資料53－３

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

高度500kmの軌道及び高度1200kmの極軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの利用範囲の拡大に関する検討について（報告）

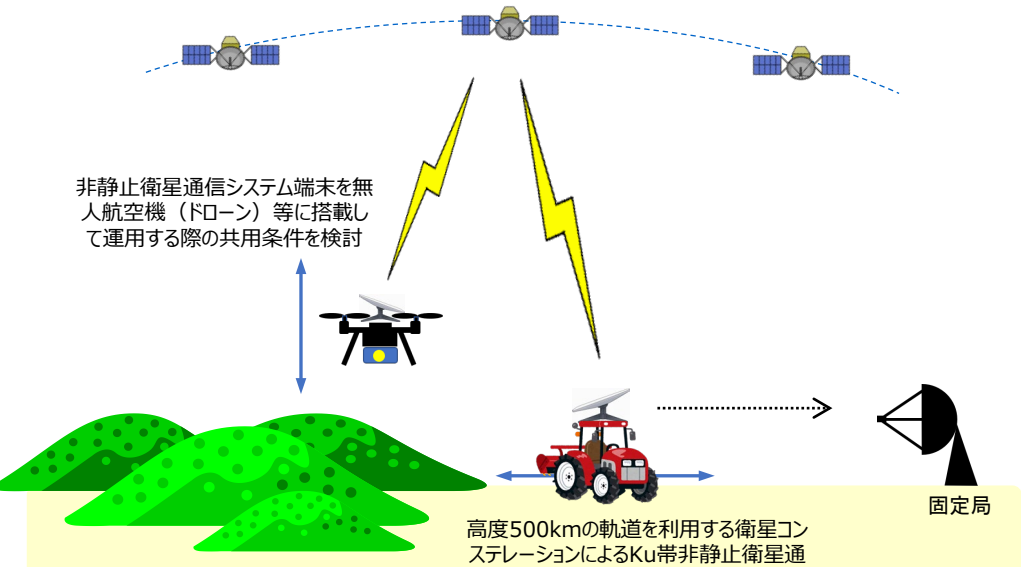
令和8年11月13日

衛星通信システム委員会

事務局

Ku帯非静止衛星通信システムの利用範囲の拡大に関する検討

- 衛星コンステレーションを用いた高速大容量通信サービスを我が国においても提供可能とするため、令和２年12月に「高度500kmの軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システム（以下、「Ku帯非静止衛星通信システム（500km）」という。）」、令和３年９月に「高度1200kmの極軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システム（以下、「Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）という。）」の技術的条件について一部答申
- 一部答申を踏まえ、関係する省令等の制度整備を行い、令和４年10月から「Ku帯非静止衛星通信システム（500km）」が、令和６年４月から「Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）」が本格的にサービスを開始
- 航空機に搭載した上空での利用については、同一周波数帯を利用する地上の無線局に混信等の影響を及ぼさないよう、地表面における電波の強さ（PFD）の上限値を定めており、当該PFD制限値を満たすことのできる一定高度以上での利用に限定されている。他方、技術の進展により、小型かつ低消費電力の衛星通信用の端末が登場したことや無操縦者航空機、無人航空機、空飛ぶクルマを中心に空の利用拡大が進展するとともに、遠隔操縦等の新たな飛行形態の開発が進展していることから、低高度での衛星通信の利用ニーズが高まっているところ。
- 加えて、車両や農業用トラクタ等での衛星通信の利用ニーズも顕在化していることを踏まえ、Ku帯非静止衛星通信システムの利用範囲の拡大に向けて、他の無線システムとの共用条件の検討を実施



■ 規制改革推進計画 [令和8年7月21日 閣議決定]

Ⅰ. 強い経済の実現 ４ スタートアップ・イノベーション促進
ク 無人航空機（ドローン）の社会実装の促進

＜実施事項＞【e. 令和8年度結論、結論を得次第速やかに措置】
総務省は、レベル4飛行や、山間部・海上や災害時におけるレベル 3.5飛行等のドローンの利活用促進の観点から、広域における通信確保等に資する非静止衛星（無線設備規則（昭和25年電波監理委員会規則第18号）第49条の23の5に規定する無線設備が通信を行う人工衛星をいう。）とドローンの直接通信の実現に向けた検討を行い、結論を得次第、必要な措置を講ずる。

■ 特区制度を活用して取り組む規制・制度改革事項等

[令和8年7月9日 国家戦略特別区域諮問会議]

Ⅰ. 新たに講ずべき具体的な施策（国家戦略特区区域における取組の加速化）
● 低軌道衛星インターネットの陸上移動中利用に関する規制緩和

・ロボットトラクタ等の遠隔監視・制御等のための低軌道衛星インターネットの活用ニーズが近年高まっていることを踏まえ、一部制限されている低軌道衛星インターネットの陸上移動中の利用が拡大されるよう、情報通信審議会において必要となる技術的な検討を進め、2026 年度中に結論を得る。

①　Ku帯非静止衛星通信システムの上空利用高度制限緩和に係る共用条件の検討

Ku帯非静止衛星通信システムの上空利用に係る共用検討・技術的条件（現状）

- 過去に実施したKu帯非静止衛星通信システム（500km）及びKu帯非静止衛星通信システム（1200km）の技術的条件の検討では、他の無線システムとの周波数共用において、地球局から電気通信業務（固定・移動）への干渉検討を実施
- ECC Report 271の検討結果に包含することが可能であるかとの観点で検討を行い、以下のとおり、周波数共用の条件をとりまとめている

<table>
<tr><th></th><th>Ku帯非静止衛星通信システム（500km）</th><th>Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）</th></tr>
<tr><td>移動地球局（航空機搭載）に関する条件</td><td>
• 14.4-14.5GHzの既存業務保護のため、運用前に既存業務の免許人との間で周波数の共用について合意すること。受信にあたっては、固定業務・移動業務からの干渉に対し保護を要求しない運用とすること。
• ECC Decision(18)05に基づき、14.4-14.5GHzにおいて、地表面における下表のPFD制限値を満たすこと。なお、本PFD制限を遵守するため、地球局は自身による位置情報・姿勢情報等のモニタリング機能と自動的にEIRPを低減または送信を停止する機構を具備すること。
<table>
<tr><th>水平方向を基準とした
電波の到来角 [θ]</th><th>PFD
[dB(W/(m²·MHz))]</th></tr>
<tr><td>θ ≦ 5°</td><td>-122</td></tr>
<tr><td>5° < θ ≦ 40°</td><td>-127+θ</td></tr>
<tr><td>40° < θ ≦ 90°</td><td>-87</td></tr>
</table>
</td><td>
• ECC Decision(18)05に基づき、14.4-14.5GHzにおいて、地表面における下表のPFD制限値を満たすこと。なお、本PFD制限を遵守するため、地球局は自身による位置情報・姿勢情報等のモニタリング機能と自動的にEIRPを低減または送信を停止する機構を具備すること。但し、実際の運用を考慮し予め既存業務の免許人との間で周波数の共用について合意すること。
<table>
<tr><th>水平方向を基準とした
電波の到来角 [θ]</th><th>PFD
[dB(W/(m²·MHz))]</th></tr>
<tr><td>θ ≦ 5°</td><td>-122</td></tr>
<tr><td>5° < θ ≦ 40°</td><td>-127+θ</td></tr>
<tr><td>40° < θ ≦ 90°</td><td>-87</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

上空利用に係る共用条件の検討方針

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）及びKu帯非静止衛星通信システム（1200km）では、日本国内で使用される端末の種別に応じて、それぞれ異なる共用条件を設定することが想定される

	Ku帯非静止衛星通信システム（500km）	Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
日本で出回っている衛星通信端末の種別	• １社（SpaceX社）のみが端末を開発・販売しており、他社の端末が国内市場で出回る可能性は現時点でない	• 複数社が端末を開発・販売している（汎用的な端末としてはIntellian社及びKymeta社の端末）
航空機及び無人航空機（ドローン）に係る共用条件の検討方針	• 日本国内で流通しているすべての種類の端末の実際の送信特性を用いて、航空機及び無人航空機（ドローン）の保護エリアを設定 • 上記保護エリアを設定することを共用条件として、既存無線局との共用が可能	• 平成17年総務省告示第1228号に基づく不要発射の強度をベースとして、航空機及びドローンの保護エリアを設定 • 他方、直近ドローンへの搭載が想定されている端末については、端末の実力値をもとにした保護エリアを共用条件として適用することが有効 • さらに、将来、新たな衛星通信端末の免許を取得する場合には、当該端末の実機特性を踏まえて保護エリアを検討し、既存免許人との合意を得る必要

他の無線システムとの共用検討

- **共用検討対象システム**

与干渉： Ku帯非静止衛星通信システム

項目	対象
周波数	14.0-14.4GHz
上空利用における プラットフォーム	航空機、無人航空機（ドローン） ※ ここで、航空機とは、あらかじめ定められた経路を飛行し、定期航空運送事業を行う航空機を指す ※ 空飛ぶクルマや、上記航空機に該当しない航空機（定期航空運送事業以外の航空機）については、飛行形態等を踏まえ、ドローンを対象とした検討結果を適用可能と想定

被干渉： 電気通信業務（固定・移動）

項目	対象
周波数	14.4-14.5GHz

- **共用検討内容**

14.0-14.4GHzにおける非静止衛星通信システムの携帯移動地球局の上空利用について、14.4-14.5GHzで運用されている電気通信業務（固定・移動）に対する干渉検討を行い、適切な共用条件を定めること

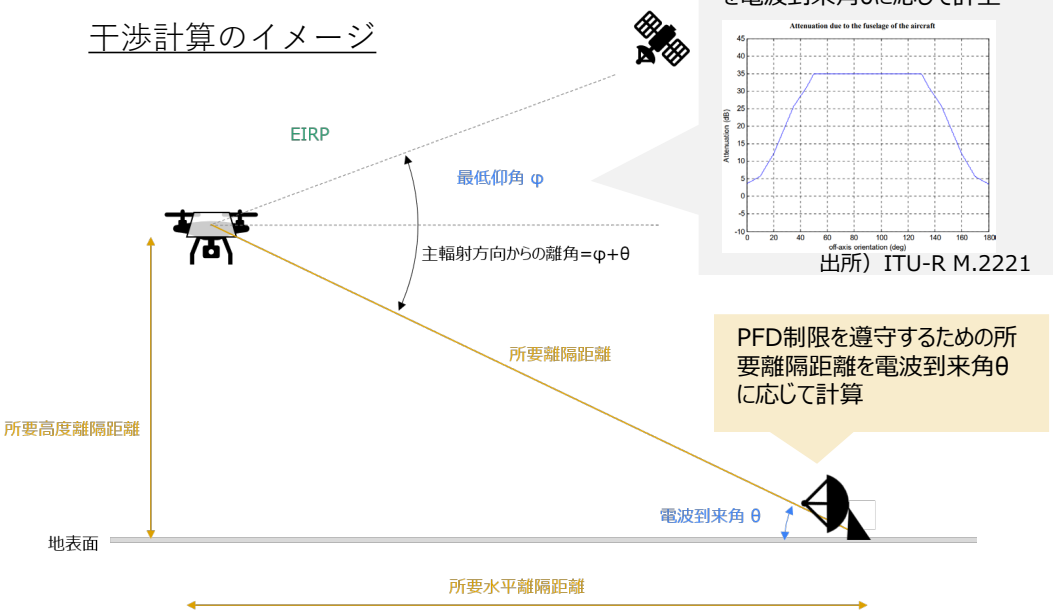
※ 上空利用において、無線局運用規則で規定されているPFD制限を14.4-14.5GHzにおいて順守することで、固定局・陸上移動局ともに保護可能

共用検討の方法

STEP1： 1対1対向モデル

- 与干渉システム（地球局）と被干渉システム（電気通信業務）の水平指向方向が対向している条件において、1対1対向モデルにより、地球局のEIRP密度と不要発射強度に基づき、PFD制限を遵守するための所要離隔距離を仰角に応じて計算し、水平・高度方向の所要離隔距離を算出する。

干渉計算のイメージ



航空機の場合は、ITU-R報告M.2221における機体遮蔽損失を電波到来角θに応じて計上

出所）ITU-R M.2221

PFD制限を遵守するための所要離隔距離を電波到来角θに応じて計算

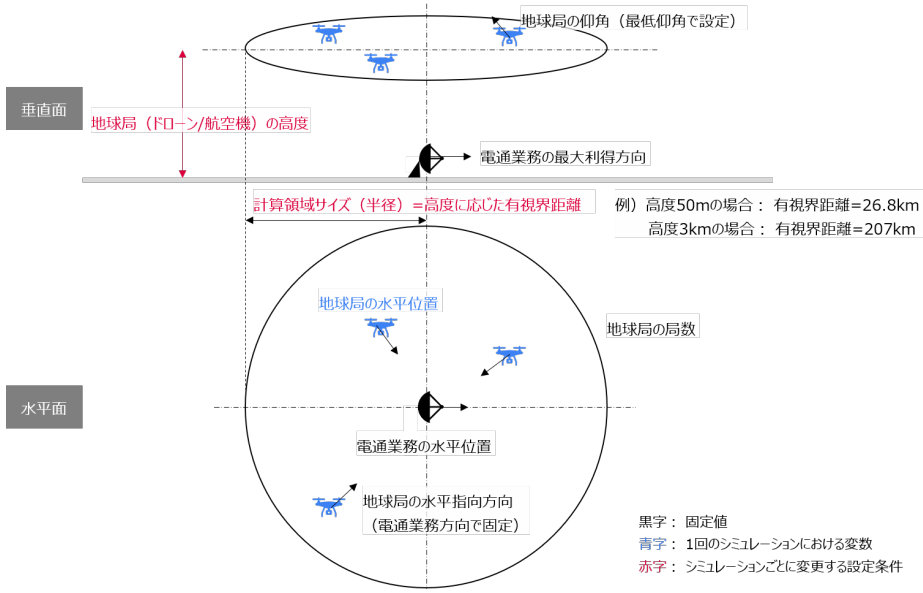
PFD制限（無線局運用規則第262条の2、第262条の3）

電波の到来角 [θ]	PFD [dBW/MHz/m²]
θ ≦ 5°	-122
5° < θ ≦ 40°	-127+θ
40° < θ ≦ 90°	-87

STEP2： 確率計算モデル

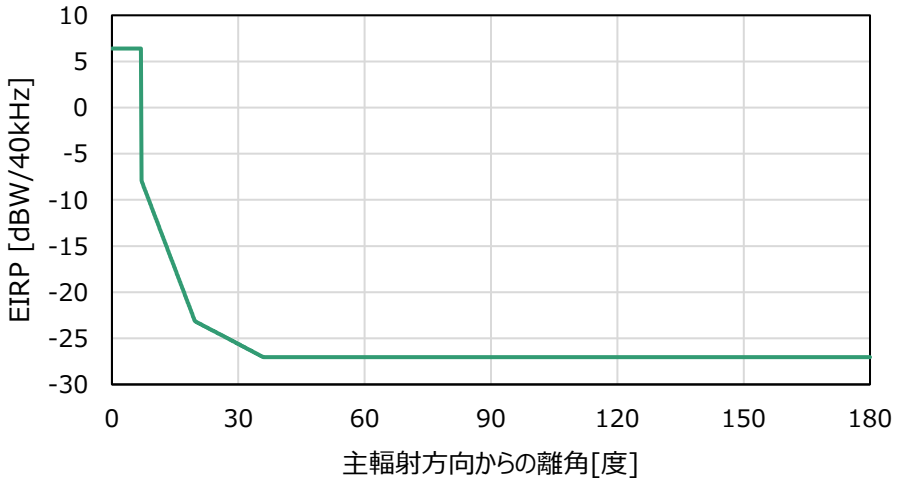
- 被干渉システム（電通業務）の1局に対して、与干渉システム（地球局）の局数・水平位置・高度・水平指向方向をパラメータとしてモンテカルロ・シミュレーションを行い、電通業務の干渉基準を上回る時間率により共用可能性を評価する。

モンテカルロ・シミュレーションのイメージ

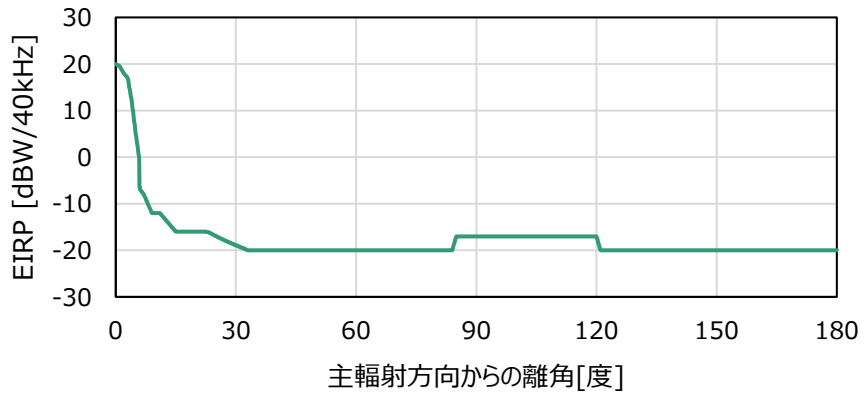


項目	干渉基準	出所
長期間干渉基準	-146dBW/MHzかつ干渉時間率20%	ECC Report 271 Section4.1.1の長期間干渉基準I/N=-10dBかつ干渉時間率20%、及び雑音電力=-136dBW/MHzにより、干渉基準を算出
短期間干渉基準	-117dbW/MHzかつ干渉時間率0.0119%	ECC Report 271 Section4.1.2の短時間干渉基準I/N=19dBかつ干渉時間率0.0119%、及び雑音電力=-136dBW/MHzにより、干渉基準を算出

STEP1　Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の与干渉諸元

諸元	値	出所
周波数	14.0-14.4GHz	電気通信業務に対して隣接となる帯域
EIRPマスク		無線設備規則第四十九条の二十三の五
最低仰角	25度	無線局運用規則第二百六十二条の二
占有周波数帯幅	60MHz	電波法関係審査基準
不要発射強度	14.0-14.5GHzにおいて、中心周波数からの離調が125MHz以内の場合 • 中心周波数からの離調が占有周波数帯域幅の50%を超え100%以下：搬送波の平均電力から25dB以下 • 中心周波数からの離調が占有周波数帯域幅の100%を超え250%以下：搬送波の平均電力から35dB以下	令和3年総務省告示第292号において規定
	14.0-14.4GHzのうち14.4GHzへ最近接のチャネルにおける14.4-14.5GHzへの不要発射強度： 搬送波の電力より37dB減衰	左記の減衰量を実現可能な端末を仮定し、共用検討を実施

STEP1　Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）の与干渉諸元

諸元	値	出所
周波数	14.0-14.4GHz	電気通信業務に対して隣接となる帯域
EIRPマスク		無線設備規則第四十九条の二十三の六
最低仰角	45度	無線局運用規則第二百六十二条の二
占有周波数帯幅	• 20MHz（1波の搬送波を使用する場合） • 40MHz（2波の搬送波を使用する場合）	電波法関係審査基準
不要発射強度	主輻射方向からの離角が7度超えの場合のEIRPについて、14.0-14.5GHzにおいて、中心周波数からの離調が125MHz以内の場合、以下の小さい方の値以下に減衰させること • 必要周波数帯幅内における周波数帯域幅あたりの最大電力密度から、次の式により求められる値 $40\log_{10}$（2F/BN +1）dB F ： 周波数帯幅と帯域外領域の境界より離れる周波数の値 BN ： 周波数帯幅 • 50μW/4kHz以下または基本周波数の平均電力より60dB低い値	令和4年総務省告示第143号において、平成17年総務省告示第1228号の第1項及び第2項第1号に基づくと規定
	14.0-14.4GHzのうち14.4GHzへ最近接のチャネルにおける14.4-14.5GHzへの不要発射強度： 搬送波の電力より57dB減衰	左記の減衰量を実現可能な端末を仮定し、共用検討を実施

共用検討結果まとめ

与干渉（地球局）	被干渉（電気通信業務）
14.0-14.4GHz	14.4-14.5GHz

共用検討	STEP1（1対1対向） 結果概要	STEP2（確率計算） 結果概要
Ku帯非静止衛星通信システム（500km）	・ドローン搭載の場合の所要離隔距離は、電気通信業務（固定・移動）に対して、告示条件においては、水平方向に約6km、高度方向に約480mである。実機条件の不要発射強度を考慮すると、水平方向に約1.5km、高度方向に約120mの離隔距離を設けることで共用可能である。 ・航空機搭載の場合の所要離隔距離は、実機条件において、水平方向の所要離隔距離は約950m、高度方向の所要離隔距離は約70mという結果であるが、電気通信業務（固定）の位置及び航空機の飛行経路や空港位置を踏まえると、航空機と固定局間で十分な離隔距離を確保できることが確認されているため、共用可能である。	・ドローン搭載の場合、告示条件におけるCCDFは、電通業務の長期間干渉基準に対しては下回り、短期間干渉基準に対しては、高度150mの場合は下回るが、高度10m/50mの場合は上回る。実機条件におけるCCDFは、短期間干渉基準に対して、高度50m/150mの場合は下回るが、高度10mの場合は上回る。 ・航空機搭載においては、CCDFが電通業務の長期間/短期間干渉基準をいずれも下回るため、共用可能である。
Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）	・ドローン搭載の場合の所要離隔距離は、電気通信業務（固定・移動）に対して、告示条件においては、水平方向に約3.9km、高度方向に約360mである。実機条件の不要発射強度を考慮すると、水平方向に約250m、高度方向に約25mの離隔距離を設けることで共用可能である。 ・航空機搭載の場合の所要離隔距離は、告示条件において、水平方向に約2.5km、高度方向に約200mという結果であるが、電気通信業務（固定）の位置及び航空機の飛行経路と空港位置を踏まえると、航空機と固定局間で十分な離隔距離を確保できることが確認されているため、特段の共用条件を設定することなく共用可能である。	・ドローン搭載の場合、告示条件におけるCCDFは、電通業務の長期間干渉基準に対しては下回り、短期間干渉基準に対しては、高度150mの場合は下回るが、高度10m/50mの場合は上回る。実機条件におけるCCDFは、長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。 ・航空機搭載においては、CCDFが電通業務の長期間/短期間干渉基準をいずれも下回るため、共用可能である。

共用条件案

共用条件案

- 無線局運用規則第262条の２及び第262条の３で規定されているPFD制限は、14.0-14.4GHzは適用対象外とする（対象周波数帯を14.4-14.5GHzに限定する）。
- 上空利用においては、電気通信業務に対して以下の共用条件を定める。
  - 欧州のPFD規定の適用及び事業者間の運用調整により、国内の電気通信業務（固定・移動）との共用は可能と考える。固定局に対しては、ドローン搭載のKu帯非静止衛星通信システムについては、実機条件の不要発射強度を考慮した所要離隔距離以内の範囲を保護エリアと定め、保護エリア内では地球局を運用しないこととする。なお、具体的な保護エリアについては、地球局端末及び国内の電気通信業務（固定・移動）の性能を考慮し、個別に事業者間で設定することが望ましい。また、保護エリアの設定にあたってはアンテナが設置されるビル等の高さを考慮する。
    また、航空機搭載のKu帯非静止衛星通信システムについては、特段の共用条件は設定しない。
  - 陸上移動局に対しては、陸上移動局の利用時（災害発生時やイベント等）においては、周辺でKu帯非静止衛星通信システムを運用しないこととする。なお、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とする。

②　Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の陸上移動利用に係る共用条件の検討

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の陸上移動利用について

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）は、日本でのサービス展開に向けて、情報通信審議会において技術的条件の検討を行った当初、利用シーンとして、陸上での可搬型利用、船舶・航空機搭載での移動利用を想定し、車載等陸上を移動しながらの利用を想定していなかった。そのため、陸上移動を除いた条件での技術的条件について情報通信審議会から一部答申がなされ、陸上固定利用のVSAT地球局、海上・航空移動利用が可能な携帯移動地球局として制度整備されている
- 現在は技術的に移動しながらの利用が可能であること、また、小型かつ低消費電力のユーザ端末が登場したこと等により、車両や農業用トラクタ等に衛星通信システムを搭載した移動中の利用ニーズが高まっていることを受け、陸上移動利用に向けて共用条件等の検討を実施
- 他方、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）については、陸上移動利用も含めた技術的条件の検討が行われ、令和３年９月に情報通信技術分科会からの一部答申を踏まえ、陸上移動利用も含めた制度整備が行われている

	Ku帯非静止衛星通信システム（500km）	Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
共用検討状況 （陸上固定・移動に関する共用条件） ※衛星通信システムが与干渉、固定業務等の無線局が被干渉	**（陸上固定）**→電気通信業務（固定・移動） 端末の特性に基づくパラメータを用いた干渉計算を実施し離隔距離を算出（所要離角距離46～57km）。 各固定局に対して除外ゾーンを設け、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。 移動局の利用時には、干渉を与えないような措置を行うことにより共用が可能。 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を想定。	**（陸上固定）**→電気通信業務（固定・移動） 固定局に対しては、ECC Report 271に基づくパラメータを用いた干渉計算を実施し離隔距離を算出（最大17～25kmの離角距離が必要）。 各固定局に対して除外ゾーンを設け、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。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を想定。また、隣接周波数共用については、VSAT地球局の不要発射強度（EIRP）-29dBW/MHzを下回ることから、隣接周波数を用いる固定局の保護が可能。 移動局に対しては、一対一干渉シナリオにて所要改善量を計算し、離隔距離を算出（最大５～45kmの離隔距離が必要）。移動局の利用時に、干渉を与えないような措置を行うことにより共用が可能。
	（**陸上移動**）→電気通信業務（固定・移動） **未検討**	**（陸上移動）**→電気通信業務（固定・移動） **同上**。ただし、離角距離については、固定局に対しては、最大16～25km、移動局に対しては、最大1km未満～45kmが必要。

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の陸上移動利用について

- Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）は陸上移動利用が可能であることから、過去のKu帯非静止衛星通信システム（500km）の共用検討とKu帯非静止衛星通信システム（1200km）の共用検討状況を比較することにより、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の陸上移動利用の共用条件の検討を行う
- 両者の違いは、隣接周波数の共用検討において、従来より、電気通信業務（固定・移動）と共存して運用しているVSAT地球局の不要発射強度（EIRP）-29dBW/MHzを下回ることが可能かどうかにおいて、結果が異なっている状況。その結果、不要発射の強度の許容値の基準に差が生じている
- 今般、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の陸上移動利用の検討に当たっては、VSAT地球局の不要発射強度を下回ることが可能かを検証するとともに、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）の不要発射の強度の許容値の基準と同等以下とすることが可能かの確認を実施

【不要発射の強度の許容値に係る規定】

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）	Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
[令和3年総務省告示第292号] 最大指向方向から７度を超える方向に輻射される不要発射の強度の許容値 14.0-14.5GHzにおいて、中心周波数からの離調が125MHz以内の場合 • 中心周波数からの離調が占有周波数帯幅の50%を超え、100%以下 搬送波の平均電力から25デシベル以下 • 中心周波数からの離調が占有周波数帯幅の100%を超え、250%以下 搬送波の平均電力から35デシベル以下	[令和4年総務省告示第143号] 最大指向方向から７度を超える方向に輻射される不要発射の強度の許容値 14.0-14.5GHzにおいて、中心周波数からの離調が125MHz以内の場合、以下の小さい方の値以下に減衰させること • 必要周波数帯幅内における周波数帯域幅あたりの最大電力密度から、次の式により求められる値 $40\log_{10}$（2F/BN +1）dB F ： 周波数帯幅と帯域外領域の境界より離れる周波数の値 BN ： 周波数帯幅 • 50μW/4kHz以下または基本周波数の平均電力より60dB低い値 ※平成17年総務省告示第1228号（宇宙無線通信を行う無線局の送信設備のスプリアス発射又は不要発射の強度の許容値を定める件）第1項及び第2項第1号を参照し、規定

陸上移動利用に向けた検討

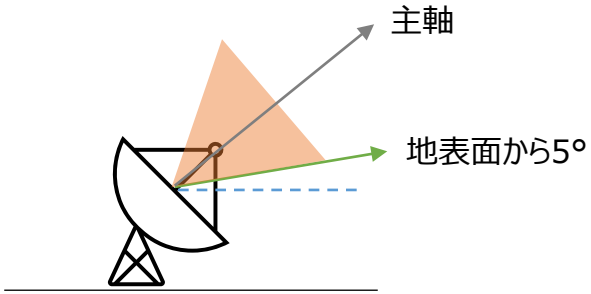
- 検討内容
  - ① Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）の陸上移動利用の導入に関する共用検討結果を踏まえ、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）が14.0-14.4GHz帯で電波発射する際に、隣接周波数帯域への影響が既存のKu帯VSAT地球局相当であるかの確認を実施

▼既存のKu帯VSAT地球局からの地上の無線システムへの干渉影響の考え方

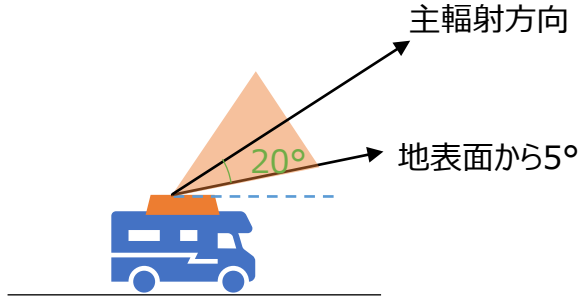
また、隣接周波数共用について分析した。14-14.4GHzを用いるVSAT地球局の不要発射強度は、平成17年総務省告示第1228号にて規定されている。また、平成21年情報通信審議会報告（VSAT高度化）のVSAT地球局パラメータより、アンテナのサイドローブ利得は-10dBi（θ>25°）であることから、不要発射EIRPは-29dBW/MHzと考えられる。

衛星通信システム委員会報告「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「高度1200kmの極軌道を利用する衛星コンステレーションによるKu帯非静止衛星通信システムの技術的条件」（令和3年9月）

上記の考え方は、VSAT地球局の最低運用仰角30°を考慮すると、主軸からθ>25°軸外におけるEIRPで評価することは、地表面から仰角5°方向のEIRPで評価していることと等価と考えられる。



実運用の情報からVSAT地球局の最低運用仰角は30°



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末の最低運用仰角は25°

- Ku帯VSAT地球局からの地上の無線システムに対する干渉影響との比較を行うため、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末の地表面から5°方向の軸外EIRPを計算
- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末の最低運用仰角は25°であることから、地表面5°方向の電力について、主輻射方向から軸外20°におけるEIRPの確認を実施

陸上移動利用に向けた検討

- 検討内容
  - ① Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）の陸上移動利用の導入に関する共用検討結果を踏まえ、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）が14.0-14.4GHz帯で電波発射する際に、隣接周波数帯域への影響が既存のKu帯VSAT地球局相当であるかの確認を実施

Parameter	v1 and v2	v3 and HP	v4	v4 mini	Notes
①最大EIRP [dBW]	38.2	38.2	43.6	39.2	
②必要帯域幅 [MHz]	60	60	60	60	
③最大EIRP密度 [dBW/MHz]	20.4	20.4	25.8	21.4	
④14.4GHz最近接チャネルから25MHz離調した地点における減衰量 [dBc]	-37	-37	-37	-37	
⑤最大アンテナ利得 [dBi]	32	32	34	29.4	
⑥軸外20°における利得減衰 [dBc]	-22.1	-22.1	-26.1	-21.5	RR AP8における地球局の典型的なアンテナパターンを想定（Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末についても当該包絡線上に内包される）
⑦軸外20°におけるEIRP密度 [dBW/MHz]	**-38.7**	**-38.7**	**-37.3**	**-37.1**	③＋④＋⑥
⑧既存のKu帯VSATのEIRP（-29dBW/MHz）とのマージン [dB]	-9.7	-9.7	-8.3	-8.1	マイナスの値の場合、既存のKu帯VSAT地球局の軸外EIRPよりも小さい

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）のすべての端末からの地上の無線システムへの干渉影響については、既存のKu帯VSAT地球局の不要発射EIRPを下回ることを確認

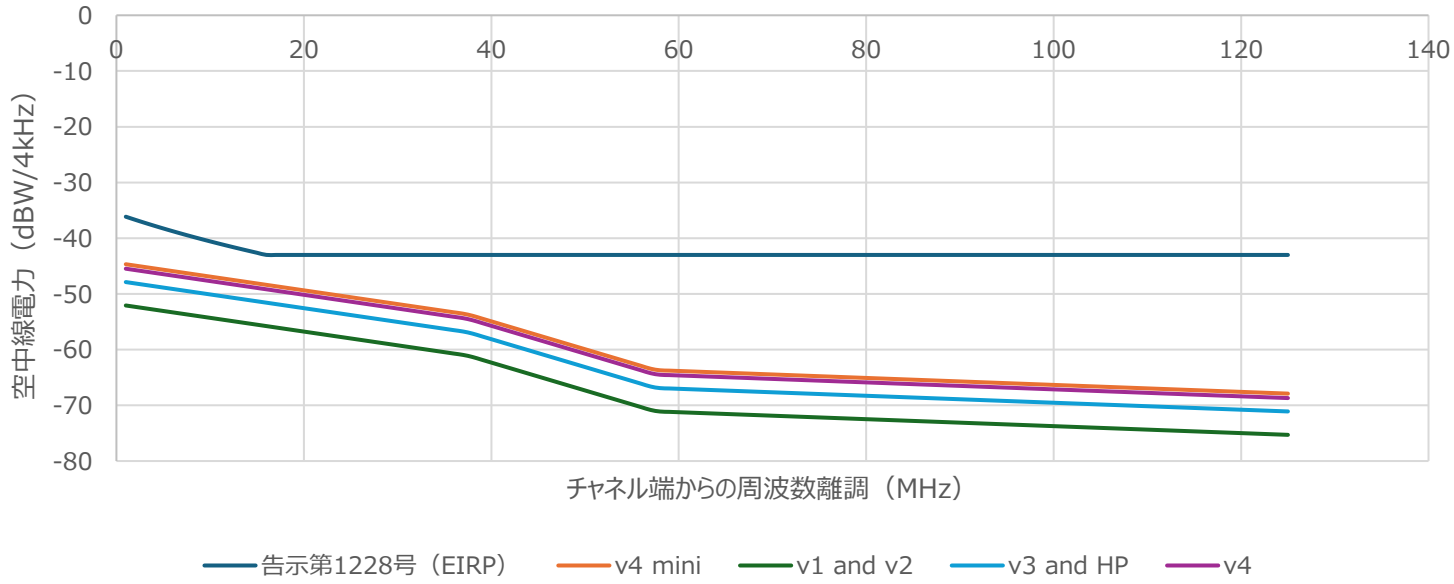
陸上移動利用に向けた検討

- 検討内容
  - ② 14.0-14.5GHz帯において、中心周波数から125MHz以内の帯域外領域における不要発射の強度について、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）と同様に、軸外7°を超える方向に輻射される不要発射EIRPとして、平成17年総務省告示第1228号で定められている基準を適用可能か確認を実施

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）は、14.0-14.5 GHz帯において、中心周波数からの離調が125 MHz以内の場合、主輻射方向からの離角が7度を超える方向におけるEIRPについて、平成17年総務省告示第1228号に基づく基準が規定されている。
本検討では、Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の各端末について、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）の制度化時に設定された基準への適合性を確認した結果、検討対象としたすべての端末がいずれも当該基準を遵守可能であることを確認。

軸外不要発射EIRP比較

（告示第1228号 及び Ku帯非静止衛星通信システム（500km））



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）のすべての端末について、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）と同様に、平成17年総務省告示第1228号の基準値を遵守することが可能

検討結果まとめ・共用条件案

検討結果まとめ

検討事項	結果概要
① 14.0-14.4GHz帯で電波発射する際に隣接周波数帯域への影響が既存のKu帯VSAT地球局相当であるか	• Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末実機の帯域外領域不要発射の強度の情報に基づいて、地表面から5°における軸外EIRPの強度を既存のKu帯VSAT地球局と比較 • すべての端末からの地上の無線システムへの干渉影響が、既存のKu帯VSAT地球局を下回ることを確認
② 軸外不要発射EIRPが平成17年総務省告示第1228号の基準を適用可能か	• Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の端末実機の帯域外領域不要発射の強度の情報に基づいて、軸外7°におけるEIRPを計算 • すべての端末について、平成17年総務省告示第1228号の基準値を遵守することが可能であることを確認

共用条件案

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）の中心周波数からの離調が125MHz以内の帯域外領域における不要発射の強度について、Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）と同様の規定（平成17年総務省告示第1228号への準拠を求める内容）を適用することにより共用可能

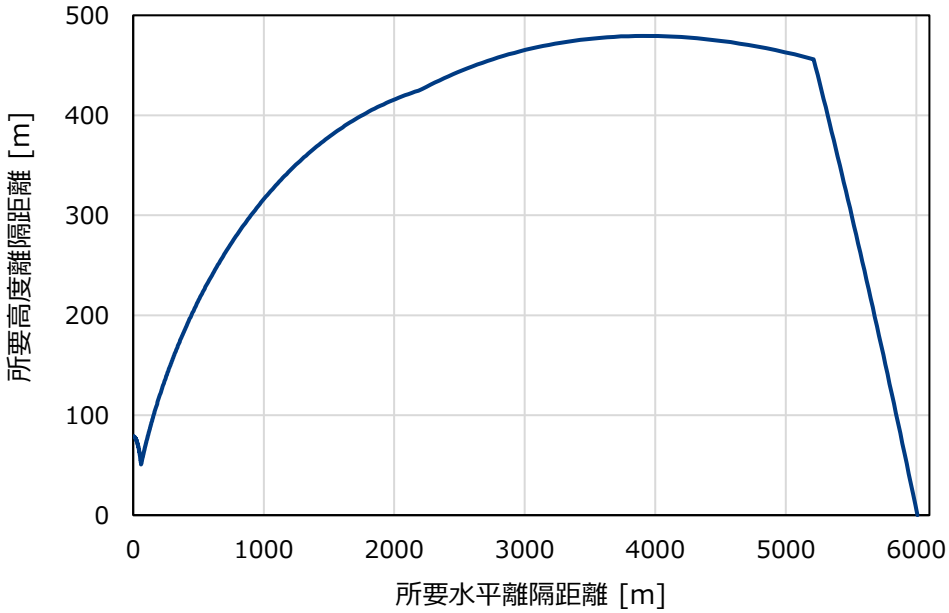
参考資料

【STEP1 1対1対向モデル】

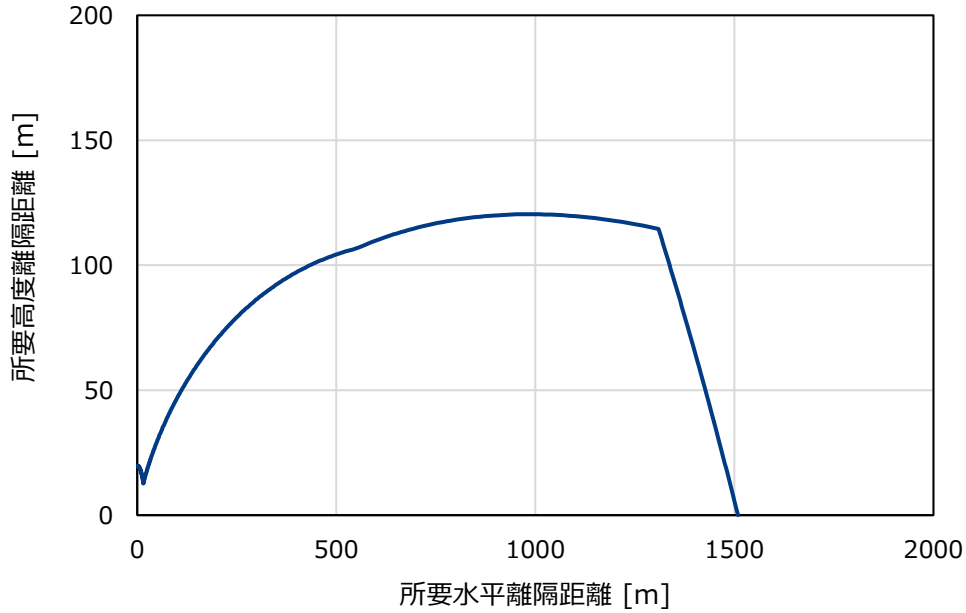
ドローン　所要離隔距離の計算結果（Ku帯非静止衛星通信システム（500km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）について、ドローン搭載時の所要離隔距離の計算結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約6km、所要高度離隔距離は最大約480m
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約1.5km、所要高度離隔距離は最大約120m

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）

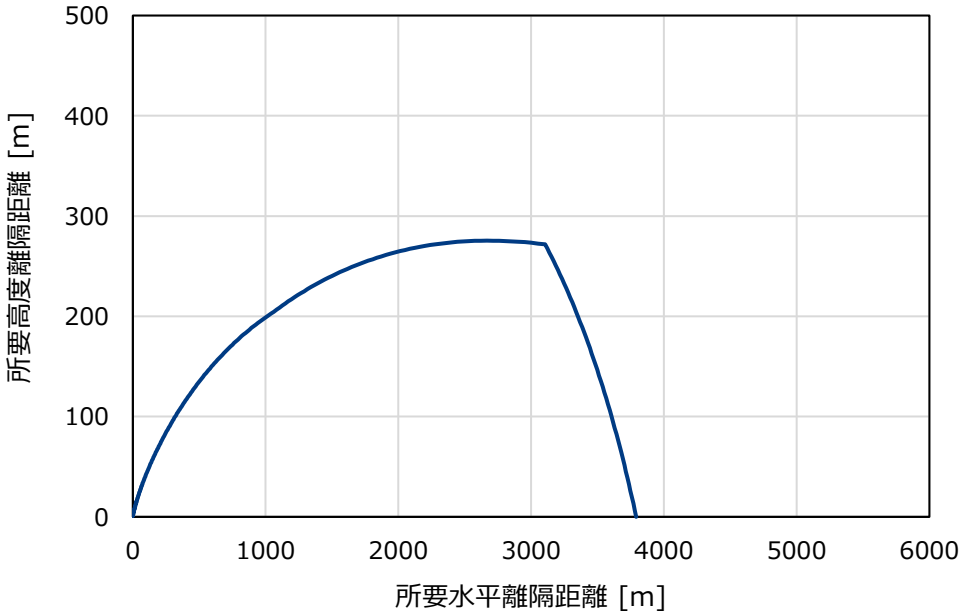


【STEP1 1対1対向モデル】

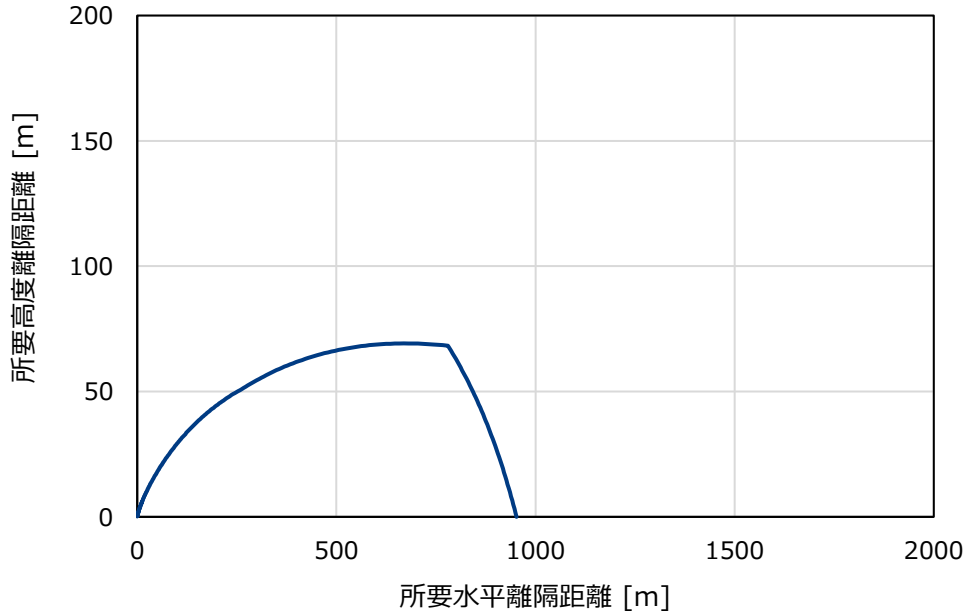
航空機　所要離隔距離の計算結果（Ku帯非静止衛星通信システム（500km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）について、航空機搭載時の所要離隔距離の計算結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約3.8km、所要高度離隔距離は最大約280m
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約950m、所要高度離隔距離は最大約70m

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）

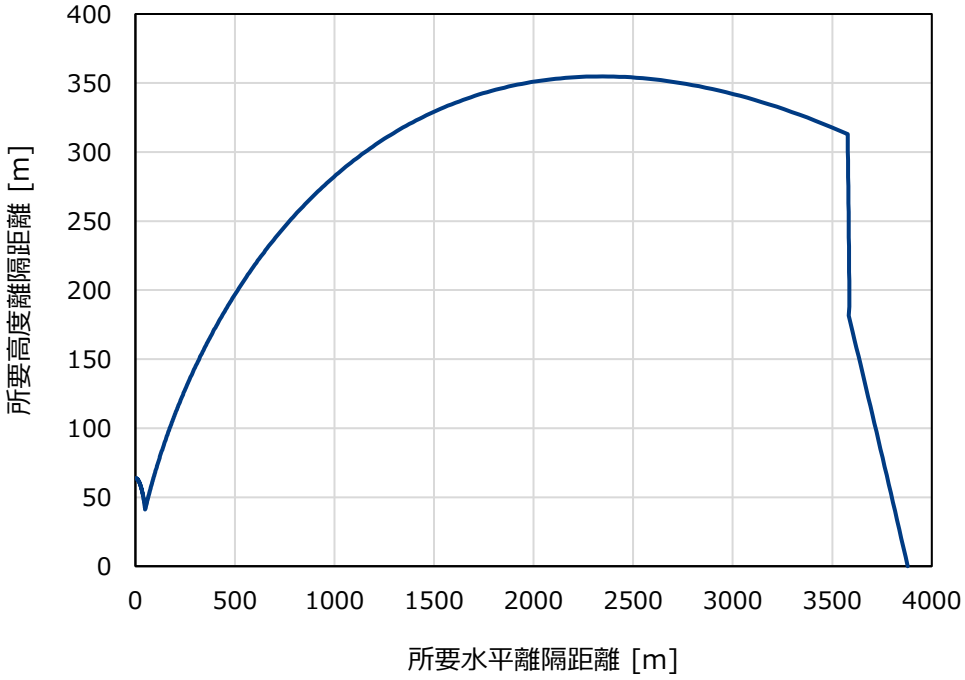


【STEP1 1対1対向モデル】

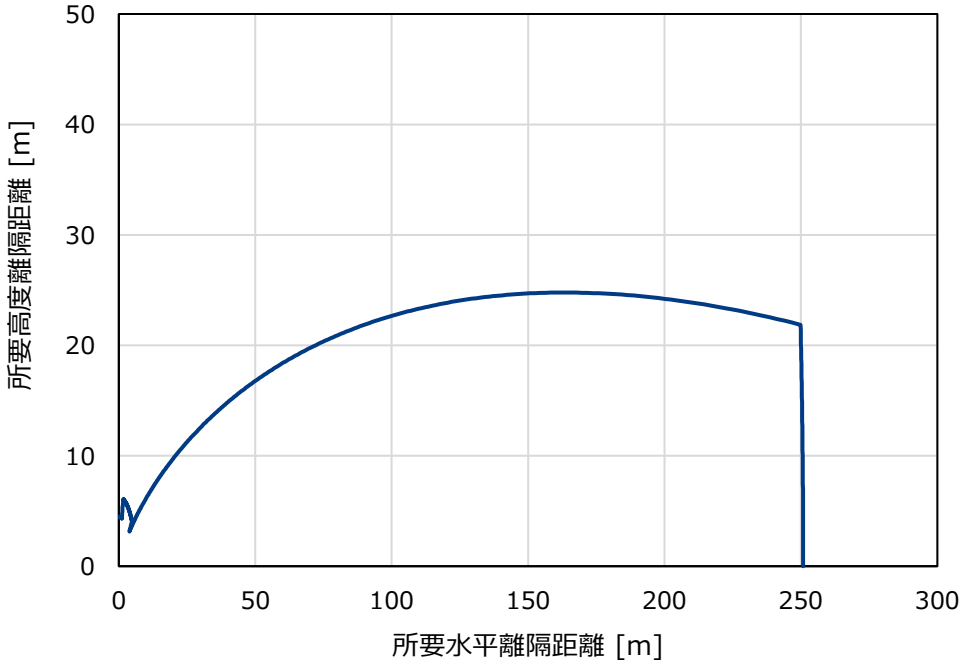
ドローン　所要離隔距離の計算結果（Ku帯非静止衛星通信システム（1200km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）について、ドローン搭載時の所要離隔距離の計算結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約3.9km、所要高度離隔距離は最大約360m
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約250m、所要高度離隔距離は最大約25m

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）



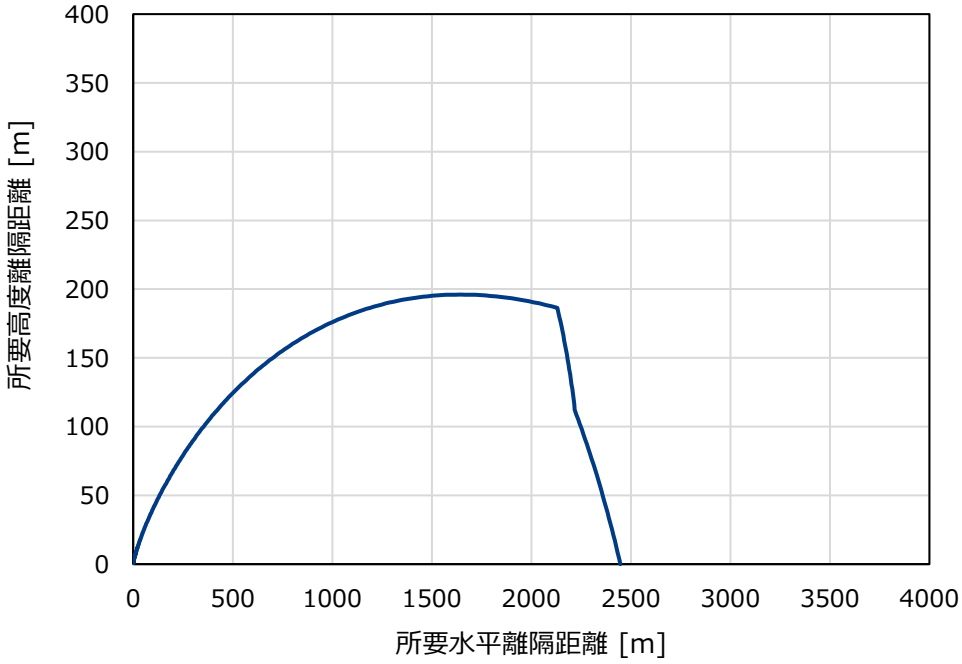
※ 不要発射強度の諸元を総務省告示に基づく場合は、軸外7°に対する主輻射方向からの離角（φ+θ）におけるアンテナ利得減衰を、ITU-R S.465に基づき考慮

【STEP1 1対1対向モデル】

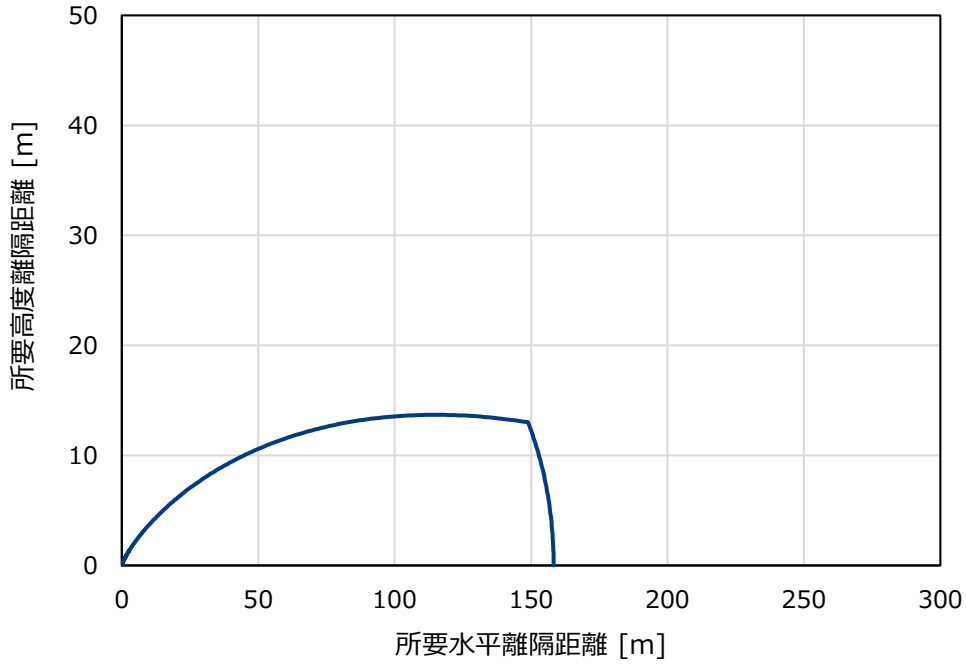
航空機　所要離隔距離の計算結果（Ku帯非静止衛星通信システム（1200km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）について、航空機搭載時の所要離隔距離の計算結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約2.5km、所要高度離隔距離は最大約200m
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：所要水平離隔距離は最大約160m、所要高度離隔距離は最大約14m

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）

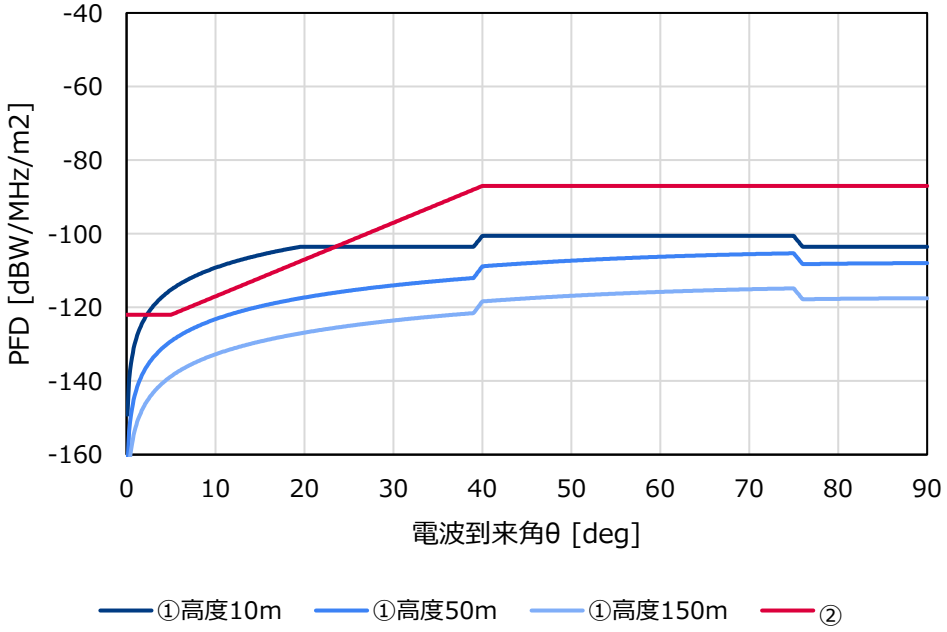


※ 不要発射強度の諸元を総務省告示に基づく場合は、軸外7°に対する主輻射方向からの離角（φ+θ）におけるアンテナ利得減衰を、ITU-R S.465に基づき考慮

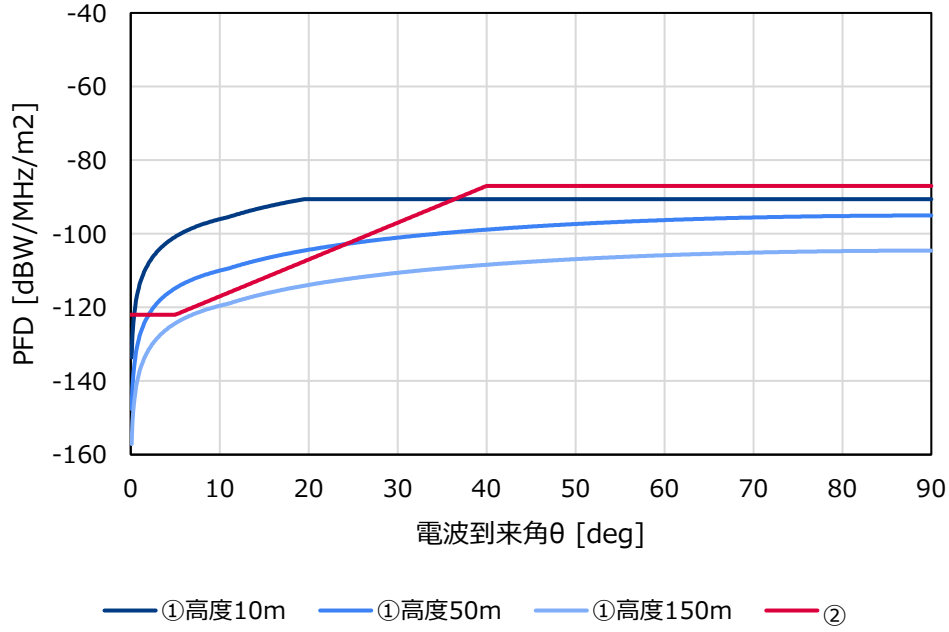
（参考）ドローン　代表的な高度におけるPFD値

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）/ Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）それぞれの実機条件において、ドローンの代表的高度に地球局がある場合の地表面におけるPFD値（①）と、無線局運用規則におけるPFD制限値（②）を比較した結果を以下に示す。

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）

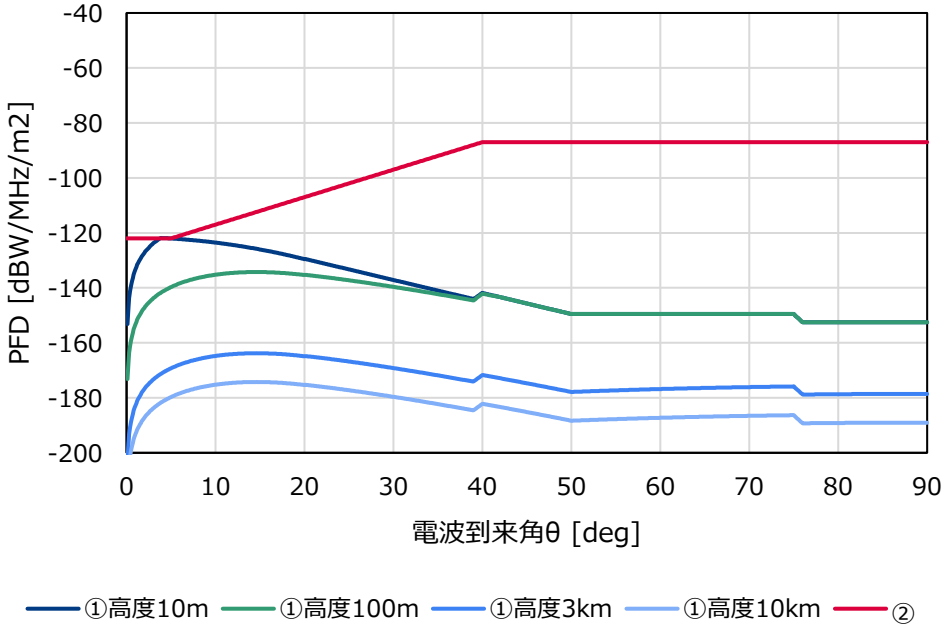


※ 地球局と電通業務局間の距離は、航空法上で定められている安全距離（ドローンについては30m）を最小距離として計算している。

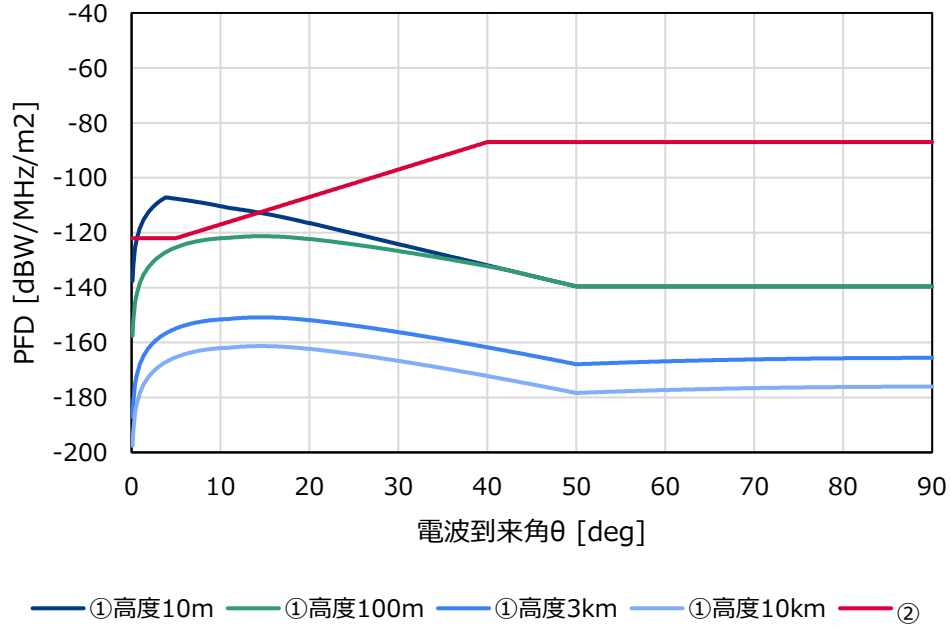
（参考）航空機　代表的な高度におけるPFD値

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）/ Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）それぞれの実機条件において、航空機の代表的高度に地球局がある場合の地表面におけるPFD値（①）と、無線局運用規則におけるPFD制限値（②）を比較した結果を以下に示す。

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）



※ 地球局と電通業務局間の距離は、航空法上で定められている安全距離（ドローンについては30m）を最小距離として計算している。

モンテカルロ・シミュレーションの計算・評価方法

- **モンテカルロ・シミュレーションのステップ**

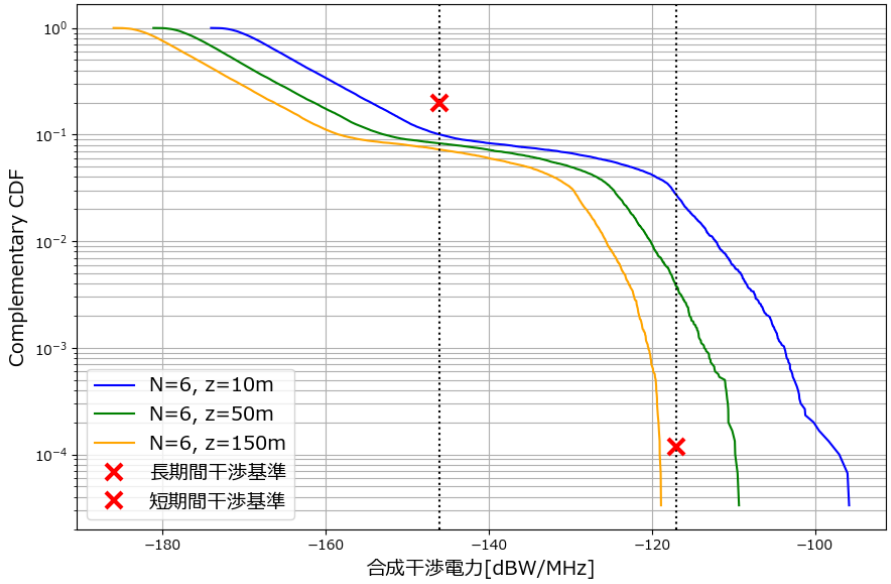
1. 地球局の種別（Ku帯非静止衛星通信システム（500km） / Ku帯非静止衛星通信システム（1200km））、搭載機体（ドローン/航空機）、高度、局数を設定する。
2. 高度に応じた有視界距離を半径とする計算領域において、設定した局数をランダムに配置する。
3. 各地球局から電通業務局への干渉電力を、電通業務のアンテナパターンも考慮のうえで計算し（航空機の場合は機体遮蔽損失も考慮）、それらを合算した合成干渉電力を算出する。
4. 上記1.～3.のステップをモンテカルロ・シミュレーションの試行回数分繰り返す（本検討においては30000回）。
5. モンテカルロ・シミュレーションの結果から、CCDF（Complementary Cumulative Distribution Function）を作成する。
6. CCDFと長期間干渉基準/短期間干渉基準を比較し、CCDFがいずれの干渉基準も下回っている場合は共用可能、いずれかの干渉基準を上回っている場合は共用不可、と評価する。

項目	干渉基準	出所
長期間干渉基準	-146dBW/MHzかつ干渉時間率20%	ECC Report 271 Section4.1.1の長期間干渉基準I/N=-10dBかつ干渉時間率20%、及び雑音電力=-136dBW/MHzにより、干渉基準を算出
短期間干渉基準	-117dBW/MHzかつ干渉時間率0.0119%	ECC Report 271 Section4.1.2の短期間干渉基準I/N=19dBかつ干渉時間率0.0119%、及び雑音電力=-136dBW/MHzにより、干渉基準を算出

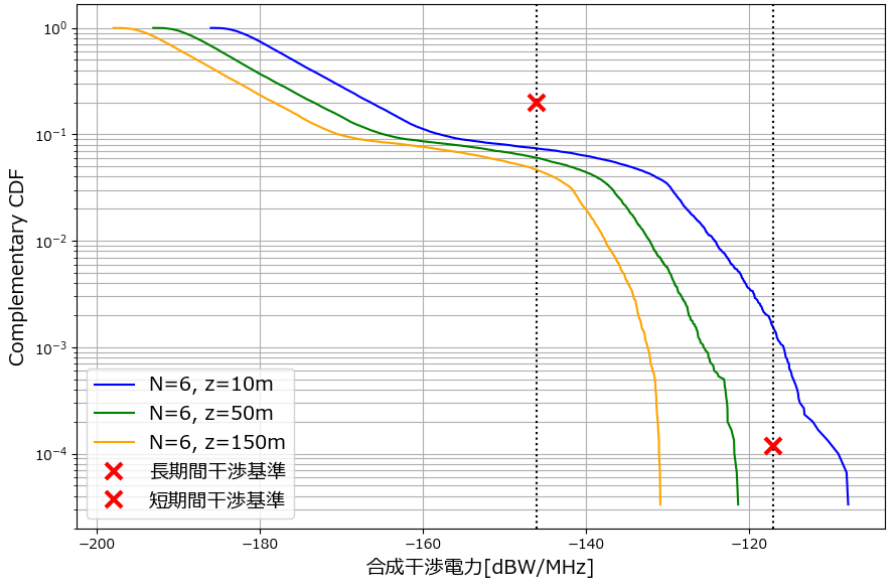
ドローン　シミュレーション結果（Ku帯非静止衛星通信システム（500km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）について、ドローン搭載時のモンテカルロ・シミュレーションの結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：長期間干渉基準に対しては高度の条件によらずCCDFが下回り、短期間干渉基準に対しては、高度150mの場合はCCDFが下回るが、高度10m/50mの場合はCCDFが上回る。
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：長期間干渉基準に対しては高度の条件によらずCCDFが下回り、短期間干渉基準に対しては、高度50m/150mの場合はCCDFが下回るが、高度10mの場合はCCDFが上回る。

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）



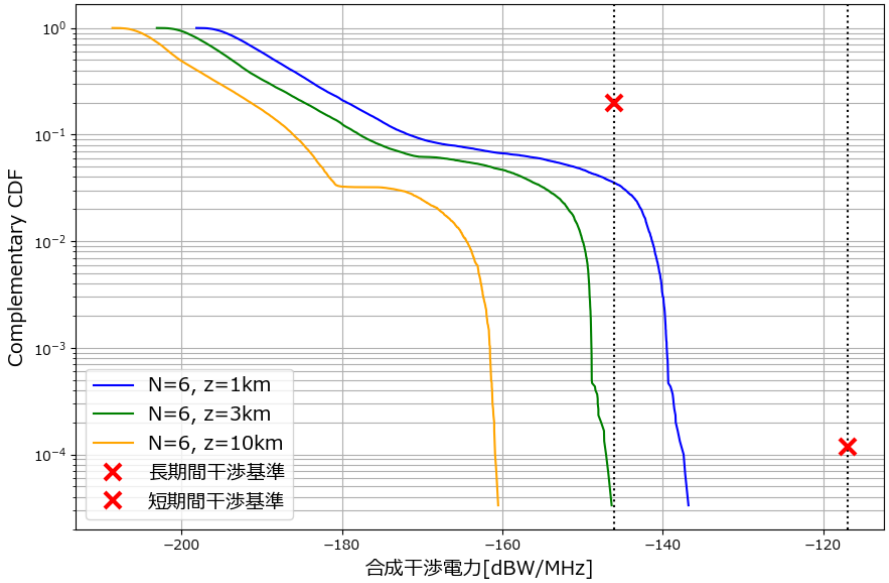
※地球局数は、ECC Report 271を踏襲し6局と設定。

【STEP2 確率計算モデル】

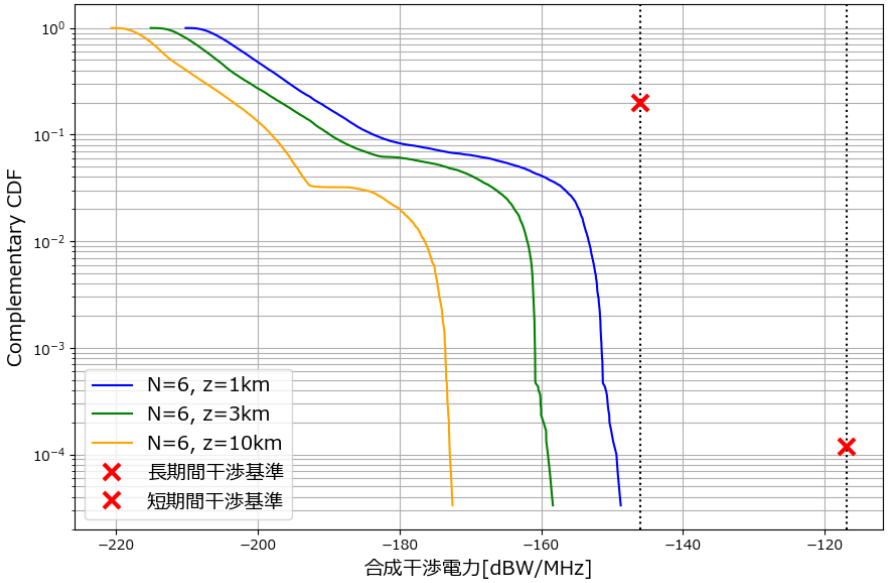
航空機　シミュレーション結果（Ku帯非静止衛星通信システム（500km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（500km）について、航空機搭載時のモンテカルロ・シミュレーションの結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：高度の条件によらず、CCDFが長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：高度の条件によらず、CCDFが長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。

Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（500km）
（不要発射強度：実機条件）



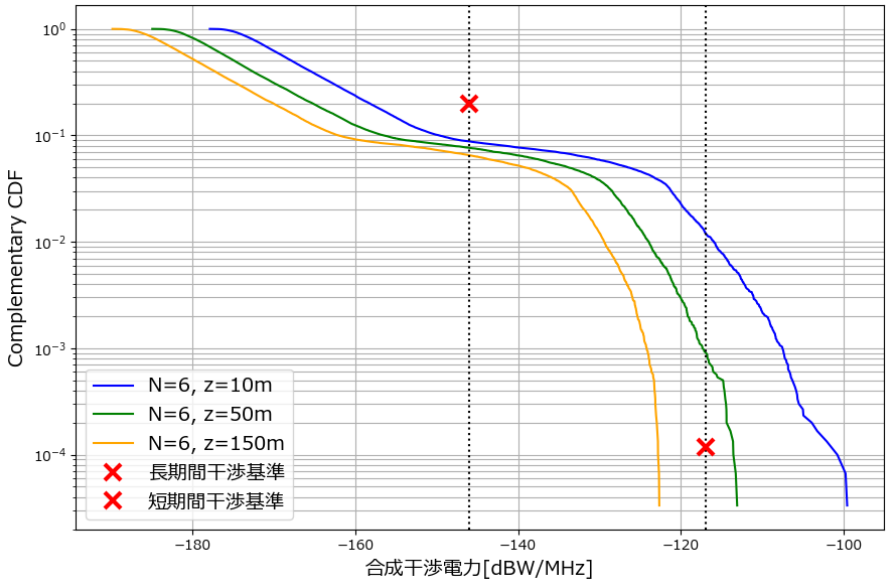
※地球局数は、ECC Report 271を踏襲し6局と設定。

【STEP2 確率計算モデル】

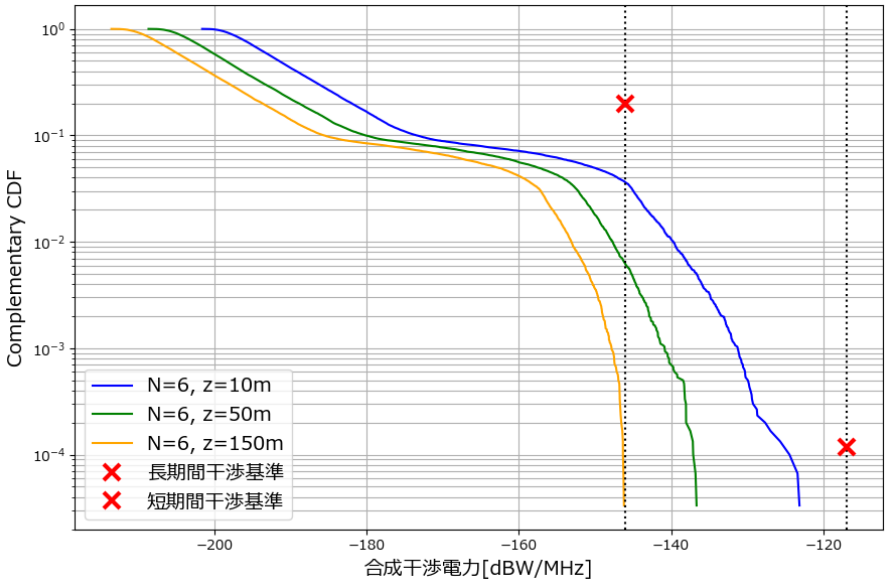
ドローン　シミュレーション結果（Ku帯非静止衛星通信システム（1200km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）について、ドローン搭載時のモンテカルロ・シミュレーションの結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：長期間干渉基準に対しては高度の条件によらずCCDFが下回り、短期間干渉基準に対しては、高度150mの場合はCCDFが下回るが、高度10m/50mの場合はCCDFが上回る。
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：高度の条件によらず、CCDFが長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）



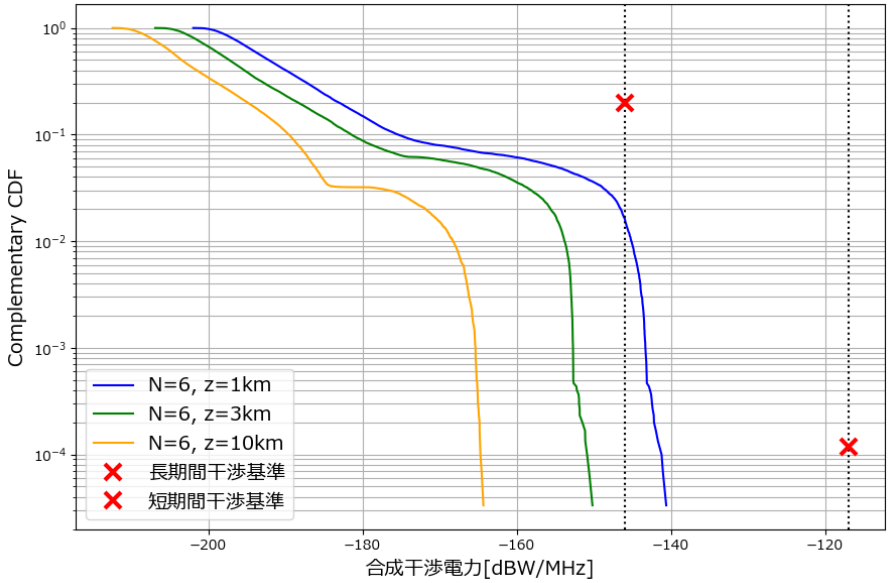
※地球局数は、ECC Report 271を踏襲し6局と設定。

【STEP2 確率計算モデル】

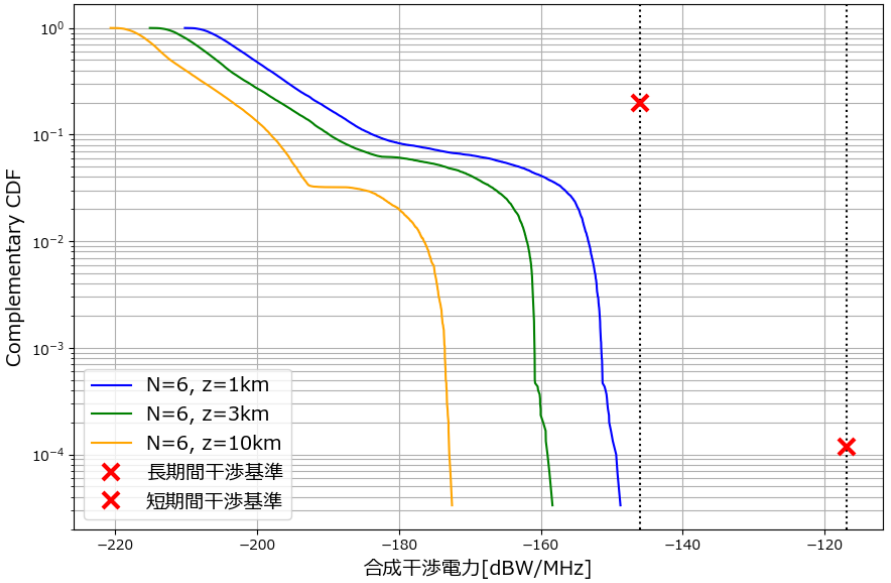
航空機　シミュレーション結果（Ku帯非静止衛星通信システム（1200km））

- Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）について、航空機搭載時のモンテカルロ・シミュレーションの結果を以下に示す。
  - 不要発射強度を総務省告示に基づく場合：高度の条件によらず、CCDFが長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。
  - 不要発射強度を実機条件に基づく場合：高度の条件によらず、CCDFが長期間/短期間干渉基準をいずれも下回る。

Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：総務省告示）



Ku帯非静止衛星通信システム（1200km）
（不要発射強度：実機条件）



※地球局数は、ECC Report 271を踏襲し6局と設定。