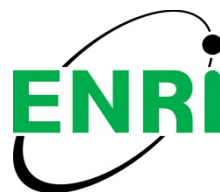


情報通信審議会 情報通信技術分科会  
新世代モバイル通信システム委員会 第26回技術検討作業班

# 電波高度計と5Gモバイルシステムの共用検討に ついての最新動向

—各国における基地局との共用条件比較—



Electronic Navigation  
Research Institute

海上・港湾・航空技術研究所

電子航法研究所

# 各国における共用検討状況

## ➤ 米国

- 2020年4月に、電波高度計に関する特別委員会SC-239 (Special Committee on low range radar altimeters) を開始し、2020年9月にRTCA Report -Assessment of C-band mobile telecommunications interference impact on low range radar altimeter operations、を発行
- 委員会構成員は、航空当局 (FAA)、航空機メーカー (ボーイング、エアバス、テキストロン、ベル)、アビオニクスメーカー (コリンズエアロスペース、ハネウェル、タレス、ガーミン、フリーフライトシステムズ)、航空会社 (ユナイテッド航空)、研究機関 (AVSI、Aerospace Vehicle Systems Institute)、電子航法研究所等
- 2022年1月にAT&TとVerizonが3.7-3.98 GHzで5Gモバイルシステムの運用開始

## ➤ フランス

- 2020年11月に3.4-3.8 GHzを5Gモバイルシステムの運用開始
- 電波高度計干渉影響緩和はフランス航空当局 (DGAC) が電波管理当局 (ANFR) と協力して実施
- DGACは2020年10月から3つのフェーズに分けて干渉緩和の取り組み、リスク分析、評価等を実施

# 電波高度計に求められる安全性（不具合発生率）



## ➤ 航空機の安全性について

Design Assurance Level	Description	Target System Failure Rate	Example System
Level A (Catastrophic)	Failure causes crash, death	$<1 \times 10^{-9}$ change of failure /flight-hr	Flight controls
Level B (Hazardous)	Failure may causes crash, death	$<1 \times 10^{-7}$ change of failure /flight-hr	Braking systems
Level C (Major)	Failure may causes stress, injuries	$<1 \times 10^{-5}$ change of failure /flight-hr	Backup Systems
Level D (Minor)	Failure may cause inconvenience	No safety metric	Ground navigation systems
Level E (No effect)	No safety effect on passenger/crew	No safety metric	Passenger entertainment

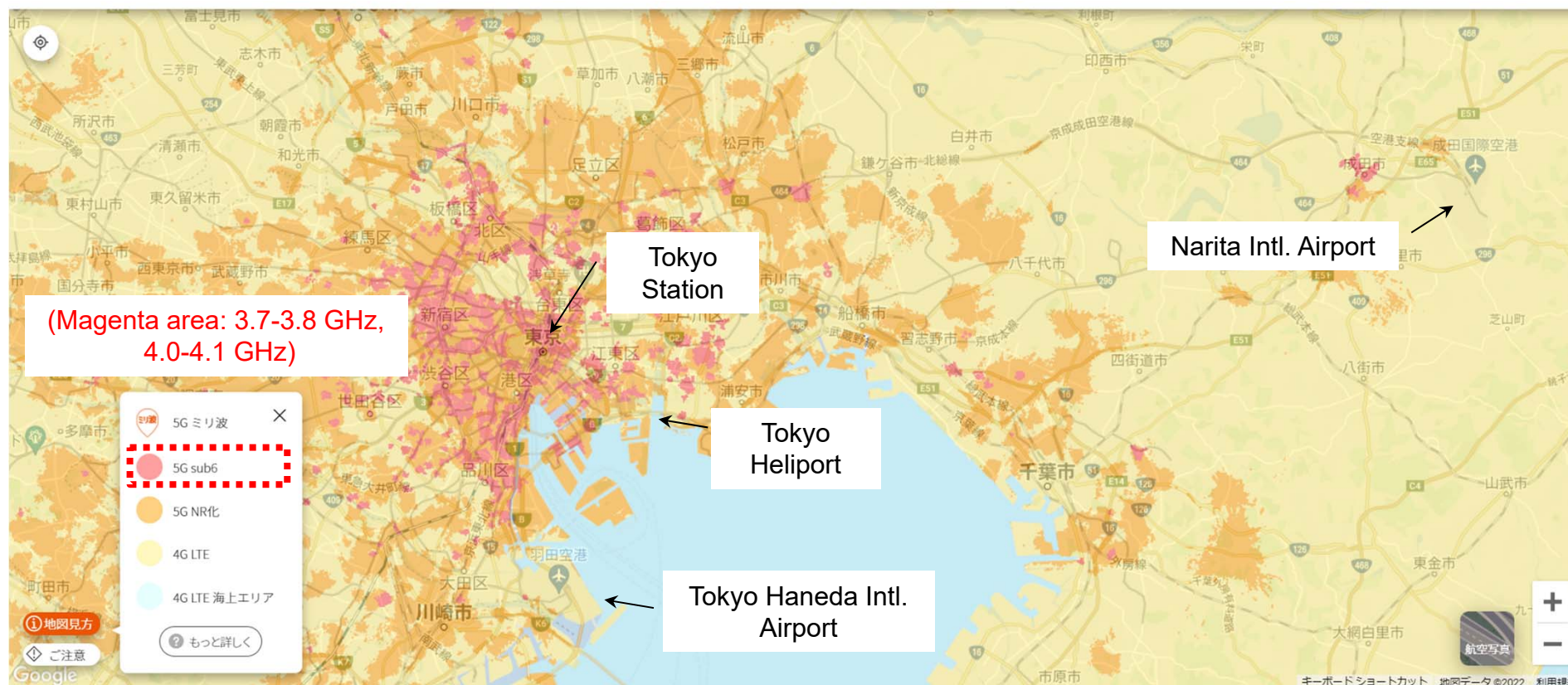
電波高度計はDAL Level Bを要求（不具合発生は $10^{-7}$ /時間以下、1000万時間に1回以下）

電波高度計には安全性評価（航空機・アビオニクス設計者情報）に基づく共用検討が必要

# 日本の5Gモバイルシステムサービスエリア

## ➤ 5Gモバイルシステムサービスエリア

- 一例として、下側隣接4.0 – 4.1 GHzを含むエリアを表示(2021年12月)

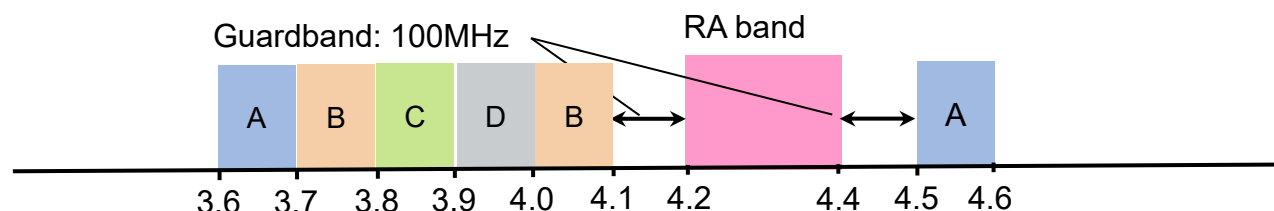


5Gエリアモバイルシステムは点状であり、これまでの干渉有無報告から電波高度計干渉影響定量化・安全性検討は困難

# 日本と各国の周波数配置

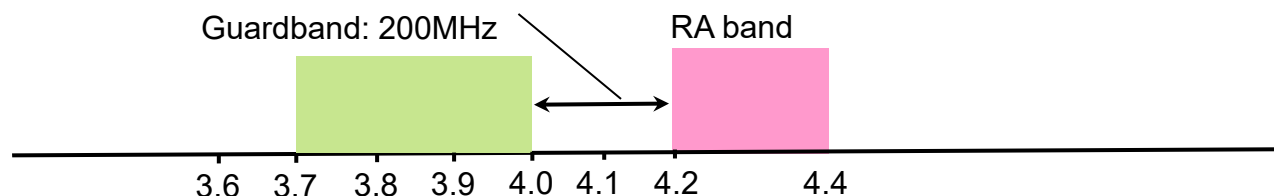
## ➤ 日本:ガードバンド100 MHz、上下隣接

- 3.6 GHz~4.1 GHzから4.5 GHz~4.6 GHz



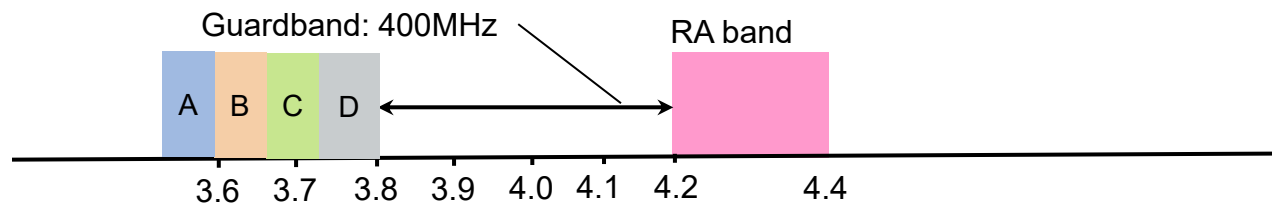
## ➤ 米国:ガードバンド200 MHz、下側隣接

- 3.7 GHz~3.98 GHz



## ➤ フランス:ガードバンド400 MHz、下側隣接

- 3.49 GHz~3.8 GHz



ガードバンドが狭いと干渉影響は増加、ガードバンドが広いと干渉影響は低減

# 5Gモバイルシステム基地局諸元

## ➤ 各国の基地局諸元比較

- 日本、米国、フランスの基地局諸元

モデル/条件	日本	米国	フランス
周波数 (GHz)	3.6 - 4.1 4.5 - 4.6	3.7 - 3.98	3.49-3.8
送信電力 (EIRP) (dBm/MHz)	55 (法律上は60.3)	60.3 (法律上は62)	58
不要発射強度 (dBm/MHz)	-39 以下	-12.9 以下	-12.9 以下
下側チルト義務	なし	なし	あり

周波数配置、送信電力等に差異

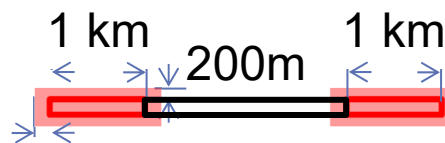
日本では、情通審での検討から不要発射強度を低減(米国、フランスに比較し-26 dB)

日本では、ガードバンドが他国に比べて狭く、かつ上下隣接に5Gモバイルシステム存在

# 日本と各国の設置制限・保護エリア

## ◆ 日本

ガードバンド: 100 MHz  
EIRP: 75 dBm



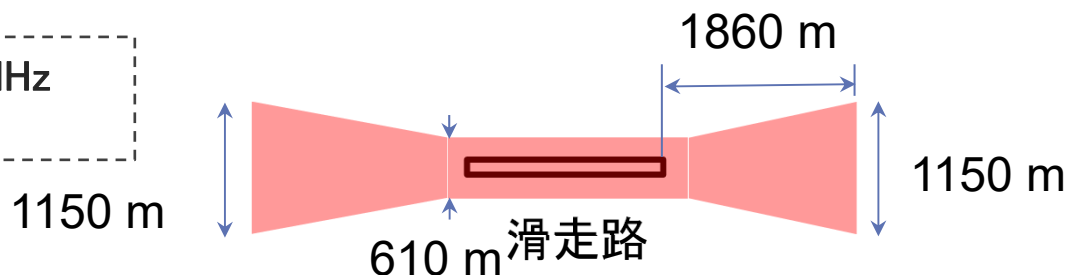
ヘリパッド 半径50m 200m 滑走路

※保護エリアはガードバンド  
100 MHzの基地局のみに適用  
赤色内設置不可

米国・フランスと同一周波数(ガードバンド200 MHz以上)基地局は設置制限・保護エリアなし

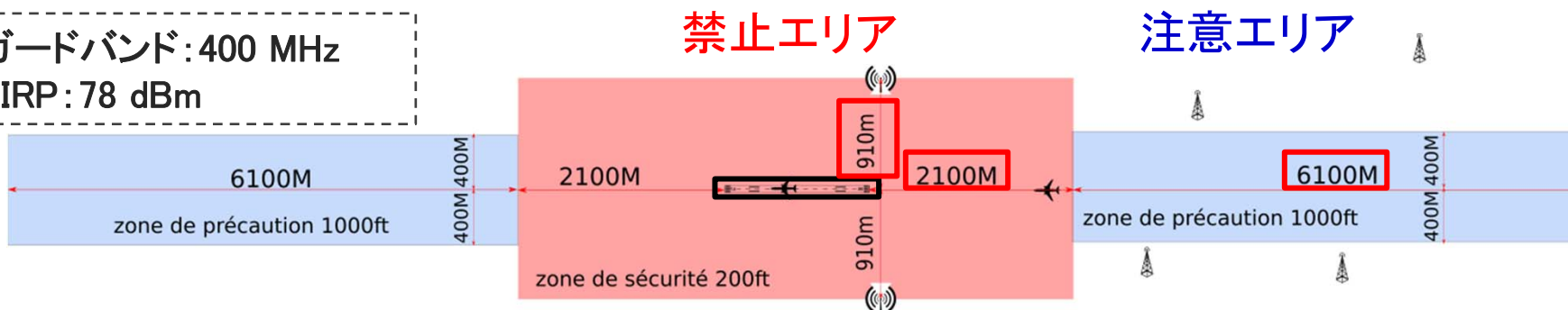
## ◆ 米国(暫定)

ガードバンド: 200 MHz  
EIRP: 82 dBm



## ◆ フランス

ガードバンド: 400 MHz  
EIRP: 78 dBm





## 米国（RTCA）評価結果に日本基地局を適用（200 MHz離調）

### ➤ 米国評価結果に日本基地局を適用した場合の所要改善量

- 日本基地局では米国基地局よりも電波高度計帯域内電力-26 dB、帯域外電力-5.3 dB
- 日米基地局での差分から、ガードバンド200 MHzでの結果を計算

モデル/条件	帯域内 米国規格	帯域内 日本規格	帯域外 米国規格	帯域外 日本規格
(RTCA) 空港 カテゴリ1 : 大型固定翼	0以下	0以下	14	9
(RTCA) 空港 カテゴリ2 : 中型以下固定翼	28	2	48	43
(RTCA) ヘリポート カテゴリ3 : ヘリコプタ	12	0以下	45	40

単位 : dB

日本基地局、ガードバンド200 MHzにおいても干渉しきい値を超過  
 (※日本では、ガードバンド200 MHz以上の基地局では保護エリア無し)

日本基地局は帯域内外の干渉電力は低減するが、特に帯域外影響有無に大きな影響なし



## 米国（RTCA）評価結果に日本基地局を適用（100 MHz離調）

### ➤ 米国評価結果に日本基地局を適用した場合の所要改善量

- 日本基地局では米国基地局よりも電波高度計帯域内電力-26 dB、帯域外電力-5.3 dB
- 米国ではガードバンド100 MHzでの結果を議論せず

モデル/条件	帯域内 米国規格	帯域内 日本規格	帯域外 米国規格	帯域外 日本規格
(RTCA) 空港 カテゴリ1 : 大型固定翼	0以下	0以下	評価無し	9以上
(RTCA) 空港 カテゴリ2 : 中型以下固定翼	28	2	評価無し	43以上
(RTCA) ヘリポート カテゴリ3 : ヘリコプタ	12	0以下	評価無し	40以上

単位 : dB

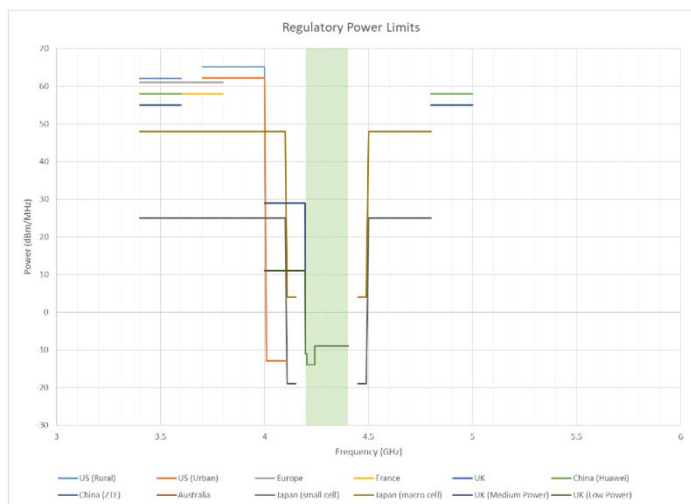
日本基地局、100 MHz離調は米国実機試験結果がないため帯域外干渉の詳細評価不可

前ページのガードバンド200 MHz以上よりも帯域外干渉影響大と推定

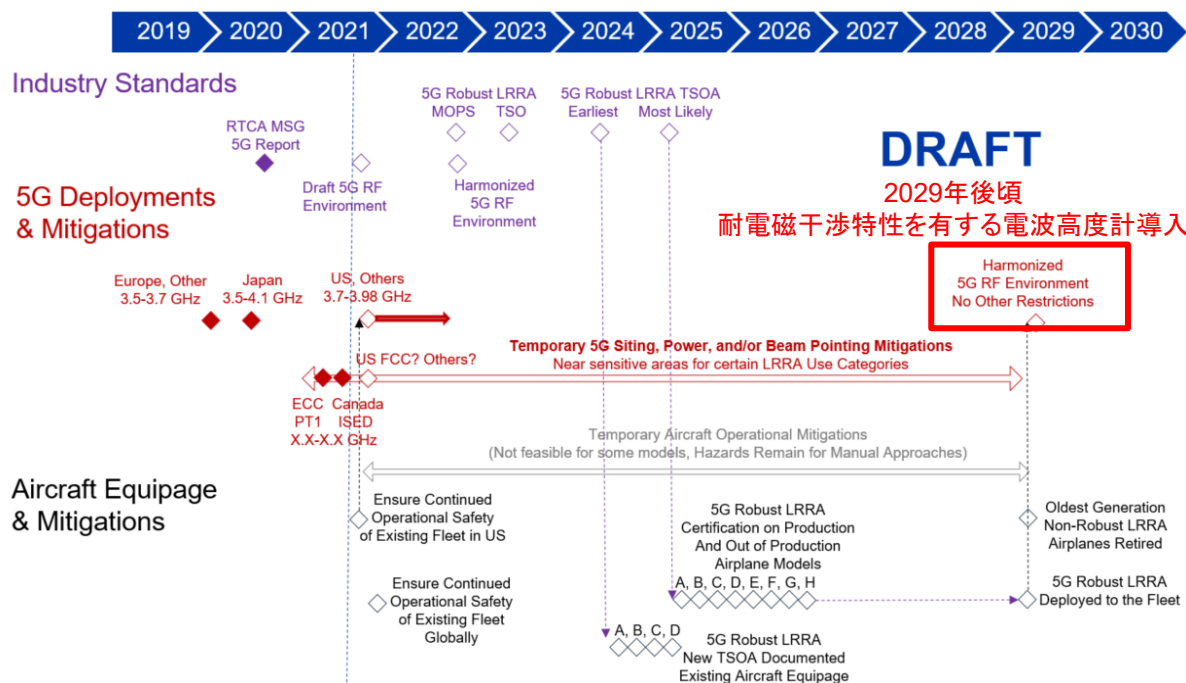
# 将来の電波高度計の規格について

## ➤ 耐電磁干渉特性を有する電波高度計規格

- RTCA SC-239/EUROCAE WG119において将来の電波高度計の性能要件を検討し、5Gモバイルシステム等に対して耐電磁干渉特性を有する規格を制定予定(2022年秋)



世界各国の電波高度計  
周辺周波数スペクトルマスク例



世界各国の5Gモバイルシステムの送信電力・周波数等に基づき耐電磁干渉特性を決定

- 
- 以降参考スライド

# 日本（情通審）における干渉検討状況



## ➤ 日本

- 総務省情報通信審議会報告書(2018年7月)で電波高度計と5Gモバイルシステムの共用検討結果を分析
- 2019年4月に3.7 GHz帯、4.5 GHz帯、28 GHz帯の周波数割り当て、2020年3月商用サービス開始

## ➤ 情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル委員会

- 2016年10月から2018年6月まで第5世代移動通信システム(5G)に関する技術的条件について検討を実施
- 委員会構成員は、学識経験者、無線通信機器メーカー、携帯電話オペレータ、航空会社、衛星通信オペレータ、研究所等
- 5Gモバイルシステムと隣接周波数帯を用いる無線システムである、固定衛星システム、電波高度計、5GHz帯無線アクセスシステムとの周波数共用条件を検討
- 電波高度計との5Gモバイルシステムとの周波数共用については、主として基地局影響を検討(干渉評価モデルを構築し、干渉発生条件の分析および干渉回避策を提案)

# 米国 (RTCA) における干渉検討状況



## ➤ RTCA

- 2020年4月に、電波高度計に関する特別委員会SC-239を開始し、2020年9月に RTCA Report -Assessment of C-band mobile telecommunications interference impact on low range radar altimeter operations、を発行

## ➤ Special Committee on low range radar altimeters (SC-239)

- EUROCAE WG-119と連携し、電波高度計に関する最低性能要件DO-155を更新予定(2022年2月)
- 委員会構成員は、航空当局 (FAA)、航空機メーカー(ボーイング、エアバス、テキストロン、ベル)、アビオニクスメーカー(コリンズエアロスペース、ハネウェル、タレス、ガーミン、フリーフライトシステムズ)、航空会社(ユナイテッド航空)、研究機関(AVSI、Aerospace Vehicle Systems Institute)、電子航法研究所等
- AVSIはテキサスA&M大学に航空関連企業が共同で設置した研究団体
- 電波高度計との5Gモバイルシステムとの周波数共用については、基地局影響、地上および機内の端末影響を検討(干渉評価モデルを構築し、干渉発生条件を分析(干渉回避策の提案はなし)