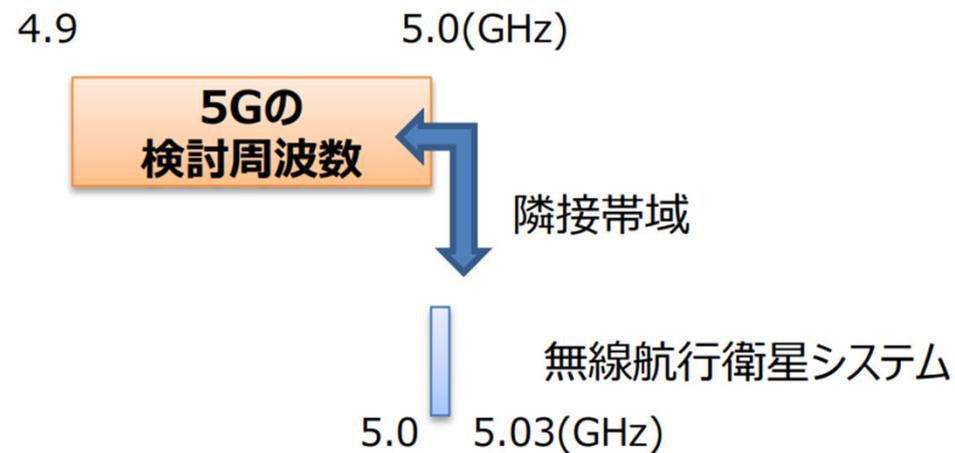


無線航行衛星システムとの共用検討結果

2023/10/17

ソフトバンク株式会社

4.9～5.0GHz（4.9GHz帯）における5Gシステムの導入可能性を検討するため、無線航行衛星システム（5.0～5.03GHz）との、隣接帯域における共用検討を実施。



第21回技術検討作業班 検討内容からの変更点

第21回技術検討作業班での検討内容から、下記の変更・追加のための共用検討を実施

- 5Gシステム
 - HPUE・陸上移動中継局・小電力レピータ・フェムトセル基地局の導入検討の追加
- 無線航行衛星システム
 - 地球局の追加

第21回技術検討作業班の検討結果

• 地球局との共用条件のまとめ

- 無線航行衛星システムの地球局から5G基地局への干渉影響に比較して、5G基地局から無線航行衛星システムの地球局への干渉影響がより大きいいため、後者の干渉影響に基づいて干渉調整を実施すればよいと考えられる。※陸上移動局の影響はさらに小さい
- 共用検討により導かれた5G基地局からの干渉影響が地球局の許容干渉電力を超過する可能性がある最大離隔距離に基づく、5G基地局の設置に際して下記に示す範囲での干渉調整を行う必要がある。また、干渉調整に際しては、複数の基地局からのアグリゲート干渉の影響を考慮する必要がある
- 本範囲は、5G基地局の不要発射の強度として、スモールセル基地局では-16dBm/MHz、マクロセル基地局では-4 dBm/MHzを考慮したときの値であり、実際の基地局の不要発射の強度の実力値を加味すれば、干渉調整が必要な範囲を低減可能である

地球局の設置場所	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	30km程度	70km程度
種子島	35km程度 (同一島内)	
沖縄本島	70km程度 (同一島内、伊江島、粟国島)	115km程度 (同一島内、伊江島、粟国島、久米島)
久米島	100km程度 (同一島内、沖縄本島)	
宮古島	25km程度 (同一島内)	
石垣島	50km程度 (同一島内、西表島、波照間島)	

第21回技術検討作業班の検討結果

- 宇宙局（人工衛星局）との共用条件のまとめ
 - 複数の5G基地局からのアグリゲート干渉が宇宙局の許容干渉電力を超過しないようにするため、5G基地局の設置数の管理を行う必要がある
 - マクロセル基地局の場合は、宇宙局と見通しになる位置関係に設置すると、設置可能な基地局数が200局程度に制限される（基地局の不要発射の強度が-4 dBm/MHzの場合）。より多くの5G基地局数を設置可能とするためには、基地局の不要発射の強度が改善するスモールセル基地局を利用すること、基地局の不要発射の強度に制限を設けること（この場合、5Gシステムが利用する周波数と無線航行衛星システムが利用する周波数の間にガードバンドを設けることが望ましい）、上空方向への基地局の空中線利得が小さくなるようにすること、等の対策が必要である
 - なお、5Gシステムの陸上移動局と無線航行システムの宇宙局との間の干渉影響は、基地局の場合に比較して小さいため、上記の5Gシステムの基地局から無線航行システムの宇宙局への干渉影響に関わる共用条件を満たしていれば、5Gシステムの陸上移動局についても共用可能であると考えられる

第21回技術検討作業班の検討結果 続き

- 無線航行衛星システムの宇宙局（人工衛星局）との共用検討（続き）
 - 実際の5G基地局の不要発射の強度の実力値は、共用検討で用いた値（スモールセル基地局では-16dBm/MHz、マクロセル基地局では-4 dBm/MHz）よりも改善が期待できる。不要発射の強度が5 dB及び10dB改善した条件での評価結果は以下の通り

宇宙局の許容干渉電力を満たす設置可能な5G基地局数（最小となる条件）

	スモールセル基地局		マクロセル基地局	
	自由空間 伝搬損失のみ	自由空間 伝搬損失及び クラッタ損	自由空間 伝搬損失のみ	自由空間 伝搬損失及び クラッタ損
基地局の不要発射の強度：スモールセル基地局-16dBm/MHz、マクロセル基地局-4 dBm/MHz				
静止衛星	19,866局	50,777局以上	1,166局	3,984局
非静止衛星	4,212局	47,464局以上	195局	3,298局
基地局の不要発射の強度：上記よりも5 dB改善				
静止衛星	50,777局以上	50,777局以上	3,535局	12,705局
非静止衛星	13,542局	47,464局以上	635局	11,042局
基地局の不要発射の強度：上記よりも10dB改善				
静止衛星	50,777局以上	50,777局以上	10,930局	39,322局
非静止衛星	40,726局	47,464局以上	2,104局	34,813局

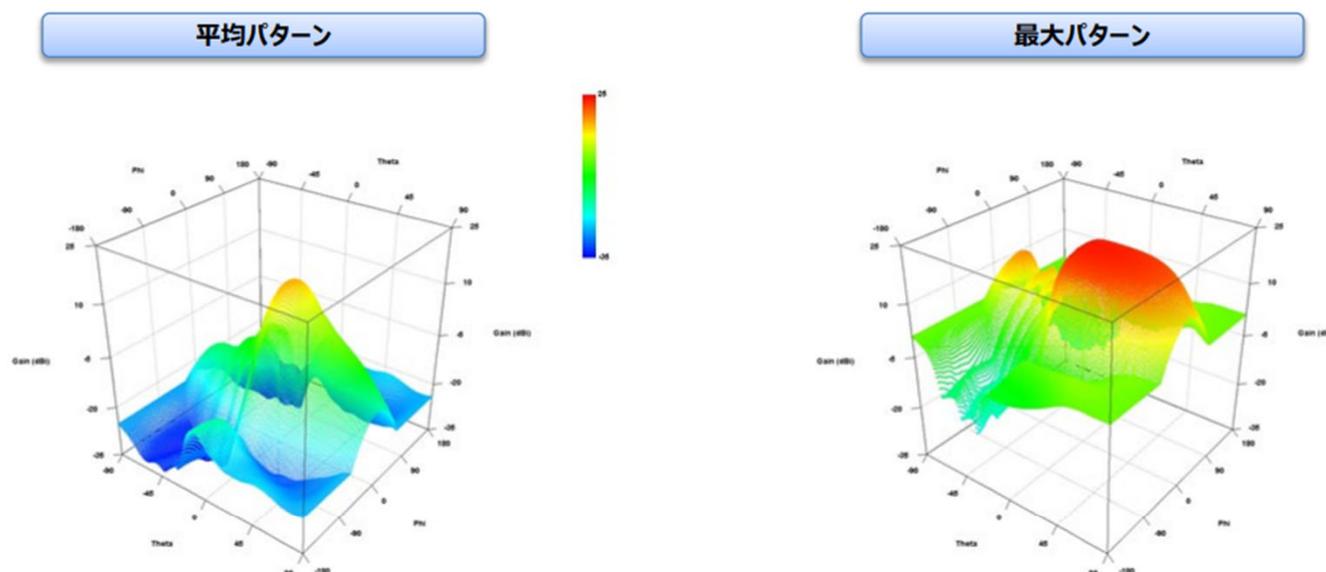
5Gシステムの共用検討パラメータ

○ 5G基地局

項目	スモールセル 基地局	マクロセル 基地局	備考
空中線電力	5 dBm/MHz	28dBm/MHz	
不要発射の強度	-16dBm/MHz	- 4 dBm/MHz	
送信系損失	3 dB	3 dB	同一帯域（与干渉局、被干渉局）及び隣接帯域（被干渉局）の評価で考慮
空中線地上高	10m	40m	
空中線指向特性	勧告ITU-R M.2101準拠		
最大空中線利得	約23dBi	約23dBi	素子当たり5 dBi、素子数8×8
機械チルト	10°	6°	
許容干渉電力 (帯域内干渉)	-110dBm/MHz	-115dBm/MHz	
許容干渉電力 (帯域外干渉)	-47dBm	-52dBm	

5Gシステムの共用検討パラメータ

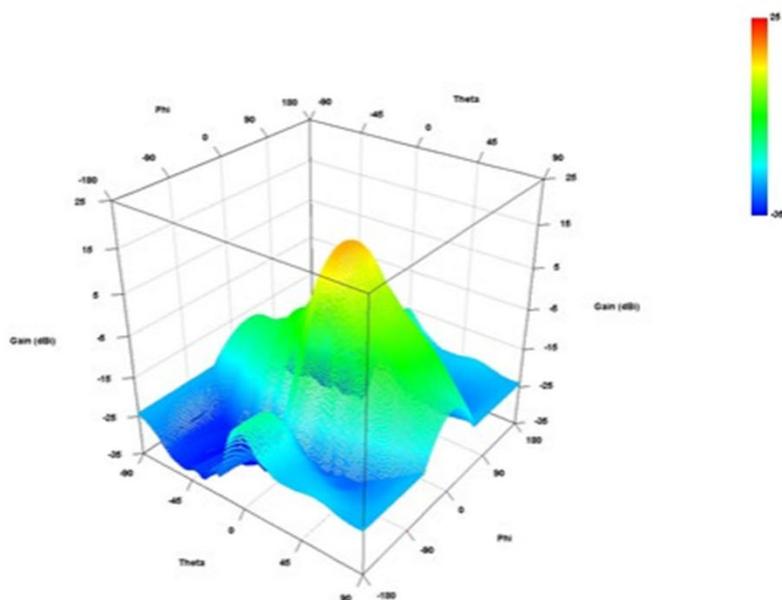
- 屋外基地局（スモールセル）の空中線指向特性



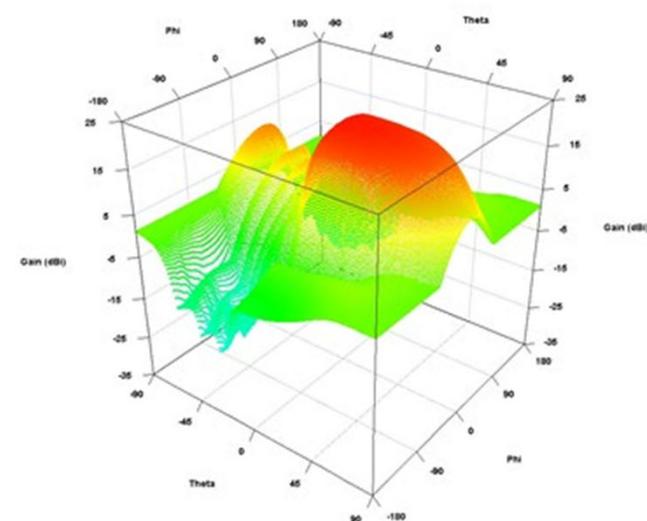
- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットを取得して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を平均値によりあらかじめモデル化。
- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットを取得して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を最大値（包絡線）によりあらかじめモデル化。

- 屋外基地局（マクロセル）の空中線指向特性

平均パターン



最大パターン



5Gシステムの共用検討パラメータ

○ 5G陸上移動局・HPUE

項目	設定値	備考
空中線電力密度	23dBm/100MHz 26dBm/100MHz 29dBm/100MHz	最大値
不要発射の強度	30dBc 26/29dBmの場合は31dBc	
空中線地上高	1.5m	
空中線指向特性	無指向性	
空中線利得	0 dBi	
その他損失	8 dB	
許容干渉電力 (帯域内干渉)	-110.8dBm/MHz	
許容干渉電力 (帯域外干渉)	-40dBm	
同時送信台数	5 MHz及び1 km ² 当たり3台	

※ **赤字**は第21回技術検討作業班の共用検討パラメータからの差分を示す

共用検討の条件（陸上移動中継局）

R5年新世代モバイル委員会報告と同じパラメータで検討

	陸上移動局対向器	基地局対向器
最大送信出力	28dBm/MHz	29dBm
送信空中線利得	23dBi	0dBi
送信系損失	3dB注	0dB

注 同一周波数の干渉検討で考慮。隣接周波数の干渉検討においては、不要発射の強度の値が総合放射電力（空間に放射される電力の合計値）で規定されているため考慮しない。

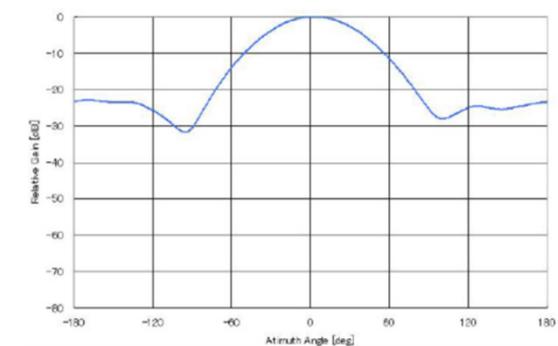
- 下り（陸上移動局対向器）は5G マクロセル基地局と、上り（基地局対向器）は移動局（HPUE Power Class1.5）と同一のパラメータとなる。
- より干渉条件の厳しい下り（陸上移動局対向）、5 G基地局と同様の結論とすることを想定。
→ 5Gマクロセル基地局の共用検討結果に包含

共用検討の条件 (5Gレピータ)

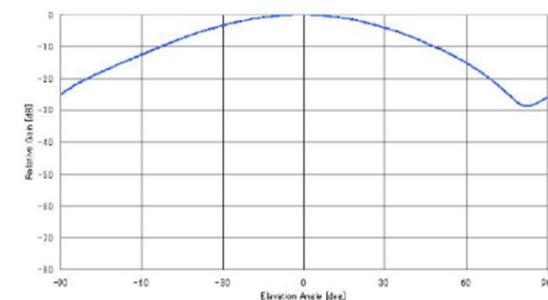
R5年新世代モバイル委員会報告と同じパラメータで検討

		陸上移動局対向	基地局対向	備考
最大送信出力		24dBm	24dBm	
送信空中線利得		0dBi	9dBi	
送信給電線損失		0dB	0dB	
隣接チャネル漏洩電力		-45dBc	-31dBc	
空中線指向特性	水平	無指向	右図	
	垂直	無指向	右図	
送信空中線高		1.5m	1.5m	

※ 建物侵入損は16.3dBとして検討



基地局対向のアンテナ指向特性(水平)



基地局対向のアンテナ指向特性(垂直)

共用検討の条件 (5Gフェムトセル基地局)

R5年新世代モバイル委員会報告と同じパラメータで検討

		値	備考
空中線電力		0dBm/MHz	
送信空中線利得		0dBi	
送信給電線損失		0dB	
送信帯域幅		100MHz	
隣接チャネル漏洩電力		Max(-44.2dBc, -16dBm/MHz)	
空中線指向特性	水平	無指向	
	垂直	無指向	
送信空中線高		1.5m	

※ 建物侵入損は16.3dBとして検討

無線航行衛星システムの共用検討パラメータ

地球局

項目	設定値
設置場所*	常陸太田、種子島、沖縄（2か所）、宮古島、久米島、石垣島、奄美大島
空中線地球高	地球局毎の値
空中線指向特性	地球局毎の値（勧告ITU-R S.580又はS.465準拠）
仰角・方位角	地球局毎の値
給電線損失	地球局毎の値
許容干渉電力	提示された値

* 今後も追加設置が見込まれている。

宇宙局

項目	設定値	
	静止衛星	非静止衛星
宇宙局の位置	3つの経度を評価 （計3通り）	国内の7地点※にて、宇宙局への距離が最短となる場合、仰角が最小となる場合を評価（計14通り）
高度	35,786km	上記条件に応じて設定
不要発射の強度	提示された値	提示された値
空中線利得	提示された値	提示された値
給電線損失	提示された値	提示された値
許容干渉電力	提示された値	提示された値

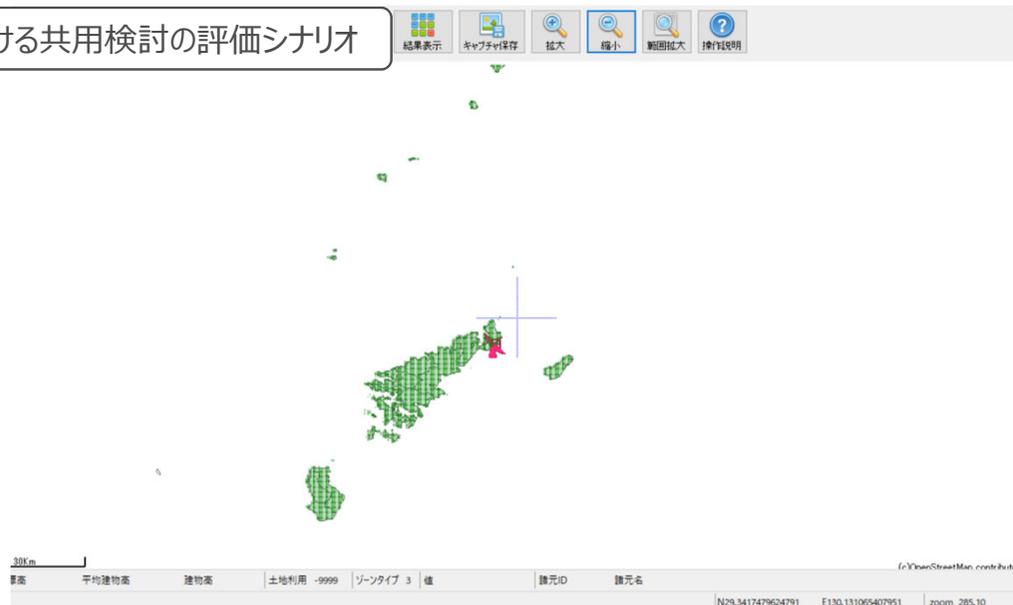
※ 宇宙局は第21回作業班の検討時から変更が無い場合、支配的な影響となる5G基地局との新たな共用検討は不要

無線航行衛星システムとの共用検討

無線航行衛星システムの地球局との共用検討

- 地球局の設置場所（常陸太田、種子島、沖縄（2か所）、宮古島、久米島、石垣島、**奄美大島**）毎に周辺の地形や建物等の情報を考慮した共用検討を実施
- 昼間人口が存在する又は地球局の周囲のメッシュ（500m×500m）に、5Gシステムの基地局を1局ずつ配置
- 伝搬モデルは、勧告ITU-R P.452（時間率20%）を用い、標高に平均建物高を加算したプロファイルを考慮

奄美大島における共用検討の評価シナリオ



赤色：地球局の設置位置
緑色：5G基地局の設置位置

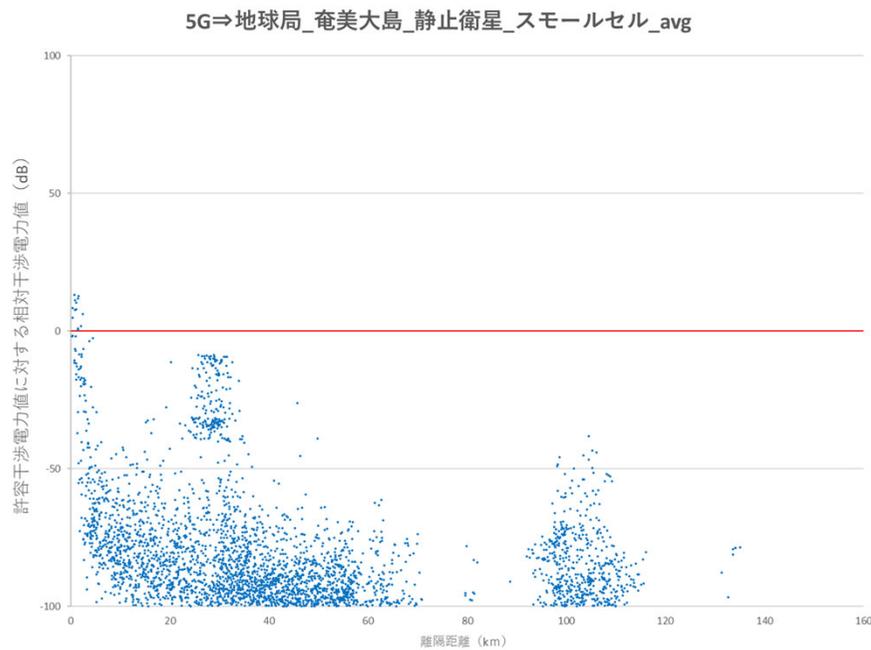
※ **赤字**は第21回技術検討作業班の共用検討内容からの差分を示す

共用検討結果

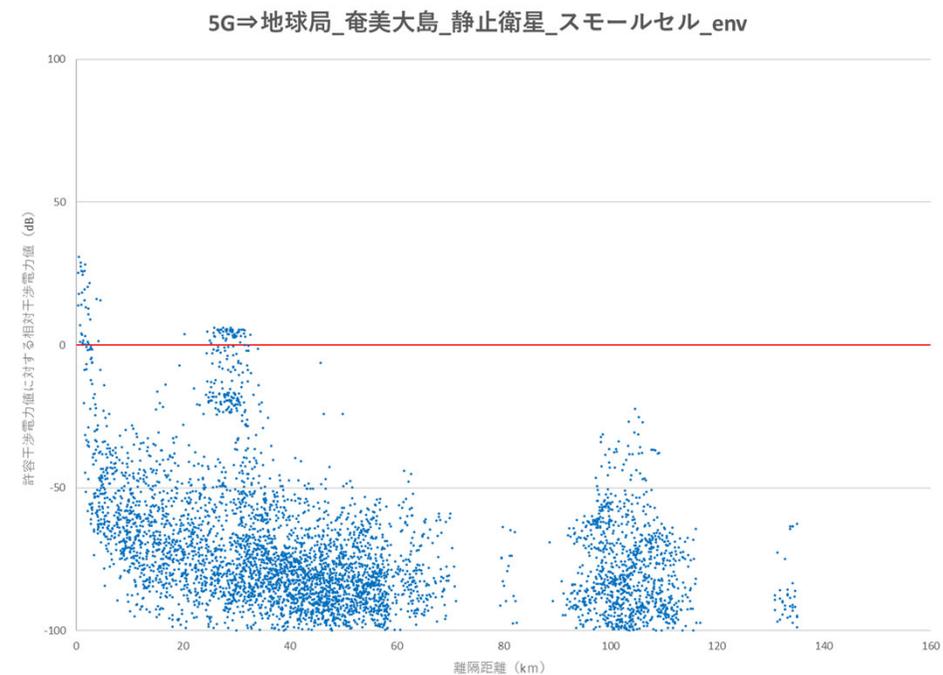
無線航行衛星システムとの共用検討

- 5G基地局から無線航行衛星システムの地球局（対静止衛星）への干渉影響
 - 検討結果から、地球局→5G基地局への干渉に比較して、5G基地局→地球局への干渉の影響が大きいいため、後者の結果を提示（以下同じ）
 - 基地局の空中線指向特性は、平均及び最大パターンを考慮

平均パターン



最大パターン

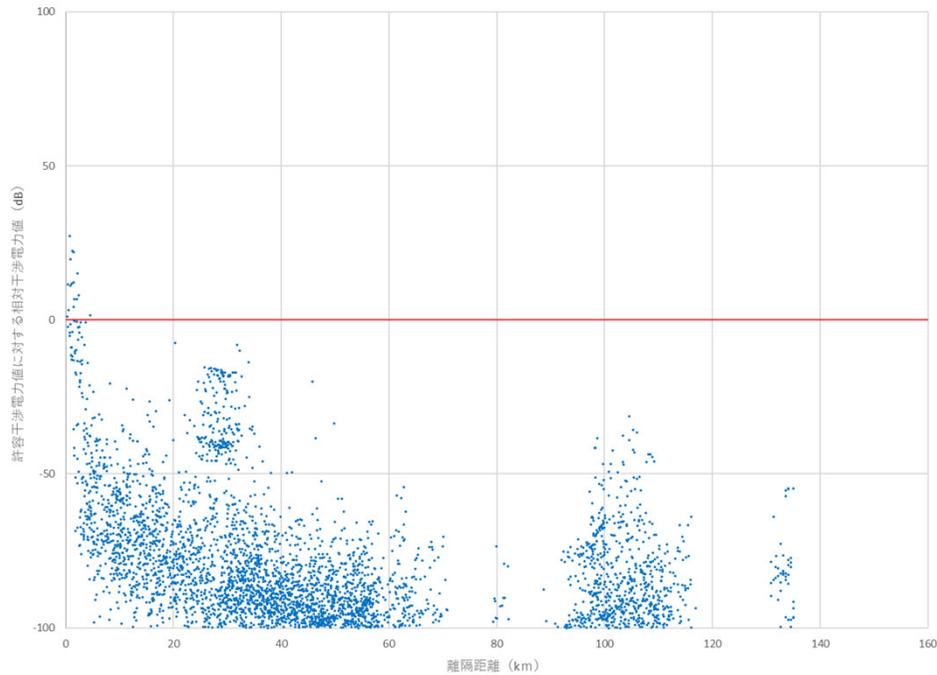


無線航行衛星システムとの共用検討

- 5G基地局から無線航行衛星システムの地球局（対非静止衛星）への干渉影響

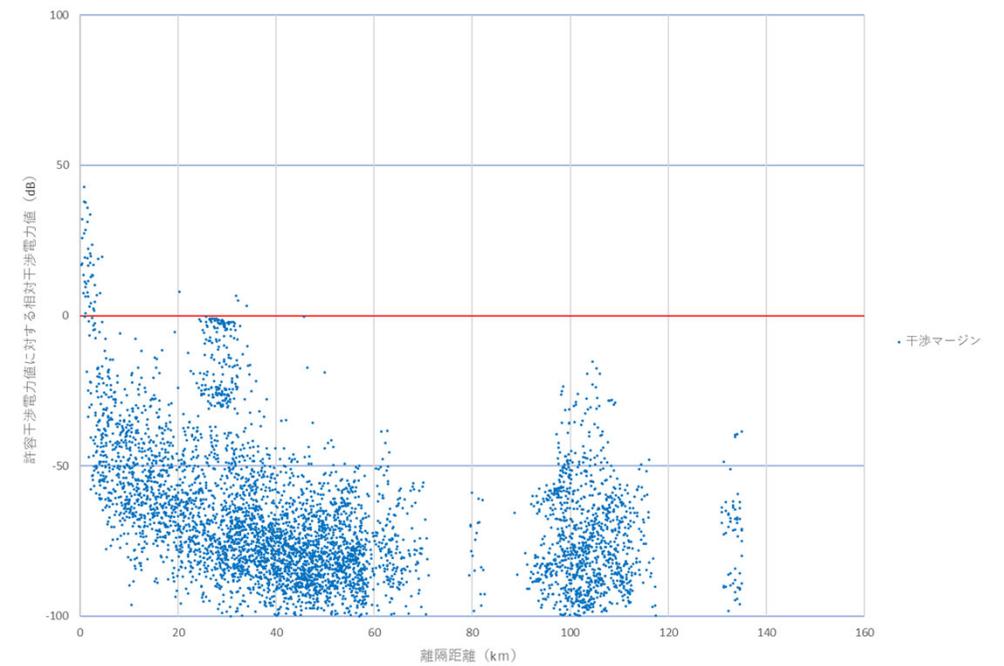
平均パターン

5G⇒地球局_奄美大島_非静止衛星_スモールセル_avg



最大パターン

5G⇒地球局_奄美大島_非静止衛星_スモールセル_env



無線航行衛星システムとの共用検討

- 5G基地局から無線航行衛星システムの地球局への干渉影響
 - 平均パターン

地球局	地球局の許容干渉電力を超過する最大距離 (km)			
	静止衛星に対向		非静止衛星に対向	
	スモールセル基地局	マクロセル基地局	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	該当地点なし	24.7	19.5	29.3
種子島	3.5	14.1	13.2	33.1
沖縄本島①	3.3	17.9	21.2	69.4
沖縄本島②	3.2	18.3	22.2	68.7
久米島	該当地点なし	11.2	7.9	96.5
宮古島	3.3	10.7	10.2	23.9
石垣島	6.3	22.3	25.6	50.9
奄美大島	2.4	32.6	4.5	34.1

- 最大パターン

地球局	地球局の許容干渉電力を超過する最大距離 (km)			
	静止衛星に対向		非静止衛星に対向	
	スモールセル基地局	マクロセル基地局	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	24.7	49.6	28.0	68.8
種子島	33.1	33.1	33.1	33.1
沖縄本島①	21.2	69.4	69.3	114.1
沖縄本島②	18.6	68.7	69.3	69.3
久米島	11.2	97.7	94.8	99.6
宮古島	22.5	24.3	23.9	24.3
石垣島	26.7	51.0	49.9	51.0
奄美大島	32.6	49.9	34.0	106.0

※赤字は本検討で追加された地球局

無線航行衛星システムとの共用検討

無線航行衛星システムの地球局への干渉影響

- 地球局の許容干渉電力を超過する最大離隔距離は、地球局の設置位置及び対向衛星（静止衛星又は非静止衛星）の条件や、5G基地局の種別（スモールセル基地局又はマクロセル基地局）や空中線指向特性（平均パターン又は最大パターン）の条件により異なるが、干渉調整の範囲を決定する上では、5G基地局の種別毎に、最も厳しい条件として、5G基地局の空中線指向特性は最大パターン、地球局の種別としては非静止衛星に対向する場合を考慮することが必要となる
- 実際の5G基地局の不要発射の強度の実力値は、共用検討で用いた値（スモールセル基地局では-16dBm/MHz、マクロセル基地局では-4 dBm/MHz）よりも改善が期待できる。不要発射の強度が5 dB及び10dB改善した条件において、最大離隔距離をまとめた結果を示す

○ 不要発射の強度が5dB改善

地球局の位置	地球局の許容干渉電力を超過する最大距離 (km)	
	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	27.4	68.6
種子島	22.9	33.1
沖縄本島①	69.3	69.4
沖縄本島②	67.5	69.3
久米島	11.2	99.6
宮古島	23.9	24.3
石垣島	35.2	51.0
奄美大島	31.8	49.9

○ 不要発射の強度が10dB改善

地球局の位置	地球局の許容干渉電力を超過する最大距離 (km)	
	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	20.5	68.5
種子島	13.2	33.1
沖縄本島①	21.3	69.4
沖縄本島②	22.2	69.3
久米島	11.2	98.4
宮古島	10.2	24.3
石垣島	32.0	51.0
奄美大島	4.5	49.9

※赤字は本検討で追加された地球局

無線航行衛星システムとの共用検討

地球局との共用条件のまとめ

- 無線航行衛星システムの地球局から5G基地局への干渉影響に比較して、5G基地局から無線航行衛星システムの地球局への干渉影響がより大きいため、後者の干渉影響に基づいて干渉調整を実施すればよいと考えられる。※陸上移動局（HPUE含む）・小電カレピータ・フェムトセルの影響はさらに小さい
- 共用検討により導かれた5G基地局からの干渉影響が地球局の許容干渉電力を超過する可能性がある最大離隔距離に基づくと、5G基地局の設置に際して下記に示す範囲での干渉調整を行う必要がある。また、干渉調整に際しては、複数の基地局からのアグリゲート干渉の影響を考慮する必要がある
- 本範囲は、5G基地局の不要発射の強度として、スモールセル基地局では-16dBm/MHz、マクロセル基地局では-4dBm/MHzを考慮したときの値であり、実際の基地局の不要発射の強度の実力値を加味すれば、干渉調整が必要な範囲を低減可能である
- 今後設置が見込まれる地球局に対しても、同様に免許人同士の干渉調整が必要である

地球局の設置場所	スモールセル基地局	マクロセル基地局
常陸太田	30km程度	70km程度
種子島	35km程度（同一島内）	
沖縄本島	70km程度（同一島内、伊江島、粟国島）	115km程度（同一島内、伊江島、粟国島、久米島）
久米島	100km程度（同一島内、沖縄本島）	
宮古島	25km程度（同一島内）	
石垣島	50km程度（同一島内、西表島、波照間島）	
奄美大島	35km程度(同一島内)	106km程度(同一島内、徳之島、喜界島、吐噶喇列島)

無線航行衛星システムとの共用検討

- 宇宙局（人工衛星局）との共用条件のまとめ
 - 複数の5G基地局からのアグリゲート干渉が宇宙局の許容干渉電力を超過しないようにするため、5G基地局(陸上移動中継局含む)の設置数の管理を行う必要がある
 - マクロセル基地局の場合は、宇宙局と見通しになる位置関係に設置すると、設置可能な基地局数が制限される（基地局の不要発射の強度が-4 dBm/MHzの場合）。より多くの5G基地局数を設置可能とするためには、基地局の不要発射の強度を改善させること(10dB改善した場合、35,000局程度)、上空方向への基地局の空中線利得が小さくなるようにすること、等の対策が必要である。
 - なお、5Gシステムの陸上移動局（HPUE含む）・小電力レピータ・フェムトセル基地局と無線航行システムの宇宙局との間の干渉影響は、基地局の場合に比較して小さいため※、上記の5Gシステムの基地局から無線航行システムの宇宙局への干渉影響に関わる共用条件を満たしていれば、5Gシステムの陸上移動局（HPUE含む）・小電力レピータ・フェムトセル基地局についても共用可能であると考えられる