

## 「79GHz 帯高分解能レーダの技術的条件」についての関係者からの意見聴取

標記について、情報通信審議会 情報通信技術分科会 ITS 無線システム委員会において、関係者の意見陳述の機会を設けることとし、平成 22 年 2 月 4 日から同年 2 月 25 日までの期間において、意見陳述を希望する者の募集を行った。

その結果、下記のとおり、3 者から意見陳述の申し出があった。

## 記

意見陳述人	意見の要旨
Frank Gruson (Strategic Automotive Radar frequency Allocation)	別紙 1
大石 雅寿(個人)	別紙 2
高野 秀路(国立天文台野辺山宇宙電波観測所)	別紙 3

(意見申出の受付順)

以上

## 意見陳述の届け出

陳述の対象 79GHz帯高分解能レーダの技術的条件についての意見陳述  
陳述の場所 情報通信技術分科会ITS無線システム委員会

団体の名称 SARA (Strategic Automotive Radar frequency Allocation)

SARA - frequency regulation for automotive UWB Short Range Radar

SARAは、交通安全のためにUWBを用いた短距離レーダの世界展開を目標とする任意団体です。

団体の代表者：

Dr. Gerhard Rollmann

Chairman of SARA

www.sara-group.org

(連絡先)

意見陳述者

Frank Gruson

Vice Chairman of SARA

A member of ROCC project and MOSARIM project

(勤務先及び連絡先)

Frequency Management WW・Sensor Front End

Advanced Driver Assistance Systems in Continental

意見陳述の要旨

欧州に於ける79GHz帯短距離レーダの技術的条件

79GHz帯短距離レーダの開発に関連する欧州の状況

Presentation on ITS study group in Council at MIC

- 79GHz radar in EC and proposal to Japan
- ROCC project
- MOSARIM project
- Other Japanese Peculiar regulation(ISM 76MHzOBW 76GHzACC OBW 500MHz)

本件の連絡先

廣瀬敏之

Toshiyuki Hirose

コンティネンタル・オートモーティブ・ジャパン株式会社

Continental Automotive Japan

自動車用レーダー向け周波数の規制  
ITS無線システム委員会における意見陳述  
東京、2010年3月8日

Frank Gruson  
SARAグループ副議長

[frank.gruson@continental-corporation.com](mailto:frank.gruson@continental-corporation.com)  
[www.sara-group.org](http://www.sara-group.org)

- SARAとは?
- 欧州における自動車用周波数規制の状況
- 世界的な整合の必要性
- 欧州EUのSRR戦略:  
長期的な79 GHzと中期的な24/26 GHzアプローチ
- 欧州の79 GHz規制およびETSI標準EN302264
- 79 GHzセンサ・テクノロジーを開発する  
ドイツRoCCプロジェクトの状況
- レーダー・センサ間の干渉を調査し、軽減させることを目的とした  
EUプロジェクトMOSARIMの状況

## SARA - グループ

- 近距離自動車用レーダー周波数の割り当てを目的に2001年に、Short range Automotive Radar frequency Allocationの名称で設立され、現在の名称は、Strategic Automotive Radar frequency Allocation（戦略的自動車用レーダー周波数割当て）となりました。

## 使命

- SRRによる道路安全性を高めることを目的とした規制と標準の世界的な整合
- 自動車用レーダー全般に対する効果的な周波数規制を世界的に確立するための長期的な尽力
- 自動車用レーダーに関する規制の骨組みを策定し、維持するための業界の協力体制確立

**周波数と帯域幅には無関係に  
全ての自動車用レーダーの周波数を取り扱う**

# SARA - メンバー企業



アクティブ・パートナー

DAIMLER



BOSCH



GR Consulting



HOGAN & HARTSON

協カパートナー



CHRYSLER



united monolithic semiconductors



支援パートナー



FIAT



VOLVO



DELPHI



AUTOCRUISE<sup>®</sup>  
A TRW COMPANY

sms  
smart microwave sensors

InnoSent



関連パートナー



## 24 GHz ISMグループ

- ITU勧告により世界的な自動車搭載用の標準化  
(200 MHzおよび20 dBmのピーク出力)を目標とする

## 26 GHz UWBグループ

- 26 GHzおよび-41.3 dBm/MHz (RMS出力)により  
UWB SRRテクノロジーの世界的な標準化を目標とする

## 79 GHz UWBグループ

- 自動車用SRRの長期的な本命となるべく、-3 dBm/MHz RMS出力の77-81  
GHz UWB帯の世界的な標準化を目標とする

## 77 GHz ACCグループ

- いくつかの未法制化の諸国における76-77 GHz帯の標準化と他のグループ関  
係者からのこの帯域の確保。工業的利用の拡張等を目標とする

## 24 GHz ISM :

- EU勧告70-03と、EUにおいて200 MHz/20 dBmで整合されたETSI標準EN302858の完成
- 日本における占有帯域幅の76 MHzから200 MHzへの 拡張の可能性探求

## 24/26 GHz UWB

- 欧州における**26 GHz UWB帯の標準化**による、2013年6月(24 GHz UWBの終結日)から79 GHzテクノロジー実用化時期までの間のテクノロジー・ギャップ回避
- 中国の法規制化推進

## 79 GHz UWB

- 日本を支援しながら米国内における標準化を推進

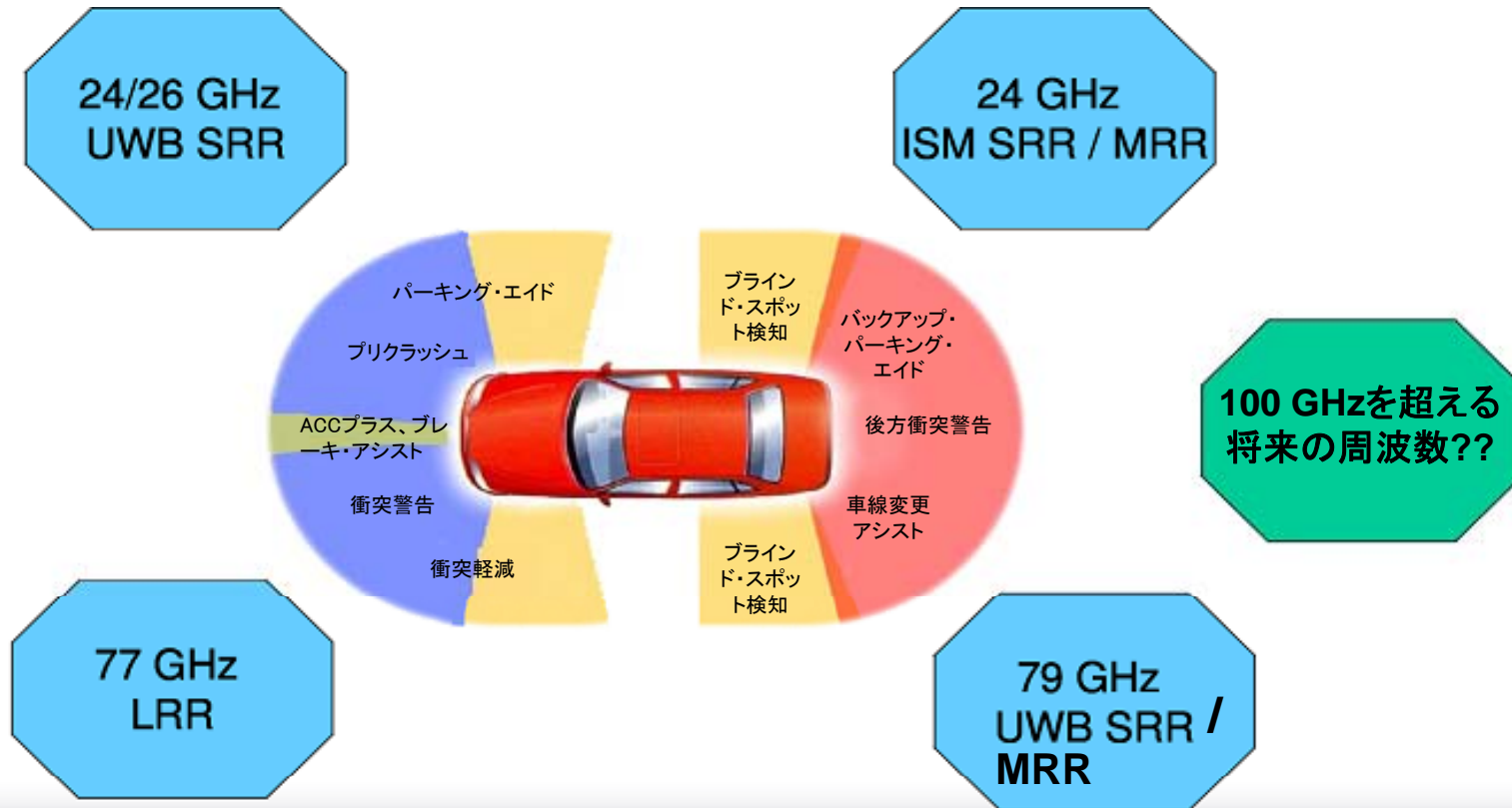
## 77 GHz ACC

- 周波数の維持/確保、各国による制約の回避
- SARAは米国内のルール策定を求めるトヨタ側の請願 (停車モードの回避)を支援



# 自動車用レーダーに使用される周波数

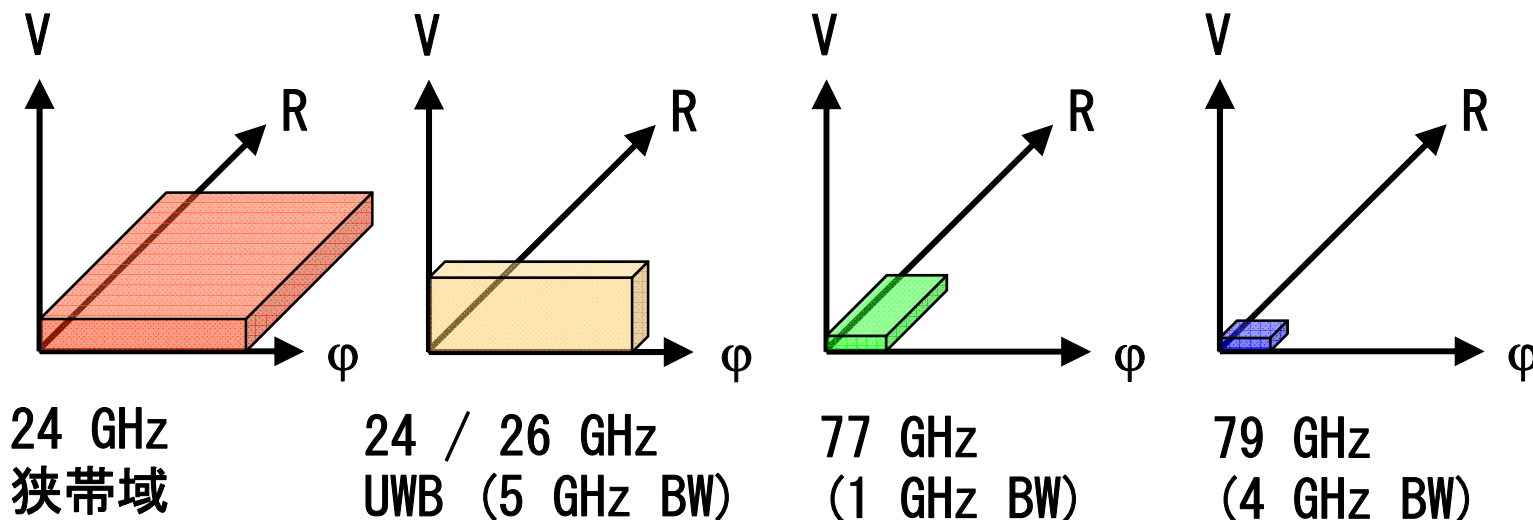
SRR:短距離レーダ MRR:中距離レーダ LRR:長距離レーダ



# 周波数・帯域によるトレンドとポテンシャル 静止空間におけるセンサの性能



V:速度誤差 R:距離誤差  $\phi$ :角度誤差



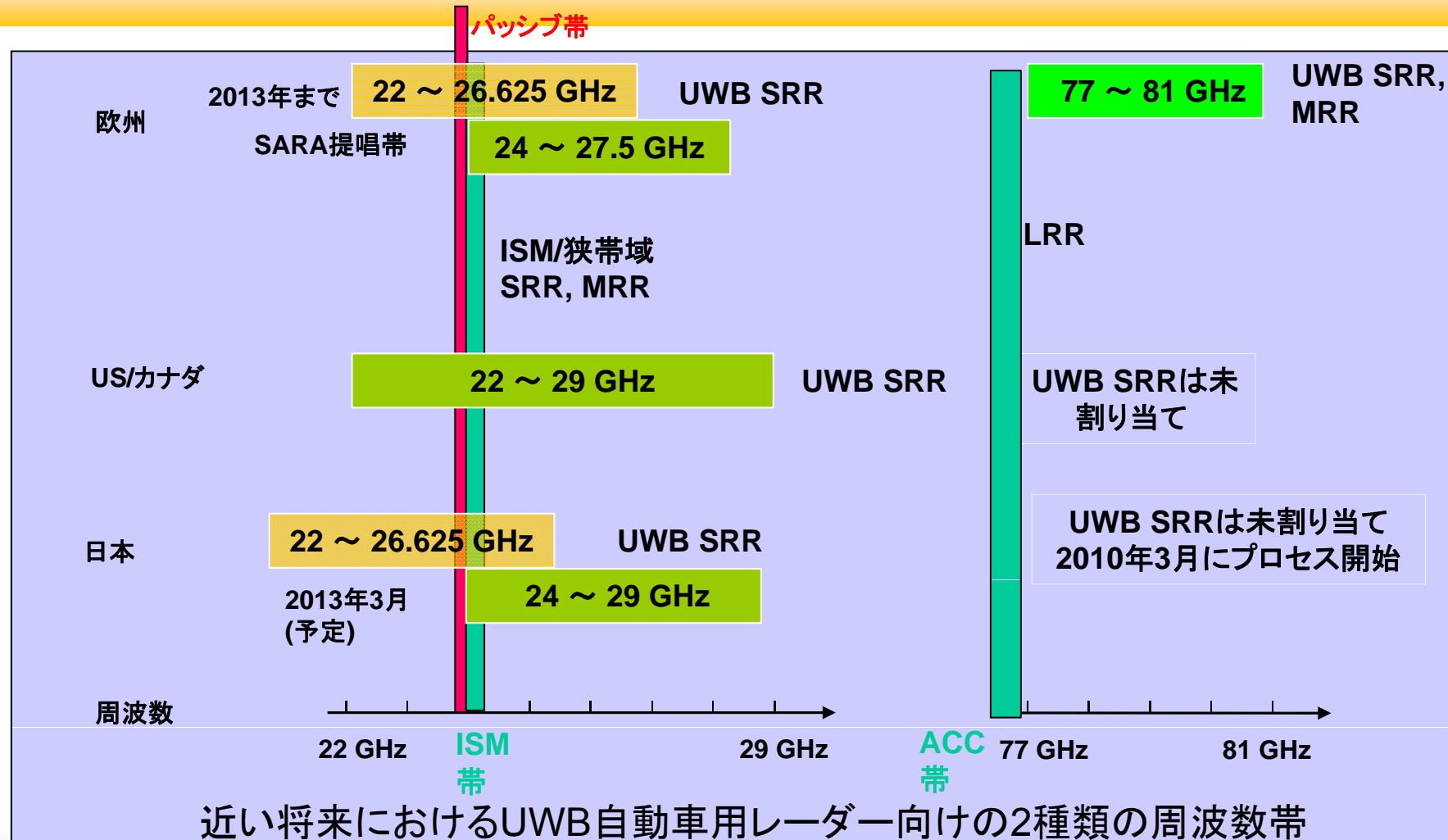
79 GHzは次の4つの理由から自動車用SRRにとっての長期的なソリューションになるでしょう - (i) ハイレンジ (ii) 高い空間分解能 (iii) 高い角度分解能 (iv) 高いドップラー性能

技術的課題は特定されており、それらは将来的には解決されるでしょう (RoCC等)。 8

出典:

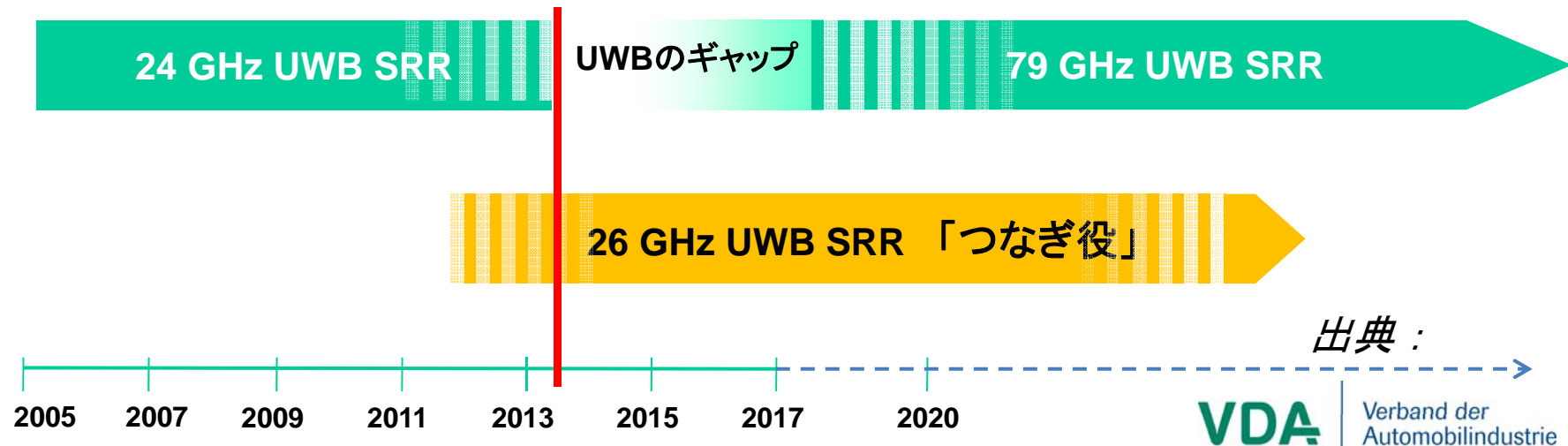


# 自動車用レーダーの周波数帯 - 概要



# 欧州におけるUWBに関する特別事情

欧州における24 GHzの廃止日:  
2013年6月30日



- 「自動車用SRRのターゲット帯は79 GHz」というのが共通認識です。
- 2013年を廃止日に定めたEUのSRR規制は、自動車の開発・検証サイクルを考慮に入れていませんでした。
- 2013年に途切れずに移行を実現するための技術的なソリューションは存在していません。  
→テクノロジー・ギャップが生じていることは明白です。
- そのギャップのつなぎ役として26 GHz帯の規定があります。

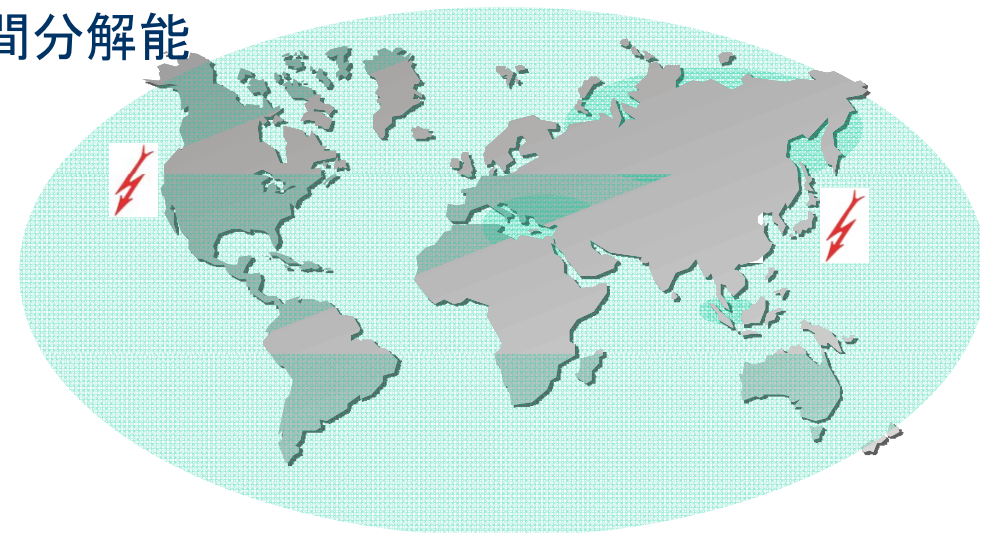
# 24 GHzのISM短距離レーダー(SRR)の 全世界における周波数割り当て

全世界を網羅

長距離測定が可能であるが、低い空間分解能  
現状は市場占有率が最高

## 制限

- USA/カナダ  
100 MHz、出力32.7 dBm  
250 MHz、出力わずか12.7 dBm
- EU:  
2010年以降 制限なし
- 日本  
76 MHzのみ
- 中国  
13 dBmのみ

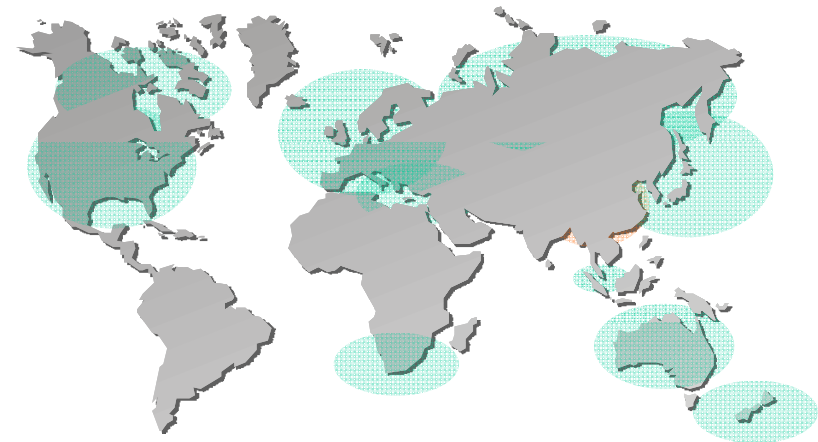


200MHz & +20dBm (ピーク)EIRPの全世界  
における実現(ITU推奨事項)がSARAにとっ  
ての最大の関心事

**各国工業会の注目が周波数割当の実現に重要である。**

# 24/26 GHzのUWB短距離レーダー(SRR)の 全世界における周波数割り当て

- 米国: 2002年2月
- 欧州: 2005年1月
- ロシア: 2008年7月
- オーストラリア: 2006年7月
- シンガポール: 2007年12月
  - 22 ~ 29 GHzおよび79 GHzの両方
- カナダ
  - 暫定規定が2006年8月に開始
  - 2010年以降は最終規制が発効
- 日本
  - UWBスタディ・グループ終了
  - 2010年に法制化を想定
- **中国には法制化の動きが無い**



全世界で約60の国々が  
24/26 GHzのUWB SRRを  
認可済み

各国工業会の注目が周波数割当の実現に重要である。

# 欧州に於ける26 GHz UWBの検討状況(2010年2月)

- スウェーデン、ノルウェー、ポルトガル、フィンランドは24 GHz UWBの5年間の単純な延長(2013年から2018年へ)を提案
- それに対して欧州宇宙機構とEUMETSATは猛反対し、延長時はITU-R TG1/8レポートの結論を主張(主として0.031%の実装率)。
- パラメータを変更することにより 26 GHz UWBはRASに影響を及ぼさず、以下の仮定下でFSとEESSと両立性がある。

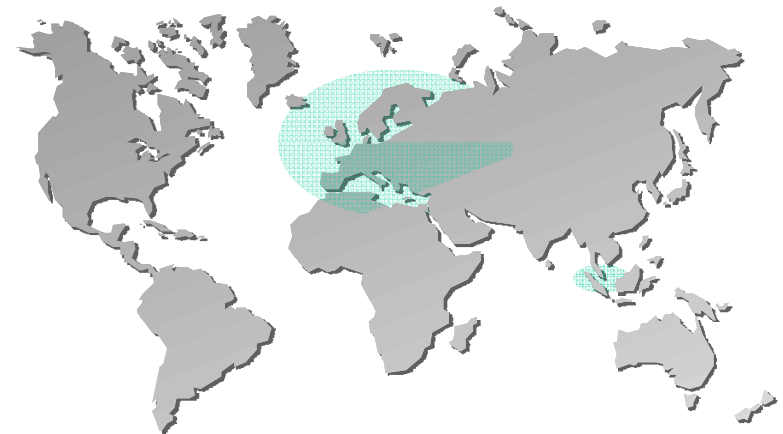
SRRの周波数レンジ	24.25 ~ 27.5 GHz (3.25 GHz)
ピークEIRP	-7 dBm/50 MHz(iBW ≥ 50 MHz用) または -7 dBm -20*log(50 MHz/iBW) RBW = iBWで測定(iBW < 50 MHz用)
平均EIRP@1 MHz/ms	-41.3 dBm/MHz
平均EIRP@1 MHz/1s	- 50 dBm/MHz
デューティ・サイクル(DC)	2% - 10%/50 MHzおよび1秒当たり
23.6 - 24 GHz帯における追加制限	メイン・ビームの直接放射制限:-74 dBm/MHz EIRP 仰角30° 以上で追加平均アンテナ減衰: 20 dB
SRR市場占有度	[ 10% ]

*SARAは、欧州内で26 GHzの永久的規制の策定により、10%の車両実装率が可能と考えています。*

# 79 GHzのUWB短距離レーダー(SRR)の 全世界における周波数割り当て



- EU:  
2004年7月8日のEU委員会指令
- シンガポール:  
2007年9月24日
- (日本: 検討中)



SARAはEUの支援下で  
79 GHzの展開を支援

各国工業会の注目が周波数割当の実現に重要である。



## 79 GHz : SARAの目標は世界共通の周波数割当



欧州 : 79 GHz周波数の割当済み

米国: FCCの声明 - 22 ~ 29 GHz帯を先に使い切ることが先決

それゆえに

日本は24GHz/26GHzの検討を終了し、今は79GHzの周波数割当を論議している。SARAは並行的に米国に対し、問いかけを行っている。

”欧州は既に割当済みで、日本も検討中である。米国はどうするつもりなのか？”

⇒ 日本は世界共通化において、重要なマイルストーンである。

## 79 GHzのEU規制(1)

- 周波数帯は、欧州委員会指令により決定された。  
「域内の自動車用短距離レーダー機器に使用する79 GHz帯の電波スペクトルの整合に関する、2004年7月8日付けの委員会決定」に規定された周波数帯
- この周波数帯は、「短距離レーダーの長期的および永続的な開発・展開に最も適切な帯域として特定」されました。

### 技術諸元:

- 77 ~ 81 GHz
- 自動車の短距離レーダー機器用途
- 干渉を与えず、干渉保護を要求しないことを前提とする割当
- 最大平均RMS電力密度:
  - 3 dBm/MHz EIRP(センサ表面)
  - 9 dBm/MHz EIRP(バンパー透過後)
- ピーク出力制限:
  - + 55 dBm EIRP

## 79 GHzのEU規制(2)

詳細技術仕様は、ETSI 標準EN 302 264-1および-2に記載されている。

- RMS電力の測定条件：  
分解能帯域幅  $\leq 10$  MHz、映像帯域幅  $\geq 3$  MHz、  
検波モード：1 MHzにつき最低1サイクル時間の平均化時間(最大50 ms)によるr.m.s。  
-40 dBm/MHz (EIRP)以下の出力密度の測定は不要。

周波数(単位:GHz)	77 GHz~81 GHz
EUTの最大放射平均電力スペクトル密度(EIRP)[dBm/MHz]	-3 dBm/MHz

- 尖頭電力の測定条件：  
尖頭電力は50 MHzの帯域幅で定義される。  
スペクトル・アナライザで測定される最大映像帯域幅 (VBW)は約10 MHzのため、採用可能な最も広い分解能帯域幅 (RBW)は10 MHzになります。50 MHzから10または3 MHzまでのRBWの差を補正するために、 $20 \log$ の関係から最悪の事態の推定を用います。すなわち、RBWを50 MHzから3 MHzに低減すると、 $20 \log$ のピーク限界の減衰(3/50)すなわち-24.44 dBになる。

周波数(単位:GHz)	77 GHz~81 GHz
50 MHzの帯域幅で測定したピーク電力(EIRP)(dBm)	55

# 79 GHzのEU規制(3)

ETSI 標準EN 302 264-1および-2に記載された技術的な詳細

表1: スプリアス放射の限界値

周波数帯	スプリアス放射の限界値
47 MHzから74 MHzまで	-54 dBm
87.5 MHzから118 MHzまで	-54 dBm
174 MHzから230 MHzまで	-54 dBm
470 MHzから862 MHzまで	-54 dBm
30 MHzから1000 MHzまでの上記以外の帯域	-36 dBm
1000 MHzから100 GHzまで(注を参照)	-30 dBm

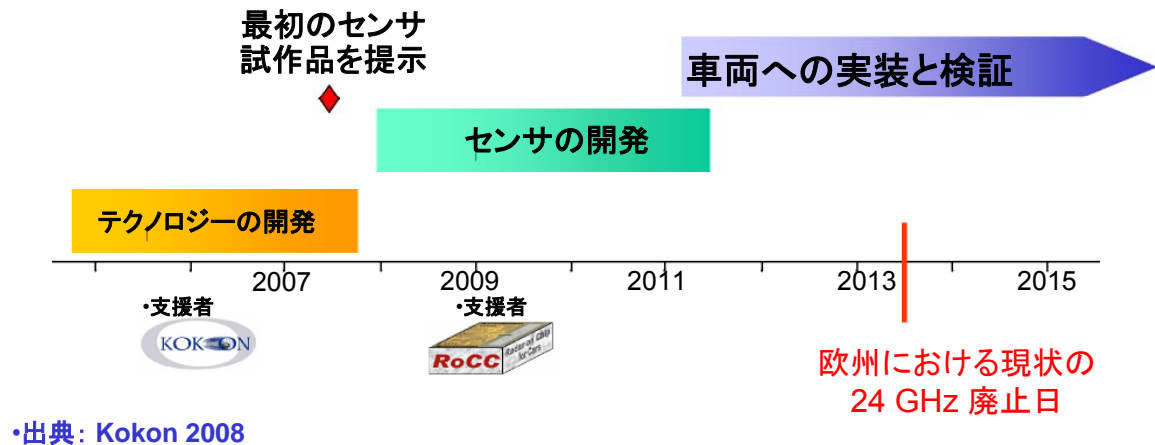
注: 77 GHzから81 GHzまでの79 GHz SRR用の許容周波数内は非該当

表2: 帯域外放射の限界値

周波数帯	帯域外輻射の限界値
25 GHzから77 GHzまで	-30 dBm/MHz
81 GHzから100 GHzまで	-30 dBm/MHz

SARAは、日本における現状の -81dBm/MHzという帯域外輻射の規定は  
実用面では低すぎると考えており、その規定の再考を要望したい。

# 79 GHz UWB SRR: センサの開発と車両搭載

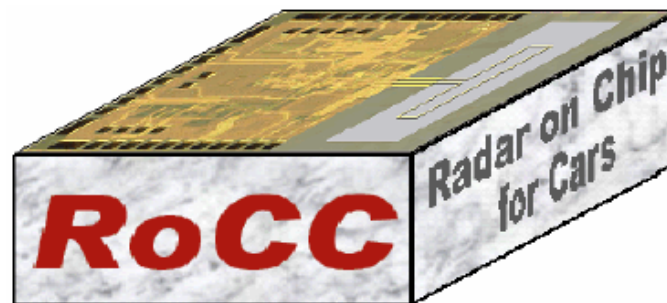


開発工程	内容
半導体テクノロジー	半導体の開発(Kokonプロジェクト 2004 ~ 2007)
センサ	センサと構成部品の開発(MMIC、ASIC) (RoCCプロジェクト 2008 ~ 2011)
車両搭載とアプリケーション	量産に適したセンサ バンパ/塗装用新素材(79 GHzで透過) 車両への組み込みとアプリケーション開発
実環境下での走行試験	センサとアプリケーションの試験(安全関連機能は100万走行kmまで試験)

# RoCC: Radar on Chip for Cars (車両用の、チップに搭載したレーダー)



- BMBF(ドイツ教育研究省)がRoCCに資金を提供
- 予算~18 M€
- 期間: 2008年9月1日から2011年8月31日まで
- 参加機関

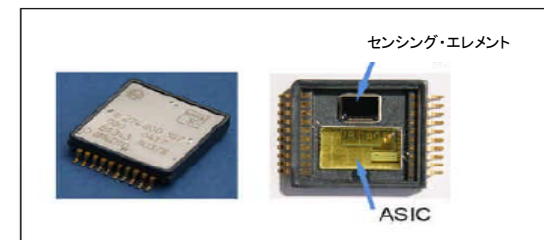
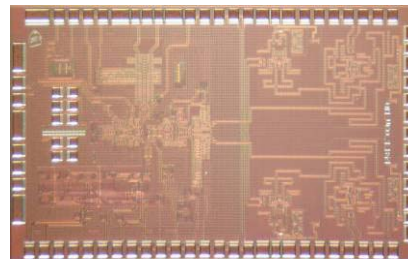
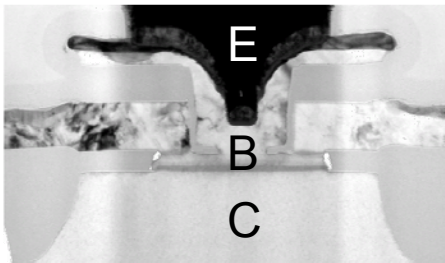


# RoCC: 目標



万人のためのレーダーに基づく自動車の安全の実現！

- 長距離から短距離までに採用可能な76~81 GHzのセンサ・プラットフォーム
- 汎用、低コストのレーダー・トランシーバー(アンテナ内蔵)
- 複雑な実環境に対応できる高感度レーダー・センサ
- SiGe MMICによる高エネルギー効率- 電力消費量を大幅に低減
- SMDパッケージによる76~81 GHz MMIC
- 79 GHz vs. 24/26 GHzのコスト競争力改善
- 自動車用レーダー・アプリケーション向けの500 GHz SiGeテクノロジー・ベース (欧州DOT5プロジェクトによる支援も享受)
- 100 GHzを超える周波数帯への早期の展開



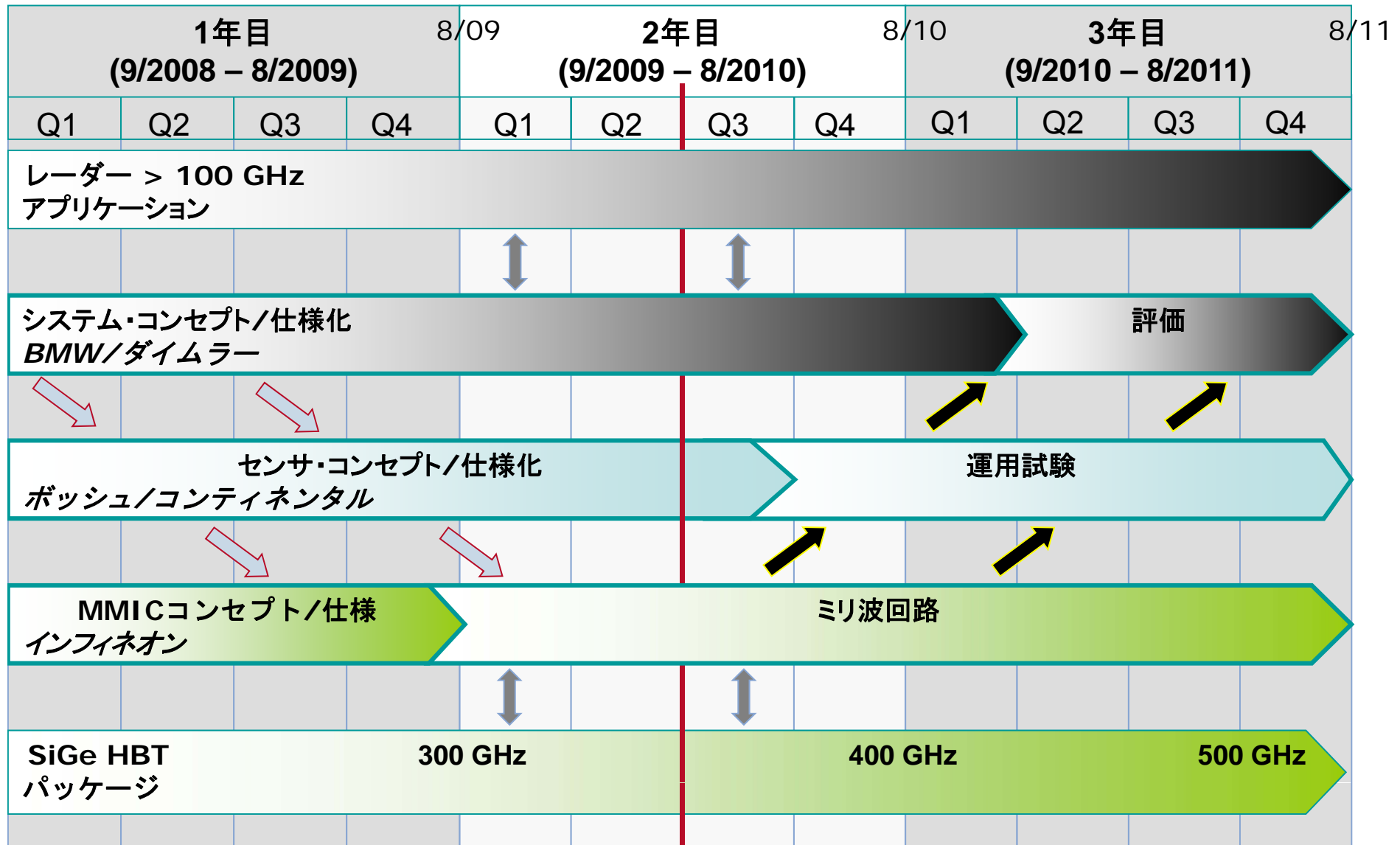
# RoCCの作業分担



- 自動車メーカー (BMW, Daimler)
  - アプリケーションと要求事項の定義
  - システムコンセプトと仕様化
  - 路上試験の実施と評価
  - “設計の整合性” 自動車への搭載 へのコンセプトと調査 (例えばバンパー及び塗装材料の透過)
  - より高周波数の利用への可能性評価 (>100 GHz)
- 自動車部品メーカー (Bosch, Continental)
  - センサー・コンセプトと仕様化
  - 部品の仕様化
  - センサーへの搭載と性能評価
  - 車両への搭載
  - 未来のセンサーに対する革新的コンセプトの樹立 (例えば、先進的アンテナコンセプト)
- 半導体供給会社 (Infineon)
  - SiGe MMICs (小消費電力、高密度実装) の設計と組み立て
  - SiGe の改良技術開発 (“500 GHz” SiGe)
  - MMICsの低価格パッケージング技術の開発
  - パッケージにシステムを搭載するコンセプト (例えばパッケージにアンテナ搭載するコンセプト)



# RoCCの課題と日程



# RoCCの状況 (半分の工程)



- 自動車メーカー (BMW, Daimler)
  - ✓ アプリケーションと要求事項の定義
  - ✓ システムコンセプトと仕様化
    - 路上試験の実施と評価
    - “設計の整合性” 自動車への搭載 へのコンセプトと調査 (例えばバンパー及び塗装材料の透過)
    - より高周波数の利用への可能性評価 (>100 GHz)
- 自動車部品メーカー (Bosch, Continental)
  - ✓ センサー・コンセプトと仕様化
  - ✓ 部品の仕様化
    - センサーへの搭載と性能評価
    - 車両への搭載
    - 未来のセンサーに対する革新的コンセプトの樹立 (例えば、先進的アンテナコンセプト)
- 半導体供給会社 (Infineon)
  - ✓ SiGe MMICs (小消費電力、高密度実装) の設計と組み立て
    - SiGe の改良技術開発 (“500 GHz” SiGe)
    - MMICsの低価格パッケージング技術の開発

# 謝辞



BMBF(ドイツ教育研究省)による"Verbundprojekt:  
Radar on Chips for Cars (RoCC); FKZ: 13N9822"プロジ  
ェクトに対する資金援助に感謝致します。

# MOSARIM MOre Safety for All by Radar Interference Mitigation (レーダー干渉軽減による全者にとって安全性向上)

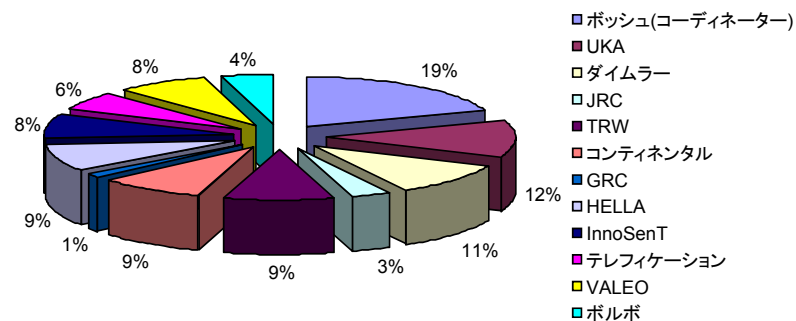
許可契約書番号: 248231  
 期間: 2010年1月1日から2012年12月31日まで  
 テーマ: ICT-2009-4-6.1

## 参加企業・機関:



## 資金枠:

予算: 4.820.693 €  
 資金援助: 2.897.173 €



## MOSARIM MOre Safety for All by Radar Interference Mitigation (レーダー干渉軽減による全者にとって安全性向上)

### モチベーション:

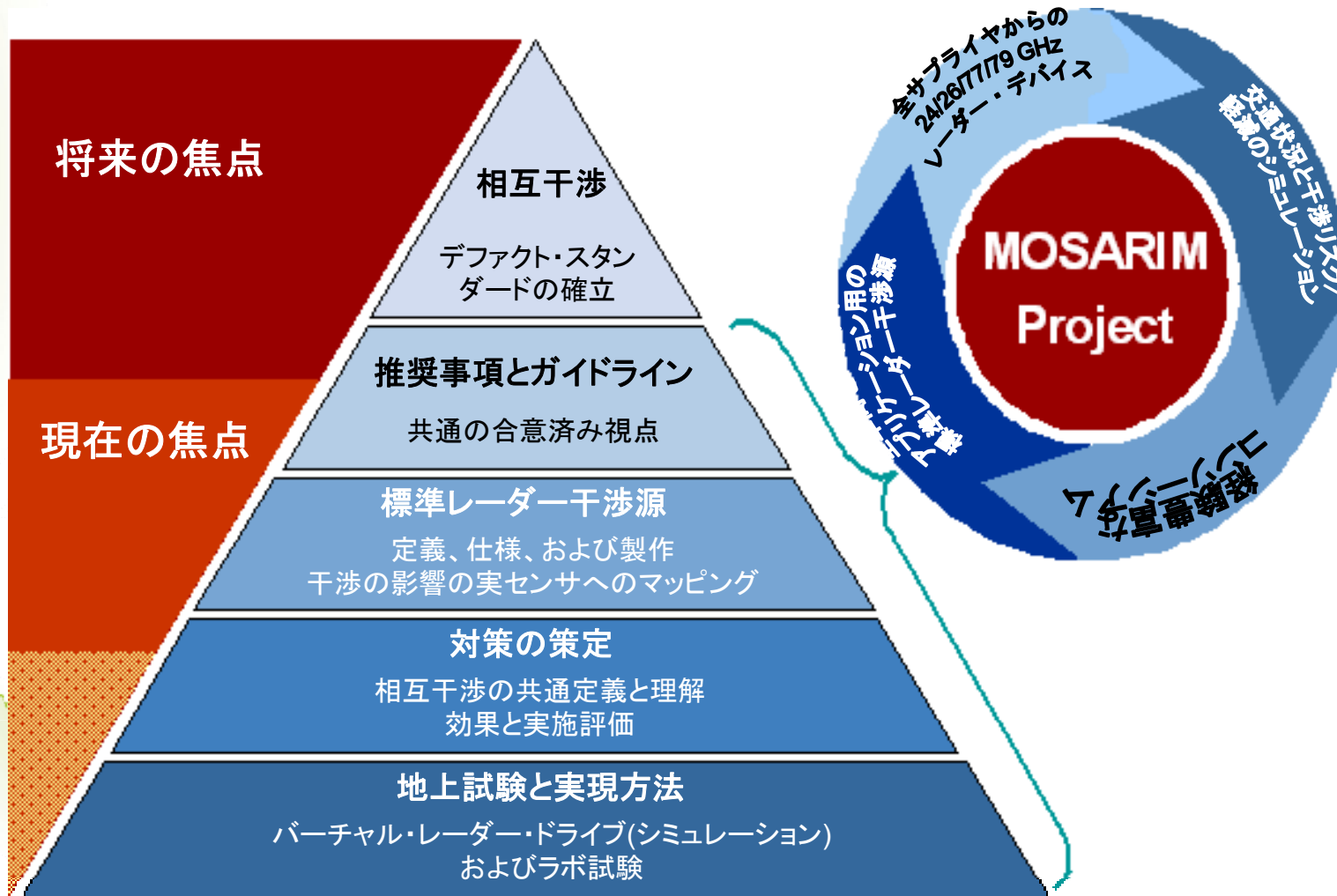
- 車両レーダーのさらなる普及の妨げとなる激しい干渉が生じる前に対策を講じる。
- 欧州において今後競合する可能性のある研究プラットフォーム内の利害関係者全員をまとめる。
- 自動車用レーダーの相互干渉を低減するために、国際的に広く合意された勧告(推奨事項)とデファクト・スタンダードの確立に向けて軌道を準備する。

### 目的:

- レーダーの干渉に関する包括的で現実的なシミュレーション・モデルを確立する。
- 共通の理解と先進テクノロジーに基づく、最初のプラットフォームを設立する。
- 相互のレーダー干渉を低減するために、共通に適用可能な干渉対策を見出す。
- 既存のレーダー・センサを使用して、レーダーが実際に干渉する可能性を評価する。
- 車両レーダーの相互干渉を軽減するための勧告(推奨事項)とガイドラインを策定する。
- 自動車レーダー干渉試験用の基準となる、標準的なレーダー干渉を規定し、履行する。

# MOSARIM MOre Safety for All by Radar Interference Mitigation (レーダー干渉軽減による全者にとって安全性向上)

## プロジェクトの内容と焦点:



- ・ 欧州の77-81 GHz帯は車両搭載レーダの最終形態と考えられている。
- ・ 欧州の2013年に24GHz帯を終結して、79GHz帯に移行する2段階の設定は、自動車の開発と評価サイクルを考慮に入れていなかった。79GHzの技術ギャップは広く認識されている。
- ・ 欧州ではこれらの問題に橋渡しの解決策で対応しようとしている。実際の解決策は現在慎重に論議されている。
- ・ 79 GHz 帯の欧州規制について詳細にご説明した。SARA は、ITS無線システム委員会に欧州標準である EN302264 と可能な限り整合されるよう要望する。
- ・ RoCC プロジェクトの状況について報告した。
- ・ 欧州プロジェクトの MOSARIM についてご紹介した。情報交換の実施が望ましく、欧州との対話が可能である。

## 「79GHz 帯高分解能レーダの技術的条件」に関する意見陳述

2010年2月25日

表記の件につき意見陳述を行うことを希望します。

氏名	大石雅寿（おおいしまさとし）
職業	電波天文学者
意見の要旨	<p>車載高分解能レーダは、安全な道路交通社会に向けて重要な機能を提供する可能性があるが、無線システムの宿命として他の無線業務に干渉を与えてはならないことが大前提である。</p> <p>そこで、これまでの ITU-R 関連会合等への参加経験を踏まえて、以下の観点に基づいて意見を述べる。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. UWB 技術を用いた高分解能レーダは、その占有帯域幅が極めて広いため、無線通信規則第 4.4 条に即した運用が求められること。</li><li>2. 欧州（CEPT）では、79GHz±2GHz をターゲットとした検討が継続的に実施されているものの、その目的は、当該帯域を永続的に使用することが可能かどうかの見極めをすることであり、当該帯域の使用が「決定」されているものではないこと。</li><li>3. 当該レーダと同等の機能を与える代替技術についても検討されていること。</li><li>4. ITS に関する勧告 ITU-R M.1452-1 では、安全な道路社会構築にむけ複数の周波数帯域を同定していること。</li><li>5. UWB デバイスによる無線業務への影響が勧告 ITU-R SM.1757 及びレポート ITU-R SM.2057 にまとめられていること。</li><li>6. 大気吸収のより大きな周波数帯域においては干渉発生の確率が小さくなり、周波数共用がより容易になること。</li><li>7. その他</li></ol>



# ITS無線システム委員会 意見聴取資料

国立天文台  
大石雅寿

# 陳述人の経歴

- 電波天文学者
- 1993年～ : ITU-R関連会合に参加
- 2000年～2009年 : ITU-R WP7D chairman
- 2009年～ : IUCAF chairman
- 科学業務委員会構成員(情通審専門委員)

# CEPTにおける検討状況

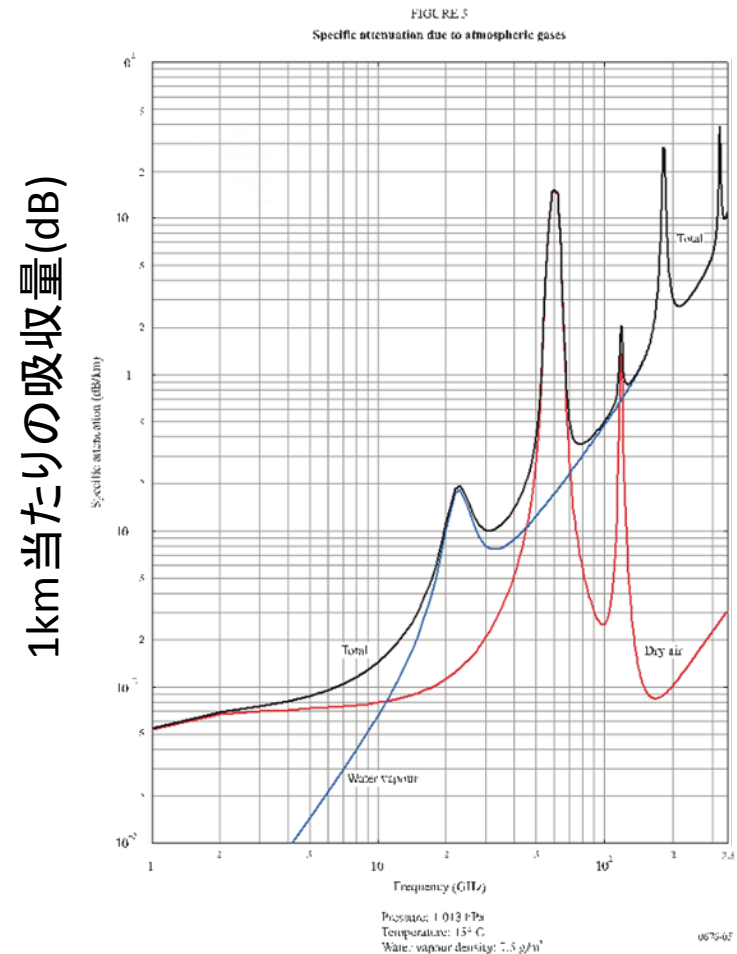
- WGs SE24/FM47において短ミリ波UWBレーダーによる無線通信業務等への影響を評価
- 79 GHz近辺を永続的に使用可能かどうかの検討
- No consensus yet, as of Jan 2010
  - チップメーカー間の意見の相違があり, なかなか進まないと聞く
- The new EC Mandate on SRR
  - consider the development of the automotive SRR technology in the 79 GHz range and report on whether there are any technical barriers to the uptake of the 79 GHz band as the permanent band for automotive SRR in the medium term;

# 79 GHz UWB レーダを取り巻く状況

- 76-81 GHz MMICs
  - Bare-die units only
  - High power consumption
- 他技術の開発
  - 超音波センサー
  - 光学センサー(LIDAR)
  - カメラ
- 電波天文(RAS)を保護するための条件
  - RR 4.4
  - Rep. ITU-R SM.2057
    - UWBの電力とRAS干渉閾値の差 ~ 94 dB (100 devices/km<sup>2</sup>)
    - ~11 dB higher than the case for the 24 GHz UWB radar
  - Single entryの場合の  
離隔距離 ~ 852 km  
(自由空間伝搬の場合)

# 他の帯域候補

- 大気吸収が大きい帯域では、周波数共用しやすい
  - @80 GHz: 0.37 dB/km
  - @60 GHz: 15 dB/km
  - **O<sub>2</sub>による大きな吸収**
  - **No RAS observations @ ~ 60 GHz**



# 結論と提案

- CEPTにおいても短ミリ波UWBが永続的に79GHz近辺を使用するかが未定であることを踏まえ、拙速な決定(5月まで)は避けて、十分な技術検討を行う方が得策
- ITSのためには、~79GHzに拘る必要はなく、周波数共用がより容易な~60 GHzも検討対象に入れるなど、選択肢を増やすのが得策  
→ Rec. ITU-R M.1452-1

# 参考：離隔距離の計算

- RASの干渉閾値  
Rec ITU-R RA.769  
連続波観測 (Table 1)
- (Tolerable) Input Power :  
-189 dBW / 8000 MHz  
→ -198 dBm/MHz
- Freq = 79 GHz,  
Gain = 0 dBi
- Transmitting Power of a  
UWB device: -9 dBm/MHz
- 自由空間伝搬損  
 $L \text{ (dB)} = 92.44 + 20 \log f + 20 \log d$   
f: GHz, d: km
- 必要な損失:  
 $L = -9 - (-198) = 189 \text{ dB}$   
→  $d = 851.9 \text{ km}$

## 「79 GHz 帯の高分解能レーダの技術的条件」に関する意見陳述の要旨

国立天文台 野辺山宇宙電波観測所（代表者 所長 川辺良平）

意見陳述者 助教 高野秀路

お世話になっております。

意見陳述を行いたく、意見の要旨を書かせていただきました。よろしくお願い致します。

（1）対象となる高分解能レーダの使用周波数を、電波天文（およびアマチュア、アマチュア衛星、無線標定）が一次業務として割当を受けている 79 GHz(76-81GHz)帯ではなく、無線標定が割当を受けている 59.3-64 GHz 帯へ移すことを要望する。同周波数帯では 60 GHz を中心とする酸素分子の吸収があるため、自業務での使用範囲より遠距離では、レーダ電波は 79 GHz 帯に比べより大きな減衰を受け、自業務間および他の業務と干渉を起こす危険性が減る（電波天文はこの周波数帯では観測を行うことができないため、電波天文との干渉の可能性は無視できる）。自業務と干渉を起こしにくくなるということは、干渉防御のためのコストを減らし、そのコストメリットにより当該業務の普及可能性を増やすことになり、当該業務を推進したい側の利益になると考える。また従来日本が推進し既に実用化されている 60 GHz 帯 LRR レーダの周波数に近傍する技術的また政策的効果が期待される。

（2）電波天文観測への干渉を評価する際には、電波天文保護基準として国際電気通信連合の勧告 ITU-R RA.769 を用いることを要望する。

（3）79 GHz 帯を用いる場合において、干渉計算の結果、レーダの電波強度がある離隔距離以内で上記の勧告の閾値を上回る場合には、その離隔距離以内ではレーダを GPS 等の手段により自動停止するように要望する。これは、既に総務省からパブリックコメントに付された 22-29 GHz UWB レーダの場合にも取られた方策である。

以上



# 「79GHz帯高分解能レーダ」の技術的条件」 に関する意見陳述

国立天文台  
野辺山宇宙電波観測所  
(代表者： 所長 川辺良平)

意見陳述者： 高野秀路

# 79 GHz帯域における電波天文観測の重要性

## 典型的な電波天文観測の流れは？

アンテナで電波を受信



野辺山45m  
電波望遠鏡

低雑音  
受信機

電波  
分光器

(例) 暗黒星雲に  
存在する分子が  
出す線スペクトル



■現在の該当周波数帯での受信機： 72 – 115 GHz

■世界最高水準の低雑音の該当周波数帯での受信機を新規製作中

## 79 GHz帯域でどのような観測を主に行っているのか？

天文学において、天体の基本である「星」がどのようにして誕生するかを研究することは、重要で大きなテーマ： ガスや塵が、どのように、どのぐらいの時間で収縮していくのか？ 星の質量は何で決まるか？ (地球のような) 惑星は？

→ 一つの効果的な手法として暗黒星雲で重水素が含まれる分子を観測

$N_2D^+$  77.1 GHz, HDO 80.6 GHz, DNC 76.3 GHz

79 GHz帯域には基本的な遷移が存在し、存在量を調べるのに不可欠

→ 重水素は時間とともに分子に濃縮されるので、時計の役割をはたす

→ 暗黒星雲から星が誕生するまでの様子を時系列に調べることができる

## UWB車載レーダ (22-29 GHz)

普及制限: 2016年まで(時限的措置)、ここでの普及率0.1%以下

実施制限: 電力(-41.3 dBm / MHz)

電波天文台近傍(離隔距離)で自動停止

例: 8 km(野辺山)、17 km(苫小牧)

### 既存レーダとの比較

	周波数	占有周波数帯域幅	電力	空中線利得	最大分解能	測距可能な距離
UWBレーダ	22~29GHz	4750MHz以下	-41.3dBm/MHz	—	3cm程度	最大 30m 程度

総務省資料より引用

79GHz帯レーダ(短距離モード) (長距離モード)	77~81GHz を候補に検討	今後具体的に検討	数cm程度 数10cm程度	最大 数10m程度 最大 数100m程度
-------------------------------	--------------------	----------	------------------	-------------------------

### 海外

- 欧州では2004年に制度化 周波数帯:77GHz~81GHz 出力:-9dBm/MHz(125μW/MHz)  
(今後、米国、アジア諸国等でも導入に向けた検討が開始されることが想定)

## 79 GHz帯高分解能レーダ (77-81 GHz)

特徴: 高出力電力 及び 高普及率

普及制限: 時限的措置なし 及び 普及率制限なし(UWB車載レーダの1000倍)

実施制限: 電力例(欧州 -9 dBm / MHz (UWB車載レーダの1000倍))

⇒ 他業務(電波天文等)への影響は... UWB車載レーダの約百万倍

要望事項: 干渉しきい値を超える場合には、電波天文台近傍  
(離隔距離)で自動停止 例: ? km(野辺山)

# 電波天文の最大許容干渉しきい値

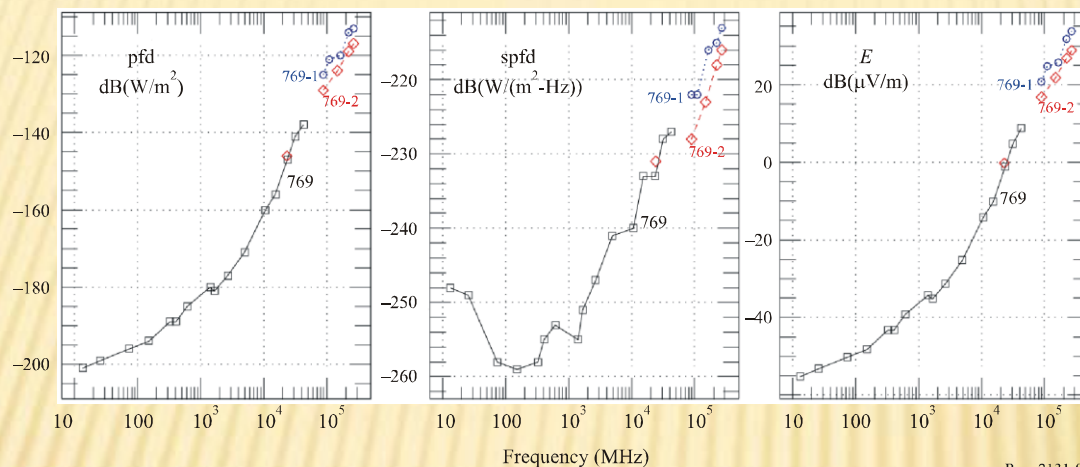
## ITU-R RA.769-2の適用を要望

(22-29 GHz UWBLレーダの評価基準として採用)

### 連続波

FIGURE 1

Threshold levels of interference detrimental to continuum observations

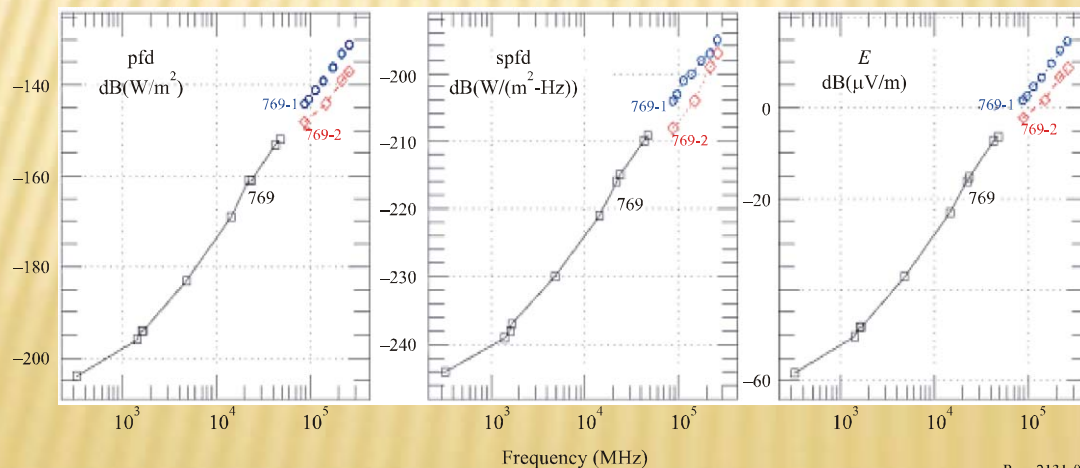


Rep. 2131-01

### スペクトル線

FIGURE 2

Threshold levels of interference detrimental to spectral line observations



Rep. 2131-02

Report  
ITU-R RA.2131  
から引用

## 60 GHz帯へ移すことを要望（無線標定割当 59.3-64 GHz）

普及制限： 時限的措置なし 及び 普及率制限なし

実施制限： 電力例(-9 dBm / MHz)

大気中の酸素分子の吸収特性： 約15 dB / km

(ITU-R P.676-8)

→ 0.2 kmの離隔なら約半分に減衰

→ この周波数領域では、地上からの電波天文観測は不可能なため、  
基本波による電波天文への干渉は無視できる

電波天文台近傍(離隔距離)で自動停止が必要な可能性は？

高調波や帯域外輻射の適切な干渉軽減策を

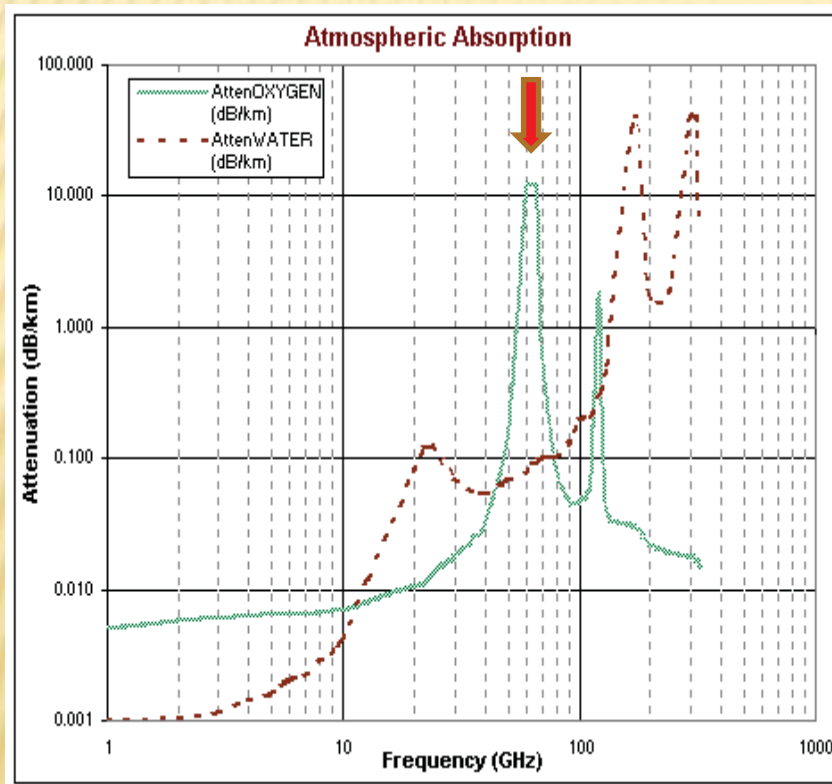
レーダー側に施した場合には、自動停止が不要となる  
可能性が高い。

**\*\* 強力な空間減衰特性(有効な離隔減衰特性を提供) \*\***

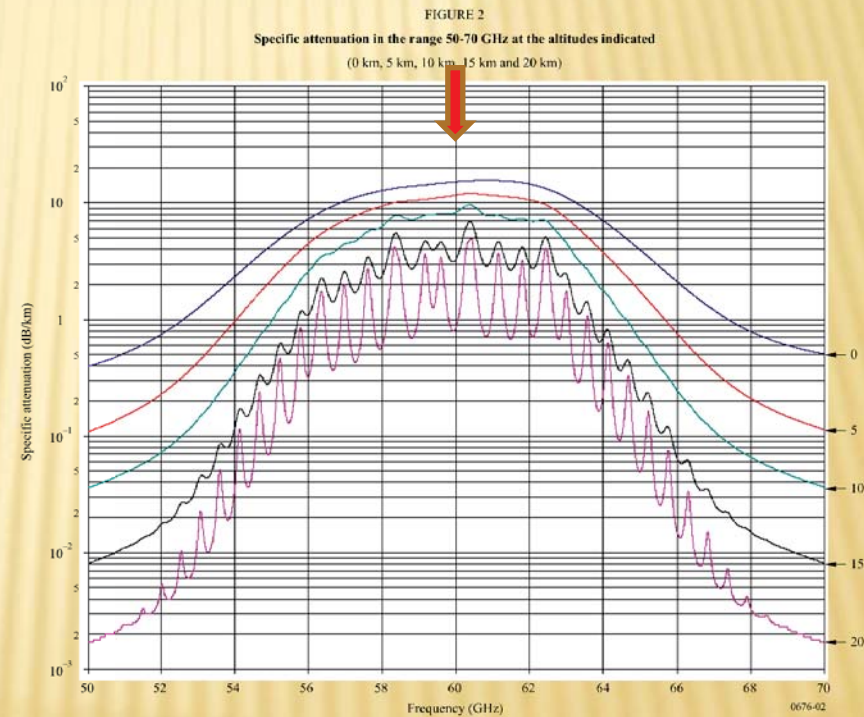
**\*\*\* 車載レーダに極めて有効、レーダ対象距離外にて大幅減衰**

**\*\*\* 車載レーダ間(自業務間)の干渉軽減にも効果的 \*\*\***

# 大気中の60 GHz帯酸素分子の吸収特性 (広帯域図と拡大図)



1 GHz    10 GHz    100 GHz



50 GHz    60 GHz    70 GHz

ITU-R P.676から引用