

# Sub6 HPUEと既存システムとの 共用検討(第2報)

株式会社NTTドコモ

2022年3月23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帯における下記の既存システムとの共用検討(第2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)
- ② 航空機高度計 (4.2-4.4 GHz)
- ③ 公共業務 (4.6-4.8 GHz)

## Sub6



# 技術検討作業班(第26回)で受領したコメント

既存システム	コメント内容
①衛星地球局	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛星地球局との共用検討で、基地局を建てる際に個別に調整して判断するとのことで、既存の基地局にHPUEを使う際は、再度調整を行うということか。</li> </ul>
②航空機高度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>電波高度計の最新の値を用いた定量的な評価により、干渉が起きないことを示していただきたい</li> <li>2018年情通審議ではアンテナパターンを平均値としていたため、最悪値より20dBほど低く、電波高度計の干渉基準値も最新よりも20dBほど干渉を受けにくいものを使用しているため、合計で40dBほどの差分が生じる。</li> <li>スプリアスについても、基地局では抑えられているが、端末の方が基地局よりも基準値が緩くなっているため、定量的な評価が必要と考えられる。</li> <li>端末のユースケースについても空港内、エプロンでの利用があった場合に、航空機の想定位置までどれくらい伝わるか評価したうえで、マージンを持って運用できる等のある程度のシナリオのもとで評価いただきたい。</li> <li>現時点以降の検討については、最新のデータを使っていたいただきたい。米国は200MHz離れのデータだが、より近い検討が可能と思うので適用していただきたい。</li> <li>航空機側の評価条件についても日本における空港やヘリポートの条件を用いて評価する必要があると考える。</li> </ul>
③公共業務	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に無し #前回第26回作業班時点では免許人様と調整中のステータス</li> </ul>

# ①衛星地球局に関する回答

Q

- 衛星地球局との共用検討で、基地局を建てる際に個別に調整して判断するとのこと、既存の基地局にHPUEを使う際は、再度調整を行うということか。

A

- HPUEは、基地局からの指示がなければ、端末はHPUEでの送信はありません。
- 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(定量評価)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の運用を開始します。
- 仮に、地球局近傍等でSub6 HPUE導入による影響が想定される場合、当該基地局配下ではHPUEの運用を行わない等の対処(例えば、基地局毎に端末送信電力を従来の23dBmに抑える制御等)を行う事で衛星地球局への干渉を回避・担保します。
- 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させていただきます(3.7/4.5GHz帯だけでなく3.4/3.5GHz帯も含む)。

## ②航空機高度計に対する検討方針

- 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

# ②RTCALレポートの地上端末→高度計への評価結果

## 11.1.2 5G User Equipment on the Ground

As shown in Section 10.4, 5G UEs operating on the ground are not expected to cause harmful interference to radar altimeters. Therefore, no operational impacts for aircraft are anticipated in this case.

下記の評価結果より問題無いと結論付けられている。(端末は最大EIRP 30dBm)

(青線は全台常時フルパワー送信のアグリゲート干渉量なので、送信電力制御により実際にはさらに下がるというRTCALレポートの記載)

(帯域内干渉)

ITMよりも、アグリゲート干渉量が下回っていれば共用可の判定

(帯域外干渉)

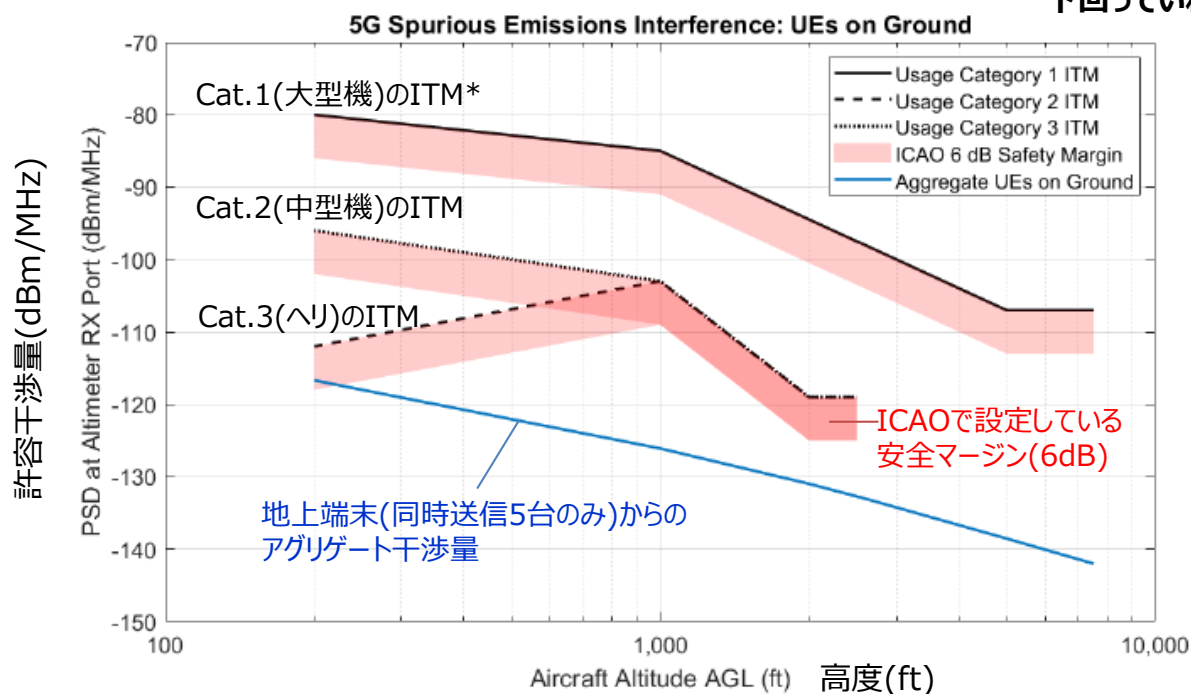


Figure 10-44: UEs on Ground Results for 5G Spurious Emissions

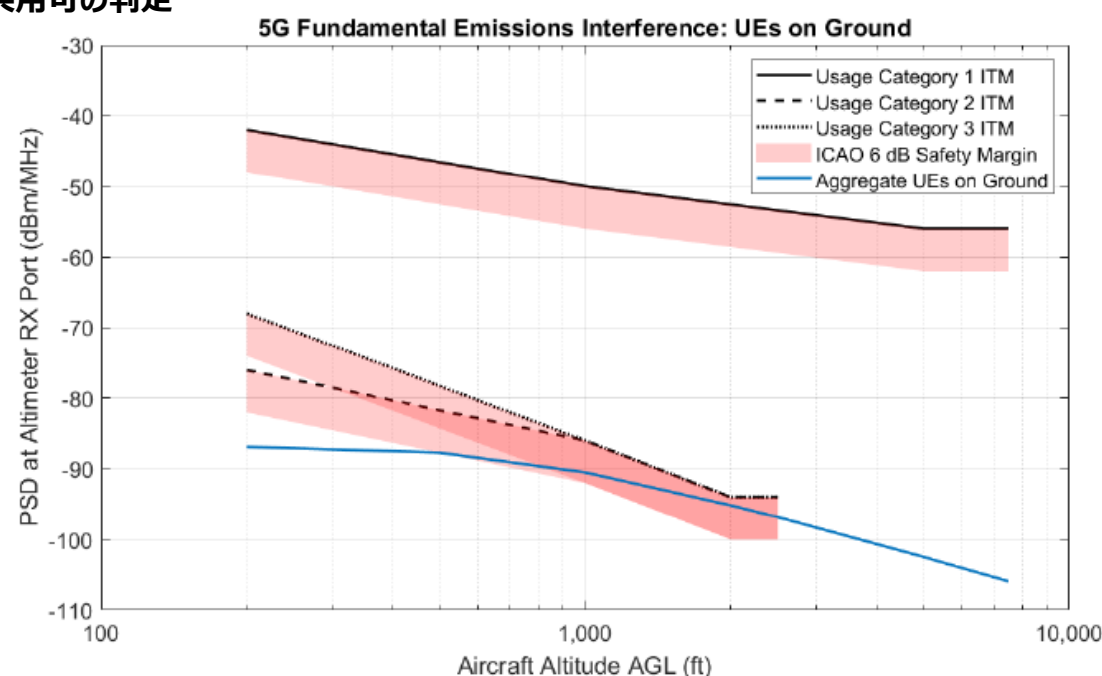


Figure 10-43: UEs on Ground Results for 5G Fundamental Emissions

\*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

## ②RTCALレポートと国内運用条件の差分

(RTCALレポートの地上端末諸元)

Table 6-6: 5G UE Characteristics<sup>26</sup> 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 <sup>2</sup>	2.16/5 MHz/km <sup>2</sup>	0.17/5 MHz/km <sup>2</sup>
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

5Gシステムの運用条件に起因して、差分は下記の2点  
(その他の諸元は3GPP仕様等に準拠しており違いなし)

【ガードバンドの違い】

- ・米国：220MHz
- ・日本：100MHz

→ 詳細は次頁

帯域内干渉：日本が4200-4205MHzのみ**5dB高い**

帯域外干渉：日本が**1dB程度高い**

【TDDの上り利用比率 (Uplink Time factor) の違い】

- ・米国：33% (-4.8dB)
- ・日本：23% (-6.4dB) ※H31総務省告示23号

→ 帯域内&帯域外干渉：日本が**1.6dBが低い**



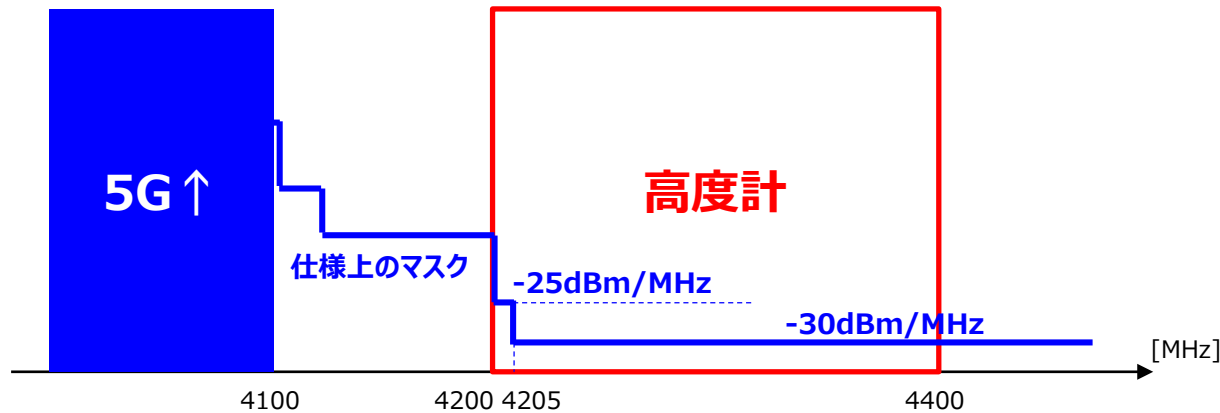
帯域内干渉：日本が**3.4dB高い**(下端5MHz幅のみ),  
**1.6dB低い**(残り195MHz)

帯域外干渉：日本が**0.6dB低い**

## ② RTCALレポートと国内運用条件の差分 (続き)

(帯域内干渉)

- 米国のGB=220MHzでは、高度計の周波数帯域には **-30dBm/MHz**が適用
- 日本のGB=100MHzでは、高度計の周波数帯域において、**下端5MHz幅のみ-25dBm/MHzが適用**  
(残り195MHz幅は-30dBm/MHz)



(帯域外干渉)

- P5のITMは複数の高度計の実測結果でありその受信フィルタ特性自体はブラックボックスであるが、高度計の受信フィルタ特性については、RTCALレポートP16脚注11”Receiver overload threshold is computed assuming a center frequency for the 5G interference signal of 3850 MHz, yielding a frequency-dependent rejection (FDR) factor of **3 dB** according to Table 3 in Annex 3 of Rec. ITU-R M.2059.”と記載されている。

TABLE 3

RF selectivity for radio altimeters

Interference frequency (MHz)	RF filter attenuation (dB)
$\leq 4\ 200$	Attenuated at 24 dB per octave to a maximum of 40 dB
4 200	0
4 300	0
4 400	0
$\geq 4\ 400$	Attenuated at 24 dB per octave to a maximum of 40 dB

- これを前提とすると、日本はガードバンドが米国より狭いので、3dBよりは減衰量が小さくなり、その差分は**1dB程度**



## ② RTCALレポートと国内運用条件の差分考察に基づく結論

(帯域内干渉)

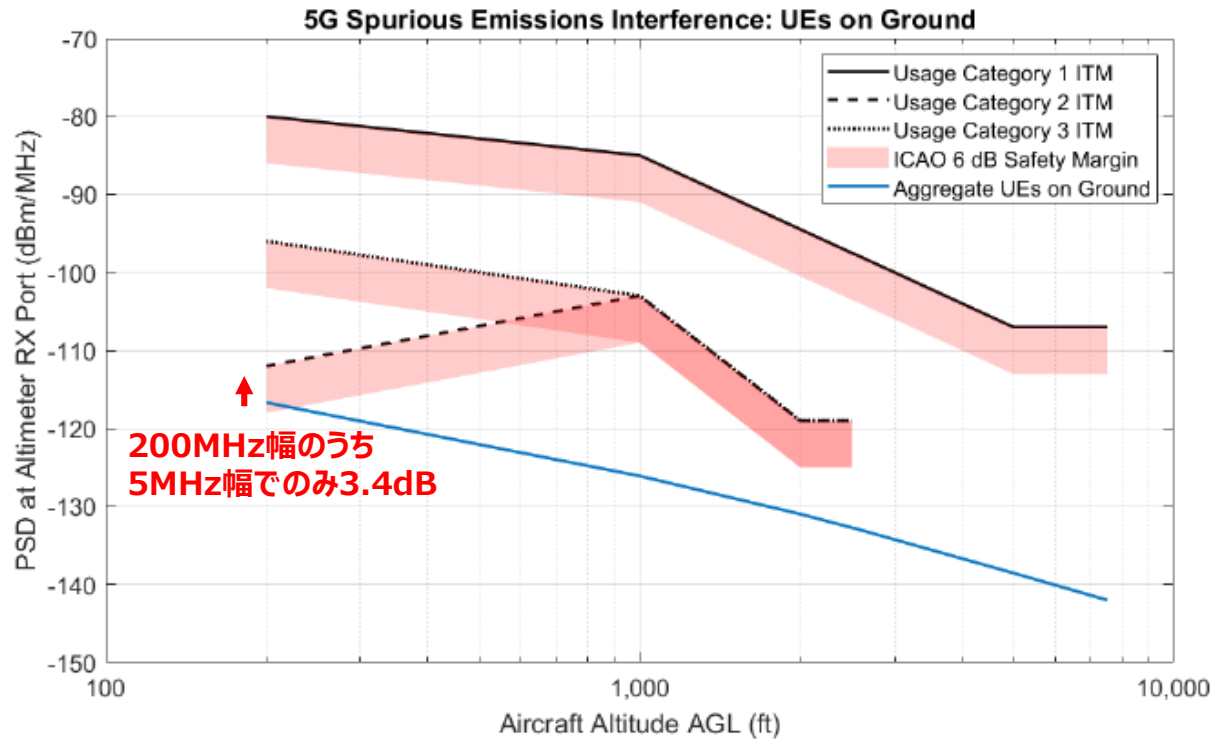


Figure 10-44: UEs on Ground Results for 5G Spurious Emissions

帯域内干渉：日本が**3.4dB**高い(5MHz幅のみ),  
**1.6dB**低い(残り195MHz幅)  
 帯域外干渉：日本が**0.6dB**程度低い

(帯域外干渉)

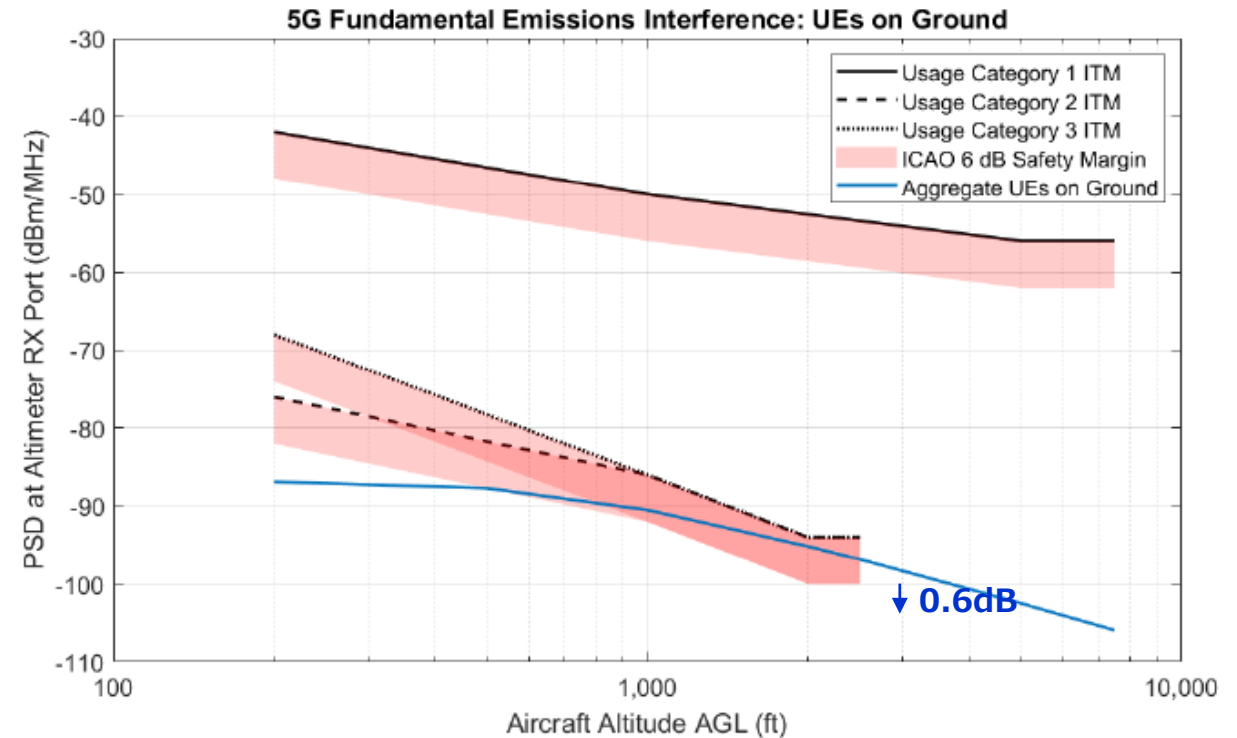


Figure 10-43: UEs on Ground Results for 5G Fundamental Emissions

→ 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、RTCAL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

# ③公共業務

(資料26-6再掲)

- 2018年度の5G情通審報告のまとめは下記(抜粋)

表4. 6. 2. 2-1に、陸上移動局から公共業務用無線局への干渉検討結果として、モンテカルロ・シミュレーションに基づく帯域内干渉、帯域外干渉の所要改善量の評価結果を示す。本表から、陸上移動局から公共業務用無線局への干渉影響は小さく、周波数離調0MHzでも共用の可能性があることが分かる。

表4. 6. 2. 2-1 陸上移動局から公共業務用無線局への干渉検討における  
所要改善量(隣接周波数)

周波数離調	帯域内干渉	帯域外干渉
0MHz(注)	0dB以下	0dB以下

(注) 陸上移動局の隣接チャネル漏えい電力の値を用いて評価

→ 端末送信電力の増大影響詳細を確認中

→ その後、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」

# まとめ (第2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>(前回質問に対する回答分)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>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</b></li><li>• 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)</li></ul>
②航空機高度計	<ul style="list-style-type: none"><li>• 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、<b>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</b></li></ul>
③公共業務	<ul style="list-style-type: none"><li>• 公共業務の免許人様から以下の回答を受領済 <b>「4.5-4.6GHz帯におけるHPUE(最大29dBm)利用について問題無い」</b></li></ul>

# (資料26-5再掲)HPUEパラメータ

項目	今回の新規提案		2018年に共用検討済		
	移動局(PC2)	移動局(PC1.5)	スモール基地局	マクロ基地局	移動局(PC3)
空中線電力	26dBm	29dBm	5dBm/MHz	28dBm/MHz	23dBm
空中線利得	0dBi	0dBi	23dBi	23dBi	0dBi
送信系各種損失	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
EIRP	26dBm/100MHz	29dBm/100MHz	48dBm/100MHz	71dBm/100MHz	23dBm/100MHz
指向特性(水平)	無指向	無指向	ITU-R M.2101	ITU-R M.2101	無指向
指向特性(垂直)	無指向	無指向	ITU-R M.2101	ITU-R M.2101	無指向
機械チルト	-	-	10°	6°	-
空中線高	1.5m	1.5m	10m	40m	1.5m
送信帯域幅	最大100MHz	最大100MHz	100MHz	100MHz	100MHz
隣接CH漏洩電力	Max(-31dBc, -50dBm/MHz)	Max(-31dBc, -50dBm/MHz)	Max(-44.2dBc, -16dBm/MHz)	Max(-44.2dBc, -4dBm/MHz)	Max(-30dBc, -50dBm/MHz)
スプリアス	-30dBm/MHz	-30dBm/MHz	-4dBm/MHz (現行の審査基準では高度計帯域に対して-46dBm/MHz以下)	-4dBm/MHz (現行の審査基準では高度計帯域に対して-39dBm/MHz以下)	-30dBm/MHz
その他損失	8dB(人体吸収損)	8dB(人体吸収損)	-	-	8dB(人体吸収損)

# (参考)ガードバンド毎の帯域外干渉ITM(RTCALレポート)

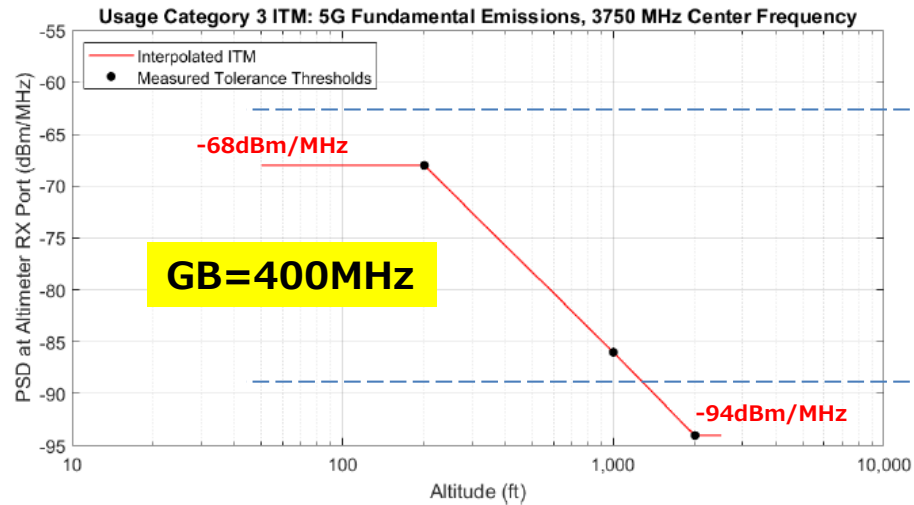


Figure 9-7: Usage Category 3 ITM for 5G Fundamental Emissions at 3750 MHz

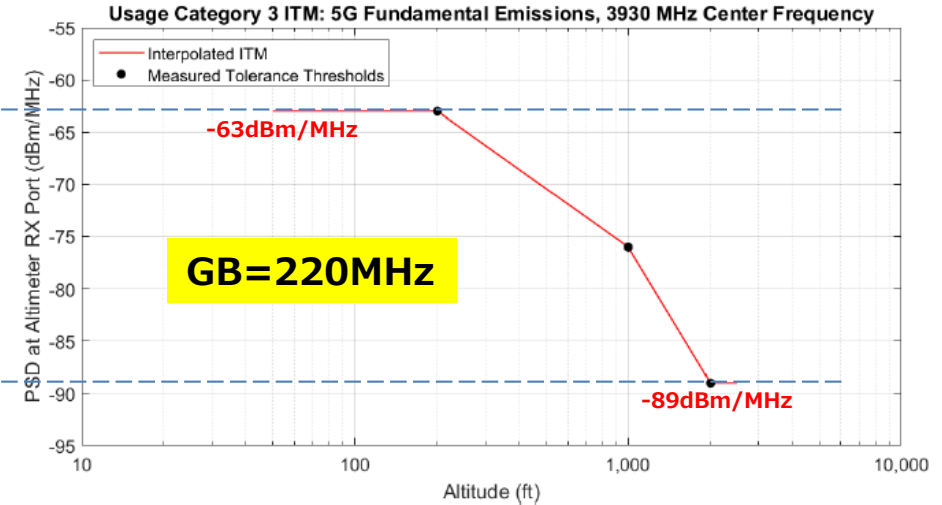


Figure 9-9: Usage Category 3 ITM for 5G Fundamental Emissions at 3930 MHz

図中黒点は実測された航空機側干渉閾値、赤線はその補間ライン。  
値が小さいほど、干渉波への耐性が低いことを意味する。

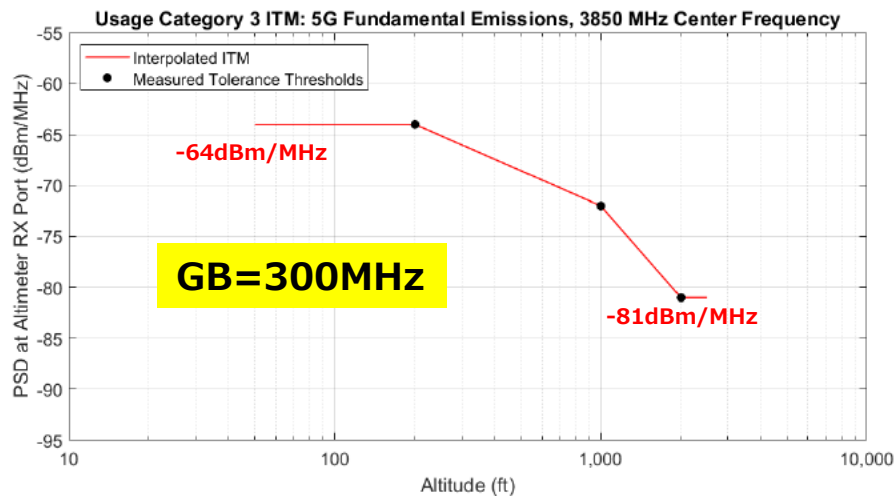


Figure 9-8: Usage Category 3 ITM for 5G Fundamental Emissions at 3850 MHz

- RTCAL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は本スライドの通りとなっており、3750MHz(GB=400MHz)の方が厳しいしきい値を示しているケースもある。  
→高度計受信機の減衰量(FDR\*特性)が非常に緩いことを意味
- そのため、日本のGB=100MHzの場合においてもRTCAL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