

CONSEO 周波数勉強会
2025年2月20日
X-NIHONBASHI Tower(日本橋三井タワー7階)

地球探査衛星業務関連の無線通信規則 及びITU-R勧告、SFCG勧告の概要

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
周波数管理室
岩名泰典

講演内容

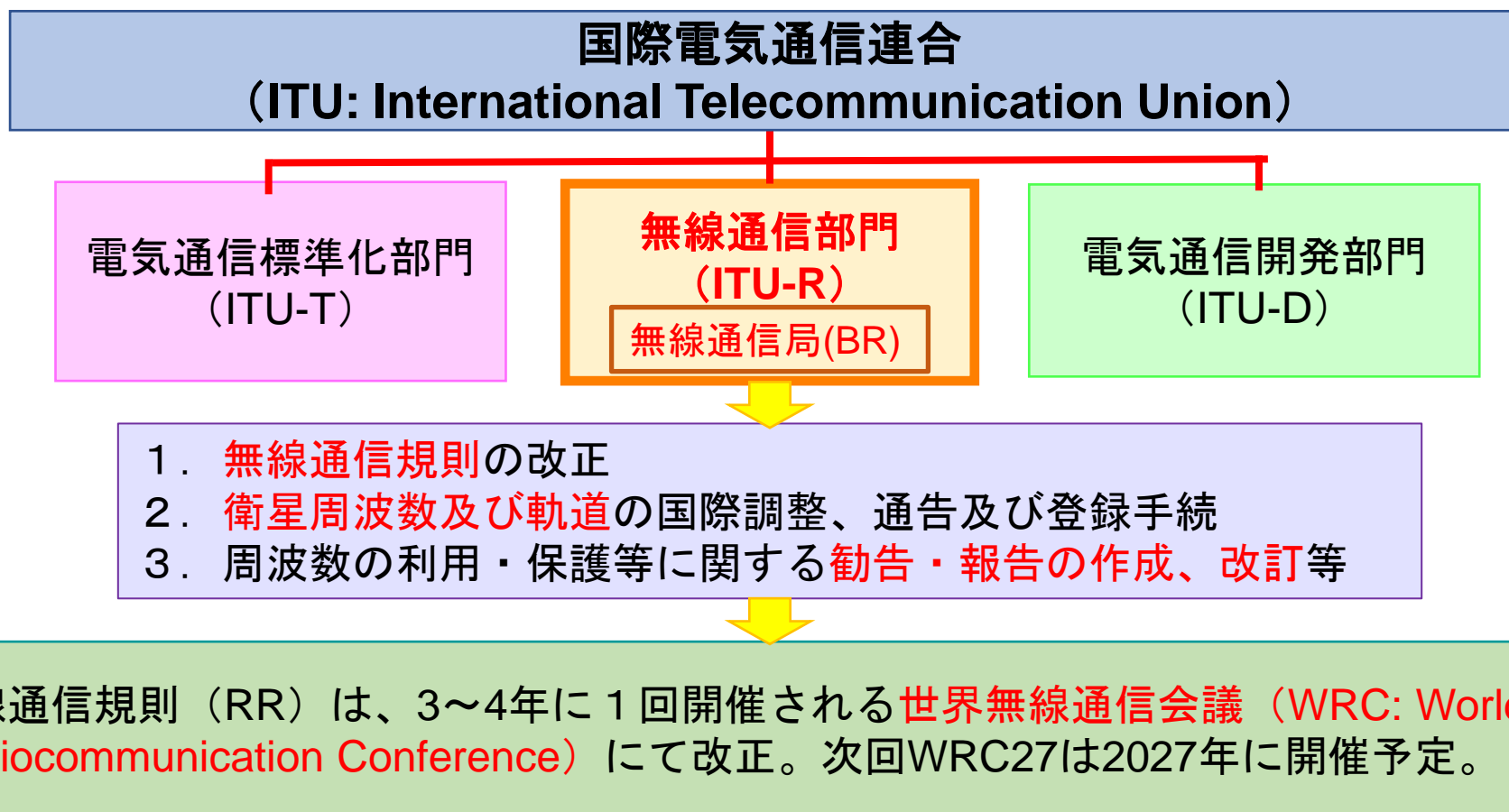
1. 国際電気通信連合及び世界無線通信会議の概要
2. 無線通信規則の概要及び無線局免許申請手続きの概要
3. 地球探査衛星業務(EESS)関連のITU-R勧告の概要
4. SFCGの概要
5. 地球探査衛星業務(EESS)関連のSFCG決議・勧告の概要

1. 国際電気通信連合及び世界無線通信会議の概要

1.1 国際電気通信連合及び世界無線通信会議の概要

国際電気通信連合（ITU: International Telecommunication Union）は、国際連合の電気通信に関する専門機関であり、加盟国は193か国。ITUでは三つの部門を有しており、無線通信規則（RR: Radio Regulations）を担当するのは、無線通信部門（ITU-R: ITU Radiocommunication Sector）となっている。詳細は国際電気通信連合憲章を参照。

<https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>



1.2 ITU-Rの研究グループ

研究課題QuestionまたはWRC決議によりITU-R勧告・報告の作成が担当研究グループ(SG: Study Group)に要請される。SGの作業要領は以下の決議に規定。

Res. ITU-R 1-9 Working methods for the Radiocommunication Assembly, the Radiocommunication Study Groups, the Radiocommunication Advisory Group and other groups of the Radiocommunication Sector

SG7: 科学業務

WP7A: 標準時及び標準周波数の通報

WP7B: 宇宙無線通信利用

WP7C: リモートセンシングシステム

WP7D: 電波天文

地球探査衛星業務関連は主にこのWPで議論される。データ伝送はWP7Bで議論。

補足：用語,略語：

Question：研究課題

Recommendation：勧告

Report：報告

勧告・報告のカテゴリー：

SA: Space applications and meteorology

RA: Radio astronomy

RS: Remote sensing systems

共用検討：同一周波数帯を使用する業務に混信が発生するかを検討

両立性検討：隣接する周波数帯を使用する業務に混信が発生するかを検討

1.3 WRC-27議題一覧（その1）

議題	議題の内容
1.1	47.2-50.2GHz及び50.4-51.4GHz帯(↑)における固定衛星業務の静止衛星及び非静止衛星宇宙局と通信する移動する地球局の使用のための技術上、運用上、規則上の手段の検討
1.2	13.75-14GHz帯(↑)における固定衛星業務の小口径アンテナを有する地球局の使用のための共用条件の改正の検討
1.3	51.4-52.4GHz帯(↑)における非静止衛星システムのゲートウェイ地球局の使用に関する検討
1.4	第三地域における17.3-17.7GHz帯の固定衛星業務(宇宙から地球)への新規一次分配と17.3-17.8GHz帯の放送衛星業務(宇宙から地球)への新規一次分配、第一地域及び第三地域における17.3-17.7GHz帯の非静止衛星の固定衛星業務(宇宙から地球)の等価電力束密度制限の検討
1.5	固定衛星業務及び移動衛星業務における非静止衛星地球局の無許可運用の制限すること並びにこれに関連する非静止衛星システムのサービスエリアに関する規制措置及びその実現可能性の検討
1.6	37.5-42.5GHz(宇宙から地球)、42.5-43.5GHz(地球から宇宙)、47.2-50.2GHz(地球から宇宙)、50.4-51.4GHz(地球から宇宙)における固定衛星業務の衛星ネットワーク/システムの公平なアクセスのための技術的・規制的措置の検討
1.7	既存一次業務を考慮した、4400-4800MHz、7125-8400MHz(またはその一部)、及び14.8-15.35GHzにおけるIMT使用のための共用・両立性検討、及び技術的条件の策定
1.8	ミリ波・サブミリ波イメージングシステムのための231.5-275GHz帯における無線標定業務への一次分配追加に関する検討及び275-700GHz帯における無線標定業務への新規周波数特定に関する検討
1.9	航空移動業務(OR)におけるHF帯利用の近代化のための無線通信規則付録第26号の更新に係る適切な規制措置の検討

1.3 WRC-27議題一覧（その2）

議題	議題の内容
1.10	71-76GHz及び81-86GHz帯における固定、移動業務保護のための固定衛星、移動衛星、放送衛星業務に関する無線通信規則第21条におけるpfd及びEIRP制限の検討
1.11	1518-1544MHz、1545-1559MHz、1610-1645.5MHz、1646.5-1660MHz、1670-1675MHz及び2483.5-2500MHz帯の宇宙から宇宙の回線のための技術上、運用上、規則上の手段の検討
1.12	低データレート非静止移動衛星システムに必要な1427-1432MHz(↓)、1645.5-1646.5MHz(↓↑)、1880-1920MHz(↓↑)及び2010-2025MHz(↓↑)における移動衛星業務への分配及び規則上の措置の検討
1.13	地上IMTネットワークのカバレッジを補完するための、宇宙局とIMTユーザ機器の直接接続のための移動衛星業務への新規分配に関する検討
1.14	第一地域及び第三地域の2010-2025MHz(↑)及び2160-2170MHz(↓)並びに2120-2160MHz(↓)における移動衛星業務への追加分配の検討
1.15	月表面間及び月軌道と月表面間のための、宇宙研究業務(宇宙から宇宙)への新規分配または分配の変更の検討
1.16	非静止衛星システムの干渉からの特定のラジオ・クワイエット・ゾーンで運用される電波天文及び特定の周波数帯の一次分配の電波天文業務を保護するための技術上、規則上の規定に関する検討
1.17	受信専用宇宙天気センサ及びその保護に関する規則条項
1.18	76GHz以上の特定の周波数帯における、能動業務の不要発射からの地球探査衛星業務(受動)及び電波天文業務の保護に関する規則上の手段の検討
1.19	4200-4400MHz及び8400-8500MHzの周波数帯における、地球探査衛星業務(受動)への全地域の一次分配の検討

(参考) WRC-31暫定議題一覧

■ 実際にWRC-31議題に採用されるかは、WRC-27で改めて検討される。ここに無い議題が急遽WRC27でWRC-31議題に採用される可能性もある。

議題	議題の内容
議題2.1	275-325GHzの固定、移動、無線測位、アマチュア、アマチュア衛星、電波天文、地球観測衛星（受動及び能動）及び宇宙研究（受動）業務への新規分配可能性並びにそれに伴うNos. 5.149、5.340、5.564A及び5.565の更新の検討
議題2.2	ワイヤレス電力伝送による無線通信業務への有害干渉を避けるための、非ビーム及びビームワイヤレス電力伝送への可能な周波数帯の検討
議題2.3	12.75-13.25GHzにおける固定衛星業務（地球から宇宙）の非静止軌道宇宙局と通信する航空及び海上の移動通信地球局の利用の検討
議題2.4	ITU-Rの研究結果に基づく、非静止軌道衛星及び静止軌道衛星間の通信を可能にするための、3700-4200MHz及び5925-6425MHzの衛星間通信分配への支援及び関連する規則条項の検討
議題2.5	第一地域における694-960MHz又はその一部、第二地域における890-942MHz又はその一部及び第三地域における3400-3700MHz及びその一部、非保安用アプリケーションによる地上IMTネットワークの利用者端末の利用のための航空移動業務に新規に一次分配する可能性の検討
議題2.6	IMTのための102-109.5GHz、151.5-164GHz、167-174.8GHz、209-226 GHz及び252-275GHzの特定の検討
議題2.7	VHF海上無線通信の利用の改善の検討
議題2.8	第52条及び付録第17の改訂を含むMF及びHF帯における海上無線通信の利用及びチャンネル化の改善可能性の検討
議題2.9	5030-5150MHz及び5150-5250MHz又はその一部の無線航行衛星業務（宇宙から地球）への新規分配の可能性の検討
議題2.10	22.55-23.15GHzの地球観測衛星業務（地球から宇宙）への新規一次分配の可能性の検討
議題2.11	37.5-40.5GHzの地球観測衛星業務（宇宙から地球）への二次分配の格上げ又は40.5-52.4GHzのうち特定周波数帯の地球観測衛星業務（宇宙から地球）への新規一次分配の可能性の検討
議題2.12	3000-3100MHz及び3300-3400MHzの地球観測衛星業務（能動）への二次分配としての新規分配の可能性の検討
議題2.13	9200-10400MHzにおける地球観測衛星業務（能動）として運用する宇宙機搭載合成開口レーダーと無線標定業務の間の共存及び適切な措置の可能性に関する研究の検討
議題2.14	470-694MHz又はその一部における放送及び移動業務のアプリケーションの周波数利用及び需要の見直し並びに規則上の措置の可能性の検討

1.4 WRC-27 議題1.7について

既存一次業務を考慮した、4400-4800MHz、7125-8400MHz（またはその一部）、及び14.8-15.35GHzにおけるIMT使用のための共用・両立性検討、及び技術的条件の策定（責任グループ：WP5D）

対象周波数帯域及び隣接周波数帯域において宇宙研究業務及び地球探査衛星業務関連ミッションが使用している周波数帯域	
7,145-7,190 MHz	宇宙研究業務（深宇宙）↑
7,190-7,235 MHz	地球探査衛星業務↑ 宇宙研究業務↑
7,235-7,250 MHz	地球探査衛星業務↑
8,025-8,400 MHz	地球探査衛星業務↓
8,400-8,500 MHz	宇宙研究業務↓ 8,400-8,450 MHzは深宇宙に限定。

【IMT用周波数特定進展による宇宙研究業務及び地球探査衛星業務への影響】
 対象周波数帯域及び隣接周波数帯域を数多くの宇宙研究業務及び地球探査衛星業務関連ミッションが使用しているため、影響を被る懸念がある。

IMT（International Mobile Telecommunications）：
 次世代移動通信システム（5G、Beyond 5G等の携帯電話システム）

- 【今後の対応方針】**
- 総務省及び国内の携帯事業者とも協力の上、国内でIMTと宇宙研究業務及び地球探査衛星業務との共用・両立性検討を行った結果を本議題の技術的検討を実施するWP5Dに入力できるようにする。
 - その上で、WP5Dにおける検討結果が宇宙研究業務及び地球探査衛星業務関連ミッションに影響がないものとなるように可能な限り貢献する。



1.5 WRC-27 議題1.18について

76GHz以上の特定の周波数帯における、能動業務の不要発射からの地球探査衛星業務（受動）及び電波天文業務の保護に関する規則上の手段の検討（責任グループ：WP7C）



検討対象となる地球探査衛星業務（受動）の周波数分配	検討対象となる能動業務の周波数分配	検討対象となる能動業務
86-92 GHz	81-86 GHz	固定衛星業務（地球から宇宙）、移動業務
	92-94 GHz	移動業務、無線評定業務
114.25-116 GHz	111.8-114.25 GHz	固定業務、移動業務
164-167 GHz	158.5-164 GHz	固定業務、固定衛星業務（宇宙から地球）、移動業務、移動衛星業務（宇宙から地球）
	167-174.5 GHz	固定業務、固定衛星業務（宇宙から地球）、衛星間業務、移動業務
200-209 GHz	191.8-200 GHz	固定業務、衛星間業務、移動業務、移動衛星業務、無線航行業務、無線航行衛星業務
	209-217 GHz	固定業務、固定衛星業務（地球から宇宙）、移動業務

【76GHz以上で運用する地球探査衛星業務（受動）の保護】

76GHz以上で運用する地球探査衛星業務（受動）を確実に保護することが可能となる。

【今後の対応方針】

- 対象周波数帯域を利用しての観測の有効性を確認しつつ、総務省及び対象周波数帯域を利用する国内事業者とも情報及び意見交換を行い、必要な情報をWP7Cに入力する。
- WP7Cにおける既存の無線局との共用・両立性検討に積極的に参加し、可能な限り貢献する。

1.6 WRC-27 議題1.19について

4200-4400MHz及び8400-8500MHzの周波数帯における、地球探査衛星業務（受動）への全地域の一次分配の検討（責任グループ：WP7C）

新規分配対象周波数帯域	既存周波数分配
4,200-4,400 MHz	航空移動（R）業務 航空無線航行業務 ※ 国内では以下にも分配。 地球探査衛星業務（受動） 宇宙研究業務（受動）
8,400-8,500 MHz	固定業務 移動業務（航空移動業務を除く。） 宇宙研究業務（宇宙から地球）

【地球探査衛星業務（受動）への4GHz帯及び8GHz帯の新規分配】

今後開発する地球探査衛星の受動センサが海面温度測定を行うために必要となる周波数を確保することが可能となる。

【今後の対応方針】

- 4,200-4,400 MHz及び8,400-8,500 MHzが今後の海面温度測定に有効かどうか、将来開発する受動センサの保護条件をどうすべきかを検討する。
- 上記に加え、総務省及び対象周波数帯域を利用する国内事業者とも情報及び意見交換を行い、必要な情報をWP7Cに入力する。
- WP7Cにおける既存の無線局との共用・両立性検討に積極的に参加し、可能な限り貢献する。

WRC-23の結果、第一地域においては6,425-7,125 MHzが、第三地域においては7,025-7,125 MHzがIMTに周波数特定。



航空移動(R)業務: 主として国内民間航空路又は国際民間航空路において安全及び正常な飛行に関する通信のために確保された航空移動業務をいう。

2. 無線通信規則 (RR: Radio Regulations) の概要 及び無線局免許申請手続きの概要

2.1 無線通信規則(RR: Radio Regulations)の概要

無線通信規則 (RR: Radio Regulations) は、無線通信に関する国際的な規則を定めている。

RR2024年版 <https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2024>

(a)周波数の分配 (どの周波数帯域をどの地域のどの業務に分配するかを規定。)

(b)衛星周波数及び軌道の国際調整、通告及び登録手続など

構成

1巻 規則条項 Articles

2巻 付録 Appendices

3巻 WRC決議及び勧告 WRC Resolutions and Recommendations

4巻 参照されているITU-R勧告 ITU-R Recommendations incorporated by reference

規則条項の例:

第5条(RR 5)

§ 4 周波数分配表 全ての国際周波数分配を地域間の違いの分かる表と脚注で示す。

第21条(RR 21)

§ 4 地球局の電力の制限 地球局から放射される地表線方向への等価等方輻射電力(e.i.r.p.)制限を規定。

§ 6 宇宙局からの電力束密度の制限値 宇宙局から放射される地表面での電力束密度 (PFD)制限を規定。

用語,記号:

Article: 規則条項、Appendix: 付録、Table: 周波数分配表、Footnote: 脚注、↑: uplink、↓: downlink

Resolution: 決議、Question: 研究課題

2.2 無線通信規則(RR)による業務分類

No	代表的宇宙関連業務の分類 (Typical Space-related Services)	業務の定義・内容 (Terms and Definitions of Services)
0	宇宙無線通信 (Space radiocommunications)	1ないし複数の宇宙局または1ないし複数の反射衛星または他の宇宙物体の利用を含む無線通信
1	FSS 固定衛星業務 (Fixed Satellite Service)	地上の特定の地域の固定地点間の1または複数の衛星を介した地球局間の無線通信業務、複数衛星に跨る場合は衛星間業務としての衛星間通信を含む。また他の宇宙無線通信業務のためのフィーダーリンクも含む
2	MSS 移動衛星業務 (Mobile Satellite Service)	移動地球局と1ないし複数の衛星間、またはこの業務に使用する宇宙局間の無線通信業務、1ないし複数の衛星による移動地球局間の無線通信業務。その運用に必要なフィーダーリンクを含む
	- LMSS (Land Mobile Satellite Service) - MMSS (Maritime Mobile Satellite Service) - AMSS (Aeronautical Mobile Satellite Service) - AMSS (R), (OR)	- 移動地球局が陸上にある移動衛星業務。 - 移動地球局が船上にある移動衛星業務。救命艇局、非常位置表示無線ビーコン局も加わる。 - 移動地球局が航空機上の動衛星業務。救命艇局、非常位置表示無線ビーコン局も加わる。 (R); 民間航空ルート of 安全と管制関連 (OR) フライト調整関連
3	BSS 放送衛星業務 (Broadcasting Satellite Service)	一般公衆の直接受信用の衛星からの信号伝送または再送による無線通信業務
4	EESS 地球探査衛星業務 (Earth Expolaration-Satellite Service)	衛星の能動または受動センサーによって得られた地球の特性、自然現象、環境に関するデータを含む情報の地球局と衛星間若しくは衛星間の無線通信業務。 運用に必要なフィーダーリンクを含む。
5	SRS 宇宙研究業務 (Space Reserch Service)	科学または技術的研究のための宇宙機または他の宇宙物体を使う無線通信業務
6	SOS 宇宙運用業務 (Space Operation Service)	宇宙機の特にテレメトリ、コマンド、追尾の専用的運用に関わる無線通信業務
7	RSS 無線標定衛星業務 (Radiodetermination Satellite Service)	1ないし複数の衛星を使用した無線標定を目的とする無線通信業務 自身の運用に必要なフィーダーリンクを含む
8	RNSS 無線測位衛星業務 (Radio-Navigation Satellite Service)	無線測位を目的とする無線標定衛星業務
9	ISS 衛星間業務 (Inter-Satellite Service)	人工衛星間に回線を提供する無線通信業務
10	ASS アマチュア衛星業務 (Amateur Satellite Service)	アマチュア業務と同じ目的のため宇宙局を使用した無線通信業務

地球観測衛星はRRでは地球探査衛星業務(EESS)と呼ばれる。

2.3 周波数分配の地域分割

右図に周波数分配の
地域(Region)分割を示す。

第一地域：

ヨーロッパ・アフリカ・旧ソ連・モン
ゴル国・ペルシャ湾以西の中東

第二地域：

アメリカ大陸（グリーンランドおよび
ハワイ州など東太平洋の島嶼を含む）

第三地域：

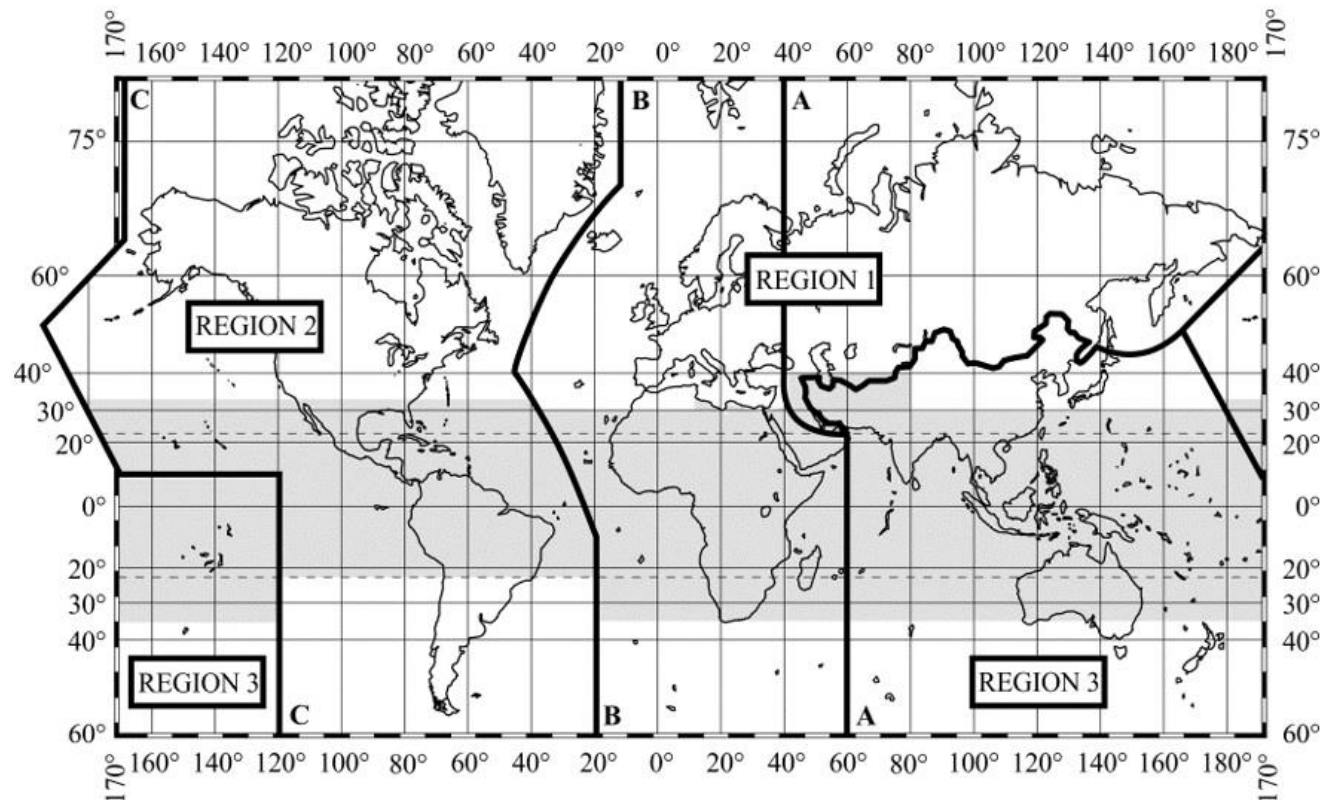
イラン以东のアジア（旧ソ連を除
く）・オセアニア

日本は第三地域
Region3に属する。

Section I – Regions and areas[←]

5.2

For the allocation of frequencies the world has been divided into three Regions¹ as shown on the following map and described in Nos. 5.3 to 5.9:[←]



5-01

The shaded part represents the Tropical Zones as defined in Nos. 5.16 to 5.20 and 5.21.[←]

ITU-Rの周波数分配に関する地域分割

2.4 EESSへの国際周波数分配

RRの第5条周波数分配表に全ての国際周波数分配が地域間の違いの分かる表と脚注で示されている。

<https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2024>

または総務省電波利用ホームページ周波数割当表を参照。

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/search/share/plan.htm>

RRでは、千の位はカンマではなく、空白で区切る。

データ伝送リンク:

EESS (Earth – space): 401-403MHz(1次), 1 525-1 535MHz(2次), 2 025-2 110MHz(1次), 7 190-7 250MHz(1次), 13.75-14GHz(2次), 28.5-30GHz(2次), 40-40.5GHz(1次), 65-66GHz(1次)

EESS (space – Earth): 1 525-1 535MHz(2次), 2 200-2 290MHz(1次), 8 025-8 400MHz(1次), 13.75-14GHz(2次), 25.5-27GHz(1次), 37.5-40GHz(2次), 40-40.5GHz(2次), 65-66GHz(1次)

EESS (space – space): 1 525-1 535MHz(2次), 2 025-2 110MHz(1次), 2 200-2 290MHz(1次), 13.75-14GHz(2次), 29.95-30 GHz(2次telemetry, tracking, and control), 65-66GHz(1次)

センサ:

EESS (passive): 1 525-1 535MHz(2次), 2 655-2 690MHz(2次), 2 690-2 700MHz(1次), 10.6-10.7GHz(1次), 13.75-14GHz(2次), 15.35-15.4GHz(1次), 18.6-18.8GHz(1次), 21.2-21.4GHz(1次), 22.21-22.5GHz(1次), 23.6-24GHz(1次), 31.3-31.8GHz(1次), 36-37GHz(1次), 50.2-50.4GHz(1次), 52.6-59.3GHz(1次), 65-66GHz(1次), 86-92GHz(1次), 100-102GHz(1次), 109.5-111.8GHz(1次), 114.25-122.25GHz(1次), 148.5-151.5GHz(1次), 164-167GHz(1次), 174.8-191.8GHz(1次), 200-209GHz(1次), 226-231.5GHz(1次), 235-238GHz(1次), 239.2-242.2GHz(1次), 244.2-247.2GHz(1次), 250-252GHz(1次)

EESS (active): 40-50MHz(2次), 432-438MHz(2次), 1 215-1 300MHz(1次), 1 525-1 535MHz(2次), 3 100-3 300MHz(2次), 5 250-5 570MHz(1次), 8 550-8 650MHz(1次), 9 200-9 800MHz(1次), 9 800-9 900MHz(2次), 9.9-10.4GHz(1次), 13.25-13.75GHz(1次), 13.75-14GHz(2次), 17.2-17.3GHz(1次), 24.05-24.25GHz(2次), 35.5-36GHz(1次), 65-66GHz(1次), 94-94.1GHz(1次), 130-134GHz(1次)

2.5 無線局免許申請の概要

総務省のWebサイトをよく確認したうえで申請する。
人工衛星局及び地球局の開設手続き

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/manual/>

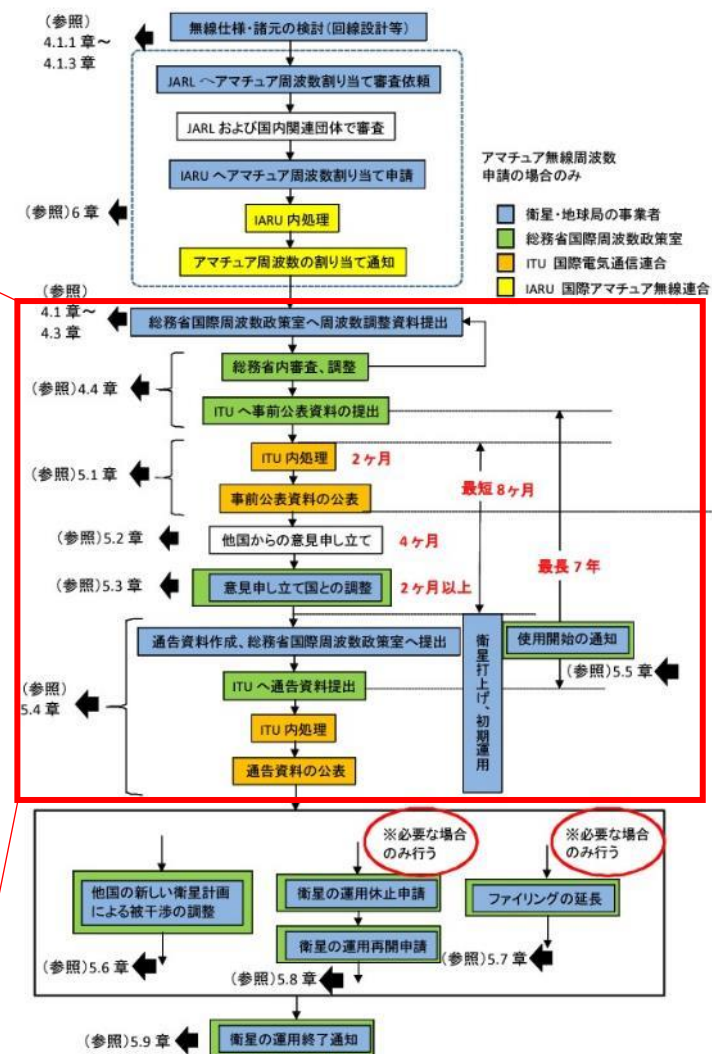
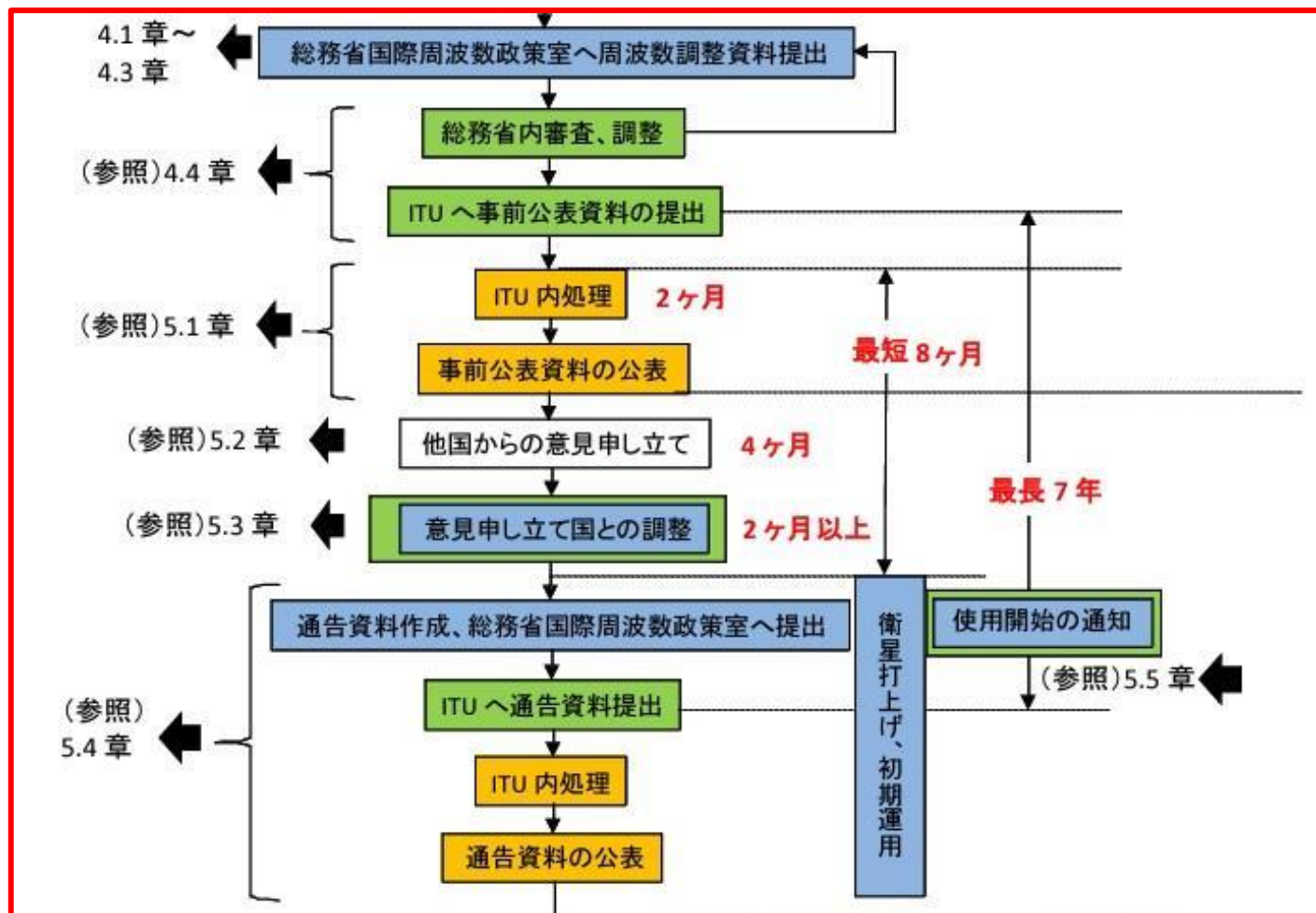


図 2-3 低軌道周回衛星を想定した国際周波数調整の流れ

出典：小型衛星通信網の国際周波数調整手続きに関するマニュアル 第3.2版 (総務省)

(参考) 無線局免許申請に関する注意事項

- 昨今CubeSat、コンステレーションが増加しているため、国内事業者との調整が長期化している傾向にある。また、総務省に対する無線局免許の申請も増加しているため、十分な時間の余裕をもって総務省との事前調整を開始することが重要。
- 総務省、地方総合通信局等に記載根拠(占有帯域幅、回線計算等)等の書き方を質問しないこと。あくまで免許人の作業であるので、通信機メーカー等に確認するか、無線局申請作業を支援するコンサル企業と契約を締結して支援を得る等の対応をすること。
- 総務省からの質問は、なるべく時間を空けずに回答できるようにスケジュール管理をすること。
- ITUを通じた衛星周波数の国際調整については、原則として、事前公表資料に関する意見申し立て国との調整が完了し、ITUへ通告資料を提出の上、審査・公表されていることが必要になる。なお、国際調整が完了していない場合には、免許の際にその調整状況が考慮されるため、早めに総務省に相談すること。

補足: 総務省への無線局申請の他に、**内閣府への宇宙活動法に基づく申請**、

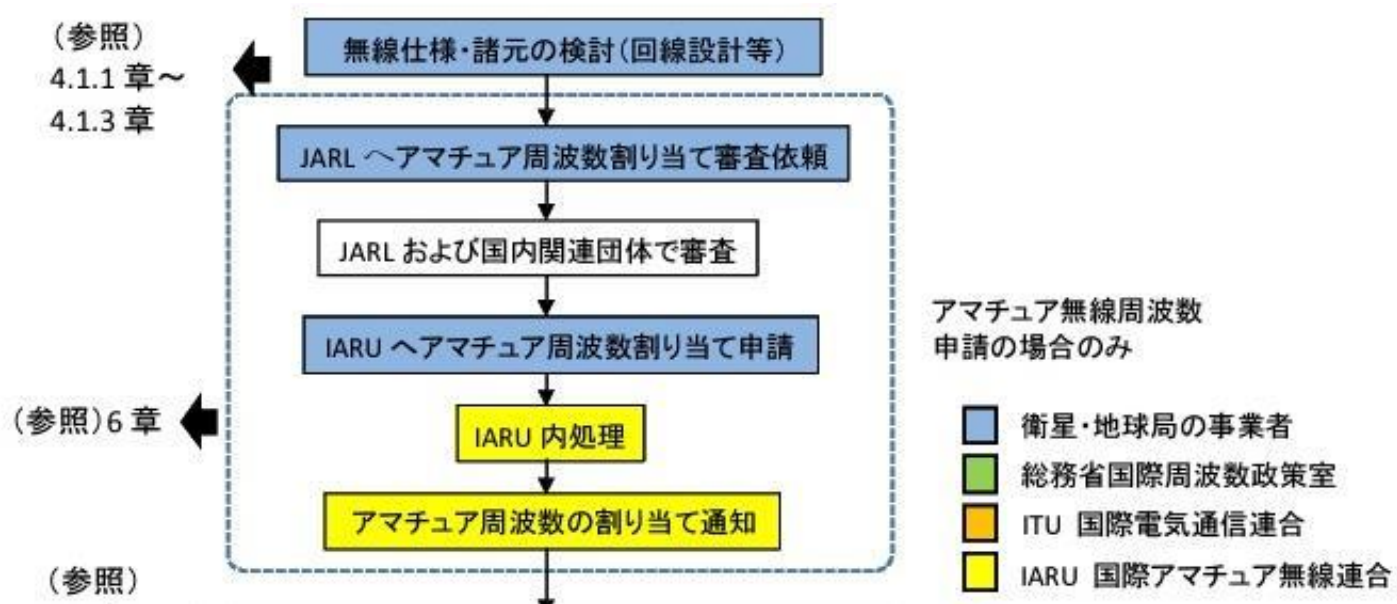
https://www8.cao.go.jp/space/application/space_activity/application.html

衛星リモートセンシング法に基づく申請も必要。

<https://www8.cao.go.jp/space/application/rs/application.html>

(参考) アマチュア無線を使用したい場合

- 株式会社等は免許人にはなれない。個人またはアマチュア無線クラブ等である必要がある。(金銭上の利益のためでなく、専ら個人的な無線技術の興味によって自己訓練、通信及び技術的研究を行うもの)
- アマチュア衛星は、実験を目的とするのではなく、アマチュア無線に何が寄与できるかを無線局開設の目的とする。アマチュア無線に寄与できないのであれば他の周波数帯を使用することになる。
- アマチュア衛星業務用の周波数帯を使用する場合は、日本アマチュア無線連盟(JARL)に割当申請書類を提出し、JARLでの確認を行った後、国際アマチュア無線連合(IARU)での審査を受け、周波数の割当を受けた上で、ITU に事前公表資料を提出し、ITU を通じた衛星周波数の国際調整を行うことになる。
- アマチュア衛星、その地球局は、落成検査データの取得前に予備免許が必要。



出典：小型衛星通信網の国際周波数調整手続きに関するマニュアル第3.2版（総務省）（再掲）

2.6 ITU 事前公表、国際調整、通告及び登録手続の概要

(RR8、RR9、RR11、RR 付録4)

1. 衛星システム諸元をまとめた事前公表資料(API: Advance Publication Information)を主管庁経由でITUに提出。
(衛星通信網の使用開始**2~7年前**に総務省からITUに送付する必要がある。)
(静止衛星や特別な周波数を使う衛星については、さらに詳細な調整資料を作成する必要がある。)
2. ITUのBRにより事前公表資料が国際周波数情報回章(IFIC: International Frequency Information Circular)で各国の主管庁に送達される。
3. 電波干渉を発生するおそれのある関係国との間で互いの主管庁を通じて国際調整を実施。
4. 国際調整結果を反映し、打上げ予定の衛星最終諸元をまとめた通告資料(Notification)を主管庁経由でITUに提出。
5. ITUによる通告資料の審査。
6. 審査結果に問題無ければ、国際周波数登録原簿(MIFR: Master International Frequency Register)に登録される。
7. 衛星が打ち上げ、軌道投入され使用開始通知書(BIU: Bringing Into Use)を主管庁経由でITUに提出。

2.6 ITU 事前公表、国際調整、通告及び登録手続の概要(続き)



周波数登録は**先着優先**。

登録された衛星の使用周波数は、その後に計画される衛星の電波から保護される。

地球局についても調整区域が他国の領土にかかる場合には国際調整が必要。

主管庁から提出されたAPI等の周波数情報は、簡易的にはITUのSpace Explorerのページから検索できる。

<https://www.itu.int/itu-r/space/apps/public/spaceexplorer/networks-explorer>

事前公表資料、調整資料、通告資料の作成については、**ITUの指定する作成ソフトウェア(BRソフトウェア)**を使用する必要がある。

<https://www.itu.int/ITU-R/go/space-software/en>

国際調整及びITU BRソフトウェアの概要については以下の説明資料を参照のこと。

- **Regulatory Process for Satellite Networks/ Systems Subject to Coordination**
- **BR Space Software and Databases**

<https://www.itu.int/wrs-24/programme/presentations/>

2.7 分配外周波数利用

実験的な運用等において、分配外の周波数を利用する場合、API及び通告資料にRR4.4適用の旨を記載する。

RR 4.4にはNIB (Non-Interference Basis) の運用について規定がある。

Administrations of the Member States shall not assign to a station any frequency in derogation of either the Table of Frequency Allocations in this Chapter or the other provisions of these Regulations, except on the express condition that such a station, when using such a frequency assignment, shall not cause harmful interference to, and shall not claim protection from harmful interference caused by, a station operating in accordance with the provisions of the Constitution, the Convention and these Regulations.

NIB (Non-Interference Basis) とは以下のような運用をいう。

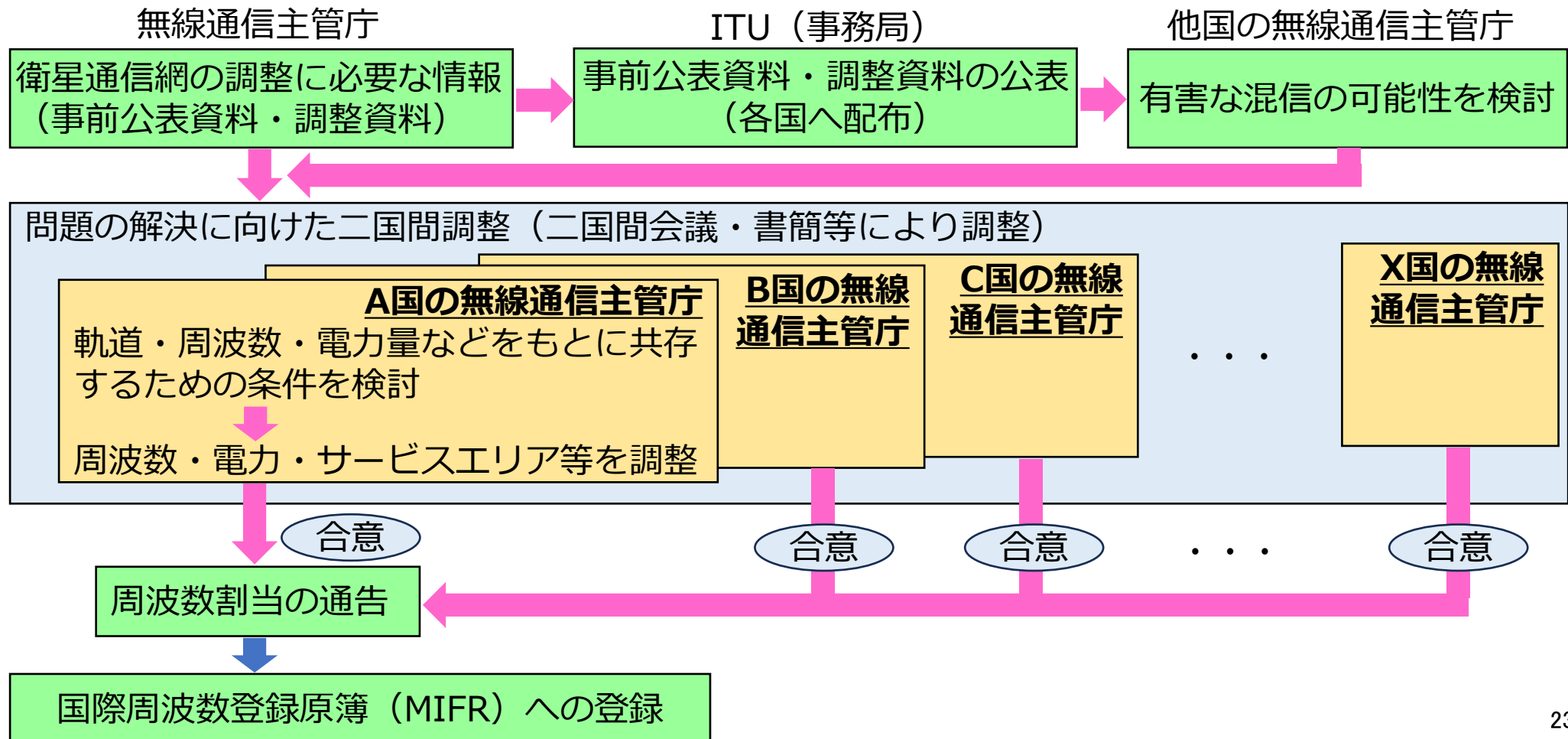
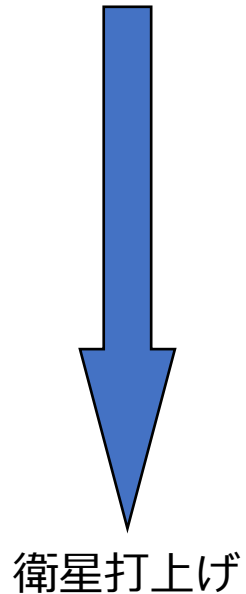
- 干渉を与えない。クレームがあれば運用を中止する。
- 干渉を受けてもクレームを出さない。

補足:ただし、NIB運用については、干渉を与えないための具体的な方法の説明が求められる。

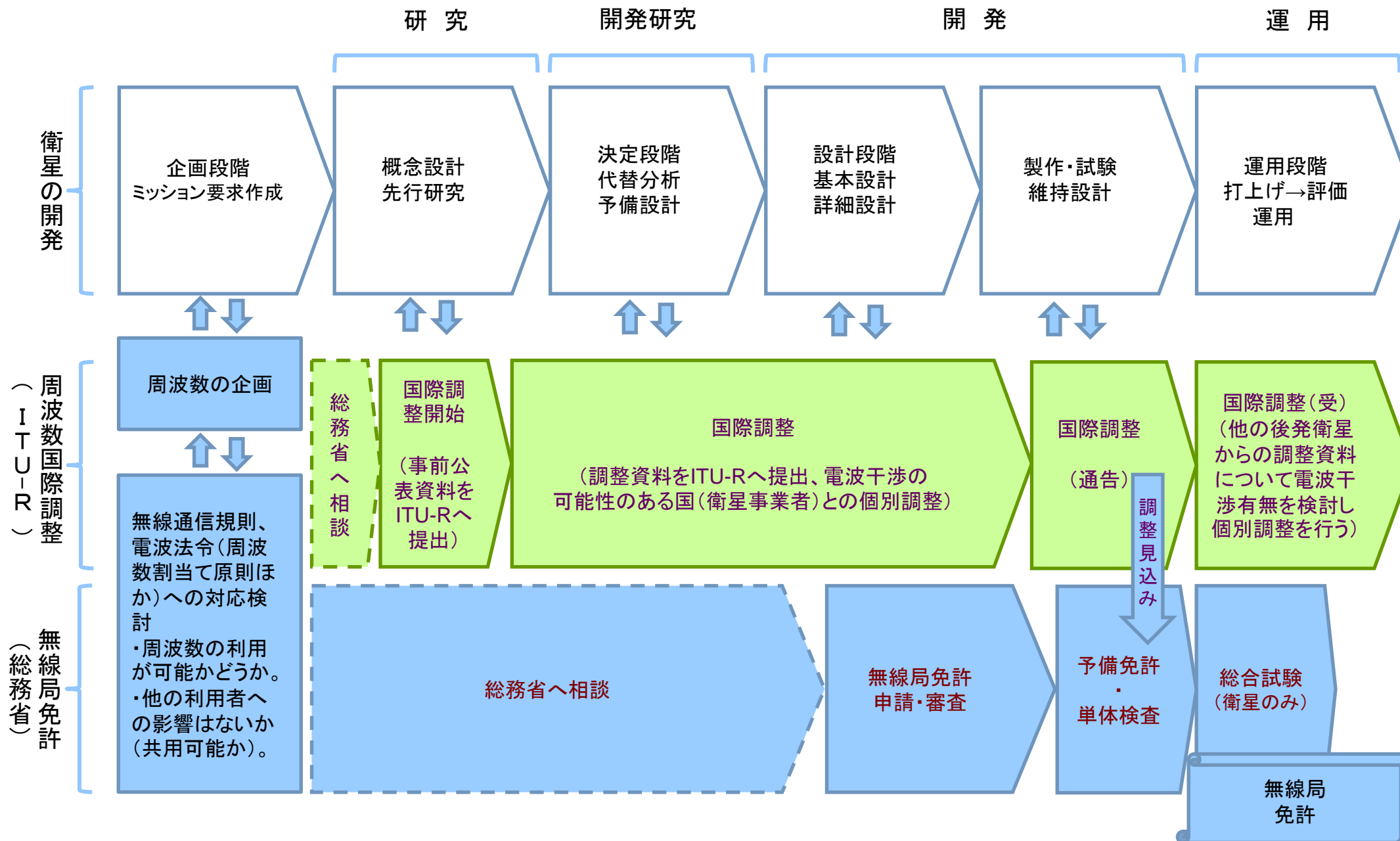
(参考) 周波数国際調整の流れと先着優先の原則

周波数調整の目的	衛星通信網の有害な干渉からの保護、円滑な運用
調整方法	①ITU無線通信規則 (RR) に基づき、軌道位置、ビーム、周波数等について調整 ②先着優先の原則により、後発の衛星が先発の衛星に調整を依頼
得られる権利	調整を完了し、ITUの国際周波数登録原簿 (MFIR) に登録されると、国際的な認知が得られ、周波数の使用権利が確定

衛星の運用開始の
7年前からなるべく
2年前までに手続に
着手



(参考) 周波数国際調整及び無線局免許申請の流れと衛星開発フェーズ



小型衛星通信網の国際周波数調整手続きに関するマニュアル第3.2版 (総務省)

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/manual/>

Handbook on Small Satellites

小型衛星ハンドブック

<https://www.itu.int/pub/R-HDB-65-2023>

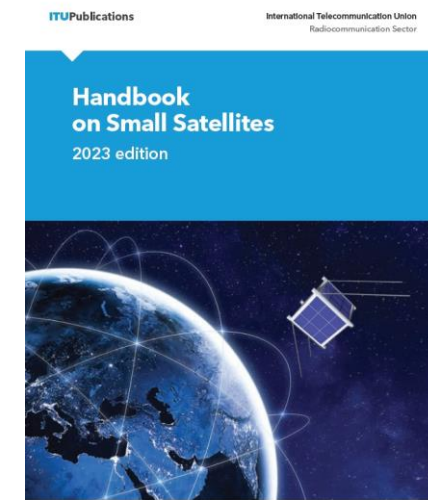
ITU無線通信規則、事前公表、国際調整、通告及び登録手続きの概要に関しては以下のハンドブックが非常に詳しく参考になる。無線通信規則に限らず、小型衛星の開発運用に関する参考情報も豊富である。

Handbook Earth Exploration-Satellite Service Edition 2011

地球探査衛星業務ハンドブック 2011年版

https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-56-2011-PDF-E.pdf

EESSの全体像や各ITU-R勧告の関係を掴むのに良い参考書 (ただし内容が古い)



3. 地球探査衛星業務(EESS)関連のITU-R勧告の概要

3.0 ITU憲章、RR、勧告のダウンロード

国際電気通信連合憲章 (CONSTITUTION OF THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION) は以下のサイトからダウンロードできる。

<https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>

2024年版無線通信規則 (Radio Regulations) は以下のサイトからダウンロードできる。

<https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2024>

ITU-R研究課題、勧告、報告、ハンドブックは以下のサイトからダウンロードできる。

<https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/Pages/default.aspx>

例えばRemote sensing systemsの勧告であれば、順にITU-R Recommendations→RS→勧告番号をクリックするとダウンロードのページが出てWord版またはPDF版がダウンロードできる。

3.1 基礎知識(用語)

Rec. ITU-R V.431-8 Nomenclature of the frequency and wavelength bands used in telecommunications 通信で用いられる周波数帯の呼称

概要：各周波数帯の呼称(UHF, VHF等)を規定。また、範囲が標準化されていないので推奨されないとしながらもS帯、Ka帯等の呼称も示し、文書の冒頭で周波数範囲を定義したうえで使用することを勧告。

TABLE 1

Band number	Symbols	Frequency range (lower limit exclusive, upper limit inclusive)	Corresponding metric subdivision	Metric abbreviations for the bands
3	ULF	300-3 000 Hz	Hectokilometric waves	B.hkm
4	VLF	3-30 kHz	Myriametric waves	B.Mam
5	LF	30-300 kHz	Kilometric waves	B.km
6	MF	300-3 000 kHz	Hectometric waves	B.hm
7	HF	3-30 MHz	Decametric waves	B.dam
8	VHF	30-300 MHz	Metric waves	B.m
9	UHF	300-3 000 MHz	Decimetric waves	B.dm
10	SHF	3-30 GHz	Centimetric waves	B.cm
11	EHF	30-300 GHz	Millimetric waves	B.mm
12		300-3 000 GHz	Decimillimetric waves	B.dmm
13		3-30 THz	Centimillimetric waves	B.cmm
14		30-300 THz	Micrometric waves	B.μm
15		300-3 000 THz	Decimicrometric waves	B.dμm

TABLE 4

Letter symbols	Radar (GHz)		Space radiocommunications	
	Spectrum regions	Examples	Nominal designations	Examples (GHz)
L	1-2	1.215-1.4	1.5 GHz band	1.525-1.710
S	2-4	2.3-2.5 2.7-3.4	2.5 GHz band	2.5-2.690
C	4-8	5.25-5.85	4/6 GHz band	3.4-4.2 4.5-4.8 5.85-7.075
X	8-12	8.5-10.5	–	–
Ku	12-18	13.4-14.0 15.3-17.3	11/14 GHz band 12/14 GHz band	10.7-13.25 14.0-14.5
K ⁽¹⁾	18-27	24.05-24.25	20 GHz band	17.7-20.2
Ka ⁽¹⁾	27-40	33.4-36.0	30 GHz band	27.5-30.0
V	–	–	40 GHz band	37.5-42.5 47.2-50.2

⁽¹⁾ For space radiocommunications K and Ka bands are often designated by the single symbol Ka.

Rec. ITU-R V.573-6 Radiocommunication vocabulary

無線通信用語 概要：RR Article 1に現れない技術用語は以下を参照。

<http://www.itu.int/ITU-R/go/terminology-database>

IEEEでは以下の呼称、範囲も使用
 K-band 18-26.5 GHz
 Ka-band 26.5-40 GHz
 Q-band 40-50 GHz

3.1 基礎知識(用語続き)

Rec. ITU-R V.574-5 Use of the decibel and the neper in telecommunications

通信におけるデシベル及びネーパーの使用

概要：デシベル (dB)、ネーパー (Np) の定義、使用例等の説明。

Rec. ITU-R SM.328-11 Spectra and bandwidth of emissions

発射の周波数分布及び帯域幅

概要：発射に関する用語説明

Rec. ITU-R SM.1541-7 Unwanted emissions in the out-of-band domain 帯域外不要発射

概要：帯域外不要発射に関する説明

Rec. ITU-R SM.329-13 Unwanted emissions in the spurious domain スプリアス領域の不要発射

概要：スプリアス領域の不要発射の説明

Rec. ITU-R SM.1540-0 Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands

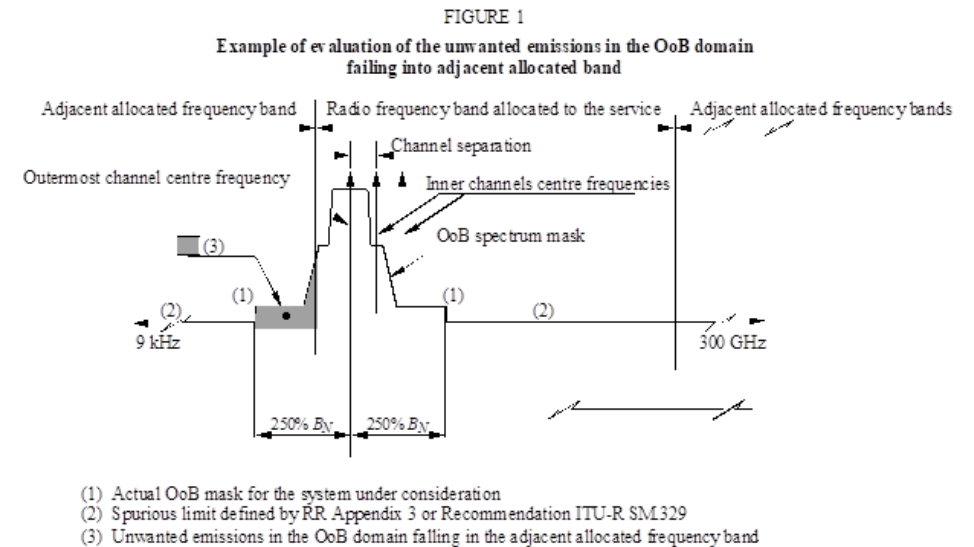
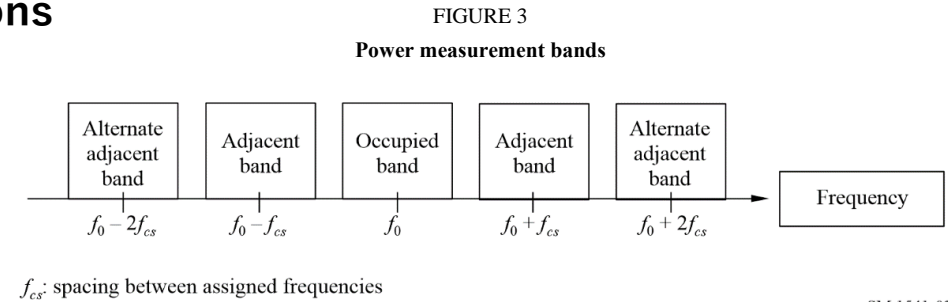
隣接分配帯域に漏れこむ帯域外不要発射

概要：隣接分配帯域に漏れこむ帯域外不要発射による干渉の低減に関するガイダンス

Rec. ITU-R SM.853-2 Necessary bandwidth

必要帯域幅

概要：必要帯域幅の説明



3.1 基礎知識(用語続き)

RR APPENDIX 1 (REV.WRC 19) Classification of emissions and necessary bandwidths 電波型式

概要：電波型式(designation of emissions)の説明。

電波型式はSection I – Necessary bandwidth 及びSection II – Classificationから構成される。

補足：APIに記載された電波型式を読み解くのに必須の知識。

Section I – Necessary bandwidth の例：

0.002	Hz	=	H002	6	kHz	=	6K00	1.25	MHz	=	1M25
0.1	Hz	=	H100	12.5	kHz	=	12K5	2	MHz	=	2M00
25.3	Hz	=	25H3	180.4	kHz	=	180K	10	MHz	=	10M0
400	Hz	=	400H	180.5	kHz	=	181K	202	MHz	=	202M
2.4	kHz	=	2K40	180.7	kHz	=	181K	5.65	GHz	=	5G65

Section II – Classificationの各シンボルを規定。

first symbol – type of modulation of the main carrier

second symbol – nature of signal(s) modulating the main carrier

third symbol – type of information to be transmitted

fourth symbol – details of signal(s)

fifth symbol – nature of multiplexing

Rec. ITU-R SM.1138 : Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions

必要帯域幅の決定 (計算例及び関連する電波型式の例を含む)

概要：必要帯域幅の計算方法、電波型式の例。

3.1 基礎知識(回線解析、共用、両立性検討)

Rec. ITU-R SM.1138-3 Determination of necessary bandwidths including examples for their calculation and associated examples for the designation of emissions

計算例及び関連した電波型式の例を含む必要帯域幅の決定

概要：各電波形式毎の必要帯域幅の計算式

Rec. ITU-R P.341-7 The concept of transmission loss for radio links 無線通信回線の伝送損失の概念

概要：各伝送損失の定義と説明

Rec. ITU-R P.525 Calculation of free-space attenuation 自由空間減衰の計算

概要：自由空間基本伝送損失の計算式。

Rec. ITU-R P.619 Propagation data required for the evaluation of interference between stations in space and those on the surface of the Earth 宇宙局と地表局間干渉の評価に必要な伝搬データ

概要：宇宙局と地表局間干渉の評価に必要な伝搬データの説明。

Rec. ITU-R SM.1633-0 Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands

隣接または近傍周波数帯に分配された受動業務と能動業務間の両立性解析手法

概要：受動業務と能動業務の各帯域毎に用いるべき両立性解析手法の説明

Rec. ITU-R SM.1132-2 General principles and methods for sharing between radiocommunication services or between radio stations 無線通信業務間または無線局間の周波数共用に関する一般原則及び方法

概要：各種周波数共用方法の説明

Rec. ITU-R SM.1055-0 THE USE OF SPREAD SPECTRUM TECHNIQUES スペクトラム拡散技術の利用

概要：直接スペクトラム拡散(DS), 周波数ホッピング (FH)、及び両者のハイブリッド方式の説明

3.1 基礎知識(有害な電波干渉の報告)

Rec. ITU-R SM.2149-0 Guidance on supplementary elements on the use of Appendix 10 of the Radio Regulations to convey information related to harmful interference to space radiocommunication services

無線通信規則付録10使用時の宇宙無線通信業務への有害な干渉に関する情報伝達のための補足事項説明

概要：宇宙無線通信業務への電波干渉を報告する際に必要な情報項目、干渉シナリオ、記入例の説明

RR 15 有害な電波干渉発生時の手順

RR APPENDIX 10 (REV.WRC-07) Report of harmful interference 電波干渉報告様式

Satellite Interference Reporting and Resolution System

<https://www.itu.int/en/ITU-R/space/SIRRS/Pages/default.aspx>

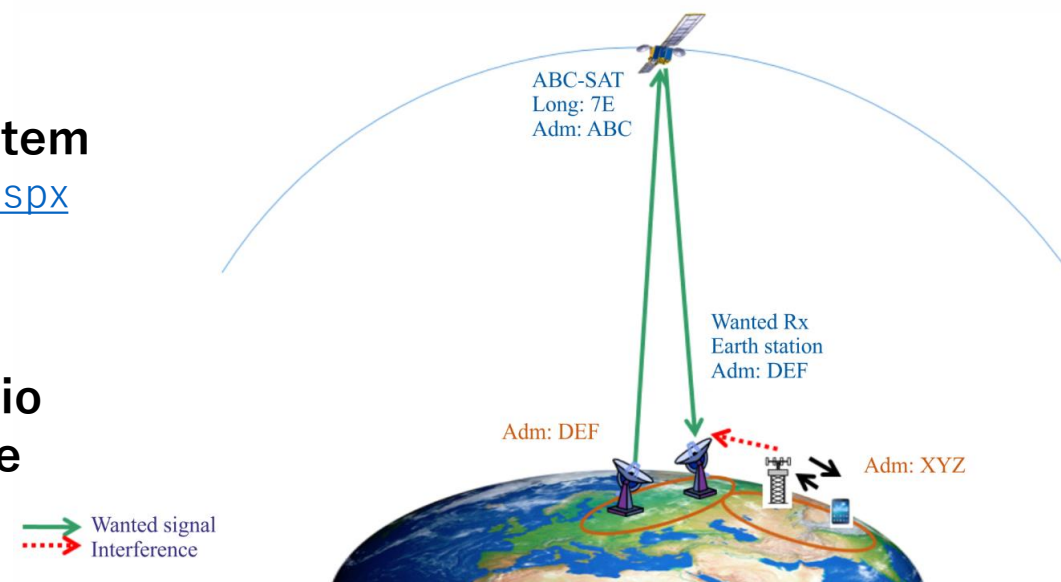
ITU-R の衛星システムへの電波干渉報告システム(SIRRS)

Rec. ITU-R RS.2106 Detection and resolution of radio frequency interference to Earth exploration-satellite service (passive) sensors

EESS受動センサへのRFIの検出と解消

概要：EESS受動センサへの干渉発生事例報告方法

FIGURE 3
Illustration of core elements to be reported in a case of interference in the space-to-Earth Scenario, originated from a terrestrial station (Interference Scenario B as per item 4 of Table 1)



SM.2149-03

RR 1.23 に**宇宙運用業務 SOS : Space operation serviceの定義**がある。いわゆるTTC運用のことである。
space operation service: A radiocommunication service concerned exclusively with the operation of spacecraft, in particular space tracking, space telemetry and space telecommand.

Rec. ITU-R SA.363-5 Space operation systems 宇宙運用システム

概要：SOS（TTC:テレメトリ、トラッキング、コマンド）運用において考慮すべき事項や保護基準を規定。

地球局の保護基準：一日のうち時間率1%以上において、1 kHz あたり-184 dBWを超えないこと。

宇宙局の保護基準：一日のうち時間率1%以上において、信号/干渉電力比が1 kHz あたり20 dB未満とならないこと。

Rec. ITU-R SA.2155 Guidelines on the use of the frequency band 2 200-2 290 MHz by Earth exploration-satellite service/space research service/space operation service satellite networks or systems that are not using spread-spectrum modulation **スペクトラム拡散不使用のEESS/SRS/SOS衛星ネットワークまたはシステムによる2 200-2 290 MHz 帯利用ガイドライン**

概要：地球局や衛星間通信可視外では2,200-2,290 MHz帯の送信を止めること。打上げ運用を除きダウンリンクの帯域幅及び衛星間通信の帯域幅を6.2 MHz以下に制限。

Rec. ITU-R SA.2156 Guidelines on the use of the frequency band 2 025-2 110 MHz by Earth exploration-satellite service/space research service/space operation service satellite networks or systems that are not using spread-spectrum modulation **スペクトラム拡散不使用のEESS/SRS/SOS衛星ネットワークまたはシステムによる2 025-2 110 MHz 帯利用ガイドライン**

概要：宇宙局や衛星間通信可視外では2,025-2,110 MHz 帯の送信を止めること。打上げ運用を除きアップリンクの帯域幅を2MHz以下に、衛星間通信の帯域幅を6.2 MHz以下に制限。

Rec. ITU-R SA.1154 Provisions to protect the space research (SR), space operations (SO) and Earth exploration-satellite services (EES) and to facilitate sharing with the mobile service in the 2 025-2 110 MHz and 2 200-2 290 MHz bands 2 025-2 110 MHz 及び2 200-2 290 MHz帯におけるSRS,SOS,EESSの保護及び移動業務との共用の条件

Rec. ITU-R SA.1743 Maximum allowable degradation to radiocommunication links of the space research and space operation services arising from interference from emissions and radiations from other radio sources

SRS及びSOSの無線通信リンクの他の電波源からの干渉による劣化最大許容量

概要：電波源毎のapportionmentを考慮した電力レベルの保護基準を規定。

category1(他のSRSまたはSOSネットワーク無線局との共用)及び、category2(同等レベルで同一周波数帯に分配された他の無線通信業務との共用)による劣化の和が99%を超えないこと、category3(他のすべての電波干渉源)による劣化が許容量の1%を超えないこと。

ただし、category 1及び2の割合apportionmentについては今後の検討課題としている。

RR 1.51に**地球探査衛星業務の定義**がある。

Earth exploration-satellite service: A radiocommunication service between earth stations and one or more space stations, which may include links between space stations, in which:

- information relating to the characteristics of the Earth and its natural phenomena, including data relating to the state of the environment, is obtained from active sensors or passive sensors on Earth satellites;
- similar information is collected from airborne or Earth-based platforms;
- such information may be distributed to earth stations within the system concerned;
- platform interrogation may be included.

This service may also include feeder links necessary for its operation.

RR 1.52に 地球探査衛星業務のサブカテゴリとして**気象衛星業務の定義**がある。

meteorological-satellite service: An earth exploration-satellite service for meteorological purposes.

RR 22.5に **8025 8400MHz 帯EESS の非静止衛星は、静止衛星の固定衛星業務/気象衛星業務に対して、pfdレベルを $-174 \text{ dB(W/m}^2) / 4\text{kHz}$ 以下とする**規定がある。

§ 4 In the frequency band 8 025-8 400 MHz, which the Earth exploration-satellite service using non-geostationary satellites shares with the fixed-satellite service (Earth-to-space) or the meteorological-satellite service (Earth-to-space), the maximum power flux-density produced at the geostationary-satellite orbit by any Earth exploration-satellite service space station shall not exceed $-174 \text{ dB(W/m}^2)$ in any 4 kHz band.

3.3 地球探査衛星業務EESS システム及びデータ伝送系(続き)



RR 5.460Aにおいて、**7190-7250MHz帯EESSアップリンクは同一周波数帯の固定業務及び移動業務からの保護を求めることができない**となっている。

The use of the frequency band 7 190-7 250 MHz (Earth-to-space) by the Earth exploration-satellite service shall be limited to tracking, telemetry and command for the operation of spacecraft. Space stations operating in the Earth exploration-satellite service (Earth-to-space) in the frequency band 7 190-7 250 MHz shall not claim protection from existing and future stations in the fixed and mobile services, and No. 5.43A does not apply. No. 9.17 applies. Additionally, to ensure protection of the existing and future deployment of fixed and mobile services, the location of earth stations supporting spacecraft in the Earth exploration-satellite service in non-geostationary orbits or geostationary orbit shall maintain a separation distance of at least 10 km and 50 km, respectively, from the respective border(s) of neighbouring countries, unless a shorter distance is otherwise agreed between the corresponding administrations. (WRC-15)

RR 5.460Bにおいて、**7190-7235MHz帯EESSアップリンクで運用するGSOの宇宙局は同一周波数帯のSRS宇宙局からの保護を求めることができない**となっている。

Space stations on the geostationary orbit operating in the Earth exploration-satellite service (Earth-to-space) in the frequency band 7 190-7 235 MHz shall not claim protection from existing and future stations of the space research service, and No. 5.43A does not apply. (WRC-15)

RR 21.14には**地球局 (EESS地球局を含む) の最小運用仰角の規定**がある。

§ 5 1) Earth station antennas shall not be employed for transmission at elevation angles of less than 3° measured from the horizontal plane to the direction of maximum radiation, except when agreed to by administrations concerned and those whose services may be affected. In case of reception by an earth station, the above value shall be used for coordination purposes if the operating angle of elevation is less than that value.

Rec. ITU-R SA.514-3 Interference criteria for command and data transmission systems operating in the Earth exploration-satellite and meteorological-satellite services **EESS及び気象衛星業務で運用されるコマンド及びデータ伝送システムの干渉基準**

概要：1～10GHzの宇宙-地球データ伝送リンクにおいて、受信機入力端でのノイズ状または連続波の干渉パワースペクトル密度が時間率1%以上で-154 dB(W/MHz)を超えないこと。300 MHz～10 GHzの地球-宇宙コマンド及びデータ伝送リンクにおいて、受信機入力端でのノイズ状または連続波の干渉パワースペクトル密度が時間率0.1%以上で-161 dB(W/kHz)を超えないこと。

Rec. ITU-R SA.1020 Hypothetical reference system for the Earth exploration-satellite and meteorological satellite services **EESS及び気象衛星業務の仮想的参照システム**

Rec. ITU-R SA.1027-6 Sharing criteria for space-to-Earth data transmission systems in the Earth exploration-satellite and meteorological-satellite services using satellites in low-Earth orbit **LEO衛星を用いた地球探査衛星業務及び気象衛星業務における宇宙-地球データ伝送システムの共用基準**

Rec. ITU-R SA.1810-1 System design guidelines for Earth exploration-satellites operating in the band 8 025-8 400 MHz **8 025-8 400 MHz帯EESS衛星システム設計ガイドライン(データ伝送系)**

Rec. ITU-R SA.2142-0 Methodologies for calculating coordination areas around Earth exploration satellite and space research earth stations to avoid harmful interference from IMT-2020 systems in the frequency bands 25.5-27 GHz and 37-38 GHz **25.5-27 GHz及び37-38 GHz帯IMT-2020システムからの有害な干渉を避けるためのEESS及びSRS地球局周辺の調整地域計算方法**

3.4 EESS(data collection system関連)

DCS(ARGOSシステム)はNOAA/CNESによって運用されている地上/海上に配置されたデータ収集プラットフォームにより計測された気象データ等を収集するシステムである。

Rec. ITU-R SA.1020-0 : HYPOTHETICAL REFERENCE SYSTEM FOR THE EARTH EXPLORATION-SATELLITE AND METEOROLOGICAL-SATELLITE SERVICES

EESS及び気象衛星業務の仮参照システム

概要：地球探査衛星業務及び気象衛星業務で用いられるシステム名称の説明

Rec. ITU-R SA.1021-0 : METHODOLOGY FOR DETERMINING PERFORMANCE OBJECTIVES FOR SYSTEMS IN THE EARTH EXPLORATION-SATELLITE AND METEOROLOGICAL SATELLITE SERVICES

EESS及び気象衛星業務の性能基準決定方法

概要：地球探査衛星業務及び気象衛星業務の性能基準の決定手順の説明

Rec. ITU-R SA.1159-4 Performance criteria for data transmission systems in the Earth exploration-satellite service and meteorological-satellite service

EESS及び気象衛星業務におけるデータ伝送システムの性能基準

概要：DCS: data collection system (ARGOSシステム)等のデータ伝送システムの性能基準

Rec. ITU-R SA.1627-0 Telecommunication requirements and characteristics of EESS and MetSat service systems for data collection and platform location

data collection platformのためのEESS及び気象衛星業務の通信要求および特性

概要：DCS: data collection system (ARGOSシステム)等の通信要求及び特性

3.5 地球探査衛星業務EESS(能動)

Rec. ITU-R RS.577-7 Frequency bands and required bandwidths used for spaceborne active sensors operating in the Earth exploration-satellite (active) and space research (active) services

EESS(能動)及びSRS(能動)で運用される衛星搭載能動センサで使用される周波数帯及び必要帯域幅

Rec. ITU-R RS.1166-5 Performance and interference criteria for active spaceborne sensors

衛星搭載能動センサの性能及び干渉基準

概要：センサ種類毎の干渉基準 I/N(干渉/ノイズ) を規定。

SAR -6(dB), 高度計 -3(dB), 散乱計 -5(dB), 降雨レーダ -10(dB), 雲プロファイルレーダ -10(dB)

Rec. ITU-R RS.2042 Typical technical and operating characteristics for spaceborne radar sounder

systems using the 40-50 MHz band 40-50 MHz帯を使用する衛星搭載レーダ探査システムの典型的な技術上及び運用上の特性

Rec. ITU-R RS.2105-1 Typical technical and operational characteristics of Earth exploration-satellite service (active) systems using allocations between 432 MHz and 238 GHz

432MHz - 238GHzの範囲の分配を利用するEESS(能動)の典型的な技術上及び運用上の特性

Rec. ITU-R RS.2043 Characteristics of synthetic aperture radars operating in the Earth exploration-satellite service (active) around 9 600 MHz 9 600 MHz付近EESS(能動)で運用されるSARの特性

Rec. ITU-R RS.2066 Protection of the radio astronomy service in the frequency band 10.6-10.7 GHz from unwanted emissions of synthetic aperture radars operating in the Earth exploration-satellite service

(active) around 9 600 MHz 10.6-10.7 GHz帯電波天文業務の9 600 MHz付近EESS(能動)で運用されるSARの不要放射からの保護

3.5 地球探査衛星業務EESS(受動)

RR 5.550CA WRC23議題9.1d審議結果として、**37.5-38GHz帯固定衛星業務 (space-to-Earth) にEESS(受動)保護のため36-37 GHz 帯へ漏れこむ不要発射e.i.r.pの制限を設ける**脚注RR 5.550CAが追加された。これは受動センサが宇宙側を向いて校正を行うCold Sky Calibration へのFSSからの干渉を抑えることを目的としている。

Non-geostationary-satellite systems in the fixed-satellite service operating with an apogee altitude above 407 km and below 2 000 km in the frequency band 37.5-38 GHz shall not exceed an unwanted emission e.i.r.p. density of -21 dB(W/100 MHz) per space station for angles greater than 65.0° from nadir relative to the space station in the fixed satellite service in the frequency band 36-37 GHz in order to protect the Earth exploration-satellite service (passive) operating in the latter frequency band. (WRC-23)

RR 5.543Bが呼び出すRESOLUTION 167 (REV.WRC-23) Use of the frequency band 31-31.3 GHz by high-altitude platform stations in the fixed service に**EESS(受動)保護のため31-31.3 GHz帯HAPSに対する以下の規定がある。**

3 that, in order to ensure the protection of the Earth-exploration satellite service (EESS) (passive), the level of unwanted power density in the frequency band 31.3-31.8 GHz into the antenna of a HAPS ground station operating in the frequency band 31-31.3 GHz shall be limited to -83 dB(W/200 MHz) under clear-sky conditions, and may be increased under rainy conditions to mitigate fading due to rain, provided that the effective impact on the passive satellite does not exceed the impact under clear-sky conditions;

4 that, in order to ensure the protection of the EESS (passive), the level of unwanted emission e.i.r.p. density per HAPS transmitter operating in the frequency band 31-31.3 GHz into the frequency band 31.3-31.8 GHz shall be limited to:

$$\begin{array}{lll} -\theta - 13.1 & \text{dB(W/200 MHz)} & \text{for} \quad -4.53^\circ \leq \theta < 22^\circ \\ -35.1 & \text{dB(W/200 MHz)} & \text{for} \quad 22^\circ \leq \theta < 90^\circ \end{array}$$

where θ is the elevation angle in degrees at the platform height;

3.5 地球探査衛星業務EESS(受動続き)

Rec. ITU-R RS.515-5 Frequency bands and bandwidths used for satellite passive remote sensing

衛星受動リモートセンシング用周波数帯及び帯域幅

概要：観測対象毎の観測に必要な周波数帯及び帯域幅を科学的な見地からまとめている。

Rec. ITU-R RS.1813-1 Reference antenna pattern for passive sensors operating in the Earth exploration-satellite service (passive) to be used in compatibility analyses in the frequency range 1.4-100 GHz

1.4-100GHzの範囲における両立性検討用EESS受動センサ参照用アンテナパターン

Rec. ITU-R RS.1861-1 Typical technical and operational characteristics of Earth exploration-satellite service (passive) systems using allocations between 1.4 and 275 GHz

1.4 - 275GHzの範囲の分配を利用するEESS(受動)の典型的な技術上及び運用上の特性

Rec. ITU-R RS.2017 Performance and interference criteria for satellite passive remote sensing

衛星受動リモートセンシングの性能及び干渉基準

Rec. ITU-R RS.2106 Detection and resolution of radio frequency interference to Earth exploration-satellite service (passive) sensors

EESS受動センサへのRFIの検出と解消 (干渉発生事例の報告方法)

Rec. ITU-R SM.1542-0 The protection of passive services from unwanted emissions

不要発射からの受動業務の保護

補足：WRC27議題1.18に関連して改訂が議論されるかもしれない。

Rec. ITU-R SM.1633-0 Compatibility analysis between a passive service and an active service allocated in adjacent and nearby bands

隣接及び近傍周波数帯に分配された受動業務及び能動業務間の両立性解析

補足：WRC27議題1.18に関連して改訂が議論されるかもしれない。

3.6 データ中継衛星DRS関連

衛星間通信はISSの他にFSS、MSS、SRS、EESS、SOS、RNSS等の(space to space)リンクでも行われる。

Rec. ITU-R SA.1018-1 Hypothetical reference system for networks/systems comprising data relay satellites in the geostationary orbit and their user spacecraft in low Earth orbits

静止軌道データ中継衛星とLEOユーザ衛星の仮想的なシステム構成例

Rec. ITU-R SA.1019-1 Frequency bands and transmission directions for data relay satellite networks/systems

データ中継衛星ネットワーク/システムの周波数帯及び送信方向

Rec. ITU-R SA.1414-2 Characteristics of data relay satellite systems

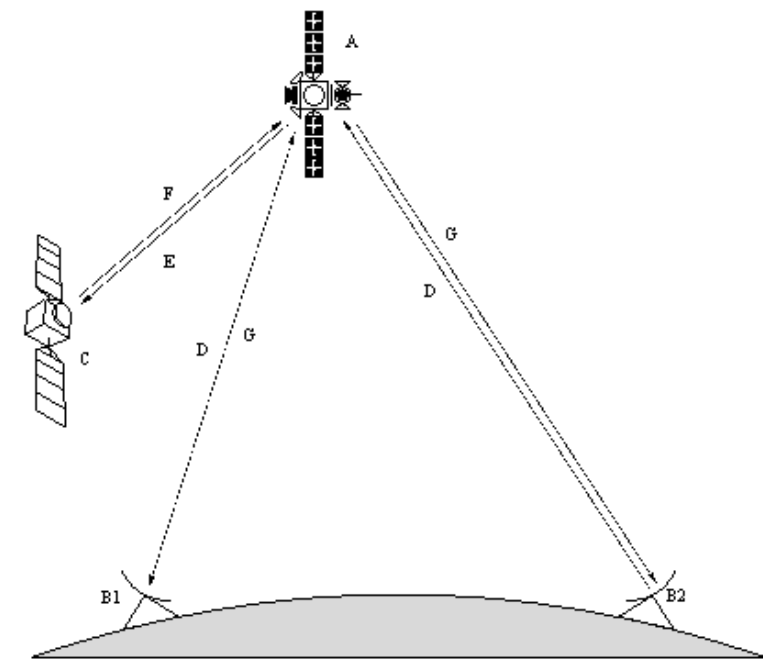
データ中継衛星システムの特徴

Rec. ITU-R SA.1626-1 Feasibility of sharing between the space research service (space-to-Earth) and the fixed and mobile services in the band 14.8-15.35 GHz 14.8-15.35 GHz帯のSRS(宇宙から地球)と固定業務及び移動業務との共用可能性

Rec. ITU-R SA.2141-0 Characteristics of space research service systems in the frequency range 14.8-15.35 GHz

14.8-15.35 GHz帯のSRSの特徴

FIGURE 1
Hypothetical reference system for data relay satellite network/systems



- A: Data relay satellite (DRS)
- B1, B2: DRS earth stations using different frequencies
- C: DRS user spacecraft
- D: Forward feeder link
- E: Forward inter-orbit link (IOL)
- F: Return inter-orbit link (IOL)
- G: Return feeder link

3.6 データ中継衛星関連(続き)

Rec. ITU-R SA.510-3 Feasibility of frequency sharing between the space research service and other services in bands near 14 and 15 GHz Potential interference from data relay satellite systems

14及び15 GHz付近周波数帯のSRSと他システムの周波数共用可能性 データ中継衛星システムからの潜在的干渉

Rec. ITU-R SA.1155-2 Protection criteria related to the operation of data relay satellite systems

データ中継衛星システム運用に関する保護基準

概要：各リンク毎の保護基準として以下のシステムノイズ電力スペクトル密度に対する干渉電力スペクトル密度の比 I/N、及び時間率0.1%を超えないことを規定。（時間率の分母はcontact time）

フォワード衛星間リンク -10(dB), リターン衛星間リンク -10(dB),
フォワードフィーダリンク -6(dB), リターンフィーダリンク -6(dB)

Rec. ITU-R SA.1274 Criteria for data relay satellite networks to facilitate sharing with systems in the fixed service in the bands 2 025-2 110 MHz and 2 200-2 290 MHz

2 025-2 110 MHz 及び 2 200-2 290 MHz帯におけるデータ中継衛星ネットワークのFSSとの共用基準

Rec. ITU-R SA.1275 Orbital locations of data relay satellites to be protected from the emissions of fixed service systems operating in the band 2 200-2 290 MHz

2 200-2 290 MHz帯で運用されるFSS放射から保護されるデータ中継衛星の軌道上の位置

Rec. ITU-R SA.1276 Orbital locations of data relay satellites to be protected from the emissions of fixed service systems operating in the band 25.25-27.5 GHz

25.25-27.5 GHz帯で運用されるFSS放射から保護されるデータ中継衛星の軌道上の位置

3.7 光通信関連

Rec. ITU-R P.1621-2 Propagation data required for the design of Earth-space systems operating between 20 THz and 375 THz

20～375THzで運用される地球-宇宙システム設計に必要な伝搬データ

Rec. ITU-R P.1622-1 Prediction methods required for the design of Earth-space systems operating between 20 THz and 375 THz

20～375THzで運用される地球-宇宙システム設計に必要な伝搬予測方法

Rec. ITU-R SA.1742 Technical and operational characteristics of interplanetary and deep-space systems operating in the space-to-Earth direction around 283 THz

283THz付近の宇宙から地球方向で運用される惑星間及び深宇宙システムの技術上及び運用上の特性
(深宇宙光通信)

Rec. ITU-R SA.1805 Technical and operational characteristics of space-to-space telecommunication systems operating around 354 THz and 366 THz

354 THz 及び 366 THz付近の衛星間通信システムの技術上及び運用上の特性

概要：OICETS（運用終了）の光通信特性をまとめたもの。

補足：無線通信規則(RR 1.5)では電波の周波数範囲が3 000 GHz(3THz)までとなっている。

radio waves or hertzian waves: Electromagnetic waves of frequencies arbitrarily lower than 3 000 GHz, propagated in space without artificial guide.

一方国際電気通信連合憲章* 第12条の無線通信部門の任務には、周波数範囲を問わず研究を行うことが含まれる。
By carrying out studies without limit of frequency range and adopting recommendations on radiocommunication matters.

* CONSTITUTION OF THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION

<https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>

4. SFCGの概要

4.1 SFCGの概要

Space Frequency Coordination Group (SFCG)の概要

創設1980年 事務局ESA メンバー機関35 オブサーバ機関12

Webサイト管理NASA Webサイト <https://www.sfcgonline.org/home.aspx>

SFCG加盟資格：

SFCG決議 A3-1R3 Admission of new SFCG Membersに規定。

メンバーになれるのは国立あるいは国際宇宙機関のみ。

オブサーバについては**SFCG決議 A34-1R1 SFCG Observers**に規定。

活動内容:

SFCG決議 A6-1R2 Terms of Reference of the Space Frequency Coordination Group に規定。

SFCGは相互に関心を持つ周波数管理に関する事項、特にITU無線通信規則で定義された以下の業務について多機関間で議論及び調整する場を提供する: 宇宙研究、宇宙運用、地球探査衛星、気象衛星、衛星間通信、無線測位衛星、宇宙機ミッションに関係する範囲の電波天文、レーダ天文。

SFCGの活動で合意された内容は決議、勧告、報告等ケースによって適切な形式で表される。

SFCGメンバーはSFCGの成果を自身の機関で考慮することを確実にするよう努力する。

4.2 SFCGの文書

SFCGの文書：

SFCG決議 A2-3R9 SFCG DOCUMENTATIONに規定。

入力文書

- discussion文書： SFCGでの議論に供するために提供された文書。
- information文書： SFCGメンバーの利用に資するために提供された文書だが、議論はされない。
- coordination文書： 他のメンバー機関との非公式調整を実施するため、SFCGメンバー機関によって提供された将来のミッション計画に関する文書。

出力文書

- **管理的決議**： SFCGの機能と運営について規定
- **決議**： SFCG内で取るべきアクションを規定
- **勧告**： SFCGメンバー機関や外部組織が取るべきアクションについて、SFCGによる提案を記述
- **報告**： おもにアクションアイテムのアウトプットに基づき、SFCGの関心事について詳細情報を提供
- **決定**： SFCG勧告のウェーバや、管理的決議、決議、勧告に根拠を求めることができない事項についての審議結果を記載

4.3 SFCGのメンバー及びオブザーバ

SFCGメンバー機関(機関数35) :

CONAE(Argentina)、**ASA**(Australia)、**CSIRO**(Australia)、**ASA**(Austria)、
AZERCOSMOS(Azerbaijan)、**INPE**(Brazil)、**CSA**(Canada)、**BITTT/CNSA**(China)、
CAST/CNSA(China)、**CMA/NSMC**(China)、**NSSC**(China)、**SATCOM/CNSA**(China)、
SRMC/CNSA(China)、**EGSA**(Egypt)、**EUMETSAT**(Europe)、**ESA**(Europe)、**CNES**(France)、
DLR(Germany)、**ISRO**(India)、**ASI**(Italy)、**JAXA**(Japan)、**NSA**(Malaysia)、**NASRDA**(Nigeria)、
KARI(Republic of Korea)、**ROSCOSMOS**(Russia)、**SANSA**(South Africa)、**INTA/INSA**(Spain)、
SSC(Sweden)、**TASA**(Taiwan)、**NSO**(Netherlands)、**NATIONAL SPACE AGENCY OF**
UKRAINE(Ukraine)、**MBRSC**(UAE)、**UKSA**(United Kingdom)、**NASA**(USA)、**NOAA**(USA)

オブザーバ(機関数12、全て国際機関) :

CCSDS、CEOS、CGMS、CRAF、EUMETNET、IEEE GRSS、IOAG、ITU-R/SG7、
ITWG TOVS/ATOVS、IUCAF、SKAO、WMO

4.4 SFCGの分科会構成

SFCGの分科会構成

SWG-1 : SFCG運営、WRC議題対応等。

SWG-2 : 衛星運用、データ伝送関連。

SWG-3 : 受動及び能動センサー関連。

SWG-4 : ミッション調整関連。

LMSG : 月火星周波数関連。

地球探査衛星業務関連は主にこのSWGで議論される。
データ伝送はSWG-2で議論。

4.5 非SFCGメンバーへのSFCG決議・勧告の奨励

SFCG決議 A36-1R1 APPLICATION OF SFCG RECOMMENDATIONS AND RESOLUTIONS TO SPACE SCIENCE MISSIONS OPERATED BY NON-SFCG ORGANIZATIONS

概要：以下を決議。

- (1) 非SFCGメンバー機関が宇宙科学用周波数を利用する場合、SFCGメンバー機関は、適用可能な勧告及び決議を周知し、可能な限りその順守を奨励すること；
- (2) SFCGメンバー機関による非SFCGメンバー機関のミッションへの支援条件として関連するSFCG勧告及び決議の順守を要求すること；
- (3) SFCGメンバー機関は非SFCGメンバー機関による宇宙科学用周波数利用を支援する場合、あるいはそれについて知った場合、SFCGの年次会合で報告すること。

4.6 SFCGミッション調整の概要

SFCGミッション調整の意義：

- 事業者間調整のうち宇宙機関間の調整は、ほとんどの場合で、主管庁間を介さずにSFCGのミッション調整で済む。

ミッション調整フロー概要：

- (1) 宇宙機関間のミッション調整手順は、**SFCG決議 A12-1R3 Establishment of Procedures for Interagency Frequency Coordination** に基づき行う。
- (2) FAR(Frequency Assignment Requirement) を用いてミッション調整を各機関に依頼するとともに、SFCG DBへ諸元を登録する。
- (3) 各機関と連絡を取り合い、最終的に調整合意を得る。

5. 地球探査衛星業務(EESS)関連のSFCCG決議・勧告の概要

5.0 SFCG勧告等のダウンロード

SFCG決議、勧告、報告は以下のサイトのResourcesのプルダウンメニューからダウンロードできる。（ログイン不要）

<https://www.sfcgonline.org/home.aspx>

例えば、勧告であればResourcesのプルダウンメニューからRecommendationsをクリックすると一覧が表示され、対象の勧告文書のWordかPDFのアイコンをクリックするとダウンロードされる。

5.1 S帯宇宙運用業務SOS関連

SFCG決議 17-1R2 Protection of Space Science Services from Terrestrial Service systems in the Bands 2025-2110 MHz and 2200-2290 MHz

概要：SFCGメンバーが主管庁に2025-2110 MHz及び2200-2290 MHz帯の運用がSpace Science Servicesにとって非常に重要であることを考慮するよう働きかけることを決議。

SFCG決議 24-1R2 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2200-2290 MHz Band

概要：地球局や衛星間通信可視外では2200-2290 MHz帯の送信を止めるよう設計すること、可能な限り帯域幅を6.2 MHz以内に抑えること、低サイドローブの地球局アンテナや衛星間通信を使用すること、25.5-27.0 GHz帯等の高レート伝送の帯域使用を検討することを決議。

SFCG決議 27-1R1 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2025-2110 MHz Band

概要：衛星や衛星間通信可視外では2025-2110 MHz帯の送信を止めるよう設計すること、帯域幅を最小限に設計すること、低サイドローブの地球局アンテナや衛星間通信を使用すること、2025-2110 MHz帯の代替となる帯域使用を検討することを決議。

5.1 S帯宇宙運用業務SOS関連

SFCG決議 17-1R2 Protection of Space Science Services from Terrestrial Service systems in the Bands 2025-2110 MHz and 2200-2290 MHz

概要：SFCGメンバーが主管庁に2025-2110 MHz及び2200-2290 MHz帯の運用がSpace Science Servicesにとって非常に重要であることを考慮するよう働きかけることを決議。

SFCG決議 24-1R2 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2200-2290 MHz Band

概要：地球局や衛星間通信可視外では2200-2290 MHz帯の送信を止めるよう設計すること、可能な限り帯域幅を6.2 MHz以内に抑えること、低サイドローブの地球局アンテナや衛星間通信を使用すること、25.5-27.0 GHz帯等の高レート伝送の帯域使用を検討することを決議。

SFCG決議 27-1R1 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2025-2110 MHz Band

概要：衛星や衛星間通信可視外では2025-2110 MHz帯の送信を止めるよう設計すること、帯域幅を最小限に設計すること、低サイドローブの地球局アンテナや衛星間通信を使用すること、2025-2110 MHz帯の代替となる帯域使用を検討することを決議。

5.1 S帯宇宙運用業務SOS関連（続き）

SFCG勧告 4-3R3 Utilization of 2 GHz Band by Space Operation

概要：tracking、telemetry及びtelecommand (TTC) に使用できるSOSの2025-2110 及び 2200-2290 MHz 帯は、SRS、EESSとも共用され非常に混雑しているため、SRS、EESS以外の業務における2025-2110 及び 2200-2290 MHz 帯の使用について次の通り勧告。

1. 宇宙科学業務以外の静止衛星システムは2025 - 2110 及び 2200 - 2290 MHz帯以外のミッションバンドを使用すること、もし打上げ、軌道投入、緊急運用に、この帯域のTTCを使用する場合は衛星一機あたり単一の周波数ペアを使用すること。
2. 2025 - 2110 及び 2200 - 2290 MHz帯TTCを使用する宇宙科学業務以外の静止衛星システムはTable 1 に準拠すること。
3. 宇宙科学業務以外の非静止衛星システムはTTCにこの帯域を使用しないこと。

TABLE I Typical System Parameters for Space Operations of Geostationary Satellites at 2 GHz

<u>MODE</u>	<u>SYSTEM PARAMETERS</u>	<u>VALUE</u>
Reception at earth stations	Telemetry bandwidth	100 kHz
	Tracking bandwidth	400 kHz
	G/T earth station	20 dB/K
Transmissions from earth stations	Telecommand bandwidth	100 kHz
	Tracking bandwidth	400 kHz
	EIRP, earth station	65 dBW

SFCG勧告 12-5R3 Limitations on Earth-Space Link Power Levels in the 2025-2110 MHz Band

概要：2025-2110 MHz帯の地球局EIRP(等価等方輻射電力)を削減するため、地球局送信機がミッション要求を満たす最低出力に調整可能であること、アンテナ3dBビーム幅が1度以下であること、ITU-R勧告SA.509またはITU-R勧告S.465 またはRR Appendix 8 Annex 3のアンテナ仕様要求に準拠すること、宇宙機設計者は最小 P_c/N_o (搬送波信号成分電力と雑音電力密度の比)、最小 E_b/N_o (1 ビットあたりのエネルギーと雑音電力密度の比)及び宇宙機受信機の要求する最小信号に関して同一マージンを提供することを勧告。

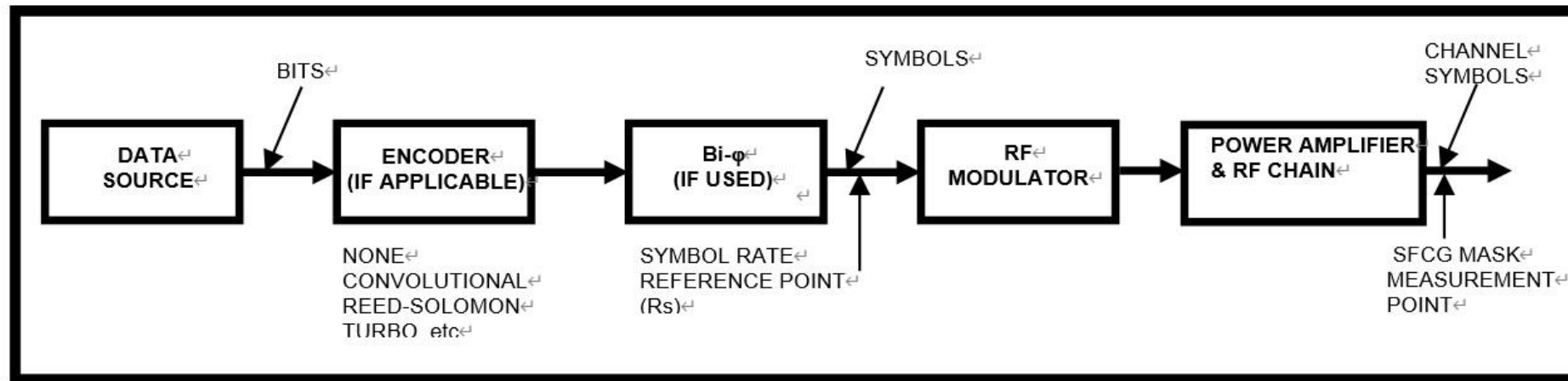
5.2 地球探査衛星業務EESS関連(データ伝送)

SFCG 勧告21-3R1 USE OF SUB-CARRIERS FOR SPACE SCIENCE SERVICES ON SPACE-TO-EARTH LINKS: CATEGORY A

概要：ここでは宇宙研究業務SRS, 地球探査衛星業務EESS, 宇宙運用業務SOSを集合的にSpace Science Servicesと呼んでいる。

搬送波抑圧変調方式、高効率な変調方式を推奨。副搬送波の使用はシンボルレートが60 ks/s以下でどうしても必要な場合に限定。

Figure 1: Modulation Definitions



5.2 地球探査衛星業務EESS関連(データ伝送)(続き)

SFCG勧告 21-2R5 EFFICIENT SPECTRUM UTILISATION FOR SPACE RESEARCH SERVICE (CATEGORY A) AND EARTH EXPLORATION-SATELLITE SERVICE ON SPACE-TO-EARTH LINKS

概要：データ伝送における効率的な搬送波抑圧変調方式を推奨（搬送波残留方式のPCM/PSK/PMはSFCG勧告21-3R1準拠）、2 Ms/s以下はLow Rate Maskを、2 Ms/sを超える場合はHigh Rate Maskを適用。また2020年以降打上げのプロジェクトには25.5-27.0 GHz帯の使用を推奨。

Figure 1: Spectral Emission Masks

SPECTRAL EMISSION LIMITS

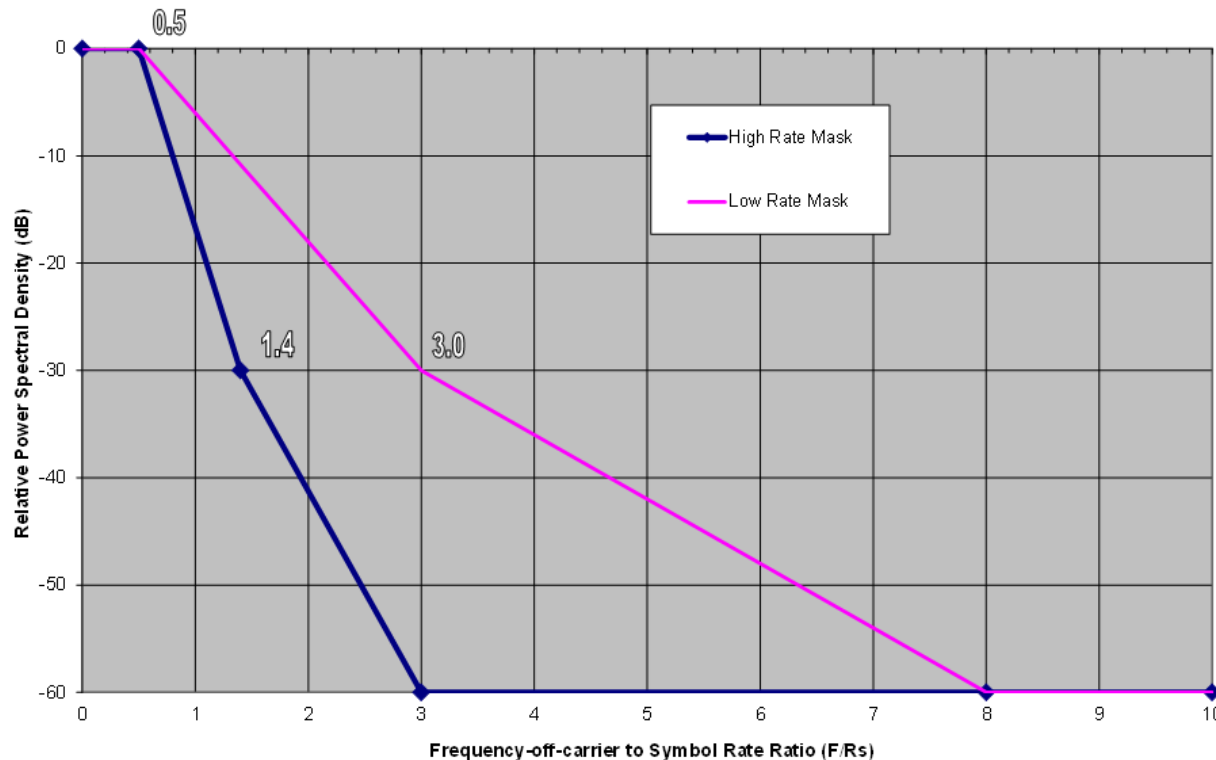


Figure 2: Non Spectrum Modifying Modulation Definitions

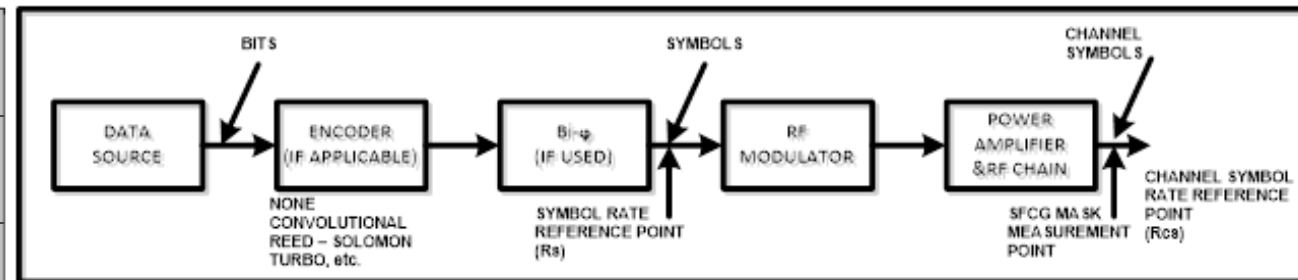
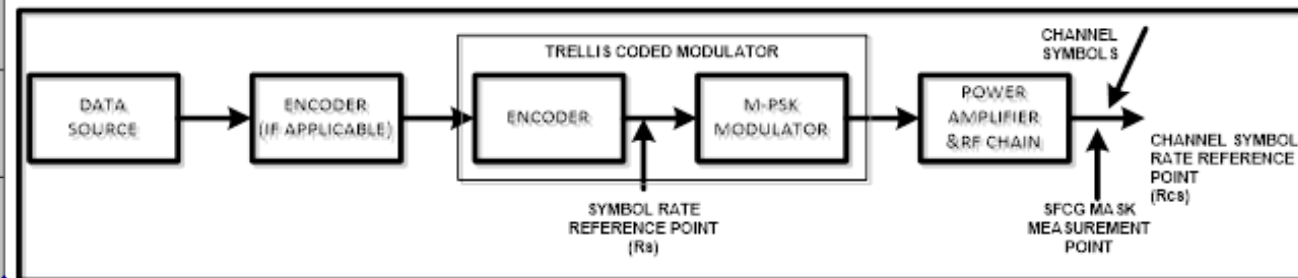


Figure 3: Trellis-Coded Modulation Definitions



SFCG 勧告 14-3R10 Use of the 8025-8400 MHz Band by Earth Exploration Satellites

概要：以下を勧告。

1. 電波放射は地球局へのデータ伝送時のみとすること
2. 太陽同期軌道の位相は早い調整段階からSFCG 決議A12-1最新版準拠を考慮すること
3. 低サイドローブの高利得アンテナの使用を推奨。高利得アンテナが使用できない場合はオムニアンテナではなく、isoflux アンテナ（地球周回衛星と地上局方向との距離変化に応じた自由空間損失変動量を補正する放射特性を持つアンテナ）を使用すること
4. broadcast モードは避けること、避けられない場合は8025-8400 MHz帯の半分の低い側の周波数帯の使用を検討すること
5. 将来のEESS ネットワークは均質な運用環境維持のため 既存のネットワークの特性を考慮すること
6. 指向性アンテナを用いる地球観測衛星は、緯度 55 度より大きい、または-55 度より小さい領域に限り、8025～8400 MHz帯のいかなる4 kHz幅においても最大電力束密度が-145 dB(W/m²)を超えてはならない
7. isoflux アンテナを用いる地球観測衛星は、8025～8400 MHz帯のいかなる4 kHz幅においても最大電力束密度が-150 dB(W/m²)を超えてはならない
8. 指向性、Isofluxアンテナ以外のアンテナを用いる地球観測衛星は、8025～8400 MHz帯のいかなる4 kHz幅においても最大電力束密度は-147 dB(W/m²)を超えてはならない
9. 2017年1月1日以後に関与された地球探査衛星は上記勧告6, 7及び8に準拠すること

5.3 地球探査衛星業務EESS関連(X帯ダウンリンク)(続き)

SFCG 勧告 14-3R10 Use of the 8025-8400 MHz Band by Earth Exploration Satellites (続き)

10. 帯域・電力の効率的な変調・符号化方式を使用し, また隣接帯域干渉、均質なPFD(電力束密度)環境保持に関するSFCG勧告21-2を考慮すること
11. 8025-8400 MHz帯の高データレートEESSリンクに適用可能な場合、仰角等で通信速度を切替える可変符号化変調 (VCM) 実装を考慮すること
12. 偏波分離、地球局離隔距離等の他の干渉低減技術を考慮すること
13. 地球局干渉低減のため, ITU-R 勧告S.465 または ITU-R 勧告S.580に規定された性能の地球局アンテナ、できれば直径4.5 m以上のアンテナを使用すること;
14. 運用調整の必要性を最小化するため地球探査衛星は8400 – 8450 MHz帯の深宇宙干渉基準 ITU-R 勧告 SA.1157を超える最大不要放射を防ぐ適切な技術: 搭載系フィルタ, EESS局と深宇宙局の離隔距離を大きくとること, 低サイドローブ変調, 上記勧告1~13のうち一つ以上の適切な技術を使用すること
15. 可能な場合は25.5-27.0 GHz 帯の使用を推奨;
16. EESS ミッション間の運用調整やEESS ミッションから深宇宙地球局への運用調整は最終手段とすること
17. 搭載系RF パワーアンプは送信電力が調節可能であること

5.4 地球探査衛星業務EESS関連(X帯アップリンク)

SFCG勧告 39-1 Interference Mitigation Techniques for EESS Systems Planning to Operate in the 7190-7250 MHz Band

概要：以下を勧告。

1. 7190-7250 MHz帯EESS 地球局は対象宇宙局が非可視時に送信してはならない。
2. 7190-7250 MHz帯EESSシステムは必要帯域幅をリンクあたり最大4 MHz以下に最小化する設計を行うこと。
3. 搬送波抑圧変調方式地球局位置ダイバーシティ、地球局アンテナゲイン増大、地球局アンテナサイドローブ低減等の干渉低減策を講ずること。
4. 高信頼度や高データレートが要求されるSRS衛星システムやEESS衛星システムとの調整状況において、新規EESS衛星システムは7235-7250 MHz帯を使用すること。

SFCG勧告 39-2 Limitations on Earth-Space Link Power Levels in the EESS 7190-7250 MHz Band

概要：以下を勧告。

1. 地球-宇宙リンクのEIRP(等価等方輻射電力)は宇宙機の安全な運用のため以下であること
 - 地球局送信機はミッション要求を満たす最低出力に調整可能であること、
 - サイドローブレベル及び送信機出力を下げ、必要なEIRPを得るためアンテナ直径は7.3m以上であること

*送信機出力が以下の値より同じか小さい場合、アンテナ直径は5.0mでもよい:

 - a) 20 W (アンテナ入力端) または
 - b) 100 W (アンテナ入力端) 打上げ及び初期運用フェーズ及び緊急運用時のみ
2. 送信アンテナは最低限Rec. ITU-R勧告S.465のアンテナパターンに準拠すること
3. 宇宙機機器設計者は最小 P_c/N_o (搬送波信号成分電力と雑音電力密度の比), 最小 E_b/N_o (1 ビットあたりのエネルギーと雑音電力密度の比)及び宇宙機受信機の要求する最小信号に関して同一マージンを提供すること

5.5 地球探査衛星業務EESS関連(センサー干渉報告)



SFCG決議 A32-1 Inter-Member Cooperation in Resolving Interference to EESS (Passive) and EESS (Active) Operations

概要：以下を決議。

1. SFCGメンバーは他のSFCGメンバーから能動または受動センサーに許容できない干渉を受けた場合、SFCGメンバーの主管庁に支援を求めるため、オンラインのSFCGメンバーリスト上の調整代表者にコンタクトできる
2. コンタクトを受けたSFCGメンバーはできる限り支援し、問題を主管庁に報告すること

SFCG決議 A36-2R2 Reporting of Radio Frequency Interference to Earth Exploration-Satellite Service (passive) Sensors

概要：以下を決議。

1. EESS (受動)及びEESS (能動)センサー運用を行うSFCGメンバーは、干渉発生を通知してきた主管庁が干渉発生源の国の主管庁から電波干渉の解決策を得られるよう、有害な干渉事例を報告するにあたり実際的な手段を取ること
2. SFCGメンバーは主管庁経由で、干渉を与える送信局を管轄する主管庁及びITU-R事務局に情報と可能な支援を依頼するために干渉事例をSatellite Interference Reporting and Resolution System (SIRRS)を用いて報告する際に、ITU-R勧告RS.2106付録様式を使用すること
3. SFCGメンバーは次回のSFCG会合に干渉報告活動に関する入力文書を提出すること
4. 求めに応じてSFCGメンバーは可能な範囲で主管庁の管轄領域における干渉事例を送付する際に支援すること

5.6 地球探査衛星業務EESS関連(受動センサの保護)

SFCG決議 5-9R1 Protection of Frequency Bands Allocated to Passive Sensing and Radio Astronomy

概要：以下を決議。

1. メンバー機関は原則として電波天文、SRS(受動)、EESS(受動)に分配された周波数帯に放射するミッションを実施しない。
2. メンバー機関は受動業務に配分された周波数帯に放射するプロジェクト提案があった場合は、IUCAFに通知する。また関心のある科学組織の定期刊行物に詳細を公表する。
3. 科学コミュニティは周波数選定が最終化される前に、提案された電波放射に関するコメントを提出するよう奨励される。
4. メンバー機関は受動業務に限定された周波数帯に放射するミッションを実施しない。

SFCG勧告 18-1 Use of Bands 31.3-31.8 GHz and 36-37 GHz for EESS passive Sensing

概要：以下を勧告。

1. 31.3 – 31.8 GHz の分配は EESS (受動)のために、能動業務への1次分配の追加無しに維持すること；
2. 36 – 37 GHz の分配はEESS (受動)のために維持すること；
3. 将来, 36-37 GHz帯の帯域幅削減が現実的になった場合、削減された帯域の中心周波数は36.5 GHzであること。

5.7 地球探査衛星業務EESS関連(432-438 MHz帯能動センサ)

SFCG決議 23-3 Use of the Allocation for EESS (active) in the Band 432-438 MHz

概要：以下を決議。

- 1) SFCGは 公式のSFCGウェブサイトを通じて、メンバー機関が前もって運用スケジュール情報及びセンサカバレッジ情報を利用できるよう、かつ最新化できるよう、自由に開かれた手段を提供する。
- 2) メンバー機関は432 – 438 MHz帯の2次分配を利用する衛星搭載能動センサミッション及び関連キャンペーンに関する運用スケジュール情報及びセンサカバレッジ情報をSFCG ウェブコーディネータに提出する。
- 3) メンバー機関はそのような能動センサミッションに関する運用スケジュール情報及びセンサカバレッジ情報を最新のものに維持する。
- 4) メンバー機関は打上げの**コマンドや指令破壊の通信の保護**を確実にするため、付録の調整要領を利用する。
- 5) SFCGは 電波天文コミュニティに432 – 438 MHz帯能動センサから**電波天文の406.1 – 410 MHz帯への潜在的な不要放射に関する注意を喚起する。**

5.8 地球探査衛星業務EESS関連(1,215-1,300 MHz 帯能動センサ)



SFCG決議 A35-1 Inter-Agency Coordination of EESS (Active) Operations for Protection of RNSS Receivers Operating In the 1 215-1 300 MHz Frequency Band

概要：以下を決議。

1. 1,215-1,300 MHz 帯EESS (能動)センサの運用を計画しているSFCGメンバは本決議の付録の様式を用いて、使用開始の少なくとも18か月前までにはSFCG会合に技術情報を提出すること。
2. 決議1で特定されたSFCGメンバは付録に記載されたセンサ運用のパラメータを1,215-1,300 MHz 帯EESS (能動)センサの運用を行う他のSFCGメンバに提供すること。
3. 決議1及び2で特定されたSFCGメンバは決議1で特定されたSFCGメンバの計画されたEESS (能動)センサおよび決議2で特定されたSFCGメンバの既存の運用中のEESS (能動)センサからなる複数のEESS (能動)センサからRNSS受信機への同時照射による集積された干渉を評価する目的でSFCGへ寄与文書を提出すること。
4. 決議1及び2で特定されたSFCGメンバはRNSS受信機を集積された干渉から守るため、可能な全ての方策を取ること。
5. 関連すれば決議1で特定されたSFCGメンバの主管庁によって、無線通信規則第9条に基づく調整を含む議論の目的で決議3に整合した方策を取っても良い。

補足：無線航行衛星業務 radionavigation-satellite service (RNSS)

5.9 地球探査衛星業務EESS関連(94 – 94.1 GHz帯能動センサ)

SFCG決議 24-2 Use of the Allocation for EESS (active) in the Band 94 - 94.1 GHz

概要：以下を決議。

1. SFCGは 公式のSFCGウェブサイトを通じて、メンバー機関が前もって運用スケジュール情報を利用できるよう、かつ最新化できるよう、自由に開かれた手段を提供する；
2. メンバー機関は94 – 94.1 GHz 帯の1次分配を利用する衛星搭載能動センサミッションに関する運用スケジュール情報をSFCG ウェブコーディネータに提出する；
3. メンバー機関はそのような能動センサミッションに関する運用スケジュール情報を最新のものに維持する；
4. メンバー機関及びIUCAFは**94 – 94.1 GHz 帯の電波天文業務保護**を確実にするため、付録1の相互の計画要領を利用する。

SFCG勧告 33-1R1 Protection of Space Research Links in the 8 400 – 8 450 MHz and 8 450 – 8 500 MHz Bands from Unwanted Emission of EESS (Active) Systems Operating around 9.6 GHz

概要：以下を勧告。

1. EESS (能動) 衛星は8 400 – 8 500 MHz帯への帯域外放射を低減し、カテゴリB、ラグランジュ、月ミッションを支援するSRS地球局受信機の飽和の可能性を低減し損傷を避けSRSカテゴリBミッションのクリティカルイベントへの干渉を避けるため、付録に記述された方法を利用すること。
2. もし付録に記述された方法の利用が勧告1に記述されたダメージ、飽和、干渉の解消に適切でない場合、EESS (能動)、カテゴリB、ラグランジュ、月ミッションの運用者は残存するイベントを予測し低減するための運用調整を行うこと。
3. 運用調整を実施するため、EESS (能動)、カテゴリB、ラグランジュ、月ミッションの運用者は日々最新の軌道、アンテナ指向、クリティカルイベントスケジュールを含むそれぞれの運用の軌道や通信特性を共有すること。

5.11 衛星間通信業務ISS関連

SFCG決議 A30-1R1 Assistance in the Assignment of CDMA Codes to Data Relay Satellite Missions in the 2 GHz Bands (2025-2110 MHz AND 2200-2290 MHz)

概要：SFCGメンバー機関は本決議に付属する様式CDMA Code Request Formを用いて NASA/GSFCにDRSミッションのための2025-2110 MHz 及び 2200-2290 MHz帯の符号分割多元接続（CDMA）コード選定支援を依頼できる。

SFCG決議 14-1R2 Use of the Inter-Satellite Service (ISS) 23 GHz Band

概要：DRS以外のシステムによる22.55 - 23.55 GHz帯ISSリンク使用を避けるよう主管庁に働きかけることを決議。

SFCG決議 16-1R3 Sharing Between DRS and Prox Link Communication Systems and High Pop. Density Point-to-Multipoint Fixed Systems in the Vicinity of 26 GHz

概要：以下を考慮して宇宙システムを干渉から保護する実用的な手順を研究することを決議。

- － 地平線以上の角度の高密度対多地点固定無線業務送信機からの集合EIRP
- － ITU-R勧告 F.1509 及びF.1249は当該固定無線システムネットワークの将来の展開密度の妥協的な見積に基づいていること

補足：衛星間通信は衛星間通信業務(ISS)の他にも、SRS、EESS、FSS、MSS、RNSSの(space-space)リンクでも使用可能。

5.11 衛星間通信業務ISS関連(続き)

SFCG勧告 6-1R5 Interference from Space-to-Space Links Between Non-Geostationary Satellites to Other Space Systems in the 2025 - 2110 and 2200 - 2290 MHz Bands

概要：2025 - 2110 及び 2200 - 2290 MHz帯の非静止衛星間通信については他システムへの干渉の可能性を避けるため CCSDS勧告の変調方式、符号化方式を使用し、パワースペクトル密度を低減することを推奨。

補足：CCSDS勧告のHP <https://public.ccsds.org/Publications/BlueBooks.aspx>

SFCG勧告 13-3R3 Data Relay Satellite Channel Plans for the 23 and 26 GHz Bands

概要：22.55 - 23.55 GHz帯フォワード衛星間リンクチャンネル中心周波数、25.25 - 27.50 GHz帯リターン衛星間リンクチャンネル中心周波数、トラッキングビーコン周波数等についての勧告。

補足：旧SNIP(活動休止) Ka帯勧告(NASA、ESA、旧NASDAのデータ中継衛星Ka帯に関する勧告)をSFCGが継承・更新した勧告

SFCG勧告 15-2R4 Use of the Band 25.25 - 27.5 GHz for Inter-Satellite (Data Relay Satellite and ISS Proximity Links)

概要：25.25-27.5 GHz 帯を使用するDRSシステムは25.25-25.60 GHz帯及び 27.225-27.5 GHz帯近傍通信を使用するユーザとのリターンリンク中心周波数に25.60 GHz 及び 27.35 GHz の配分を避けること、25.25 27.5 GHz帯における近傍通信リンクの実装は25.25-25.60 GHz 帯及び27.225-27.5 GHz帯に制限することを勧告。

5.12 光通信関連

SFCG決議 20-2R3 Optical Communications

概要：以下を決議。

1. 光通信システムを開発中あるいは使用を検討中のSFCGメンバーはSFCG研究に貢献すること。
2. SFCGはIUCAFを通じて国際天文学連合 (IAU) に宇宙機の光通信の急増について注意喚起すること。

補足：無線通信規則(RR 1.5)では電波の周波数範囲が3 000 GHz(3THz)までとなっている。

radio waves or hertzian waves: Electromagnetic waves of frequencies arbitrarily lower than 3 000 GHz, propagated in space without artificial guide.

一方国際電気通信連合憲章* 第12条無線通信部門の任務には、周波数範囲を問わず研究を行うことが含まれる。
By carrying out studies without limit of frequency range and adopting recommendations on radiocommunication matters.

* CONSTITUTION OF THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION

<https://www.itu.int/en/council/Documents/basic-texts/Constitution-E.pdf>

(参考)SFCG管理的決議リスト(1/2)

SFCG決議 A2-1R5	Date and Place of SFCG Meetings
SFCG決議 A2-2R1	Language of the SFCG
SFCG決議 A2-3R9	SFCG Documentation
SFCG決議 A3-1R3	Admission of New SFCG Members
SFCG決議 A6-1R2	Terms of Reference of the Space Frequency Coordination Group
SFCG決議 A8-1R1	Intersessional Working Groups
SFCG決議 A8-4R4	Action Items
SFCG決議 A10-1R2	Waivers to SFCG Recommendations
SFCG決議 A11-1R4	Adoption and Revision of SFCG Recommendations
SFCG決議 A12-1R3	Establishment of Procedures for Interagency Frequency Coordination
SFCG決議 A12-3R3	SFCG Silver Pin Award for Meritorious Service
SFCG決議 A14-1R2	Rights and Obligations of Member Agencies Relevant to Composition of their Delegations at SFCG Meetings
SFCG決議 A14-2R2	Working Methods of Intersessional Working Groups
SFCG決議 A19-1R7	SFCG Meeting Input Documents
SFCG決議 A21-1R4	Assistance in the Assignment of Frequencies to Deep Space Missions (Category B)

(参考)SFCG管理的決議リスト(2/2)



- SFCG決議 A21-2R5 SFCG Satellite Database Update Information
- SFCG決議 A23-1R2 SFCG Member Emeritus
- SFCG決議 A24-1 Assistance in the Assignment of Frequencies to Active Remote Sensing Missions in the Mars Region
- SFCG決議 A24-2 SFCG Member Recognition
- SFCG決議 A26-1R9 Lunar and Martian Interoperability and Spectrum Coordination
- SFCG決議 A30-1R1 Assistance in the Assignment of CDMA Codes to Data Relay Satellite Missions in the 2 GHz Bands (2025-2110 MHz AND 2200-2290 MHz)
- SFCG決議 A30-2 SFCG Website
- SFCG決議 A32-1 Inter-Member Cooperation in Resolving Interference to EESS (Passive) and EESS (Active) Operations
- SFCG決議 A34-1R1 SFCG Observers
- SFCG決議 A35-1 Inter-Agency Coordination of EESS (Active) Operations for Protection of RNSS Receivers Operating In the 1 215-1 300 MHz Frequency Band
- SFCG決議 A36-1R1 Application of SFCG Recommendations and Resolutions to Space Science Missions Operated by Non-SFCG Organizations
- SFCG決議 A36-2R2 Reporting of Radio Frequency Interference to Earth Exploration-Satellite Service (passive) Sensors
- SFCG決議 A40-1 Assistance in the Assignment of Frequencies to Missions in the Lunar Region

(参考)SFCG技術的決議リスト(1/2)



- SFCG決議 5-9R1 Protection of Frequency Bands Allocated to Passive Sensing and Radio Astronomy
- SFCG決議 5-10R1 Interference to Data Collection Systems Operating in the 401-403 MHz Frequency Band Allocated to the Meteorological-Satellite Service and the Earth Exploration-Satellite Service
- SFCG決議 14-1R2 Use of the Inter-Satellite Service (ISS) 23 GHz Band
- SFCG決議 14-3R1 Microwave Powered High Altitude Relay Platforms
- SFCG決議 15-2R4 Suitable Allocations for Radio Astronomy Observations in Space
- SFCG決議 15-5R2 Wind Profiler Radar Systems in the Bands Near 1000 MHz
- SFCG決議 16-1R3 Sharing between Data Relay Satellite and Proximity Link Communication Systems and High Population Density Point-to-Multipoint Fixed Systems in the Vicinity of 26 GHz
- SFCG決議 17-1R2 Protection of Space Science Services from Terrestrial Service Systems in the Band 2025-2110 MHz and 2200-2290 MHz
- SFCG決議 18-5 SFCG Software Guidelines
- SFCG決議 19-1 Efficient Use of Spectrum in the 25.5 - 27 GHz and 37-38 GHz Bands
- SFCG決議 19-6R1 EESS Active Sensing Requirements Above 100 GHz
- SFCG決議 19-7R4 Use of the 7750-7900 MHz Band by Non-Geostationary Meteorological Satellites
- SFCG決議 20-2R3 Optical Communications

(参考)SFCG技術的決議リスト(2/2)

- SFCG決議 21-2R4 Requirements, Performance, and Protection Criteria for EESS (Passive) Sensors
- SFCG決議 21-3R4 Protection of EESS Sensors (Active and Passive) from Ultra Wideband Device and Short Range Device Emissions
- SFCG決議 23-2R1 Use of Synthetic Aperture Radars in the Band 5250-5570 MHz
- SFCG決議 23-3 Use of the Allocation for EESS (active) in the Band 432-438 MHz
- SFCG決議 23-5R2 Protection of Future Radio Astronomy Observations in the Shielded Zone of the Moon
- SFCG決議 24-1R2 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2200-2290 MHz Band
- SFCG決議 24-2 Use of the Allocation for EESS (active) in the Band 94 - 94.1 GHz
- SFCG決議 27-1R1 Interference Mitigation Techniques for Future Systems Planning to Operate in the 2025-2110 MHz Band
- SFCG決議 29-1 Passive Bands of Interest above 275 GHz
- SFCG決議 30-1 Basic General Partitioning and Sharing Conditions for the Band 401 - 403 MHz for Future Long-Term Coordinated Use of Data Collection Systems on Geostationary and Non-Geostationary Metsat and EESS Systems
- SFCG決議 43-1 SFCG Objectives for World Radiocommunication Conference
- SFCG決議 43-2 Coordination of EESS (active) and SRS (active) sensors

(参考)SFCG勧告リスト(1/3)

- SFCG勧告 4-3R3 Utilization of 2 GHz Band by Space Operation
- SFCG勧告 5-1R7 Use of the 8450-8500 MHz Band for Space Research, Category A
- SFCG勧告 6-1R5 Interference from Space-to-Space Links Between Non-Geostationary Satellites to Other Space Systems in the 2025 - 2110 and 2200 - 2290 MHz Bands
- SFCG勧告 6-2R2 Transponder Turnaround Frequency Ratios for Space Research, Category A, and Earth Exploration Satellite Services
- SFCG勧告 7-1R6 Transponder Turnaround Frequency Ratios and Radio Frequency Channel Plans for Space Research, Category B
- SFCG勧告 11-1R4 Use of the Band 1670-1710 MHz for Meteorological-Satellite Services
- SFCG勧告 12-2 Use of the 14.0 - 15.35 GHz and 16.6 - 17.1 GHz Bands for Space Research, Category A
- SFCG勧告 12-5R3 Limitations on Earth-Space Link Power Levels in the 2025-2110 MHz Band
- SFCG勧告 13-3R3 Data Relay Satellite Channel Plans for the 23 and 26 GHz Bands
- SFCG勧告 14-1R1 Protection of Deep-Space Research Earth Stations from Line-of-Sight Interference in the Bands 2290 - 2300 MHz, 8400 - 8450 MHz, and 31.8 - 32.3 GHz
- SFCG勧告 14-2R5 Use of the 37 - 38 GHz Space Research Service Allocation
- SFCG勧告 14-3R10 Use of the 8025-8400 MHz Band by Earth Exploration-Satellites
- SFCG勧告 15-1R3 Use of the 400.15-401 and 410-420 MHz Space Research Allocations for Proximity Links

(参考) SFCG勧告リスト(2/3)

- SFCG勧告 15-2R4 Use of the Band 25.25 - 27.5 GHz for Inter-Satellite (Data Relay Satellite and ISS Proximity Links)
- SFCG勧告 18-1 Use of Bands 31.3-31.8 GHz and 36-37 GHz for EESS passive Sensing
- SFCG勧告 18-2 Minimum Earth Station G/T Requirements for Reception of Non-Geostationary EESS in the 8025-8400 MHz Bands
- SFCG勧告 21-1 Spectrum Considerations for Formation Flying Systems
- SFCG勧告 21-2R5 Efficient Spectrum Utilization for Space Research Service (Category A) and Earth Exploration-Satellite Service on Space-to-Earth Links
- SFCG勧告 21-3R1 Use of Sub-Carriers for Space Science Services on Space-to-Earth Links; Category A
- SFCG勧告 22-1R4 Frequency Assignment Guidelines for Communications in the Mars Region
- SFCG勧告 23-1R4 Efficient Spectrum Utilization for Space Research Service, Deep Space (Category B), in the Space-to-Earth Link
- SFCG勧告 23-2 Assignment of Differential One-Way Ranging Tone Frequencies for Category B Missions
- SFCG勧告 24-1R1 Frequency Assignment Guidelines for Active Remote Sensing in the Mars Region
- SFCG勧告 27-1R1 Efficient Spectrum Utilization for Space Research Service, Deep Space (Category B), for Space-to-Earth Links in the 31.8-32.3 GHz Band
- SFCG勧告 29-1R1 Efficient Sharing of the 25.5 - 27.0 GHz Band between EESS (s-E) and SRS (s-E)
- SFCG勧告 29-2 Frequency Assignment Guidelines for Active Remote Sensing in the Lunar Region
- SFCG勧告 29-3 Emergency Communications for Manned Spaceflight

(参考) SFCG勧告リスト(3/3)

- SFCG勧告 30-1 Use of Differential One Way Ranging Tones in the 8400 8450 MHz Band for Category-B SRS Missions
- SFCG勧告 30-2 Efficient Use of the 25.5 - 27.0 GHz Frequency Band by Future Earth Exploration-Satellite Systems and Space Research Satellite Systems
- SFCG勧告 32-1 Methodology for the Computation of Aggregate Interference from the High Density Fixed Service (HD) to a Deep-Space Earth Station in 37-38 GHz Band
- SFCG勧告 32-2R5 Communication and Positioning, Navigation, and Timing Frequency Allocations and Sharing in the Lunar Region
- SFCG勧告 32-3 Protection Criteria for GSO Space Research Satellites in the 7190-7235 MHz Band
- SFCG勧告 33-1R1 Protection of Space Research Links in the 8 400 – 8 450 MHz and 8 450 – 8 500 MHz Bands from Unwanted Emission of EESS (Active) Systems Operating around 9.6 GHz
- SFCG勧告 39-1 Interference Mitigation Techniques for EESS Systems Planning to Operate in the 7190-7250 MHz Band
- SFCG勧告 39-2 Limitations on Earth-Space Link Power Levels in the EESS 7190-7250 MHz Band
- SFCG勧告 41-1 Efficient Spectrum Utilization for Space Research Systems in the Lunar Region
- SFCG勧告 42-1 Frequency channel plan for in-situ lunar data relay satellites

(参考)SFCG報告リスト(1/2)



- SFCG報告 29-1R2 Guidelines for Interference Risk Assessment between Earth Observation Satellites in the Band 8025-8400 MHz
- SFCG報告 30-1 Spectrum Requirements for Planned SRS Uplinks
- SFCG報告 31-1R6 Out-of-Band (OOB) Emission Measurement Data for Active Sensors in EESS (Active)
- SFCG報告 32-1R2 Passive Sensor Filter Characteristics
- SFCG報告 32-2R1 Sharing between RNSS and EESS (Active) in the 1215-1300 MHz Band
- SFCG報告 33-1R1 Interference Potential From Earth Exploration Satellite Service (Active) Scatterometer and SAR into ARNS Systems in 1215-1300 MHz Band
- SFCG報告 34-1R1 Worst Case Interference Levels From Mainlobe-To-Mainlobe Antenna Coupling of Systems Operating in the Radiolocation Service into Active Sensor Receivers Operating in the Earth Exploration-Satellite (Active) in the 35.5-36.0 GHz Band
- SFCG報告 34-2R2 Global RFI survey on EESS L-band Sensors (Active and Passive)
- SFCG報告 37-1R4 Analysis of Worst Case RFI Levels into EESS (Active) From 432 MHz to 238 GHz
- SFCG報告 37-2R2 Technical Information of EESS (Active) Sensors in the Band 1215-1300 MHz
- SFCG報告 38-1R3 Potential RFI to EESS (Active) Cloud Profile Radars in 94.0-94.1 GHz Frequency Band and EESS (Passive) Radiometers in the 86-92 GHz Frequency Band From Other Services

(参考) SFCG報告リスト(2/2)



- SFCG報告 39-2R4 Comparison of Maximum PFD Levels at Earth's Surface from EESS (Active) Systems with Burnout Levels of RAS Systems
- SFCG報告 39-3R1 Assisting SFCG Member Participation in Spectrum Management
- SFCG報告 40-1R3 SFCG Remote Sensing Information
- SFCG報告 40-2R1 Cross-Reference Between Generic Names Used in ITU-R Recommendations and Reports and Actual Names
- SFCG報告 41-1 Updated Analysis Results on Simultaneous Illumination Between NISAR and ALOS-2/4 L-Band Emissions
- SFCG報告 41-2 Global RFI Survey on Earth Exploration Satellite Service (Active) C-Band Sensors
- SFCG報告 41-3 Analysis of Worst Case RFI Levels Affecting EESS (Passive) Sensors From 1.4 - 252 GHz
- SFCG報告 42-1 Potential Impact of Geostationary Satellites on Links of SRS Missions in the 25.5-27.0 GHz Band
- SFCG報告 42-2 Guidelines for Interference Risk Assessment Involving Earth Observation Satellites in the 7190-7250 MHz EESS (Earth-to-space) Band
- SFCG報告 43-1 Impact of L-Band EESS (active) emissions from NISAR and ALOS-2/4 upon FAA ARSR and GPS/WAAS receivers
- SFCG報告 43-2 Time duration analyses of excessive interference from a characteristic 45 MHz spaceborne radar sounder
- SFCG報告 43-3 RFI occurrences due to earth surface reflections