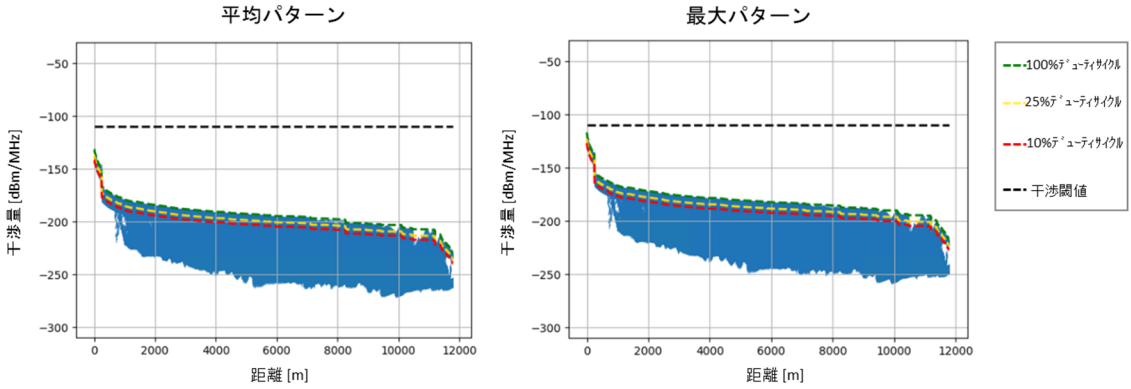


図４．２．２－７　干渉検討結果（屋内設置（天井取り付け、Thermally Efficient 建物）、アンテナ高 10m、郊外クラッタ考慮）

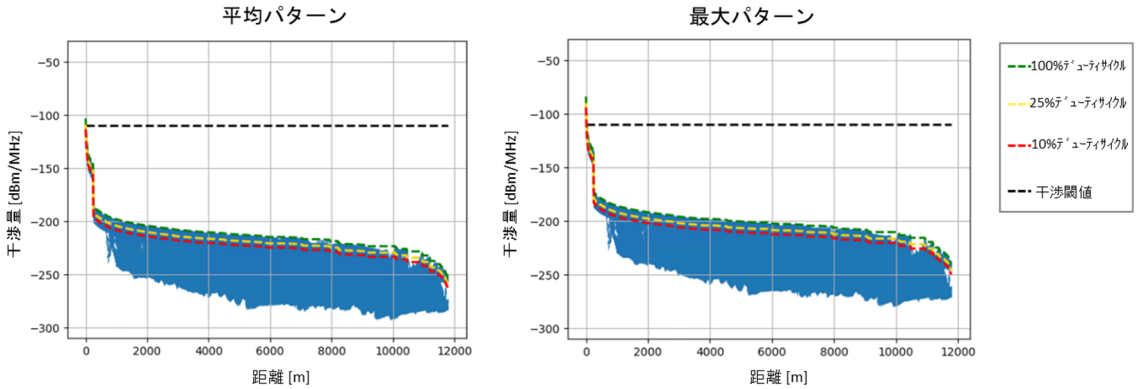


図４．２．２－８　干渉検討結果（屋内設置（天井取り付け、Thermally Efficient 建物）、アンテナ高 0.3m、郊外クラッタ考慮）

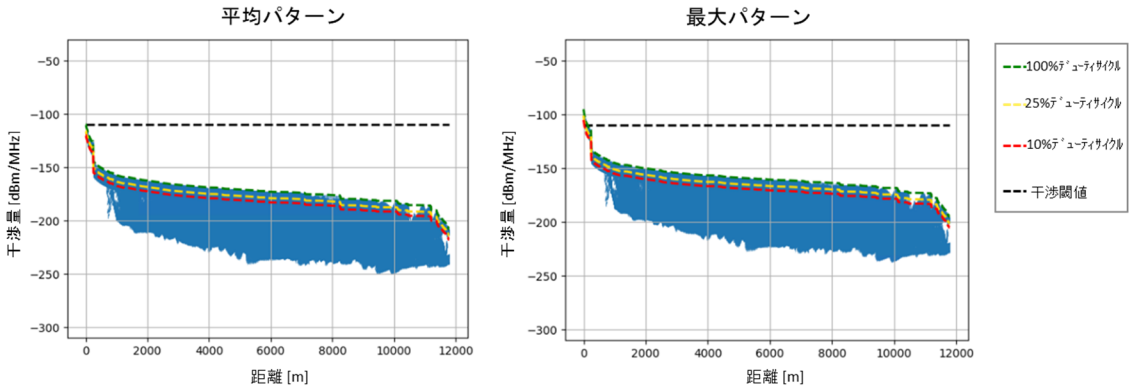


図４．２．２－９　干渉検討結果（屋内設置（天井取り付け、Traditional 建物）、アンテナ高 10m、郊外クラッタ考慮）

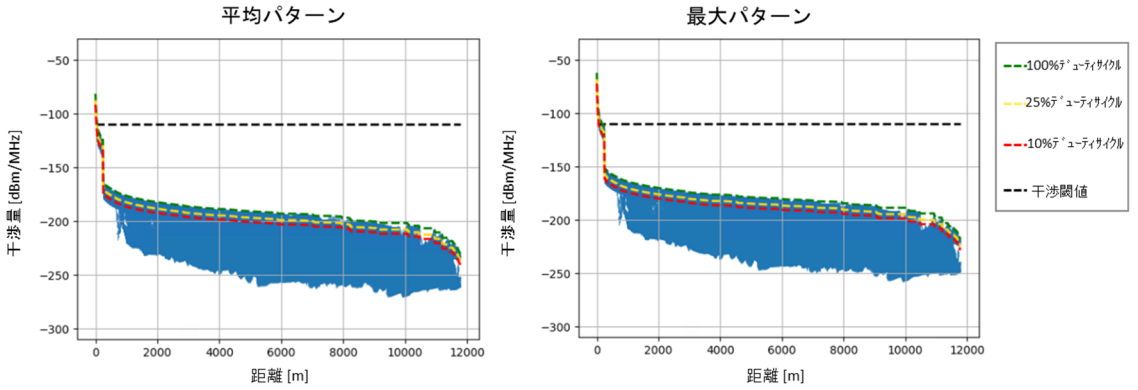


図４．２．２－10　干渉検討結果（屋内設置（天井取り付け、Traditional 建物）、アンテナ高 0.3m、郊外クラッタ考慮）

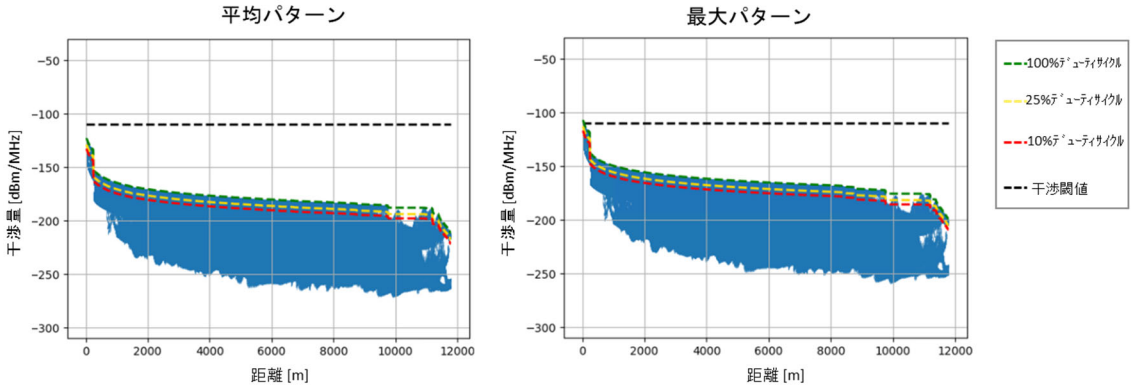


図４．２．２－11　干渉検討結果（屋内設置（壁取り付け、Thermally Efficient 建物）、アンテナ高 10m、郊外クラッタ考慮）

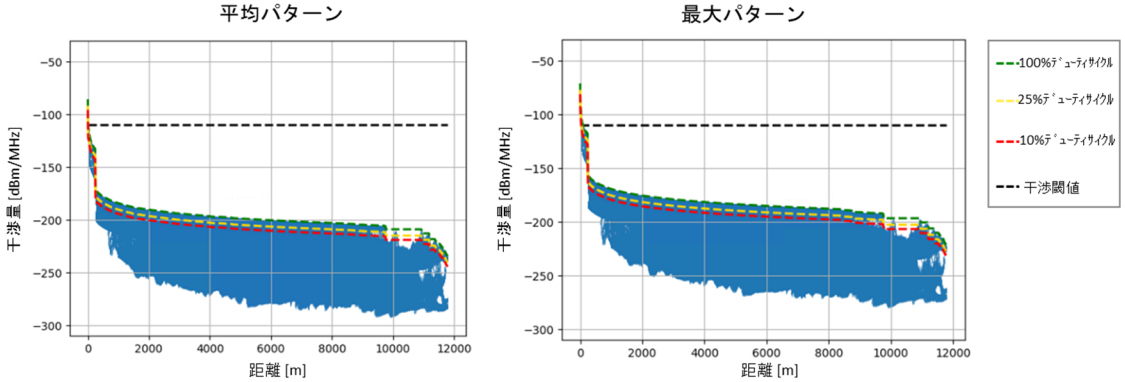


図４．２．２－12　干渉検討結果（屋内設置（壁取り付け、Thermally Efficient 建物）、アンテナ高 0.3m、郊外クラッタ考慮）

表４．２．２－４　基地局の許容干渉量を満たすための必要な離隔距離

条件		Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の送信デューティーサイクル	基地局の許容干渉量を満たすために必要な離隔距離	干渉確率
屋外設置 アンテナ高 10m 都市クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	249m	0.06%
		25%	249m	0.09%
		100%	249m	0.12%
	5G 受信 最大パターン	10%	249m	0.16%
		25%	249m	0.16%
		100%	249m	0.16%
屋外設置、 アンテナ高 10m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	249m	0.06%
		25%	318m	0.09%
		100%	649m	0.14%
	5G 受信 最大パターン	10%	946m	0.24%
		25%	1612m	0.41%
		100%	3180m	1.14%

屋外設置 アンテナ高 0.3m 都市クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	249m	0.08%
		25%	249m	0.11%
		100%	249m	0.14%
	5G 受信 最大パターン	10%	249m	0.15%
		25%	249m	0.16%
		100%	249m	0.16%
屋外設置 アンテナ高 0.3m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	249m	0.08%
		25%	249m	0.11%
		100%	249m	0.14%
	5G 受信 最大パターン	10%	249m	0.15%
		25%	249m	0.16%
		100%	398m	0.16%
屋内設置 （天井取り付け、 Thermally Efficient 建物） アンテナ高 10m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0m	0.00%
		25%	0m	0.00%
		100%	0m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	0m	0.00%
		25%	0m	0.00%
		100%	0m	0.00%
屋内設置 （天井取り付け、 Thermally Efficient 建物） アンテナ高 0.3m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0m	0.00%
		25%	0m	0.00%
		100%	6 m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	12 m	0.00%
		25%	14 m	0.00%
		100%	25 m	0.00%
屋内設置 （天井取り付け、 Traditional 建物） アンテナ高 10m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0 m	0.00%
		25%	0 m	0.00%
		100%	9 m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	19 m	0.00%
		25%	56 m	0.00%
		100%	135 m	0.00%
屋内設置 （天井取り付け、 Traditional 建物） アンテナ高 0.3m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	24 m	0.00%
		25%	36 m	0.00%
		100%	55 m	0.02%
	5G 受信 最大パターン	10%	67 m	0.03%
		25%	92 m	0.05%
		100%	178 m	0.09%
屋内設置 （壁面取り付け、 Thermally Efficient 建物） アンテナ高 10m、 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0 m	0.00%
		25%	0 m	0.00%
		100%	0 m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	0 m	0.00%
		25%	0 m	0.00%
		100%	61 m	0.00%

屋内設置 (壁面取り付け、Thermally Efficient 建物) アンテナ高0.3m、郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0 m	0.00%
		25%	6 m	0.00%
		100%	9 m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	31 m	0.00%
		25%	50 m	0.00%
		100%	89 m	0.00%

ローカル５Ｇの基地局の設置場所から一定の範囲でユーザー局を運用した場合には、基地局の許容干渉量を超過する可能性がある（ローカル５Ｇの設置場所が屋外、Ka 帯非静止衛星通信システム（ユーザー局）のアンテナ高が 10m、ユーザー局の送信する電波のデューティーサイクルが 100%、郊外環境のクラッタ損を想定した条件の場合が最も条件が厳しく、最大で約 649m[12]の離隔距離が必要。）という結果となった。

しかし実際には、ユーザー局の不要発射強度の実力値や基地局の許容干渉量の実力値を考慮に入れることや、本共用検討では加味していない離隔距離が 250m 以下の場合における建築物、樹木又は地形等による損失を考慮に入れること等により改善が見込まれる。また、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の免許人が、総務省が公表する無線局免許等情報（免許人の氏名/名称、無線局の設置場所/移動範囲等を公表）[13]等をもとに、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の運用区域等を把握し、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の運用区域の周辺においてはローカル５Ｇと同一の周波数を発射しないように周波数スケジューリングを行うこと等によって、干渉を回避することは可能である。従って、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）において適切な干渉回避策を実施することを前提に、共用は可能であると考えられる[14]。

（２）与干渉局が Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の場合

（１）に示す共用検討と同様の方法により、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）から移動通信システム（ローカル５Ｇ）への干渉量を評価した。

[12] 基地局の空中線指向特性はビームフォーミングにより常に変動しており、地球局からの干渉が時間的に連続して生じる訳ではないため、基地局の空中線指向特性については平均パターンを採用して考察。

[13] https://www.tele.soumu.go.jp/musen/SearchServlet?pageID=1

[14] Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の地球局の送信する電波のデューティーサイクルは実際には 10%未満とされているところ、移動通信システム（ローカル５Ｇ）のハイブリッド自動リピート要求（HARQ）等による干渉耐性を考慮に入れて共用可能性を評価するという考え方も存在するが、ここでは従来どおりの手法（地球局の送信する電波のデューティーサイクルを 100%であるとして計算したときの結果を使用）により評価を実施。以下本報告において同じ。

共用検討に使用したKa帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の諸元を表４．２．２－５に、移動通信システム（ローカル５Ｇ）（基地局）の諸元を表４．２．２－６に示す。

表４．２．２－５　Ka帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の諸元

項目	条件	備考
送信利得	52.8dBi	屋外設置
送信EIRP密度	-24.2dBW/Hz	
送信EIRP密度（水平方向）	-20.0dBW/MHz	
送信アンテナ高	2.75m	
最小仰角	20度	
指向方向	50パターン	
送信デューティーサイクル	100%	

表４．２．２－６　干渉検討に用いた移動通信システム（ローカル５Ｇ）の諸元

項目	条件	備考
許容干渉量	-110dBm	I/N＝－6dB
空中線指向特性	図3.5.2－1	ITU-R勧告M.2101の数式に基づき、表3.4.2－3により最大パターン及び平均パターンを算出
チルト角	10度	
空中線高	6m	

Ka帯非静止衛星通信システムの空中線指向特性（平均パターン、最大パターン）、電波伝搬モデル（山岳エリア、平地エリア）の条件を変化させて評価を実施した。

干渉検討の結果を図４．２．４－13及び図４．２．２－14に、これらの結果から得られた基地局の許容干渉量を満たすために必要な隔距離を表４．２．２－７に示す。

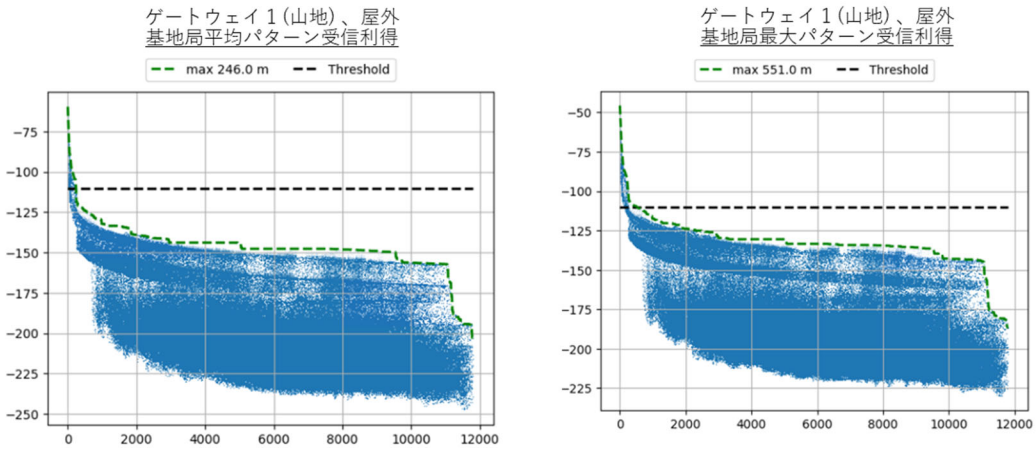


図４．２．２－13　干渉検討結果（山地エリア）

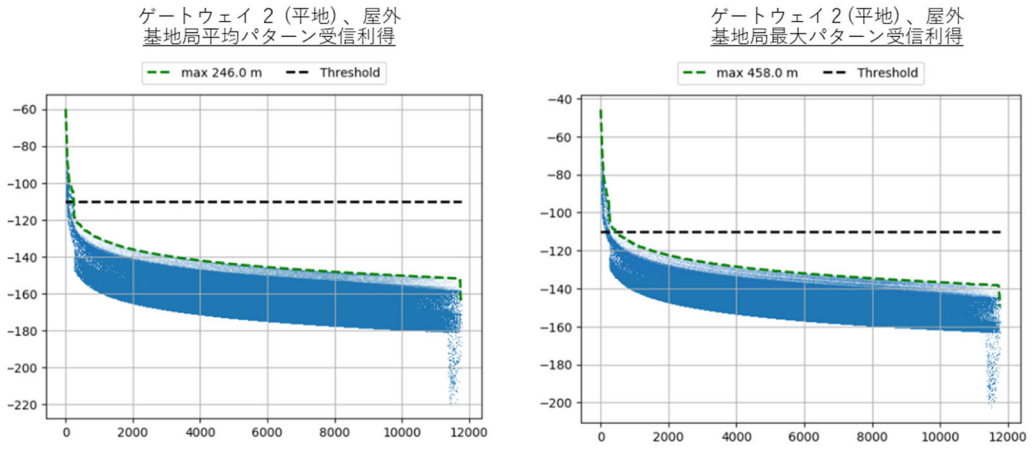


図４．２．２－14　干渉検討結果（平地エリア）

表４．２．２－７　許容干渉量を満たすために必要な離隔距離

条件		Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の送信デューティーサイクル	基地局の許容干渉量を満たすために必要な離隔距離	干渉確率
山地エリア	5G 受信 平均パターン	100%	246m	0.06%
	5G 受信 最大パターン	100%	551m	0.14%
平地エリア	5G 受信 平均パターン	100%	246m	0.06%
	5G 受信 最大パターン	100%	458m	0.14%

最大で約 551m の離隔距離が必要との結果となったが、実際には、ゲートウェイ局の不要発射強度の実力値や基地局の許容干渉量の実力値を考慮に入れることや、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の周

辺に防護壁を設ける等によりさらなる改善が見込めるため、十分に共用は可能であると考えられる。

また、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の陸上移動局に関しては、ゲートウェイ局の周辺に移動通信システム（ローカル５Ｇ）の基地局が設置されていなければ、陸上移動局が通信を行うことはないため、免許処理等で適切な確認、調整を講じることにより、共用は可能と考えられる。

４．２．３　移動通信システム（ローカル５Ｇ）から Ka 帯非静止衛星システム（600km）への与干渉

新世代モバイル通信システム委員会報告（平成 30 年７月）[15]や衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）[16]等において、移動通信システム（ローカル５Ｇ）から非静止衛星システムに対する干渉影響の評価を実施している。日本全国を 500m×500m のメッシュに区分けし、昼間人口の多いメッシュから順番に基地局を１局ずつ配置していき、基地局から非静止衛星システムに対する累積干渉電力と非静止衛星システム（衛星局）の許容干渉量を比較することにより、許容される移動通信システム（ローカル５Ｇ）（基地局）の最大数を算出している。

共用検討の結果として、衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）によれば、許容される基地局の設置数は数万局オーダーに上るとされている。また、陸上移動局に関しては、陸上移動局からの電波による影響が基地局からの電波による影響に比較して大幅に増加することはないと考えられると報告されている。

衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）の検討において用いられた移動通信システム（ローカル５Ｇ）（基地局）の諸元を表４．２．３－１に、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の諸元を表４．２．３－２に、計算結果を表４．２．３－３に示す。

表４．２．３－１　移動通信システム（ローカル５Ｇ）（基地局）の諸元

項目	値	備考
送信周波数	27.5GHz	実際の送信周波数は、28.2-29.1GHz
送信電力	5dBm/MHz	
空中線利得	約 23dBi	
送信系各種損失	3dB	
等価等方輻射電力（EIRP）	25dBm/MHz	

[15] 「第５世代移動通信システム（５Ｇ）の技術的条件」
[16] 「高度 500km の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ku 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」

空中線指向特性	図4.2.2－2	ITU-R 勧告 M.2101 から計算したパターン
チルト角	10 度	
空中線高	6m	

表４．２．３－２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の諸元

項目	値	備考
空中線パターン	－	SF.1528 の軸外アンテナ利得(LEO)を適用
許容干渉量	－	ITU-R S.1432 に基づき設定

表４．２．３－３　計算結果

適用した伝搬モデル	仰角	設置可能局数	
		平均パターン	最大パターン
自由空間伝搬損失のみ	25 度	約 8,500 局	約 1,600 局
	30 度	約 10,000 局	約 1,800 局
	60 度	50,000 局以上	約 5,400 局
	90 度	50,000 局以上	約 1,300 局
自由空間伝搬損失+クラッタ損失	25 度	約 34,000 局	約 7,400 局
	30 度	約 28,000 局	約 5,400 局
	60 度	50,000 局以上	約 7,100 局
	90 度	50,000 局以上	約 1,300 局

Ka 帯非静止衛星システム（600km）の諸元は、上記 Ka 帯非静止衛星通信システム（ユーザー局）の諸元と同等であり、追加考慮すべき特段の事項もないことから、当時の検討結果を適用するにより、共用は可能であると結論づけることが可能と考えられる。なお、衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）等において指摘されているとおり、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の展開状況については引き続き注視していくことが必要である。

４．２．４　移動通信システム（ローカル５Ｇ）との共用検討結果

・Ka 帯非静止衛星システム（600km）から移動通信システム（ローカル５Ｇ）への与干渉

与干渉局がユーザー局の場合は最大約 649m の離隔距離が、与干渉局がゲートウェイ局の場合は最大約 551m の離隔距離が必要との結果となった。

しかし、実際には Ka 帯非静止衛星システム（600km）に利用制限区域を設けること、移動通信システム（ローカル５Ｇ）の利用エリアにおいては同一の周波数

を発射しないように周波数スケジューリングを行うこと、ゲートウェイ局については周辺に防護壁を設ける等の対策により、干渉を低減することは可能であり、こうした適切な措置を講じることを前提に、共用は可能であると考えられる。

・移動通信システム（ローカル５Ｇ）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）への与干渉

新世代モバイル通信システム委員会報告（平成 30 年７月）や衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）等における移動通信システム（第５世代移動通信システム）と非静止衛星システムとの共用検討の結果を適用可能であり、これらに基づき共用は可能であると考えられる。

４．３　移動通信システム（第５世代移動通信システム）との共用検討

４．３．１　移動通信システム（第５世代移動通信システム）の概要

第５世代移動通信システムは、4G を発展させた「超高速」だけでなく、「多数接続」、「超低遅延」といった新たな機能を持つ次世代の移動通信システムであり、IoT 時代に、多種多様なネットワークを包含する総合的な ICT 基盤を提供するものである。通信方式は TDD 方式が用いられ、周波数は 27.0-28.2GHz、29.1-29.5GHz が使用されている。

４．３．２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）から移動通信システム（第５世代移動通信システム）への与干渉

（１）与干渉局が Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の場合

本共用検討では、４．４－２に示した移動通信システム（ローカル５Ｇ）との共用検討の場合と同様に、16.8km×16.8km の仮想運用エリア内に 22m 間隔で移動通信システム（第５世代移動通信システム）の基地局（全 564,000 局以上）を、エリアの中心に Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）のユーザー局（１局）をそれぞれ配置し、ユーザー局が衛星局と通信している状況下での、ユーザー局から各基地局に対する干渉量を評価した。

共用検討に使用した Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の諸元を表４．３．２－１に、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の諸元を表４．３．２－２に示す。

表４．３．２－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の諸元

項目	条件	備考
送信利得	32.5dBi 注	
送信 EIRP 密度	-34dBW/Hz	
不要発射の EIRP 密度（水平方向）	-45dBW/MHz	27.0-28.2GHz 及び 29.1-29.5GHz の周波数帯における不要発射の EIRP 密度
送信アンテナ高	10m、0.3m	
最小仰角	35 度	
指向方向	50パターン	
送信デューティーサイクル	100%、25%、10%	実運用において想定される典型的な送信デューティーサイクルは 10%未満

注：Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）の最大空中線利得は 36.5dBi であるが、軸外 EIRP 密度が最も高いものについては、最大利得は 32.5dBi となる。

表４．３．２－２　干渉検討に用いた移動通信システム（5G）の諸元

項目	条件	備考
許容干渉量	-110dBm	I/N＝－6dB
空中線指向特性	図4.2.2－2	ITU-R 勧告 M.2101 の数式に基づき、表3.4.2－3により最大パターン及び平均パターンを算出
チルト角	10 度	
空中線高	6m	

Ka 帯非静止衛星通信システムのアンテナ高（10m、0.3m）、地域特性に基づくクラッタ損失の大小（都市型クラッタ、郊外型クラッタ）、基地局の空中線指向特性（最大パターン、平均パターン）等の条件を変化させて評価を実施した。また、電波伝搬モデルは、ITU-R 勧告 P.452 のモデル（時間率 20%、250m 以内は自由空間伝搬損）を用いた。

干渉検討の結果を図４．３．２－２から図４．３．２－５までに、これらの結果から得られた基地局の許容干渉量を満たすために必要な隔距離を表４．３．２－３に示す。

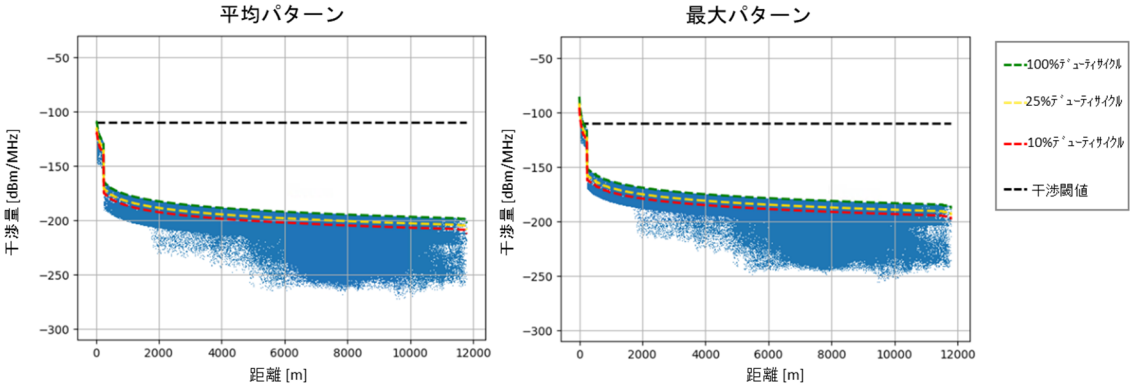


図４．３．２－２　干渉検討結果（アンテナ高 10m、都市クラッタ考慮）

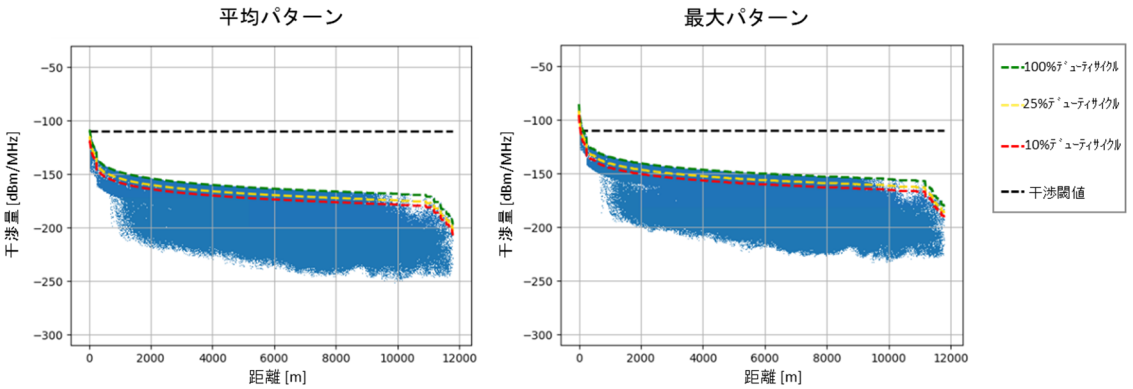


図４．３．２－３　干渉検討結果（アンテナ高 10m、郊外クラッタ考慮）

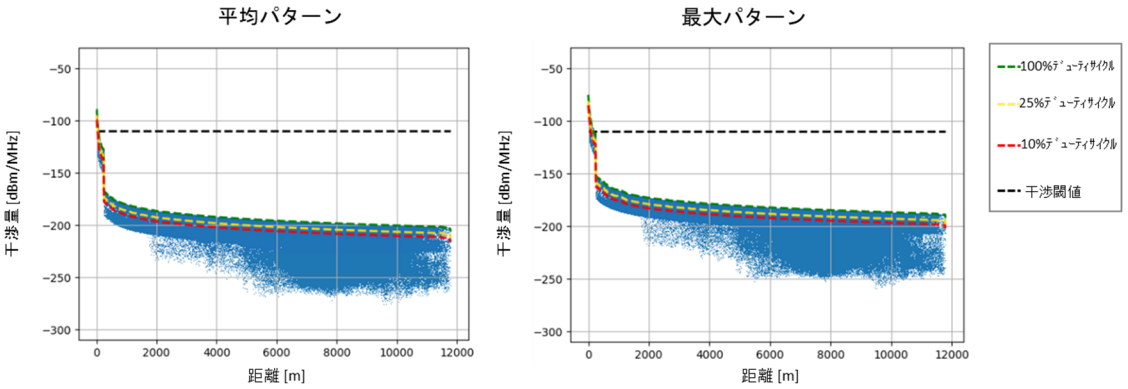


図４．３．２－４　干渉検討結果（アンテナ高 0.3m、都市クラッタ考慮）

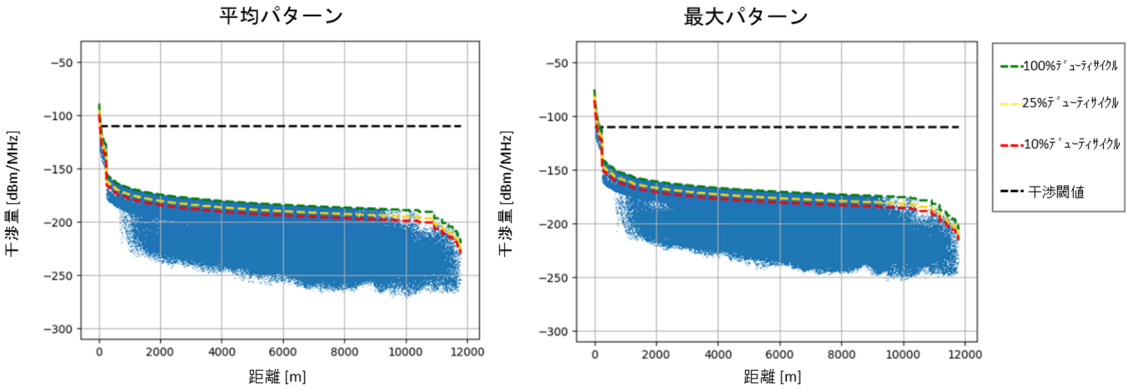


図４．３．２－５　干渉検討結果（アンテナ高 0.3m、郊外クラッタ考慮）

表４．３．２－３　基地局の許容干渉量を満たすための必要な離隔距離

条件		Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（地球局）の送信デューティーサイクル	基地局の許容干渉量を満たすために必要な離隔距離	干渉確率
アンテナ高 10m 都市クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0m	0.00%
		25%	0m	0.00%
		100%	30m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	47m	0.00%
		25%	70m	0.01%
		100%	134m	0.03%
アンテナ高 10m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	0m	0.00%
		25%	0m	0.00%
		100%	30m	0.00%
	5G 受信 最大パターン	10%	47m	0.00%
		25%	70m	0.01%
		100%	134m	0.03%
アンテナ高 0.3m 都市クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	33 m	0.00%
		25%	47 m	0.00%
		100%	64 m	0.01%

	5G 受信 最大パターン	10%	86 m	0.03%
		25%	111 m	0.04%
		100%	180 m	0.05%
アンテナ高 0.3m 郊外クラッタ考慮	5G 受信 平均パターン	10%	33 m	0.00%
		25%	47 m	0.00%
		100%	64 m	0.01%
	5G 受信 最大パターン	10%	86 m	0.03%
		25%	111 m	0.04%
		100%	180 m	0.05%

以上から、基地局の設置場所にきわめて近い領域でユーザー局を運用した場合を除き、基地局の許容干渉量を満たす結果となった。基地局の設置場所にきわめて近い領域でユーザー局を運用した場合には、基地局の許容干渉量を超過する（Ka 帯非静止衛星通信システム（ユーザー局）のアンテナ高が 0.3m、ユーザー局の送信する電波のデューティーサイクルが 100%の条件が最も干渉量が大きく、この場合は約 64m の離隔距離が必要）ことになるが、運用上の対策を講じることで、干渉を低減することは可能であり、Ka 帯非静止衛星通信システムにおいてこうした適切な措置を講じることにより共用は可能であると考えられる。このため、実際の運用に当たっては関係免許人との間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

次に、移動通信システム（第５世代移動通信システム）の陸上移動局への干渉影響についてモンテカルロ法による動的解析による評価を実施した。具体的には、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）を中心とする半径 100m の円内に、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（陸上移動局）をランダムに配置して、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（陸上移動局）が受信する干渉電力を算出する。配置パターンを 500 通り変化させながら 1,000 回この計算を実施し、干渉電力の値が陸上移動局の許容干渉量を超える確率が３%以下となる条件において所要改善量を求めた。

本共用検討で使用した移動通信システム（第５世代移動通信システム）（陸上移動局）の諸元を表４．３．２－４に、その検討結果を表４．３．２－５に示す。

所要改善量が 2.3dB 残る結果となったが、運用上の対策を講じることで、干渉を低減することは可能であり、Ka 帯非静止衛星通信システムにおいてこうした適切な措置を講じることにより共用は可能であると考えられる。この

ため、実際の運用に当たっては関係免許人との間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

表４．３．２－４　移動通信システム（第５世代移動通信システム）（陸上移動局）の諸元

項目	設定値	備考
空中線利得	20dBi	
空中線高	1.5m	
アンテナパターン	図2.5.2－6	ITU-R 勧告 M.2101
受信系給電線損失	0dB	
その他損失	4dB	人体吸収損失
許容干渉量	-110dBm/MHz	

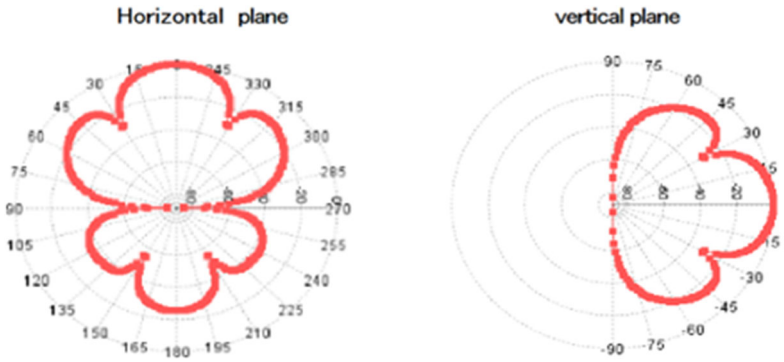


図４．３．２－６　アンテナパターン

表４．３．２－５　共用検討の結果

Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)(ユーザー局) の送信する電波のデューティーサイクル	所要改善量
10%	-7.7dB
25%	-3.7dB
100%	2.3dB

（２）　与干渉局が Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ゲートウェイ局）の場合

４．２．２（２）に示す共用検討結果を適用可能であり、共用は可能と考えられる。

４．３．３　移動通信システム（第５世代移動通信システム）から Ka 帯非静止衛星システム（600km）（衛星局）への与干渉

新世代モバイル通信システム委員会報告（平成 30 年７月）や衛星通信シス

テム委員会報告（令和２年 12 月）等において、移動通信システム（第５世代移動通信システム）から非静止衛星通信システムに対する干渉影響の評価を実施している。日本全国を 500m×500m のメッシュに区分けし、昼間人口の多いメッシュから順番に基地局を１局ずつ配置していき、基地局から非静止衛星システムに対する累積干渉電力と非静止衛星システム（衛星局）の許容干渉量を比較することにより、許容される移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の最大数を算出している。

共用検討の結果として、衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）によれば、許容される基地局の設置数は数万局オーダーに上るとされている。また、陸上移動局に関しては、陸上移動局からの電波による影響が基地局からの電波による影響に比較して大幅に増加することはないため共用可能であると報告されている。

衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）の検討において用いられた移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の諸元を表４．３．３－１に、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の諸元を表４．３．３－２に、計算結果を表４．３．３－３に示す。

表４．３．３－１　移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の諸元

項目	値	備考
送信周波数	27.5GHz	
送信電力	5dBm/MHz	
空中線利得	約 23dBi	
送信系各種損失	3dB	
等価等方輻射電力（EIRP）	25dBm/MHz	
空中線指向特性	－	ITU-R 勧告 M.2101 から計算したパターン
チルト角	10 度	
空中線高	6m	

表４．３．３－２　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（衛星局）の諸元

項目	値	備考
空中線パターン	－	SF.1528 の軸外アンテナ利得（LEO）を適用
許容干渉量	－	ITU-R 勧告 S.1432 に基づき設定

表４．３．３－３　計算結果

適用した伝搬モデル	仰角	設置可能局数	
		平均パターン	最大パターン

自由空間伝搬損失のみ	25 度	約 8,500 局	約 1,600 局
	30 度	約 10,000 局	約 1,800 局
	60 度	50,000 局以上	約 5,400 局
	90 度	50,000 局以上	約 1,300 局
自由空間伝搬損失+クラッタ損失	25 度	約 34,000 局	約 7,400 局
	30 度	約 28,000 局	約 5,400 局
	60 度	50,000 局以上	約 7,100 局
	90 度	50,000 局以上	約 1,300 局

Ka 帯非静止衛星システム（600km）の諸元は、上記 Ka 帯非静止衛星通信システム（ユーザー局）の諸元と同等であり、当時の検討結果に対して追加で考慮すべき特段の事項もないことから、当時の検討結果を適用して、共用は可能であると結論づけることは可能と考えられる。なお、衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）等において指摘されているとおり、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（基地局）の展開状況については引き続き注視していくことが必要と考えられる。

４．３．４　移動通信システム（携帯電話）との共用検討結果

・Ka 帯非静止衛星システム（600km）から移動通信システム（第５世代移動通信システム）への与干渉

与干渉局がユーザー局の場合は、移動通信システム（第５世代移動通信システム)(基地局)との共用のためには最大約 64m の離隔距離が必要との結果となり、移動通信システム（第５世代移動通信システム）（陸上移動局）との共用に関しては所要改善量が 2.3dB 残る結果となった。

また、与干渉局がゲートウェイ局の場合は、最大約 551m の離隔距離が必要との結果となった。

しかし、いずれの場合も、不要発射強度や許容干渉量の実力値を考慮に入れること、運用上の対策を講じること、ゲートウェイ局については周辺に防護壁を設けること等の対策により干渉を低減することは可能であり、こうした適切な措置を講じることにより共用は可能であると考えられる。

このため、実際の運用に当たっては関係免許人との間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

・移動通信システム（第５世代移動通信システム）から Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）への与干渉

新世代モバイル通信システム委員会報告（平成 30 年７月）や衛星通信システム委員会報告（令和２年 12 月）等における移動通信システム（第５世代移動通

信システム）と非静止衛星通信システムとの共用検討の結果を適用することにより、共用は可能であると結論付けることができると考えられる。

４．４　超広帯域（UWB）無線システムとの共用検討

４．４．１　超広帯域（UWB）無線システムの概要

超広帯域（UWB:Ultra Wide Band）無線システムは、平均電力-41.3dBm/MHz 以下という一般の電子機器等が発生する雑音レベルよりもはるかに低い電力を非常に広い帯域に拡散させて通信を行う無線システムである。その広帯域性により、高精度な位置検知・測距が可能であることから、近距離の測位システムやセンサー、レーダーの用途で利用されている。準ミリ波帯に導入されている超広帯域(UWB)無線システムは、衝突防止用車載レーダー用途であり、周波数は、24.25-29GHz が使用されている。

４．４．２　超広帯域（UWB）無線システムとの共用検討結果

超広帯域（UWB）無線システムに関しては、電力密度が非常に低いこと（-41.3dBm/MHz 以下)、ビーム幅が狭いこと、非常に広い帯域幅にわたって電力を拡散させて通信を行うこと、主に車両近傍の対象物検知用のレーダーとしての利用であること等の特徴から、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）（ユーザー局）と超広帯域（UWB）無線システムとの間で有害な混信が生じる可能性は極めて低く、共用は可能であると考えられる。

なお、超広帯域（UWB）無線システムは、他の無線局又は受信設備に有害な混信を生じさせてはならず、また、他の無線局による有害な混信からの保護を要求してはならない旨の条件の下で、運用されている。

５　共用検討の結果

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）と他の無線システムとの共用検討の結果を表５．１．１－１に示す。

表５．１．１－１　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）と同一・隣接周波数帯の無線システムとの共用検討の結果（まとめ）

衛星系システム			
番号注	与干渉局	被干渉局	共用検討の結果
①-a	Ka 帯非静止衛星通信システム （600km） サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz 19.7-20.2GHz ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7～18.6GHz 18.8～20.2GHz ゲートウェイ局: 27.5～30.0GHz	静止衛星システム （固定衛星） 衛星局: 17.7-21.2GHz 地球局: 27.0-31.0GHz	17.8-18.6GHz、19.7-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条の EPFD 制限値の規定により静止衛星システム(固定衛星)の保護が図られるため、当該制限値の遵守により共用は可能であると考えられる。 18.8-19.7GHz 及び 28.6-29.5GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際周波数調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。 17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、17.8-18.6GHz の周波数帯と同様の EPFD の制限値を適用して運用するとしており、これにより干渉の可能性は十分に低減できるため、共用は可能と考えられる。 18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては、Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。
①-b	静止衛星システム （固定衛星） 衛星局: 17.7-21.2GHz 地球局: 27.0-31.0GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム （600km） サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz 19.7-20.2GHz ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7～18.6GHz 18.8～20.2GHz ゲートウェイ局: 27.5～30.0GHz	18.8-19.3GHz 及び 28.6-29.1GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。 17.7-18.6GHz、19.3-20.2GHz、27.5-28.6GHz 及び 29.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条に基づき、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められるため、共用検討は不要とした。 18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては、Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。

②-a	Ka 帯非静止衛星通信システム （600km） サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz 19.7-20.2GHz ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7～18.6GHz 18.8～20.2GHz ゲートウェイ局: 27.5～30.0GHz	非静止衛星システム （固定衛星） 衛星局: 17.7-21.2GHz 地球局: 27.0-31.0GHz	17.7-18.6GHz、18.8―20.2GHz 及び 27.5-30.0GHz の周波数帯に関しては、RR 第 9 条に基づく国際調整の実施を通じて共用が図られることになるため、ここでの共用検討は不要とした。 18.6-18.8GHz、20.2-21.2GHz、27.0-27.5GHz 及び 30.0-31.0GHz の周波数帯に関しては、Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）にて利用しない周波数のため、共用検討は不要とした。
②-b	非静止衛星システム （固定衛星） 衛星局: 17.7-21.2GHz 地球局: 27.0-31.0GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム （600km） サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz 19.7-20.2GHz ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7～18.6GHz 18.8～20.2GHz ゲートウェイ局: 27.5～30.0GHz	（②-a を参照）
③-a	Ka 帯非静止衛星通信システム （600km） サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7～18.6GHz	静止衛星システム （放送衛星） 地球局: 17.7-18.4GHz	17.8-18.4GHz の周波数帯に関しては、RR 第 22 条の EPFD 制限値の規定により静止衛星システム（固定衛星）の保護が図られるため、当該制限値の遵守により共用は可能であると考えられる。ただし、静止衛星システム（放送衛星）（衛星局）の混信保護を確実にするために、実際の運用に際しては、EPFD に関する ITU BR の書面による審査に加え、関係事業者間で個別に運用調整を行うことが望ましい。 17.7-17.8GHz の周波数帯に関しては、現状、RR において EPFD の制限値は規定されていないが、固定衛星業務と放送衛星業務の周波数共用について正式に検討しようとする国際的な動きが存在しており、今後 17.7-17.8GHz に関する新たなグローバルスタンダードが形成される可能性もあるところ、こうした事情も考慮し、実際の運用に当たっては、被干渉システムに対する干渉影響有無を個別に確認するため、関係免許人間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。

③-b	静止衛星システム(放送衛星) 地球局: 17.7-18.4GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム (600km) サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7~18.6GHz	RR 第 22 条に基づき、静止衛星システムからの干渉を許容することを条件に運用することが求められるため、共用検討は不要とした。なお、参考までに、干渉影響を評価したところ、約 1,960m の離隔距離が必要との結果となったが、実際には、同一周波数帯を使用しないように周波数スケジューリングを行うこと等により十分に運用は可能であると考えられる。
④-a	Ka 帯非静止衛星通信システム (600km) サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7~18.6GHz 18.8-20.2	地球探査衛星システム(受動) 衛星局(受信): 18.6-18.8GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)の送信する電波の 18.6-18.8GHz の周波数帯における PFD を算出し、RR 第 21 条に規定された PFD 制限値と比較したところ、プラスのマージンを確保できる結果となったため、共用は可能であると考えられる。
地上系システム（対 Ka 帯非静止衛星システムサービスリンク）			
番号[注]	**与干渉局**	**被干渉局**	**共用検討の結果**
⑤-a	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-20.2	固定通信システム 17.7-18.72GHz 19.22-19.7GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)の無線局の送信する電波の地表面における PFD と、RR 第 21 条に規定された PFD の制限値とを比較したところ、十分なマージンが確保できる結果となったため、共用は可能であると考えられる。
⑤-b	固定通信システム 17.7-18.72GHz 19.22-19.7GHz	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-19.4GHz フィーダリンク 衛星局: 17.7-18.6GHz 18.8-20.2GHz	Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)(ユーザー局)に関しては最大約 49km の離隔距離が、Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)(ゲートウェイ局)に関しては最大約 36km の離隔距離が必要との結果となった。 このため、Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)(ユーザー局)に関しては、固定通信システムからの干渉に対して保護を求めないことを前提とした運用とすることが適当であると考えられる。Ka 帯非静止衛星通信システム(600km)(ゲートウェイ局)に関しては、開設局数が限られるため、設置場所周辺の干渉状況に応じて防護壁を設置することや、与干渉局が使用する周波数を使用しないように周波数スケジューリングを行うこと等の対策を講じることにより、共用は可能であると考えられる。

⑥-a	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz	移動通信システム(ローカル 5G) 28.2-29.1GHz	与干渉局がユーザー局の場合は最大約 649m の離隔距離が、与干渉局がゲートウェイ局の場合は最大約 551m の離隔距離が必要との結果となった。 しかし、実際には Ka 帯非静止衛星システム(600km)に利用制限区域を設けること、移動通信システム(ローカル 5G)の利用エリアにおいては同一の周波数を発射しないように周波数スケジューリングを行うこと、ゲートウェイ局については周辺に防護壁を設ける等の対策により、干渉を低減することは可能であり、こうした適切な措置を講じることを前提に、共用は可能であると考えられる。
⑥-b	移動通信システム(ローカル 5G) 28.2-29.1GHz	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz	新世代モバイル通信システム委員会報告(平成 30 年7月)や衛星通信システム委員会報告(令和2年 12 月)等における移動通信システム(第5世代移動通信システム)と非静止衛星通信システムとの共用検討の結果を適用可能であり、これらに基づき共用は可能であると考えられる。
⑦-a	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz	移動通信システム(第5世代移動通信システム) 27.0-28.2GHz 29.1-29.5GHz	与干渉局がユーザー局の場合は、移動通信システム(第5世代移動通信システム)(基地局)との共用のためには最大約 64m の離隔距離が必要との結果となり、移動通信システム(第5世代移動通信システム)(陸上移動局)との共用に関しては所要改善量が 2.3dB 残る結果となった。 また、与干渉局がゲートウェイ局の場合は、最大約 551m の離隔距離が必要との結果となった。 しかし、いずれの場合も、運用上の対策を講じること、ゲートウェイ局については周辺に防護壁を設けること等の対策により干渉を低減することは可能であり、こうした適切な措置を講じることにより共用は可能であると考えられる。 このため、実際の運用に当たっては関係免許人との間で個別に運用調整を行うことが適当であると考えられる。
⑦-b	移動通信システム(第5世代移動通信システム) 27.0-28.2GHz 29.1-29.5GHz	Ka 帯非静止衛星システム(600km) サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz 29.5-30.0GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz	(⑥-b を参照)

⑧-a	Ka 帯非静止衛星システム（600km） ［サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz］	超広帯域（UWB）無線システム ［24.25-29.0GHz］	超広帯域（UWB）無線システムに関しては、電力密度が非常に低いこと、ビーム幅が狭いこと、非常に広い帯域幅にわたって電力を拡散させて通信を行うこと、主に車両近傍の対象物検知用のレーダーとしての利用であること等の理由から、有害な混信が生じる可能性は極めて低く、共用は可能であると考えられる。
⑧-b	超広帯域（UWB）無線システム ［24.25-29.0GHz］	Ka 帯非静止衛星システム（600km） ［サービスリンク ユーザー局: 28.35-29.1GHz フィーダリンク ゲートウェイ局: 27.5-30.0GHz］	（⑧-a を参照）

注 左側の数字（①、②、③等）は「表2.1.1－1 共用検討が必要となる対象システム」に記した対象システム毎の数字を、右側の添字（a、b）は Ka 帯非静止衛星システム（600km）が与干渉局の場合は a、被干渉局の場合は b とした。

６　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の技術的条件

Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の無線局の無線設備の技術的条件については、前項までの検討結果を踏まえ、国際的な電波に関する条約及び国内の電波法令等も考慮し、具体的には以下のとおりとすることが適当である。

もとより、実際の運用に当たっては、技術的条件を満足する他、国際周波数調整の結果を遵守することが必要である。

６．１　一般的条件

６．１．１　必要な機能

（１） 送信する周波数や電力は、ゲートウェイ局が送信する制御信号によって自動的に設定されるものであること。

（２） 自局の通信の相手方である人工衛星局の方向を自動的に捕捉・追尾する機能を有すること。また、自動的に捕捉・追尾できなくなった場合に直ちに送信を停止できること。

（３） ゲートウェイ局が送信する制御信号を受信した場合に限り、送信を開始できる機能を有すること。

（４） 自局の障害を検出する機能を有し、障害を検出したとき又はゲートウェイ局が送信する信号を正常に受信できないときは、送信を自動的に停止する機能を有すること。

（５） ゲートウェイ局の制御により電波の発射を停止する機能を有すること。

（６） 位置情報を測定してゲートウェイ局に送信する機能を有する等、他の無線局の運用に妨害を与えないための措置が講じられていること。

６．１．２　適用周波数帯

適用周波数帯は、宇宙から地球方向（ダウンリンク）には、17.7-18.6 GHz、18.8-19.4 GHz 及び 19.7-20.2 GHz 帯を、地球から宇宙方向（アップリンク）には、28.35-29.1 GHz 及び 29.5-30.0 GHz 帯を使用することが適当である。

６．１．３　通信方式

複信方式での利用が考えられるが、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。

６．１．４　多元接続方式

多元接続方式としては、変調方式や通信方式により、さまざまな方式が可能であることを考慮すると、最新の技術動向等を踏まえ、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

６．１．５　変調方式

変調方式としては、位相偏位変調（PSK）方式や直交振幅変調（QAM）方式等が考えられるが、最新の技術動向等を踏まえ、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

６．１．６　電磁環境対策

ゲートウェイ局については、発射される電波の強度が基準値を超える場所に取扱者のほか容易に出入りすることができないよう施設すること。

ユーザー局については、電波防護指針で定められた要求条件を満たすこと。

６．２　送信装置の条件

６．２．１　送信装置

（１）　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%であることが適当である。

（２）　周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、Ka 帯における一般の「地球局及び宇宙局」の規定値である±100ppm とすることが適当である（無線設備規則第５条）。

（３）　占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅は、様々な用途における柔軟性を確保するため、一律の値を規定せず、無線局の免許の際に指定することが適当である。

（４）　不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値（軸外輻射不要発射の強度の許容値）は、ETSI の規格 EN 303 699 を考慮し、表６．２．１－１、表６．２．１－２に示すとおりとすることが適当である。ここで「送信不可状態」とはユーザー局が搬送波を送信できない状態、「送信状態」とはユーザー局が搬送波を送信できる状態で且つ送信中の場合、「送信停止状態」とはユーザー局が搬送波

を送信できる状態で且つ送信していない場合を示す（以下同じ）。

表６．２．１－１　送信不可状態の軸外不要発射の強度の許容値
（空中線の最大指向方向から７度超の軸外輻射）

周波数	EIRP	測定帯域幅
1.0～2.0 GHz	52 dBpW	1 MHz
2.0～10.7 GHz	58 dBpW	1 MHz
10.7～21.2 GHz	64 dBpW	1 MHz
21.2～60.0 GHz	70 dBpW	1 MHz

表６．２．１－２　送信状態又は送信停止状態の軸外不要発射の強度の許容値
（空中線の最大指向方向から７度超の軸外輻射）

周波数	EIRP	測定帯域幅
1.0～2.0 GHz	53 dBpW	1 MHz
2.0～3.4 GHz	59 dBpW	1 MHz
3.4～10.7 GHz	65 dBpW	1 MHz
10.7～21.2 GHz	71 dBpW	1 MHz
21.2～27.35 GHz	77 dBpW	1 MHz
27.35～27.50 GHz	85 dBpW	1 MHz
27.50～28.35 GHz	85 dBpW	1 MHz
29.10～29.50 GHz	85 dBpW	1 MHz
30.00～31.00 GHz	85 dBpW	1 MHz
31.00～31.15 GHz	85 dBpW	1 MHz
31.15～60.00 GHz	77 dBpW	1 MHz

28.35-29.1GHz 及び 29.5-30.0GHz の中で送信される搬送波の中心周波数から 500MHz 以下の範囲で、本許容値を上回ることが出来る。但し、FCC 規則§25.202(f)の帯域外領域における不要発射の規定に基づく以下の許容値を超えてはならない。

- 中心周波数から必要周波数帯幅の 50%～100%の範囲における不要発射の強度（参照周波数帯幅：4kHz）は、必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅あたりの平均電力から 25dB 以下であること
- 中心周波数から必要周波数帯幅の 100%～250%（ただし 500MHz が上限）の範囲における不要発射の強度（参照周波数帯幅：4kHz）は、必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅あたりの平均電力から 35dB 以下であること。

また、27.0-28.2GHz 及び 29.1-29.5GHz の周波数帯における軸外不要発射 EIRP の強度の許容値は、表６．２．１－１及び表６．２．１－２に示す許容値に関わらず、-45dBW/MHz とする。

６．２．２　受信装置

（１）　副次的に発射する電波の強度

ETSI の規格に副次的に発射する電波の強度に該当する規定は無い。また、フェーズドアレイアンテナを利用するユーザー局では空中線端子がない場合も想定される。その際には OTA（Over The Air）による EIRP 等の測定が考えられるが、受信アンテナの最大指向性方向と、副次的に発射する電波の強度の方向が異なる場合、空中線絶対利得の値が不明となるため、現行基準の空中線端子から発射される電波の限度を厳密に測定することは事実上困難であると考えられる。

一方で、「不要発射の強度の許容値」では、搬送波を送信していないときの電力レベル（EIRP）も規定されており、これが実質的に受信機から副次的に発する電波等を重畳した値となる。従って、当該搬送波を送信していないときの電力レベルの規定値を以て、副次的に発射する電波の強度の規定を除外することが適当であると考えられる。

６．２．３　空中線

（１）　空中線の最小仰角

送信空中線の最小仰角は、電波法施行規則第 32 条に準拠し、３度以上とすることが適当である。

また、周波数共用検討結果を踏まえ、運用上の仰角範囲を 35～90 度とすることが適当である。

（２）　地表線方向の EIRP

地表線方向の EIRP の許容値は、電波法施行規則第 32 条の２に準拠し、仰角θが０度以下の場合は 64dBW/MHz、０度を超え５度以下の場合は 64+3θdBW/MHz とすることが適当である。

（３）　軸外輻射電力

静止衛星システム保護のため、RR 第 22 条により、EPFD 制限が規定されている。軸外輻射電力は、ITU-R 勧告 S.1503 に基づく EPFD の計算で用いられ、RR 第 22 条に適合することが ITU-R により確認された EIRP 密度（図６．２．３－１）とすることが適当である。

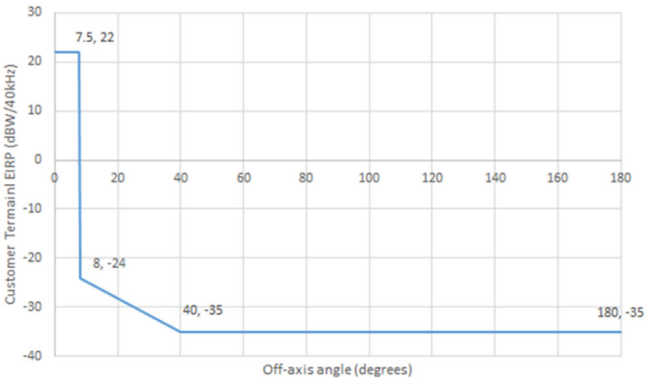


図６．２．３－１　EIRP 密度（軸外）

（４）　指向精度

静止衛星システム保護の観点では EPFD 制限を満足することで十分なため、指向精度を必ずしも定める必要はない。

７　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の測定法

空中線端子を有するユーザー局の測定法については、国内で適用されているユーザー局の測定法に準ずることが適当である。空中線端子を有していない（アクティブフェーズドアレイアンテナを用いる）ユーザー局の測定法については、OTA（Over The Air）による測定法とすることが適当である。また、技術的条件の規定内容に応じ、送信装置には等価等方輻射電力(EIRP:Equivalent Isotropic Radiated Power）または総合輻射電力（TRP：Total Radiated Power）を適用する。

７．１　送信装置

７．１．１　空中線電力の許容偏差

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、送信設備の出力における電力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との偏差を求める。

（２）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向

に配置する。スペクトルアナライザを使用し送信輻射電力を測定して、試験用空中線利得、伝搬損失、被試験器の空中線利得等から空中線電力を算出し、規定された空中線電力との偏差を求める。

７．１．２　周波数の許容偏差

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。被試験器が無変調動作できない場合や、測定器等により測定可能であれば変調状態で測定することも可能とする。

（２）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力で動作させ、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを使用し、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。試験器を無変調状態とすることができる場合には周波数計を用いて測定することも可能とする。

７．１．３　占有周波数帯幅の許容値

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び占有周波数帯幅が最大となる状態で動作させる。スペクトラムアナライザを搬送波周波数に設定し、帯域内の全電力の 0.5%となる上下の臨界周波数点を求め、その差を測定値とする。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。誤り訂正を使用している場合は、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を使用してもよいこととする)。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）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び占有周波数帯幅が最大となる状態で動作させる。試験用空中線を EIRP が最大となる方向に配置した上で機器を送信状態とする。スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定し、帯域内の全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を測定値とする。

７．１．４　不要発射の強度の許容値

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、搬送波の平均電力に対する各不要発射波成分の平均電力又は相対値をスペクトラムアナライザで測定する。EIRP で指定された規定に対しては、被試験器のアンテナ利得と乗算し不要発射の EIRP を求める。送信停止状態、及び送信不可状態でも同様の測定をする。

（２）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、被試験器の指向方向を天頂に向けて上向きになるよう適切に調整する。最大 EIRP レベルに達するよう送信ビームの方向を調整し、試験用空中線が空中線と水平になるように調整する。スペクトルアナライザを使用し、被試験器の不要発射の強度を測定する。送信停止状態、及び送信不可状態でも同様の測定をする。

なお、電力で指定された規定に対しては、全放射面における TRP を求め、導出した TRP にバースト時間率の逆数を乗じた値を測定値とすることも可能とする。

８　Ka帯非静止衛星通信システム（600km）の周波数共用に関する条件

第３章から第５章までに示した他のシステムとの周波数共用検討結果を踏まえ、以下にKa帯非静止衛星通信システム（600km）の周波数共用に関する条件を示す。

８．１　静止衛星通信システムの保護に関する条件

RR第22条のEPFD制限値を満たしていること。

ITU-R事務局からRR第22条のEPFD制限値に適合すると判定されたEIRPマスクを指定すること。また、発射する電波は当該指定のEIRPマスクを満たすものであること。

RR第９条に基づき国際周波数調整の実施が求められる周波数に関しては、国際周波数調整を実施していること。また、実際に発射する電波は、当該国際周波数調整で合意された範囲内のものであること。

RR第22条のEPFD制限値が適用されず、かつRR第９条に基づく国際周波数調整の実施が求められていない周波数に関しては、当該周波数を使用する国内の静止衛星通信システムの無線局の免許人との間で個別の運用調整を行っていること。これら以外の周波数帯に関しても、共用検討の結果を踏まえ、同様に当該免許人との間で個別の運用調整を行うことが望ましい。

８．２　非静止衛星システムの保護に関する条件

RR第９条に基づく国際周波数調整を実施していること。また、実際に発射する電波は、当該国際周波数調整で合意された範囲内のものであること。

８．３　地上系システムの保護に関する条件

27.0-28.2GHz又は29.1-29.5GHzの周波数帯を使用する移動通信システム（第５世代移動通信システム）の無線局の免許人との間で個別の運用調整を行っていること。

28.35-28.45GHzの周波数帯を使用する移動通信システム（ローカル５Ｇ）の無線局の保護のため、干渉回避機能が具備されているか又は適切な運用ルールが設けられていること。

Ⅴ　検討結果

電気通信技術審議会諮問第 82 号「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」（平成７年９月 25 日）のうち、「高度 600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」について、別添のとおり取りまとめた。

別表１　構成員名簿

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 専門委員　井家上哲史	明治大学　理工学部　教授
委　員　加藤　　寧	東北大学大学院　情報科学研究科　研究科長　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　梅比良正弘	南山大学　理工学部　電子情報工学科　教授
〃　岡野　直樹	一般社団法人電波産業会　専務理事（第 49 回～）
〃　児玉　俊介	一般社団法人電波産業会　専務理事（第 45 回～第 48 回）
〃　加保　貴奈	湘南工科大学　大学院工学研究科　電気情報工学専攻　教授
〃　寺田　弘慈	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　理事（第 45 回）
〃　瀧口　　太	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　理事（第 46 回～）
〃　寺田　麻佑	一橋大学 ソーシャル・データサイエンス教育研究推進センター　教授
〃　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
〃　三浦　佳子	消費生活コンサルタント／駒澤大学経済学部　非常勤講師
〃　三次　　仁	慶應義塾大学　環境情報学部　教授
〃　森川　博之	東京大学　大学院工学系研究科　教授

別表２　構成員名簿

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
構成員　内田　信行	スターリンクジャパン合同会社　カントリーマネージャー （第 29 回～第 33 回）
〃　宇都宮 隆介	楽天モバイル株式会社 技術戦略本部 スペクトラムエンジニアリング部　副部長
〃　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　技術部長
〃　金子　雅彦	沖電気工業株式会社 技術本部 技術企画部 設計基盤室　担当部長
〃　黒澤　　泉	XGP フォーラム TWG AdHoc22 SWG　副議長
〃　越野　真行	一般社団法人電波産業会 研究開発本部　担当部長
〃　白石　和久	パナソニック オペレーショナルエクセレンス株式会社 渉外本部 渉外部
〃　城田　雅一	クアルコムジャパン合同会社　標準化本部長
〃　武久　吉博	DECT フォーラム　ジャパンワーキンググループ　メンバー （第 29 回～第 33 回）
〃　吉松 孝一郎	DECT フォーラム　ジャパンワーキンググループ　メンバー （第 34 回～）
〃　田中　祥次	株式会社放送衛星システム 総合企画室　専任部長
〃　谷田　尚子	株式会社 NTT ドコモ 電波企画室 電波企画担当　担当課長
〃　中井田　昭	一般社団法人日本ケーブルテレビ連盟　事業企画部長(第 29 回～第 33 回)
〃　藤原　正雄	一般社団法人日本ケーブルテレビ連盟　事業企画部長（第 34 回～）
〃　野田　俊介	スカパーJSAT 株式会社　通信システム技術部長（第 29 回～第 33 回）

〃	佐藤　晃一	スカパーJSAT 株式会社　通信システム技術部長（第 34 回～）
〃	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 周波数資源保護室長・講師
〃	福井　裕介	KDDI 株式会社 コア技術統括本部 技術企画本部 衛星統括部 企画 G グループリーダー
〃	福本　史郎	ソフトバンク株式会社 電波政策統括室　制度開発部長
〃	蛇石　一統	日本電気株式会社 スペースプロダクト統括部 上席プロフェッショナル
〃	細川　貴史	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　周波数管理室長 （第 29 回～第 31 回）
〃	橋本　昌史	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　周波数管理室長 （第 32 回～）
〃	三浦　　周	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 宇宙通信システム研究室　室長
〃	水井　健太	内閣府宇宙開発戦略推進事務局　準天頂衛星システム戦略室 参事官補佐（総括）　（第 29 回）
〃	和田　憲拓	内閣府宇宙開発戦略推進事務局　準天頂衛星システム戦略室 参事官補佐（総括）　（第 30 回～）
〃	本久　貴志	Amazon Kuiper Japan 合同会社 プロジェクト・カイパー 免許規制業務部　部長（アジア太平洋地域担当）
〃	山下　史洋	NTT 株式会社 アクセスサービスシステム研究所 無線エントランスプロジェクト　主席研究員

別紙１　参照条文（参考）

✓無線通信規則（RR：Radio Regulations）

ARTICLE 9 Procedure for effecting coordination with or obtaining agreement of other administrations

9.6 *Before an administration notifies to the Bureau or brings into use a frequency assignment in any of the cases listed below, it shall effect coordination, as required, with other administrations identified under No. 9.27:*

9.11 *d) for a space station in the broadcasting-satellite service in any band shared on an equal primary basis with terrestrial services and where the broadcasting-satellite service is not subject to a plan, in respect of terrestrial services;*

9.11A *e) for a station for which the requirement to coordinate is included in a footnote to the Table of Frequency Allocations referring to this provision, the provisions of Nos. 9.12 to 9.16 are applicable;*

9.12 *f) for a station in a satellite network using a non-geostationary-satellite orbit, for which the requirement to coordinate is included in a footnote to the Table of Frequency Allocations referring to this provision or to No. 9.11A, in respect of any other satellite network using a non-geostationary-satellite orbit, with the exception of coordination between earth stations operating in the opposite direction of transmission;*

9.12A *g) for a station in a satellite network using a non-geostationary-satellite orbit, for which the requirement to coordinate is included in a footnote to the Table of Frequency Allocations referring to this provision or to No. 9.11A, in respect of any other satellite network using the geostationary-satellite orbit, with the exception of coordination between earth stations operating in the opposite direction of transmission;*

9.13 *h) for a station in a satellite network using the geostationary-satellite orbit, for which the requirement to coordinate is included in a footnote to the Table of Frequency Allocations referring to this provision or to No. 9.11A, in respect of any other satellite network using a non-geostationary-satellite orbit, with the exception of coordination between earth stations operating in the opposite direction of transmission;*

ARTICLE 11　Notification and recording of frequency assignments

11.30 *Each notice shall be examined:*

11.31 *a) with respect to its conformity with the Table of Frequency Allocations and the other provisions of these Regulations, except those relating to conformity with the procedures for obtaining coordination or the probability of harmful interference, or those relating to conformity with a plan, as appropriate, which are the subject of the following sub-paragraphs;*

11.31.2 *The "other provisions" shall be identified and included in the Rules of Procedure.*

ARTICLE 21 Terrestrial and space services sharing frequency bands above 1 GHz

8 21.16.2 *In addition to the limits given in Table 21-4, in the band 18.6-18.8 GHz the sharing environment within which the Earth exploration-satellite (passive) and space research (passive) services shall operate is defined by the following limitations on the operation of the fixed-satellite service: the power flux-density across the 200 MHz band 18.6-18.8 GHz produced at the surface of the Earth by emissions from a space station under assumed free-space propagation conditions shall not exceed −95 dB(W/m2), except for less than 5% of time, when the limit may be exceeded by up to 3 dB. The provisions of No. 21.17 do not apply in this band.*

ARTICLE 22 Space services1

22.2 *§ 2 1) Non-geostationary-satellite systems shall not cause unacceptable interference to and, unless otherwise specified in these Regulations, shall not claim protection from geostationarysatellite networks in the fixed-satellite service and the broadcasting-satellite service operating in accordance with these Regulations. No. 5.43A does not apply in this case.*

22.5C *§ 6 1) The equivalent power flux-density, epfd ↓, at any point on the Earth's surface visible from the geostationary-satellite orbit, produced by emissions from all the space stations of a non-geostationary-satellite system in the fixed-satellite service in the frequency bands listed in Tables 22-1A to 22-1E, including emissions from a reflecting satellite, for all conditions and for all methods of modulation, shall not exceed the limits given in Tables 22-1A to 22-1E for the given percentages of time. These limits relate to the equivalent power flux-density which would be obtained under free-space propagation conditions, into a reference antenna and in the reference bandwidth specified in Tables 22-1A to 22-1E, for all pointing directions towards the geostationary-satellite orbit.*

TABLE ***22-1B***

Limits to the epfd ↓ radiated by non-geostationary-satellite systems in the fixed-satellite service in certain frequency bands

Frequency band (GHz)	*Epfd ↓ (dB(W/m²))*	*Percentage of time during which epfd ↓ may not be exceeded*	*Reference bandwidth (kHz)*	*Reference antenna diameter and reference radiation pattern*
17.3-17.7 in Region 2; 17.8-18.6	*−175.4*	*0*	*40*	*1 m Recommendation ITU-R S.1428-1*
	−175.4	*90*		
	−172.5	*99*		
	−167	*99.714*		
	−164	*99.971*		
	−164	*100*		
	−161.4	*0*	*1 000*	
	−161.4	*90*		
	−158.5	*99*		
	−153	*99.714*		
	−150	*99.971*		
	−150	*100*		
	−178.4	*0*	*40*	*2 m Recommendation ITU-R S.1428-1*
	−178.4	*99.4*		

	−171.4 *−170.5* *−166* *−164* *−164*	*99.9* *99.913* *99.971* *99.977* *100*		
	−164.4 *−164.4* *−157.4* *−156.5* *−152* *−150* *−150*	*0* *99.4* *99.9* *99.913* *99.971* *99.977* *100*	*1 000*	
	−185.4 *−185.4* *−180* *−180* *−172* *−164* *−164*	*0* *99.8* *99.8* *99.943* *99.943* *99.998* *100*	*40*	*5 m Recommendation ITU-R S.1428-1*
	−171.4 *−171.4* *−166* *−166* *−158* *−150* *−150*	*0* *99.8* *99.8* *99.943* *99.943* *99.998* *100*	*1 000*	

TABLE ***22-1C***

Limits to the epfd ↓ radiated by non-geostationary-satelllite systems in the fixed-satellite service in certain frequency bands

Frequency band (GHz)	***Epfd ↓ (dB(W/m^2))***	***Percentage of time during which epfd ↓ may not be exceeded***	***Reference bandwidth (kHz)***	***Reference antenna diameter and reference radiation pattern***
19.7-20.2	*−187.4* *−182* *−172* *−154* *−154*	*0* *71.429* *97.143* *99.983* *100*	*40*	*70 cm Recommendation ITU-R S.1428-1*
	−173.4 *−168* *−158* *−140* *−140*	*0* *71.429* *97.143* *99.983* *100*	*1 000*	
	−190.4 *−181.4* *−170.4*	*0* *91* *99.8*	*40*	*90 cm Recommendation ITU-R S.1428-1*

−168.6	*99.8*		
−165	*99.943*		
−160	*99.943*		
−154	*99.997*		
−154	*100*		
−176.4	*0*	*1 000*	
−167.4	*91*		
−156.4	*99.8*		
−154.6	*99.8*		
−151	*99.943*		
−146	*99.943*		
−140	*99.997*		
−140	*100*		
−196.4	*0*	*40*	*2.5 m*
−162	*99.98*		*Recommendation ITU-R S.1428-1*
−154	*99.99943*		
−154	*100*		
−182.4	*0*	*1 000*	
−148	*99.98*		
−140	*99.99943*		
−140	*100*		
−200.4	*0*	*40*	*5 m Recommendation ITU-R S.1428-1*
−189.4	*90*		
−187.8	*94*		
−184	*97.143*		
−175	*99.886*		
−164.2	*99.99*		
−154.6	*99.999*		
−154	*99.9992*		
−154	*100*		
−186.4	*0*	*1 000*	
−175.4	*90*		
−173.8	*94*		
−170	*97.143*		
−161	*99.886*		
−150.2	*99.99*		
−140.6	*99.999*		
−140	*99.9992*		
−140	*100*		

22.5D *3) The equivalent power flux-density, epfd ↑, produced at any point in the geostationary-satellite orbit by emissions from all the earth stations in a non-geostationary-satellite system in the fixed-satellite service in the frequency bands listed in Table 22-2, for all conditions and for all methods of modulation, shall not exceed the limits given in Table 22-2 for the specified percentages of time. These limits relate to the equivalent power flux-density which would be obtained under free-space propagation conditions,*

into a reference antenna and in the reference bandwidth specified in Table 22-2, for all pointing directions towards the Earth's surface visible from any given location in the geostationary-satellite orbit.

TABLE ***22-2***

Limits to the epfd ↑ radiated by non-geostationary-satellite systems in the fixed-satellite service in certain frequency bands

Frequency band	***Epfd ↑ (dB(W/m²))***	***Percentage of time epfd ↑ level may not be exceeded***	***Reference bandwidth (kHz)***	***Reference antenna beamwidth and reference radiation pattern***
17.3-18.1 GHz (Regions 1 and 3) 17.8-18.1 GHz (Region 2) 17	*−160*	*100*	*40*	*4° Recommendation ITU-R S.672-4, Ls = −20*
27.5-28.6 GHz	*−162*	*100*	*40*	*1.55° Recommendation ITU-R S.672-4, Ls = −10*
29.5-30 GHz	*−162*	*100*	*40*	*1.55° Recommendation ITU-R S.672-4, Ls = −10*

22.5F *4) The equivalent power flux-density, epfdis, produced at any point in the geostationary-satellite orbit by emissions from all the space stations in a non-geostationary-satellite system in the fixed-satellite service in the frequency bands listed in Table 22-3, including emissions from a reflecting satellite, for all conditions and for all methods of modulation, shall not exceed the limits given in Table 22-3 for the specified percentages of time. These limits relate to the equivalent power flux-density which would be obtained under free-space propagation conditions into a reference antenna and in the reference bandwidth specified in Table 22-3, for all pointing directions towards the Earth's surface visible from any given location in the geostationary-satellite orbit.*

TABLE ***22-3***

Limits to the epfdis radiated by non-geostationary-satellite systems in the fixed- satellite service in certain frequency bands

Frequency band (GHz)	***epfdis (dB(W/m²))***	***Percentage of time during which epfdis level may not be exceeded***	***Reference bandwidth (kHz)***	***Reference antenna beamwidth and reference radiation pattern20***
17.3-17.7 (Regions 1 and 2) 17.8-18.4	*−160*	*100*	*40*	*4° Recommendation ITU-R S.672-4, Ls = −20*

✓手続規則（RoP:Rules of Procedure）

Rules concerning ARTICLE 11 of the RR

11.31

2.6 *The list of these "other provisions", referred to in No. 11.31.2, applicable to space services, is given below so far as Articles 21 and 22 are concerned:*

2.6.3 *conformity with the limits of power flux-density from space stations produced at the Earth's surface as indicated in the Table 21-4 (No. 21.16), as well as with the epfd ↓ limits in Tables 22-1A to 22-1E (No. 22.5C), taking into account, as appropriate, the provisions of Nos. 21.17 and 22.5CA;*

2.6.4 *conformity with the limits of power flux-density from space stations produced at the GSO as indicated in Nos. 22.5 and 22.5A as well as with epfdis limits in Table 22-3(No. 22.5F);*

2.6.5 *conformity with limit of equivalent power flux-density (epfd) from earth stations produced at the GSO (epfd ↑) as indicated in the Table 22-2 (No. 22.5D);*

別添

諮問第 82 号

「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」のうち
「高度600kmの軌道を利用する衛星コンステレーションによるKa帯非静止衛星通信システムの技術的条件」

電気通信技術審議会諮問第 82 号「非静止衛星を利用する移動衛星通信システムの技術的条件」（平成７年９月 25 日）のうち、「高度 600㎞の軌道を利用する衛星コンステレーションによる Ka 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」についての一部答申

１　一般的条件

１．１　必要な機能

（１）　送信する周波数や電力は、ゲートウェイ局が送信する制御信号によって自動的に設定されるものであること。

（２）　自局の通信の相手方である人工衛星局の方向を自動的に捕捉・追尾する機能を有すること。また、自動的に捕捉・追尾できなくなった場合に直ちに送信を停止できること。

（３）　ゲートウェイ局が送信する制御信号を受信した場合に限り、送信を開始できる機能を有すること。

（４）　自局の障害を検出する機能を有し、障害を検出したとき又はゲートウェイ局が送信する信号を正常に受信できないときは、送信を自動的に停止する機能を有すること。

（５）　ゲートウェイ局の制御により電波の発射を停止する機能を有すること。

（６）　位置情報を測定してゲートウェイ局に送信する機能を有する等、他の無線局の運用に妨害を与えないための措置が講じられていること。

１．２　適用周波数帯

適用周波数帯は、宇宙から地球方向（ダウンリンク）には、17.7-18.6GHz、18.8-19.4GHz 及び 19.7-20.2GHz 帯を、地球から宇宙方向（アップリンク）には、28.35-29.1GHz 及び 29.5-30.0GHz 帯を使用することが適当である。

１．３　通信方式

複信方式での利用が考えられるが、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。

１．４　多元接続方式

多元接続方式としては、変調方式や通信方式により、さまざまな方式が可能であることを考慮すると、最新の技術動向等を踏まえ、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特定の方式に限定しないことが適当で

ある。

１．５　変調方式

変調方式としては、位相偏位変調（PSK）方式や直交振幅変調（QAM）方式等が考えられるが、最新の技術動向等を踏まえ、柔軟なシステム設計・運用が行われるべきであるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

１．６　電磁環境対策

ゲートウェイ局については、発射される電波の強度が基準値を超える場所に取扱者のほか容易に出入りすることができないよう施設すること。

ユーザー局については、電波防護指針で定められた要求条件を満たすこと。

２　送信装置の条件

２．１　送信装置

（１）　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%であることが適当である。

（２）　周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、Ka 帯における一般の「地球局及び宇宙局」の規定値である±100ppm とすることが適当である（無線設備規則第５条）。

（３）　占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅は、様々な用途における柔軟性を確保するため、一律の値を規定せず、無線局の免許の際に指定することが適当である。

（４）　不要発射の強度の許容値

不要発射の強度の許容値（軸外輻射不要発射の強度の許容値）は、ETSI の規格 EN 303 699 を考慮し、表２．１－１、表２．１－２に示すとおりとすることが適当である。ここで「送信不可状態」とはユーザー局が搬送波を送信できない状態、「送信状態」とはユーザー局が搬送波を送信できる状態で且つ送信中の場合、「送信停止状態」とはユーザー局が搬送波を送信できる状態で且つ送信していない場合を示す（以下同じ）。

表２．１－１　送信不可状態の軸外不要発射の強度の許容値
（空中線の最大指向方向から７度超の軸外輻射）

周波数	EIRP	測定帯域幅
1.0～2.0 GHz	52 dBpW	1 MHz

2.0～10.7 GHz	58 dBpW	1 MHz
10.7～21.2 GHz	64 dBpW	1 MHz
21.2～60.0 GHz	70 dBpW	1 MHz

表２．１－２　送信状態又は送信停止状態の軸外不要発射の強度の許容値
（空中線の最大指向方向から７度超の軸外輻射）

周波数	EIRP	測定帯域幅
1.0～2.0 GHz	53 dBpW	1 MHz
2.0～3.4 GHz	59 dBpW	1 MHz
3.4～10.7 GHz	65 dBpW	1 MHz
10.7～21.2 GHz	71 dBpW	1 MHz
21.2～27.35 GHz	77 dBpW	1 MHz
27.35～27.50 GHz	85 dBpW	1 MHz
27.50～28.35 GHz	85 dBpW	1 MHz
29.10～29.50 GHz	85 dBpW	1 MHz
30.00～31.00 GHz	85 dBpW	1 MHz
31.00～31.15 GHz	85 dBpW	1 MHz
31.15～60.00 GHz	77 dBpW	1 MHz

28.35-29.1GHz 及び 29.5-30.0GHz の中で送信される搬送波の中心周波数から 500MHz 以下の範囲で、本許容値を上回ることが出来る。但し、FCC 規則§25.202(f)の帯域外領域における不要発射の規定に基づく以下の許容値を超えてはならない。

- 中心周波数から必要周波数帯幅の 50%～100%の範囲における不要発射の強度（参照周波数帯幅：4kHz）は、必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅あたりの平均電力から 25dB 以下であること
- 中心周波数から必要周波数帯幅の 100%～250%（ただし 500MHz が上限）の範囲における不要発射の強度（参照周波数帯幅：4kHz）は、必要周波数帯幅内における 4kHz の周波数帯幅あたりの平均電力から 35dB 以下であること。

また、27.0-28.2GHz 及び 29.1-29.5GHz の周波数帯における軸外不要発射 EIRP の強度の許容値は、表２．１－１及び表２．１－２に示す許容値に関わらず、-45dBW/MHz とする。

２．２　受信装置

（１）　副次的に発射する電波の強度

ETSI の規格に副次的に発射する電波の強度に該当する規定は無い。また、フェーズドアレイアンテナを利用するユーザー局では空中線端子が

ない場合も想定される。その際にはOTA（Over The Air）によるEIRP等の測定が考えられるが、受信アンテナの最大指向性方向と、副次的に発射する電波の強度の方向が異なる場合、空中線絶対利得の値が不明となるため、現行基準の空中線端子から発射される電波の限度を厳密に測定することは事実上困難であると考えられる。

一方で、「不要発射の強度の許容値」では、搬送波を送信していないときの電力レベル（EIRP）も規定されており、これが実質的に受信機から副次的に発する電波等を重畳した値となる。従って、当該搬送波を送信していないときの電力レベルの規定値を以て、副次的に発射する電波の強度の規定を除外することが適当であると考えられる。

２．３　空中線

（１）　空中線の最小仰角

送信空中線の最小仰角は、電波法施行規則第32条に準拠し、３度以上とすることが適当である。

また、周波数共用検討結果を踏まえ、運用上の仰角範囲を35～90度とすることが適当である。

（２）　地表線方向のEIRP

地表線方向のEIRPの許容値は、電波法施行規則第32条の２に準拠し、仰角θが０度以下の場合は 64dBW/MHz、０度を超え５度以下の場合は64+3θdBW/MHzとすることが適当である。

（３）　軸外輻射電力

静止衛星システム保護のため、RR第22 条により、EPFD制限が規定されている。軸外輻射電力は、ITU-R勧告S.1503に基づくEPFDの計算で用いられ、RR第22条に適合することがITU-Rにより確認されたEIRP密度（図２．３－１）とすることが適当である。

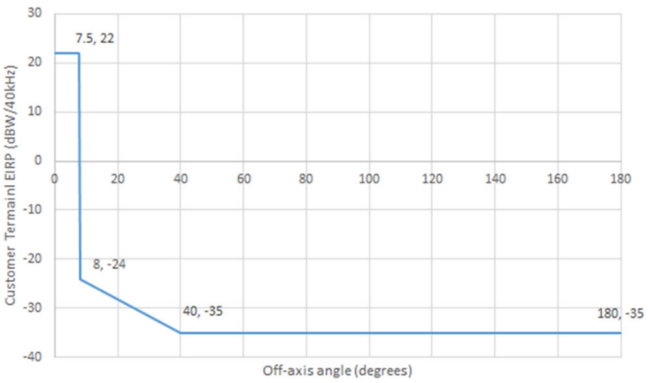


図２．３－１　EIRP密度（軸外）

（４） 指向精度

静止衛星システム保護の観点では EPFD 制限を満足することで十分なため、指向精度を必ずしも定める必要はない。

３ 測定法

空中線端子を有するユーザー局の測定法については、国内で適用されているユーザー局の測定法に準ずることが適当である。空中線端子を有していない（アクティブフェーズドアレイアンテナを用いる）ユーザー局の測定法については、OTA（Over The Air）による測定法とすることが適当である。また、技術的条件の規定内容に応じ、送信装置には等価等方輻射電力(EIRP:Equivalent Isotropic Radiated Power)または総合輻射電力(TRP:Total Radiated Power)を適用する。

３．１ 送信装置

３．１．１ 空中線電力の許容偏差

（１） 空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、送信設備の出力における電力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との偏差を求める。

（２） 空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを使用し送信輻射電力を測定して、試験用空中線利得、伝搬損失、被試験器の空中線利得等から空中線電力を算出し、規定された空中線電力との偏差を求める。

３．１．２ 周波数の許容偏差

（１） 空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。被試験器が無変調動作できない場合や、測定器等により測定可能であれば変調状態で測定することも可能とする。

（２） 空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力で動作させ、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトルアナライザを使用し、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。試験器を無変調状態とすることができる場合には周波数計を用いて測定することも可能とする。

３．１．３　占有周波数帯幅の許容値

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び占有周波数帯幅が最大となる状態で動作させる。スペクトラムアナライザを搬送波周波数に設定し、帯域内の全電力の 0.5%となる上下の臨界周波数点を求め、その差を測定値とする。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。誤り訂正を使用している場合は、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を使用してもよいこととする)。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）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び占有周波数帯幅が最大となる状態で動作させる。試験用空中線を EIRP が最大となる方向に配置した上で機器を送信状態とする。スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定し、帯域内の全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を測定値とする。

３．１．４　不要発射の強度の許容値

（１）　空中線端子がある場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、搬送波の平均電力に対する各不要発射波成分の平均電力又は相対値をスペクトラムアナライザで測定する。EIRP で指定された規定に対しては、被試験器のアンテナ利得と乗算し不要発射の EIRP を求める。送信停止状態、及び送信不可状態でも同様の測定をする。

（２）　空中線端子がない場合

被試験器を試験周波数に設定し、最大出力及び変調状態で動作させ、被試験器の指向方向を天頂に向けて上向きになるよう適切に調整する。最大 EIRP レベルに達するよう送信ビームの方向を調整し、試験用空中線が空中線と水平になるように調整する。スペクトルアナライザを使用し、被試験器の不要発射の強度を測定する。送信停止状態、及び送信不可状

態でも同様の測定をする。

なお、電力で指定された規定に対しては、全放射面における TRP を求め、導出した TRP にバースト時間率の逆数を乗じた値を測定値とすることも可能とする。

４　Ka 帯非静止衛星通信システム（600km）の周波数共用に関する条件

４．１　静止衛星通信システムの保護に関する条件

RR 第 22 条の EPFD 制限値を満たしていること。

ITU-R 事務局から RR 第 22 条の EPFD 制限値に適合すると判定された EIRP マスクを指定すること。また、発射する電波は当該指定の EIRP マスクを満たすものであること。

RR 第９条に基づき国際周波数調整の実施が求められる周波数に関しては、国際周波数調整を実施していること。また、実際に発射する電波は、当該国際周波数調整で合意された範囲内のものであること。

RR 第 22 条の EPFD 制限値が適用されず、かつ RR 第９条に基づく国際周波数調整の実施が求められていない周波数に関しては、当該周波数を使用する国内の静止衛星通信システムの無線局の免許人との間で個別の運用調整を行っていること。これら以外の周波数帯に関しても、共用検討の結果を踏まえ、同様に当該免許人との間で個別の運用調整を行うことが望ましい。

４．２　非静止衛星システムの保護に関する条件

RR 第９条に基づく国際周波数調整を実施していること。また、実際に発射する電波は、当該国際周波数調整で合意された範囲内のものであること。

４．３　地上系システムの保護に関する条件

27.0-28.2 GHz 又は 29.1-29.5GHz の周波数帯を使用する移動通信システム（第５世代移動通信システム）の無線局の免許人との間で個別の運用調整を行っていること。

28.35-28.45GHz の周波数帯を使用する移動通信システム（ローカル５Ｇ）の無線局の保護のため、干渉回避機能が具備されているか又は適切な運用ルールが設けられていること。