

3.7GHz帯, 4.5GHz帯, 28GHz帯における 5G導入に係る周波数共用検討

(株) NTTドコモ
2018年6月6日

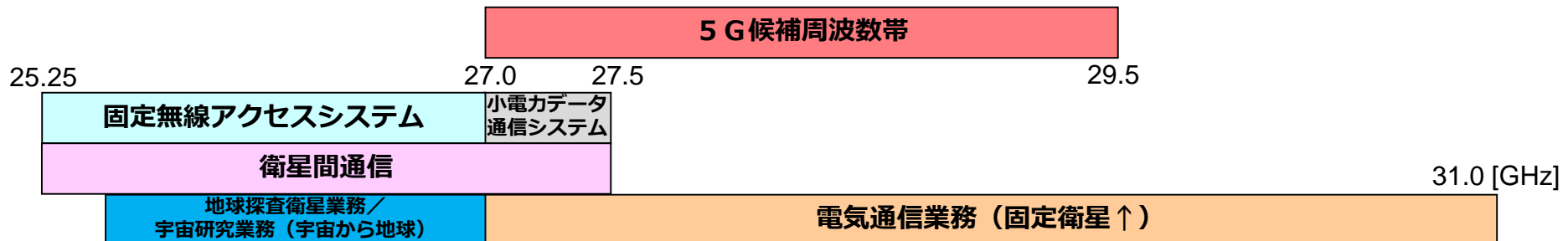
27-27.5GHzの周波数に対する 共用検討

27-27.5GHzの周波数に対する共用検討

<追加検討の概要>

- 下表の「追加検討が必要」の部分について検討を実施

対象無線システム	対象システムの周波数 (GHz)	隣接周波数での検討	同一周波数での検討
Ka帯固定衛星通信システム (地球から宇宙)	27.0-31.0 GHz	検討済	検討済
小電力データ通信システム	27-27.5 GHz	検討済	追加検討が必要
衛星間通信システム	24.45-27.5 GHz	検討済	追加検討が必要
固定無線アクセスシステム	25.25-27.0 GHz	検討済	—
地球探査衛星/宇宙研究業務 (宇宙から地球)	25.5-27.0 GHz	追加検討が必要	—



小電力データ通信システムとの共用検討 (同一周波数干渉)

- 同一周波数干渉の条件について、基地局と小電力データ通信システムとの間の干渉検討を実施

与干渉局	被干渉局	所要改善量 (注1、2)			
		離隔距離 5km	同10km	同50km	同100km
基地局	小電力データ通信システム	27.5dB	21.5dB	7.5dB	1.5dB
小電力データ通信システム	基地局	-3.7dB	-9.7dB	-23.7dB	-29.7dB

(注1) お互いの無線局の空中線の水平指向(方位角)が正対する条件(パターン①)を考慮

(注2) 基地局のビームフォーミングアンテナ特性について、平均パターンで計算される値を利用

- 基地局からの干渉影響により、離隔距離が5 kmの条件でも所要改善量が数10dB程度残る結果となり、同一周波数での共用には課題がある**
- 一方で、小電力データ通信システムについては、現時点で、27GHz帯向けには製品化が行われていない。本状況を踏まえ、27.0-27.5GHzについて、小電力データ通信システムによる利用を回避し、5 Gシステムでの利用を優先させるとの方策を取ることが出来れば、同一周波数における両システムの共用が必要なくなる

衛星間通信システムとの共用検討

<5Gシステムからデータ中継技術衛星への干渉影響>

- 昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ順次配置し、複数の基地局からの累積干渉電力が、静止衛星の許容干渉電力を満たすかどうかを比較

	設置可能基地局数 (注1、2)	
	同一周波数干渉	隣接周波数干渉
自由空間伝搬損失のみ	50,000局以上 (約5dB)	50,000局以上 (約20dB)
自由空間伝搬損失+クラッタ損	50,000局以上 (約11dB)	50,000局以上 (約26dB)

(注1) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

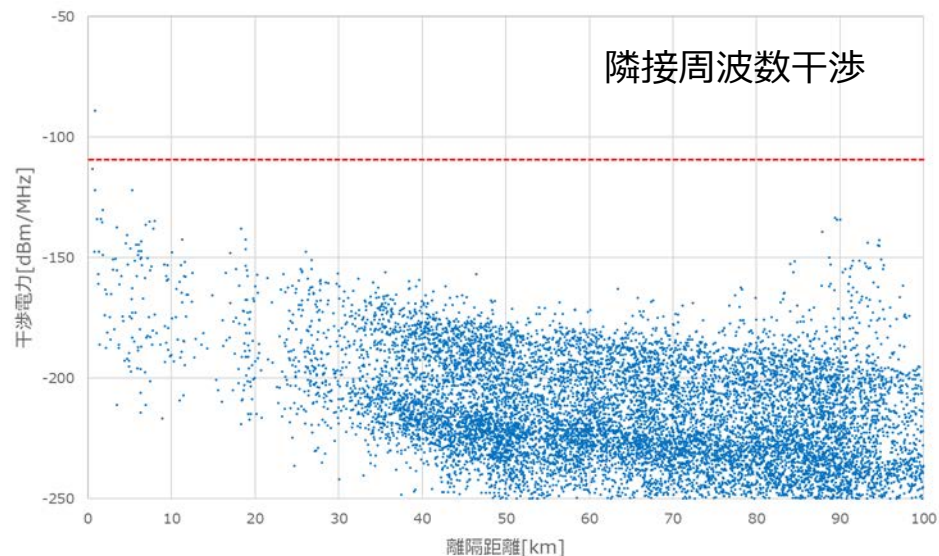
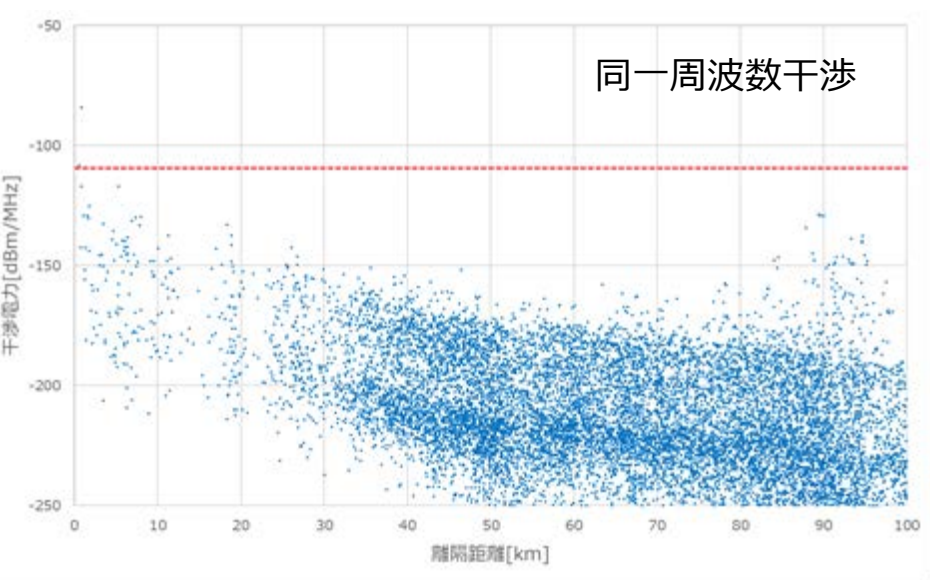
(注2) () 内の数字は、約50,000局の基地局を配置した時点での静止衛星の許容干渉電力に対する残マージン

- **同一周波数干渉の条件を含め、**
 - 十分な数の基地局数を設置することができ、**基地局の設置状況を適切に管理していけば、データ中継技術衛星と共用可能**
 - **陸上移動局についても、基地局に比較して干渉影響が大幅に増加することはないものと考えられるため、共用可能**

衛星間通信システムとの共用検討

<衛星間通信校正局から5Gシステムへの干渉影響>

- 関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を1局ずつ配置し、衛星間通信校正局からの干渉電力を基地局の許容干渉電力と比較
 - 勧告ITU-R P.452（時間率20%）の伝搬モデルにおいて、標高に平均建物高を加算したプロファイルを利用



赤線：基地局の許容干渉電力

(注) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

衛星間通信システムとの共用検討

<衛星間通信校正局から5Gシステムへの干渉影響（続き）>

- 同一周波数干渉及び隣接周波数干渉の条件：
 - 衛星間通信校正局の数km程度以内の離隔距離で、基地局の許容干渉電力を超過する可能性がある。したがって、**衛星間通信校正局の近傍において干渉が大きくなる地点には基地局を設置しない等の必要な対策を取れば、共用可能**である
 - 基地局が設置されていないければ陸上移動局が衛星間通信校正局の近傍で通信を行うこともないことから、**陸上移動局とも共用可能**である

地球探査衛星／宇宙研究業務（宇宙→地球）の地球局との共用検討

<干渉検討の対象>

- 地球周回軌道の地球観測衛星（「先進光学衛星」、「先進レーダ衛星」）からのダウンリンクの信号を受信する地球局への干渉影響を評価

項目	地球局
設置場所	茨城県つくば市 埼玉県比企郡鳩山町 ※計画中の候補地
最大空中線利得	上記地球局の値を利用
空中線指向特性	勧告ITU-R S.465
空中線高	上記地球局の値を利用
仰角	5°
方位角	0、90、180、270°の 4方位の最悪値で評価
許容干渉電力 (勧告ITU-R SA.1027)	-143dBW/10MHz（時間率20%） -116dBW/10MHz（時間率0.005%）

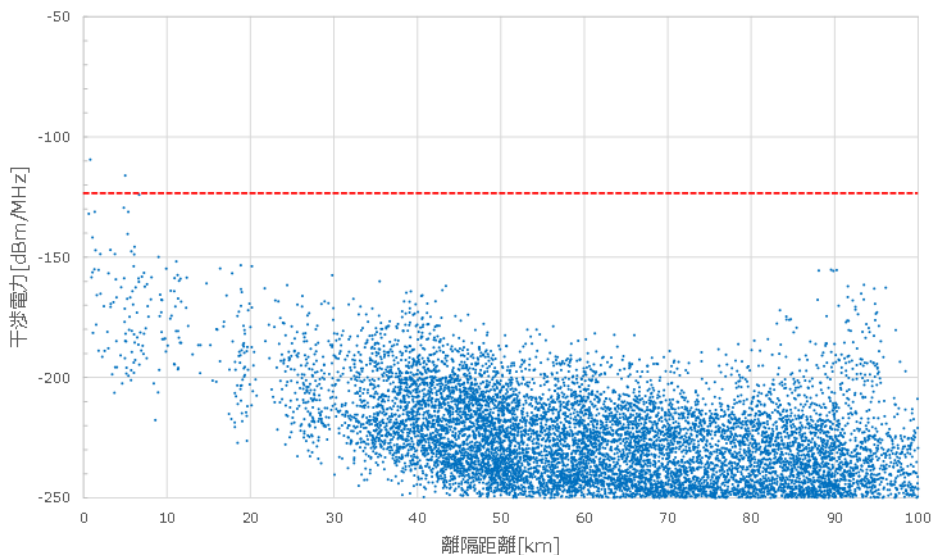
- 基地局からの干渉影響を中心にして、評価を実施

地球探査衛星／宇宙研究業務（宇宙→地球）の地球局との共用検討

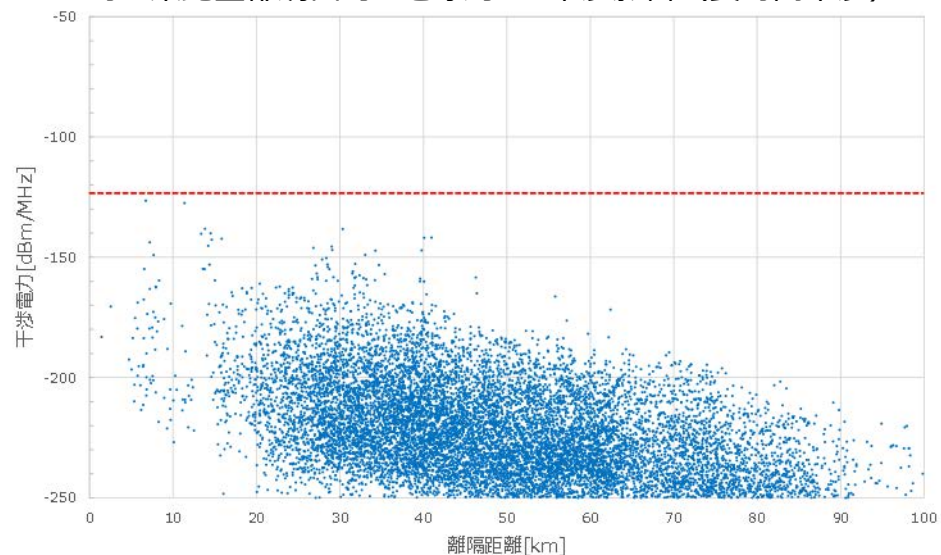
＜干渉検討の結果＞

- 同一周波数干渉の条件で評価した結果

茨城県つくば市の地球局への干渉影響（長時間干渉）



埼玉県比企郡鳩山町の地球局への干渉影響（長時間干渉）



(注) 基地局の空中線指向特性について、平均パターンでモデル化した値を利用

- **地球局の近傍において、地球局の許容干渉電力を超過する地点がある**
 - 隣接周波数の条件では、上図の同一周波数干渉の条件に比較して、全体的な干渉電力が15dB低減される

地球探査衛星／宇宙研究業務（宇宙→地球）の 地球局との共用検討

< 干渉検討の結果（続き） >

- 同一周波数干渉の条件で評価した結果に基づき、複数の基地局から地球局へのアグリゲート干渉の影響を評価

地球局の設置位置	基地局設置可否判断のしきい値	-133dBm/MHz	-143dBm/MHz	-153dBm/MHz
茨城県つくば市	設置可能局数	14,231	14,215	14,159
	設置回避したメッシュ数	11	27	83
	短時間干渉基準を満たさない 基地局数	1	1	1
	干渉マージン	14.2dB	19.0dB	27.3dB
埼玉県比企郡鳩山町	設置可能局数	14,227	14,202	14,162
	設置回避したメッシュ数	15	40	80
	短時間干渉基準を満たさない 基地局数	0	0	0
	干渉マージン	13.9dB	20.0dB	24.6dB

- 地球局の近傍で干渉が大きくなる地点には基地局を設置しない等の必要な対策を取れば、十分な数の基地局を設置しつつ、地球局の許容干渉電力を満たすことが出来る

地球探査衛星／宇宙研究業務（宇宙→地球）の 地球局との共用検討

＜干渉検討の結果のまとめ＞

- 同一周波数の条件における干渉検討結果に基づき、隣接周波数干渉の条件での共用検討について、以下のように考察できる。
 - － 地球局の近傍（5 km程度の離隔距離）の一部の地点で基地局1局からの干渉電力で、地球局の許容干渉電力を超過する可能性がある。ただし、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、地球局の許容干渉電力を満たしつつ、関東地方において数万局レベルの基地局を設置が可能である。
 - － 一方、陸上移動局の干渉影響については、基地局からの電波を受信できる条件でのみ電波を発射することから、地球局等との共用を実現できるように基地局を設置した条件下では、一般には、陸上移動局と地球局等との共用も可能である。ただし、条件によっては、基地局と地球局との間は建物等の遮蔽により干渉電力レベルが低減される一方、当該基地局エリア内の陸上移動局と地球局等の間には建物等の遮蔽による効果が十分に得られないケースもあるため、地球局の設置場所から数km程度しか離れていないエリアには、基地局の設置を回避する必要があると考えられる。
- 以上の結果から、**地球局の近傍において必要な干渉調整を実施すれば、基地局及び陸上移動局と共用可能である。**

公共業務用無線局との共用に関する 追加検討

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜追加検討の概要＞

- 同一周波数での共用に関連し、以下の項目に対する検討を追加実施
 - 関東地方以外での干渉影響
 - スモールセル基地局との間の干渉影響
 - 屋内基地局との間の干渉影響

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜関東地方以外での干渉影響の評価＞

- 関東地方の2地点、中部地方の1地点、九州地方の1地点における評価を実施

マクロセル基地局から公共業務用無線局の干渉により、公共業務用無線局の許容干渉電力を超過する場所率

公共業務用無線局の設置場所	評価エリア	公共業務用無線局の空中線指向方向		
		方位角①	方位角②	方位角③
関東地方①（注4）	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	17.7%	13.6%	10.4%
	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	24.7%	30.5%	22.5%
関東地方②	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	36.5%	24.1%	35.3%
	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	27.2%	21.2%	45.2%
中部地方	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	10.1%	8.9%	9.0%
	中部・北陸・近畿地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注2）	6.1%	4.0%	4.1%
九州地方	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	15.4%	19.5%	13.3%
	中国・四国・九州地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注3）	9.7%	11.6%	8.3%

（注1）14,252メッシュ、（注2）18,016メッシュ、（注3）12,518メッシュ

（注4）前回の作業班で結果を提示した地点

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

<関東地方以外での干渉影響の評価（続き）>

公共業務用無線局からマクロセル基地局への干渉により、基地局の許容干渉電力を超過する場所率

公共業務用無線局の設置場所	評価エリア	公共業務用無線局の空中線指向方向		
		方位角①	方位角②	方位角③
関東地方①（注4）	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	35.1%	36.2%	33.9%
	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	56.3%	66.1%	60.5%
関東地方②	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	71.9%	67.1%	72.3%
	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	68.5%	64.1%	74.2%
中部地方	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	24.2%	24.4%	27.9%
	中部・北陸・近畿地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注2）	16.7%	17.2%	19.8%
九州地方	公共業務用無線局の周囲100kmの範囲に1局/km ² の密度で基地局を配置した場合	35.3%	36.3%	31.7%
	中国・四国・九州地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注3）	20.0%	18.3%	16.7%

（注1）14,252メッシュ、（注2）18,016メッシュ、（注3）12,518メッシュ

（注4）前回の作業班で結果を提示した地点

- 他地点の条件を含め、基地局からの干渉影響よりも、**公共業務用無線局からの干渉影響が大きいとの結果**

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜スモールセル基地局との間の干渉影響の評価＞

- 人口の多い地点でのトラヒック対策としてスモールセル基地局を設置するとの考え方にに基づき、昼間人口の多い地点に対して評価
- より条件の厳しい、公共業務用無線局から基地局への干渉影響を評価

公共業務用無線局からスモールセル基地局への干渉により、基地局の許容干渉電力を超過する場所率

公共業務用無線局の設置場所	評価エリア	公共業務用無線局の空中線指向方向		
		方位角①	方位角②	方位角③
関東地方①	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	28.2%	37.7%	29.0%
関東地方②	関東地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注1）	35.2%	29.4%	48.7%
中部地方	中部・北陸・近畿地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注2）	11.1%	8.5%	10.6%
九州地方	中国・四国・九州地方の昼間人口の多いメッシュに基地局を配置した場合（注3）	14.7%	14.1%	12.0%

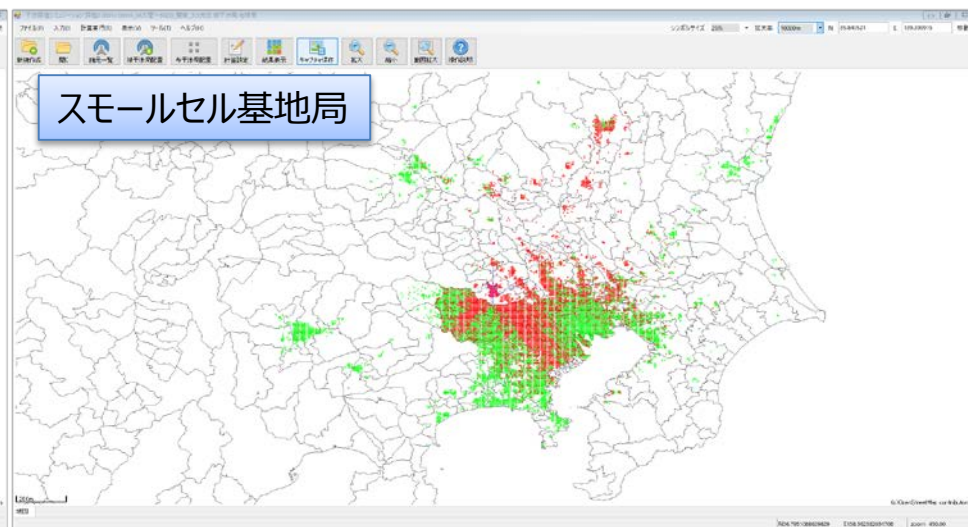
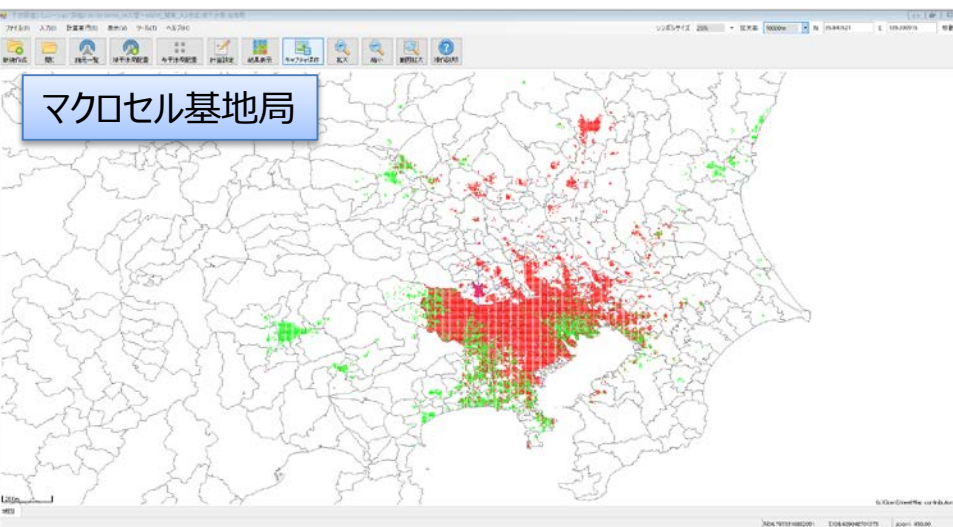
（注1）14,252メッシュ、（注2）18,016メッシュ、（注3）12,518メッシュ

- **～50%程度（1方向あたり）の場所で基地局の許容干渉電力を超過するとの結果**

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

<同一周波数の条件での干渉影響の概要>

- 関東地方における公共業務用無線局から基地局への干渉影響の概要
 - － 昼間人口の多い地点（緑色）に対して、基地局の許容干渉電力を超過する地点（赤色）（※3方向を考慮）

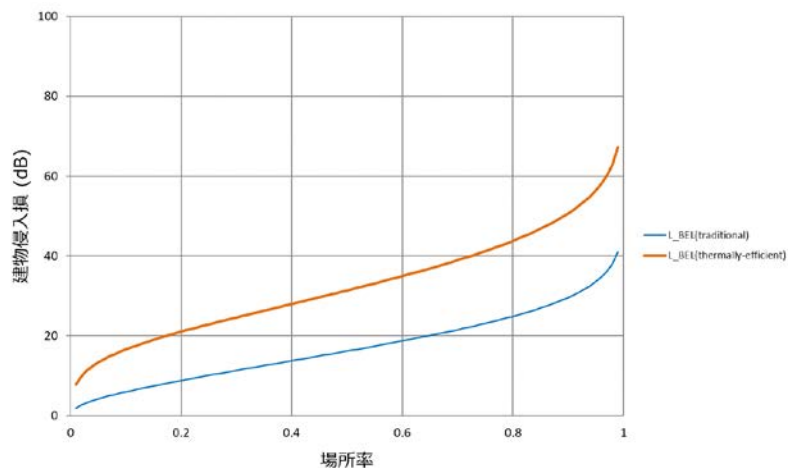


- 広範囲で公共業務無線局からの干渉影響が広がっており、**同一周波数での共用には課題あり**
 - － 同一周波数で共存するには、基地局を屋内で利用する等との方策を検討する必要

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

<屋内基地局との間の干渉影響の評価>

- 公共業務用無線局が屋外、5Gシステムが屋内で利用するシナリオを想定
- 基地局又は公共業務用無線局からの干渉電力が、建物侵入損（勧告 ITU-R P.2109）により減衰する効果を評価
 - 4.5GHz帯における建物侵入損の値は下図／下表の通り
- また、屋内基地局のアンテナ設置形態（天井等に設置）を考慮し、屋外方向の受信空中線利得は十分に小さいものとして評価（-20dBi）



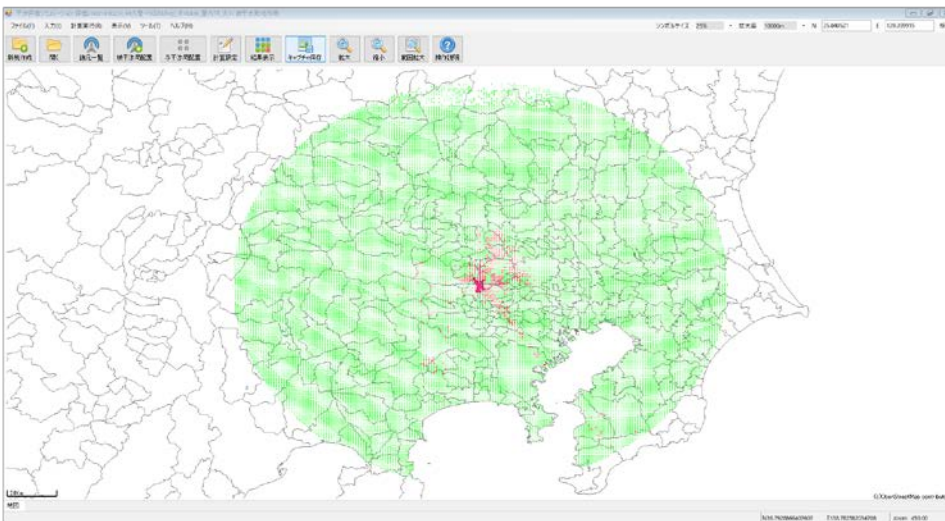
建物の種別	場所率に応じた建物侵入損			
	5%	10%	20%	50%
Traditional	4.2dB	6.0dB	8.8dB	16.2dB
Thermally-efficient	13.3dB	16.6dB	21.0dB	31.4dB

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

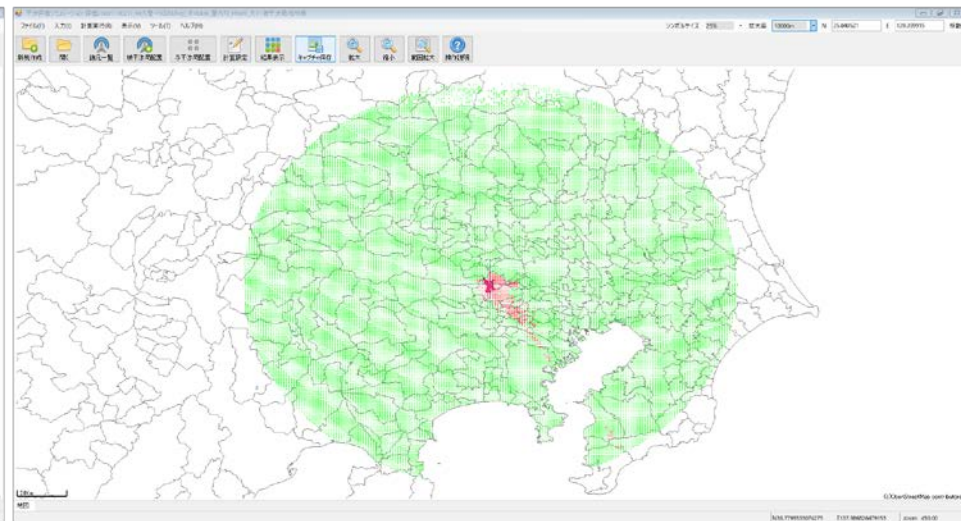
公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜公共業務用無線局から屋内基地局への干渉影響の評価＞

建物種別Traditional、低層階（5m）



建物種別Thermally-efficient、高層階（50m）

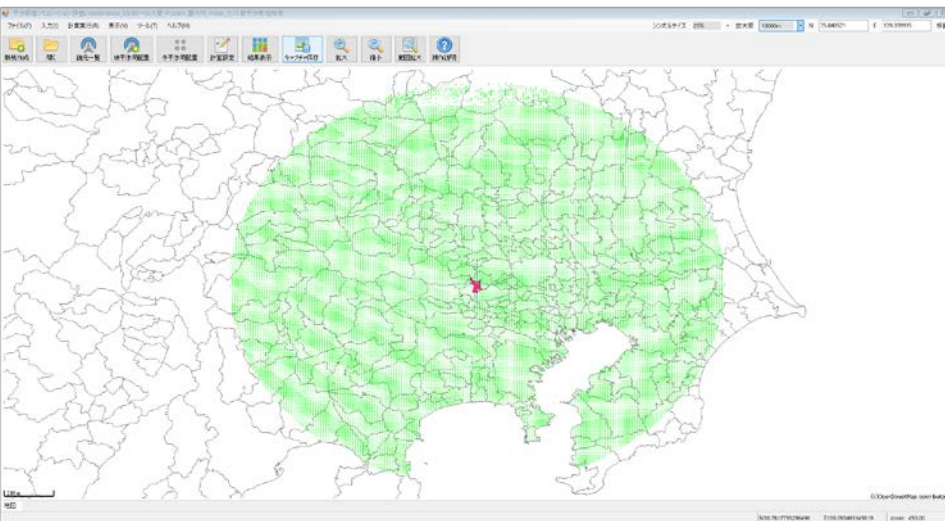


- 基地局の許容干渉電力を超過する場所の割合は数%程度（赤い地点）

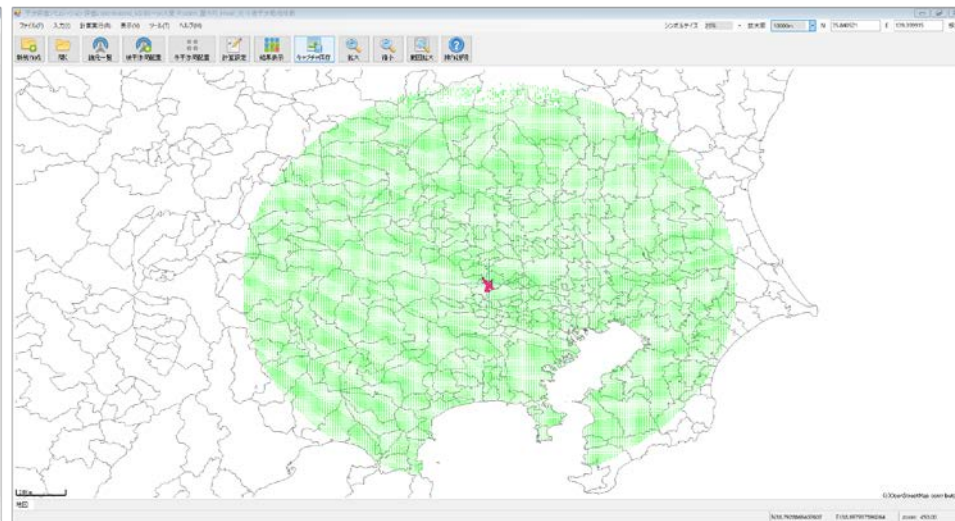
公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜屋内基地局から公共業務用無線局への干渉影響の評価＞

建物種別Traditional、低層階（5m）



建物種別Thermally-efficient、高層階（50m）



- 基地局の許容干渉電力を超過する場所の割合は本評価で0.0%以下

公共業務用無線局との共用検討（4.5GHz帯）

＜屋内基地局と公共業務用無線局との干渉影響の評価結果まとめ＞

- 公共業務用無線局又は基地局からの干渉電力が、**許容干渉電力を超過する場所率を大幅に低減可能である**
- **以下の条件を満たせば、同一周波数において、公共業務用無線局と屋内限定の5Gシステムとの共用の可能性がある**
 - 公共業務用無線局の周辺や空中線指向方向への基地局設置を避ける
 - 建物侵入損の値が小さくなるような材質の建物内や窓際には基地局を設置しない
 - 建物の開口部方向に対して基地局の空中線利得が大きくなるように空中線を配置する、等

公共業務用無線局との共用検討結果まとめ (4.5GHz帯)

● 同一周波数での共用検討結果

- 基地局との共用検討を実施したところ、広い範囲で公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力を超過する結果となり、**共用には課題あり**
 - 同一周波数で共用を行うためには、5Gシステムを屋内限定で利用する等の方策が必要

● 隣接周波数での共用検討結果

- 周波数離調が20MHz程度未満の場合
 - **基地局との干渉検討結果によると**、13%程度の場所率で公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力を超過する可能性があり、**共用には一定の制限**がかかる
 - **陸上移動局との干渉検討結果によると**、公共業務用無線局からの影響が大きく、**共用には課題あり**
- 周波数離調が20MHz程度以上の場合
 - **基地局との干渉検討結果によると**、公共業務用無線局又は基地局の許容干渉電力が超過する可能性がある場所率は4%程度以下となり、公共業務用無線局、基地局のフィルタ特性等を考慮した実力値を加味すると、当該場所率はさらに減少し、**現実的に共用可能**
 - **陸上移動局との干渉検討結果によると**、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**