

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

「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

「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の技術的条件」

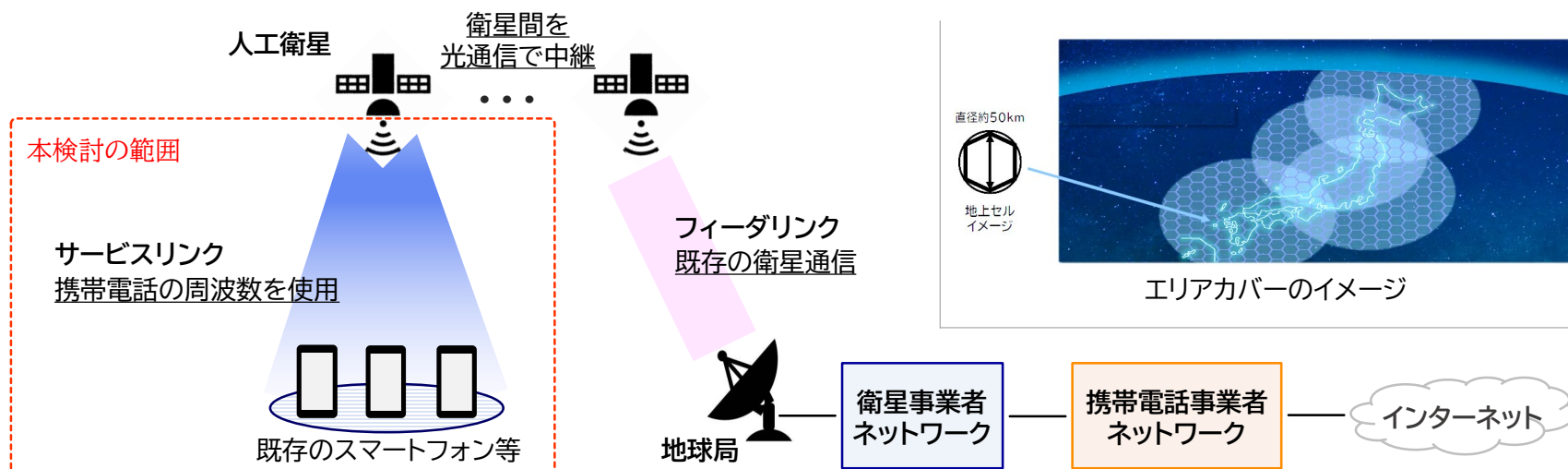
報 告 概 要

令和6年10月

衛星通信システム委員会 事務局

- 近年、低軌道に多数の衛星を打ち上げて一体的に運用する「衛星コンステレーション」の実用化が進み、衛星による高速大容量通信が可能となり、利便性が向上したことから、地上系ネットワークを補完・代替する存在として衛星通信の重要性が高まっている。
- 特に、携帯電話の周波数を利用したスマートフォン等の地上端末による衛星との直接通信（衛星ダイレクト通信）は、専用の端末を必要とせず衛星通信が可能となり、携帯電話の通信エリアを拡張して離島、海上、山間部等を効率的にカバーするとともに、自然災害等の非常時における通信手段となることから、各国で実現に向けた検討が始まっている。
- 我が国においてもこうした利用ニーズやサービス展開状況に迅速に対応し、衛星ダイレクト通信を円滑に導入するため、「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年電気通信技術審議会諮問第82号）のうち、「**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の技術的条件**」の検討を行った。

システム構成



主な検討項目

- 2GHz帯を用いた衛星コンステレーションによる携帯電話向け非静止衛星通信システムの技術的条件
- 同一及び隣接周波数を使用する無線システムとの共用に関する技術的条件

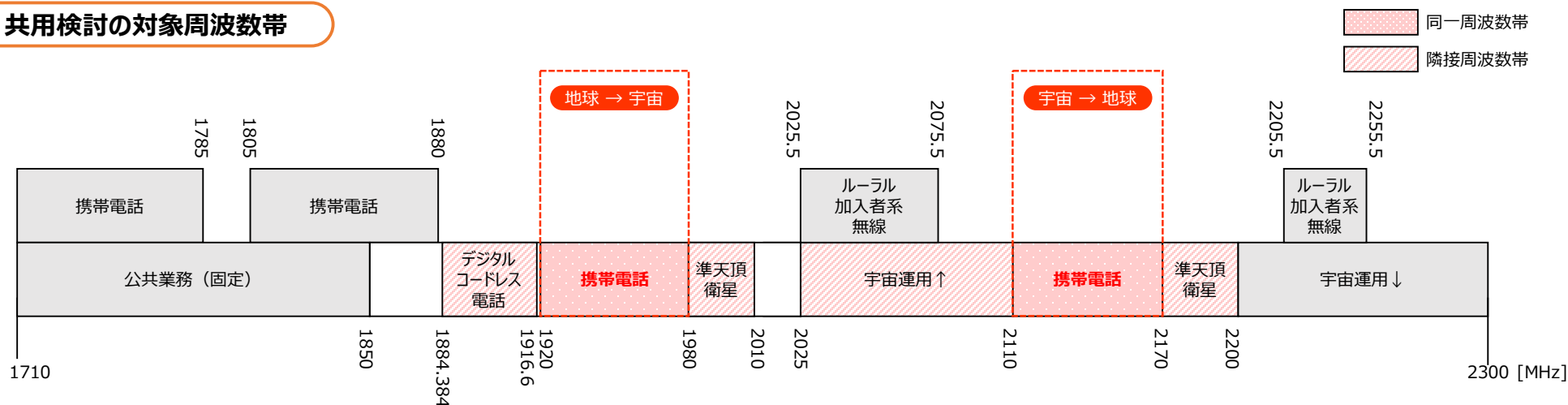
- 2 GHz帯非静止衛星通信システムの利用周波数は、移動局と衛星局間（サービスリンク）はIMT周波数のBand 1 である2 GHz帯（宇宙から地球：2110-2170MHz、地球から宇宙：1920-1980MHz）を使用し、衛星局とゲートウェイとなる地球局間（フィーダリンク）はKa帯（宇宙から地球：17.8-18.6GHz及び18.8-19.3GHz、地球から宇宙：27.5-29.1GHz及び29.5-30.0GHz）を使用する。
- なお、フィーダリンクについては、「高度500kmの軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの技術的条件」（情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会（令和2年12月15日））に基づくKu帯非静止衛星通信システムを使用するため検討の対象としない。

「2GHz帯非静止衛星通信システム」の諸元

項目	内容
衛星総数	最大7,500基
衛星軌道高度	340km/525km
利用周波数（サービスリンク）	移動局： 1920-1980 MHzのうち最大5MHz幅 衛星局： 2110-2170 MHzのうち最大5MHz幅
リソースブロック	最大25ブロック／5MHz幅（携帯電話端末と同等）
サービスリンクのビーム径	直径約50km
1衛星当たりのビーム数	最大256ビーム
アンテナ利得（サービスリンク）	移動局： 0dBi（EIRP 23dBm）（携帯電話端末と同等） 衛星局： 最大38dBi
利用周波数（フィーダリンク）	<参考> 衛星局： 17.8-18.6 GHz / 18.8-19.3 GHz 地球局： 27.5-29.1 GHz / 29.5-30.0 GHz
アンテナ利得（フィーダリンク）	<参考> 地球局： 送信 49.5dBi、受信 46.9dBi

- 我が国の周波数の割当状況に基づき、2 GHz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の無線システムを選定し、それぞれの無線システムに対して共用検討を実施した。

共用検討の対象周波数帯



共用検討の組合せ

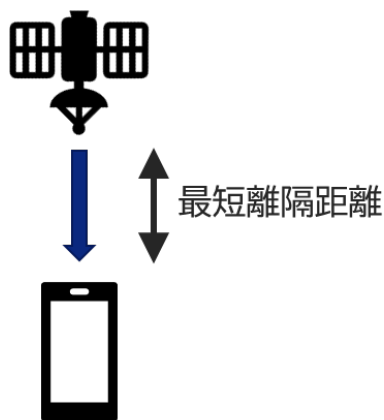
	与干渉局	被干渉局
①	2 GHz帯非静止衛星通信システム（衛星局） [2110 - 2170 MHz]	移動通信システム（移動局） [2110 - 2170 MHz]
②		宇宙運用システム（衛星局） [2025 - 2110 MHz]
③		準天頂衛星システム（移動局） [2170 - 2200 MHz]
④	2 GHz帯非静止衛星通信システム（移動局） [1920 - 1980 MHz]	デジタルコードレス電話システム [1884.384 - 1916.6 MHz]
⑤		準天頂衛星システム（衛星局） [1980 - 2010 MHz]

- 共用検討は、原則として、「STEP1」の1対1対向モデル、「STEP2」の実運用モデル、「STEP3」の確率計算モデルの順序で干渉量の計算を実施し、所要改善量がマイナスとなった場合はその段階で共用可能と判断した。
- 複数の与干渉局からの影響を考慮して共用検討を行う必要がある場合は、STEP 1の検討は参考として取り扱うこととし、STEP 2・STEP 3として実運用を考慮した確率計算モデルによって共用の可否を判断した。

共用検討のモデル

STEP1 : 1対1対向モデル

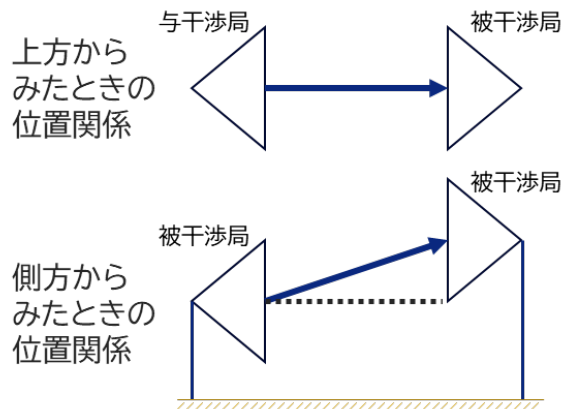
最も干渉量が大きくなる条件での干渉計算を実施



所要改善量が残る場合

STEP2 : 実運用モデル

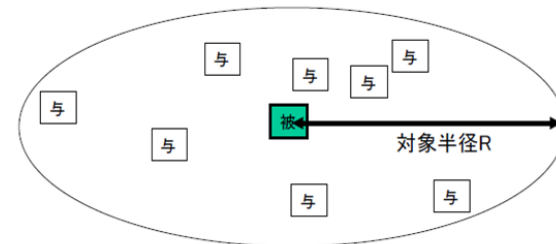
STEP1の1対1対向モデルに加えて、空中線利得の指向性減衰量等を適用した必要発射値を用いて、干渉計算を実施



所要改善量が残る場合

STEP3 : 確率計算モデル

対象半径Rの範囲に、複数の与干渉局をランダムに配置して、被干渉局の総干渉電力に関して計算を実施



与干渉局	被干渉局	共用検討結果
2 GHz帯非静止衛星通信システム 衛星局 [2110-2170MHz]	移動通信システム（移動局） [2110-2170MHz]	1対1対向モデル（STEP1）及び実運用モデル（STEP2）による共用検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 - よって、2 GHz帯非静止衛星通信システム（衛星局）と移動通信システムとの共用は可能と考えられる。
	宇宙運用システム（衛星局） [2025-2110MHz]	1対1対向モデル（STEP1）に基づく共用検討においては所要改善量が残ったものの、実運用モデル・確率計算モデル（STEP2・STEP3）に基づく共用検討を実施したところ、ITU-R勧告SA.609及びSA.1155の保護基準値を超過しない結果となった。 - よって、2 GHz帯非静止衛星通信システム（衛星局）と宇宙運用システム（衛星局）の共用は可能と考えられる。しかし、無線局の無線設備の状況等によっては、干渉が懸念される場合もあると想定されることから、状況に応じて、関係免許人間で個別に運用調整を行うことが必要であると考えられる。
	準天頂衛星システム（移動局） [2170-2200MHz]	- 一定の前提条件において確率計算モデルによる動的検討（STEP3）を実施し、準天頂衛星システム（移動局）受信機入力端での干渉雑音の総和（2 GHz帯非静止衛星通信システム（衛星局）の干渉雑音と地上の携帯電話基地局からの干渉雑音の総和）を算出したところ、準天頂衛星システム（移動局）の受信機入力端干渉雑音は許容干渉電力を下回る結果が得られた。 - よって、今回の前提条件においては、衛星局2 GHz帯非静止衛星通信システム（衛星局）と準天頂衛星システム（移動局）の共用は可能と考えられる。しかし、条件を仮定して実施したものであるため、実際の運用に当たっては関係免許人間で個別に運用調整を行うことが必要であると考えられる。
2 GHz帯非静止衛星通信システム 移動局 [1920-1980MHz]	デジタルコードレス電話システム [1884.384-1916.6MHz]	1対1対向モデル（STEP1）及び実運用モデル（STEP2）に基づく共用検討では所要改善量が残る結果となり、また、確率計算モデル（STEP3）においても所要改善量が残る結果となったが、衛星によるエリアカバー1セル内で同時送信が可能な移動局数が実際には検討モデルの条件より限定的になることを考慮すると、計算結果から更に改善を見込むことが可能であり所要改善量はマイナスとなった。 - よって、2 GHz帯非静止衛星通信システム（移動局）とデジタルコードレス電話システムの共用は可能と考えられる。
	準天頂衛星システム（衛星局） [1980-2010MHz]	2 GHz帯非静止衛星通信システム（移動局）と同一の周波数帯を利用する移動通信システム（移動局）の無線局数を合算し、両システムのトータルの不要発射電力を算出して準天頂衛星システム（衛星局）への干渉量の計算を実施した結果、所要改善量はマイナスとなった。 - よって、2 GHz帯非静止衛星通信システム（移動局）と準天頂衛星システム（衛星局）の共用は可能と考えられる。

主な技術的条件（移動局）

項目	技術的条件			
無線周波数帯	1,920MHzを超え1,980MHz以下			
チャンネル幅	5 MHz幅			
占有周波数帯幅の許容値	5 MHz以下			
周波数の許容偏差	人工衛星局送信周波数より190MHz低い周波数に対して±（0.1ppm + 15Hz）以内			
変調方式	規定しない			
最大空中線電力	最大23dBm			
空中線電力の許容偏差	定格空中線電力の+2.7dB/-6.7dB以内			
空中線絶対利得の許容値	3 dBi以下			
搬送波を送信していないときの漏えい電力	-48.5dBm（参照帯域幅：4.5MHz）			
スプリアス領域における 不要発射の強度	（基本）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
		9 kHz以上150kHz未満	-36dBm	1 kHz
		150kHz以上30MHz未満	-36dBm	10kHz
		30MHz以上1000MHz未満	-36dBm	100kHz
		1000MHz以上12.75GHz未満	-30dBm	1 MHz
	（右に示す周波数 範囲の場合）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
		800MHz帯受信帯域（860MHz以上890MHz以下）	-50dBm	1 MHz
		1.5GHz帯受信帯域（1475.9MHz以上1510.9MHz以下）	-50dBm	1 MHz
		1.7GHz帯受信帯域（1845MHz以上1880MHz以下）	-50dBm	1 MHz
		デジタルコードレス電話帯域（1884.5MHz以上1915.7MHz以下）	-30dBm ^注	1 MHz
		2 GHz帯TDD方式送受信帯域（2010MHz以上2025MHz以下）	-50dBm	1 MHz
		2 GHz帯受信帯域（2110MHz以上2170MHz以下）	-50dBm	1 MHz
	注：1910MHz以上1915.7MHz以下の周波数範囲において-25dBm/MHzとする。			

主な技術的条件（レポート）

7

項目		技術的条件			
周波数の許容偏差	衛星局対向	±300Hz以内			
	移動局対向	±(0.1ppm+12Hz)以内			
空中線電力の許容偏差	衛星局対向	定格空中線電力の+2.7dB/-5.7dB以内			
	移動局対向	定格空中線電力の+2.7dB/-4.1dB以内			
隣接チャネル漏えい電力	衛星局対向	-32.2dBc/3.84MHz又は-7.2dBm/3.84MHz以下（送信周波数帯域端から2.5MHz離れ） -35.2dBc/3.84MHz又は-24.2dBm/3.84MHz以下（送信周波数帯域端から7.5MHz離れ）			
	移動局対向	-44.2dBc/3.84MHz以下又は-7.2dBm/3.84MHz（送信周波数帯域端から2.5MHz離れ及び7.5MHz離れ）			
スプリアス領域における不要発射の強度	衛星局対向	(基本)	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			9 kHz以上150kHz未満	-36dBm	1 kHz
			150kHz以上30MHz未満	-36dBm	10kHz
			30MHz以上1000MHz未満	-36dBm	100kHz
			1000MHz以上12.75GHz未満	-30dBm	1 MHz
		(右に示す周波数範囲の場合)	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	300kHz
	移動局対向	(基本)	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			9 kHz以上150kHz未満	-13dBm	1 kHz
			150kHz以上30MHz未満	-13dBm	10kHz
			30MHz以上1000MHz未満	-13dBm	100kHz
			1000MHz以上12.75GHz未満	-13dBm	1 MHz
		(右に示す周波数範囲の場合)	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	300kHz
副次的に発する電波等の限度		30MHz以上1000MHz未満：-57dBm/100kHz以下 1000MHz以上12.75GHz以下：-47dBm/MHz以下			

主な技術的条件（小電力レピータ）

8

項目		技術的条件			
最大空中線電力	衛星局対向	16.0dBm（40mW）	最大空中線利得	衛星局対向	9dBi以下
	移動局対向	24.0dBm（250mW）		移動局対向	0dBi以下
周波数の許容偏差	衛星局対向	±300Hz以内	空中線電力の許容偏差	衛星局対向	定格空中線電力の+2.7dB/-5.7dB以内
	移動局対向	±(0.1ppm+12Hz)以内		移動局対向	定格空中線電力の+2.7dB/-4.1dB以内
隣接チャネル漏えい電力	衛星局対向	-32.2dBc/3.84MHz又は-13dBm/MHz以下（送信周波数帯域端から2.5MHz離れ） -35.2dBc/3.84MHz又は-30dBm/MHz以下（送信周波数帯域端から7.5MHz離れ）			
	移動局対向	-13dBm/MHz（送信周波数帯域端から2.5MHz離れ及び7.5MHz離れ）			
スプリアス領域における不要発射の強度	衛星局対向	（基本）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			9 kHz以上150kHz未満	-36dBm	1 kHz
			150kHz以上30MHz未満	-36dBm	10kHz
			30MHz以上1000MHz未満	-36dBm	100kHz
			1000MHz以上12.75GHz未満	-30dBm	1 MHz
		（右に示す周波数範囲の場合）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	300kHz
	移動局対向	（基本）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			9 kHz以上150kHz未満	-13dBm	1 kHz
			150kHz以上30MHz未満	-13dBm	10kHz
			30MHz以上1000MHz未満	-13dBm	100kHz
			1000MHz以上12.75GHz未満	-13dBm	1 MHz
		（右に示す周波数範囲の場合）	周波数範囲	許容値	参照帯域幅
			1884.5MHz以上1915.7MHz以下	-41dBm	300kHz
副次的に発する電波等の限度		30MHz以上1000MHz未満：-57dBm/100kHz以下 1000MHz以上12.75GHz以下：-47dBm/MHz以下			

I 検討事項

II 委員会及び作業班の構成

III 検討経過

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
- 1.2 2GHz帯非静止衛星通信システムの概要

2 2GHz帯非静止衛星通信システムの共用検討

- 2.1 検討対象システムと共用検討の方法
- 2.2 2GHz帯非静止衛星通信システムの諸元
- 2.3 移動通信システム(移動局) [2110-2170MHz]との共用検討
- 2.4 宇宙運用システム(衛星局) [2025-2110MHz]との共用検討
- 2.5 準天頂衛星システム(移動局) [2170-2200MHz]との共用検討
- 2.6 デジタルコードレス電話システム [1884.384-1916.6MHz]との共用検討
- 2.7 準天頂衛星システム(衛星局) [1980-2010MHz]との共用検討
- 2.8 2GHz帯非静止衛星通信システムの共用検討の結果
- 2.9 その他

3 2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件

V 検討結果

- 2 GHz帯非静止衛星通信システムのサービスリンクは、移動局と衛星局との間で無線通信を行うものであるため、無線通信規則 (RR, Radio Regulations) 第1.25号に規定される移動衛星業務に当たると考えられるが、当該サービスリンクの利用周波数はIMT周波数であり、移動衛星業務として国際分配がなされていない。したがって、RR改正の決議がなされて移動衛星業務として新たに分配されるまでの間、2 GHz帯非静止衛星通信システムは、国際的にはRR第4.4条 に基づく運用となり、国内においても同条に準じ、“他の無線局に有害な混信を生じさせず、他の無線局からの有害な混信に対して保護を要求しない”ことを前提としてサービス提供を行うことが必要となる。
- 一方で、国際電気通信連合 無線通信部門 (ITU-R) では、2023年世界無線通信会議 (WRC-23) において、我が国からも積極的に提案や働きかけを行った結果、2027年世界無線通信会議 (WRC-27) の議題1.13として、IMT周波数 (候補周波数帯 : 694/698MHz-2.7GHz) を新たに移動衛星業務にも分配し、衛星ダイレクト通信を可能とするための検討を新たに行うことが決議 されており、ITU-Rにおいて検討が進んでいることから、正式に周波数分配が行われることが見込まれている。このため、2 GHz帯非静止衛星通信システムの運用に当たっては、適切かつ速やかに国際標準の内容を技術基準に反映しつつ、最新の状況に応じて規律していくことが必要である。

参考 : WRC-27における検討議題 (議題1.13)

Studies on possible new allocations to the mobile-satellite service for direct connectivity between space stations and International Mobile Telecommunications (IMT) user equipment to complement terrestrial IMT network coverage

resolves to invite the ITU Radiocommunication Sector to complete in time for the 2027 world radiocommunication conference

- 1 studies on **possible allocations to the MSS in the frequency range between 694/698 MHz and 2.7 GHz, taking into account the IMT frequency arrangements addressed in the most recent version of Recommendation ITU-R M.1036;**
- 2 studies on spectrum requirements and on technical, operational and regulatory matters related to the implementation of the mobile-satellite service for direct connectivity to the IMT user equipment to complement the terrestrial IMT network coverage,

further resolves

- 1 to conduct studies on sharing and compatibility between incumbent services, including in adjacent frequency bands, ensuring the protection of incumbent services in accordance with the Radio Regulations;
- 2 to study possible technical and operational measures to ensure that the stations in the MSS do not cause harmful interference to, or claim protection from, stations operating in the mobile service,

(令和6年10月7日現在 敬称略)

(主査)

氏 名	主 要 現 職
井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
森 川 博之	東京大学 大学院 工学系研究科 教授
梅比良 正弘	南山大学 理工学部電子情報工学科 教授
加 藤 寧	東北大学大学院 情報科学研究科 研究科長 教授
児 玉 俊介	一般社団法人電波産業会 専務理事
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
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
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

(令和6年10月7日現在 敬称略)

	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
	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
	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
	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
	野 田 俊 介	スカパーJSAT株式会社 通信システム技術部長
	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 研究マネージャー
	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	日本電信電話株式会社 NTT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