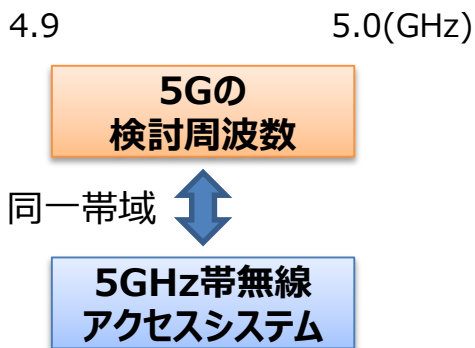


5GHz帯無線アクセスシステムとの 共用検討結果

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、5GHz帯無線アクセスシステム（4.9～5.0GHz）との、同一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

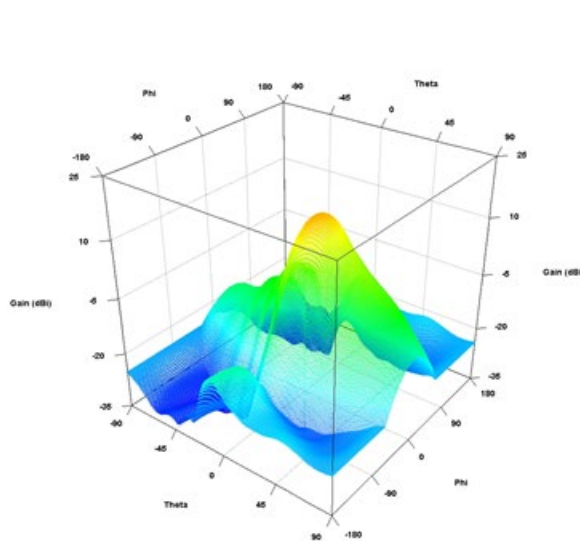
- 屋外基地局のパラメータ

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	

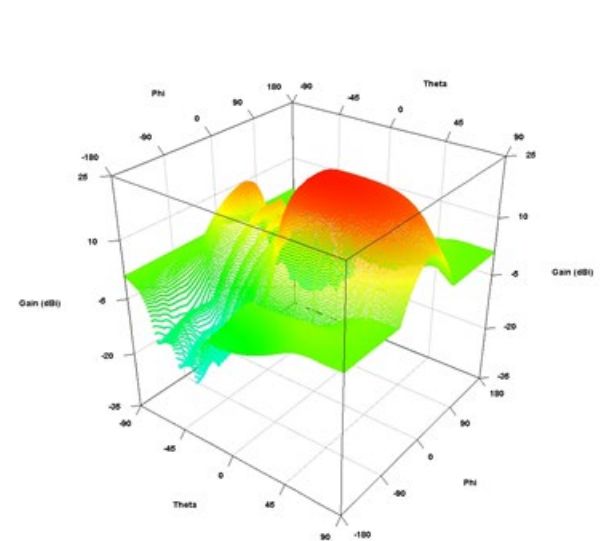
5Gシステムの共用検討パラメータ

- 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

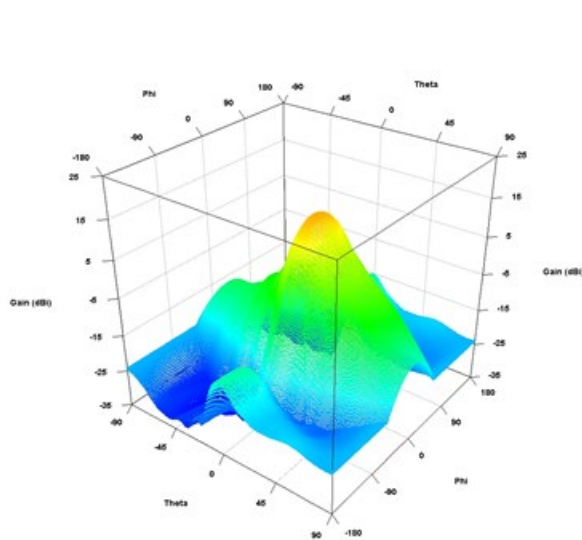


- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成された多数のスナップショットを取得して統計処理を行い、任意の方向の空中線利得を**平均値**によりあらかじめモデル化。
- 陸上移動局を基地局エリア内に配置し、勧告ITU-R M.2101のAnnex 1の5章に示される数式に基づき、基地局のメインビームを陸上移動局に向ける空中線指向特性を生成。
- 陸上移動局の配置位置を変更しつつ、上記の方法に基づいて生成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

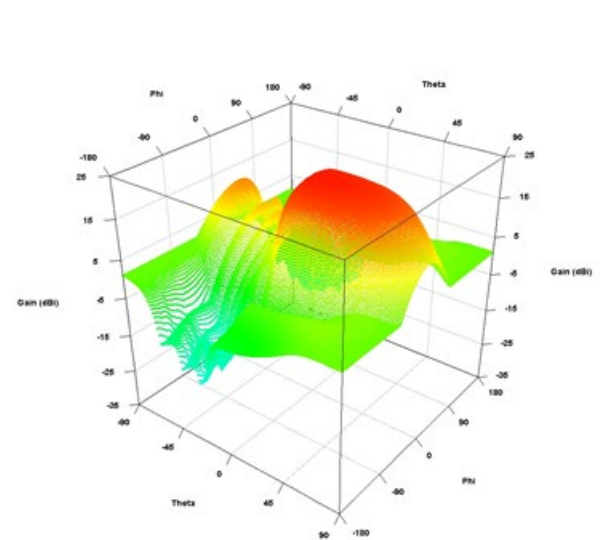
5Gシステムの共用検討パラメータ

- 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

- 屋内基地局のパラメータ

項目	設定値	備考
空中線電力	0 dBm/MHz	
空中線地上高	5 m	
空中線利得	-20dBi	共用検討の対象となる無線局方向への利得
その他損失	0 dB	
許容干渉電力（帯域内干渉）	-110dBm/MHz	
許容干渉電力（帯域外干渉）	-47dBm	

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	

5GHz帯無線アクセスシステムの 共用検討パラメータ

- 送信側

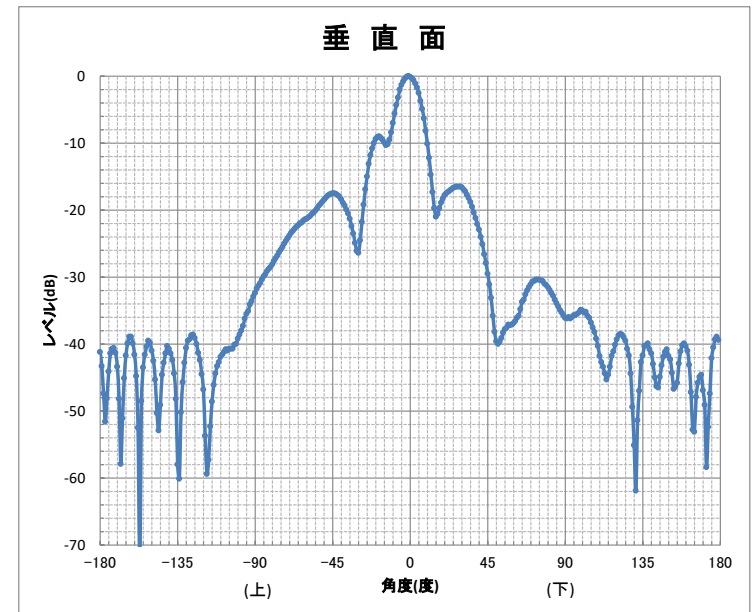
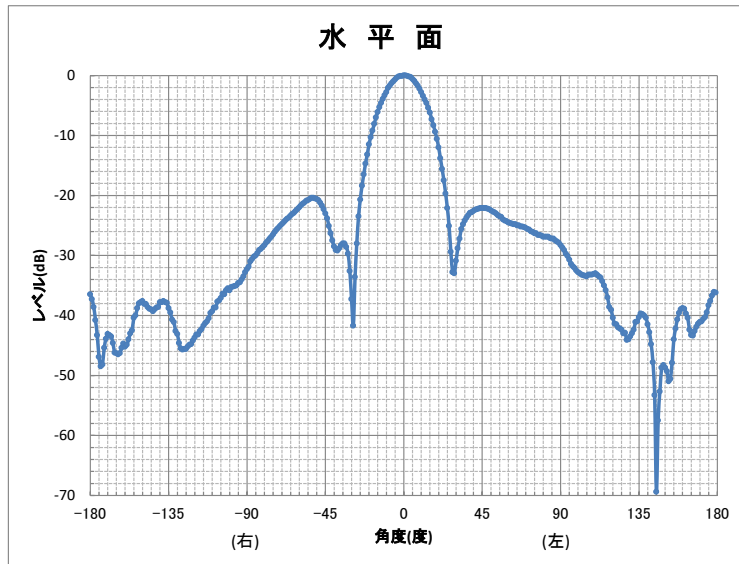
項目	設定値		
	5 MHzシステム	10MHzシステム	
最大実効放射電力	5 Wかつ 1 W/MHz	5 Wかつ 1 W/MHz	
	(内訳(参考値)) 空中線電力	250mWかつ50mW/MHz	250mWかつ50mW/MHz
	(内訳(参考値)) 空中線利得	13dBi(空中線電力が上記に満たない場合、 その低下分を空中線利得で補うことができる)	
送信系給電線損失	0 dB	0 dB	
空中線地上高	12m	12m	
チャンネル帯域幅	4.5MHz	9 MHz	
	20MHzシステム	40MHzシステム	
最大実効放射電力	5 Wかつ 1 W/MHz	5 Wかつ500mW/MHz	
	(内訳(参考値)) 空中線電力	250mWかつ25mW/MHz	250mWかつ50mW/MHz
	(内訳(参考値)) 空中線利得	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)	
送信系給電線損失	0 dB	0 dB	
空中線地上高	12m	12m	
チャンネル帯域幅	19.7MHz	38MHz	

- 受信側

項目	設定値 (5 MHz、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= 5 dB)
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	0 dB
空中線地上高	12m

5GHz帯無線アクセスシステムの 共用検討パラメータ

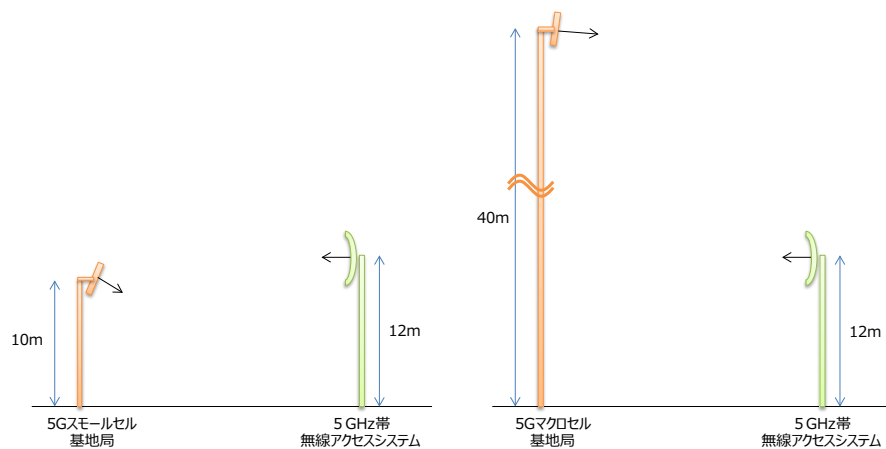
- 空中線指向特性



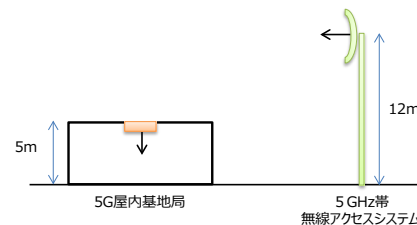
5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 対 5Gシステムの屋外基地局及び屋内基地局
 - 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

屋外基地局に対する共用検討モデル



屋内基地局に対する共用検討モデル



5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 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

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"> • 被干渉システムの無線局（被干渉局）との間に一定の水平距離を確保した地点を中心として、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から一定の水平距離を確保した地点を中心として、その周囲の円内に1台の与干渉システムの無線局（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。

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

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の条件の中から、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では10m、マクロセル基地局では200mの条件で評価

スモールセル基地局から
5GHz帯無線アクセスシステムへの干渉影響

周波数 配置	配置	最小結合量における結果	
		水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
同一 周波数	正対	10	66.6

マクロセル基地局から
5GHz帯無線アクセスシステムへの干渉影響

周波数 配置	配置	最小結合量における結果	
		水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
同一 周波数	正対	200	80.9

5GHz帯無線アクセスシステムから
スモールセル基地局への干渉影響

周波数 配置	配置	最小結合量における結果	
		水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
同一 周波数	正対	10	63.6

5GHz帯無線アクセスシステムから
マクロセル基地局への干渉影響

周波数 配置	配置	最小結合量における結果	
		水平距離 (m)	所要改善量 (dB)
同一 周波数	正対	200	59.9

- 5Gシステムの屋外基地局の与干渉の影響が支配的であるため、その影響をさらに評価

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 5Gシステムの屋外基地局との共用検討結果 (続き)

- 水平距離を変化させたときの干渉影響

スモールセル基地局から
5GHz帯無線アクセスシステムへの
同一周波数干渉の影響

周波数 配置	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)
同一 周波数	正対	0.1	59.7
		0.2	53.9
		0.5	47.3
		1	41.3
		2	35.3
		5	27.3
		10	21.3
		20	15.3
		50	7.3

マクロセル基地局から
5GHz帯無線アクセスシステムへの
同一周波数干渉の影響

周波数 配置	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)
同一 周波数	正対	0.1	80.7
		0.2	80.9
		0.5	73.6
		1	67.5
		2	60.7
		5	51.5
		10	45.5
		20	39.5
		50	25.5

- 都市部環境におけるスモールセル基地局の設置においては、建物遮蔽によるクラッタ損も考慮して共用条件を考察

距離 (km)	クラッタ損 (dB) の中央値
0.25	20.6
0.5	27.2
1	29.9
2	30.1
5	30.1
10	30.1

建物の遮蔽によるクラッタ損として、
勧告ITU-R P.2108“Prediction of
Clutter Loss”の3.2章 (Statistical
clutter loss model for terrestrial
paths) から算出

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

5Gシステムの屋内基地局との共用検討結果

- 下記の評価結果に対して、勧告ITU-R P.2109“Prediction of Building Entry Loss”に示される式により算出される建物侵入損の値を加味して共用条件を考察

屋内基地局から
5GHz帯無線アクセスシステムへの
同一周波数干渉の影響

周波数 配置	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)
同一 周波数	正対	0.01	32.4
		0.02	34.0
		0.05	33.5
		0.1	30.0
		0.2	25.2
		0.5	17.8
		1	11.8
		2	5.8
		5	-2.2

5GHz帯無線アクセスシステムから
屋内基地局への
同一周波数干渉の影響

周波数 配置	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)
同一 周波数	正対	0.01	34.4
		0.02	35.9
		0.05	35.5
		0.1	31.9
		0.2	27.1
		0.5	19.8
		1	13.8
		2	7.7
		5	-0.2

※5Gシステムの基地局が屋内に設置されていることに伴う建物侵入損は未考慮

勧告ITU-R P.2109に基づく4.9GHz帯の建物侵入損

建物の種別※	建物侵入損の期待値			
	5%	10%	20%	50%
Traditional	4.2dB	6.0dB	8.8dB	16.3dB
Thermally-efficient	13.3dB	16.6dB	21.1dB	31.5dB

※Thermally-efficient: 金属化ガラスや金属ホイルを裏打ちしたパネルを用いた建物、Traditional: 前記以外の建物

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 5Gシステムの陸上移動局との共用検討結果

- モンテカルロ・シミュレーション結果より、5GHz帯無線アクセスシステムの無線局と5Gシステムの陸上移動局との間に、5 km程度の離隔距離を確保すれば、所要改善量は0 dB以下

与干渉局	被干渉局	最小離隔距離 (km)	所要改善量 (dB) ※
陸上移動局	5GHz帯無線アクセスシステム	0.1	26.7
		4	-1.4
5GHz帯無線アクセスシステム	陸上移動局	0.5	29.1
		5	-1.1

※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

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 共用条件のまとめ (5Gシステムを屋外に設置する場合)
 - 5Gシステムの基地局と5GHz帯無線アクセスシステムの無線局が、見通し外の条件となるように離隔距離を確保し、運用エリアを地理的に棲み分けることが必要である (本評価で想定した5GHz帯無線アクセスシステムの無線局の設置条件 (空中線高: 12m) では、スモールセル基地局 (空中線高: 10m) では約27km、マクロセル基地局 (空中線高: 40m) では約40kmの離隔距離が必要、なお無線局の設置位置が標高の高い条件の場合には、これらの見通し距離は増加することに留意が必要)。
 - 5Gシステムのスモールセル基地局を、都市部環境において周辺建物高よりも低い位置に設置する場合には、建物の遮蔽によるクラッタ損を期待することができ、5 kmから10km程度の離隔距離で5GHz帯無線アクセスシステムが共用できる可能性がある。
 - 上述の基地局との共用条件を満たせば、5Gシステムの陸上移動局と5GHz帯無線アクセスシステムが同一の周波数帯域で共用可能である。
 - しかしながら、5GHz帯無線アクセスシステムは登録局として運用が行われており、干渉調整を通じた離隔距離の確保は現実には難しいと考えられる。

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討 (同一帯域)

- 共用条件のまとめ (5Gシステムを屋内に設置する場合)
 - 金属化ガラスや金属ホイルを裏打ちしたパネルを用いた建物で期待される平均的な建物侵入損 (50%の期待値) の値として30dB程度を考慮すると、双方の無線局間の水平距離が200m以上の条件では、所要改善量の値は0 dB以下となり、共用可能との結果が得られた。また水平距離が100m以下の条件では、残りの所要改善量は5 dB程度となるが、5GHz帯無線アクセスシステムの無線局の方位角が5Gシステムの屋内基地局に対してずれる等の要素を考慮すれば、所要改善量が0 dB以下となり共用可能になると考えられる。
 - 一方、前記以外の建物の場合には、期待される平均的な建物侵入損 (50%の期待値) の値は15dB程度であるため、水平距離 1 km弱以上の所要改善量の値は0 dB以下となり、共用可能との結果が得られる。水平距離 1 km弱以下の条件では、15dB程度の建物侵入損を考慮した場合、残りの所要改善量は5 dBから20dB程度の値となり、前述の5GHz帯無線アクセスシステムの無線局の方位角がずれる等の要素を考慮しても、所要改善量が0 dB以下とならない場合もあると考えられる。
 - また、5GHz帯無線アクセスシステムは登録局として運用が行われており、干渉調整を通じた離隔距離の確保は現実には難しいと考えられる。