

**Ku帯非静止衛星通信システムの技術的条件の
検討に関する中間報告
－ 検討状況 －**

2019年10月17日

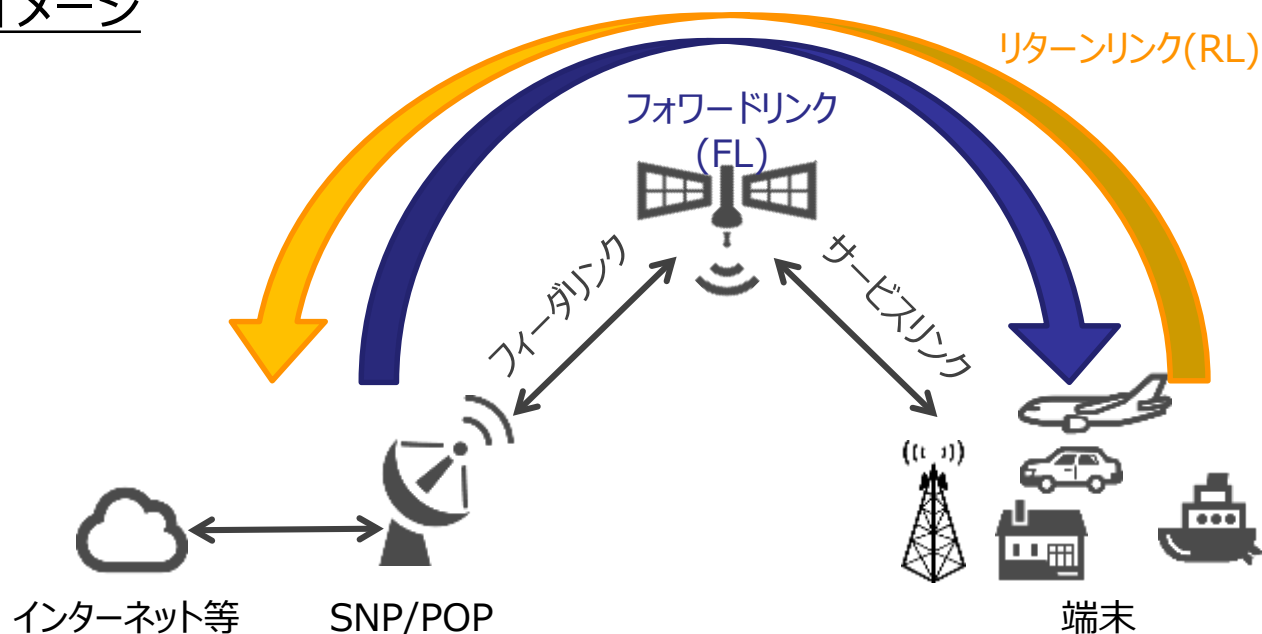
ソフトバンク株式会社

システム概要・サービスイメージ



会社設立 :	2012年
Founder :	Greg Wyler
CEO :	Adrian Steckel
打ち上げ開始 :	2019年2月
サービス開始 :	2021年 (日本含む)
衛星総数 :	600機以上
軌道高度 :	1,200 km

接続イメージ

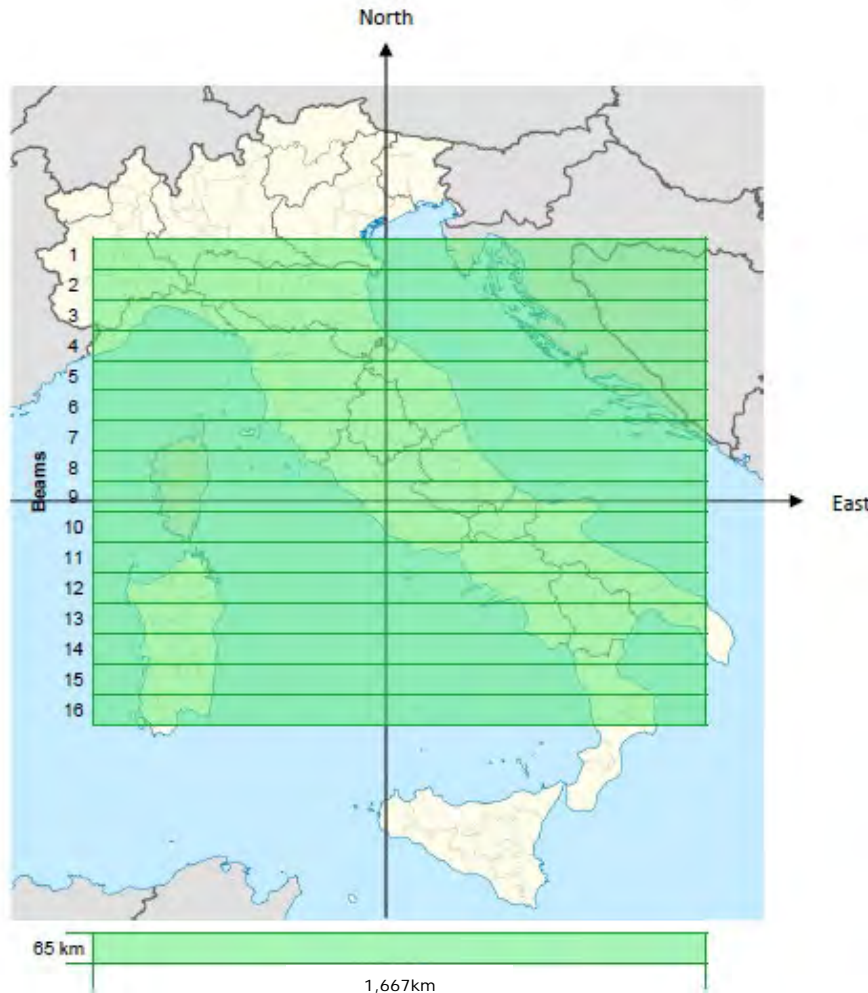


利用周波数(計画)

周波数帯	周波数範囲	用途	方向
Ku	10.7 - 12.7 GHz	サービスリンク	FL(宇宙→地球)
Ku	14.0 - 14.5 GHz	サービスリンク	RL(地球→宇宙)
Ka	17.8 - 18.6 GHz 18.8 - 19.3 GHz	フィーダリンク	RL(宇宙→地球)
Ka	27.5 - 29.1 GHz 29.5 - 30.0 GHz	フィーダリンク	FL(地球→宇宙)

※29.1-29.5 GHz (地球→宇宙) は将来的な利用を検討

ビームパターン(サービスリンク)



周波数利用方法(計画)

RL(地球→宇宙)

125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz
125MHz

6チャンネル / 1ビーム
20MHz / チャンネル

FL(宇宙→地球)

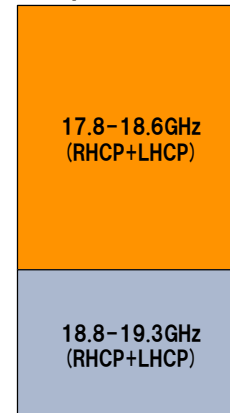
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz
250MHz

1チャンネル / 1ビーム
250MHz / チャンネル

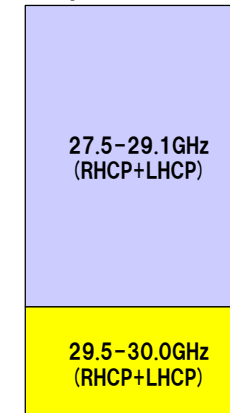
サービスリンク

- RL(地球→宇宙)
16ビーム(LHCP)
- FL(宇宙→地球)
16ビーム(RHCP)

RL(宇宙→地球)



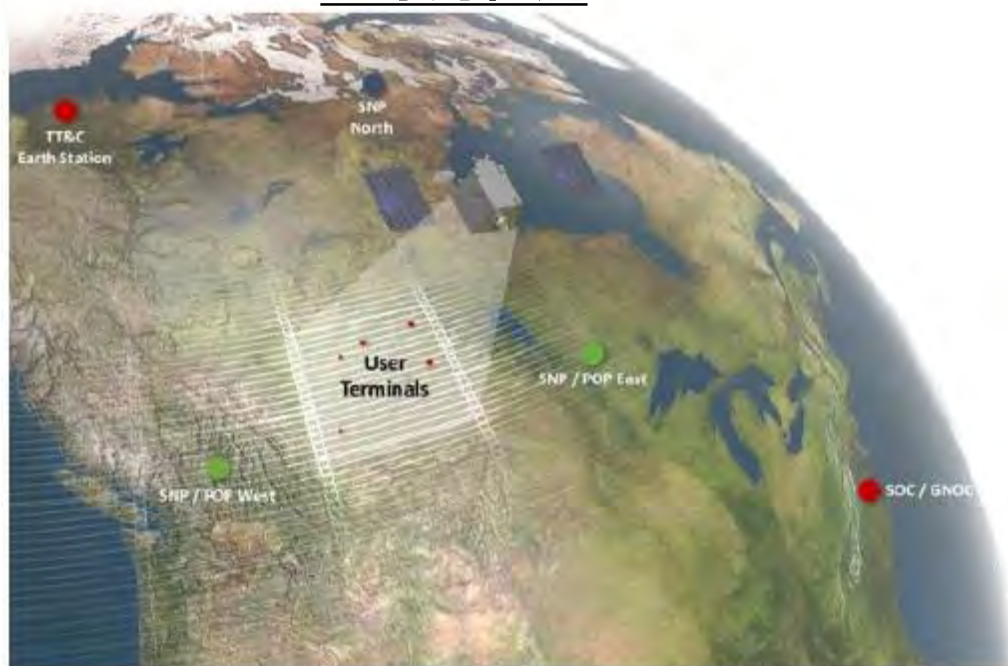
FL(地球→宇宙)



フィードリンク

- RL、FLともに偏波多重利用

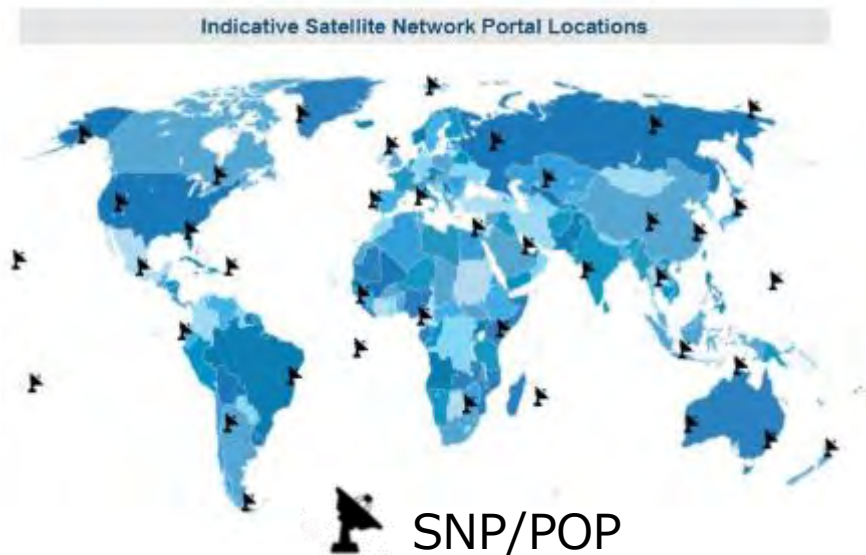
地球局種別



PoP – Point of Presence
 SNP – Satellite Network Portal
 SOC – Satellite Operations Center

GNOC – Global Network Operations Center
 TT&C – Tracking Telemetry and Command

地球局設置個所(想定)



**40-50局程度の
 SNP/POPで全世界をカバー**

SNP/POP	ユーザ通信のためのGW設備 (アンテナ/RF制御、ビーム制御、通信リソース制御、コアネットワーク) 設置局
TT&C	衛星管制のためのTT&C設備設置局 (ノルウェー、カナダに開設済み)
SOC	衛星管制センタ
GNOC	地上設備管制センタ

法人・官公庁



携帯バックホール



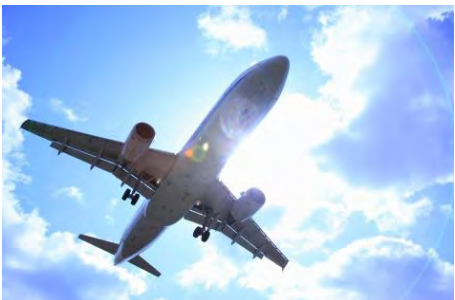
IoTバックホール



ポータブル



航空機



船舶



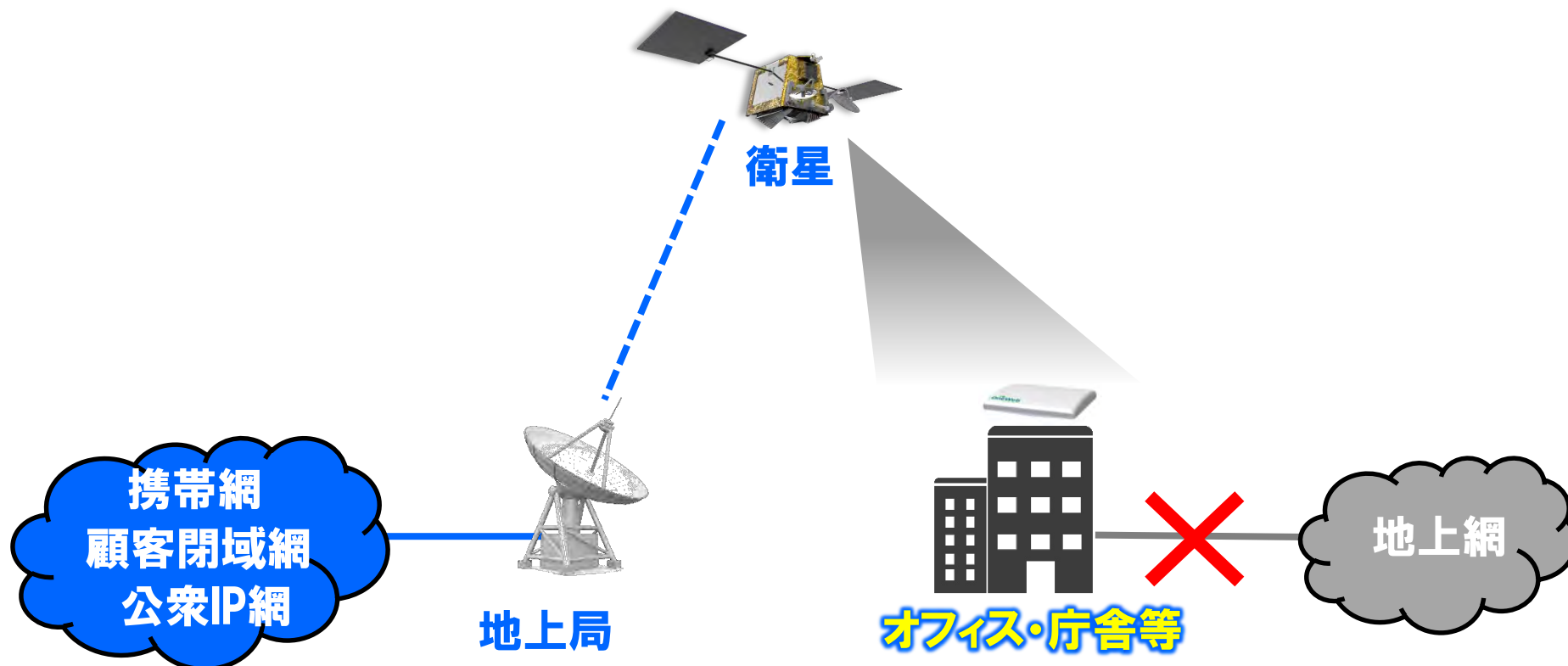
個人向け



陸上モビリティ

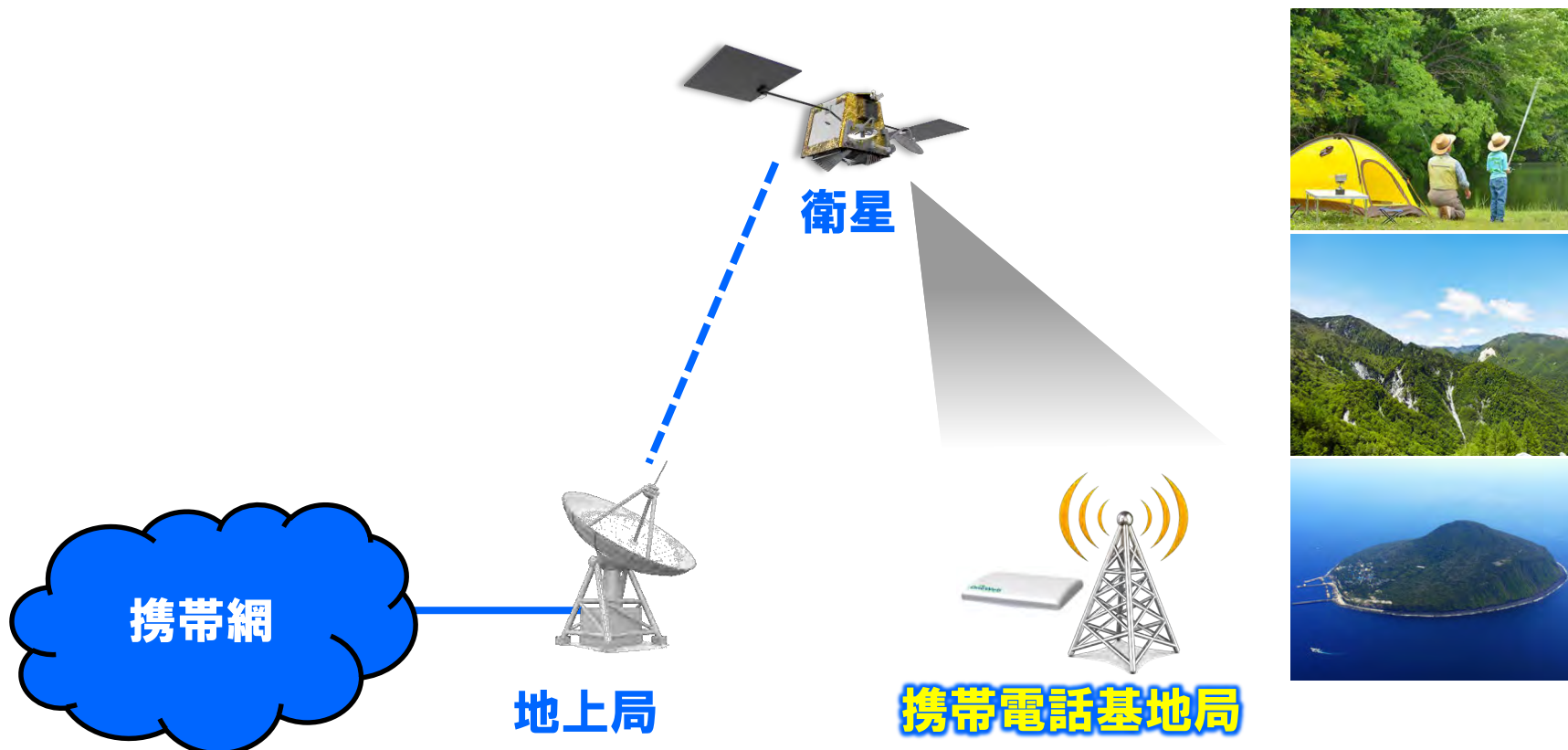


概要	災害等で地上通信網が不通となった場合に、データ通信のバックアップとして衛星通信を提供 山間部・離島など僻地において、地上網を確保できない場所で衛星通信を提供
想定利用者	法人・官公庁等
想定利用場所	都市部・山間部・離島
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ



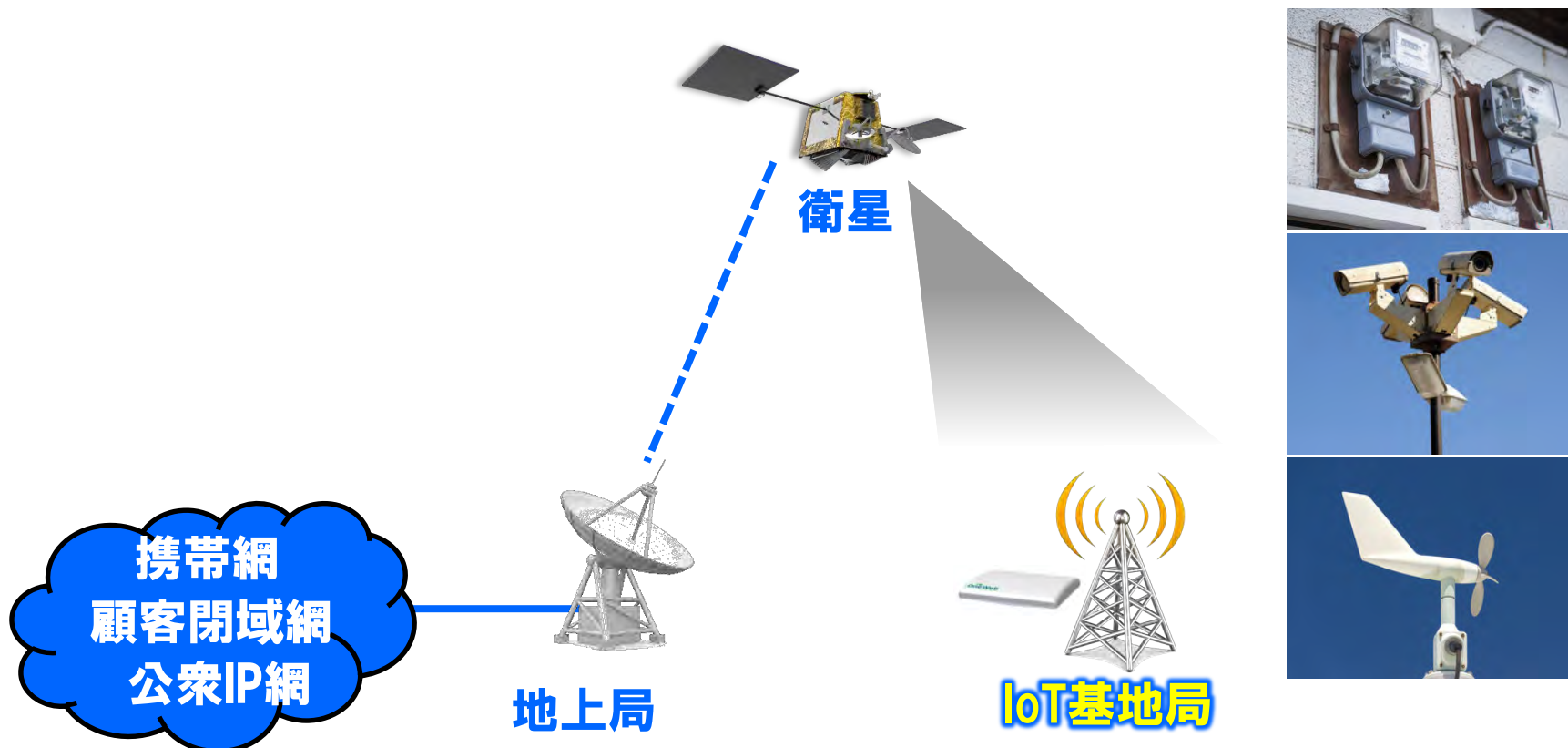
【サービスイメージ】 携帯バックホール

概要	携帯電話不感地帯において、携帯電話基地局のバックホールとして衛星通信を提供 (カバレッジ拡大)
想定利用者	携帯電話事業者
想定利用場所	山間部・離島等
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ

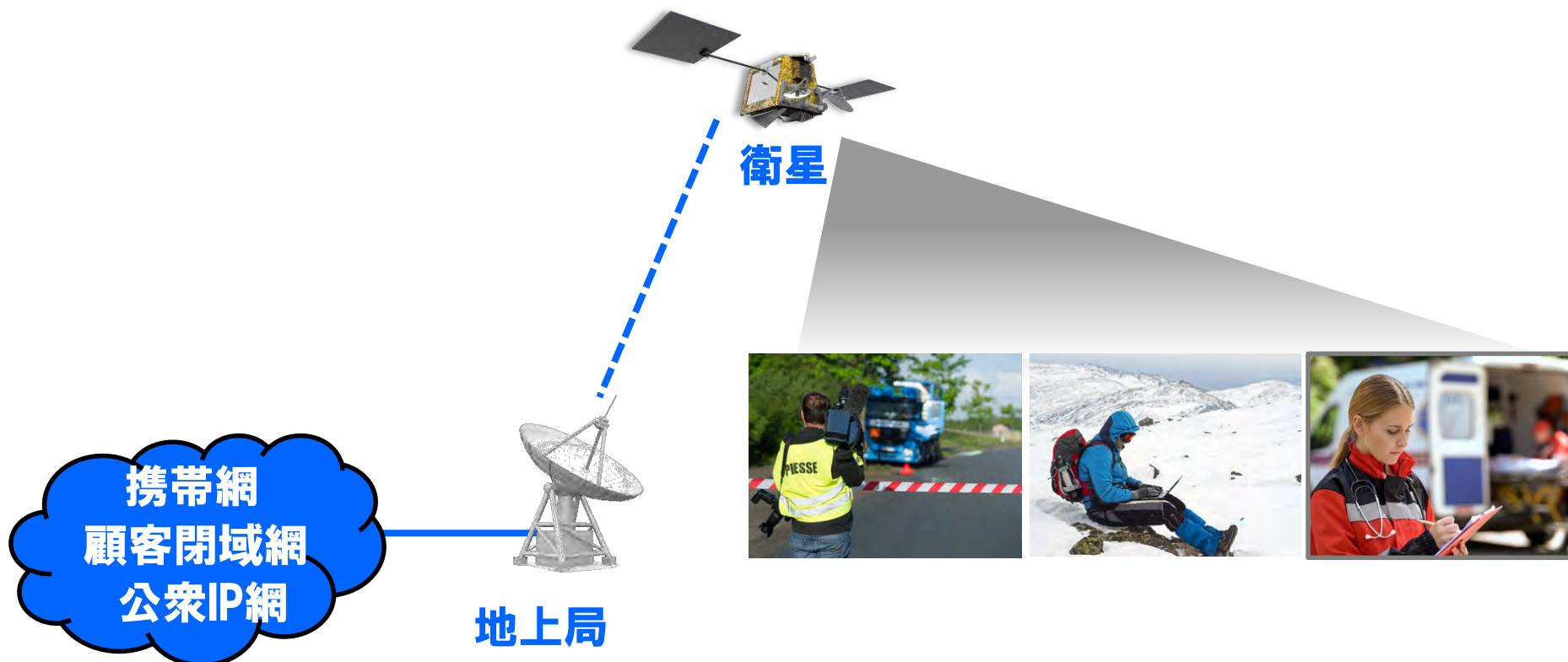


【サービスイメージ】IoTバックホール

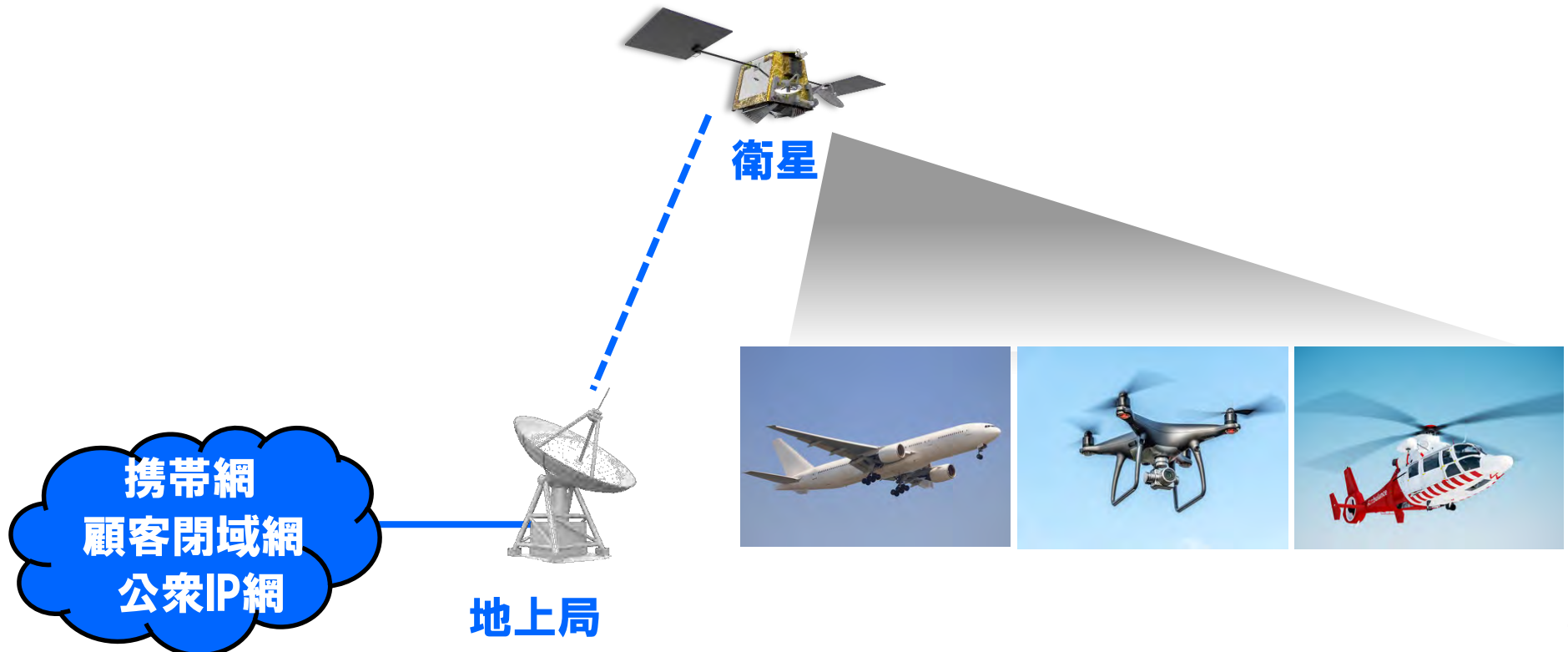
概要	IoT向けの地上網確保が困難な地域において、バックホールとして衛星通信を提供
想定利用者	法人・官公庁・IoT事業者等
想定利用場所	山間部・離島・洋上等
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ



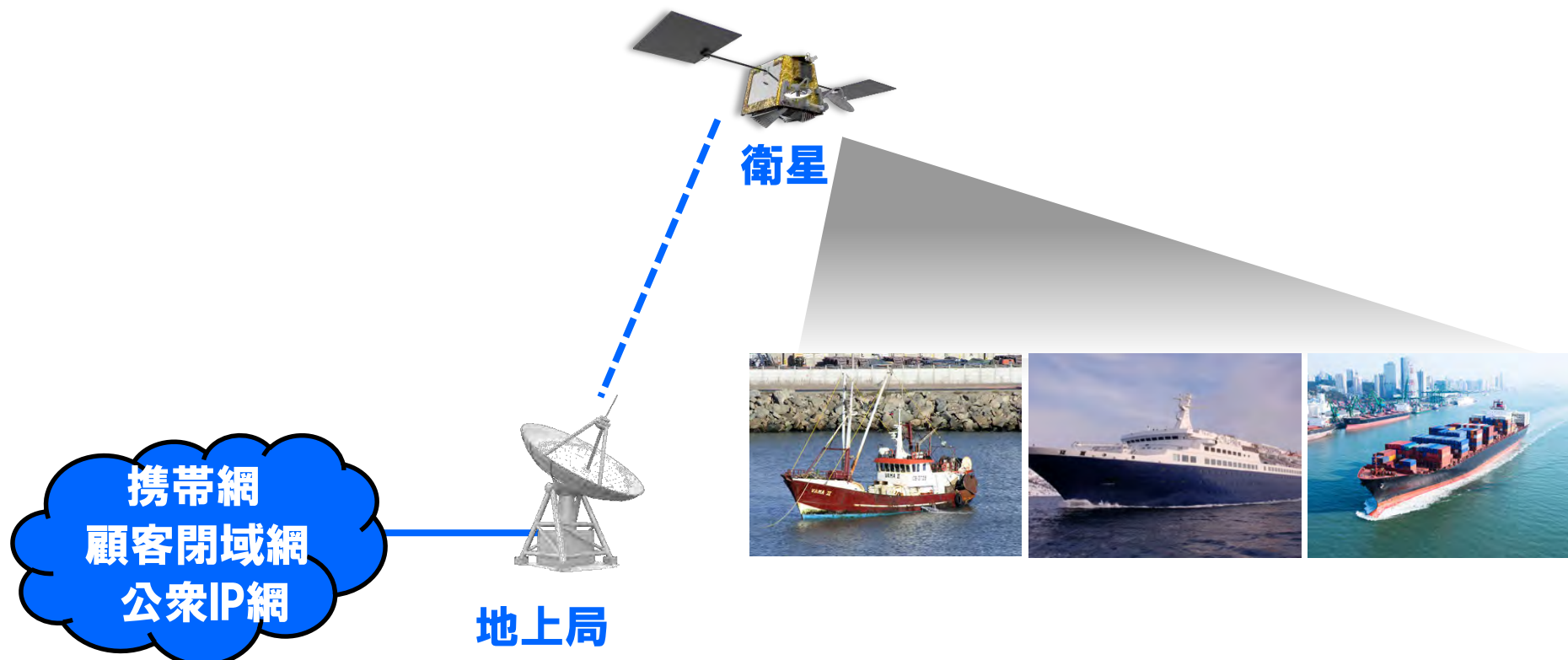
概要	可搬性に優れた小型アンテナを用いた衛星通信を提供
想定利用者	各種メディア・法人・官公庁・災害医療・携帯事業者等
想定利用場所	山間部・離島・災害発生地域等
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ



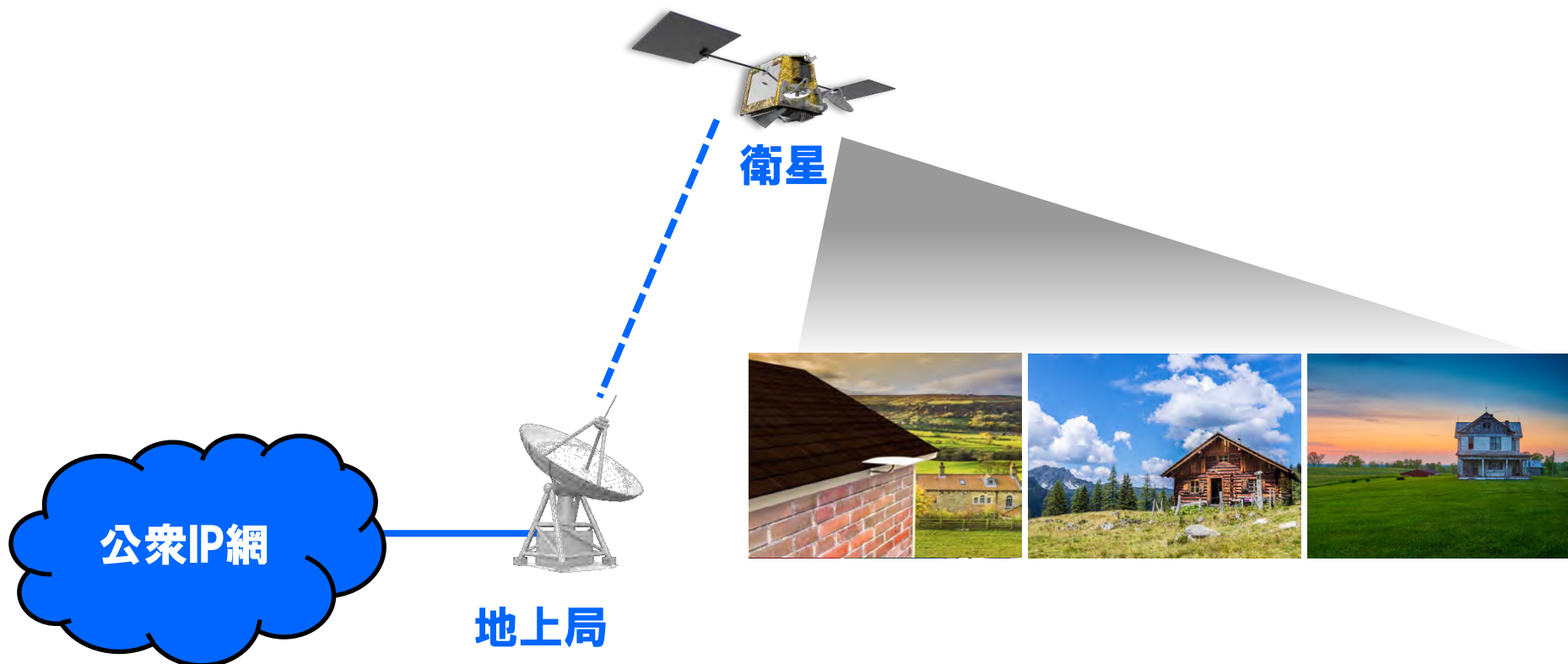
概要	航空機・無人航空機向けに衛星通信を提供
想定利用者	航空会社・法人・官公庁等
想定利用場所	上空
アンテナ種別	フラットパネルアンテナ



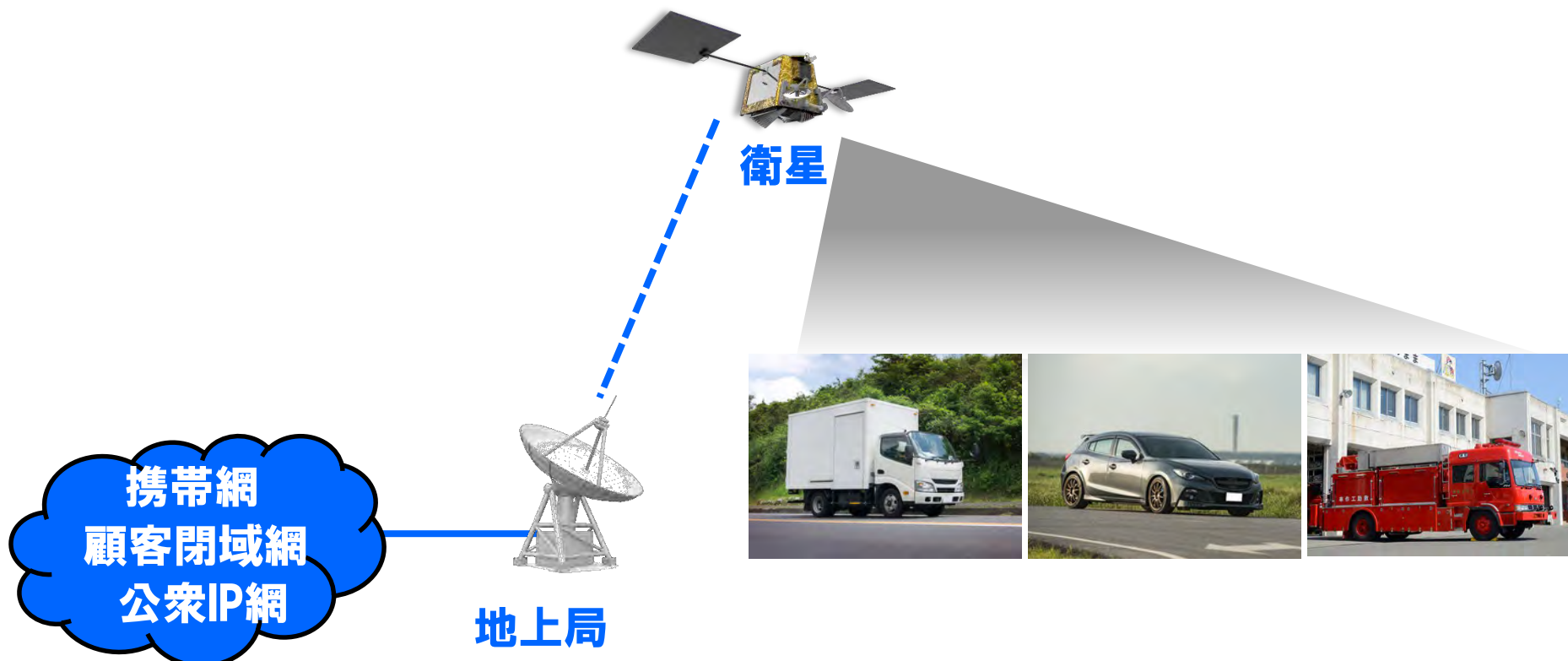
概要	船舶向けに衛星通信を提供
想定利用者	船舶会社・法人・官公庁等
想定利用場所	海上
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ



概要	山間部・離島など僻地において、地上網を確保できない場所で個人向けに衛星通信を提供
想定利用者	個人
想定利用場所	自宅等
アンテナ種別	パラボラ・フラットパネルアンテナ



概要	移動中の車両（バス、トラック、緊急車両、自家用車等）向けに衛星通信を提供
想定利用者	運輸・物流・公共交通機関・警察・消防・救急・自動車会社
想定利用場所	山間部・離島・災害発生地域
アンテナ種別	フラットパネルアンテナ



アンテナタイプ	ユースケース	G/T	サイズ (cm)	スループット (DL/UL)	追尾方式
	法人・官公庁 携帯バックホール IoTバックホール ポータブル 個人向け	12dB/K	90×80 (直径×高さ)	195 Mbps DL 33 Mbps UL	機械式
	船舶	15dB/K	120×100 (直径×高さ)	195 Mbps DL 33 Mbps UL	機械式
	法人・官公庁 携帯バックホール IoTバックホール ポータブル 船舶 個人向け 陸上モビリティ	9dB/K	50×45 (縦×横)	75 Mbps DL 6 Mbps UL	電気式
	航空機	13dB/K	150×70 (縦×横)	195 Mbps DL 33 Mbps UL	電気式

OneWeb独自の制御技術(Progressive pitch)により、低軌道の衛星は電波発射を停止し高緯度の衛星がカバーすることで静止衛星に対する干渉回避とカバレッジ確保を両立

Progressive Pitchなし

- 低緯度では、静止衛星とOneweb衛星の放射軸との離角が小さいため、静止衛星に干渉を与える

干渉回避のため、赤道付近では停波が必要

Progressive Pitchあり

- 放射軸を傾げることで静止衛星とOneweb衛星の放射軸との離角を大きくとり、静止衛星への干渉を抑える

赤道付近でもサービス継続可能

国際標準化・制度化状況

周波数の国際分配状況(10.7~12.7GHz)

第一地域	第二地域	第三地域
10.7 - 10.95 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	10.7 - 10.95 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 移動 (航空移動を除く)	
10.95 - 11.2 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	10.95 - 11.2 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く)	
11.2 - 11.45 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	11.2 - 11.45 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 移動 (航空移動を除く)	
11.45 - 11.7 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	11.45 - 11.7 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く)	
11.7 - 12.5 GHz 固定 放送 放送衛星 5.492 移動 (航空移動を除く) 5.487 5.487A	11.7 - 12.1 GHz 固定 5.486 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 5.488 移動 (航空移動を除く) 5.485	11.7 - 12.2 GHz 固定 移動 (航空移動を除く) 放送 放送衛星 5.492 5.487 5.487A
	12.1 - 12.2 GHz 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 5.488 5.485 5.489	
	12.2 - 12.7 GHz 固定 移動 (航空移動を除く) 放送 放送衛星 5.492 5.487A 5.488 5.490	12.2 - 12.5 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484B 移動 (航空移動を除く) 放送 5.484A 5.487
12.5 - 12.75 GHz 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.494 5.495 5.496		12.5 - 12.75 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く) 放送衛星 5.493

5.487A

付加分配：第一地域では11.7～12.5GHz、第二地域では12.2～12.7GHz及び第三地域では11.7～12.2GHzの周波数帯は、非静止衛星通信システムに限り、一次的基礎で固定衛星業務（宇宙から地球）にも分配し、固定衛星業務の他の非静止衛星通信システムとの調整のため、無線通信規則第9.12号の規定に従うことを条件とする。固定衛星業務の非静止衛星通信システムは、それが適当な場合には固定衛星業務の非静止衛星通信システムのための完全な調整情報又は通告情報、また、それが適当な場合には静止衛星通信網のための完全な調整情報又は通告情報の無線通信局による受領の日にかかわらず、無線通信規則に従って運用する放送衛星業務の静止衛星網からの保護を求めてはならず、かつ、無線通信規則第5.43A号の規定は適用しない。

この周波数帯における固定衛星業務の非静止衛星通信システムは、その運用中に生ずる可能性がある許容できないいかなる混信をも迅速に除去できるような方法で運用されなければならない。

周波数の国際分配状況(14~14.5GHz)

第一地域	第二地域	第三地域
	14 - 14.25 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 無線航行 5.504 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.504C 5.506A 宇宙研究 5.504A 5.505	
	14.25 - 14.3 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484 5.506 5.506B 無線航行 5.504 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.508A 宇宙研究 5.504A 5.505 5.508	
14.3 - 14.4 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 無線航行衛星 5.504A	14.3 - 14.4 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動衛星 (地球から宇宙) 5.506A 無線航行衛星 5.504A	14.3 - 14.4 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 無線航行衛星 5.504A
	14.4 - 14.47 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 宇宙研究 (宇宙から地球) 5.504A	
	14.47 - 14.5 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 電波天文 5.149 5.504A	

欧州では、Ku帯非静止衛星通信システム*の技術的条件を用いた共用検討や、その結果を踏まえた標準を策定



◆ **EN 303 980**（欧州統一規格；遵守義務あり）

⇒Ku帯地球局に関する技術標準。2018年6月発行

◆ **TR 103 399**（システム参照文書）

⇒Ku帯地球局に関する検討結果（ECC Report 271の共用共存検討結果を含む）、欧州統一利用に向けた制度に関するETSIの見解を纏めた文書。欧州以外の地域向けの参照文書の位置付けもあり。2019年4月発行



◆ **ECC Decision (17)04**（ECC決定；遵守義務なし）

⇒Ku帯固定地球局の欧州統一利用・個別免許免除に関する制度の標準。2017年6月発行

◆ **ECC Report 271**（レポート）

⇒Ku帯非静止衛星通信システムに関する共用共存検討結果を纏めたレポート。2018年1月発行

◆ **ECC Decision (18)05**（ECC決定；遵守義務なし）

⇒Ku帯移動地球局の欧州統一利用・個別免許免除に関する制度の標準。2018年7月発行

◆ **ECC Report 279**（レポート）

⇒Ku帯移動地球局の許可に関する制度的枠組を纏めたレポート。2018年5月発行

■概要

Ku帯地球局（固定/移動）に関する技術標準。EU無線機器指令の必須要件を満たす仕様を規定。

仕様が定められている項目	該当条項	概要
EIRP密度マスク	4.2.1	ITU-R S.1503-2のシミュレーションに用いたEIRP密度マスク値の公表義務
アンテナのビーム・ポインティング	4.2.2	ポインティングエラーの最大値、エラー検知やエラー抑制時間の最大値の公表義務
軸外スプリアス放射	4.2.3	軸外の不要発射EIRP密度の上限値を規定
軸上スプリアス放射	4.2.4	軸上の不要発射EIRP密度の上限値を規定
搬送波抑圧	4.2.5	故障・放射停止時の軸上のEIRP密度の上限値を規定
放射停止	4.2.6	放射停止機能の実装義務、地球局のインタフェース公表義務など
NGSO地球局のIDと位置	4.2.7	送信中の地球局やその地理的な位置の特定・報告の手段を具備する義務
制御・監視機能 (CMFs)	4.2.8	プロセッサ監視機能の具備、Network Control Facilityとのやり取りの手順など
受信アンテナのoff-axis利得パターン	4.2.9	co-polarized/cross-polarizedコンポーネント毎の最大アンテナ利得を規定
ブロッキング性能	4.2.10	受信機ブロッキング除去の下限値を規定
隣接信号選択性	4.2.11	所望信号に対する隣接信号の電力レベルを規定

■概要

Ku帯非静止衛星通信システムと運用する固定地球局の、周波数の欧州統一利用と個別免許免除に関する制度の標準。

- 10.7-12.75GHz (↓) と14-14.5GHz (↑) を、NGSO FSS衛星システムの固定地球局用に指定。
- 以下の場合に、上記帯域で運用する固定地球局の個別免許を免除。
 - a. センターからの制御、EN 303 980の準拠など技術的・運用的要求条件を満たす
 - b. $eirp \leq 60\text{dBW}$
(1つのアンテナが2以上の送信機と一緒にいる場合、又は1つの送信機がマルチキャリアオペレーションを行う場合、メインローブのアンテナからの全ての同時放射の合計値が上記水準を満たしている)
 - c. 10.7-11.7GHzの固定業務の無線局からの保護を要求しない
 - d. 他の一次業務との共存性を維持しながらNGSO FSS衛星システムと運用する
 - e. 機器の利用に関してEUのRadio Equipment Directive Article 3(2)の基本要件を順守する
- 飛行場周辺の調整に関しては、本Decision Annex 2に定める要求条件を用いることも可能。
- 2017年6/30発行済。(CEPT加盟国に対する推奨施行時期：2017年12/30)

■概要

- **Ku帯のFSS帯域で運用する非静止衛星通信システムに関する共用共存結果を纏めたレポート。**
- 本結果はNGSO FSSの①周波数の欧州統一利用、②地球局の個別免許免除に関する制度の標準（ECC Decision）のベースとなる。
- 共用検討におけるNGSO FSS側パラメータはKu帯非静止衛星通信システムのものを使用。
- 共用共存検討対象業務：（結果は次ページにサマリ掲載）

	GHz	共用周波数帯	隣接周波数帯
ダウンリンク	10.7-12.75		<ul style="list-style-type: none"> • 電波天文(10.6-10.7GHz) • 地球探査衛星(10.6-10.7GHz)
アップリンク	14-14.5	<ul style="list-style-type: none"> • 固定業務 • 電波天文（二次業務） 	

- 当初計画では14-14.5GHzのみの検討であったが、電波天文からの要求に基づき10.7GHzの隣接共用も対象に追加
- 宇宙研究、無線航行、無線航行衛星は分配はされているものの展開無しのため共用検討対象外
- 静止衛星ネットワークとの共用は、RR Article 22に規定された静止衛星保護のためのEPFDを満たす必要があるため、追加共用検討は不要 (ETSI TR 103 399)
- 10.7-12.7GHzは固定業務からの被干渉が考えられるが、欧州では包括免許の場合は個別免許を有する業務からの干渉許容を原則としていることから、Ku帯非静止衛星通信システムが被干渉の検討は実施されていない

■ 共用共存検討結果

既存業務		FSS 地球局	FSS側の 条件	共用共存検討結果
帯域	展開状況			
10.6-10.7 電波天文	ベルギー、独、伊、露、 ポルトガル、スペイン、ス ウェーデン、トルコ、英	—	電力制限	<ul style="list-style-type: none"> FSS宇宙局の不要発射： 時間率2%以上で10.6-10.7GHzのEPFD\leq-241 dBW/m² 不要発射実現のため、フィルタ挿入等に加え、電波天文/地球探査衛星が見えるエリアでは最隣接チャネル(10.7~10.95GHz)の発射停止 電波天文保護のため不要発射制限を満たすことで、EESS(受動)保護が可能
10.6-10.7 EESS(受動)	露			
14.25-14.5 FS	英、仏、独、露、伊、 ルーマニア (露は廃止予定)	固定	地理的離隔	<ul style="list-style-type: none"> FS周辺に“保護ゾーン”設定。FSSの同一チャネル送信を規制。 保護ゾーンの規模は個々の局の特性や地形により決定。 ※規模感：フラット環境 58~77km。実際の地形考慮 11km
		移動 (陸上)		<ul style="list-style-type: none"> FS周辺に“保護ゾーン”設定。FSSの同一チャネル送信を規制 (GPSを利用し、Network Control Unitで自動停止) 保護ゾーンの規模は個々の局の特性や地形により決定。 ※規模感：フラット環境 57~77km。実際の地形考慮 11km
		移動 (海上)	電力制限	<ul style="list-style-type: none"> 水平方向にEIRP -33dBW/40kHzの地球局の場合、(海岸近くのFS保護のための) 海岸からの地理的離隔は不要 あらゆるNGSO FSSシステムを網羅するため、海岸ではPFD制限の設定が可能。 推奨値：時間率0.06% or 4.5%で-116 dBW/m²/MHz @ 海拔80m
		移動 (航空)		Pfd mask : θ = 水平面上の入射波の到来角度 $\theta \leq 5^\circ$: -122 dB(W/(m ² ·MHz)) $5^\circ < \theta \leq 40^\circ$: -127+ θ dB(W/(m ² ·MHz)) $40^\circ < \theta \leq 90^\circ$: -87 dB(W/(m ² ·MHz))

■概要

Ku帯非静止衛星通信システムと運用する移動地球局（ESIM）の、周波数の欧州統一利用と個別免許免除に関する制度の標準。

- 10.7-12.75GHz（↓）と14-14.5GHz（↑）を、NGSO FSS衛星システムのESIM用に指定。
- 以下の場合に、上記帯域で運用するESIMの個別免許を免除。
 - a. センターからの制御、EN 303 980の準拠など技術的・運用的要求条件（Annex 1）を満たし、Annex 1を満たす旨の宣言やオペレータに関する情報をCEPT事務局に提出（Annex 2）
 - b. $eirp \leq 54.5 \text{dBW}$
（1つのアンテナが2以上の送信機と一緒にいる場合、又は1つの送信機がマルチキャリアオペレーションを行う場合、メインローブのアンテナからの全ての同時放射の合計値が上記水準を満たしている）
 - c. 10.7-11.7GHzの固定業務の無線局からの保護を要求しない
 - d. 他の一次業務との共存性を維持しながらNGSO FSS衛星システムと運用する
 - e. 機器の利用に関してEUのRadio Equipment Directive Article 3(2)の基本要件を順守する

※固定地球局のDecisionと違い、飛行場周辺の調整に関する規定は無し。

【補足】ECC Report 272（航空機周辺で運用する地球局に関するレポート）の記載

「Ku帯において $eirp \leq 54.5 \text{dBW}$ で運用するESIMは、飛行場周辺での運用に関する追加制約なし」と記載。
OWは $eirp \leq 34 \text{dBW}$ のため追加制約なし。

航空ESIM
PFD制限値

6. For ESIM installed on aircraft the PFD values on earth are the following:

- $-122 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ for $\theta \leq 5^\circ$
- $-127 + \theta \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ for $5^\circ < \theta \leq 40^\circ$
- $-87 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ for $40^\circ < \theta \leq 90^\circ$

where θ is the angle of arrival of the radio-frequency wave (degrees above the horizontal);

海上ESIM
PFD制限値

7. For ESIM installed on vessels, the PFD threshold value is $-116 \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ at a height of 80 metres above mean sea level at the low-water mark of the territory of the administrations in paragraph 5 above;

陸上ESIM
PFD制限値
*ECC Report 279の値

8. For land based ESIM, a PFD limit of $-116 \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ at 30 m height above ground of the territory of the administrations in paragraph 5 above;

電波天文 (二次)
周辺での発射停止

9. In the band 14.47-14.5 GHz, ESIM installed on aircraft are required to cease emissions when in visibility of a RAS station performing observations in this band;

10. In the band 14.47-14.5 GHz, the PFD threshold values in paragraphs 11 and 12 shall not be exceeded;

電波天文 (二次)
保護用
海上/陸上ESIM
PFD制限値
*ECC Report 279の値
(ITU-R勧告値)

11. For ESIM installed on vessels, the PFD threshold value at the observatory of $-169 \text{ dBW/m}^2/(150 \text{ kHz})$, not to be exceeded more than 2% of the time (Ref: Recommendation ITU-R RA.769 [20]);

12. For land based ESIM, the PFD threshold value at the observatory of $-169 \text{ dBW/m}^2/(150 \text{ kHz})$, not to be exceeded more than 2% of the time (Ref: Recommendation ITU-R RA.769 [20]);

PFD制限値遵守のため
の機能具備

13. For ensuring compliance with the above PFD provisions ESIM shall have self-monitoring functions and automatic mechanisms (locally, or under the control of the NCF) to reduce its e.i.r.p. or cease transmissions.

ANNEX 2: INFORMATION AND DECLARATION TO BE SUBMITTED BY ESIM OPERATORS TO THE OFFICE AND INFORMATION RELATING TO FS (14.25–14.50 GHZ) AND RAS DEPLOYMENTS

A2.1 Information and declaration to be submitted by ESIM Operators

Any ESIM operator intending to operate ESIM within the framework of this ECC Decision is required to submit to the Office (<http://www.cept.org/eco>):

- a declaration that its system complies with the requirements of Annex 1 of this Decision, including compatibility with each of the services mentioned in decides 3 d),
- the information (with any subsequent changes) requested in Table 1 below.

Table 1: Information to be provided by ESIM operators

Information	To be filled in
ESIM operator	
ESIM operator contact details (address, telephone number, email)	
Network Control Facility (NCF) contact details (address, telephone number, email)	

A2.2 INFORMATION ON ADMINISTRATIONS DEPLOYING FS AND RAS STATIONS¹

Administration currently with Fixed Service deployments in the frequency band 14.25–14.50 GHz:

- France
- Germany
- Italy
- Romania
- Russian Federation
- United Kingdom

■概要

- **Ku帯の非静止衛星通信システムと運用する移動地球局（ESIM）の利用に関する制度的枠組※について纏めたレポート。ECC Report 271の結果を考慮。**
※ESIM用帯域の指定、個別免許免除及び域内自由流通・自由利用を前提としたESIMの許可
- 本結果はKu帯NGSO FSSのESIMの許可に関する制度の標準（ECC Decision）のベースとなる。

■結論

- ① ESIMの扱い：FSS地球局とし、FSS地球局用帯域（10.7-12.5GHz、14-14.25GHz）で運用可能
- ② 14-14.5GHzにおけるESIMの許可方法
 - 個別免許免除及び域内自由流通・自由利用を前提とした許可が可能
 - 固定業務（14.25-14.5）/電波天文（14.47-14.5）で利用中の国やその隣国においても、同様に許可が可能。（ECC Report 271のとおり、NGSO FSSとそのESIMの技術的措置実施により既存業務の保護が可能のため）
- ③ ESIMの $eirp \leq 54.5$ dBWの場合、飛行場周辺での運用に関する追加制約は不要
- ④ 国によっては、国内規制に従うために海上・航空ESIMを個別免許とすることも可能
- ⑤ 電波天文/地球探査衛星（受動）（10.6-10.7GHz）への干渉は不要発射制限や周辺での最隣接チャンネルの発射停止により回避可能。なお、OW以外のNGSOシステムによる干渉は、複数のNGSO/GSOシステムによるアグリゲート干渉を考慮のうえ、個別に評価が必要。

以下を理由に、Ku帯 NGSOと運用するESIMはFSS地球局として扱われ、FSS分配帯域（10.7-12.5GHz、14-14.25GHz）での運用を可能とする。

Ku帯NGSOと運用する固定地球局とESIMの類似特性を有し、RRのNGSO関連規定（GSO保護のためのEPFD limit含む）を全て遵守

- 固定地球局もESIMも、当該NGSOシステム内又は他のNGSO/GSOとの周波数調整に関する合意内容に基づく運用が必要であり、運用と干渉環境については固定地球局とESIMで差分なし
- 固定業務と電波天文に対するESIMの与干渉シナリオは固定地球局と変わらない。
- 以下の設計検討により、ESIMが固定地球局に倣った運用を行うことをサポート。
 - ①地球局アンテナのポインティング誤り（mis-pointing）
 - ②地球局アンテナのアンテナパターンの変化
 - ③地球局の送信eirpの変化

■ ETSI

- **EN 303 980**

http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303900_303999/303980/01.01.01_60/en_303980v010101p.pdf

- **TR 103 399**

https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/103300_103399/103399/01.01.01_60/tr_103399v010101p.pdf

■ ECC

- **ECC Decision (17)04**

<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCDEC1704.pdf>

- **ECC Report 271**

<https://www.ecodocdb.dk/download/3ab9e6bc-0afd/ECC%20Report%20271.pdf>

- **ECC Decision (18)05**

<https://www.ecodocdb.dk/download/a885e3f1-0c26/ECCDec1805.pdf>

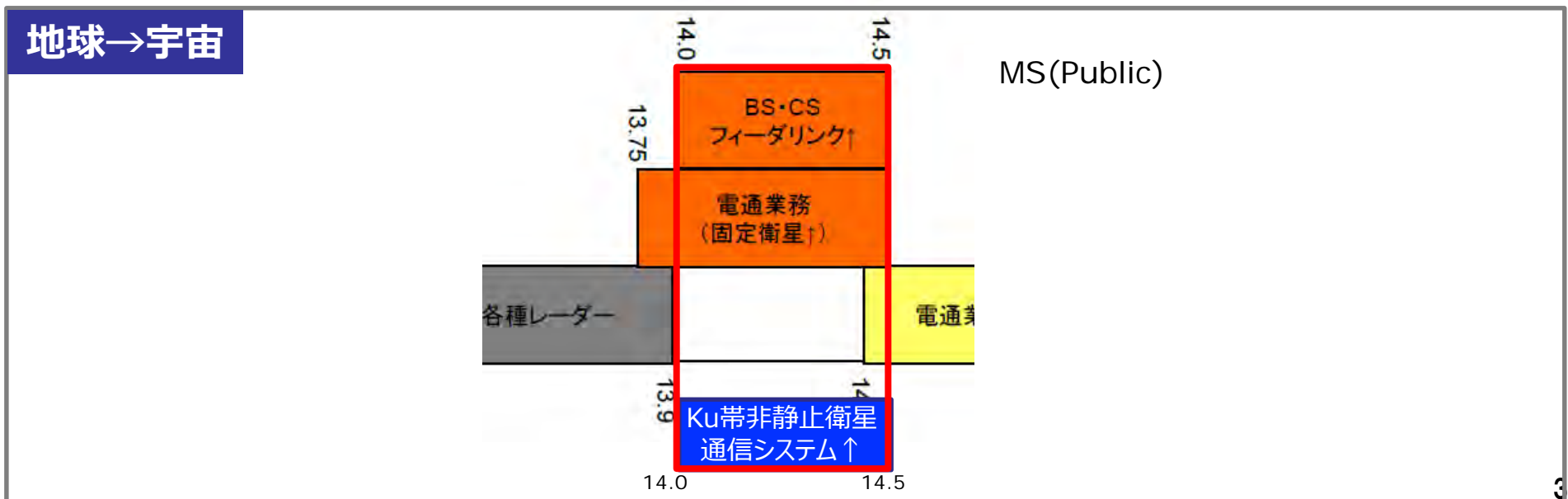
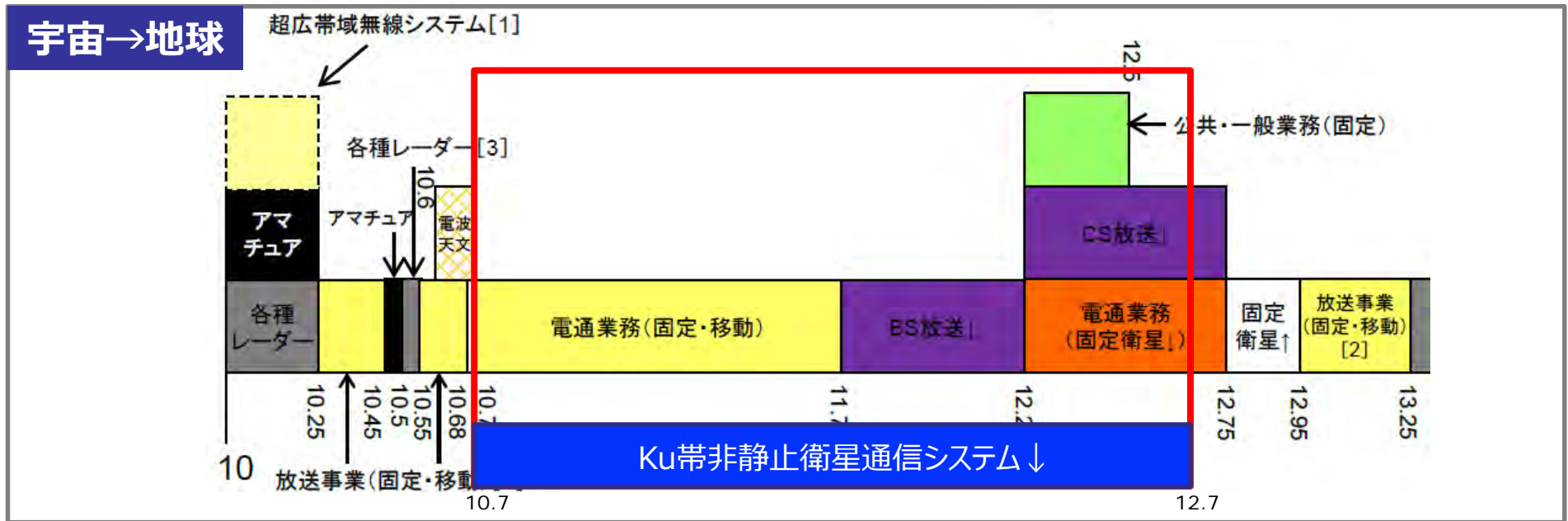
- **ECC Report 279**

<https://www.ecodocdb.dk/download/055cd0f3-9a8a/ECCRep279.pdf>

国内既存システムとの共用検討について

Ku帯 サービスリンク

サービスリンク利用帯域と国内既存システム



■ 共用検討シナリオ

DL/UL	シナリオ	与干渉	被干渉
ダウンリンク	a	NGSO宇宙局 10.7-12.7GHz	電波天文 10.6-10.7GHz
	b	電通業務(固定・移動) 10.7-11.7GHz	NGSO地球局 10.7-12.7GHz
	c	公共・一般業務(固定) 12.2-12.5GHz	NGSO地球局 10.7-12.7GHz
アップリンク	d	NGSO地球局 14.0-14.5GHz	電通業務(固定・移動)14.4-15.25GHz
	e	電通業務(固定・移動)14.4-14.5GHz	NGSO宇宙局 14.0-14.5GHz

- 静止衛星ネットワークとの共用は、欧州での検討と同様にRR Article 22遵守により満たされるため、個別の検討は不要
但し、個別の衛星ネットワークとの運用調整は実施
- 宇宙局から地上局へ干渉(宇宙局→電通業務(固定・移動) 10.7-11.7GHz、公共・一般業務(固定) 12.2-12.5GHz)についても、欧州での検討ではRR Article 21遵守により保護されると結論
宇宙局は当該RR規定を遵守して運用することから、個別の検討は不要
- 14.47-14.5GHzを用いる電波天文は国内に存在しないことから、個別の検討は不要

■ 共用検討手法

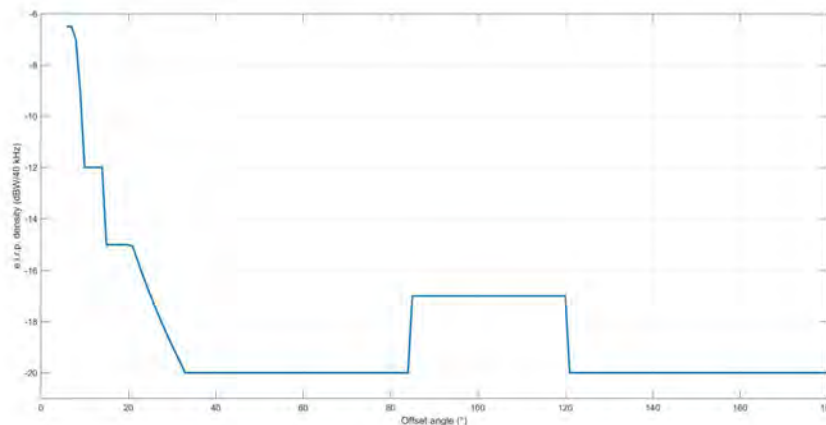
- 地球局のパラメータはECC Report 271のものを利用し、当該レポートの検討手法、技術試験事務、その他海外等の検討内容を踏まえ、上記シナリオにおける個別共用検討を実施

シナリオ	与干渉	被干渉	検討手法
a (技術試験事務:1)	宇宙局 10.7-12.7GHz	電波天文 10.6-10.7GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● ECC Report 271の検討結果へ包含可能か分析
b (技術試験事務:4)	電通業務(固定・移動) 10.7-11.7GHz	地球局 10.7-12.7GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州検討結果：固定局の干渉から保護を要求しない ● その他海外における地球局被干渉の検討事例等を調査の上、必要に応じて個別検討を実施
c (技術試験事務:5)	公共・一般業務(固定) 12.2-12.5GHz	地球局 10.7-12.7GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球局パラメータ、及び地形や建物による損失効果を考慮した所要離隔距離を算出 ● 実際の固定局設置場所の例として、国内2拠点における地形・建物による損失効果を計算
d (技術試験事務:7)	地球局 14.0-14.5GHz	電通業務(固定・移動) 14.4-15.25GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州では検討なし ● その他海外における宇宙局被干渉の検討事例等を調査の上、必要に応じて個別検討を実施
e (技術試験事務:10)	電通業務(固定・移動) 14.4-15.25GHz	宇宙局 14.0-14.5GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧州では検討なし ● その他海外における宇宙局被干渉の検討事例等を調査の上、必要に応じて個別検討を実施

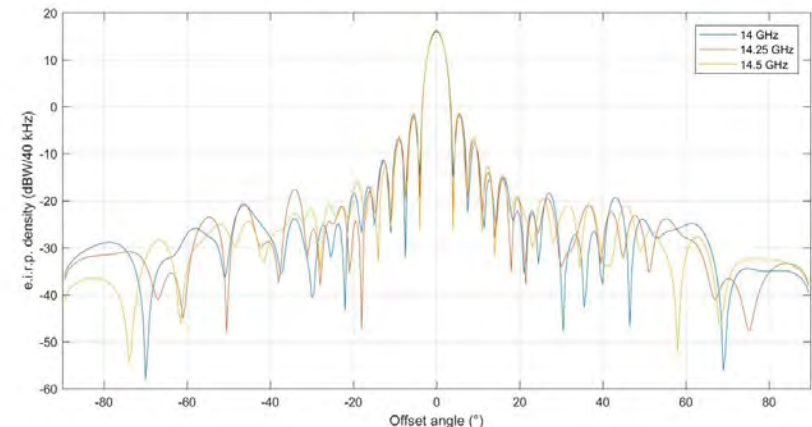
地球局パラメータ

	コンシューマ向け地球局	エンタープライズ向け地球局
周波数	14.0 - 14.5 GHz	14.0 - 14.5 GHz
最大EIRP	34 dBW	34 dBW
CH幅 (ABW)	20 MHz	20 MHz
帯域幅 (OBW)	18.2 MHz	18.2 MHz
アンテナ径	0.45 m	0.9 m
アンテナ最小仰角	50 - 60 °	50 - 60 °
送信アンテナビーム幅	3.24 °	1.64 °
送信空中線利得	35 dBi	41 dBi
送信給電線損失	1 dB	1 dB
送信電力(アンテナ入力点)	0 dB	-6 dB
水平方向におけるEIRP (アンテナ仰角57°の場合)	-33 dBW/40kHz	-20 dBW/40kHz

地球局EIRPマスク



固定局 (パラボラアンテナ)



移動局 (フェーズドアレイアンテナ)

ECC Report 271 検討結果

■ 電波天文パラメータ

- 干渉基準：ITU-R勧告RA.769 (pfd閾値=-240dBW/m²·Hz)、勧告RA.1513(許容データ損失2%以下)
- アンテナパターン：ITU-R勧告RA.1631 (最大利得=81dBi、100m級アンテナ)
※電波天文のメインローブ方向に衛星が存在する場合の干渉が支配的であり、サイドローブ方向からの干渉影響は低いため、アンテナ径による干渉の影響差分は少ない。当該勧告のrecommends 3に基づき典型的な最大アンテナ利得を利用

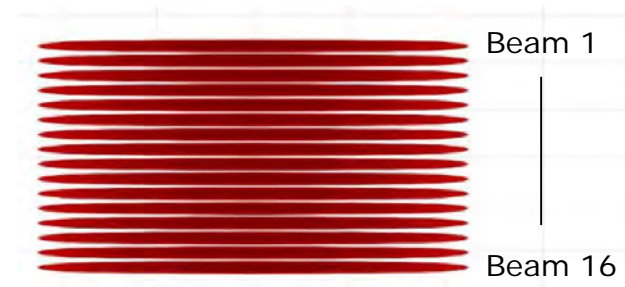
■ 干渉計算手法

- ITU-R勧告M.1583, S.1586に基づき、全天(半球)をほぼ同じ面積のセルへ分割(2,334セル)。各セルへ電波天文のメインローブを100回ランダムに向け、干渉電力が基準を上回る回数をモンテカルロ・シミュレーションにより算出(合計233,400回の試行)

■ 結果

- 以下のビーム毎の最大不要発射e.i.r.p値を満たすことで、勧告RA.1513の基準である2%以下のデータ損失を達成

Satellite beams	e.i.r.p. in the RAS band (dBW/100 MHz)
Beams 1,5,9,13	-34.9
Beams 2,6,10,14	-61.9
Beams 3,7,11,15	-49.9
Beams 4,8,12,16	-61.9



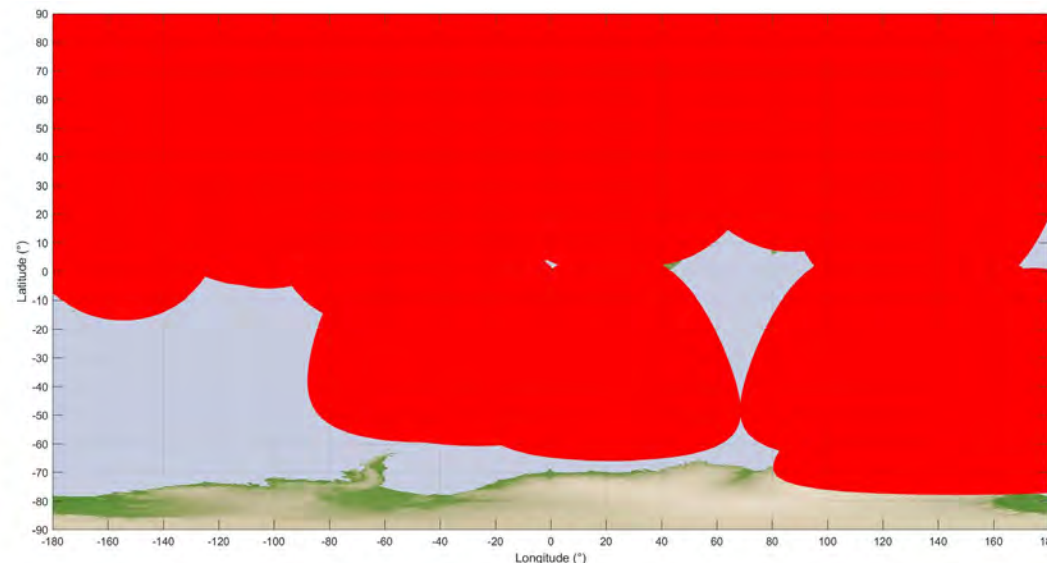
■ 国内の電波天文との共用は、以下よりECC Report 271の検討結果に包含することが可能と考える

1. 欧州の検討では、最大アンテナ利得の81dBi(100mアンテナ@Effelsberg ドイツ)を利用。ITU-R勧告RA.1631に基づく典型的な最大アンテナ利得であり、これにより他のアンテナ径の検討も包含
2. 欧州の検討では、日本より高緯度の北緯45°での検討を行っている。高緯度では非静止衛星が多く見えることから、国内より厳しい条件(与干渉送信電力観点)で共用検討を実施

→ 欧州の電波天文保護のための不要発射制限値を満たすことで、国内の電波天文の保護は可能と考えられる

電波天文保護のためのビーム毎の不要発射制限値

Satellite beams	e.i.r.p. in the RAS band (dBW/100 MHz)
Beams 1,5,9,13	-34.9
Beams 2,6,10,14	-61.9
Beams 3,7,11,15	-49.9
Beams 4,8,12,16	-61.9



電波天文の可視エリア (ECC Report 271)

- 上記の不要発射制限値はフィルタ挿入等に加え、電波天文の最隣接チャネルの発射停止等により実現可能
- 10.6-10.7GHzを利用する電波天文の可視エリアは、上図の通り南極を除くほぼ全地球上であり、これらのエリアでの宇宙局運用に際しては発射制限等が必要となる可能性がある。従って、この運用を行うことで、国内の電波天文も保護されると考えられる

シナリオb&c. 電通、公共・一般業務→Ku帯非静止衛星通信システム（地球局）

共用検討結果（一対一干渉シナリオ）



電気通信業務（固定、移動）（10.7-11.7GHz）
公共・一般業務（固定）（12.2-12.5GHz）



Ku帯非静止衛星通信システム（地球局）
（10.7-12.7GHz）

- 所要改善量は184dB（11GHz帯固定）、133dB（11GHz帯移動）、178dB（12GHz帯）
- ITU-R勧告P.452-16 による離隔距離は11～70km程度
- 平成30年電波利用状況調査の結果から、以下の通り多くの既存局が存在すること、また電気通信業務移動局は運用場所を特定できないことから、上記の離隔距離を確保しつつKu帯非静止衛星通信システム地球局を運用することは困難（公共・一般業務については、設置場所等の詳細情報自体が取得困難）
 - 11GHz帯 電気通信業務（固定・移動）：3,523局
 - 12GHz帯 公共・一般業務（固定）：1,307局
- 欧州での検討結果は「固定局の干渉から保護を要求しない」とされており、国内においても電気通信業務（固定・移動）、及び公共・一般業務（固定）からの干渉に対して保護を求めてない運用が適当と考えられる
- ただし、実際の運用に際して、地球局設置場所の干渉波測定を踏まえたサイトエンジニアリング等の実施、また電気通信業務の実際の周波数利用状況より、多くの固定局と重複する周波数の利用を回避するようKu帯非静止衛星通信システム側で適切な周波数利用設計を行う等の工夫により干渉の低減が可能となる。それでも周波数が重複する少数の固定局からの干渉が発生する可能性があるが、Ku帯非静止衛星通信システムでは時間的に変動するビーム毎に異なる周波数で運用していることから、ある時間で干渉が発生しても次の時間で回避することになるため、通信サービスへ干渉の影響を与えないよう運用を行うことが可能と考えられる

シナリオ・パラメータ

■ 電通業務固定局パラメータ

	地点A	地点B	引用元
周波数	14.4-14.5GHz		
アンテナ利得	54.8 - 5.248 θ^2 dBi ($0^\circ \leq \theta \leq 2.5^\circ$) 38 - 25log θ dBi ($2.5^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$) -10dBi ($45^\circ \leq \theta$)		H30年度技術試験事務
アンテナ高	30m		ECC Report 271
アンテナ方位角	272 °	210 °	事業者様提供情報
許容干渉レベル	I/N=-10dB(共用CH)		ITU-R勧告F.758-6
雑音電力	-136dBW/MHz		ITU-R勧告F.758-6
長時間許容干渉電力	-146dBW/MHz		

■ 干渉モデル(一対一のメッシュ配置)

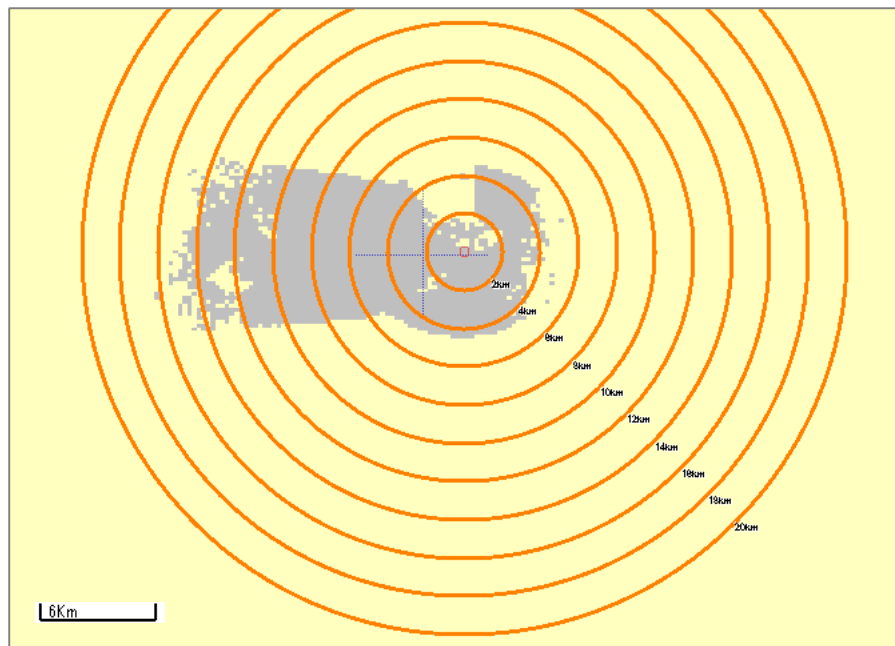
- 地点A、Bに被干渉局を1局配置し、周辺に与干渉局をメッシュ配置 (250m×250m)
- 各メッシュで同一周波数干渉発生有/無を判定し、干渉発生エリアを図示
- ITU-R勧告P.452-16に基づく、実際の地形による損失効果を加味

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(陸上地球局)→電通業務(固定) ②

干渉発生エリア (固定地球局与干渉)

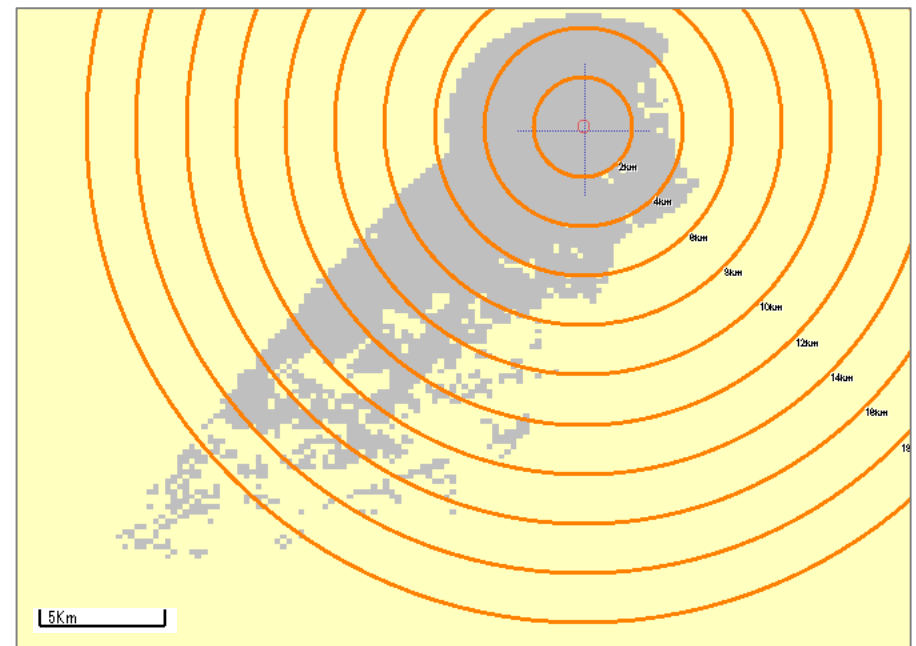
- ✓ Ku帯非静止衛星通信システム地球局アンテナ高：20m
- ✓ Ku帯非静止衛星通信システム地球局EIRP：-20dBW/40kHz
- ✓ 固定局保護基準値：I/N = -10dB

<地点A>



最大離隔距離:17km程度

<地点B>



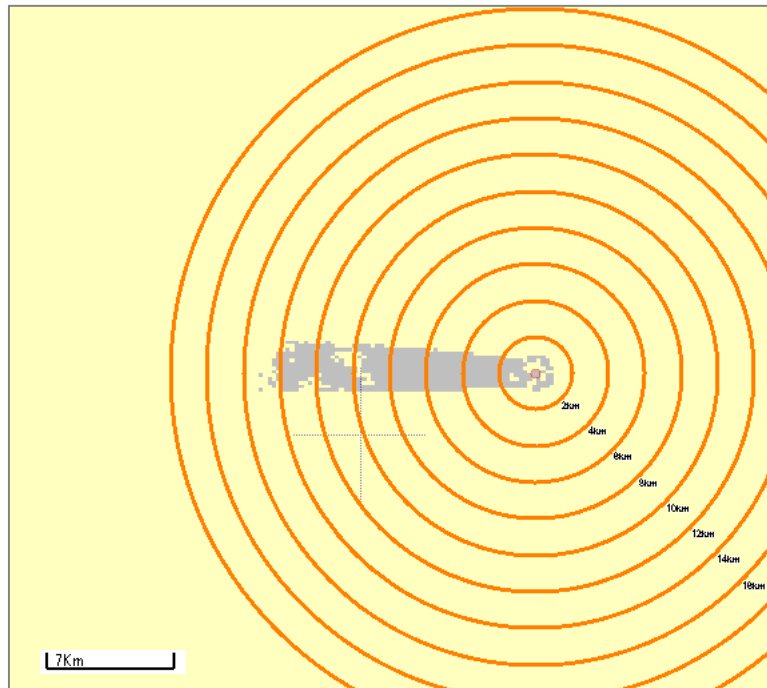
最大離隔距離:25km程度

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(陸上地球局)→電通業務(固定) ③

干渉発生エリア (固定地球局与干渉)

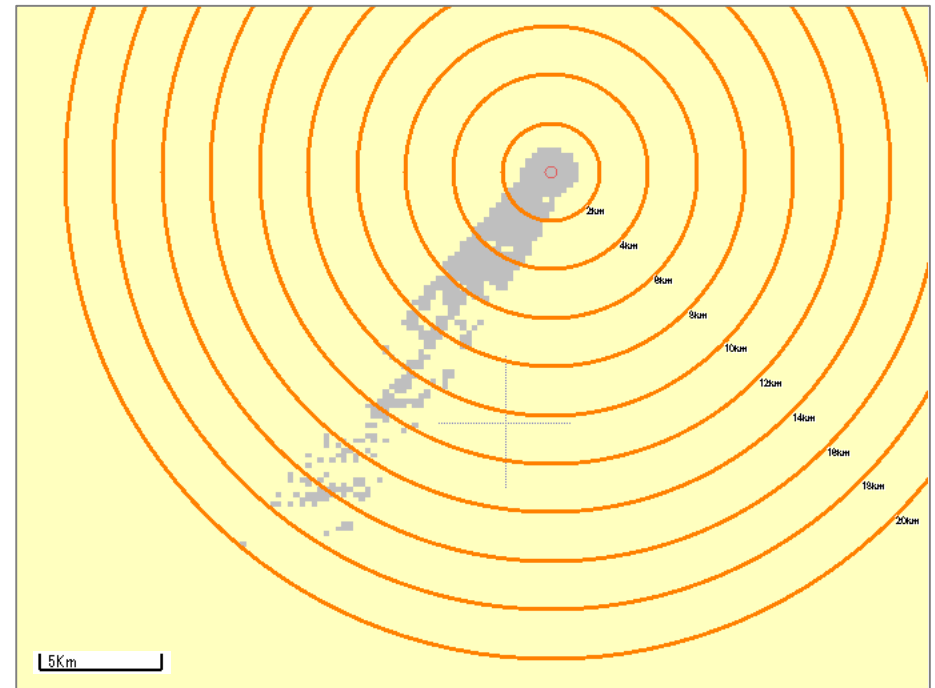
- ✓ Ku帯非静止衛星通信システム地球局アンテナ高：5m
- ✓ Ku帯非静止衛星通信システム地球局EIRP：-33dBW/40kHz
- ✓ 固定局保護基準値：I/N = -10dB

<地点A>



最大離隔距離:16km程度

<地点B>



最大離隔距離:20km程度

考察

- 地形による損失効果を加味して、以下の所要離隔距離を算出した
 - 固定地球局で最大17~25km
 - 移動地球局で最大16~20km
- ただし、この離隔距離は電気通信業務（固定局）のメインローブ方向であり、サイドローブ方向については6km未満となっている
- このように電気通信業務（固定局）設置の場所や条件により離隔距離が異なるため、実際の運用に際しては、各固定局に除外ゾーンを設け、当該ゾーン内で地球局は固定局と同一周波数の送信を行わないという対応により、周波数共用が可能であると考えられる
- なお、除外ゾーンの調整や具体的な発射停止方法については、事業者間の運用調整により行われることが想定される

隣接周波数共用について

- 14-14.4GHzを用いるVSAT地球局の不要発射強度は、平成17年総務省告示第1228号にて規定されている。また、平成21年情報通信審議会報告（VSAT高度化）のVASAT地球局パラメータより、アンテナのサイドローブ利得は-10dBi ($\theta > 25^\circ$) であることから、不要発射eirpは-29dBW/MHzと考えられる
- 一方でESTI EN303 980より、Ku帯非静止衛星通信システム地球局の軸外不要発射強度規定は95dBpW/10MHzまたは71dBpW/MHz、即ち-35dBW/MHzまたは-49dBW/MHz (eirp) と規定されており上記のVSAT不要発射強度を下回る
- 従って、Ku帯非静止衛星通信システム地球局の不要発射強度はETSI規格に準拠することで、隣接周波数を用いる固定局の保護が可能と考えられる

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(陸上地球局)→電通業務(移動) ①

シナリオ・パラメータ

■ 15GHz帯電通業務移動局パラメータ

	受信パラメータ	引用元
周波数	14.4-15.25GHz	
受信帯域幅	40, 60MHz	
アンテナ径	30 ~ 90cm	事業者様提供情報
アンテナパターン	ITU-R 勧告F.699-7 recommends 2.1.1	
アンテナ高	5 ~ 20m	
許容干渉レベル	I/N=-10dB(共用CH)	ITU-R勧告F.758-6
雑音電力	-136dBW/MHz	ITU-R勧告F.758-6
長時間許容干渉電力	-146dBW/MHz	

■ 干渉モデル

- 一対一干渉シナリオにより、電通業務(移動)からの干渉電力の所要改善量を計算
- ITU-R勧告P.452-16に基づき、所要改善量から離隔距離を計算

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(陸上地球局)→電通業務(移動) ②

結果

Ku帯NGSO地球局



水平方向におけるe.i.r.p
 固定地球局：-20dBW/40kHz
 移動地球局：-33dBW/40kHz



電通業務移動局



アンテナ利得
 30cmアンテナ:20dBi($\theta=4.6^\circ$)、-10dBi($\theta=48^\circ$)
 90cmアンテナ:26dBi($\theta=1.8^\circ$)、-10dBi($\theta=48^\circ$)
 長時間許容干渉電力：-146dBW/MHz

Ku帯NGSO地球局	電通業務移動局	所要改善量	離隔距離
固定地球局 地上高:20m	アンテナ径:30cm/地上高:5m	160dB($\theta=4.6^\circ$) 130dB($\theta=48^\circ$)	32km($\theta=4.6^\circ$) 5km($\theta=48^\circ$)
固定地球局 地上高:20m	アンテナ径:30cm/地上高:20m	160dB($\theta=4.6^\circ$) 130dB($\theta=48^\circ$)	42km($\theta=4.6^\circ$) 5km($\theta=48^\circ$)
固定地球局 地上高:20m	アンテナ径:90cm/地上高:5m	166dB($\theta=1.8^\circ$) 130dB($\theta=48^\circ$)	38km($\theta=1.8^\circ$) 5km($\theta=48^\circ$)
固定地球局 地上高:20m	アンテナ径:90cm/地上高:20m	166dB($\theta=1.8^\circ$) 130dB($\theta=48^\circ$)	45km($\theta=1.8^\circ$) 5km($\theta=48^\circ$)
移動地球局 地上高:5m	アンテナ径:30cm/地上高:5m	147dB($\theta=4.6^\circ$) 117dB($\theta=48^\circ$)	19km($\theta=4.6^\circ$) 1km未満($\theta=48^\circ$)
移動地球局 地上高:5m	アンテナ径:30cm/地上高:20m	147dB($\theta=4.6^\circ$) 117dB($\theta=48^\circ$)	31km($\theta=4.6^\circ$) 1km未満($\theta=48^\circ$)
移動地球局 地上高:5m	アンテナ径:90cm/地上高:5m	153dB($\theta=1.8^\circ$) 117dB($\theta=48^\circ$)	26km($\theta=1.8^\circ$) 1km未満($\theta=48^\circ$)
移動地球局 地上高:5m	アンテナ径:90cm/地上高:20m	153dB($\theta=1.8^\circ$) 117dB($\theta=48^\circ$)	39km($\theta=1.8^\circ$) 1km($\theta=48^\circ$)

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(陸上地球局)→電通業務(移動) ③

考察

- 共用検討の結果、以下の所要離隔距離を算出した
 - 固定地球局で5km～45km
 - 移動地球局で1km未満～39km
- 移動局は運用場所を特定出来ないことから、上記の離隔距離を確保しつつKu帯非静止衛星通信システム地球局を運用することは困難である
- 一方で、15GHz帯電気通信業務(移動)は、災害発生時やイベント等の発生時の臨時回線を目的として利用されていることから、移動局の利用時には、周辺のKu帯非静止衛星システム地球局から干渉を与えないような措置(対象周波数の利用禁止等、具体的には関係する事業者間で予め調整)を行うことにより共用は可能と考えられる
- 実際の運用に際しては、事業者間の連絡体制を構築の上、移動局の利用計画に基づいて干渉対策を都度検討することにより、周波数共用が可能と考えられる
- なお、隣接周波数共用は電気通信業務固定局と同様、Ku帯非静止衛星通信システム地球局の不要発射強度がETSI規格に準拠することで保護が可能と考えられる

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(航空機地球局)→電通業務(固定・移動)

ECC Report 271 検討結果

■ 干渉計算手法

- 実際の航空路上に複数の航空地球局を配置し、各航空地球局（同一周波数にて同時送信）からの干渉波に基づくI/Nと時間率をシミュレーションにより算出
 - 航空地球局の高度は1,000~11,000mで変化
 - 同一周波数を同時に送信する航空地球局数は、北緯45°で同時に可視となる衛星数（6機）と全体トラフィックの10%が航空地球移動局を利用する前提に更にマージンを踏まえ6局と想定（北緯0°では同時可視衛星数は3機）
 - 固定局の保護基準はECC Report 026に基づき、I/N=-20dB(時間率20%)
 - 上記の条件に基づき、干渉が発生しない(固定局の保護基準を遵守する)PFDマスクを設定

■ 結果

- 以下の地表面におけるPFDマスクを満たすことで、固定局の保護が可能（この値はECC Decision 18(5) に適用）
 - -119.5 dBW/m²/MHz for $0 \leq \theta < 5^\circ$
 - -124.5+ θ dBW/m²/MHz for $5^\circ \leq \theta < 20^\circ$
 - -84.5 dBW/m²/MHz for $20^\circ \leq \theta < 90^\circ$

■ 国内の電気通信業務（固定・移動）との共用は、以下よりECC Report 271の検討結果に包含することが可能と考えられる

- 欧州の検討では、日本より高緯度の北緯45°での検討を行っている。高緯度では非静止衛星が多く見えることから、航空地球局の同一周波数による同時送信数が国内より多くなるため、より厳しい条件（与干渉送信電力観点）で共用検討を実施
- 電気通信業務(移動)は臨時運用を目的とした回線であり、固定通信システムと同様な技術特性となっているため、固定局との共用検討に包含することが可能
- 但し、電気通信業務の局を設置する海拔高によっては、航空機地球局が近接するケースではPFDマスクが適切に機能しない場合が想定される、その際は陸上地球局同様に近傍での電波発射停止措置等による対策が必要

→ 欧州のPFD規定、及び事業者間運用調整により、国内電気通信業務(固定・移動)との共用は可能と考えられる

シナリオd. Ku帯非静止衛星通信システム(海上地球局)→電通業務(固定・移動)

ECC Report 271 検討結果

■ 干渉計算手法

- 複数の海上地球局が同一周波数で同時送信した場合の離隔距離を算出(勧告SF.1650の検討手法を踏襲)
 - 帯域幅を2MHzとして2波分、即ち-13dBW/4MHzを海上地球局1台当たりの与干渉eirpと設定
 - 海上地球局数は勧告SF.1650に基づき3台と6台の場合を検討
 - 固定局の保護基準は、許容干渉電力：-109dBW(勧告SF.1650)、時間率：0.00027%/0.0119%
 - 上記の条件に基づき、固定局の保護基準を遵守するために必要な離隔距離を計算

■ 結果

- ITU-R勧告P.452の海上プロファイル利用で以下の離隔距離で共用が可能

	49 dBi FS with ps=0.00027%	49 dBi FS with ps=0.0119%	37 dBi FS with ps=0.00027%	37 dBi FS with ps=0.0119%
3 vessels per day	13.4 km	8.7 km	4.6 km	3.7 km
6 vessels per day	14.6 km	9.2 km	4.9 km	3.9 km

- 固定局が海岸から15km以上内陸に設置されている場合、離隔距離は不要
- ECC Decision 18(05)においてPFD=-116dBW/m²/MHz@海岸線 海拔80mと規定※

※勧告SF.1650の固定局パラメータ、及び干渉計算手法に基づき計算

■ ECC Report 271の検討結果は地理的な特性に影響しないため、国内の電気通信業務（固定・移動）との共用も包含することが可能と考えられる

- 電気通信業務(移動)は臨時運用を目的とした回線であり、固定通信システムと同様な技術特性となっているため、固定局との共用検討に包含することが可能
- 但し、瀬戸内海等の陸地と近接するケースではPFD制限を満たすことが困難であるため、陸上地球局同様に近傍での電波発射停止措置等による対策が必要

→ 欧州のPFD規定、及び事業者間運用調整により、国内電気通信業務(固定・移動)との共用は可能と考えられる

e. 電通業務(固定・移動)→ Ku帯非静止衛星通信システム (宇宙局) ■ SoftBank

共用検討分析

■ 宇宙局の干渉基準

- RR Article 5 Table 5-1 9)より $\Delta T/T$ は6%を超えない

■ 増加雑音温度 $\Delta T = 10^{I/10}/kB$

- $I = \text{送信EIRP(固定局23dBm、移動局14dBm)} - \text{自由空間伝搬損失}(1,200\text{km}@14.4\text{GHz} = 177.2\text{dB})$
+ 宇宙局アンテナ利得(30.6dBi) - 偏波損失(1.7dB^{*1}) = -155.3dBW(固定局)、-164.3dBW(移動局)
- $k = \text{ボルツマン定数}(1.38\text{E-}23\text{W/K/Hz})$
- $B = \text{送信帯域幅(固定局:60MHz、移動局:40MHz)}$
→ Ku帯非静止衛星通信システムの雑音温度を600K^{*2}とすると、1台あたり0.06%(固定局)、0.01%(移動局)の干渉雑音増加率となる

■ 干渉に寄与する電気通信業務 (固定・移動) の数

- 14.4~15.25GHz帯を使用する電気通信業務 (固定・移動) の無線局数は、平成30年度電波の利用状況調査結果から全国で1,798台(固定局)、72台(移動局)
- これらの無線局が14.4~15.25GHz帯に均等に周波数を利用していると仮定し、周波数の重複割合(100MHz/850MHz)、Ku帯非静止衛星通信システムの上り周波数繰り返し回数4 (1ビーム当たり125MHz幅を割当、16ビーム中4ビームが14.4-14.5GHzを利用) を勘案すると、宇宙局受信と同一周波数を送信する固定局は52.9台(固定局)、2.1台(移動局)と算定できる

■ 以上を踏まえた干渉雑音増加率は3.14%(固定局)、0.02%(移動局)となり、宇宙局の干渉基準を満たす

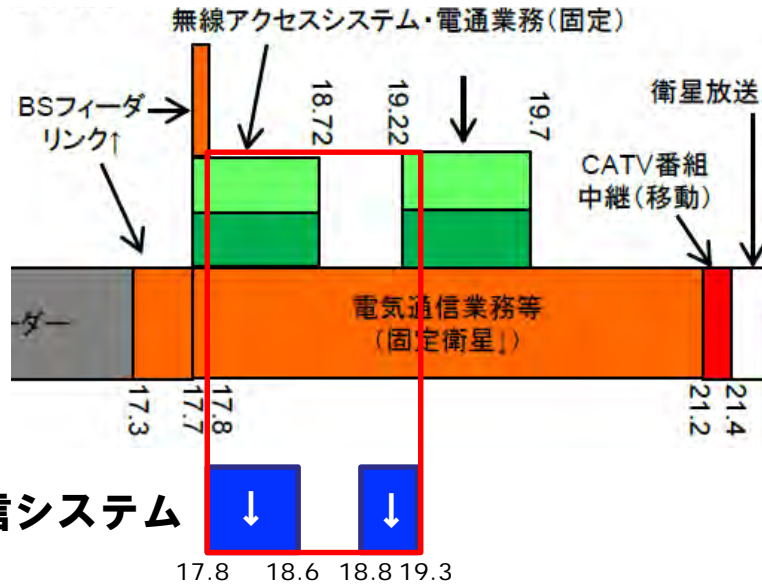
*1ITU-R勧告F.1245 *2ITUファイリング情報より

→ 電気通信業務(固定・移動)とKu帯非静止衛星通信システム(宇宙局)との共用は可能と考えられる

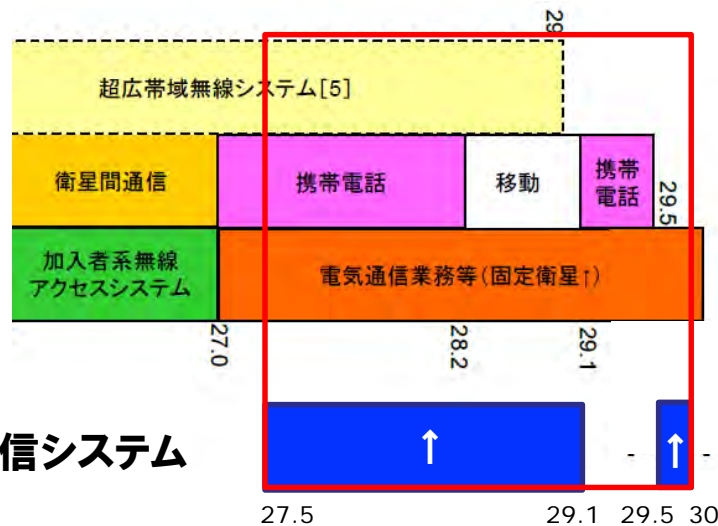
シナリオ	与干渉	被干渉	周波数共用
a (技術試験 事務:1)	宇宙局 10.7-12.7GHz	電波天文 10.6-10.7GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● フィルタ挿入等に加え、電波天文の最隣接チャンネルの発射停止等により、欧州の電波天文保護のための不要発射制限値を満たすことで、国内の電波天文の保護は可能と考えられる
b (技術試験 事務:4)	電通業務(固定・移動) 10.7-11.7GHz	地球局 10.7-12.7GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存システムの干渉から保護を要求しない ● Ku帯非静止衛星通信システム側の対処により、運用は可能と考えられる
c (技術試験 事務:5)	公共・一般業務(固定) 12.2-12.5GHz	地球局 10.7-12.7GHz	
d (技術試験 事務:7)	地球局 14.0-14.5GHz	電通業務(固定・移動) 14.4-15.25GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸上地球局：事業者間調整により共用可能 ● 航空機・海上地球局：欧州のPFD規定を満たすこと、及び事業者間調整により共用は可能と考えられる
e (技術試験 事務:10)	電通業務(固定・移動) 14.4-14.5GHz	宇宙局 14.0-14.5GHz	<ul style="list-style-type: none"> ● 共用可能

Ka帯 フィーダリンク

宇宙→地球



地球→宇宙



■ 想定される共用シナリオ

DL/UL	シナリオ	与干渉	被干渉
ダウンリンク	A	NGSO宇宙局 17.8-18.6/18.8-19.3GHz	無線アクセスシステム 17.7-18.72/19.22-19.7GHz
	B	無線アクセスシステム 17.7-18.72/19.22-19.7GHz	NGSO地球局 17.8-18.6/18.8-19.3GHz
アップリンク	C	NGSO地球局 27.5-29.1/29.5-30GHz	5Gシステム 27.0-29.5GHz
	D	5Gシステム 27.0-29.5GHz	NGSO宇宙局 27.5-29.1/29.5-30GHz

- 静止衛星ネットワークとの共用は、RRによる国際調整またはArticle 22のEPFD制限遵守により満たされるため、個別の検討は不要と考えられる
- 宇宙局から地上局への干渉(宇宙局→無線アクセスシステム17.8-18.6/18.8-19.3GHz)についてはRR Article 21 遵守により保護されること、また地上局から地球局への干渉(無線アクセスシステム→地球局17.8-18.6/19.22-19.3GHz)については、地球局の設置場所が確定してる場合、地球局周辺の干渉状況に応じて防護壁を設置するなどの措置で干渉を回避することにより共用が図られると考えられる。なお、本共用シナリオの具体的な検討については、フィーダリンク地球局の免許申請者により適切に行われるものと想定される
- 28GHz帯5Gシステムとの共用については、情報通信審議会において実施済のため次頁より概要を示す

28GHz帯における5GシステムとKu帯非静止衛星通信システムの共用検討は 新世代モバイル通信システム委員会にて非静止衛星1として検討済み

<新世代モバイル通信システム委員会 報告概要より抜粋>

固定衛星通信との干渉検討結果③(5G基地局→非静止衛星)

58

<干渉検討の結果>

	非静止衛星 1		非静止衛星 2	
	仰角	設置可能基地局数 (注1、2)	仰角	設置可能局数 (注1、2)
自由空間伝搬損失のみ	5度	約6,000局	15度	約8,100局
	30度	50,000局以上 (約6 dB)	30度	約32,000局
	60度	50,000局以上 (約16dB)	60度	50,000局以上 (約5 dB)
自由空間伝搬損失 +クラッタ損	5度	50,000局以上 (約17dB)	15度	50,000局以上 (約5 dB)
	30度	50,000局以上 (約11dB)	30度	50,000局以上 (約4 dB)
	60度	50,000局以上 (約12dB)	60度	50,000局以上 (約6 dB)

(注1) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

(注2) () 内の数字は、約50,000局の基地局を配置した時点での非静止衛星の許容干渉電力に対する残マージン

- ✓ 自由空間伝搬損失のみでは、低仰角の条件において基地局の設置可能局数に制限がかかるが、低仰角の条件では、一般にクラッタ損を期待することができる。その場合には、十分な数の基地局数を設置可能であり、基地局の設置状況を適切に管理していけば、共用可能である
- ✓ 陸上移動局からの影響についても、基地局に比較して干渉影響が大幅に増加することはないものと考えられるため、共用可能である

固定衛星通信との干渉検討結果④(非静止衛星向け地球局→5G基地局) 59

<干渉検討の結果>

	地球局1-1、1-2	地球局2
概要	フィーダリンクとして計画中	各種情報伝送向けに計画中
設置場所	茨城県、山口県 ※計画中の候補地	一例として東京都を想定
共用検討の結果	地球局の近傍での評価を行った結果からは、地球局の近傍（6 km程度以内の数地点）の条件を除いて、基地局の許容干渉電力を満たす結果となった。	地球局2の設置場所から数kmの範囲で、基地局の許容干渉電力を超過するケースがある

- ✓ フィーダリンクで計画中の地球局については、地球局の近傍で必要な干渉調整を実施すれば、同一周波数の条件を含めて共用可能である
- ✓ 各種情報伝送向けでの利用が予定されている非静止衛星地球局については、小型地球局(Very Small Aperture Terminal)が5Gシステムの展開エリア内に潜在的に設置される可能性がある。したがって、同一周波数での共用には課題があり、個別の干渉調整の実現性の検討や、お互いに隣接周波数を利用して共用する、同一周波数で共用する場合には5Gシステムを屋内限定で利用する、等の方策を検討する必要がある。

電波法関係審査基準にて合意ベースでの共用を規定

別紙1 第25 地球局及び携帯基地地球局

3 27.0GHzから31.0GHzまでの周波数の電波を送信する地球局及び携帯基地地球局である場合は、27.0GHzから28.2GHzまで又は29.1GHzから29.5GHzまでの周波数を使用する電気通信業務の無線局（携帯無線通信を行う既設のもの（予備免許を受けているものを含む。）に限る。）及び法第27条の13第1項の規定に基づく認定（27.0GHzから28.2GHzまで又は29.1GHzから29.5GHzまでの周波数を指定しているものに限る。）を受けた開設計画（法第27条の14第1項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの）に基づき当該認定の有効期間中に開設される特定基地局（既設のもの（予備免許を受けているものを含む。）を除く。）の免許人との間で周波数の共用について合意していること。ただし、当該地球局及び携帯基地地球局が当該電気通信業務の無線局及び当該特定基地局へ混信その他の妨害を与えないことが明らかであるときは、この限りでない。

別紙2 第2 陸上関係/ 1 電気通信業務用/ (16) 携帯無線通信を行う無線局等/ケ 周波数の指定

(ケ) 27.0GHzから28.2GHzまで及び29.1GHzから29.5GHzまでの周波数の電波を使用する基地局にあっては、27.0GHzから31.0GHzまでの周波数の電波を受信する人工衛星局に関し、当該人工衛星局の免許人との間で混信その他の妨害を与えないことについて合意していること。ただし、当該基地局が当該人工衛星局へ混信その他の妨害を与えないことが明らかであるときは、この限りでない。

以上