

平成30年度技術試験事務
非静止衛星システムの高度化に係る周波数共用技術に関する調査検討

L帯を用いた非静止衛星システムの高度化に係る周波数共用技術 に関する調査検討

2018年8月27日

第13回衛星通信システム委員会作業班 御報告資料

 株式会社三菱総合研究所

背景と目的

<背景>

- L帯を用いた非静止衛星通信システムは、従来から運用されているシステムとの互換性を保ちつつ、次世代の高度化システムへの移行が計画され、2017年以降順次打上げが実施
- 同システムは、通信速度の高速化が実現され、高次の変調方式の採用や占有周波数帯域幅の拡大等が実施
- 我が国における現在の使用周波数は1621.35-1626.5MHzであるが、世界的には1618.25-1626.5MHzが使用されており、国内の使用周波数の見直しが議論
- L帯システムは、ITU、ICAO及びIMO等の国際機関において、船舶、航空機等の遭難・安全通信等に活用しようとする議論が活発化してきており、我が国においても、船舶、航空機等の世界共通プラットフォームとして、早期に導入することが期待

<目的>

- こうした背景を踏まえ、L帯を用いた非静止衛星通信システムの高度化システム(以下、L帯システム)について、技術基準等に反映するため、既存の電波天文業務との周波数共用技術等に関する調査検討等、技術的条件(案)を策定するための検討を実施

L帯を用いた非静止衛星システムの高度化に係る周波数共用技術に関する調査検討会

■ 構成員

主査	三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
委員	市川 麻里	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
委員	伊藤 信幸	日本無線株式会社 マリンシステム技術部 衛星通信グループ 課長
委員	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
委員	加屋野 博幸	株式会社東芝 研究開発センター ワイヤレスシステム ラボラトリー 研究主幹
委員	上馬 弘敬	三菱電機株式会社 通信情報システム部 衛通移動体プロジェクト部長
委員	関口 和浩	イリジウムコミュニケーションズ グローバルセールス リージョナルディレクター
委員	玉中 宏明	ナビコムアビエーション株式会社 代表取締役社長
委員	辻 宏之	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 研究マネージャー
委員	福井 裕介	KDDI株式会社 グローバルネットワーク・オペレー ションセンター 衛星通信グループ マネージャ
委員	本間 希樹	国立天文台 水沢VLBI観測所 所長・教授

■ 開催状況

回次	開催日	主な議題
第1回 会合	2018年 6月22日	<ul style="list-style-type: none"> ■ 実施計画について ■ イリジウムネクストの検討状況 ■ 超伝導フィルタ技術 ■ 海外の制度化・標準化動向調査 ■ 電波天文台との周波数共用検討 ■ 技術的条件(案)の検討方針
第2回 会合	2018年 8月1日	<ul style="list-style-type: none"> ■ 欧米の周波数共用条件の検討状況 ■ 電波天文台との周波数共用検討 ■ イリジウムと電波天文台の調整状況 ■ 航空機地球局関連の国際標準化動向 ■ 技術的条件(案)の検討

1. 海外の制度化・標準化動向調査

ITU-Rの関連基準

1 613.8-1 626.5MHz帯におけるRRの脚注(1/2)

- 前項の国際分配表内に規定されている脚注は以下の通り。

番号	内容	備考
5.351A	1518-1544MHz、1545-1559MHz、1610-1645.5MHz、1645.5-1600.5MHz、1668-1675MHz、1980-2010MHz、2170-2200MHz、2483.5-2520MHz及び2670-2690MHzの周波数帯の移動衛星業務による使用については、 決議第212 (WRC-07、改) 及び 決議第225 (WRC-07、改)を参照。	—
5.208B	137-138MHz、387-390MHz、400.15-401MHz、1452-1492MHz、1525-1610MHz、1613.8-1626.5MHz、2655-2670MHz、2670-2690MHz及び21.4-22GHzの周波数帯は、 決議第739 (WRC-15、改)の規定を適用する。(WRC-15)	—
5.341	1400-1727MHz、101-120GHz及び197-220GHzの周波数帯においては、地球外からの意図的な発射の探究計画に基づく受動的研究が一部の国によって遂行されている。(WRC-15)	—
5.355	※付加分配規定のため省略(日本は該当なし)	—
5.359	※付加分配規定のため省略(日本は該当なし)	—
5.364	移動衛星業務(地球から宇宙)及び無線測位衛星業務(地球から宇宙)による1610-1626.5MHzの周波数帯の使用は、 無線通信規則第9.11A号 による調整を行うことを条件とする。この周波数帯においていずれかの業務により運用する移動地球局は、影響を受ける主管庁の同意を得ない限り、無線通信規則第5.366号の規定に従って運用しているシステム(無線通信規則第4.10号が適用されるシステム)に使用される周波数帯の一部で、 -15dBW/4kHzを超える最大EIRP密度を生じることができない 。そのようなシステムが運用されていない周波数帯においては、 移動地球局の平均EIRP密度は-3dBW/4kHzの値を超えてはならない 。移動衛星業務の局は航空無線航行業務の局、無線通信規則第5.366号の規定に従って運用している局及び無線通信規則第5.359号の規定に従って運用している固定業務の局に対して、 これらの局からの保護を要求してはならない 。移動衛星網の調整に責任を持つ主管庁は、 無線通信規則第5.366号の規定に従って運用している局の保護を確保するため、全ての実行可能な努力を行わなければならない 。	具体的な技術基準を規定
5.365	移動衛星業務(宇宙から地球)による 1613.8-1626.5MHz の周波数帯の使用は、 無線通信規則第9.11A号 に従って調整を行うことを条件とする。	—
5.366	1610-1626.5MHzの周波数帯は、航空機上の航行援助電子装置及び直接これに関係する地上又は衛星上の設備の使用及び発達のために世界的基礎で保留する。この衛星の使用は、 無線通信規則第9.21号 の規定に従って同意を得ることを条件とする。	—

1 613.8-1 626.5MHz帯におけるRRの脚注(2/2)

番号	内容	備考
5.367	付加分配: 1610-1626.5及び5000-5150MHzの周波数帯は、一次的基礎で航空移動衛星(R)業務にも無線通信規則第9.21号の規定に従って同意を得ることを条件に分配する。(WRC-12)	航空移動衛星業務の関連事項
5.368	1610-1626.5MHzの周波数帯では、無線測位衛星及び移動衛星業務の局は、航空無線航行衛星業務を除いて無線通信規則第4.10号の規定は適用しない。	—
5.369	※業務の種類地域差に関する規定のため省略(日本は該当なし)	—
5.370	※業務の種類地域差に関する規定のため省略(日本は該当なし)	—
5.371	※付加分配規定のため省略(日本は該当なし)	—
5.372	無線測位衛星業務及び移動衛星業務の局は、 <u>1610-1613.8MHzの周波数帯を使用する電波天文業務に有害な混信を生じさせてはならない(無線通信規則第29.13号参照)</u> 。	—

1 613.8-1 626.5MHz帯に関連する決議

番号	概要	備考
決議212	1885-2025MHz帯及び2110-2200MHz帯におけるIMTの導入に関する決議。	規定周波数帯が本検討の対象外
決議225	IMTの衛星コンポーネントに対する周波数の追加割当に関する決議。Resolves 1)において、1518-1544 MHz, 1545-1559 MHz, 1610-1626.5 MHz, 1626.5-1645.5 MHz, 1646.5-1660.5 MHz, 1668-1675 MHz及び2483.5-2500 MHzの周波数帯において、当該周波数帯の移動衛星業務に関連する規定を満たすことを条件に、IMTの衛星コンポーネントの運用を許可している。	具体的な技術基準に関する規定はない
決議739	隣接周波数帯域における電波天文業務とアクティブ宇宙業務との共用検討に関する決議。	後述

【決議739の内容】

- Annex 1において、電波天文業務を保護するための周波数帯ごとの宇宙局からのepfd値の制限値を規定
- 本文のresolvesにおいて、各国主管庁に対し、Annex 1の基準値を満たすよう無線局の設計・運用を行うことを求めるとともに、上記基準を満たせない場合には、関係主管庁間で交渉を行うよう規定
- 本文のconsidering 及びnotingにおいて、電波天文業務とアクティブ宇宙業務（固定衛星業務、移動衛星業務、無線航行衛星業務、放送衛星業務）の共用検討の際に考慮すべき文書として、以下のITU-R勧告・報告に言及
 - ITU-R報告 SM.2091
 - ITU-R勧告 M.1583
 - ITU-R勧告 M.1586
 - ITU-R勧告 RA.1631
 - ITU-R勧告 RA.1513 ※上記報告・勧告については後述

関連ITU-R勧告

番号	タイトル	概要
ITU-R勧告 M.1583	非静止衛星移動衛星業務または無線航行衛星業務システムと電波天文望遠鏡サイト間の干渉計算	epdf計算に基づいた、移動衛星業務もしくは無線航行衛星業務の非静止衛星システムから電波天文局への不要発射の、干渉計算方法を規定している。
ITU-R勧告 S.1586	電波天文サイトにおける非静止衛星固定衛星業務システムによって生成される不要発射レベルの計算	epdf計算に基づいた、固定衛星業務の非静止衛星システムから電波天文局への不要発射の、干渉計算方法を規定している。 ※固定衛星業務を対象とした勧告
ITU-R勧告 RA.1631	epfdコンセプトに基づく非静止衛星システムと電波天文業務(RAS)局との共用検討に使用される電波天文アンテナパターン	epfd計算に基づく、非静止衛星システムと電波天文業務局との共用検討に使用される、電波天文局のアンテナパターンを規定
ITU-R勧告 RA.1513	一次業務ベースで電波天文業務に分配された周波数帯における、干渉による電波天文観測のデータ損失および時間率の基準	電波天文観測におけるデータ損失の許容レベルを規定しており、具体的には、他システムによるデータ損失が2%以下となるよう、基準を設定している。
ITU-R勧告 M.1091	1~3GHzの周波数範囲における陸上移動衛星業務で運用する移動地球局のアンテナの軸外発射パターン	1~3GHzの周波数範囲における陸上移動衛星業務で運用する移動地球局のアンテナの軸外発射パターンを規定している。
ITU-R勧告 M.1343	1~3GHz帯におけるグローバル非静止衛星移動衛星業務のための移動地球局の必須技術要件	各国における移動地球局(MES)端末の型式認証要件の検討のベースとなる共通技術基準として、 不要発射基準 および 障害発生時の停止機能を規定 している。また、非静止衛星の移動衛星通信業務システムは MESの位置情報を把握しなければならない としている。 ※不要発射基準の詳細は次項
ITU-R勧告 M.1316	移動衛星業務(地球-宇宙)と電波天文業務間の1610.6-1613.8MHz及び1660-1660.5MHzの周波数帯における周波数共用のための原則と方法論	この勧告は1610.6-1613.8MHz帯の陸上および海上移動地球局の発射から電波天文観測の保護に適用される原則と方法論(検討ステップ、モンテカルロ方を用いた離隔距離計算、制限区域の検討方法等)を規定している。
ITU-R勧告 RA.769	電波天文観測に用いられる保護基準	電波天文業務を保護するための保護基準が規定されており、1610.6-1613.8 MHz帯については、 pdf値制限を-194 dB(W/m²)と規定している。

ITU-R勧告 M.1343の不要発射基準

- ITU-R勧告 M.1343に規定されている、移動地球局(MES)の不要発射基準は以下の通り。

Table 1) 1610-1626.5MHzおよび1626.5-1628.5MHzの範囲外におけるTDMAアクセス方式を利用するMESの不要発射

周波数 (MHz)	キャリアオン時	
	等価等方輻射電力 (dBW)	測定帯域幅
0.1-30	-66	10kHz
30-1000	-66	100kHz
1000-1559	-60	1MHz
1559-1580.42	-70	1MHz
1580.42-1605	-70	1MHz
1605-1610	-70 ~ -10	1MHz
1610-1626.5	適用しない	適用しない
1626.5-1628.5	適用しない	適用しない
1628.5-1631.5	-60	30kHz
1631.5-1636.5	-60	100kHz
1636.5-1646.5	-60	300kHz
1646.5-1666.5	-60	1MHz
1666.5-2200	-60	3MHz
2200-12750	-60	3MHz

Table 2) 1618.25-1626.5MHz帯の全体もしくは部分的な帯域で運用されているMESによる1610-1626.5MHzおよび1626.5-1628.5MHzにおける最大不要発射

周波数オフセット (kHz)	キャリアオン時	
	eirp (dBW)	測定帯域幅 (kHz)
0-160	-35	30
160-225	-35~-38.5	30
225-650	-38.5~-45	30
650-1365	-45	30
1365-1800	-53~-56	30
1800-16500	-56	30

Table 3) キャリアオフ時の不要発射

周波数(MHz)	eirp (dBW)	測定帯域幅
0.1-30	-87	10 kHz
30-1000	-87	100 kHz
1000-12750	-77	100 kHz

ITU-R報告 SM.2091

- 電波天文業務に隣接または近接する帯域に割当てられたアクティブ宇宙業務の影響に関する研究を行っている。
- 11章において、1610.6-1613.8Hz帯で動作するRASシステムと1613.8-1626.5MHz帯で動作するMSS(宇宙-地球)システム間の共用検討方法を規定している。主な章構成は以下の通り

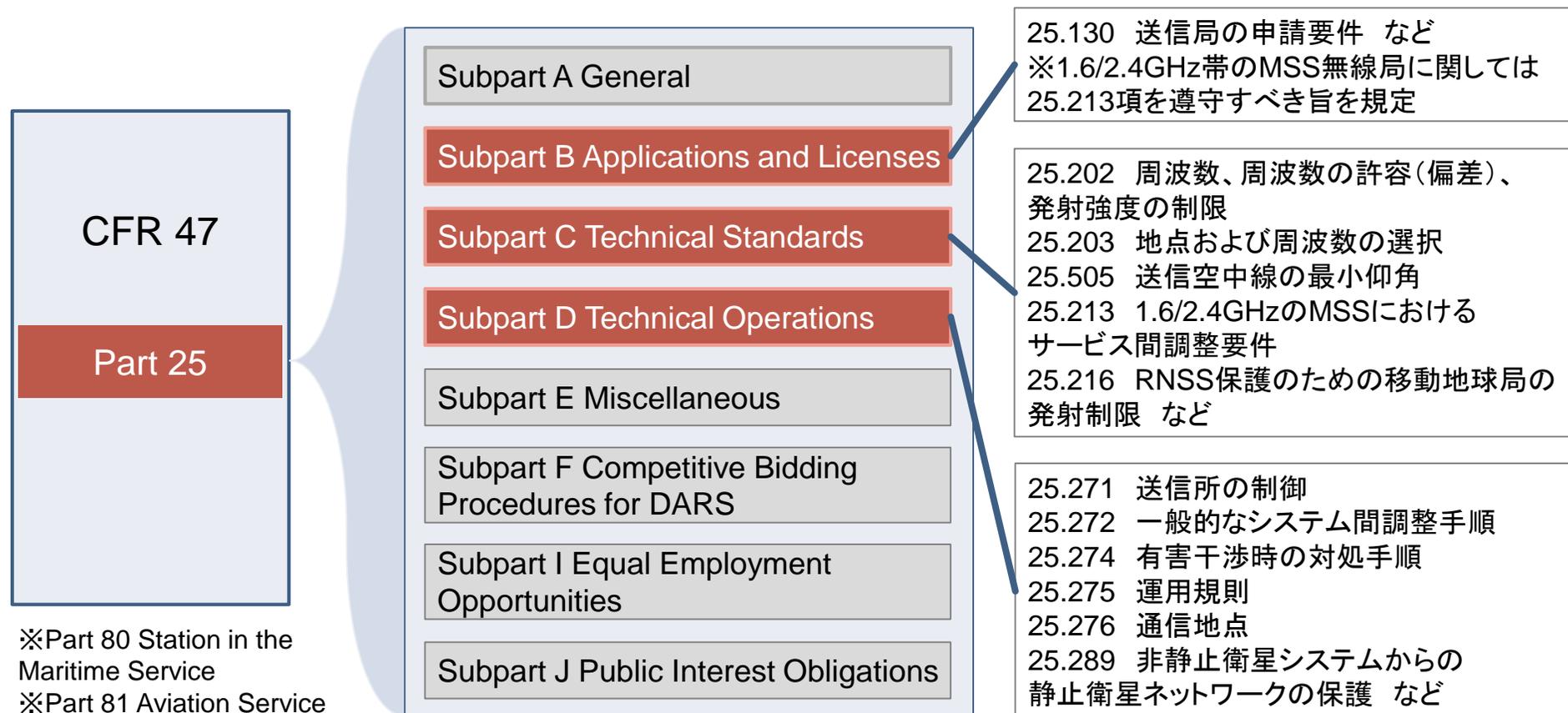
- 11.1 RAS
 - 11.1.1 分配周波数
 - 11.2.2 電波天文観測の種類
 - 11.1.3 保護基準
 - ITU-R RA.769を参照
 - 11.1.4 運用基準
 - ITU-R RA.769を参照、VLBI観測の場合は、感度が比較的低いことを踏まえ、pfd値制限を-166 dB(W/m²)と規定
- 11.2 MSS
 - 11.2.1 分配周波数
 - 11.2.2 アプリケーション
 - 既に2次業務として割当てられている衛星ネットワークとして「HIBLEOシステム(イリジウム衛星のファイリング名)」を記載
 - 11.2.3 RRに基づく基準
 - 2次業務は1次業務に干渉を与えてはならない等の基本ルールを規定
- 11.3 共用基準
 - 11.1.3を参照
- 11.4 干渉評価
 - 干渉計算の前提や方法を規定

(以降省略)

欧米の関連基準

FCC規則の概要

- 米国では、MSSシステムの地球局に関する基準は、連邦規則集内のFCC規則のPart 25 Satellite Communicationに規定されている。
- Part 25は一般条項、申請・免許規定、技術基準等のSubpartで構成されており、技術基準に関するSubpartでは、全システム共通の基準とともに、システム別の基準が整理されている。



ETSI EN規格の概要

- 欧州では、MSSシステムの地球局に関する基準は以下の2つのETSI ENに規定されている。
 - ETSI EN 301 441: MES (Mobile Earth Stations)に関する規定
 - ETSI EN 301 473: AES (Aircraft Earth Stations)に関する規定

MESについて規定 (handheld earth stationsを含む)

EN 301 441

1 Scope

2 References

3 Definitions and abbreviations

4 Technical requirement specifications

5 Testing for compliance with technical requirements

AES*について規定

* **AMSS** (Aeronautical Mobile Satellite Service)/MSS (Mobile Satellite Service) および/または **AMS(R)S** (Aeronautical Mobile Satellite on Route Service)/MSS)を提供するAES

EN 301 473

1 Scope

2 References

3 Definitions and abbreviations

4 General

5 Requirements for AES transmitting in the band 1610 MHz to 1626.5MHz

6-10 (周波数/サービス別規定)

11 Receiver Performance Requirements

航空機地球局の関連基準

航空機地球局関連の国際基準・規格の関係性

- 各規則・基準の関係性を以下に示す。

ITU-R (国際電気通信連合 無線通信部門) = 無線通信に関する国際的規則である無線通信規則等を策定

- ITU-R RR CHAPTER VIII “Aeronautical Service”

航空業務に関する
通信規格の策定を委託

各地域・各国での地域レベルの
基準策定を推奨

航空分野

通信分野

ICAO (国際民間航空機関) = 国際航空運送の安全・保安等に関する国際標準・勧告方式等を策定

- SAPPs Annex 10 Volume 3 Part 1 Chapter 4 “AMS(R)S”
- Doc 9925 AN/475 “Manual on AMS(R)S”

FCC (連邦通信委員会)

- CFR 47 Part 25 “Satellite Communication”

※前回調査済み

EC (欧州委員会)

- Directive 2014/53/EU “harmonization of the laws of the Member States relating to the making available on the market of radio equipment...”

基本政策 ↓

ETSI (欧州電気通信標準化機構)

- EN 301 473 “Harmonized standard for AES below 3GHz...”

参照

標準化案提言

FAA (連邦航空局)

- FAA Technical Standard Order (TSO)-C159

基本政策 ↓

↑ 指針提言

RTCA (航空技術諮問機関)

- DO 262 MOPS¹ for Avionics Supporting Next Generation Satellite System
- DO 270 MASPS² for the AMS(R)S as used in Aeronautical Data Links

欧州では
EUROCAE
が所掌。

※ED-243で
DO-262の
内容を踏襲

※ICAO、RTCA、EUROCAEではそれぞれの整合性をとりながら基準が策定される。

1. Minimum Aviation System Performance Standard の略。主に地上装置側の規格を規定。
2. Minimum Operational Performance Standard の略。主に機上装置側の規格を規定。

ITU-R RRにおける規定

- ITU-RのRRにおいては、航空業務に関する規定が主に第8章において規定されているが、詳細の通信性能要件は規定されておらず、運用面の規定が主となっている。
- 35.1号において、同章の規定は、他国の無線業務に有害な干渉を与えないことを条件に、国際電気通信連合憲章 第42条(特別取極めに関する条項)に基づく特別措置や政府間の合意により統治されうるとしており、政府間の合意の一例として、国際民間航空機関(International Civil Aviation Organization) のSARPS(Standards and Recommended Practices)を参照している。
- Chapter VIIIの規定項目は以下の通り。

CHAPTER VIII – Aeronautical services

ARTICLE 35 イン트로ダクション

ARTICLE 36 無線局の利用責任のある者の権限

ARTICLE 37 運用者免許

ARTICLE 38 (保留)

ARTICLE 39 無線局の検査

ARTICLE 40 無線局の利用時間

ARTICLE 41 海上業務としての無線局との通信

ARTICLE 42 無線局の条件

ARTICLE 43 周波数利用における特別規則

ARTICLE 44 通信における優先事項(※優先的に受送信すべき情報等)

ARTICLE 45 一般的な通信手順

ICAO SARPsにおける規定

- 国際航空運送業務における条約の作成、国際航空運送に関する国際標準、勧告、ガイドライン等を規定する SARPs は、国際民間航空条約の「附属書(Annex)」として採択される。現在第1附属書から第19附属書より構成され、航空無線業務の基準は第10附属書「航空通信」のVolume 3「通信システム」に規定されている。
- Volume 3において、航空衛星業務に関する規定はPart 1のChapter 4 Aeronautical Mobile-Satellite (Route) Service (AMS(R)S)に規定されており、冒頭のNote2において、さらなる詳細基準はManual on AMS(R)Sを参照するよう、記載されている。
- Chapter 4の規定項目は以下の通り。

4.1 提示

4.2 一般規則

4.3 RF特性

4.3.1 周波数帯

4.3.2 放射

4.3.3 感度

4.4 優先的・先制的アクセス

4.5 信号の受信および追尾 ※AESが対応すべき機体の対地速度等について規定

4.6 性能要件

4.6.1 設定済み運用カバレッジ

4.6.2 不具合発生時の通知

4.6.3 AES 要件

※AESは衛星カバレッジ内での飛行中、4.6.41および 4.6.5の性能要件を満たさなければならない旨、規定

4.6.4 パケットデータおよびサービス要件

4.6.5 音声サービス要件

4.6.6 セキュリティー

4.7 システムインターフェース

ICAO Manual on AMS(R)Sにおける規定

- Manual on AMS(R)SはSARPs Annex 10, Volume VIII, Part 1, Chapter 4と合わせて、特定の衛星システムの運用ガイドラインとして策定されており、大きく以下の3つのパートで構成されている。
 - **Part 1 AMS(R)Sの一般情報**
 - …アプリケーション、ユーザ要件、運用の利点、ICAOや航空産業組織における標準化活動等に関する情報を含むAMS(R)Sの概要を記載
 - **Part 2 イリジウム衛星ネットワーク**
 - …イリジウム衛星ネットワークを利用したAMS(R)Sについて、SARPs、および同衛星ネットワークに特化した[RTCA DO-262](#)の運用要件基準(MOPS: Minimum Operation Performance Standards)への遵守状況を記載
 - ※章構成
 - Chapter 1 イントロダクション
 - Chapter 2 イリジウム衛星ネットワーク (2.5項「Lバンド(1616-1626.5MHz)の送信特性」含む)
 - Chapter 3 イリジウムAMS(R)Sシステム
 - Chapter 4 イリジウムAMS(R)S標準化活動
 - **Chapter 5 イリジウム性能とAMS(R)SのSARPs基準との比較**
 - **Part 3 INMARSAT・MTSATによるクラシックAeroサービス**
 - …インマルサットの運用する「クラシックAero」航空衛星システムについて、技術概要とガイダンス材料を記載
- なお、Part 1 Chapter 4 ICAO Activitiesでは、本ManualがRTCAやEUROCAEといった機関が既に策定されている技術基準を引用しながら策定されている旨が記載されている。

RTCA DO-262Cにおける規定(1/7)

- DO-262Cは次世代衛星システムの航空機器に関する規定文書であり、機器の性能要件とその試験方法を定めている。
- 上記文書の本文は全機器に共通した規定が記載されており、Appendix Dにおいて、イリジウム衛星システムの技術基準が定められている。なお、本文とAppendixの規定項目は同じである。
- AESに関する技術要件は本文およびAppendix Dの 2.2.3.1.1に規定されている。主な規定は以下の通り。また、AESの管理要件として、2.2.3.8に停電復旧に係る規定が、2.2.3.9に不具合発生時の表示に係る規定が規定されている。

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1	AES適用要件		
2.2.3.1.1	アンテナ	特に記載のない限り、以下の仕様は無指向性パターンを使用した非ステアリングアンテナに適用される。本書に記載されている受信感度はベンチテスト要件であることを規定	左に同じ
2.2.3.1.1.1	カバレッジボリューム、偏波およびアンテナ利得		
2.2.3.1.1.1.1	カバレッジボリューム	代表的な地板においてアンテナ範囲を測定した場合、規定の最小仰角から仰角90°の範囲において、アンテナの偏波、アンテナ利得、軸比の要件を満たさなければならないことを規定	最小仰角:8°
2.2.3.1.1.1.2	偏波	円偏波とすることを規定	右円偏波
2.2.3.1.1.1.3	アンテナ利得	等方性アンテナに対する最小利得と最大利得を提供するよう規定	最小利得:-2 Weighted dBic 最大利得:3 Weighted dBic
2.2.3.1.1.2	軸比	偏波損失を補うのに十分な利得を持たない限り、AESアンテナ電圧軸比は円偏波アンテナに対して規定値を超えてはならないことを規定するとともに、最大軸比が6dBを超えないよう勧告	最大軸比:2.5db

RTCA DO-262Cにおける規定(2/7)

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1.1.3	パワーハンドリング性能		
2.2.3.1.1.3.1	シングルキャリアユニット	シングルキャリアのみに対応したAESアンテナの最大電力ハンドリング性能は、1つの個別データキャリアもしくは1つの個別音声キャリアのうち、最大個別キャリア出力の規定(2.2.3.1.2.1.2)に基づき、より高いバースト出力が求められる方をサポートするのに十分なものでなければならないことを規定	左に同じ
2.2.3.1.1.3.2	マルチキャリアユニット	マルチキャリア周波数に対応したAESアンテナの最大電源ハンドリング性能は、最大個別キャリア出力の規定(2.2.3.1.2.1.2)に基づき、規定最大数の個別データキャリアもしくは個別音声キャリアをサポートするのに十分なものでなければならないことを規定	<ul style="list-style-type: none"> ● 最大電源ハンドリング性能 20W(例外あり) ● データキャリア/音声キャリアの最大数 AES1の場合 1/0 AES2の場合 2/2 AES3の場合 16/16
2.2.3.1.1.4	通過帯域	AESの運用周波数帯は衛星局およびAESそれぞれの最大利用周波数・最小利用周波数を提示し、それぞれの範囲内において、性能基準が満たされていないことを規定	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛星局の利用周波数: 1610~1626.5 MHz ● AESの利用周波数: 1610~1626 MHz
2.2.3.1.1.5	アンテナ電圧定在波比	アンテナの送受信RFポートで測定した場合、電圧定在波比は規定値を超えてはならないことを規定	最大アンテナ電圧定在波比: 1.8:1
2.2.3.1.1.6	放射アンテナ相互変調積		
2.2.3.1.1.6.1	GNSS帯における放射アンテナ相互変調積	(対象外のため省略)	—
2.2.3.1.1.6.2	AMS(R)S帯における放射アンテナ相互変調積	アンテナサブシステムは、2つの無変調の信号の送信試験を行う際に、内部で生成された相互変調積により、有害な干渉を放射してはならないことを規定 (この時の有害な干渉とは、被干渉側の雑音が6%以上増加した場合を指す)	左に同じ

RTCA DO-262Cにおける規定(3/7)

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1.1.7	キャリア-マルチパス差分	規定の最小仰角における最小アンテナ利得と地平線から同仰角分下がったところにおける最大アンテナ利得間のデシベル差は、最小キャリア-マルチパス差よりも大きくなければならないことを規定	最小キャリア-マルチパス差分: 3dB
2.2.3.1.1.8	パターン識別	(低軌道衛星には適用されないため、省略)	—
2.2.3.1.1.9	ステアブルアンテナ要件	(非ステアブルアンテナのため、省略)	—
2.2.3.1.2	送受信器サブシステム		
2.2.3.1.2.1	送信機能		
2.2.3.1.2.1.1	最小出力	送信機能はマルチキャリアシステム、シングルキャリアシステムそれぞれの高出力増幅器のオンチャンネル平均EIRP出力(W)分を提供できなければならないことを規定	AESの最小EIRP出力: -4.0/26.0 dBW/dBm
2.2.3.1.2.1.2	最大個別キャリア出力	シングルキャリア送受信機のオンチャンネル出力はアップリンク周波数において、特定値以下でなければならないこと、マルチキャリア対応AESのオンチャンネル電力出力は、一音声・データキャリアの最大出力をアンテナの最小利得で割った値よりも2dB以上大きくてはならないことを規定	最大オンチャンネル出力: 総出力が最大EIRP 9.0/39.0 dBW/dBmを超えないこと
2.2.3.1.2.1.3	最大総送信出力	総平均の送受信機出力は規定値(対象周波数帯は、 $4.64 \times (f-1614)$ -40dBW)を超えてはならないことを規定	送受信機からの送信バースト時間内の平均EIRP出力はアンテナ利得より15dBW低い値を超えてはならない

RTCA DO-262Cにおける規定(4/7)

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1.2.1.4	送信機能相互変調性能		
2.2.3.1.2.1.4.1	狭帯域相互変調性能	(適用外のため省略)	—
2.2.3.1.2.1.4.2	変調された相互変調性能	2.2.3.1.2.1.2によって許容される最大シングルキャリア出力または送受信機の最大出力の半分のいずれか小さいほうの2つの変調キャリアを送信する場合、送受信機の調和スプリアス・ノイズは表2-5および表2-6の値(対象周波数帯は-55dBW)満たさなければならないことを規定	2.2.3.1.2.1.9の不要発射規定により規定
2.2.3.1.2.1.5	送信機能の高調波、 離散スプリアスおよび ノイズ密度	(1610-1626.5MHz帯は適用外のため省略)	—
2.2.3.1.2.1.6	電波天文業務の保護		
2.2.3.1.2.1.6.1	1610-1626.5MHz帯以外 で運用するAES	(1610-1626.5MHz帯は適用外のため省略)	—
2.2.3.1.2.1.6.2	1610-1626.5MHz帯で 運用するAES	FCC規則 47CFR 25.213(a)を遵守するよう規定 上記規則により交渉された放射レベルは通告され、最小要件として本MOPSに記述されるよう規定	表1のとおり規定(ETSI EN 301 473の表を引用)
2.2.3.1.2.1.7	キャリアオフ水準	キャリアが送信状態にない時に有効なキャリア周波数で測定されるバースト出力は、キャリアオフ時のインターバル中に許容される規定最大出力以下とすることを規定	送信機が2秒以上送信しなかった後の不要な放射による最大EIRPIは表2の数値以下とすることを規定
2.2.3.1.2.1.8	電力制御	送受信機は、規定のバックオフレンジ内で、規定のステップサイズ以下で、いかなる個別キャリアによる放射電力レベルも制御する能力を有していなければならないことを規定	バックオフレンジ: 8dB ステップサイズ: 1.0dB (AES2と3にのみ適用)

RTCA DO-262Cにおける規定(5/7)

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1.2.1.9	オンチャンネル出力スペクトラム	シングルキャリア変調の出力スペクトラムは、特定の衛星サブネットワークのインバンド要件を満たさなければならないことを規定	表1のとおり規定(ETSI EN 301 473の表を引用)
2.2.3.1.2.1.10	移動中の航空機における送信運用	音声またはデータ通信が可能なAESはいずれも、800ノット(1480 km/h)以下の飛行速度において、衛星ネットワークのインターフェース要件を遵守するよう義務付け (※勧告)1500ノット(2800 km/h)以下の飛行速度において、衛星ネットワークのインターフェース要件を遵守するよう規定	左に同じ ※イリジウムの航空通信GEN-0020のドップラー要件・性能を参照
2.2.3.1.2.2	受信機能	このセクションにおける、全信号レベルの測定に係る基準点は、AESへの入力ポートの点であることを規定するとともに、コントラクターは許容ケーブルロスを提示しなければならないことを規定	左の前半部分と同じ
2.2.3.1.2.2.1	受信感度		
2.2.3.1.2.2.1.1	データ	シングルチャンネルで運用する際、入力信号レベルが規定値以上の場合、パケットデータサービスが可能なAESはデータを、規定の最小のbps平均速度以上のスピードで出力するよう規定 また、剰余パケットエラー率は 1×10^{-6} 以下となるよう規定 ※本規定はベンチテスト要件として規定。	最小bps平均速度: 300bps ※エンドツーエンドの通信を24時間計測 最小入力信号レベル: -106dBm
2.2.3.1.2.2.1.2	ボイス	適切に設定された衛星システムのテストセットから、規定最小値以上の入力信号を受け取った場合、ボコーダーは性能要件を満たさなければならないことを規定 ※本規定はベンチテスト要件として規定。	最小入力信号レベル: AES1の場合 n/a AES2の場合 -106dBm AES3の場合 -106dBm
2.2.3.1.2.2.2	受信帯域	受信機は、衛星が発信する運用周波数の最大値と最小値の範囲で、入力キャリア周波数に対し要件を満たさなければならないことを規定	
2.2.3.1.2.2.3	NGSS受信帯域外信号の排除	$0.95f_{RMN}$ (運用周波数帯の最小値)~ $1.05f_{RMX}$ (運用周波数帯の最大値)周波数帯を除く、470-18,000MHz帯域における+3 dBmの干渉信号下にある場合においても、受信機は、最小の信号レベルで、衛星のダウンリンク信号を受信・追跡しなければならないことを規定	左と同じ周波数帯において、-10dBmの干渉信号下においても受信・追尾できなければならないことを規定

RTCA DO-262Cにおける規定(6/7)

項目	見出し	内容	イリジウムの規定
2.2.3.1.2.2.4	他のAMS(R)S装置によって生成されるキャリア信号の排除	上記に加え、受信機は、下記のレベル及びキャリア周波数のCW干渉信号下において、最小信号レベル以上で、衛星のダウンリンク信号を受信・追跡しなければならないことを規定 周波数帯： 1610-1631.5 MHz / 1631.5-1660.5 MHz CW干渉レベル： +3 dBm、 / +7 dBm	CW干渉信号の基準を以下に再設定 周波数帯： 1626.5-1660.5 MHz CW干渉レベル： ※同じ機内に他のAMS(R)S装置がない場合 -96dBm (※勧告値-9dBm) ※同じ機内に他のAMS(R)S装置がある場合 -2dBm (※勧告値+5dBm)
2.2.3.1.2.2.5	移動中の航空機における受信運用	音声またはデータ通信が可能なAESはいずれも、800ノット(1480 km/h)以下の飛行速度において、衛星ネットワークのインターフェース要件を遵守するよう義務付け(※勧告)1500ノット(2780 km/h)以下の飛行速度において、衛星ネットワークのインターフェース要件を遵守するよう規定	左に同じ ※イリジウムの航空通信GEN-0020 のドップラー要件・性能を参照
2.2.3.1.2.2.6	受信感度	受信機は、指定された受信帯において、規定レベルのワイドバンド干渉ノイズ・ナローバンドノイズ下においても、必要な信号を適切に受信・追跡し、規定速度でデータを出力するよう規定	ノイズの最大許容レベル： ※ワイドバンドの場合 -124dBm@200kHz ※ナローバンドの場合 -121dBm@CW (同一チャンネル) -106dBm@CW (隣接チャンネル) -66dBm@CW (10チャンネル離れた場合)
2.2.3.1.3	必須航空機インターフェース		
2.2.3.1.3.1	外部位置	正確な位置情報を提供するにあたり、AESがGPS等、外部のジオロケーション手法を活用することが推奨される。	規定なし
2.2.3.1.3.2	外部時間基準	正確な時間情報を提供するにあたり、AESがGPS等、外部の時間基準を適用できる能力を有していることが推奨される。	規定なし

RTCA DO-262Cにおける規定(7/7)

表1) 不要発射の最大EIRP密度

周波数オフセット (kHz)	キャリアオン時		
	等価等方輻射電力(dBW)	測定帯域幅(kHz)	測定方法
0-160	-35	30	平均
160-225	-35 ~ -38.5	30	平均
225-650	-38.5 ~ -45	30	平均
650-1365	-45	30	平均
1365-1800	-53 ~ -56	30	平均
1800-16500	-56	30	平均

表2) キャリアオフ時の
不要発射の最大EIRP

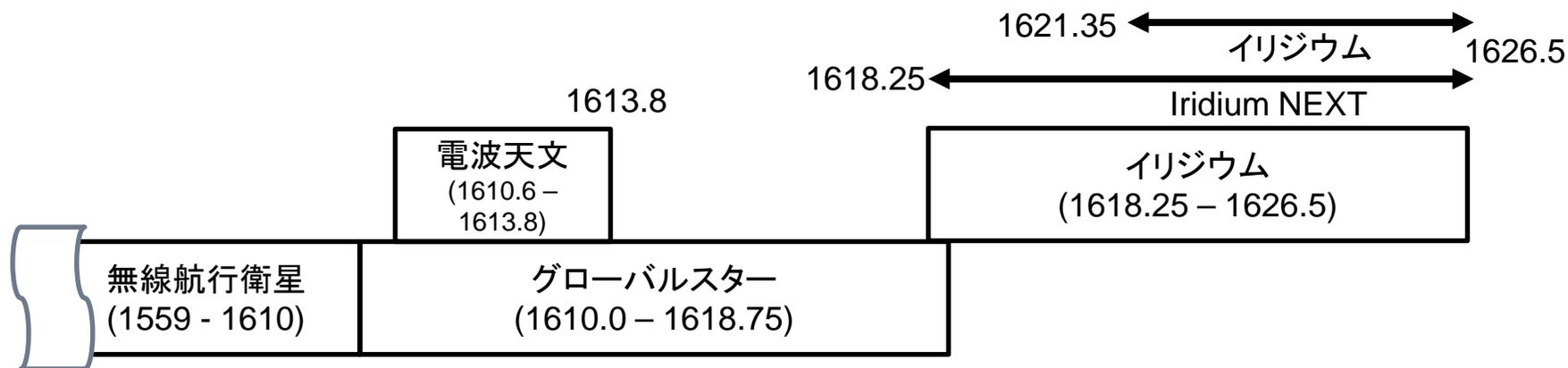
周波数 (MHz)	キャリアオフ時		
	等価等方輻射電力 (dBW)	測定帯域幅 (kHz)	測定方法
0.01-30	-87	10	ピークホールド
30-1,000	-87	100	ピークホールド
1,000-1559	-77	100	ピークホールド
1559-1605	-103	500	20msの平均
1605-1610	-88	500	20msの平均
1610-1613.8	-77	20	2,000s以上の平均
1613.8-1660	-77	100	ピークホールド
1660-1670	-77	20	2,000s以上の平均
1670-18,000	-77	100	ピークホールド

表3) AESの分類の説明

分類	説明
AES1	Short Burst Dataトランシーバ(96XX)1つと、Passive Low Gain Antenna (LGA)1つで構成
AES2	L帯トランシーバ(95XX)1、2つと、Passive LGA1つで構成
AES3	95XXおよび/または96XX2つ以上と、Passive LGA1つで構成

2. 電波天文台との周波数共用検討

L帯システムと電波天文台との関係



対象とする電波天文台

- JAXA臼田宇宙空間観測所
- NICT鹿島宇宙技術センター
- 国立天文台野辺山宇宙電波観測所

(以上は、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」のグローバルスターとの干渉対象。ただし現在運用調整は臼田宇宙空間観測所及び鹿島宇宙技術センターを対象としている。)

電波天文台	アンテナΦ[m]	アンテナ高*[m]	位置
JAXA臼田宇宙空間観測所	64	35	138° 21'54", 36° 07'44"
NICT鹿島宇宙技術センター	34	20	140° 39'36", 35° 57'21"
国立天文台野辺山宇宙電波観測所	45	25	138° 28'21", 35° 56'40"

*: シミュレーションでの想定

陸上・船舶用地球局に関する共用検討

離隔距離算定の前提条件

許容レベル

- ITU-R RA.769-2



電波天文台



離隔距離



イリジウム端末

スプリア領域での不要発射

- 技術的条件
(ITU-R勧告M.1343-1)
- 実測値

電波伝搬モデル(次ページ参照)

- 自由空間モデル
- ITU-R勧告P.452-16(地形無)
- ITU-R勧告P.452-16(地形有)

周波数 (MHz)	周波数帯幅 (kHz)	許容値
1612	20	-220 dBW (-263 dBW/Hz)

ITU-R勧告RA.769-2, Table 2より
観測時間として2000秒を想定

基準	スプリアス領域での不要発射	備考
技術的 条件*	-56dBW/30kHz(-101dBW/Hz) -77dBW/100kHz(-127dBW/Hz) (Carrier off)	ITU-R勧告 M.1343-1 Annex 1, Table 2
実測値	-87.9 dBW/100kHz(-138dBW/Hz)	TRACにて測定

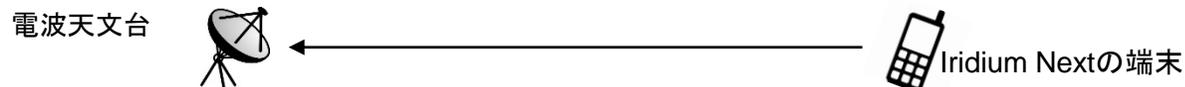
*: 平成9年度電気通信技術審議会答申より

基準	所要改善量 [dB]	離隔距離	
		自由空間モデル	ITU-R勧告P.452-16(地形無)**
技術的条件	162	1,864 km	56 km (海上194km)
技術的条件(Carrier off)	136	93 km	20 km (海上 64km)
実測値	125	26 km	12 km (海上30 km)

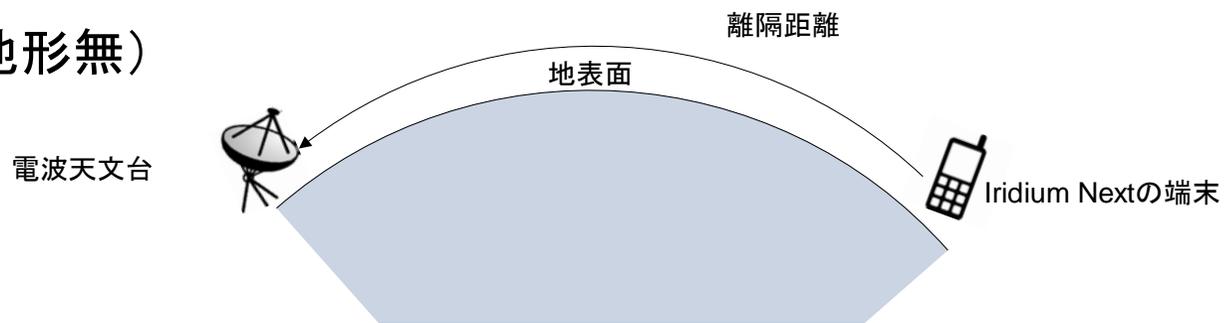
**：電波天文台アンテナ高35m、イリジウム端末のアンテナ高1.5mを想定

電波伝搬モデル

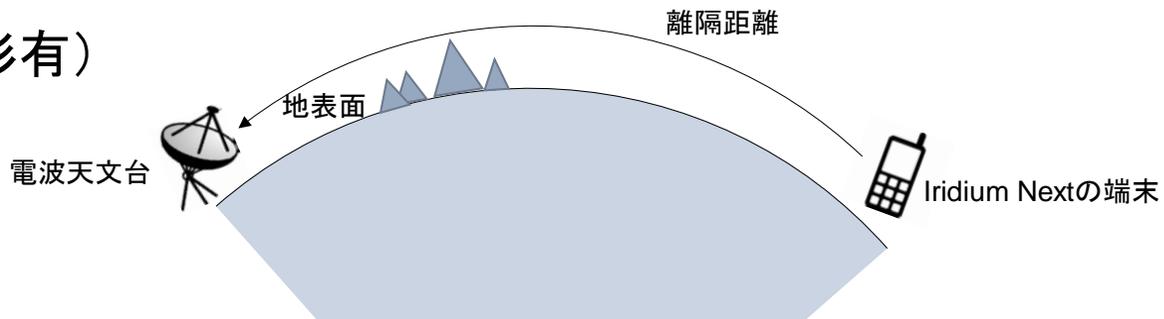
■ 自由空間モデル



■ ITU-R勧告P.452-16(地形無)



■ ITU-R勧告P.452-16(地形有)



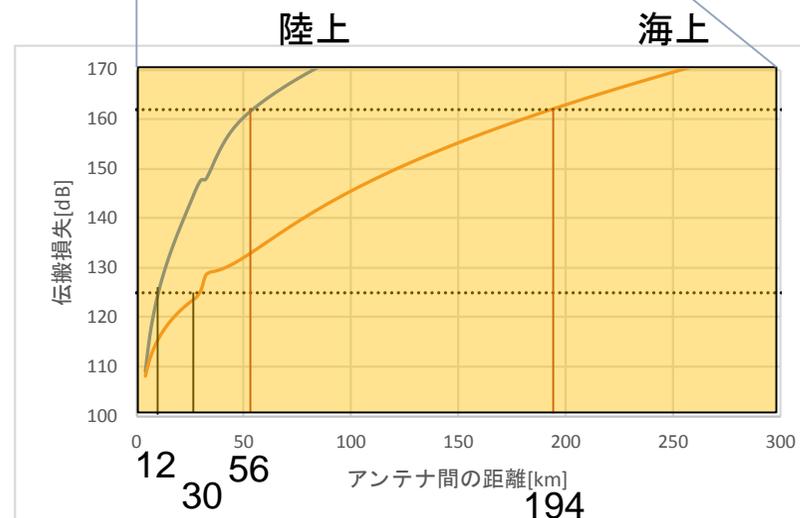
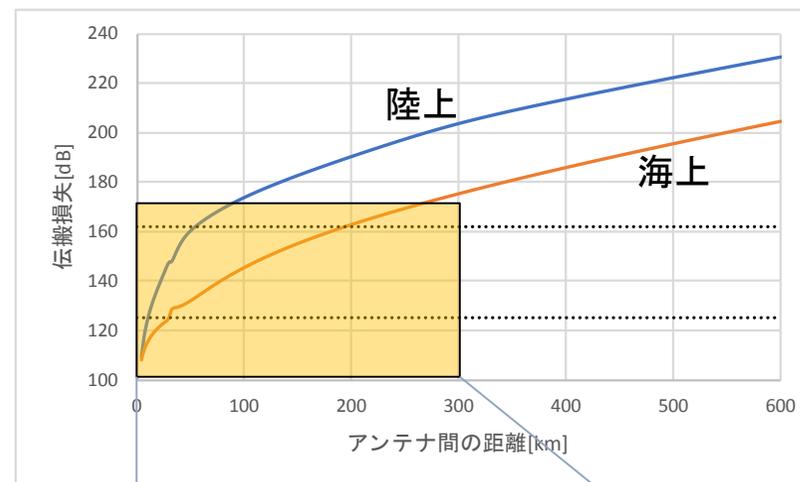
L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形無(1/2)

■ シミュレーション条件

- 電波伝搬モデル: ITU-R勧告P.452-16
- 地形: 標高0mの球を想定
 - 陸上: 野辺山、臼田、鹿島(一部)
 - 海上: 鹿島(一部)
- 周波数: 1.612GHz
- アンテナ高の想定
 - 電波天文台 35m
 - イリジウム端末 1.5m

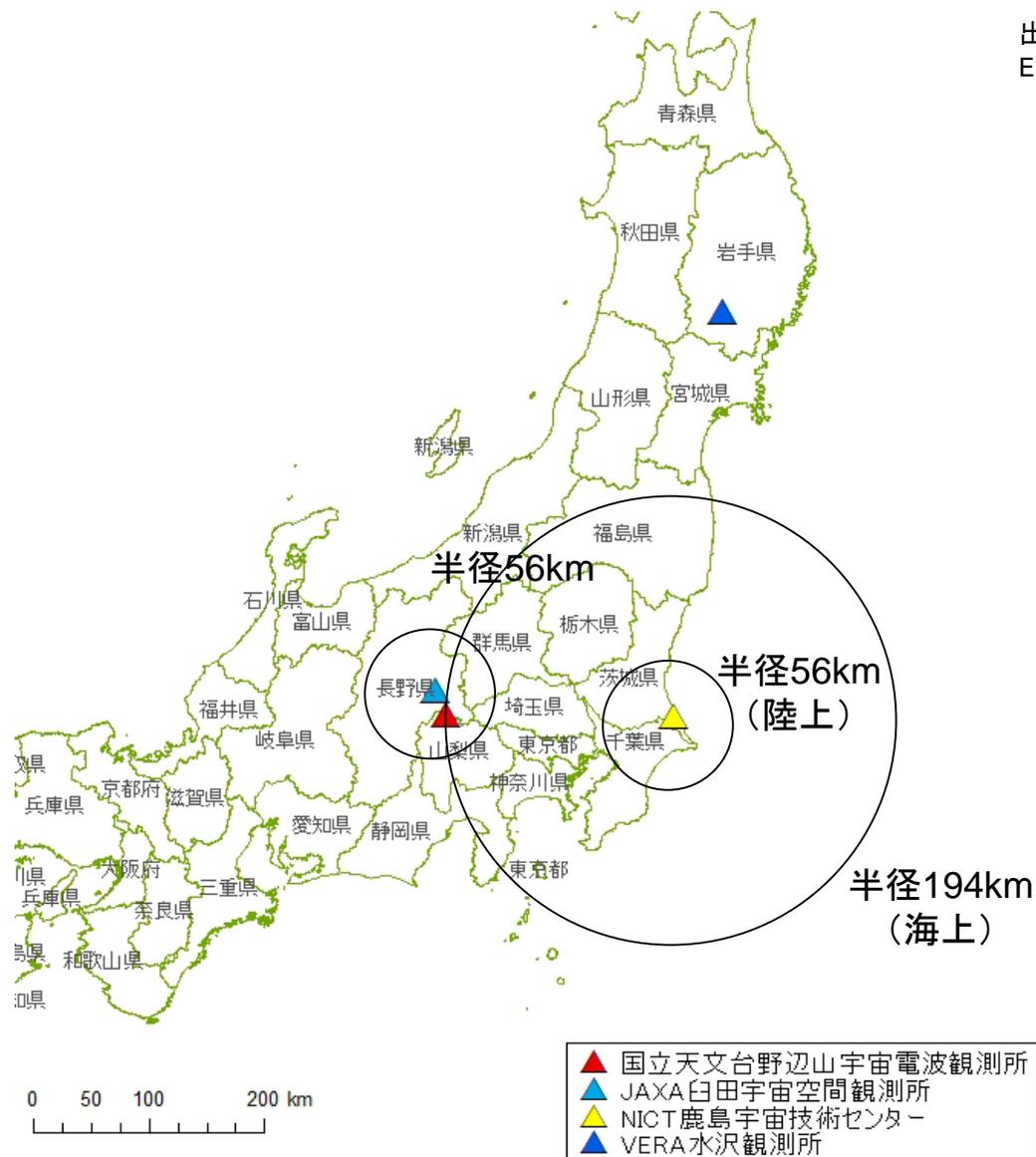
■ シミュレーション結果

- 技術的条件での所要改善量162dB
 - 陸上 56km
 - 海上 194km
- 実測値での所要改善量125dB
 - 陸上 12km
 - 海上 30km



L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形無(2/2)

出典: 国土地理院発行の数値地図(国土基本情報)、
ESRIジャパンの全国市区町村界データより



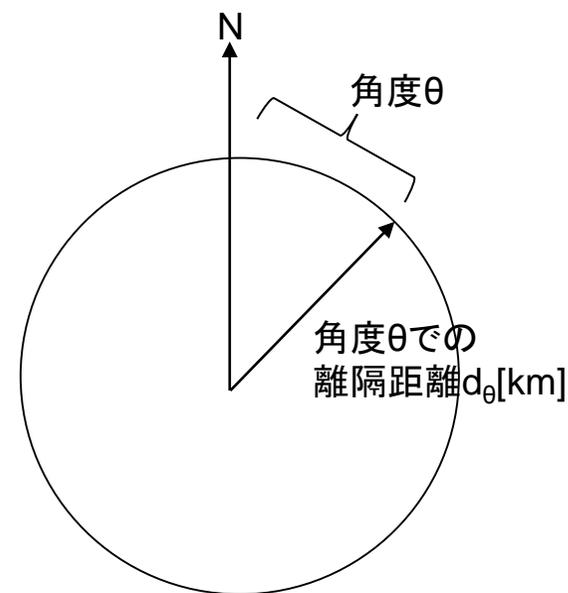
L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形有(1/4)

■ 検討対象

- JAXA臼田宇宙空間観測所
- NICT鹿島宇宙技術センター
- 国立天文台野辺山宇宙電波観測所

■ シミュレーション方法

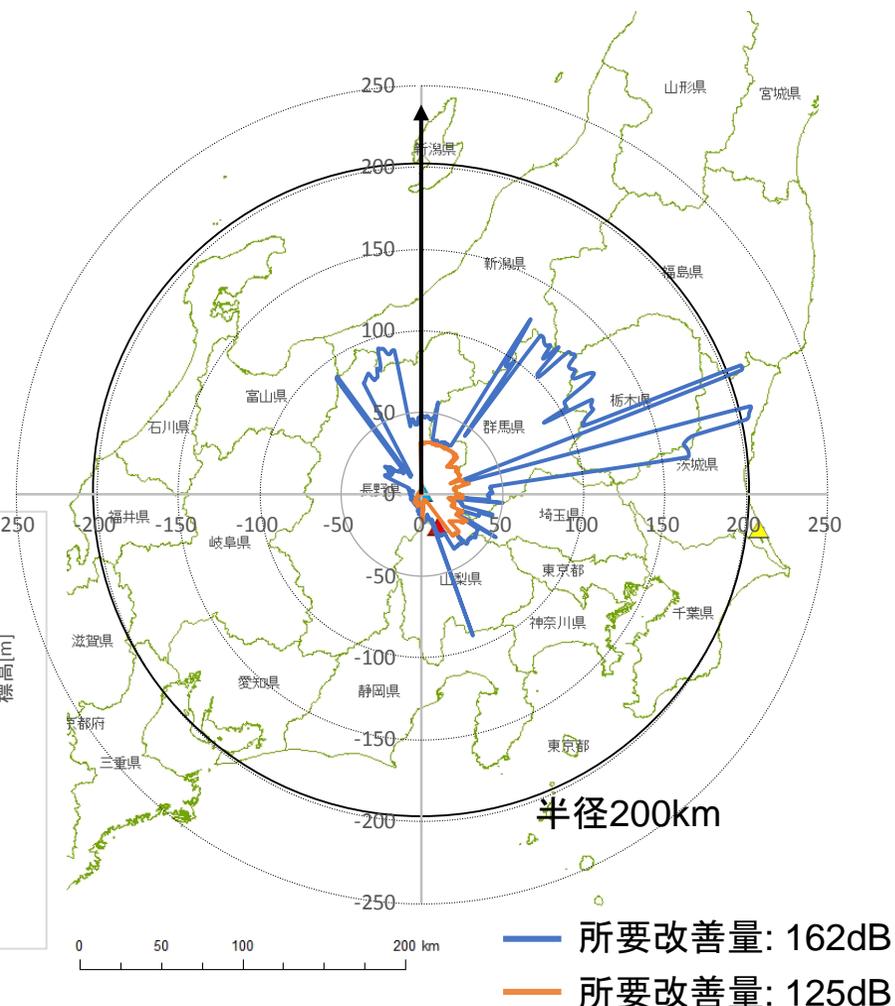
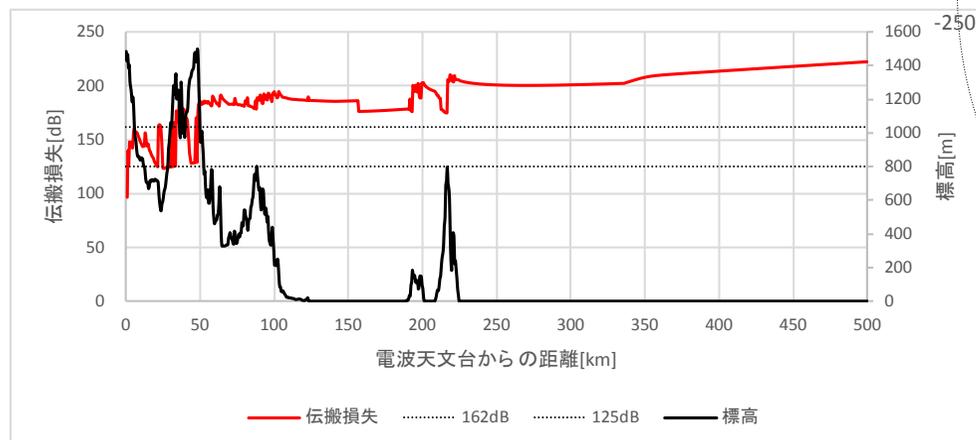
- 500mメッシュの地形データを利用(国土地理院数値地図250mメッシュ(標高)より作成)
- 電波天文台の周囲360度を1度間隔、0~500kmを500m間隔で伝搬損失を計算
- 500kmより電波天文台方向に伝搬損失が所要改善量を下回った位置を離隔距離 d_θ [km]として0~359度でプロット



L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形有(2/4)

■ JAXA臼田宇宙空間観測所

真北方向のプロファイル

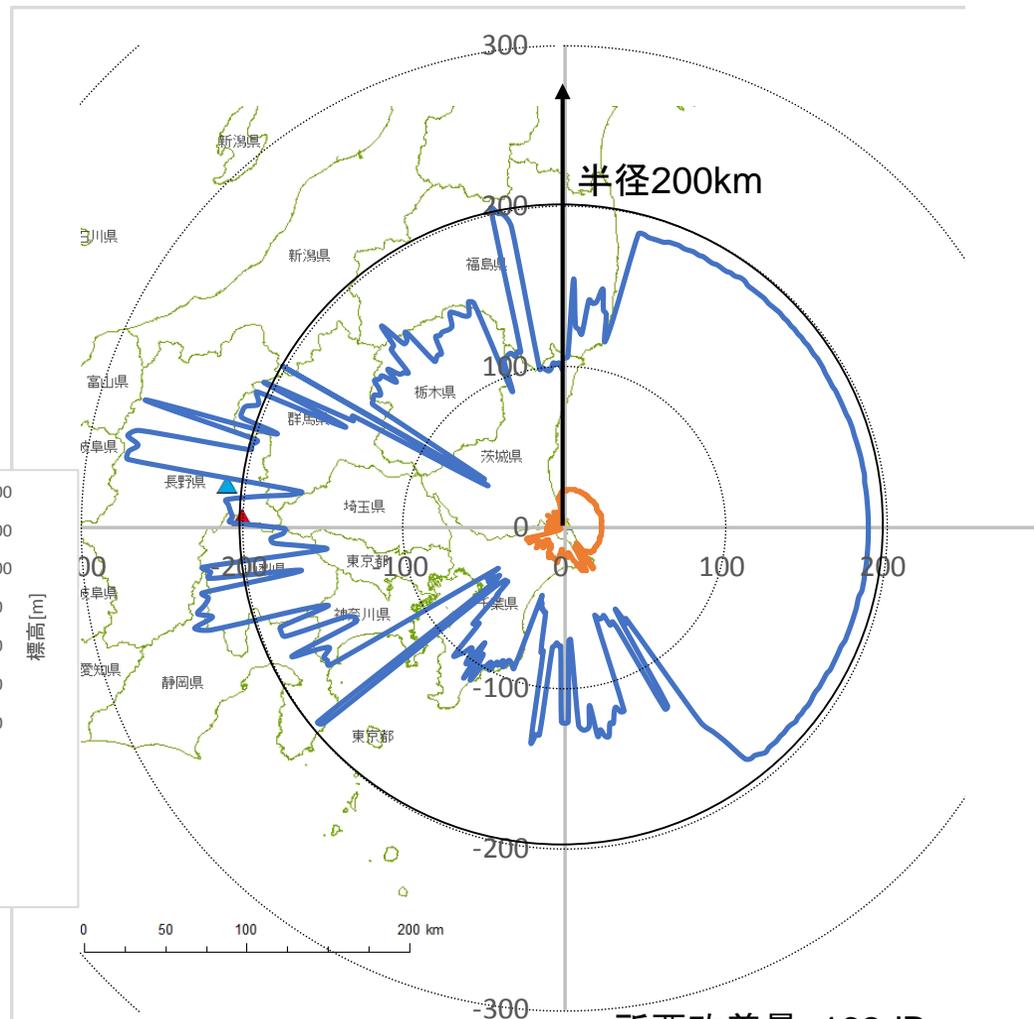
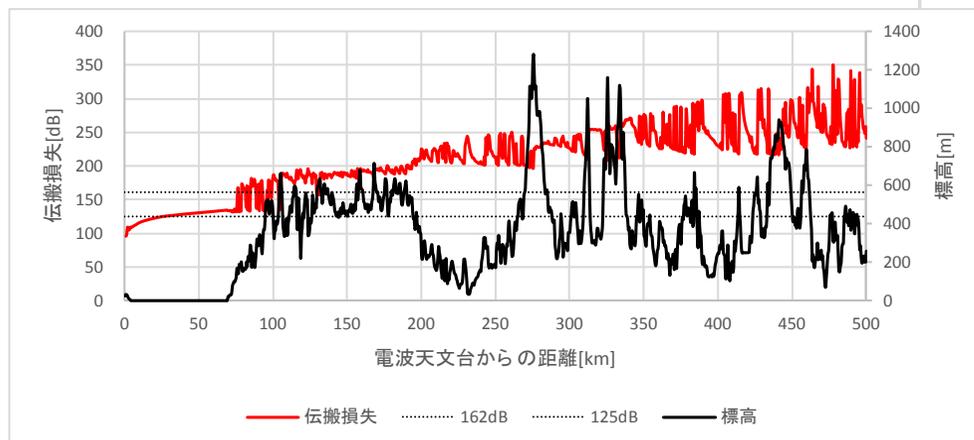


出典: 国土地理院発行の数値地図(国土基本情報)、
ESRIジャパンの全国市区町村界データより

L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形有(3/4)

■ NICT鹿島宇宙技術センター

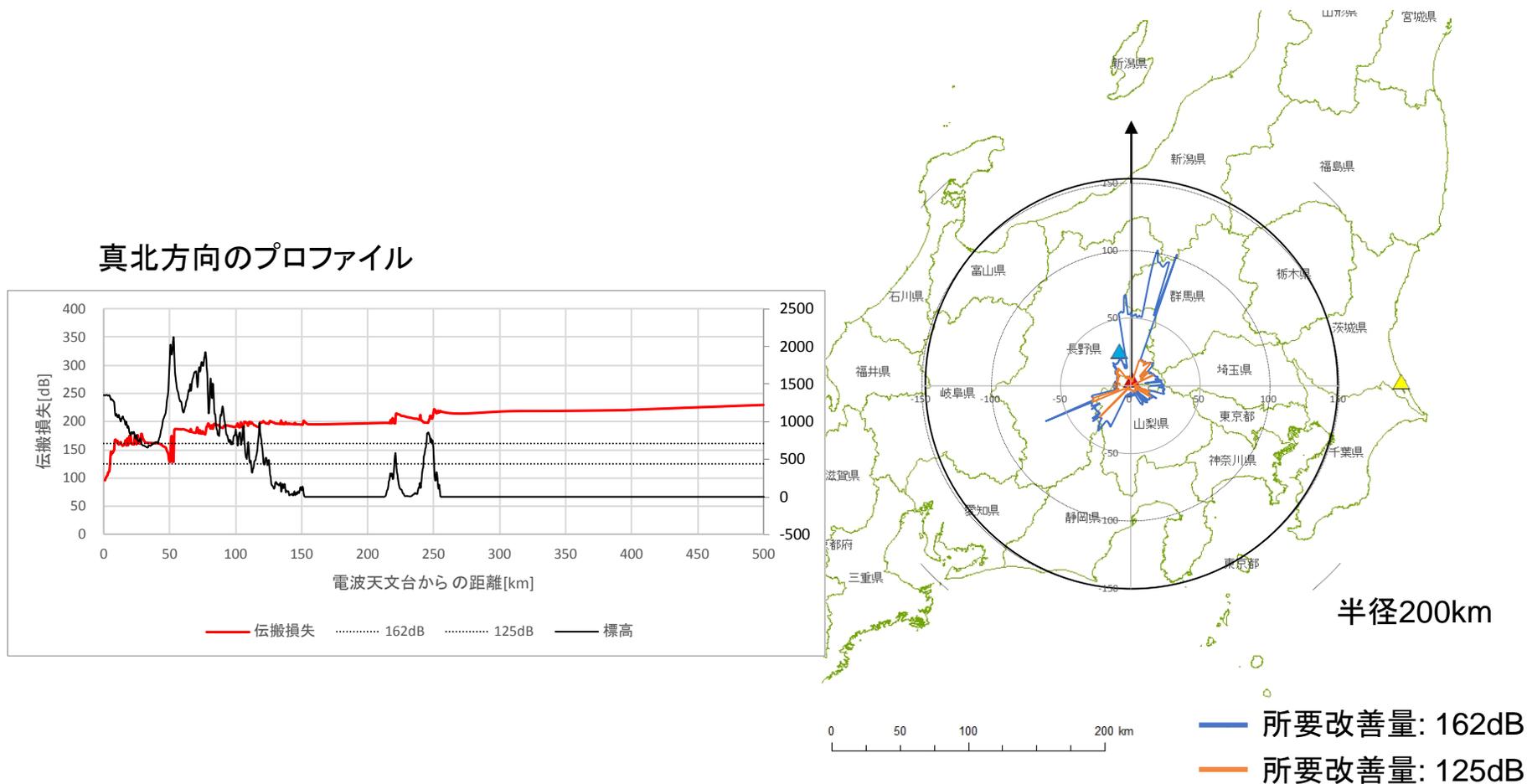
真北方向のプロファイル



出典: 国土地理院発行の数値地図(国土基本情報)、
ESRIジャパンの全国市区町村界データより

L帯システムと電波天文台との離隔距離 P.452-16地形有(4/4)

■ 国立天文台野辺山宇宙電波観測所



出典: 国土地理院発行の数値地図(国土基本情報)、
ESRIジャパンの全国市区町村界データより

L帯システムと電波天文台との離隔距離

■ 時間率を考慮しない場合

観測時間: 2000秒

電波天文台	離隔距離(技術的条件)[km]		離隔距離(実測値)[km]	
	地形無	地形有	地形無	地形有
JAXA臼田宇宙空間観測所	56	5.5 – 212.0	12	1.5 – 32.0
NICT鹿島宇宙技術センター	194	44.0 – 277.5	30	2.5 – 31.0
国立天文台野辺山宇宙電波観測所	56	5.0 – 102.5	12	2.0 – 32.0

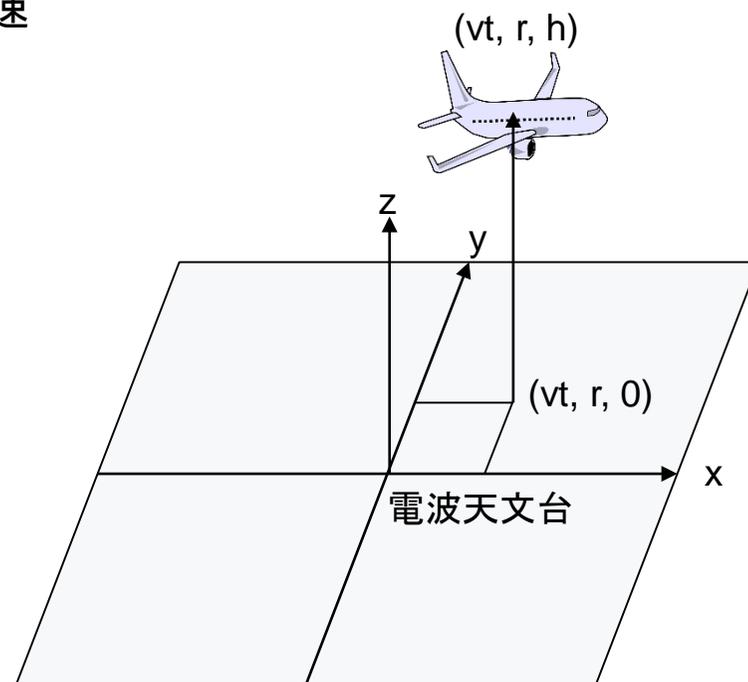
■ 時間率を考慮した場合

- ITU-R勧告RA.1513-2では2%以下のデータ損失を許容している。
- イリジウムによると臼田及び鹿島周辺での通信時間のピークにおいても2%以下であることが示されている。
- よって大幅な機器の増加がなく、2%以下のデータ損失である条件にて離隔距離を設定する必要はない。

航空機用地球局に関する共用検討

航空機用地球局と電波天文台との離隔距離(1/2)

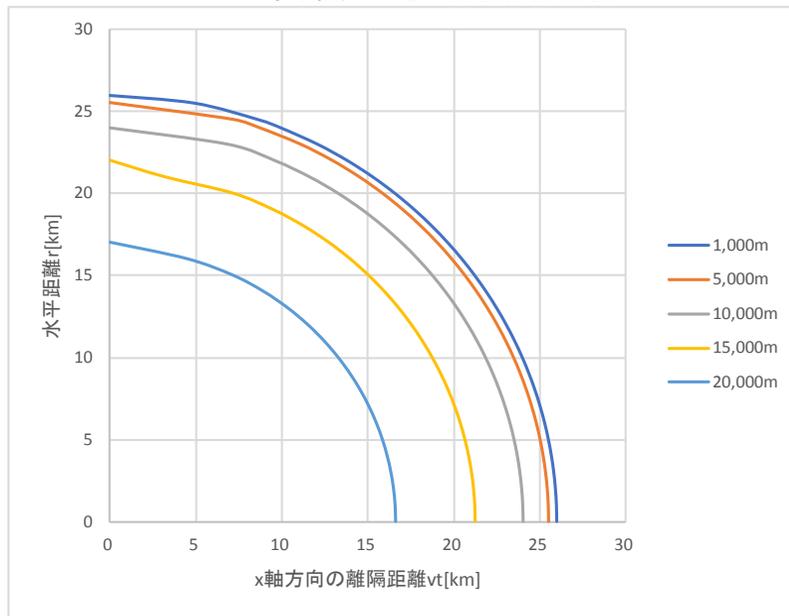
- 電波天文台の位置を原点とし、航空機の飛行方向をx軸、x軸の垂直方向をy軸とする。
 - 航空機の高度h[km]、電波天文台からの水平距離をr[km]、航空機の飛行速度をv[m/s]とする。
 - 航空機地球局のアンテナゲインを0dBi、電波伝搬モデルとして自由空間モデルとする。
 - 航空機地球局からのスプリアス領域での不要発射は実測値である-138dBW/Hzとする。所要改善量は125dB(臼田、鹿島、野辺山)である。
 - 離隔距離を d_0 [km]とする。
 - 所要改善量 $=20\log\frac{4\pi d_0 f}{c}$ f:周波数(1.612GHz), C:光速
 - 離隔距離 d_0 : 26km(臼田、鹿島、野辺山)
- ↓
- 臼田、鹿島、野辺山での離隔距離を高度h、水平距離rをパラメータとして検討する。
 - 航空機の飛行速度は200m/秒(720km/h)と仮定する。



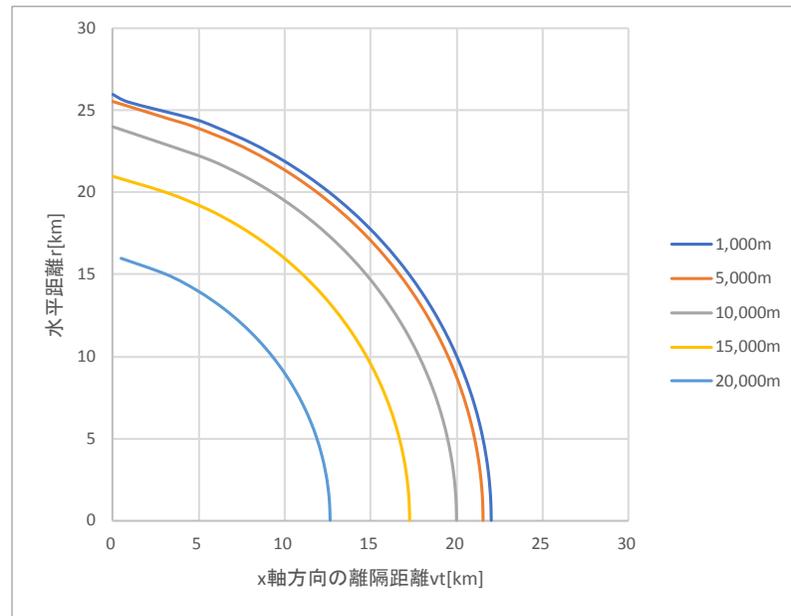
航空機用地球局と電波天文台との離隔距離(2/2)

- 離隔距離 $d_0=26[\text{km}]$ の時刻 t_0 の航空機の位置(vt_0, r, h)、より
 - $vt_0 = \sqrt{26^2 - r^2 - h^2}$ 、水平方向の離隔距離は $\sqrt{26^2 - h^2}[\text{km}]$
- 電波天文台が2000秒の観測中に航空機が電波天文台上空を飛行する場合を想定(最悪ケース)。
- ITU-R勧告RA.1513-2によると2%以下のデータ損失を許容している。
- 離隔距離 d_0 となる時刻を t_0 、航空機地球局が停波する時刻を t_s とする。
 - $\frac{2(t_0 - t_s)}{2000} = 2\%$ より $t_s = t_0 - 20$ 、x軸方向の離隔距離は $20v$ (v が200m/sの場合4km)短縮する。

高度 h による離隔距離



2%のデータ損失を許容した場合の離隔距離



共用条件(案)

共用条件(案)

【陸上・船舶用地球局】

- イリジウム端末のスプリアス領域での不要発射強度の実測値では、電波天文台との離隔距離は以下の通り。
 - 野辺山天文台、臼田宇宙空間観測所、鹿島宇宙技術センターの周辺について、概ね30kmの範囲を避ければ共用可能。
 - ただし、現在の発信数では2%のデータ損失に達していないため、端末数の増加によりデータ損失が2%に達するまで離隔距離を設ける必要はない。

【航空機用地球局】

- 同様にイリジウム端末のスプリアス領域での不要発射強度の実測値では、電波天文台から26km離れれば共用可能。
- ただし、機体による遮蔽効果を考慮するとさらに距離は短くなる。
 - (参考)ETSI EN 301 473では不要発射が-75dBW/20kHz(-118dBW/Hz)を超えない場合は電波天文業務と共用可能としている。イリジウムでの不要発射は -138dBW/Hz。

3. 技術的条件(案)の検討

携帯移動地球局の技術的条件(案)の検討(1/4)

<一般的条件>

技術的条件項目		現行基準等		条件(案)
必要な機能	移動局選択制御	設49条の23 ニイ(2)	通話に使用する周波数は、携帯基地地球局の制御信号により自動的に選択されるものであること	• 現行基準を踏襲
	電気通信回線設備との接続	設49条の23 ニイ(3)	電気通信回線設備と接続ができるものであること	• 現行基準を踏襲
	自動停波機能	設49条の23 二ニ 平成9年告示659号 1(二)	故障検出機能を有し、検出後一秒未満の間に自動的に電波の送信を停止する機能を有すること	• 現行基準を踏襲
適用周波数帯		設49条の23 二 前文	1,621.35~1,626.5MHz	• 高度化システムの仕様に基づき 1,618.25~1,626.5MHz
アクセス方式		H9電技審答申	TDMA/FDMA方式	• 現行基準を踏襲 ※設備規則の規定なし
通信方式		設49条の23 ニイ(1)	複信方式	• 現行基準を踏襲
変調方式		設49条の23 二ロ(1)	QPSK	• 高度化システムの仕様:QPSK、 16APSK • 将来の高度化等における柔軟性を考慮し、特に限定しない
人体への影響対策		—	—	• 電波防護指針を満足すること
		設14条の2	人体(頭部・両手を除く)の比吸収率を2W/kg(四肢は4W/kg)以下	• ハンディタイプ端末は現行基準を踏襲
		設14条の2 2	人体頭部の比吸収率を2W/kg以下	• ハンディタイプ端末は現行基準を踏襲
セキュリティ対策		H9電技審答申	不正使用を防止するため、装置固有の番号の付与、認証手順の適用、通信情報に対する秘匿を必要に応じ講ずること	• 現行基準を踏襲

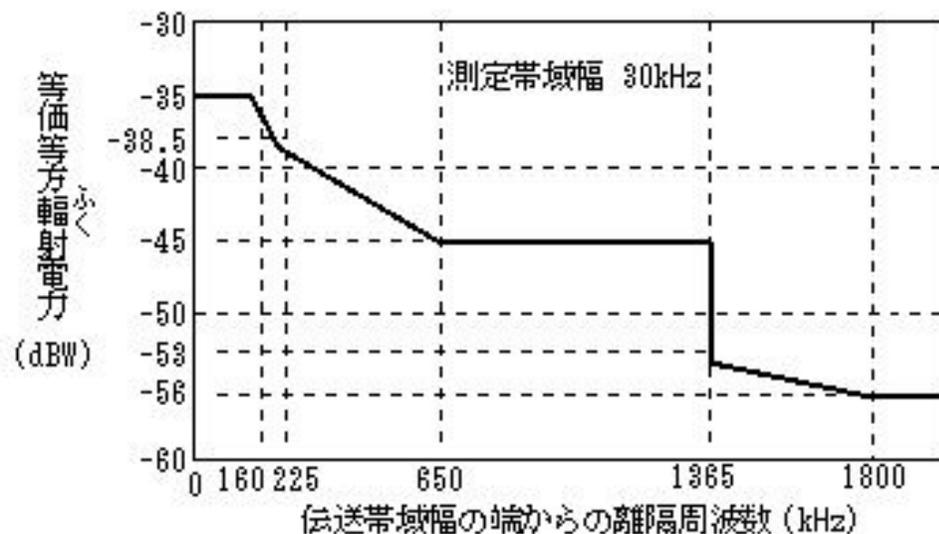
携帯移動地球局の技術的条件(案)の検討(2/4)

<移動局の条件:送信装置の条件>

技術的条件項目	現行基準等		条件(案)
キャリアオフ時の漏洩電力	設49条の23 二ニ 平成9年告示659号1(一)	搬送波を送信していないときの電力レベルは、別表の通り	<ul style="list-style-type: none"> 現行基準を踏襲
送信速度	設49条の23 二ロ(2)	50kbps以下(変調信号はパルスにより構成)	<ul style="list-style-type: none"> 高度化システムの仕様:1920kbps以下 将来の高度化等における柔軟性を考慮し、特に限定しない
空中線電力の許容偏差	設14条	上限50%、下限50%	<ul style="list-style-type: none"> 現行基準を踏襲
周波数の許容偏差	設5条 別表第一号 注43(1)	30×10^{-6}	<ul style="list-style-type: none"> 現行基準を踏襲
不要発射の強度の許容値	設7条 別表第三号 42 平成17年告示第1228号	スプリアス領域: 50 μ W/4kHz以下 または -60dBc/4kHz以下 帯域外領域:別図の通り	<ul style="list-style-type: none"> 現行基準を踏襲
占有周波数帯幅の許容値	設6条 別表第二号 第40	31.5kHz	<ul style="list-style-type: none"> 高度化システムの仕様:590kHz 将来の高度化等における柔軟性を考慮し、特に限定しない
空中線電力	(無線局免許申請)	7W	<ul style="list-style-type: none"> 現行の仕様を踏襲
等価等方輻射電力	H9電技審答申	特に限定しない ※EIRPの平均電力密度は、-3dB/4kHzの制限値内(RR脚注5.364)で運用される。 ※電力制御により、最大出力から12dBまでの範囲を1dBステップで電力制御を行い必要最小限のEIRPで運用される。	<ul style="list-style-type: none"> 現行基準を踏襲 ※設備規則の規定なし

携帯移動地球局の技術的条件(案)の検討(3/4)

帯域外領域のスプリアス発射



キャリアオフ時の漏洩電力

周波数 (MHz)	EIRP (dBW)	測定帯域幅 (kHz)
0.1~30	-87以下	10
30~1,000	-87以下	100
1,000~12,750	-77以下	100

携帯移動地球局の技術的条件(案)の検討(4/4)

<移動局の条件:受信装置の条件>

技術的条件項目	現行基準等		条件(案)
副次的に発射する電波等の強度	設49条の23 二二 平成9年告示659号 2	搬送波を送信していないときの電力レベルに同じ	現行基準の適用

<移動局の条件:空中線の条件>

技術的条件項目	現行基準等		条件(案)
偏波	設49条の23 二八	右旋円偏波	現行基準の適用
送信空中線の最小仰角	施32条三	三度以上	現行基準の適用

航空機地球局の技術的条件(案)の検討(1/3)

- 航空機局、航空機地球局が共通して遵守すべき条件として、設備規則第45条の5に以下の事項が規定。

第四十五条の五 航空機局及び航空機地球局の無線設備は、次の各号の条件に適合するものでなければならない。

- 一. 構造は、小型かつ軽量であつて、取扱いが容易なものであること。
 - 二. 航空機の電气的設備であつて重要なものの機能に障害を与え、又は他の設備によつてその運用が妨げられるおそれのないものであること。
 - 三. 航空機の通常の航行状態における温度、高度等の環境の条件によつて機能が低下することなく良好に動作すること。
 - 四. 空中線系は、風圧及び氷結に耐えること。
 - 五. 空中線、受話器及びマイクロホンの各回路を備える場合は、それぞれ直流通路で機体のボンディング系に接続されていること。
 - 六. 火災を生ずる危険が最も少ないものであること。
- 2 航空機に搭載して使用する携帯局の無線設備は、できる限り前項各号の条件に適合するものでなければならない。

- 航空機地球局は、携帯移動地球局の条件に加え、RTCA DO-262Cに基づく次項以降の条件を満足すること。

AES種類の説明

航空機地球局の分類	説明
AES1	Short Burst Data(SBD)トランシーバ1つと、Passive Low Gain Antenna (LGA) 1つで構成
AES2	L帯トランシーバ1、2つと、Passive LGA 1つで構成
AES3	SBDおよび／またはL帯トランシーバ2つ以上と、Passive LGA 1つで構成

航空機地球局の技術的条件(案)の検討(2/3)

< 一般的条件 >

技術的条件項目	条件(案)
パワーハンドリング性能	<ul style="list-style-type: none"> • シングルキャリアユニットの場合は、最大の個別キャリア出力の規定に基づき、個別キャリアのバースト出力に対し十分なものであること。 • マルチキャリアユニットの場合は、最大の個別キャリア出力の規定に基づき、最大数の個別データキャリアもしくは個別音声キャリアの出力に対し十分なものであること。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ AES1、AES2の場合、20W CWのハンドリング性能を有すること。 ✓ AES3の場合、最大の送信キャリア数に応じ設計すること。
アンテナ電圧定在波比	<ul style="list-style-type: none"> • 上限を1.8:1とすること。

< 移動局の条件:送信装置の条件 >

技術的条件項目	条件(案)
等価等方輻射電力	<ul style="list-style-type: none"> • EIRPの上限を9dBWとすること。 • 最小EIRPは-4dBWとすること。 • 送受信機からの送信バースト時間内の平均EIRPは、アンテナ利得より15dBW低い値を超えてはならない
電力制御	<ul style="list-style-type: none"> • 以下のバックオフレンジ内／ステップサイズ以下で、いかなる個別キャリアによる放射電力レベルを制御する能力を有すること。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ バックオフレンジ: 8dB ✓ ステップサイズ: 1.0dB (AES2、AES3のみに適用)
送信性能	<ul style="list-style-type: none"> • 800ノット(1480 km/h)以下の飛行速度において、運用可能であること。

航空機地球局の技術的条件(案)の検討(3/3)

<移動局の条件:受信装置の条件>

技術的条件項目	条件(案)
受信感度	<ul style="list-style-type: none"> 許容可能なノイズレベルを以下とすること。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ ワイドバンド: -124dBm@200kHz(所望信号レベル: -106dBm@35kHz) ✓ ナローバンド: -121dBm@CW(同一チャネル)、-106dBm@CW(隣接チャネル)、-66dBm@CW(10チャネル離隔)
パケット誤り率	<ul style="list-style-type: none"> パケット誤り率1×10^{-6}以下とすること。
干渉排除	<p><受信帯域外信号の排除></p> <ul style="list-style-type: none"> 0.95 × 1616MHz ~ 1.05 × 1626.5MHzを除く470 ~ 18,000MHz帯域において、-10dBmの干渉信号下においても、衛星のダウンリンク信号を受信・追跡できること。 <p><他のAMS(R)S装置によって生成されるキャリア信号の排除></p> <ul style="list-style-type: none"> (同じ機内に他のAMS(R)S装置が無い場合)1626.5 ~ 1660.5MHzの帯域において、-96dBmのCW干渉信号下においても、衛星のダウンリンク信号を受信・追跡できること。(※推奨値: -9dBm) (同じ機内に他のAMS(R)S装置がある場合)1626.5 ~ 1660.5MHzの帯域において、-2dBmのCW干渉信号下においても、衛星のダウンリンク信号を受信・追跡できること。(※推奨値: +5dBm)
受信性能	<ul style="list-style-type: none"> 800ノット(1480 km/h)以下の飛行速度において、運用可能であること。

<移動局の条件:空中線の条件>

技術的条件項目	条件(案)
送信空中線の最小仰角	<ul style="list-style-type: none"> 最小仰角8° から仰角90° の範囲において、アンテナの偏波、アンテナ利得、軸比の要件を満たすこと。
アンテナ利得	<ul style="list-style-type: none"> 最小利得: -2 Weighted dBic 最大利得: 3 Weighted dBic
軸比	<ul style="list-style-type: none"> 軸比2.5dB以下とすること。
キャリアーマルチパス差分	<ul style="list-style-type: none"> 規定の最小仰角における最小アンテナ利得と地平線から同仰角分下がったところにおける最大アンテナ利得間のデシベル差は、最小キャリアーマルチパス差よりも大きいこと。 最小キャリアーマルチパス差は、3dBよりも大きいこと。