資料1-2

高高度プラットフォーム（HAPS）の技術的条件等の検討状況について

三菱総合研究所

2025年8月6日

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

検討の背景と対象

＜背景＞

- 高高度プラットフォーム（HAPS※）とは、高度20kmから50kmまでの成層圏を飛行する無人航空機等に携帯電話基地局を搭載したもの。HAPSの導入により、離島、海上、山間部等も含めた効率的なエリア化や災害時等における早期の通信手段の確保が可能になると見込まれている。
- 国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）において、HAPSと地上間での通信に使用する周波数帯が議論されてきたところである。

※ High Altitude Platform Station

＜検討対象＞

- 移動系リンク
  - ✓ HAPSと携帯電話端末との間の通信回線
  - ✓ 2GHz帯（Band1/n1）の周波数を利用
- 固定系リンク
  - ✓ HAPSと地上間を結ぶ固定業務を行う無線回線
  - ✓ 39GHz帯（38-39.5GHz）の周波数を利用

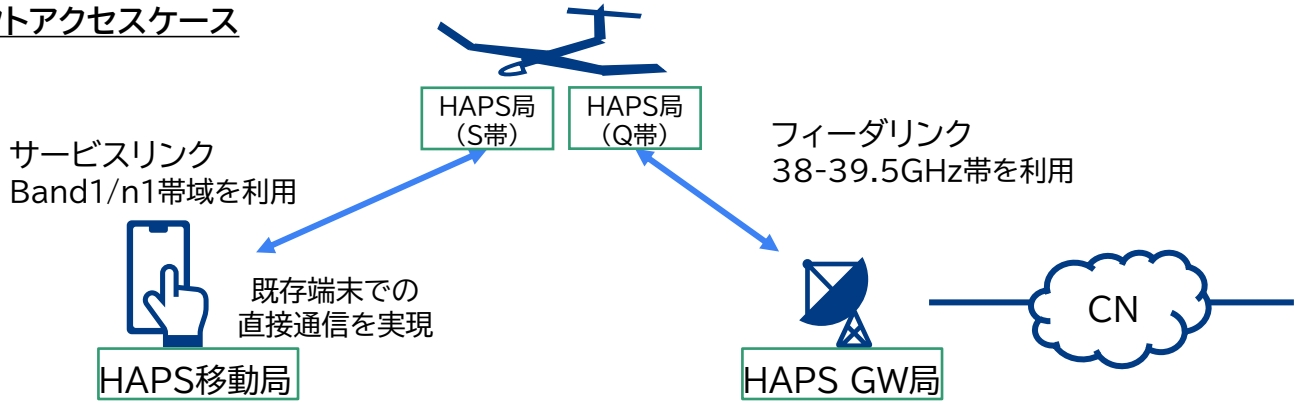
Copyright © Mitsubishi Research Institute

検討対象とする無線局について

- 本検討で対象とする無線局の定義は右表の通り

名称	定義
HAPS GW局	地上に存在し、ダイレクトアクセスの場合ではフィーダリンク、リモートセンシングの場合はリモートセンシング用の通信を行う局（38-39.5GHz帯を利用）
HAPS局（Q帯）	HAPSの機上に存在し、HAPS GW局と通信を行う局（38-39.5GHz帯を利用）
HAPS局（S帯）	HAPSの機上に存在し、HAPS 移動局と通信を行う局（Band1/n1を利用）
HAPS移動局	地上系携帯電話網のユーザ端末（上空利用も想定）と同様の局（Band1/n1を利用）

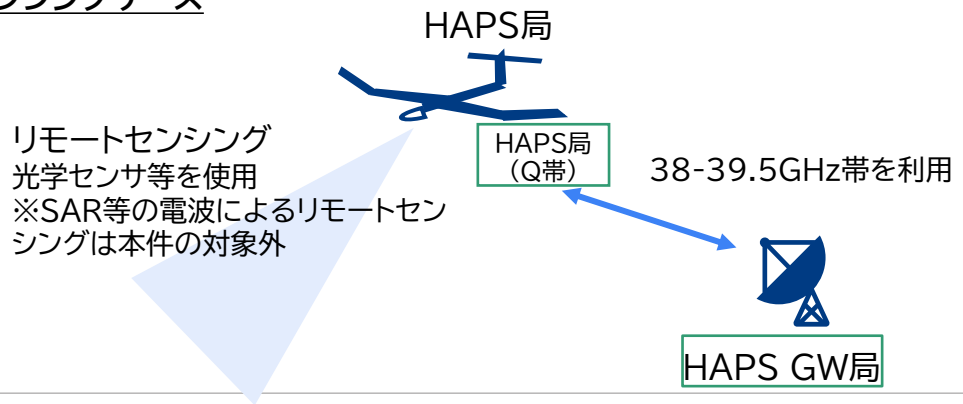
ダイレクトアクセスケース



- HAPSの機上に陸上の基地局相当の局が存在する「再生中継方式」の場合と、
- HAPS GW局側に基地局機能があり、HAPS機上では電力増幅のみを行う「非再生中継方式」の場合とがある

本検討では、「再生中継方式」「非再生中継方式」の両方を対象として技術的条件の策定を実施

リモートセンシングケース



Copyright © Mitsubishi Research Institute

前提となるサービス提供モデル

- **技術的条件検討の前提となるサービス提供の想定は以下の通り。(ヒアリング結果に基づく)**
  - ダイレクトアクセスの場合

	2026年～	2028年～			
サービス提供地域	平常時:主にLTEの不感地帯において、顧客要望に応じてサービス提供(オンデマンドサービス) 災害時:災害地域において、自治体等の要請に応じてサービス提供				
サービス内容	携帯電話エリア拡大、災害利用時	携帯電話エリア拡大、災害利用時			
サービス提供エリア(カバレッジ)	直径50㎞	直径100㎞			
ビーム数	1ビーム	4ビーム		16ビーム	
通信方式	LTE	LTE、5G		LTE、5G	
周波数/帯域幅(サービスリンク)	2GHz帯(Band1)/20MHz程度	2GHz帯		2GHz帯	
		・Band1+n1	2GHz帯(Band1)/20MHz程度	・Band1+n1	2GHz帯(Band1)/20MHz程度
周波数/帯域幅(フィーダーリンク)	38-39.5GHz帯/20MHz程度	38-39.5GHz帯		38-39.5GHz帯	
		・SLがBand1+n1を使う場合	80MHz程度	SLがBand1+n1を使う場合	320MHz程度

Copyright © Mitsubishi Research Institute

前提となるサービス提供モデル

- **技術的条件検討の前提となるサービス提供の想定は以下の通り。（ヒアリング結果に基づく）**
  - リモートセンシングの場合

	2026年～	2028年～
周波数/帯域幅	38-39.5GHz帯/300MHz程度	38-39.5GHz帯/300MHz程度
センシング種別	光学画像	光学画像、SAR
提供	静止画、映像	静止画、映像
撮像範囲	1.5km^2 ～1300km^2	1.5km^2 ～1300km^2
解像度	18cm ～ 10m GSD	18cm ～ 10m GSD

Copyright © Mitsubishi Research Institute

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

共用検討向けHAPS局（Q帯）諸元の考え方について

- **国際動向、国内事業者のサービス想定並びに国内における研究開発状況を踏まえ、将来的なサービス拡大期にも対応可能な技術的条件・共用条件とするべく、現状想定されうる最悪ケースのHAPS諸元を整理した**

国際動向	• ITU-Rにおいて固定系HAPS向け周波数特定はなされているが、現状諸外国において参考となる技術基準は策定されていない状況 • 3GPPにおいて、固定系リンクに関する技術基準等策定はなされていない状況
国内事業者のサービス想定	• 前述の通り、2026年からの事業開始、2028年頃からの事業拡大が見込まれている状況 • 前述のサービス提供モデルは保守的な考え方という前提にて提示されており、ダイレクトアクセスケースでHAPSから最大4ビーム/機のサービスリンクを提供する想定であり、フィーダリンクはオムニアンテナを使用する想定
国内における研究開発の状況	• 現在国内で進行中の研究開発案件（NICT 革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G）基金事業）においてはHAPSから16ビーム/機のサービスリンクの提供実現に向けた検討がなされている • フィーダリンクは指向性アンテナを使用し、EIRP密度はオムニアンテナ使用時と比較して増加する見込み
共用検討向け諸元の考え方	• 既存の無線システム保護の観点では最悪ケースでの干渉を想定する必要があるため、研究開発で想定されている16ビームのケースも含めて検討する方針とする

Copyright © Mitsubishi Research Institute

共用検討向けHAPS固定系リンクシステム無線局諸元

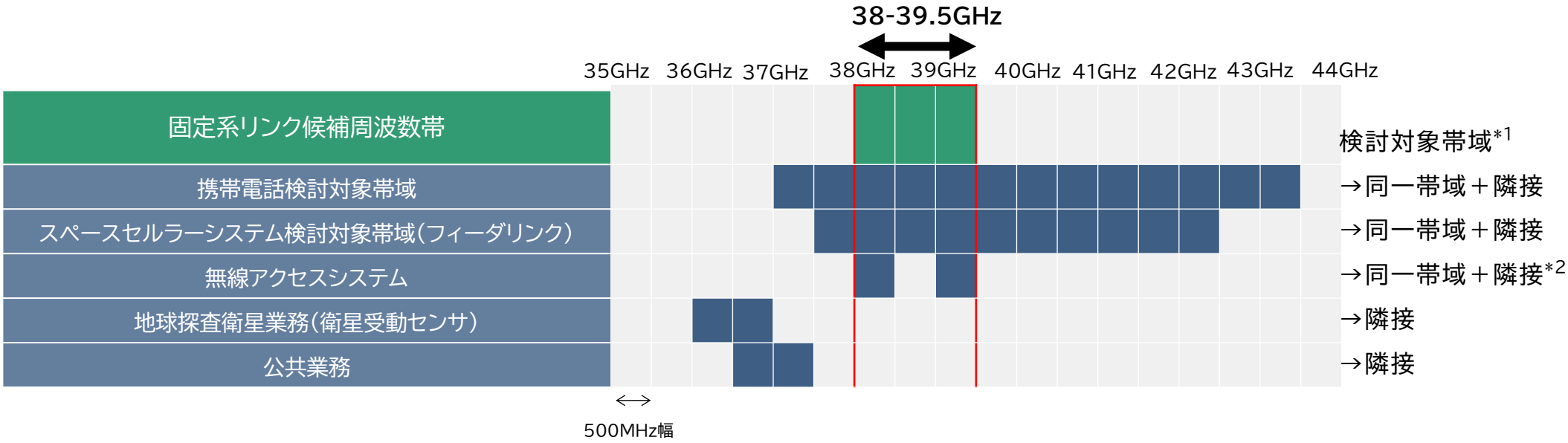
- **前頁の考え方に基づき、以下の諸元を共用検討向けの諸元として設定。**
- HAPS局（Q帯）について、サービスリンクが16ビーム送信を超える場合も、16ビーム送信時と同様のEIRP密度を見込むため、将来的な拡張も見据えた諸元となる。

		ダウンリンク		アップリンク
		HAPS局（Q帯） サービスリンクが4ビーム送信時	HAPS局（Q帯） サービスリンクが16ビーム送信時	HAPS GW局 サービスリンクが4/16ビーム送信時
パラメータ	単位	設定値	設定値	設定値
アンテナ高	km	18		0.01
周波数	GHz	38.0		
帯域幅	MHz	40	160	40
EIRP密度	dBm/MHz	30.98	37.96	84.48
最大アンテナ利得	dBi	13	26	54 （受信時：49）
アンテナパターン		オムニ	F.1245	
伝搬損失		自由空間		
その他損失		大気損失（ITU-R勧告 P.619）、球面大地による回折（ITU-R勧告 P.526）		
帯域外（規定値）	dBm/MHz	20（100mW）		
帯域外（規定値）	dBm/MHz	-10（100μW）		
スプリアス（規定値）	dBm/MHz	-13（50μW）		
許容干渉電力	dBm/MHz	-117.7		

Copyright © Mitsubishi Research Institute

周波数配置と検討対象

- 国内における割当て状況及び並行して実施されている検討状況を踏まえ、共用検討の対象を選定。



*1：簡易的に「隣接」と記載しているが、一定の周波数離調がありHAPSシステムのスプリアス領域に存在する無線局も含む。

*2：FWAは38-39.5GHz内に未使用帯域があるため、HAPSが当該未使用帯域を使用した場合を想定し、隣接領域の検討結果も実施する。

[出所]総務省「電波の使用状況10GHz超(令和6年11月18日現在)」
総務省「総務省 電波利用ホームページ｜無線局等情報検索」(令和6年11月18日時点)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

39GHz帯 / 固定系の共用検討対象システムの概要

(1)移動通信システム／基地局

5G-Advanced展開に向けた新たなミリ波帯割当て技術の検討について、2024年12月6日付で情報通信審議会　情報通信技術分科会(第186回)において審議され、対象周波数として37.0–43.5 GHz(40 GHz帯)の新たな移動通信システムの導入に向けて検討されている。

(2)移動通信システム／移動局

5G-Advanced展開に向けた新たなミリ波帯割当て技術の検討について、2024年12月6日付で情報通信審議会　情報通信技術分科会(第186回)において審議され、対象周波数として37.0–43.5 GHz(40 GHz帯)の新たな移動通信システムの導入に向けて検討されている。

(3)スペースセルラーシステム

スペースセルラーシステムは既存の携帯電話端末と衛星が直接通信を行い、地上の基地局ではカバーできていなかった山岳地帯や離島等への通信サービスを提供するシステムの一つとして検討されている。特に当該帯域はスペースセルラーサービスを実現するため、衛星とゲートウェイ間のフィーダリンクとして利用が想定されている。

(4)FWAシステム

38GHz 帯固定無線アクセスシステム(FWA：Fixed Wireless Access)は、電気通信事業者等が、一般家庭を対象にした無線によるインターネットアクセス回線(FWA)や端末系伝送路(交換局と住民宅との間を接続する回線)を1対1の対向方式(P-P方式：Point to point)又は1対多の多方向方式(P-MP：Point to Multipoint)による接続・構成が可能であり、また国の機関等の間のP-P方式のネットワーク等に利用している。

(5)衛星受動センサシステム

地球から放射される電波を受信することにより、大気や海洋等、地球の物理状態を観測するためのシステムである。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

検討手順

- **38-39.5 GHz帯向けのHAPS特定に向けた共用検討結果を取りまとめたITU-R報告F.2475-0*における検討では確率計算モデルを採用していたことをふまえ、共用検討は以下に示すSTEP 1、2、3の順序で実施**

  *表題：Sharing and compatibility studies of High Altitude Platform Station systems in the fixed service in the 38-39.5 GHz frequency range

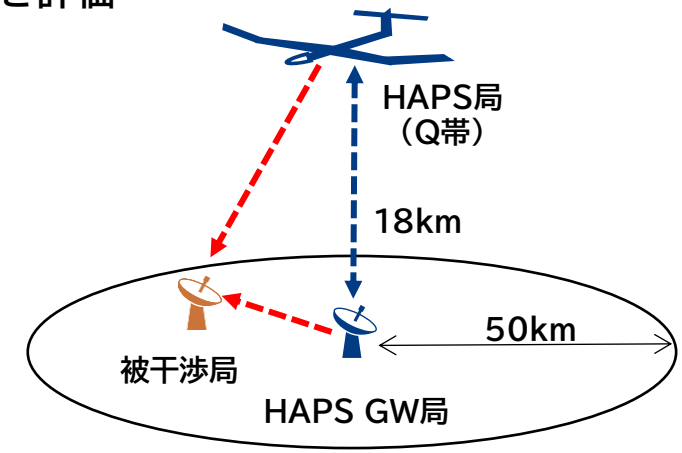
共用検討手順

STEP1	**1対1対向モデル**	● 与干渉局（HAPS固定系リンクシステム）と被干渉局を最も干渉量が大きくなる条件で1局ずつ対向して配置したモデル（1対1対向モデル）での干渉量を計算。
STEP2	**STEP2-1 実配置モデル**	● 現実的に想定される無線局配置に基づき、空中線利得の指向性減衰を考慮に入れた際の干渉量を計算。
	STEP2-2 遮蔽シールド効果モデル	● HAPS GW局について、最低仰角未満では電波遮蔽シールドの挿入効果を想定した干渉量を計算。
STEP3	**確率計算モデル**	● 上述のSTEP2までで所要改善量が残り、確率計算モデルが適用可能な場合にはモンテカルロシミュレーションにより干渉量を計算。

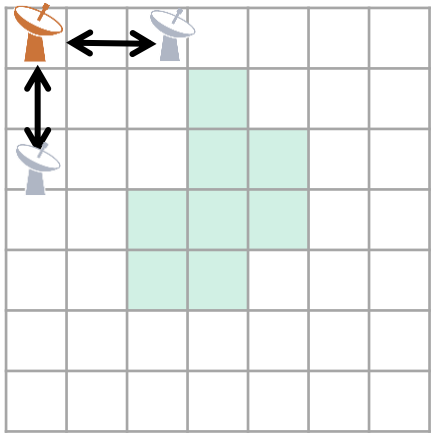
Copyright © Mitsubishi Research Institute

評価方法(STEP 1)

- HAPS局(Q帯)またはHAPS GW局と既存システムの無線局1局との1:1シミュレーションを実施し、面的に干渉量を評価

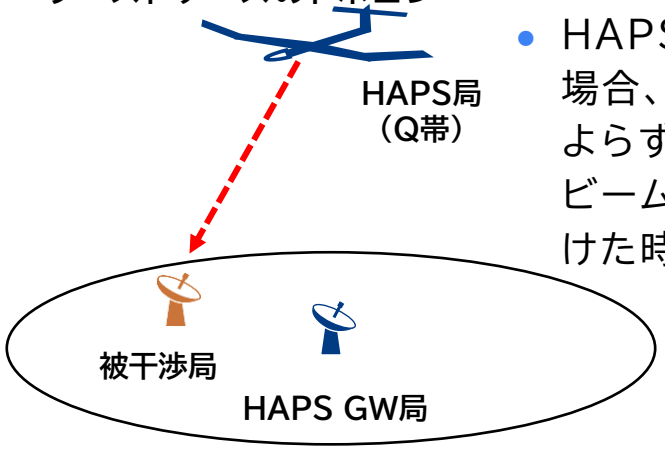


既存システム無線局の位置を変更し各位置での干渉量を評価

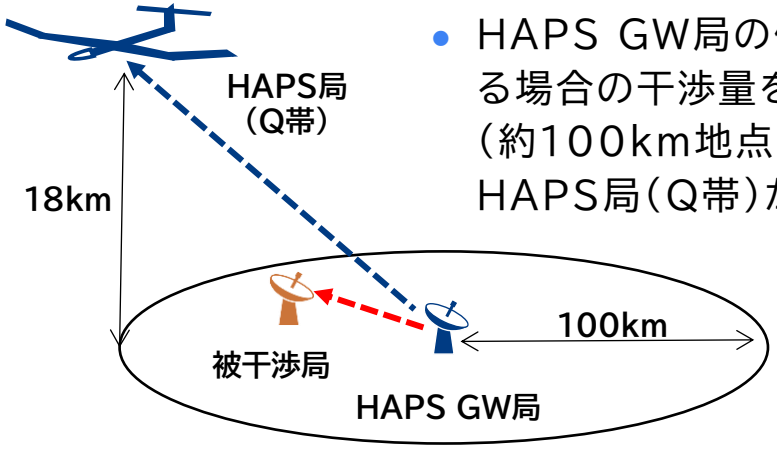


干渉を受ける可能性のある範囲
(左図の緑背景のイメージ)を導出

- 評価エリアの中心点にHAPS GW局あるいは上空18kmにHAPS局(Q帯)を設置した環境において、エリア内の既存システム無線局の位置を変化させたときの干渉量を評価(地上システムと共用検討する際、HAPSGW局は最低仰角を向いている想定)
- ワーストケースのトポロジー



- HAPS局(Q帯)からの干渉の場合、HAPS GW局の位置によらず、HAPS局(Q帯)のビームピークを被干渉局に向けた時の干渉量を評価

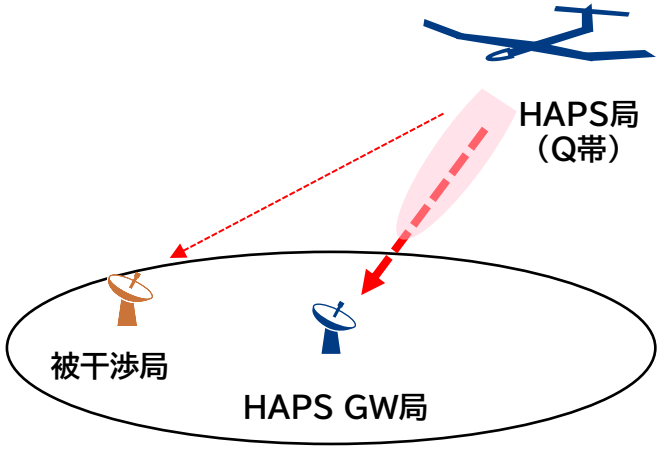


- HAPS GW局の仰角が10°となる場合の干渉量を評価(約100km地点の上空にHAPS局(Q帯)が存在)

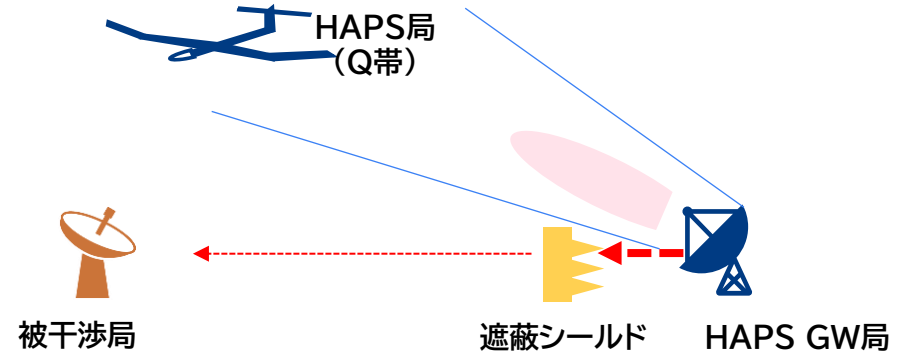
Copyright © Mitsubishi Research Institute

評価方法(STEP 2)

- **STEP2-1(実配置モデル)**
  HAPS局(Q帯)とHAPS GW局とは対向している実運用上の配置を想定し、被干渉局に向けては空中線利得のサイドローブが指向している状況を考慮



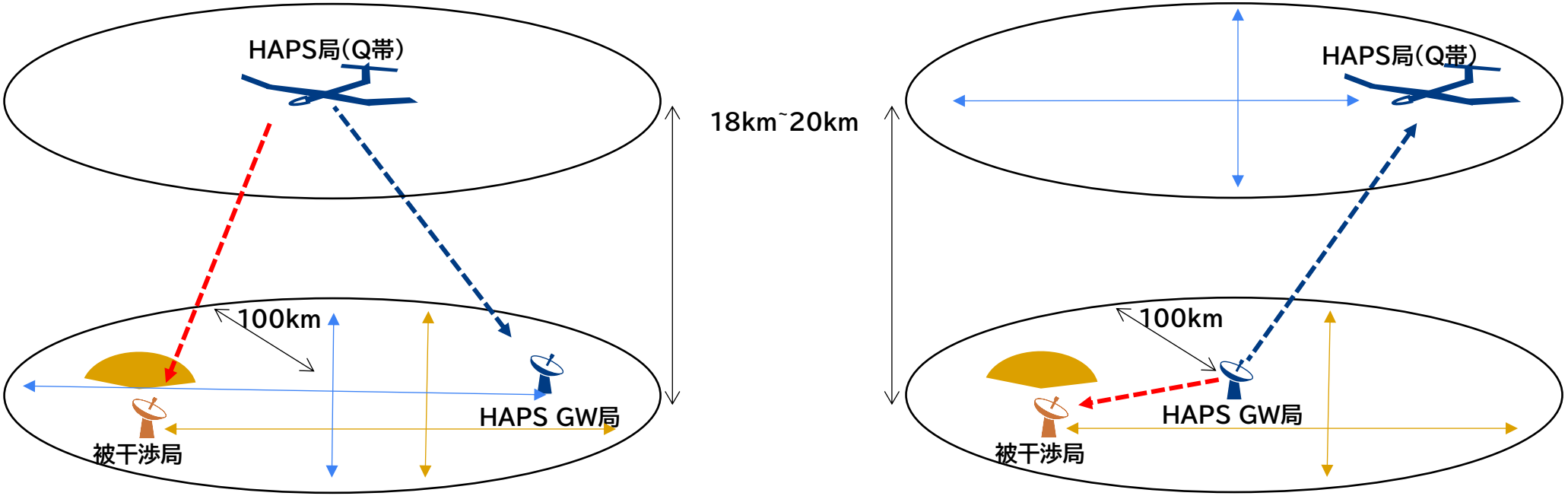
- **STEP2-2(遮蔽シールド効果モデル)**
  HAPS GW局について、最低仰角未満では電波遮蔽シールドの挿入効果として20dBの減衰を想定した干渉量を計算



Copyright © Mitsubishi Research Institute

評価方法(STEP 3)

- **STEP3(確率計算モデル)**
  - HAPS局(Q帯)からの干渉
    - HAPS局(Q帯) 1局が半径100kmの円内に存在しHAPS GW局方向へメインビームを放射
    - 被干渉局のメインビーム方向はランダム
  - HAPS GW局からの干渉
    - HAPS局(Q帯) 1局が半径100kmの円内に存在しHAPS局(Q帯)方向へメインビームを放射
    - 被干渉局のメインビーム方向はランダム

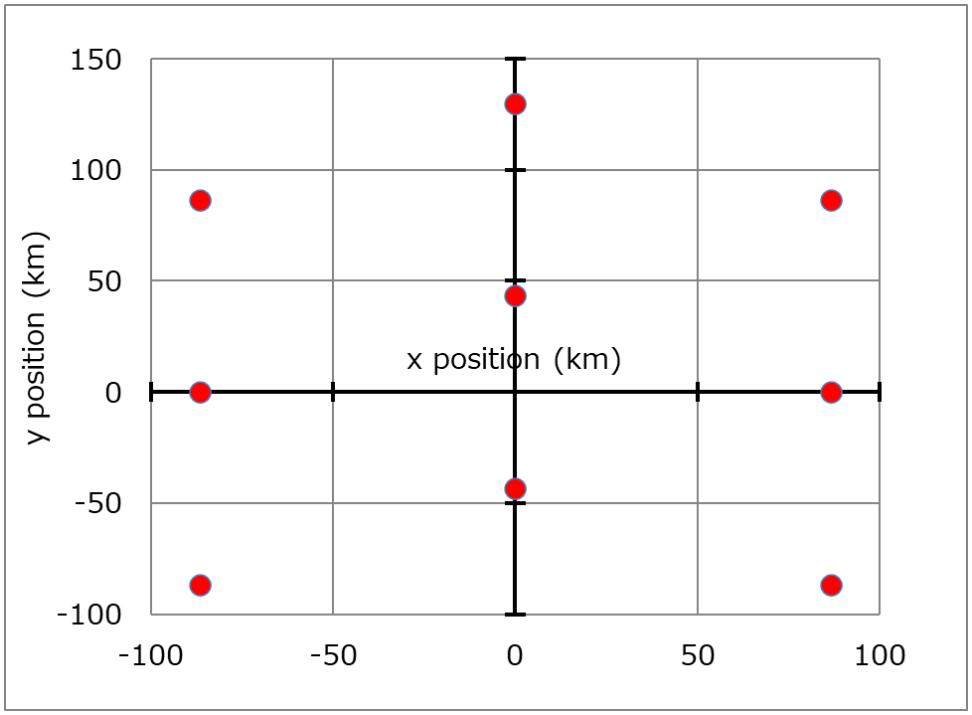


Copyright © Mitsubishi Research Institute

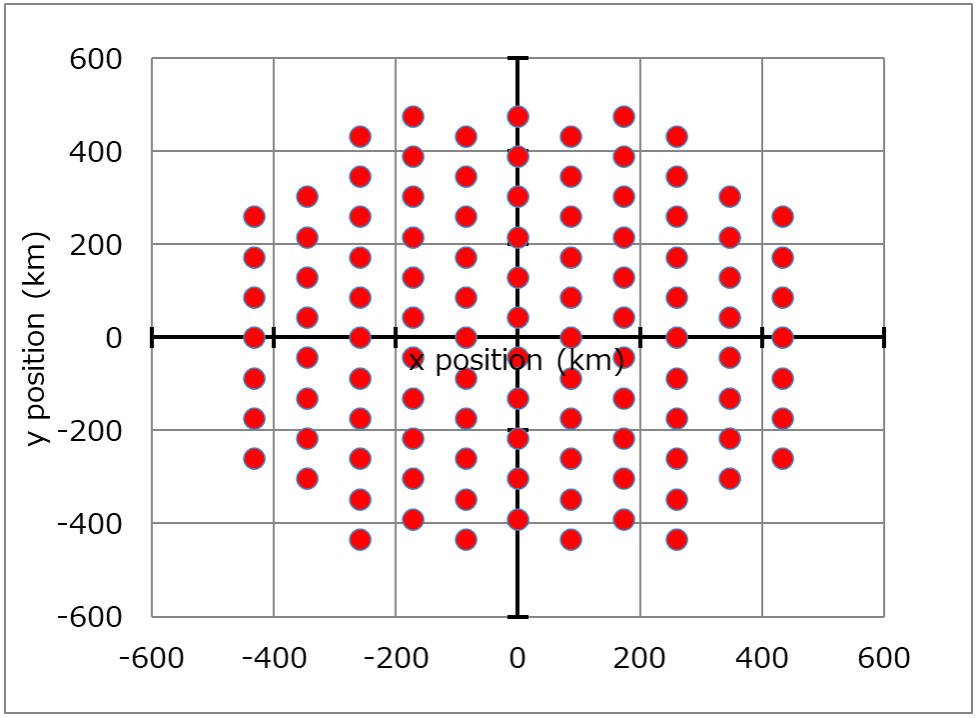
N:1ケース　送信局のトポロジー

- HAPS実用段階を想定して、以下のトポロジーを検討

ケース①：半径150km以内に9機のHAPSが存在



ケース②：半径500km以内に107機のHAPSが存在



Copyright © Mitsubishi Research Institute

Q帯共用検討結果まとめ

対象システム	共用検討結果	共用可能性に関する考察
5G	• 5Gシステムとの共用検討において、HAPS局(Q帯)は同一周波数においても特段の離隔距離は必要なく共用可能 • 5Gシステムとの共用検討において、HAPS GW局は基地局と運用を工夫することで同一で最大6km、隣接で3km程度の離隔距離を設けることで共用可能	【5G基地局/移動局との共用可能性】 • HAPS局(Q帯)に課すPFD制限値を遵守することで、HAPS局(Q帯)と5Gシステムは共用可能である。 • なお、上空で9機のHAPSが同時運用される場合であっても特段の離隔距離は必要なく、共用可能となる。 • 適切な離隔距離を設定することでHAPS GW局と5Gシステムは共用可能である。HAPS GW局周辺に電波遮蔽シールドを挿入することにより離隔距離の短縮も見込まれる。
スペースセルラー	• スペースセルラーとの共用検討において、HAPS局(Q帯)とは隣接周波数で特段の離隔距離は必要なく共用可能(時間率を含む許容干渉基準) • スペースセルラーとの共用検討において、HAPS GW局とは同一周波数で特段の離隔距離は必要なく共用可能(時間率を含む許容干渉基準)	【スペースセルラーとの可能性】 • HAPS局(Q帯)とAST地球局は隣接帯域での共用は可能であると考えられるが、いずれのシステムも今後導入されるシステムであるため適切な周波数配置となるよう検討されることが望ましい。 • なお、上空で9機のHAPSが同時運用される場合、スペースセルラー地球局直上を中心として半径1.25kmを飛行しなければ共用可能となると考えられる。
FWA	• FWAとの共用検討において、HAPS局(Q帯)は特段の離隔距離は必要なく共用可能 • FWAとの共用検討において、HAPS GW局はFWA局と運用を工夫することで同一で最大29km、隣接で26km程度の離隔距離を設けることで共用可能	【FWAとの共用可能性】 • HAPS局(Q帯)に課すPFD制限値を遵守することで、HAPS局(Q帯)とFWAは共用可能である。 • なお、上空で9機のHAPS(Q帯)(4)が同時運用される場合、32.5km程度の離隔距離を確保することで共用可能となった。 • 上記結果に関して、FWAの位置は特定地域に集まっているほか、今後増加傾向にないこと、HAPS局(Q帯)(4)は商用初期において利用が想定されており、9機飛行させる将来的な成熟期において利用されている可能性は低いことから、HAPS局(Q帯)(4)を利用する場合の日本上空で飛行させるHAPS機数を適切に管理することで共用可能と考えられる。
衛星受動センサ	• 衛星受動センサとの共用検討において、HAPS局(Q帯)は隣接周波数で特段の離隔距離は必要なく共用可能 • 衛星受動センサとの共用検討において、10,000局以上のHAPS GW局を地上に置局したとしても隣接周波数で共用可能	【衛星受動センサとの共用可能性】 • スプリアス領域における不要発射の強度50μWをもとに共用検討を実施しており、HAPS (Q帯)/HAPS GW局ともに衛星受動センサ衛星局と共用可能であると考えられる。
公共業務	• 公共業務システムとの共用検討において、HAPS局(Q帯)は隣接周波数における実力値を考慮することで特段の離隔距離を設けることなく共用可能 • 公共業務システムとの共用検討において、HAPS GW局隣接周波数における実力値を考慮することで最大800m程度の離隔距離を設けることで共用可能	【公共業務　公共用無線1との共用可能性】 • HAPS局(Q帯)については実力値であればHAPS-GW局の配置に依存せず共用可能となると考えられる。 • また、HAPS GW局のスプリアス領域における不要発射強度を実力値で想定する場合には、GW局と800mの離隔距離を設定することで共用可能となると考えられる。 【公共業務　公共用無線2との共用可能性】 • HAPS局(Q帯)について、スプリアス領域における不要発射の強度が50μWの場合であってもHAPS-GW局の配置に依存せず共用可能となると考えられる。 • また、HAPS GW局について、スプリアス領域における不要発射の強度が50μWの場合であっても、GW局と100mの離隔距離を設定することで共用可能となると考えられる。なお、特定エリア内での利用に限定される公共用無線装置について、運用時にGW局と一定の離隔は確保されることが想定される。
その他	42.5-43.5GHzにて国内分配されている電波天文に対して有害な干渉を与えないことを確認する必要あり	-
海外PFD	• PFDを遵守可能なHAPS局(Q帯)の運用制約を評価実施	• アンテナの特性及び指向方向に応じて隣国と適切な離隔距離を設定することで決議168(WRC-19)で定められたPFD制限値を遵守することが可能であると考えられる。

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局からの干渉(1:1)①

被干渉		与干渉[*2]	同一/隣接		STEP1[*1]	STEP2	STEP3	共用検討結果
5G	基地局	HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		共用可	―	―	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • HAPS局(Q帯)から地上業務を保護するためのPFD制限値を遵守することで、HAPS局(Q帯)と5Gシステムとの**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		↑	―	―	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		22km	6km	―	• 隣接帯域について、STEP1までの検討の結果、100mWを除き所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS GW局と5Gシステムとの**隣接帯域での共用は可能**であると考えられる。 • また、5Gシステムと同一周波数の利用を行う場合、適切な離隔距離を設定することで共用可能である。GW局周辺に遮蔽シールドを設置することで離隔距離の低減効果も期待できる。
			隣接	実力値	共用可	―	―	
				100mW	5km	3km	―	
				100uW	共用可	―	―	
				50uW	共用可	―	―	
	移動局	HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		共用可	―	―	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • HAPS局(Q帯)から地上業務を保護するためのPFD制限値を遵守することで、HAPS局(Q帯)と5Gシステムとの**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		↑	―	―	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		16km	4km	―	• 隣接帯域について、STEP1までの検討の結果、100mWを除き所要改善量はマイナスとなった。 よって、**HAPS GW局と5Gシステムとの隣接帯域での共用は可能**であると考えられる。 • また、5Gシステムと同一周波数の利用を行う場合、適切な離隔距離を設定することで共用可能である。GW局周辺に遮蔽シールドを設置することで離隔距離の低減効果も期待できる。
			隣接	実力値	共用可	―	―	
				100mW	7km	2km	―	
				100uW	共用可	―	―	
				50uW	共用可	―	―	
AST	地球局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		115km	0.4km	要改善	• STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、確率計算モデル(STEP3)に基づく計算を実施したところ、隣接帯域についてはITU-R報告F.2475で使用されている保護基準値を超過しない結果となった。 よって、**HAPS局(Q帯)とAST地球局は隣接帯域での共用は可能**であると考えられる。 • HAPS局(Q帯)とAST地球局はいずれも今後導入されるシステムであるため適切な周波数配置となるよう検討されることが望ましい。
			隣接	実力値	0.4km	0.4km	共用可	
				100uW	62km	0.4km	共用可	
				50uW	52km	0.4km	共用可	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		115km	16km	要改善	
			隣接	実力値	45km	0.4km	共用可	
				100uW	115km	0.4km	共用可	
				50uW	100km	0.4km	共用可	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		21km	3km	共用可	• STEP1・STEP2までの検討では所要改善量は残ったものの、確率計算モデル(STEP3)に基づく計算を実施したところ、同一・隣接帯域ともにITU-R報告F.2475で使用されている保護基準値を超過しない結果となった。 • よって、**HAPS GW局とAST地球局は共用可能**であると考えられる。
			隣接	実力値	0.3km	0.1km	共用可	
				100mW	3km	3km	共用可	
				100uW	0.2km	0.1km	共用可	
				50uW	0.2km	0.1km	共用可	
FWA		HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		共用可	―	―	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • HAPS局(Q帯)から地上業務を保護するためのPFD制限値を遵守することで、HAPS局(Q帯)とFWAシステムとの**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		↑	―	―	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		36km	29km	―	• STEP1・STEP2までの検討では所要改善量がマイナスとなる離隔距離は同一帯域では29km、隣接帯域では2km程度(100mWの場合には26km程度)となった。 遮蔽シールドの挿入等のサイトエンジニアリングの実施と必要な離隔距離を確保すればHAPS GW局とFWAシステムとの共用は可能であると考えられる。
			隣接	実力値	8km	0.7km	―	
				100mW	32km	26km	―	
				100uW	13km	2km	―	
				50uW	9km	0.8km	―	

*1:当該表における離隔距離はワーストケースにおける離隔距離であり、置局時に考慮するべき離隔距離の考え方はp.41以降に整理済み
*2:HAPS局(Q帯)の(4)はサービスリンクが4ビーム時、(16)は16ビーム時想定の諸元を利用した場合の結果

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局からの干渉(1:1)②

被干渉		与干渉[*1]	同一/隣接		STEP1	STEP2	STEP3	共用検討結果
衛星受動センサ	衛星局	HAPS局(Q帯)(4)	隣接	実力値	共用可	ー	ー	• HAPS局(Q帯)がオムニアンテナを用いる際、STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、実運用時の配置(STEP2)に基づく計算を実施したところ、所要改善量はマイナスとなった。また、HAPS局(Q帯)が指向性アンテナを用いる際、STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、**HAPS局(Q帯)と衛星受動センサ衛星局は共用は可能**であると考えられる。 • HAPS局(Q帯)から衛星受動センサ衛星局の保護には、スプリアス領域の不要発射強度を50uWまでに制限することで担保可能である。
				100uW	1.5GHzの離調がありN/A			
				50uW	要改善	共用可[*2]	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	隣接	実力値	共用可	ー	ー	
				100uW	1.5GHzの離調がありN/A			
				50uW	共用可	ー	ー	
		HAPS GW局	隣接	実力値	要改善[*3]	共用可[*4]	共用可	• STEP1・STEP2までの検討では所要改善量は残ったものの、確率計算モデル(STEP3)に基づく計算を実施したところ、10,000局以上のGW局を地上に置局したとしても、ITU-R勧告RS.2017の保護基準値を超過しない結果となった。 よって、**HAPS GW局と衛星受動センサ衛星局は共用可能**であると考えられる。 • HAPS GW局から衛星受動センサ衛星局の保護には、スプリアス領域の不要発射強度を50uWまでに制限することで担保可能である。
				100uW	1.5GHzの離調がありN/A			
				50uW	要改善[*3]	共用可[*4]	共用可	

*1:HAPS局(Q帯)の(4)はサービスリンクが4ビーム時、(16)は16ビーム時想定の諸元を利用した場合の結果
*2:実環境では上空方向への利得は限りなく小さいことを考慮
*3:衛星受動センサは仰角35°にピークが向いているため、STEP1においてHAPS GW局のピークは衛星受動センサのピークに正対するケースで評価
*4:仮にHAPS GW局が衛星受動センサ局を指向していた場合も衛星受動センサのピークから外れることで共用可

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局からの干渉(1:1)③

被干渉		与干渉*2	同一/隣接		STEP1	STEP2	運用特性踏まえた共用検討結果
公共業務	公共用無線1	HAPS局(Q帯)(4)	隣接	実力値	共用可	ー	STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり、運用システムに依らず**共用可能**であると考えられる。
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	共用可	ー	STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり、運用システムに依らず**共用可能**であると考えられる。
		HAPS局(Q帯)(16)	隣接	実力値	共用可	ー	STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり、運用システムに依らず**共用可能**であると考えられる。 ※HAPS局(Q帯)については実力値であればHAPS-GW局の配置に依存せず共用可能となる
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	47km	共用可(GWと7km離隔前提)	• HAPS局(Q帯)との共用について、GW局との一定の離隔距離を保つことで共用可能との結果が得られた(※HAPSが常にGW局を指向している前提であれば、HAPS局(Q帯)はあらゆる場所を飛行しても干渉影響は無) • GW局と7km(HAPS局(Q帯)のスプリアス領域における不要発射強度50uW)の離隔距離が必要であるが、運用時にGW局と一定の離隔が発生することや想定される利用頻度を踏まえれば、利用時に個別調整を実施することで**共用可能**
		HAPS GW局	隣接	実力値	7km	0.7km	• なお、HAPS局(Q帯)及びHAS GW局のスプリアス領域における不要発射強度を実力値で想定する場合には、GW局と0.7kmの離隔距離を設定することで**共用可能であると考えられる。**
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	8km	0.8km	
	公共用無線2	HAPS局(Q帯)(4)	隣接	実力値	共用可		STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり**共用可能**であると考えられる。
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	共用可		STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり**共用可能**であると考えられる。
		HAPS局(Q帯)(16)	隣接	実力値	共用可	ー	STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり**共用可能**であると考えられる。
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	共用可	ー	STEP1までの結果、所要改善量はマイナスとなり**共用可能**であると考えられる。
		HAPS GW局	隣接	実力値	0.8km	0.1km	STEP2までの結果、特定エリア内での利用に限定される公共用無線装置について、運用時にGW局と一定の離隔が発生することが想定されるため、**共用可能**であると考えられる。
				100uW	500MHz以上の離調		
				50uW	1km	0.1km	**↑実力値での結果と同様**

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局からの干渉(N:1)①

ケース①:半径150km以内に9機のHAPSが存在

被干渉		与干渉*1(N局)	同一/隣接		STEP1(最大所要改善量[dB])	STEP2	共用検討結果
5G	基地局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(9機)のHAPS局(Q帯)と5G基地局との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		共用可	ー	
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
	移動局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(9機)のHAPS局(Q帯)と5G移動局との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		共用可	ー	
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
スペースセルラー	地上局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		要改善	共用可	• STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)で所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(9機)のHAPS局(Q帯)(4)とスペースセルラーとの共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	要改善	↑	
				50uW	要改善	↑	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		要改善	**1.25km**(HAPSを地上局直上に設置しなければ共用可能)	• STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)において隣接周波数を前提とすると共用可能となった • 一方で、同一周波数帯では、HAPSが真下に向けてビームを放射している前提で、直上を中心として半径1.25kmを飛行しなければ共用可能となる。ビームを向けない、あるいは離隔距離を設置するなど、詳細な条件は要検討。 • よって、複数(9機)のHAPS局(Q帯)(4)とスペースセルラーとの共用は可能(隣接であれば無条件)であると考えられる。(※1:1での共用であっても隣接が前提)
			隣接	100uW	要改善	共用可	
				50uW	要改善	↑	
FWA	地上局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		要改善	**32.5km**(HAPSをFWA直上から半径32.5km範囲内に設置しなければ共用可能)	• 同一周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)においてFWAの直上を中心として32.5km程度の離隔距離を確保することで共用可能となった。 • FWAの位置は特定地域に集まっているほか、今後増加傾向にないこと、HAPS局(Q帯)(4)は商用初期において利用が想定されており、9機飛行させる将来的な成熟期において利用されている可能性は低いことから、HAPS局(Q帯)(4)を利用する場合の日本上空で飛行させるHAPS機数を適切に管理することで共用可能と考えられる。
			隣接	100uW	共用可	ー	• 隣接周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量はマイナスとなった。よって隣接周波数において特段の制約なく共用可能である。
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		要改善	**3km**(HAPSをFWA直上から半径3km範囲内に設置しなければ共用可能)	• 同一周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)においてFWAの直上を中心として3km程度の離隔距離を確保することで共用可能となった。 • 将来的な成熟期においてHAPS局(Q帯)(16)が利用される可能性は(4)と比較して高い。一方で離隔距離は3kmと短く、FWAの置局情報を勘案し、日本上空で飛行させるHAPS機数を適切に管理することで共用可能と考えられる。
			隣接	100uW	共用可	ー	• 隣接周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量はマイナスとなった。よって隣接周波数において特段の制約なく共用可能である。
				50uW	↑	ー	

Copyright © Mitsubishi Research Institute

*1:HAPS局(Q帯)の(4)はサービスリンクが4ビーム時、(16)は16ビーム時想定の諸元を利用した場合の結果

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局からの干渉(N:1)②

ケース②:半径500km以内に107機のHAPSが存在

被干渉		与干渉*1(N局)	同一/隣接		STEP1(最大所要改善量[dB])	STEP2	共用検討結果
5G	基地局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(107機)のHAPS局(Q帯)と5G基地局との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		共用可	ー	
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
	移動局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		共用可	ー	• 同一周波数において、移動局のアンテナ角度が0度のSTEP1以外は所要改善量はマイナスとなった。 • STEP2(実配置ケース)において、移動局のアンテナ角度が0度の場合であっても所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(107機)のHAPS局(Q帯)と5G基地局との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	↑	ー	
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		MS0度のみ要改善	共用可	
			隣接	100uW	共用可	ー	
				50uW	↑	ー	
スペースセルラー	地上局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		要改善	共用可	• STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)で所要改善量はマイナスとなった。 • よって、複数(107機)のHAPS局(Q帯)(4)とスペースセルラーとの共用は可能であると考えられる。
			隣接	100uW	要改善	↑	
				50uW	要改善	↑	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		要改善	1.25km(HAPSを地上局直上に設置しなければ共用可能)	• STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2(実配置ケース)において隣接周波数を前提とすると共用可能となった • 一方で、同一周波数帯では、HAPSが真下に向けてビームを放射している前提で、直上を中心として半径1.25kmを飛行しなければ共用可能となる。 • よって、複数(107機)のHAPS局(Q帯)(4)とスペースセルラーとの共用は可能(隣接であれば無条件)であると考えられる。(※1:1での共用であっても隣接が前提)
			隣接	100uW	要改善	共用可	
				50uW	要改善	↑	
FWA	地上局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		要改善	要改善	• 同一周波数の場合、STEP2 (実配置ケース)においてFWAの直上を中心として数10~100km程度の離隔距離を確保することで共用は困難との結果となった。 • FWAの位置は特定地域に集まっているほか、今後増加傾向にないこと、HAPS局(Q帯)(4)は商用初期において利用が想定されており、107機飛行させる将来的な成熟期において利用されている可能性は低いことから、HAPS局(Q帯)(4)を利用する場合の日本上空で飛行させるHAPS機数を適切に管理することで共用可能(HAPSが9機の場合32.5kmの離隔距離で共用可能)と考えられる。 • 隣接周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量はマイナスとなった。よって隣接周波数において特段の制約なく共用可能である。
			隣接	100uW	共用可	ー	
				50uW	↑	ー	
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		要改善	**3km**(HAPSをFWA直上から半径3km範囲内に設置しなければ共用可能)	• 同一周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量は残ったものの、STEP2 (実配置ケース)においてFWAの直上を中心として3km程度の離隔距離を確保することで共用可能となった。 • 将来的な成熟期においてHAPS局(Q帯)(16)が利用される可能性は(4)と比較して高い。一方で離隔距離は3kmと短く、FWAの置局情報を勘案し、日本上空で飛行させるHAPS機数を適切に管理することで共用可能と考えられる。 • 隣接周波数の場合、STEP1までの検討では所要改善量はマイナスとなった。よって隣接周波数において特段の制約なく共用可能である。
			隣接	100uW	共用可	ー	
				50uW	↑	ー	

Copyright © Mitsubishi Research Institute

*1:HAPS局(Q帯)の(4)はサービスリンクが4ビーム時、(16)は16ビーム時想定の諸元を利用した場合の結果

HAPS局(Q帯)/HAPS GW局への干渉①

与干渉		被干渉*1	同一/隣接		STEP1	STEP2	共用検討結果
5G	基地局	HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(Q帯)と5Gシステム(基地局)との**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		↑	ー	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		14km	2km	• 同一周波数での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで2km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • 隣接周波数(50μW)での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで特段の離隔距離なく共用可能との結果となった。 • よって、HAPS GW局と5Gシステム(基地局)は同一周波数の場合、適切な離隔距離を設定することで**共用は可能**であると考えられる。
			隣接	100uW	2km	共用可	
				50uW	1.4km	共用可	
	移動局	HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(Q帯)と5Gシステム(移動局)との**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		↑	ー	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		5km	0.1km	• 同一周波数での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで0.1km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • 隣接周波数(50μW)での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで0.1km以下程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • よって、HAPS GW局と5Gシステム(移動局)は**共用は可能**であると考えられる。
			隣接	100uW	1.5km	0.1km以下	
				50uW	1km	0.1km以下	
AST	衛星局	HAPS局(Q帯)(4)	同一		共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(Q帯)とAST(衛星局)との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100μW	-(同一で共用可能のため)		
				50μW			
		HAPS局(Q帯)(16)	同一		共用可		STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS GW局とAST(衛星局)との共用は可能であると考えられる。
			隣接	100μW	-(同一で共用可能のため)		
				50μW			
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		共用可		
			隣接	100μW	-(同一で共用可能のため)		
				50μW			
FWA		HAPS局(Q帯)(4)(16)	同一		要改善	共用可	• 同一周波数での共用の場合、STEP2までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。一方で、隣接周波数の場合、STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(Q帯)とFWAとの**共用は可能**であると考えられる。
			隣接		共用可	ー	
		HAPS GW局《仰角10°》	同一		5km	5km	• 同一周波数での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで5km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • 隣接周波数(50μW)での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで3km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • よって、HAPS GW局とFWAは適切な離隔距離を設定することで**共用は可能**であると考えられる。
			隣接	100uW	5km	4km	
				50uW	5km	3km	

*1:HAPS局(Q帯)の(4)はサービスリンクが4ビーム時、(16)は16ビーム時想定の諸元を利用した場合の結果

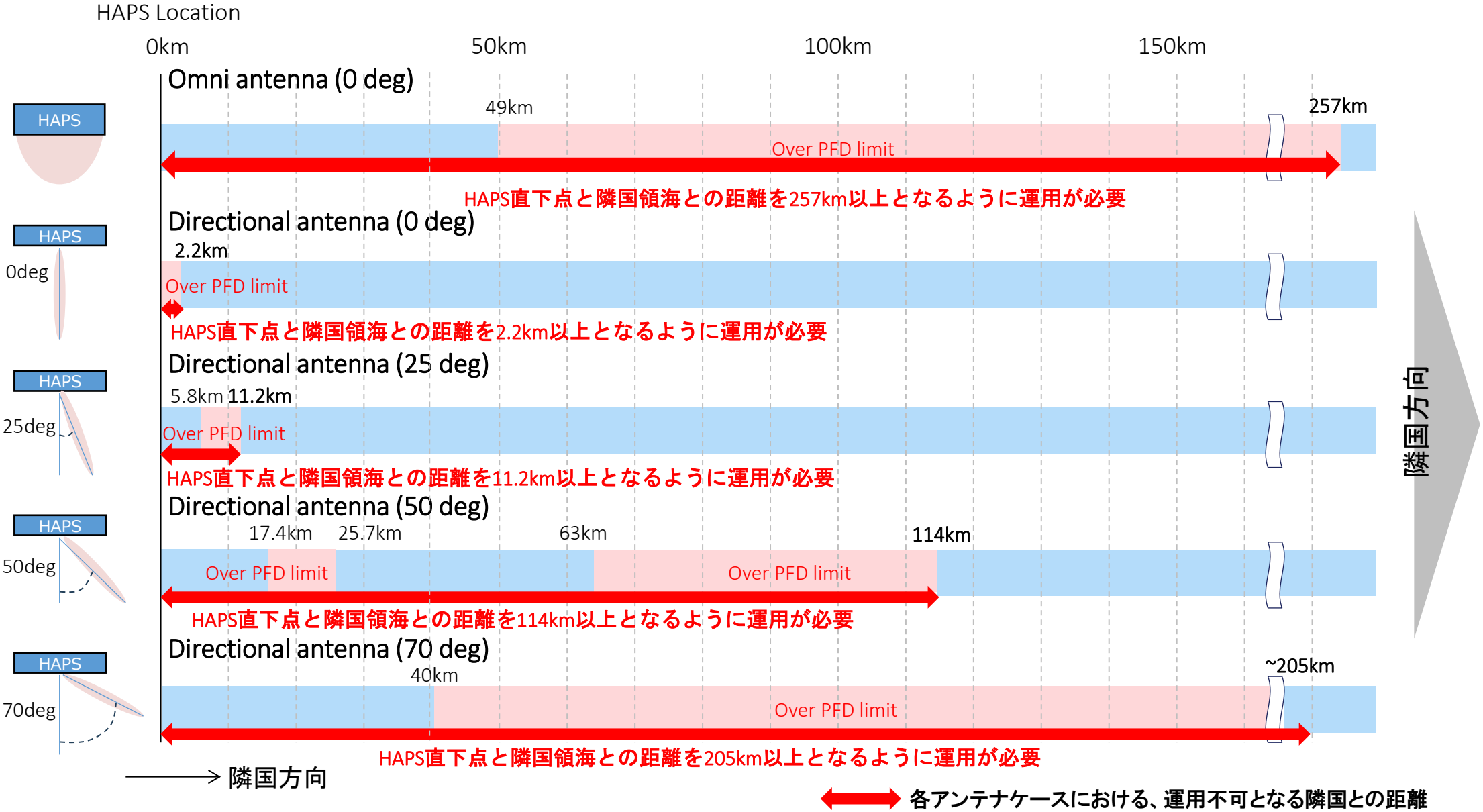
Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）/HAPS GW局への干渉②

被干渉		与干渉*2	同一/隣接		STEP1	STEP2	運用特性踏まえた共用検討結果
公共業務	公共用無線1	HAPS局（Q帯）（4）	隣接	50μW	15km	15km	• STEP2までの検討の結果、所要改善量はプラスのままとなり離隔距離が発生する結果となった。 • 当該結果は公共業務用システムの指向方向が常にHAPS局を指向しているワーストケースを考慮していることに起因していると考えられるが、公共業務システムとは運用開始前に個別調整を要することより、実際の運用を鑑みることで離隔距離は低減可能であると考えられる。 よって、HAPS局（Q帯）と公共用無線1との**共用は可能**であると考えられる。
		HAPS局（Q帯）（16）	隣接	50μW	55km	3km	
		HAPS GW局	隣接	50μW	16km	1km	• 隣接周波数（50μW）での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで1km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • よって、HAPS GW局と公共無線1は適切な離隔距離を設定することで**共用は可能**であると考えられる。
	公共用無線2	HAPS局（Q帯）（4）	隣接	50μW	共用可	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 • よって、HAPS局（Q帯）と公共用無線2との共用は可能であると考えられる。
		HAPS局（Q帯）（16）	隣接	50μW	共用可	ー	
		HAPS GW局	隣接	50μW	3km	1km	• 隣接周波数（50μW）での共用の場合、遮蔽シールドの効果を勘案することで1km程度の離隔距離で共用可能との結果となった。 • よって、HAPS GW局と公共用無線2は適切な離隔距離を設定することで**共用は可能**であると考えられる。

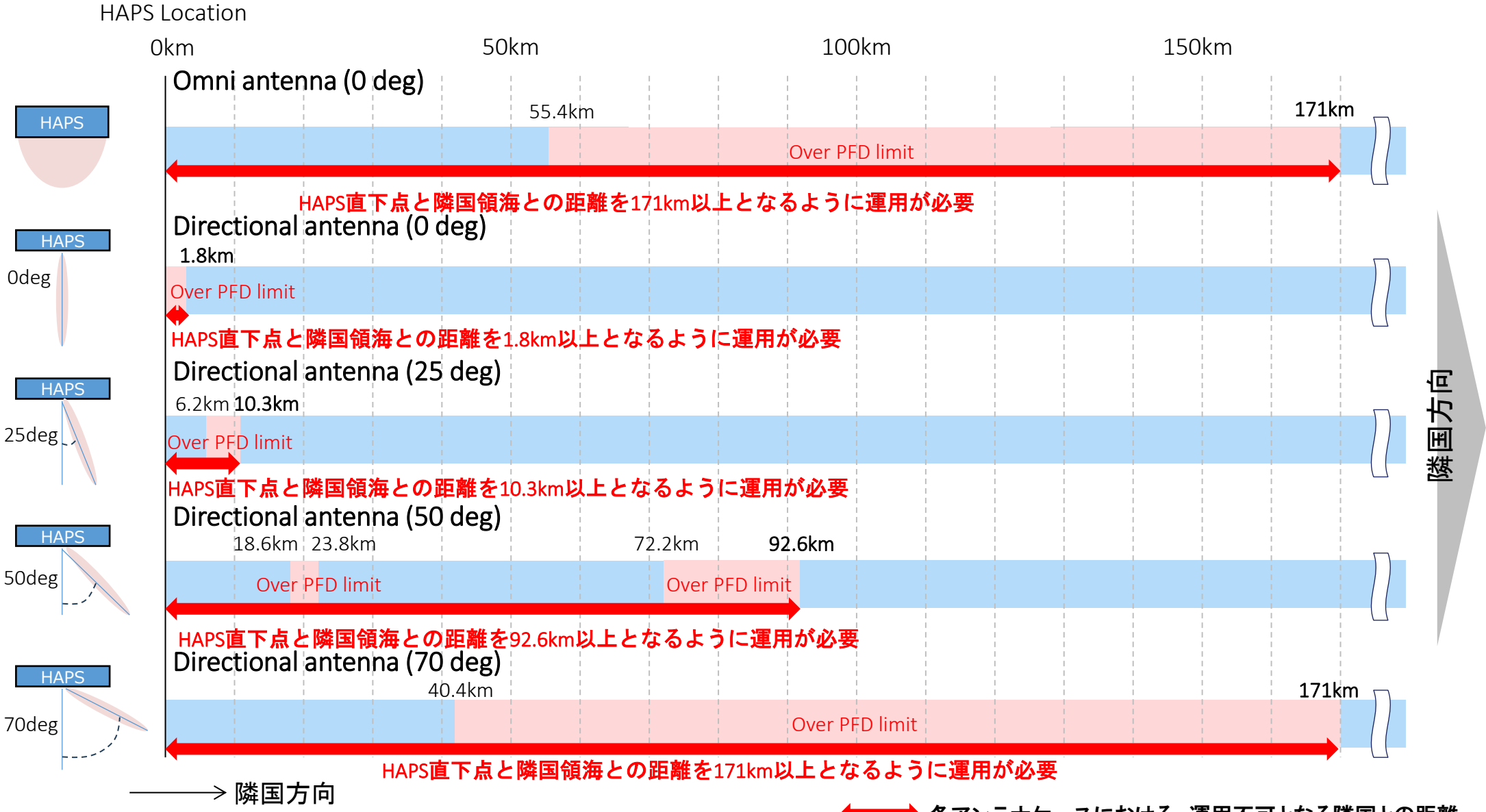
Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣国保護PFD基準における運用要件（直線偏波）



Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣国保護PFD基準における運用要件(円偏波)



Copyright © Mitsubishi Research Institute

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPSにかかわる技術的条件の設定方針

- 技術的条件の設定にあたっては一般的に「①複数事業者が順守可能とするために汎用的な技術基準を設定」「②特定個社のみが遵守可能な排他的な技術基準を設定」といった複数のパターンが想定される。
- HAPS固定系リンクに係る技術的条件の設定にあたっては、今後複数の異なる事業者の参入が見込まれることから、特定個社のみに係る条件ではなく、異なる事業者が遵守可能となる汎用的な条件を設定する想定である。

○ HAPSに係る汎用的な技術基準

- **基本方針**：複数の事業者の参入を想定し、既存業務保護及び適切な電波の質の維持にかかわる必要最低限度の技術的条件及び共用条件を設定。
- **過去事例**：携帯電話等の移動体システムにかかわる技術基準

× HAPSに係る特定個社ごとの特有条件

- **基本方針**：特定個社のサービスを実現するための要求値をもとに、技術的条件や共用条件を細かく規定。
- **過去事例**：「高度500kmの軌道を利用する衛星コンステレーション」や「高度1200kmの極軌道を利用する衛星コンステレーション」等の非静止衛星にかかわる技術基準

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）に係る技術的条件の考え方

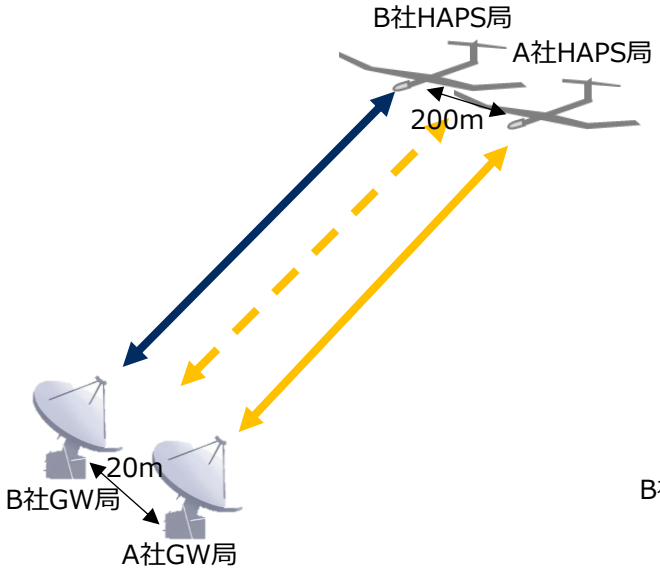
技術的条件に係る項目案			技術的条件の規定の主な考え方
一般的条件		必要な機能	必要な機能として適当な項目を設定。
		適用周波数	サービスリンク・フィーダリンクについて上り／下り含めて設定する必要あり。使用周波数帯が確定ののち決定を想定。
		多元接続方式	現時点では①デュアル（マルチ）フィーダリンク（FDMA）、② デュアル（マルチ）フィーダリンク（SDMA）、③ サイトダイバーシチ運用等を想定している他、将来的なユースケースの性質を鑑みてCDMAの検討を行う可能性もあることから、特定の方式に限定しない方針を想定。
		通信方式	DAにおいて、透過型ペイロード（FDD）、再生中継型ペイロード（TDD）と多岐に検討しており、今後の技術革新を取り入れる形を取りたいことから、特定の方式に限定しない方針を想定。
		変調方式	今後の技術革新を取り入れる形を取りたいことから、特定の方式に限定しない方針を想定。
		電磁環境対策	電波防護指針を満たすように規定することが適当。
HAPSに搭載する局の条件	送信装置	空中線電力の許容偏差	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第14条）
		周波数の許容偏差	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第5条）
		不要発射の強度の許容値	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第7条）
		占有周波数帯幅の許容値	HAPS事業開始当初期における39GHz帯の利用想定、並びに既存業務との共用を勘案した占有周波数帯幅の設定を想定。
		隣接チャネル漏洩電力	HAPS自網／他網間での共用のために技術的条件を設定。⇒後述
	受信装置	副次的に発する電波等の限度	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定。（参考：設備規則第24条）
	空中線	偏波	2027年度以降のフェーズ2では両偏波利用も見据えていることから、特に限定しない方針を想定。
		指向精度	特定に限定しない方針を想定。
		交差偏波識別度	2027年度以降のフェーズ2では両偏波利用も見据えていることから、特定に限定しない方針を想定。
周波数共用に関する条件		国内既存システム保護のためのPFD制限値	国内の既存システム保護のために、独自のPFDを設定し、HAPSに搭載される無線局は当該制限値の順守を想定。⇒後述
		決議168にもとづくPFD制限値	隣国の無線業務への干渉回避を目的として、決議168（WRC-19）に基づくPFD制限値の順守が必要。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

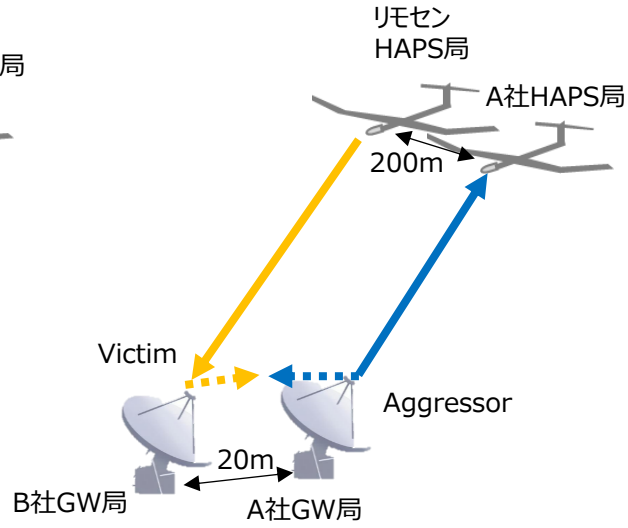
隣接チャネル漏洩電力に係る確認結果

- 実施内容
  - ACLRが27.2dBcで十分かどうかを確認すべく、以下前提条件で回線設計を実施した
- 前提条件
  - A社とB社のHAPS局とGW局は同一の送受信性能とする（サービスリンクが4ビーム送信時相当）
  - A社とB社のHAPS局とGW局はHAPS間が200m, GW局間が20mの離隔をもつと想定（降雨減衰量や雲減衰量はほぼ同じ場所のため同一の値を利用）

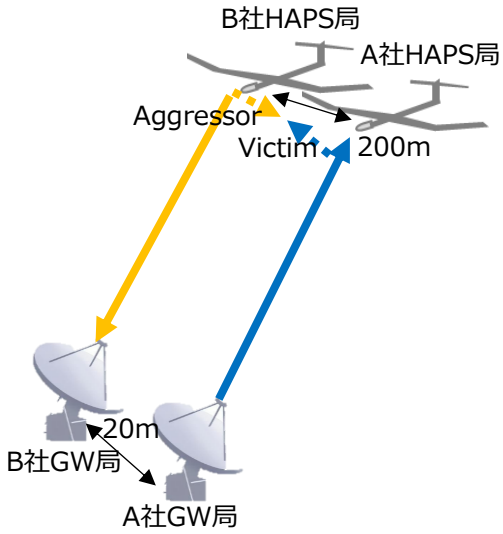
①DA HAPS U/L(D/L)受信に対し、
隣接のリモセンHAPS U/L(D/L)送信が干渉



②DA HAPS D/L受信に対し、
隣接のリモセンHAPS U/L送信が干渉



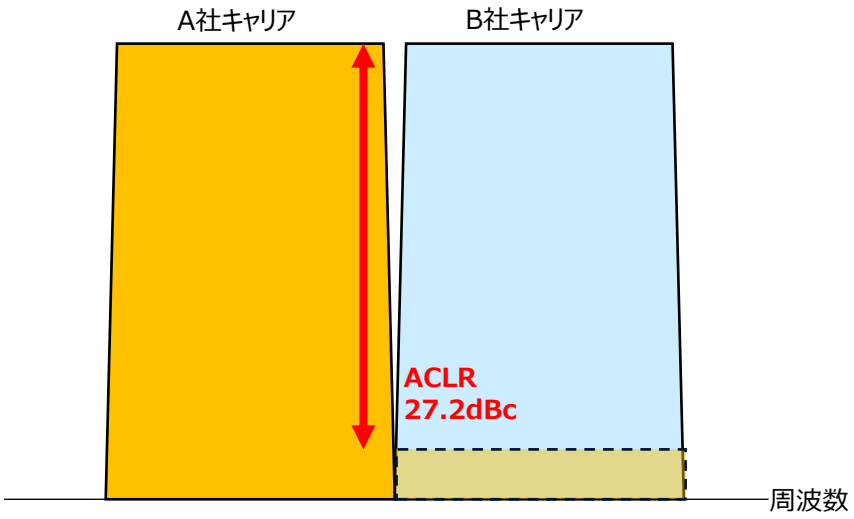
③DA HAPS U/L受信に対し、
隣接のリモセンHAPSD/L送信が干渉



Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣接チャネル漏洩電力に係る確認結果

- 実施内容
  - ACLRが27.2dBcで十分かどうかを確認すべく、以下前提条件で回線設計を実施した
- 前提条件
  - 隣接するキャリアへの漏洩電力ACLRは27.2dBcを想定する。
  - 同／異事業者間での共用確認において仮定するHAPS局(Q帯)とHAPS GW局における技術パラメータは以下に示す通り。



項目	単位	HAPS局（Q帯）	HAPS GW局
アンテナ高	km	18	0.01
中心周波数	GHz	38	39.25
帯域幅	MHz	40	40
送信アンテナ利得	dBi	13	54
受信アンテナ利得	dBi	13	49
EIRP密度	dBm/MHz	30.98	84.48

Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣接チャネル漏洩電力に係る結果サマリ

- 隣接チャネルへの干渉成分をI/Nとして捉えた場合以下の通り計算結果が得られたが、いずれの検討結果においても保守的な共用検討として一般的に用いられる保護基準であるI/N=-10dBの基準を下回る結果が得られており、当該基準値を順守することでHAPSシステム間の共用は可能と考えられる。

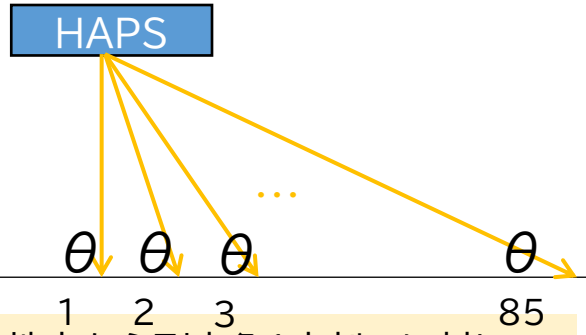
  - ✓ GW→HAPS　：最大 I/N = -13.47dB
  - ✓ HAPS→GW　：最大 I/N = -29.90dB
  - ✓ GW→GW　：最大 I/N = -14.98dB
  - ✓ HAPS→HAPS：最大I/N = -18.11dB

Copyright © Mitsubishi Research Institute

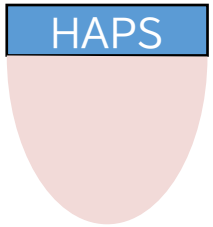
国内システム保護のためのPFD値の検討

項目	HAPS局(Q帯) サービスリンクが4ビーム送信時	HAPS局(Q帯) サービスリンクが16ビーム送信時
HAPS局(Q帯)アンテナ	オムニアンテナ	指向性アンテナ(Peak G=26dBi)*1
周波数	38.0GHz	38.0GHz
周波数帯域幅	40MHz	160MHz
EIRP密度(送信利得ピーク方向)	30.98dBm/MHz	37.96dBm/MHz
偏波	直線偏波	直線偏波
HAPS高度	18km	18km

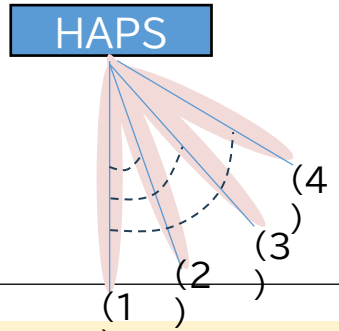
*1: アンテナパターンはITU-R F.1245-3準拠



被干渉地点から到来角1度刻みに対し、算出されるPFD値と制限値の関係性を確認。



オムニアンテナのケースは、オムニアンテナにジンバル機構はなく、アンテナピークがHAPS直下を指向している前提とする。



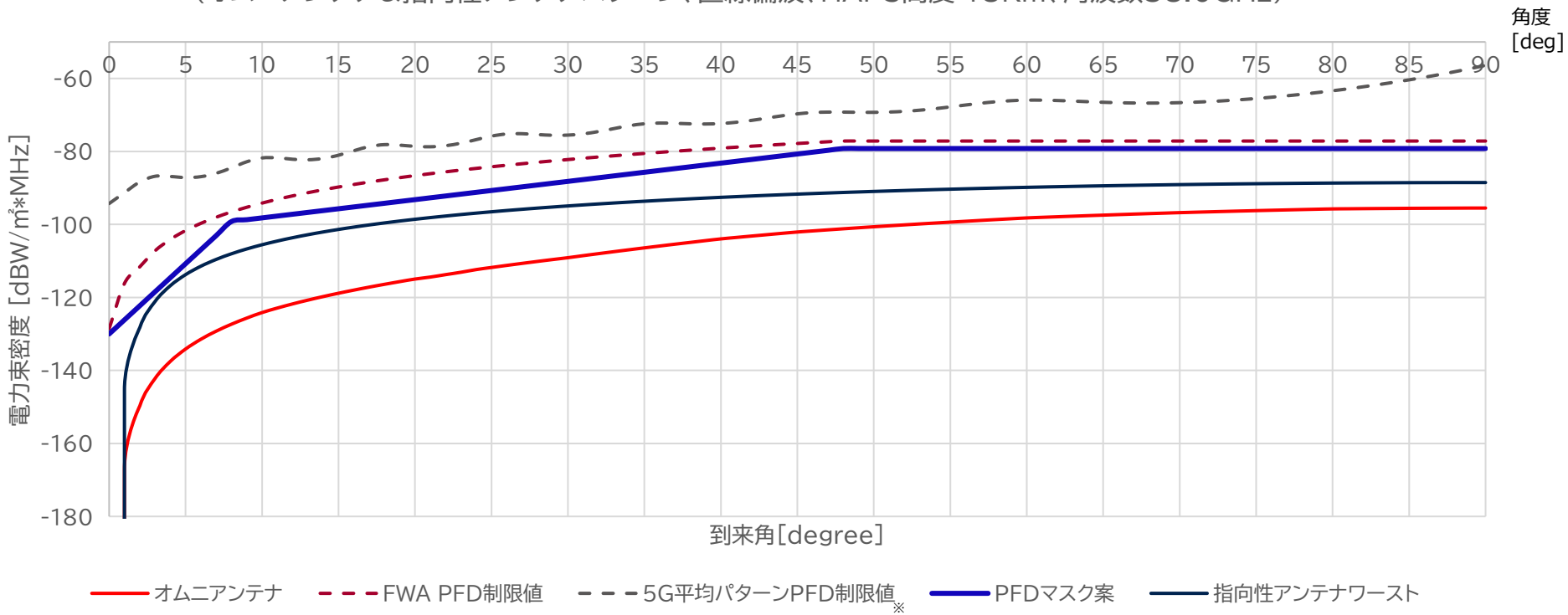
指向性アンテナのケースは、アンテナピークの指向方向において以下ケースを想定した。
(1) HAPS直下
(2) HAPS直下から25度
(3) HAPS直下から50度
(4) HAPS直下から70度

Copyright © Mitsubishi Research Institute

国内システム保護のためのPFD値検討

- **我が国における既存システム保護のために、以下に示すPFD制限値をHAPSに搭載される無線局が遵守するべき技術的条件とする。（HAPS局（Q帯）の同一向け）**
  - -130+3.85×θ （0°≦θ＜8°）
  - -103.2+0.5×θ （8°≦θ＜48°）
  - -79.2 （48°≦θ≦90°）

被干渉地点における到来角に対するPFD値
（オムニアンテナ＆指向性アンテナパターン、直線偏波、HAPS高度 18Km、周波数38.0GHz）



※）令和2年度新世代モバイル通信委員会報告における「地球局からローカル5Gへの干渉影響に関する共用検討（隣接帯域）」において、5G基地局の空中線指向特性はビームフォーミングにより常に変動しており、最大利得を持つビームからの干渉が連続的に生じるとは考えにくいため、平均パターンに基づく結果のみ掲載している。また、HAPSは上空18-20km程度を飛行しており、位置も時々刻々変化することを勘案し、静止している無線局同士よりも最大利得で指向性が向く可能性は低いため、本件でも平均パターンを採用。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目案		技術的条件案	測定法
一般的条件	必要な機能	■ **自動識別装置：** HAPSに変復調器を搭載する場合（DA再生中継型、リモセン）、HAPSに搭載される変復調器と地上GW局に設置される変復調器が、自動的に識別されるものであること。 ■ **周波数選択制御：** HAPSに変復調器を搭載する場合（DA再生中継型、リモセン）、HAPSに搭載される変復調器と地上GW局に設置される変復調器の間の制御信号等にて、自動的に設定されるものであること。	―
	適用周波数	国際分配に基づき、以下の周波数からサービス計画に合わせて割当てることが適当。 上り／下り：38-39.5GHz	―
	多元接続方式	特定の方式に限定しない	―
	通信方式	特定の方式に限定しない	―
	変調方式	特定の方式に限定しない	―
	電磁環境対策	電界強度の実効値：61.4V/m（施行規則第21条の3の別表2号の3の3を参照）	―

※電磁環境対策に係る項目はGW局の条件項目に対応するが、建付け上、HAPSに搭載する局及びGW局に係る条件と共通の条件である点に留意

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
HAPSに搭載する局の条件	送信装置	空中線電力の許容偏差	上限20パーセント、下限50パーセント（設備規則第14条二十一その他の送信設備を参照）	● 空中線端子付きの場合 変調の状態で連続送信させ、送信設備の電力出力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との比を求める。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを使用し送信輻射電力を測定し、試験用空中線利得、伝搬損失、被試験器の空中線利得等から空中線電力を求める。
		周波数の許容偏差	100ppm（設備規則第5条別表第一号 注31 38GHzを超え39．5GHz以下の周波数の電波を使用するもの（(10)及び(12)に掲げるものを除く。）を参照）	● 空中線端子付きの場合 被試験器を無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。被試験器が無変調動作できない場合や、測定器等により測定可能であれば変調状態で測定してもよい。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の周波数を測定する。試験器を無変調状態とすることができる場合には周波数計を用いて測定してもよい。
		不要発射の強度の許容値	○空中線電力　10Wを超えるもの • 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値　100mW以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より50dB低い値 • スプリアス領域における不要発射の強度の許容値　50μW以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値 ○空中線電力　10W以下 • 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値　100μW以下 • スプリアス領域における不要発射の強度の許容値　50μW以下	帯域外領域におけるスプリアス発射 ● 空中線端子付きの場合 無変調の状態で動作させ、帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力をスペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とする。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。 スプリアス領域における不要発射 ● 空中線端子付きの場合 ➢ 通常の変調状態で動作させ、スプリアス領域における不要発射の強度の平均電力 をスペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とする。 ➢ 測定周波数範囲は30MHz-79GHz（総務省告示第88号に基づいてスプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲の上限と下限を設定）までとし、導波管を用いるものは下限周波数をカットオフ周波数の0.7倍とする。導波管が十分長く技術基準を満たすカットオフ減衰量を得られる場合は、下限周波数をカットオフ周波数とすることができる。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機のスプリアス領域における不要発射の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器のスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
HAPSに搭載する局の条件	送信装置	占有周波数帯幅の許容値	500MHz以下とすること	● 空中線端子付きの場合 受検機器を変調の状態で動作させ、スペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ端子又は測定用モニター端子とする。使用するパターン発生器は規定伝送速度に対応した標準符号化試験信号を発生する信号源とする。誤り訂正を使用している場合は、そのための信号を付加した状態で測定する（内蔵パターン発生器がある場合はこれを使用してもよい）。標準符号化試験信号はランダム性が確保できる信号とする。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数に合わせ、出力及び占有周波数帯幅が最大となるように設定し、送信状態とする。試験用空中線は被試験器の空中線電力の総和が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを搬送波周波数に設定し、EIRP スペクトル分布を測定するとともに、帯域内の全電力を求める。導出した全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を測定値とする
		隣接チャネル漏洩電力	27.2dBc以上	● 空中線端子付きの場合 通常の変調状態で連続送信として動作させ、隣接チャネル漏えい電力をスペクトラムアナライザを用いて測定する。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機の隣接チャネル漏洩電力の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の隣接チャネル漏洩電力の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局（Q帯）に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
HAPSに搭載する局の条件	受信装置	副次的に発する電波等の限度	4nW	● 空中線端子付きの場合 受信状態時に、副次的に発する電波を、スペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とし、受信空中線と電気的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定する。 ● 空中線端子のない場合 空中線端子がない場合は、被試験機を受信状態とし、試験機の高さと方向を対向させ、副次発射の受信電力最大方向に調整しスペクトラムアナライザを用いて測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。
	空中線	偏波	特に限定しない	―
		指向精度	特に限定しない	―
		交差偏波識別度	特に限定しない	―
周波数共用に関する条件		国内既存システム保護のためのPFD制限値	PFDマスクを規定	● 衛星に課された地表面での電力密度に関する規定について、打上後にPFDを測定・基準への準拠を確認しておらず、計算上での確認に留められている。 ● 測定法は規定せず、HAPSに関してもビームの特性情報（EIRP、指向方向）と計算上の地表面でのPFD制限を技術資料として提出することを要求することが適当と考えられる。
		決議168にもとづくPFD制限値	決議168（WRC-19）に基づくPFD制限値の順守を規定	

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS GW局に係る技術的条件の考え方

技術的条件に係る項目案			技術的条件の規定の主な考え方
一般的条件	必要な機能		HAPSに搭載される無線局に係る技術的条件の項目と共通。
	適用周波数		
	多元接続方式		
	通信方式		
	変調方式		
	電磁環境対策		
HAPSと通信するGW局	送信装置	空中線電力の許容偏差	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第14条）
		周波数の許容偏差	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第5条）
		不要発射の強度の許容値	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第7条）
		占有周波数帯幅の許容値	HAPS事業開始当初期における39GHz帯の利用想定、並びに既存業務との共用を勘案した占有周波数帯幅の設定を想定。
		隣接チャネル漏洩電力	HAPS自網／他網間での共用のために技術的条件を設定する。⇒前述の通り
	受信装置	副次的に発する電波等の限度	無線設備において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。（参考：設備規則第24条）
	空中線	送信空中線の最小仰角	衛星 GW局において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。
		等価等方輻射電力の許容値	衛星 GW局に係る技術的条件では規定されることが一般的であるが、今後複数事業者による参入も見込まれるため多様なユースケースに応じた柔軟な形態が見込まれる点、HAPSと通信を行う地上局間の距離は時々刻々変化する点などを勘案し、特に限定しないことが適当。
		アンテナ利得	衛星 GW局において一般的な項目であり、技術的条件を設定する。
		偏波	2027年度以降のフェーズ2では両偏波利用も見据えていることから、特定に限定しない方針を想定。
周波数共用に関する条件	必要なGW局-既存システム間離隔距離の導出方法		HAPSと他の既存システムとの共用のために適当な導出方法を設定することが適当。⇒後述
	決議168にもとづくPFD制限値（GW局）		隣国の無線業務への干渉回避を目的として、決議168（WRC-19）に基づくPFD制限値の順守が必要。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

GW局-既存システム間離隔距離の導出方法（GW局⇒他システム）

導出方法

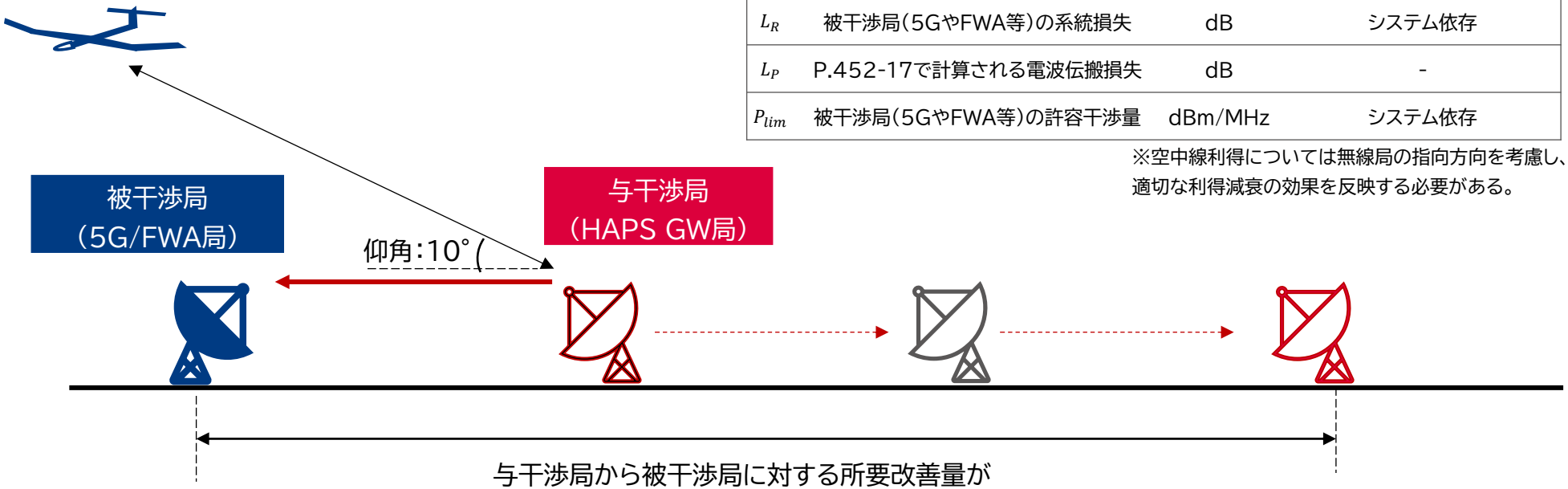
✓ 38-39.5GHz帯を利用する他システムへの干渉については、次式を満足する必要離隔距離を設定すること

$$P_T + G_T + G_R - L_S - L_T - L_R - L_P \leq P_{lim}$$

✓ 被干渉局の空中線利得、系統損失、許容干渉量は保護対象システムに応じて設定すること

	定義	単位	備考
P_T	HAPS GW局の出力	dBm/MHz	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
G_T	HAPS GW局の空中線利得	dBi	
G_R	被干渉局（5GやFWA等）の空中線利得	dBi	システム依存
L_S	HAPS GW局周囲の電波防護シールドによる減衰	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_T	HAPS GW局の系統損失	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_R	被干渉局（5GやFWA等）の系統損失	dB	システム依存
L_P	P.452-17で計算される電波伝搬損失	dB	-
P_{lim}	被干渉局（5GやFWA等）の許容干渉量	dBm/MHz	システム依存

※空中線利得については無線局の指向方向を考慮し、適切な利得減衰の効果を反映する必要がある。



Copyright © Mitsubishi Research Institute

GW局-既存システム間離隔距離の導出方法（他システム⇒GW局）

導出方法

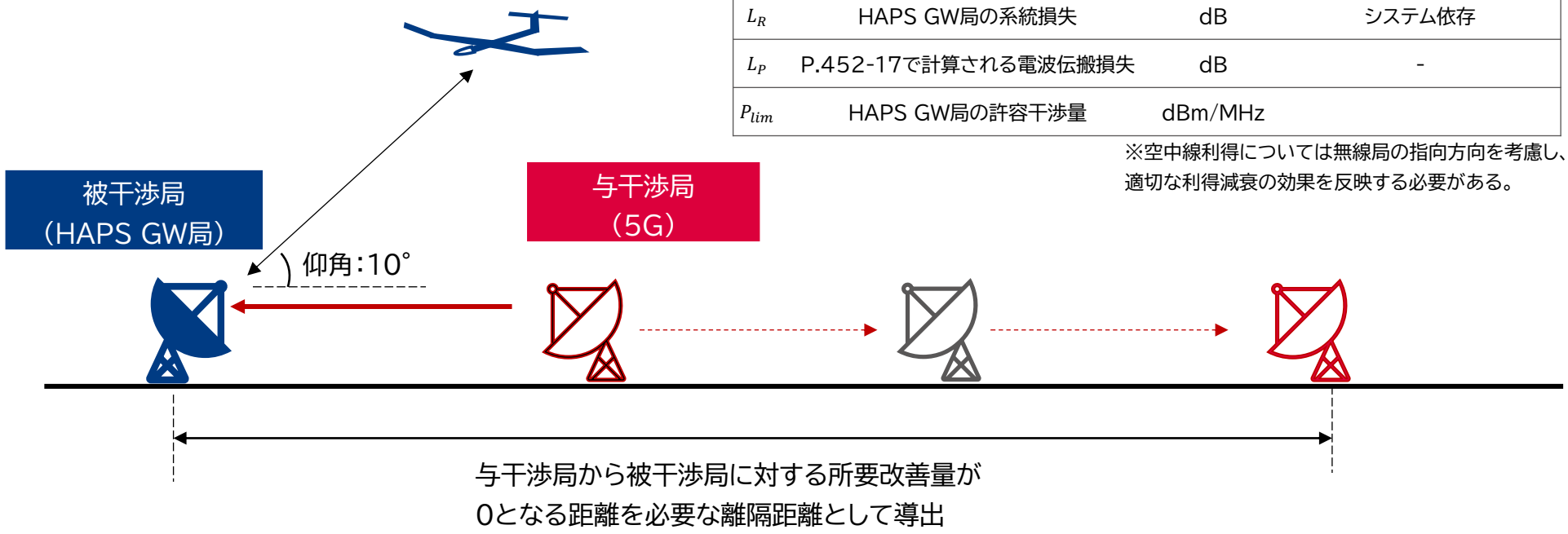
✓ 38-39.5GHz帯を利用する他システムへの干渉については、次式を満足する必要離隔距離を設定すること

$$P_T + G_T + G_R - L_S - L_T - L_R - L_P \leq P_{lim}$$

✓ 被干渉局の出力、空中線利得、系統損失は保護対象システムに応じて設定すること

	定義	単位	備考
P_T	与干渉局（5G）の出力	dBm/MHz	システム依存
G_T	与干渉局（5G）の空中線利得	dBi	システム依存
G_R	HAPS GW局の空中線利得	dBi	
L_S	HAPS GW局周囲の電波防護シールドによる減衰	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_T	与干渉局（5G）の系統損失	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_R	HAPS GW局の系統損失	dB	システム依存
L_P	P.452-17で計算される電波伝搬損失	dB	-
P_{lim}	HAPS GW局の許容干渉量	dBm/MHz	

※空中線利得については無線局の指向方向を考慮し、適切な利得減衰の効果を反映する必要がある。



Copyright © Mitsubishi Research Institute

GW局-既存システム間離隔距離の導出方法（GW局⇒GW局）

導出方法

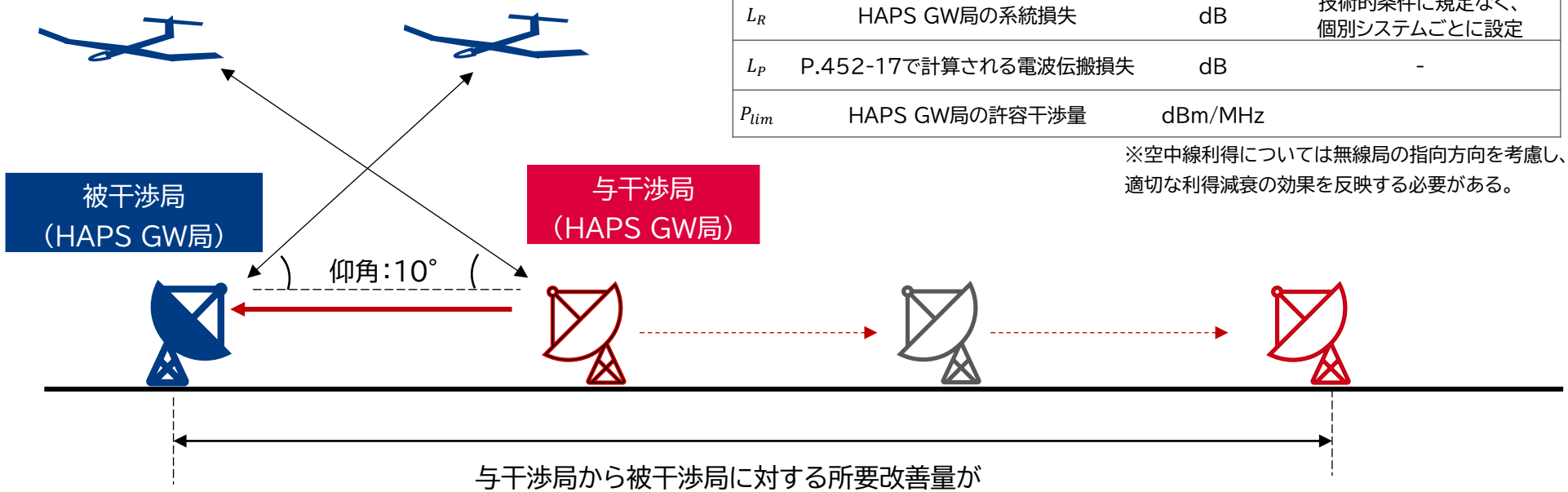
✓ 38-39.5GHz帯を利用する他システムへの干渉については、次式を満足する必要離隔距離を設定すること

$$P_T + G_T + G_R - L_S - L_T - L_R - L_P \leq P_{lim}$$

✓ 被干渉局の出力、系統損失は保護対象システムに応じて設定すること

	定義	単位	備考
P_T	HAPS GW局の出力	dBm/MHz	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
G_T	HAPS GW局の空中線利得	dBi	
G_R	HAPS GW局の空中線利得	dBi	
L_S	HAPS GW局周囲の電波防護シールドによる減衰（※両GW局に設置される可能性アリ）	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_T	HAPS GW局の系統損失	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_R	HAPS GW局の系統損失	dB	技術的条件に規定なく、個別システムごとに設定
L_P	P.452-17で計算される電波伝搬損失	dB	-
P_{lim}	HAPS GW局の許容干渉量	dBm/MHz	

※空中線利得については無線局の指向方向を考慮し、適切な利得減衰の効果を反映する必要がある。



Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS GW局に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
一般的条件	必要な機能 適用周波数 多元接続方式 通信方式 変調方式 電磁環境対策		HAPSに搭載される無線局に係る技術的条件の項目と共通。	―
HAPSと通信するGW局	送信装置	空中線電力の許容偏差	上限20パーセント、下限50パーセント（設備規則第14条二十一その他の送信設備を参照）	● 空中線端子付きの場合 変調の状態で連続送信させ、送信設備の電力出力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との比を求める。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを使用し送信輻射電力を測定し、試験用空中線利得、伝搬損失、被試験器の空中線利得等から空中線電力を求める。
		周波数の許容偏差	300ppm（設備規則第5条別表第一号 9（10.5GHz越え134GHz以下）の7 その他の無線局を参照）	● 空中線端子付きの場合 被試験器を無変調の状態で動作させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。被試験器が無変調動作できない場合や、測定器等により測定可能であれば変調状態で測定してもよい。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、指向方向を固定する。試験用空中線は被試験器の輻射電力が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の周波数を測定する。試験器を無変調状態とすることができる場合には周波数計を用いて測定してもよい。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS GW局に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
HAPSと通信するGW局	送信装置	不要発射の強度の許容値	○空中線電力　10Wを超えるもの • 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値　100mW以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より50dB低い値 • スプリアス領域における不要発射の強度の許容値　50μW以下又は基本周波数の搬送波電力より70dB低い値 ○空中線電力　10W以下 • 帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値　100μW以下 • スプリアス領域における不要発射の強度の許容値　50μW以下	帯域外領域におけるスプリアス発射 ● 空中線端子付きの場合 無変調の状態で動作させ、帯域外領域におけるスプリアス発射の平均電力をスペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とする。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の帯域外領域におけるスプリアス発射の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。 スプリアス領域における不要発射 ● 空中線端子付きの場合 ➢ 通常の変調状態で動作させ、スプリアス領域における不要発射の強度の平均電力 をスペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とする。 ➢ 測定周波数範囲は30MHz-79GHz（総務省告示第88号に基づいてスプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲の上限と下限を設定）までとし、導波管を用いるものは下限周波数をカットオフ周波数の0.7倍とする。導波管が十分長く技術基準を満たすカットオフ減衰量を得られる場合は、下限周波数をカットオフ周波数とすることができる。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機のスプリアス領域における不要発射の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器のスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。
		占有周波数帯幅の許容値	500MHz以下とすること	● 空中線端子付きの場合 受検機器を変調の状態で動作させ、スペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点はアンテナ端子又は測定用モニター端子とする。使用するパターン発生器は規定伝送速度に対応した標準符号化試験信号を発生する信号源とする。誤り訂正を使用している場合は、そのための信号を付加した状態で測定する（内蔵パターン発生器がある場合はこれを使用してもよい）。標準符号化試験信号はランダム性が確保できる信号とする。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数に合わせ、出力及び占有周波数帯幅が最大となるように設定し、送信状態とする。試験用空中線は被試験器の空中線電力の総和が最大となる方向に配置する。スペクトラムアナライザを搬送波周波数に設定し、EIRP スペクトル分布を測定するとともに、帯域内の全電力を求める。導出した全電力の 0.5%となる上下の限界周波数点を求め、その差を測定値とする
		隣接チャネル漏洩電力	27.2dBc以上	● 空中線端子付きの場合 通常の変調状態で連続送信として動作させ、隣接チャネル漏えい電力をスペクトラムアナライザを用いて測定する。 ● 空中線端子のない場合 被試験器を試験周波数及び最大出力に設定し、試験用空中線において、被試験器の空中線利得が一定値（例 8dBi）となるよう、また被試験機の隣接チャネル漏洩電力の強度が最大となるように被試験機と試験用空中線の配置、被試験機の指向方向を適切に設定する。スペクトラムアナライザを使用し、被試験器の隣接チャネル漏洩電力の強度を測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS GW局に係る技術的条件案

技術的条件に係る項目			技術的条件案	測定法
HAPSと通信するGW局	受信装置	副次的に発する電波等の限度	4nW	● 空中線端子付きの場合 受信状態時に、副次的に発する電波を、スペクトラムアナライザを用いて測定する。測定点は空中線端子とし、受信空中線と電気的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定する。 ● 空中線端子のない場合 空中線端子がない場合は、被試験機を受信状態とし、試験機の高さと方向を対向させ、副次発射の受信電力最大方向に調整しスペクトラムアナライザを用いて測定する。もしくは、一時的に測定端子を設けて空中線端子付きの場合と同様に測定する。この場合、空中線端子と一時的に設けた測定用端子の間の損失等を補正する。
	空中線	送信空中線の最小仰角	最小仰角10度 ※ただし、HAPS GW局の置局時には個別のHAPS GW局の最小仰角に基づき、他無線局との離隔距離を決定するものとする	—
		等価等方輻射電力の許容値	特に限定しない	—
		アンテナ利得	ITU-R F.1245-3に準拠することが望ましい ※ただし、ITU-R F.1245-3に準拠しない場合は、HAPS GW局の置局時に運用仰角及び離隔距離に鑑みて緩和	—
		偏波	特に限定しない	—
周波数共用に関する条件		必要なGW局-既存システム間離隔距離の導出方法	1対1対向モデルを仮定し、与被干渉局の無線諸元を考慮した必要離隔距離導出方法を規定	● 衛星に課された地表面での電力密度に関する規定について、打上後にPFDを測定・基準への準拠を確認しておらず、計算上での確認に留められている。 ● 測定法は規定せず、HAPSに関してもビームの特性情報（EIRP、指向方向）と計算上の地表面でのPFD制限を技術資料として提出することを要求することが適当と考えられる。
		決議168にもとづくPFD制限値（GW局）	決議168（WRC-19）に基づくPFD制限値の順守を規定	

Copyright © Mitsubishi Research Institute

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

共用検討向けHAPS局（S帯）諸元の考え方について

- **国際動向、国内事業者のサービス想定並びに国内における研究開発状況を踏まえ、将来的なサービス拡大期にも対応可能な技術的条件・共用条件とするべく、現状想定されうる最悪ケースのHAPS諸元を整理する方針。**

国際動向	• ITU-Rにおいて移動系HAPS向け周波数特定はなされているが、現状諸外国において参考となる技術基準は策定されていない状況 • 3GPPでは移動系リンクについては特に明記のない限り既存の広域BSクラスを指すことが示されている
国内事業者のサービス想定	• 前述の通り、2026年からの事業開始、2028年頃からの事業拡大が見込まれている状況 • 前述のサービス提供モデルは保守的な考え方という前提にて提示されており、HAPS局から最大4ビーム/機のサービスリンクを提供する想定
国内における研究開発の状況	• 現在国内で進行中の研究開発案件（NICT 革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G）基金事業）においてはHAPS局から16ビーム/機のサービスリンクの提供実現に向けた検討がなされている
共用検討向け諸元の考え方	• 既存の無線システム保護の観点では最悪ケースでの干渉を想定する必要があるため、研究開発で想定されている16ビームのケースにて検討する方針とする

Copyright © Mitsubishi Research Institute

共用検討向けHAPS移動系リンクシステム無線局諸元

- **前頁の考え方に基づき、以下の諸元を共用検討向けの諸元として設定。**
- HAPS局（S帯）について、サービスリンクが16ビーム送信を超える場合も、16ビーム送信時と同様のEIRP密度を見込むため、将来的な拡張も見据えた諸元となる。

		ダウンリンク	アップリンク
		HAPS局(S帯)	HAPS移動局
パラメータ	単位	設定値	設定値
アンテナ高	km	18	0.0015
周波数※1	MHz	2110-2170	1920-1980
帯域幅	MHz	5、10、15、20	
最大EIRP密度※2	dBW/MHz	14.9/ ビーム※3	-14.0
最大アンテナ利得	dBi	23	0
アンテナパターン		M.2101	オムニ
伝搬損失		自由空間	
その他損失※4		大気損失、偏波損失、クラッタ損失（有or無）	
帯域外（規定値）	dBm/MHz	後述	
スプリアス（規定値）	dBm/MHz	-13	-30

※1：伝搬損失は、同一周波数帯のシステムの場合はDL/ULの下限の周波数にて、隣接周波数帯の場合は相手方システムの下限の周波数にて導出
※2：HAPS局（S帯）は帯域幅によらず一定のEIRP密度であるが、移動局はワーストケースとして5MHzの場合のEIRP密度で評価
※3：HAPS局（S帯）直下より50km地点の値（HAPS局（S帯）直下では-2.7dBW/MHz）
※4：詳細はAppendixに記載

Copyright © Mitsubishi Research Institute

共用検討向けHAPS移動系リンクシステム無線局諸元

● 帯域外領域の規定値（ダウンリンク）

離調周波数	単位	設定値
0.05MHz ≦ Δf <5.05MHz	dBm/100kHz	-5.5-10log$_{10}${1.4×(Δf-0.05)}
5.05MHz ≦ Δf <10.05MHz	dBm/100kHz	-12.5
10.05MHz ≦ Δf ※1	dBm/100kHz	-13
10.5MHz ≦ Δf ※2	dBm/MHz	-13

※1：773～803MHz、860～890MHz、945～960MHzを使用する場合
※2:1,475.9～1,510.9MHz、1,805～1,880MHz、2,110～2,170MHzを使用する場合

● 帯域外領域の規定値（アップリンク）

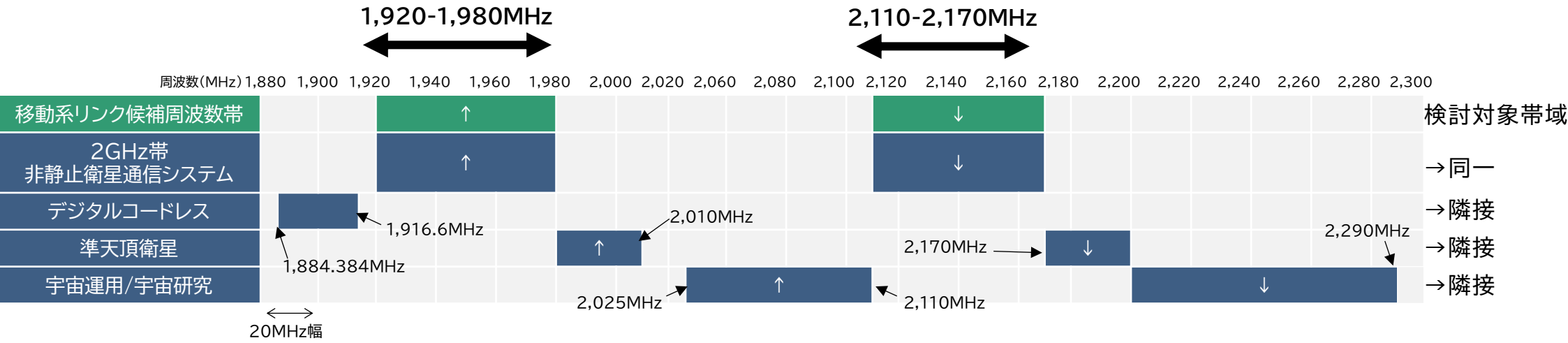
帯域幅	離調周波数	単位	設定値
5MHz	Δf <1MHz	dBm/50kHz	-11.5
	1MHz ≦ Δf <5MHz	dBm/MHz	-8.5
	5MHz ≦ Δf <6MHz	dBm/MHz	-11.5
	6MHz ≦ Δf <10MHz	dBm/MHz	-23.5
10MHz	Δf <1MHz	dBm/100kHz	-11.5
	1MHz ≦ Δf <5MHz	dBm/MHz	-8.5
	5MHz ≦ Δf <10MHz	dBm/MHz	-11.5
	10MHz ≦ Δf <15MHz	dBm/MHz	-23.5
15MHz	Δf <1MHz	dBm/150kHz	-11.5
	1MHz ≦ Δf <5MHz	dBm/MHz	-8.5
	5MHz ≦ Δf <15MHz	dBm/MHz	-11.5
	15MHz ≦ Δf <20MHz	dBm/MHz	-23.5
20MHz	Δf <1MHz	dBm/200kHz	-11.5
	1MHz ≦ Δf <5MHz	dBm/MHz	-8.5
	5MHz ≦ Δf <20MHz	dBm/MHz	-11.5
	20MHz ≦ Δf <25MHz	dBm/MHz	-23.5

出所）3GPP TS36.141 version 16.6.0、”LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) conformance testing,”
総務省告示第二百五十一号

Copyright © Mitsubishi Research Institute

周波数配置と検討対象

- 国内における割当て状況及び並行して実施されている検討状況を踏まえ、共用検討の対象を選定。
  - なお、深宇宙についてはWRC-27の議題を踏まえ共用検討対象外とすることで合意



*簡易的に「隣接」と記載しているが、一定の周波数離調がありHAPSシステムのスプリアス領域に存在する無線局も含む

[出所]総務省「電波の使用状況960MHz～3400MHz(令和6年3月1日現在)」
総務省「総務省 電波利用ホームページ｜無線局等情報検索」(令和6年12月4日時点)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

2GHz帯 / 移動系の共用検討対象システムの概要

(1)移動通信システム
移動通信システムは、携帯電話端末等を用いた音声通話サービス、データ通信サービス等の提供のために使用されるシステムであり、移動局(中継局を含む。)及び基地局によって構成される。我が国では、700MHz帯からミリ波帯まで様々な周波数帯域で広く利用されており、2GHz帯ではアップリンクとして 1920-1980MHz、ダウンリンクとして 2110-2170MHz が使用されている。

(2)デジタルコードレスシステム
デジタルコードレス電話システムは、1.9GHz 帯を使用する免許を要しない無線局として自営PHS(Personal Handy-phone System) 方式、DECT(Digital Enhanced Cordless Telecommunications)方式、TD-LTE方式(sXGP(shared Xtended Global Platform)方式)の無線局が周波数を共用しており、特にDECT方式は、コードレス電話のとの利用のほか、ワイヤレスマイク会議システムやテレビドアホン、ベビーモニター等で広く利用されている。また、sXGP方式は、セキュリティの高いSIMによる端末認証や多様なデータ通信が可能であることから、医療・介護分野に加え、建設現場、交通機関、物流、防災等の様々な分野で映像伝送等の利用ニーズが拡大している。

(3)準天頂衛星システム
準天頂衛星システムは、準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星測位システムである。測位衛星の補完機能(測位可能時間の拡大)や、測位の精度・信頼性を向上させる補強機能、メッセージ機能等を有しており、アップリンクに 1980-2010MHz、ダウンリンクに 2170-2200MHz が使用されている。

(4)宇宙運用システム
宇宙運用システムは、宇宙機の運用、特に宇宙追尾、宇宙遠隔測定及び宇宙遠隔指令に関する無線通信業務を行うシステムであり、衛星局及び地球局により構成される。2GHz帯においてはアップリンクに 2025-2110MHz、ダウンリンクに2200-2290MHz が使用されている。

(5)宇宙研究システム
宇宙研究システムは、宇宙空間における観測や探査などを目的としたシステムであり、衛星局及び地球局により構成される。2GHz帯においてはアップリンクに 2025-2110MHz、ダウンリンクに2200-2290MHz が使用されている。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

検討手順

- **共用検討は以下に示すSTEP 1、2、3の順序で実施**

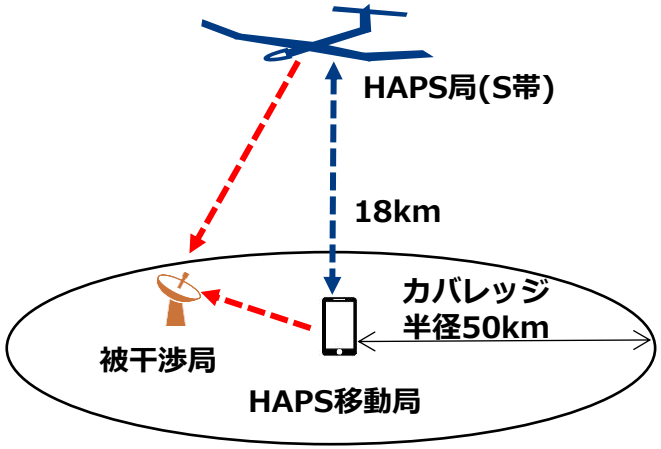
共用検討手順

STEP1	**1対1対向モデル（ワーストケース）**	・与干渉局（HAPS移動系リンクシステム）と被干渉局を最も干渉量が大きくなる条件で1局ずつ対向して配置したモデル（1対1対向モデル）での干渉量を計算。
STEP2	**1対1対向モデル（指向方向固定ケース）**	・HAPS局（S帯）の与干渉において、HAPS局（S帯）のビーム放射方向が直下に固定された場合の1対1対向モデルでの干渉量を計算。
STEP3	**確率計算モデル**	・上述のSTEP2までで所要改善量が残り、確率計算モデルが適用可能な場合にはモンテカルロシミュレーションにより干渉量を計算。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

1:1 評価方法(STEP 1)

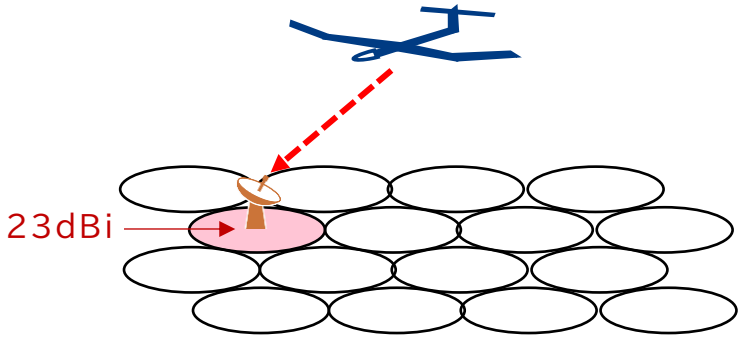
- **HAPS局(S帯)またはHAPS移動局と既存システムの無線局1局との1:1シミュレーションを実施**



- 評価エリアの中心点にHAPS移動局、その直上(高度18km)にHAPS局(S帯)を設置した環境において、被干渉局の位置を変更しながら干渉量を評価
- HAPS局(S帯)が与干渉局の場合は、HAPS局(S帯)の直下からの水平距離を離隔距離として算出し、HAPS移動局が与干渉の場合はHAPS移動局からの距離を離隔距離として算出

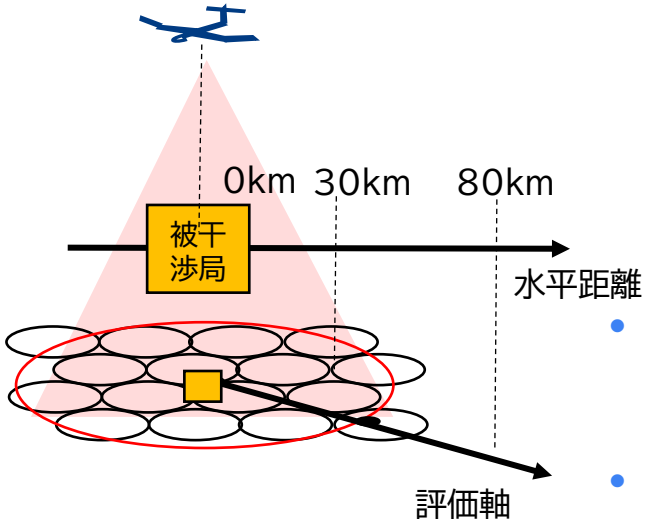
- **ワーストケースのトポロジー詳細(HAPS局(S帯))**

【ビーム利得の考え方】



- 被干渉局が存在する位置のHAPS局(S帯)のビーム(上図赤ビーム)は最大利得の23dBiとして計算
- 他の15ビームからの累積分はビーム位置と被干渉局位置の関係に応じた利得を算出

【旋回や斜め放射の考え方】

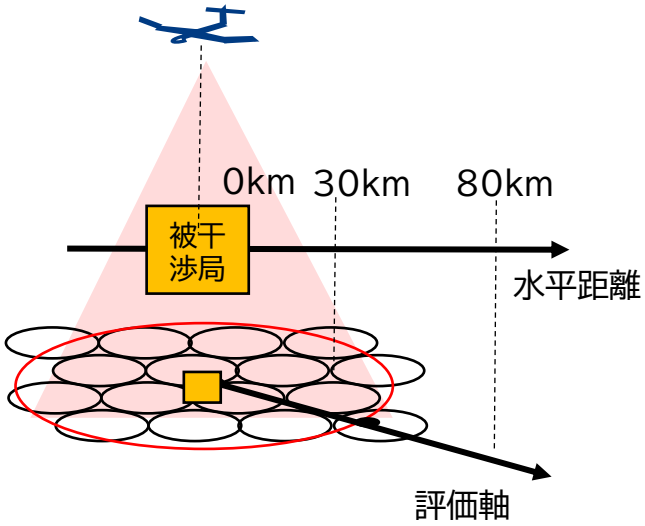


- HAPS局(S帯)の直下から水平距離30kmまではHAPS局のカバレッジ中心が被干渉局を向き、30kmを超えると被干渉局だけが移動
  - 3GPPの基準及び回線設計より、サービスリンクの水平距離の最大は80kmとなり、カバレッジ半径50kmの場合は30kmまでカバレッジの中心が移動
- HAPS局(S帯)の旋回は数km～10km程度のため、旋回の影響は上記に包含
- 被干渉局が最後に属していたHAPS局(S帯)ビームは23dBiで固定

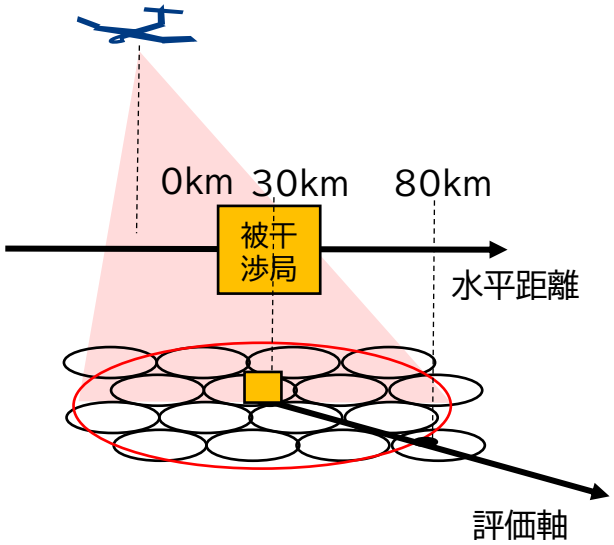
Copyright © Mitsubishi Research Institute

1:1 評価方法(STEP 1)

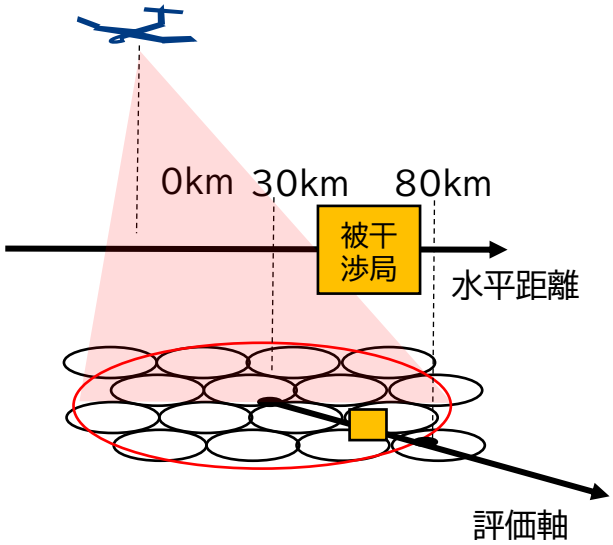
【被干渉局:直下】



【被干渉局:30km地点】



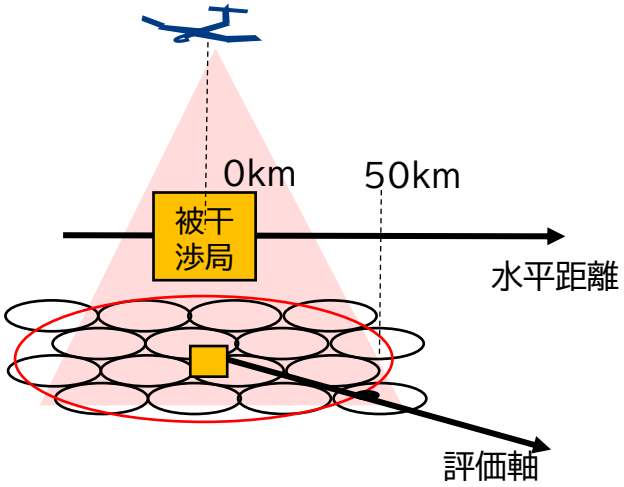
【被干渉局:30km以降】



Copyright © Mitsubishi Research Institute

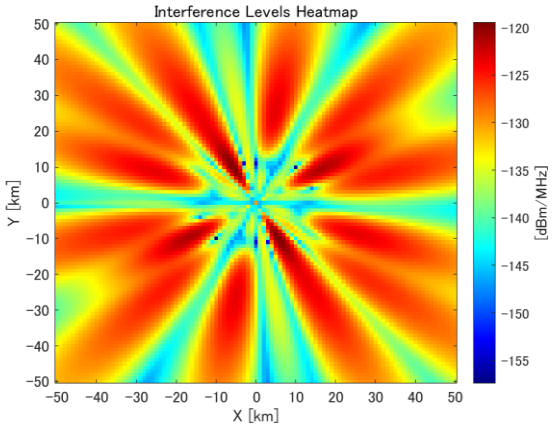
1:1 評価方法(STEP 2)

- **HAPS局(S帯)の直下にビームを固定して1:1対向シミュレーションを実施**



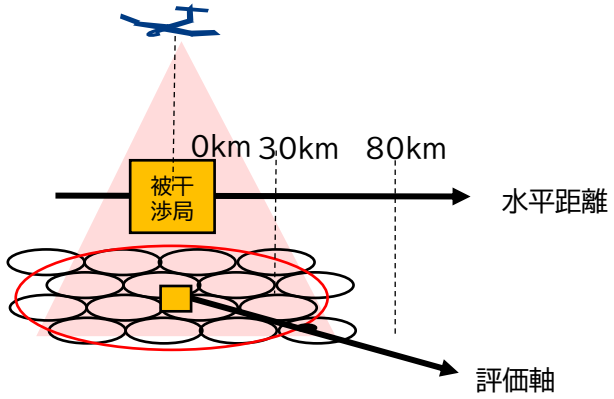
- HAPS局(S帯)の直下方向にビームを固定
- 被干渉局の位置に応じてHAPS局(S帯)のビーム利得を計算
- 被干渉局は、HAPS局(S帯)のビームが最も広がる方向(左図黒線)に対して干渉量を評価

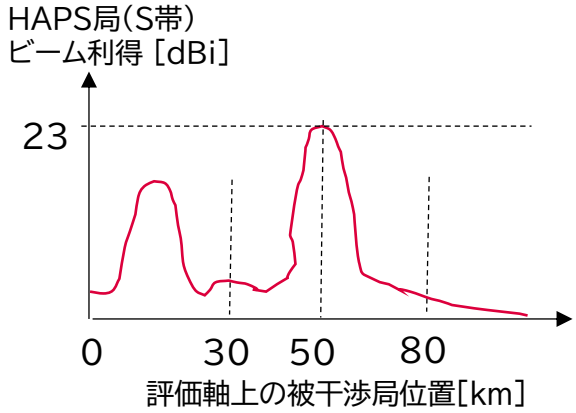
【フットプリント】



- フットプリントはHAPS直下から外側に行くほど楕円状となる

【被干渉局の位置するHAPS局(S帯)のビーム利得のイメージ】

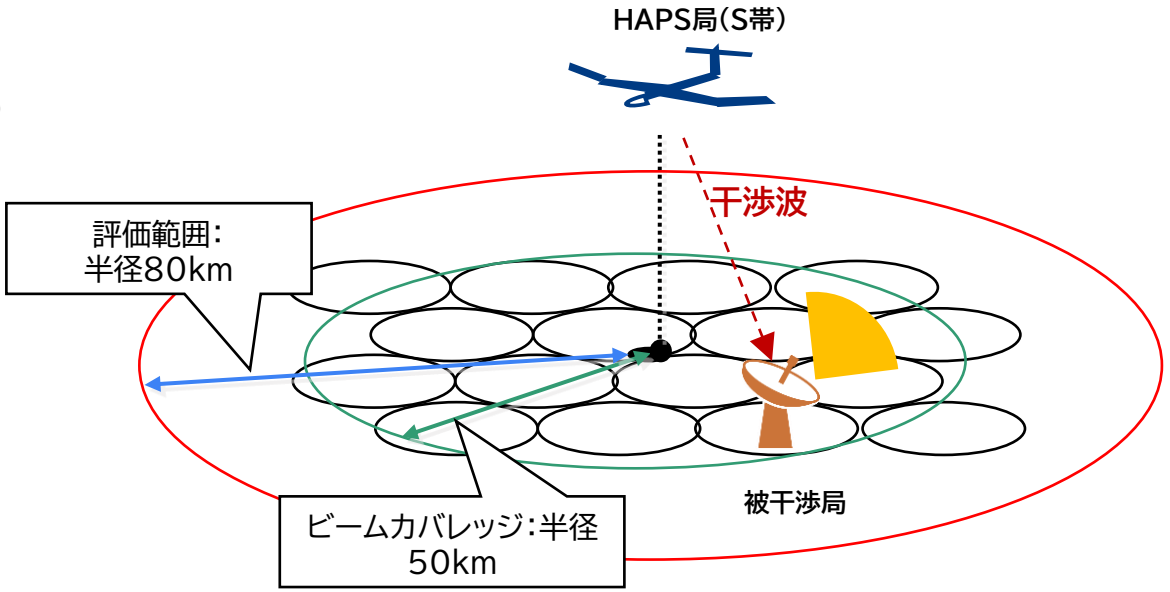




Copyright © Mitsubishi Research Institute

1:1 評価方法(STEP 3)

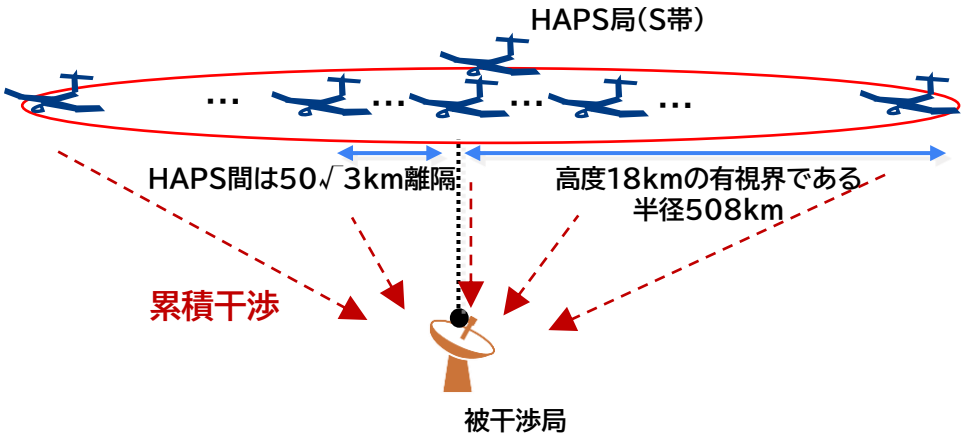
- **HAPS局(S帯)からの与干渉**
- 固定値
  - HAPS局(S帯)の位置(カバレッジ中心)
  - STEP1同様にビームの斜め放射やHAPS局(S帯)の旋回を考慮し、HAPS局(S帯)直下を中心とした半径80kmカバレッジ(16ビームの配置を固定)
- 変数
  - 被干渉局位置(半径80kmカバレッジ以内)
  - 被干渉局のメインビーム方向
  - HAPS局(S帯)高度(18～20km)



Copyright © Mitsubishi Research Institute

N:1 評価方法

- **HAPS局(S帯)複数(N局)からの累積干渉**
- 以下を固定し、Step2の評価を実施
  - 被干渉局位置
  - HAPS局(S帯)の位置(被干渉局真上の高度18km地点を中心に、有視界である半径508km円内にHAPSのビーム範囲が重複しない距離(50√3km離隔)で設置
  - それぞれのHAPS局(S帯)直下を中心とした半径50kmカバレッジ(16ビームの配置を固定)
  - 被干渉局のメインビーム方向(被干渉局真上のHAPS局(S帯)方向以下を固定し、Step2の評価を実施



※クラッタ損失の有無はHAPS局の位置によらず一律で「あり」、「なし」を設定している

Copyright © Mitsubishi Research Institute

S帯共用検討結果まとめ

対象システム	共用検討結果	共用可能性に関する考察
①携帯電話 （同一） HAPS移動局→携帯電話（基地局） HAPS局（S帯）→携帯電話（移動局） 携帯電話（基地局）→HAPS移動局 携帯電話（移動局）→HAPS局（S帯）	• 携帯電話（同一）との共用検討において、HAPS局（S帯）やHAPS移動局が与干渉の場合、クラッタ損失が存在しない環境では許容値を超過する結果となった。	【携帯電話（同一）との共用可能性】 • 携帯電話と同一周波数帯で運用されるHAPS移動系リンクは、いずれも同一事業者による運用であることが想定され、帯域分割やハンドオーバー機能の搭載など、事業者内の運用方針に基づき干渉の影響を排除できると考えられ、共用は可能と考えられる。
②携帯電話 （隣接） HAPS移動局→携帯電話（基地局） HAPS局（S帯）→携帯電話（移動局） 携帯電話（基地局）→HAPS移動局 携帯電話（移動局）→HAPS局（S帯）	• 携帯電話（隣接）との共用検討において、HAPS局（S帯）やHAPS移動局が与干渉の場合、許容値以下となる結果となった。また、HAPS局（S帯）が被干渉となる場合も同様に許容値以下となった。	【携帯電話（隣接）との共用可能性】 • 携帯電話と隣接周波数帯で運用されるHAPS局（S帯）は互いに干渉量が基準値以下であることから共用可能と考えられる。 • HAPS移動局は携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、携帯電話とHAPS移動局は共用は可能と考えられる。
③2GHz帯非静止衛星通信システム HAPS移動系リンク→非静止衛星通信システム 非静止衛星通信システム→HAPS移動系リンク	-	【2GHz帯非静止衛星システムとの共用可能性】 • 2GHz帯非静止衛星通信システムの衛星局はRR4.4条に則り運用されること、また、HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同条件で運用されることから共用可能と考えられる。
④デジタルコードレス （隣接） HAPS移動局→デジタルコードレス デジタルコードレス→HAPS局（S帯）	• HAPS移動局からデジタルコードレスへの干渉は、HAPS移動局数を勘案した上で許容値以下となった。 • デジタルコードレスからHAPS局（S帯）への干渉は許容値以下となった。	【デジタルコードレスとの共用可能性】 • デジタルコードレスへの干渉及びHAPS移動系リンクへの干渉はいずれも許容値を下回ることから共用可能と考えられる。
⑤準天頂衛星 （隣接） HAPS局（S帯）→準天頂衛星（地上局） 準天頂衛星（地上局）→HAPS局（S帯）	• 準天頂衛星（地上局）との共用検討の結果、HAPS局（S帯）との干渉量は許容値以下となった。	【準天頂衛星との共用可能性】 • HAPS移動局は携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、準天頂衛星（衛星局）とHAPS移動局は共用は可能と考えられる。 • 準天頂衛星（地上局）とHAPS局（S帯）は互いに干渉量が基準値以下であることから共用可能と考えられる。
⑥宇宙運用 （隣接） HAPS局（S帯）→宇宙運用（地上局） 宇宙運用（地上局）→HAPS局（S帯）	• 宇宙運用（地上局）との共用検討の結果、HAPS局（S帯）との干渉量は許容値以下となった。	【宇宙運用との共用可能性】 • HAPS移動局は携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、宇宙運用（衛星局）とHAPS移動局は共用は可能と考えられる。 • 宇宙運用（地上局）とHAPS局（S帯）は互いに干渉量が基準値以下であることから共用可能と考えられる。
⑦ロケット運用 （隣接） HAPS局（S帯）→ロケット運用 ロケット運用（地上局）→HAPS局（S帯）	-	【ロケット運用との共用可能性】 • HAPS移動局は携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、ロケット運用とHAPS移動局は共用は可能と考えられる。 • HAPS局（S帯）とロケット運用との共用については、ロケット打ち上げ時のようなクリティカルフェーズに限り、ロケットが飛行する可能性のあるエリアとHAPSのサービスエリアが重ならない、又は干渉影響のない立入禁止区域の設定等を行う必要がある。
⑧宇宙研究 （隣接） HAPS局（S帯）→宇宙研究（地上局） 宇宙研究（地上局）→HAPS局（S帯）	• 宇宙研究（地上局）との共用検討の結果、HAPS局（S帯）が与干渉の場合、HAPS局（S帯）が1局の場合は許容値以下となったが、HAPS局（S帯）が複数局の場合、干渉低減の対策を講じることで許容値以下となった。 • HAPS局（S帯）への干渉は許容値以下となった。	【宇宙研究との共用可能性】 • HAPS移動局は携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、宇宙研究（衛星局）とHAPS移動局は共用は可能と考えられる。 • HAPS局（S帯）から宇宙研究（地上局）への共用検討の結果、HAPS局（S帯）が複数局存在する場合例えばビーム放射方向を被干渉局に向けない手法や一定の離隔距離を保つなど、被干渉局に干渉を与えない対策を講じることで共用可能と考えられる。
⑨海外へのPFD制限（ITU-R決議221）	• PFDを遵守可能なHAPS局（S帯）の運用制約を評価した。	• HAPS局（S帯）のビーム数を一定数以下にする、HAPS局を隣国から一定距離離隔する等の対策を必要に応じて講じることで決議221に記載されているPFDを遵守できると考えられる。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局(S帯)/HAPS移動局からの干渉(1:1)

被干渉		与干渉	同一/隣接	STEP1	STEP2	STEP3	共用検討結果
携帯電話	基地局	HAPS移動局	同一	自由:154.8km 50%:6.3km	自由:124.7km 50%:5.3km	要改善	• 同一周波数帯は特定の事業者内の運用方針に基づくため他事業者への影響はないが、事業者内の携帯電話とHAPS移動局の共用可能性を確認
			隣接	自由:5.5km 50%:380m	自由:4.6km 50%:370m	共用可	• STEP3にて評価を実施し、クラッタ損失ありで許容値を超える確率が3%以下となることを確認 • HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることから**共用可能**と考えられる
	移動局	HAPS局 (S帯)	同一	自由:217.5km 50%:76.1km	自由:147.4km 50%:66.5km	要改善	• 同一周波数帯は特定の事業者内の運用方針に基づくため他事業者への影響はないが、事業者内の携帯電話とHAPS局(S帯)の共用可能性を確認
			隣接	共用可	ー	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(S帯)は携帯電話と**隣接帯域で共用は可能**であると考えられる。
2GHz帯非静止衛星通信システム	衛星局	ー	ー	ー	ー	ー	• RR第4.4条に則り運用するため評価不要
	移動局	ー	ー	ー	ー	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、携帯電話の移動局の結果と同一
デジタルコードレス	DECT方式	HAPS移動局	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、「衛星コンステレーションによる携帯電話向け2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件」で共用可能との結論である。
	xSGP方式		隣接	共用可	ー	ー	
準天頂衛星	衛星局	HAPS移動局	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、「衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件」で共用可能との結論である。
	地上局	HAPS局 (S帯)	隣接	共用可	ー	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(S帯)は準天頂衛星と**共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用 (上り)	衛星局	HAPS移動局	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されることから、HAPS移動局は宇宙運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
		HAPS局 (S帯)	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS局(S帯)の天頂方向へのアンテナ利得は微小である。また、宇宙運用(上り)の被干渉局高度は非静止衛星で数百km、静止衛星で36,000kmであることより、HAPS局(S帯)も携帯電話基地局も伝搬損失はほぼ同一であることから、HAPS局(S帯)は宇宙運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用 (下り)	地上局	HAPS局 (S帯)	隣接	約21dB分※	約20dB分※	共用可	• STEP1、2の結果所要改善量が残るが、宇宙運用の保護基準としてITU-R勧告SA.363を適用してSTEP3を実施した結果、所要改善量はマイナスとなり、共用は可能であると考えられる。 • なお、共用検討結果は既存宇宙運用局に関する検討であり共用可能との結果であるが、新たに置局される宇宙運用局によっては干渉が懸念される場合もあるとの指摘を踏まえ、必要に応じて免許人間での個別調整を行うことも考えられる。 • SA.363においてはクリティカルフェーズについては別の基準を用いる点が記載されており、そのようなクリティカルフェーズが予見される場合には宇宙運用側からの連絡を起点として調整することが想定される。
宇宙研究 (下り)	地上局	HAPS局 (S帯)	隣接	約36.6dB分※	約35.6dB分※	共用可	• STEP1、2の結果所要改善量が残る結果となった。 • STEP3の結果、各局とも所要改善量はマイナスとなり、**共用は可能**であると考えられる。
ロケット運用 (上り)	受信機	HAPS移動局	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されることから、HAPS移動局はロケット運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
		HAPS局 (S帯)	隣接	ー			• HAPS局(S帯)とロケット運用との共用については、ロケット打ち上げ時のようなクリティカルフェーズに限り、ロケットが飛行する可能性のあるエリアとHAPSのサービスエリアが重ならない、又は干渉影響のない立入禁止区域の設定等を行う必要がある。
ロケット運用 (下り)	地上局	HAPS局 (S帯)	隣接	ー			• HAPS局(S帯)とロケット運用との共用については、ロケット打ち上げ時のようなクリティカルフェーズに限り、ロケットが飛行する可能性のあるエリアとHAPSのサービスエリアが重ならない、又は干渉影響のない立入禁止区域の設定等を行う必要がある。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

※記載されたdB分アンテナゲインが減少する角度方向であれば所要改善量はマイナスとなる

HAPS局(S帯)/HAPS移動局からの干渉(N:1)

被干渉		与干渉	同一/隣接	N:1	共用検討結果
携帯電話	基地局	HAPS移動局	同一		• 同一事業者内のため評価省略
			隣接		• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることから**共用可能**と考えられる。
	移動局	HAPS局(S帯)	同一		• 同一事業者内のため評価省略
			隣接	共用可	• 所要改善量はマイナスとなったことから、HAPS局(S帯)は携帯電話と**隣接帯域で共用は可能**であると考えられる。
デジタルコードレス	DECT方式	HAPS移動局	隣接	共用可	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、「衛星コンステレーションによる携帯電話向け2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件」で端末数制限ある上で共用可能との結論であり、HAPSシステムの場合の同時通信移動局数を踏まえた結果、**共用は可能**であると考えられる。
	xSGP方式		隣接	共用可	
準天頂衛星	衛星局	HAPS移動局	隣接		• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、「衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件」で共用可能との結論である。
	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	共用可	• HAPS局(S帯)が50km間隔で存在する想定での合成干渉量に対する検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(S帯)は準天頂衛星と**隣接帯域で共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用(上り)	衛星局	HAPS移動局	隣接		• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されることから、HAPS移動局は宇宙運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
		HAPS局(S帯)	隣接		• HAPS局(S帯)の天頂方向へのアンテナ利得は微小である。また、宇宙運用(上り)の高高度を考慮すると、HAPS局(S帯)も携帯電話基地局も伝搬損失はほぼ同一であることから、HAPS局(S帯)は宇宙運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用(下り)	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	共用可	• クラッタ損失なしで所要改善量がマイナスとなり**共用は可能**であると考えられる。
宇宙研究(下り)	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	共用可	• クラッタ損失なしで所要改善量が残る結果となったが、被干渉局方向にビームを向けない場合は所要改善量がマイナスとなった。 • 被干渉局に干渉を与えないように対策を講じる(例:HAPS局(S帯)のビーム放射方向を制御する)ことで宇宙研究(下り)と**共用は可能**であると考えられる。
ロケット運用(上り)	受信機	HAPS移動局	隣接	共用可	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されることから、HAPS移動局はロケット運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
		HAPS局(S帯)	隣接	―	• HAPS局(S帯)とロケット運用との共用については、ロケット打ち上げ時のようなクリティカルフェーズに限り、ロケットが飛行する可能性のあるエリアとHAPSのサービスエリアが重ならない、又は干渉影響のない立入禁止区域の設定等を行う必要がある。
ロケット運用(下り)	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	―	• HAPS局(S帯)とロケット運用との共用については、ロケット打ち上げ時のようなクリティカルフェーズに限り、ロケットが飛行する可能性のあるエリアとHAPSのサービスエリアが重ならない、又は干渉影響のない立入禁止区域の設定等を行う必要がある。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局/HAPS移動局への干渉(1:1)

与干渉		被干渉	同一/隣接	STEP1	STEP2	STEP3	共用検討結果
携帯電話	基地局	HAPS移動局	同一	自由:134.5km 50%:5.3km	自由:108.5km 50%:4.5km	要改善	• 同一周波数帯は特定の事業者内の運用方針に基づくため他事業者への影響はないが、事業者内の携帯電話とHAPS移動局の共用可能性を確認
			隣接	自由:2.9km 50%:270m	自由:2.5km 50%:250m	共用可	• STEP3にて評価を実施し、所要改善量はマイナスとなった。 • さらにHAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることから**共用可能**と考えられる
	移動局	HAPS局(S帯)	同一	自由:348.1km 50%:94.2km	自由:224.1km 50%:88.8km	共用可	• 同一周波数帯は特定の事業者内の運用方針に基づくため他事業者への影響はない。 • 事業者内の携帯電話とHAPS局(S帯)においても、STEP3にて所要改善量はマイナスとなった。よって、HAPS局(S帯)は携帯電話移動局と同一帯域で**共用は可能**と考えられる。
			隣接	共用可	ー	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(S帯)は携帯電話移動局と**隣接帯域で共用は可能**であると考えられる。
2GHz帯非静止衛星通信システム	衛星局	HAPS移動局	ー	ー	ー	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、携帯電話の移動局の結果と同一
	移動局	HAPS局(S帯)	ー	ー	ー	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、携帯電話の移動局の結果と同一
デジタルコードレス	DECT方式親機	HAPS局(S帯)	隣接	共用可	ー	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局(S帯)はデジタルコードレスと**共用は可能**であると考えられる。
	xSGP方式親機		隣接	共用可	ー	ー	
準天頂衛星	衛星局	HAPS移動局	隣接	共用可	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、共用可能との結論である。
	衛星端末局	HAPS局(S帯)	隣接	共用可	ー	ー	• STEP1までの検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 寄って、HAPS局(S帯)は衛星端末局と**共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用(上り)	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	要改善	要改善	共用可	• STEP3にて評価を実施し、所要改善量はマイナスとなった。 寄って、HAPS局(S帯)は宇宙運用(上り)と**共用は可能**であると考えられる。
宇宙運用(下り)	衛星局	HAPS移動局	隣接	ー	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、共用可能との結論である。
ロケット運用(上り)	地上局	HAPS局(S帯)	隣接	ー	ー	ー	• ロケット運用地上局の利得、EIRPは宇宙運用より低いため、評価を割愛
ロケット運用(下り)	ロケット側送信機	HAPS移動局	隣接	ー	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、共用可能との結論である。
深宇宙(下り)	衛星局	HAPS移動局	隣接	ー	ー	ー	• HAPS移動局は既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、共用可能との結論である。

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局/HAPS移動局への干渉（N:1）

与干渉		被干渉	同一/隣接	N:1	共用検討結果
携帯電話	基地局	HAPS移動局	同一	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることからN:1評価不要
			隣接	ー	
	移動局	HAPS局（S帯）	同一	ー	• 対HAPS局（S）は、既存の基地局と比較して高高度であり伝搬損失は大きく、干渉電力は地上よりも小さいため、N:1評価は不要と判断（1局で30dB以上のマージンあり）
			隣接	ー	
2GHz帯非静止衛星通信システム	衛星局	HAPS移動局	ー	ー	• RR第4.4条に則り運用するためN:1評価不要
	移動局	HAPS局（S帯）	ー	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用されるため、携帯電話の移動局の結果と同一
デジタルコードレス	DECT方式親機	HAPS局（S帯）	隣接	共用可	• N:1での検討の結果、所要改善量はマイナスとなった。 よって、HAPS局（S帯）はデジタルコードレスと**共用は可能**であると考えられる。
	xSGP方式親機		隣接	ー	
準天頂衛星	衛星局	HAPS移動局	隣接	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることからN:1評価不要
	衛星端末局	HAPS局（S帯）	隣接	ー	• 無線局情報から地上局数は5局のみで、千代田区に2局あり（他は離れている） 仮に5局の合成としても、1:1の結果から60dBのマージンがあるので、N:1は不要 • 災害時用のQ-ANPI端末からの干渉を考える必要がある場合はN:1の検討が必要となる可能性あるが、具体局数は非開示であり、実証向けの公募中もあり、常時利用ではないと想定されるためN:1評価不要と判断
宇宙運用（上り）	地上局	HAPS局（S帯）	隣接	ー	• 免許情報から沖縄に1局・北海道に2局のみかつ北海道の2局間も直線距離で130kmの設置間隔であり、N:1評価不要と判断
宇宙運用（下り）	衛星局	HAPS移動局	隣接	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることからN:1評価不要
ロケット運用（上り）	地上局	HAPS局（S帯）	隣接	ー	• N機運用が想定されないため、N:1評価不要と判断
ロケット運用（下り）	ロケット側送信機	HAPS移動局	隣接	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることからN:1評価不要
深宇宙（下り）	衛星局	HAPS移動局	隣接	ー	• 既存の携帯電話移動局と同一条件で運用され、現在の携帯電話システムにて問題なく運用されていることからN:1評価不要

Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣国PFDの検討

- **決議221に規定されているPFD基準に対し、周辺国との離隔距離やビーム数といった運用条件について検討を実施**
- STEP 1：M.2101のアンテナパターン
- STEP 2：M.2101に対しサイドローブ※が抑圧（30dBあるいは20dB）したアンテナパターン

決議221に規定されたPFD制限値

目的	対象国	対象周波数	制限値(dB(W/(m²·MHz)))
IMT移動局の保護	特定11か国以外	1710–1885 MHz、2010–2025 MHz、2110–2170 MHz	-111 ： $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$
IMT基地局の保護	特定11か国以外	1710–1885 MHz、2010–2025 MHz、2110–2170 MHz	-144.55 ： $0^\circ \leq \theta < 11^\circ$ $-144.55 + 0.45 \times (\theta - 11)$ ： $11^\circ \leq \theta < 80^\circ$ -113.55 ： $80^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$
IMTシステム保護	特定11か国	1710–1980 MHz、2010–2025 MHz、2110–2170 MHz	-145 ： $0^\circ \leq \theta < 11^\circ$ $-145 + 0.4347 \times (\theta - 11)$ ： $11^\circ \leq \theta < 80^\circ$ -115 ： $80^\circ \leq \theta < 90^\circ$
FS保護	特定11か国以外	1710–1980 MHz、2010–2025 MHz、2110–2170 MHz	-150 ： $0^\circ < \theta \leq 2^\circ$ $-150 + 1.78 \times (\theta - 2)$ ： $2^\circ < \theta \leq 20^\circ$ $-118 + 0.215 \times (\theta - 20)$ ： $20^\circ < \theta \leq 48^\circ$ -112 ： $48^\circ < \theta \leq 90^\circ$
FS保護	特定11か国	1710–1980 MHz、2010–2025 MHz、2110–2170 MHz	-165 ： $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ $-165 + 1.75 \times (\theta - 5)$ ： $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$ -130 ： $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$
移動地球局保護（HAPSの不要発射が干渉源）	全ての国	Regions 1 & 3 → 2170–2200 MHz	-165 dB(W/m²·4 kHz) ： $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$

特定11か国：
アルメニア、アゼルバイジャン、ベラルーシ、ロシア、カザフスタン、モンゴル、ウズベキスタン、キルギス、北朝鮮、タジキスタン、トルクメニスタン

※：Taylorらによる励振振幅設計（T. T. Taylor, "Design of Line-Source Antennas for Narrow Beamwidth and Low Side-lobes," IRE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-3, No. 1, pp. 16-28, January 1955. ）に基づく評価結果（27dBの抑圧見込み）を利用

Copyright © Mitsubishi Research Institute

隣国PFDの検討

- M.2101のモデルに忠実に検討した結果では、複数ビーム運用において有視界での運用が困難なケースが存在
- サイドローブの抑圧を図ったアンテナを用いることで運用条件は緩和
- HAPS事業者は実アンテナパターンに基づく検討を行い、決議221を遵守した運用を行うと想定

STEP	ビーム数	中国	台湾	韓国	北朝鮮	ロシア
STEP1（M.2101）	16ビーム	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）
	4ビーム	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）
	2ビーム	制限なし	仰角5°以下で運用可（国境から178km）	仰角5°以下で運用可（国境から178km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）
	1ビーム	制限なし	仰角10°以下で運用可（国境から97.8km）	仰角10°以下で運用可（国境から97.8km）	制限なし	仰角3°以下で運用可（国境から250km）
STEP2 ケース1（サイドローブ30dB低減）	16ビーム	制限なし	仰角11°以下で運用可（国境から89.4km）	仰角11°以下で運用可（国境から89.4km）	制限なし	仰角0.5°以下で運用可（国境から427km）
	4ビーム	制限なし	制限なし	仰角18°以下で運用可（国境から54.7km）	制限なし	仰角18°以下で運用可（国境から54.7km）
	2ビーム	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし
STEP2 ケース2（サイドローブ20dB低減）	16ビーム	制限なし	仰角5°以下で運用可（国境から178km）	仰角5°以下で運用可（国境から178km）	有視界で基準超過（国境から508km）	有視界で基準超過（国境から508km）
	4ビーム	制限なし	制限なし	仰角18°以下で運用可（国境から54.7km）	制限なし	仰角3°以下で運用可（国境から250km）
	2ビーム	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	仰角5°以下で運用可（国境から178km）

Copyright © Mitsubishi Research Institute

目次

1. 検討の背景

2. 固定系リンクに関する共用検討結果

3. 固定系リンクの技術的条件

4. 移動系リンクに関する共用検討結果

5.移動系リンクの技術的条件

Copyright © Mitsubishi Research Institute

HAPS局(S帯)にかかわる技術的条件の設定方針

- **3GPPの技術仕様書に記載の方針により、HAPS局(S帯)の技術的条件案は、原則LTE/NRの基地局の条件を踏襲することとする**
- 3GPPの技術仕様書において、HAPS Base station (BS)は特に明記しない限り、既存の広域BS クラスを指すことが記されている
- 文献：3GPP TS 38.104 - Base Station (BS) radio transmission and reception
- 記載内容：
  - HAPS Base Stations are characterised by requirements derived from High Altitude Platform scenarios with a BS to ground UE minimum distance of typically around 20km.
  - Unless otherwise stated, HAPS BS class would refer to Wide Area BS class, which is specified in clause 4.4.

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件の緩和：スプリアス領域の不要発射強度の緩和案

- **HAPS局（S帯）の運用高度18km以上を踏まえ、緩和の可能性を検討**
- **検討方法**
  - HAPS局（S帯）の被干渉局の位置を変化させたモンテカルロシミュレーションを実施
  - HAPS局（S帯）のスプリアス領域の不要発射強度を変化させ、被干渉局最大高度1.5kmの電力密度を評価し、電力密度の許容値[1]を満足できる値を算出
- **検討結果**
  - いずれもスプリアス領域の規定値（-13dBm/MHz）で満たすことが可能な値であることから、個別の規定値は設けない方針

対象周波数	現行規定	評価結果
1884.5MHz～1915.7MHz	-41dBm/300kHz	-11.9dBm/300kHz
2010～2025MHz	-52dBm/MHz	-6.1dBm/MHz

1：許容干渉レベル：
熱雑音電力からI/N-10dBを想定
- デジタルコードレス※：-119.2dBm/300kHz - 10dB = -129.2dBm/300kHz
- Band34システム：-114dBm/MHz - 10dB = -124dBm/MHz

2：累積確率99%で許容干渉レベル以下

※保守的な観点で過去報告値より厳しい値を設定

Copyright © Mitsubishi Research Institute

スプリアス領域の不要発射強度の緩和案

- **デジタルコードレスの許容干渉レベル**
- PHS方式参考：第34回情通審携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告（H17(2005).5.30）
  - 基地局：-126dBm/300kHz、10*log(kTB(mW))＋NF(＝3dB)＋I/N(＝ -10dB)
    ＝-126dBm/300kHz
  - 移動局：-124dBm/300kHz、10*log(kTB(mW))＋NF(＝5dB)＋I/N(＝ -10dB)
    ＝-124dBm/300kHz
- DECT方式参考：第73回情通審 小電力無線システム委員会報告(H22(2010).4.20)
  - 親機/子機：-119dBm/MHz、10*log(kTB(mW))＋NF(＝5dB)＋I/N(＝ -10dB)
    ＝-116.6dBm/1.728MHz （-123.6dBm/300kHz）
- sXGP方式参考：第149回情通審陸上無線通信委員会報告(R2(2020).5.25)
  - 親機/子機：-110.8dBm/MHz、10*log(kTB(mW))＋NF(＝9dB)＋I/N(＝ -6dB)
    ＝-103.8dBm/5MHz （-116.0dBm/300kHz）

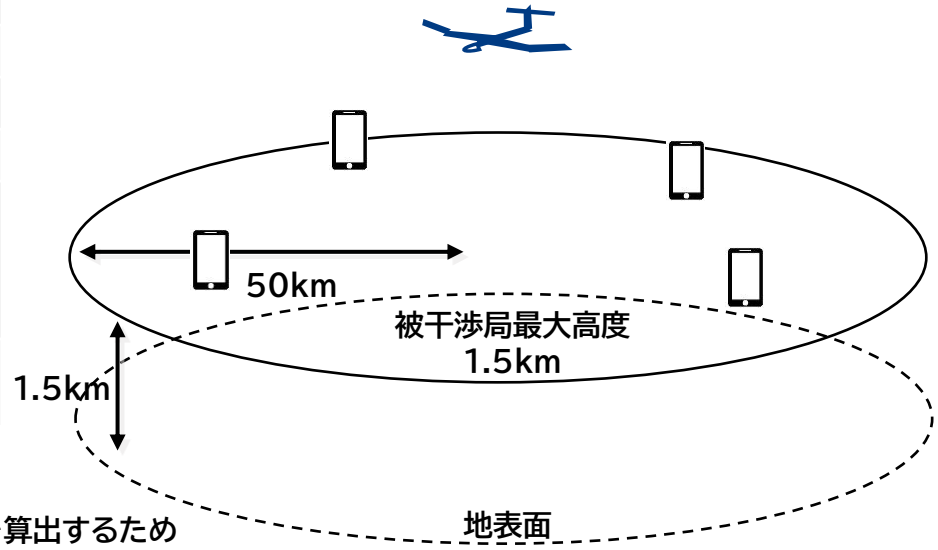
Copyright © Mitsubishi Research Institute

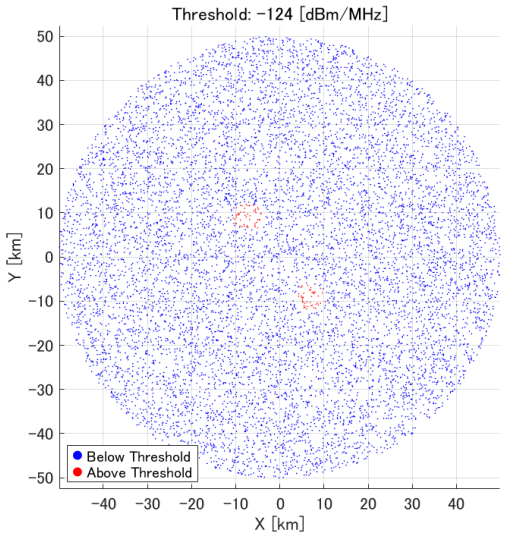
スプリアス領域の不要発射強度

- **評価方法詳細**

1. HAPS局(S帯)と、直下半径50kmカバレッジを固定
2. 被干渉局最大高度1.5kmの平面において、被干渉局位置を一様分布で変化させるモンテカルロシミュレーションを実施
3. 縦軸がCDF(累積分布関数)、横軸が16ビームの総干渉電力のグラフを出力
4. 累積確率99%で許容干渉レベル以下となる不要発射強度を探索

項目	条件
試行回数	10,000回
被干渉局位置	一様分布
被干渉位置半径	0～50km
伝搬モデル	自由空間伝搬
HAPS局(S帯)スペック*	アンテナパターン:M.2101 伝搬損失:自由空間 大気損失:0.1dB 偏波損失:3dB
干渉確率許容値	1%以下(累積 99%値で許容干渉レベル以下)





被干渉局位置例

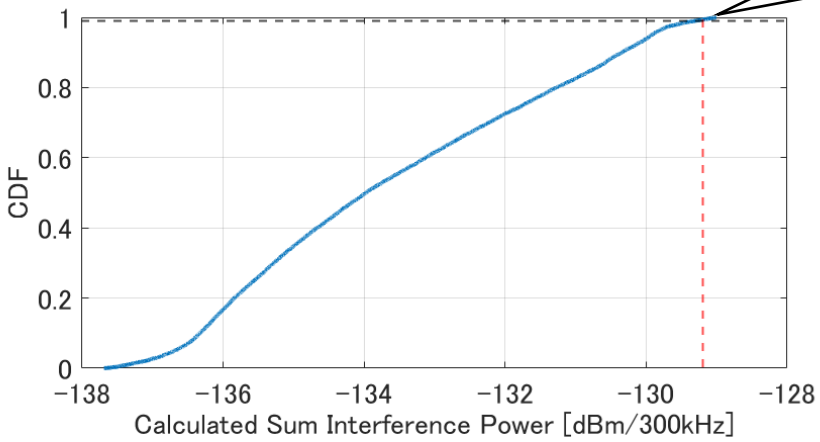
*共用検討諸元と同一。
なお、被干渉高度最大1.5kmに届く電力密度を算出するため被干渉局の諸元は考慮していない

Copyright © Mitsubishi Research Institute

スプリアス領域の不要発射強度

- **評価結果詳細**
  - デジタルコードレス(1884.5MHz～1915.7MHz)

不要発射強度:
-11.9dBm/300kHz

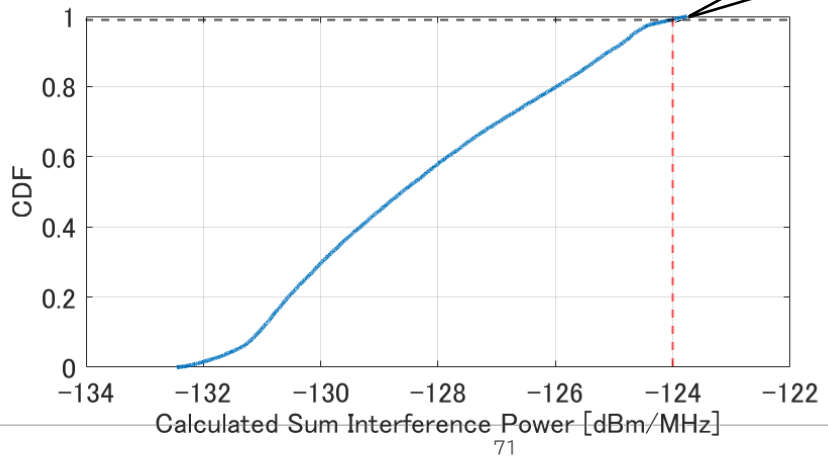


99%:-129.3[dBm/300kHz]

1%以下(累積99%で許容干渉レベル:
-129.2dBm/300kHz以下)

  - Band34システム(2010～2025MHz)

不要発射強度:
-6.1dBm/MHz



99%:-124.013[dBm/MHz]

1%以下(累積99%で許容干渉レベル:
-124dBm/MHz以下)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(一般的条件)

	技術的条件に係る項目	技術的条件案		測定法
		非再生中継方式	再生中継方式	
一般的条件	無線周波数	【LTE/NR】 上り 1920-1980MHz、下り 2110- 2170MHz		-(地上基地局に規定なし)
	キャリア設定周波数間隔	【LTE】 5MHz、10MHz、15MHz 及び 20MHz の各システムについて 100kHz 【NR】 設定しうるキャリア周波数間の最低周波数設定ステップ幅で、100kHz		-(地上基地局に規定なし)
	送受信周波数間隔	【LTE/NR】 190MHz		-(地上基地局に規定なし)
	多元接続/多重接続方式	【LTE】 下り:OFDMとTDMの複合方式 上り:SC-FDMA 【NR】 下り:OFDMとTDMの複合方式 上り:SC-FDMAまたはOFDMA		-(地上基地局に規定なし)
	通信方式	【LTE】 FDD ※eMTCはHD-FDD、NB-IoTはHD-FDD 【NR】 FDD ※RedCap/eRedCapはHD-FDD		-(地上基地局に規定なし)
	変調方式	【LTE/NR】 規定しない		-(地上基地局に規定なし)
	フレーム長	【LTE】 フレーム長10ms、サブフレーム長1ms(10サブフレーム/フレーム) スロット長0.5ms(20スロット/フレーム) ※サブキャリア間隔3.75kHzのNB-IoTはスロット長2ms(5スロット/フレーム) 【NR】 フレーム長10ms、サブフレーム長1ms(10サブフレーム/フレーム) スロット長1.0ms、0.5ms又は0.25ms(10、20又は40スロット/フレーム)		-(地上基地局に規定なし)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(一般的条件)

技術的条件に係る項目		技術的条件案		測定法
		非再生中継方式	再生中継方式	
一般的条件	送信電力制御	【LTE/NR】 規定しない	【LTE/NR】 基地局からの電波の受信電力の測定又は当該基地局からの制御情報に基づき空中線電力が必要最小限となるよう自動的に制御する機能を有すること。特に、上空で利用される移動局にあっては、移動局が上空に存在していることを前提とした基地局からの制御情報に基づく空中線電力の制御を自動的に行える機能を有すること。	-(地上基地局に規定なし)
	電磁環境対策	【LTE/NR】 移動局と自動車用電子機器や医療電子機器等との相互の電磁干渉に対しては、十分な配慮が払われていること。		-(地上基地局に規定なし)
	電波防護指針への適合	【LTE/NR】 電波を使用する機器については、基地局については電波法施行規則第21条の4、移動局については無線設備規則第14条の2に適合すること。		-(地上基地局に規定なし)
	移動局送信装置の 異常時の電波発射停止	【LTE】 規定しない 【NR】 次の機能が独立してなされること。 1.基地局が移動局の異常を検出した場合、基地局は移動局に送信停止を要求すること。 2.移動局自身がその異常を検出した場合は、異常検出タイマのタイムアウトにより移動局自身が送信を停止すること。		-(地上基地局に規定なし)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(送信装置)

技術的条件に係る項目		技術的条件案		測定法
		非再生中継方式	再生中継方式	
無線局の条件(送信装置)	①キャリアアグリゲーション	【LTE】 基地局については、一の送信装置から異なる周波数帯の搬送波を発射する場合については今回の審議の対象外としており、そのような送信装置が実現される場合には、その不要発射等について別途検討が必要である。 移動局については、キャリアアグリゲーションで送信可能な搬送波の組合せで送信している状態で搬送波毎に⑤から⑬に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 周波数帯及び搬送波数について、基地局は規定しない。 移動局については、異なる周波数帯の搬送波を発射する場合又は同一周波数帯の隣接しない搬送波を発射する場合については規定しない。同一周波数帯で搬送波が隣接するキャリアアグリゲーションで送信する場合は、搬送波数は2とする。 【NR】 基地局については、一の送信装置から異なる周波数帯の搬送波を発射する場合については今回の検討の対象外としており、そのような送信装置が実現される場合には、その不要発射等について別途検討が必要である。 移動局については、キャリアアグリゲーション(複数の搬送波を同時に用いて一体として行う無線通信をいう。)で送信可能な搬送波の組合せで送信している状態で搬送波毎に⑤から⑬に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。		-(地上基地局に規定なし)
	②eMTC	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の連続する6リソースブロック(1.08MHz幅)の範囲で送信することとし、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信可能なすべての搬送波を送信している状態で、⑤から⑬に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑤から⑬に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 【NR】 規定しない		-(地上基地局に規定なし)
	③NB-IoT	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の1リソースブロック(180kHz幅)の範囲で送信することとし、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信可能なすべての搬送波を送信している状態で、エからシに定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑤から⑬に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 【NR】 規定しない		-(地上基地局に規定なし)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案（送信装置）

技術的条件に係る項目		技術的条件案		測定法
		非再生中継方式	再生中継方式	
無線局の条件（送信装置）	④RedCap, eRedCap	【LTE】 規定しない 【NR】 移動局については、⑤から⑬に定める各システムの技術的条件（キャリアアグリゲーションで送信する場合のものを除く。）を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りではない。		-（地上基地局に規定なし）
	⑤周波数の許容偏差	【LTE】 最大空中線電力が38dBmを超える基地局においては、±（0.05ppm＋12Hz）以内 最大空中線電力が20dBmを超え38dBm以下の基地局においては、±（0.1ppm＋12Hz）以内 最大空中線電力が20dBm以下の基地局においては、±（0.25ppm＋12Hz）以内 【NR】 空中線端子あたりの最大空中線電力が38dBmを超えるものにおいては、±（0.05ppm＋12Hz）以内 空中線端子あたりの最大空中線電力が20dBmを超え38dBm以下のものにおいては、±（0.1ppm＋12Hz）以内 空中線端子あたりの最大空中線電力が20dBm以下のものにおいては±（0.25ppm＋12Hz）以内		【LTE/NR】 被試験器の基地局を変調波が送信されるように設定し、波形解析器等を使用し、周波数偏差を測定する。 被試験器が、無変調の状態にできる場合は周波数計を用いて測定することができる。
	⑥スプリアス領域の不要発射強度	【LTE/NR】 -13dBm/MHz		【LTE/NR】 被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、空中線端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲毎にスプリアス領域における不要発射の強度を測定する。 分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。 また、搬送波近傍等において分解能帯域幅を参照帯域幅にすると搬送波等の影響を受ける場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し参照帯域幅に換算する方法を用いることができる。 なお、被試験器の空中線端子からアンテナ放射部までにフィルタによる減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。 アダプティブアレーアンテナを用いる場合は、空中線電力の総和が最大となる状態にて測定すること。

技術的条件素案(送信装置)

<table>
<tr><th rowspan="2" colspan="2">技術的条件に係る項目</th><th colspan="2">技術的条件案</th><th rowspan="2">測定法</th></tr>
<tr><th>非再生中継方式</th><th>再生中継方式</th></tr>
<tr><td>無線局の条件(送信装置)</td><td>⑦隣接チャネル漏洩電力</td><td colspan="2">【LTE】
<table><tr><th>システム</th><th>規定の種別</th><th>離調周波数</th><th>許容値</th><th>参照帯域幅</th></tr><tr><td rowspan="4">５MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>５MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>５MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td rowspan="8">10MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>９MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>９MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>20MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>９MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>20MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>９MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>7.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>7.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td rowspan="6">15MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>15MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>13.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>15MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>13.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>30MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>13.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>30MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>13.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td rowspan="8">20MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>20MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>18MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>20MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>18MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>40MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>18MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>40MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>18MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>17.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>3.84MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>17.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>3.84MHz</td></tr></table>【NR】
<table><tr><th>システム</th><th>規定の種別</th><th>離調周波数</th><th>許容値</th><th>参照帯域幅</th></tr><tr><td rowspan="4">5MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td rowspan="8">10MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>9.36MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>9.36MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>20MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>9.36MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>20MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>9.36MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>7.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>7.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td rowspan="8">15MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>15MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>14.22MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>15MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>14.22MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>30MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>14.22MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>30MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>14.22MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>10MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>10MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>15MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>15MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td rowspan="8">20MHzシステム</td><td>絶対値規定</td><td>20MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>19.08MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>20MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>19.08MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>40MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>19.08MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>40MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>19.08MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>12.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>絶対値規定</td><td>17.5MHz</td><td>−13dBm/MHz</td><td>4.5MHz</td></tr><tr><td>相対値規定</td><td>17.5MHz</td><td>−44.2dBc</td><td>4.5MHz</td></tr></table></td><td>【LTE】
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、空中線端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲毎に隣接チャネル漏えい電力を測定する。分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。
【NR】
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、空中線端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲毎に隣接チャネル漏えい電力を測定する。分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。なお、被試験器の基地局の出力部からアンテナ放射部までにフィルタあるいは給電線等による減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。</td></tr>
</table>

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(送信装置)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">技術的条件に係る項目</th><th colspan="2">技術的条件案</th><th rowspan="2">測定法</th></tr>
<tr><th>非再生中継方式</th><th>再生中継方式</th></tr>
<tr><td rowspan="2">無線局の条件(送信装置)</td><td>⑧スペクトラムマスク</td><td colspan="2">【LTE/NR】
送信周波数帯域の端(不要発射の強度の測定帯域に近い端に限る。)から不要発射の強度の測定帯域の中心周波数までの差のオフセット周波数(Δf)に対して、5MHzシステム、10MHzシステム、15MHzシステム、20MHzシステムいずれの場合も、表⑧-1に示す許容値以下であること。ただし、基地局が使用する周波数帯の端から10MHz未満の周波数範囲に限り適用する。空間多重方式を用いる基地局にあっては各空中線端子で測定した不要発射の強度が表⑧-1に示す許容値以下であること。また、一の送信装置において同一周波数帯で複数の搬送波を送信する場合にあっては、複数の搬送波を同時に送信した場合においても、最も下側の搬送波の下側及び最も上側の搬送波の上側において、本規定を満足すること。
なお、一の送信装置において同一周波数帯で隣接しない複数の搬送波を送信する場合にあっては、複数の搬送波を同時に送信した場合において、下側の搬送波の送信周波数帯域の上端から、上側の搬送波の送信周波数帯域の下端までの周波数範囲においては、各搬送波に属するスペクトラムマスクの許容値の総和を満たすこと。ただし、下側の搬送波の送信周波数帯域の上端、及び上側の搬送波の送信周波数帯域の下端から10MHz以上離れた周波数範囲においては、700MHz帯、800MHz帯、900MHz帯の周波数にあっては-13dBm/100kHz、1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯の周波数にあっては-13dBm/1MHzを満足すること。
1.5GHz帯、1.7GHz帯、2GHz帯の周波数にあっては表⑧-2に示す許容値以下であること。

表⑧-1
<table><tr><th>オフセット周波数|Δf|(MHz)</th><th>許容値</th><th>参照帯域幅</th></tr><tr><td>0.05MHz以上5.05MHz未満</td><td>-5.5dBm-7/5×(Δf-0.05)dB</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>5.05MHz以上10.05MHz未満</td><td>-12.5dBm</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>10.05MHz以上</td><td>-13dBm</td><td>100kHz</td></tr></table>
表⑧-2
<table><tr><th>オフセット周波数|Δf|(MHz)</th><th>許容値</th><th>参照帯域幅</th></tr><tr><td>0.05MHz以上5.05MHz未満</td><td>-5.5dBm-7/5×(Δf-0.05)dB</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>5.05MHz以上10.05MHz未満</td><td>-12.5dBm</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>10.5MHz以上</td><td>-13dBm</td><td>1 MHz</td></tr></table></td><td>【LTE/NR】
スプリアス領域における不要発射の強度の基地局と同じ測定方法とするが、技術的条件により定められた条件に適合するように測定又は換算する。</td></tr>
</table>

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案（送信装置）

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">技術的条件に係る項目</th><th colspan="2">技術的条件案</th><th rowspan="2">測定法</th></tr>
<tr><th>非再生中継方式</th><th>再生中継方式</th></tr>
<tr><td rowspan="5">無線局の条件（送信装置）</td><td>⑨占有周波数帯域幅の許容値</td><td colspan="2">【LTE/NR】
<table><tr><th>システム</th><th>99%帯域幅</th></tr><tr><td>５MHzシステム</td><td>５MHz以下</td></tr><tr><td>10MHzシステム</td><td>10MHz以下</td></tr><tr><td>15MHzシステム</td><td>15MHz以下</td></tr><tr><td>20MHzシステム</td><td>20MHz以下</td></tr></table></td><td>【LTE/NR】
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定する。スペクトルアナライザを搬送波周波数に設定し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。</td></tr>
<tr><td>⑩空中線電力の許容値</td><td colspan="2">【LTE/NR】
空中線電力の許容偏差は、定格空中線電力の±2.7dB以内であること。</td><td>【LTE】
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により空中線電力を測定する。
アダプティブアレーアンテナを用いる場合は、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。
【NR】
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、電力計により空中線電力を測定する。
アダプティブアレーアンテナを用いる場合は、一の空中線電力を最大にした状態で空中線電力の総和が最大となる状態等で測定すること。
なお、被試験器の基地局の出力部からアンテナ放射部までにフィルタあるいは給電線等による減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。</td></tr>
<tr><td>⑪空中線絶対利得の許容値</td><td colspan="2">【LTE/NR】
規定しない</td><td>-</td></tr>
<tr><td>⑫送信オフ時電力</td><td colspan="2">【LTE/NR】
規定しない</td><td>-</td></tr>
<tr><td>⑬相互変調特性</td><td colspan="2">【LTE/NR】
送信波に対して異なる周波数の妨害波が、送信機出力段に入力された時に発生する相互変調波電力レベルと送信波電力レベルの比に相当するものであるが、主要な特性は、送信増幅器の飽和点からのバックオフを規定するピーク電力対平均電力比によって決定される。</td><td>【LTE/NR】
被試験器の基地局と不要波信号発生器及びスペクトルアナライザを分配器等により接続する。
被試験器の基地局を定格出力で送信するよう設定し、不要波信号発生器の送信出力及び周波数を技術的条件に定められた値に設定する。スペクトルアナライザにより隣接チャネル漏えい電力、スペクトラムマスク及びスプリアス領域における不要発射の強度と同じ方法で測定する。</td></tr>
<tr><td colspan="2">周波数共用に関する条件</td><td colspan="2">【LTE/NR】
他の無線局及び電波法第56条に基づいて指定された受信設備に干渉の影響を与えないように、設置場所の選択、フィルタの追加等の必要な対策を講ずること。</td><td>-（地上基地局に規定なし）</td></tr>
</table>

技術的条件素案(受信装置)

技術的条件に係る項目		技術的条件案		測定法
		非再生中継方式	再生中継方式	
無線局の条件(受信装置)	①キャリアアグリゲーション	【LTE】 基地局については、一の受信装置で異なる周波数帯の搬送波を受信する場合については今回の審議の対象外としており、そのような受信装置が実現される場合には、その副次的に発する電波等の限度について別途検討が必要である。 移動局については、キャリアアグリゲーションで受信可能な搬送波の組合せで受信している状態で搬送波毎に⑤から⑨に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 【NR】 基地局については、一の送信装置から異なる周波数帯の搬送波を発射する場合については今回の検討の対象外としており、そのような送信装置が実現される場合には、その不要発射等について別途検討が必要である。 移動局については、キャリアアグリゲーション(複数の搬送波を同時に用いて一体として行う無線通信をいう。)で送信可能な搬送波の組合せで送信している状態で搬送波毎に⑤から⑨に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。		-(地上基地局に規定なし)
	②eMTC	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の連続する6リソースブロック(1.08MHz幅)の範囲で受信することとし、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りではない。 【NR】 規定しない	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の連続する6リソースブロック(1.08MHz幅)の範囲で受信することとし、⑤、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑤、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りではない。 【NR】 規定しない	-(地上基地局に規定なし)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(受信装置)

技術的条件に係る項目	技術的条件案		測定法
	非再生中継方式	再生中継方式	
③NB-IoT	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の1リソースブロック(180kHz幅)の範囲で受信することとし、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑨に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 【NR】 規定しない	【LTE】 基地局については、5MHz、10MHz、15MHz及び20MHzの各システムの送信周波数帯域内の1リソースブロック(180kHz幅)の範囲で受信することとし、⑤、⑨に定める各システムの技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 移動局については、⑤、⑨に定める技術的条件を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りでない。 【NR】 規定しない	-(地上基地局に規定なし)
④RedCap, eRedCap	【LTE】 規定しない 【NR】 移動局については、⑨に定める各システムの技術的条件(キャリアアグリゲーションで送信する場合のものを除く。)を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りではない。	【LTE】 規定しない 【NR】 移動局については、⑤、⑨に定める各システムの技術的条件(キャリアアグリゲーションで送信する場合のものを除く。)を満足すること。ただし、それぞれの項目において別に定めがある場合は、この限りではない。	-(地上基地局に規定なし)
⑤受信感度	【LTE/NR】 規定しない	【LTE】 受信感度は、規定の通信チャネル信号(別に規定がない限りQPSK、符号化率1/3)を最大値の95%以上のスループットで受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力であり静特性下において以下に示す値(基準感度)であること。 【NR】 受信感度は、規定の通信チャネル信号(QPSK、符号化率1/3)を最大値の95%以上のスループットで受信するために必要な最小受信電力であり静特性下において以下に示す値(基準感度)であること。	【LTE/NR】 被試験器の基地局と移動局シミュレータを接続し、技術的条件に定められた信号条件に設定する。移動局シミュレータからランダムデータを送信し、スループットを測定する。 ただし、HIBSを利用する場合において非再生中継方式を用いる場合にあっては規定しない。
⑥ブロッキング	【LTE/NR】 規定しない		- (地上基地局には規定はあるが、HAPS局(S帯)は技術的条件の規定なしのため不要)

Copyright © Mitsubishi Research Institute

技術的条件素案(受信装置)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">技術的条件に係る項目</th><th colspan="2">技術的条件案</th><th rowspan="2">測定法</th></tr>
<tr><th>非再生中継方式</th><th>再生中継方式</th></tr>
<tr><td colspan="2">⑦隣接チャネル選択度</td><td colspan="2">【LTE/NR】
規定しない</td><td>-
(地上基地局には規定はあるが、HAPS局(S帯)は技術的条件の規定なしのため不要)</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑧相互変調特性</td><td colspan="2">【LTE/NR】
規定しない</td><td>-
(地上基地局には規定はあるが、HAPS局(S帯)は技術的条件の規定なしのため不要)</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑨副次的に発する電波等の限度</td><td colspan="2">【LTE/NR】
表⑨-1に示す値以下であること。

表⑨-1
<table><tr><th>周波数範囲</th><th>許容値</th><th>参照帯域幅</th></tr><tr><td>30MHz以上1000MHz未満</td><td>-57dBm</td><td>100kHz</td></tr><tr><td>1000MHz以上12.75GHz未満</td><td>-47dBm</td><td>1 MHz</td></tr><tr><td>2 GHz帯TDD方式送受信帯域　2010MHz以上2025MHz以下</td><td>-52dBm</td><td>1 MHz</td></tr></table>
なお、使用する周波数に応じて表⑨-2に示す周波数範囲を除くこと。

表⑨-2
<table><tr><th>使用する周波数</th><th>除外する周波数範囲</th></tr><tr><td>2 GHz帯</td><td>2100MHz以上2180MHz以下</td></tr><tr><td>1.7GHz帯</td><td>1795MHz以上1890MHz以下</td></tr><tr><td>1.5GHz帯</td><td>1465.9MHz以上1520.9MHz以下</td></tr><tr><td>900MHz帯</td><td>935MHz以上970MHz以下</td></tr><tr><td>800MHz帯</td><td>850MHz以上900MHz以下</td></tr><tr><td>700MHz帯</td><td>763MHz以上813MHz以下</td></tr></table></td><td>【LTE/NR】
被試験器の基地局を受信状態(送信出力停止)にし、受信機入力端子に接続されたスペクトルアナライザにより、分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅とし、規定される周波数範囲毎に副次的に発する電波の限度を測定する。
分解能帯域幅を技術的条件により定められた参照帯域幅に設定できない場合は、分解能帯域幅を参照帯域幅より狭い値として測定し、定められた参照帯域幅内に渡って積分した値を求める。
なお、被試験器の空中線端子からアンテナ放射部までにフィルタあるいは給電線等による減衰領域がある場合には、測定結果を前記減衰量にて補正すること。</td></tr>
</table>

Copyright © Mitsubishi Research Institute

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所