

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4月27日

前回作業班からの継続検討課題（１）
～地球局等～

地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

<課題の概要>

- **三大都市圏（首都圏、中京圏、近畿圏）において、地球局等*との共存を実現しつつ、どの程度の基地局数が設置可能かを継続評価**
 - 三大都市圏の中には、複数の地球局等が既に設置・運用されていることから、共用の可能性がより高いと想定されるスモールセル基地局（低出力、低アンテナ高）のパラメータを用いて設置可能な基地局数を算出
 - なお、スモールセル基地局による5Gのエリア展開は、都市部等の人が多く集まるエリアにおいて、小セル化によるトラヒック対策として効果的な手法
- **前回作業班で提示した結果は、基地局からの干渉影響を考慮した結果がメインであり、陸上移動局の干渉影響については近似的な評価を提示**
- **追加検討として、より厳密に陸上移動局からの干渉影響を評価し、三大都市圏におけるスモールセル基地局の設置可能数を算出**

*3.6-4.2GHzの周波数における地球局の免許人が運用する「地球局」及び「受信専用設備」（以下、「地球局等」という）

地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

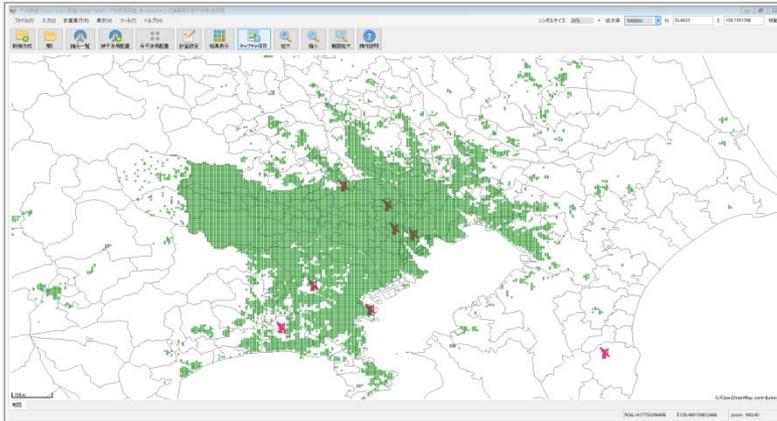
＜評価の手法＞

- ① 三大都市圏の昼間人口が多いメッシュにスモールセル基地局を1局ずつ順次設置し、**複数の基地局からの累積干渉電力（アグリゲート干渉）が地球局等の許容干渉電力（長時間干渉基準）未満となるメッシュを抽出**
 - ただし昼間人口順に単純に基地局を設置していくと、設置数が少ない段階で許容干渉電力を超過するため、各地球局等に対して、基地局からの干渉電力が一定のしきい値以下のメッシュを抽出することとする
- ② 各地球局等の周辺に陸上移動局を配置し、**地球局等への干渉電力が無視できない離隔距離を、地球局等毎に算出**
 - 陸上移動局の配置は各メッシュ内で5パターン（中央、東西南北に各100mずれた位置）を計算し、最大干渉電力を与えるパターンで各地球局等への干渉電力を算出
 - 干渉電力が無視できない離隔距離は、上記の各地球局等への干渉電力が“許容干渉電力（長時間干渉基準）未満となる条件”、“同条件にマージン（3dB、5dB）を加味した条件”から設定
 - 計算パターン数が限定的であるため、最小の離隔距離（3km）を設定
- ③ ①の結果から、②の**離隔距離以内のメッシュは除外し、残ったメッシュに対して昼間人口順に陸上移動局を配置し、複数の陸上移動局からの累積干渉電力が地球局等の許容干渉電力（長時間干渉基準）未満となるメッシュ数を基地局設置可能局数として算出**
 - ただし昼間人口順に単純に陸上移動局を配置していくのではなく、各地球局等に対して干渉電力が一定のしきい値以下のメッシュを選択することとする

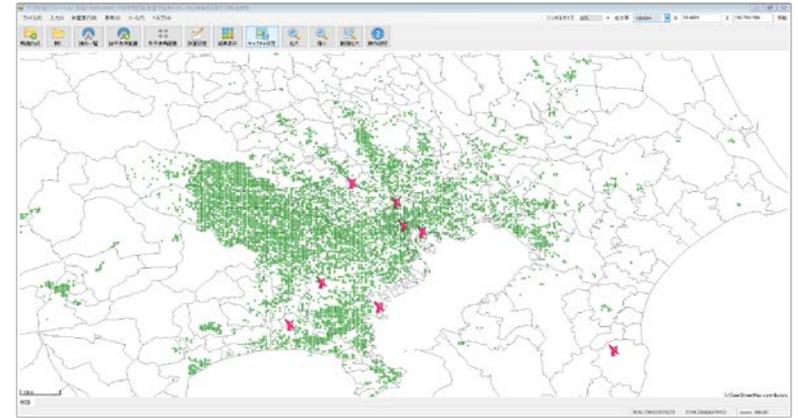
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

<評価のイメージ>

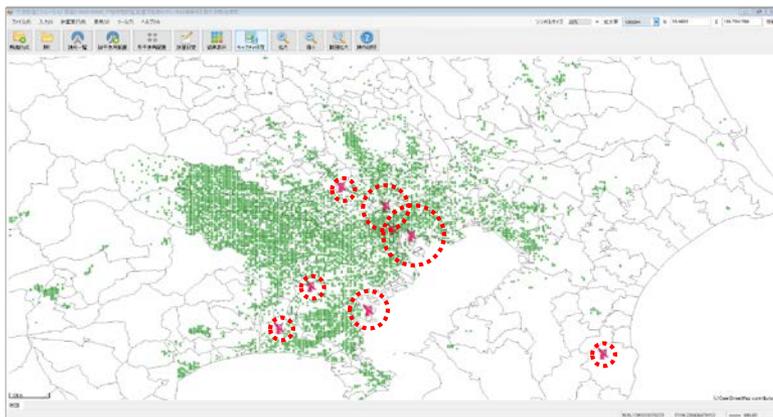
評価対象となる昼間人口の多いメッシュ



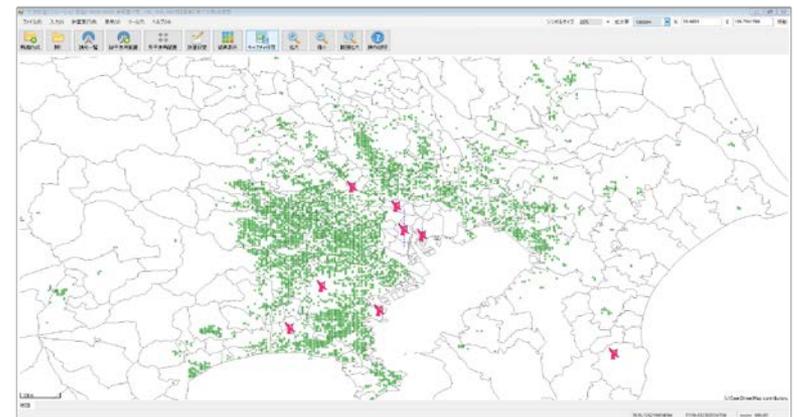
基地局からの累積干渉電力を考慮して
基地局設置可能性のあるメッシュを抽出（ステップ①）



陸上移動局からの干渉影響の恐れがある
離隔距離を地球局等毎に算出（ステップ②）



左記の離隔距離以内は基地局設置回避エリアとし、残りのメッシュから
陸上移動局からの累積干渉電力を考慮して
基地局設置可能性のあるメッシュを決定（ステップ③）



地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

＜首都圏における結果：ステップ①での基地局設置判断のしきい値-150dBm/MHz＞

ステップ①	抽出メッシュ数：8,121
-------	---------------



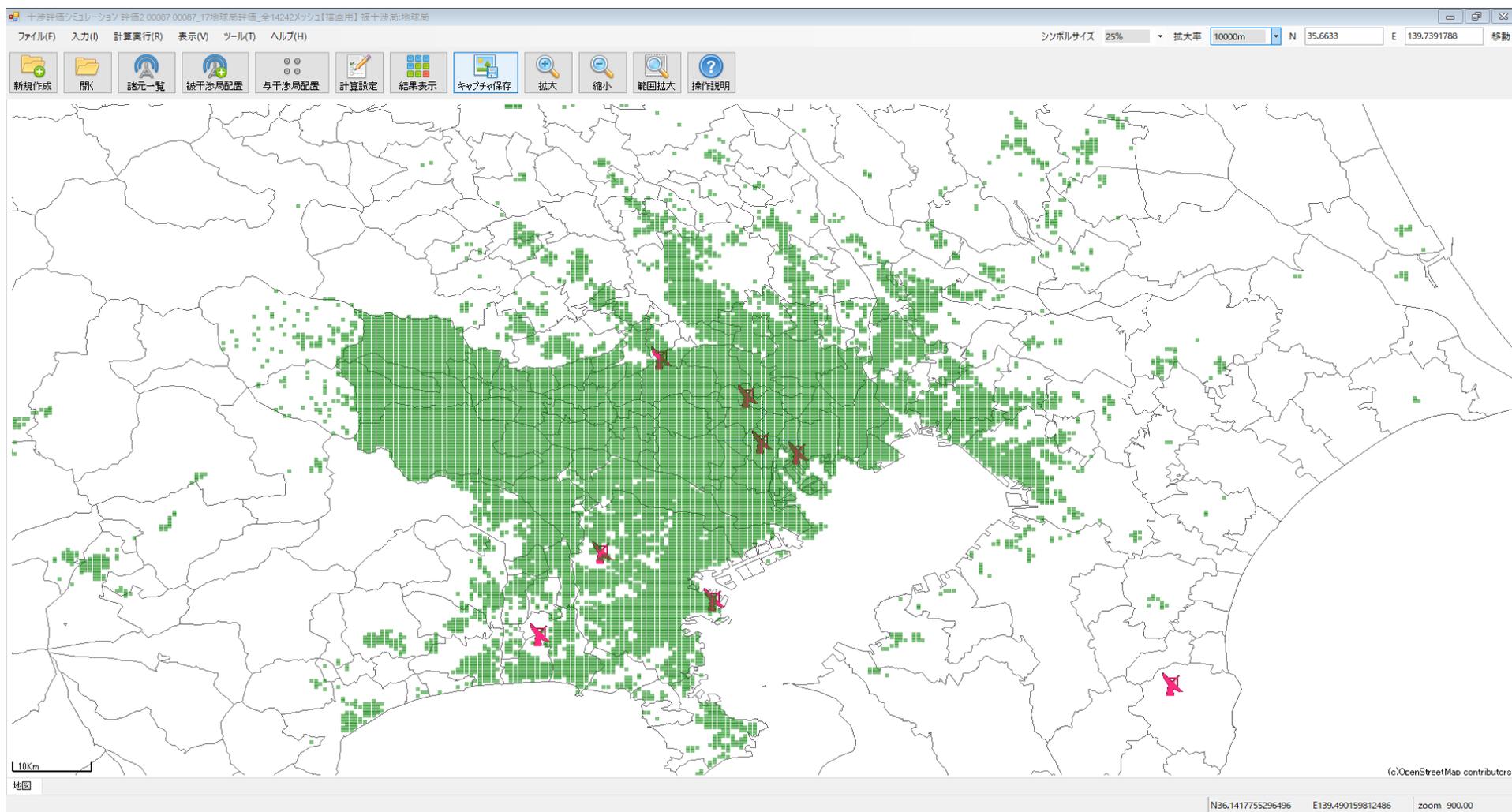
ステップ② 離隔距離算出のための干渉マージン	陸上移動局からの干渉が無視できない離隔距離			左記離隔距離内のメッシュ数		
	0dB	3dB	5dB	0dB	3dB	5dB
横浜市①	3.0km	3.0km	3.0km	18	18	18
常陸大宮市	8.1km	15.6km	15.6km	0	3	3
江東区	7.2km	10.6km	12.1km	268	568	705
港区	3.0km	3.0km	3.0km	72	72	72
朝霞市	3.0km	3.0km	3.0km	12	12	12
小山市	3.0km	3.0km	3.0km	0	0	0
北茨城市	3.0km	3.0km	3.0km	0	0	0
みどり市	3.5km	5.0km	5.5km	0	0	0
藤沢市	3.0km	3.0km	3.0km	10	10	10
館山市	4.0km	4.5km	6.3km	0	0	0
芳賀郡	7.5km	14.9km	14.9km	0	0	0
豊島区	3.0km	3.0km	7.3km	32	32	289
横浜市②	3.0km	3.0km	5.0km	8	8	34
いすみ市	3.0km	5.84m	7.0km	0	0	0
高崎市	3.0km	3.0km	3.0km	0	0	0
那珂郡	3.2km	5.71m	5.7km	0	1	1
北群馬郡	3.0km	4.5km	5.79km	0	0	0



ステップ③	離隔距離算出のための干渉マージン		
	0dB	3dB	5dB
配置可能スモールセル基地局数	5,376	5,661	6,223

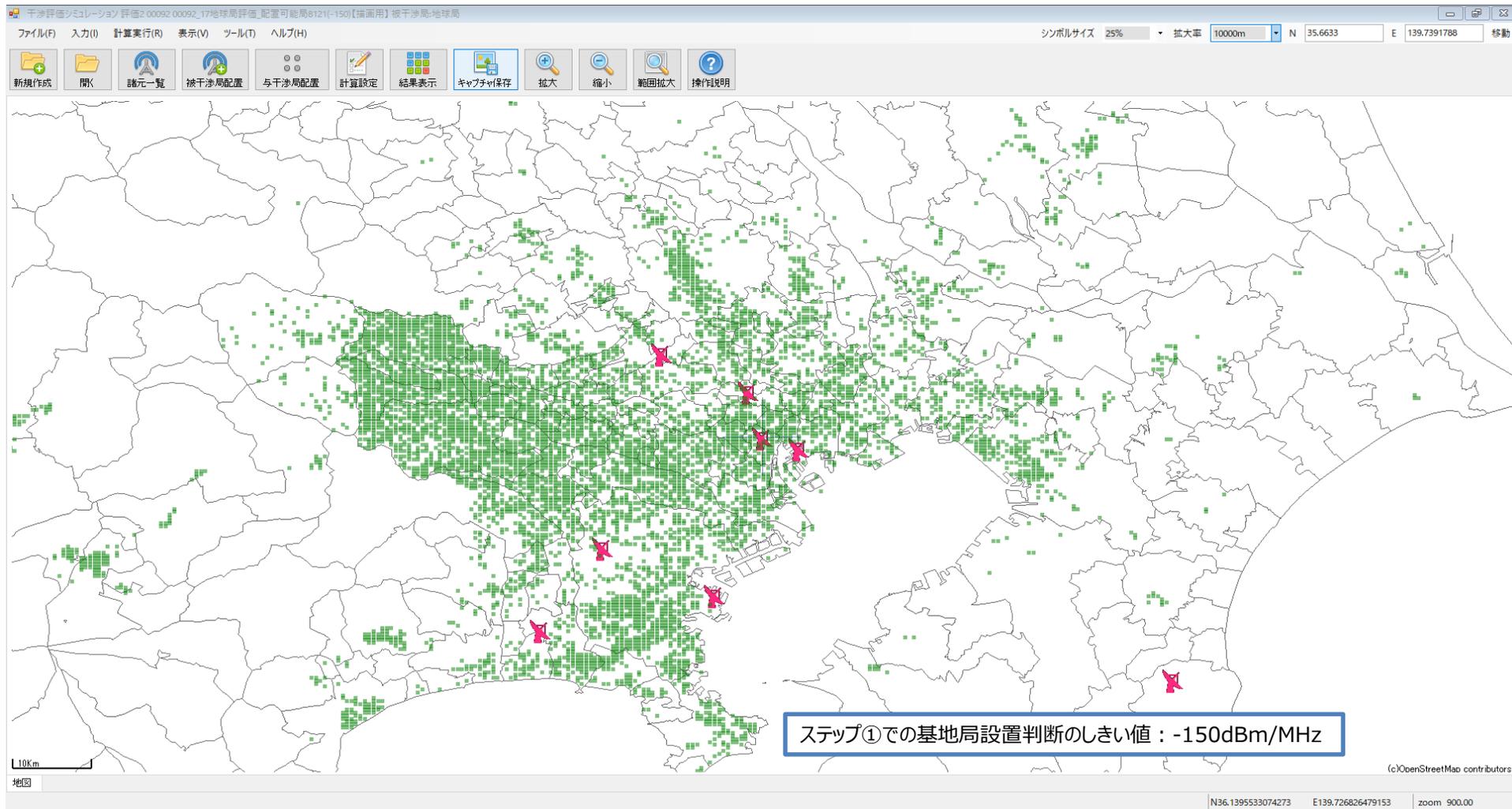
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏南部：検討で用いた全メッシュ



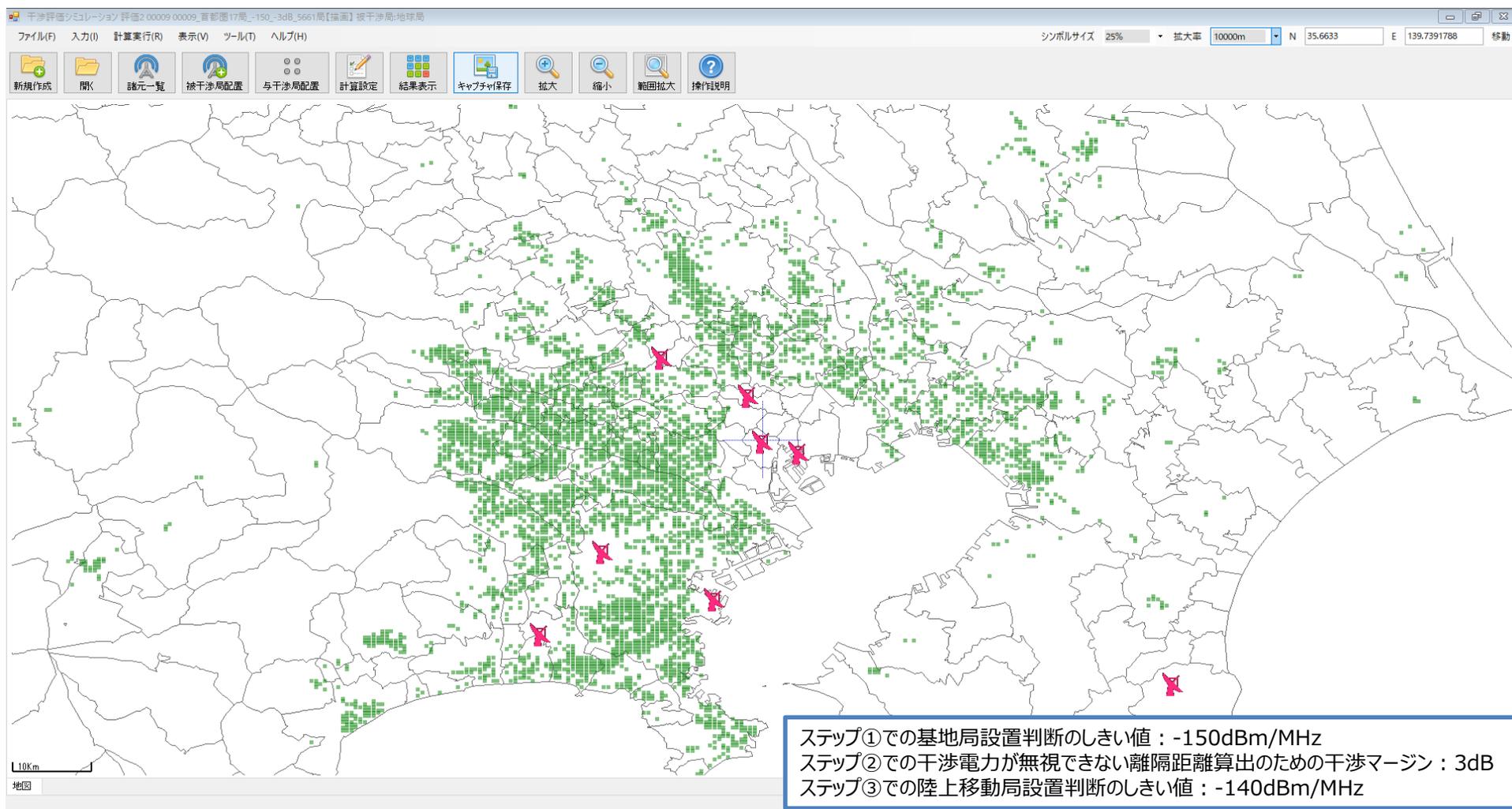
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏南部：基地局からの干渉影響のみを考慮した場合



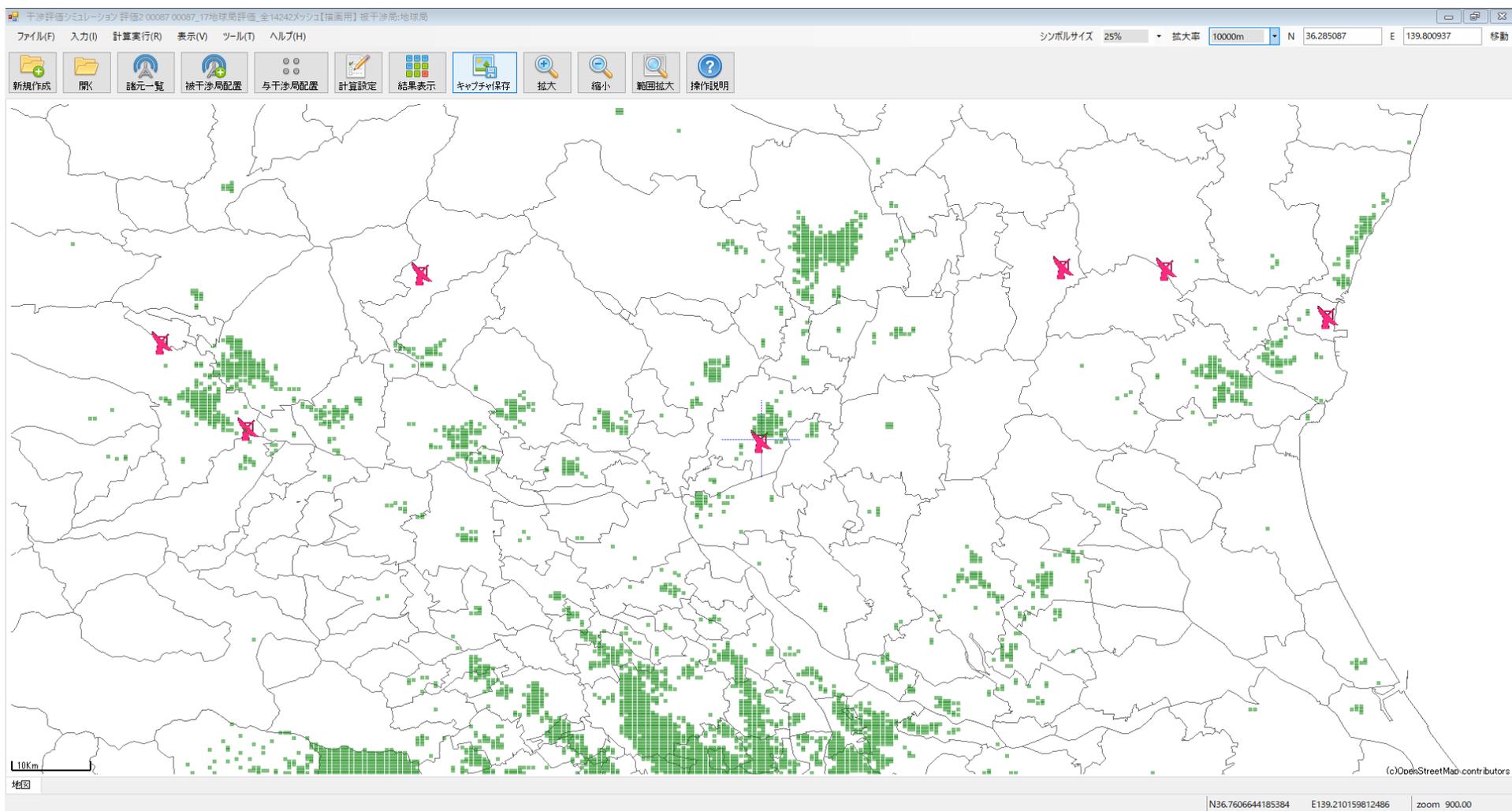
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏南部：陸上移動局からの干渉影響も考慮した場合



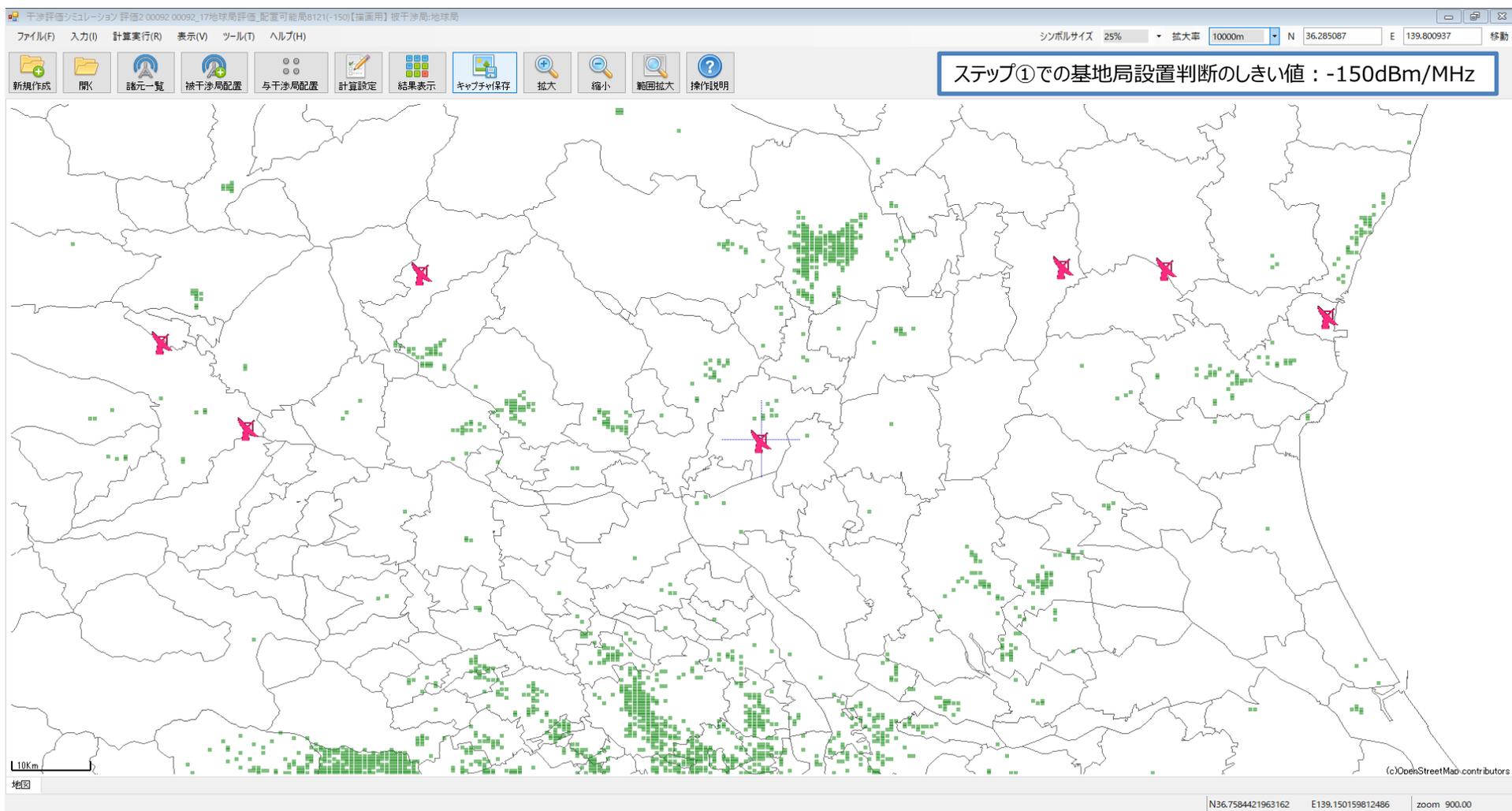
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏北部：検討で用いた全メッシュ



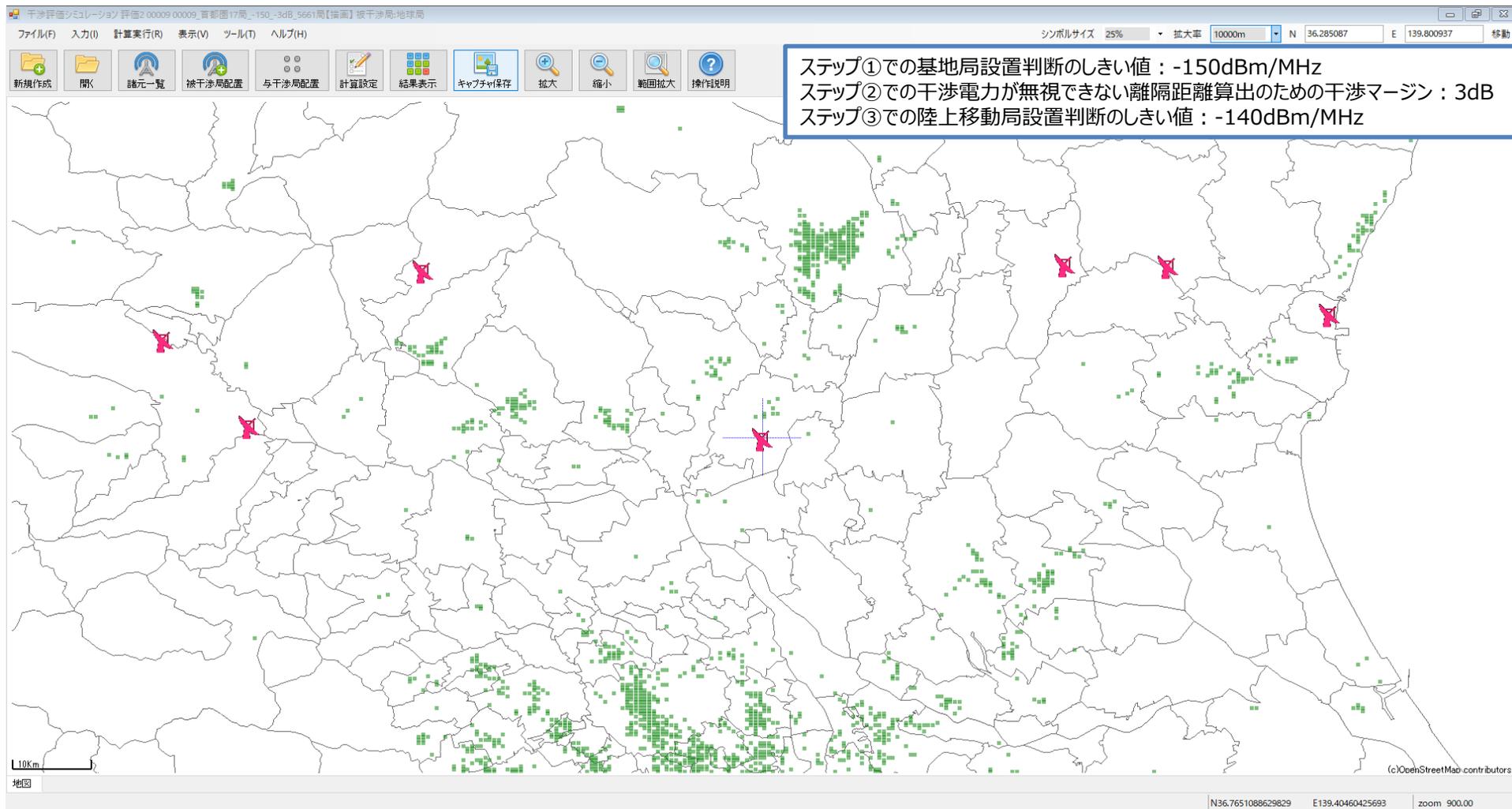
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏北部：基地局からの干渉影響のみを考慮した場合



地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 首都圏北部：陸上移動局からの干渉影響も考慮した場合



地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

＜中京・近畿圏における結果：ステップ①での基地局設置判断のしきい値-150dBm/MHz＞

ステップ①	抽出メッシュ数：13,681
-------	----------------



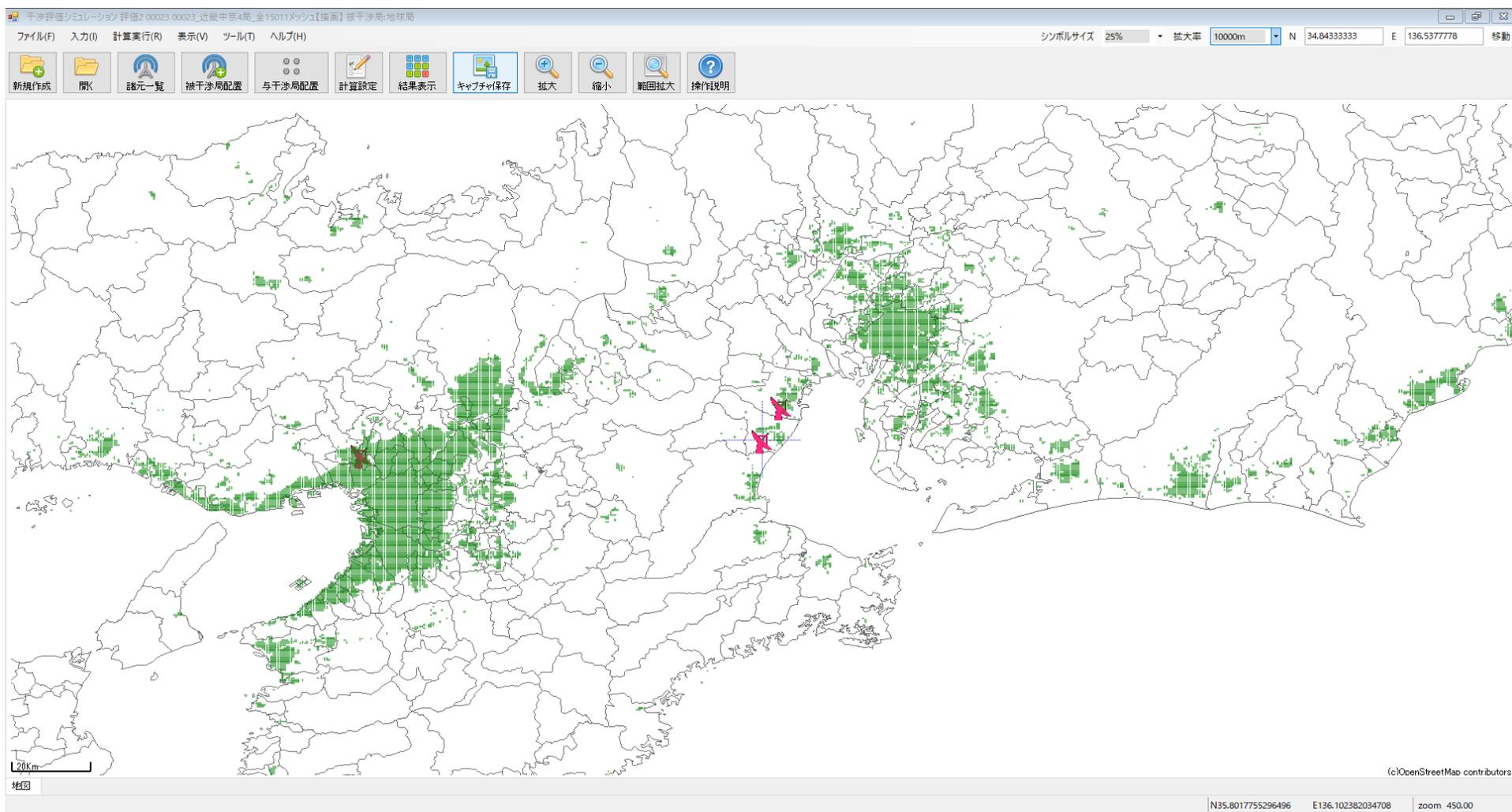
ステップ② 離隔距離算出のための干渉マージン	陸上移動局からの干渉が無視できない離隔距離			左記離隔距離内のメッシュ数		
	0dB	3dB	5dB	0dB	3dB	5dB
四日市市①	3.0km	3.0km	8.1km	7	7	40
四日市市②	7.0km	8.3km	12.4km	30	41	63
鈴鹿市	4.1km	15.6km	20.9km	6	84	148
伊丹市	7.1km	10.7km	10.7km	226	545	545



ステップ③		離隔距離算出のための干渉マージン		
		0dB	3dB	5dB
配置可能スモールセル基地局数		9,352	9,844	9,809
(内訳)	中京圏	3,834	4,339	4,304
	近畿圏	5,518	5,505	5,505

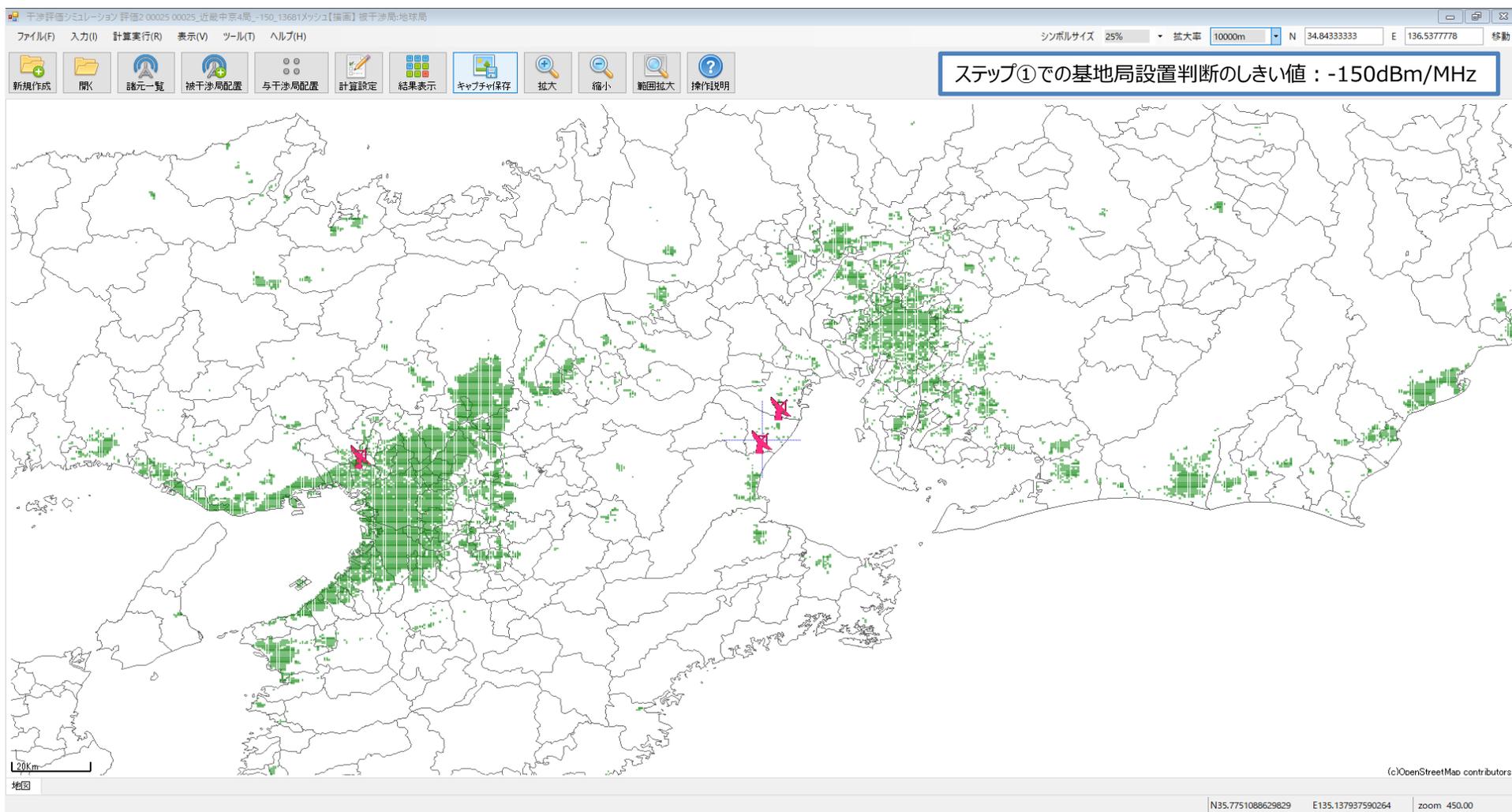
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 中京・近畿圏：検討で用いた全メッシュ



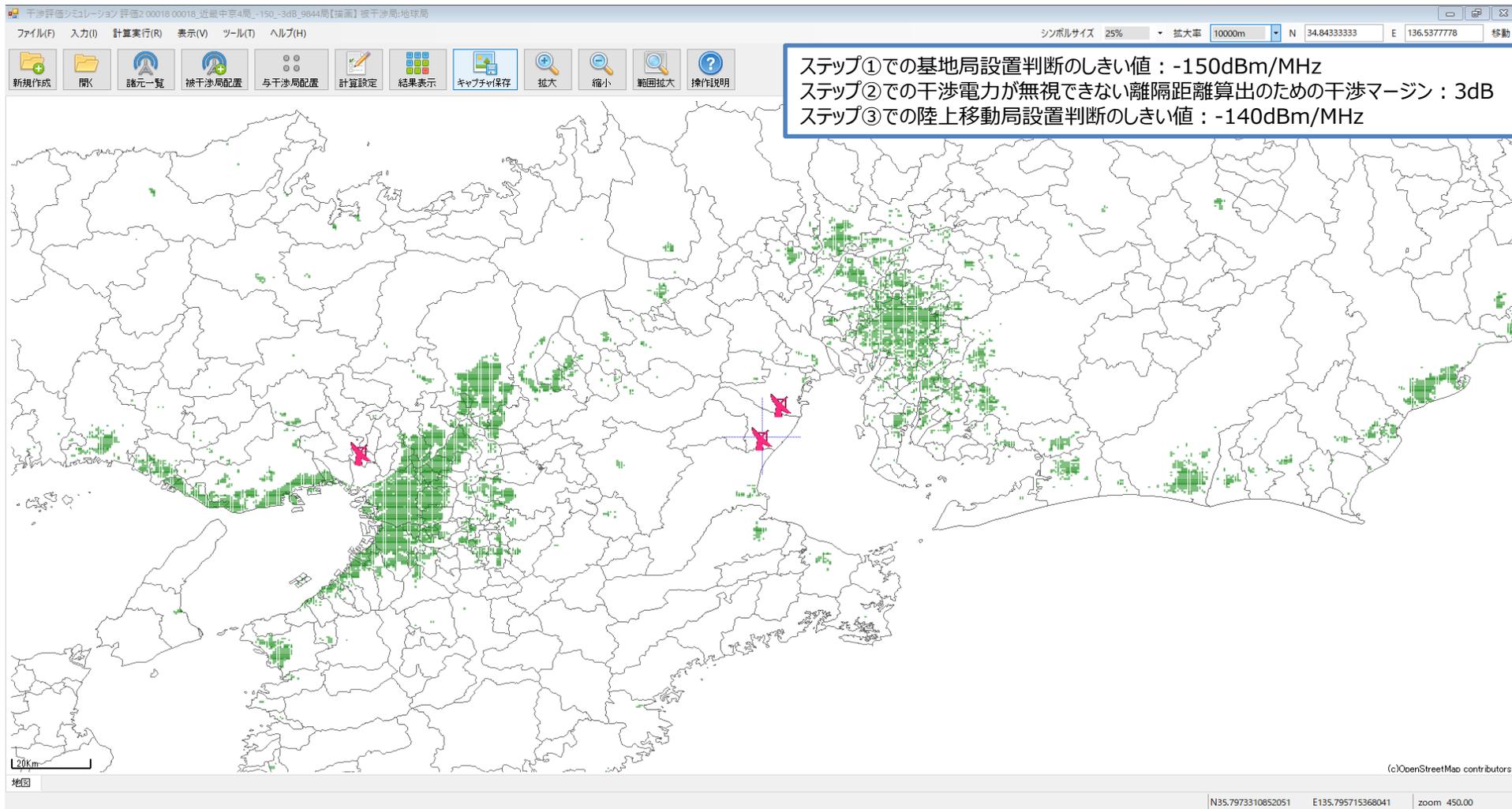
地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 中京・近畿圏：基地局からの干渉影響のみを考慮した場合



地球局等との共用検討（3.7GHz帯）

- 中京・近畿圏：陸上移動局からの干渉影響も考慮した場合



地球局等との共用検討（3.7GHz帯）のまとめ

<継続検討課題に対するまとめ>

- 基地局からの干渉影響だけではなく、陸上移動局からの干渉影響も評価した結果、**基地局の設置場所の選定において、陸上移動局からの干渉影響を無視できないとの結果**
 - 各地球局等の周辺に、基地局の設置を回避すべきエリアを設定する必要がある
 - 回避すべきエリアの大きさは各地球局等の設置状況により異なるが、最大で20km程度の離隔距離を設定する必要がある
 - 上記の離隔距離以上でも、標高の高い地点については干渉の恐れがあるため注意が必要
- 上記結果から、スモールセル基地局による置局を行った場合でも、**地球局等の周辺において、一定の離隔距離以内には基地局の設置を回避する必要あり**
 - 特に、首都圏中心部では、複数の地球局等が設置済／計画中である状況から、これらの地球局等を保護するためには面的な設置制限が起こり得る

前回作業班からの継続検討課題（２）
～航空機電波高度計～

航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題の概要>

- ① 5Gシステムから航空機電波高度計への干渉影響について、ヘリコプターがヘリポートに着陸するケースを想定した干渉検討
- ② 航空機電波高度計から5Gシステムへの干渉検討

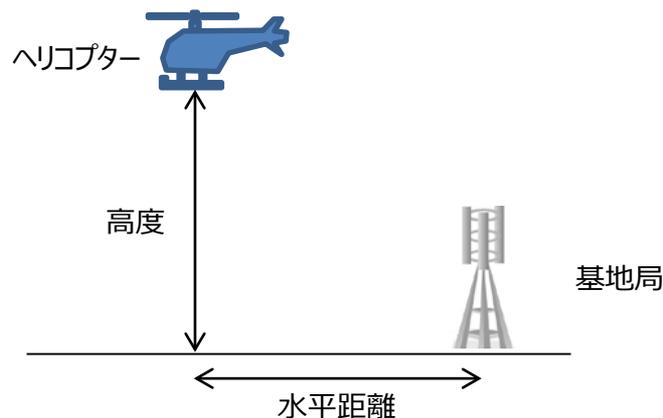
(参考) 航空機が空港に着陸するケースの検討結果 (5Gシステムから航空機電波高度計への干渉)

進入形態	基地局 設置密度	高度	航空機電波高度計の許容干渉電力に対する所要改善量			
			帯域内干渉 (周波数離調0MHz相当)		帯域外干渉 (周波数離調60MHz)	
			平均パターン	最大パターン	平均パターン	最大パターン
精密進入	逼迫	17m	31.2dB	58.2dB	0dB以下	18.7dB
		50m	18.7dB	39.5dB		0dB以下
		200m	14.9dB	38.2dB		
		500m	13.1dB	38.1dB		
ローカライザ 進入	逼迫	94.2m	19.4dB	43.2dB	0dB以下	7.4dB
	都市部		31.5dB	58.1dB	2.9dB	29.5dB
	都市圏		31.5dB	58.1dB	2.9dB	29.5dB
	全国		31.5dB	58.1dB	2.9dB	29.5dB
周回進入	逼迫	142.6m	18.3dB	42.6dB	0dB以下	3.4dB
	都市部		26.5dB	52.9dB		24.2dB
	都市圏		26.5dB	52.9dB		24.2dB
	全国		26.5dB	52.9dB		24.2dB

航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①の検討>

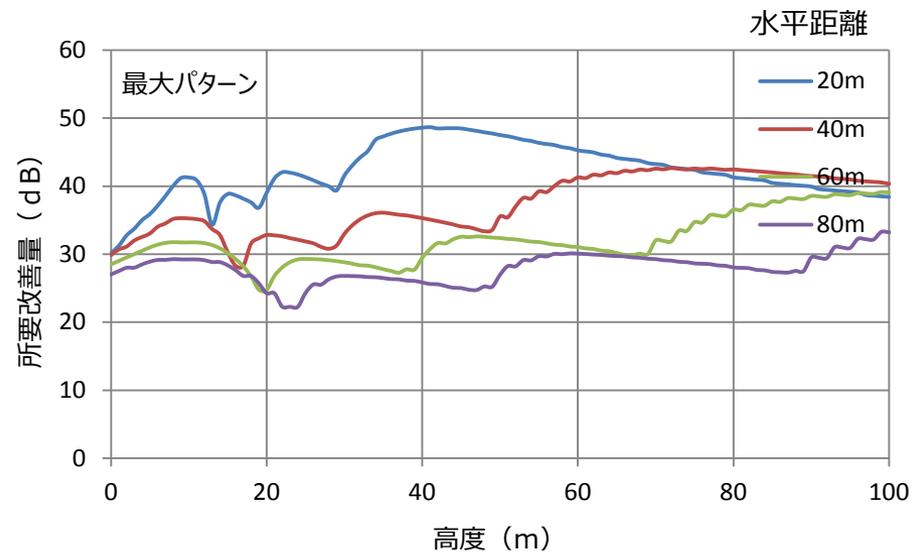
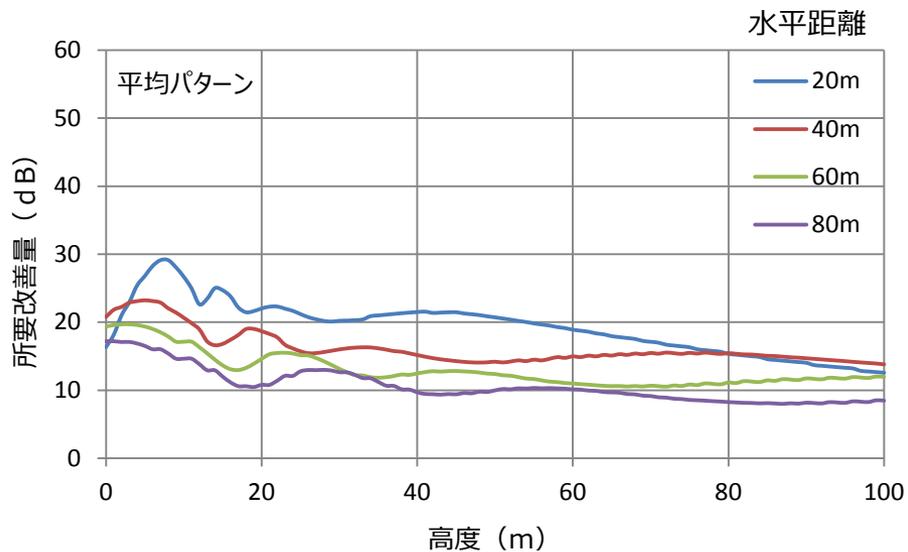
- **ヘリコプターがヘリポートに着陸するケースを想定した干渉検討として、下記のモデルを用いて検討を実施**
 - ヘリコプターの“高度”と基地局設置位置との“水平距離”をパラメータ
 - 周波数離調毎に、航空機電波高度計の許容干渉電力に対する所要改善量（帯域内／帯域外干渉）を算出
 - 基地局の空中線指向特性として、平均パターンと最大パターンを考慮
 - 航空機電波高度計の許容干渉電力は勧告ITU-R M.2059の保護基準を利用



航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域内干渉の評価結果（スモールセル基地局）>

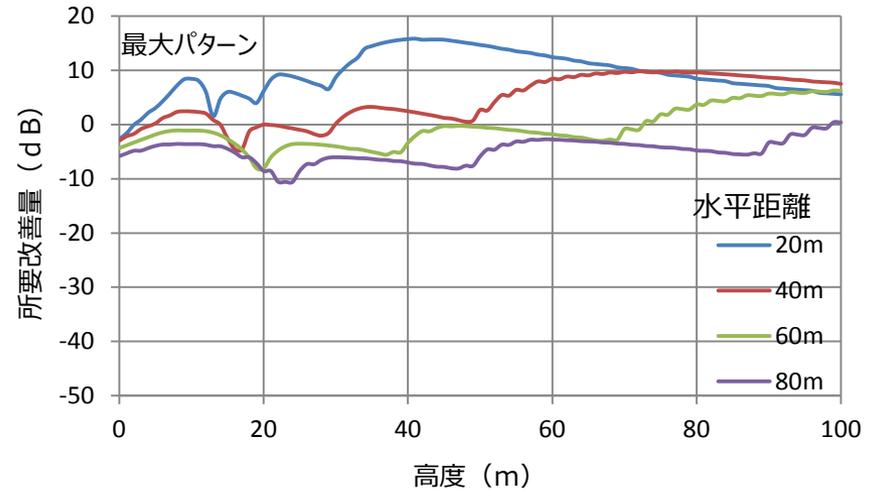
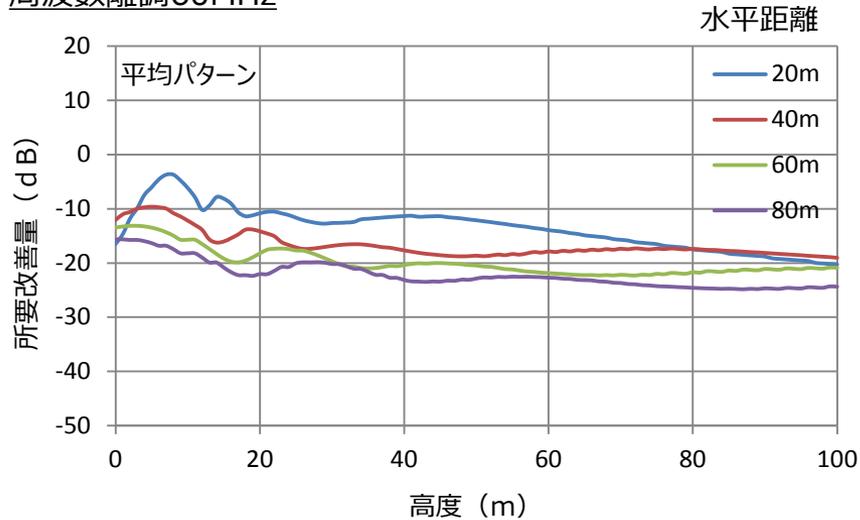
- 基地局の不要発射の強度：-16dBm/MHz（周波数離調0MHz相当）



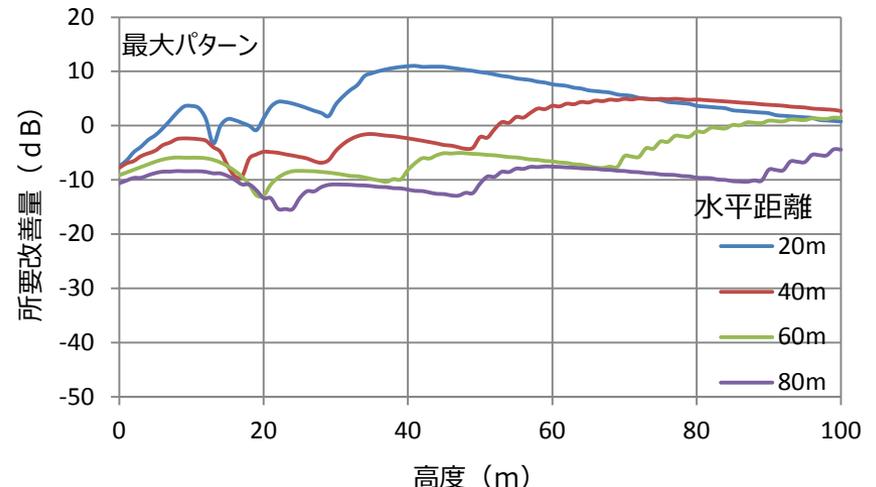
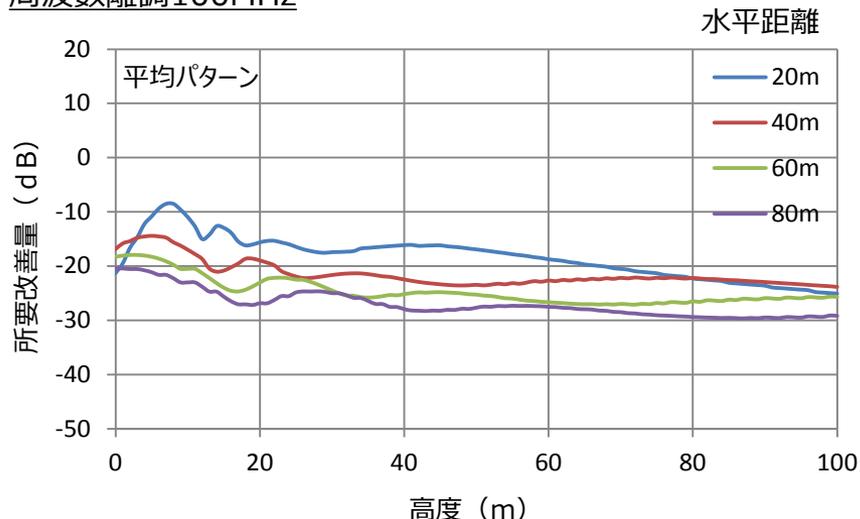
航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域外干渉の評価結果（スモールセル基地局）>

周波数離調60MHz



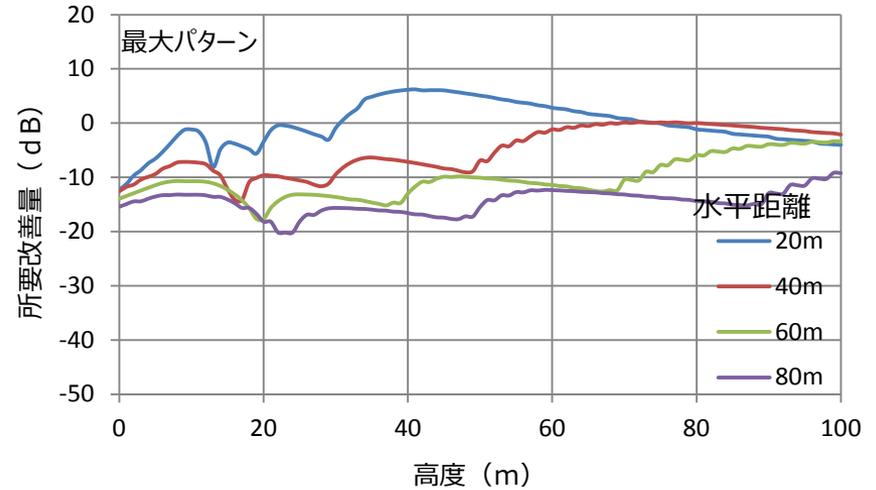
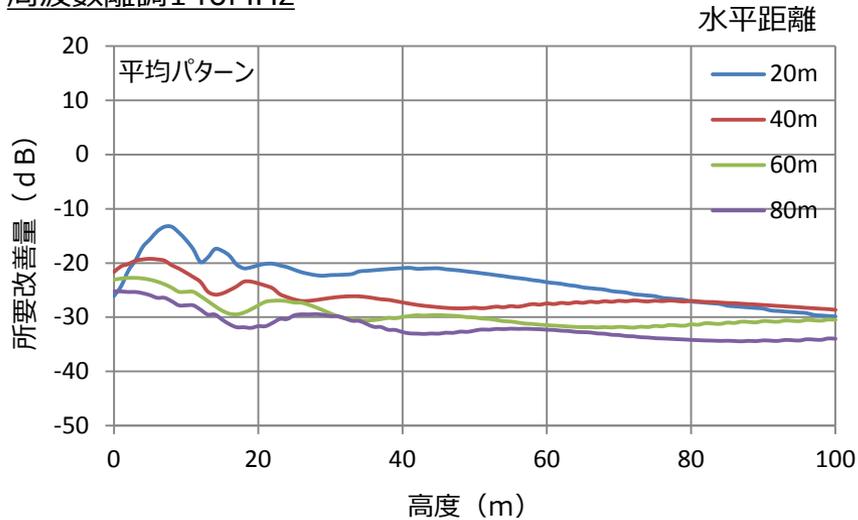
周波数離調100MHz



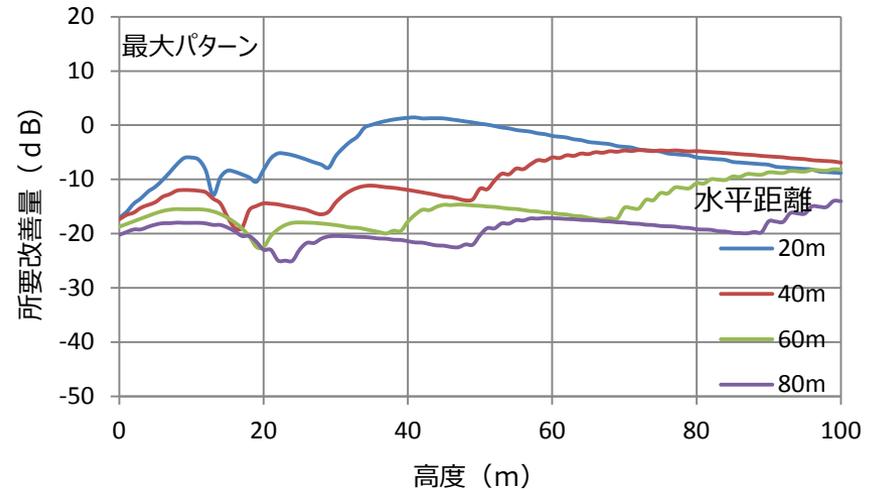
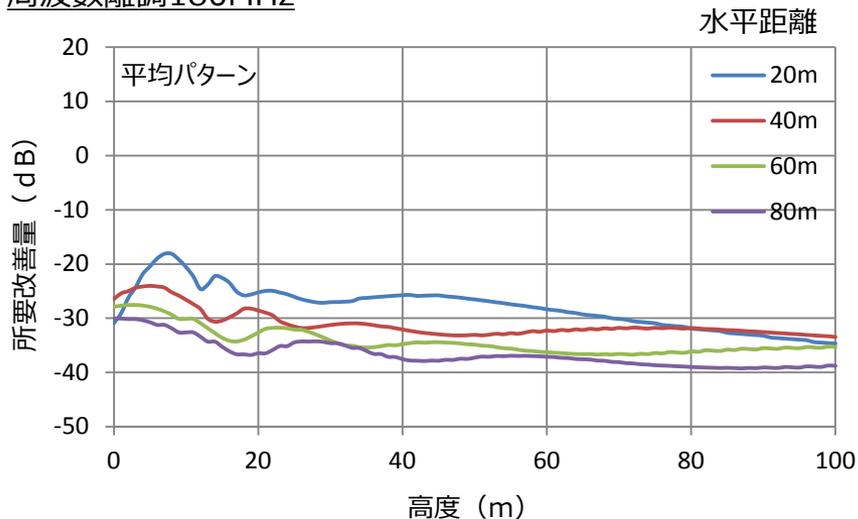
航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域外干渉の評価結果（スモールセル基地局）>

周波数離調140MHz



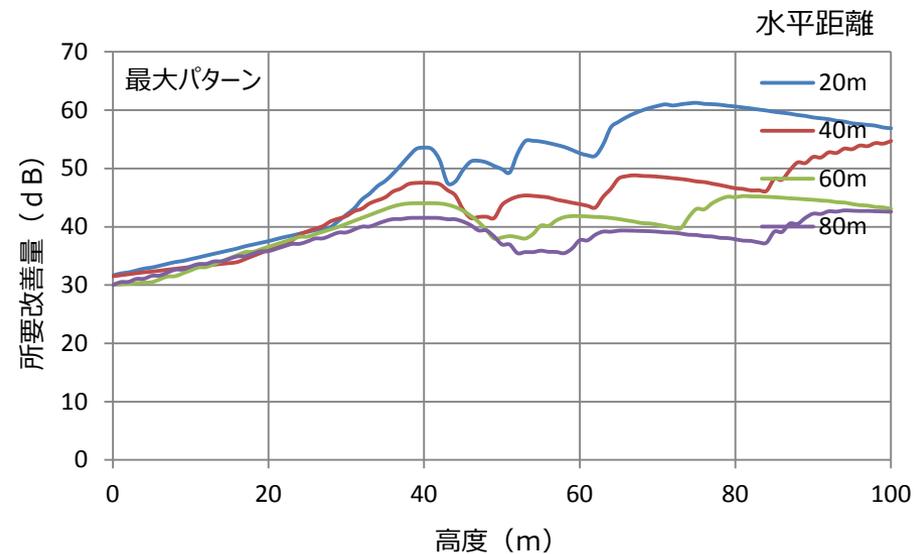
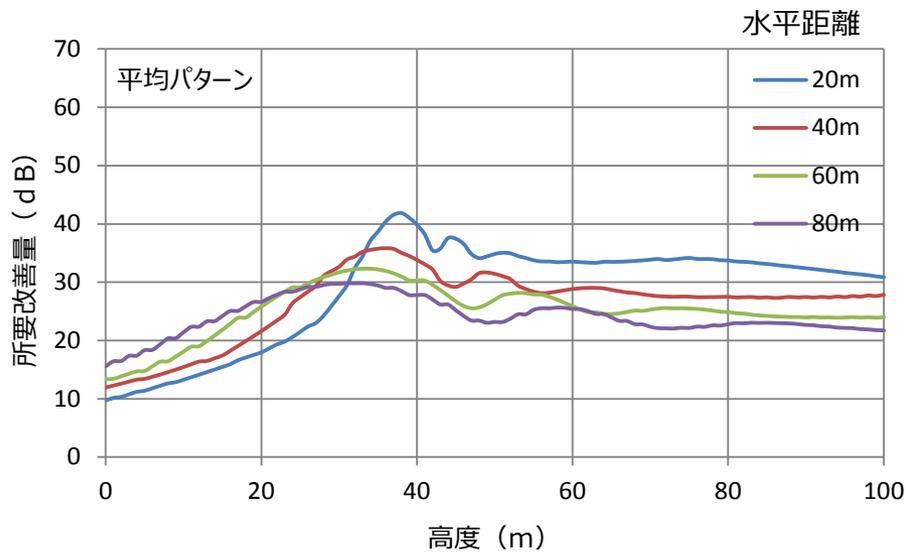
周波数離調180MHz



航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域内干渉の評価結果（マクロセル基地局）>

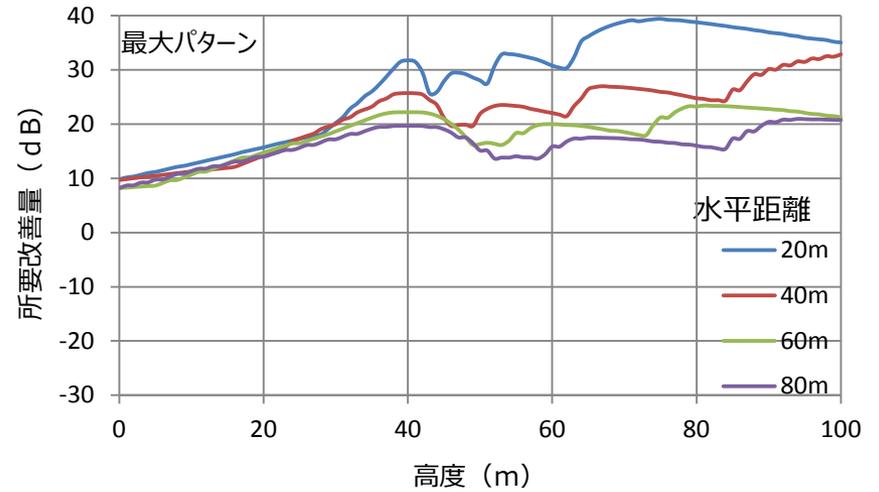
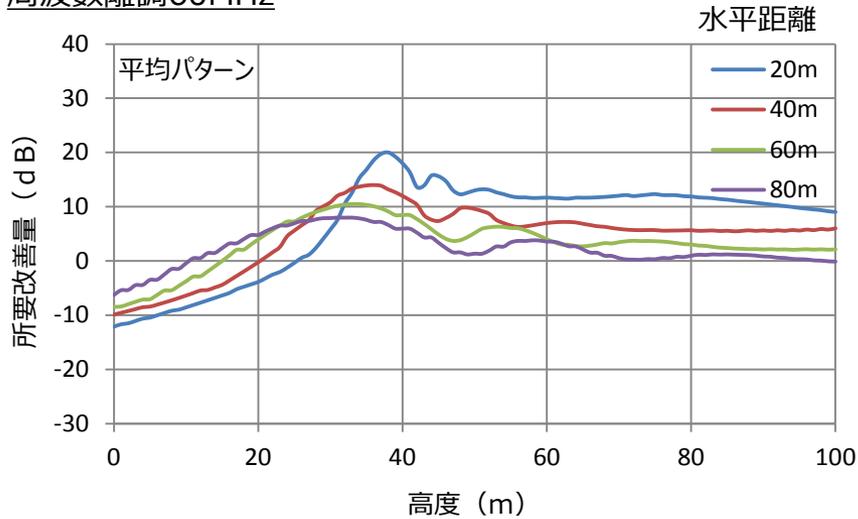
- 基地局の不要発射の強度：-4dBm/MHz（周波数離調0MHz相当）



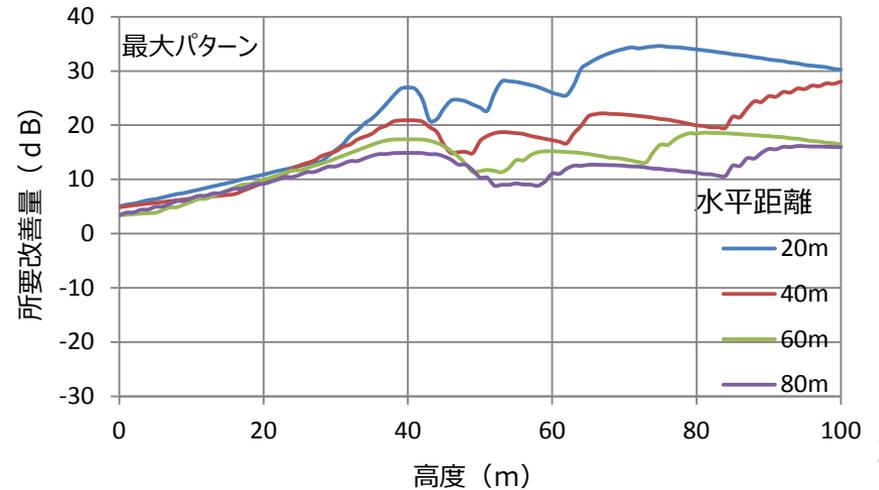
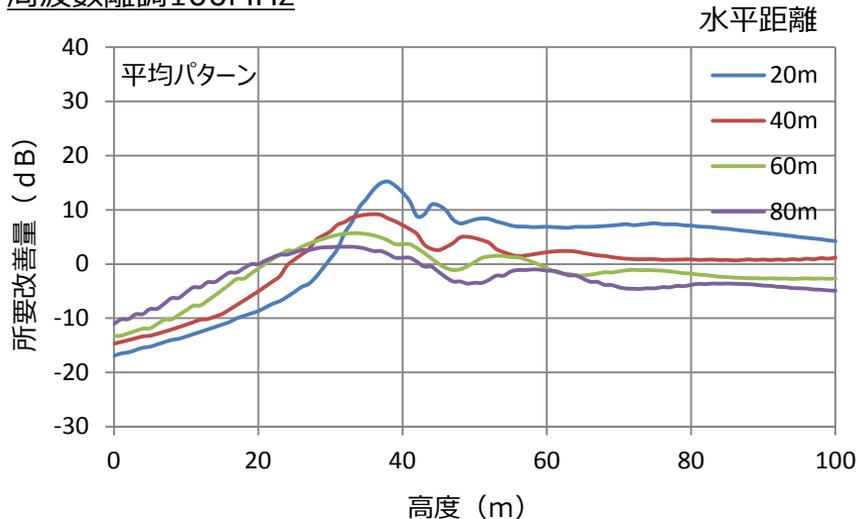
航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域外干渉の評価結果（マクロセル基地局）>

周波数離調60MHz



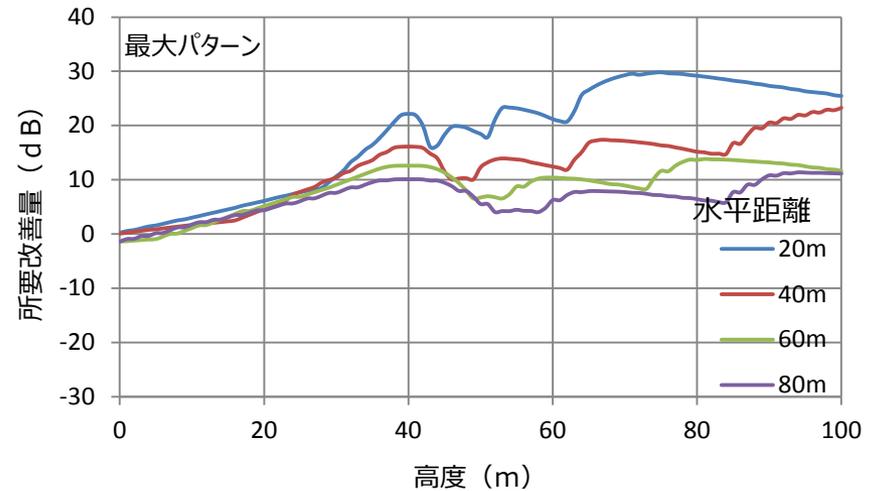
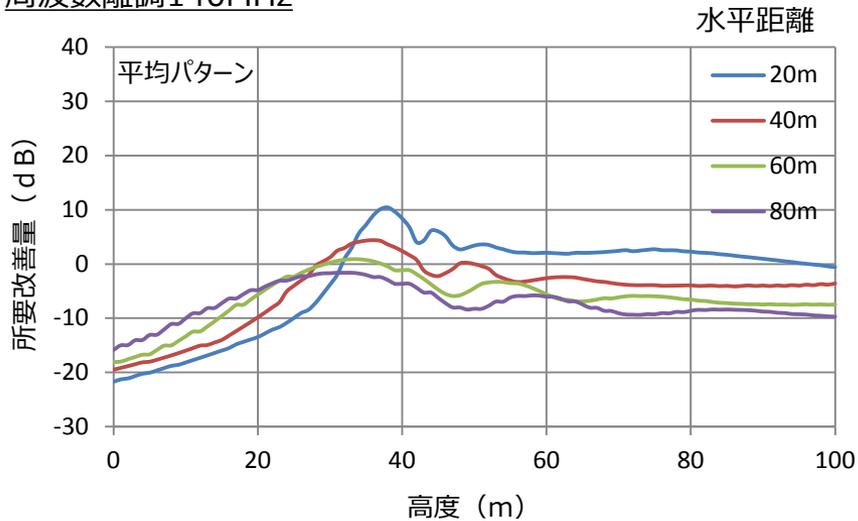
周波数離調100MHz



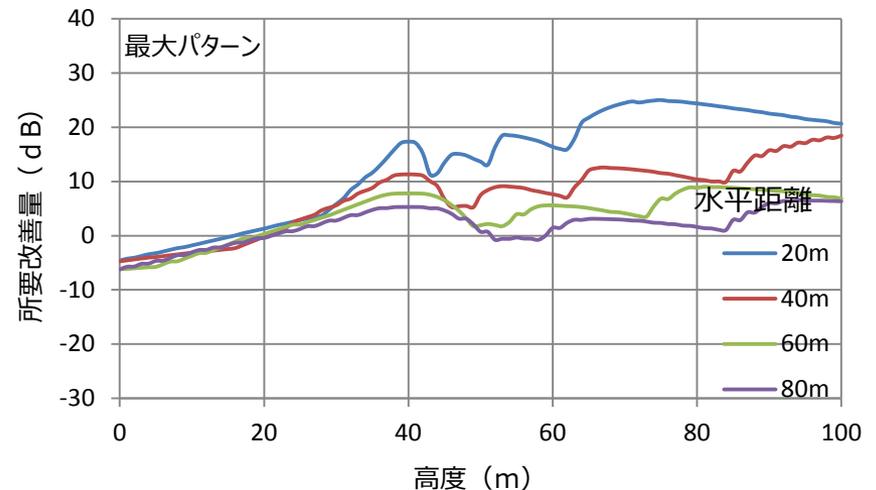
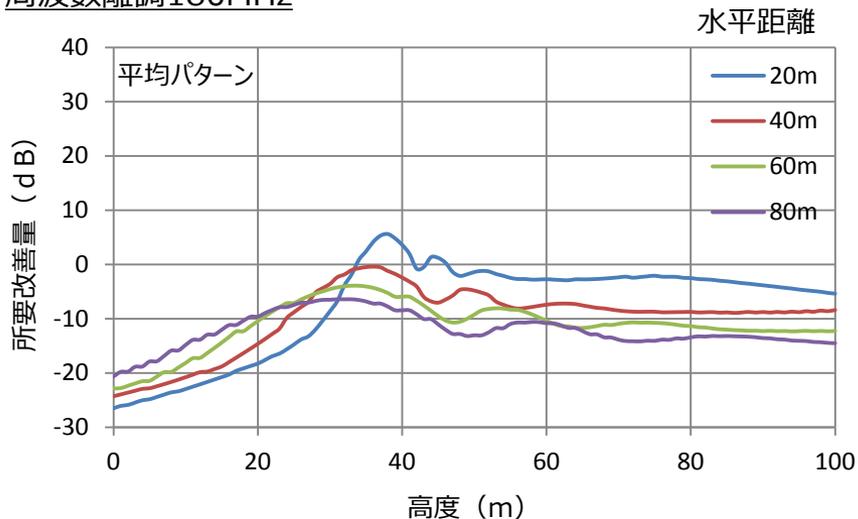
航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①：帯域外干渉の評価結果（マクロセル基地局）>

周波数離調140MHz



周波数離調180MHz



航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

- <課題①の評価結果まとめ>
 - 帯域内干渉

高度	水平距離	周波数 離調	スモールセル基地局の所要改善量		マクロセル基地局の所要改善量	
			平均パターン	最大パターン	平均パターン	最大パターン
0~100m	20m	0MHz相当	29.1dB	48.7dB	41.9dB	61.3dB
	40m		23.2dB	42.6dB	35.8dB	54.7dB
	60m		19.7dB	39.1dB	32.3dB	45.3dB
	80m		17.2dB	33.3dB	29.8dB	42.8dB

航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

- <課題①の評価結果まとめ>
 - 帯域外干渉

高度	水平距離	周波数 離調	スモールセル基地局の所要改善量		マクロセル基地局の所要改善量		
			平均パターン	最大パターン	平均パターン	最大パターン	
0~100m	20m	60MHz	0dB以下		15.8dB	20.0dB	39.4dB
	40m				9.8dB	14.0dB	32.9dB
	60m				6.3dB	10.5dB	23.4dB
	80m				0.4dB	8.0dB	21.0dB
	20m	100MHz	0dB以下		11.0dB	15.2dB	34.6dB
	40m				5.0dB	9.2dB	28.1dB
	60m				1.5dB	5.7dB	18.6dB
	80m				0dB以下	3.2dB	16.2dB
	20m	140MHz	0dB以下		6.2dB	10.4dB	29.8dB
	40m				0.2dB	4.4dB	23.2dB
	60m				0dB以下	0.9dB	13.8dB
	80m				0dB以下	0dB以下	11.4dB
	20m	180MHz	0dB以下		1.4dB	5.6dB	25.0dB
	40m						18.5dB
	60m				0dB以下	0dB以下	9.0dB
	80m						6.5dB

航空機電波高度計との共用検討のまとめ (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①の考察>

- ヘリコプターがヘリポートに着陸するケースを想定した場合、航空機が空港に着陸するケースに比較して、**同程度かそれ以上の所要改善量が必要である**
- **帯域外干渉の影響**
 - 勧告ITU-R M.2059の保護基準に基づくと、マクロセル基地局の場合には、**基地局の空中線指向特性を最大パターンとすると、周波数離調180MHzを設けても所要改善量が残る**

基地局の空中線指向特性	平均パターン	最大パターン
スモールセル基地局	評価したすべての条件で所要改善量が0dB以下	周波数離調100MHz以上 + 水平離隔距離80m以上の条件で、所要改善量が0dB以下
マクロセル基地局	周波数離調140MHz以上 + 水平離隔距離80m以上の条件で、所要改善量が0dB以下	周波数離調180MHz + 水平離隔距離80mの条件でも、所要改善量が6dB残る

航空機電波高度計との共用検討のまとめ (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①の考察>

● 帯域外干渉の影響（続き）

– 共用の可能性をさらに探るため、過去の航空機電波高度計の実機を用いた帯域外干渉の耐干渉性の実験結果（パルス型の場合）を参照すると、

- 周波数離調60MHz：帯域外干渉の影響が観測された干渉電力の条件は-29dBm
- 周波数離調100MHz：帯域外干渉の影響が観測されなかった

（注）FM-CW型の場合は、周波数離調10MHzの条件で帯域外干渉の影響が観測されなかった

– 机上検討において、周波数離調の小さい条件における航空機電波高度計への干渉電力の値は、以下の通り

高度	水平距離	周波数離調	所要改善量		対応する航空機電波高度計への干渉電力	
			平均パターン	最大パターン	平均パターン	最大パターン
0~100m	20m	60MHz	20.0dB	39.4dB	最大-56dBm程度	最大-36dBm程度
	20m	100MHz	15.2dB	34.6dB	最大-51dBm程度	最大-41dBm程度

- 以上より、航空機電波高度計の帯域外干渉に対する耐干渉性の実力値を踏まえれば、周波数離調60MHzで共用の可能性がある
- また、周波数離調100MHzの条件では10dB程度の耐干渉性のマージンがある

航空機電波高度計との共用検討のまとめ (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題①の考察>

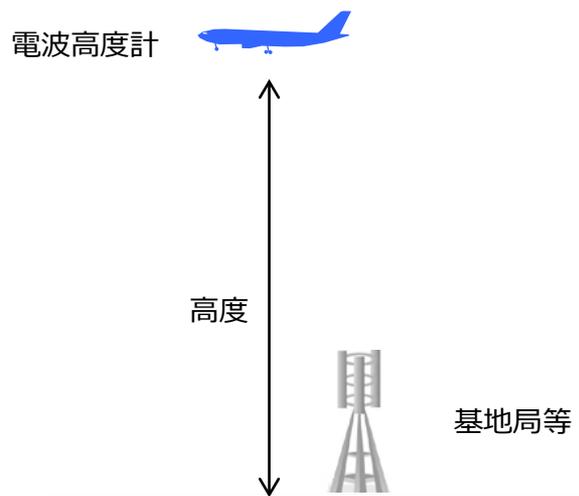
● 帯域内干渉の影響

- **勧告ITU-R M.2059の保護基準に基づくと、水平距離や空中線の指向特性（平均／最大パターン）に応じて、スモールセル基地局では17～49dB程度、マクロセル基地局では30～61dB程度の所要改善量となる**
- ヘリポート近傍での基地局の設置を回避する対策を取れば、所要改善量は下記のように低減される
 - 水平離隔距離60m：スモールセル基地局の所要改善量は20～39dB程度、マクロセル基地局の所要改善量は32～45dB程度に低減
 - 水平離隔距離80m：スモールセル基地局の所要改善量は17～33dB程度、マクロセル基地局の所要改善量は30～43dB程度に低減
- 一方、**100MHz程度の周波数離調を考慮すれば、アクティブアンテナシステムを用いた基地局の各空中線素子へのフィルタ挿入による不要発射の強度について、40dB程度以上の低減が可能と考えられる**
- ヘリポート近傍での基地局の設置を回避し、基地局へのフィルタ挿入や航空機電波高度計の帯域内干渉に対する耐干渉性の実力値を踏まえれば、所要改善量を0dB以下にすることができる

航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

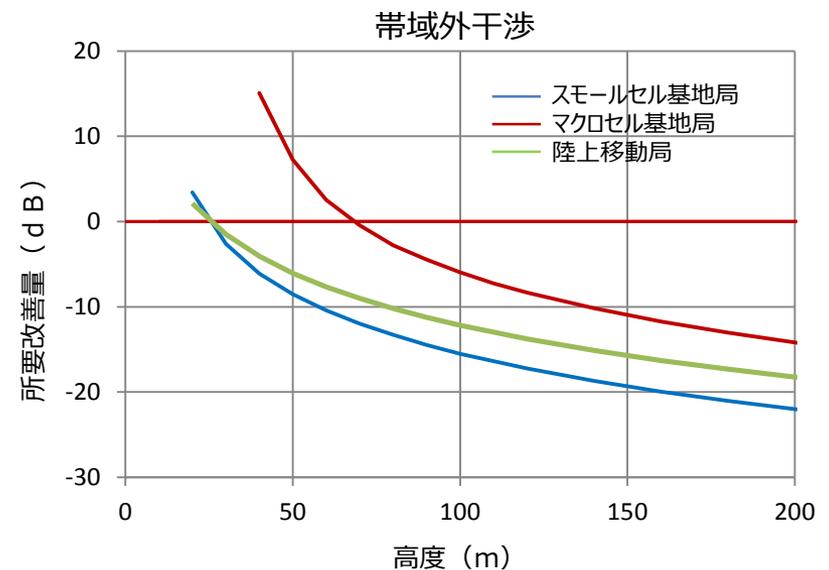
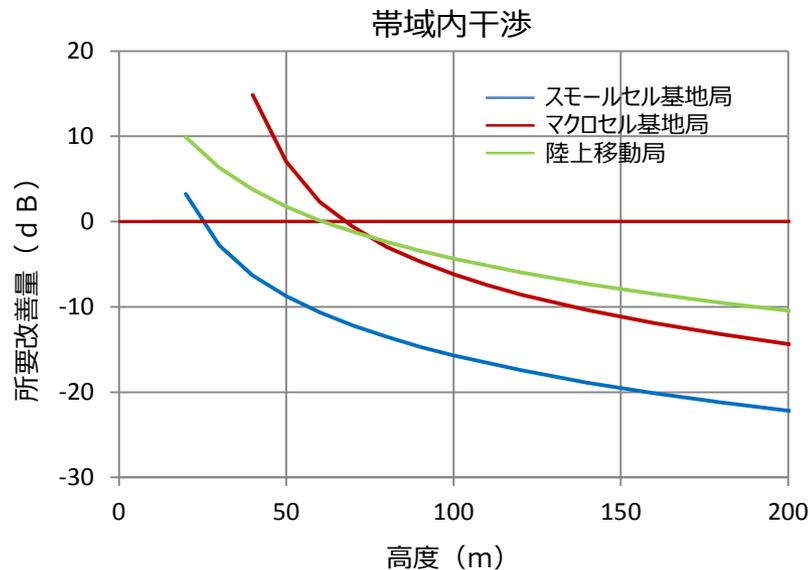
<課題②の検討>

- **基地局や陸上移動局に対して、上空の電波高度計からの干渉影響を評価**
 - 電波高度計の“高度”毎の干渉電力の影響について、基地局／陸上移動局の許容干渉電力（帯域内／帯域外干渉）と比較して、“所要改善量”を算出
 - 基地局の空中線指向特性は平均パターン、陸上移動局の空中線指向特性は無指向性を考慮
 - 周波数離調は0MHzの条件



航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

<課題②の評価結果>



- 上図において、所要改善量が0dB以下となる高度は以下の通り

無線局種別	所要改善量が0dB以下となる高度	(参考) 左記の高度となる空港からの離隔距離*
スモールセル基地局	25m	251m
マクロセル基地局	70m	1,539m
陸上移動局	60m	1,253m

* 航空機の進入角度が2度の場合の空港端からの離隔距離

航空機電波高度計との共用検討 (3.7GHz帯、4.5GHz帯)

＜継続検討が必要な点＞

- 空港やヘリポート周辺において、**航空機電波高度計と基地局／陸上移動局の位置関係について、実際に想定しうる条件を精査することが必要**
- 上記精査を踏まえて、共用条件を取りまとめる
 - **空港やヘリポート周辺における5Gシステムの設置制限の必要性**
 - **航空機電波高度計が用いる周波数からの離調に応じた条件**

前回作業班からの継続検討課題（3）
～ Ka帯衛星通信システム～

Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

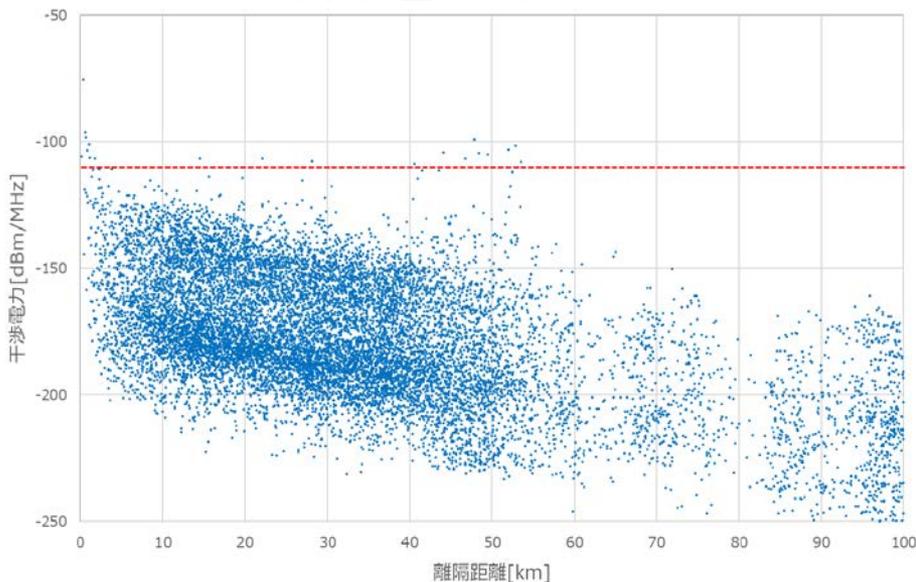
<課題の概要>

- 静止衛星、非静止衛星のサービスリンクの地球局から5Gシステムの干渉影響について、**5Gシステムを屋内等で利用する等の方策についての検討**

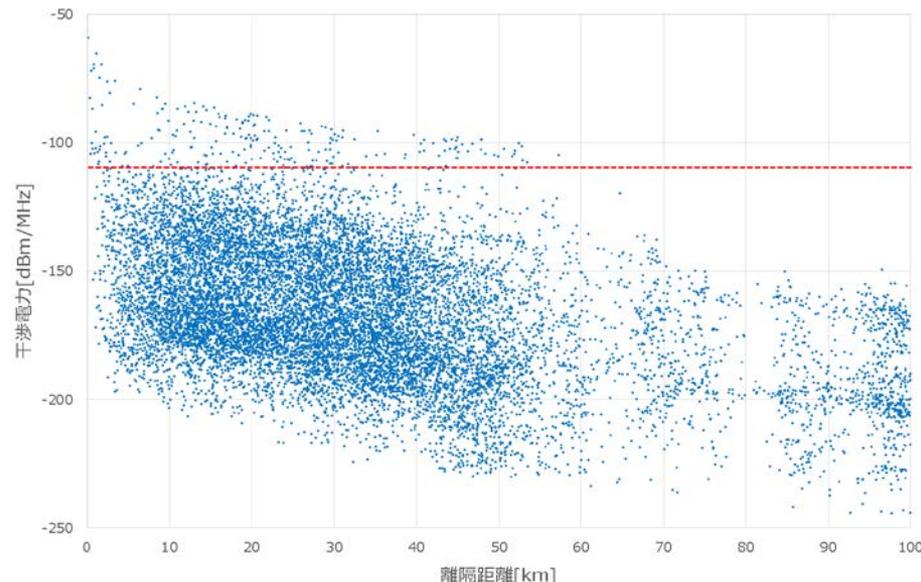
(参考) サービスリンクの地球局 (静止衛星) からの干渉 (前回作業班資料より)

- 屋外では、離隔距離が50km程度の地点でも、基地局の許容干渉電力 (赤線) を超過

地球局の空中線高：20m



地球局の空中線高：50m

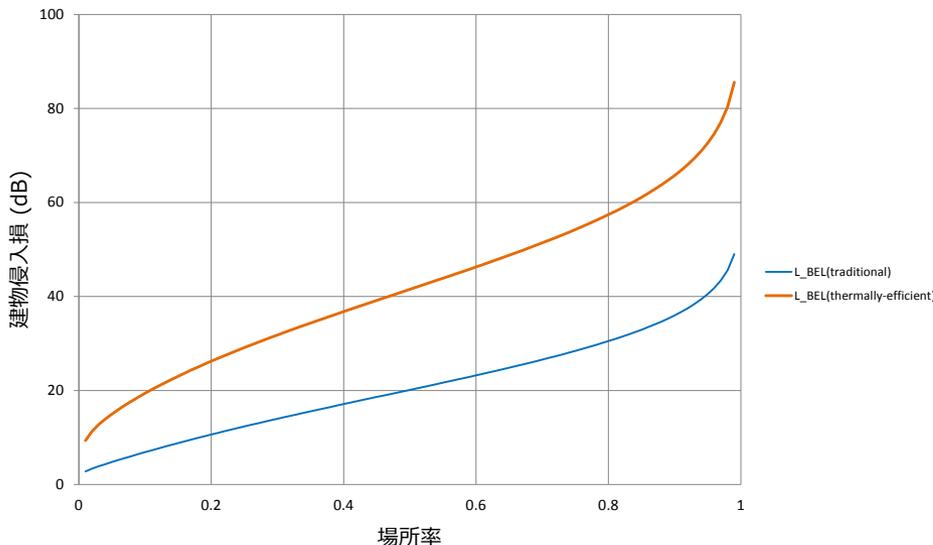


(注1) 基地局のビームフォーミングアンテナ特性について、平均パターンで計算される値を利用

Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

<追加評価の内容>

- サービスリンクの地球局が屋外、5Gシステムが屋内で利用するシナリオを想定
- 地球局からの干渉電力が、建物侵入損（勧告ITU-P. P.2109）により減衰する効果を評価
 - 28GHz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	4.8dB	6.9dB	10.6dB	20.1dB
Thermally-efficient	15.0dB	19.4dB	26.2dB	41.5dB

(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

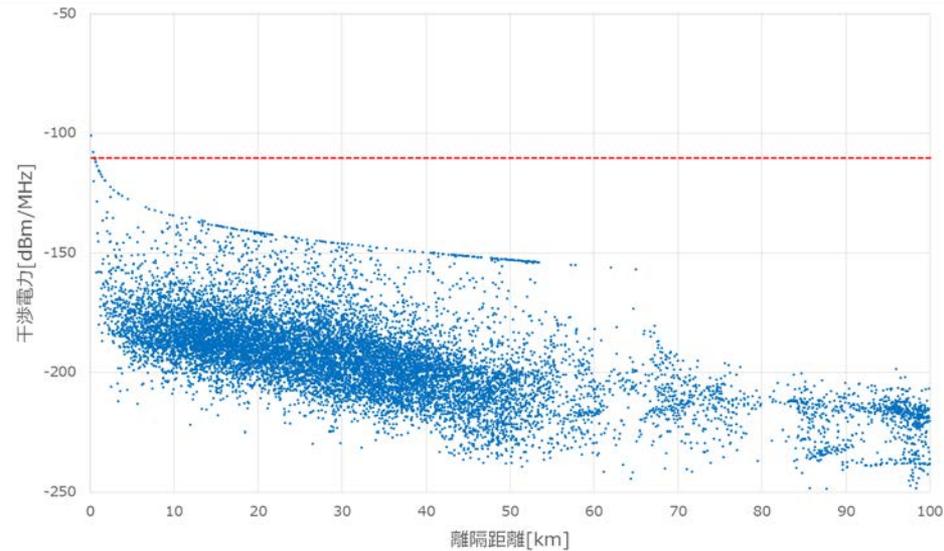
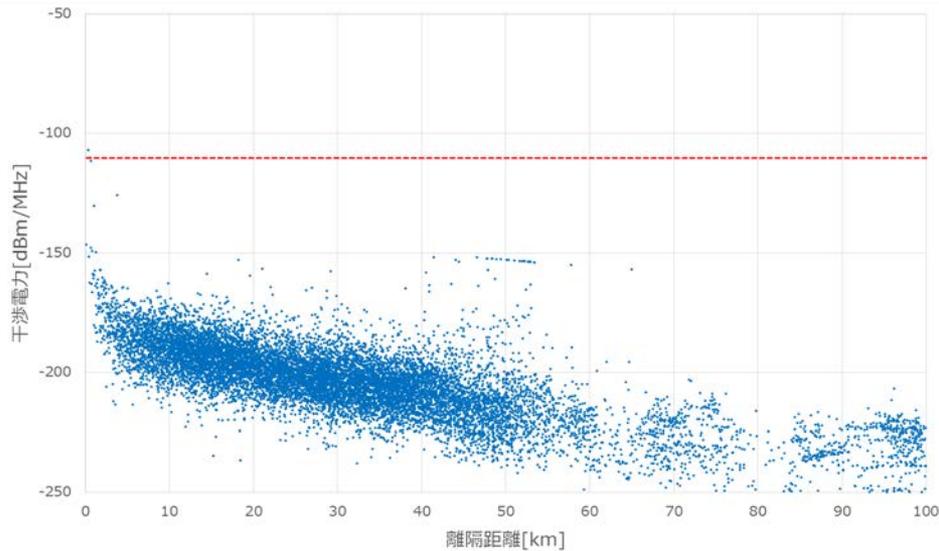
Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

<評価結果>

- 建物種別：Traditional、場所率：50%

地球局の空中線高：20m
基地局の空中線高：5m（低層階）

地球局の空中線高：50m
基地局の空中線高：5m（低層階）



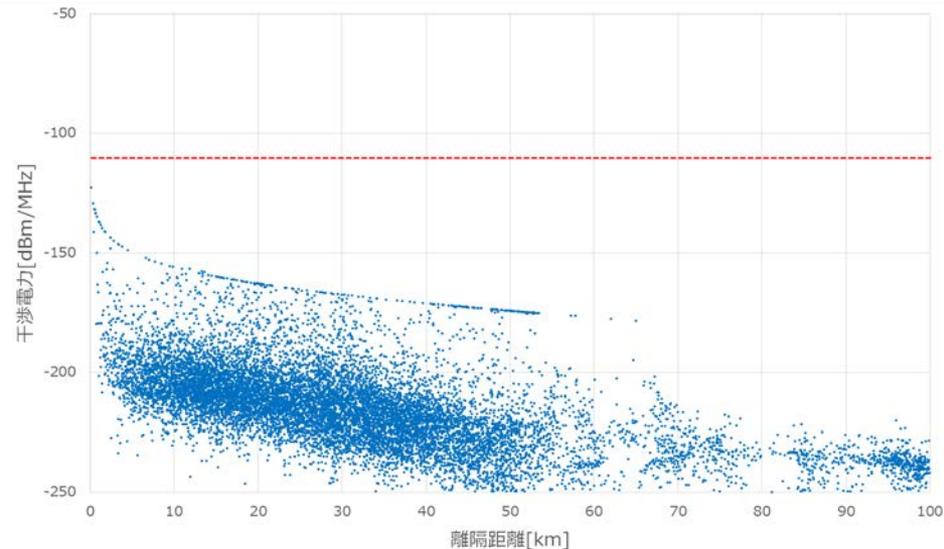
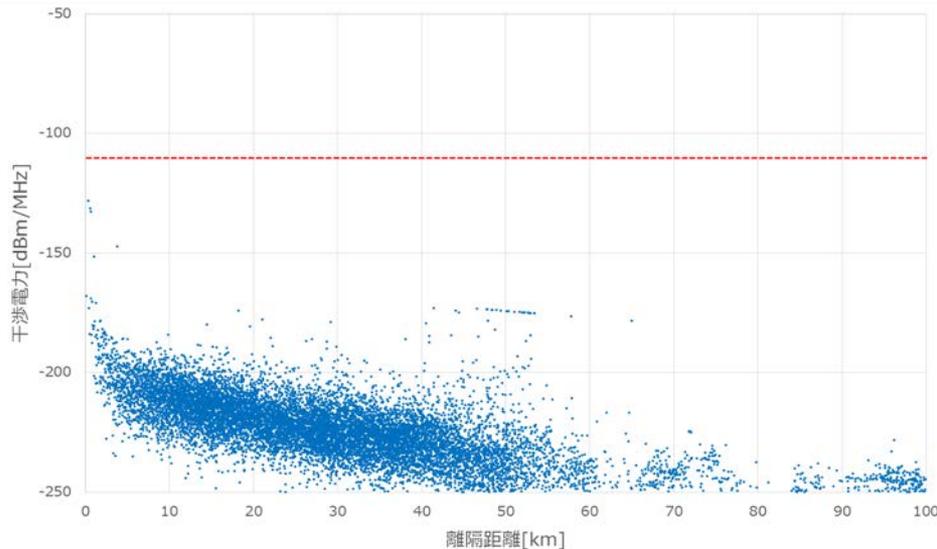
Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

<評価結果>

- 建物種別：Thermally-efficient、場所率：50%

地球局の空中線高：20m
基地局の空中線高：5m（低層階）

地球局の空中線高：50m
基地局の空中線高：5m（低層階）



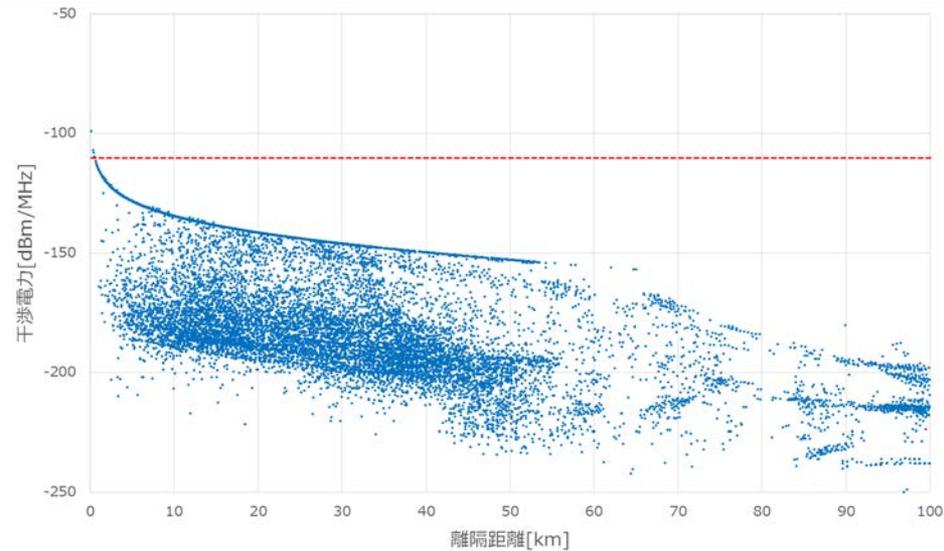
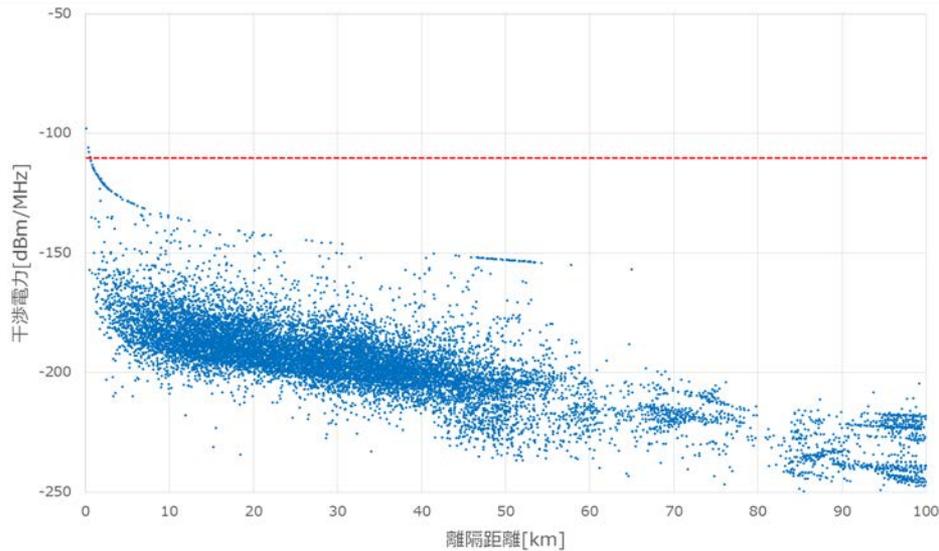
Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

<評価結果>

- 建物種別：Traditional、場所率：50%

地球局の空中線高：20m
基地局の空中線高：30m（中層階）

地球局の空中線高：50m
基地局の空中線高：30m（中層階）



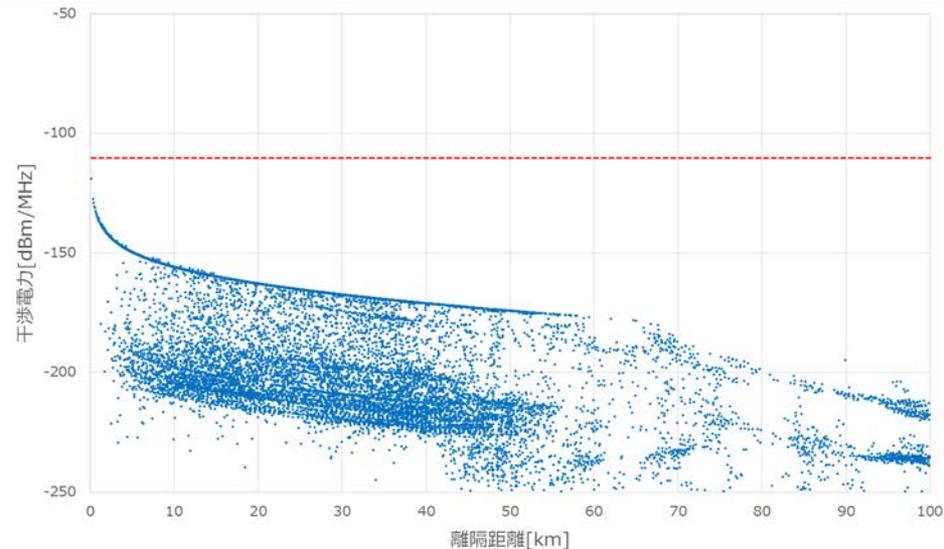
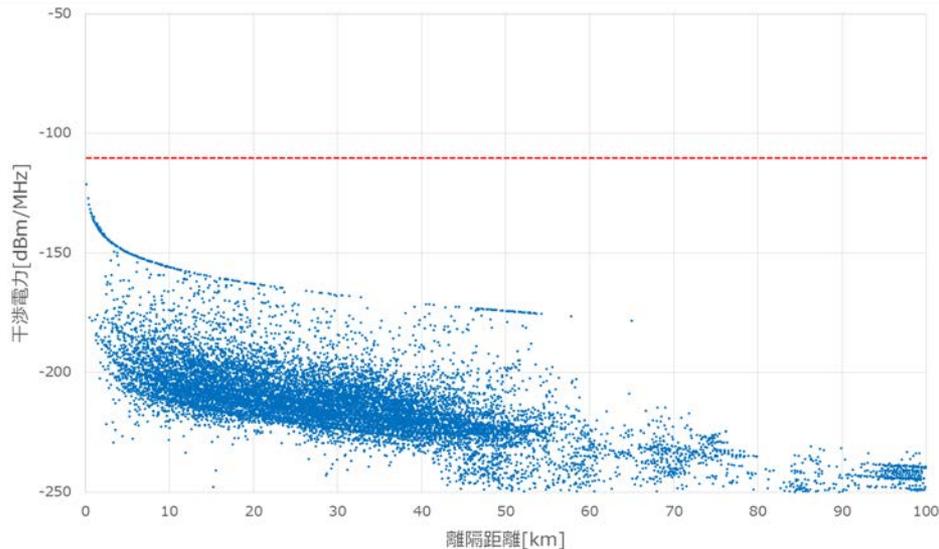
Ka帯衛星通信システムとの共用検討 (28GHz帯)

<評価結果>

- 建物種別：Thermally-efficient、場所率：50%

地球局の空中線高：20m
基地局の空中線高：50m（高層階）

地球局の空中線高：50m
基地局の空中線高：50m（高層階）



Ka帯衛星通信システムとの共用検討のまとめ (28GHz帯)

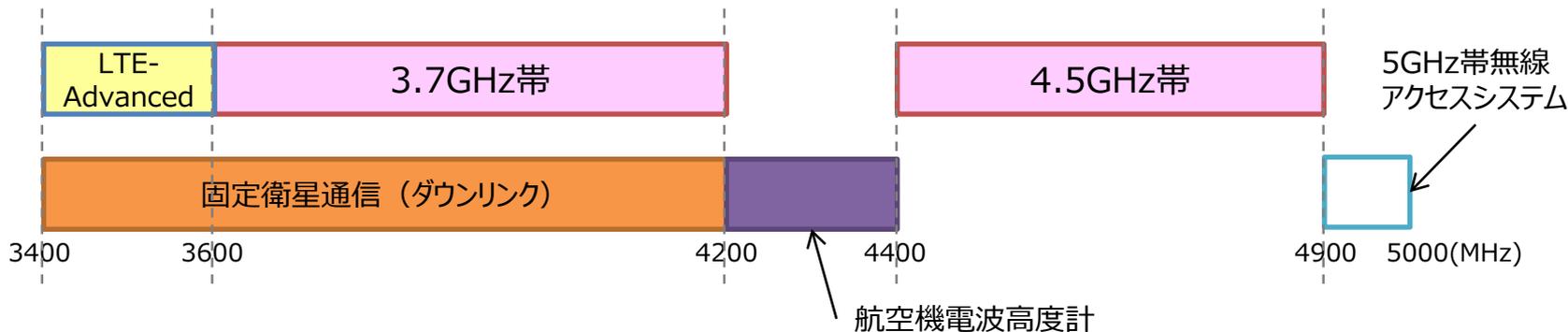
<継続検討課題に対するまとめ>

- 今回の検討で用いた基地局の屋外方向の受信空中線利得、伝搬モデル、勧告ITU-R P.2109に定義された建物侵入損（場所率50%）を考慮すると、地球局からの干渉電力は、概ね基地局の許容干渉電力以下との結果
- **5Gシステムを屋内限定で利用することにより、同一周波数の条件においても、Ka帯衛星通信システムの地球局との共用は可能**と考えられる
 - ただし、屋外方向の受信空中線利得や建物侵入損の大きさは、基地局の建物内の設置場所や建物の種別にも依存するため、基地局の設置には注意が必要である

3.7GHz帯, 4.5GHz帯の 共用検討結果のまとめ

共用検討対象の無線通信システム

- 共用検討対象の無線通信システムは以下の通りである



候補周波数	対象システム	同一／隣接	与干渉→被干渉
3.6-4.2GHz (3.7GHz帯)	固定衛星通信 (ダウンリンク)	同一周波数	5G→地球局等
	航空機電波高度計*	隣接周波数	5G→電波高度計 電波高度計→5G
	LTE-Advanced	隣接周波数	5G→LTE-Advanced LTE-Advanced→5G
	5G	隣接周波数	5G→5G
4.4-4.9GHz (4.5GHz帯)	航空機電波高度計*	隣接周波数	5G→電波高度計 電波高度計→5G
	5GHz帯無線アクセスシステム	隣接周波数	5G→5GHz帯無線アクセスシステム 5GHz帯無線アクセスシステム→5G
	5G	隣接周波数	5G→5G

*継続検討

地球局等との共用検討結果まとめ (3.7GHz帯、同一周波数干渉)

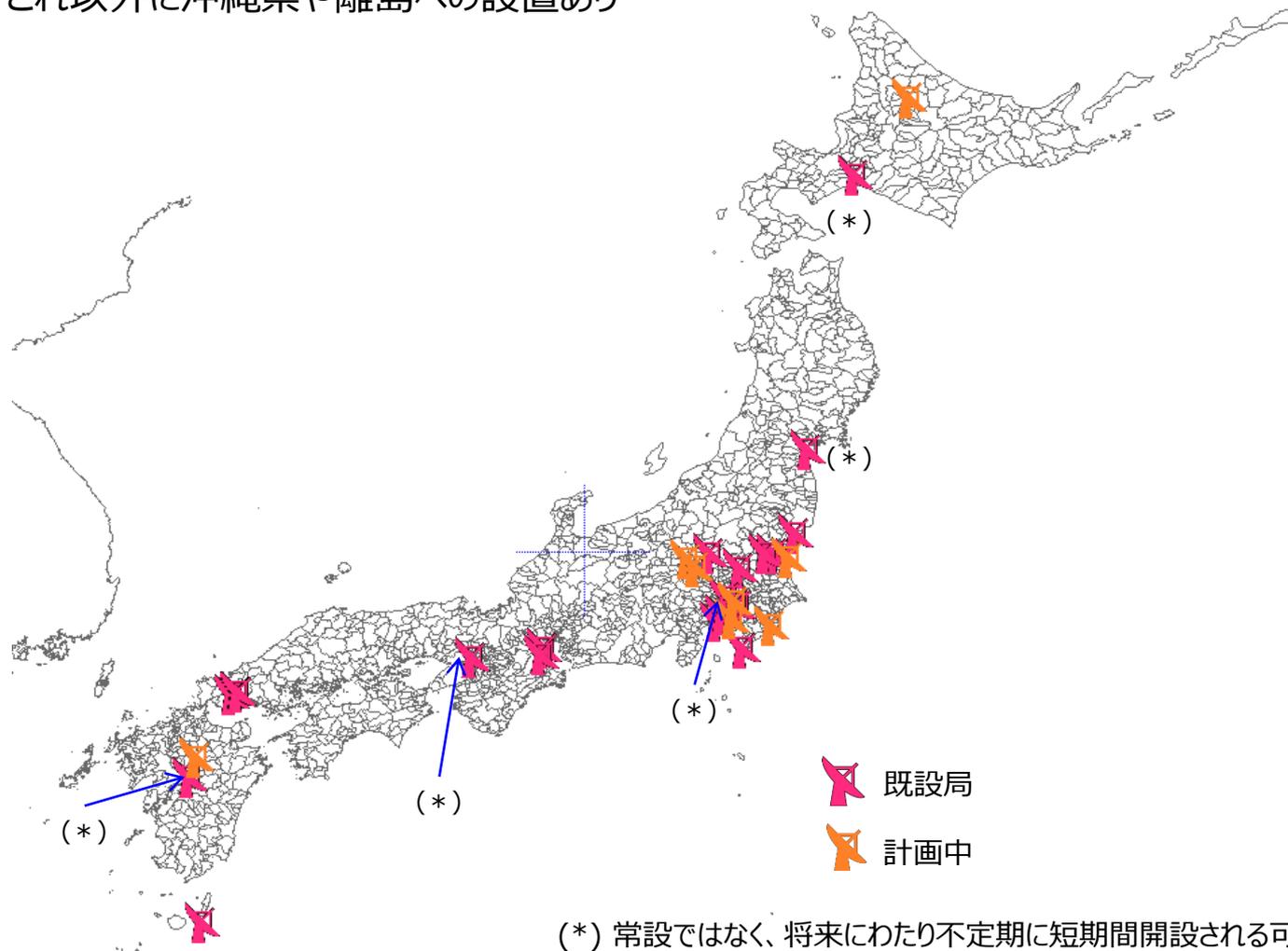
- **同一周波数で共用を実現するためには、「地球局等に対する基地局及び陸上移動局からの信号レベルが十分小さくなる条件でのみ基地局を設置する」との条件が必要**
- **上記の条件を満たすには、地球局等の設置場所にもよるが、概ね以下の離隔距離が必要**
 - **スモールセル基地局：地球局等から、数kmから20km程度の離隔距離**
 - **マクロセル基地局：地球局等から、数10km以上の離隔距離**

(注) 標高の高い地点は、上記以上の離隔距離の場合でも干渉の恐れがあるため注意が必要
- **上記の離隔距離を考慮すると、地球局等の周囲において基地局の設置を回避する必要があり、5Gシステムの基地局設置に制限がかかる**
 - **特に、首都圏中心部では、複数の地球局等が設置済／計画中である状況から、これらの地球局等を保護するためには面的な設置制限が起こり得る**
 - **また、放送事業者やその関連事業者が利用する受信専用設備（素材収集等、事業用に国外の衛星が配信する衛星放送サービスを受信）、一般ユーザが利用する受信専用設備（HimawariCastサービス、衛星放送サービスを受信）の存在にも注意が必要**

地球局等との共用検討結果まとめ (3.7GHz帯、同一周波数干渉)

(参考) 免許人が運用／計画する地球局等の設置場所

- これ以外に沖縄県や離島への設置あり



地球局等との共用検討結果まとめ (3.7GHz帯、同一周波数干渉)

- 上記を踏まえると、5Gシステムとの共用条件は以下のようにまとめられる。
 - **基地局を設置する事業者は、地球局等を運用する事業者との間で事前の干渉調整を行い、個別の基地局の設置可否を判断する必要がある。**
 - 干渉調整においては、**実際に設置しようとする基地局の設置条件**（空中線電力、空中線指向特性、空中線高、など）**に基づくとともに、上り送信を行う場合には、陸上移動局からの干渉影響も考慮する必要がある。**
 - 地球局等の保護基準として、長時間干渉基準、短時間干渉基準、総受信電力基準を考慮する必要がある。
 - 総受信電力基準の計算では、3.4-3.6GHzで運用されているLTE-Advancedシステムからの影響も加味する必要あり

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討結果まとめ (4.5GHz帯、隣接周波数干渉)

<基地局との共用検討>

- 1対1の対向モデルによる検討において、基地局の空中線及び5GHz帯無線アクセスシステムの空中線の最大利得がお互いに正対している最悪条件では、許容干渉電力を満たすための所要改善量は、帯域内干渉で24～70dB程度、帯域外干渉は20～50dB程度となった。
- 両システムの実際の実設置条件や、不要発射の強度及び許容干渉電力の実力値を考慮すれば、上述の所要改善量を0dB以下にすることができる。
 - 5GHz帯無線アクセスシステムでは、最大利得を含むメインローブ方向を避ければ、空中線利得（水平面）が20～30dB程度低減、基地局も空中線の正面方向を避ければ、空中線利得（水平面）が20～30dB程度低減により、それぞれ所要改善量を改善
 - 基地局の不要発射の強度の実力値（数～10dB程度改善）、5G無線アクセスシステムの不要発射の強度の実力値（10～20dB程度改善）、5GHz帯無線アクセスシステムの許容干渉電力の実力値（10dB程度改善）により、それぞれ所要改善量を改善
- 以上より、**基地局と5GHz帯無線アクセスシステムは共用可能**である。
 - 5GHz帯無線アクセスシステムが利用するチャネル配置の関係から、4.9-4.91GHzの10MHzをガードバンドとして確保可能である

5GHz帯無線アクセスシステムとの共用検討結果まとめ (4.5GHz帯、隣接周波数干渉)

<陸上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検討において、許容干渉電力を満たすための所要改善量は、帯域内干渉で6～10dB程度、帯域外干渉は0dB以下となった。
- 5GHz帯無線アクセスシステムの許容干渉電力の実力値（10dB程度改善）や、不要発射の強度の実力値（10～20dB程度改善）を考慮すると、帯域内干渉の所要改善量を0dB以下にすることができる。
- 以上より、**陸上基地局と5GHz帯無線アクセスシステムは共用可能**である。
 - なお、5GHz帯無線アクセスシステムが利用するチャンネルの配置の関係から、4.9-4.91GHzの10MHzをガードバンドとして確保可能である

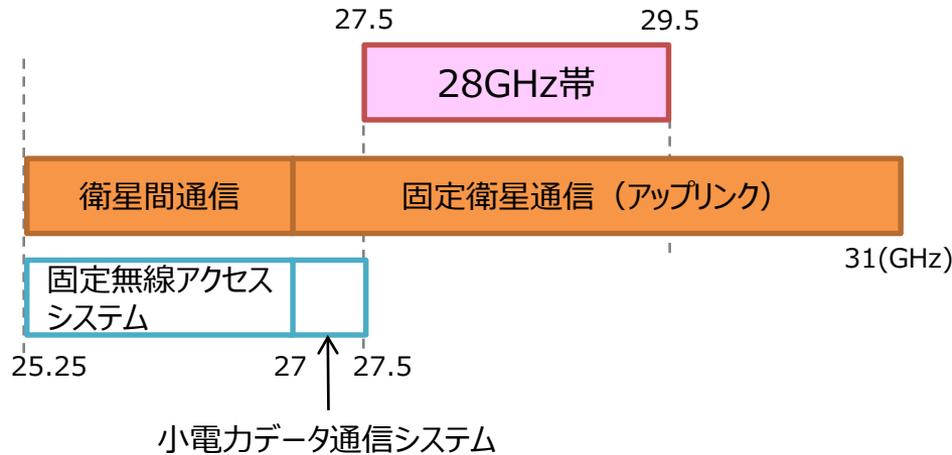
LTE-Advanced/5Gシステムとの共用検討結果まとめ (3.7GHz帯及び4.5GHz帯、隣接周波数干渉)

- 3.5GHz帯のTDDを用いるLTE-Advancedシステムと3.7GHz帯のTDDを用いる5Gシステムの間で**ネットワーク同期***を前提として考えると、**ガードバンド0MHzにより共用可能である。**
- 同様に、3.7GHz帯、4.5GHz帯の各周波数帯の中で、TDDによる5Gシステムを隣接周波数で運用する場合、**ネットワーク同期***を前提として考えると、**ガードバンド0MHzにより共用可能である。**
 - *各システムが利用する下り／上りリンクの時間比率を同じ割合に設定し、その送受信タイミングを時間的に同期させる
- ネットワーク非同期運用を行う場合には、陸上移動局間干渉や基地局間干渉を回避／軽減するために、各システムが利用する周波数の境界部分に、ガードバンドを設ける必要がある。**具体的かつ現実的なガードバンド幅を算出するためには、基地局や陸上移動局の不要発射の強度に関する実力値等の情報が必要**になる。

28GHz帯の 共用検討結果のまとめ

共用検討対象の無線通信システム

- 共用検討対象の無線通信システムは以下の通りである



候補周波数	対象システム	同一／隣接	与干渉→被干渉
27.5-29.5GHz (28GHz帯)	固定衛星通信 (アップリンク)	同一周波数、隣接周波数	5G→人工衛星局 (固定衛星アップリンク受信) 地球局 (衛星アップリンク送信) →5G
	衛星間通信	隣接周波数	5G→人工衛星局 (衛星間通信アップリンク受信) 地球局 (衛星アップリンク送信) →5G
	小電力データ通信システム	隣接周波数	5G→小電力データ通信システム 小電力データ通信システム→5G
	固定無線アクセスシステム	隣接周波数	5G→固定無線アクセスシステム 固定無線アクセスシステム→5G
	5G	隣接周波数	5G→5G

Ka帯衛星通信システム（静止／非静止衛星）との 共用検討結果まとめ （28GHz帯、同一／隣接周波数干渉）

<5Gシステムから人工衛星局への干渉に関わる共用検討>

- 十分な数の基地局を設置しうるが、**同一周波数で共用を実現するためには、基地局の設置状況を適切に管理していく必要がある。**
- また、陸上移動局については、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と考えられることから、上記の管理を行っていけばよいと考えられる。

<サービスリンクの地球局から5Gシステムへの干渉に関わる共用検討>

- 静止衛星の地球局
 - 固定設置型／可搬型地球局との共用については、地球局の設置条件によっては50km程度の離隔距離が必要になるケースがあるとともに、可搬型の地球局が5Gシステムの展開エリア内に潜在的に設置される可能性がある。
 - したがって、**同一周波数での共用には課題があり、隣接周波数で共用を行う等の方策が必要である。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である。**

Ka帯衛星通信システム（静止／非静止衛星）との 共用検討結果まとめ （28GHz帯、同一／隣接周波数干渉）

<サービスリンクの地球局から5Gシステムへの干渉に関わる共用検討（続き）>

- 非静止衛星の地球局

- 小型地球局（Very Small Aperture Terminal）が5Gシステムの展開エリア内に潜在的に設置される可能性がある。
- したがって、同一周波数での共用には課題があり、個別の干渉調整の実現性の検討や、お互いに隣接周波数を利用して共用する、同一周波数で共用する場合には5Gシステムを屋内限定で利用する、等の方策が必要である。

<フィーダリンクの地球局から5Gシステムへの干渉に関わる共用検討>

- 静止／非静止衛星の地球局

- 利用中／計画中の地球局との共用については、**地球局の近傍（1～6km程度）に基地局を設置しない等、必要な干渉調整を行えば、同一周波数の条件を含めて、共用可能である。**
- また、基地局が設置されていない陸上移動局が地球局の近傍で通信を行うこともないことから、**陸上移動局と共用可能である。**

衛星間通信システムとの共用検討結果まとめ (28GHz帯、隣接周波数干渉)

<5Gシステムから人工衛星局への干渉に関わる共用検討*>

- 十分な数の基地局を設置しうるが、**同一周波数で共用を実現するためには、基地局の設置状況を適切に管理していく必要がある。**
- また、陸上移動局については、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と考えられることから、上記の管理を行っていけばよいと考えられる。

<地球局から5Gシステムへの干渉に関わる共用検討>

- **地球局の近傍（1～6km程度）に基地局を設置しない等、必要な干渉調整を行えば、共用可能である。**
- また、基地局が設置されていなければ陸上移動局が地球局の近傍で通信を行うこともないことから、**陸上移動局と共用可能である。**

*本検討で想定した衛星間通信システム（データ中継技術衛星）の運用は2017年8月に終了しているが、今後も同様な用途での利用可能性があることから検討を実施

小電力データ通信システムとの共用検討結果まとめ (28GHz帯、隣接周波数干渉)

<基地局との共用検討>

- 1対1の対向モデルによる検討において、基地局の空中線及び5GHz帯無線アクセスシステムの空中線の最大利得がお互いに正対している最悪条件を除いて、許容干渉電力を満たすための所要改善量は、10dB以下となった。
- 両システムの実際の設置条件や、不要発射の強度及び許容干渉電力の実力値を考慮すれば、所要改善量を0dB以下のケースが多いと考えられる。
- したがって、**基地局と小電力データ通信システムは、共用可能**である。

<陸上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検討において、許容干渉電力を満たすための所要改善量は0dB以下となった。
- したがって、**陸上移動局と小電力データ通信システムは、共用可能**である。

固定無線アクセスシステムとの共用検討結果まとめ (28GHz帯、隣接周波数干渉)

<基地局との共用検討>

- 1対1の対向モデルによる検討において、基地局の空中線及び5GHz帯無線アクセスシステムの空中線の最大利得がお互いに正対している最悪条件を除いて、許容干渉電力を満たすための所要改善量は大幅に改善する。
- 基地局、固定無線アクセスシステムの無線局の双方とも免許局であることを踏まえれば、サイトエンジニアリングにより後発の無線局の空中線指向方向を調整する対策や、各無線局の不要発射の強度・空中線指向特性の実力値を考慮した干渉調整を行えば、所要改善量を0 dB以下にして、**基地局と固定アクセスシステムの無線局は共用可能**である。

<陸上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検討において、許容干渉電力を満たすための所要改善量は、陸上移動局が与干渉の場合に最大で2.9dB残る。
- 陸上移動局の不要発射の強度の実力値等を加味すれば、所要改善量は0dB以下になると考えられ、**陸上移動局と固定アクセスシステムの無線局は共用可能**である。

5Gシステムとの共用検討結果まとめ (28GHz帯、隣接周波数干渉)

- 28GHz帯の周波数帯の中で、TDDによる5Gシステムを隣接周波数で運用する場合、**ネットワーク同期***を前提として考えると、**ガードバンド0MHzにより共用可能である。**
 - *各システムが利用する下り／上りリンクの時間比率を同じ割合に設定し、その送受信タイミングを時間的に同期させる
- 一方、ネットワーク非同期運用を行う場合には、陸上移動局間干渉や基地局間干渉を回避／軽減するために、各システムが利用する周波数の境界部分に、ガードバンドを設ける必要がある。**具体的かつ現実的なガードバンド幅を算出するためには、基地局や陸上移動局の不要発射の強度に関する実力値等の情報が必要**になる。