

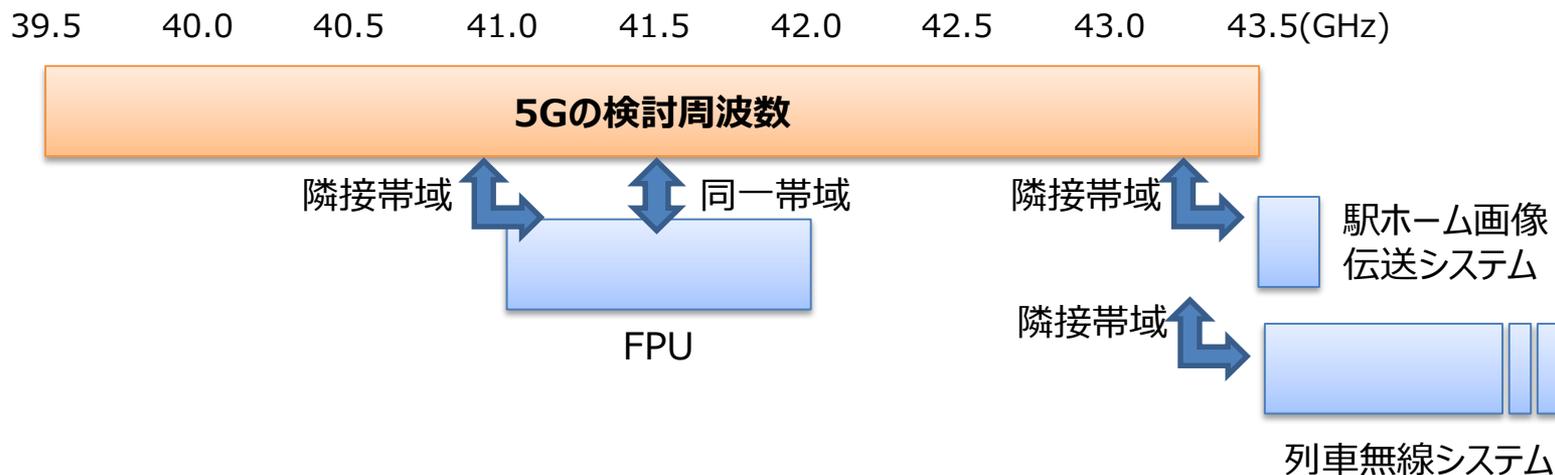
# 40GHz帯における5Gとの共用検討（2）

株式会社 NTTドコモ

2019年9月6日

# はじめに

- 前回（7/31）の技術検討作業班において、以下の既存システムとの共用検討の結果を報告した。
  - FPU（41-42 GHz）
  - 駅ホーム画像伝送システム（43.5-43.7GHz）
  - 列車無線システム（43.5-45.5GHz）
- 本資料では同作業班におけるコメントを踏まえ、追加の検討結果を報告する。



# 前回の技術検討作業班でのコメントの概要

- 5Gの送信帯域近傍のマスクについて
- FPUの無線局が被干渉局となる場合の共用検討におけるモンテカルロ・シミュレーションの適用について
- 駅ホーム画像伝送システムや列車無線システムにおける共用検討シナリオについて

# 5Gの送信帯域近傍のマスク

# 5Gの送信帯域近傍のマスク

- 基地局

- 3GPPの“5G NR”の40GHz帯における標準仕様の規定は下記の通り

オフセット周波数 $\Delta f$	許容値	参照帯域幅
$0 \text{ MHz} \leq \Delta f < 0.1 * BW_{\text{contiguous}}$	$\text{Min}(-5 \text{ dBm}, \text{Max}(P_{\text{rated,t,TRP}} - 33 \text{ dB}, -12 \text{ dBm}))$	1 MHz
$0.1 * BW_{\text{contiguous}} \leq \Delta f < \Delta f_{\text{max}}$	$\text{Min}(-13 \text{ dBm}, \text{Max}(P_{\text{rated,t,TRP}} - 41 \text{ dB}, -20 \text{ dBm}))$	1 MHz

$BW_{\text{contiguous}}$  は送信帯域幅

- 送信帯域幅の10%未満に隣接する周波数範囲では、送信電力に応じて、**-12~-5 dBm/MHz**の範囲から許容値を取りうる
- それ以上の周波数範囲では、送信電力に応じて、**-20~-13 dBm/MHz**の範囲から許容値を取りうる

# 5Gの送信帯域近傍のマスク

- 陸上移動局

- 3GPPの“5G NR”の40GHz帯における標準仕様の規定は以下の通り

オフセット周波数	送信帯域幅毎の許容値				参照帯域幅
	50MHz	100MHz	200MHz	400MHz	
0MHz以上5MHz未満	-5 dBm	-5 dBm	-5 dBm	-5 dBm	1 MHz
5MHz以上10MHz未満	-13 dBm	-5 dBm	-5 dBm	-5 dBm	1 MHz
10MHz以上20MHz未満	-13 dBm	-13 dBm	-5 dBm	-5 dBm	1 MHz
20MHz以上40MHz未満	-13 dBm	-13 dBm	-13 dBm	-5 dBm	1 MHz
40MHz以上100MHz未満	-13 dBm	-13 dBm	-13 dBm	-13 dBm	1 MHz
100MHz以上200MHz未満		-13 dBm	-13 dBm	-13 dBm	1 MHz
200MHz以上400MHz未満			-13 dBm	-13 dBm	1 MHz
400MHz以上800MHz未満				-13 dBm	1 MHz

- 送信帯域幅の10%未満に隣接する周波数範囲では**-5 dBm/MHz**、それ以上の周波数範囲では**-13 dBm/MHz**の許容値となる

# 共用検討に用いる不要発射の強度について

- 前回作業班で提示した共用検討結果は、 $-13\text{dBm/MHz}$ の不要発射の強度を用いているが、前頁の記載にある通り、3GPP 5G NRの仕様では、送信帯域に近接する10%の周波数範囲では最大で8 dB大きい不要発射の強度 ( $-5\text{dBm/MHz}$ ) が許容されている場合がある。
- 一方、実際の無線機の製造では、これらの許容値を満たすため6~8 dB程度のマージンを設けた設計を行っており、実際の無線機の不要発射の強度の実力値は仕様で規定された許容値よりも改善されている。
  - 参考文献：Document APG19-4/INF-07, “GSA views on WRC-19 AI 1.13 and the need to take realistic IMT equipment characteristics into account in sharing studies,” Ericsson (Thailand) Limited, Ericsson Vietnam Co., Ltd., Intel Microelectronics (Thailand) Limited, Nokia Pte Ltd., Qualcomm International and Samsung Electronics Co., Limited
- **共用検討では、不要発射の強度が $-13\text{dBm/MHz}$ の条件における所要改善量の評価を行っていることを明記するとともに、考察において、上記の観点を説明も行い、検討結果のまとめを行うこととしたい。**

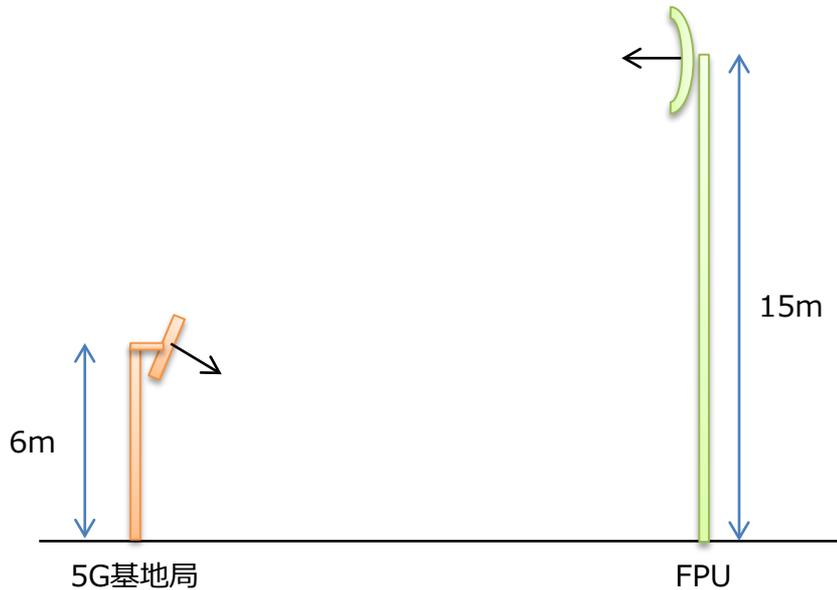
# FPUの無線局が被干渉局となる場合の 共用検討（追加検討結果）

# FPUの無線局が被干渉局となる場合の共用検討における モンテカルロ・シミュレーションの適用

- **FPUの無線局が被干渉局となる場合の共用検討については、別の周波数帯のFPUにおける共用検討において、「確率による共用判定の適用は適切ではない」との考察がなされている。**
  - 情報通信審議会携帯電話等高度化委員会報告（700MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件、平成24年2月17日）「・・・また、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、確率による共用判定の適用については適切ではない。・・・」
- **そこで、FPUの無線局が被干渉局となる場合の共用検討については、モンテカルロ・シミュレーションによる評価は行わず、1対1対向モデルによる評価のみとする。**
  - ミリ波を利用する無線通信システムの空中線は利得が大きく、指向特性が鋭いという特徴を有しているため、空中線の配置の工夫により、干渉の影響を抑制することが可能であるため、この点を考慮した検討を実施する。
  - 具体的には、双方の無線局が正対する条件に比較して、空中線の方位角がずれる場合において、干渉の影響がどの程度抑制されるかを評価する。

# 1対1対向モデルによる検討（基地局）

- 真横から見た場合

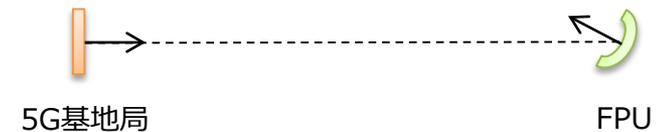
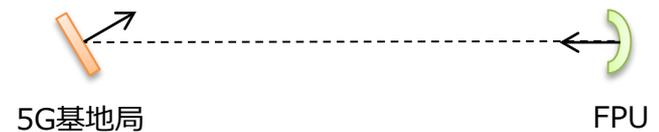


- 真上から見た場合

- 正対条件



- 方位角を変更した条件

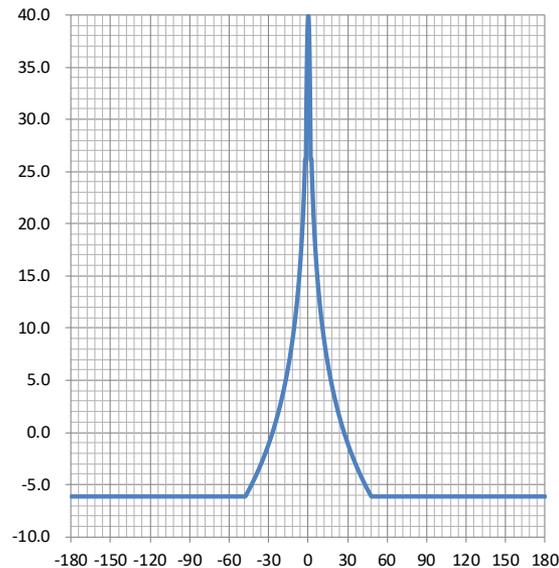


# FPUの共用検討パラメータ

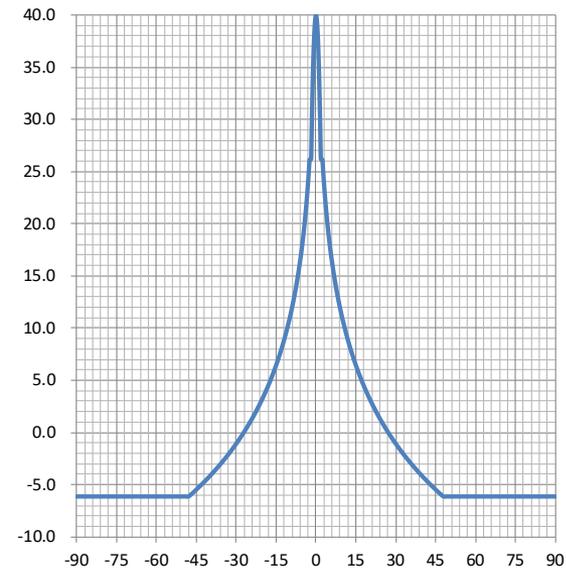
- FPU (再掲)

項目	設定値
等価等方輻射電力	39.9dBW
チャンネル帯域幅	62.5MHz
不要発射の強度	-10dBm/MHz
給電系損失	0.1dB
空中線高	15m
空中線指向特性	勧告ITU-R F.699、D=0.3m
最大空中線利得	40dBi
チルト角	0°
許容干渉電力	-114.0dBm/MHz

水平面アンテナパターン



垂直面アンテナパターン



# 5Gシステムの共用検討パラメータ

- 基地局（再掲）

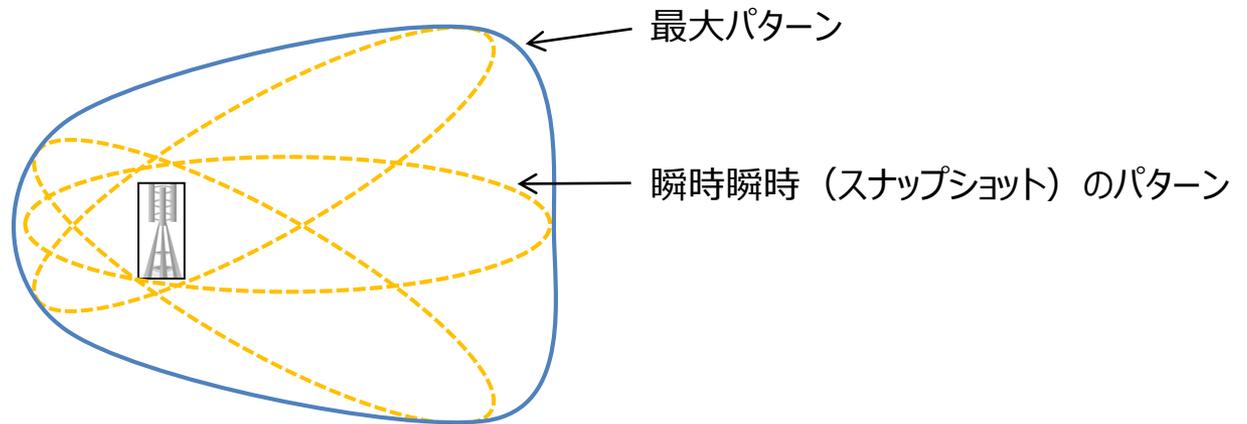
項目	設定値	備考
周波数	41GHz	
空中線電力	6 dBm/MHz	
不要発射の強度	-13dBm/MHz	
空中線に関わる損失	3 dB	同一周波数干渉及び隣接周波数干渉（被干渉局）の評価で考慮
空中線高	6 m	
空中線指向特性	勧告ITU-R M.2101準拠	
最大空中線利得	約26dBi	素子当たり5 dBi、素子数8×16
機械フィルタ	10°	
許容干渉電力	-108dBm/MHz	I/N=-6 dB、NF=12dB

- 陸上移動局（再掲）

項目	設定値	備考
周波数	41GHz	
不要発射の強度	-13dBm/MHz	
空中線に関わる損失	3 dB	被干渉局となる場合に考慮
空中線高	1.5m	
空中線指向特性	勧告ITU-R M.2101準拠	
最大空中線利得	約17dBi	素子数4×4
その他損失	4 dB	人体吸収損
許容干渉電力	-108dBm/MHz	I/N=-6 dB、NF=12dB

# 5Gの空中線指向特性

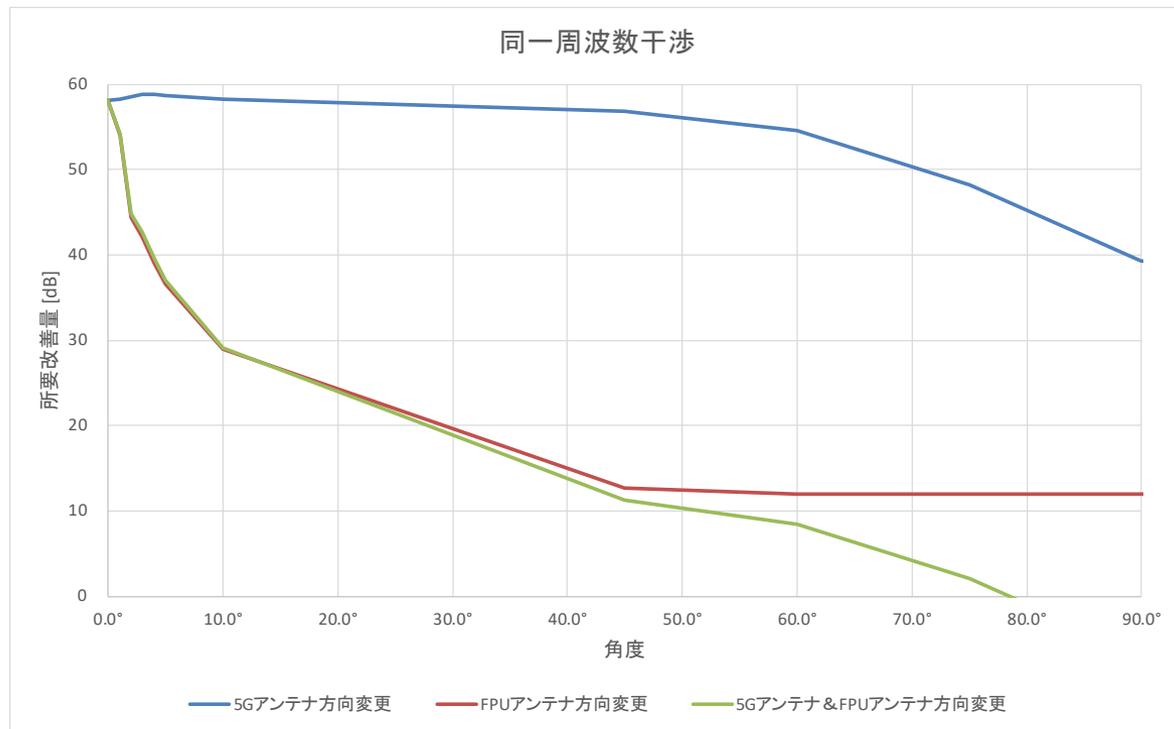
- 基地局の空中線指向特性は、新たに以下のパターンを考慮する。
  - 最大パターン
    - セル内にランダムに配置された陸上移動局に対して、メインビームを指向させる基地局の空中線指向特性を生成する（下図黄色の特性）ことを繰り返し、これらの空中線指向特性を統計的に処理して、任意の方向の空中線利得の最大値（包絡線）を算出した空中線指向特性（下図青色の特性）



- 一方、陸上移動局の空中線指向特性は、前回の評価と同様に、瞬時パターンを用いる。

# 基地局との共用検討結果（同一帯域）

- 基地局の送信電力密度 6 dBm/MHz
- 最小結合損の条件（離隔距離469m）



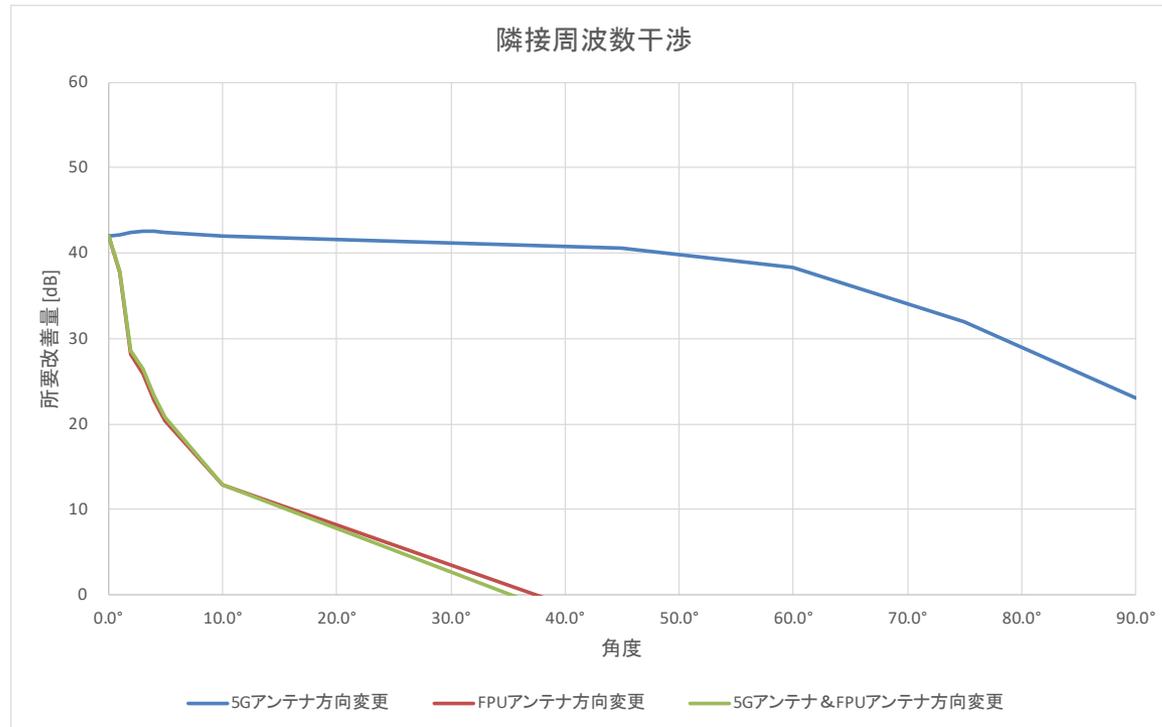
青線：5G基地局の空中線の方角がずれる場合

赤線：FPUの空中線の方角がずれる場合

緑線：5G基地局とFPUの空中線の方角がずれる場合

# 基地局との共用検討結果（隣接帯域）

- 基地局の不要発射の強度-13dBm/MHz
- 最小結合損の条件（離隔距離469m）



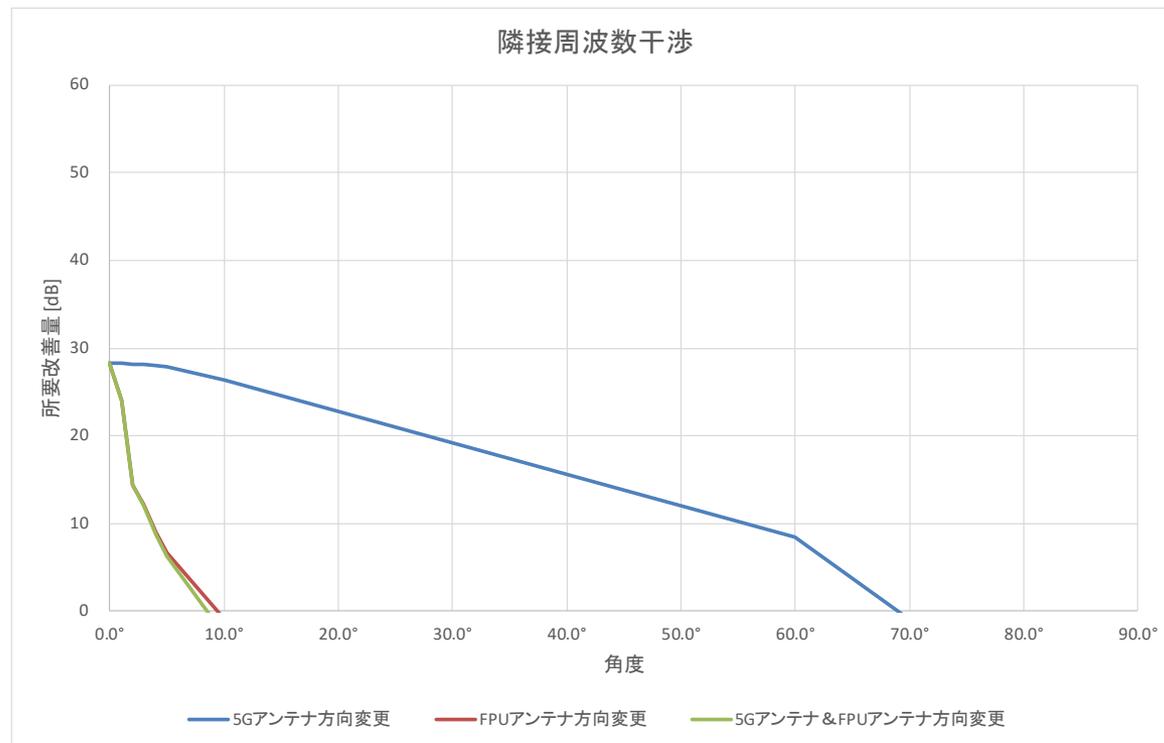
青線：5G基地局の空中線の方位角がずれる場合

赤線：FPUの空中線の方位角がずれる場合

緑線：5G基地局とFPUの空中線の方位角がずれる場合

# 陸上移動局との共用検討結果（隣接帯域）

- 陸上移動局の不要発射の強度-13dBm/MHz
- 最小結合損の条件（離隔距離704m\*） \*青線及び緑線の空中線の方位角が90°ずれた条件では42m



青線：5G陸上移動局の空中線の方位角がずれる場合  
赤線：FPUの空中線の方位角がずれる場合  
緑線：5G陸上移動局とFPUの空中線の方位角がずれる場合

# FPUとの共用検討のまとめ

(前回、今回の検討結果を踏まえたまとめ)

# 共用検討結果のまとめ（同一帯域）

- 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。
- また、お互いの空中線の方位角が正対条件からずれるにしたがって、所要改善量を低減させることが可能との結果が得られた。特に、空中線指向特性が鋭いFPUの無線局の方位角がずれる場合に、所要改善量の低減量が大きくなった。
- しかしながら、FPUの無線局の空中線の方位角が $10^\circ$ 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 $80^\circ$ 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（例：双方の無線局の位置関係が見通し外となるような離隔距離）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。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

## 5G基地局⇒FPUへの干渉影響

- 5Gシステムの基地局からFPUの無線局への干渉影響については、
  - 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。
  - また、お互いの空中線の方位角が正対条件からずれるにしたがって、所要改善量を低減させることが可能であるとの結果が得られた。特に、空中線指向特性が鋭いFPUの無線局の方位角がずれる場合に、所要改善量の低減量が大きくなった。
    - 例えば、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。
  - 上記の所要改善量は、基地局の不要発射の強度が-13dBm/MHzの条件で算出している。3GPP 5G NRの仕様では、送信帯域に近接する10%の周波数範囲では最大で-5dBm/MHzの不要発射の強度が許容されているケースがあり、その場合、所要改善量は最大で8dB増加する。
  - 実際の無線機の製造では、不要発射の強度の許容値を満たすため6～8dB程度のマージンを設けた設計を行っており、実際の無線機の不要発射の強度の実力値は仕様で規定された許容値よりも改善されている。
    - 周波数離調が大きくなれば、不要発射の強度はさらに改善し、所要改善量の低減が可能である。
  - 上記の所要改善量は、FPUの無線局の許容干渉電力が雑音電力よりも10dB低い場合の条件で算出しており、実際の通信に影響を与える干渉電力のレベルに比較すると、マージンがあると考えられる。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

## FPU⇒5G基地局への干渉影響

- FPUの無線局から5Gシステムの基地局への干渉影響については、
  - 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、所要改善量が平均的に20dB程度の結果となった。
  - 5Gシステムの基地局とFPU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、許容干渉電力を超過する確率を3%以下とした場合に、所要改善量は7dB程度以下となった。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されれば、所要改善量は0dB以下となった。
  - 上記の所要改善量は、FPUの無線局の不要発射の強度が-10dBm/MHzの条件で算出しているが、実際の無線局の不要発射の強度の実力値は改善していると考えられる。
  - 上記の所要改善量は、基地局の許容干渉電力が雑音電力よりも6dB低い場合の条件で算出しており、実際の通信に影響を与える干渉電力のレベルに比較すると、マージンがあると考えられる。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

## 5G基地局⇔FPU間の結論

- 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。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

## 5G陸上移動局⇒FPUへの干渉影響

- 5Gシステムの陸上移動局からFPUの無線局への干渉影響については、
  - 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28dB程度の結果となった。
  - また、お互いの空中線の方位角が正対条件からずれるにしたがって、所要改善量を低減させることが可能であるとの結果が得られた。特に、空中線指向特性が鋭いFPUの無線局の方位角がずれる場合に、所要改善量の低減量が大きくなった。
    - 例えば、FPUの空中線の方位角が10°ずれた場合には、所要改善量が0dB以下となった。
  - 上記の所要改善量は、陸上移動局の不要発射の強度が-13dBm/MHzの条件で算出している。3GPP 5G NRの仕様では、送信帯域に近接する10%の周波数範囲では最大で-5 dBm/MHzの不要発射の強度が許容されているケースがあり、その場合、所要改善量は最大で8 dB増加する。
  - 実際の無線機の製造では、不要発射の強度の許容値を満たすため6～8dB程度のマージンを設けた設計を行っており、実際の無線機の不要発射の強度の実力値は仕様で規定された許容値よりも改善されている。
    - 周波数離調が大きくなれば、不要発射の強度はさらに改善し、所要改善量の低減が可能である。
  - 5Gシステムの陸上移動局は、送信電力及び送信帯域幅の動的制御を行っており、それらの値が小さくなるにつれて、不要発射の強度を低減する効果を得られる。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

## 5G陸上移動局⇒FPUへの干渉影響（続き）

- 上記の所要改善量は、FPUの無線局の許容干渉電力が雑音電力よりも10dB低い場合の条件で算出しており、実際の通信に影響を与える干渉電力のレベルに比較すると、マージンがあると考えられる。
- 同一タイミングで電波を発射する陸上移動局数は基地局当たり数台程度であり、一般には陸上移動局同士の干渉を避けるため周波数をすみ分けて送信が行われるため、複数の陸上移動局のアグリゲート干渉の影響は、最大で数dB程度と考えられる。
- FPUの無線局から5Gシステムの陸上移動局への干渉影響については、
  - モンテカルロ・シミュレーションによる共用検討を行ったところ、所要改善量が0 dB以下となった。

# 共用検討結果のまとめ（隣接帯域）

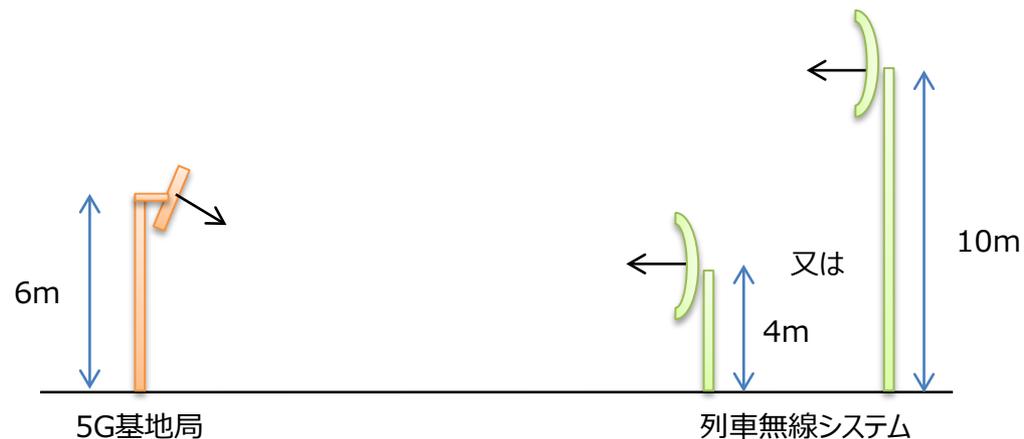
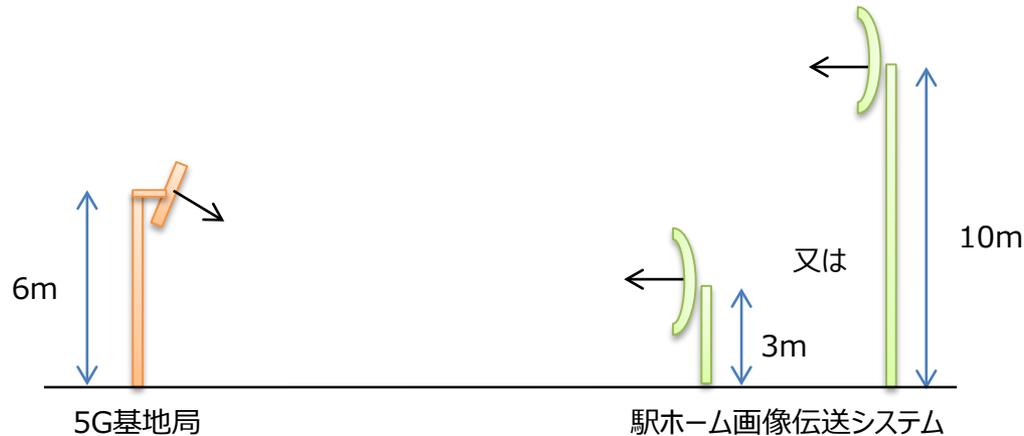
## 5G陸上移動局⇔FPU間の結論

- 5Gシステムの陸上移動局とFPUの無線局の空中線の位置関係や、双方の無線機の送受信特性の実力値を考慮することにより、5Gシステムの陸上移動局と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の陸上移動局の空中線高は低く、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。
  - 5Gシステムの陸上移動局は、基地局に向けてビームフォーミングを行う。陸上移動局と基地局の位置関係の延長線上にFPUの無線局が存在すると、正対に近い条件になると想定されるが、その場合は基地局の無線機等が遮蔽物となる。
- 5Gシステムの陸上移動局は、基地局からの信号が受信可能で、基地局の制御に基づいて電波を発射するため、電波の発射場所は基地局の周辺に限られる。
  - 40GHz帯を利用する5Gシステムでは、基地局の周辺100m程度の範囲であると想定される。
- これらの点を踏まえると、5Gシステムの陸上移動局と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。

駅ホーム画像伝送システムや列車無線システム  
における共用検討シナリオについて  
(追加検討結果)

# 駅ホーム画像伝送システムや列車無線システムにおける共用検討シナリオについて

- 前回の作業班でのご指摘を受け、駅ホーム画像伝送システムや列車無線システムにおける共用検討シナリオとして、高架等を想定し、空中線高が10mの条件での検討を追加 → 高低差が大きくなるため、前回の検討条件よりも所要改善量は低減



# 駅ホーム画像伝送システムとの共用検討 (再掲)

- 1対1対向モデルによる結果 (駅ホーム画像伝送システムの空中線高 3 m)

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置	1対1対向モデルにおける 最小結合量の条件		所要改善量0dBとなる 水平距離 (m)	
				所要改善量 (dB)	水平距離 (m)		
5G基地局	駅ホーム画像 伝送システム	隣接周波数	正対		21.7	20	310
			5G基地局 (角度変更)	2.0°	21.7	20	310
				30.0°	19.2	20	235
				45.0°	16.0	20	162
				90.0°	-12.8	50	10
			駅ホーム画像 伝送システム (角度変更)	2.0°	20.7	20	276
				30.0°	-3.3	20	10
				45.0°	-3.8	20	10
				90.0°	-3.8	20	10
			駅ホーム画像 伝送システム	5G基地局	隣接周波数	正対	
駅ホーム画像 伝送システム (角度変更)	2.0°	37.7				20	1,500
	30.0°	13.7				20	117
	45.0°	13.2				20	115
	90.0°	13.2				20	115
5G基地局 (角度変更)	2.0°	38.6				20	1,600
	30.0°	36.2				20	1,300
	45.0°	33.0				20	945
	90.0°	4.2				50	100

# 駅ホーム画像伝送システムとの共用検討 (追加)

- 1対1対向モデルによる結果 (駅ホーム画像伝送システムの空中線高10m)

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置	1対1対向モデルにおける 最小結合量の条件		所要改善量0dBとなる 水平距離 (m)	
				所要改善量 (dB)	水平距離 (m)		
5G基地局	駅ホーム画像 伝送システム	隣接周波数	正対		4.2	50	105
			5G基地局 (角度変更)	2.0°	4.2	50	105
				30.0°	1.7	50	63
				45.0°	-1.5	50	10
				90.0°	-14.4	50	10
			駅ホーム画像 伝送システム (角度変更)	2.0°	3.2	50	94
				30.0°	-20.8	50	10
				45.0°	-21.3	50	10
90.0°	-21.3	50		10			
駅ホーム画像 伝送システム	5G基地局	隣接周波数	正対		21.2	50	1,600
			駅ホーム画像 伝送システム (角度変更)	2.0°	20.2	50	1,500
				30.0°	-3.8	50	10
				45.0°	-4.3	50	10
				90.0°	-4.3	50	10
			5G基地局 (角度変更)	2.0°	21.2	50	1,600
				30.0°	18.6	50	1,300
				45.0°	15.5	50	945
90.0°	2.6	50		102			

# 列車無線システムとの共用検討（再掲）

- 1対1対向モデルによる結果（列車無線システムの空中線高3m）

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置	1対1対向モデルにおける 最小結合量の条件		所要改善量0dBとなる 水平距離 (m)	
				所要改善量 (dB)	水平距離 (m)		
5G基地局	列車無線システム	隣接周波数	正対		35.4	20	1,700
			5G基地局 (角度変更)	2.0°	35.4	20	1,700
				30.0°	32.9	20	1,400
				45.0°	29.7	20	1,000
				90.0°	3.0	50	113
			列車無線システム (角度変更)	2.0°	31.4	20	1,100
				30.0°	10.4	20	131
				45.0°	10.4	20	131
				90.0°	10.4	20	131
			列車無線システム	5G基地局	隣接周波数	正対	
列車無線システム (角度変更)	2.0°	32.9				20	1,300
	30.0°	11.9				20	155
	45.0°	11.9				20	155
	90.0°	11.9				20	155
5G基地局 (角度変更)	2.0°	36.9				20	2,100
	30.0°	34.4				20	1,600
	45.0°	31.2				20	1,200
	90.0°	4.5				50	142

# 列車無線システムとの共用検討 (追加)

- 1対1対向モデルによる結果 (列車無線システムの空中線高10m)

与干渉システム	被干渉システム	周波数配置	配置	1対1対向モデルにおける 最小結合量の条件		所要改善量0dBとなる 水平距離 (m)	
				所要改善量 (dB)	水平距離 (m)		
5G基地局	列車無線システム	隣接周波数	正対		15.3	200	1,700
			5G基地局 (角度変更)	2.0°	15.3	200	1,700
				30.0°	13.2	200	1,300
				45.0°	10.9	200	1,000
				90.0°	-2.3	100	10
			列車無線システム (角度変更)	2.0°	11.3	200	1,100
				30.0°	-9.7	200	10
				45.0°	-9.7	200	10
				90.0°	-9.7	200	10
			列車無線システム	5G基地局	隣接周波数	正対	
列車無線システム (角度変更)	2.0°	12.8				200	1,300
	30.0°	-8.2				200	10
	45.0°	-8.2				200	10
	90.0°	-8.2				200	10
5G基地局 (角度変更)	2.0°	16.8				200	2,100
	30.0°	14.7				200	1,600
	45.0°	12.4				200	1,200
	90.0°	-0.9				100	86

# 駅ホーム画像伝送システム、列車無線システム との共用検討のまとめ

(前回、今回の検討結果を踏まえたまとめ)

# 共用検討結果のまとめ

## (駅ホーム画像伝送システム、隣接帯域)

- 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38.7dB（駅ホーム画像伝送システムの空中線高が3m）及び21.2dB（同10m）の結果となった。また、お互いの空中線の方位角が正対条件からずれるにしたがって、所要改善量を低減させることが可能との結果が得られた。特に、空中線指向特性が鋭い駅ホーム画像伝送システムの無線局の方位角がずれる場合に、所要改善量の低減量が大きくなった。
- 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存在しうること、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て、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価を行った。この場合には、離隔距離が900m及び許容干渉電力を超過する確率が3%以下の条件で、所要改善量は6dB程度以下となった。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、所要改善量は0dB以下となった。
- 上記の所要改善量は、基地局の不要発射の強度が-13dBm/MHzの条件で算出している。3GPP 5G NRの仕様では、送信帯域に近接する10%の周波数範囲では最大で-5dBm/MHzの不要発射の強度が許容されているケースがあり、その場合、所要改善量は最大で8dB増加する。
- 実際の無線機の製造では、不要発射の強度の許容値を満たすため6~8dB程度のマージンを設けた設計を行っており、実際の無線機の不要発射の強度の実力値は仕様で規定された許容値よりも改善されている。
  - 周波数離調が大きくなれば、不要発射の強度はさらに改善し、所要改善量の低減が可能である。

# 共用検討結果のまとめ

## (駅ホーム画像伝送システム、隣接帯域)

- 同様に、上記の所要改善量の算出で用いた駅ホーム画像伝送システムの無線局の不要発射の強度の値も、実際の無線局の実力値は改善していると考えられる。
- 上記の所要改善量の算出において用いた各システムの無線局の許容干渉電力は、実際の通信に影響を与える干渉電力のレベルと比較すると、マージンがあると考えられる。
- 5Gシステムの陸上移動局と駅ホーム画像伝送システムの無線局が隣接周波数を用いる場合について、モンテカルロ・シミュレーションによる共用検討を行ったところ、陸上移動局が与干渉局となる場合には所要改善量が13dB程度、駅ホーム画像伝送システムが与干渉局となる場合には所要改善量が23dB程度、残る結果が得られた。
- より現実的なシナリオとして、ホーム画像伝送システムの送受信機の間、5Gの陸上移動局が存在しないとの条件を加味し、モンテカルロ・シミュレーションを行ったところ、いずれの条件でも所要改善量が0 dB以下となった。
- 以上の点を踏まえると、駅ホーム画像伝送システムが設置される駅構内・周辺での5Gシステムの基地局設置に際して、お互いの無線局の配置が正対しないように設置する等の工夫を行うことや、双方のシステムの無線機の送受信特性の実力値を考慮することにより、5Gシステムと駅ホーム画像伝送システムの無線局は、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。

# 共用検討結果のまとめ (列車無線システム、隣接帯域)

- 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36.9dB（列車無線システムの空中線高が4mの場合）及び16.8dB（同10mの場合）の結果となった。また、お互いの空中線の方位角が正対条件からずれるにしたがって、所要改善量を低減させることが可能との結果が得られた。特に、空中線指向特性が鋭い列車無線システムの無線局の方位角がずれる場合に、所要改善量の低減量が大きくなった。
- 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存在しうること、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て、モンテカルロ・シミュレーションによる確率的な評価を行った。この場合、許容干渉電力を超過する確率が3%以下の条件で、所要改善量は5dB程度以下となった。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以下となった。
- 上記の所要改善量は、基地局の不要発射の強度が-13dBm/MHzの条件で算出している。3GPP 5G NRの仕様では、送信帯域に近接する10%の周波数範囲では最大で-5dBm/MHzの不要発射の強度が許容されているケースがあり、その場合、所要改善量は最大で8dB増加する。
- 実際の無線機の製造では、不要発射の強度の許容値を満たすため6~8dB程度のマージンを設けた設計を行っており、実際の無線機の不要発射の強度の実力値は仕様で規定された許容値よりも改善されている。
  - 周波数離調が大きくなれば、不要発射の強度はさらに改善し、所要改善量の低減が可能である。

# 共用検討結果のまとめ (列車無線システム、隣接帯域)

- 同様に、上記の所要改善量の算出で用いた列車無線システムの無線局の不要発射の強度の値も、実際の無線局の実力値は改善していると考えられる。
- 上記の所要改善量の算出において用いた各システムの無線局の許容干渉電力は、実際の通信に影響を与える干渉電力のレベルと比較すると、マージンがあると考えられる。
- 5Gシステムの陸上移動局と列車無線システムの無線局が隣接周波数を用いる場合について、モンテカルロ・シミュレーションによる共用検討を行ったところ、所要改善量が16dB程度残る結果が得られた。
- より現実的なシナリオとして、列車無線システムの送受信機の間、5Gの陸上移動局が存在しないとの条件を加味し、モンテカルロ・シミュレーションを行ったところ、いずれの条件でも所要改善量が0 dB以下となった。
- 以上の点を踏まえると、列車無線システムが設置される鉄道近くでの基地局設置に際して、お互いの無線局の配置が正対しないように設置する等の工夫を行うことや、双方のシステムの無線機の送受信特性の実力値を考慮することにより、5Gシステムと列車無線システムの無線局は、隣接周波数の条件で共用可能であると考えられる。