

情報通信審議会 情報通信技術分科会

陸上無線通信委員会報告（案）

概要

**「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち
「76GHz帯小電力ミリ波レーダーの高度化に関する技術的条件」について**

**令和8年1月
陸上無線通信委員会
76GHz帯小電力ミリ波レーダー高度化作業班**

陸上無線通信委員会

第68回（令和3年12月14日～24日）

技術的条件の見直しに向けた検討事項及びスケジュールについて検討を行い、委員会の下に設置した作業班にて実施することとした。

76GHz帯小電力ミリ波レーダー高度化作業班

第4回（令和4年2月16日）

作業班の運営方針及び検討の進め方について確認を行った。
76GHz帯小電力ミリ波レーダーの利用状況について関係者から説明され、議論を行った。
電波天文の現状等について関係者から説明され、議論を行った。
電通・公共・一般業務（固定・移動）の現状等について関係者から説明され、議論を行った。

第5回（令和4年4月1日）

76GHz帯小電力ミリ波レーダーに係る海外の技術基準や利用状況に関して関係者から説明され、議論を行った。
電波天文に係る動向や干渉検討の試行について関係者から説明され、議論を行った。

審議概要

第1章 検討の背景

第2章 76GHz帯小電力ミリ波レーダーの高度化

第3章 他の無線システムとの周波数共用の検討

第4章 技術的条件

第5章 今後の検討課題

別表

陸上無線通信委員会 構成員名簿

76GHz帯小電力ミリ波レーダー高度化作業班 構成員名簿

76GHz帯（76-77GHz）車載ミリ波レーダーは、1990年代以降、欧米を中心に国際的に標準化され、日本においても1999年の制度化以降、追従走行支援（ACC）や衝突被害軽減機能等を中心に広く利用されてきた。

2015年には、国際的な動向を踏まえ、占有周波数帯域幅を500MHzから1GHzに拡張する制度改正が行われている。

一方、近年では自動運転の社会実装や高度な運転支援システムの普及に伴い、**車両周辺の歩行者・自転車等を含めた対象の検知性能に対する要求が高まっている。これに対応するためには、車載レーダーの高度化に関する検討が必要**となる。

本作業班では、**こうした技術動向や利用環境の変化を踏まえ、76GHz帯小電力ミリ波レーダーの更なる高度化に向けた技術的条件について検討するとともに、同一周波数帯および隣接周波数帯の他業務への影響について技術的な評価を実施**する。

自動ブレーキシステムの義務化

【主な試験方法】（赤字は、今回の改正案により追加される部分）

①静止車両に対する試験



②走行車両に対する試験



③歩行者に対する試験

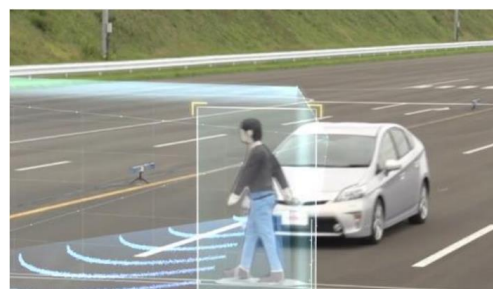


④自転車に対する試験



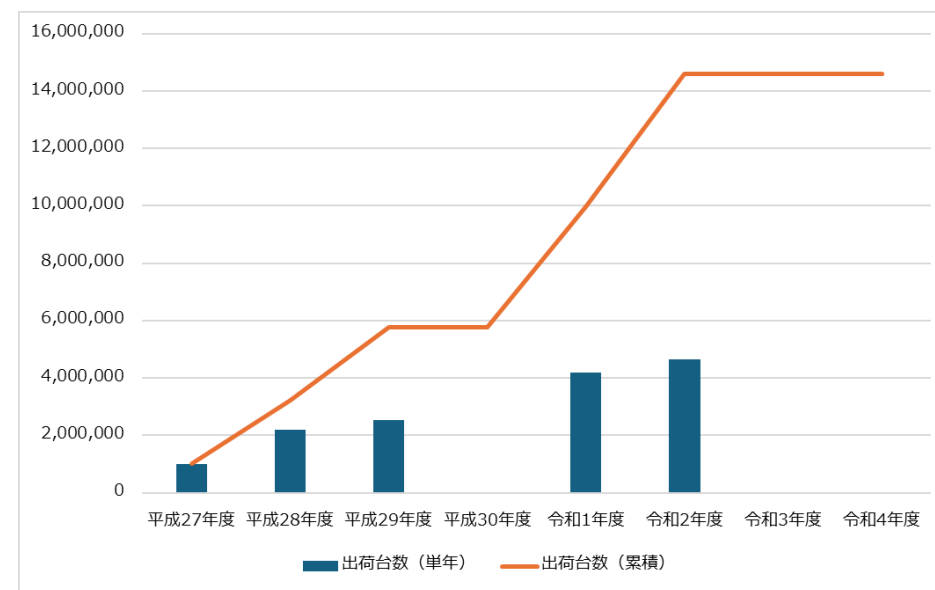
※車両総重量3.5t以下の貨物車

自動ブレーキシステムに 利用される車載レーダー



車両に搭載されたミリ波レーダー
で歩行者や車両等を検知

76GHz帯車載レーダーの普及状況※



※平成30年の出荷台数は、電波の利用状況調査の調査結果では公開されていない。

近年、自動運転の社会実装や高度な運転支援システム（ADAS）の普及に伴い、車両周辺の歩行者や自転車等を含めた対象を、広角かつ遠距離で検知できる車載センサの重要性が一層高まっている。とりわけ、ミリ波レーダーは雨や霧、逆光等の環境条件下でも安定した検知性能を有することから、車両周辺監視における中核的なセンサとして位置付けられている。

日本における76GHz帯小電力ミリ波レーダーは、制度化当初、主に追突防止や追従走行支援（ACC）を想定して技術基準が定められており、**空中線電力および空中線利得をそれぞれ個別に上限値を設ける方式が採用されている**。この方式では、視野角を拡大するために空中線利得を低下させると検知距離が低下するなど、**広角化と長距離検知を同時に実現する設計に一定の制約**が生じている。

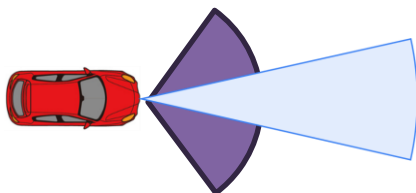
一方、**諸外国では、車載レーダーの出力規制として等価等方輻射電力（EIRP）の上限値を規定する方式が一般的**であり、アンテナ設計と送信電力を柔軟に組み合わせることで、**検知距離を維持したまま視野角を拡大**する高機能なレーダーの導入が進められている。

このような技術動向および諸外国の動向を踏まえ、76GHz帯小電力ミリ波レーダーの更なる高度化を図る観点から、出力規制の在り方について検討する。

日本の規定と諸外国の規定によるレーダーの差

日本の規定

- ①遠距離用に空中線利得を上げる
- ②広角用に空中線利得を下げる(EIRP低下により検知距離は低下)のいずれかの設計となる

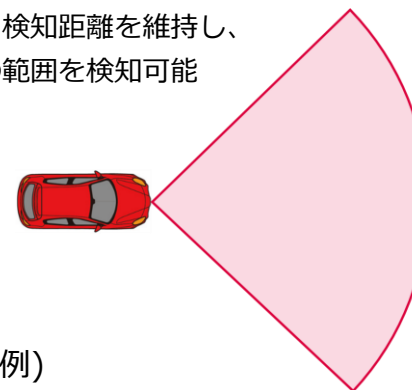


(設計例)

①EIRP※1	空中線電力 [上限10mW※2]	空中線利得 [上限40dBi]
50dBm =	10dBm	+ 40dBi
②EIRP	空中線電力	空中線利得
30dBm =	10dBm	+ 20dBi

諸外国の規定

広角用に空中線利得を下げた分、空中線電力を上げることで検知距離を維持し、広角遠距離の範囲を検知可能



(設計例)

EIRP [上限50dBm]	空中線電力	空中線利得
50dBm =	30dBm	+ 20dBi

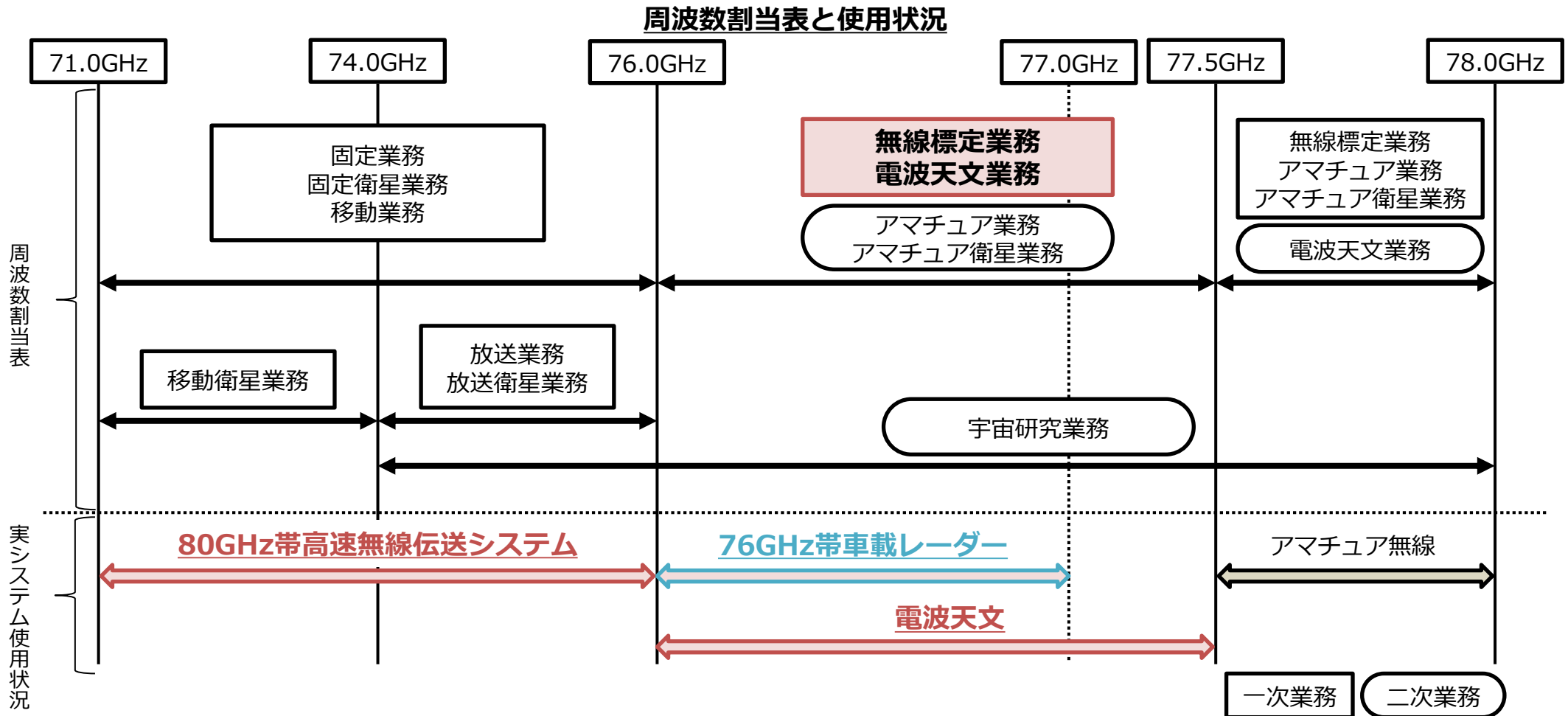
※1：EIRP（Equivalent Isotropically Radiated Power）とは、空中線に供給される電力に与えられた方向における空中線の絶対利得を乗じたものをいう。
 ※2：空中線電力の規定値は電波法令上「10mW以下」とされているが、本スライドではEIRP算出の説明のため、当該値をdBm表記に換算して記載している。

76GHz帯小電力レーダーと同一周波数帯及び隣接周波数帯の使用状況は次の通り。

同一周波数帯を含む帯域には、電波天文業務が一次業務として割り当てられており、実システムとして存在する。また二次業務としてアマチュア無線業務、宇宙研究業務が位置づけられている。

一方で隣接周波数帯には、一次業務として、固定業務、固定衛星業務、移動業務および放送業務、放送衛星業務が存在する。そのうち実際に使用されている**実システムは、80GHz帯高速無線伝送システムのみ**である。

上記を踏まえ、本検討では、電波天文業務および80GHz帯高速無線伝送システムとの共用検討を行うこととする。



電波天文業務との共用

電波天文業務として76GHz帯を観測するサイトとして運用中なのは、国立天文台野辺山宇宙電波観測所（以下、野辺山天文台）であり45m電波望遠鏡による観測が行われている。

野辺山天文台は、76GHz～77.581GHzにおいて電波法第56条第1項の規定による電波天文業務の用に供する受信設備の指定を受けている。

電波天文業務の用に供する受信設備の指定状況

告示	設置者	設置場所（地番、緯度経度省略）	受信しようとする電波の周波数	期間
令和5年 総務省告示 第107号	自然科学研究機構	・長野県南佐久郡南牧村野辺山	15.35GHz～15.4GHz 22.21GHz～22.5GHz 23.6GHz～24.0GHz 31.3GHz～31.8GHz 42.5GHz～43.5GHz 76.0GHz～77.5GHz 79.0GHz～94.0GHz 94.1GHz～116.0GHz	令和5年3月25日 ～ 令和15年3月24日
令和2年 総務省告示 第415号	自然科学研究機構	・岩手県奥州市水沢星ガ丘町 ・東京都小笠原村父島字旭山 ・鹿児島県薩摩川内市入来町浦之名 ・沖縄県石垣市字登野城嵩田	22.21GHz～22.5GHz 23.6GHz～24.0GHz 42.5GHz～43.5GHz 85.5GHz～92.0GHz	令和2年12月10日 ～ 令和12年12月9日
令和2年 総務省告示 第3号	東北大学	・宮城県大崎市鳴子温泉蓬田 ・宮城県登米市米山町字桜岡貝待井 ・宮城県刈田郡蔵王町遠刈田温泉七日原 ・福島県相馬郡飯舘村前田字前田	25.55MHz～25.67MHz	令和元年12月20日 ～ 令和11年12月19日
平成30年 総務省告示 第363号	東海国立大学機構	・山梨県南都留郡富士河口湖町富士ヶ嶺 ・長野県木曽郡上松町大字小川字才児山 ・愛知県豊川市穂ノ原	325.75MHz～328.60MHz	平成30年12月2日 ～ 令和10年12月1日

電波天文業務との共用

- 車両複数台による受信設備への与干渉量は、**送信側の性能・電波伝搬の過程で生じる損失・受信側の性能**により導出される**車両1台ごとの与干渉量を電波の位相を考慮し積み上げて算出**する。
- 車両台数は、**道路の交通量に基づき統計的に車両を走行させるモデル**と、**周辺の地形を微小単位のメッシュに分割しメッシュごとの車両密度を算出するモデル**を組み合わせるシミュレーションする。
- 送信側の諸元として、空中線電力は車載用ミリ波レーダー半導体の現在の出力限界とされる**15dBm**を採用する。**新型レーダーの普及率は自動車種別に新規販売車両台数に対する導入率を予測**し、その条件下での与干渉量を求める。
- モンテカルロ法を用いたシミュレーションにより得られた結果の98%値（被干渉側の指定値）が許容干渉電力である-198.4dBm/MHzを超過するかを比較する。
- 以上の条件に基づいたシミュレーション結果が下表のとおりであり、新型レーダーの**普及率が0.1%以下で電波天文と共用可能**という結論に達した。また、**2032年年頃と予測される普及率が0.1%を超える前に与干渉量を低減させる方策を検討することで共用可能**とする。

野辺山観測所のシミュレーション結果

		2031年	2032年	2036年
レーダー普及率		0.1%	0.3%	1.5%
与干渉量 (dBm/MHz)	中央値	-210.469	-205.697	-198.708
	98%値	-203.046	-198.274	-191.285

80GHz帯高速無線伝送システムとの共用

76GHz帯小電力ミリ波レーダーの隣接周波数帯に導入された80GHz帯高速無線伝送システムは、それぞれの制度整備の際に、必要に応じて技術検討を行った上で、実運用上、周波数の共用・共存が可能との整理がなされて導入されてきている。

今回の検討においては、**帯域外領域やスプリアス領域における不要発射の強度の許容値といった隣接周波数に影響するような技術基準の変更は行わないことから、過年度の検討結果に基づき、共用は可能であると判断できる。**

76GHz帯小電力ミリ波レーダーに係る技術基準の変更点

項目	規定値
周波数	76.5 GHz
指定周波数帯	76.0 ～ 77.0 GHz
空中線電力	0.01 W 以下
空中線電力の許容誤差	上限：50%、下限：70%
空中線利得	40 dBi 以下
周波数の許容偏差	76.0 ～ 77.0 GHz
占有周波数帯幅の許容値	500 MHz
帯域外領域における不要発射の強度の許容値	100 μW 以下
スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	50 μW 以下

技術基準改定に係る項目

帯域外領域・スプリアス領域における不要発射の強度の許容値が改正前後で変化しない

平成26年12月に開催された76GHz帯小電力ミリ波レーダー高度化作業班（第3回）において、占有周波数帯幅の変更（500MHz幅から1GHz幅への拡張）による80GHz帯高速無線伝送システムとの共用検討が行われた。当時の与干渉の検討結果は以下の通りである。

76GHz帯レーダーの現行の技術基準において帯域外の不要発射の強度の許容値は、無線設備規則（昭和二十五年十一月三十日電波監理委員会規則第十八号）別表第三号（第7条関係）に定められており、これらの値は960MHzを超える10W以下の無線設備に適用されている。

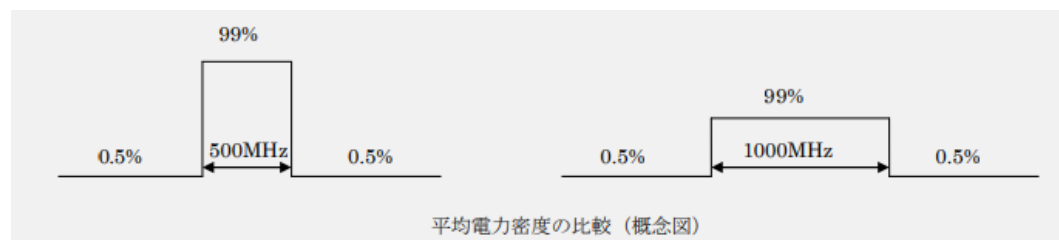
帯域外領域における スプリアス発射の強度の許容値	100 μ W以下
スプリアス領域における 不要発射の強度の許容値	50 μ W以下

※参照帯域幅は1MHz

現行（占有周波数帯幅500MHz）の際の帯域外領域は下記になる。

74.5GHz以上76.0GHz未満 および 77.0GHz超78.5GHz以下

これは指定周波数帯幅によるものであるから、今般、占有周波数帯幅を1GHzに拡張したとしても変更はない。



占有周波数帯幅が500MHzから1GHzに拡大してもレーダーから発射される総電力（空中線電力0.01W以下）は変わらない為、99%の電力範囲の定義から算出される不要発射の電力の最大値（片側0.5%=0.05mW）も変化しない。

80GHz帯高速無線伝送システム作業班においては、ITU-R勧告(M.2057)に記載のRadar Aのパラメータを用いて、76GHz帯レーダーから80GHz帯高速無線伝送システムへの干渉の影響が検討され、サイトエンジニアリング対応により、76GHz帯レーダーと共存可能との結論が出ている

現行の技術基準のうち、ミリ波レーダーの空中線電力に関する規定を、下記の通り修正する。

「0.01W以下。ただし、等価等方輻射電力が50dBm以下となるものについては1W以下。」

根拠法規	内容
電波法 (無線局の開設) 第四条	無線局を開設しようとする者は、総務大臣の免許を受けなければならない。ただし、次に掲げる無線局については、この限りでない。 三 空中線電力が一ワット以下である無線局のうち総務省令で定めるものであつて、第四条の三の規定により指定された呼出符号又は呼出名称を自動的に送信し、又は受信する機能その他総務省令で定める機能を有することにより他の無線局にその運用を阻害するような混信その他の妨害を与えないように運用することができるもので、かつ、適合表示無線設備のみを使用するもの
電波法施行規則 (免許を要しない無線局) 第六条 第四項	法第四条第三号の総務省令で定める無線局は、次に掲げるものとする。 二 次に掲げる条件に適合するものであつて、総務大臣が別に告示する電波の型式及び空中線電力に適合するもの(以下「特定小電力無線局」という。) (11) ミリ波レーダー(ミリメートル波帯の周波数の電波を使用するレーダーであつて、無線標定業務を行うもの((12)に規定する移動体検知センサーを除く。)をいう。)用で使用するものであつて、次に掲げる周波数の電波を使用するもの (二) 七六GHzを超え七七GHz以下の周波数
無線設備規則 (特定小電力無線局の無線設備) 第四十九条の十四	特定小電力無線局の無線設備は、次の各号の区別に従い、それぞれに掲げる条件に適合するものでなければならない。 十四 六〇GHzを超え六一GHz以下又は七六GHzを超え七七GHz以下の周波数の電波を使用する無線標定業務のもの イ 一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。ただし、空中線系については、この限りでない。 ロ 通常起こり得る温度若しくは湿度の変化又は振動があつた場合において、支障なく動作するものであること。 ハ 計測時以外においては電波の発射を停止する機能を有すること。 ニ 送信空中線は、その絶対利得が四〇デシベル以下であること。
平成元年郵政省告示 第四十二号 電波法施行規則第六条第 四項第二号の規定に基づ く特定小電力無線局の用 途、電波の型式及び周波 数並びに空中線電力	電波法施行規則(昭和二十五年電波監理委員会規則第十四号)第六条第三四項第二号の規定に基づき、特定小電力無線局の用途、電波の型式及び周波数並びに空中線電力を次のように定める。 特定小電力無線局の電波の型式、周波数及び空中線電力は、次に掲げる用途の区分に従い、それぞれの表のとおりとする。 十一 ミリ波レーダー用 周波数:七六・五GHz 空中線電力:〇・〇一ワット以下 ↓ 【改正案】 空中線電力:〇・〇一ワット以下。 ただし、等価等方輻射電力が五〇デシベル以下となるものにあつては、一ワット以下であること。

本共用検討では、等価等方輻射電力のみを制限する基準に則したミリ波レーダーについて、搭載車の普及率が0.1%以下で電波天文と共用可能という結論に達した。また、普及率が0.1%を超える前に与干渉量を低減させる方策を実施することで共用可能と述べた。

普及率が0.1%を超えると予測される2032年以降の共用に向けた方策については、以下の通り進めることとする。

- ① 共用に向けた方策は2026年度から関係者等と連携しながら、以下の点を考慮し検討する。
 - 本シミュレーションでは、電波伝搬減衰や受信側のパラメータはITU-R等において定められた基準値や計算式を用いて与干渉量の算出を行った。ただしこれらの基準値や計算式は計算のしやすさを考慮したものであるため、地表面に近い位置からのレーダー波による電波天文の観測設備への実際の影響等、技術的な検証が必要である。
 - 将来に向けた影響の具体的な調査を行い、当該ミリ波レーダー搭載車両の普及に鑑み、対策の必要性およびその内容と効果についての検討が必要である。
- ② ①の検討は、国立天文台野辺山宇宙電波観測所を対象とする。
なお他の電波天文業務の実施箇所に関しては、当地における電波天文業務の準備状況を踏まえ、今後、本検討で用いた計算方法等を利用した上で、現地の社会環境も考慮し与干渉量等について検討を行うことが望まれる。

陸上無線通信委員会 構成員名簿

資料6-3

氏 名	主 要 現 職
主査 専門委員 三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
委員 高田 潤一	東京科学大学 執行役副学長（国際担当）／環境・社会理工学院 教授
〃 藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
専門委員 飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 調査研究部 研究主幹
〃 井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃 伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
〃 今村 浩一郎	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 研究主幹
〃 太田 香	東北大学 大学院 情報科学研究科 教授
〃 加藤 康博	NTT株式会社 技術企画部門 電波室長
〃 岡野 直樹	一般社団法人電波産業会 専務理事
〃 杉浦 誠	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
〃 杉本 千佳	横浜国立大学大学院工学研究院 知的構造の創生部門 准教授
〃 田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 技術統括室 業務執行役員 ナショナルテクノロジーオフィサー
〃 豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長
〃 生田目 瑛子	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会委員
〃 藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
〃 松尾 綾子	株式会社東芝 防衛・電波システム事業部 小向工場 フェロー
〃 森田 耕司	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 会長
〃 吉田 貴容美	日本無線株式会社 ソリューション事業部 マイクロ波通信技術部 衛星移動通信システムグループ 課長

76GHz帯小電力ミリ波レーダー高度化作業班 構成員名簿

資料6-3

氏 名		主 要 現 職
主任	豊嶋 守生	(国研) 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究センター長
主任代理	高田 潤一	東京科学大学 執行役副学長
構成員	青柳 靖	古河AS(株) 第3技術本部
"	大橋 洋二	1Finity(株) モバイルシステム事業本部 技術企画統括部
"	小竹 信幸	(一財) テレコムエンジニアリングセンター 技術部 技術部長
"	小花 貞夫	電気通信大学 学長特別補佐
"	金子 明	(一社) 日本アマチュア無線連盟 電磁環境委員会 委員
"	河合 茂樹	ITS情報通信システム推進会議 ミリ波システム専門委員会 ミリ波レーダTG主査 / デンソー
"	高橋 和晃	I T S 情報通信システム推進会議 ミリ波システム専門委員会 専門委員長
"	高橋 政則	NECプラットフォームズ株式会社
"	中澤 進	NHK 放送技術研究所 主任研究員
"	橋本 昌史	(国研) 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室長
"	平野 健太	日本自動車輸入組合 / ビー・エム・ダブリュー株式会社 デベロップメント・ジャパン プロダクト・デベロップメント マネジャー
"	平松 正顕	国立天文台 周波数資源保護室長
"	藤田 雄也	本田技研工業(株) 四輪事業本部 四輪事業本部 S D V 事業開発統括部 先進安全・知能化ソリューション開発部 先進安全コンポーネント開発課 アシスタントチーフエンジニア
"	藤本 浩	日産自動車(株) 電子技術・システム技術開発本部 AD/ADAS先行技術開発部 戦略企画グループ
"	谷田部 智之	(株) 三菱総合研究所 モビリティ・通信政策本部 主席研究員
"	山田 雅也	住友電気工業(株) 情報ネットワーク研究開発センター 無線システム研究部
"	山本 信	トヨタ自動車(株) デジタル情報通信本部 情報通信企画部 ITS推進室長
"	渡部 聡彦	(一社) 電波産業会 研究開発本部 I T S グループ