

令和 4 年 3 月 22 日

総 務 大 臣

金 子 恭 之 殿

情報通信審議会

会 長 内 山 田 竹 志

答 申 書

平成14年9月30日付け諮問第2009号「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「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「5.2GHz帯自動車内無線LANの導入のための技術的条件」について、審議の結果、別添のとおり答申する。

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

平成14年9月30日付け諮問第2009号

「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

「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」のうち

「5.2GHz帯自動車内無線LANの導入のための技術的条件」

令和4年3月
陸上無線通信委員会

目次

I. 検討事項	4
II. 委員会及び作業班の構成	4
III. 検討経過	4
IV. 検討の概要	6
第1章 検討の背景	6
第2章 5.2GHz 帯無線 LAN システムの概要	8
2.1. 5.2GHz 帯無線 LAN システムの導入経緯	8
2.2. 5.2GHz 帯無線 LAN システムの利用状況	10
2.3. 国際標準化動向（WRC-19）	13
2.4. 諸外国の規格動向	17
2.5. 国内の無線 LAN システムの現状と動向	19
第3章 自動車内における無線 LAN 利用	25
3.1. 自動車内における新たな利用ニーズ	25
3.2. 普及予測	29
第4章 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムに対する要求条件	34
4.1. 必要なチャネル数	34
4.2. 必要な e. i. r. p.	36
第5章 他の無線システムとの周波数共用条件	37
5.1. 周波数共用検討の条件	37
5.2. 周波数共用検討における基本的な考え方	40
5.3. 個別システムとの周波数共用検討結果	40
第6章 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの技術的条件	53
6.1. 一般的条件	53
6.2. 無線設備の技術的条件	57
第7章 制度化に向けた諸課題	69
7.1. 周波数共用条件を担保するための使用・運用条件	69
7.2. 制度整備に向けた留意点	69
第8章 今後の検討課題	70
V. 検討結果	71

I. 検討事項

陸上無線通信委員会（以下「委員会」という。）は、情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日諮問）のうち、「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための技術的条件」について検討を行った。

II. 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別表 1 のとおりである。

検討の促進を図るため、委員会の下に設置されている 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（以下「作業班」という。）において、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための技術的条件について調査を実施した。

作業班の構成は別表 2 のとおりである。

III. 検討経過

1 委員会における検討

① 第 64 回陸上無線通信委員会（令和 3 年 4 月 8 日）（メール検討）

「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、「無線 LAN システムの高度化利用に係る技術的条件」の検討開始並びに 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN 及び 6GHz 帯無線 LAN 周波数拡張に係る技術的条件に関する調査の進め方の検討を行った。

② 第 67 回陸上無線通信委員会（令和 3 年 10 月）（メール検討）

作業班において検討が行われ取りまとめられた、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための技術的条件に関する報告（案）の検討を行った。

2 作業班における検討

① 第1回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和3年4月27日）

無線 LAN 高度化に係る技術的条件の検討開始に至る経緯説明、5.2GHz 帯無線 LAN の標準化動向及び利用動向並びに 6GHz 帯無線 LAN の標準化動向、諸外国動向及び利用動向に関する説明がなされた。また 6GHz 帯の周波数を使用する既存無線システム（固定通信システム、固定衛星通信システム、放送番組中継システム）の運用状況に関する説明がなされ、今後の検討の進め方等の検討を行った。

② 第2回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和3年6月29日）

5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための既存無線システムとの周波数共用条件及び 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の技術的条件の検討を行った。また 6GHz 帯無線 LAN と既存無線システムとの共用検討に関する検討を行った。

③ 第3回 5.2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班（令和3年9月7日）

5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための技術的条件をとりまとめた作業班報告書案の検討を行った。また 6GHz 帯無線 LAN と既存無線システムとの共用検討に関する検討を行うとともに、陸上無線通信委員会への中間報告について検討を行った。

第3回作業班終了後に 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入のための技術的条件に関する報告書案について確認作業を行い、修正意見を反映した作業班報告書案を取りまとめた。また 6GHz 帯無線 LAN と既存無線システムとの共用検討に関する中間報告案を取りまとめた。

IV. 検討の概要

第1章 検討の背景

近年、スマートフォンやタブレット端末等の普及により、移動通信システムのトラヒックは年々増加傾向にある。そのため、急増するトラヒックを迂回するオフロード先として無線 LAN を活用する傾向にある。また、無線 LAN の利用は、家庭やオフィスでの利用のみならず、駅や空港、観光地スポットなどに広がっており、今後は自動車内をターゲットとした利用も想定されている。

2019 年ラグビーワールドカップや 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に備え、観客等のユーザーのトラヒック需要に的確に応えるため、平成 30 年（2018 年）に情報通信審議会において、5.2GHz 帯無線 LAN の屋外利用を可能とするための高出力化を目指し同一周波数を使用する衛星通信システムとの共用検討を行い、5.2GHz 帯無線 LAN の技術的条件について一部答申を得た。本制度化の際に、周波数共用の相手方となる衛星通信システムを保護する観点から、屋外利用の際の無線 LAN の台数管理を行うために登録局制度を導入した。

2019 年に開催された ITU 世界無線通信会議（WRC-19）において、5150-5250MHz 帯の無線 LAN の屋外利用を世界的に可能とするため、衛星通信システムとの共用条件等を規定し、無線通信規則（RR）が改訂された。

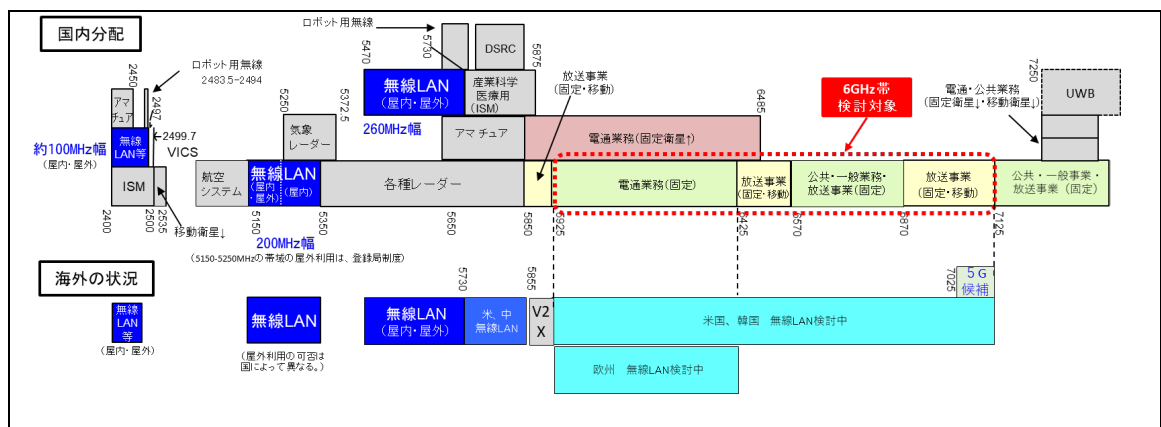
これを受け、総務省では、周波数再編アクションプランの改定に係るパブコメ手続における無線 LAN 関係者からの意見・要望を踏まえ、令和 2 年度第 2 次改訂版（令和 2 年 11 月 13 日公表）において、5.2GHz 帯における自動車内の利用に係る無線 LAN の技術的条件の検討を令和 2 年度中に開始する旨を記載し公表した。

周波数再編アクションプラン（令和 2 年度第 2 次改訂版）（令和 2 年 11 月 13 日公表）（抜粋）

無線 LAN の更なる高度化等に向けた対応

将来のモバイル通信のトラヒック増や多様な利用ニーズに対応できる無線 LAN システムの実現に向けて、他の無線システムとの共用条件等の技術的検討を進める。

- ・ IEEE や諸外国における検討状況等を踏まえ、無線 LAN の 6GHz 帯(5925～7125MHz)への周波数帯域の 拡張に係る技術的条件等を令和 2 年度中に開始する。
- ・ WRC-19 の結果を踏まえ、5.2GHz 帯における自動車内の利用に係る技術的条件の検討を令和 2 年度中に開始する。



このような背景を踏まえ、WRC-19 の結果を踏まえた衛星通信システムとの共用条件について検討を行い、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の導入に必要な技術的条件の検討を行った。

第2章 5.2GHz 帯無線 LAN システムの概要

2.1. 5.2GHz 帯無線 LAN システムの導入経緯

スマートフォン等の普及により移動通信システムのトラヒックは年々増加傾向にあり、オフロード先として無線LANが活用されている。また、スタジアムや駅等の商業・公共施設において無線LANの利用が推進されている。

海外においては、5.2GHz帯の無線LANシステムを屋外で利用可能とするよう、当該無線LANの最大出力e. i. r. p. 200mW超についてITU-Rでの検討に加え、米国では2014年に利用を許可しており、またカナダでも、2017年に免許制により許可することをそれぞれ決定している。

このような背景の下、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会等を見据え、競技場内における無線LANのつながりやすさを確保する観点から、情報通信審議会において5.2GHz帯を使用する無線LANの技術的条件に関して検討を行い、平成30年2月13日に一部答申がなされた。また、情報通信審議会答申を踏まえ、平成30年5月9日の電波監理審議会において、5.2GHz帯無線LANの利用拡大（屋外利用、r. i. r. p. 1W化）に必要となる技術基準等を定める答申を受け、制度整備が行われた。

5.2GHz帯無線LANについては屋外での利用を可能とし、e. i. r. p. 1W相当まで出力可能な無線LANアクセスポイント（中継器を含む）を用いた基地局と陸上移動中継局（中継器）を登録局の対象とするとともに、陸上移動局（端末）を免許不要局とし、これに対応するシステムを「5.2GHz帯高出力データ通信システム」と称することとした。また、技術面において、当該登録局から衛星方向への電波発射を低減するため、仰角に応じてe. i. r. p. を制限するため、技術基準を策定している。

図2-1-1に5.2GHz帯高出力データ通信システムの屋外利用に関する制度化の概要を示す。

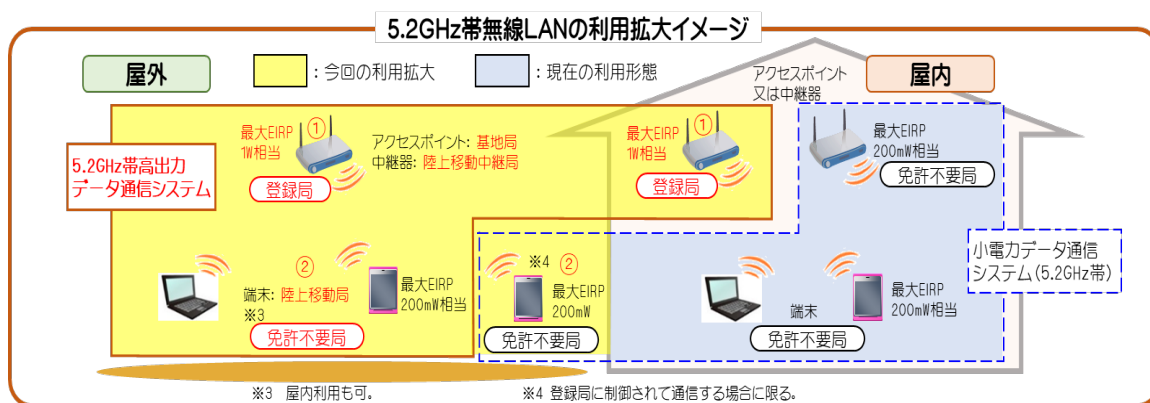


図 2-1-1 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの屋外利用に関する制度化の概要
また、5.2GHz 帯無線 LAN の屋外利用を可能とするため、既存の無線システムへの影響を与えないように以下の条件を満足する必要がある。

1. 人工衛星に影響を与えないこと。
2. 台数を把握するために登録局とすること。
3. 気象レーダーに影響を与えないこと。

1. については使用するアンテナの仰角方向への電力制限、3. については気象レーダーに影響を与えない場所を限定するなどの対策を行うことで被干渉側無線局への干渉軽減を行っている。

図 2-1-2 に 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの屋外利用のための共用条件の詳細を、また、表 2-1-1 に 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの主な技術基準を示す。

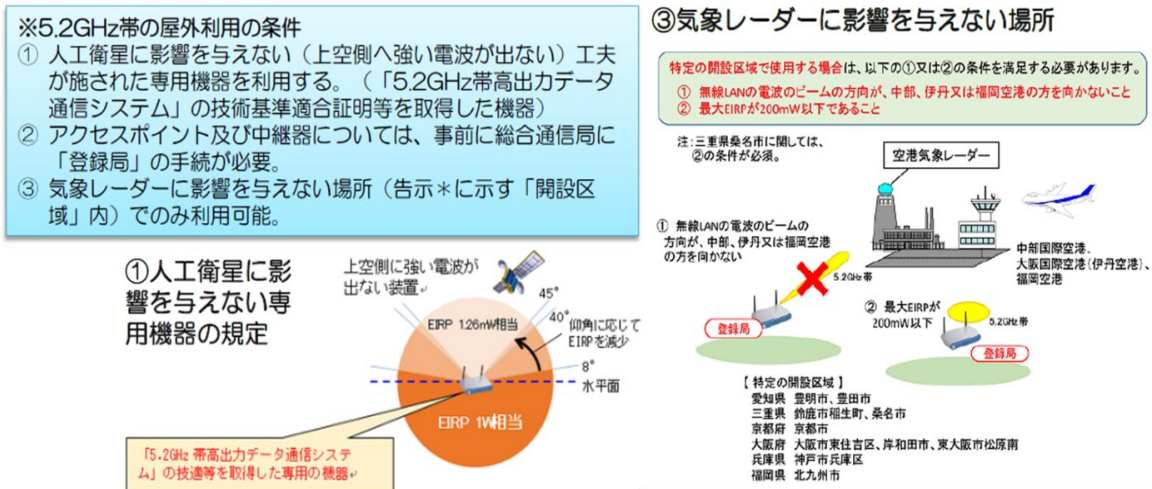


図 2-1-2 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの屋外利用のための共用条件

表2-1-1 5.2GHz帯高出力データ通信システムの主な技術基準

5.2GHz帯高出力データ通信システムの主な技術基準										
無線局の種別	(AP)基地局、(中継器)陸上移動中継局	(端末)陸上移動局								
等価等方輻射電力 (最大EIRP)	最大1W相当とし、仰角に応じて制限を設ける。 (例) 占有周波数帯幅が19MHz以下のとき、 <table><tr><td>仰角 8° 未満</td><td>: -13dBW/MHz(50mW/MHz) 以下</td></tr><tr><td>仰角 8° 以上40° 未満</td><td>: -13 - 0.716(θ - 8)dBW/MHz 以下</td></tr><tr><td>仰角 40° 以上45° 未満</td><td>: -35.9 - 1.22(θ - 40)dBW/MHz 以下</td></tr><tr><td>仰角 45° 以上</td><td>: -42dBW/MHz(0.063mW/MHz) 以下</td></tr></table> 総電力で1W相当	仰角 8° 未満	: -13dBW/MHz(50mW/MHz) 以下	仰角 8° 以上40° 未満	: -13 - 0.716(θ - 8)dBW/MHz 以下	仰角 40° 以上45° 未満	: -35.9 - 1.22(θ - 40)dBW/MHz 以下	仰角 45° 以上	: -42dBW/MHz(0.063mW/MHz) 以下	現在の小電力データ通信システムと同様 (最大200mW相当)
仰角 8° 未満	: -13dBW/MHz(50mW/MHz) 以下									
仰角 8° 以上40° 未満	: -13 - 0.716(θ - 8)dBW/MHz 以下									
仰角 40° 以上45° 未満	: -35.9 - 1.22(θ - 40)dBW/MHz 以下									
仰角 45° 以上	: -42dBW/MHz(0.063mW/MHz) 以下									
帯域外漏えい電力	EIRP値で規定されているため、最大EIRPの引き上げ(+7dB)に伴い、帯域外漏えい電力も同様に引き上げる。	現在の小電力データ通信システムと同様								
その他機能	通信相手の陸上移動局が使用するチャネルや電波の送信を制御する機能	通信相手の基地局又は陸上移動中継局からの制御を受けて通信する機能								

2.2. 5.2GHz 帯無線 LAN システムの利用状況

5.2GHz 帯高出力データ通信システムの屋外利用等について述べる。

2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会が開催される国立競技場では、5.2GHz 帯高出力データ通信システムのアクセスポイントが約 1300 台設置されている。非常に多くのアクセスポイントを高密度に設置することで競技場全体をカバーしており、これは国内初の取り組みとなる。図 2-2-1 及び図 2-2-2 に国立競技場における 5.2GHz 帯高出力データ通信システムのアクセスポイントの設置概要を示す。

国立競技場

観客席、コンコース等に、約1,300のアクセスポイント
(APあたり約70席)を設置

大規模スタジアムにW52無線LAN の屋外設置を利用した国内初の事例



6万人収容の観客席では、手摺側面、座席下や大庇等にWi-Fiアクセスポイントを設置



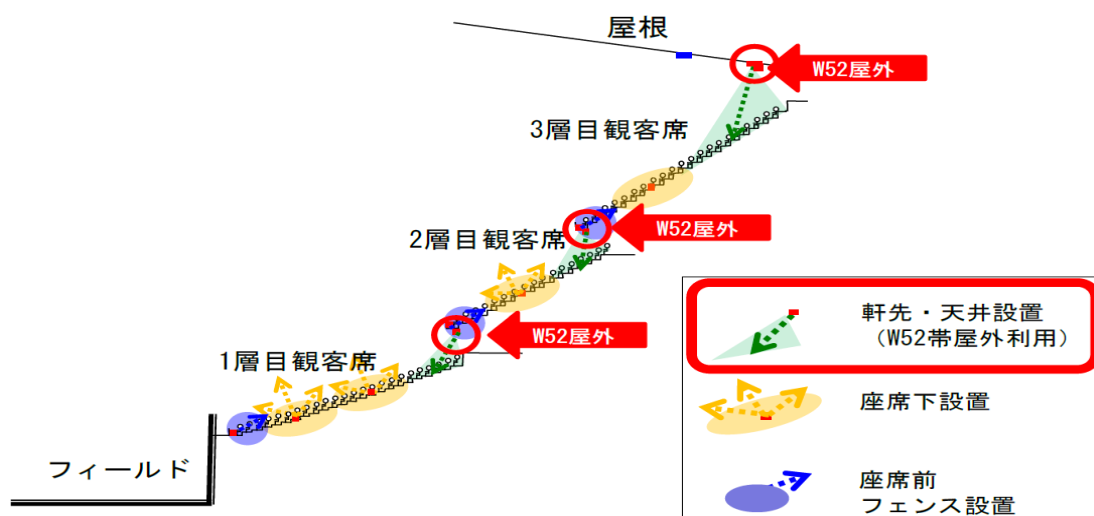
観客座席座席下アクセスポイント



Wi-Fiチューニングの様子

NTT社サイト

POWER OF INNOVATION 未来を変える最先端通信技術
世界最高水準のICT環境が整備された新しいスポーツの聖地 より抜粋
<https://2020.ntt.jp/innovation/technology/08.html>



国立競技場の客席は3層構造となっており、各層ごとに、手すり・座席下・軒下や大屋根にアクセスポイントやアンテナを適切な取付け方法で設置

図 2-2-1 国立競技場における 5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの設置状況

前述の人工衛星に影響を与えないという条件を満たすために、5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの設置にあたって、アンテナの指向性は下向きとなっている（図 2-2-1 の W52 屋外と記載された緑色のカバーエリアのアクセスポイントを参照のこと）。また座席下及び座席前フェンスへは、屋外利用可能な 2. 4GHz 帯等の他の周波数を発射するアクセスポイントを設置している。

これまで無線 LAN のアクセスポイントの高密度設置を行う場合、各アクセスポイントに設定する周波数を干渉が起こらないようにずらして設定するが、5. 6GHz 帯のアクセスポイントのみが屋外利用可能な状況下では、11 チャンネルを繰り返し設定する必要があり、アクセスポイント間の相互干渉が大きな問題となっていた。5. 2GHz 帯高出力データ通信システムが制度化されたことで、使用可能な周波数の増加及び下向きに高出力の電波を発射可能となったことから、相互干渉軽減の効果が大きく、アクセスポイントの高密度設置に自由度が生まれた。

次に、国立競技場に設置されている 5. 2GHz 帯高出力データ通信システムのアクセスポイントの外観等について、図 2-2-2 に示す。

アクセスポイントは一般のエンタープライズ向けの製品と同様であるが、仰角方向への指向性を持たない（下向きに指向性を持つ）外付けのアンテナを組み合わせることで、5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの技術基準を満足させている。

アクセスポイント	外付けアンテナ
	
型番: Aironet 3802P-P	型番: AIR-ANT2513P4M-N
[1]	[1]

図 2-2-2 屋外 W52 対応の無線 LAN アクセスポイントの例

前述の、気象レーダーへ影響を与えない条件を満足するための、5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの設置可能エリアについて、別添資料 2 に示す。

[1] 出典元: NTTBP 社。NTTBP 社が購入した設備を撮影。

表 2-2-1 に、2021 年 2 月 10 日現在の 5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの基地局及び陸上移動中継局の登録状況を示す。

今後、スタジアムなどの建て替えに伴い、5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの利用が拡大するものと思われる。

表 2-2-1 5. 2GHz 帯高出力データ通信システム基地局等の登録状況

5. 2GHz帯高出力データ通信システムの無線局設備のうち基地局に係るもの

登録人の氏名又は名称	登録の所轄総合通信局	登録の年月日	登録の有効期間	
*****	関東総合通信局	平31.2.4	令5.5.31	東京都 2局
エヌ・ティ・ティ・ブロードバンドプラットフォーム株式会社 法人番号1010001079404	関東総合通信局	平30.12.27	令5.5.31	東京都 312局
株式会社ティー・エル・エス 法人番号2010001127021	関東総合通信局	令2.6.1	令7.5.31	東京都 4局
シスコシステムズ合同会社 法人番号5010403006506	関東総合通信局	平31.2.22	令5.5.31	東京都 2局

5. 2GHz帯高出力データ通信システムの無線局設備のうち陸上移動中継局に係るもの

登録人の氏名又は名称	登録の所轄総合通信局	登録の年月日	登録の有効期間	
株式会社ティー・エル・エス 法人番号2010001127021	関東総合通信局	令2.6.1	令7.5.31	東京都 17局

総務省電波利用ホームページ無線局等情報検索（2021年2月10日現在）
<https://www.tele.soumu.go.jp/musen/SearchServlet?pageID=2&SelectID=6>

2.3. 国際標準化動向（WRC^[1]-19）

2019 年 11 月の WRC-19 において、議題 1.16 「5150-5925MHz の周波数帯における無線 LAN を含む無線アクセスシステムに関する研究」（※）について議論が行われた。

※ 決議 809(WRC-15)における記載

議題 1.16 決議 239（WRC-15）に従い、5150-5925 MHz の周波数帯において、無線 LAN を含む無線アクセスシステム（WAS/RLAN）に関連する課題を検討し、移動業務への周波数の追加分配を含む適切な規制上の措置を執ること。

このうち、5150-5250MHz 帯における無線 LAN を含む無線アクセスシステムの屋外利用に関する検討状況並びに検討結果について示す。

WRC-19 に向けて、各国提案や ITU-R 研究グループ等での議論を踏まえ、表 2-3-1 に示す解決方策（Method）が示されていた。

表 2-3-1 WRC-19 に向けての CPM レポートで提示された Method

周波数帯	Method	提案内容	提案国
5150-5250MHz	A1	NOC（現状維持：無線 LAN の屋外利用を認めない）	
	A2	以下の条件で屋外開放 ・ 最大電力 1W＋最大アンテナ利得 6dBi（4W） ・ 最大電力密度は 17dBm/MHz 以下 ・ 仰角 30 度以上では e. i. r. p. 上限は 125mW 以下 ・ 5150-5350MHz 外の帯域外漏洩電力は-27dBm/MHz 以下	米国
	A3	以下の条件で屋外解放 ・ 隣接周波数帯域（5250-5350MHz）と同条件（eirp 最大 1W と仰角制限）	日本
	A4	・ 航空移動を除く移動業務の範囲内の無人システム限定で屋外解放（e. i. r. p. 最大 200mW） ・ 自動車内での利用（e. i. r. p. 最大 40mW）と列車内での利用（e. i. r. p. 最大 200mW）	フランス
	A5	・ 自動車内での利用（e. i. r. p. 最大 40mW、遮蔽損 15dB 確保）	ロシア
	A6	・ Method2 に帯域外漏洩電力の条件を追加（5250-5350MHz 帯への漏洩は channel power から 26dB 減衰）	カナダ

WRC-19 においては、上記 Method のほか、各国や地域会合から提案（見解）が示され議論を行った。

その結果、5150～5250MHz 帯については、以下の内容を踏まえた形で無線通信規則（RR）脚注 5.446A に付随する決議 229 が改訂されることとなった。

主な内容は次のとおり。

^[1] WRC：ITU 世界無線通信会議（World Radio Conference）

- ・ 5150-5250MHz 帯は、最大 e. i. r. p. 200mW で、列車内（既に許可されている屋内扱い）で利用可能とし、また、自動車内では最大 e. i. r. p. 40mW で利用可能とする。
- ・ 最大 e. i. r. p. 200mW で、制御・制限された屋外利用を可能とする。
- ・ 最大 e. i. r. p. 1W までの屋内及び制御・制限された屋外利用を可能とするが、この場合、既存業務保護のため、仰角 5 度超では最大 e. i. r. p. 200mW の条件、又は、仰角 30 度超では最大 e. i. r. p. 125mW の条件、又は 5250-5350MHz 帯と同じ仰角制限の条件のいずれかを適用し、さらに屋外利用台数を全無線 LAN の台数 2%までに制限するよう適切な方法を採用しなければならない。
- ・ e. i. r. p. 200mW 超で運用する場合、帯域外漏洩電力の条件として、各国での e. i. r. p. 200mW 向けに規定されたレベルを超えてはならない。
- ・ 上記のすべての場合において、既存の一次業務を保護しなければならない。
- ・ 各国主管庁には、屋外利用を認める場合、登録・通知などの方法により台数管理を行うことが求められる。

なお、列車内での利用については平成 19 年 1 月に 5.6GHz 帯の技術基準の策定（令和元年総務省告示第 108 号）の際に制度化されており、屋外利用での条件については、平成 30 年に高出力データ通信システムとして技術基準化されていることは既に述べたとおりである。

図 2-3-1、図 2-3-2 及び図 2-3-3 に、RR 及び決議 229 の改訂版の内容を示す。

■ 周波数分配テーブル

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
5 150-5 250	FIXED-SATELLITE (Earth-to-space) 5.447A	
	MOBILE except aeronautical mobile MOD 5.446A 5.446B	
	AERONAUTICAL RADIONAVIGATION	
	5.446 MOD 5.446C MOD 5.447 5.447B 5.447C ADD 5.A116	

5150-5250 MHz の規定：
 ・“MOBILE”：移動業務(航空移動除く)に分配済み。
 ・[脚注 5.446A \(改定\)](#)を参照。

MOD
5.446A

The use of the bands 5 150-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz by the stations in the mobile, except aeronautical mobile, service shall be in accordance with Resolution 229

(Rev.WRC-1219). (WRC-1219)

[脚注 5.446A \(改定\)](#)：

・5150-5350 MHz, 5470-5725 MHz の利用は、[決議 229 \(WRC-19改定\)](#) に従うこと。

■ 決議 229 (WRC-19改定)

MOD

RESOLUTION 229 (REV.WRC-19)

[決議 229 \(WRC-19改定\)](#)

(5GHz帯 WAS/RLAN (無線LAN)の利用条件を規定)

Use of the frequency bands 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz by the mobile service for the implementation of wireless access systems including radio local area networks

The World Radiocommunication Conference (Sharm el-Sheikh, 2019),

<略>

considering

<略>

“considering”：決議導出の背景となる考察事項を記載

p)

that the attenuation offered by the car and train hulls, when WAS including RLANs are located inside automobiles and trains, could facilitate a level of protection to incumbent services from WAS including RLANs,

自動車・列車内利用の場合の干渉低減について記載。

図 2-3-1 5150 - 5250MHz RR 及び決議 229 の改定内容 (1/3)



図 2-3-2 5150 - 5250MHz RR 及び決議 229 の改定内容 (2/3)

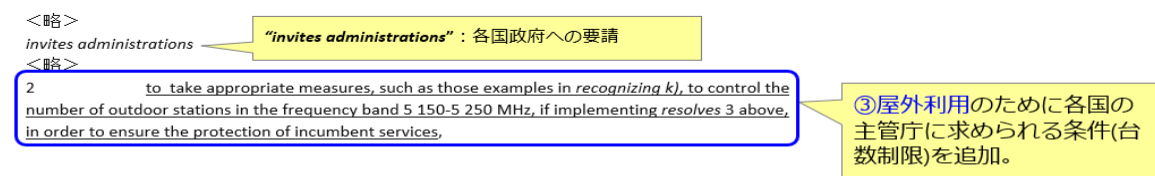


図 2-3-3 5150 - 5250MHz RR 及び決議 229 の改定内容 (3/3)

図 2-3-1 の Considering に、自動車内利用のための干渉低減のための考察が記載されている。

図 2-3-2 の赤枠内に、5. 2GHz 帯自動車内利用に関する決議内容が記載されており、自動車内の最大 e. i. r. p. については、「Mobile stations inside automobiles shall operate with a maximum eirp of 40 mW (自動車内の e. i. r. p. を最大 40mW 以下とする)」と、決議の本体部分の強制事項として記載されているところである。

また、40mW 以下の根拠については、ITU-R の新報告草案 M. [RLAN SHARING 5150-5250 MHz]におけるフランスによる共用検討部分の記述によれば、屋内外の建物遮蔽損を 17dB と仮定しており、これに対応する自動車内外の遮蔽損を 10dB と定義している。「Vehicle screening attenuation, an attenuation of 10dB」

これらを元に計算器シミュレーションを行った結果、40mW 以下であれば自動車

内の利用は可能との結果が導き出されている。

なお、200mW（23dBm）で 17dB の建物遮蔽損を考慮すると屋外においては e. i. r. p. 6dBm となる。車外でこれと等しい e. i. r. p. を与える自動車内の出力は、自動車の遮蔽損を 10dB とすると、 $6\text{dBm} + 10\text{dB} = 16\text{dBm}$ より 40mW と導かれる。この結果を元に、被干渉相手方であるグローバルスターとの間で、自動車内の出力が 40mW であれば、衛星との干渉条件を満足するとの結果により共用可能との結論が導き出された。

前述の RR については、これらの結果をもとに作成されている。

2. 4. 諸外国の規格動向

諸外国における自動車内無線 LAN の規格動向については次のとおりである。

(1) 米国における規格動向

米国においては、5. 8GHz 帯が DFS 機能無しで利用可能であるため、自動車内では 5. 8GHz 帯で利用されている。

また、5. 2GHz 帯については、屋外に 1000 台以上のアクセスポイントを設置する場合は FCC への届け出が必要となっており、1000 台未満のアクセスポイントの設置については、届け出は不要である。このことから、実質的には 5. 2GHz 帯において屋外・屋内の両方において利用可能である。

(2) 韓国における規格動向

韓国においては、5. 2GHz 帯の屋内利用限定の制約はない。また、5. 8GHz 帯も ISM バンドとして規定されており、屋内外での利用が可能である。

(3) 中国における規格動向

中国においては、米国と同様に 5. 8GHz 帯が DFS 機能無しで屋外での利用が可能である。

5. 2GHz 帯は屋内利用限定の制約があるが、WRC-19 における決議 229 後の屋外利用開放に関する検討は行われていない。

(4) 欧州における規格動向

欧州においては、WRC-19 の結果を受けて 5GHz 帯の技術基準等を見直すよう、ヨーロッパアンコミッションから CEPT に対して Mandate が発行され、それを受けて ECC Decision (04)08 が 2021 年 7 月に改定された。表 2-4-1 に 5150-5250MHz 帯無線 LAN の欧州規格 (ECC Decision (04)08) の概要を示す。

表 2-4-1 5150-5250MHz 帯無線 LAN の欧州規格の概要

Parameter	Technical conditions
Frequency band	5150-5250 MHz
Permissible operation	Indoor, including installations inside road vehicles, trains and aircraft, and limited outdoor use (Note 1) Use by Unmanned Aircraft Systems limited to within the 5170-5250 MHz band
Maximum mean e.i.r.p. for in-band emissions	200 mW except for installations inside train carriages with an attenuation loss on average of less than 12 dB and inside road vehicles where 40 mW maximum mean e.i.r.p. applies
Channel access and occupation rules	An adequate spectrum sharing mechanism shall be implemented
Maximum mean e.i.r.p. density for in-band emissions	10 mW/MHz in any 1 MHz band
Note 1: If used outdoors, equipment shall not be attached to a fixed installation or to the external body of road vehicles, a fixed infrastructure or a fixed outdoor antenna.	

なお、現在の欧州における技術基準は次のとおりで、最大 25mW、5150～5250MHz の帯域内で自動車内での利用が可能となっている。

また、5.8GHz 帯についても e. i. r. p. 25mW 以下で利用可能である。
表 2-4-2 に欧州の無線 LAN の技術基準を示す。

表 2-4-2 欧州の無線 LAN の技術基準

Frequency band	On-board aircraft	In cars (passenger cars, lorries, buses)	In trains
2400 - 2483.5 MHz	Ok	Ok	Ok
5150 - 5250 MHz	Ok	Ok, Note 6	Ok, Note 4
5250 - 5350 MHz	Note 5	Note 1, Note 2	Note 1
5470 - 5725 MHz	Note 5	Note 1	Note 1
5725 - 5875 MHz	Ok	Ok, Note 3	Ok
Summary of spectrum:	333.50 MHz	333.50 MHz	333.50 MHz
<u>Remarks:</u> Note 1: RLAN operation while in motion may not allow a proper application of the DFS mechanism. If the bands 5250-5350 MHz and 5470-5725 MHz were envisaged in the future for the "cars" and "trains" cases, DFS efficiency to ensure protection of radiodetermination systems would need to be clarified on European level. Note 2: Not possible with 200 mW e.i.r.p. because of indoor restriction. Note 3: See ECC Report 277 and its conclusions. Note 4: Possible for trains with metal coated windows. Possible also for other types of trains if railway operators provide additional information providing evidence that there is sufficient attenuation from the inside to the outside of trains. Note 5: See ECC Report 140 and its conclusions. Note 6: Possible if the maximum e.i.r.p. is limited to 25 mW. With this power restriction the attenuation from inside the car to the outside is equivalent to RLAN operating inside buildings and therefore the necessary attenuation to facilitate sharing is provided.			

いずれの国においても、5.2GHz 帯又は 5.8GHz 帯の周波数を自動車内で利用可能となっている。

2.5. 国内の無線 LAN システムの現状と動向

無線 LAN は、簡易かつ安価に家庭・オフィス内にインターネット接続環境を構築することのできるシステムとして急速に普及してきている。

我が国では、無線 LAN の普及に迅速に対応するため、これまで平成 12 年（2000 年）3 月に 5150～5250MHz、平成 17 年（2005 年）5 月に 5250～5350MHz を屋内で利用可能な無線アクセスシステム用に開放し、免許不要の無線 LAN により、最大 54Mbps の伝送速度を有する本格的なマルチメディア移動通信サービスを実現している。

平成 19 年（2007 年）1 月及び 6 月に技術基準を改正し 100Mbps 以上の伝送速度を実現するとともに、屋外で利用可能な 5470～5725MHz を開放している。

平成 25 年（2013 年）3 月に技術基準を改正し、5GHz 帯において複数のチャネルを同時利用し、実効伝送速度 1Gbps を可能とする次世代高速無線 LAN（IEEE 802.11ac 準拠）を導入している。

無線 LAN は、国内では無線設備規則（昭和 25 年電波監理委員会規則第 18 号）及び関係告示により、小電力データ通信システムの無線局として技術基準が規定されている。

表 2-5-1 無線設備規則に規定の無線 LAN の技術基準

無線設備規則第 49 条の 20（小電力データ通信システムの無線局）	
第 1 項*	2.4GHz 帯無線 LAN（第二世代：2400～2483.5MHz）
第 2 項	2.4GHz 帯無線 LAN（日本独自：2471～2497MHz）
第 3 項	5.2/5.3GHz 帯無線 LAN（5150～5350MHz）
第 4 項	5.6GHz 帯無線 LAN（5470～5725MHz）
第 5 項	IEEE802.11ac 規格の無線 LAN（5.2/5.3/5.6GHz 帯のチャネル同時利用）
第 6 項	24GHz 帯小電力データ通信システム
第 7 項	60GHz 帯小電力データ通信システム（IEEE802.11ad（WiGig））

*無線 LAN 固有の規格ではなく、Bluetooth 等も含まれる。

このうち、5.2GHz 帯無線 LAN の技術基準について次のとおりである。

表 2-5-2 5GHz 帯小電力データ通信システムの技術基準（共通項目）

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム （屋内利用のみ） ^{注1}	5.2GHz 帯屋外高出力 データ通信システム ^{注2}
----	--	--

^{注1} 無線設備規則第 49 条の 20 第 3 号

^{注2} 無線設備規則第 49 条の 20 の 2

通信方式	単向、単信、半複信又は複信方式	同左
周波数の許容偏差	± 20 ppm	同左
空中線電力の許容偏差	+20 / -80%	同左
副次的に発射する電波等の限度	1 GHz 未満： 4 nW 以下 1 GHz 以上： 20 nW 以下	同左
送信バースト長	8ms 以下	同左
筐体の要件	空中線系を除く高周波部及び変調部は、容易に開けることができないこと	同左
搬送波の数	1MHz 当たりの搬送波の数が1以上であること	同左
混信防止機能	主として同一の構内において使用される無線局の無線設備であって、識別符号を自動的に送信し、又は受信するもの	識別符号を自動的に送信し、又は受信するもの
キャリアセンス機能	・ 受信空中線の最大利得方向における電界強度が 100mV/m を超える場合、電波発射を停止すること。 ・ キャリアセンスを行った後、送信を開始するものであること。ただし、「他の無線設備から送受信を制御されている場合」及び「送信を行った無線設備がキャリアセンス後 8ms 以内に送信を再開する場合」はキャリアセンスを行うことを省略することが出来る。	同左

表 2-5-3 20MHz 帯域幅システム（OFDM 変調方式のみ）

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム（屋内利用のみ）	5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
搬送波周波数	5. 18, 5. 20, 5. 22, 5. 24GHz	同左	
占有周波数帯幅の許容値	20 MHz	20 MHz	
空中線電力	10 mW/MHz 以下	10 mW/MHz 200 mW 以下（基地局及び陸上移動中継局に限る）	
等価等方輻射電力	10 mW/MHz	水平面からの仰角（θ）	等価等方輻射電力
		8 度未満	50 mW/MHz
		8 度以上 40 度未満	$10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz
		40 度以上 45 度以下	$10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz
		45 度超	0. 063 mW/MHz
隣接チャネル漏えい電力	20MHz 離調：-25 dBc/20 MHz BW 40MHz 離調：-40 dBc/20 MHz BW	同左	
信号伝送速度	20 Mbps 以上	同左	

表 2-5-4 40MHz 帯域幅システム (OFDM 変調方式のみ)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム（屋内利用のみ）	5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
搬送波周波数	5. 19, 5. 23GHz	同左	
占有周波数帯幅の許容値	40 MHz	同左	
空中線電力	5 mW/MHz 以下	5 mW/MHz 200 mW 以下（基地局及び陸上移動中継局に限る）	
等価等方輻射電力	5 mW/MHz	水平面からの仰角（θ）	等価等方輻射電力
		8 度未満	25 mW/MHz
		8 度以上 40 度未満	$0.5 \times 10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz
		40 度以上 45 度以下	$0.5 \times 10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz
		45 度超	0.0315 mW/MHz
隣接チャネル漏えい電力	40MHz 離調： -25 dBc/40 MHz BW 80MHz 離調： -40 dBc/40 MHz BW	同左	
信号伝送速度	40 Mbps 以上	同左	

表 2-5-5 80MHz 帯域幅システム (OFDM 変調方式のみ)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム（屋内利用のみ）	5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
搬送波周波数	5. 21GHz	同左	
占有周波数帯幅の許容値	80 MHz	同左	
空中線電力	2. 5 mW/MHz 以下	2. 5 mW/MHz 200 mW 以下（基地局及び陸上移動中継局に限る）	
等価等方輻射電力	2. 5 mW/MHz	水平面からの仰角（θ）	等価等方輻射電力
		8 度未満	12. 5 mW/MHz
		8 度以上 40 度未満	0. 25X10 ^(1. 7-0. 0716（θ-8）) mW/MHz
		40 度以上 45 度以下	0. 25X10 ^(-0. 59-0. 122（θ-40）) mW/MHz
		45 度超	0. 01575 mW/MHz
隣接チャネル漏えい電力	80MHz 離調： -25 dBc/80 MHz BW	同左	
信号伝送速度	80 Mbps 以上	同左	

表 2-5-6 不要発射の強度の許容値 - 20MHz 帯域幅システム (OFDM 変調方式のみ)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)		5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
不要発射の強度 の許容値	基本周波数	周波数帯	屋内小電力/屋外陸上移動局	基地局/中継局
	5, 180MHz	5, 142MHz 以下	2. 5 μ W 以下	12. 5 μ W 以下
		5, 142MHz 超 5, 150MHz 以下	15 μ W 以下	75 μ W 以下
	5, 240MHz	5, 250MHz 以上 5, 250. 2MHz 未満	$10^{1-(8/3) (f-9. 75)}$ mW 以下	$10^{1+\log 5-(8/3) (f-9. 75)}$ mW 以下
		5, 250. 2MHz 以上 5, 251MHz 未満	$10^{1-(f-9)}$ mW 以下	$10^{1+\log 5-(f-9)}$ mW 以下
		5, 251MHz 以上 5, 260MHz 未満	$10^{-1-(8/90) (f-11)}$ mW 以下	$10^{-1+\log 5-(8/90) (f-11)}$ mW 以下
		5, 260MHz 以上 5, 266. 7 未満	$10^{-1. 8-(6/50) (f-20)}$ mW 以下	$10^{-1. 8+\log 5-(6/50) (f-20)}$ mW 以下
		5, 266. 7MHz 以上	2. 5 μ W 以下	12. 5 μ W 以下

表 2-5-7 不要発射の強度の許容値 - 40MHz 帯域幅システム (OFDM 変調方式のみ)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)		5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
不要発射の 強度の許容 値		周波数帯	屋内小電力/屋外陸上移動局	基地局/中継局
	5, 190MHz	5, 141. 6MHz 以下	2. 5μW 以下	12. 5μW 以下
		5, 141. 6MHz 超 5, 150MHz 以下	15μW 以下	75μW 以下
	5, 230MHz	5, 250MHz 以上 5, 251MHz 未満	$10^{-(f-20)+\log(1/2)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(f-20)+\log(1/2)}$ mW 以下
		5, 251MHz 以上 5, 270MHz 未満	$10^{-(8/190)-(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(8/190)-(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW 以下
		5, 270MHz 以上 5, 278. 4 未満	$10^{-(3/50)-(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(3/50)-(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW 以下
		5, 278. 4MHz 以上	2. 5μW 以下	12. 5μW 以下

表 2-5-8 不要発射の強度の許容値 - 80MHz 帯域幅システム (OFDM 変調方式のみ)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)		5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム	
不要発射の 強度の許容 値	基本周波数	周波数帯	屋内小電力/屋外陸上移動局	基地局/中継局
	5, 210MHz	5, 123. 2MHz 以下	2. 5 μ W 以下	12. 5 μ W 以下
		5, 123. 2MHz 超 5, 150MHz 以下	15 μ W 以下	75 μ W 以下
		5, 250MHz 以上 5, 251MHz 未満	$10^{-(f-40)+\log(1/4)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(f-40)+\log(1/4)}$ mW 以下
		5, 251MHz 以上 5, 290MHz 未満	$10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW 以下
		5, 290MHz 以上 5, 296. 7 未満	$10^{-(3/100)(f-80)-1. 8+\log(1/4)}$ mW 以下	$10^{\log 5-(3/100)(f-80)-1. 8+\log(1/4)}$ mW 以下
		5, 296. 7MHz 以上	2. 5 μ W 以下	12. 5 μ W 以下

表 2-5-9 5GHz 帯小電力データ通信システムの運用条件等 (共通項目)

項目	5GHz 帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)	5. 2GHz 帯屋外高出力データ通信システム
使用・運用条件	5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信する場合を除き、屋内での使用に限る	陸上移動局は、5. 2GHz 帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信する場合を除き、屋内での使用に限る
通信系内における制御等	適用外	基地局： 他の無線局から制御されることなく送信を行うこと。通信系内の他の無線局が使用する電波の周波数の設定、制御を行うこと。 陸上移動中継局： 基地局からの制御を受けて当該基地局と通信を行うとともに、通信系内の陸上移動局及び小電力データ通信システムの使用する電波の周波数の設定、制御を行うこと。 陸上移動局： 基地局又は陸上移動中継局から制御を受けて当該基地局又は陸上移動中継局と通信を行うこと。

5. 2GHz 帯及び 5. 3GHz 帯無線 LAN のチャンネル配置は図 2-5-1 のとおりである。

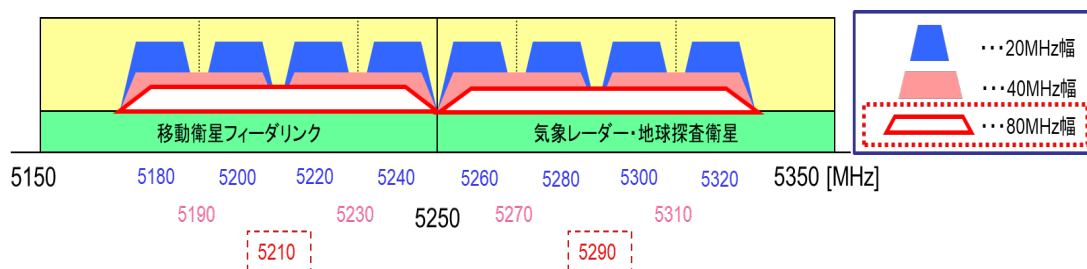


図 2-5-1 5. 2GHz 帯及び 5. 3GHz 帯無線 LAN のチャンネル配置

5. 2GHz 帯及び 5. 3GHz 帯対応製品は年間約 1, 500 万台が出荷されていることから、5. 2GHz 帯及び 5. 3GHz 帯対応製品の利用が増加し、今後の利活用が拡大すると予想される。

表 2-5-10 無線 LAN 出荷台数

周波数帯	年度	技術基準 適合証明	工事設計認証	出荷台数 (合計)
5150～5350MHz	27 年度	567	13,119,874	13,120,441
	28 年度	267	13,554,059	13,554,326
	29 年度	69	15,828,618	15,828,687
5470～5725MHz	27 年度	537	12,984,777	12,985,314
	28 年度	195	13,491,782	13,491,977
	29 年度	67	15,818,508	15,818,575
5150～5250MHz (高出力データ通信 システム)	27 年度	0	0	0
	28 年度	0	0	0
	29 年度	0	1,117	1,117

平成 30 年度 電波の利用状況調査による

第3章 自動車内における無線 LAN 利用

3.1. 自動車内における新たな利用ニーズ

無線 LAN は、これまで家庭やオフィスや、駅や空港等の商業施設など、屋内利用が中心となっていた。近年では、観光地スポットや航空機、鉄道、船舶など移動中の無線 LAN の利用や、さらにはドローン等の無人航空機の操作といった利用まで拡大してきている。

現行の無線 LAN の利用形態並びに使用可能周波数は図 3-1-1 に示すとおりである。2.4GHz 帯及び 5.6GHz 帯の周波数は屋内及び屋外で使用可能となっている。一方、5.2GHz 帯及び 5.3GHz 帯の周波数は、屋内のみ利用可能となっている。ただし、5.2GHz 帯に関しては、屋外で利用する場合には、無線 LAN のアクセスポイント（AP）を登録局して届出を行う場合に限り、それに接続される端末は屋外利用を可能としている。

なお、鉄道車両、船舶及び航空機内での利用は屋内と同様と定義されているが、自動車内は屋外の扱いとなっている。

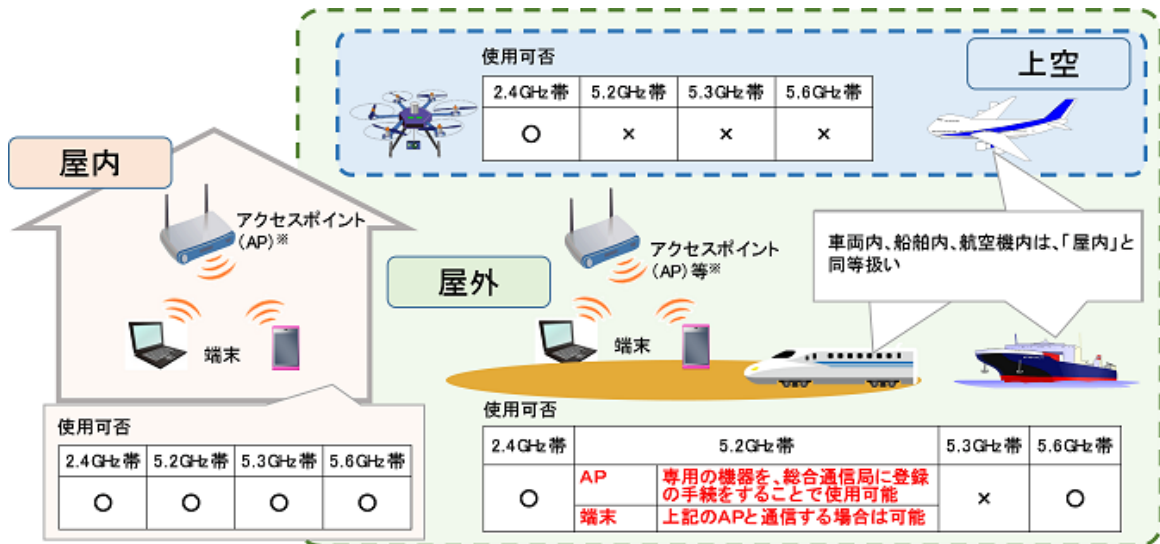


図 3-1-1 2.4GHz 帯及び 5GHz 帯無線 LAN の利用可能場所

また、5GHz 帯周波数を使用するデータ通信システムの屋外利用の可否を表 3-1-1 にまとめた。

表 3-1-1 5GHz 帯データ通信システムの各周波数に対する利用可否

周波数帯 [MHz]	システム名称	屋外利用	DFS 要求
5.2GHz 帯 5150～5250	小電力データ通信システム	不可 *	無
	高出力データ通信システム	可	
5.3GHz 帯 5250～5350	小電力データ通信システム	不可	有
5.6GHz 帯 5470～5730		可	

* 5.2GHz 帯高出力データ通信システムの基地局又は陸上移動中継局と通信を行う場合を除く

5. 2GHz 帯高出力データ通信システムを除く屋外で利用可能な周波数としては 5. 6GHz 帯 (5470～5730MHz) が割り当てられているが、動的周波数選択 (以下、「DFS」という。) 機能が要求されており、移動する自動車等では、レーダー波検出により通信の遮断が発生するため、安定した通信が行えるとは限らない帯域である。

5. 2GHz 帯における無線 LAN の自動車内利用を考慮した場合、図 3-1-2 に示すとおり、例えば、自動車が屋根付きのガレージに入っている状態 (屋内利用) や屋外において、コンビニエンスストア等の商業施設が設置する無線 LAN 基地局 (登録局) の通信エリア内であれば利用可能である。

ただし、それ以外で無線 LAN を自動車内で利用するためには、スマートフォンなどのテザリング機能を利用し 2. 4GHz 帯及び 5. 6GHz 帯無線 LAN を使用することとなるが、前述のとおり、移動する自動車内では DFS 機能の影響を受けやすくなり、通信の遮断が発生するため、動画コンテンツなどの視聴には適していないものと考えられる。

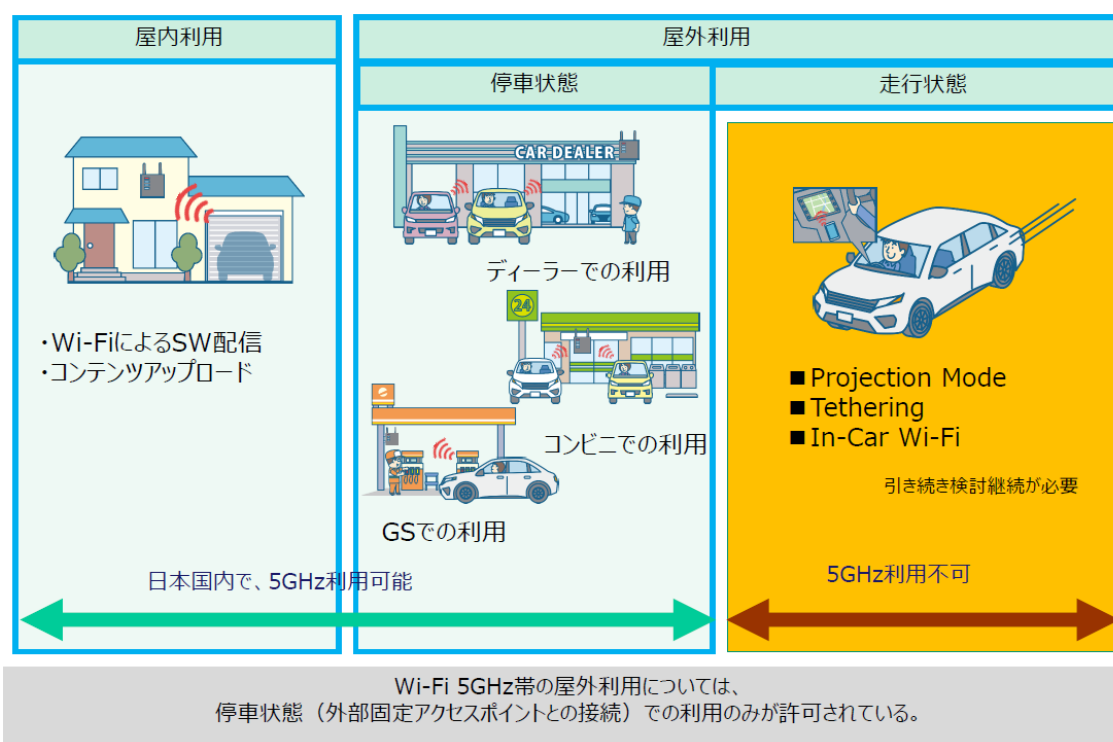
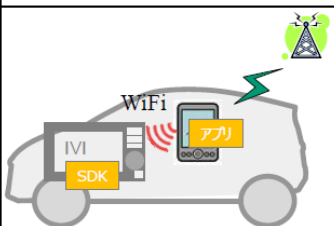
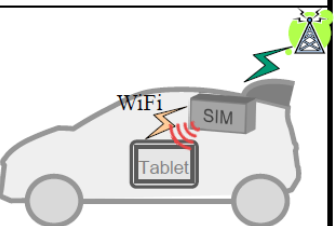


図 3-1-2 5GHz 帯無線 LAN の自動車のユースケースと利用の可否の状況

走行中の自動車内で 5.2GHz 帯無線 LAN が使用される際のユースケースを表 3-1-2 に示す。

表 3-1-2 無線 LAN の代表的な走行中のユースケース

	Projection Type	Tethering Type	In-Car WiFi
概要 Overall	当面 5.2GHz帯を用いたWiFi利用が期待されるUse Case Mobile device provides display and Audio output into the vehicle system and controlled by embedded HMI in the car.	最近時は、TCUの車載化が加速しており、以前に比べ、WiFi通信への要望は減少していると思われる Mobile device works as tethering device and allow vehicle system to connect with IP Network.	TCUの5G対応にともなって、5.2GHz帯を用いたWiFi利用が期待されるUse Case Mobile communication Module provide WiFi connectivity to various consumer electronics brought in.
構成 Configuration			
出力制限の やり易さ	スマホアプリとIVIに組み込まれたSDKが組み合わせて動作する為、 ・屋外利用（Automotiveでの利用）の判別が可能	モバイル機器は、屋内・屋外判別を正確に行うのが難しいと思われる。	車載通信モジュールは、自動車への設置を前提としており、常時出力制限する事が可能
車載器	専用モード	ステーションモード（クライアント）	アクセスポイント
持込機器	専用モード	アクセスポイント	ステーションモード（クライアント）

Projection Type :

スマートフォン等移動端末と車載機を、5.2GHz 帯無線 LAN を介して接続し、移動端末の画面を車載のディスプレイに映し出すなどの使用例である。

Tethering Type :

自動車内に持ち込まれたスマートフォン等移動端末がアクセスポイントとして機能し、携帯電話網との接続を介して車載機に接続される使用例である。

In-Car Type :

自動車内に携帯電話網と接続される車載通信モジュールが内蔵されている無線機が固定設置されており、これがアクセスポイントとなることで、自動車内に固定設置された端末や持ち込まれたスマートフォン等移動端末が 5.2GHz 帯を介して、インターネットに接続可能となる使用例である。

自動車内無線 LAN の利用シーンとして上記の 3 方式を念頭に検討を行った。

また、自動車内において使用される無線 LAN の仕様は、5GHz 帯小電力データ通信システムで使用されている、IEEE 802.11a, n, ac, ax を想定している。

次に、自動車内での使用の具体例を表 3-1-3 に示す。

表 3-1-3 Wi-Fi 使用の車載機の一例

製品タイプ	市販カーナビの例	市販車載 Wi-Fi ルータの例	TCU ^[1] の例	SCM ^[2] の例
メーカー	PIONEER	PIONEER	FICOSA	FICOSA
型名	DMH-W4600NEX	DCT-WR100D	-	-
出典	[3]	[4]	[5]	[6]

市販カーナビの例：

アメリカで売られている市販のカーナビの例である。使用形態から自動車内に固定設置され表 3-1-2 で示した Projection Type 対応機器に該当する。

市販車載 Wi-Fi ルータの例：

日本国内でも購入可能な車載用の Wi-Fi ルータの例である。2.4GHz 帯を利用して携帯電話網との接続が可能な機器であり、表 3-1-2 で示した Tethering Type 対応機器に該当する。

TCU（テレマティクスコントロールユニット）の例：

自動車内に固定設置され、エマージェンシーコール等を行うテレマティクスユニット。TCU 内には GPS と Wi-Fi の機能も内蔵されており、携帯電話網との接続が可能であり、自動車内では固定設置された Wi-Fi ルータとして機能する。表 3-1-2 で示した In-Car Type 対応機器に該当する。

SCM（スマートコネクティビティモジュール）の例：

最近の自動車用複数周波数対応アンテナとして、シャークフィンアンテナが挙げられるが、当該アンテナの自動車内側に Wi-Fi 機能付きのボードが実装されているものがある。自動車内では固定設置された Wi-Fi ルータとして機能する。表 3-1-2 で示した In-Car Type 対応機器に該当する。

^[1] TCU (Telematics Control Unit)

^[2] SCM (Smart Connectivity Module)

^[3] 出典元: <https://www.pioneerelectronics.com/PUSA/Car/NEX/DMH-W4600NEX#manuals>

^[4] 出典元: https://jpn.pioneer/ja/carrozzeria/wifi_router/wifi_router/dct-wr100d/

^[5] 出典元: <https://www.ficosa.com/products/advanced-communication-systems/communication-modules-tcu/>

^[6] 出典元: <https://www.ficosa.com/products/advanced-communication-systems/smart-connectivity-modules-scm/>

3.2. 普及予測

無線 LAN の自動車内利用の普及予測については、SBD 社^[1]による予測値を引用し、日本におけるアンドロイドオートとカープレイの普及予測を分析した。

予測の方法を図 3-2-1 に示す。

メーカオプション(MOP)については SBD の既存データと予測を適用した。また、ディーラーオプション(DOP)については以下の手順で販売台数の推定値を作成した。

- 1) 販売台数推定
 - (ア) 価格と機能の机上調査
 - (イ) 自動車販売上位 3 社(メーカー)の OEM と主要 3 社の自動車整備工場(ディーラー)に匿名でインタビューによる普及状況の調査
- 2) SBD の適合性評価手法と 1) の結果を組み合わせ、LMC オートモーティブ社が提供する販売台数データを予測に適用した。
- 3) OEM が OEM 認定部品(純正)として提供するユニットも、この予測に含まれる。

アフターマーケット(AM)については、JEITA の販売台数データを使用し、SBD の予測手法を適用して製品の普及率を算出した。

調査手順は次のとおりである。

- 1) 乗用車および IVI^[2]のモデルごとの基礎調査
国内で販売されているほぼ全てのメーカーオプション、ディーラーオプション及びアフターマーケット IVI を調査し、予測に必要な包括的なデータセットを作成。標本データは、本体の価格、提供タイプ、アンドロイドオート及びカープレイの有無など。
- 2) SBD の予測手法に基づく予測の作成
既存の SBD の予測手法に基づいて、アンドロイドオート及びカープレイの普及率予測を作成。この予測では、LMC オートモーティブ社の自動車販売台数予測、JEITA のナビゲーションユニット及びカーオーディオの統計データを使用。
- 3) 販売店への匿名インタビュー(予測精度の把握)
予測の精度を把握するために、売上上位 6 社(OEM 販売店 3 社とカー用品店 3 社)に匿名でインタビューを実施。インタビューの内容は、何人の消費者にディーラーオプションユニットを納入したか、何人の消費者がナビゲーションユニット及びカーオーディオについて質問したかなど。

^[1] SBD 社: SBD Automotive 社 | 自動車産業界の調査・評価・コンサルティング会社
(<https://www.sbdautomotive.com/ja/about-us>)

^[2] IVI : In-Vehicle Infotainment 自動車内で情報(インフォメーション)と娯楽(エンターテインメント)の双方を提供するシステムの総称

4) 予想の最終決定

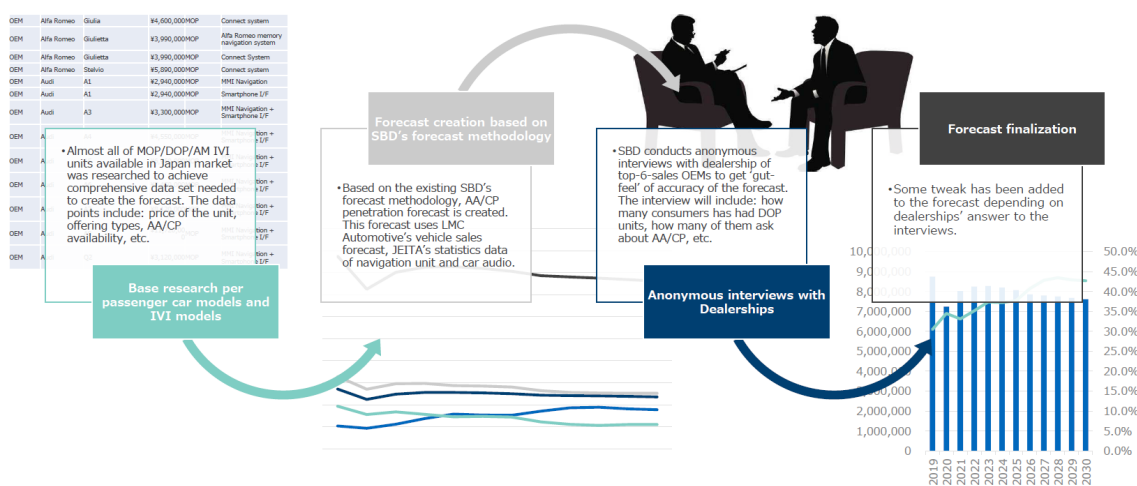
3) のインタビューに対する販売店の回答に応じて、予測に若干の調整を加える。

なお、スーパープレミアムカーのデータは、予測への影響が少なく情報を得ることが非常に困難なため予測には含まれていない。

Research Methodology



Based on the proposed methodology, the research was conducted as below:



*The output forecast does not include super premium car data, as it has much less affect to the forecast and is very difficult to get information

6

図 3-2-1 予測の方法

本分析の調査対象であるアンドロイドオートとカープレイは、2.1 項 新たな利用ニーズ で示した Projection Type に該当する。スマートフォン等移動端末とヘッドユニットを連携する機能であり、アンドロイド端末及び 아이폰 端末で標準搭載している。

連携するアプリとしては、カーナビ、音楽視聴、音声認識を使った操作などが挙げられる。

海外では 5GHz 帯 (5.2GHz 帯又は 5.8GHz 帯) を使用しているケースがほとんどであるが、日本国内は技術基準の制約の関係で USB 接続による利用となっている。なお、2.4GHz 帯では他の無線設備との干渉の影響が大きいと利用されていないのが現状である。

国内におけるアンドロイドオートとカープレイの機能を搭載するカーナビやディスプレイオーディオ (ヘッドユニット) の普及予測を図 3-2-2 に掲げる。

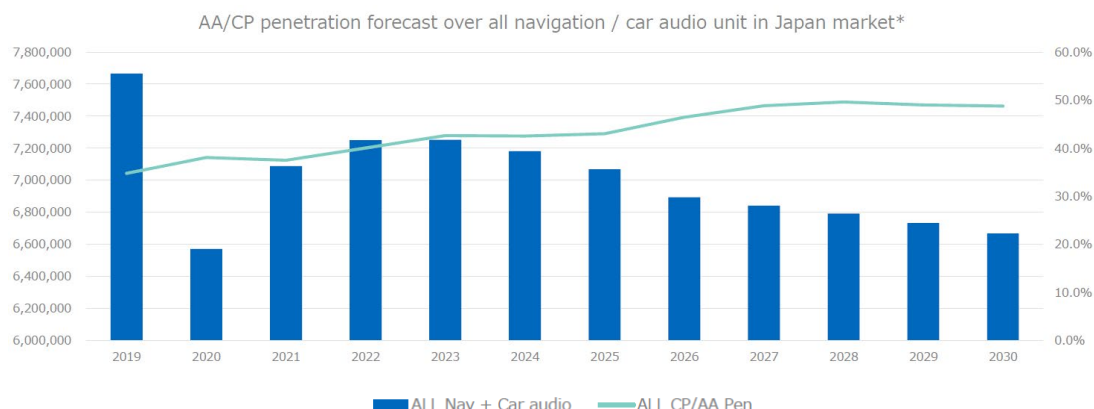


図 3-2-2 国内におけるヘッドユニットの AA^[3] と CP^[3] の普及予測

各年のヘッドユニットの普及予測台数(棒グラフ)は、700 万台前後で推移しており、その内アンドロイドオート及びカープレイの機能を搭載するヘッドユニット(折れ線グラフ)は11年で40から50%前後に成長する予測となっている。

このグラフから、アンドロイドオート及びカープレイの機能を搭載したヘッドユニットが毎年300万台～350万台ずつ増えていく予測となる。

次に、ヘッドユニットを3つのタイプに分けた場合の販売予測について図 3-2-3に示す。

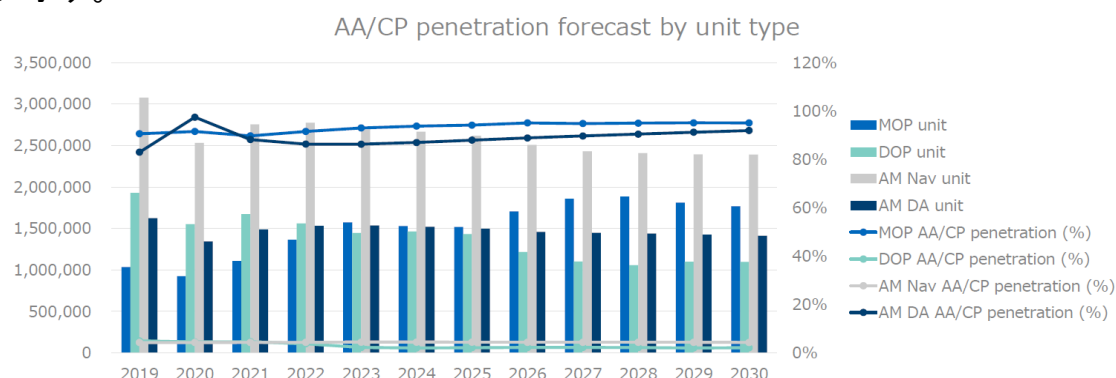


図 3-2-3 国内におけるマーケット別ヘッドユニットの販売台数と AA/CP の普及予測^[3]^[4]

1 つめは、ヘッドユニットを自動車メーカーの工場で装着するメーカーオプション(MOP)タイプ、2つめとして、自動車販売会社が装着するディーラーオプション(DOP)タイプ、最後に自動車の納品後に、ユーザーが量販店などで購入し自動車に装着するアフターマーケット(AM)タイプのそれぞれの普及予測を掲げる。また、アフターマーケットタイプについてはナビゲーション(Nav)とディスプレイオーディオ(DA)に分類して記載している。

^[3] AA (Android Auto), CP (Car Paly)

^[4] MOP (Maker OPtion), DOP (Dealer OPtion), AM (After Market), Nav (Navigation), DA (Display Audio)

棒グラフの左側からメーカーオプション/ディーラーオプション/アフターマーケットのナビゲーション/アフターマーケットのディスプレイオーディオの各年の販売台数の予測となっている。

これらから、メーカーオプションが増加傾向で、ディーラーオプションが減少傾向であることが読み取れ、新車販売時に最初から自動車に実装されるメーカー純正のヘッドユニットが増加していることが読み取れる。

次に各タイプのアンドロイドオート及びカープレイの搭載率の予測を折れ線グラフで示しているが、メーカーオプションとアフターマーケットのディスプレイオーディオでは90%以上の搭載率である一方、ディーラーオプションとアフターマーケットのナビゲーションでは搭載率が10%以下と、二極化の傾向になっている。

図3-2-3のアンドロイドオート及びカープレイの搭載率の予測にそれぞれのタイプの普及予測台数をかけ合わせた結果を図3-2-4に示す。

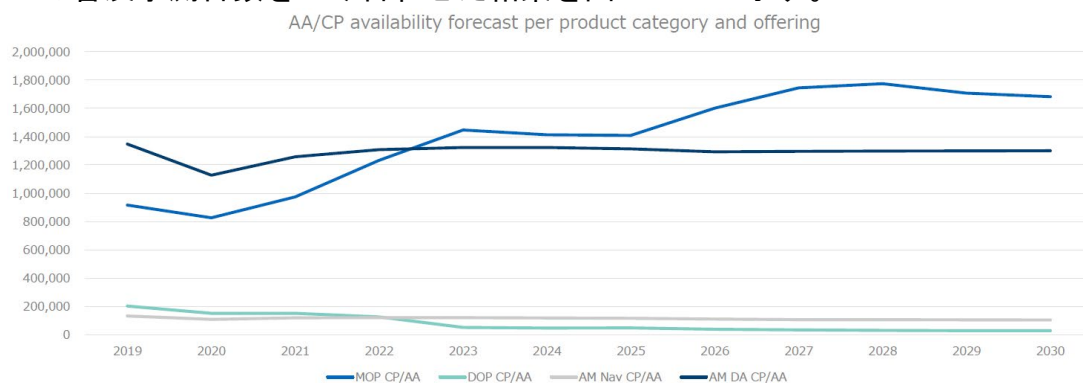


図3-2-4 国内におけるマーケット別 AA/CP の普及予測^{[3][4]}

メーカーオプションが2019年から2028年の傾向で80万台から180万台程度に倍増する傾向が見られ、アフターマーケットのディスプレイオーディオでは130万台程度で横ばい、他のタイプでは横ばいか微減の傾向が見られる。

図3-2-5に、欧米及び中国並びに日本における、メーカーオプションのヘッドユニットにおけるアンドロイドオート及びカープレイの搭載率を示す。

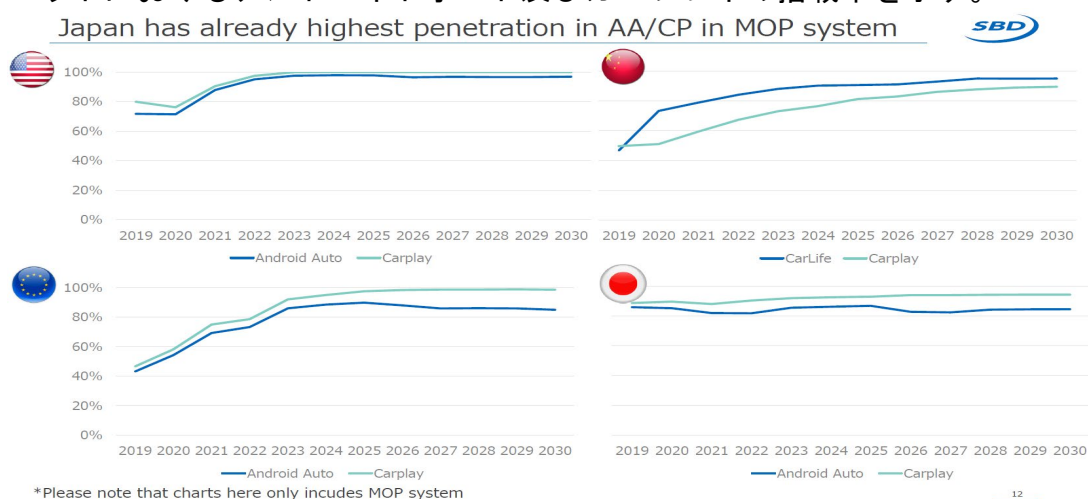


図3-2-5 欧米・中国・日本におけるスマートフォン連携型ヘッドユニットの普及予測

グラフから、アンドロイドオート及びカープレイはグローバルに普及している様子が読み取れる。

日本国内における現在のアンドロイドオート及びカープレイはUSB 接続による使用方法であり、他国の 5GHz 帯利用時との比較は単純にできないが、他国におけるヘッドユニットとスマートフォン等移動端末との接続がアンドロイドオート及びカープレイによるものが主流であることを鑑みると、日本において 5.2GHz 帯の自動車内での使用が可能になれば、USB 接続から Wi-Fi 接続へ使用方法が変化すると予想される。

第4章 5. 2GHz 帯自動車内無線 LAN システムに対する要求条件

4.1. 必要なチャネル数

第2章の WRC-19 における議論及び諸外国における自動車内無線 LAN の利用動向、さらには第3章「自動車内における無線 LAN 利用」の我が国における自動車内無線 LAN の普及予測等を踏まえ、5. 2GHz 帯（5150-5250MHz 帯）において、必要なチャネル数を確保する必要がある。

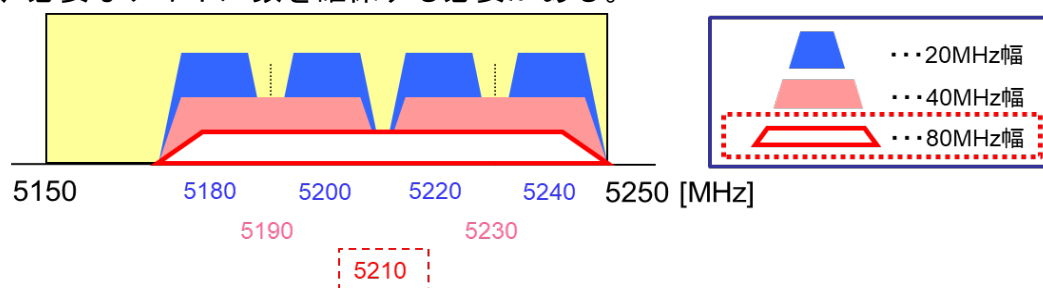


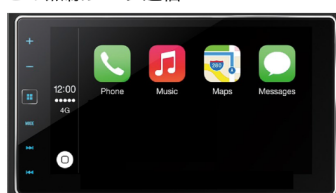
図 4-1-1 5. 2GHz 帯無線 LAN システムのチャネル配置

現時点で想定される自動車内利用シーンを一例に、無線 LAN の必要なチャネル数について検討を行った。

図 4-1-2 に示す CarPlay や Android Auto に代表される Projection Type では、運転手が持つスマホなどの情報端末から地図情報やリアルタイムで更新される交通情報などを車載器側と高速で情報伝送させることが考えられている。

車内におけるモバイル機器とヘッドユニットとの無線データ通信

WiFi Access Point



ペアリング
接続

音声データ (音楽, 音声/通話, Siriなど)
映像データ (マップなど)
その他のデータ (GPS/GNSS, 3rd party Appsなど)



WiFi 5GHzを利用したリアルタイム通信

WiFi Station/Client



図 4-1-2 Projection Type による広帯域チャネルを用いた高速・大容量通信

また、図 4-1-3 に示すとおり、後部座席では、同時にタブレット端末等で車載器の TCU を経由して 4K 映像などのストリーミングサービスの利用が想定される。このため、自動車内では、少なくとも無線 LAN チャンネル数は 2 以上が望まれる。なお、4K ストリーミングでは、一般的なアプリケーションにおいて、必要なスループットとして、20Mbps 程度^[1]を考慮すると IEEE802.11n や 802.11ax 規格での対応が対応可能であると考えている。

自動車内に家族連れで乗車している場合には、40MHz 幅チャンネルを用いて、運転手と車載器との間で、地図情報、交通情報等をやりとりする。後部座席では、残りの 20MHz 幅の 2 チャンネルを使用して、4K ストリーミングサービスを楽しむ等の利用シーンが想定される。

また、自動車内利用のうち、大型バス内での利用においては、後部座席に配置するタブレット端末の数に応じて、無線 LAN アクセスポイントを複数配置が必要な場合もあり得る。

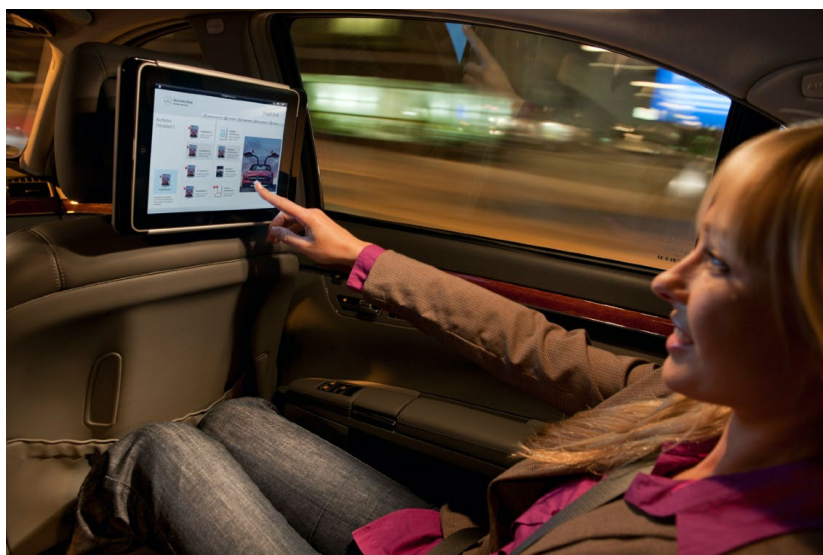


図 4-1-3 Tethering/In-Car Wi-Fi: 20MHz 幅でブラウザ、ストリーミングなど
(出典：ダイムラー社 Web サイトより)

^[1] Cisco Web サイトより参照

4.2. 必要な e. i. r. p.

5.2GHz 帯（5150～5250MHz 帯）の自動車内無線 LAN が必要とする電力については次のとおり検討を行った。

ここでは、自動車内利用のうち、大型バス内での利用を以下のとおり想定して、必要な e. i. r. p. を算出することとした。

- (1) 大型バス内の所要到達距離：10m
- (2) 大型バス内に設置する無線 LAN 周波数：5200MHz
- (3) 大型バス内に設置する無線 LAN 送信 e. i. r. p.：40mW（16dBm）
- (4) 大型バス内に設置する無線 LAN 受信アンテナ利得：0dBi
- (5) 無線 LAN 所要 SN 比：35dB

※マルチパス環境下での IEEE802.11ax に準拠した無線 LAN（256QAM）の SN 比

<回線計算式>

$$SNR(dB) = WLAN\ e.\ i.\ r.\ p. - in\ Car\ Path\ Loss - (Thermal\ Noise + NF)$$

※ WLAN e. i. r. p.：40mW(16dBm)

※ in Car Path Loss: 66.8dB (f= 5200MHz, distance= 10m)

※ Thermal Noise Level: $-173.9\text{dBm/Hz} + 10 \cdot \log_{10}(80\text{MHz}) = -94.8\text{dBm/80MHz}$

※ NF= 3dB

回線計算の結果、大型バス内での無線 LAN 送信 e. i. r. p. を 40mW とした場合、SN 比は 41dB となり、所要 SN 比 35dB を満足することが分かった。

また、受信アンテナ利得が 0dBi 以下（例えば-3dBi）の小型無線 LAN 機器の場合でも、所要 SN 比を満足することから、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの e. i. r. p. として、40mW が望まれる。

第5章 他の無線システムとの周波数共用条件

5.1. 周波数共用検討の条件

5.1.1. 共用検討対象システムの概要

今回の検討対象となる 5.2GHz 帯 (5150~5250MHz) 周波数帯は、世界的に固定衛星業務 (地球から宇宙。非静止衛星システムによる移動衛星業務 (MSS) のフィーダリンク) に分配され、現在、5091~5250MHz で GS (Globalstar) が、5150~5250MHz で ICO (Intermediate Circular Orbit) が MSS フィーダリンク (アップリンク) に使用している。

また、隣接する周波数帯では、我が国では既に気象レーダーや地球探査衛星システム等の利用があり、周波数共用の検討が必要となる。

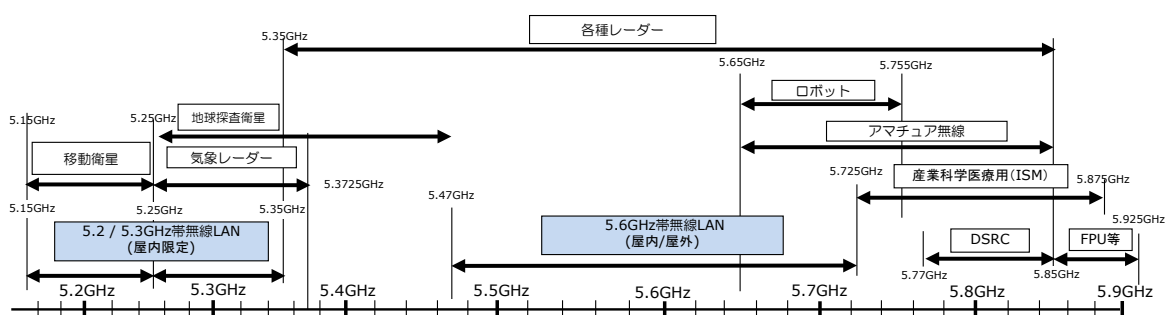


図 5-1-1 5GHz 帯周波数の使用状況

5.1.1.1. 非静止衛星システムによる移動衛星業務 (MSS) の利用状況

5091~5250MHz の 5091~5250MHz で GS (Globalstar) が、5150~5250MHz で ICO (Intermediate Circular Orbit) が MSS フィーダリンク (アップリンク) に使用している。

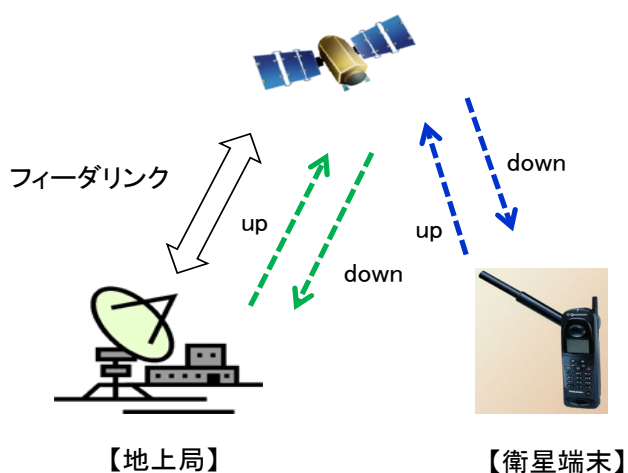


図 5-1-2 Globalstar システムの概要

5.1.1.2. 5.3GHz 帯気象レーダー

5250～5372.5MHz の周波数を主として利用する気象レーダーは、台風・集中豪雨・ゲリラ豪雨・突風等を検知し、国民の生命・財産を守るための防災情報を発信する重要なインフラである。気象レーダーには、降雨（雪）量の観測を主目的としたタイプやドップラー機能を有するタイプ等のタイプがあり、設置場所も山岳地域、都市部、空港と幅広く分布している。また、レーダーのスキャンシーケンスにも、高仰角から順次仰角を下げるタイプと、低仰角から仰角を上げていくタイプがある。

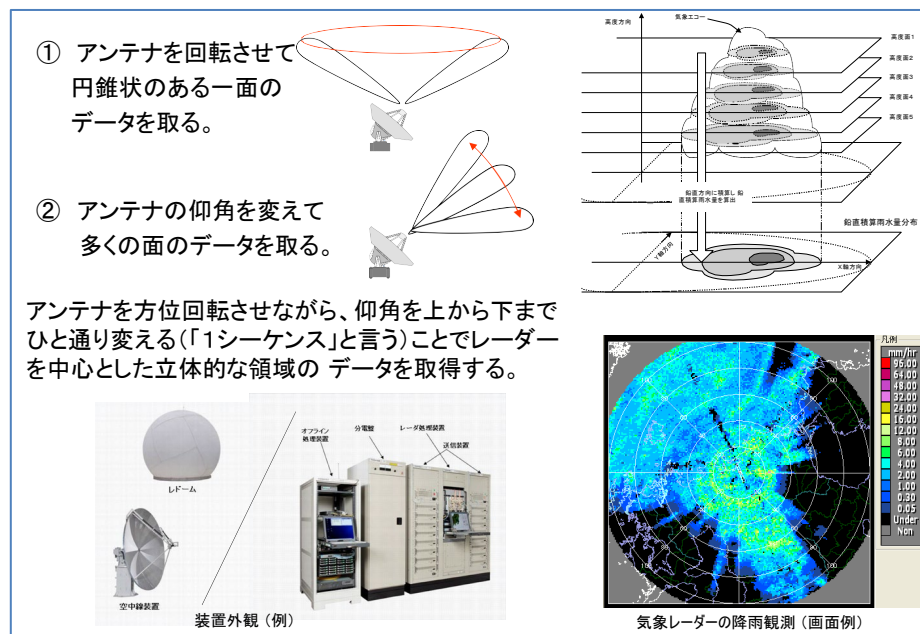


図 5-1-3 気象レーダーの概要^[13]

気象レーダーは従来、電子管（マグネトロン、クライストロン）型の発振素子により、数 10kW～数 100kW の高出力で短パルス（数 μs のパルス長）のレーダー波を使用しているが、近年、帯域外の不要発射を抑え狭帯域化が可能である固体素子（トランジスタ）型のレーダーの導入が順次進められている。固体素子レーダーでは、数 100W～数 kW の出力でチャープ変調をかけた長パルス（数 10～数 100 μs のパルス長）を用いることにより、従来と同等以上の距離分解能を実現している。

5.1.1.3. 地球探査衛星システム

地形、土質、植生、水資源、建造物、海洋等を撮影し、農業、森林管理、災害監視、地質調査、水資源管理、地形図等を作成する目的で太陽同期軌道の上に打ち上げられる衛星である。代表的なイメージを図 4.1.1.2-2 に示す。

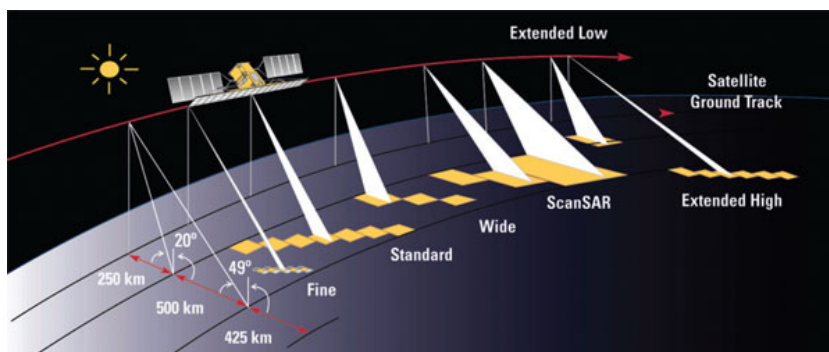


図 5-1-4 地球探査衛星システムのイメージ^[14]

5.1.1.4. その他

既述のシステムのほか、周波数を共用するシステムとして、アマチュア無線（5650～5850MHz）及び産業科学医療用（ISM）（5725～5875MHz）がある。

以上より、共用検討対象システムをまとめると表 5-1-1 のとおりとなる。

表 5-1-1 各周波数帯の共用検討対象システム

周波数帯	共用検討対象システム	
5.2GHz 帯 (5150-5250MHz)	移動衛星 Globalstar	5091-5250MHz
	小電力データ通信システム	5150-5250MHz
5.3GHz 帯 (5250-5350MHz)	地球探査衛星	5250-5350MHz
	気象レーダー	5250-5372.5MHz

5.2. 周波数共用検討における基本的な考え方

本章では、以下の基本的な考え方に基づき干渉検討を行った。

- (1) 周波数は有限な資源であり、その利用については、国際的なルールを遵守しつつ、将来における適正な利用が妨げられないように配慮する。
- (2) すでに制度化済みの屋内向け小電力データ通信システム、5.2GHz 帯高出力データ通信システムに加え、決議 229 (WRC-19 改訂) を考慮し、5.15GHz から 5.25GHz の周波数帯における車内データ通信での利用の可能性を検討する。
- (3) 車内設置の小電力データ通信システムの送信出力レベルに関しては、決議 229 (WRC-19 改訂) に基づき 16dBm(e. i. r. p. 値) を前提とし、その他不要輻射等についても、現行の技術基準を基に参照し、検討を行うこととする。
- (4) 干渉検討に関する考え方として、ITU-R 勧告 M.1454 並びに ITU-R 新報告草案 M. [RLAN SHARING 5150-5250 MHz] を参照して行う。

5.3. 個別システムとの周波数共用検討結果

5.3.1. 移動衛星システム (MSS フィーダリンク) との検討結果

本検討は、5.15GHz~5.25GHz にて運用されている移動衛星システム (MSS フィーダリンク) と車内利用を考慮した無線 LAN システムとの周波数共用のシナリオについて評価し、技術的な共用条件を特定するために実施する。

(1) 共用検討モデル

検討で用いたパラメータについては表 5-3-1 に示すが、決議 229 (WRC-19 改訂) に基づき、車内設置の無線 LAN 機器の最大出力は 40mW(e. i. r. p. 値) を前提に評価を行う。

表 5-3-1 検討で用いたパラメータ

パラメータ	値、条件、参照先							
e.i.r.p. 分配	シナリオ1:							
	送信 e.i.r.p.	1 W (directional)	200 mW (omni)	80 mW (omni)	50 mW (omni)	25 mW (omni)	all	
	Indoor	0%	18%	25.6%	14.2%	36.9%	94.7%	
	Outdoor	2%	0%	0.6%	0.75%	1.95%	5.3%	
	Total	2%	18%	26.2%	14.95%	38.85%	100%	
	シナリオ2:							
	送信 e.i.r.p.	1 W (directional)	200 mW (omni)	80 mW (omni)	50 mW (omni)	25 mW (omni)	all	
	Indoor	0.03%	18%	25.69%	13.17%	38.11%	95%	
	Outdoor	0.47%	0%	0.51%	0.28%	0.74%	2%	
	In- vehicle	1.5%	0%	0%	1.5%	0%	3%	
	Total	2%	18%	26.2%	14.95%	38.85%	100%	
	シナリオ3:							
	送信 e.i.r.p.	1 W (directional)	200 mW (omni)	80 mW (omni)	50 mW (omni)	40 mW (omni)	25 mW (omni)	all
	Indoor	0%	18.06%	25.68%	14.24%	0%	37.02%	95%
	Outdoor	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
	In- vehicle	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%
	Total	2%	18.06%	25.68%	14.24%	3%	37.02%	100%
	シナリオ4:							
	送信 e.i.r.p.	1 W (directional)	200 mW (omni)	80 mW (omni)	50 mW (omni)	40 mW (omni)	25 mW (omni)	all
	Indoor	0%	18.06%	25.68%	14.24%	0%	37.02%	95%
	Outdoor	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
	In- vehicle	0%	1.5%	0%	0%	1.5%	0%	3%
	Total	2%	19.56%	25.68%	14.24%	1.5%	37.02%	100%
無線LAN端末 のアンテナ パターン及 び利得	・送信電力が200 mW以下のもの ITU-R勧告 M.1652-1(Appendix 2 to Annex 6)							
	仰角, ϕ (度)			利得(dBi)				
	45 < ϕ ≤ 90			-4				
	35 < ϕ ≤ 45			-3				

	$0 < \phi \leq 35$	0												
	$-15 < \phi \leq 0$	-1												
	$-30 < \phi \leq -15$	-4												
	$-60 < \phi \leq -30$	-6												
	$-90 < \phi \leq -60$	-5												
	・送信電力が200 mWを超え1 W以下のもの 決議229 (WRC-19改訂) 及び無線設備規則に基づき仰角 θ に対してそれぞれ以下の値を適用 -13 dB(W/MHz) for $0^\circ \leq \theta < 8^\circ$ -13 -0.716($\theta - 8$) dB(W/MHz) for $8^\circ \leq \theta < 40^\circ$ -35.9 -1.22($\theta - 40$) dB(W/MHz) for $40^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ -42 dB(W/MHz) for $45^\circ < \theta$													
その他の無線LAN端末要素	・屋内、屋外利用端末: <table><tr><td>Busy Hour Factor</td><td>Market Factor</td><td>5GHz Factor</td><td>Overlap Factor</td><td>RF Activity Factor</td><td>Total</td></tr><tr><td>62.7%</td><td>54.2%</td><td>74%</td><td>14.3%</td><td>10%</td><td>0.36%</td></tr></table> 参照先:ITU-R新報告草案 M.[RLAN REQ-PAR]及びITU-R新報告草案 M.[RLAN SHARING 5150-5250MHz]		Busy Hour Factor	Market Factor	5GHz Factor	Overlap Factor	RF Activity Factor	Total	62.7%	54.2%	74%	14.3%	10%	0.36%
	Busy Hour Factor	Market Factor	5GHz Factor	Overlap Factor	RF Activity Factor	Total								
	62.7%	54.2%	74%	14.3%	10%	0.36%								
	・車内利用端末: <table><tr><td>Peak Traffic Density*</td><td>5GHz Factor</td><td>RF Activity Factor</td><td>Total</td></tr><tr><td>8%</td><td>50%</td><td>10%</td><td>0.4%</td></tr></table> 参照先: ITU-R新報告草案 M.[RLAN REQ-PAR]及びECC Report 101* 注: 今後、6GHz帯が無線LANとして使用可能になった場合には、稼働率はさらに小さくなることが予想される。		Peak Traffic Density*	5GHz Factor	RF Activity Factor	Total	8%	50%	10%	0.4%				
	Peak Traffic Density*	5GHz Factor	RF Activity Factor	Total										
8%	50%	10%	0.4%											
建物遮蔽損失	ITU-R勧告 P.2109 (建物のタイプ: Traditional: Thermally-Efficient = 7:3, probability: p : 0.5) (図5-3-1参照)													
クラッタ損失	ITU-R勧告 P.2108 (percentage of locations: p : 0.5) (図5-3-2参照)													
人体損失	4dB (屋内の無線LAN端末のうち26.3%、屋外の無線LAN端末のうち50%に適用) 参照先:ECC Report 302													
車の遮蔽損失	10dB 参照先:ITU-R新報告草案 M.[RLAN SHARING 5150-5250 MHz]													
被干渉システムの等価雑音温度	550K 参照先:ITU-R勧告 M.1454													
フィーダ損失	2.9dB 参照先:ITU-R勧告 M.1454													
衛星アンテナ	5.2dBi(平均)													

ナ利得	参照先:ITU-R勧告 M.1454
帯域 補正	12.1dB 参照先:ITU-R勧告 M.1454
偏波 識別度	3dB 参照先:ECC Report 302
許容 干渉値 I/N	-12.2 dB 参照先:ITU-R勧告 S.1432-1

図 5-3-3 に示すように、地球の半径を 6371km、衛星の高度を 1414km、被干渉衛星局のフットプリントの弧の長さを 5800km とし、フットプリント内に与干渉無線 LAN 端末が均一分布していると想定し、与干渉端末からの干渉の総和を計算する。また、図 5-3-4 に示すように被干渉衛星局のフットプリントがアジア太平洋地域にある場合を想定し、フットプリント内の人口は 1, 663, 236, 000 人とする。

I/N は次式で計算する。

$$I/N = EIRP - PL - L_{bldg} - L_p - L_c - L_b - L_f + G - 10 \log_{10}(kTB/1mW)$$

ここで、

- ・ EIRP = アンテナ利得、人体損失を含めた与干渉端末の e. i. r. p. 値 (dBm)
- ・ PL = 自由空間伝搬損失 (dB)
- ・ L_{bldg} = 建物もしくは車の遮蔽損失 (dB)
- ・ L_p = 偏波識別度 (dB)
- ・ L_c = クラッタ損失 (dB)
- ・ L_b = 帯域補正 (dB)
- ・ L_f = フィーダ損失 (dB)
- ・ G = 衛星のアンテナ利得 (dBi)
- ・ k = ボルツマン定数 = $1.3806488 \times 10^{-23}$ (J/K)
- ・ T = 等価雑音度 (K)
- ・ B = 帯域幅 (Hz)

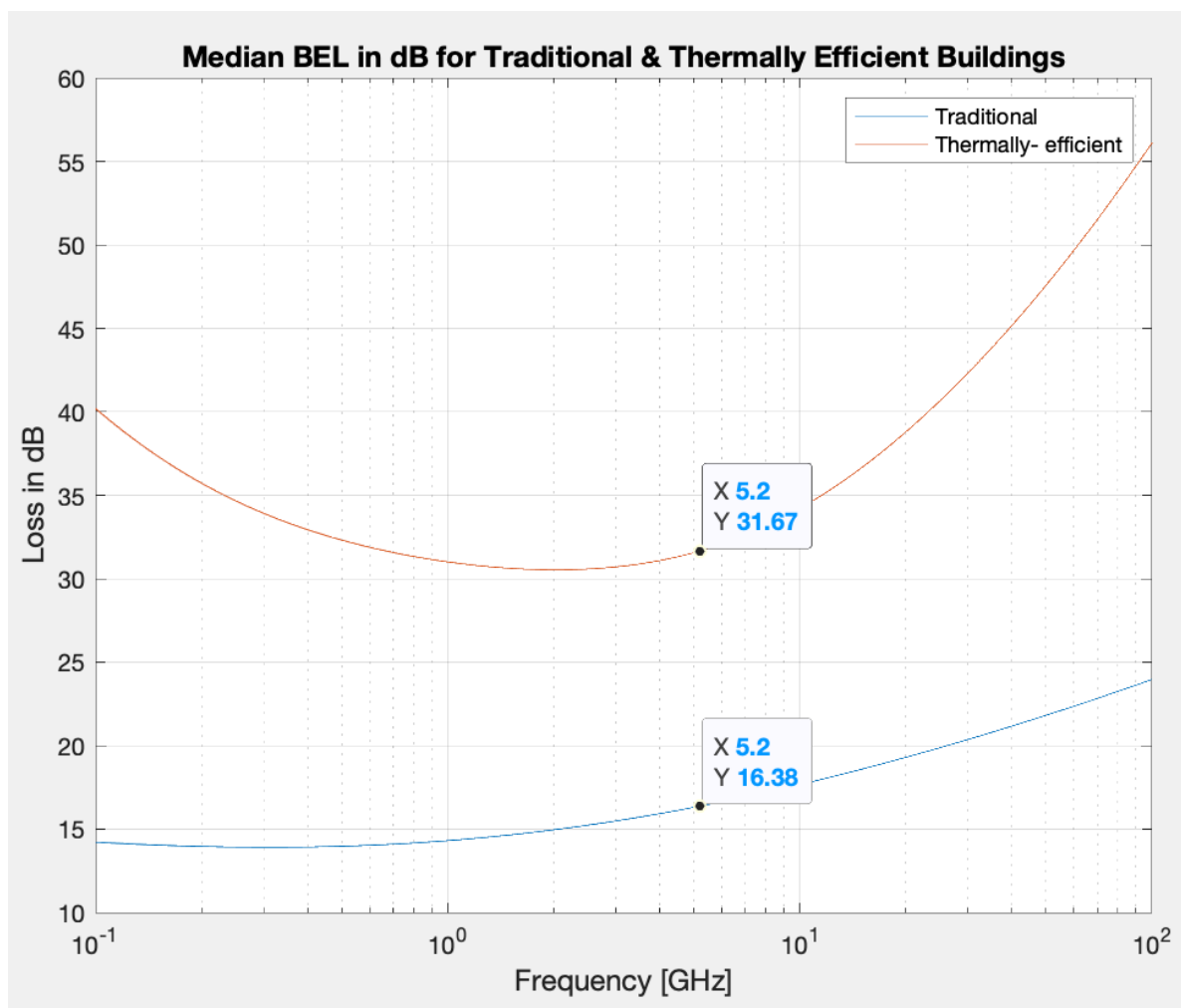


図 5-3-1 ITU-R 勧告 P. 2109 による建物遮蔽損失

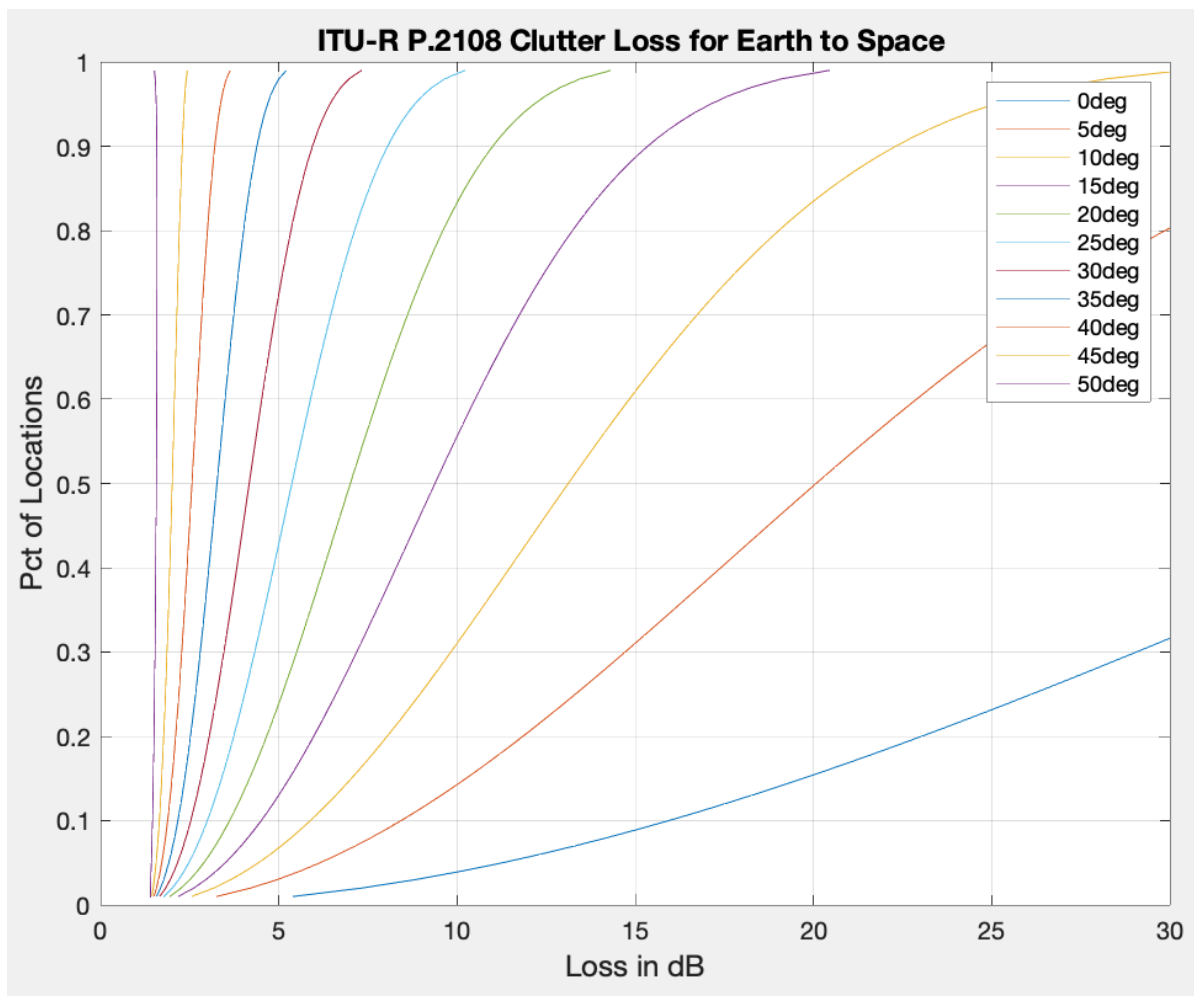


図 5-3-2 ITU-R 勧告 P. 2108 によるクラッタ損失

与干渉端末が屋内、屋外、車内それぞれで使用される場合の被干渉局への影響を評価するために、フットプリント内の人口 1, 663, 236, 000 とし、以下に示すように WRC-19 の検討で使用された条件、パラメータを元に 4 つのシナリオを検討する。

シナリオ 1：屋内、屋外での無線 LAN 端末の利用比率をそれぞれ 94.7%、5.3% (ITU-R 新報告草案 M. [RLAN SHARING 5150-5250 MHz] Study 5) として、屋内、屋外利用端末とは別に約 1 億台の車内設置の無線 LAN 端末：40mW (e. i. r. p. 値) を追加する。

シナリオ 2：車内利用を考慮した無線 LAN 端末の利用比率：屋内、屋外、車内それぞれ 95%、2%、3% (ITU-R 新報告草案 M. [RLAN SHARING 5150-5250 MHz] Study 6) を参照して分配する。

シナリオ 3：シナリオ 2 を元に車内設置の無線 LAN 端末：40mW (e. i. r. p. 値) を追

加して、さらに WRC-19 の決議に基づき高出力の屋外端末を 2%に分配する。

シナリオ 4：シナリオ 3 を元に車内に持ち込まれるクライアント端末：200mW (e. i. r. p. 値) も想定して、車内設置無線 LAN 端末：40mW (e. i. r. p. 値) と同じ比率で分配する。

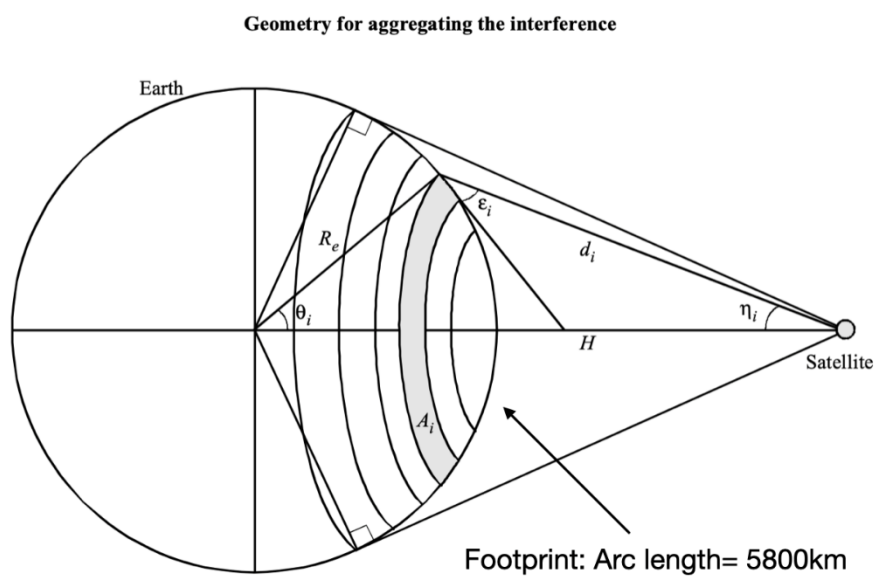


図 5-3-3 移動衛星局と地球の位置関係 (ITU-R 勧告 M. 1454 より転載)



図 5-3-1-4 計算で想定したフットプリント

(2) 共用検討結果

計算結果を表 5-3-2 に示す。

表 5-3-2 計算で想定したフットプリント

e. i. r. p. 分配	I/N (dB)	総和干渉量に対する車内利用端末からの寄与 (dB)
シナリオ 1	-12.39	0.2dB以下
シナリオ 2	-15.93	0.1dB以下
シナリオ 3	-13.44	0.1dB以下
シナリオ 4	-13.43	0.1dB以下

全てのシナリオにおいて干渉許容値 $I/N=-12.2\text{dB}$ を満足した。また、総和干渉量に対する車内利用機器からの寄与分は最大でも 0.2dB 程度であり、今回想定した条件下では、車内利用による被干渉衛星局への影響は限定的であることを確認した。

(3) 結論

5.15GHz～5.25GHz 帯の車内利用を含めた無線 LAN 端末と移動衛星フィーダリンクとの周波数共用の評価を行った。

本検討では、被干渉システムとして ITU-R 勧告に記載のパラメータを元に移動衛星フィーダリンクのモデルを構築し、与干渉システムである無線 LAN 端末の特性、条件についても ITU-R 等のレポートを参照し、アジア太平洋内のフットプリント内に存在する車内利用を含めた無線 LAN 端末を四つの異なる e. i. r. p. 分配テーブルを想定して、上空の被干渉システムへの干渉の総和量を計算した。

計算の結果、全てのシナリオにおいて干渉許容値 ($I/N=-12.2\text{dB}$) を満足し、車内利用による総和干渉量への寄与は最大でも 0.2dB であり、影響は限定的であることを確認した。

今後、市場動向が変化する場合等においては改めて検討が必要になるが、本検討で想定した車内設置無線 LAN 端末 40mW (e. i. r. p. 値) の条件下においては、5.15GHz-5.25GHz 帯での無線 LAN 端末の車内利用による移動衛星フィーダリンクへの有害な干渉はないという結論となった。

なお、本干渉検討の結論及び共用条件については、被干渉システム運用者の米国グローバルスターにおいても許容できるものとして確認済みである。

(4) 共用条件

以上により共用可能となる条件は以下と考えられる。

- ・車内に設置される無線 LAN 端末：最大出力 40mW (e. i. r. p. 値) とする。
- ・車内に持ち込まれる無線 LAN 端末：上記条件を満たす車内設置無線 LAN に接続する場合のみ利用を可とする。

5.3.2. 5.3GHz 帯気象レーダーとの検討結果

5.2GHz 帯自動車内無線 LAN と 5.3GHz 帯気象レーダーとの周波数重複はないものの、周波数が隣接することから、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN から 5.3GHz 帯気象レーダーへの与干渉のみを検討した。

なお、自動車内無線 LAN の周波数帯は 5150～5250MHz であり、近接する 5.3GHz 帯気象レーダーへの与干渉検討にあたって、表 5-3-3 の帯域帯漏えい電力値を考慮した。

表 5-3-3 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの帯域外漏えい電力値（想定）

占有周波数帯幅	基準チャンネル	周波数帯	基準チャンネルからの差の周波数 (f)	帯域外漏えい電力（等価等方輻射電力）
20MHz 幅以下	5240MHz	5251MHz 以上 5260MHz 未満	11MHz 以上 20MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1-(8/90)(f-11)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5260MHz 以上 5266.7MHz 未満	20MHz 以上 26.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1.8-(6/50)(f-20)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5266.7MHz 以上 5365MHz 以下	26.7MHz 以上 125MHz 以下	$0.5 \mu \text{ W/MHz}$ 以下
40MHz 幅以下	5230MHz	5251MHz 以上 5270MHz 未満	21MHz 以上 40MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5270MHz 以上 5278.4MHz 未満	40MHz 以上 48.4MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5278.4MHz 以上 5400MHz 以下	48.4MHz 以上 170MHz 以下	$0.5 \mu \text{ W/MHz}$ 以下
80MHz 幅以下	5210MHz	5251MHz 以上 5290MHz 未満	41MHz 以上 80MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5290MHz 以上 5296.7MHz 未満	80MHz 以上 86.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)} \text{ mW/MHz}$ 以下
		5296.7MHz 以上 5480MHz 以下	86.7MHz 以上 270MHz 以下	$0.5 \mu \text{ W/MHz}$ 以下

これをもとに既存の 5.3GHz 帯気象レーダーへの干渉検討を行った。5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの帯域外漏えい電力に対する気象レーダーの受信電力は次の式で計算される。

$$Pr = PtGr/L$$

Pr：気象レーダーの受信電力 (W)

Pt：無線 LAN の帯域が漏洩電力 (W)

Gr : 気象レーダーの空中線利得

L : 電波の伝搬損失

これをデシベルで表現すると

$$Pr \text{ (dBm)} = Pt \text{ (dBm)} + Gr \text{ (dBi)} - L \text{ (dB)}$$

となる。

ここで、Gr はアンテナ単体の利得から受信系の導波管ロスを引いた LNA 入力端から見た利得とし、L は次の 2 つの損失の合算値として正の値を取るものとする。

$$L \text{ (dB)} = Ld \text{ (dB)} + Lw \text{ (dB)}$$

Ld : 自由空間伝搬損失

Lw : 車の遮断損

無線 LAN と気象レーダーまでの距離を d(m) とすると、自由空間伝搬損失 Ld は次の式で計算される。

$$Ld = (4\pi d / \lambda)^2$$

これをデシベルで表現し、後の計算のために d を分けておくと、

$$Ld \text{ (dB)} = 10 \log (4\pi d / \lambda)^2 = 20 \log (4\pi d / \lambda) = 20 \log (d) + 20 \log (4\pi / \lambda)$$

これらから気象レーダーが受ける干渉電力 Pr は

$$Pr \text{ (dBm)} = Pt \text{ (dBm)} + Gr \text{ (dBi)} - (20 \log (d) + 20 \log (4\pi / \lambda) + Lw)$$

となり、次のように変形できる。

$$\log (d) = (Pt - Pr + Gr - 20 \log (4\pi / \lambda) - Lw) / 20$$

$$d = 10^{((Pt - Pr + Gr - 20 \log (4\pi / \lambda) - Lw) / 20)}$$

ここで、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの帯域外漏えい電力値は $4.7 \mu\text{W}/\text{MHz}$ となっており、気象レーダーの受信帯域は 1.4MHz 程度なので、Pt は $6.6 \mu\text{W}$ とし、気象レーダーの受信周波数 5260MHz から λ を算出し気象レーダーの干渉レベルを最小受信電力 -110dBm、Lw を報告書から 10dB とする。

ここで、気象レーダーの空中線利得は 44dBi 程度であるが、受信系の導波管ロスを 4dB 見込めるのでメインローブの Gr は 40dBi となる。また、サイドローブ方向の利得はこれよりも 35dB 程度低くなるので 5dBi とする。

以上から、気象レーダーの離隔距離は次のように算出される。

メインローブ受信 : 3687m

サイドローブ受信 : 65.6m

気象レーダーは通常は標高の高い場所に設置され、メインローブが無線 LAN に当たる可能性はなく、また 70m 以内に自動車に接近することは通常では起こりえないため、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムと 5.3GHz 帯気象レーダーとの共用が可能と考えられる。

5.3.3. 地球探査衛星システムとの検討結果

5.3.2 と同様に、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN と地球探査衛星システムへは、周波数が隣接することから、5.2GHz 帯自動車内無線 LAN から地球探査衛星システムへの与干渉のみを検討した。

5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの帯域外漏えい電力値 $0.5\mu\text{W}/\text{MHz}$ 以下をもとに地球探査衛星システムへの干渉検討を行ったところ、共用可能であることから、実用上問題は生じないものと考えている。

5.3.4. その他のシステムとの検討結果

5.3.4.1. 無線 LAN 同士の周波数共用条件

自動車内無線 LAN 同士の共用においては、通常の無線 LAN 同士の共用と同様に、電界強度レベルのキャリアセンス機能を具備することが適当である。

5.3.4.2. アマチュア無線及び産業科学医療用との周波数共用条件

アマチュア無線（5650～5850MHz）は二次業務であり、無線 LAN を含む移動業務より劣位にある。このような条件の下で従来から 5.6GHz 帯で周波数を共用してきているが、特段の問題は生じていないため、大きな支障はなく共用可能と考えられる。

また、産業科学医療用（ISM）（5725～5875MHz）についても、周波数割当計画の国内周波数分配の脚注 J37 により周波数を共用する業務は ISM からの混信を容認する前提となっており、特段の共用検討は不要と考えられる。

以上より、アマチュア無線と ISM に関しては、特段の共用検討は不要と考えられる。

第6章 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの技術的条件

6.1. 一般的条件

6.1.1. 無線周波数帯

自動車内無線 LAN システムの導入に際しては、IEEE802.11ax において標準化が進められている技術方式を前提とし、2019 年世界無線通信会議（WRC-19）における決議 229¹に従い 5150-5250MHz の周波数帯が国際的に移動業務に追加分配され、我が国においても既に 5GHz 帯小電力データ通信システムに割り当てられていることから、無線周波数帯は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、5150～5250MHz とすることが適当である。

表 6-1-1 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムが使用する帯域

システム種別	周波数帯の呼称	周波数帯
5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システム	5.2GHz 帯	5150～5250MHz

6.1.2. 周波数チャネル配置

周波数チャネル配置は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、以下のとおりとすることが適当である。この場合、1 チャネルあたりの帯域幅を最大で 80MHz とする。

表 6-1-2 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの周波数チャネル配置

占有周波数帯幅	中心周波数（MHz）
20MHz 以下の場合	5180、5200、5220、5240
20MHz を超え 40MHz 以下の場合	5190、5230
40MHz を超え 80MHz 以下の場合	5210

¹ 決議 229（WRC-19 改訂） Use of the bands 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz by the mobile service for the implementation of wireless access systems including radio local area networks（無線 LAN を含む無線アクセスシステムの導入のための 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz 及び 5470-5 725 MHz の移動業務による使用）

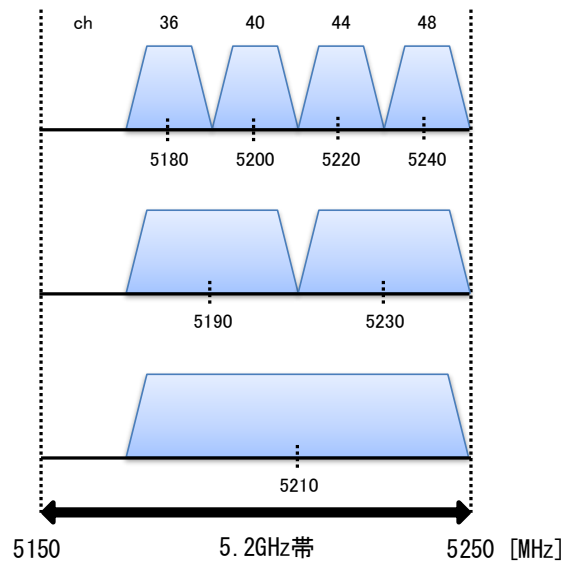


図 6-1-1 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの周波数チャネル配置図

6.1.3. 周波数チャネル使用順位等

周波数チャネルの使用順位については、無線 LAN がキャリアセンスによる周波数を共用するシステムであり、また、機器製造の柔軟性を確保する必要があることも考慮すると、メーカーや運用者が個別に対応することが適当であると考えられるため、特段規定しないことが適当である。

6.1.4. 周波数の使用条件

ア. 親局

自動車内に設置される条件下において、移動衛星システム（MSS フィーダリンク）との周波数共用条件に従い、e. i. r. p. は 40mW 以下とする。

イ. 子局

自動車内に設置される親局から制御を受けて通信する条件下において、同一車内での利用を可能とする。

6.1.5. 伝送速度（周波数利用効率）

伝送速度は、表 6-1-3 のとおり、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同等の速度とすることが適当である。

表 6-1-3 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの伝送速度

占有周波数帯幅	伝送速度
20MHz 以下	20Mbps 以上
20MHz を超え 40MHz 以下	40Mbps 以上
40MHz を超え 80MHz 以下	80Mbps 以上

6.1.6. 通信方式

通信方式は、現行どおり、単向通信方式、単信方式、同報通信方式、半複信方式又は複信方式とすることが適当である。

6.1.7. 接続方式

接続方式は、現行どおり、各 20MHz チャンネルを基本とした送信権の獲得を公平にし、共存を実現できることが適当である。

6.1.8. 変調方式

変調方式は、直交周波数分割多重（OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplex）方式とすることが適当である。

なお、1MHz の帯域幅あたりの搬送波の数が 1 以上であることとする。

6.1.9. 監視制御機能システム設計上の条件

監視制御機能システム設計上の条件は、以下のとおりとすることが適当である。

ア. 誤り訂正機能

回線の信頼性の向上のためには一般的に具備することが望ましいが、再送制御による高レイヤでの品質向上を図るには、伝搬距離が短い場合で誤り訂正符号を使用しなくともサービスに必要な回線の信頼度が得られる場合、アプリケーションによっては高速性を優先するため誤り訂正における符号化率を最小

限にする場合等があることから、運用の柔軟性を確保するためにも誤り訂正符号を義務づけないことが適当である。

イ. 監視制御機能

監視制御のための補助信号は、無線主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであることが適当である。

ウ. システム設計上の条件

違法使用を防止する対策のため、本システムが情報処理機器に組み込まれて利用される場合を考慮して、送信装置の主要な部分（空中線系を除く高周波部及び変調部）を容易に開けることができない構造とすることが適当である。

エ. 子局の制御

自動車内に設置される親局により子局の周波数チャンネル選択及び送信を制御することが適当である。

オ. 同一システム（小電力データ通信システムを含む。）間の共用方策

キャリアセンスレベル等について、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様とすることが適当である。

6.2. 無線設備の技術的条件

6.2.1. 送信装置

ア. 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、 $\pm 20\text{ppm}$ 以下とすることが適当である。

イ. 占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅の許容値は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、表 6-2-1 のとおりとすることが適当である。

表 6-2-1 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの占有周波数帯幅の許容値

占有周波数帯幅	占有周波数帯幅の許容値
20MHz 以下	20MHz
20MHz を超え 40MHz 以下	40MHz
40MHz を超え 80MHz 以下	80MHz

ウ. 空中線電力

空中線電力は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、表 6-2-2 のとおりとすることが適当である。

表 6-2-2 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの空中線電力

変調方式	占有周波数帯幅	空中線電力
直交周波数分割多重方式	20MHz 以下	2mW/MHz 以下
	20MHz を超え 40MHz 以下	1mW/MHz 以下
	40MHz を超え 80MHz 以下	0.5mW/MHz 以下

エ. 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、上限+20%、下限-80%とすることが適当である。

オ. 送信空中線

(1) 送信空中線利得

送信空中線利得は、5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に規定しないことが適当である。ただし、これは e. i. r. p. の最大値と空中線電力を基にして間接的に定義されている。

(2) 送信空中線の主輻射の角度の幅

送信空中線の主輻射の角度の幅は、5.2GHz 帯小電力データ通信システム

と同様に規定しないことが適当である。

カ. 等価等方輻射電力

等価等方輻射電力については、表 6-2-3 のとおりとすることが適当である。

表 6-2-3 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの等価等方輻射電力

占有周波数帯幅	等価等方輻射電力
20MHz 以下	2mW/MHz 以下
20MHz を超え 40MHz 以下	1mW/MHz 以下
40MHz を超え 80MHz 以下	0.5mW/MHz 以下

キ. 隣接チャネル漏えい電力

5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、表 6-2-4 のとおりとすることが適当である。

表 6-2-4 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの隣接チャネル漏えい電力

占有周波数帯幅	隣接チャネル漏えい電力
20MHz 以下	搬送波の周波数から 20MHz 及び 40MHz 離れた周波数の ± 10 MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ 25dB 及び 40dB 以上低い値
20MHz を超え 40MHz 以下	搬送波の周波数から 40MHz 及び 80MHz 離れた周波数の ± 20 MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ 25dB 及び 40dB 以上低い値
40MHz を超え 80MHz 以下	搬送波の周波数から 80MHz 離れた周波数の ± 40 MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力より 25dB 以上低い値

ク. 周波数チャネル当たりのスペクトラム特性

無線 LAN の帯域内では隣接チャネル漏えい電力で規定されているため、周波数チャネル当たりのスペクトラムマスクは 5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に規定しないものとする。

ケ. 不要発射の強度

スプリアス領域及び帯域外領域における不要発射の強度の許容値は、以下のとおりとすることが適当である。

(1) 帯域外領域

表 6-2-5 5. 2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの帯域外領域

占有周波数帯幅	帯域外領域
20MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上
20MHz を超え 40MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上
40MHz を超え 80MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上

(2) 不要発射の強度の許容値

5. 2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの不要発射の強度の許容値については、5. 2GHz 帯小電力データ通信システムと同様とすることが適当である。

表 6-2-6 5. 2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの不要発射の強度の許容値

占有周波数帯幅	基準チャンネル	周波数帯	基準チャンネルからの差の周波数 (f)	帯域外漏えい電力 (等価等方輻射電力)
20MHz 以下	5180MHz	5142MHz 以下	38MHz 以上	0.5 μ W/MHz 以下
		5142MHz を超え 5150MHz 以下	30MHz 以上 38MHz 未満	3 μ W/MHz 以下
	5240MHz	5250MHz 以上 5250.2MHz 未満	10MHz 以上 11MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{1-(8/3)(f-9.75)}$ mW/MHz 以下
		5250.2MHz 以上 5251MHz 未満	10MHz 以上 11MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{1-(f-9)}$ mW/MHz 以下
		5251MHz 以上 5260MHz 未満	11MHz 以上 20MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1-(8/90)(f-11)}$ mW/MHz 以下
		5260MHz 以上 5266.7MHz 未満	20MHz 以上 26.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1.8-(6/50)(f-20)}$ mW/MHz 以下
		5266.7MHz 以上 5365MHz 以下	26.7MHz 以上 125MHz 以下	0.5 μ W/MHz 以下
20MHz を超え 40MHz 以下	5190MHz	5141.6MHz 以下	48.4MHz 以上 90MHz 以下	0.5 μ W/MHz 以下
		5141.6MHz を超え 5150MHz 以下	40MHz 以上 48.4MHz 未満	3 μ W/MHz 以下
	5230MHz	5250MHz 以上 5251MHz 未満	20MHz 以上 21MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(f-20)+\log(1/2)}$ mW/MHz 以下
		5251MHz 以上 5270MHz 未満	21MHz 以上 40MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW/MHz 以下

40MHz を 超 え 80MHz 以 下	5210MHz	5270MHz 以上 5278.4MHz 未満	40MHz 以上 48.4MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)} \text{mW/MHz}$ 以下
		5278.4MHz 以上 5400MHz 以下	48.4MHz 以上 170MHz 以下	0.5 $\mu\text{W/MHz}$ 以下
		5123.2MHz 以下	86.8MHz 以上 190MHz 以下	0.5 $\mu\text{W/MHz}$ 以下
		5123.2MHz を超 え 5150MHz 以下	60MHz 以上 86.8MHz 未満	3 $\mu\text{W/MHz}$ 以下
		5250MHz 以上 5251MHz 未満	40MHz 以上 41MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(f-40)+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下
		5251MHz 以上 5290MHz 未満	41MHz 以上 80MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下
		5290MHz 以上 5296.7MHz 未満	80MHz 以上 86.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下
		5296.7MHz 以上 5480MHz 以下	86.7MHz 以上 270MHz 以下	0.5 $\mu\text{W/MHz}$ 以下

注 f の単位は MHz とする。

コ. 帯域外漏えい電力

帯域外漏えい電力は、スプリアス領域及び帯域外領域における不要発射の強度の許容値で規定されているため、規定しないものとする。

6.2.2. 受信装置

受信装置は、現行の 5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、以下のとおりとすることが適当である。

ア. 副次的に発射する電波等の限度

副次的に発射する電波の強度は、1GHz 未満の周波数において 4nW 以下、1GHz 以上の周波数において 20nW 以下とする。

イ. 受信感度

受信感度は特段規定しないこととする。

ウ. 受信空中線特性

受信空中線特性は、無線機器製造の柔軟性を確保するため、特段規定しないことが適当である。なお、送信空中線特性と等価であることが望ましい。

6.2.3. 電気通信回線設備との接続

電気通信回線設備との接続は、現行の 5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、識別符号を利用し、符号長は 19 ビット以上であること。また、システ

ム設計条件（送信バースト長は 8ms 以下とすること、キャリアセンスを行うこと等）に適合すること。

6.2.4. 混信防止機能等

混信防止機能等は、現行の 5.2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に以下のとおりとすることが適当である。

- （１）バースト状の断続的なデータ送信を基本とすることが適当であり、送信バースト長は 8ms 以下とすること。
- （２）無線設備は、新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後に送信を開始すること。ただし、この新たな送信を行う無線設備を主とし、主局のキャリアセンスによる判断に従い送信を行う無線設備を従として、主及び従の相互間でこのキャリアセンスを起点として行われる通信に関しては、最大 8ms の間、主と従の無線設備におけるキャリアセンスは省略できるものとする。
- （３）キャリアセンスは、受信空中線の最大利得方向における電界強度が 100mV/m 以上であることをもって、干渉を検出したチャンネルと同一のチャンネルでの電波の発射を停止させるものであること。
- （４）識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有すること。
- （５）自動車内に設置される親局については、自動車内利用限定である旨の表示を付すことが適当である。

6.2.5. 電波防護指針

安全な電波利用の一層の徹底を図るため、電波法施行規則第 2 条の 3（電波の強度に対する安全施設）により安全基準が規定されている。今回の自動車内無線 LAN システムの場合には、e. i. r. p. を 40mW 以下であり、従来の小電力データ通信システムに比べて低く、人体に与える影響は問題ないと考えられる。

6.2.6. 測定法

5. 2GHz 帯小電力データ通信システムと同様に、空中線測定端子あり（試験用端子を含む）のある無線設備と、空中線測定端子なし（アンテナ一体型）の無線設備の測定法の概要を示したものである。

6.2.6.1. 親局及び子局

複数の送受信空中線（複数の送信増幅部を有するもの）を有する単一の送受信装置の場合においては、以下のとおりとすることが適当である。

ア. 送信装置

（１）周波数の偏差

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線測定端子にて、無変調波（搬送波）を送信した状態で、周波数計を用いて平均値（バースト波にあってはバースト内の平均値）を測定し、それぞれの測定値のうち周波数の偏差が最大であるものを周波数の偏差とすること。

② 空中線測定端子無しの場合

ア. 空中線ごとに測定する場合

周波数計を RF 結合器又は空中線で結合し、①と同様にして測定することが適当である。

イ. 空中線ごとに測定することが困難な場合

ア. と同様にして測定することが適当である。

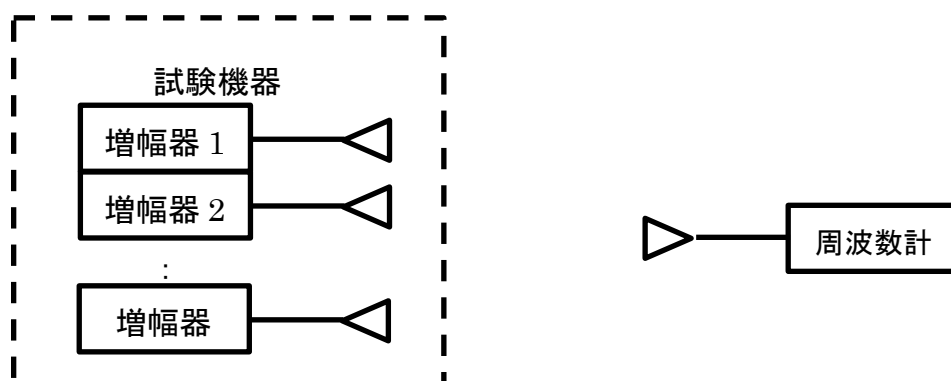


図 6-2-1 周波数の偏差測定系統図（空中線端子なしの場合）

(2) 占有周波数帯幅

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線測定端子にて、標準符号化試験信号（符号長 511 ビット 2 値疑似雑音系列等。以下同じ。）を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトル分析器等により測定し、併せて、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和がそれぞれ全電力の 0.5% となる周波数幅を測定し、上限周波数から下限周波数を減じた周波数幅を占有周波数帯幅とすることが適当である。

② 空中線測定端子無しの場合

7. 空中線ごとに測定する場合

適当な RF 結合器又は空中線で結合し、①と同様にして測定することが適当である。

4. 空中線ごとに測定することが困難な場合

7. と同様にして測定することが適当である。

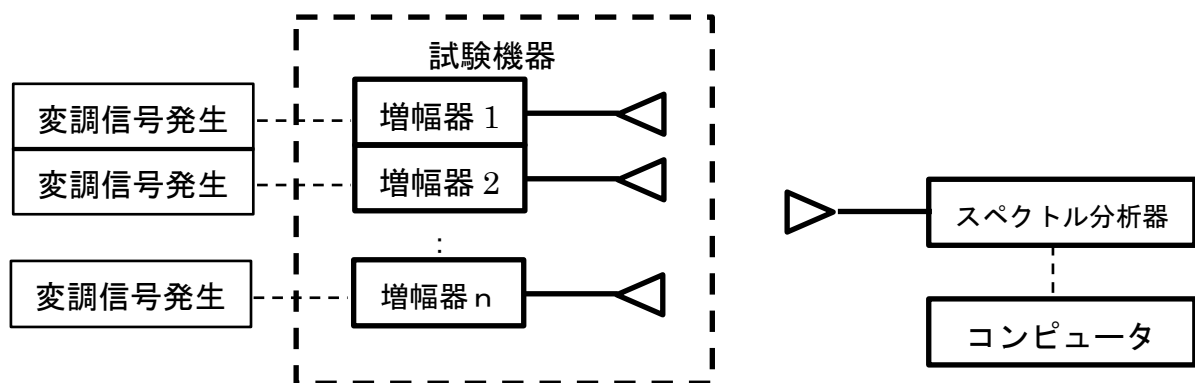


図 6-2-2 占有周波数帯幅測定系統図（空中線端子なしの場合）

(3) 空中線電力の偏差

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線測定端子にて、標準符号化試験信号を入力信号端子に加えたときの平均電力をスペクトル分析器、高周波電力計等を用いて測定し、それぞれの空中線端子にて測定した測定値の総和を空中線電力とすること。この場合において、スペクトル分析器の分解能帯域幅を 1MHz とし、その帯域幅における平均電力が最大となる周波数において平均電力を測定すること。また、連続送信波により測定することが望ましいが、バースト送信波にて測定する場合は、送信時間率が最大となるバースト繰り返し周期よりも十分長い期間における平均電力を測定し、その測定値に最大の送信時間率の逆数を乗じて平均電力とすることが適当である。

② 空中線測定端子無しの場合

7. 空中線ごとに測定する場合

測定距離 3m 以上の電波暗室又は地面反射波を抑圧したテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は①と同様にして測定すること。この場合において、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定することが適当である。

4. 空中線ごとに測定することが困難な場合

7. と同様にして測定することが適当である。

ただし、複数の空中線の間隔のうち、最も離れる間隔が 13cm を超える場合、空中線の種類及び利得が異なる場合においては、7. を適用しないこと。

この場合においては、供試機器の空中線配置の中心を放射中心と仮定して測定し、偏波面が同一でない場合は、直交する偏波面についてそれぞれ測定した値の加算値を空中線電力とすること。

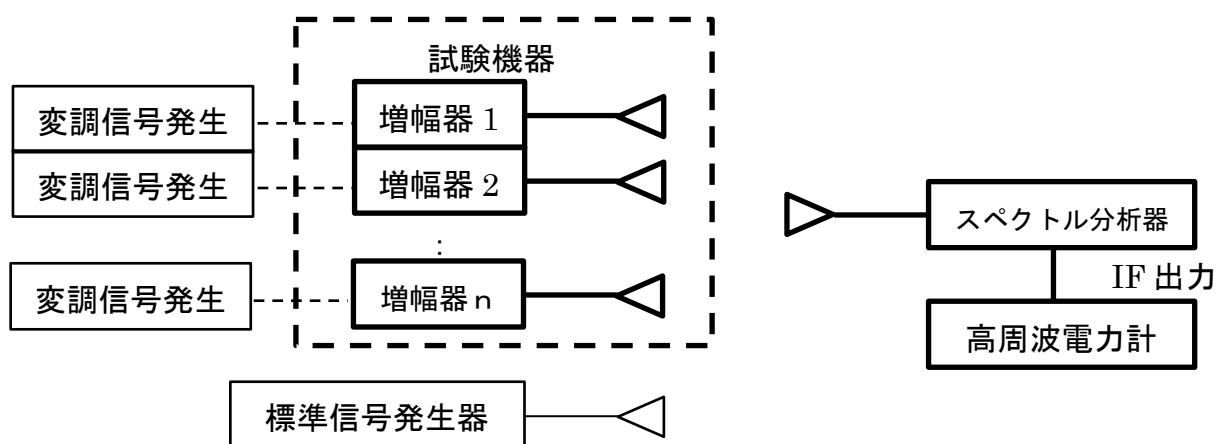


図 6-2-3 空中線電力測定系統図（空中線端子なしの場合）

（4）隣接チャネル漏えい電力

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線端子にて、標準符号化試験信号を入力信号とし、バースト波にあっては、規定の隣接及び次隣接チャネル帯域内の電力をスペクトル分析器等を用いて、掃引速度が 1 サンプル点あたり 1 個以上のバーストが入るようにし、ピーク検波、マックスホールドモードで測定し、それぞれの測定値の総和を隣接及び次隣接チャネル漏えい電力とすること。連続波にあっては、電力測定受信機又はスペクトル分析器を用いて規定の隣接及び次隣接チャネル帯域の電力を測定し、それぞれの測定値の総和を隣接及び次隣接チャネル漏えい電力とすることが適当である。

② 空中線測定端子無しの場合

7. 空中線ごとに測定する場合

測定距離 3m 以上の電波暗室又は地面反射波を抑圧したテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された結合器を用い、その他の条件は①と同様にして測定すること。この場合において、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定することが適当である。

4. 空中線ごとに測定することが困難な場合

7. と同様にして測定することが適当である。

ただし、複数の空中線の間隔のうち、最も離れる間隔が 13cm を超える場合、空中線の種類及び利得が異なる場合においては、7. を適用しないこと。この場合においては、①と同様にして測定すること。また、偏波面が同一でない場合は、直交する偏波面についてそれぞれ測定した値の加算値を空中線電力とすること。

(5) 帯域外領域における不要発射の強度

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線端子にて、標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）をスペクトル分析器等を用いて測定し、それぞれの測定値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトル分析器の分解能帯域幅は、1MHz に設定することが適当である。また、測定値に測定する周波数帯における給電線損失を含む送信空中線利得を乗じて、e. i. r. p. を換算して求めるものとする。

② 空中線測定端子無しの場合

7. 空中線ごとに測定する場合

測定距離 3m 以上の電波暗室又は地面反射波を抑圧したテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は①と同様にして測定すること。この場合において、テストサイトの測定用空中線は指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定することが適当である。

イ. 空中線ごとに測定することが困難な場合

ア. と同様にして測定することが適当である。

ただし、複数の空中線の間隔のうち、最も離れる間隔が 13cm を超える場合、空中線の種類及び利得が異なる場合においては、ア. を適用しないこと。この場合においては、①と同様にして測定すること。また、偏波面が同一でない場合は、直交する偏波面についてそれぞれ測定した値の加算値を空中線電力とすること。

(6) スプリアス領域における不要発射の強度

スプリアス領域における不要発射の強度の測定は、以下のとおりとすることが適当である。この場合において、参照帯域幅は 1MHz とし、スプリアス領域における不要発射の強度の測定を行う周波数範囲については、可能な限り 9kHz から 110GHz までとすることが望ましい。ただし、当面の間は 30MHz から 5.2GHz 以下の周波数においては第 5 次高調波及び 5.2GHz を超える周波数においては 26GHz までとすることができる。

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線端子にて、標準符号化試験信号を入力信号として加えたときの不要発射の平均電力（バースト波にあってはバースト内の平均電力）を、スペクトル分析器を用いて測定し、それぞれの測定値の総和を不要発射の強度とすること。この場合において、スペクトル分析器の分解能帯域幅は、1MHz に設定することが適当である。

② 空中線測定端子無しの場合

ア. 空中線ごとに測定する場合

測定距離 3m 以上の電波暗室又は地面反射波を抑圧したテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は①と同様にして測定すること。この場合において、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定することが適当である。

イ. 空中線ごとに測定することが困難な場合

ア. と同様にして測定することが適当である。

ただし、複数の空中線の間隔のうち、最も離れる間隔が 13cm を超える場合、空中線の種類及び利得が異なる場合においては、ア. を適用しないこと。この場合においては、供試機器の空中線配置の中心を放射中心と仮定して測定し、偏波面が同一でない場合は、直交する偏波面についてそれぞれ測定した値の加算値を空中線電力とすること。

イ. 受信装置

(1) 副次的に発する電波等の限度

各空中線端子にて、スペクトル分析器を用いて測定し、それぞれの測定値の総和を副次的に発する電波等の強度とすること。IEC Pub. 60489-3 に準ずること。この場合、スペクトル分析器の分解能帯域幅は、1MHz に設定することが適当である。なお、空中線端子がない場合は、スプリアス領域における不要発射の強度の測定法の空中線端子がない場合に準ずることが適当である。

(2) 混信防止機能

複数の送受信装置を有する無線設備については、一体となって機能する送信装置の総体を無線設備の単位とし、当該無線設備から送出される識別符号について、代表する信号入出力端子（送信装置にそれぞれ信号入出力端子のある場合においては代表する端子）における送受信を確認することが適当である。

(3) 送信バースト長

① 空中線測定端子付きの場合

各空中線端子を供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器で結合し、全ての送信装置からの信号を合成して測定することが適当である。

② 空中線測定端子無しの場合

測定距離 3m 以上の電波暗室又は地面反射波を抑圧したテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正され RF 結合器を用い、全ての送信装置から送出されるバースト波を合成して測定することが適当である。

(4) キャリアセンス機能

代表する空中線端子にて、現行どおりの測定法とすることが適当である。反射波を押さえたテストサイトにて、被測定機器、観測用のスペクトル分析器及び干渉源用信号発生器を用いて行うものとする。

干渉源用信号発生器に所定の測定用空中線を接続し、規定値（100mV/m）以上となる場所に、被測定機器の空中線をその最大利得方向を干渉源の測定用空中線に向けて設置する。さらに、送信状況を近傍に置いた別の空中線で受信し、スペクトル分析器で観測する。被測定機器間での断続的な通信が行われる状況に設定した後、干渉源用信号発生器からの送信を開始し、8ms 以内に被測定機器の送信が停止することを確認する。ただし、干渉源の信号には、被測定機器の送信スペクトルとは判別の付くもので、定包絡線を有する広帯域信号が望ましい。

なお、空中線測定端子を有する機器については、上記測定伝搬環境を模擬する疑似伝送路を用いて測定を行っても良い。ただし、この場合において、被測定機器の空中線測定端子には、使用する空中線利得から換算した干渉信号電力が加わる設定とすることが適当である。

第7章 制度化に向けた諸課題

7.1. 周波数共用条件を担保するための使用・運用条件

第6章に示す自動車内無線 LAN の技術的条件を満足し、かつ、周波数共用条件を担保するための無線 LAN システムの使用・運用条件は次のとおり。

- 1) 自動車内での使用に限る旨を無線設備の見やすい箇所に表示すること。
- 2) 自動車内に設置されるか又は自動車の電源から動作電圧を供給されるものに限る。

7.2. 制度整備に向けた留意点

上記 7.1 に示す使用・運用条件を確保するためは、無線 LAN メーカー及び自動車メーカー、さらには関係業界団体等の協力を得ながら、制度整備に取り組んでいく必要がある。

5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムは、5.2GHz 帯高出力データ通信システムなど、既に使用されている無線 LAN 等の小電力データ通信システム、スマートフォン端末と接続し通信する利用形態が想定されていることから、そのような利用が可能となるような制度整備が求められる。

第8章 今後の検討課題

本システムの今後の一層の普及促進に関する課題を以下に述べる。

- 1 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムを含む将来の無線システムに関して、IEEE 等の国際標準化機関の動向に注視するとともに、新たな利用ニーズや技術方式の高度化に迅速に対応するため、必要に応じて、無線 LAN の技術的条件を見直すことが適当である。
- 2 5.2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの導入にあたっては、WRC-19 結果を踏まえた周波数共用条件に基づき技術的条件を定めているが、5150-5250MHz 帯周波数の電波を使用する移動衛星通信システムとの共用条件に影響を及ぼす事象が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、必要に応じて当該共用条件等の見直しを図ることが適当である。
- 3 自動車内という限られた場所に無線 LAN を設置する際に、大きさ等の制約から、必ずしも十分な利得を有するアンテナが利用できるとは限らない。特に、海外ではアンテナ利得がマイナス 7dBi 程度の無線 LAN デバイスが存在するとの報告があり、このようなアンテナを使用すると空中線電力 40mW では十分な E. I. R. P. が達成されず、自動車内の無線 LAN 機能が著しく低下する恐れがあるとの懸念が示されている。

我が国の自動車メーカー／車載機器メーカー等は、車載機においてマイナス利得の無線 LAN アンテナの適用可能性はあるものの、実装上支障が生じることはないとの見解が示される一方、海外と国内の規定を一致させた場合、設計・製造の優位性がある点を考慮すべきとの要望もあることから、必要に応じて、マイナス利得のアンテナ適用等の可能性について議論を行うことが適当である。

V. 検討結果

陸上無線通信委員会は、情報通信審議会諮問第 2009 号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」（平成 14 年 9 月 30 日諮問）のうち、「5GHz 帯無線 LAN の周波数帯拡張等に係る技術的条件」のうち「5.2GHz 帯自動車内無線 LAN の技術的条件」について、別添のとおりとりまとめた。

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 構成員

(令和3年9月30日現在 敬称略)

	氏名	所 属
主査委員	安藤 真	東京工業大学 名誉教授
主査代理 専門委員	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
委員	森川 博之	東京大学 大学院 工学系研究科 教授
専門委員	秋山 裕子	富士通株式会社 共通技術開発統括部 ソフトウェア化技術開発室長
〃	飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター ICTリサーチ&コンサルティング部 シニア・リサーチディレクター
〃	伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
〃	河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 兼 同大学 未来情報通信医療社会基盤センター長
〃	児玉 俊介	一般社団法人電波産業会 専務理事
〃	齋藤 一賢	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
〃	田中 秀一	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
〃	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
〃	土田 健一	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長
〃	日野岳 充	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 専務理事
〃	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
〃	藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
〃	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃	松尾 綾子	株式会社東芝 情報通信プラットフォーム研究所 ワイヤレスシステムラボラトリー 室長
〃	三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
〃	三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
〃	吉田 貴容美	日本無線株式会社 シニアエキスパート

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

5. 2GHz 帯及び 6GHz 帯無線 LAN 作業班 構成員名簿

(敬称略：主任以外は五十音順、令和 3 年 9 月 30 日現在)

氏 名	所 属
梅比良 正弘	南山大学 理工学部 電子情報工学科 教授
足立 朋子	(株) 東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 研究主幹
石田 和人	フェイスブックジャパン (株) コンサルタント
伊藤 泰成	KDDI (株) 電波部 管理グループ マネージャー
井原 伸之	(株) フジテレビジョン 技術局計画部 部長職
大石 雅寿	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター 特任教授
岸 博之	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 統括課長代理
小橋 浩之	スカパーJSAT (株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第 1 チーム アシスタントマネージャー (令和 3 年 9 月 7 日以降)
小林 佳和	日本電気 (株) デジタルプラットフォーム事業部
斎藤 一賢	日本電信電話 (株) 技術企画部門 電波室 室長
城田 雅一	クアルコムジャパン合同会社 標準化本部長
高田 仁	(一社) 日本民間放送連盟 企画部 専任部長
鷹取 泰司	(一社) 電波産業会 無線 LAN システム開発部会 副委員長
津村 仁	内閣府 政策統括官(防災担当) 付 参事官(災害緊急事態対処担当) 付 参事官補佐(通信担当)
中川 義克	インテル (株) 政策渉外部 日本担当ダイレクタ
中牟田 敏史	海上保安庁 情報通信課システム整備室 課長補佐
中村 淳一	国土交通省 大臣官房技術調査課 電気通信室 企画専門官
成清 善一	日本放送協会 技術局 計画管理部 副部長
成瀬 廣高	(株) パッファロー ネットワーク開発部 ODM 第一開発課 課長
蓮池 真樹	スカパーJSAT (株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第 1 チーム アシスタントマネージャー (令和 3 年 9 月 6 日まで)
畠山 浩輝	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐
菱倉 仁	(株) IP モーション モバイルソリューション事業部 チーフエンジニア
藤本 昌彦	シャープ (株) 研究開発事業本部 副本部長
古川 英夫	(一社) JASPAR コネクティビティ WG 主査
前田 規行	(株) NTT ドコモ 電波企画室 電波技術担当課長
前原 朋実	(一社) 無線 LAN ビジネス推進連絡会 技術・調査委員会 副委員長
三島 安博	Apple Japan, Inc. Wireless Design Regulatory Engineer
村上 誉	(国研) 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 ワイヤレスシステム研究室 主任研究員
柳下 勇一	東京電力パワーグリッド (株) 電子通信部 通信ネットワーク技術センター ネットワーク総括グループマネージャー
安江 仁	電気事業連合会 情報通信部 副部長

【参考文献】

- [1] 情報通信審議会一部答申「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「5GHz 帯無線 LAN の周波数帯拡張等に係る技術的条件」のうち「5.2GHz 帯及び 5.6GHz 帯を使用 する無線 LAN の技術的条件」について (H30.2.13)
- [2] 総務省「周波数再編アクションプラン」(令和2年度第2次改訂版)
https://www.soumu.go.jp/main_content/000716599.pdf
- [3] 電波監理審議会答申 (H30.5.9)
- [4] WRC-19 議題 1.16
- [5] Report of the CPM to WRC-19
<https://www.itu.int/md/R15-CPM19.02-R-0001>
- [6] CPET「ECC/DEC/(04)08」
<https://docdb.cept.org/download/3450>
- [7] 総務省「平成30年度電波の利用状況調査」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000621397.pdf
- [8] ITU-R Recommendation M.1454
<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1454-0-200005-I>
- [9] RESOLUTION 229 (REV.WRC-19)
https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0C/0A/ROCOA00000F0076PDFE.pdf

別添

平成14年 9 月30日付け諮問第2009号

「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

「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」のうち

「5. 2GHz帯自動車内無線LANの導入のための技術的条件」

「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「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」のうち「5.2GHz帯自動車内無線LANの導入のための技術的条件」については、以下のとおりとすることが適当である。

5. 2GHz 帯自動車内無線 LAN システムの技術的条件

1 一般的条件

(1) 無線周波数帯

5150～5250MHz であること。

(2) 周波数チャネル配置

以下のとおりであること。

占有周波数帯幅	中心周波数 (MHz)
20MHz 以下の場合	5180、5200、5220、5240
20MHz を超え 40MHz 以下の場合	5190、5230
40MHz を超え 80MHz 以下の場合	5210

(3) 周波数チャネル使用順位等

特段規定しない。

(4) 周波数の使用条件

ア 基地局、陸上移動中継局

自動車内に設置される条件下において、屋外での利用を可能とし、この場合には、e. i. r. p. は 40mW 以下とする。

イ 陸上移動局

自動車内に設置される基地局又は陸上移動中継局から制御を受けて通信する条件下において、同一車内での利用を可能とする。

(5) 伝送速度

以下のとおりであること。

占有周波数帯幅	伝送速度
20MHz 以下	20Mbps 以上
20MHz を超え 40MHz 以下	40Mbps 以上
40MHz を超え 80MHz 以下	80Mbps 以上

(6) 通信方式

単向通信方式、単信方式、半複信方式又は複信方式であること。

(7) 接続方式

各 20MHz チャンネルを基本とした送信権の獲得を公平にし、共存を実現できること。

(8) 変調方式

以下のとおりであること。

ア 直接拡散方式を使用するスペクトル拡散方式（占有周波数帯幅が 18MHz 以下の場合であって次のいずれかに適合するものに限る。）

（i） 拡散率が 5 以上となるもの

（ii） 変調方式が変調信号の送信速度に等しい周波数の 5 倍以上の周波数帯域幅にわたって掃引する信号を変調信号の送信の周期ごとに乗算させるもの

イ 振幅変調方式、位相変調方式、周波数変調方式若しくはパルス変調方式又はこれらの複合方式（いずれも占有周波数帯幅が 18MHz 以下の場合に限る。）

ウ 直交周波数分割多重方式（1MHz の帯域幅当たりの搬送波の数が 1 以上であること。）

(9) システム設計上の条件

以下のとおりであること。

ア 監視制御のための補助信号は無線主信号に内挿して伝送するものとし、特殊なキャリア又は変調等を使用しないものであること。

イ 送信装置の主要な部分（空中線系を除く高周波部及び変調部）を容易に開けることができない構造であること。

ウ 基地局又は陸上移動中継局により陸上移動局の周波数チャンネル選択及び送信を制御すること。

エ キャリアセンスの条件は 5.2GHz 帯小電力データ通信システムに準ずること。

2 無線設備の技術的条件

(1) 送信装置

ア 周波数の許容偏差

±20ppm 以下であること。

イ 占有周波数帯幅の許容値

以下のとおりであること。

占有周波数帯幅	占有周波数帯幅の許容値
20MHz 以下	20MHz
20MHz を超え 40MHz 以下	40MHz
40MHz を超え 80MHz 以下	80MHz

ウ 空中線電力

以下のとおりであること。

変調方式	占有周波数帯幅	空中線電力
直交周波数分割多重方式	20MHz 以下	2mW/MHz 以下
	20MHz を超え 40MHz 以下	1mW/MHz 以下
	40MHz を超え 80MHz 以下	0.5mW/MHz 以下

エ 空中線電力の許容偏差

上限+20%、下限-80%であること。

オ 送信空中線

(i) 送信空中線利得

特段規定しない。

(ii) 送信空中線の主輻射の角度の幅

特段規定しない。

カ 等価等方輻射電力

以下のとおりであること。

占有周波数帯幅	等価等方輻射電力
20MHz 以下	2mW/MHz 以下
20MHz を超え 40MHz 以下	1mW/MHz 以下
40MHz を超え 80MHz 以下	0.5mW/MHz 以下

キ 隣接チャネル漏えい電力

以下のとおりであること。

占有周波数帯幅	隣接チャネル漏えい電力
20MHz 以下	搬送波の周波数から 20MHz 及び 40MHz 離れた周波数の±10MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ 25dB 及び 40dB 以上低い値
20MHz を超え 40MHz 以下	搬送波の周波数から 40MHz 及び 80MHz 離れた

	周波数の±20MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力よりそれぞれ 25dB 及び 40dB 以上低い値
40MHz を超え 80MHz 以下	搬送波の周波数から 80MHz 離れた周波数の ±40MHz の帯域内に輻射される平均電力が、搬送波の平均電力より 25dB 以上低い値

ク 周波数チャネル当たりのスペクトラム特性
特段規定しない。

ケ 不要発射の強度
以下のとおりであること。

(i) 帯域外領域

占有周波数帯幅	帯域外領域
20MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上
20MHz を超え 40MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上
40MHz を超え 80MHz 以下	5150MHz 未満及び 5250MHz 以上

(ii) 不要発射の強度の許容値

占有周波数帯幅	基準チャネル	周波数帯	基準チャネルからの差の周波数 (f)	帯域外漏えい電力 (等価等方輻射電力)
20MHz 以下	5180MHz	5142MHz 以下	38MHz 以上	0.5 μ W/MHz 以下
		5142MHz を超え 5150MHz 以下	30MHz 以上 38MHz 未満	3 μ W/MHz 以下
	5240MHz	5250MHz 以上	10MHz 以上	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{1-(8/3)(f-9.75)}$ mW/MHz 以下
		5250.2MHz 未満	11MHz 未満	
		5250.2MHz 以上 5251MHz 未満	10MHz 以上 11MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{1-(f-9)}$ mW/MHz 以下
		5251MHz 以上 5260MHz 未満	11MHz 以上 20MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1-(8/90)(f-11)}$ mW/MHz 以下
		5260MHz 以上 5266.7MHz 未満	20MHz 以上 26.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-1.8-(6/50)(f-20)}$ mW/MHz 以下
20MHz を超え 40MHz 以下	5190MHz	5266.7MHz 以上 5365MHz 以下	26.7MHz 以上 125MHz 以下	0.5 μ W/MHz 以下
		5141.6MHz 以下	48.4MHz 以上 90MHz 以下	0.5 μ W/MHz 以下
	5230MHz	5141.6MHz を超え 5150MHz 以下	40MHz 以上 48.4MHz 未満	3 μ W/MHz 以下
	5230MHz	5250MHz 以上	20MHz 以上	次に掲げる式による値以下

		5251MHz 未満	21MHz 未満	$0.2 \times 10^{-(f-20)+\log(1/2)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5251MHz 以上	21MHz 以上	次に掲げる式による値以下		
		5270MHz 未満	40MHz 未満	$0.2 \times 10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5270MHz 以上	40MHz 以上	次に掲げる式による値以下		
		5278.4MHz 未満	48.4MHz 未満	$0.2 \times 10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5278.4MHz 以上	48.4MHz 以上	$0.5 \mu \text{W/MHz}$ 以下		
		5400MHz 以下	170MHz 以下			
		40MHz を超え 80MHz 以下	5210MHz	5123.2MHz 以下	86.8MHz 以上 190MHz 以下	$0.5 \mu \text{W/MHz}$ 以下
		5123.2MHz を超え 5150MHz 以下	60MHz 以上 86.8MHz 未満	$3 \mu \text{W/MHz}$ 以下		
		5250MHz 以上 5251MHz 未満	40MHz 以上 41MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(f-40)+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5251MHz 以上 5290MHz 未満	41MHz 以上 80MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5290MHz 以上 5296.7MHz 未満	80MHz 以上 86.7MHz 未満	次に掲げる式による値以下 $0.2 \times 10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)} \text{mW/MHz}$ 以下		
		5296.7MHz 以上 5480MHz 以下	86.7MHz 以上 270MHz 以下	$0.5 \mu \text{W/MHz}$ 以下		

注 f の単位は MHz とする。

コ 帯域外漏えい電力
特段規定しない。

(2) 受信装置

以下のとおりであること。

ア 副次的に発射する電波等の限度

1GHz 未満の周波数：4nW 以下

1GHz 以上の周波数：20nW 以下

イ 受信感度

特段規定しない。

ウ 受信空中線特性

特段規定しない。

(3) 電気通信回線設備との接続

識別符号を利用し、符号長は 19 ビット以上であること。また、1 (9) システム設計上の条件に適合すること。

(4) 混信防止機能

以下のとおりであること。

ア 送信バースト長は 8ms 以下であること。

イ キャリアセンスの条件は 5.2GHz 帯小電力データ通信システムに準ずること。

ウ 識別符号を自動的に送信し、又は受信する機能を有すること。

3 測定法

国内で 5.2GHz 帯小電力データ通信システムに適応されている測定法に準ずることが適当であるが、今後、国際電気標準会議（IEC）等の国際的な動向を踏まえて対応することが望ましい。