

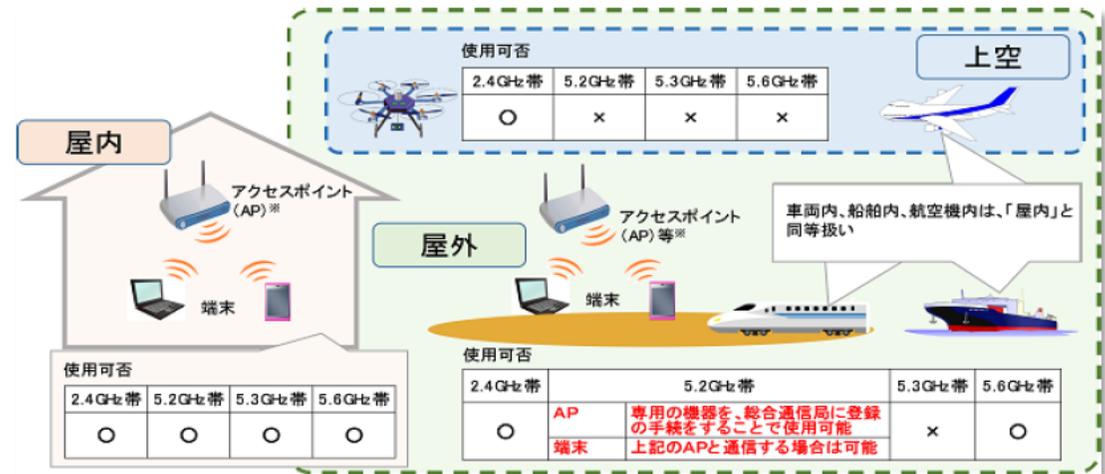
情報通信審議会 情報通信技術分科会
陸上無線通信委員会 報告
概要

「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
「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」(案)

5.2GHz帯無線LANの現状

- スマートフォン等の移動通信データトラフィックが大幅に増大する中、無線LAN（Wi-Fi）は携帯電話回線以外にデータトラフィックを迂回させ、携帯電話回線の負荷を減らすオフロード対策などとして活用。
- 2020東京オリパラ大会等の競技場内における無線LAN環境の構築を図るため、平成30年に「5.2GHz帯を使用する無線LANの技術的条件」に関する情報通信審議会一部答申を得て、5.2GHz帯無線LANの利用拡大（屋外利用、e.i.r.p.1W化）に必要な制度整備を実施。

- ✓ 5GHz帯小電力データ通信システムは5150MHzから5350MHzの帯域の運用は、登録局とそれに接続される端末を除き屋内利用に限定。
- ✓ 鉄道車両、船舶及び航空機内の利用は屋内と定義されているが、自動車内は屋外扱い。



総務省電波利用ホームページより https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/wlan_outdoor/

無線LANの周波数と利用可能場所

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の利用状況

2020東京オリパラ大会会場である国立競技場では、5.2GHz帯高出力データ通信システムのアクセスポイント（AP）を約1300台設置。多くのAPを高密度に設置することで競技場全体を無線LANでカバーした国内初の取組。

競技場内での5.2GHz帯高出力データ通信システム（高出力無線LAN）の設置状況

- ▶ これまで高密度にAP設置を行う場合、周波数をずらしながら設定していたが、チャンネル数に限りがあり制約が大きかった。
- ▶ 5.2GHz帯高出力データ通信システムの制度化により、使用可能なチャンネルが増えた。運用にあたっては他システムへの影響を勘案し、下向きに高出力の電波を発射することでAPの高密度設置を可能とした。

5.2GHz帯の移動衛星通信システム（人工衛星）に影響を与えないための措置

- アンテナの指向性を下向きにする（右図の緑色のカバーエリアのアクセスポイント）
- 座席下及び座席前フェンスへは、屋外利用可能な他の周波数のアクセスポイントを設置

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、手続側面、座席下や大屋根にWi-Fiアクセスポイントを設置



観客席座席下アクセスポイント



Wi-Fiチューニングの様子

NTT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>

国立競技場における高密度Wi-Fi



国立競技場における高密度Wi-Fi - アクセスポイントの設置位置

無線LANに求められる新たなニーズや利用形態

- 自動車内では、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の使用は可能であるが、走行中は5.6GHz帯無線LANはDFS機能の影響を受けやすく通信遮断が生じる恐れがあり、リアルタイムでの動画コンテンツなどの視聴には適していない。
- 諸外国では、5.2GHz帯無線LANを使用したユースケースが検討されている。

走行中の自動車内で5.2GHz帯無線LANの使用例（想定）

Projection Type :

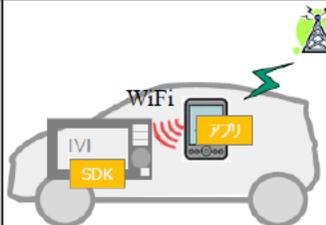
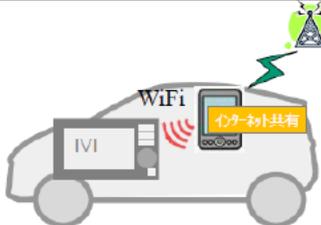
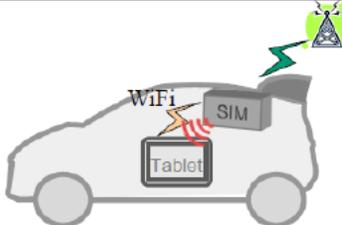
スマートフォン等と車載機を、5.2GHz帯無線LANを介して接続し、車載のディスプレイに映し出す。

Tethering Type :

自動車内に持ち込んだスマートフォン等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。

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内蔵の無線機が固定設置され、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の他端末や持ち込まれたスマートフォン等が5.2GHz帯無線LANを介して、インターネットに接続される。

	Projection Type	Tethering Type	In-Car WiFi
概要 Overall	<p>当面 5.2GHz帯を用いたWiFi利用が期待されるUse Case</p> <p>Mobile device provides display and Audio output into the vehicle system and controlled by embedded HMI in the car.</p>	<p>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</p> <p>Mobile device works as tethering device and allow vehicle system to connect with IP Network.</p>	<p>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</p> <p>Mobile communication Module provide WiFi connectivity to various consumer electronics brought in.</p>
構成 Configuration			
出力制限の やり易さ	<p>スマホアプリとIVIに組み込まれたSDKが組み合わせで動作する為、 ・屋外利用（Automotiveでの利用）の判別が可能</p>	<p>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。</p>	<p>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</p>
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）

自動車内無線LANの代表的な走行中のユースケース

自動車室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。

自動車内無線LANの普及予測

- 一般社団法人JASPAR (注) の協力により、我が国における自動車内の無線LANの普及予測を調査・分析した結果、海外と同様に、自動車内での無線LANの利用が可能となれば、カーナビゲーションとスマートフォンが融合したAndroid Auto(AA) やCarPlay(CP)の実装が予想される。

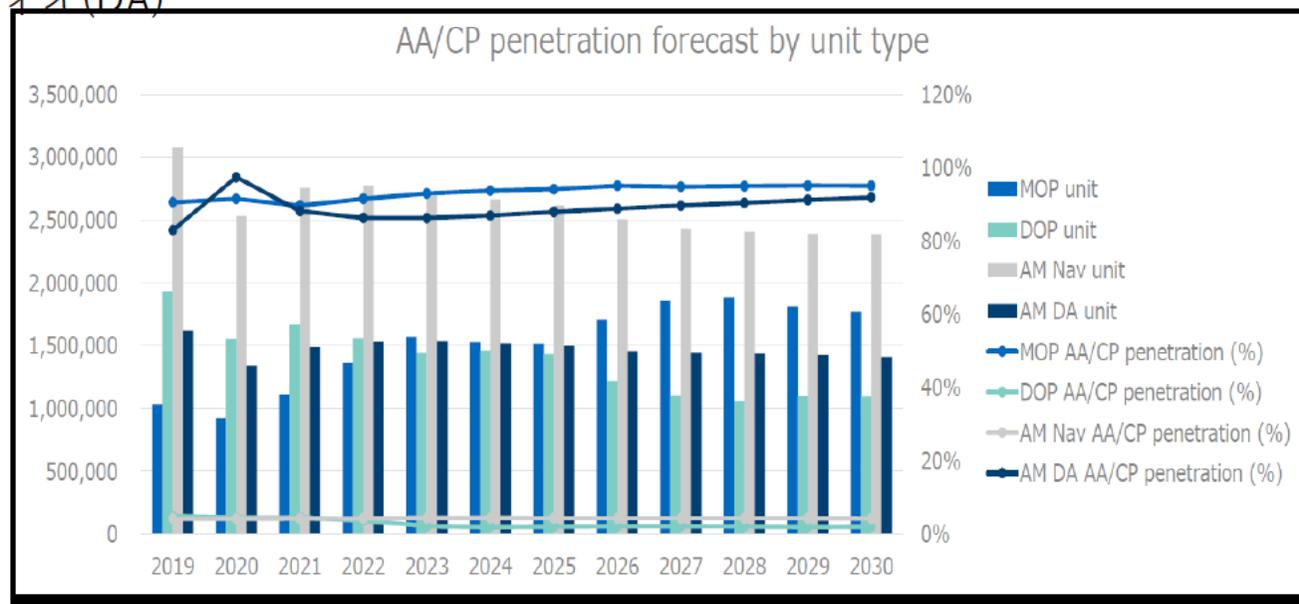
※ Japan Automotive Software Platform and Architecture
カーエレクトロニクス技術の標準化等について検討。

AA/CPの普及予測：ユニットタイプ別 (下記1～3)

1. ヘッドユニットを自動車メーカーの工場では装着するメーカーオプション(MOP)
2. 自動車販売会社が装着するディーラーオプション(DOP)
3. 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)
 - ⇒ アフターマーケット(AM)タイプの分類
 - ナビゲーション(Nav)
 - ディスプレイオーディオ(DA)

MOPユニットとAMのDAユニットは今後も高い普及率を維持

- MOPユニットとAM用DAユニットの普及率が最も高く、2030年には90%以上と予想。
- 一方、DOPユニットとAMのナビゲーションユニットは、あまり普及しないと予想。



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

新車販売時のメーカー純正のヘッドユニットにAA/CPを実装する傾向にある

5.2GHz帯自動車内無線LANに関するWRC-19の決定

2019年11月のWRC-19^(※)において、欧州より自動車内の5.2GHz帯無線LAN利用に関して提案がなされ、審議の結果、5150～5250MHz帯の無線通信規則（RR）脚注5.446Aに付随する決議229を改訂することが決議された。

決議229における主な改訂内容

WRC: ITU世界無線通信会議(World Radio Conference)

RR: 国際電気通信条約を補足する無線通信規則(RR: Radio Regulations)

5150～5250MHz帯無線LANの利用に関して、改訂内容は以下のとおり。

- ⇒ **自動車内での利用はe.i.r.p.40mW以下**
- ⇒ 列車内での利用は200mW以下
- ⇒ 屋外利用の条件、制限付きでe.i.r.p.1W以下

RR改定内容（1）

決議229改訂版の
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。

■ 周波数分配テーブル

Region 1	Allocation to services	
	Region 2	Region 3
5 150-5 250	FIXED-SATELLITE (Earth-to-space) 5.447A	
	MOBILE except aeronautical mobile MOD 5.446A 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。

RR改定内容 (2)

自動車内の最大e.i.r.p. : 「Mobile stations inside automobiles shall operate with a maximum e.i.r.p. of 40mW (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。

recognizing

<略>

“recognizing” : 前提・背景等を記載

j) that some sharing studies submitted to ITU-R between WAS/RLAN and FSS for non-GSO MSS feeder uplinks, in the frequency band 5 150-5 250 MHz, have shown that WAS/RLAN outdoor relaxation up to 3 per cent of the total number of WAS/RLAN can be feasible;

k) that measures to control the number of outdoor WAS/RLAN, in the frequency band 5 150-5 250 MHz, can include: authorization approach, registration procedures, domestic notification, limited application, limitation to fixed WAS/RLAN access points, etc.,

③屋外利用における前提条件を追記。

<略>

resolves

<略>

“resolves” : 決議の本体部分(強制事項)

2 that in the band 5 150-5 250 MHz, stations in the mobile service shall be restricted to indoor use, including inside trains, with a maximum mean e.i.r.p. of 200 mW and a maximum mean e.i.r.p. density of 10 mW/MHz in any 1 MHz band or equivalently 0.25 mW/25 kHz in any 25 kHz band. Mobile stations inside automobiles shall operate with a maximum e.i.r.p. of 40 mW;

①列車内 (EIRP200mW以下)
②自動車内 (EIRP40mW以下) の利用規定を追加。

3 that in the frequency band 5 150-5 250 MHz, administrations may exercise some flexibility by taking appropriate measures that would allow controlled and/or limited outdoor usage with a maximum mean e.i.r.p.⁴ of 200 mW. Administrations have a further option to permit stations in the mobile service, for indoor or controlled outdoor use, to operate up to a maximum mean e.i.r.p. of 30 dBm. In the case of indoor or controlled outdoor use, administrations are requested to either ensure that the maximum e.i.r.p. at any elevation angle above 5 degrees as measured from the horizon shall not exceed 200 mW (23 dBm), or to ensure that the maximum e.i.r.p. at any elevation angle above 30 degrees as measured from the horizon shall not exceed 125 mW (21 dBm) or to apply the emission mask described in resolves 5 below to maintain protection to the incumbent services. In that case, administrations shall, take all appropriate measures, such as those described in recognizing k) to control the number of these higher power outdoor WAS/RLANs stations up to 2 per cent of the estimated total amount of WAS/RLAN stations. If the maximum e.i.r.p. is raised above 200 mW, unwanted emissions shall not increase above the existing levels already authorized within administrations for the existing systems that operate with an in-band e.i.r.p. of not greater than 200 mW. In all cases administrations are requested to maintain protection to the other primary services;

③屋外利用のための条件(EIRP1W以下、仰角制限、台数制限など)を追加。

<略>

invites administrations

<略>

“invites administrations” : 各国政府への要請

2 to take appropriate measures, such as those examples in recognizing k), to control the number of outdoor stations in the frequency band 5 150-5 250 MHz, if implementing resolves 3 above, in order to ensure the protection of incumbent services,

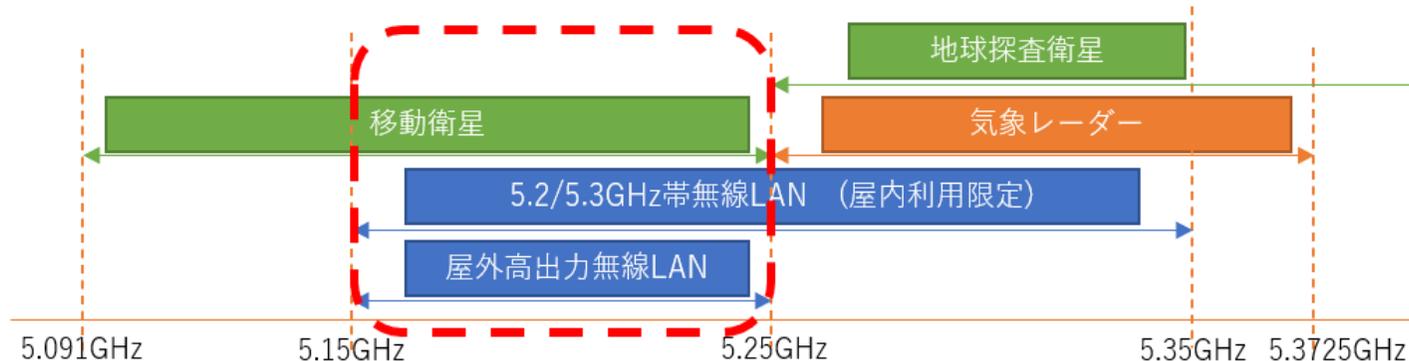
③屋外利用のために各国の主管庁に求められる条件(台数制限)を追加。

5.2GHz帯自動車内無線LANに関する諸外国動向

各国の利用動向及び検討状況															
米 国	<ul style="list-style-type: none"> 5.8GHz帯無線LANはDFS機能なしで屋外利用可能なため、自動車内では5.8GHz帯で利用されている。 5.2GHz帯無線LAN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への届出が必要であり、1000台未満のアクセスポイントを設置する場合は届出は不要。5.2GHz帯無線LANは屋外・屋内の両方で利用可能。 														
欧 州	<ul style="list-style-type: none"> 現在の技術基準 <ul style="list-style-type: none"> 最大25mW、5150～5250MHzの帯域内で自動車室内での利用が可能。 5.8GHz帯についてもe.i.r.p. 25mW以下で利用可能。 WRC-19の結果を受け、5GHz帯の技術基準等を見直すよう、欧州委員会（EC）からCEPTに対してMandateが出ている。CEPTの中のECCがFM57グループにおいて、ECC Decision (04)08という改定案を検討中。 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">ECC Decision (04)08の概要</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f28b82; color: white;"> <th style="text-align: center;">Parameter</th> <th style="text-align: center;">Technical conditions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frequency band</td> <td>5150-5250 MHz</td> </tr> <tr> <td>Permissible operation</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>Maximum mean e.i.r.p. for in-band emissions</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>Channel access and occupation rules</td> <td>An adequate spectrum sharing mechanism shall be implemented</td> </tr> <tr> <td>Maximum mean e.i.r.p. density for in-band emissions</td> <td>10 mW/MHz in any 1 MHz band</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: small;">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.</td> </tr> </tbody> </table>	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.	
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.															
韓 国	<ul style="list-style-type: none"> 5.2GHz帯無線LANに関しては屋内外の利用に制約なし。 5.8GHz帯無線LANはISMバンドとして規定されており、屋内外での利用は可能。 														
中 国	<ul style="list-style-type: none"> 米国と同様に5.8GHz帯がDFS機能なしで屋外利用可能。 5.2GHz帯無線LANは屋内利用限定の制約があり、WRC-19決議229後の屋外利用開放に関する検討はまだ行われていない。 														

5.2GHz帯自動車内無線LANと既存システムとの周波数共用検討

周波数共用の検討周波数範囲 (5.15~5.25GHz)



同一周波数及び隣接周波数に存在する既存無線システム(被干渉無線システム)

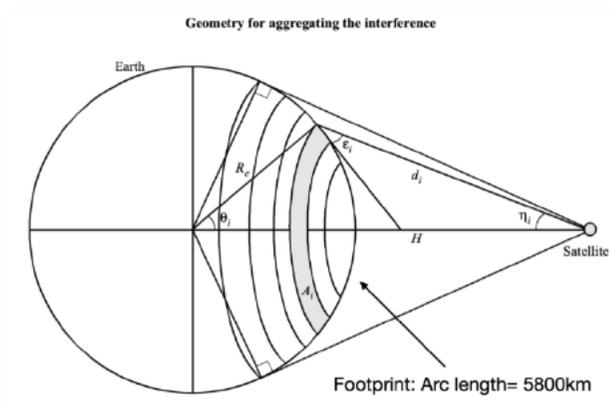
割当周波数等	対象システム	周波数共用 検討の有無	備考
5091~5250MHz	移動衛星システム (Globalstar) 衛星通信(地球から宇宙)	有	自動車内無線LANと周波数重複あり
5150~5250MHz	小電力データ通信システム	無 (注)	自動車内無線LANと周波数重複はあるものの、無線LAN同士はキャリアセンスにより混信防止を図るため、検討対象外とする
	5.2GHz帯高出力データ通信システム	無 (注)	
5250~5350MHz	小電力データ通信システム	無 (注)	自動車内無線LANと周波数重複はないものの、隣接する無線LAN同士はキャリアセンスにより混信防止を図るため、検討対象外とする
5250~5372.5MHz	気象レーダー (無線標定)	有	自動車内無線LANと周波数重複はないものの、隣接帯域となることから、自動車内無線LANの漏洩電力からの影響を検討
5250~5350MHz	地球探査衛星 (能動)	有	自動車内無線LANと周波数重複はないものの、隣接帯域となることから、自動車内無線LANの漏洩電力からの影響を検討

注 小電力データ通信システム及び5.2GHz帯高出力データ通信システムには、キャリアセンス機能の実装が要求(無線設備規則第49条の20第3号及び令和元年総務省告示第103号)されているため、検討の必要はないと考える

移動衛星システム（MSS^[1]フィーダーリンク）との干渉検討

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フィーダーリンク）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した。

1. 共用検討モデル



移動衛星局と地球の位置関係（ITU-R勧告M.1454より転載）



計算で想定したフットプリント

- 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)を前提に評価を行った。
- 図示するように、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、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。

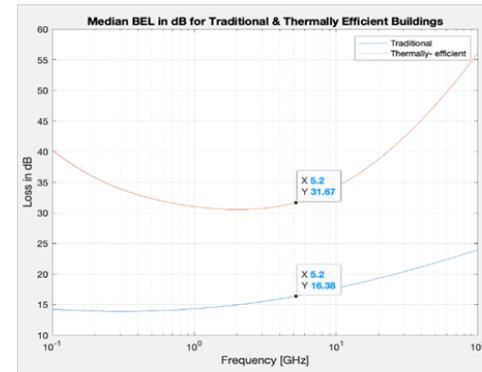
2. 周波数共用検討結果

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

ここで、

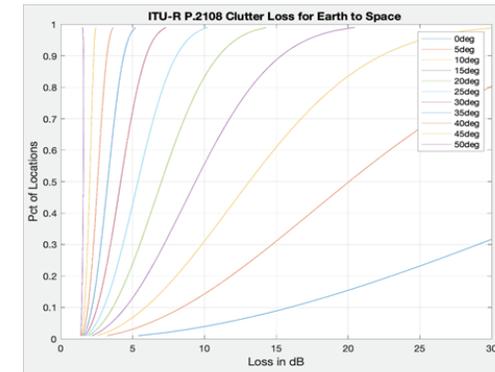
- EIRP = アンテナ利得、人体損失を含めた与干渉端末のe.i.r.p.値(dBm)
- PL = 自由空間伝搬損失(dB)
- $L_{bldg.}$ = 建物もしくは車の遮蔽損失(dB)
- L_p = 偏波識別度(dB)
- L_c = クラッタ損失(dB)
- L_b = 帯域補正(dB)
- L_f = フィーダ損失(dB)
- G = 衛星のアンテナ利得(dBi)
- k = ボルツマン定数 = $1.3806488 \times 10^{-23}$ (J/K)
- T = 等価雑音度(K)
- B = 帯域幅 (Hz)

$L_{bldg.}$ 建物もしくは車の遮蔽損失(dB)



ITU-R勧告 P.2109による建物遮蔽損失

L_c = クラッタ損失(dB)



ITU-R勧告 P.2108によるクラッタ損失

全てのシナリオにおいてITU-R規定の干渉許容値 $I/N = -12.2$ 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。

3. 周波数共用検討の結論

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。

4. 自動車内無線LANの使用条件

- 車内に設置される無線LAN端末は最大出力40mW(e.i.r.p.値)とする。
- 自動車内に持ち込まれる無線LAN端末は上記条件を満し、自動車内無線LANに接続する場合のみ使用可能とする。

5.2GHz帯自動車内無線LANと隣接する他システムとの周波数共用検討

気象レーダーや地球探査衛星システムとの干渉検討

1. 気象レーダーとの干渉検討

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について検討を実施。

5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの帯域外漏えい電力値（下表）をもとに5.3GHz帯気象レーダーへの干渉検討を実施した結果、気象レーダーとの離隔距離を次のように算出。

- ・メインローブ受信：3,687m
- ・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。

5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの帯域外漏えい電力値

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幅以下	5240MHz	5251MHz以上	11MHz以上	次に掲げる式による値以下
		5260MHz未満	20MHz未満	$0.2 \times 10^{-1-(8/90)(f-11)}$ mW/MHz以下
		5260MHz以上	20MHz以上	次に掲げる式による値以下
		5266.7MHz未満	26.7MHz未満	$0.2 \times 10^{-1.8-(6/50)(f-20)}$ mW/MHz以下
		5266.7MHz以上	26.7MHz以上	0.5 μW/MHz以下
		5365MHz以下	125MHz以下	

2. 地球探査衛星システムとの干渉検討

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について検討した。

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 μW/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。

3. 無線LAN同士の周波数共用

自動車内無線LAN同士及び5.2GHz帯小電力データ通信システムとの共用においては、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により共用可能であり、実用上問題は生じないものと考えている。

5.2GHz帯自動車内無線LANに関して、WRC-19の結果及び既存の移動通信衛星システム等との周波数共用検討結果を踏まえ、次のとおり技術的条件案(※)を取りまとめた。

5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの技術的条件(案)

	一般的条件
1. システム種別	5.2GHz帯自動車内無線LANシステム
2. 周波数帯の呼称	5.2GHz帯
3. 周波数帯	5150～5250MHz
4. チャンネル配置 (中心周波数)	20MHz幅以下：5180MHz、5200MHz、5220MHz、5240MHz 20MHz幅を超え40MHz幅以下：5190MHz、5230MHz 40MHz幅を超え80MHz幅以下：5210MHz
5. 周波数チャンネルの使用順位	特段規定しない
6. 周波数の使用条件	親局：自動車内に設置し、e.i.r.p.は40mW以下とする。 子局：自動車内に設置される親局から制御を受け通信するものとし、同一車内での利用を可能とする。
7. 伝送速度(周波数利用効率)	20MHz幅以下：20Mbps以上 20MHz幅を超え40MHz幅以下：40Mbps以上 40MHz幅を超え80MHz幅以下：80Mbps以上
8. 変調方式	直交周波数分割多重(OFDM：Orthogonal Frequency Division Multiplex)方式とする。 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。

5.2GHz帯自動車内無線LANの技術的条件のうち、無線設備の技術的条件(※)について次のとおり取りまとめた。

※ 既存の5GHz帯小電力データ通信システム(屋内利用限定)や5.2GHz帯高出力データ通信システム(屋外利用)と技術的条件を比較参照したもの。

5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの無線設備の技術的条件(案)

項目	5GHz帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)	5.2GHz帯高出力 データ通信システム (屋外利用)	5.2GHz帯自動車内無線LANシステム
通信方式	単向、単信、同報、半複信又は複信方式	同左	同左
周波数の許容偏差	± 20ppm	同左	同左
空中線電力の許容偏差	+20 / -80%	同左	同左
副次的に発射する電波等の限度	1GHz未満: 4 nW以下 1GHz以上: 20 nW 以下	同左	同左
送信パースト長	8ms 以下	同左	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	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	同左
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を超える場合に電波の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	同左

5.2GHz帯自動車内無線LANの技術的条件(案) <その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帯高出力データ通信システム (屋外利用)		5.2GHz帯自動車内無線LANシステム
		水平面からの仰角(θ)	等価等方輻射電力	
搬送波周波数	5.18, 5.20, 5.22, 5.24GHz	同左		同左
占有周波数帯幅の許容値	20MHz	20MHz		同左
空中線電力	10mW/MHz以下	10mW/MHz 200mW以下(基地局及び陸上移動中継局に限る)		2mW/MHz以下
等価等方輻射電力	10mW/MHz	8度未満	50mW/MHz	2mW/MHz以下
		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	0.063mW/MHz	
隣接チャネル漏えい電力	20MHz離調: -25 dBc/20MHz BW 40MHz離調: -40 dBc/20MHz BW	同左		同左
信号伝送速度	20 Mbps 以上	同左		同左

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帯高出力データ通信システム (屋外利用)	5.2GHz帯自動車内無線LANシステム										
搬送波周波数	5.19, 5.23GHz	同左	同左										
占有周波数帯幅の許容値	40MHz	同左	同左										
空中線電力	5mW/MHz以下	5mW/MHz 200mW以下(基地局及び陸上移動中継局に限る)	1mW/MHz以下										
等価等方輻射電力	5mW/MHz	<table border="1"> <thead> <tr> <th>水平面からの仰角(θ)</th> <th>等価等方輻射電力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8度未満</td> <td>25mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>8度以上40度未満</td> <td>$0.5 \times 10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>40度以上45度以下</td> <td>$0.5 \times 10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>45度超</td> <td>0.0315mW/MHz</td> </tr> </tbody> </table>	水平面からの仰角(θ)	等価等方輻射電力	8度未満	25mW/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	0.0315mW/MHz	1mW/MHz以下
		水平面からの仰角(θ)	等価等方輻射電力										
		8度未満	25mW/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	0.0315mW/MHz												
同左													
同左													
同左													
同左													
隣接チャネル漏えい電力	40MHz離調: -25 dBc/40MHz BW 80MHz離調: -40 dBc/40MHz BW	同左	同左										
信号伝送速度	40 Mbps 以上	同左	同左										

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帯高出力データ通信システム (屋外利用)	5.2GHz帯自動車内無線LANシステム											
搬送波周波数	5.21GHz	同左	同左											
占有周波数帯幅の許容値	80MHz	同左	同左											
空中線電力	2.5mW/MHz以下	2.5mW/MHz 200mW以下(基地局及び陸上移動中継局に限る)	0.5mW/MHz以下											
等価等方輻射電力	2.5mW/MHz	<table border="1"> <thead> <tr> <th>水平面からの仰角(θ)</th> <th>等価等方輻射電力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8度未満</td> <td>12.5mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>8度以上40度未満</td> <td>$0.25 \times 10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>40度以上45度以下</td> <td>$0.25 \times 10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz</td> </tr> <tr> <td>45度超</td> <td>0.01575mW/MHz</td> </tr> </tbody> </table>		水平面からの仰角(θ)	等価等方輻射電力	8度未満	12.5mW/MHz	8度以上40度未満	$0.25 \times 10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz	40度以上45度以下	$0.25 \times 10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz	45度超	0.01575mW/MHz	0.5mW/MHz以下
		水平面からの仰角(θ)	等価等方輻射電力											
		8度未満	12.5mW/MHz											
		8度以上40度未満	$0.25 \times 10^{(1.7-0.0716(\theta-8))}$ mW/MHz											
		40度以上45度以下	$0.25 \times 10^{(-0.59-0.122(\theta-40))}$ mW/MHz											
45度超	0.01575mW/MHz													
隣接チャンネル漏えい電力	80MHz離調: -25 dBc/80MHz BW	同左	同左											
信号伝送速度	80 Mbps 以上	同左	同左											

5.2GHz帯自動車内無線LANの技術的条件(案) <その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帯高出力データ通信システム (屋外利用)		5.2GHz帯自動車内無線LANシステム		
	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	基本周波数	周波数帯	
不要発射 の強度の 許容値	5,180MHz	5,142MHz以下	2.5μW以下	12.5μW以下	5,180MHz	5,142MHz以下	0.5μW以下
		5,142MHz超 5,150MHz以下	15μW以下	75μW以下		5,142MHz超 5,150MHz以下	3μW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	5,240MHz	5,250MHz以上 5,250.2MHz未満	$0.2 \times 10^{1-(8/3)(f-9.75)}$ 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		5,250.2MHz以上 5,251MHz未満	$0.2 \times 10^{1-(f-9)}$ 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		5,251MHz以上 5,260MHz未満	$0.2 \times 10^{1-(8/90)(f-11)}$ 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		5,260MHz以上 5,266.7未満	$0.2 \times 10^{1.8-(6/50)(f-20)}$ mW以下
		5,266.7MHz以上	2.5μW以下	12.5μW以下		5,266.7MHz以上	0.5μW以下

5.2GHz帯自動車内無線LANの技術的条件(案) <その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帯高出力データ通信システム (屋外利用)	
	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
不要発射の強度の許容値	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	

5.2GHz帯自動車内無線LANシステム		
基本周波数	周波数帯	
5,190MHz	5,141.6MHz以下	0.5μW以下
	5,141.6MHz超 5,150MHz以下	3μW以下
5,230MHz	5,250MHz以上 5,251MHz未満	$0.2 \times 10^{-(f-20)+\log(1/2)}$ mW以下
	5,251MHz以上 5,270MHz未満	$0.2 \times 10^{-(8/190)(f-21)-1+\log(1/2)}$ mW以下
	5,270MHz以上 5,278.4未満	$0.2 \times 10^{-(3/50)(f-40)-1.8+\log(1/2)}$ mW以下
	5,278.4MHz以上	0.5μW以下

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	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
	不要発射の強度の許容値	5,210MHz	5,123.2MHz以下	2.5μW以下
5,123.2MHz超 5,150MHz以下			15μW以下	75μW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			2.5μW以下	12.5μW以下

基本周波数	周波数帯	
5,210MHz	5,123.2MHz以下	0.5μW以下
	5,123.2MHz超 5,150MHz以下	3μW以下
	5,250MHz以上 5,251MHz未満	$0.2 \times 10^{-(f-40)+\log(1/4)}$ mW以下
	5,251MHz以上 5,290MHz未満	$0.2 \times 10^{-(8/390)(f-41)-1+\log(1/4)}$ mW以下
	5,290MHz以上 5,296.7未満	$0.2 \times 10^{-(3/100)(f-80)-1.8+\log(1/4)}$ mW以下
	5,296.7MHz以上	0.5μW以下

占有周波数帯幅に関わらず共通の技術基準

項目	5GHz帯小電力データ通信システム (屋内利用のみ)	5.2GHz帯高出力データ通信システム (屋外利用)	5.2GHz帯自動車内無線LAN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若しくは【新たなデータ通信システム名】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。	<ul style="list-style-type: none"> ・車室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。 ・自動車の室内に固定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。
通信系内における制御等	適用外	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	適用外

制度化に向けた諸課題

(1) 周波数共用条件を担保するための5.2GHz帯自動車内無線LANの使用・運用条件

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。

- 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。
- 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。

(2) 制度整備に向けた留意点

上記の使用・運用条件を担保するため、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て、制度整備に取り組んでいく必要がある。

また、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、既存の無線LAN、スマートフォン等と接続した利用形態が想定されており、そのような利用を可能とするような制度整備が望まれる。

今後の検討課題

(1) 無線LANの高度化に資する検討

5.2GHz帯自動車内無線LANシステムを含む将来の無線LANに関して、IEEE等の国際標準化の動向に注視し、新たな利用ニーズや技術方式に迅速に対応するため、無線LANの高度化に必要な技術的条件の見直しを図る。

(2) 周波数共用条件の見直しの検討

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、又は生じる恐れのある場合には、当該共用条件等の見直しを図る。

(3) マイナス利得を有するアンテナの適用可能性の検討

自動車内に無線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ず、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EIRPが確保できず、無線LAN機能が著しく低下する恐れがある。

我が国の自動車通信機器メーカー等は、実装上支障が生じることはないとの見解がある一方、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。

主 専 門 委 員	査 代 理 員	安藤 真	東京工業大学 名誉教授
主 専 門 委 員	査 代 理 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
主 専 門 委 員	査 代 理 員	森川 博之	東京大学 大学院 工学系研究科 教授
主 専 門 委 員	査 代 理 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

5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班 構成員名簿(敬称略)

氏名	所属
【主任】 梅比良 正弘	南山大学 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) バッファロー 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