

Sub6 HPUEと既存システムとの 共用検討(第3報)

株式会社NTTドコモ

2022年6月20日

はじめに

- 本資料ではSub6 HPUEの導入ターゲットとしている3.4/3.5/3.7/4.5GHz帯における
②航空機高度計（4.2-4.4 GHz）との共用検討(第3報)について報告する。

【既存システム】

- ① 衛星地球局（3.4-4.2GHz） ※第2報までで報告済
- ② 航空機高度計（4.2-4.4 GHz） ←**本資料のスコープ**
- ③ 公共業務（4.6-4.8 GHz） ※第2報まで報告済

Sub6



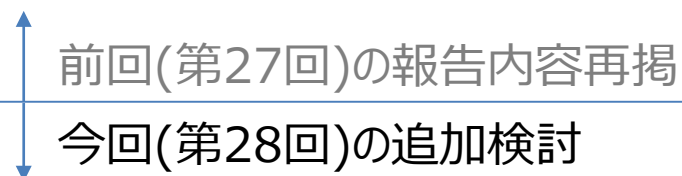
技術検討作業班(第27回)で受領したコメント

既存システム	コメント内容
②航空機高度計	<ul style="list-style-type: none">資料27-1で行われた米国RTCALレポートを引用する検討自体は、よい方向である。 <p>【高度計側の被干渉観点】</p> <ul style="list-style-type: none">一方、RTCALレポートは米国の5G運用に基づいたガードバンド(GB)=220MHzの検討であり、日本のGB=100MHzの条件においてそのままRTCALレポートのITM*を用いることは難しいと考えられるため、GB=100MHzにおける高度計耐干渉性能の実機評価が必要である。<ul style="list-style-type: none">ATEC（公財・航空輸送技術研究センター）で実施している調査検討の取組みの中で、航空会社の協力を得ながら令和4年度に本実験を実施予定である。 <p>【5G端末側の与干渉観点】</p> <ul style="list-style-type: none">RTCALレポートで実施された端末の配置モデルに関して、日本における現実的なモデルの確認が必要である。

*ITM(Interference Tolerance Mask): 複数の高度計の受信性能を実測して得られた結果のうち、最も耐干渉性が低いものの包絡線マスク

②航空機高度計に対する検討方針

- 第26回作業班で要望を頂いた、「航空機高度計のパラメータについて新しい値を考慮して欲しい」、という点を踏まえ、今回はSub6 HPUEについてRTCALレポートの共用検討結果を参照して検討する。
 - RTCA Report -Assessment of C-band mobile telecommunications interference impact on low range radar altimeter operations
<https://www.rtca.org/news/rtca-announces-new-white-paper-on-5g-interference-impact-on-radar-altimeter-operations/>
- なお、RTCALレポートの共用検討では、5Gシステムと航空機高度計のガードバンド幅を米国の状況に合わせて220MHzとしているため、日本の状況に合わせてガードバンド幅を100MHzを考慮して、必要な補正を行う。



- 高度計側の被干渉観点は日本の条件(GB=100MHz)で実測確認を実施頂いていることと平行して、**RTCALレポートの5G端末側の与干渉観点の追加検討**を実施したため、本資料で報告する。

5G端末モデルの追加検討(与干渉観点)

- 前回作業班資料27-1の下記与干渉観点の考察について、追加検討報告を行う。

- 高度計帯域の5MHz幅の帯域内干渉が3.4dB増加するが、**端末が全台常時フルパワーで送信する訳ではない点や、5G端末の不要発射の実力値を考慮すれば、RTCAレポートの「問題無い」という結論が、日本の条件でも当てはまる**
- RTCAレポートで報告されているCategory 3(ヘリ)のガードバンド差分によるITMは、3750MHz(GB=400MHz)の方が厳しいしきい値を示しているケースもあり、高度計受信機の減衰量が非常に緩いことを意味していることから、日本のGB=100MHzの場合においてもRTCAレポートで報告されているITM特性と大きく変わらないと考えられる

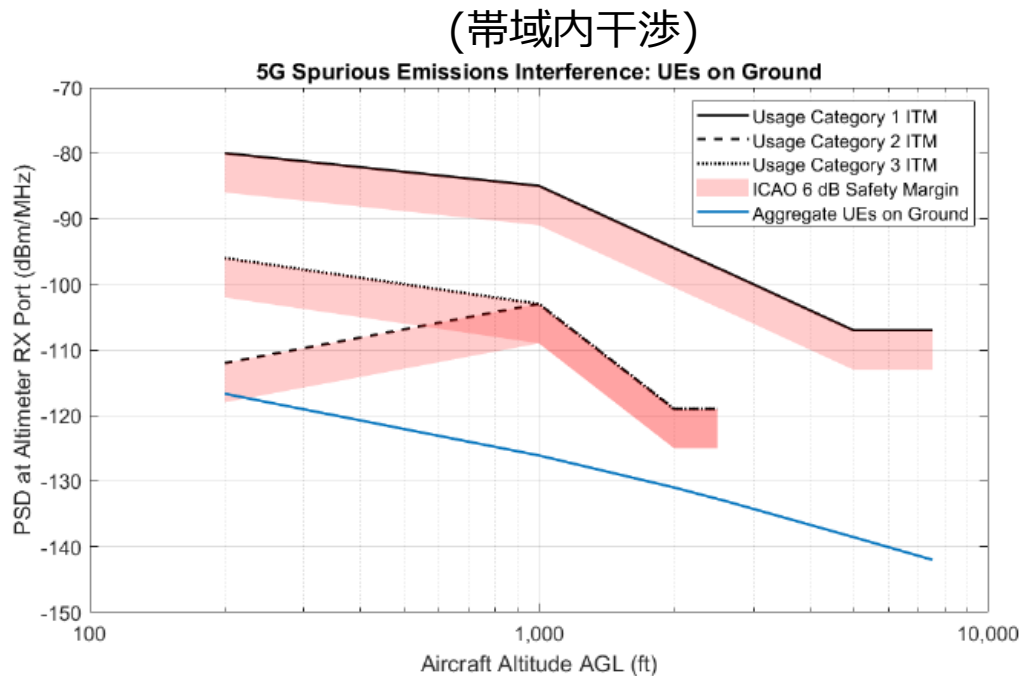


Figure 10-44: UEs on Ground Results for 5G Spurious Emissions

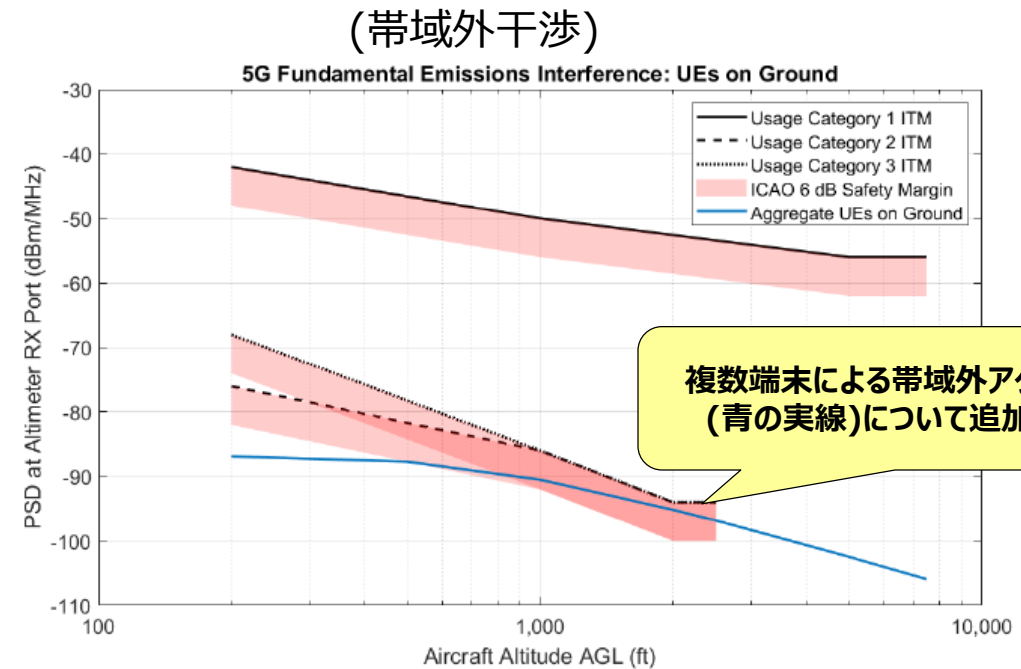


Figure 10-43: UEs on Ground Results for 5G Fundamental Emissions

RTCALレポートの端末送信条件

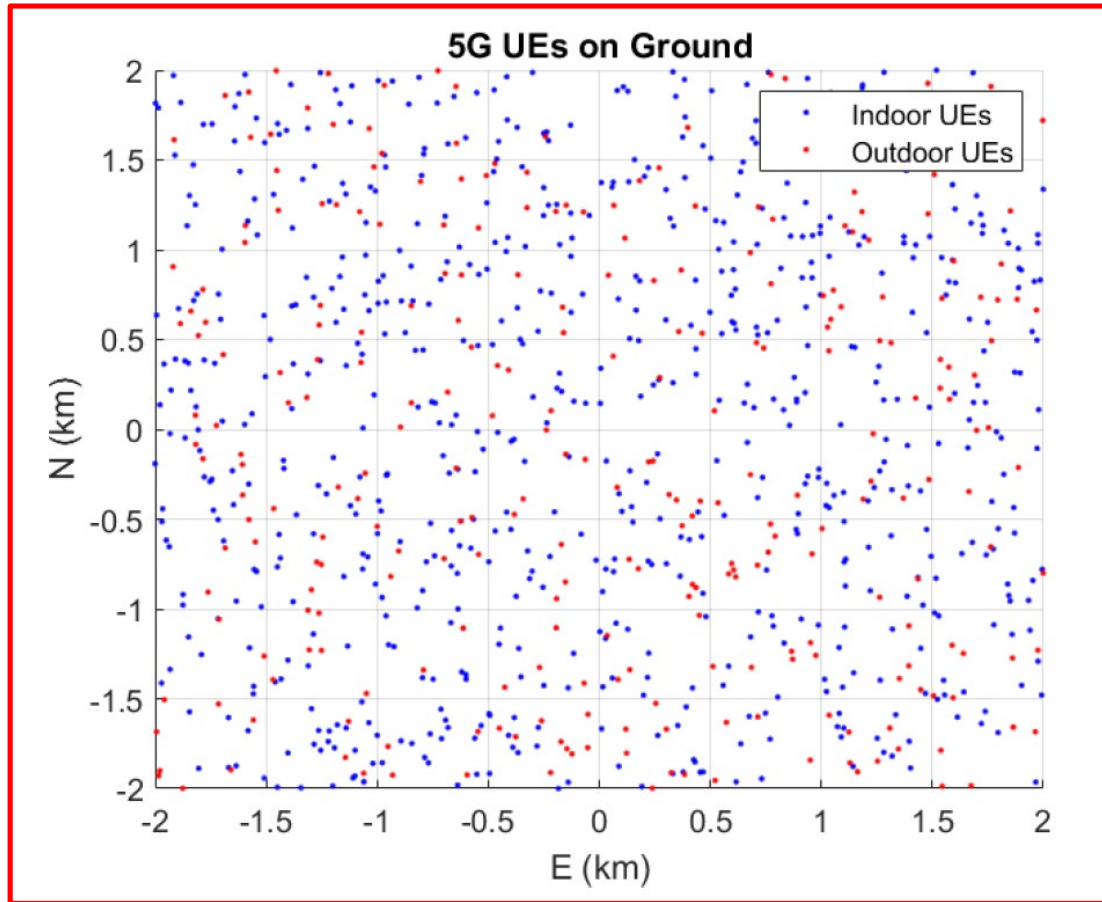


Table 6-6: 5G UE Characteristics²⁶ for On-Ground Scenario

Environment	Urban	Suburban	Rural
Antenna Pattern	Omnidirectional	Omnidirectional	Omnidirectional
Antenna Gain	-4 dBi	-4 dBi	-4 dBi
Indoor Usage	70%	70%	50%
Indoor Penetration Loss	20 dB	20 dB	15 dB
Body Loss	4 dB	4 dB	4 dB
Active UE Density	3/5 MHz/km ²	2.16/5 MHz/km ²	0.17/5 MHz/km ²
UE Height Above Ground	1.5 m	1.5 m	1.5 m
Uplink Channel Bandwidth	20 MHz	20 MHz	20 MHz
Uplink Time Factor	33%	33%	33%
Peak Output EIRP	30 dBm	30 dBm	30 dBm
Peak Output PSD (EIRP)	17 dBm/MHz	17 dBm/MHz	17 dBm/MHz
Conducted PSD, Spurious	-30 dBm/MHz	-30 dBm/MHz	-30 dBm/MHz
Peak Output PSD, Spurious (EIRP)	-34 dBm/MHz	-34 dBm/MHz	-34 dBm/MHz

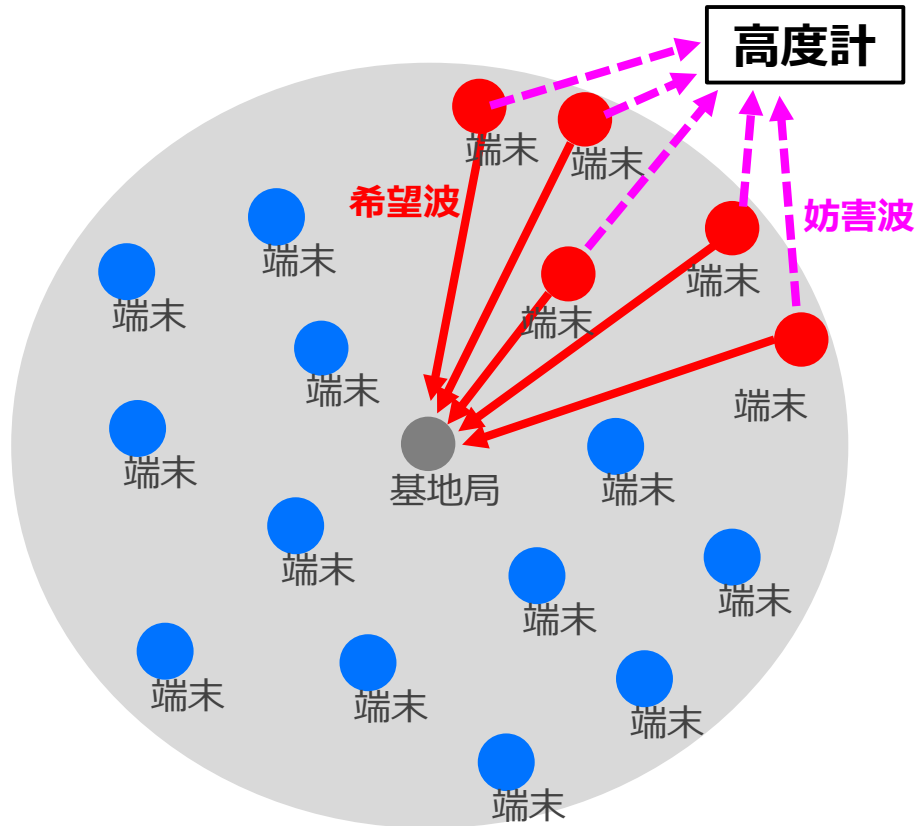
60台/1km²*の端末のうち、高度計に対して干渉影響の大きい(パスロスが小さい)上位5台が100MHz幅を占有し、常時フルパワー送信しているという極めて保守的な条件設定

*ITU-Rの3台/5MHz/km²を100MHz幅換算

RTCAと実運用の比較

*基地局からの端末送信許可・リソース割当て

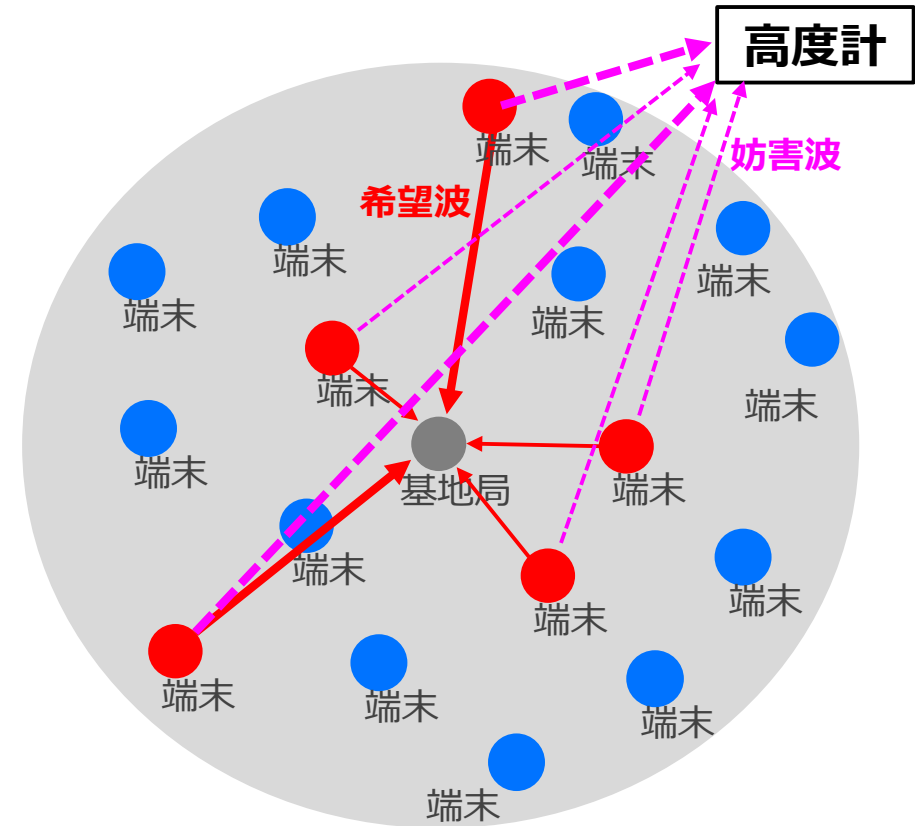
RTCAのスケジューリング*



この5台 ● は全て屋外と想定され常時フルパワー送信

(図は簡単のためにパスロス=高度計との距離として記載)

現実のスケジューリング

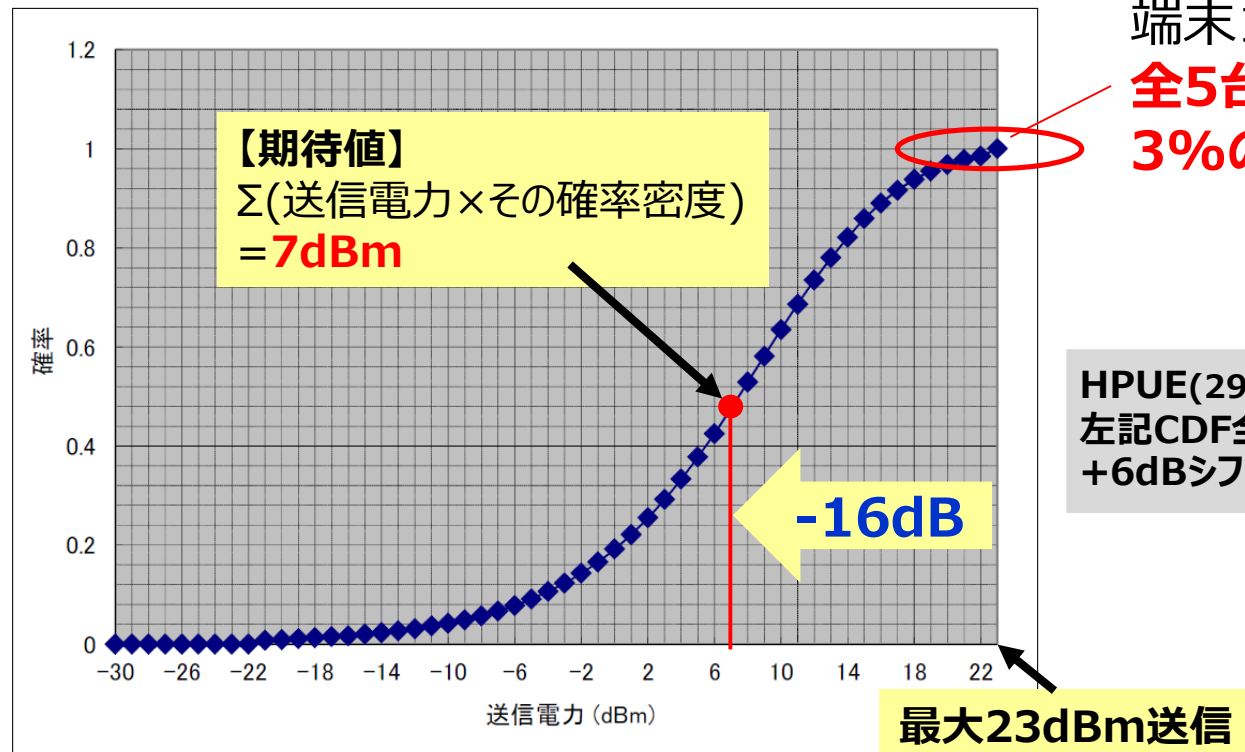


この5台 ● は屋内も含まれそれぞれ送信電力制御が適用(次ページ)

- : 基地局から送信許可された端末
- : 基地局から送信許可されていない端末

送信電力分布の考察

情通審新世代モバイル通信システム委員会報告(2018.7)
で用いられた5G端末(最大23dBm)の送信電力の累積分布



端末1台がフルパワー付近で送信する確率は3%程度であり、
全5台が同時にフルパワー付近となる確率は
3%の5乗= 0.000000024 (2.4×10^{-8})

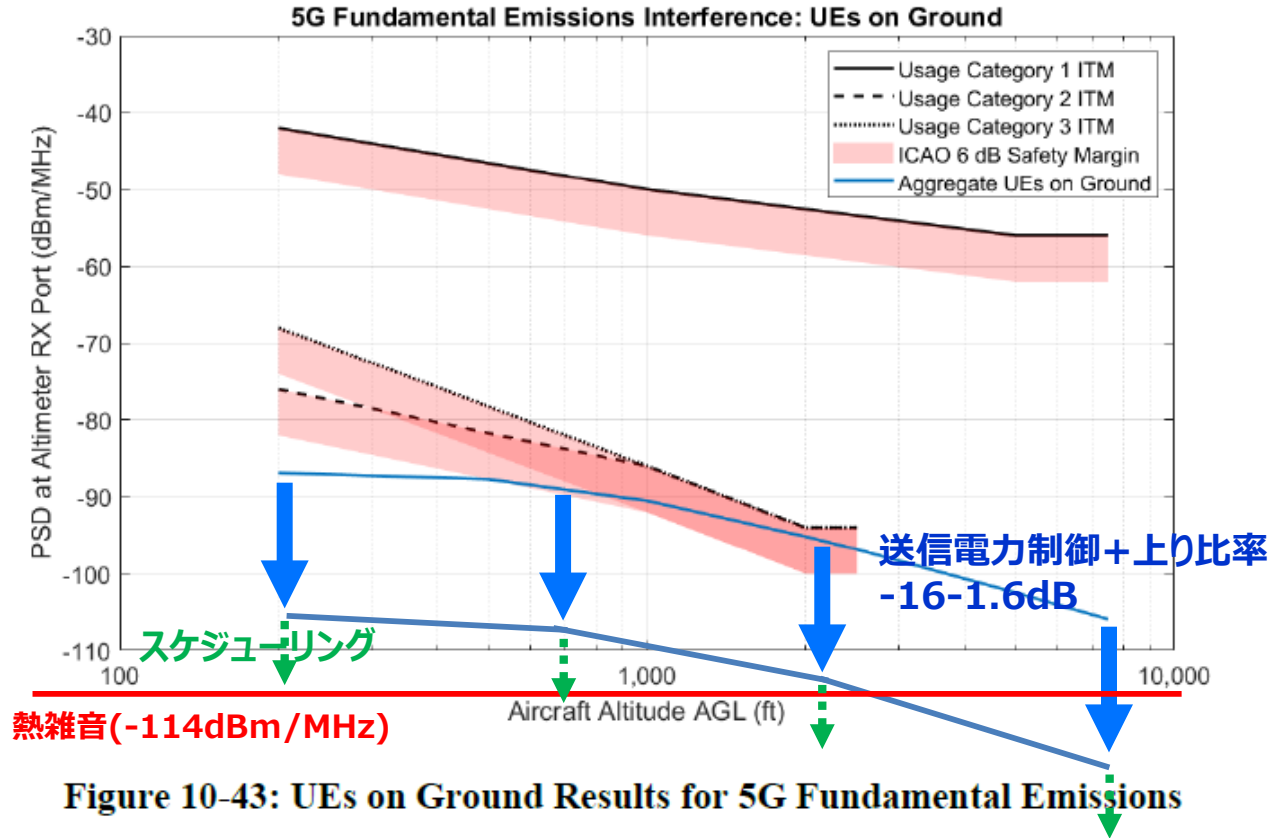
HPUE(29dBm)で
左記CDF全体が
+6dBシフトの場合

- 最大送信電力：29dBm
- 期待値：13dBm(=29dBm-16dB)

図4. 5. 1. 2-3 陸上移動局の送信電力分布

与干渉観点の低減要素まとめ

(帯域外干渉)



- この実線付近になる確率は、**送信電力制御**の観点だけで 2.4×10^{-8} (3%の5乗)であり、期待値を考慮すると16dB減
- **TDD上り比率**差分で日本が1.6dB低い (資料27-1再掲：米国：33%、日本：23%)
- 現実の**スケジューリング**も考慮するとパルス増や建物侵入損の発生より更に干渉量は減少し、1,000ft超では熱雑音と近いまたはそれ以下

※このグラフには、現在評価中のGB差分による高度計側の受信特性補正は含めていないが、日本の条件におけるITMが熱雑音と近いまたはそれ以下にはなり得ないと想定される。

まとめ (第3報)

既存システム	HPUE導入(上り+3dB, +6dB)に伴う共用検討結果
①衛星地球局	<p>(資料27-1再掲)</p> <ul style="list-style-type: none">既存基地局に対しても、Sub6 HPUE運用開始前に事前の影響確認を行い、衛星地球局への影響が無いことを確認した上でSub6 HPUEの運用を開始上記の運用対処の詳細は、衛星事業者様との個別協議の中で決定(3.7/4.5GHz帯だけでなく3.4/3.5GHz帯も含む)
②航空機高度計	<p>(今回の追加報告)</p> <ul style="list-style-type: none">被干渉観点は、日本の条件(GB=100MHz)における高度計の実測評価を実施中。与干渉観点は、現実の条件を考慮すると、高度計受信のD/U比が下がることによる干渉が懸念されている1,000ft等の高高度においては熱雑音と近いまたはそれ以下。
③公共業務	<p>(資料27-1再掲)</p> <ul style="list-style-type: none">公共業務の免許人様から以下の回答を受領済 「4.5-4.6GHz帯におけるHPUE(最大29dBm)利用について問題無い」

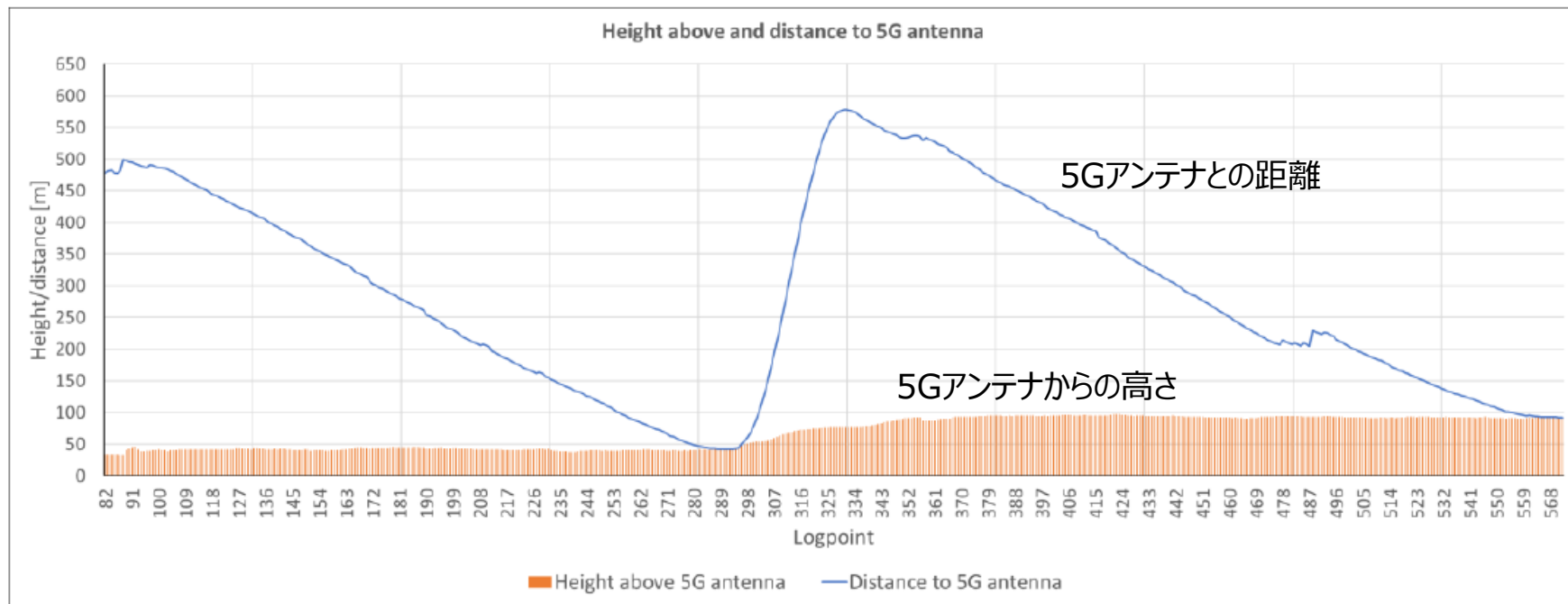
(参考) Cat.3高度計に関するECC PT1検討状況

• ヘリコプター搭載高度計と5G基地局の共用フィールド実験 (ノルウェー)

【実験概要・結果】

- 3種のヘリ・高度計(Cat.3)と、商用で使われている5G基地局(定格54dBm=240W)の共用フィールド実験。
- Run wayに置いた基地局がヘリの高度計に干渉するか実験したところ、影響は見られなかった。
- RTCAレポートのCat3の許容干渉値よりも30dBも大きな干渉にも耐えた。
- これを受けノルウェーのレポートでは、共用に問題はないとの結論(GB=400MHzでの結果)。

(測定結果例)



(参考続き) ノルウェーの実験概要

