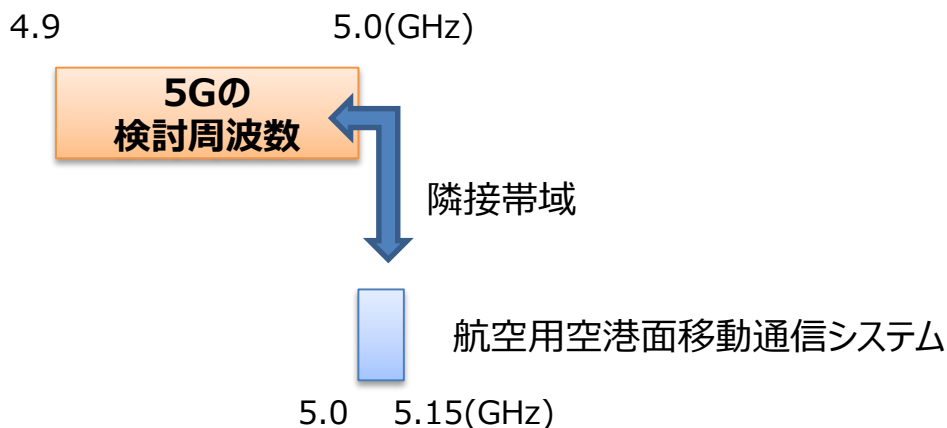


航空用空港面移動通信システムとの 共用検討結果

株式会社 NTTドコモ
2020年12月8日

はじめに

- 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、航空用空港面移動通信システム（5.0～5.15GHz）との、隣接帯域における共用検討を実施。



5Gシステムの共用検討パラメータ

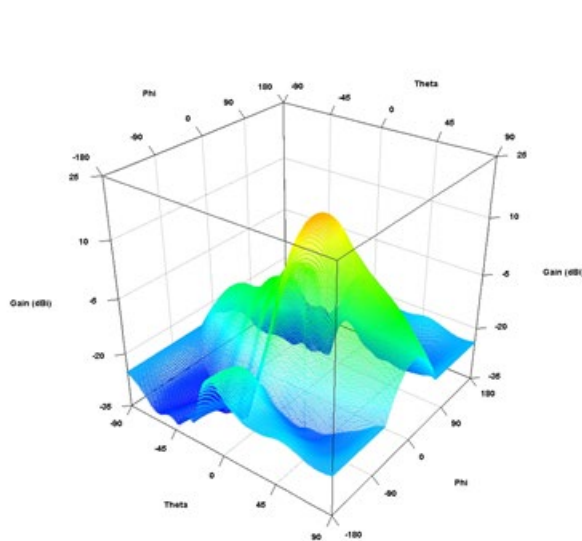
- 屋外基地局のパラメータ

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	
空中線に関わる損失	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	

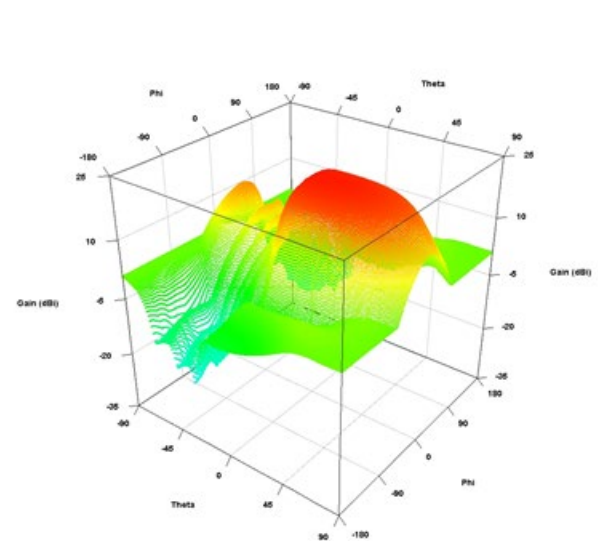
5Gシステムの共用検討パラメータ

- 屋外基地局（スモールセル）の空中線指向特性

平均パターン



最大パターン

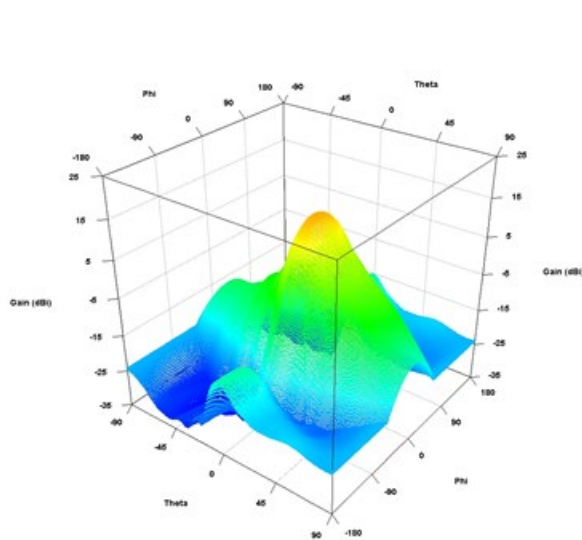


- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットを取得して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を**平均値**によりあらかじめモデル化。
- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成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

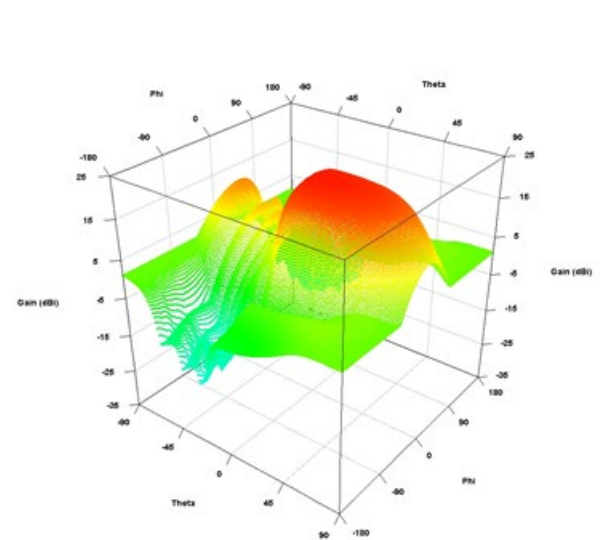
5Gシステムの共用検討パラメータ

- 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

- 陸上移動局のパラメータ

項目	設定値	備考
空中線電力密度	23dBm/100MHz	
不要発射の強度	30dBc	
空中線地上高	1.5m	
空中線指向特性	無指向性	
最大空中線利得	0 dBi	
その他損失	8 dB	人体吸収損
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	

航空用空港面移動通信システムの 共用検討パラメータ

- 共用検討パラメータ

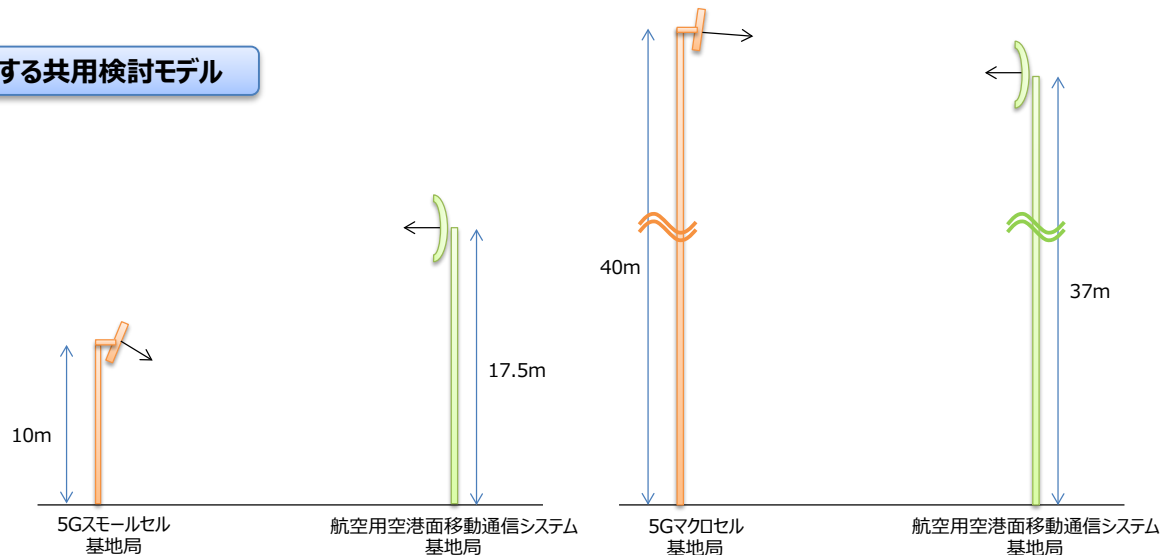
項目	基地局	航空機局（地上走行時）
最大実効放射電力	39.4dBm/ 5 MHz	30.0dBm/ 5 MHz
不要発射の強度	-50dBc（5 MHz離調）	-50dBc（5 MHz離調）
最大空中線利得	16dBi	6 dBi
空中線指向特性	水平面より下は最大利得	
空中線地上高	17.5m（平均値） 37m（最大値）	10m（大型の機体）
給電線損失	3 dB	3 dB
許容干渉電力（帯域内干渉）	-110dBm/ 5 MHz	-110dBm/ 5 MHz
許容干渉電力（帯域外干渉）	-77dBm（0 MHz離調） -43dBm（5 MHz離調）	-77dBm（0 MHz離調） -43dBm（5 MHz離調）

航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

• 対 5Gシステムの屋外基地局

- 1対1対向モデルを用いた共用検討（自由空間伝搬）を実施
- 屋外基地局の空中線指向特性は平均パターンを利用
- 空中線の高低差が小さい条件がワーストケースと考えられることから、スモールセル基地局については航空用空港面移動通信システムの基地局の空中線地上高が17.5m、マクロセル基地局については同37mの場合について評価

屋外基地局に対する共用検討モデル



航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

• 対 5Gシステムの陸上移動局

- モンテカルロ・シミュレーションによる共用検討を実施
- 空中線の高低差が小さい条件が Worst Case と考えられることから、航空用空港面移動通信システムの基地局の空中線地上高が17.5mの場合について評価

項目	概要
伝搬モデル	自由空間伝搬損失
評価手法	<p><u>5Gシステムの陸上移動局から被干渉システムの無線局への干渉評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 被干渉局の設置位置を中心として、その周囲の円内に同一タイミングで送信する複数台の5Gシステムの陸上移動局をランダムに配置し、これらの複数の陸上移動局から被干渉局に到達する総干渉電力を計算する。 • 陸上移動局の配置パターンを変化させて複数回の計算を実施し、合計の干渉電力の値が被干渉局の許容干渉電力の値を超える確率が3%以下となる条件において、所要改善量を求める。 <p><u>与干渉システムの無線局から陸上移動局への干渉評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 5Gシステムの陸上移動局の設置位置を中心として、その周囲の円内に1台の与干渉局をランダムに配置し、与干渉局から陸上移動局に到達する干渉電力を求める。 • 与干渉局の配置パターンを変化させて複数回の計算を実施し、干渉電力の値が陸上移動局の許容干渉電力の値を超える確率が3%以下となる条件において、所要改善量を求める。

航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

5Gシステムの屋外基地局との共用検討結果

- お互いの無線局の水平距離が10m、20m、50m、100m、200m、500m、1 km、2 km、5 km、10km、20km、50km、100kmの各条件において、最小結合量の条件での干渉の影響を評価
 - ➔ 基地局の空中線指向特性から、スモールセル基地局及びマクロセル基地局とも10mの条件で評価

スモールセル基地局から
航空用空港面移動通信システムへの干渉影響

周波数配置	干渉種別	配置	最小結合量における結果	
			水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉※	正対	10	37.1
	帯域外干渉 0MHz離調		10	22.1
	帯域外干渉 5MHz離調		10	-11.9

マクロセル基地局から
航空用空港面移動通信システムへの干渉影響

周波数配置	干渉種別	配置	最小結合量における結果	
			水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉※	正対	10	55.3
	帯域外干渉 0MHz離調		10	51.3
	帯域外干渉 5MHz離調		10	17.3

航空用空港面移動通信システムから
スモールセル基地局への干渉影響

周波数配置	干渉種別	配置	最小結合量における結果	
			水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉※	正対	10	12.5
	帯域外干渉※		10	6.5

航空用空港面移動通信システムから
マクロセル基地局への干渉影響

周波数配置	干渉種別	配置	最小結合量における結果	
			水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉※	正対	10	23.7
	帯域外干渉※		10	17.7

※0MHz離調、5MHz離調の条件とも同じ所要改善量

航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

5Gシステムの基地局との共用検討結果 (続き)

- 5Gシステムと航空用空港面移動通信システムとの間の周波数離調を 0 MHzとした場合、5Gシステムの基地局から航空用空港面移動通信システムの基地局への帯域外干渉の影響が大きいいため、共用を実現するためには、5Gシステムの基地局の送信電力の低減が必要
- より柔軟な5Gシステムの展開を可能とするためには、両システムの間には 5 MHz幅程度の周波数離調 (ガードバンド) を設けることが望ましく、当該条件下では、5Gシステムの基地局から航空用空港面移動通信システムへの帯域内干渉に関わる所要改善量が支配的
- そこで、5Gシステムの基地局から航空用空港面移動通信システムへの帯域内干渉の影響について、水平距離を変化させて評価

スモールセル基地局から
航空用空港面移動通信システムへの
隣接周波数干渉の影響

周波数配置	干渉種別	配置	水平距離に応じた所要改善量	
			水平距離 (km)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉	正対	0.1	29.3
			0.2	26.2
			0.5	19.8
			1	15.1
			2	9.1
			5	1.1
			10	-4.9
			20	-10.9
			50	-18.9

マクロセル基地局から
航空用空港面移動通信システムへの
隣接周波数干渉の影響

周波数配置	干渉種別	配置	水平距離に応じた所要改善量	
			水平距離 (km)	所要改善量 (dB)
隣接周波数	帯域内干渉	正対	0.1	48.6
			0.2	43.5
			0.5	34.3
			1	28.3
			2	22.3
			5	14.3
			10	8.3
			20	2.3
			50	-5.7

航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

5Gシステムの陸上移動局との共用検討結果

- 航空用空港面移動通信システムの基地局と5G陸上移動局との間に、250m程度の離隔距離があれば、各無線局の許容干渉電力に対する所要改善量が3 dB程度以下となる。

帯域内干渉

与干渉局	被干渉局	評価半径 (m)	最小離隔距離 (m)	所要改善量 (dB) ※
5G陸上移動局	航空用空港面移動通信システム基地局	100	0	17.5
		280	260	2.9
航空用空港面移動通信システム基地局	5G陸上移動局	100	0	15.1
		200	150	-0.9

※干渉電力の値が被干渉局の許容干渉電力の値を超える確率が3%以下となる条件において、所要改善量を算出

帯域外干渉

与干渉局	被干渉局	評価半径 (m)	最小離隔距離 (m)	所要改善量 (dB) ※
5G陸上移動局	航空用空港面移動通信システム基地局	100	0	0.4
		280	260	-14.0
航空用空港面移動通信システム基地局	5G陸上移動局	100	0	14.3
		200	150	-1.7

※干渉電力の値が被干渉局の許容干渉電力の値を超える確率が3%以下となる条件において、所要改善量を算出

航空用空港面移動通信システムとの共用検討 (隣接帯域)

• 共用条件のまとめ

- 5Gシステムと航空用空港面移動通信システムとの間の周波数離調を0 MHzとした場合、5Gシステムの基地局から航空用空港面移動通信システムの基地局への帯域外干渉の影響が支配的となり、共用を実現するためには、5Gシステムの基地局の送信電力の低減が必要となる。より柔軟な5Gシステムの展開を可能とするためには、両システムの間には5 MHz幅の周波数離調（ガードバンド）を設けることが望ましい。なお、5Gシステムと航空用空港面移動通信システム間のガードバンドの大きさについては、既に航空用空港面移動通信システムを導入している諸外国における周波数の使用状況や導入に向けた国内の検討状況を踏まえて設定することが適当である。
- 5 MHz幅の周波数離調を考慮した場合、5Gシステムの基地局から航空用空港面移動通信システムへの帯域内干渉の影響が最も大きく、空港からの距離が、スモールセル基地局では5 km強、マクロセル基地局では20km強以下の範囲では、干渉調整を実施することが必要である。
- 上記の水平距離は、共用検討で用いた5Gシステムの基地局の不要発射の強度（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）に基づいて算出された数字である。5Gシステムの基地局の不要発射の強度の実力値がこれらの値よりも改善すれば、干渉調整を実施する範囲を低減することが可能である。例えば、実力値が共用検討で用いた数値に比較して10dB改善すれば、干渉調整が必要な範囲は、スモールセル基地局では2 km弱、マクロセル基地局では5 km強の水平距離に低減される。
- 5 MHz幅の周波数離調を考慮した場合、5Gシステムの陸上移動局と航空用空港面移動通信システムは250m程度の離隔距離を確保すれば共用可能であり、上述の5Gシステムの基地局との干渉調整において考慮する必要がある。