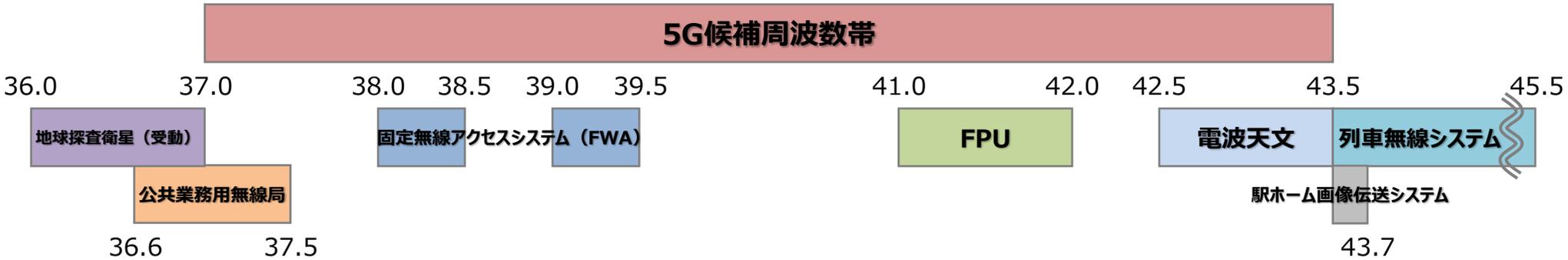


37.0-43.5GHzの検討周波数における 5Gとの共用検討

株式会社三菱総合研究所
2025年2月27日

40GHz帯の利用/計画状況



共用検討の組合せ

5G候補周波数帯	対象システム	同一/隣接	与干渉 → 被干渉
37.0-43.5GHz (40GHz帯)	地球探査衛星（受動）	隣接周波数	5G → 地球探査衛星（受動）
	固定無線アクセスシステム（FWA）	同一周波数 隣接周波数	5G → 固定無線アクセスシステム 固定無線アクセスシステム → 5G
	FPU	同一周波数 隣接周波数	5G → FPU FPU → 5G
	電波天文	同一周波数 隣接周波数	5G → 電波天文
	列車無線システム	隣接周波数	列車無線システム → 5G 5G → 列車無線システム
	公共業務用無線局	同一周波数 隣接周波数	5G → 公共業務用無線局 公共業務用無線局 → 5G
	駅ホーム画像伝送システム	隣接周波数	駅ホーム画像伝送システム → 5G 5G → 駅ホーム画像伝送システム

40GHz帯に関する海外の動向

40GHz帯5Gの利用シーンについて海外では、スタジアムや都市部等の人口密集地におけるモバイル通信のトラフィックや通信速度を改善する手段として、またモバイルバックホールや地域における工場等でのスポット的な通信用途として、想定または一部運用されている。

国名	40GHz帯に関する動向
米国	<ul style="list-style-type: none"> ● 当該帯域は米国ではUpper Microwave Flexible Use Service (UMFUS) *1と呼ばれている。 ● <u>2019年12月のオークション103</u> *2におけるUpper 37GHz帯(37.6-38.6)及び39GHz帯域(38.6-40)に対して、Verizon/AT&T/T-Mobile/Sprintなど28の入札者により落札され、FCC(連邦通信委員会)では成功と評価している。 ● また、<u>Lower 37GHz帯(37.0-37.6)</u>についても、2024年12月にNTIA(米国商務省電気通信情報局)より、<u>連邦・非連邦利用の間の共用調整枠組みが提起</u> *3されている。
欧州・英国	<ul style="list-style-type: none"> ● WRC-19議題1.13(IMT用帯域検討)での検討対象帯域を設定したWRC-15において、欧州CEPT(欧州郵便電気通信主管庁会議)は、移動体通信と衛星通信のバランスを考慮した移動体通信業界からの支持を踏まえ、検討対象帯域を40.5-43.5GHzで提起。 ● WRC-19では、IMT用として37-43.5GHzがグローバル特定されるとともに、上記欧州背景踏まえ第一地域では40.5-43.5GHzが推奨され、欧州は40.5-43.5GHzをIMT帯域として特定 *4。 ● 当該40.5-43.5GHzについて、英国では、<u>2025年10月に26GHz帯/40GHz帯オークションが予定</u> *5されており、26GHz帯と40GHz帯は代替可能な帯域として、ユーザニーズを踏まえた十分な帯域を提供すること(26GHz帯と40GHz帯の同時提供)、またこれにより40GHz帯の無線機器開発及び市場喚起も意図していること、が謳われている。

(* 1) [Upper Microwave Flexible Use Service \(UMFUS\) | Federal Communications Commission](#)

(* 2) [Auction 103: Spectrum Frontiers – Upper 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz | Federal Communications Commission](#)

(* 3) [National Spectrum Strategy 37 GHz Spectrum Sharing Report | National Telecommunications and Information Administration](#)

(* 4) [ECC Decision \(22\)06](#)

(* 5) [Enabling mmWave spectrum for new uses - Ofcom](#)

40GHz帯FPU

40GHz帯FPUとの干渉検討 (はじめに)

- 5Gシステムと40GHz帯FPUとの共用検討は、2019年に、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(第15-17回:継続審議)において実施されている。

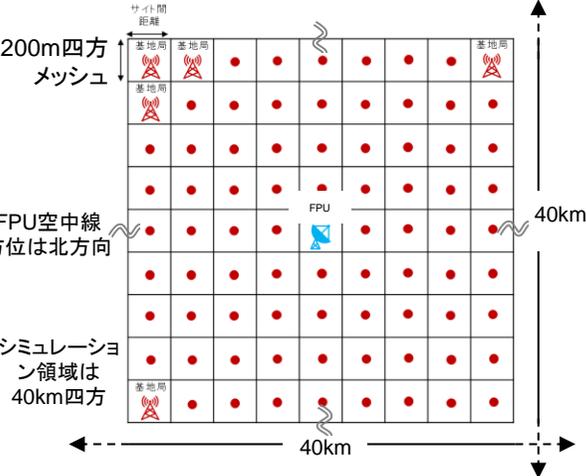
干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
同一／隣接 周波数	<p>(同一帯域)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5Gシステムの基地局とFPUの無線局の1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの空中線の方位角が正対する条件では、所要改善量が最大で60dB程度の結果となった。 ● FPUの無線局の空中線の方位角が10°ずれた場合でも、所要改善量が30dB程度残り、所要改善量を0dB以下とするためには、双方の空中線の方位角を80°程度以上ずらす必要があるとの結果となった。 ● これらの点を踏まえると、5GシステムとFPUが同一帯域を用いる場合には、空中線の設置の工夫だけでは共用は難しく、十分な離隔距離を確保し、運用エリアを地理的に棲み分ける必要がある。 ● また、このような棲み分けが現実的に可能であるかについては、両システムの利用用途や利用シーンを考慮して、判断する必要がある。 <p>(隣接帯域)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの空中線の方位角が正対する条件では、所要改善量が最大で43dB程度の結果となった。FPUの空中線の方位角が10°ずれた場合には、所要改善量が13dB程度となり、40°程度ずれた場合には、所要改善量が0dB以下となった。 ● 以上より、双方のシステムの空中線の設置の工夫や、無線機の送受信特性の実力値を考慮することにより、5Gシステムの基地局とFPUの無線局が隣接周波数で共用するために必要な所要改善量を低減することができる。 ● FPUの設置は、見通しを確保するためビル屋上等に設置される一方、5Gの基地局はホットスポット的に低空中線高で設置される可能性が高いため、両無線局の設置場所の間には、建物等の遮蔽を期待することができる。 ● これらの点を踏まえると、5Gシステムの基地局とFPUの無線局は、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

- 【過年度検討結果概要】 上記に示す過年度の検討において、1対1対向でシステム相互の空中線の方位角を変えた条件で評価を行っており、
 - 同一帯域では、十分な離隔距離を確保することにより運用エリアの地理的な棲み分けが必要とした上で、これが現実的に可能かどうかをそれぞれのシステムの利用用途や利用シーンを考慮して判断
 - 隣接帯域では、方位角の条件によって所要改善量が0dB以下となる場合があることから、空中線の設置の工夫や無線機の送受信特性の実力値を考慮することにより共用可能
 とされている。なお、FPUの運用方法として映像中継等に使用されることを想定した場合、瞬断であっても放送へ影響が出る事が予想されるため、モンテカルロ・シミュレーションによる検討は対象外となっている。

- 【本調査検討での検討方針】

- 令和6年度の検討では、現在のFPUの利用状況を確認したところ、移動局であり全国での利用が可能であるが常時利用ではなく、イベント中継や報道用途として一定時間・一定エリアでの利用であることが分かった。また、設置形態としては静止環境（利用時は固定設置）に加え移動環境（利用時に移動）での利用があり、利用決定から利用開始までの時間は報道用途では短時間（1時間等）のケースも想定されることが分かった。
- 以上より、利用場所は任意であるものの運用規模からもFPU稼働時の地理的棲み分けの可能性は想定されること、また都市部等での利用では複数5G基地局からの干渉も想定されることより、以下の検討を行った。
 - ✓ 1対1対向による干渉検討：電波伝搬モデルとして、過年度検討時の自由空間伝搬モデルではなく、電波見通し外の大地回折減衰を考慮したITU-R勧告 P.452モデルを用いることで詳細な検討を行った。
 - ✓ 合成干渉量による干渉検討：過年度検討でも実施の1対1対向に加え、5G基地局からの合成干渉量による干渉検討も行うことで詳細な検討を行った。

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討方法)

干渉検討方法	内容																																
(1) 1対1対向による干渉検討	<p>■ 電波伝搬モデル ITU-R勧告 P.452-17(球面台地)</p> <p>■ 干渉検討モデル 与干渉システムと被干渉システムを正対させた条件のもとで、互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出。 ※5G空中線利得は最大パターンで計算</p>																																
<p>(2) 合成干渉量による干渉検討</p> <p>■ サイトスペシフィック 固有の地理的条件事例(サイトスペシフィック)のもとでのシミュレーション</p> <p>■ サイトジェネラル 固有の地理的条件前提ないもとでのシミュレーション</p>	<p>■ 電波伝搬モデル ＜サイトスペシフィック＞ ITU-R勧告 P.452-17(標高等使用地図データは下記の通り)。なお、調査検討における電波伝搬測定結果を踏まえ規定した8.5dBマージンを、P.452による電波伝搬減衰量より減算する。 (地図データ) 標高データ: 国土地理院、建物高データ: ゼンリンZmap-AREA II</p> <p>＜サイトジェネラル＞ ITU-R勧告 P.452-17(球面台地)。実環境での遮蔽等の影響を鑑みクラッタ損失としてITU-R勧告 P.2108(場所率0.1%)を適用。</p> <p>■ 干渉検討モデル 基地局間サイト距離長メッシュ(200m)中心に5G基地局を地理平面的に敷き詰められたメッシュ配置を仮定し、計算領域内中心のFPUに対する5G基地局からの合成干渉量に対するFPU許容干渉基準との比較により保護エリア(5Gの置局ができない干渉範囲)を算出。</p> <p>① 計算領域内の各5Gシステムについて、FPUシステムから5Gシステムへの1対1での干渉量と、5Gシステム全体からFPUへの合成干渉量I [dBm] を下式にて計算。 $I = \sum (P_T + G_T + G_R - L_T - L_R - L_P)$ ※5G空中線利得は平均パターンで計算</p> <p>② 合成干渉量が、FPUシステムの許容干渉電力を下回るまで、干渉電力が大きい基地局より選択する。加えて5G空中線利得最大パターン1局で許容干渉電力を超過する基地局も選択する。</p> <table border="1" data-bbox="1363 519 2001 892"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>定義</th> <th>単位</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>FPUシステムへの合成干渉電力</td> <td>dBm</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>P_T</td> <td>5Gシステム出力</td> <td>dBm</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>G_T</td> <td>5Gシステムの空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>G_R</td> <td>FPUシステムの空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>FPU無線諸元(p.8)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>L_T</td> <td>5Gシステムの系統損失</td> <td>dB</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>L_R</td> <td>FPUシステムの系統損失</td> <td>dB</td> <td>FPU無線諸元(p.8)より</td> </tr> <tr> <td>L_P</td> <td>電波伝搬損失</td> <td>dB</td> <td>電波伝搬モデルより算出</td> </tr> </tbody> </table> 	記号	定義	単位	備考	I	FPUシステムへの合成干渉電力	dBm	-	P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より	G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より	G_R	FPUシステムの空中線利得	dBi	FPU無線諸元(p.8)及び設置仮定(下図)より	L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より	L_R	FPUシステムの系統損失	dB	FPU無線諸元(p.8)より	L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出
記号	定義	単位	備考																														
I	FPUシステムへの合成干渉電力	dBm	-																														
P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より																														
G_R	FPUシステムの空中線利得	dBi	FPU無線諸元(p.8)及び設置仮定(下図)より																														
L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
L_R	FPUシステムの系統損失	dB	FPU無線諸元(p.8)より																														
L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出																														

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討パラメータ)

■ 5Gシステムの干渉検討パラメータ

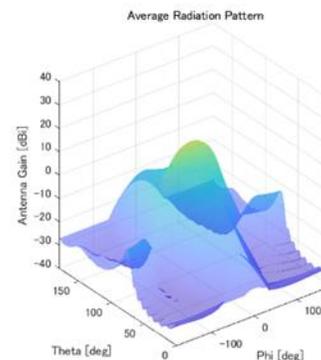
(5G基地局)

項目	設定値	備考
空中線電力	6.0 dBm/MHz	(注1)
不要発射の強度	-13.0 dBm/MHz	(注1)
給電系損失	3.0 dB	(注1)
最大空中線利得	26 dBi	(注1)
空中線指向性	ITU-R勧告 M.2101 平均・最大パターン	(注1,2)
空中線高	6.0 m	(注1)
チルト角	10°	(注1)
許容干渉基準	-108 dBm/MHz (I/N=-6dB, NF=12dB)	(注1)

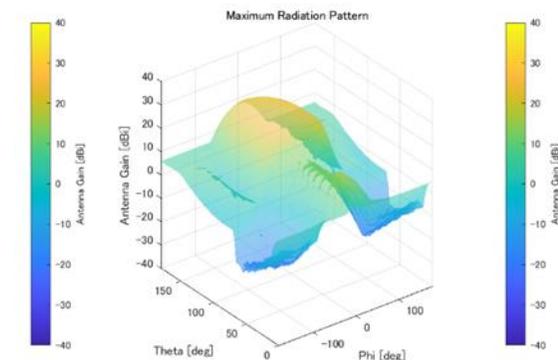
(注1) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班(2019年・第15回 資料15-1)

(注2) 過年度(注1)のM.2101平均パターンに加え最大パターンも利用

(平均パターン)



(最大パターン)



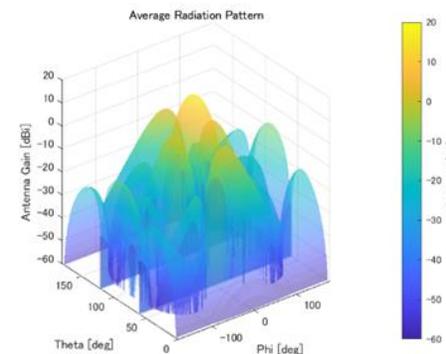
5G基地局の空中線指向特性

(5G移動局)

項目	設定値	備考
空中線電力	-1.0 dBm/MHz	(注2)
不要発射の強度	-13.0 dBm/MHz	(注1)
給電系損失	3.0 dB	(注1)
その他損失	4 dB (人体吸収損)	(注1)
最大空中線利得	17 dBi	(注1)
空中線指向性	ITU-R勧告 M.2101 瞬時パターン	(注1)
空中線高	1.5 m	(注1)
許容干渉基準	-108 dBm/MHz (I/N=-6dB, NF=12dB)	(注1)

(注1) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班(2019年・第15回 資料15-1)

(注2) ITU-RのIMT-2020共用検討パラメータ(Document 5-1/36-E)



5G移動局の空中線指向特性

※36-37GHzを利用する地球探査衛星業務(受動)の保護のための**決議243(WRC-19)**準拠の動作仕様規定について3GPPで議論開始されていない現況であることに留意

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討パラメータ)

■ 40GHz帯FPUの干渉検討パラメータ

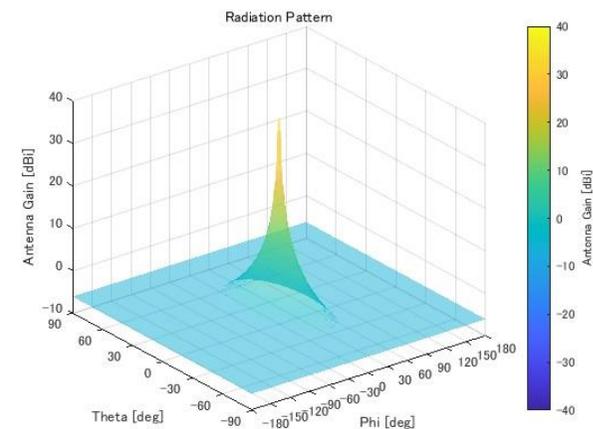
項目	設定値	備考
空中線電力	12.0 dBm/MHz	(注1)
不要発射の強度	-10.0 dBm/MHz	(注1,2)
給電系損失	0.5 dB	(注1)
最大空中線利得	40 dBi / 20dBi	(注1)
空中線指向性	【40 dBi】 ITU-R勧告 F.699(D=0.3 m) 【20 dBi】 無指向アンテナ	(注1)
空中線高	15~100 m	(注1)
チルト角	0°	(注1,2)
許容干渉基準	-114.0 dBm/MHz	(注1,2)

(注1) 調査検討会事業者構成員より提示の条件。

空中線高は、1対1対向検討では過年度(注2)にあわせ15m、合成干渉量検討では20~100mを設定

空中線指向性は、1対1対向検討については過年度(注2)にあわせF.699、合成干渉量検討ではF.699と無指向の双方を設定

(注2) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班(2019年・第15回 資料15-1)



40GHz帯 FPUシステムの空中線指向特性

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討結果)

(1) 1対1対向による干渉検討結果

5G基地局とFPUシステムが正対するケースが最も離隔距離が長く、同一周波数については37km程度、隣接周波数については30km程度の離隔距離となる。

過年度と比較すると、同一周波数の配置正対では100km超であったところ電波見通し外の大地回折損考慮より37km程度に短縮している。また、角度変更による傾向は概ね同様であった。

周波数配置	与干渉局	被干渉局	配置 (FPU角度変更)	所要改善量0dBとなる 水平距離(km)
同一周波数	5G基地局	FPUシステム	正対	36.75
			2°	30.5
			30°	8.0
			45°	5.0
			90°	4.75
	FPUシステム	5G基地局	正対	36.7
	5G移動局	FPUシステム	正対	23.15
FPUシステム	5G移動局	正対	26.05	
隣接周波数	5G基地局	FPUシステム	正対	29.2
			2°	16.25
			30°	0.85
			45°	0.55
			90°	0.5
	FPUシステム	5G基地局	正対	27.10
	5G移動局	FPUシステム	正対	17.05
FPUシステム	5G移動局	正対	16.05	

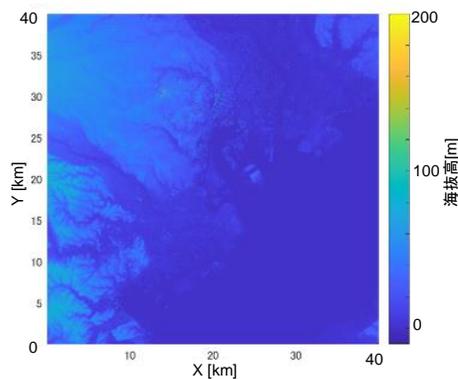
40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討結果)

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

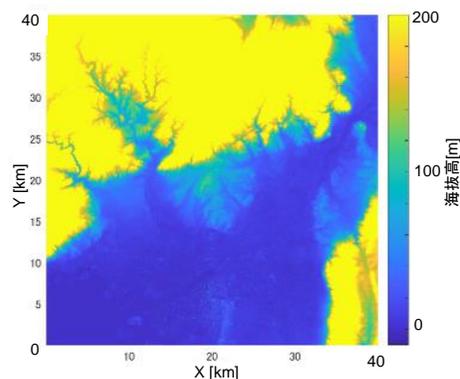
保護エリアの広さ(5G基地局が干渉する地理的広がり)を確認するため、
利用シーン及び地理的状況事例を以下のとおり設定し、5G基地局からの合成干渉量による干渉検討を実施。

(干渉検討シナリオ)

シナリオ		FPU空中線高(指向性)
1-1	静止環境(屋外)長距離伝送に対するFPU被干渉SIM_大都市(*1)	50m (ITU-R F.699, 40dBi)
		100m (ITU-R F.699, 40dBi)
1-2	静止環境(屋外)長距離伝送に対するFPU被干渉SIM_中小都市(*2)	30m (ITU-R F.699, 40dBi)
		50m (ITU-R F.699, 40dBi)
2-1	移動環境(屋外)短距離伝送に対するFPU被干渉SIM_大都市(*1)	20m (無指向, 20dBi)



(*1) 【大都市】東京都品川区



(*2) 【中小都市】大阪府豊中市

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討結果)

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

- 設定したシナリオにおいて、遮蔽影響より、大都市(シナリオ1-1)より中小都市(シナリオ1-2)の方が保護エリア(干渉範囲)は大きい
(例: 同一周波数のシナリオ1-1(50m)の16.8 km²に対して、シナリオ1-2(50m)の59.28km²)
- 同様に、遮蔽影響により、空中線高は高い方が保護エリアは大きい
(例: 同一周波数のシナリオ1-1(50m)の16.8 km²に対して、シナリオ1-1(100m)の34.48km²)
- シナリオ2-1は移動環境であり、シナリオ1に比べ利得は20dB低い、無指向であることより、同じ都市環境でも保護エリアは大きい。(例: 同一周波数・大都市のシナリオ1-1(100m)の34.48 km²に対して、シナリオ2-1(20m)の43.03km²)
隣接周波数においても、シナリオ1に比べ無指向であることよりFPU近傍を中心に一定の保護エリアが残る。(隣接周波数のシナリオ2-1(20m)の7.56 km²)

(干渉検討結果サマリ)

与干渉局	被干渉局	周波数帯	シナリオ (FPU空中線高)	保護エリア面積 [km ²]
5G基地局	FPU	同一周波数	1-1 (50 m)	16.80
			1-1 (100 m)	34.48
			1-2 (30 m)	25.48
			1-2 (50 m)	59.28
			2-1 (20 m)	43.08
		隣接周波数	1-1 (50 m)	1.08
			1-1 (100 m)	1.10
			1-2 (30 m)	1.60
			1-2 (50 m)	1.68
			2-1 (20 m)	7.56

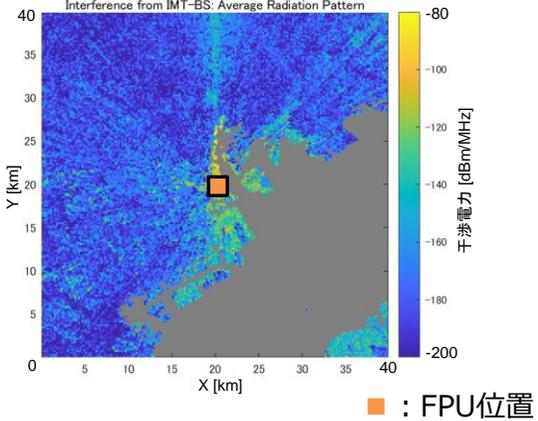
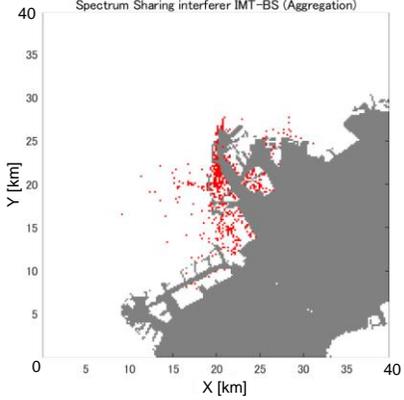
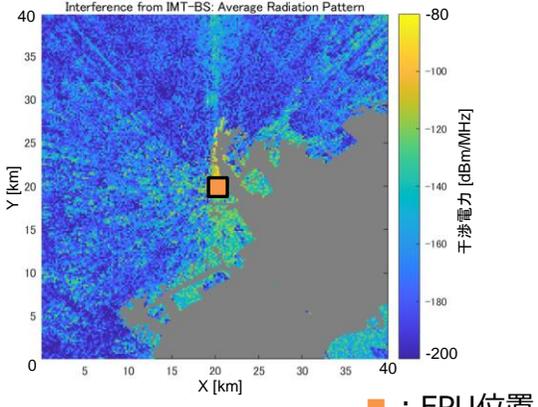
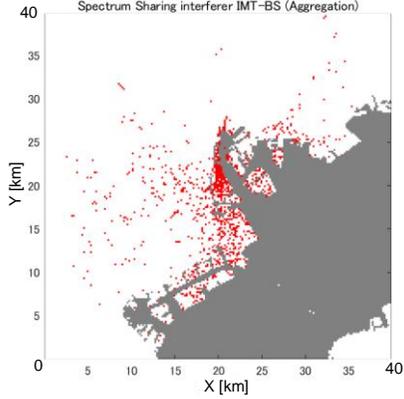
(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 同一周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。

遮蔽影響により、空中線高は高い方が保護エリアは大きい。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
1-1 静止環境 大都市 空中線高 : 50m	 <p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		16.80
1-1 静止環境 大都市 空中線高 : 100m	 <p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		34.48

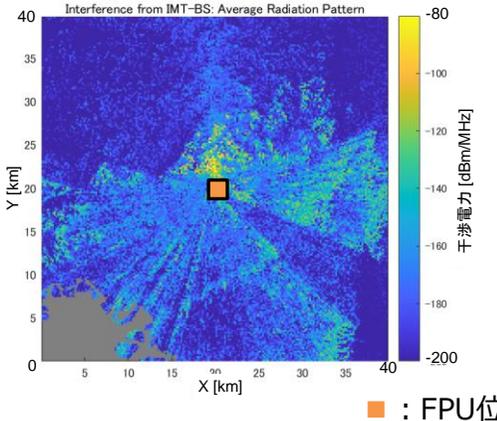
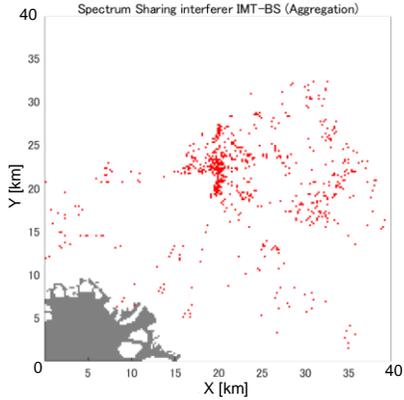
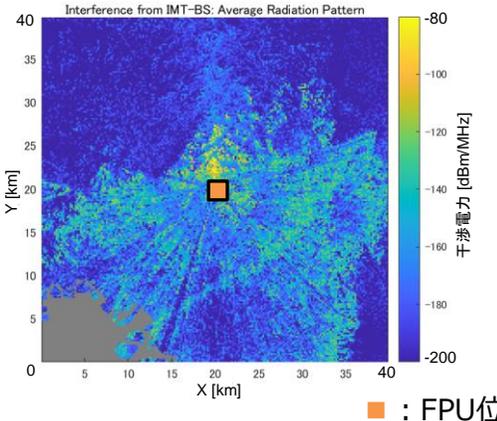
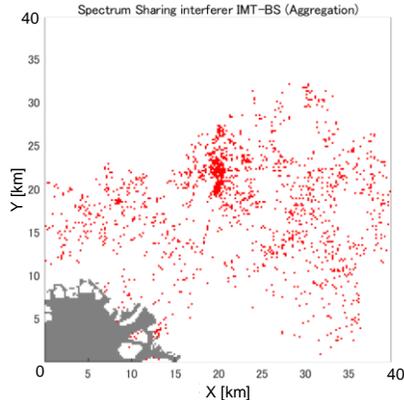
(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 同一周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。

遮蔽影響により、大都市(シナリオ1-1)に比べて中小都市の方が、また空中線高は高い方が、保護エリアは大きい。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

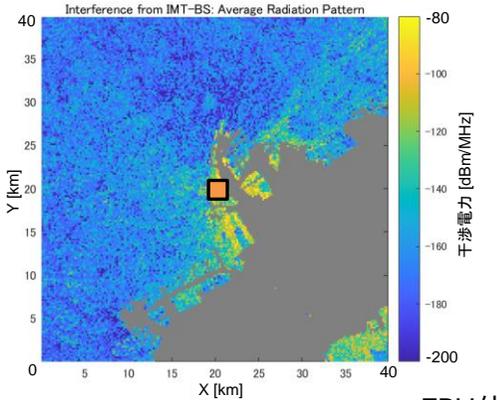
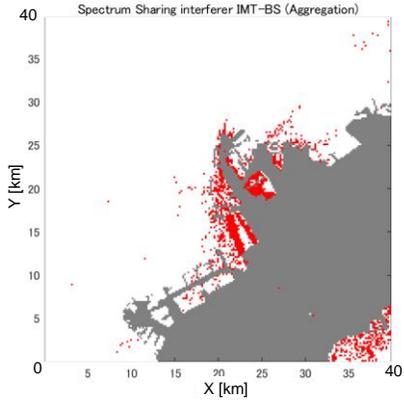
シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
1-2 静止環境 中小都市 空中線高: 30m	 <p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		25.48
1-2 静止環境 中小都市 空中線高: 50m	 <p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		59.28

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 同一周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。移動環境であり、シナリオ1に比べ、利得は20dB低いが無指向であることより、同じ大都市環境でも保護エリアは大きい。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
2-1 移動環境 大都市 空中線高：20m	 <p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		43.08

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 隣接周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。

同一周波数に比べ差異は限定的だが、遮蔽影響により、空中線高は高い方が保護エリアはやや大きい。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
<p>1-1 静止環境 大都市 空中線高: 50m</p>	<p>Interference from IMT-BS: Average Radiation Pattern</p> <p>Y [km]</p> <p>X [km]</p> <p>干渉電力 [dBm/MHz]</p> <p>■ : FPU位置</p>	<p>Spectrum Sharing interferer IMT-BS (Aggregation)</p> <p>Y [km]</p> <p>X [km]</p>	<p>1.08</p>
<p>1-1 静止環境 大都市 空中線高: 100m</p>	<p>Interference from IMT-BS: Average Radiation Pattern</p> <p>Y [km]</p> <p>X [km]</p> <p>干渉電力 [dBm/MHz]</p> <p>■ : FPU位置</p>	<p>Spectrum Sharing interferer IMT-BS (Aggregation)</p> <p>Y [km]</p> <p>X [km]</p>	<p>1.10</p>

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 隣接周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。

同一周波数に比べ差異は限定的だが、遮蔽影響により、大都市(シナリオ1-1)に比べて中小都市の方が、

また空中線高は高い方が、保護エリアはやや大きい。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
1-2 静止環境 中小都市 空中線高: 30m	<p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		1.60
1-2 静止環境 中小都市 空中線高: 50m	<p style="text-align: center;">■ : FPU位置</p>		1.68

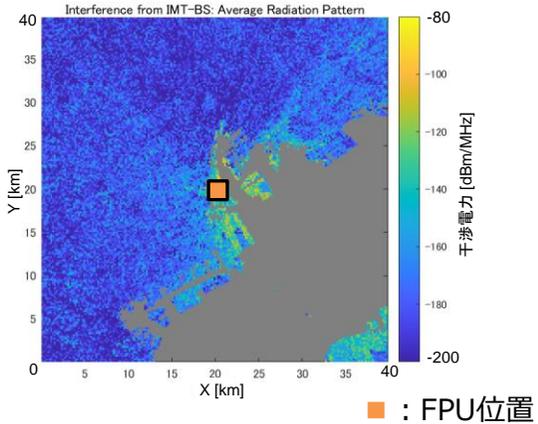
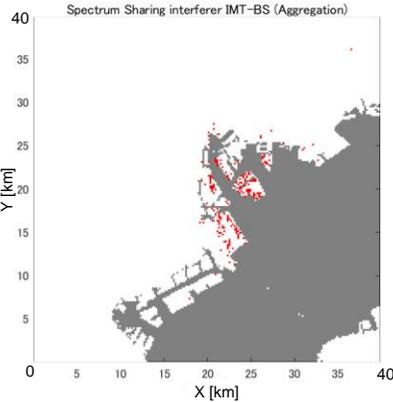
(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

(各シナリオの干渉検討結果: 隣接周波数)

1対1対向に比べて、FPUの空中線指向特性と地形・地物による遮蔽環境が、干渉範囲の面的な広がりや形状に影響を与えている。

同一周波数に比べ差異は限定的だが、シナリオ1に比べ、利得は20dB低いが無指向であることより、同じ大都市環境でも保護エリアは大きい。

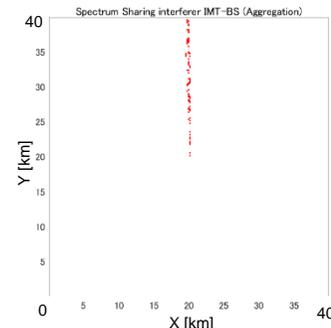
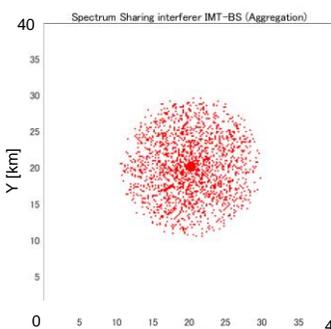
※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

シナリオ	5G基地局からFPUへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFPUへの干渉における共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
2-1 移動環境 大都市 空中線高: 20m	 <p>■ : FPU位置</p>		7.56

40GHz帯FPUとの干渉検討 (干渉検討結果)

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトジェネラル)

隣接周波数の5G基地局からFPUへのサイトジェネラルな合成干渉量による干渉検討結果は以下の通り。

与干渉局	被干渉局	周波数帯	シナリオ	保護エリア面積 [km ²]
5G基地局	FPU	隣接周波数	1: 静止環境(屋外)長距離 伝送を想定 【空中線】ITU-R F.699, 40dBi 【空中線高】100m	3.0 
			2: 移動環境(屋外)短距離 伝送を想定 【空中線】無指向, 20dBi 【空中線高】20m	65.72 

- 干渉検討結果は、静止環境想定で約3 km²、移動環境で約65 km²の保護エリアとなった。
- これに対して、不要発射の無線局実力値を15dBと仮定(基準となる不要発射の強度-13.0 dBm/MHzに対して5 dB刻みでの減衰量を設定)して検討を行ったところ、保護エリアはなくなるとの結果となった*。なお、同様の実力値を仮定すれば、前項のサイトスペシフィックにおける隣接周波数についても保護エリアなしで共用可能である。
(*) シナリオ1については、5dBで保護エリアはなくなる。シナリオ2については、5dBで1.28 km²、10dBで0.56km²、15dBで保護エリアはなくなる。
- 静止環境に加えて移動環境では、5GとFPUは任意の配置関係にあることが想定され、置局状況によっては合成干渉量に影響が生じることが想定されることを鑑みると、不要発射の無線局実力値が15dBであれば、隣接周波数での保護エリアを要さない共用可能性は高いものと考えられる。

40GHz帯FPUとの干渉検討 (まとめ)

- 5Gシステムと40GHz帯FPUとの共用検討は、2019年に、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(第15-17回)において実施されている。
- 【過年度検討結果概要】 上記過年度の検討においては、同一帯域については十分な離隔距離の確保を要し、運用エリアの地理的な棲み分けが現実的に可能かは利用用途・シーンを考慮し判断が必要、隣接帯域については1対1対向のもとでも互いの空中線方位によっては所要改善量が0dB以下となり、FPU及び5G基地局の設置環境並びに無線機の実力値を考慮すれば共用可能であると考えられる、との結論となっている。(なお、FPUの運用方法として映像中継等に使用されることを想定した場合、瞬断であっても放送へ影響が出ることが予想されるため、モンテカルロ・シミュレーションによる検討は対象外となっている)
- 【本調査検討での検討方針】
 - 令和6年度の検討では、現在のFPUの利用状況を確認したところ、移動局であり全国での利用が可能であるが常時利用ではなく、イベント中継や報道用途として一定時間・一定エリアでの利用であることが分かった。また、設置形態としては静止環境(利用時は固定設置)に加え移動環境(利用時に移動)での利用があり、利用決定から利用開始までの時間は報道用途では短時間(1時間等)のケースも想定されることが分かった。
 - 以上より、利用場所は任意であるものの運用規模からもFPU稼働時の地理的棲み分けの可能性は想定されることより、以下の検討を行った。
 - ✓ 1対1対向による干渉検討: 電波伝搬モデルとして、過年度検討時の自由空間伝搬モデルではなく、電波見通し外の大地回折減衰を考慮したITU-R勧告 P.452モデルを用いることで詳細な検討を行った。
 - ✓ 合成干渉量による干渉検討: 過年度検討でも実施の1対1対向対向に加え、5G基地局からの合成干渉量による干渉検討も行うことで詳細な検討を行った。

40GHz帯FPUとの干渉検討 (まとめ)

<共用条件>

- 同一周波数については、1対1対向による干渉検討では離隔距離として最大約37km、合成干渉量による干渉検討では地理的条件に依存するものの概ね数十km²程度の保護エリアを要し、保護エリアの確保が共用条件となる。
- 隣接周波数については、1対1対向による干渉検討では離隔距離として最大約30km、合成干渉量による干渉検討では地理的条件に依存するものの保護エリアは10 km²以下程度(地理的条件に依存しないサイトジェネラルの場合は概ね数十km²程度)の保護エリアを要し、保護エリアの確保が共用条件となるが、不要発射無線局実力値について15dB程度を考慮できるならば保護エリアを要さず共用可能と考えられる。

※共用可能性の評価

- 保護エリアの確保が必要な場面はFPU運用時に限定され、台数・頻度等のFPUの運用規模感及び干渉検討結果より、FPU運用時の地理的な棲み分けの実行可能性は高い(FPUの運用に伴う5G基地局の停波頻度や範囲は一定程度に抑えられる)ものと考えられる。
- 現段階においては、FPUの運用規模は極めて限定的であることより、FPUの運用に伴う5G基地局の停波は、放送事業者・携帯電話等事業者の事業者間調整によることが適当であるものと考えられる。
- 将来的に、FPUの運用規模が増大しまた短時間での事業者間調整(報道用途等での利用決定から利用開始までが短時間(1時間等)のもとでの調整)が求められる頻度が高まっていく状況となる場合においては、多数の運用の短時間での調整を可能とする手段としてのダイナミック周波数共用*の導入も候補として想定される。
- なお、特に地域事業者による5G利用を想定する場合、当該地域事業者においては、FPU運用時の共用に関わる上記の事業者間調整等に対応可能な運用体制が求められること、またFPU運用に即した5G停波を行った上での事業の成立が求められることに留意が必要である。

(*)ダイナミック周波数共用の主な構成要素としては、干渉検討結果も踏まえ、以下が考えられる。

- ✓ 電波伝搬モデル: ITU-R勧告 P.452-17。なお、必要に応じ事業者間で合意したマージンをP.452による電波伝搬減衰量より減算する。
- ✓ 干渉検討モデル: 実際に利用の5G基地局やFPUの無線諸元及び位置・地理的環境を用いた合成干渉量計算を行う。

38GHz帯FWA

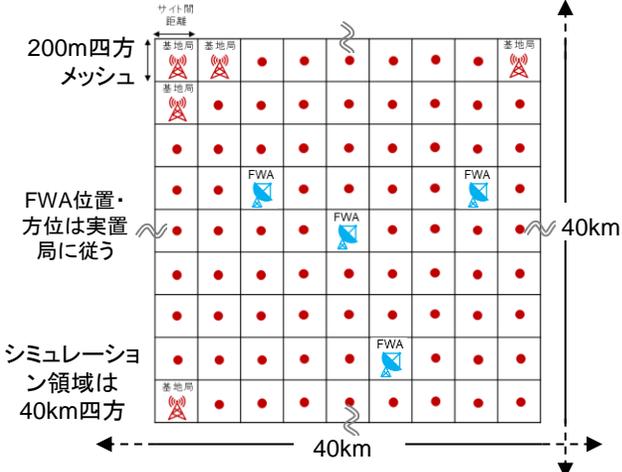
38GHz帯FWAとの干渉検討（はじめに）

- 5Gシステムと38GHz帯FWAとの共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班（2019年・第14回）において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
隣接周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムの無線局の1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの無線局の空中線の方位角が正対する条件を含めると、20km程度の離隔距離が必要との結果になった。 ・ 5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムの無線局の位置関係は様々なパターンが想定されること、ビームフォーミングを適用した5Gシステムの基地局では、空中線指向特性が動的に変動することを踏まえ、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価も行った。その場合、離隔距離が900m及び許容干渉発生確率3%の条件で、所要改善量は10.8dB程度以下となる。また、離隔距離が小さい条件で、双方の無線局の空中線の方位角が正対しないように配置する対策をとれば、所要改善量を0dB以下とすることが可能である。 ・ 上記の評価において、モンテカルロ・シミュレーションによる評価がより現実の利用シーンを反映していることや、双方の無線局の不要発射の強度や許容干渉電力の実力値での改善が見込まれることを考慮すると、5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムは、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

- 【過年度検討結果概要】 過年度の検討において、隣接周波数について、FWAに対する5G基地局1局とのモンテカルロ・シミュレーションより、双方の無線局の不要発射の強度や許容干渉電力の実力値での改善が見込まれることを考慮すると共用可能とされている。
- 【本調査検討での検討方針】 令和6年度の共用検討では、中央防災無線等で運用の常設局（100局程度）の実際の置局情報及び無線諸元情報より、地形状況を考慮した5G基地局からの合成干渉量による干渉検討も行うことにより、さらに詳細な検討を行った。

38GHz帯FWAとの干渉検討 (干渉検討方法)

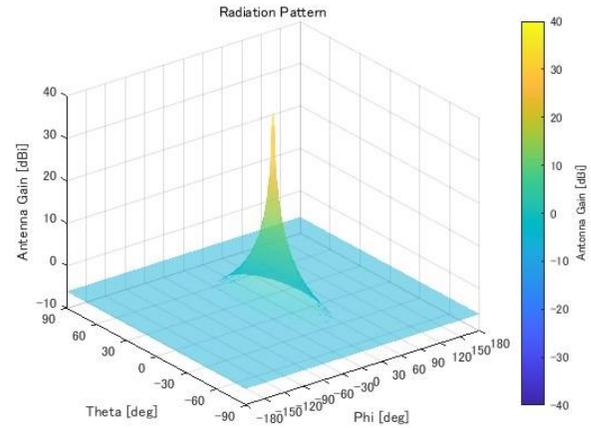
干渉検討方法	内容																																
(1) 1対1対向による干渉検討	<p>■ 電波伝搬モデル ITU-R勧告 P.452-17(球面台地)</p> <p>■ 干渉検討モデル 与干渉システムと被干渉システムを正対させた条件のもとで、互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出。 ※5G空中線利得は最大パターンで計算</p>																																
<p>(2) 合成干渉量による干渉検討(サイトスペシフィック)</p> <p>固有の地理的条件(サイトスペシフィック)のもとでの合成干渉量によるシミュレーション</p>	<p>■ 電波伝搬モデル ITU-R勧告 P.452-17 (標高等使用地図データは下記の通り) (地図データ) 標高データ: 国土地理院、建物高データ: ゼンリンZmap-AREA II</p> <p>■ 干渉検討モデル 基地局間サイト距離長メッシュ(200m)中心に5G基地局を地理平面的に敷き詰められたメッシュ配置を仮定し、計算領域内のFWAに対する5G基地局からの合成干渉量に対するFWA許容干渉基準との比較により保護エリア(5Gの置局ができない干渉範囲)を算出。</p> <p>① 計算領域内の各5Gシステムについて、FWAシステムから5Gシステムへの1対1での干渉量と、5Gシステム全体からFWAへの合成干渉量I [dBm]を下式にて計算。 $I = \sum(P_T + G_T + G_R - L_T - L_R - L_P)$ ※5G空中線利得は平均パターンで計算</p> <p>② 合成干渉量が、FWAシステムの許容干渉電力を下回るまで、干渉電力が大きい基地局より選択する。加えて5G空中線利得最大パターン1局で許容干渉電力を超過する基地局も選択する。</p> <table border="1" data-bbox="1363 521 2001 892"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>定義</th> <th>単位</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>FWAシステムへの合成干渉電力</td> <td>dBm</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>P_T</td> <td>5Gシステム出力</td> <td>dBm</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>G_T</td> <td>5Gシステムの空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>G_R</td> <td>FWAシステムの空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>FWA無線諸元(p.24)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>L_T</td> <td>5Gシステムの系統損失</td> <td>dB</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>L_R</td> <td>FWAシステムの系統損失</td> <td>dB</td> <td>FWA無線諸元(p.24)より</td> </tr> <tr> <td>L_P</td> <td>電波伝搬損失</td> <td>dB</td> <td>電波伝搬モデルより算出</td> </tr> </tbody> </table>  <p>200m四方メッシュ</p> <p>FWA位置・方位は実置局に従う</p> <p>シミュレーション領域は40km四方</p> <p>40km</p>	記号	定義	単位	備考	I	FWAシステムへの合成干渉電力	dBm	-	P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より	G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より	G_R	FWAシステムの空中線利得	dBi	FWA無線諸元(p.24)及び設置仮定(下図)より	L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より	L_R	FWAシステムの系統損失	dB	FWA無線諸元(p.24)より	L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出
記号	定義	単位	備考																														
I	FWAシステムへの合成干渉電力	dBm	-																														
P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より																														
G_R	FWAシステムの空中線利得	dBi	FWA無線諸元(p.24)及び設置仮定(下図)より																														
L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
L_R	FWAシステムの系統損失	dB	FWA無線諸元(p.24)より																														
L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出																														

38GHz帯FWAとの干渉検討 (干渉検討パラメータ)

■ 38GHz帯FWAの干渉検討パラメータ

項目	設定値	備考
空中線電力	0.224~63.1 mW/60MHz	(注1)
不要発射の強度	-13.0 dBm/MHz	(注1,2)
給電系損失	0~3.8 dB	(注1)
最大空中線利得	37.6~42.6 dBi	(注1)
空中線指向性	ITU-R勧告 F.699(D=0.6 m)	(注1)
空中線高	0.36~141 m	(注1)
チルト角	0°	(注1,2)
許容干渉基準	-109.0 dBm/MHz (= -91.2 dBm/60MHz)	(注1,2)

(注1) 調査検討会事業者構成員より提示の条件。
 空中線電力・給電系損失・最大空中線利得の値範囲については実置局情報より
 (注2) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班(2019年・第14回 資料14-2)



38GHz帯 FWAシステムの空中線指向特性

38GHz帯FWAとの干渉検討 (干渉検討結果)

(1) 1対1対向による干渉検討結果

5G基地局とFWAシステムが正対するケースが最も離隔距離が長く、同一周波数については37km程度、隣接周波数については30km程度の離隔距離となる。

周波数配置	与干渉局	被干渉局	配置 (FWA角度変更)	所要改善量0dBとなる 水平距離(km)
同一周波数	5G基地局	FWAシステム	正対	36.55
			2°	29.65
			30°	4.05
			45°	2.45
			90°	2.25
	FWAシステム	5G基地局	正対	33.85
	5G移動局	FWAシステム	正対	22.65
FWAシステム	5G移動局	正対	22.65	
隣接周波数	5G基地局	FWAシステム	正対	28.35
			2°	12.65
			30°	0.4
			45°	0.1
			90°	0.1
	FWAシステム	5G基地局	正対	27.55
	5G移動局	FWAシステム	正対	16.85
FWAシステム	5G移動局	正対	16.15	

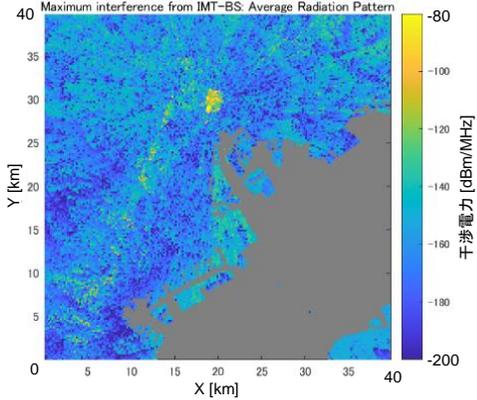
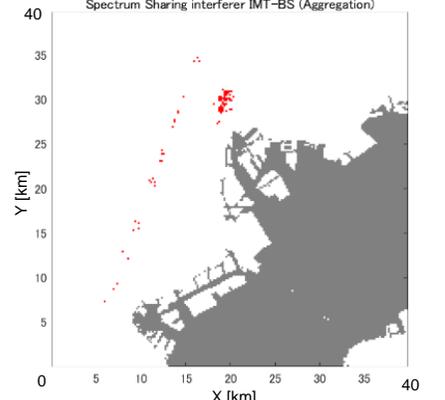
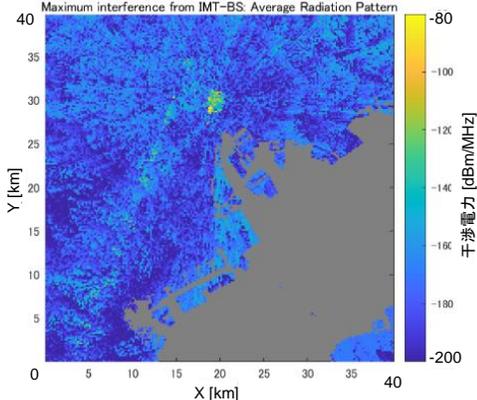
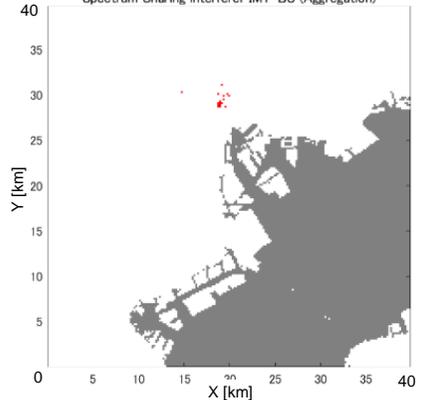
38GHz帯FWAとの干渉検討 (干渉検討結果)

(2) 合成干渉量による干渉検討結果(サイトスペシフィック)

保護エリア(5G基地局が干渉する地理的広がり)状況の確認のため、中央防災無線等で運用の常設局(100局程度)の実際の置局情報及び無線諸元情報より、5G基地局からの合成干渉量による干渉検討を実施。

保護エリアは、同一周波数については3km²程度、隣接周波数は1km²程度の結果となった。

※共用判定分布における赤色の領域が保護エリア

同一周波数 /隣接周波数	5G基地局からFWAへの干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局からFWAへの干渉における 共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			3.16
隣接周波数			0.64

38GHz帯FWAとの干渉検討 (まとめ)

- 5Gシステムと38GHz帯FWAとの共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(2019年・第14回)において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
隣接周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムの無線局の1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの無線局の空中線の方位角が正対する条件を含めると、20km程度の離隔距離が必要との結果になった。 ・ 5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムの無線局の位置関係は様々なパターンが想定されること、ビームフォーミングを適用した5Gシステムの基地局では、空中線指向特性が動的に変動することを踏まえ、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価も行った。その場合、離隔距離が900m及び許容干渉発生確率3%の条件で、所要改善量は10.8dB程度以下となる。また、離隔距離が小さい条件で、双方の無線局の空中線の方位角が正対しないように配置する対策をとれば、所要改善量を0dB以下とすることが可能である。 ・ 上記の評価において、モンテカルロ・シミュレーションによる評価がより現実の利用シーンを反映していることや、双方の無線局の不要発射の強度や許容干渉電力の実力値での改善が見込まれることを考慮すると、5Gシステムの基地局と38GHz帯無線アクセスシステムは、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

- 【過年度検討結果概要】 過年度の検討において、隣接周波数について、FWAに対する5G基地局1局とのモンテカルロ・シミュレーションより、双方の無線局の不要発射の強度や許容干渉電力の実力値での改善が見込まれることを考慮すると共用可能とされている。
- 【本調査検討での検討方針】 令和6年度の共用検討では、中央防災無線等で運用の常設局(100局程度)の実際の置局情報及び無線諸元情報より、地形状況を考慮した5G基地局からの合成干渉量による干渉検討も行うことにより、さらに詳細な検討を行った。

< 共用条件 >

- 干渉検討結果は、既設局の置局情報を考慮した保護エリアとして、同一周波数については概ね3 km²程度、隣接周波数については概ね1 km²程度の結果となった。FWAが常設局として固有の場所において設置及び運用されることを鑑みると、隣接周波数を含め、保護エリアの確保が共用条件として適当であると考えられる。

※ 共用可能性の評価

- 中央防災無線等で運用されている常設局(100局程度)に対する実際の置局情報を考慮した保護エリアは、干渉検討結果より同一周波数・隣接周波数ともに限定的であり、共用可能性は高いものと考えられる。
- なお、干渉検討結果は5G基地局が地理的に稠密に置局された前提のもとでの計算結果であることより、5G基地局の設置状況を適切に管理し、不要発射等無線局実力値やサイトエンジニアリングも考慮した事業者間調整により、共用可能性は更に高まることが考えられる。

43GHz帯電波天文

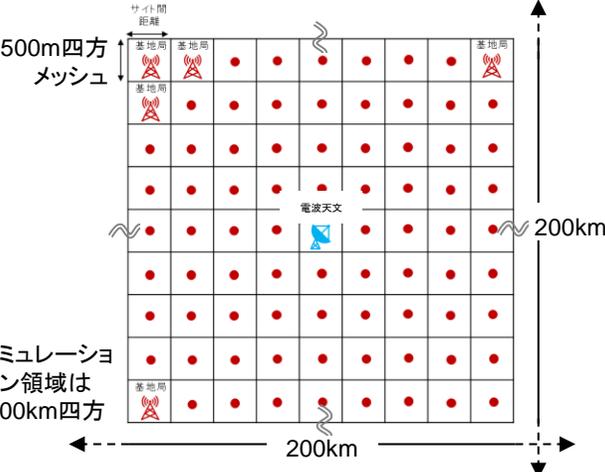
43GHz帯電波天文との干渉検討 (はじめに)

- 5Gシステムと43GHz帯電波天文との共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(2019年・第14回)において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
同一／隣接 周波数	<p>(同一周波数)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電波天文台との共用検討結果より、電波天文台の周囲の状況にもよるが、35～45km程度以上の離隔距離を確保すると、基地局からの干渉電力の大きさが、電波天文台の許容干渉電力を満たす結果となった。 ・ 複数の基地局からの累積の干渉電力(アグリゲート干渉電力)については、電波天文台の許容干渉電力を考慮した上で、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定すれば、電波天文台との離隔距離を確保しつつ、電波天文台の許容干渉電力を満たした上で、数千局以上の基地局を設置可能である。 <p>(隣接周波数)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電波天文台との共用検討結果より、電波天文台の周囲の状況にもよるが、30～40km程度以上の離隔距離を確保すると、基地局からの干渉電力の大きさが、電波天文台の許容干渉電力を満たす結果となった。 ・ 複数の基地局からの累積の干渉電力(アグリゲート干渉電力)については、電波天文台の許容干渉電力を考慮した上で、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定すれば、電波天文台との離隔距離を確保しつつ、電波天文台の許容干渉電力を満たした上で、数千局以上の基地局を設置可能である。

- 【過年度検討結果概要】 上記に示す過年度の検討においては、関東地方の昼間人口の多いメッシュ(500m×500m、約14,000メッシュ)を対象に5G基地局からの合成干渉量による評価がなされているが、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定等すれば、数千局以上の基地局と共用可能とされている。
- 【本調査検討での検討方針】 令和6年度の共用検討では、1対1対向干渉検討とともに、各電波天文台の周囲における干渉影響範囲について、その地理的状況を考慮した検討を行った。

43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討方法)

干渉検討方法	内容																																
(1) 1対1対向による干渉検討	<p>■ 電波伝搬モデル ITU-R勧告 P.452-17(球面台地)</p> <p>■ 干渉検討モデル 与干渉システムと被干渉システムを正対させた条件のもとで、互いの無線局に対して干渉を与えないための必要離隔距離を導出。 ※5G空中線利得は最大パターンで計算</p>																																
<p>(2) サイトスペシフィック干渉検討</p> <p>固有の地理的条件(サイトスペシフィック)のもとでの干渉量によるシミュレーション</p>	<p>■ 電波伝搬モデル ITU-R勧告 P.452-17 (標高等使用地図データは下記の通り) (地図データ)標高データ:国土地理院、建物高データ:ゼンリン Zmap-AREA II</p> <p>■ 干渉検討モデル 500mメッシュ中心の5G基地局から、計算領域内中心の電波天文に対する各5G基地局からの干渉量に対する電波天文許容干渉基準との比較により保護エリア(5Gの置局ができない干渉範囲)を算出。</p> <p>① 計算領域内の各5Gシステムについて、1対1での、電波天文から5Gシステムへの干渉量と、5Gシステムから電波天文への干渉量 I [dBm] を下式にて計算。 $I = P_T + G_T + G_R - L_T - L_R - L_P$ ※5G空中線利得は平均パターンで計算</p> <p>② 干渉量が、電波天文の許容干渉電力を下回るか否かを確認し、上回る場合は干渉対象基地局として選択。</p> <table border="1" data-bbox="1363 521 1999 892"> <thead> <tr> <th>記号</th> <th>定義</th> <th>単位</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>電波天文への干渉電力</td> <td>dBm</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>P_T</td> <td>5Gシステム出力</td> <td>dBm</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>G_T</td> <td>5Gシステムの空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>G_R</td> <td>電波天文の空中線利得</td> <td>dBi</td> <td>電波天文無線諸元(p.32)及び設置仮定(下図)より</td> </tr> <tr> <td>L_T</td> <td>5Gシステムの系統損失</td> <td>dB</td> <td>5G基地局無線諸元(p.7)より</td> </tr> <tr> <td>L_R</td> <td>電波天文の系統損失</td> <td>dB</td> <td>電波天文無線諸元(p.32)より</td> </tr> <tr> <td>L_P</td> <td>電波伝搬損失</td> <td>dB</td> <td>電波伝搬モデルより算出</td> </tr> </tbody> </table> 	記号	定義	単位	備考	I	電波天文への干渉電力	dBm	-	P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より	G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より	G_R	電波天文の空中線利得	dBi	電波天文無線諸元(p.32)及び設置仮定(下図)より	L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より	L_R	電波天文の系統損失	dB	電波天文無線諸元(p.32)より	L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出
記号	定義	単位	備考																														
I	電波天文への干渉電力	dBm	-																														
P_T	5Gシステム出力	dBm	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
G_T	5Gシステムの空中線利得	dBi	5G基地局無線諸元(p.7)及び設置仮定(下図)より																														
G_R	電波天文の空中線利得	dBi	電波天文無線諸元(p.32)及び設置仮定(下図)より																														
L_T	5Gシステムの系統損失	dB	5G基地局無線諸元(p.7)より																														
L_R	電波天文の系統損失	dB	電波天文無線諸元(p.32)より																														
L_P	電波伝搬損失	dB	電波伝搬モデルより算出																														

43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討パラメータ)

■ 43GHz帯電波天文の干渉検討パラメータ

項目	設定値	備考
給電系損失	0.0 dB	(注1)
最大空中線利得	0.0 dBi	(注1)
空中線指向性	無指向性	(注1)
空中線高	—	(注2)
チルト角	—	—
許容干渉基準	-191.0 dBm/MHz (時間率2%)	(注1)

(注1) 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会 技術検討作業班(2019年・第14回 資料14-3)

(注2) 以下の実置局情報で設定。

- ・水沢: 13 m (当該エリアの電波天文観測局2局(7m、13m)のうち、最大値を設定)
- ・野辺山: 24.5 m
- ・入来: 13 m
- ・小笠原: 13 m
- ・石垣島: 13 m

43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討結果)

(1) 1対1対向による干渉検討結果

同一周波数については、正対条件における離隔距離は全ての空中線高において80km程度となる
(5Gの方位角変更により、離隔距離は30~40km程度短くなる)

与干渉局	被干渉局	周波数配置	空中線高	配置	所要改善量0dBとなる 水平距離(km)	
5G 基地局	電波天文	同一 周波数	7m	正対	77.60	
				5G基地局 (角度変更)	30°	74.70
					45°	70.80
					60°	61.00
					75°	41.60
					90°	37.05
			13m	正対	78.55	
				5G基地局 (角度変更)	30°	75.65
					45°	71.70
					60°	62.00
					75°	45.00
					90°	41.25
			24.5m	正対	79.95	
				5G基地局 (角度変更)	30°	77.10
					45°	73.15
60°	63.55					
75°	50.75					
90°	47.15					

43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討結果)

(1) 1対1対向による干渉検討結果

隣接周波数については、正対条件における離隔距離は全ての空中線高において50km程度となる
(5Gの方位角変更により、離隔距離は10km弱程度短くなる)

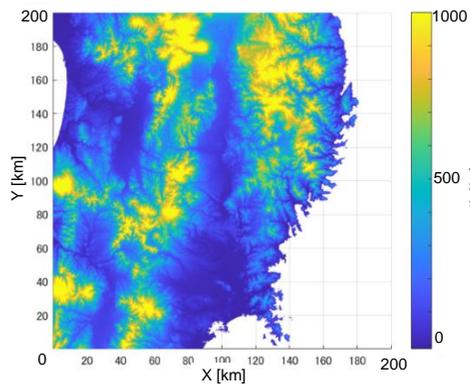
与干渉局	被干渉局	周波数配置	空中線高	配置	所要改善量0dBとなる 水平距離(km)	
		隣接 周波数	7m	正対	37.75	
				5G基地局 (角度変更)	30°	37.50
					45°	37.10
					60°	36.10
					75°	33.55
					90°	30.25
			13m	正対	42.00	
				5G基地局 (角度変更)	30°	41.70
					45°	41.30
					60°	40.30
					75°	37.75
					90°	34.35
			24.5m	正対	47.90	
				5G基地局 (角度変更)	30°	47.60
					45°	47.20
					60°	46.20
					75°	43.50
					90°	39.95

43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討結果)

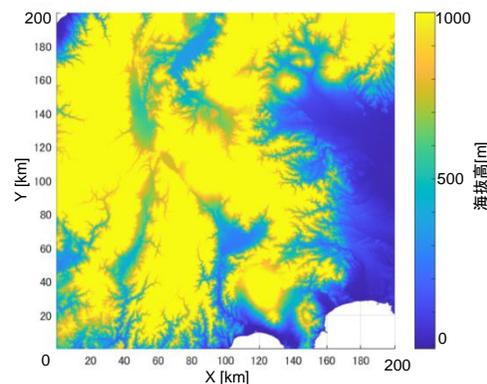
(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

保護エリア(5G基地局が干渉する地理的広がり)状況の確認のため、水沢・野辺山・入来・小笠原・石垣島の各電波天文台に対して、当該電波天文台周囲の5G基地局との地理的状况を考慮した干渉検討を実施。
(シミュレーション領域中心に位置する電波天文台と地理平面上の各5G(500m間隔)との干渉計算は、地理的な情報を考慮したITU-R勧告 P.452-17を基に計算した電波伝搬損のもと、電波天文の許容干渉基準に対し1対1で評価)

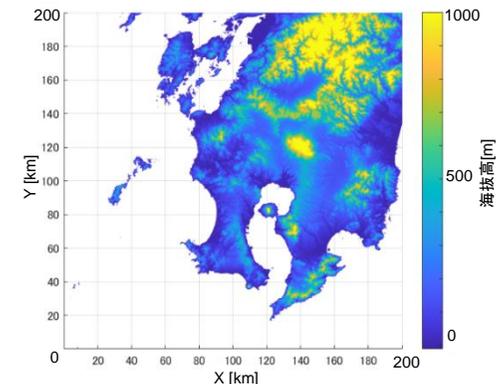
水沢



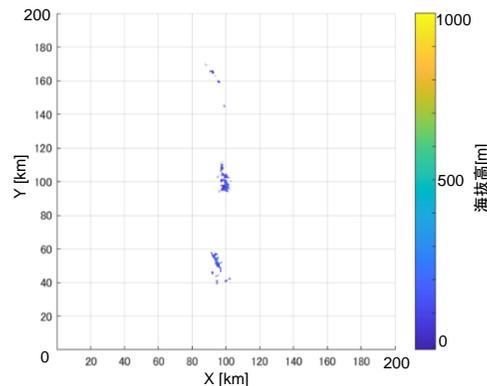
野辺山



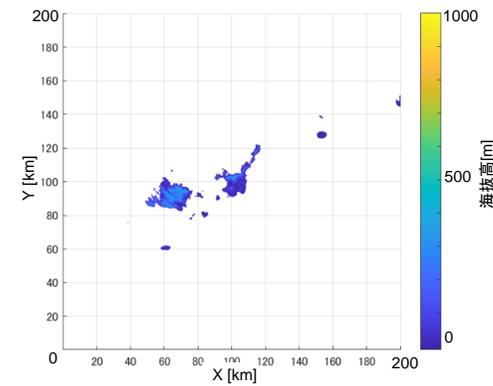
入来



小笠原



石垣島



43GHz帯電波天文との干渉検討 (干渉検討結果)

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

水沢・野辺山・入来・小笠原・石垣島に関するサイトスペシフィック干渉検討結果より、同一周波数及び隣接周波数ともに一部島嶼部を除き概ね数百km²程度の保護エリアを要する結果となった。各電波天文台の海拔高とその周囲の山岳等遮蔽環境の違いが保護エリアの広がりに影響を与えている。(例えば水沢については、東西方向は山岳遮蔽により南北方向に比べて保護エリアの広がりは一時的に限定されている)

(干渉検討結果サマリ)

与干渉局1	被干渉局	周波数帯	電波天文	保護エリア面積 [km ²]
5G基地局	電波天文	同一周波数	水沢	1002.75
			野辺山	205.75
			入来	739.50
			小笠原	9.50
			石垣島	64.25
		隣接周波数	水沢	667.50
			野辺山	118.75
			入来	397.25
			小笠原	2.25
			石垣島	31.25

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

(各電波天文台の干渉検討結果: 水沢)

※共用判定分布における配色の領域が保護エリア

【水沢】	5G基地局から電波天文台への干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局から電波天文台への干渉における所要改善量[dB]及び共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			1002.75 km ²
隣接周波数			667.50 km ²

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

(各電波天文台の干渉検討結果: 野辺山)

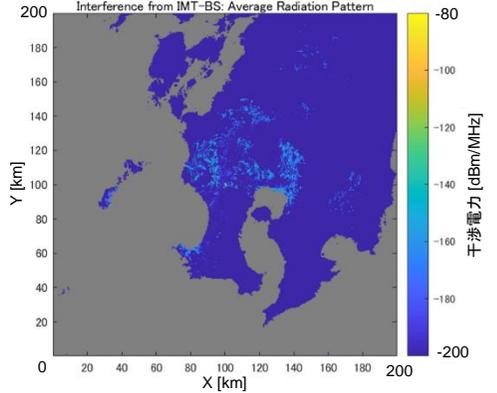
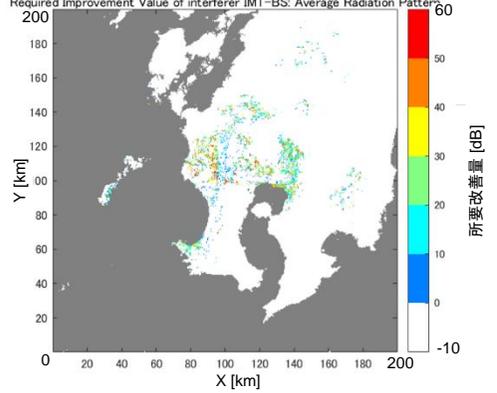
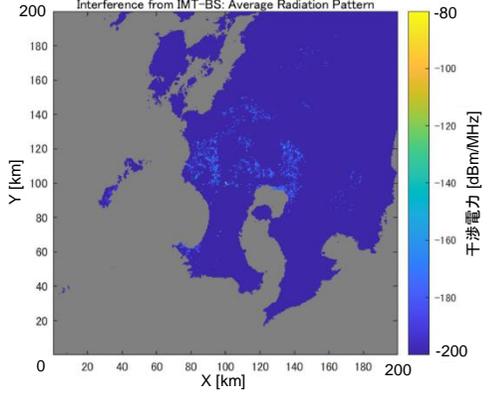
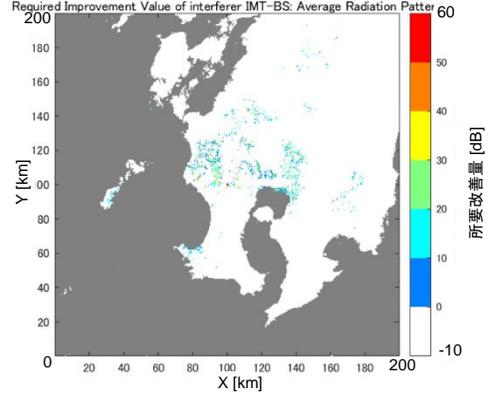
※共用判定分布における配色の領域が保護エリア

【野辺山】	5G基地局から電波天文台への干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局から電波天文台への干渉における所要改善量[dB]及び共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			205.75 km ²
隣接周波数			118.75 km ²

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

(各電波天文台の干渉検討結果: 入来)

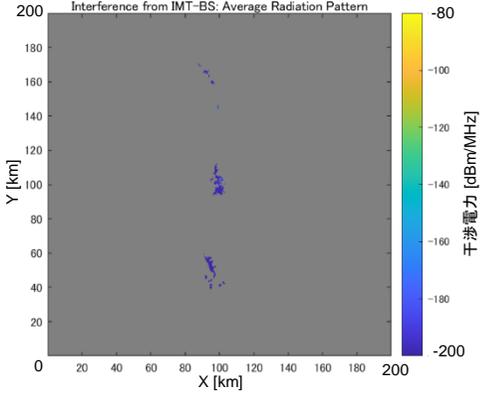
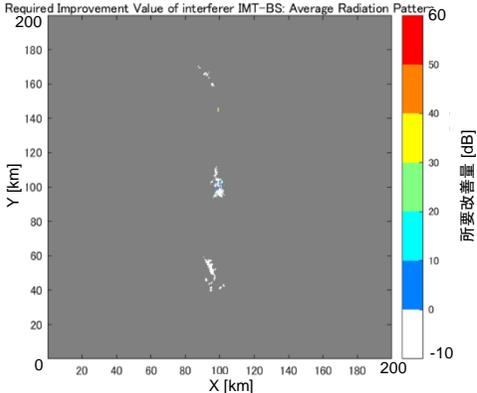
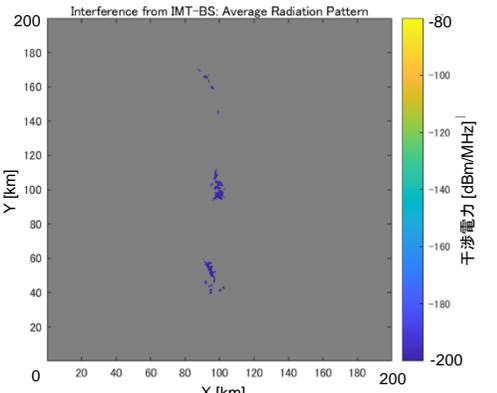
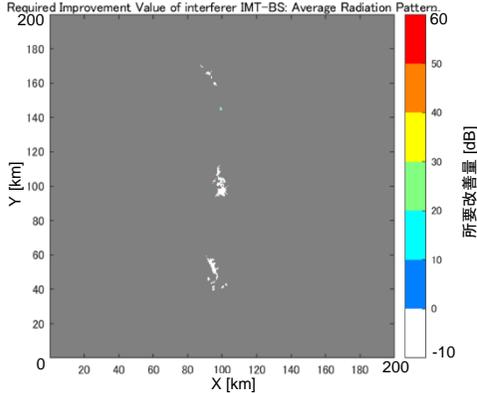
※共用判定分布における配色の領域が保護エリア

【入来】	5G基地局から電波天文台への干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局から電波天文台への干渉における所要改善量[dB]及び共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			739.50 km ²
隣接周波数			397.25 km ²

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

(各電波天文台の干渉検討結果: 小笠原)

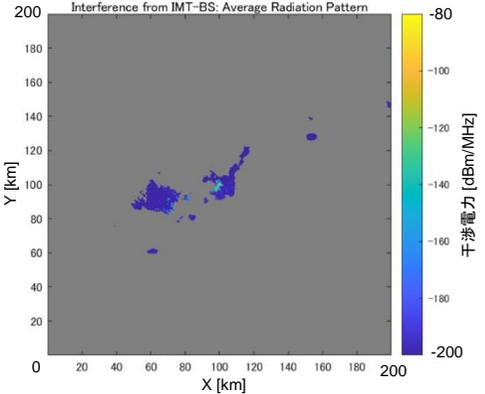
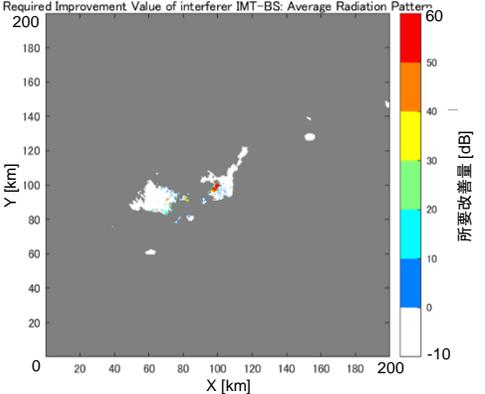
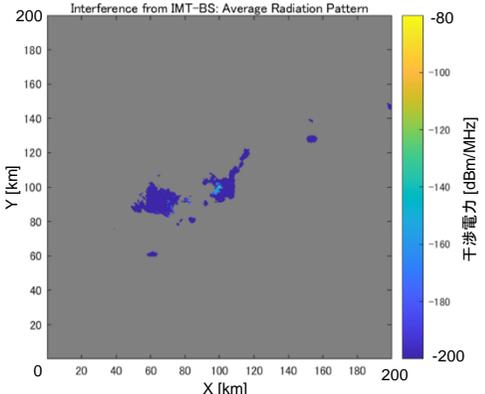
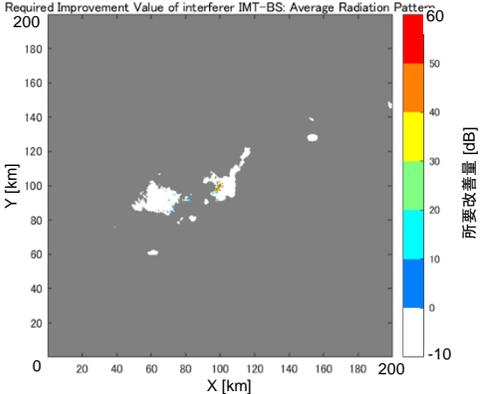
※共用判定分布における配色の領域が保護エリア

【小笠原】	5G基地局から電波天文台への干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局から電波天文台への干渉における所要改善量[dB]及び共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			9.50 km ²
隣接周波数			2.25 km ²

(2) サイトスペシフィック干渉検討結果

(各電波天文台の干渉検討結果: 石垣島)

※共用判定分布における配色の領域が保護エリア

【石垣島】	5G基地局から電波天文台への干渉電力分布 [dBm/MHz]	5G基地局から電波天文台への干渉における所要改善量[dB]及び共用判定分布	保護エリア面積[km ²]
同一周波数			64.25 km ²
隣接周波数			31.25 km ²

43GHz帯電波天文との干渉検討 (まとめ)

- 5Gシステムと43GHz帯電波天文との共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(2019年・第14回)において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
同一／隣接 周波数	<p>(同一周波数)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電波天文台との共用検討結果より、電波天文台の周囲の状況にもよるが、35～45km程度以上の離隔距離を確保すると、基地局からの干渉電力の大きさが、電波天文台の許容干渉電力を満たす結果となった。 ・ 複数の基地局からの累積の干渉電力(アグリゲート干渉電力)については、電波天文台の許容干渉電力を考慮した上で、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定すれば、電波天文台との離隔距離を確保しつつ、電波天文台の許容干渉電力を満たした上で、数千局以上の基地局を設置可能である。 <p>(隣接周波数)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電波天文台との共用検討結果より、電波天文台の周囲の状況にもよるが、30～40km程度以上の離隔距離を確保すると、基地局からの干渉電力の大きさが、電波天文台の許容干渉電力を満たす結果となった。 ・ 複数の基地局からの累積の干渉電力(アグリゲート干渉電力)については、電波天文台の許容干渉電力を考慮した上で、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定すれば、電波天文台との離隔距離を確保しつつ、電波天文台の許容干渉電力を満たした上で、数千局以上の基地局を設置可能である。

- 【過年度検討結果概要】 上記に示す過年度の検討においては、関東地方の昼間人口の多いメッシュ(500m×500m、約14,000メッシュ)を対象に5G基地局からの合成干渉量による評価がなされているが、基地局の設置判断の可否を行う干渉電力のしきい値を適切に設定等すれば、数千局以上の基地局と共用可能とされている。
- 【本調査検討での検討方針】 令和6年度の共用検討では、1対1対向干渉検討とともに、各電波天文台の周囲における干渉影響範囲について、その地理的状況を考慮した検討を行った。

43GHz帯電波天文との干渉検討（まとめ）

- 干渉検討結果は、山岳等遮蔽のない1対1対向検討において、同一周波数については最大80 km程度、隣接周波数については最大50 km程度の離隔距離を要するが、各電波天文台の地理的状况を考慮したサイトスペシフィック干渉検討を実施したところ、同一周波数及び隣接周波数ともに一部島嶼部を除き概ね数百km²程度の保護エリアを要する結果となった。
- 以上より、電波天文台が置局されている地域を中心にその周辺の5G基地局置局が制限される保護エリアは比較的大きいが、保護対象の電波天文台は限られていること、及び、一般的な電波天文台の設置場所より(主に5G利用が想定される人口密集地からは離れている)、5G基地局置局への顕著な制約とはならないものと考えられる。一方で、電波天文台の設置場所からは離れているが人口密集地等からの複数台5G基地局からの合成干渉の可能性は想定されることより、過年度における関東地方の昼間人口の多いメッシュを対象とした5G基地局からの合成干渉量による評価も踏まえ、各基地局の干渉電力のしきい値や無線諸元実力値、並びに、設置場所及び地形状況に基づく電波天文台への干渉量の管理を実施する等、基地局の設置状況を適切に管理していくことにより、共用は可能であると考えられる。

駅ホーム画像伝送システム

駅ホーム画像伝送システムとの干渉検討

- 5Gシステムと駅ホーム画像伝送システムとの共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(2019年・第15回)において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
隣接周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gシステムの基地局と駅ホーム画像伝送システムの無線局の1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの無線局の水平面の最大空中線利得が正対する条件において、1.5km程度の離隔距離が必要との結果になった。 ・ 5Gシステムの基地局と駅ホーム画像伝送システムの無線局の位置関係は様々なパターンが想定されること、ビームフォーミングを適用した5Gシステムの基地局では、空中線指向特性が動的に変動することを踏まえ、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価も行った。その場合、離隔距離が900m及び許容干渉発生確率3%の条件で、所要改善量は6dB程度以下となる。また、離隔距離が小さい条件で、双方の無線局の空中線の方位角が正対しないように配置する対策をとれば、所要改善量を0dB以下とすることが可能である。 ・ 上記の評価において、モンテカルロ・シミュレーションによる評価がより現実の利用シーンを反映していることや、双方の無線局の不要発射の強度や、評価に用いた許容干渉電力にはマージンが含まれる(実際の通信に影響が出る干渉電力のレベルには余裕がある)ことを考慮すると、5Gシステムの基地局と駅ホーム画像伝送システムは、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

- 【過年度検討結果概要】 上記に示す過年度の検討において、5Gシステムと駅ホーム画像伝送システムは、モンテカルロ・シミュレーションによる評価結果、及び、双方の無線局の不要発射の強度や評価に用いた許容干渉電力にはマージンが含まれることを考慮すると、共用は可能であるとされている。
- 【本調査検討での評価結果】 以上より、過年度の検討結果を踏襲し、5Gシステムと駅ホーム画像伝送システムとの共用は可能であると考えられる。

列車無線システム

列車無線システムとの干渉検討

- 5Gシステムと列車無線システムとの共用検討は、過年度において、情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班(2019年・第15回)において実施されている。

干渉形態	過年度 情報通信審議会情報通信技術分科会新世代モバイル通信システム委員会技術検討作業班 共用検討まとめ概要
隣接周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 5Gシステムの基地局と列車無線システムの無線局の1対1の対向モデルを用いた評価では、お互いの無線局の水平面の最大空中線利得が正対する条件において、2km程度の離隔距離が必要との結果になった。 ・ 5Gシステムの基地局と列車無線システムの無線局の位置関係は様々なパターンが想定されること、ビームフォーミングを適用した5Gシステムの基地局では、空中線指向特性が動的に変動することを踏まえ、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価も行った。その場合、許容干渉発生確率3%の条件で、所要改善量は5dB程度以下となる。また、離隔距離が小さい条件で、双方の無線局の空中線の方位角が正対しないように配置する対策をとれば、所要改善量を0dB以下とすることが可能である。 ・ 上記の評価において、モンテカルロ・シミュレーションによる評価がより現実の利用シーンを反映していることや、双方の無線局の不要発射の強度や、評価に用いた許容干渉電力にはマージンが含まれる(実際の通信に影響が出る干渉電力のレベルには余裕がある)ことを考慮すると、5Gシステムの基地局と列車無線システムは、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

- 【過年度検討結果概要】 上記に示す過年度の検討において、5Gシステムと列車無線システムは、モンテカルロ・シミュレーションによる評価結果、及び、双方の無線局の不要発射の強度や評価に用いた許容干渉電力にはマージンが含まれることを考慮すると、共用は可能であるとされている。
- 【本調査検討での評価結果】 以上より、過年度の検討結果を踏襲し、5Gシステムと列車無線システムとの共用は可能であると考えられる。

公共業務用無線局

公共業務用無線局との干渉検討：公共業務用無線局A

36.6-37.5GHzで運用されている公共業務用無線局A（移動局：運用場所は基本的に限定され、通信時は固定設置の対向通信）との干渉検討を行った。

■ 干渉検討手法

自由空間伝搬のもと5Gシステムとの1対1対向シミュレーションにより、互いの無線局に対して干渉を与えないための必要な離隔距離（水平距離）を導出。

公共業務用無線局Aの干渉検討パラメータ

項目	値
送信帯域幅	公共業務用無線局の値
空中線電力	公共業務用無線局の値
不要発射の強度	公共業務用無線局の値
送信・受信系給電線損失	公共業務用無線局の値
空中線利得	公共業務用無線局の値
空中線指向特性	指向性アンテナ
空中線高	数 m
許容干渉電力	公共業務用無線局の値

■ 干渉検討結果

シナリオ	周波配置	与干渉局	被干渉局	離隔水平距離(km)
1-a	同一周波数	5G基地局	公共業務用	・ 見通し距離内での共用困難(最大160km程度)
1-b	同一周波数	公共業務用	5G基地局	・ 見通し距離内での共用困難(最大45km程度)
2-a	隣接周波数	5G基地局	公共業務用	・ 離隔距離は最大17km程度
2-b	隣接周波数	公共業務用	5G基地局	・ 離隔距離は最大0.3km程度

- 同一周波数について：5G基地局から公共業務用無線局、公共業務用無線局から5G基地局いずれにおいても見通し距離以上の離隔距離を要することより(最大160 km程度)、共用は困難である。ただし、公共業務用無線局は移動局であるが、運用時は固定設置の対向通信を行うため、周囲の地形遮蔽環境等による離隔距離の短縮が期待できるとともに、また運用地域は限定されることから、当該公共業務用無線局が稼働する期間に5G基地局からの電波の停波を行う運用調整やダイナミック周波数共用による共用は可能であると考えられる。
- 隣接周波数について：最大離隔距離は5G基地局から公共業務用無線局への干渉において17 km程度であり、運用時の離隔距離が確保できる場合、共用可能性はあるものと考えられる。公共業務用無線局は移動局であるが、運用時は固定設置の対向通信を行うため、周囲の地形遮蔽環境等による離隔距離の短縮が期待できるとともに、また運用地域も限定されることから、当該公共業務用無線局が稼働する期間に5G基地局からの電波の停波を行う運用調整やダイナミック周波数共用による共用は可能であると考えられる。

公共業務用無線局との干渉検討：公共業務用無線局B

36.6-37.5GHzで運用されている公共業務用無線局B（移動局：運用場所は全国各地だが、通信時は固定設置の対向通信）との干渉検討を行った。

■ 干渉検討手法

自由空間伝搬のもと5Gシステムとの1対1対向シミュレーションにより、互いの無線局に対して干渉を与えないための必要な離隔距離（水平距離）を導出。

公共業務用無線局Bの干渉検討パラメータ

項目	値
送信帯域幅	公共業務用無線局の値
空中線電力	公共業務用無線局の値
不要発射の強度	公共業務用無線局の値
送信・受信系給電線損失	公共業務用無線局の値
空中線利得	公共業務用無線局の値
空中線指向特性	指向性アンテナ
空中線高	数 m
許容干渉電力	公共業務用無線局の値

■ 干渉検討結果

シナリオ	周波配置	与干渉局	被干渉局	離隔水平距離(km)
1-a	同一周波数	5G基地局	公共業務用	・ 見通し距離内での共用困難(最大100km程度)
1-b	同一周波数	公共業務用	5G基地局	・ 見通し距離内での共用困難(最大35km程度)
2-a	隣接周波数	5G基地局	公共業務用	・ 離隔距離は最大5km程度
2-b	隣接周波数	公共業務用	5G基地局	・ 離隔距離は最大0.7km程度

- 同一周波数について：5G基地局から公共業務用無線局、公共業務用無線局から5G基地局いずれにおいても見通し距離以上の離隔距離を要することより(最大100 km程度)、共用は困難である。ただし、公共業務用無線局は移動局であるが、運用時は固定設置の対向通信を行うため、周囲の地形遮蔽環境等による離隔距離の短縮が期待できるとともに、当該公共業務用無線局が稼働する期間に5G基地局からの電波の停波を行う運用調整やダイナミック周波数共用による共用は可能であると考えられる。
- 隣接周波数について：最大離隔距離は5G基地局から公共業務用無線局への干渉において5 km程度であり、運用時の離隔距離が確保できる場合、共用可能性はあるものと考えられる。公共業務用無線局は移動局であるが、運用時は固定設置の対向通信であり、周囲の地形遮蔽環境等による離隔距離の短縮が期待できるとともに、当該公共業務用無線局が稼働する期間に5G基地局からの電波の停波を行う運用調整やダイナミック周波数共用による共用は可能であると考えられる。

5Gシステム相互間

5Gシステム相互間の干渉検討

40GHz帯における5Gシステム相互間の周波数共用のための共用条件を策定することを目的として、1対1対向計算を基本とした評価を行った(一部、モンテカルロ・シミュレーションによる評価も実施)。

共用検討は、過年度実施*の28GHz帯での検討方法を踏襲し、建物内を想定した屋内利用と敷地内等を想定した屋外利用のもと、全国5Gシステムと市区町村等への割り当てを想定した5Gシステム(以降、「市区町村等5Gシステム」)間での干渉影響について、以下に示すシナリオに基づいて検討を行った。

(*)令和2年度 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告 (28GHz帯参照)

シナリオ番号	シナリオ	説明	運用形態
1-a	シナリオ1	同一周波数を利用する免許人の異なる市区町村等5Gシステム同士が近接するケース	同期
1-b			非同期
2	シナリオ2	隣接周波数帯を利用する免許人(全国5G)と市区町村等5Gシステムが非同期運用するケース	非同期

5Gシステム相互間の干渉検討（干渉検討方法）

■シナリオ1-a: 同一周波数を利用する免許人の異なる市区町村等5Gシステム同士が近接するケース(同期運用)

(干渉検討パターン)

			与干渉			
			基地局		移動局	
			屋外	屋内	屋外	屋内
被干渉	基地局	屋外	-		○	-
		屋内	-		○	○
	移動局	屋外	○	-	-	
		屋内	○	○	-	

(建物侵入損)

ITU-R勧告 P.2109(場所率:50%、建物種別:Traditional)を利用

(電波伝搬モデル)

干渉の組み合わせ	屋外 → 屋外	屋外 → 屋内	屋内 → 屋内
基地局 → 移動局	over roof-top モデル ※1, ※2	over roof-top モデル ※1, ※2	自由空間伝搬式 ※3
移動局 → 基地局	over roof-top モデル ※1, ※2	自由空間伝搬式 ※3	自由空間伝搬式 ※3

※1 ITU-R勧告 P.1411-12(08/2023)

※2 最初にLOS(Line of Sight)伝搬(自由空間伝搬)による離隔距離を調べ、次にNLOS伝搬による現実的な離隔距離を求める。

※3 建物侵入損の効果のみで十分に現実的な離隔距離が算出されることから、LOS伝搬による離隔距離を求める形とする。

■シナリオ1-b: 同一周波数を利用する免許人の異なる市区町村等5Gシステム同士が近接するケース(非同期運用)

(干渉検討パターン)

			与干渉			
			基地局		移動局	
			屋外	屋内	屋外	屋内
被干渉	基地局	屋外	○	-	-	
		屋内	○	○	-	
	移動局	屋外	-		○	-
		屋内	-		○	○

(建物侵入損)

ITU-R勧告 P.2109(場所率:50%、建物種別:Traditional)を利用

(電波伝搬モデル)

干渉の組み合わせ	屋外 → 屋外	屋外 → 屋内	屋内 → 屋内
基地局 → 基地局	over roof-top モ デル ※1, ※2	自由空間伝搬式 ※3	自由空間伝搬式 ※3
移動局 → 移動局	street canyon モデル ※1, ※2	street canyon モ デル ※1, ※2	自由空間伝搬式 ※3

※1 ITU-R勧告 P.1411-12(08/2023)

※2 最初にLOS(Line of Sight)伝搬(自由空間伝搬)による離隔距離を調べ、次にNLOS伝搬による現実的な離隔距離を求める。

※3 建物侵入損の効果のみで十分に現実的な離隔距離が算出されることから、LOS伝搬による離隔距離を求める形とする。

なお移動局間は、与干渉局と被干渉局が互いに見通しとならない状態(NLOS)が想定されることから、過年度検討においてはITU-R勧告 P.1411 below roof-top(Terminal間)モデルを用いたNLOS電波伝搬により離隔距離を算出している。しかし、40GHz帯はbelow roof-top(Terminal間)モデルの推奨周波数(2GHz~26GHz)の範囲外であるのため、代替モデルとしてITU-R勧告 P.1411 street canyonモデルを適用する。

5Gシステム相互間の干渉検討 (干渉検討方法)

■シナリオ2: 隣接周波数帯を利用する免許人(全国5G)と市区町村等5Gシステムが非同期運用するケース

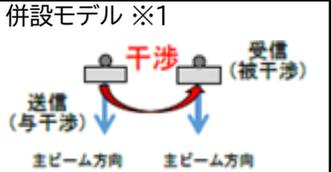
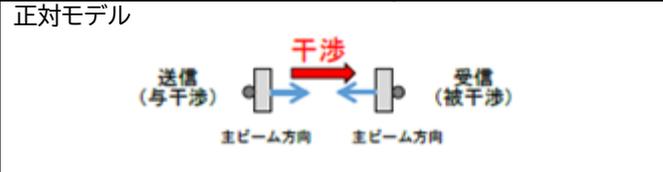
(干渉検討パターン)

			与干渉			
			基地局		移動局	
			屋外	屋内	屋外	屋内
被干渉	基地局	屋外	○	—	—	
		屋内	○	○		
	移動局	屋外	—		○	—
		屋内	—		○	○

(建物侵入損)

ITU-R勧告 P.2109(場所率:50%、建物種別:Traditional)を利用

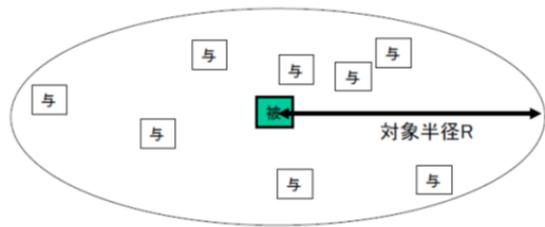
(電波伝搬モデル)

干渉の組み合わせ		屋外 → 屋外	屋外 → 屋内	屋内 → 屋内
基地局 → 基地局		自由空間伝搬式 (離隔距離:3m ※1)	自由空間伝搬式 (離隔距離:3m ※1、20m ※2)	自由空間伝搬式 (離隔距離:3m ※1)
移動局 → 移動局		自由空間伝搬式 (離隔距離:1m ※1,2)	自由空間伝搬式 (離隔距離:1m ※1,2)	自由空間伝搬式 (離隔距離:1m ※1,2)
モデル (上から見た図)	基地局	併設モデル ※1 	正対モデル 	
	移動局	正対モデル ※1,2 		

※1 参考:2013年7月、携帯電話等高度化委員会報告書(LTE-Advanced)

※2 参考:2013年3月、携帯電話等高度化委員会報告書(BWA)

(モンテカルロ・シミュレーション)



隣接周波数を使用する5Gシステム相互間の検討のうち、移動局間での1対1対向シミュレーションにおいて共存可能性が判断できない場合、モンテカルロ・シミュレーションを実施。

被干渉受信機の周囲、半径100m内に、同一タイミングで送信する与干渉送信機をランダムに3局配置する。これら与干渉送信機から被干渉受信機に到達する合計の干渉電力を計算する。移動局の配置パターンを変化させて18万回の計算を実施し、合計の干渉電力の値が、被干渉局の許容干渉電力を超える確率が3%以下となる条件において、許容干渉電力と比較し所要改善量を求める。

伝搬モデルには自由空間伝搬損失を使用し、屋内利用を想定する場合は1対1対向シミュレーションと同様にITU-R勧告 P.2109で算出された建物侵入損を考慮。

5Gシステム相互間の干渉検討（干渉検討結果とまとめ）

■シナリオ1-a: 同一周波数を利用する免許人の異なる市区町村等5Gシステム同士が近接するケース(同期運用) (基地局⇒移動局: 1対1対向計算)

		与干渉				
		基地局				
		屋外		屋内		
被干渉	移動局	屋外	離隔26.1km@LOS 離隔117m@NLOS		—	
		屋内 (90度)	隣室	離隔37.1m@LOS 離隔16.8m@NLOS (建物損20.9dB)		離隔3.6m@LOS (建物損20.9dB)
				別建物	離隔1.4m@LOS (建物損41.8dB)	
	屋内 (0度)	隣室	離隔2.35km@LOS 離隔24.9m@NLOS (建物損20.9dB)		離隔8.8m@LOS (建物損20.9dB)	
			別建物	離隔1.4m@LOS (建物損41.8dB)		

屋外利用において、見通し外(NLOS)条件にて120m程度の離隔距離が必要となるが、近接する市区町村等5Gシステム同士でサイトエンジニアリングや送信電力、アンテナ利得・指向性等の調整を行うことで共用を実現できると考えられる。ただし、他免許人のサービスエリア内で基地局が見通し(LOS)条件とならないよう工夫が必要である。屋内利用においては、壁による建物侵入損が存在することから、より小さな離隔距離で共用可能と考えられる。

(移動局⇒基地局: 1対1対向計算)

		与干渉			
		移動局			
		屋外	屋内(90度)		屋内(0度)
被干渉	基地局	屋外	離隔11.6km@LOS 離隔69.9m@NLOS		—
		屋内	隣室	離隔8.1m@LOS (建物損20.9dB)	
	別建物			離隔1.4m@LOS (建物損41.8dB)	

屋外利用において、見通し外(NLOS)条件にて70m程度の離隔距離が必要となるが、近接する市区町村等5Gシステム同士でサイトエンジニアリングや送信電力、アンテナ利得・指向性等の調整を行うことで共用を実現できると考えられる。ただし、他免許人のサービスエリア内で基地局が見通し(LOS)条件とならないよう工夫が必要である。

屋内利用においては、壁による建物侵入損が存在することから、より小さな離隔距離で共用可能と考えられる。

5Gシステム相互間の干渉検討（干渉検討結果とまとめ）

■シナリオ1-b: 同一周波数を利用する免許人の異なる市区町村等5Gシステム同士が近接するケース(非同期運用)

(基地局⇄基地局: 1対1対向計算)

				与干渉	
				基地局	
				屋外	屋内
被干渉	基地局	屋外	離隔99.2km@LOS 離隔748m@NLOS	—	
		屋内	離隔59.0m@LOS (建物損20.9dB)	隣室	離隔0.15m@LOS (建物損20.9dB)
				別建物	離隔0.02m@LOS (建物損41.8dB)

屋外利用において、見通し外(NLOS)条件にて750m程度の離隔距離が必要となるが、近接する市区町村等5Gシステム同士でサイトエンジニアリングや送信電力・アンテナ利得・指向性等の調整を行うことで更なる離隔の短縮が期待でき、共用を実現できると考えられる。ただし、アンテナチルトやアンテナ高等を調整することにより、見通し(LOS)条件とならないよう工夫が必要である。なお、準同期運用を導入することで、同期運用を行う被干渉局への干渉を原理的に無くすることができることから、共用条件の緩和が期待される。

屋内利用においては、壁による建物侵入損が存在することより、1m程度の離隔で共用可能と考えられる。

(移動局⇄移動局: 1対1対向計算)

				与干渉		
				移動局		
				屋外	屋内(90度)	屋内(0度)
被干渉	移動局	屋外	離隔3.1km@LOS 離隔182m@NLOS	—		
		屋内(90度)	離隔3.8m@LOS 離隔0.16m@NLOS (建物損19.9dB)	隣室	離隔0.06m@LOS (建物損20.9dB)	
				別建物	離隔0.01m@LOS (建物損41.8dB)	
	屋内(0度)	離隔277m@LOS 離隔14.5m@NLOS (建物損19.9dB)	—		隣室	離隔277m@LOS (建物損20.9dB)
					別建物	離隔24.9m@LOS (建物損41.8dB)

屋外利用において、見通し外(NLOS)条件にて180m程度の離隔で共用可能と考えられる。サービスエリア間で見通し(LOS)条件とならないよう、サイトエンジニアリングの工夫が必要である。

屋内利用においては、隣室条件で1m程度の離隔で共用可能と考えられる。ただし、移動局のアンテナ方向によって厳しくなるケースも想定されるため、移動局の送信電力制御や、より遮蔽効果の高い壁対策を講じることが有効である。

5Gシステム相互間の干渉検討 (干渉検討結果とまとめ)

■シナリオ2: 隣接周波数帯を利用する免許人(全国5G)と市区町村等5Gシステムが非同期運用するケース (基地局⇄基地局: 1対1対向計算)

				与干渉			
				基地局			
				屋外	屋内		
被干渉	基地局	屋外	帯域内	+30.0dB@離隔:3m/GB無 (離隔距離:98m)	帯域内	-3.0dB@離隔:3m/GB無 -15.7dB@離隔:20m/GB無 (離隔距離:3.0m)	
			帯域外	+17.5dB@離隔:3m (離隔距離:23m)	帯域外	-15.8dB@離隔:3m -28.5dB@離隔:20m (離隔距離:0.69m)	
		屋内	帯域内	+3.0dB@離隔:3m/GB無 -9.7dB@離隔:20m/GB無 (離隔距離:6.0m)	帯域内	同一室内	-24.5dB@離隔:3m (離隔距離:0.18m)
					帯域内	隣室	-45.4dB@離隔:3m (離隔距離:0.02m)
	帯域内				別建物	-66.3dB@離隔:3m (離隔距離:0.01m)	
	帯域外		帯域外	同一室内	-37.3dB@離隔:3m (離隔距離:0.05m)		
	帯域外	帯域外	隣室	-58.2dB@離隔:3m (離隔距離:0.01m)			
	帯域外	帯域外	別建物	-79.1dB@離隔:3m (離隔距離:0.01m)			

屋外利用では、併設条件で30dB程度の所要改善量が残るものの、基地局アンテナの向きや離隔100m程度の確保、遮蔽対策等の事業者間調整により、GBに関わらず、共用可能な範囲と考えられる。なお、準同期運用を導入することで、同期運用の被干渉局への干渉を原理的に無くすることができることから、共用条件の緩和が期待される。

屋内利用では、十分な遮蔽効果のある壁対策を講じることを前提に、GBに関わらず、共用可能な範囲と考えられる。

5Gシステム相互間の干渉検討 (干渉検討結果とまとめ)

■シナリオ2: 隣接周波数帯を利用する免許人(全国5G)と市区町村等5Gシステムが非同期運用するケース (移動局⇄移動局: 1対1対向計算)

				与干渉							
				移動局							
				屋外		屋内					
被干渉	移動局	屋外	帯域内	+52.7dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:433m)		帯域内	-				
			帯域外	+37.9dB@離隔:1m (離隔距離:78.9m)		帯域外	-				
		屋内	帯域内	90度 (真上)	-4.5dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.06m)		帯域内	同一室内	90度 (真上)	-22.0dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.08m
				0度 (水平)	+32.8dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:43.8m)			隣室	90度 (真上)	-41.9dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.01m
			帯域外	90度 (真上)	-19.3dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.11m)		帯域外	隣室	0度 (水平)	+32.8dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 43.8m
				0度 (水平)	+18.0dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:8.0m)			別建物	90度 (真上)	-61.8dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.01m
	帯域内		90度 (真上)	-4.5dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.06m)		帯域内	別建物	0度 (水平)	+12.9dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 4.5m	
			0度 (水平)	+32.8dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:43.8m)			同一室内	90度 (真上)	-36.8dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.02m	
	帯域外	90度 (真上)	-19.3dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.11m)		帯域外	同一室内	0度 (水平)	+37.9dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 78.9m		
		0度 (水平)	+18.0dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:8.0m)			隣室	90度 (真上)	-56.7dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.01m		
	帯域内	90度 (真上)	-4.5dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.06m)		帯域内	隣室	0度 (水平)	+18.0dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 8m		
		0度 (水平)	+32.8dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:43.8m)			別建物	90度 (真上)	-76.6dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.01m		
帯域外	90度 (真上)	-19.3dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:0.11m)		帯域外	別建物	0度 (水平)	-1.9dB @離隔:1m/GB無	離隔距離: 0.81m			
	0度 (水平)	+18.0dB@離隔:1m/GB無 (離隔距離:8.0m)									

1対1対向計算のもと、
屋外-屋外については、離隔距離1m
では大きな所要改善量が残る。
屋内-屋内については、アンテナが
上向き(チルト90度)の場合、サイド
ローブでの干渉となるため所要改善
量はマイナスとなるが、アンテナが
水平(チルト0度)の場合は、大きな
所要改善量が残る結果となった。

5Gシステム相互間の干渉検討 (干渉検討結果とまとめ)

■シナリオ2: 隣接周波数帯を利用する免許人(全国5G)と市区町村等5Gシステムが非同期運用するケース

(移動局⇄移動局: モンテカルロ・シミュレーション)

				与干渉						
				移動局						
				屋外		屋内				
被干渉	移動局	屋外	帯域内	+9.1dB -0.4dB(送信電力分布考慮)		帯域内	-			
			帯域外	-5.5dB		帯域外	-			
		屋内	帯域内	90度 (真上)	-		同一室内	90度 (真上)	-	
					-			0度 (水平)	+9.1dB -0.4dB(送信電力分布考慮)	
				0度 (水平)	-11.8dB		隣室	90度 (真上)	-	
					-			0度 (水平)	-11.8dB	
			帯域外	90度 (真上)	-		別建物	90度 (真上)	-	
					-			0度 (水平)	-32.5dB	
				0度 (水平)	-26.4dB		同一室内	90度 (真上)	-	
					-			0度 (水平)	-5.5B	
		帯域外	90度 (真上)	-		隣室	90度 (真上)	-		
				-			0度 (水平)	-26.4dB		
0度 (水平)	-		別建物	90度 (真上)	-					
	-			0度 (水平)	-47.3dB					

前記の通り、移動局⇄移動局は1対1対向計算においては大きな所要改善量が残るため、モンテカルロ・シミュレーションを実施した。検討対象は、1対1対向シミュレーションの離隔距離1mにて所要改善量が残る傾向が顕著なアンテナが水平(チルト0度)の場合とした。

結果は、帯域内干渉において、屋外-屋外及び屋内-屋内の同一室内で所要改善量が9.1dBとなり、その他の場合では所要改善量が負となる結果となった。所要改善量が正として残った帯域内干渉の屋外-屋外及び屋内-屋内の同一室内条件については更に、送信電力分布を考慮した検討を実施した。送信電力分布を考慮した場合、所要改善量は負となり、共用は可能と考えられる。

地球探查衛星業務(受動)

地球探査衛星業務(受動)との共用に関わる規定について

「36-37GHzの地球探査衛星業務(受動)」の保護のため、
「37-40.5GHzを利用するIMT無線局」に対して

IMT無線局種別	強制規定
基地局及び移動局	-43dB(W/MHz)及び -23dB(W/GHz)

● WRC-19において、36-37GHzを利用する地球探査衛星業務(受動)の保護のために、37-40.5GHzで隣接するIMT無線局の不要発射の強度の規定がなされている。**(決議243(WRC-19):強制規定)**

「37-40.5GHzを利用するIMT無線局」から、隣接する「36-37GHzの地球探査衛星業務(受動)」への不要発射は、36-37GHzの任意のMHzにおいて-13 dBm/MHz(一般的に共用検討で用いられる値)、36-37GHzの1GHz幅合計で7 dBm/GHz(MHzあたり平均で見ると-23 dBm/MHz)

● 我が国においてもこの条件下で5Gを運用することが求められているが、WRC-19でIMT帯域として選定された**37-43.5GHz帯(またはその一部)**に関する、**米国及び欧州・英国における状況は以下の通りである。**

- ✓ **【米国】** WRC-19を踏まえ、37-43.5GHz帯をIMT割当帯域とし(国際脚注5.550Bに決議243の適用の旨追記)*1、
 - オークション103(2019/12)*2において、Upper 37GHz帯(37.6-38.6)及び39GHz帯域(38.6-40)の割当てを実施(但し、技術基準*3において決議243準拠要件は規定されておらず、明確な検討スケジュールも設定されていない)
 - また、Lower 37GHz帯(37.0-37.6)についても、連邦・非連邦利用の間の共用調整枠組みが提起されたところである(2024/12: なお、提起報告書においては決議243準拠する旨は記載されている)*4。
- ✓ **【欧州・英国】** WRC-19を踏まえ、ECC Decisionにて40.5-43.5GHzをIMT割当帯域とし*5、英国では当該40.5-43.5GHzに対するオークションが予定されている(2025/10)*6。

(*1) [eCFR :: 47 CFR 2.106 -- Table of Frequency Allocations.](#)

(*2) [Auction 103: Spectrum Frontiers – Upper 37 GHz, 39 GHz, and 47 GHz | Federal Communications Commission](#)

(*3) [eCFR :: 47 CFR Part 30 -- Upper Microwave Flexible Use Service](#) (30.203 Emissions limits)

(*4) [National Spectrum Strategy 37 GHz Spectrum Sharing Report | National Telecommunications and Information Administration](#)

(*5) [ECC Decision \(22\)06](#) [ECO Frequency Information System](#)

(*6) [Enabling mmWave spectrum for new uses - Ofcom](#)

● 一方、3GPPにおいて、40GHz帯無線仕様の策定議論は基本的に完了しているが(2023/2)、地球探査衛星業務(受動)の保護規定準拠のための動作仕様*1は規定されておらず、議論も開始されていない等の課題が残存している。当該現況を踏まえ、我が国においても、割当帯域の選定、及び、技術的条件策定に向けた規定方法について検討が必要である。

(*1) フィルタ追加やA-MPR(Additional Maximum Power Reduction: 保護規定を満たすために移動局の空中線電力の低減や送信するRB(リソースブロック)を制限する等の制御仕様)といった保護規定を満たすための仕様