

情報通信審議会 情報通信技術分科会  
衛星通信システム委員会報告  
(案)

諮問第 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

「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」



情報通信審議会 情報通信技術分科会  
衛星通信システム委員会 報告

目 次

I	検討事項	3
II	委員会及び作業班の構成	3
III	検討経過	3
IV	検討概要	4
1	システム概要	4
1.1	提供されるサービス	6
1.2	利用形態	6
2	他の無線システムとの周波数共用について	9
2.1	周波数使用状況	9
2.2	他のシステムとの周波数共用	10
2.2.1	電波天文	10
2.2.2	無線 LAN・小電力データ通信システムとの干渉	13
2.2.3	ロボット無線との干渉	16
2.2.4	検討結果のまとめ	19
3	無線設備の技術的条件	21
3.1	一般的条件	21
3.1.1	必要な機能	21
3.1.2	適用周波数帯	21
3.1.3	多元接続方式	21
3.1.4	通信方式	21
3.1.5	変調方式	21
3.1.6	通信速度	21
3.1.7	フレーム長／フレーム周期	22
3.1.8	その他	22
3.2	移動局の条件	22
3.2.1	送信装置	22
3.2.2	受信装置	24
3.2.3	空中線	24
4	測定法	25
4.1	送信装置	25
4.1.1	周波数	25
4.1.2	空中線電力	25
4.1.3	不要発射の強度	25

4.1.4	占有周波数帯幅の許容値	25
4.1.5	キャリアオフ時漏洩電力	25
4.2	受信装置	25
4.2.1	副次的に発する電波等の限度	25
V	検討結果	26
別表1	情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会 構成員	27
別表2	情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会作業班 構成員	28

## I 検討事項

衛星通信システム委員会（以下「委員会」という。）は、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、「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」について検討を行った。

## II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。

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

## III 検討経過

本報告は、「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、「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」について、委員会及び作業班での検討経過は以下のとおりである。

### 1 委員会

#### (1) 第 29 回（平成 28 年 7 月 29 日～8 月 3 日）（メール審議）

「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」に関して、委員会の運営方針及び検討スケジュールについて検討を行った。

#### (2) 第 30 回（平成 28 年 12 月 8 日）

作業班から、「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」に関する報告を受け、衛星通信システム委員会報告（案）をとりまとめた。

#### (3) 第 31 回（平成 29 年〇月〇日）

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

### 2 作業班

#### (1) 第 6 回（平成 28 年 8 月 26 日）

委員会の運営方針、検討体制について説明が行われ、「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」に関する調査の進め方等について検討を行った。

#### (2) 第 7 回（平成 28 年 10 月 25 日）

「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」に関する周波数共用条件等について検討を行った。

#### (3) 第 8 回（平成 28 年 11 月 21 日）

「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」に関する作業班報告書（案）について検討を行った。

## IV 検討概要

### 1 システム概要

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

我が国においては、1.5/1.6GHz 帯 (L 帯)、2.5/2.6GHz 帯 (S 帯) 及び 12/14GHz 帯 (Ku 帯) を用いた移動衛星通信サービスが複数の事業者により提供されており、サービスの多様化、通信料金の低廉化が進んできている。

1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムについては、平成 9 年よりその技術的条件の検討が行われ、電気通信技術審議会において一部答申 (平成 12 年 9 月 25 日) を行っているが、関連企業の経営状況悪化により我が国における事業参入が見送られたところである。今般再び事業参入のニーズが高まってきたが、1.6GHz 帯/2.4GHz 帯の電波使用状況が平成 12 年から大きく変化して、周波数共用検討の前提条件が変わったこと及び同システムの技術の進展が見られることから、同システムの高度化を図るため現在の周波数使用状況に合わせた追加検討を行った。

今回、検討を行った 1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムは、米国グローバルスター社によって平成 12 年に商用サービスが開始されており、グローバルにサービスを提供している主要な移動衛星通信システムの一つである。

システムの概要を表 1.1 並びに図 1.1 及び図 1.2 に示す。

表 1.1 グローバルスターサービスの概要

移動衛星通信システムの概要
グローバルにサービスを提供している主要な移動衛星通信システムの一つ。 ITU で移動衛星通信用に分配された周波数を使用し、現在約 120 カ国で運用。 周波数帯域は 1600MHz 帯/2400MHz 帯を使用し、変調方式は CDMA 方式を採用。 中継はベントパイプ方式を採用。 世界中で約 75 万余の衛星携帯電話サービス、位置情報サービス、資産管理需要等 (IoT) で利用。 位置情報を利用した災害救助分野においては、サービス開始以来 4600 もの世界中のレスキュー活動に活用され、地上系携帯電話の届かないエリアに取り残された 1 万数千人以上の緊急救命要請に利用。

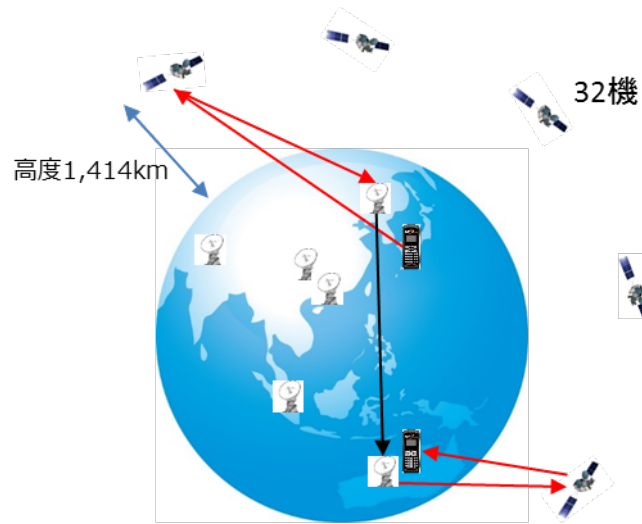


図 1.1 グローバルスター衛星の概要

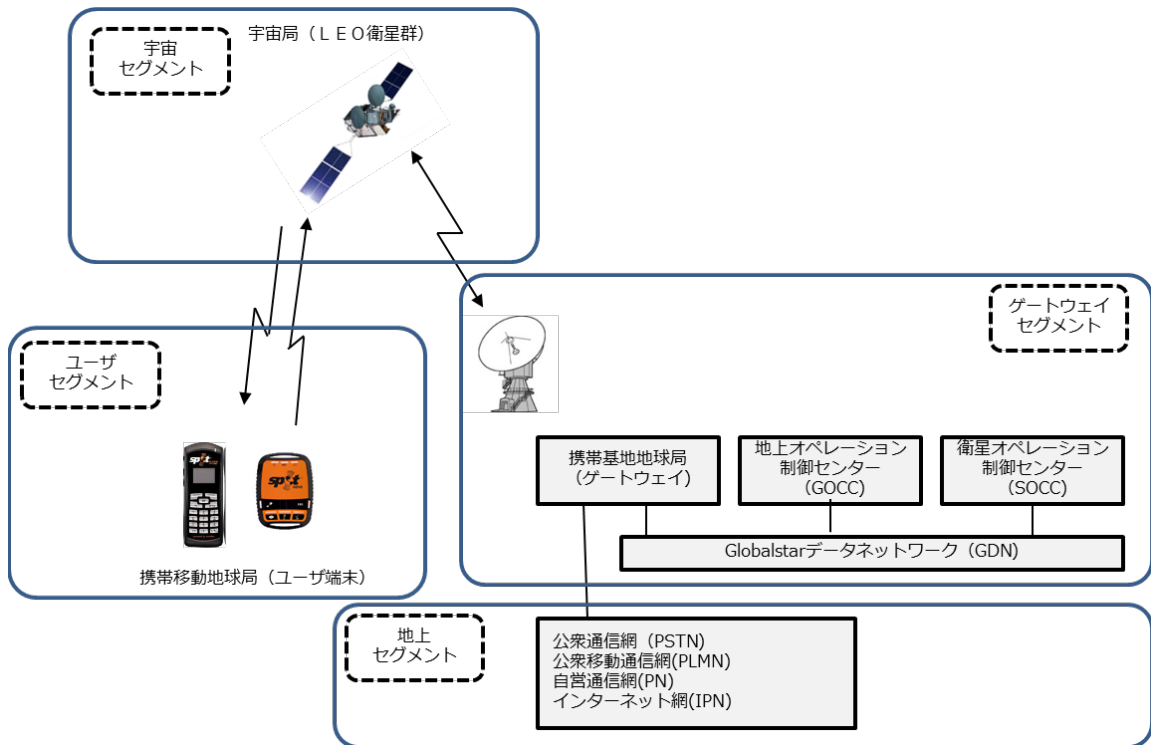


図 1.2 宇宙局と地球局のネットワーク構成の概要

## 1.1 提供されるサービス

グローバルスターでは以下のようなサービスが提供されている。

- 電話系サービス
  - IS-41 が提供する電話系サービス
- 非電話系サービス
  - データ通信
    - 双方向端末 (2.4kbps、4.8kbps、9.6kbps)
    - シンプレックス端末 (100bps)
    - 次世代端末 (256Kbps 予定)
  - G3FAX
  - DTMF サポート
  - ショートメッセージサポート

## 1.2 利用形態

現在、グローバルスターの移動衛星通信システムは、世界各国で以下のような場面で利用されている。

- 利用シーン[1] :  
携帯電話不感地帯 (陸上、海上・洋上) 固定電話、携帯電話、Wi-Fi の電波が届かないエリア (陸上、海上・洋上) にて、衛星携帯電話で音声通話やデータ通信を利用する。

[詳細]

登山者や漁船、ヨット、ボートなどの利用者が携帯電話や Wi-Fi などの電波が届かない場所からの通信手段として衛星携帯電話を利用する。

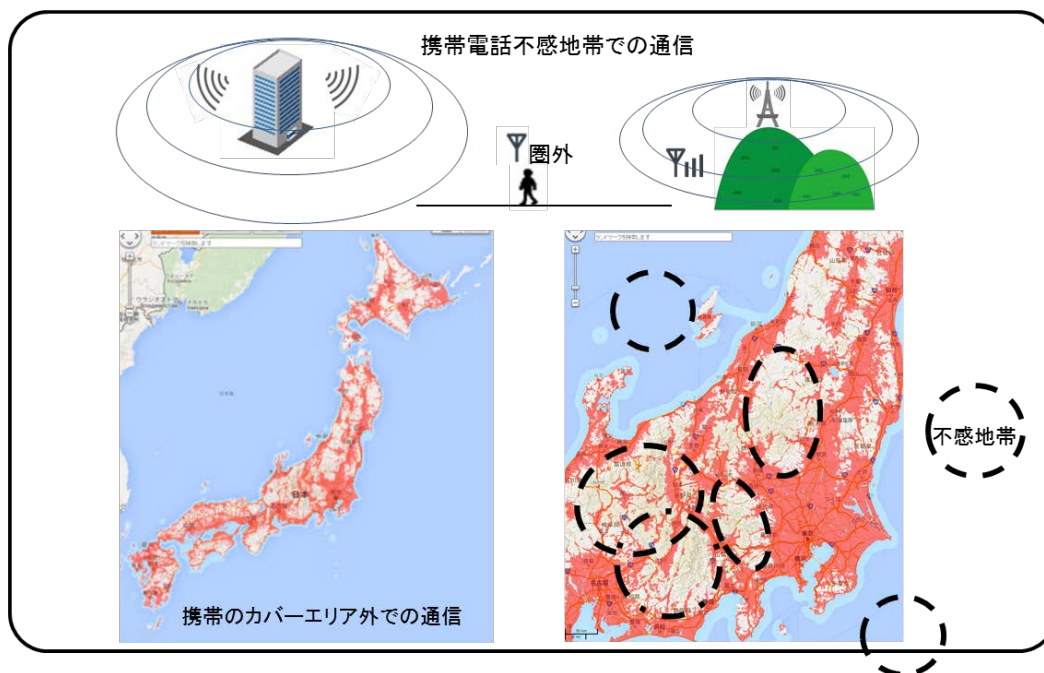


図 1.3 携帯電話不感地帯での通信



- 利用シーン[2] :  
 資産管理、位置情報の監視、トレーサビリティ管理対象物にデータ通信モジュールを装着し、物の動き（物流）を管理する。

[詳細]

物流やコンテナ等の資産価値の高額な物に衛星データ通信モジュールを装着し、物の動きやコンテナの現在位置を遠隔にて監視する（トレーサビリティ）。

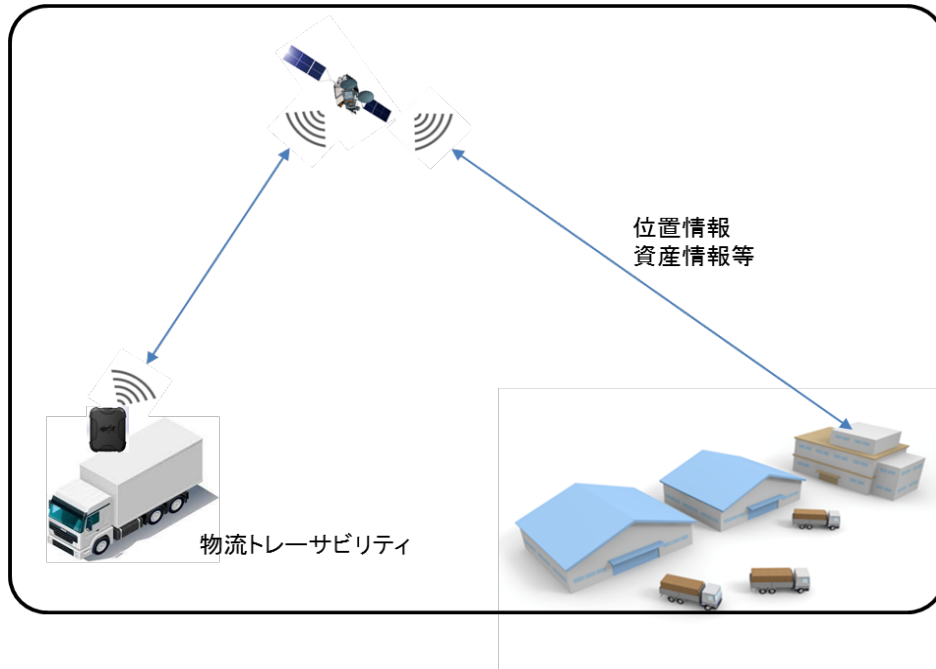


図 1.4 位置情報監視とトレーサビリティ

- 利用シーン[3] : 自動車、二輪車向け通信（IoT）  
 自動車メーカーが自社の販売する車両に衛星通信モジュールを装着し、携帯電話網の届かないエリアで衛星通信にて車両を管理する。

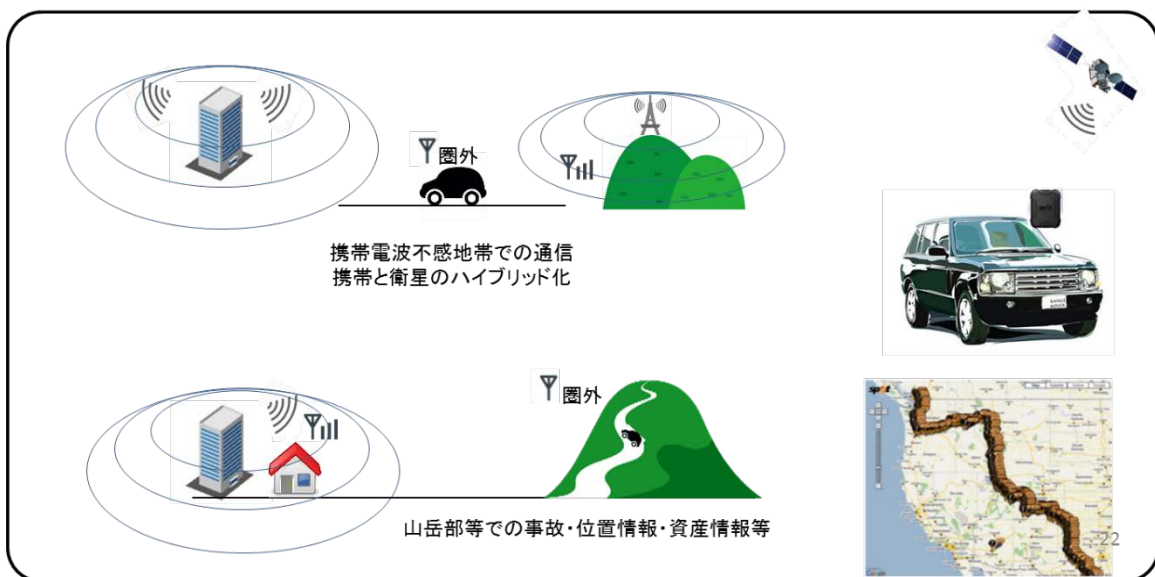


図 1.5 自動車、二輪車向け通信

- 利用シーン[4]：災害発生時（陸上）  
携帯電話網や固定電話回線が不通となり、衛星携帯電話にて通話やデータ通信を利用する。



図 1.6 災害発生時（陸上）

- 利用シーン[5]：災害発生時（海上・洋上）  
海難事故等の被災者、海難救助隊が衛星携帯電話を活用する。



図 1.7 災害発生時（海上・洋上）

## 2 他の無線システムとの周波数共用について

### 2.1 周波数使用状況

検討を行った 1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムは、上りサービスリンク（L バンド、1610.0MHz～1,618.75MHz）及び下りサービスリンク（S バンド、2,483.5MHz～2,500MHz）を使用する。

1.6GHz 帯及び 2.4GHz 帯の周波数使用状況を図 2-1 及び図 2-2 に示す。また、グローバルスター衛星通信システムのサービスリンク用周波数配置を図 2-3 に示す。上り用の周波数について、ch8～ch13 までは隣接するイリジウムシステムとの干渉回避の観点から使用しないこととしており、ch1～ch7 までを検討対象周波数帯とした。

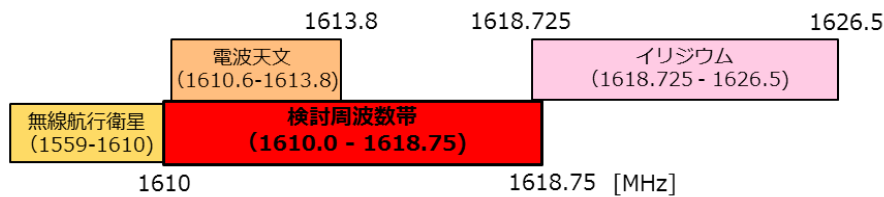


図 2.1 1.6GHz 帯の周波数使用状況

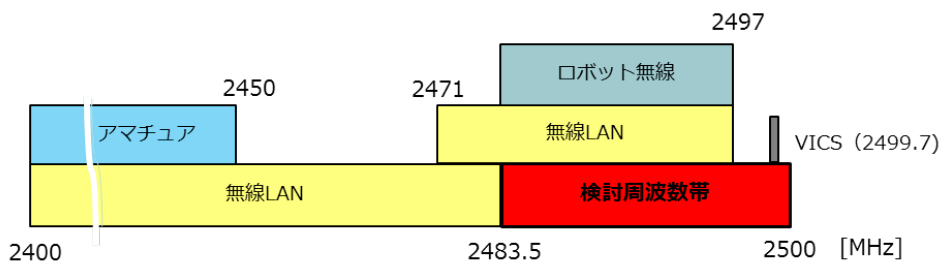


図 2.2 2.4GHz 帯の周波数使用状況

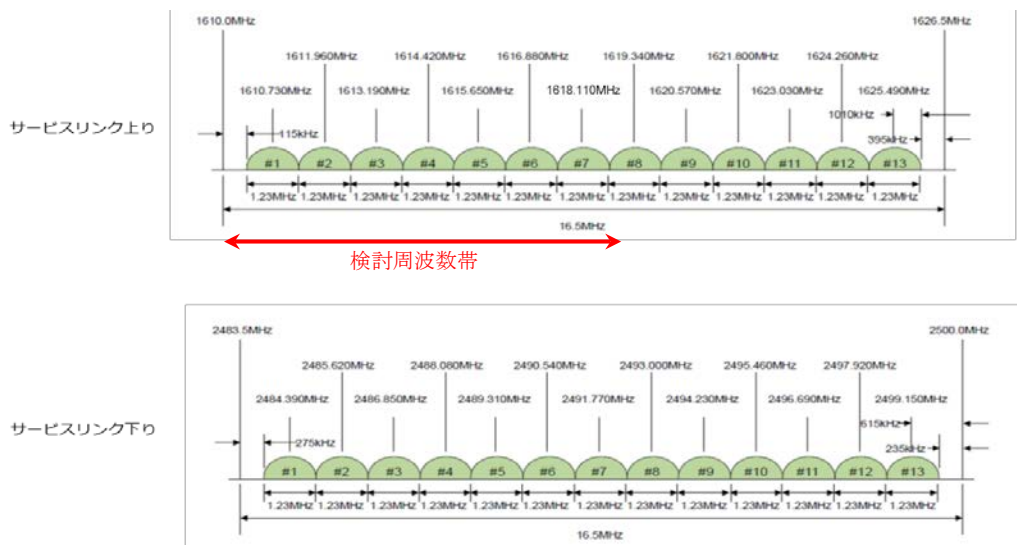


図 2.3 グローバルスター衛星通信システムのサービスリンク用波数配置

## 2.2 他のシステムとの周波数共用

検討を行った 1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムについては、平成 12 年にその技術的条件について一部答申が行われたが、電波使用状況が当時と比べ特に大きく変化した以下の 3 点について干渉検討を行った。

- 電波天文：与干渉
- 無線 LAN・小電力データ通信システム：被干渉
- ロボット無線：被干渉

### 2.2.1 電波天文

#### 2.2.1.1 電波天文業務の概要

本システムの上りサービスリンク(Lバンド、1,610.0MHz~1,618.75MHz)の一部(1,610.6MHz~1,613.8MHz)は、電波天文業務と周波数を共用することになる。電波天文業務は、電波送信は行わず受信のみを行う業務であり、微弱な信号を扱っている。

電波天文システムの一例として、国立天文台野辺山観測所の概要を図 2.4 に示す。



図 2.4 国立天文台野辺山観測所の概要

出典 <http://www.nro.nao.ac.jp/public/about.html>

### 2.2.1.2 電波天文との干渉の検討

本システムと電波天文との共用については、平成12年の一部答申において、以下の共用条件が示されている。

本システムが電波天文業務に支障を与えないよう、当該施設から一定の距離以内では常時または観測時のみ端末の電波を停止するなどの措置を講じることについて、電波天文各機関とシステム運用者との間で合意を得て、これを着実に実施することが必要である。

これを踏まえ、本システムの導入検討に際して、米国 FCC 規定 § 25.213 での規制や従前の干渉検討を基に、表 2.1 に示した条件で関係者間で運用協定が結ばれている。

表 2.1 平成12年度答申後に締結された運用条件

観測施設	運用条件	例外条件 運用指針
国立天文台 野辺山宇宙電波観測所	0～50km 全周波数使用禁止 50km～160km Ch. 4, 5, 6, 7 (1, 613.805MHz～1, 618.725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	自然災害時、防災 訓練時は制限を 解除 (解除時は連絡)
JAXA 臼田宇宙区間観測所	0～100km 全周波数使用禁止 100km～160km Ch. 4, 5, 6, 7 (1, 613.805MHz～1, 618.725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	サービス利用者 への周知
NICT 鹿島宇宙技術センター	0～30km 全周波数使用禁止 30km～160km Ch. 4, 5, 6, 7 (1, 613.805MHz～1, 618.725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	

しかしながら、表 2.1 に示した運用協定では、本州の中央部分において半径 100km 圏での運用ができない。このような地域は、現在地上系の携帯電話サービスの圏外エリアとなっており、実際に移動衛星通信サービスが導入された際に利用の需要が高いと見られることから、隣接周波数帯となる、Ch. 4、5、6、7 (1, 613.805MHz～1, 618.725MHz) の運用条件の緩和について検討を行った。

ITU-R 勧告 RA. 769 に規定された干渉制限値を用いて各天文台における干渉を検討した結果、Ch. 4 を使用した際の電波天文領域へのスプリアス輻射が干渉制限値を超えるため、これを使用しないことが適当であると判明した。

Ch. 5 以上の使用については、自由空間損失の予測値では、電波天文領域へのスプリアス輻射が干渉制限値を超えるものの、地形等を考慮した結果、地上においては 30Km の離隔をとることで観測に影響は生じないものと考えられる。

一方、太平洋に面している鹿島宇宙技術センターについては、海上において携帯衛星端末が使用された場合には有効な遮蔽が期待できないことから、球面形状を考慮した追加損失の計算により、50Km の離隔を取る事によって観測に影響は生じないものと考えられる。

### 2.2.1.3 電波天文との共用条件の検討

電波天文との干渉の検討を行った結果、表 2.2 に示す運用条件を適切に実施することにより、1.6GHz 帯における電波天文と本システムとの周波数共用は可能であると考えられる。

表 2.2 干渉検討結果に基づく新たな運用条件案

観測施設	運用条件	例外条件 運用指針
国立天文台 野辺山宇宙電波観測所 JAXA 臼田宇宙区間観測所	0～30km 全周波数使用禁止 30km～160km Ch. 1, 2, 3, 4 (1, 610. 115MHz～1, 615. 035MHz) 使用禁止 Ch. 5, 6, 7 (1, 615. 035MHz～1, 618. 725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	自然災害時、防災訓練時は制限を解除 (解除時は連絡)  サービス利用者への周知
NICT 鹿島宇宙技術センター	陸 0～30km 全周波数使用禁止 30km～160km Ch. 1, 2, 3, 4 (1, 610. 115MHz～1, 615. 035MHz) 使用禁止 Ch. 5, 6, 7 (1, 615. 035MHz～1, 618. 725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	
	海 0～50km 全周波数使用禁止 50km～160km Ch. 1, 2, 3, 4 (1, 610. 115MHz～1, 615. 035MHz) 使用禁止 Ch. 5, 6, 7 (1, 615. 035MHz～1, 618. 725MHz) 使用可能 160km～ 全周波数使用可能	

## 2.2.2 無線 LAN・小電力データ通信システムとの干渉

### 2.2.2.1 無線 LAN・小電力データ通信システムの概要

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

IEEE802.11b における 20MHz システムのチャンネル配置を図 2.5 に示す。

2,412MHz から 2,472MHz までの 5MHz 間隔の計 13 チャンネル (Ch1～Ch13) と、2,484MHz の Ch14 (我が国においてのみ使用可能) の計 14 チャンネルから構成される。

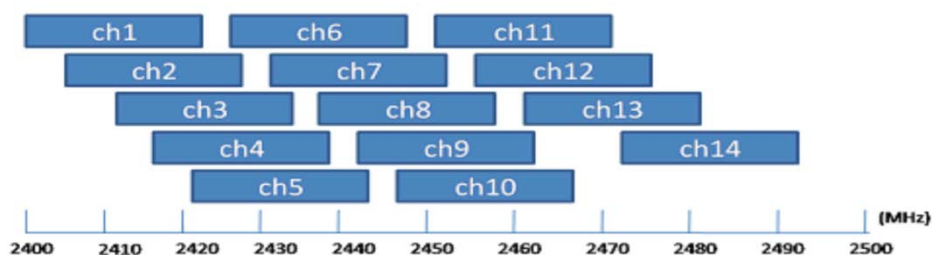


図 2.5 2.4GHz 帯無線 LAN (IEEE802.11b : 20MHz システム) のチャンネル配置

### 2.2.2.2 無線 LAN・小電力データ通信システムとの干渉の検討

表 2.3 及び表 2.4 に示した諸元並びに図 2.6 に示した伝搬モデルを基に、本システムと無線 LAN・小電力データ通信システムとの干渉の検討を行った。

表 2.3 隣接検討諸元  
「第二世代小電力データ通信システム (STD-T66)」

項目	単位	屋外使用モデル	屋内使用モデル
周波数	MHz	2,472	
空中線利得	dBi	2.14	
壁等による減衰	dB	—	17
壁までの距離	m	—	5
受信空中線利得 (衛星携帯電話端末)	dBi	0.51	
不要輻射	mW/MHz	0.025	
	dBm/MHz	-16.02	

表 2.4 共用検討諸元  
「小電力データ通信システム (STD-33)」

項目	単位	屋外使用モデル	屋内使用モデル
周波数	MHz	2,484	
空中線利得	dBi	2.14	
壁等による減衰	dB	—	17
壁までの距離	m	—	5
受信空中線利得 (衛星携帯電話端末)	dBi	0.51	
干渉波	mW/MHz	10	
	dBm/MHz	10	

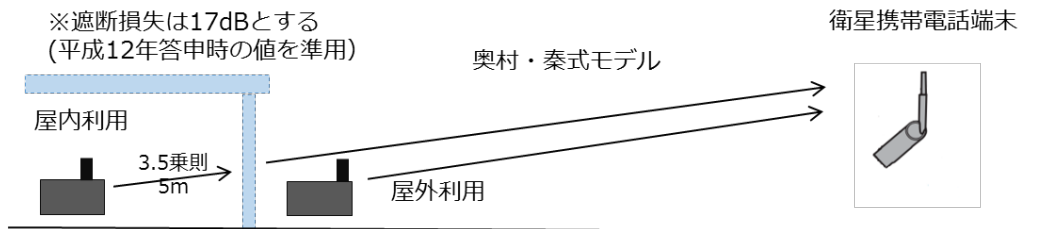


図 2.6 伝搬モデル

表 2.5 所用離隔計算の結果

許容干渉電力		所要離隔距離	
隣接干渉	-119.4 (dBm/MHz)	屋内利用	0.9 m
		屋外利用	71.5 m
共用干渉		屋内利用	3.7 m
		屋外利用	288.9 m

Wi-Fi に代表される Ch1~Ch13 までの無線 LAN 機器から、衛星携帯電話端末への隣接干渉に対する所要離隔距離は、干渉元が屋内使用では約 1 m であり影響は非常に少ないと考えられる。

一方で、屋外使用においては計算された所要離隔距離が約 72m であり、一定の距離において、衛星携帯電話の通信が困難になる事も考えられる。

周波数を共用する Ch14 を使用した無線 LAN から、衛星携帯電話端末への干渉については、屋内使用では、約 3.7m であり、隣接干渉に比較すると必要な離隔距離は大きいものの、その影響は限定的であると考えられる。また屋外使用においては計算された所要離隔距離が約 290m であり、より広い範囲で、衛星携帯電話の通信が困難になる事も考えられる。



### 2.2.2.3 実環境での通話試験

Wi-Fi 利用機器が高度に普及した現在の状況で、本システムが実用に耐え得るかを実証するために、幾つかの代表的な環境を選び、実験試験局を用いて通話試験を行った。

表 2.6 通話試験の状況

運用環境	利用想定	結果
Wi-Fi 機器との同時使用	衛星携帯電話の利用者が、Wi-Fi ルータも携帯して同時に利用。 Wi-Fi ルータやスマートフォンのテザリング機能が多用される公園等での利用。	利用可能であった。
公衆無線 LAN サービスエリア内での使用	繁華街等での衛星携帯電話の利用。	建物等により衛星が遮蔽されない場合には利用可能であった。
事業用無線 LAN との同時使用	使用チャネルを Ch14 に固定した Wi-Fi 機器を対向で設置し、相互に通信を行わせて、その周辺での衛星携帯電話の利用。	直線見通しで 50m 離れた地点では、利用可能であった。 距離が概ね 10m 以内近付いた場合に、衛星からの電波が掴みにくい場合があり、通話が途切れる場合もあった。

### 2.2.2.4 無線 LAN・小電力データ通信システムとの周波数共用

所要離隔計算及び実環境での試験運用から、無線 LAN・小電力データ通信システムのうち、特に広く普及している Ch1~Ch13 までを使用した機器から有害な干渉を受ける可能性は低く、周波数の共用は可能であると考えられる。

無線 LAN・小電力データ通信システムのうち、Ch14 の帯域を使用する機器の周辺においては、一定の距離内で、衛星携帯電話端末が衛星からのダウンリンク信号を受信する事ができない場合が考えられるが、その場合でも干渉を受ける範囲は限定的である。本システムの利用者が、このように他システムからの干渉を受ける可能性を理解し、運用場所を適切に選択することで、利用可能な場面を拡大できると考えられる。

衛星携帯電話は、固定電話、携帯電話、Wi-Fi の電波が届かないエリア（陸上、海上・洋上）にて、より利用されることが想定され、多くの場合、必要な離隔は得られるものと考えられる。

これらの考察から、本システムと、無線 LAN・小電力データ通信システムとの周波数共用は可能であると考えられる。

## 2.2.3 ロボット無線との干渉

### 2.2.3.1 ロボット無線の概要

ロボット無線については、「ロボットにおける電波利用システムの技術的条件」として、平成28年3月に情報通信審議会から答申を受け、同年8月に制度化が行われている。今後、高精細画像の伝送等の高度利用が見込まれている。

ロボット無線の2.4GHz帯での周波数配置を図2.7及び表2.7に示す。

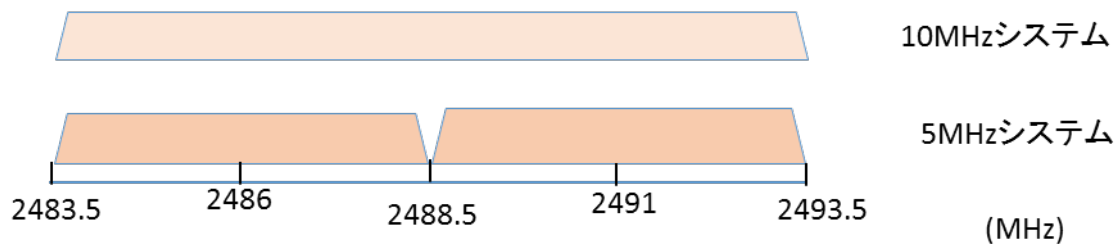


図 2.7 2.4GHz帯ロボット用無線システムのチャンネル配置

表 2.7 2.4GHz帯ロボット用無線システムのチャンネル配置

システム	中心周波数
5MHz システム	2,486MHz、2,491MHz
10MHz システム	2,488.5MHz

### 2.2.3.2 ロボット無線との干渉の検討

図2.8に示した伝搬モデル及び表2.8に示した諸元を基に、本システムとロボット無線との干渉の検討を行った。

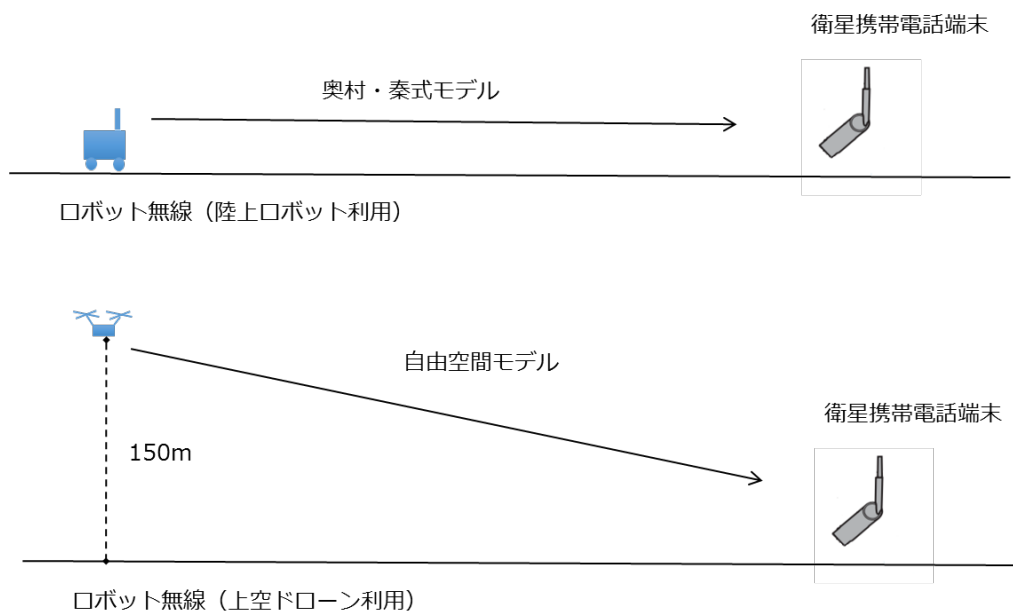


図 2.8 伝搬モデル

表 2.8 共用検討諸元

項目	単位	陸上利用	上空利用
周波数	MHz	2,485.5	
空中線電力 (e. i. r. p.)	W	4	
ロボット高度	m	1.5	150
受信空中線利得 (衛星携帯電話端末)	dBi	0.51	

表 2.9 に被干渉予想距離計算の結果を示す。

ロボット無線から衛星携帯電話への干渉については、陸上利用では、10MHz システムの場合で約 560m、5MHz システムの場合で約 656m であり、比較的広い範囲で衛星携帯電話の通信が困難になる事が考えられる。

また、ロボット無線が上空（航空法で人口集中地区以外の空域で無人航空機が飛行可能な高度 150m 以下）で利用され、有効な遮蔽物が存在しない場合には、目安として見通し範囲である 0~50km 程度まで、衛星携帯電話の通信が困難になると考えられる。

これらはいくまで干渉の可能性を見積もったものであるが、共用の可能性については具体的な利用シーンと運用調整をも想定した、より詳細の検討を以降に行っている。

表 2.9 被干渉予想距離計算の結果

許容干渉電力		ロボット無線の 利用シーン	被干渉予想距離	
			10MHz システム	5MHz システム
共用干渉	-119.4 (dBm/MHz)	地上利用 (1.5m 高)	560 m	656 m
		上空利用 (150m 高)	50.5 km (*)	50.5 km (*)

\* 等価地球半径（係数 K=4/3）での見通し距離

### 2.2.3.3 ロボット無線の想定される利用シーンでの干渉の検討

現時点では、2.4GHz 帯におけるロボット無線の活用はまだ導入段階ではあるが、今後想定される代表的な利用シーンにおいて、それぞれ干渉が生じる状況の可能性について検討を行った。

#### (1) 平常時（陸上）

ドローンやロボットの想定利用状況：

高層ビルや城郭の外観、大規模な橋梁、送電線を支える鉄塔、大規模ソーラーパネルなど人間が容易に近づけない場所へ、ドローンやロボットを利用して画像情報を取得す

るために利用する。

- ① 都心部など人口が密集しているエリアでは航空法の定めるルール(\*)により、事前に国土交通大臣の許可を受けた場合を除き、ドローンを利用することはできないため、衛星携帯電話との干渉は考えにくい。また、地上の携帯電話が利用出来る都心部では衛星携帯電話の利用ニーズがないと想定される。
- ② 城郭や大規模な橋梁の外観を撮影するなどの利用では、ドローンの飛行中は衛星携帯電話との電波干渉が考えられるが、万が一衛星携帯電話が利用できない場合、利用者は周囲にドローンが飛行しているか確認し、しばらく間を空けてから再度利用してみる。ドローンの連続飛行時間（10分程度）を考えれば、干渉により衛星携帯電話が長時間に渡って利用できないケースは少ないと想定される。
- ③ 送電線を支える鉄塔、大規模ソーラーパネルのチェックのためにドローンを利用する場合、同じタイミングで衛星携帯電話を利用した場合は電波干渉が考えられるが、万が一衛星携帯電話が利用できない場合、利用者は周囲にドローンが飛行しているか確認し、しばらく間を空けてから再度利用を試みる事が想定される。

※ ドローンとの電波干渉：

平時における衛星携帯電話の利用時にドローンやロボットと遭遇した場合は、電波干渉により利用できない場合が考えられるが、しばらく間を空けてから再度利用することで衛星携帯電話が利用できると想定される。

(\*)航空法の定めるルール：

(A)～(C)の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

(A) 空港等の周辺（進入表面等）の上空の空域

(B) 150m以上の高さの空域

(C) 人口集中地区の上空

## (2) 災害発生時直後（陸上）

想定状況：

発災直後からの通信状況（\*参考資料：放送メディア研究 No. 112014 年：ケータイから見た 3.11 東日本大震災）

- ① 発災直後、固定電話・携帯電話網が不通となる。  
（\*東日本大震災では、東北・関東全域では震災当日、実質的に携帯電話が使えなかった人が 42.8%（アンテナ表示の「圏外」・「0本」の合計））
- ② 発災から 3 日間程度は、衛星携帯電話を活用し関係機関との連絡や救急活動や応急活動、情報の収集や伝達に利用される。  
（\*震災から 3 日目以降は携帯電話が徐々に改善を見せ、実質的に使えなかった人の割合が 16.1%（アンテナ表示の「圏外」・「0本」の合計）にまで大幅に減少する）

- ③ 災害対策本部等の設置後は、被災・被害状況の把握、情報収集（今後はドローンやロボットの活用が見込まれる）、関係機関との連絡などが一元管理され、衛星携帯電話の利用もこれに含まれる。

※ ドローンとの電波干渉：

災害対策本部等などが設置された以降は、ドローンやロボットなどの情報収集用機器、非常用通信伝達手段である衛星携帯電話等の利用について利用場所や利用時間が一元管理され、円滑な利用が想定される。

#### 2.2.3.4 ロボット無線との周波数共用

被干渉予想距離計算の結果から、ロボット無線が特に上空で使用された場合には、広範囲において、衛星携帯端末が衛星からのダウンリンク信号を受信する事ができない場合が考えられる。

ロボットによる 2.4GHz 帯の免許要の電波利用は、その導入が始まりつつあるところではあるが、まだ普及率は低く、想定される利用シーンを検討すると、多くの場合衛星携帯電話の利用は可能であると考えられる。

まず、災害時等においては、衛星携帯電話の利用とロボットの無線利用とでは、利用ニーズが高まる時期・期間に差異が生じると考えられる。さらに、ロボットの無線利用が活発に行われるような大規模災害時においては、現地対策本部などの主導により、各種通信システムが、その緊急度、重要度に対応して適切に活用されるよう運用調整が実施されると考えられる。

これらの考察から、ロボット無線が導入された場合においても衛星携帯電話の利用は可能であると考えられる。

#### 2.2.4 検討結果のまとめ

##### 2.2.4.1 電波天文との干渉

保護が必要な電波天文サイトの周辺で、離隔距離や使用可能な周波数等の運用条件を設定し、これを適切に実施することにより、電波天文と本システムとの周波数共用は可能であると考えられる。

##### 2.2.4.2 無線 LAN・小電力データ通信システムとの干渉

無線 LAN・小電力データ通信システムから受ける干渉は非常に限定的であり、特定の状況で干渉を受ける可能性を利用者が理解することで、周波数共用は可能と考えられる。

##### 2.2.4.3 ロボット無線との干渉

ドローンの操縦（テレメトリー／テレコントロール）については、現在、2.4GHz 帯の免許不要局が汎用的に使用されている。今回検討の対象としたドローン搭載ロボット無線は、特に高画質や長距離の画像伝送等に用いられる高出力の無線局で、無線局免許、無線従事者免許を要するものであり、免許不要局と異なり運用調整が可能である。

つまり、ロボットが近傍で使われている状況では干渉を受けることが考えられるが、平時の衛星携帯電話の利用シーンを考えると、時間的に重複を避けるなどによって衛星携帯電話の利用は可能と考えられる。他方、災害時などには、災害対策本部等による適切な運用調整が行われることで衛星携帯電話の利用は可能と考えられる。

普及度合いも勘案し電波利用を促進する観点で共用の可能性を示したが、ドローン技術の急速な進展と応用の広がりを考慮すると、今後の普及状況のモニタリングと、必要に応じた干渉の見直しにも留意する必要がある。

### 3 無線設備の技術的条件

1. 6GHz 帯/2. 4GHz 帯を用いた移動衛星通信の無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。

#### 3.1 一般的条件

##### 3.1.1 必要な機能

- (1) 人工衛星局を介して基地局（地球局）と通信を行う個々の移動局の送信装置が自動的に識別されるものであること。
- (2) 複信方式の移動局が使用する周波数、送信スロット、符号は、基地局からの制御信号により自動的に選択されるものであること。
- (3) 単向通信方式の移動局が使用する周波数は、予め設定されたものであり、位置情報によって適切に選択されるものであること。

##### 3.1.2 適用周波数帯

適用周波数帯は、1,610.0MHz～1,626.5MHz（上り）／2,483.5MHz～2,500MHz（下り）の周波数を使用することが適当である。なお、運用に当たっては、無線通信規則による国際調整結果を遵守すること。

##### 3.1.3 多元接続方式

周波数分割多元接続方式と時分割多元接続方式と符号分割多元接続方式を組み合わせた接続方式とし、周波数分割多元接続方式におけるチャンネルは 1.25MHz 間隔、時分割多元接続方式におけるフレーム長は 20m 秒、符号分割多元接続方式における一の搬送波及び一のフレーム当たりのチャンネルの数は 128 とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特定の方式に限定しないことが適当である。

##### 3.1.4 通信方式

複信方式であることが望ましいが、それ以外の利用形態も考えられることから、特定の方式に限定しないことが適当である。

##### 3.1.5 変調方式

CDMA 方式とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

##### 3.1.6 通信速度

音声、低速データ通信モードの場合は、9,600bps、4,800bps、2,400bps、高速データ通信モードの場合は、256kbps とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

### 3.1.7 フレーム長／フレーム周期

将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。

### 3.1.8 その他

#### (1) セキュリティ対策

不正使用を防止するため、移動局装置固有の番号の付与など、適切な措置を講ずることが望ましい。

#### (2) 人体への影響対策

移動局の端末は、利用者が手で保持して使用することが想定されることから、電波防護指針を満足するとともに、無線設備規則第14条の2に基づき、人体（頭部及び両手を除く。）の比吸収率を2W/kg（四肢は4W/kg）以下、人体頭部の比吸収率を2W/kgとすることが適当である。なお、海外ですでに実用化されている本システムを利用する衛星携帯電話端末については、この基準を満足することを確認している。

## 3.2 移動局の条件

### 3.2.1 送信装置

#### (1) 周波数の許容偏差

無線設備規則第5条に基づき、20ppm以下とすることが適当である。

#### (2) 空中線電力の許容偏差

無線設備規則第14条に基づき、上限50%、下限50%とすることが適当である。

#### (3) 不要発射の強度の許容値

ITU-R 勧告 M.1343 を考慮し、次のとおりとすることが適当である。

- 1,610.0MHz 未満または1,628.5MHz を超える周波数帯における不要発射の強度の許容値は、図 3.1 に示す規定値を超えないこと。
- 1,610.0MHz～1,628.5MHz の周波数帯における不要発射の強度の許容値は、図 3.2 に示す規定値を超えないこと。



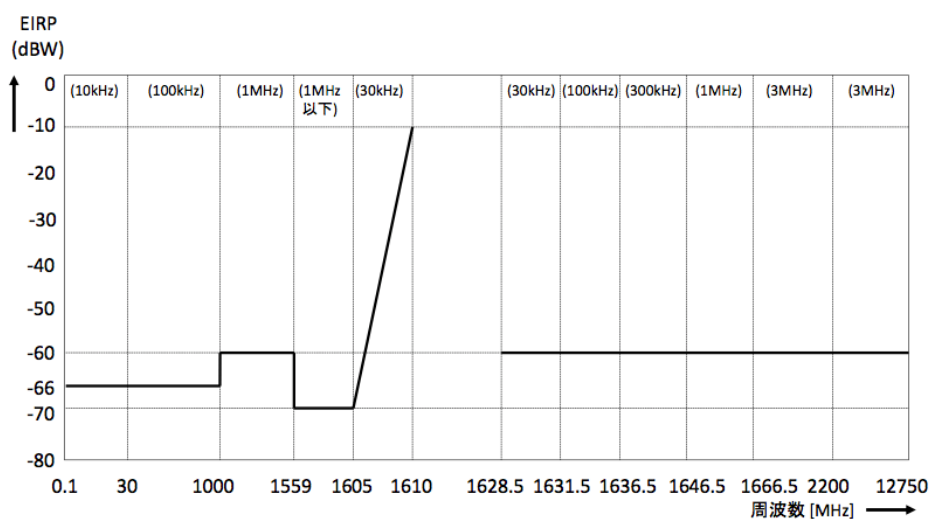


図 3.1 1,610.0MHz 未満または 1,628.5MHz を超える周波数帯における不要発射の強度の許容値

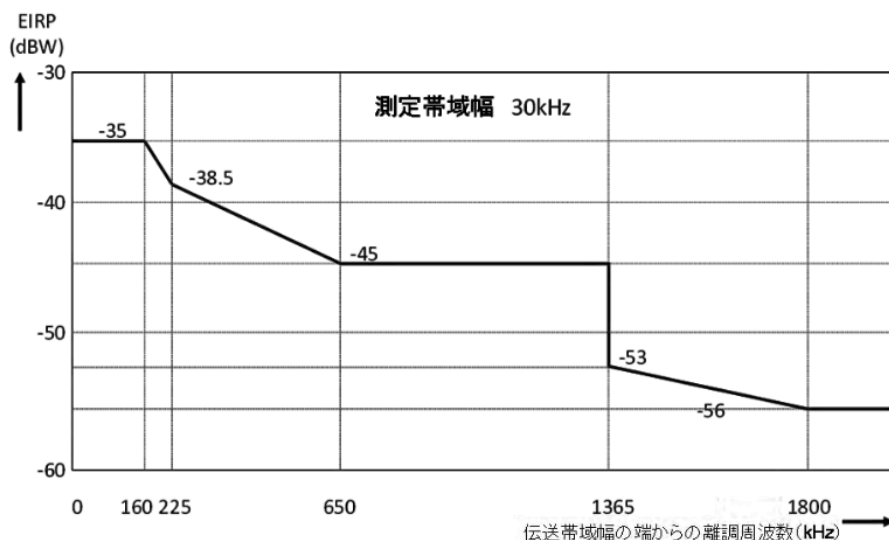


図 3.2 1,610.0MHz～1628.5MHz 周波数帯における不要発射の強度の許容値

(4) 占有周波数帯幅の許容値

双方向通信を行う端末では 1.48MHz、また、シンプレックス通信を行う端末では 2.5MHz とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定しないことが適当である。また、周波数の有効利用等の観点から、可能な限りスプリアス発射の強度が低減されるよう、技術開発動向や国際標準化動向を踏まえつつ、今後、適宜技術的条件の見直しを図ることが望ましい。

(5) 隣接チャネル漏洩電力

スプリアス発射の強度の許容値の範囲以内であること。

(6) キャリアオフ時の漏洩電力

送信機能を停止した場合の携帯移動地球局の等価等方輻射電力の許容値は、ITU-R 勧告

M.1343 を考慮し、次のとおりすることが適当である。

- 0.1MHz～30MHz           -87dBW/10kHz
- 30MHz～1,000MHz       -87dBW/100kHz
- 1,000MHz～12,750MHz   -77dBW/100kHz

### 3.2.2 受信装置

- (1) 副次的に発する電波等の限度は、無線設備規則第24条に基づき、4nW以下とすることが適当である。

### 3.2.3 空中線

- (1) 等価等方輻射電力(EIRP)

他システムとの干渉防止、回線成立性の確保の観点から、複信方式の端末においては30dBm以下、また、単向通信方式の端末においては、23.5dBm以下とすることが望ましいが、将来の技術進展等による変更の可能性を見据えて柔軟性を持たせるため、特に限定をせず、他のシステムへの影響に十分配慮しつつ、適切に設定されることが望ましい。

- (2) 偏波

偏波は、左旋円偏波または直線偏波とすることが適当である。

## 4 測定法

1. 6GHz 帯/2. 4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの無線設備の技術的条件については、国際的な電波に関する条約等及び国内の電波法令に適合することが必要である。具体的には以下のとおりとすることが適当である。なお、外部試験装置（人工衛星局の動作を模擬する装置）を用いて測定を行うことを前提とするが、被試験器が各測定項目の状態に対応する送信及び受信動作を強制的に行う機能を有する場合は、当該機能を用いて測定を行っても良い。

### 4.1 送信装置

#### 4.1.1 周波数

外部試験装置により呼を設定し、波形解析装置により測定する。なお、被試験器を無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定を行っても良い。

#### 4.1.2 空中線電力

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

#### 4.1.3 不要発射の強度

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

#### 4.1.4 占有周波数帯幅の許容値

外部試験装置により呼を設定し、スペクトルアナライザにてその電力分布を測定し、全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を占有周波数帯幅とする。なお、被試験器を強制的に送信状態として測定を行っても良い。

#### 4.1.5 キャリアオフ時漏洩電力

被試験器の移動局を搬送波の送信停止状態とし、送信周波数帯域内の規定の周波数幅の電力をスペクトルアナライザまたは電力計で測定する。

### 4.2 受信装置

#### 4.2.1 副次的に発する電波等の限度

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

## 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」のうち、「1.6GHz 帯/2.4GHz 帯を用いた移動衛星通信システムの技術的条件」について、別添のとおり一部答申をとりまとめた。

別表1 情報通信審議会 情報通信技術分科会 衛星通信システム委員会 構成員

氏 名	所 属
主査委員 安藤 真 あんど う まこと	東京工業大学 理事・副学長（研究担当） 産学連携推進本部長
委員 森川 博之 もりかわ ひろゆき	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員 有木 節二 ありき せつじ	一般社団法人 電気通信事業者協会 専務理事
" 井家上 哲史 いけがみ てつし	明治大学 理工学部 教授
" 碓井 照子 うすい てるこ	奈良大学 名誉教授
" 梅比良 正弘 うめひら まさひろ	茨城大学 教授・副工学部長
" 片山 泰祥 かたやま やすよし	一般社団法人 情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
" 加藤 寧 かとう ねい	東北大学 電気通信研究機構 機構長
" 門脇 直人 かどわき なおと	国立研究開発法人 情報通信研究機構 執行役 ワイヤレスネットワーク総合研究センター長 オープンイノベーション推進本部長
" 庄司 るり しょうじ るり	東京海洋大学 海洋工学系 教授
" 中島 務 なかじま つとむ	ダイナミックマップ基盤企画株式会社 代表取締役社長（第29回）
" 松井 房樹 まつい ふさき	一般社団法人 電波産業会 専務理事・事務局長
" 三浦 佳子 みうら よしこ	消費生活コンサルタント
" 三神 泉 みかみ いづみ	一般財団法人 衛星測位利用推進センター 専務理事（第30回～）
" 山本 静夫 やまもと しずお	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 理事

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

氏名	所属
主任 森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
主任代理 松井 房樹	一般社団法人 電波産業会 専務理事・事務局長
構成員 姉齒 章	双葉電子工業株式会社 企画開発部 主幹技師
” 伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備センター技術部 客室技術チーム 主席部員
” 伊藤 信幸	日本無線株式会社 海上機器事業部 マリンエンジニアリング部 船用ネットワークグループ 課長
” 大幡 浩平	スカパーJSAT 株式会社 技術運用本部 技術担当主幹
” 小竹 信幸	一般財団法人 テレコムエンジニアリングセンター 技術部 部長
” 上村 治	ソフトバンク株式会社 渉外本部 標準化推進部 部長 (第6回)
” 城戸 克也	日本航空株式会社 IT 企画本部 IT 運営企画部 海外 IT・ネットワーク戦略グループ
” 小出 孝治	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長
” 小山 仁明	一般社団法人 日本船主協会 海務部 副部長
” 齋藤 正雄	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 電波研究部 野辺山宇宙観測所 所長
” 城田 雅一	クアルコムジャパン株式会社 標準化担当部長
” 菅田 明則	KDDI 株式会社 技術企画本部 電波部 企画・制度G 担当部長
” 土谷 牧夫	三菱電機株式会社 通信機製作所 通信情報システム部 衛星通信プロジェクト部長
” 菱倉 仁	株式会社テレキュート ICT 事業部 モバイルソリューショングループ テクニカルアドバイザー
” 福本 史郎	ソフトバンク株式会社 渉外本部 標準化推進部 国際規格課 課長 (第7回～)
” 古川 憲志	株式会社 NTT ドコモ 電波部 電波企画担当部長
” 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
” 三浦 周	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク 総合研究センター 宇宙通信研究室 主任研究員
” 森 正幸	古野電気株式会社 船用機器事業部 営業企画部 担当部長