

ローカル5G検討作業班への報告

2024年2月28日

ドコモ・テクノロジー（株）

CONTENTS

1. 検討の背景
2. 共用検討の方向性
3. 共用検討パターン
4. 公共業務との共用検討
5. 5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討
6. ローカル5G同士の共用検討
7. まとめ（共用条件案）

1. 検討の背景

2. 課題

- 昨今、洋上風力発電所等、海上においてローカル5Gを活用したいというニーズが高まっている。
- 特に、超高速・超低遅延・多数同時接続の特徴を持つ自営系の免許局は現状ローカル5Gのみしか存在せず、海上における同システムの利用のニーズは高い。

【海外の洋上風力発電の例】



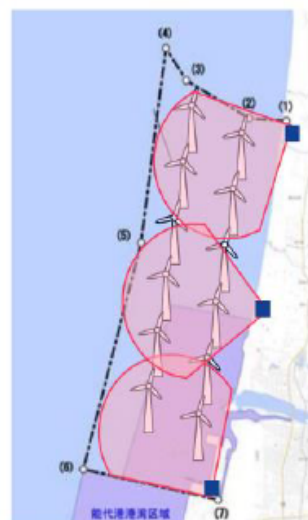
[Citymesh expands 3.5 GHz holding in North Sea for 5G wind-farm comms](#)

[Keeping Belgian North Sea wind farms connected - \(power-technology.com\)](#)



(両図とも、第17回ローカル5G検討作業班 ノキアソリューションズ&ネットワークス合同会社提出資料から抜粋)

【洋上風力発電の電波発射の形態のイメージ】

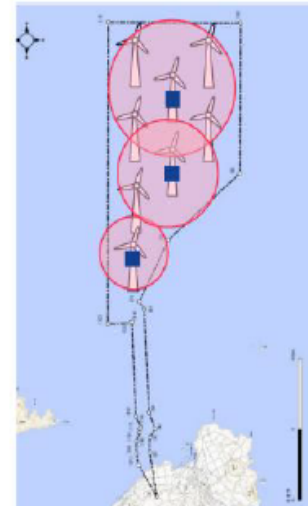


・着床型洋上風力発電
沿岸から近い5Km程度のエリアで展開される着床式洋上風力発電の自営無線化は沿岸に基地局を設置し洋上に対してカバレッジを展開する形式を想定しております

風車は海底に固定されるため、座標変動は無いと考えています。

洋上風力発電区域の座標は指定されています

各カバレッジはイメージになります
各地図は経済産業省洋上風力促進地域資料より引用



・浮体式洋上風力発電
沿岸から通り20Km程度のエリアで展開される浮体式洋上風力発電の自営無線化は風車自体に基地局を設置してカバレッジを展開する形式を想定しております

風車は海上に浮かぶため、座標変動は多少あるものと考えています。

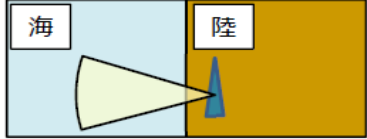
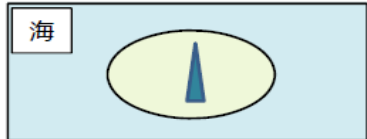
洋上風力発電区域の座標は指定されています

2. 共用検討の方向性

現状 ローカル5Gは、陸上での利用を基本としたシステムであり、海上での利用が認められていない。

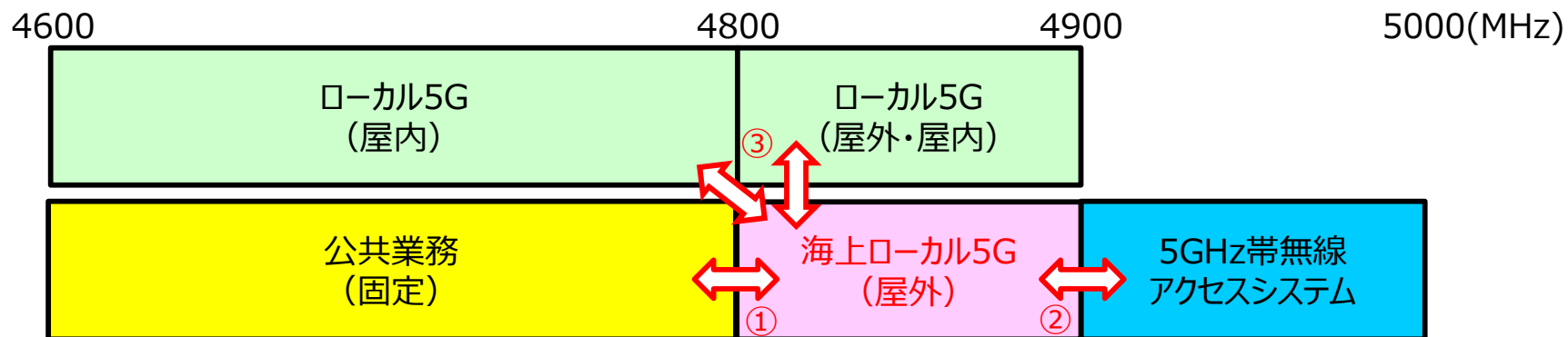
方向性

- 海上における一定の利用ニーズが存在することから、海上での電波伝搬等の所要の技術的条件の検討を行ったうえで、以下の方針の下、制度整備の検討を行うことが適当である。
- ① **4.7GHz帯を対象**とする。
- ② 利用可能な範囲は、**領海（12海里）内**とする。
- ③ 陸上での現行の規定同様に、適切に公共業務用無線局等との干渉検討を行ったうえで、必要に応じて、海上における基地局の設置制限区域を設定する。
- ④ 電波発射の形態は以下のとおりとする。
ア 陸上の基地局から海上に電波を発射する形態 イ 海上の構造物上の基地局から電波を発射する形態
- ⑤ 海上は、**原則として他者土地相当**とする。ただし、法令等に基づき、**特定の者が所有する海上構造物等は、自己土地相当**とする。海上構造物等が**ワイヤー等海底から係留されている場合、当該構造物等が移動しうる範囲を自己土地相当**とする。

周波数帯	利用可能な範囲	想定される電波発射の形態	自己土地・他者土地の考え方の整理
4.7GHz帯	<ul style="list-style-type: none"> • 領海内（12海里＝約22km） • 公共業務との干渉調整のため、海上における基地局の設置制限区域を設定。 	<ul style="list-style-type: none"> • 陸上の基地局から海上に電波を発射する形態  • 海上構造物上の基地局から電波を発射する形態  	<ul style="list-style-type: none"> • 海上は、原則、他者土地相当 • 法令等に基づき特定の者が所有・占有する海上構造物等は自己土地相当 • 海上構造物等がワイヤー等で海底から係留されている場合、係留構造物等が移動し得る範囲は自己土地相当

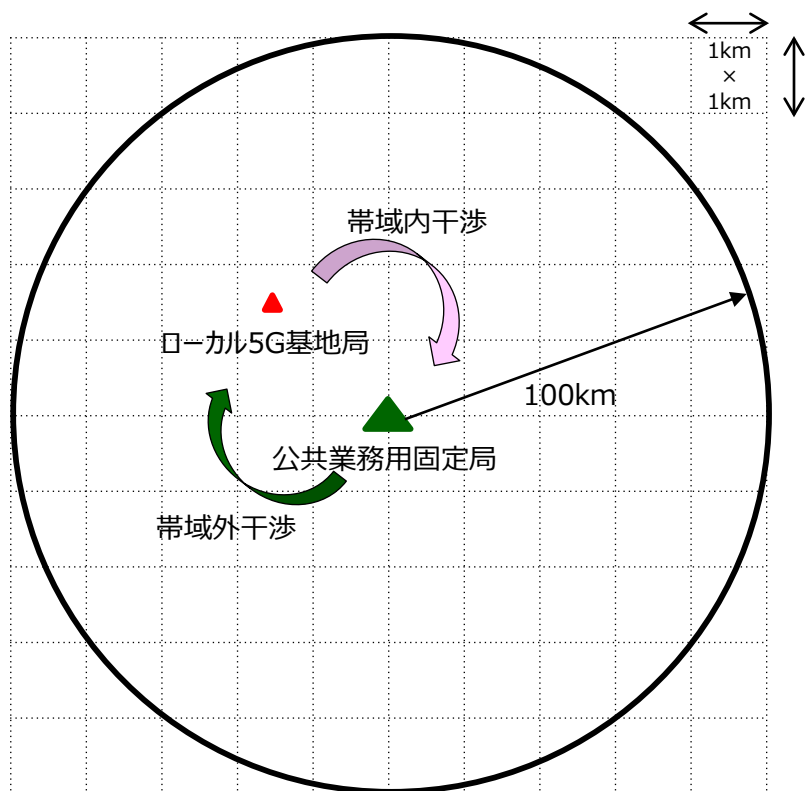
3. 共用検討パターン

- 海上ローカル5Gは、屋外で利用されるものと想定されるため、運用周波数帯を4800~4900MHzとする。
- 海上ローカル5Gの運用周波数帯を4800~4900MHzとすると、共用検討対象パターンは以下の通り。
 - ① 海上ローカル5G⇔公共業務（隣接周波数）
 - ② 海上ローカル5G⇔5GHz帯無線アクセスシステム（隣接周波数）
 - ③ 海上ローカル5G⇔ローカル5G（同一、隣接周波数）
- 共用検討パラメータは、基本的に過去の情通審における共用検討で用いた値をそのまま用いることとする
- 電波伝搬モデルは、過去の情通審における共用検討との整合性を考慮し、過去の検討で用いたモデルを踏襲することとする。ただし、ローカル5G同士の場合は、海上ローカル5G側は見通し環境にあると想定されるため、自由空間伝搬モデルで検討を行うことを基本とする。

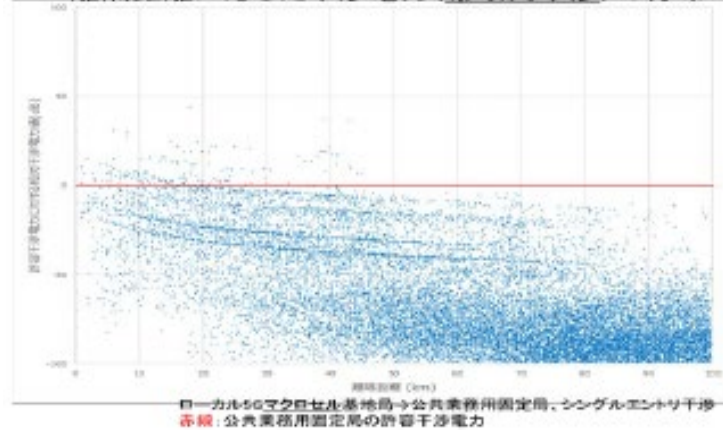


4. 公共業務との共用検討 ～過去の共用検討※の振り返り（基地局の場合）～

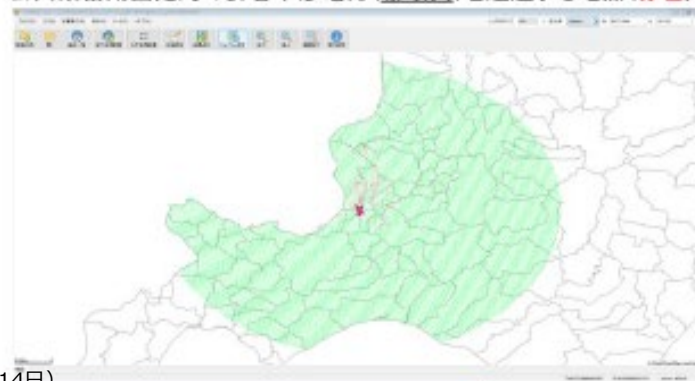
- （無線局パラメータを基に考察し）帯域内干渉はローカル5G基地局与干渉、帯域外干渉は公共業務与干渉が支配的としている。
- 帯域内、帯域外干渉それぞれについて、公共業務用固定局の設置位置を中心とする半径100km以内の1km²毎の地点にローカル5G基地局が存在するモデルで干渉影響を計算。
- 公共業務用固定局の許容干渉電力（帯域内）超過地点と、ローカル5G基地局の許容干渉電力（帯域外）超過地点が、それぞれ存在する。
- ローカル5Gと公共業務用固定局の免許人が個別の干渉調整を通じてローカル5G基地局の設置地点の可否を判定することは困難であるため、超過地点の有無を市区町村単位で確認し、その単位でローカル5Gと公共業務用固定局との共用条件を定めることが提言されている。



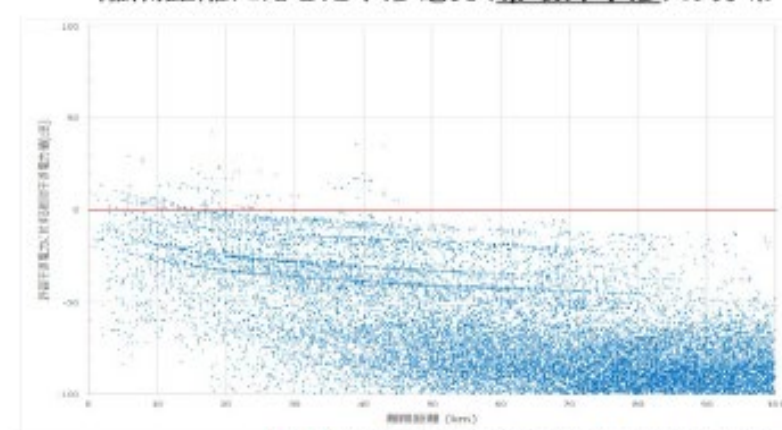
離隔距離に応じた干渉電力（帯域内干渉）の分布



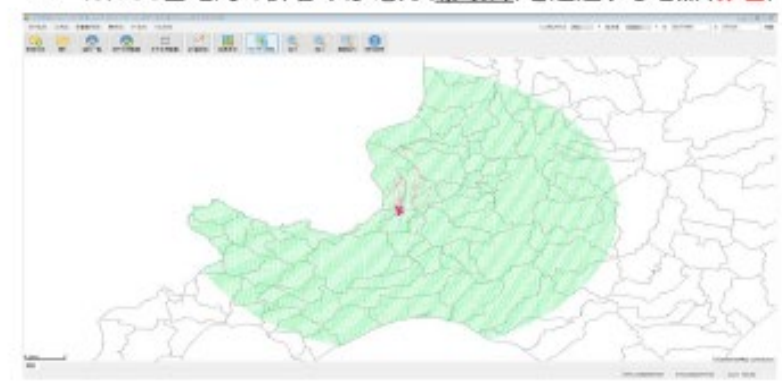
公共業務用固定局の許容干渉電力（帯域内）を超過する地点（赤色）



離隔距離に応じた干渉電力（帯域外干渉）の分布



ローカル5G基地局の許容干渉電力（帯域外）を超過する地点（赤色）



※ 総務省 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（2020年7月14日）

4. 公共業務との共用検討 ～過去の共用検討※1の振り返り（移動局の場合）～

- 2018年7月の共用検討結果※2を踏襲し、以下のように取りまとめている。
 - ・ L5G移動局与干渉：GB=0MHzで共用可能
 - ・ 公共業務与干渉：周波数離調20MHz確保 & 離隔150m程度で共用可能

4. 1. 2. 6 ローカル5G陸上移動局との共用検討（隣接帯域）

前述の本委員会報告（2018年7月）によれば、5Gシステムの陸上移動局と公共業務用無線局との隣接帯域における共用検討の結果について、下記のとおりまとめている。

- ・ 基地局の評価結果を踏まえ、隣接周波数の条件において、モンテカルロ・シミュレーションにより干渉影響を評価した結果、陸上移動局から公共業務用無線局への干渉影響は小さく、周波数離調0MHzでも共用の可能性がある。一方、公共業務用無線局から陸上移動局への干渉影響は大きく、共用を実現するためには、周波数離調として20MHz程度を確保し、公共業務用無線局の周囲150m程度以内で陸上移動局を利用しないことを想定すれば、所要改善量は3dB程度以下となり、陸上移動局の耐干渉性の実力値を加味することで、共用可能であると考えられる。

ローカル5Gの陸上移動局と公共業務用無線局との隣接帯域における共用条件は、上記の5Gシステムに対するまとめを踏襲すればよいと考えられる。

過去の共用検討結果（公共業務⇒ローカル5G移動局）
（※2 報告書 表4.6.2.2-3より引用）

周波数離調	最小離隔距離※3	帯域内干渉	帯域外干渉
0 MHz	100 m	9.9 dB	5.3 dB
	120 m	8.7 dB	4.2 dB
	140 m	7.7 dB	3.1 dB
20 MHz	100 m	1.3 dB	5.3 dB
	120 m	0.2 dB	4.1 dB
	140 m	0 dB以下	3.1 dB

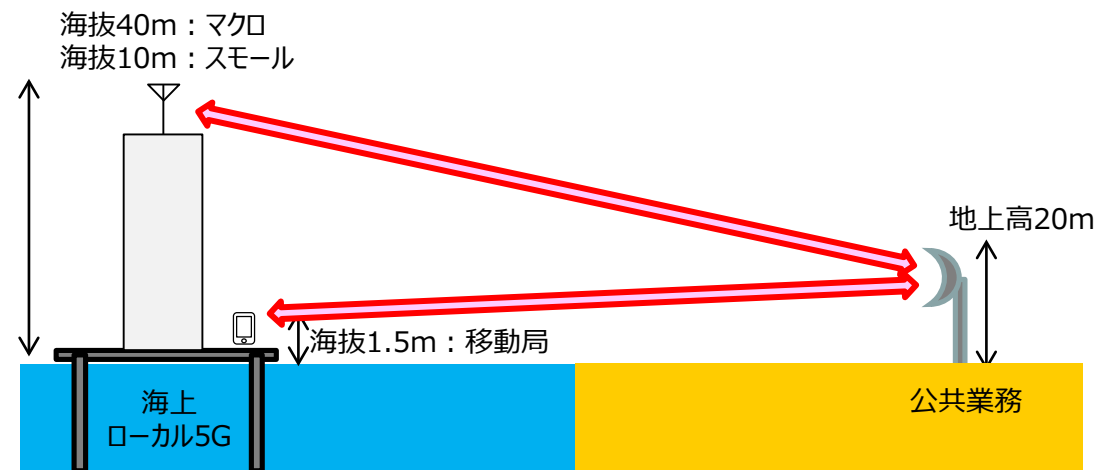
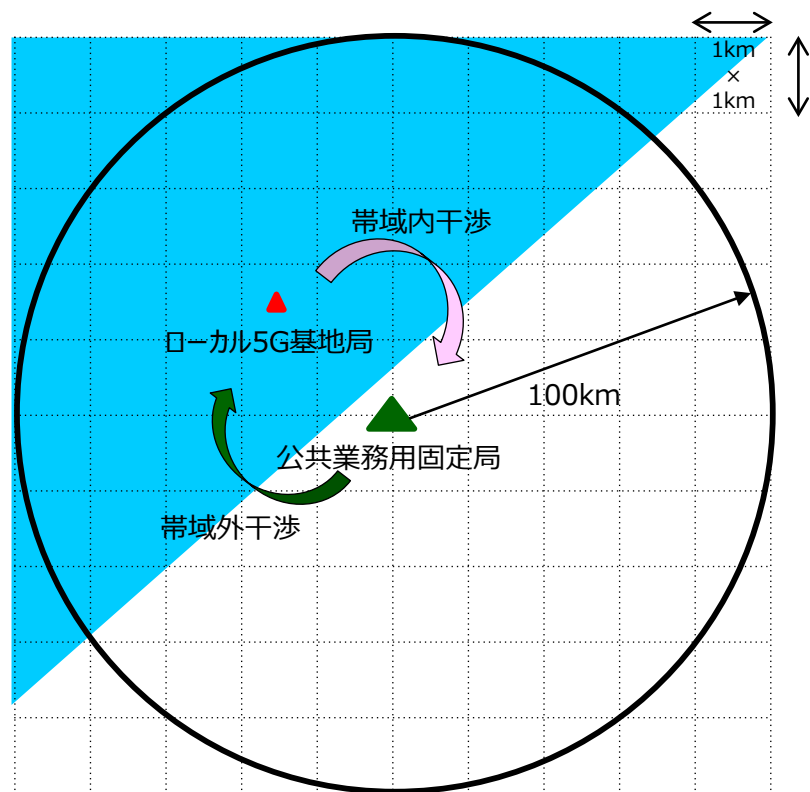
※3 陸上移動局の周囲150mの範囲内で公共業務用無線局を配置

※1 総務省 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（2020年7月14日）

※2 総務省 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（2018年7月31日）

4. 公共業務との共用検討 ～共用検討手法～

- 過去の検討※との違いは「ローカル5G無線局の運用場所」のみであり、過去の検討結果から得られる知見は、そのまま適用できると考えられる。
- 過去の検討※と同じ手法で、同じ共用検討パターンについて評価する（下図表参照）。



項目	概要
公共業務用固定局の設置位置	代表例として北陸地域の2か所で評価
ローカル5G基地局の設置位置	公共業務用固定局の設置位置を中心とする半径100km以内の1km ² 毎の地点を考慮
評価手法	<p><u>帯域内干渉</u> 各ローカル5G基地局が公共業務用固定局に及ぼす帯域内干渉について、公共業務用固定局の許容干渉電力と比較</p> <p><u>帯域外干渉</u> 公共業務用固定局が各ローカル5G基地局に及ぼす帯域外干渉について、ローカル5G基地局の許容干渉電力と比較</p>

今回の共用検討手法（公共業務用固定局の設置位置以外は、過去の検討※と同じ）

4. 公共業務との共用検討 ～共用検討パラメータ～

- ローカル5Gの共用検討パラメータは、過去の検討※1と同じ。

海上を含むローカル5Gの共用検討パラメータ

	マクロセル基地局	スモールセル基地局	移動局	
空中線電力 (dBm)	/		23	
送信帯域幅 (MHz)	100	100	40	100
空中線電力密度 (dBm/MHz)	28	5	7.0	3.0
不要発射の強度 (dBm/MHz)	-4	-16	-26.0	-30.0
空中線に関わる損失 (dB)	3 ※2	3 ※2	0	
空中線高 (m)	40	10	1.5	
空中線指向特性	図1 参照	図2 参照	無指向性	
最大空中線利得 (dBi)	23	23	0	
機械チルト (度)	6	10		
その他損失 (dB)	0	0	8 (人体吸収損)	
許容干渉電力 (帯域内干渉) (dBm/MHz)	-115	-110	-110	
許容干渉電力 (帯域外干渉) (dBm)	-52	-47	-47	

※1 総務省 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 (2020年7月14日)
 ※2 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

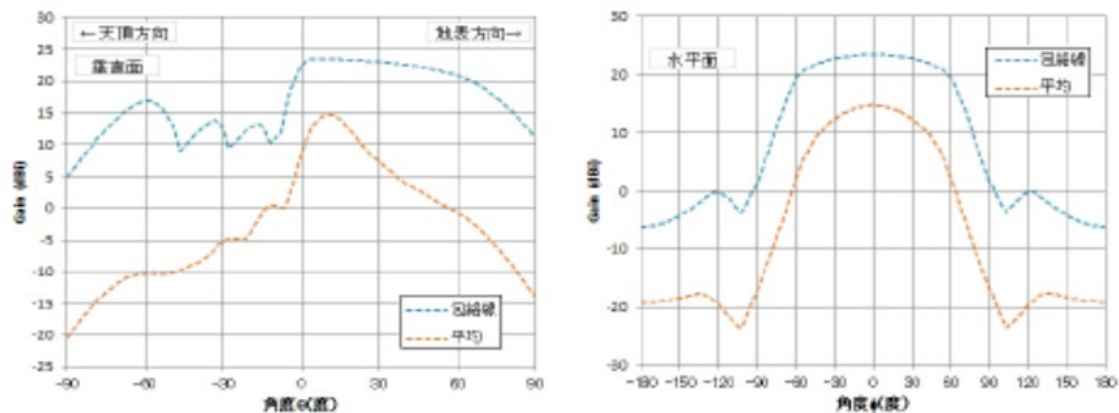


図1 海上を含むローカル5Gマクロセル基地局の空中線指向特性 ※1 (チルト6度 (下向き)、干渉検討では包絡線パターンを利用)

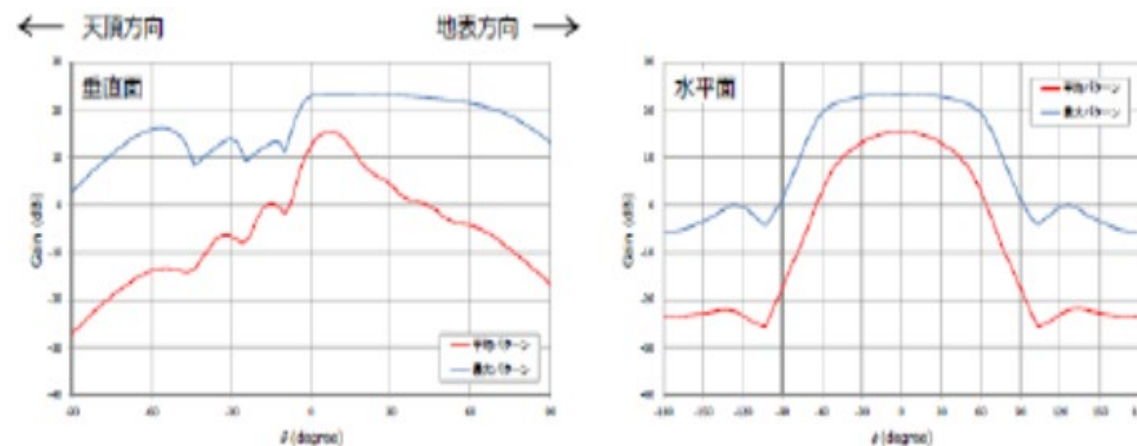


図2 海上を含むローカル5Gスモールセル基地局の空中線指向特性 ※1 (チルト10度 (下向き)、干渉検討では最大パターンを利用)

4. 公共業務との共用検討 ～共用検討パラメータ～

- 公共業務用固定局の共用検討パラメータは、過去の検討※と同じ。

公共業務用固定局の共用検討パラメータ

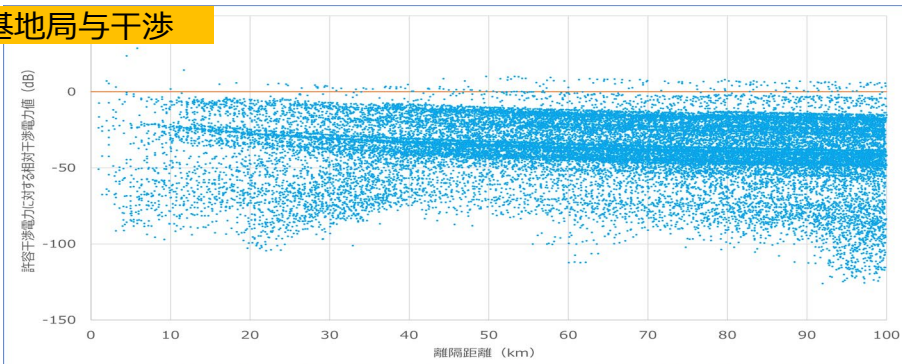
項目	設定値
送信電力密度	公共業務用無線局の値
送信帯域幅	公共業務用無線局の値
空中線地上高	20m
空中線最大利得	公共業務用無線局の値
空中線仰角	0度
空中線方位角	公共業務用無線局の値
送信系給電線損失	2dB
受信系給電線損失	1dB
許容干渉電力 (帯域内干渉)	公共業務用無線局の値

※ 総務省 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（2020年7月14日）

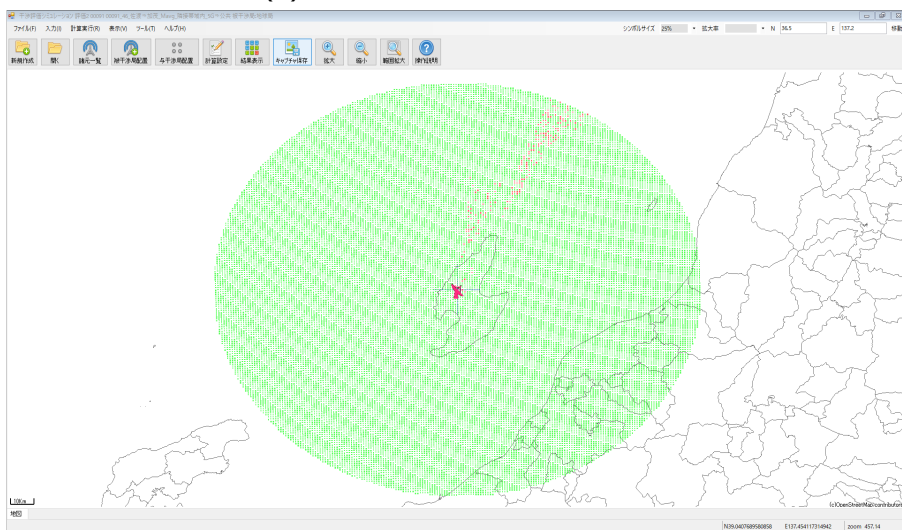
4. 公共業務との共用検討 ～検討結果（1）海上L5G基地局⇒公共（帯域内干渉）@北陸1～

- ローカル5G基地局からの帯域内干渉が公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する地点（赤色）が存在。
- スモール基地局の場合は、許容干渉電力を超過する地点（赤色）が限定的。

マクロ基地局与干渉

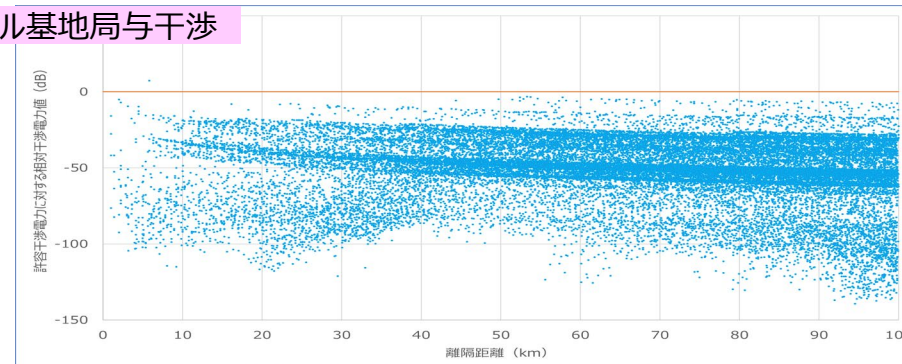


(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ

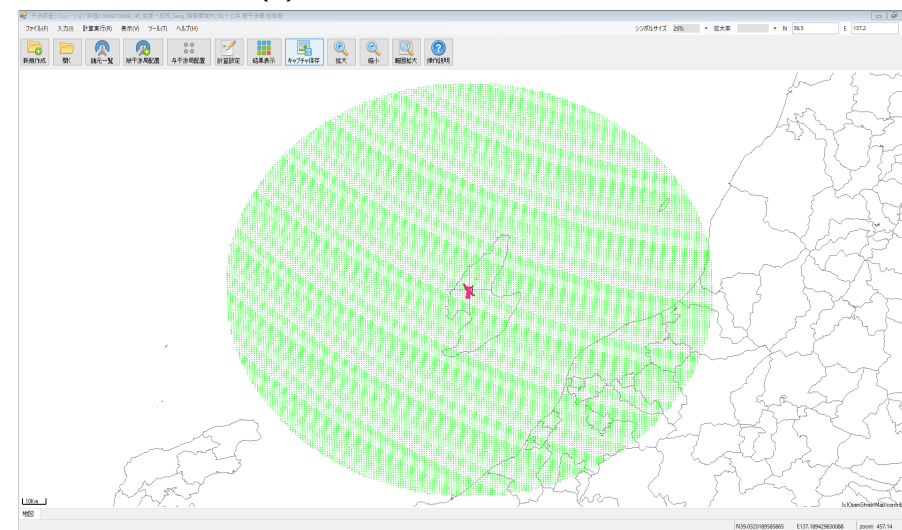


(b) 公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する干渉を及ぼす海上L5G基地局の設置地点（赤色）※ 海上L5Gマクロ基地局から公共業務用固定局への干渉影響（帯域内干渉）

スモール基地局与干渉



(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ



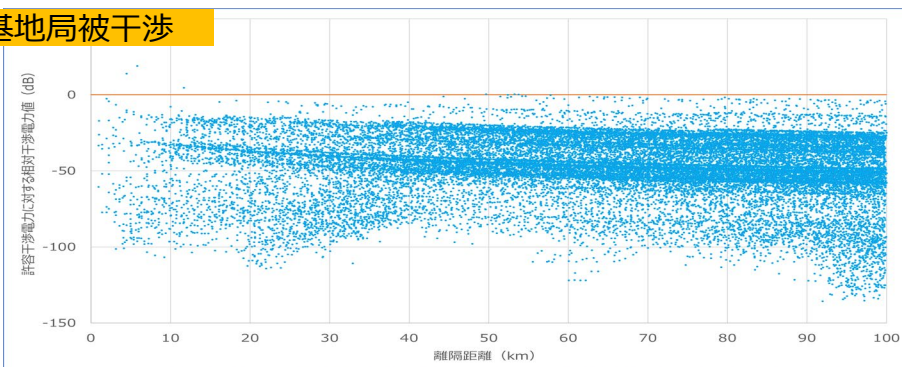
(b) 公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する干渉を及ぼす海上L5G基地局の設置地点（赤色）※ 海上L5Gスモール基地局から公共業務用固定局への干渉影響（帯域内干渉）

※ 公共業務（固定局）の周囲100km以内（緑色）を1kmメッシュに区切り、当該メッシュ内に存在するローカル5G局からのシングルエントリー干渉を計算した結果。赤色は、ローカル5Gからの干渉量が公共業務（固定局）の干渉閾値を超えていることを意味している。

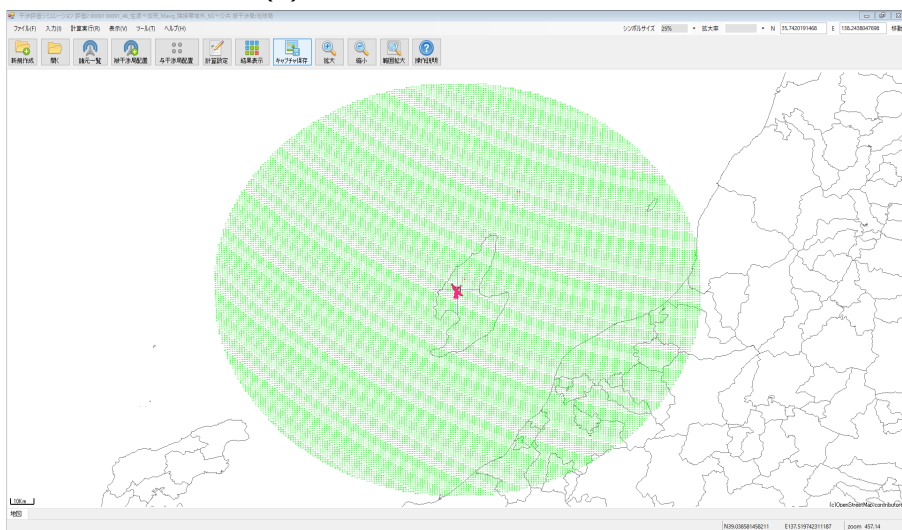
4. 公共業務との共用検討 ～検討結果（1）公共⇒海上L5G基地局（帯域外干渉）@北陸1～

- 公共業務用固定局からの帯域外干渉がローカル5G基地局の許容干渉電力を超過する地点（赤色）が存在。
- マクロ、スモール基地局共に、許容干渉電力を超過する地点（赤色）が限定的。

マクロ基地局被干渉

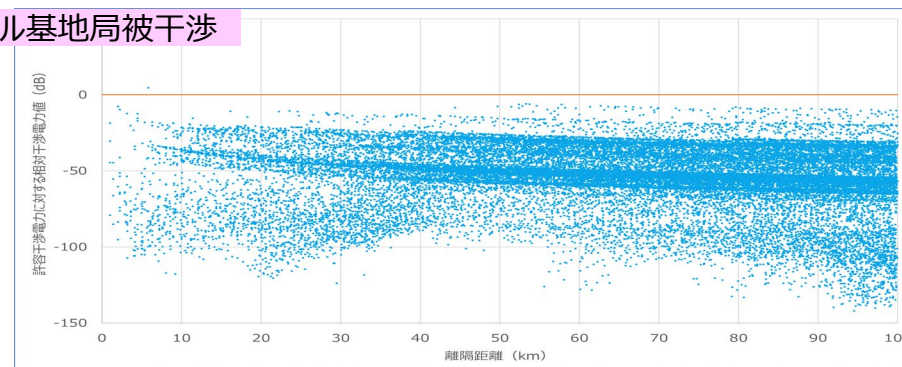


(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ

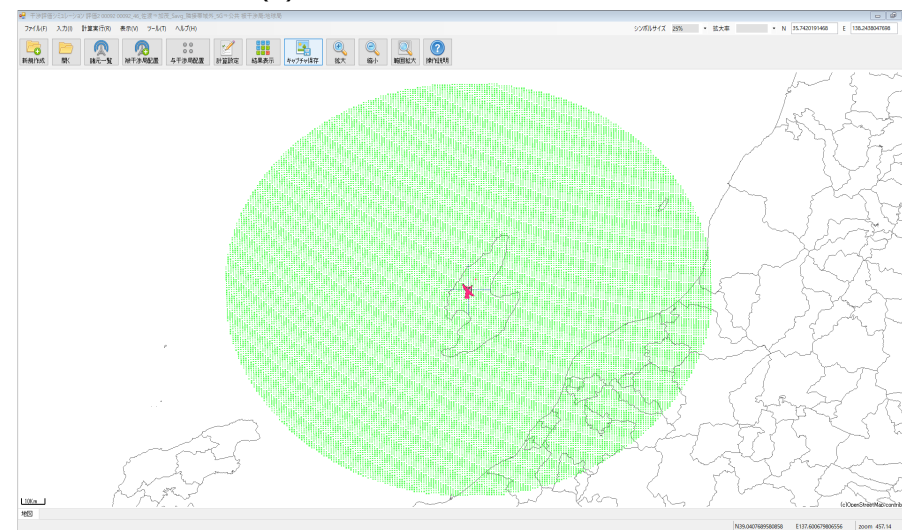


(b) 海上L5G基地局の許容干渉電力を超過する干渉が及ぶ地点（赤色）※ 公共業務用固定局から海上L5Gマクロ基地局への干渉影響（帯域外干渉）

スモール基地局被干渉



(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ



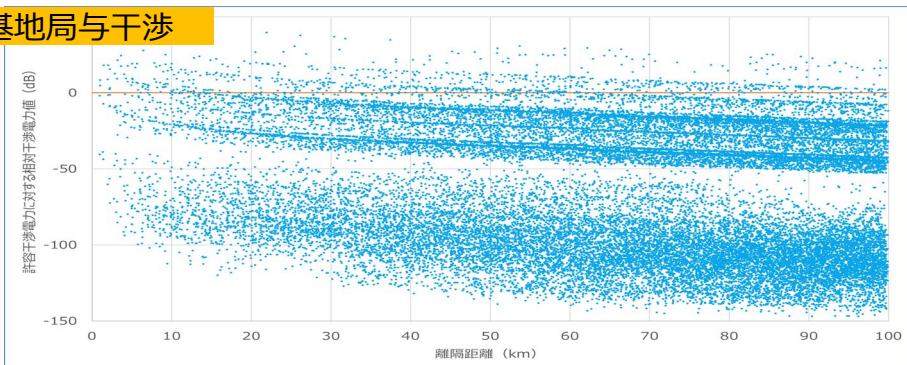
(b) 海上L5G基地局の許容干渉電力を超過する干渉が及ぶ地点（赤色）※ 公共業務用固定局から海上L5Gスモール基地局への干渉影響（帯域外干渉）

※ 公共業務（固定局）の周囲100km以内（緑色）を1kmメッシュに区切り、当該メッシュ内に存在するローカル5G局への干渉を計算した結果。赤色は、ローカル5Gへの干渉量が干渉閾値を超えていることを意味している。

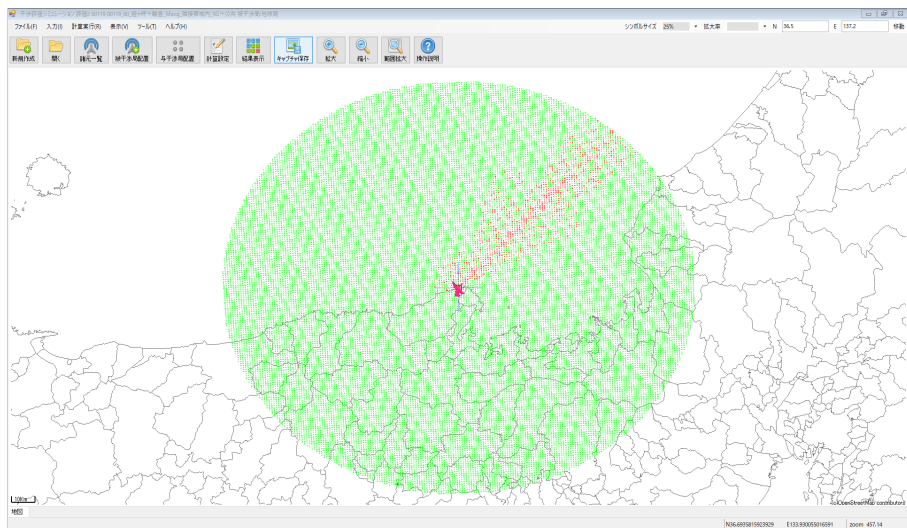
4. 公共業務との共用検討 ～検討結果（1）海上L5G基地局⇒公共（帯域内干渉）@北陸2～

- ローカル5G基地局からの帯域内干渉が公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する地点（赤色）が存在。
- スモール基地局の場合は、許容干渉電力を超過する地点（赤色）が限定的。

マクロ基地局与干渉

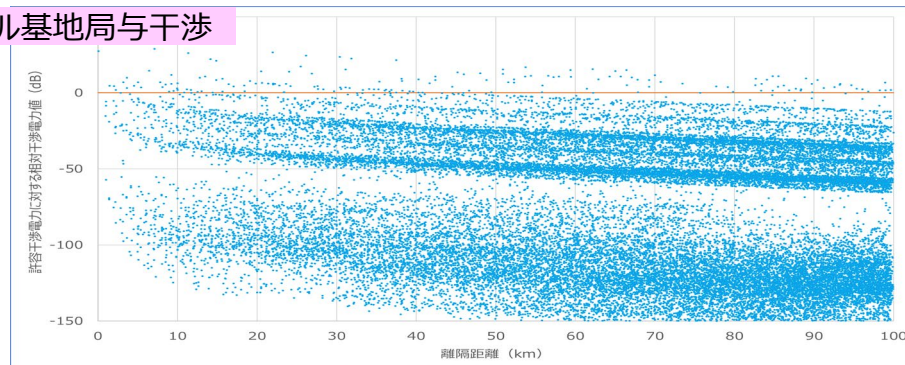


(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ

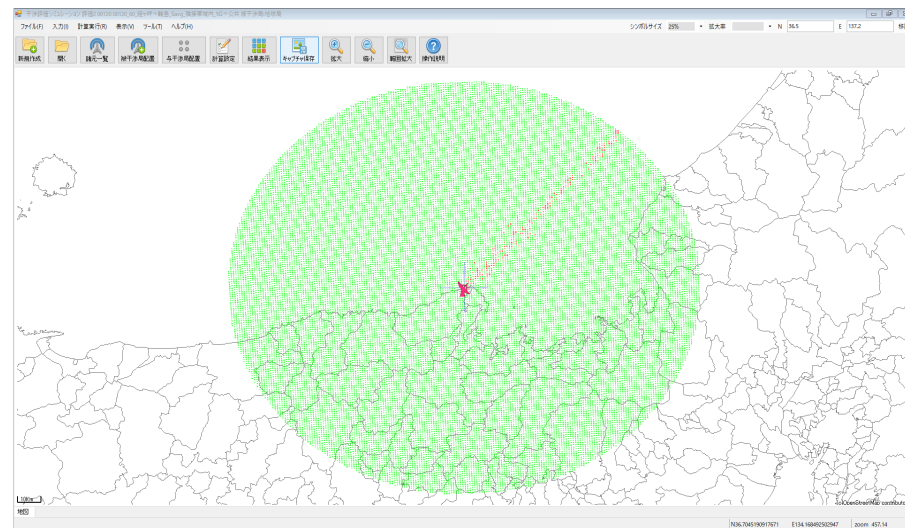


(b) 公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する干渉を及ぼす海上L5G基地局の設置地点（赤色）※ 海上L5Gマクロ基地局から公共業務用固定局への干渉影響（帯域内干渉）

スモール基地局与干渉



(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ



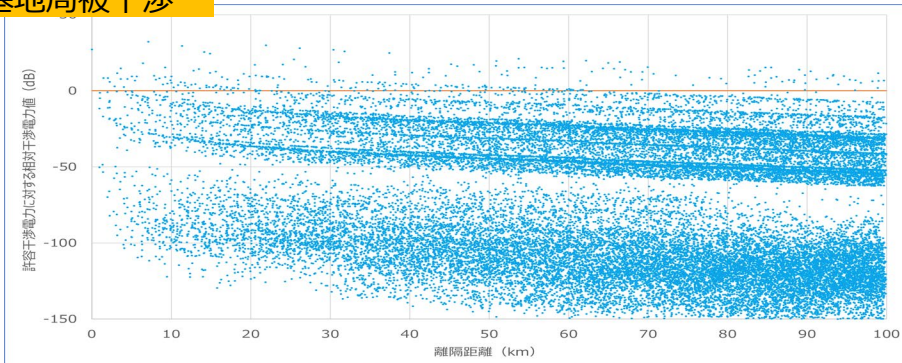
(b) 公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する干渉を及ぼす海上L5G基地局の設置地点（赤色）※ 海上L5Gスモール基地局から公共業務用固定局への干渉影響（帯域内干渉）

※ 公共業務（固定局）の周囲100km以内（緑色）を1kmメッシュに区切り、当該メッシュ内に存在するローカル5G局からのシングルエントリー干渉を計算した結果。赤色は、ローカル5Gからの干渉量が公共業務（固定局）の干渉閾値を超えていることを意味している。

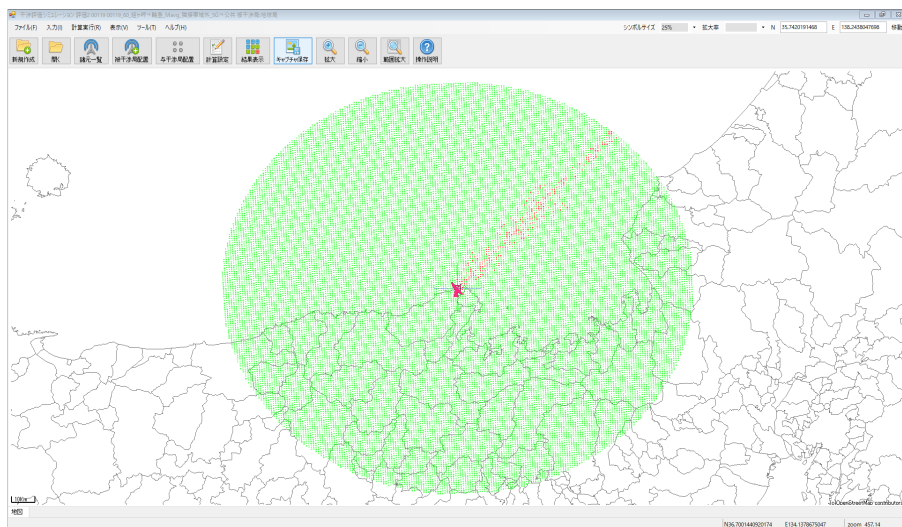
4. 公共業務との共用検討 ～検討結果（1）公共⇒海上L5G基地局（帯域外干渉）@北陸2～

- 公共業務用固定局からの帯域外干渉がローカル5G基地局の許容干渉電力を超過する地点（赤色）が存在。
- スモール基地局の場合は、許容干渉電力を超過する地点（赤色）が若干限定的。

マクロ基地局被干渉

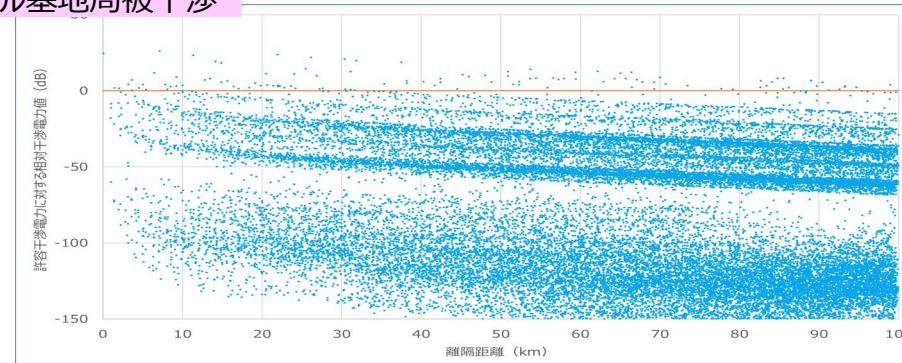


(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ

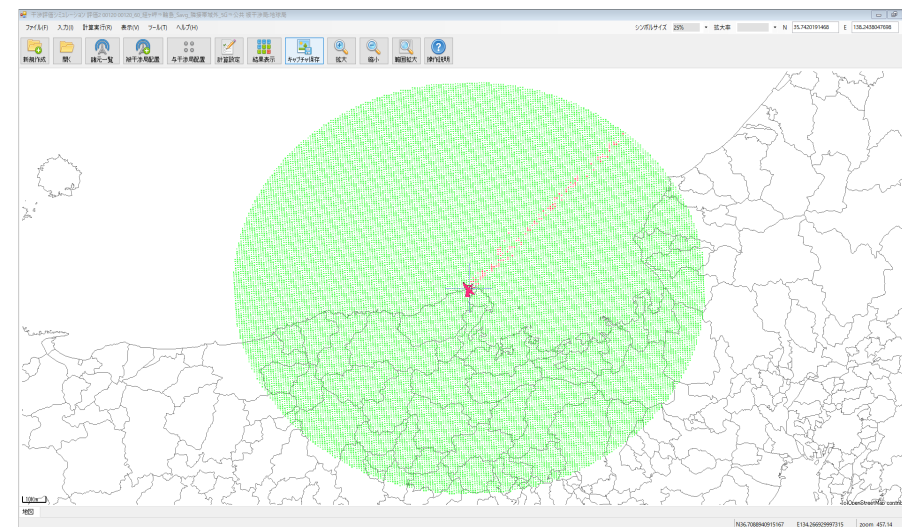


(b) 海上L5G基地局の許容干渉電力を超過する干渉が及ぶ地点（赤色）※ 公共業務用固定局から海上L5Gマクロ基地局への干渉影響（帯域外干渉）

スモール基地局被干渉



(a) 離隔距離に応じた干渉電力の大きさ



(b) 海上L5G基地局の許容干渉電力を超過する干渉が及ぶ地点（赤色）※ 公共業務用固定局から海上L5Gスモール基地局への干渉影響（帯域外干渉）

※ 公共業務（固定局）の周囲100km以内（緑色）を1kmメッシュに区切り、当該メッシュ内に存在するローカル5G局への干渉を計算した結果。赤色は、ローカル5Gへの干渉量が干渉閾値を超えていることを意味している。

4. 公共業務との共用検討 ～検討結果～

■ ローカル5G基地局と公共業務との共用検討結果

- ローカル5G基地局からの帯域内干渉の大きさが公共業務用固定局の許容干渉電力を超過する地点、公共業務用固定局からの帯域外干渉の大きさがローカル5G基地局の許容干渉電力を超過する地点について評価。
- その結果、過去の共用検討結果※と同様に、ローカル5G基地局からの影響がある地点と、公共業務用固定局からの影響がある地点が、それぞれ存在することが分かった。

■ ローカル5G移動局と公共業務との共用検討結果

- 過去の共用検討結果※によれば、GB=0MHzの場合、ローカル5G移動局与干渉の場合は共用可能であるが、公共業務与干渉の場合は、離隔140mで所要改善量7.7dB（帯域内）が残る結果となっている。
- 海上ローカル5Gが利用する4800～4900MHz帯において、自由空間伝搬を前提に、所要改善量7.7dB（帯域内）を伝搬損だけで解消することを考えると、所要離隔距離は340mとなる。
- 海上ローカル5Gの場合、移動局は海上に存在するプラットフォーム上で運用されることが前提であるため、陸上に存在する公共業務用固定局との離隔は、数百m以上確保されていると考えられる。このため、海上ローカル5G移動局と公共業務用固定局との間には、追加の共用条件は不要であると考えられる。

4. 公共業務との共用検討 ～まとめ～

■ 公共業務との共用検討のまとめ

- 海上ローカル5G移動局について特段の共用条件を追加する必要が無いことから、海上を含むローカル5Gと公共業務用固定局との共用条件は、ローカル5G基地局との共用検討結果を考慮して定めることができる。
- ローカル5G基地局と公共業務との干渉影響の計算結果から、ローカル5G基地局から公共業務用固定局への影響がある地点と、公共業務用固定局からローカル5G基地局への影響がある地点が、それぞれ存在することが分かった。
- 従って、共用条件として、従来と同様に、海上ローカル5G基地局と公共業務用固定局の少なくとも一方への干渉影響がある地点への海上ローカル5G基地局の設置を避けるように禁止エリアを定義することで、共存可能である。

5. 5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 ～過去の共用検討※1の振り返り～

■ ローカル5G基地局との共用検討

- 2018年7月の共用検討結果※2から、ローカル5G基地局⇒5GHz帯無線アクセスシステムが支配的としている。
- ローカル5G基地局⇒5GHz帯無線アクセスシステムについて所要改善量を計算（右表）
- 所要改善量が残留するものの、所要改善量を低減するための方策として以下の項目をあげ、総合的に考慮した結果として、“互いに近接した条件で運用されない限りは、所要改善量はマイナスになると想定され、共用可能と考えられる”と、取りまとめている。
 - 所要改善量は正対条件で算出しているが、実際の設置条件では、お互いに最大利得で正対していることは考えにくい
 - 水平離隔距離の確保で所要改善量は低減する
 - ローカル5G基地局の不要発射の強度の実力値、5GHz帯無線アクセスシステムの実機の許容干渉電力の実力値を加味できる
 - 5GHz帯無線アクセスシステムが実際に利用する下端の周波数は4.91GHzであり、10MHzのガードバンドが存在する

■ ローカル5G移動局との共用検討

- モンテカルロシミュレーションによる評価において、所要改善量が最大10dB程度残るケースがあるが、5GHz帯無線アクセスシステムの実力値を考慮すると、共用可能と結論づけている。

過去の共用検討結果（ローカル5G基地局⇒5GHz帯無線アクセスシステム）
（※1報告書 表4.1.3.2-1より引用）

(a)帯域内干渉（基地局の空中線指向特性：最大パターン、正対条件）

基地局種別	送信帯域幅 (MHz)	帯域内干渉与干渉電力 (dBm/MHz)	帯域内干渉許容干渉電力 (dBm/MHz)	水平距離 (m)	結合量 (dB)	所要改善量 (dB)
マクロセル	100	-4	-118.8	10	41.2	73.6
				50	42.7	72.1
				100	47.6	67.2
				500	61.2	53.6
				1,000	67.7	47.1
スモールセル	100	-16	-118.8	10.0	38.4	64.4
				50.0	44.1	58.7
				100.0	49.2	53.6
				500.0	62.5	40.3
				1,000.0	68.5	34.3

(b)帯域外干渉（基地局の空中線指向特性：最大パターン、正対条件）

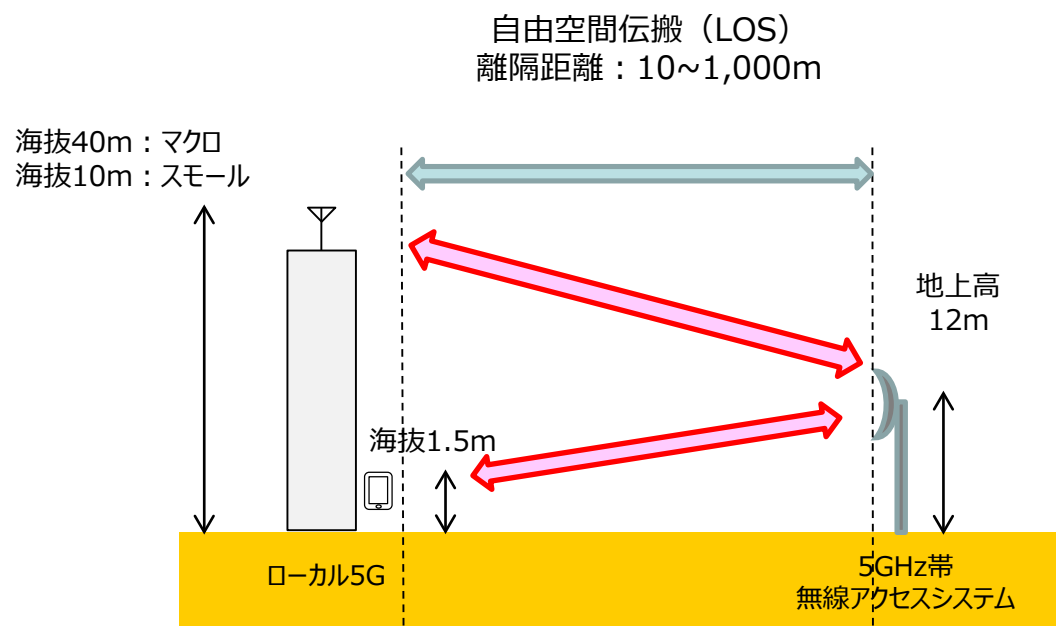
基地局種別	送信帯域幅 (MHz)	帯域内干渉与干渉電力 (dBm/MHz)	帯域内干渉許容干渉電力 (dBm/MHz)	水平距離 (m)	結合量 (dB)	所要改善量 (dB)
マクロセル	100	48	-36	10	41.2	42.8
				50	42.7	41.3
				100	47.6	36.4
				500	61.2	22.8
				1,000	67.7	16.3
スモールセル	100	25	-36	10	38.4	22.6
				50	44.1	16.9
				100	49.2	11.8
				500	62.5	-1.5
				1,000	68.5	-7.5

※1 総務省 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（2020年7月14日）

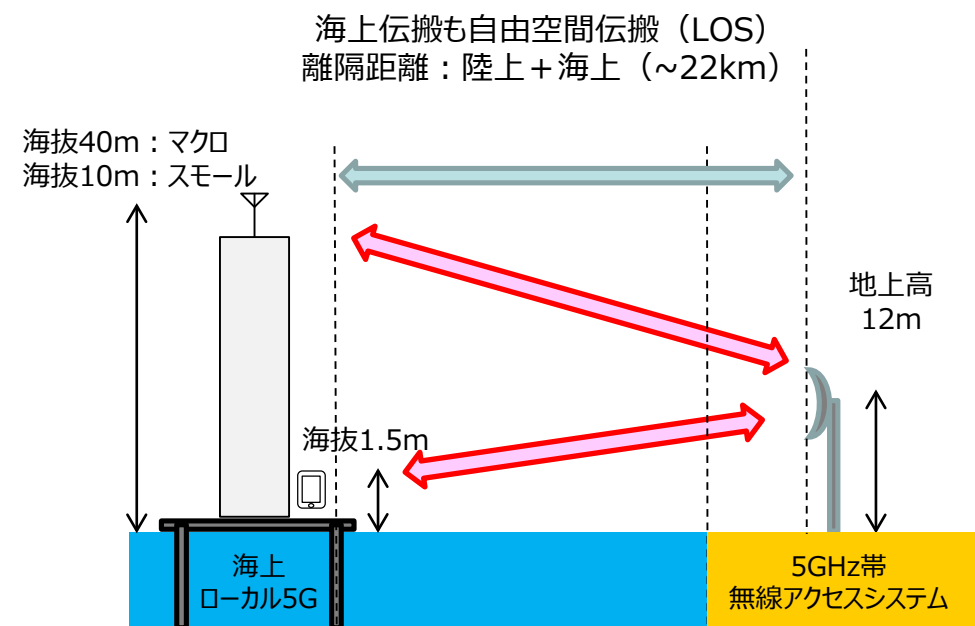
※2 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告（2018年7月31日）

5. 5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 ～共用検討手法～

- 過去の検討※との違いは「ローカル5G無線局の運用場所」のみであり、過去の検討結果から得られる知見は、そのまま適用できると考えられる。
- 過去の検討※と同じ手法で、同じ共用検討パターンについて評価する（下図参照）。
- 電波伝搬については、過去の検討と同様に自由空間伝搬を前提に検討する。



過去の干渉検討イメージ



今回の干渉検討イメージ

※ 総務省 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 (2020年7月14日)

5. 5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 ～共用検討パラメータ～

- ローカル5G、5GHz帯無線アクセスシステムの共用検討パラメータは、過去の検討※1と同じ。

5GHz帯無線アクセスシステムの共用検討パラメータ
(※1報告書 表4.1.3.3-3より引用)

(a)送信側の諸元

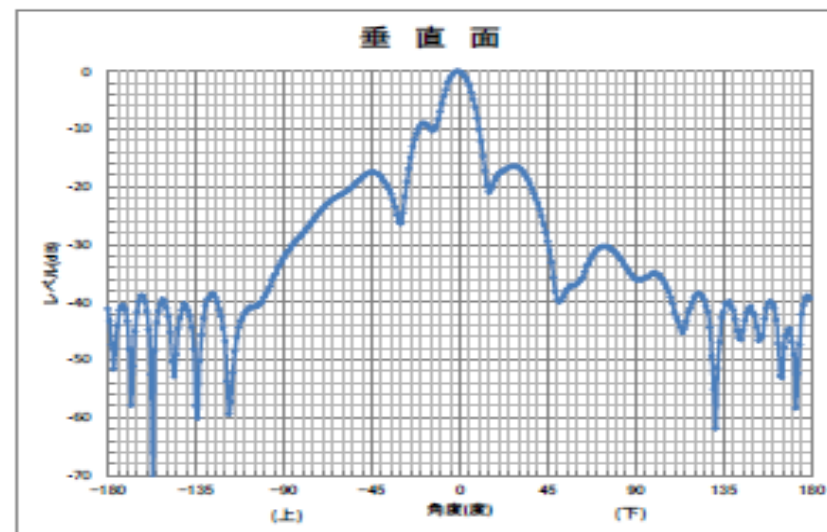
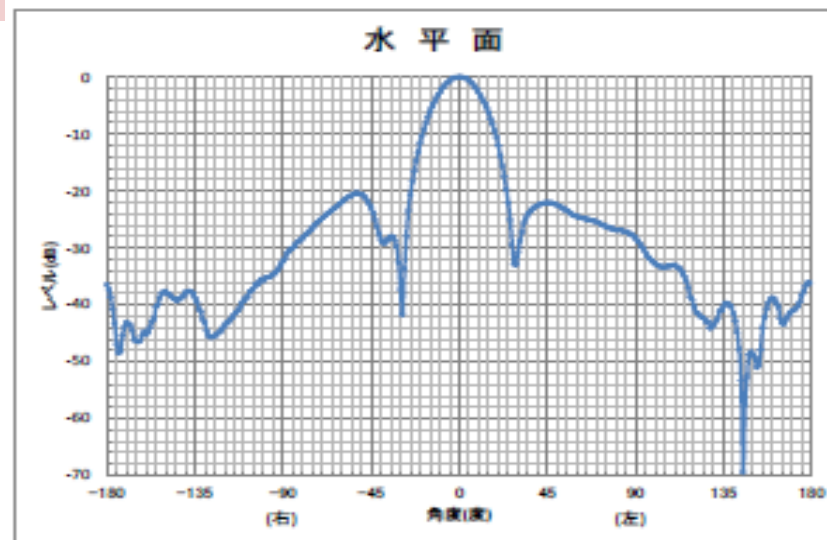
項目	設定値			
	5MHzシステム	10MHzシステム	20MHzシステム	40MHzシステム
最大実効放射電力※2	5Wかつ1W/MHz	5Wかつ1W/MHz	5Wかつ1W/MHz	5Wかつ1W/MHz
内訳 (参考値) 空中線電力※2	250mWかつ 50mW/MHz	250mWかつ 50mW/MHz	250mWかつ 25mW/MHz	250mWかつ 50mW/MHz
	13dBi (空中線電力が上記に満たない場合、その低下分を空中線利得で補うことができる)			
不要発射の強度	-41.6dBm/MHz	-40.0dBm/MHz	-37.1dBm/MHz	-37.1dBm/MHz
送信系給電線損失	0dB	0dB	0dB	0dB
空中線高	12m	12m	12m	12m
チャンネル帯域幅※2	4.5MHz	9MHz	19.7MHz	38MHz

※2 無線設備規則の規定に基づく

(b)受信側の諸元

項目	設定値 (5MHz、10MHz、20MHz、40MHzシステム共通)
許容干渉電力 (帯域内干渉)	-118.8dBm/MHz (I/N=-10dB、NF=5dB)
許容感度抑圧電力 (帯域外干渉)	-36dBm
空中線利得	16dBi
受信系給電線損失	0dB
空中線高	12m

※1 総務省 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 (2020年7月14日)



5GHz帯無線アクセスシステムの空中線指向特性
(※1報告書 図4.1.3.3-4より引用)

5. 5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 ～検討結果～

■ 海上ローカル5G基地局の場合

- 海上ローカル5G基地局が沿岸10m~22kmに存在する場合の所要改善量を下表に示す（黄色部分）。
- 海上ローカル5Gの場合、陸上の5GHz帯無線アクセスシステムとの離隔距離が大きくなるので、帯域内干渉、帯域外干渉共に、所要改善量が大きく改善する。
- 過去の共用検討※で考察した干渉軽減要因は、海上ローカル5Gにもそのまま適用可能と考えられるため、過去と同様に、共用可能と考えられる。

■ 海上ローカル5G移動局の場合

- 過去共用検討※においては、モンテカルロシミュレーションによる評価で所要改善量が最大10dB程度残るケースがあるが、5GHz帯無線アクセスシステムの実力値を考慮すると、共用可能としている。
- 海上ローカル5Gの場合も、基地局と同様に、離隔距離が大きくなるので、過去の結論をそのまま採用し、共用可能であると考えられる。

海上ローカル5G基地局との共用検討結果（帯域内干渉）

基地局種別	送信帯域幅 (MHz)	帯域内干渉与干渉電力 (dBm/MHz)	帯域内干渉許容干渉電力 (dBm/MHz)	水平距離 (m)	結合量 (dB)	所要改善量 (dB)	備考
マクロセル	100	-4	-118.8	10	41.3	73.5	過去の検討結果
				50	42.8	72.0	
				100	47.7	67.1	
				500	61.2	53.6	
				1,000	67.7	47.1	
				5,000	82.5	32.3	今回の検討結果
				10,000	88.5	26.3	
				15,000	92.1	22.7	
				22,000	95.4	19.4	
				22,000	95.4	19.4	
スモールセル	100	-16	-118.8	10	38.4	64.4	過去の検討結果
				50	44.1	58.7	
				100	49.2	53.6	
				500	62.5	40.3	
				1,000	68.5	34.3	
				5,000	82.5	20.3	今回の検討結果
				10,000	88.5	14.3	
				15,000	92.1	10.7	
				22,000	95.4	7.4	
				22,000	95.4	7.4	

海上ローカル5G基地局との共用検討結果（帯域外干渉）

基地局種別	送信帯域幅 (MHz)	帯域内干渉与干渉電力 (dBm/MHz)	帯域内干渉許容干渉電力 (dBm/MHz)	水平距離 (m)	結合量 (dB)	所要改善量 (dB)	備考
マクロセル	100	48	-36	10	41.3	42.7	過去の検討結果
				50	42.8	41.2	
				100	47.7	36.3	
				500	61.2	22.8	
				1,000	67.7	16.3	
				5,000	82.5	1.5	今回の検討結果
				10,000	88.5	-4.5	
				15,000	92.1	-8.1	
				22,000	95.4	-11.4	
				22,000	95.4	-11.4	
スモールセル	100	25	-36	10	38.4	22.6	過去の検討結果
				50	44.1	16.9	
				100	49.2	11.8	
				500	62.5	-1.5	
				1,000	68.5	-7.5	
				5,000	82.5	-21.5	今回の検討結果
				10,000	88.5	-27.5	
				15,000	92.1	-31.1	
				22,000	95.4	-34.4	
				22,000	95.4	-34.4	

※ 総務省 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（2020年7月14日）

6. ローカル5G同士の共用検討 ～過去の共用検討※の振り返り～

- 海上L5Gは屋外での運用と考えられるため、過去の共用検討※から、屋外条件を前提とした結果を振り返る。
- 同一周波数帯、隣接周波数帯のどちらにおいても、基地局与干渉の場合に、所要離隔距離が大きくなっていることがわかる。

過去の共用検討結果※

		干渉シナリオ	共用検討結果	共存可能性	
同一周波数帯	同期運用	基地局（マクロセル）⇒移動局	マクロセル：所要離隔距離160,700m	見通し（LOS）条件では所要離隔距離が大きい、見通し外（NLOS）条件では数百m～数km程度となることから、共用は可能な範囲と考えられる、としている。	
		移動局⇒基地局（マクロセル）	マクロセル：所要離隔距離22,650m(40MHz)、所要離隔距離14,320m(100MHz)		
	非同期運用	基地局⇒基地局	マクロセル：所要離隔距離5,700,000m スモールセル：所要離隔距離452,000m	見通し外（NLOS）条件でも所要離隔距離が数十km程度となるが、基地局アンテナの向きを正対条件から背中向きの正反対とすることで、数百～数km程度になることから、NLOS 環境となるようなサイトエンジニアリングを行なうことで共用は可能な範囲と考えられる、としている。	
		移動局⇒移動局	所要離隔距離640m(40MHz)、所要離隔距離404m(100MHz)	見通し（LOS）条件で所要離隔距離は400～600m 程度となるが、見通し外（NLOS）条件では最大で10m 程度となることから、共用は可能な範囲と考えられる、としている。	
隣接周波数帯	非同期運用	基地局⇒基地局	帯域内	マクロセル：所要改善量80.1dB（正対条件@20m） スモールセル：所要改善量64.1dB（正対条件@20m）	所要改善量が残るものの、基地局のアンテナ指向方向を併設から正反対に変え、さらに離隔を数百m程度確保することで所要改善量がマイナスとなることから、基地局タイプの選択、基地局アンテナの向きや離隔の確保、遮蔽対策等の事業者間調整により、共用は可能な範囲と考えられる、としている。
			帯域外	マクロセル：所要改善量69.1dB（正対条件@20m） スモールセル：所要改善量42.1dB（正対条件@20m）	
	非同期運用	移動局⇒移動局	帯域内	最悪値条件：所要改善量26.2dB（40MHz）、所要改善量22.2dB（100MHz） 確率的評価：所要改善量-5.0dB@40MHz、所要改善量-8.5dB（100MHz）	確率評価では、所要改善量がマイナスとなるため、共用可能。
			帯域外	最悪値条件：所要改善量1.1dB（40MHz～100MHz） 確率的評価：所要改善量-34.7dB（40MHz）、所要改善量-38.7dB（100MHz）	

※ 総務省 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（2020年7月14日）

6. ローカル5G同士の共存可能性 ～今回の検討手法～

- 過去の共用検討※1では、ローカル5G屋外利用においては、基地局与干渉において比較的大きな離隔距離が必要という結果となっている。その結果を踏まえ、ローカル5Gシステムの商用導入に際しては、基地局の審査基準に定められた手法を用いて事業者間で事前調整を行い、可能な範囲で運用することが前提となっている。
- 従って、海上を含むローカル5G同士の共存可能性の評価においても、審査基準で定められた計算式※2において算出した調整対象区域により評価することが適切である。
- 海上ローカル5G基地局が、4800MHz、100MHz幅で運用する場合の受信レベルPrを計算し、カバーエリア、調整対象区域の観点から、現実的な範囲でローカル5G同士の共存可能性があるかどうかを考察する。

※2 現状のローカル5G無線局の免許審査基準では、以下の計算式により、調整対象区域レベル（許容干渉レベル）を算出し、当該レベル以下となるエリア内で、既存免許人と調整の上で運用することが必要とされている。

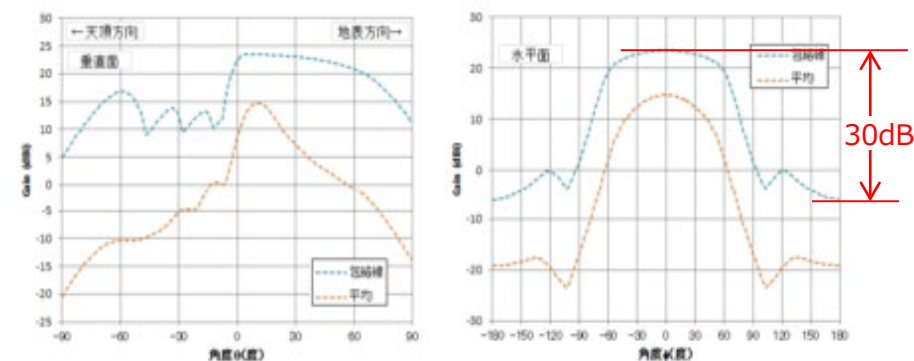
<受信電力Prの計算式>

$$Pr = Pt + Gt - Lf + Gr - L - 8$$

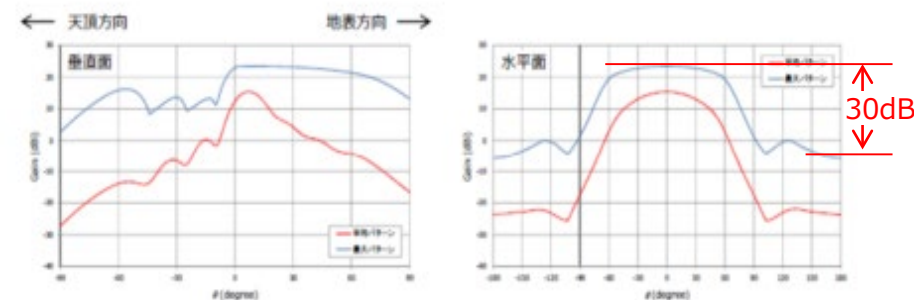
- Pr (dBm) : 受信レベル (受信電力)
- Pt (dBm) : 送信電力 (基地局の空中線電力)
- Gt (dBi) : 送信アンテナ利得
- Lf (dB) : 基地局の給電線損失
- Gr (dBi) : 受信アンテナ利得
- L (dB) : 伝搬損失 (基地局と伝搬損失を算定する地点との距離に応じて、自由空間、拡張秦式等が規定されている。**海上ローカル5Gの検討では、自由空間で評価する**)

4500~4900MHzにおける受信電力 Pr

申請者の無線設備の区分	40MHzシステム	50MHzシステム	60MHzシステム	80MHzシステム	100MHzシステム
カバーエリア	-88.6dBm	-87.6dBm	-86.9dBm	-85.6dBm	-84.6dBm
調整対象区域 (許容干渉レベル)	-95.0dBm	-94.0dBm	-93.0dBm	-92.0dBm	-91.0dBm



マクロ基地局の空中線指向特性 (包絡線パターンを採用)

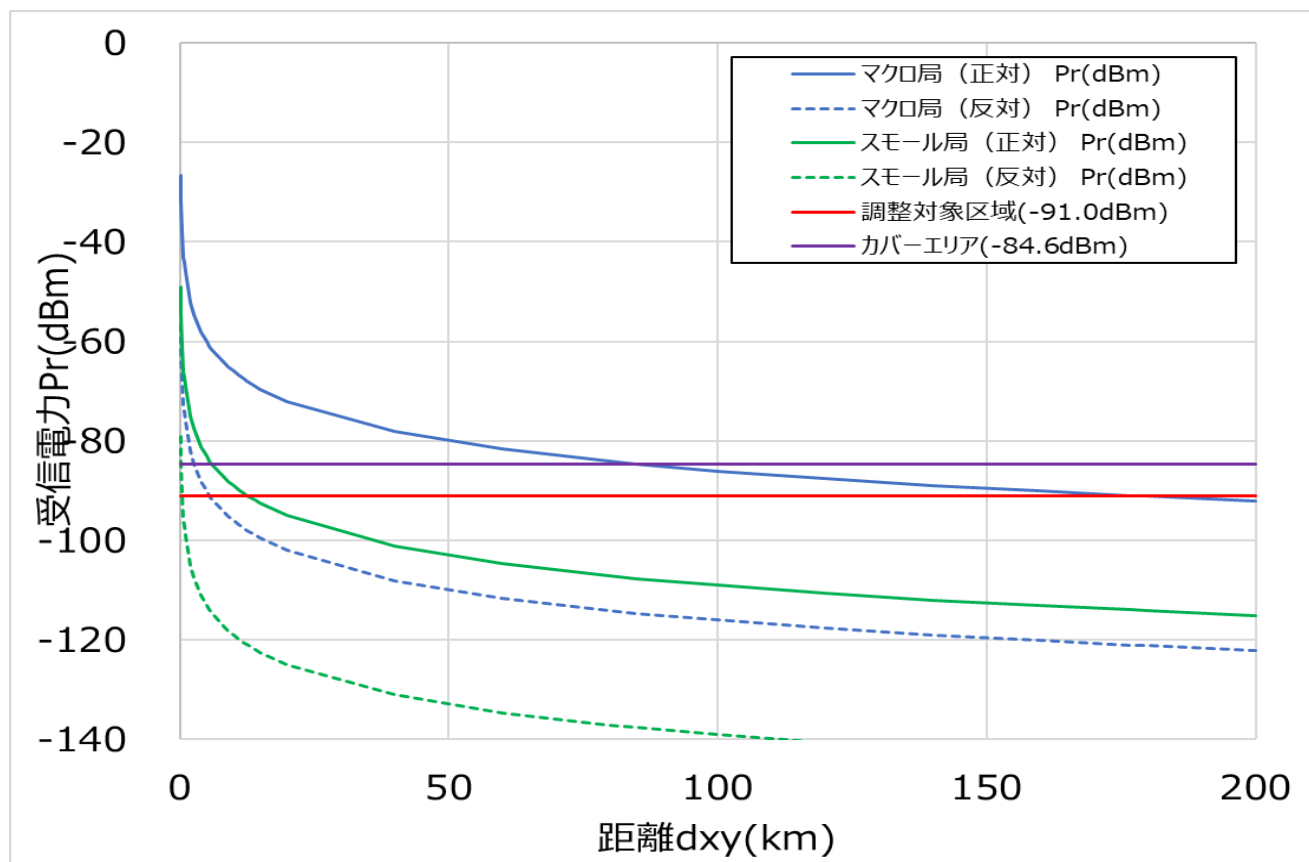


スモール基地局の空中線指向特性 (最大パターンを採用)

※1 総務省 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 (2020年7月14日)

6. ローカル5G同士の共存可能性 ～検討結果（同一周波数の場合）～

- 調整対象区域までの距離は、マクロ基地局では、指向性方向で177km、反対方向（アンテナ利得差30dBで計算）で5.6kmとなるが、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定や、より大きなチルト角の採用等のサイトエンジニアリングを積極的に実施することで、共存可能性がより大きくなると考えられる。
- スモール基地局では、指向性方向で12.5km、反対方向で0.4kmとなるため、マクロ基地局よりも共存可能性が高いと考えられる。特に、陸上の既存ローカル5G基地局との共存においては、海上ローカル5G基地局側で指向性方向を遠洋側に向ける等の工夫をすることや、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定により、共存可能性はさらに大きくなると考えられる。



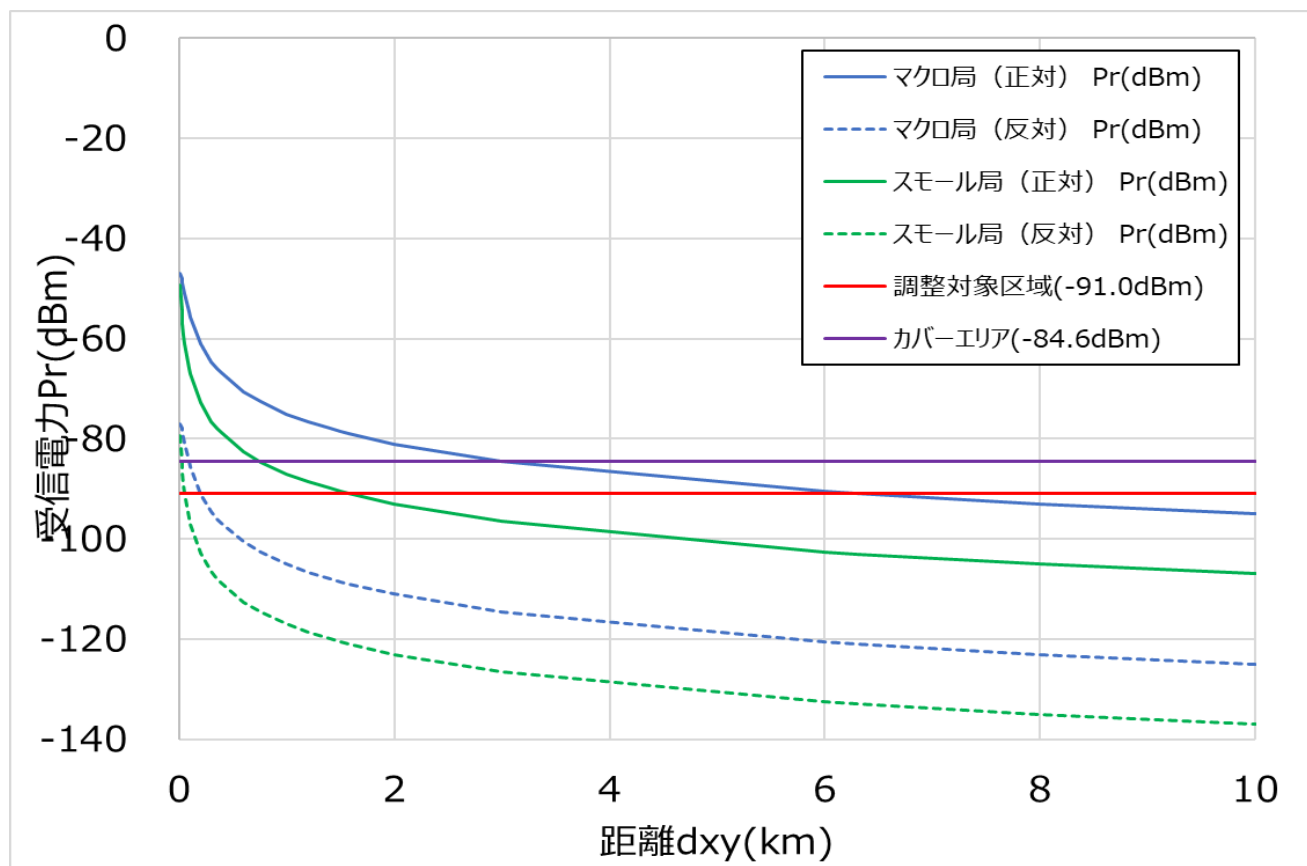
同一周波数における受信レベルPr

既存審査基準における規定値に到達する距離
(100MHzシステムの場合)

		カバーエリア (-84.6dBm)	調整対象区域 (-91.0dBm)
マクロ局	指向性方向	85km	177km
	反対方向	2.7km	5.6km
スモール局	指向性方向	6km	12.5km
	反対方向	0.2km	0.4km

6. ローカル5G同士の共存可能性 ～検討結果（隣接周波数の場合）～

- 調整対象区域までの距離は、マクロ基地局では、指向性方向で6.3km、反対方向（アンテナ利得差30dBで計算）で0.2kmの離隔距離が必要であるが、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定や、より大きなチルト角の採用等のサイトエンジニアリングを積極的に実施することで、共存可能性がより大きくなると考えられる。
- スモール基地局では、指向性方向で1.6km、反対方向で0.05kmとなるため、マクロ基地局よりも共存可能性が高いと考えられる。特に、陸上の既存ローカル5G基地局との共存においては、海上ローカル5G基地局側で指向性方向を遠洋側に向ける等の工夫をすることや、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定により、共存可能性はさらに大きくなると考えられる。



同一周波数における受信レベルPr

既存審査基準における規定値に到達する距離
(100MHzシステムの場合)

		カバーエリア (-84.6dBm)	調整対象区域 (-91.0dBm)
マクロ局	指向性方向	3km	6.3km
	反対方向	0.09km	0.2km
スモール局	指向性方向	0.8km	1.6km
	反対方向	0.02km	0.05km

7. まとめ（共用条件案）

■ 海上ローカル5Gと既存業務との共用条件（案）は、下表の通り。

共用条件（案）

#	既存業務	共用検討の前提条件	今回の共用検討から導かれる共用条件（案）
①	公共業務 (固定局)	隣接周波数 (帯域内干渉は、海上ローカル5Gと干渉、帯域外干渉は、公共業務と干渉が支配的として検討)	<ul style="list-style-type: none"> 公共業務用固定局の設置場所毎に、海上ローカル5G基地局の設置禁止エリアを規定することで共存可能である。
②	5GHz帯無線アクセスシステム	隣接周波数 (海上ローカル5G基地局と干渉が支配的として検討)	<ul style="list-style-type: none"> 過去と同様の干渉軽減要因※を考慮することで共存可能である。 ※ 水平面指向性をずらす(20~30dB程度改善) ※ 離隔距離確保(10m⇒500mで20dB程度改善) ※ 与干渉側の不要発射強度、被干渉側の許容干渉電力の実力値考慮(それぞれ10dB程度) ※ 5GHz帯無線アクセスの下端は4.91GHzであり10MHzのGBが確保できる
③	ローカル5G同士	同一周波数 同期運用・非同期運用	<ul style="list-style-type: none"> 既存の審査基準で定められた条件において、自由空間伝搬を前提に、事前調整することで共存可能である。 マクロ基地局では、所要離隔距離が大きいものの、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定や、より大きなチルト角の採用等のサイトエンジニアリングを積極的に実施することで、共存可能性がより大きくなる。 スモール基地局では、所要離隔距離がマクロ局より小さいため、マクロ基地局よりも共存可能性が高い。特に、陸上の既存ローカル5G基地局との共存においては、海上ローカル5G基地局側で主ビーム方向を遠洋側に向ける等の工夫をすることや、干渉影響をより低減できるような無線パラメータの設定により、共存可能性はさらに大きくなる。
		隣接周波数 非同期運用	<ul style="list-style-type: none"> 既存の審査基準で定められた条件において、自由空間伝搬を前提に、事前調整することで共存可能である。 所要離隔距離は、6km程度であるため、マクロ、スモール基地局ともに、無線パラメータの適切な選定や、サイトエンジニアリングによる干渉影響低減により、共存可能である。