

**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**

**～60GHz帯無線設備作業班～**

**報告(案)概要**

令和元年8月6日

# 60GHz帯無線設備作業班の検討体制及び検討状況

## 陸上無線通信委員会

主査 東京工業大学 安藤 真

## 60GHz帯無線設備作業班

主任 茨城大学 梅比良 正弘

作業班構成員 26名

## ○検討状況

### <陸上無線通信委員会>

第49回(令和元年5月17日)・・・60GHz帯無線設備の高度化に係る技術的条件の検討開始の報告

### <60GHz帯無線設備作業班>

第1回(令和元年5月29日)・・・作業班の運営方針、検討の進め方、今後のスケジュール等について確認

第2回(令和元年年6月14日)・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

第3回(令和元年7月10日)・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

第4回(令和元年8月6日)・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

第5回(令和元年8月X日)・・・作業班報告書取りまとめ

# 検討経緯について

# 60GHz帯無線システムの高度化に関する検討経緯

## ■ 検討背景

近年、広帯域のレーダーを使用し、離れたところから、モバイル端末やテレビなどを手の動きを使って操作するモーションセンサや、人体表面のわずかな動きを捉え、高精度に心拍数や心拍間隔を計測する生体情報センサ、一つの無線設備でデータ通信と無線標定を行うといった新たな無線システムの導入が期待されている。また、57-66GHzのデータ通信システムの構成要素は、制度の導入当初から大きく変更になっており、近年の無線システムの状況を鑑み、更なる利便性向上に向けて、筐体条件の技術基準を見直すことが要望されている。

このため、新たな無線システムの導入等に向け、60GHz帯の周波数の電波を使用する無線設備の高度化について、他の無線システムへの影響を確認した上で、必要な技術的条件の改定を検討するもの。

※1 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について」

## ■ 主な検討項目

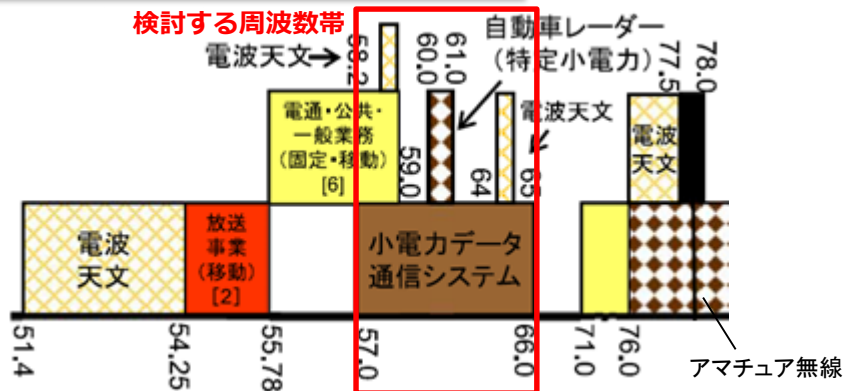
### (1) 60GHz帯の新たな無線システムの導入のための必要な技術基準の検討

周波数帯や空中線電力、占有周波数帯域幅等の技術基準について、他の無線システムへの影響を確認した上で検討する。

### (2) その他技術基準の見直し

近年の60GHz帯無線システムの状況を鑑み、更なる利便性向上に向けて、筐体条件の技術基準を見直しについて検討する。

## ■ 60GHz帯の周波数割り当て状況



## ■ 新たな利用シーン

| 応用分野       | 想定されるサービス  |
|------------|--|
| スマート家電     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ジェスチャーによる電子機器操作</li> <li>人感センサー</li> </ul>              |
| 生体情報取得     | <ul style="list-style-type: none"> <li>家庭での見守りサービス、ヘルスチェック</li> <li>介護施設等でのモニタリング等)</li> </ul> |
| 個人認証       | <ul style="list-style-type: none"> <li>生体認識による高精度な顔認識</li> </ul>                               |
| 自動車室内センシング | <ul style="list-style-type: none"> <li>幼児放置検知</li> </ul>                                       |

# 60GHz帯無線システム(センサー)のユースケース

## スマート家電



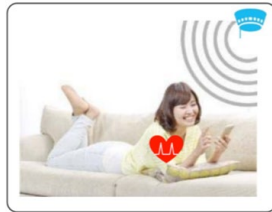
ジェスチャーによる電子機器操作



人感センサーによるディスプレイのオンオフ制御

(出典：クアルコムジャパン(同)様の資料(第1回作業班)からの抜粋)

## 生体情報取得

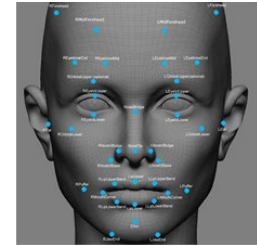


生体情報に応じた個々の健康監理



(出典：ルネサスエレクトロニクス(株)様の資料(第1回作業班)からの抜粋)

## 個人認証



60GHz レーダーの技術による顔認証

(出典：クアルコムジャパン(同)様の資料(第1回作業班)からの抜粋)

## 個人認証



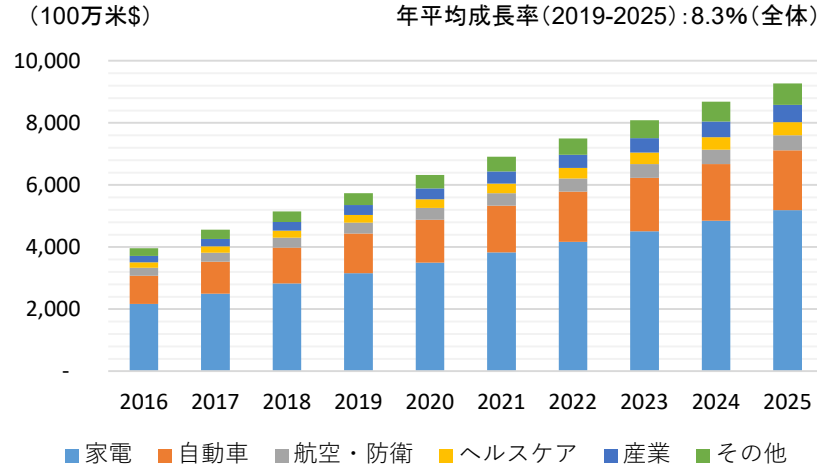
自動車室内センシングのイメージ

(出典：インフィニオンテクノロジーズジャパン(株)様の資料(第1回作業班)からの抜粋)

# 60GHz帯無線システムの普及予測

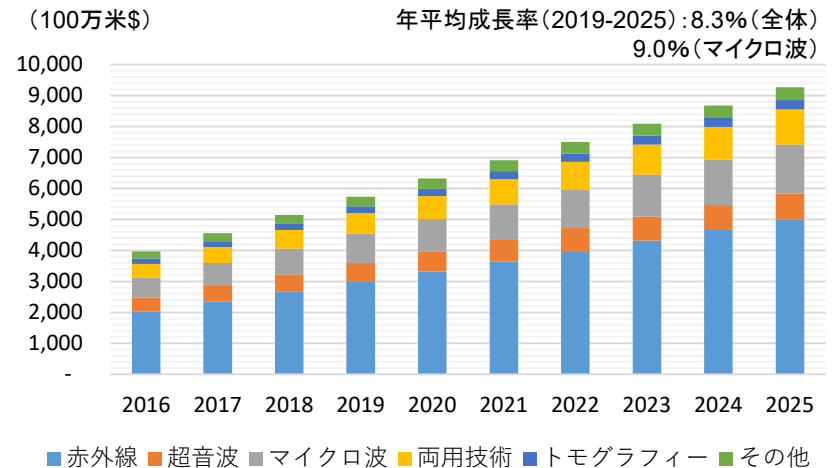
モーションセンサーシステム(ミリ波レーダー含む)市場のアプリケーション別の普及予測は、2016年から2025年までのグローバル市場で普及台数ベースで年平均成長率9.2%の伸びが予測されている。また、技術別に見た場合、現状では、赤外線による利用が最も多いが、マイクロ波の普及予測は、普及台数ベースで年平均成長率10.0%と予測されている。

## 【アプリケーション別】

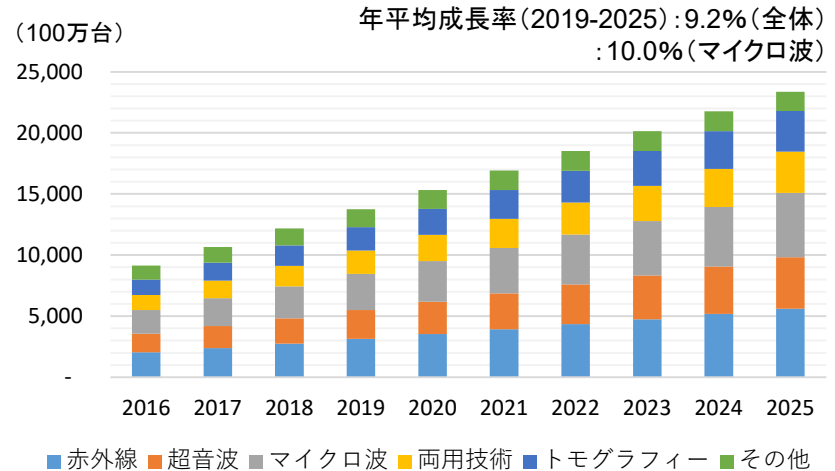
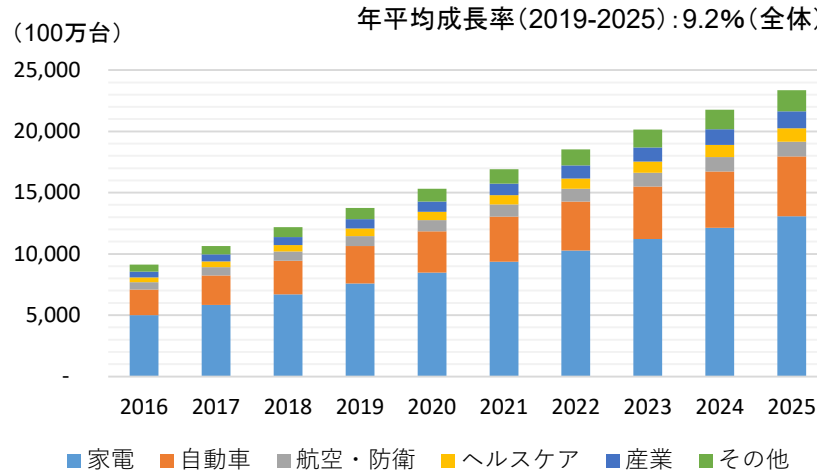


【市場規模】

## 【モーションセンサー技術別】



【普及台数】



モーションセンサー: 動く物体(特に人の動き)を検出するもの。 マイクロ波: レーダー技術を使用するもの。 両用技術: パッシブ赤外線と超音波の組合せ。  
トモグラフィー: 多数のノードにセンサーを設置し、ノードの間でメッシュ状に電波を張り巡らせ、その中を動く物体による電波の乱れを感知する。

出所: MarketsandMarkets, Motion Sensor Market – Global Forecast to 2025

# 諸外国の60GHz帯レーダーに係る技術基準(欧米)

|                  |              | 米国   |  |  | 欧州  |  |
|------------------|--------------|--|--|--|---|--|
| 規則・勧告等           |              | FCC 47 CFR Part 15 § 15.255  | FCC 47 CFR Part 15 § 15.255  | 2018年発効特例措置 DA 18-1308   | REC70-03 Annex 1 Band n1  | REC70-03 Annex 1 Band n2                     |
| カテゴリ             |              | 固定運用フィールド妨害センサー及びインターラクティブモーションセンサー  | 固定運用のフィールド妨害センサー   | Google Soliのみ適用  | 非特定SRD  | 非特定SRD                                       |
| 標準規格等            |              |  |  |  | EN 305 550  | EN 305 550                                   |
| 周波数              |              | 57-71GHz   | 61-61.5GHz   | 57-64GHz   | 57-64GHz  | 61-61.5GHz                                   |
| 空中線電力            | 平均           |  |  |  | 10dBm   | 10dBm  |
|                  | 尖頭           | -10dBm   |  | 10dBm  |   |  |
| 電力密度 (PSD)       | 平均           |  |  |  | 13dBm/MHz e.i.r.p   | No limit                                     |
|                  | 尖頭           |  |  | 13dBm/MHz e.i.r.p  |   |  |
| 空中線利得            |              |  |  |  |   |  |
| 等価等方輻射電力 (EIRP)  | 平均           |  | 40dBm  |  | 20dBm   | 20dBm  |
|                  | 尖頭           | 10dBm  | 43dBm  | 13dBm  |   |  |
| 占有帯域幅            |              |  | 500MHz   |  |   |  |
| 不要発射の強度の許容値      | 帯域外輻射の制限値    |  | 61.0~61.5GHzを除く、57~71GHzにおける平均電力が10dBm以下、尖頭値は13dBm以下   |  | 43-57GHz, 64-78GHz; RMS電力密度が-20dBm/MHz以下                              | 60-61GHz, 61.5-62.5GHz; RMS電力密度が-10dBm/MHz以下 |
|                  | スプリアスの強度の許容値 | 40GHz未満: § 15.209の限度値を適用<br>40GHz ~ 200GHz : 90pW/cm <sup>2</sup> 以下 @3m (≒ -10dBm/MHz RMS e.i.r.p.) | 40GHz未満: § 15.209の限度値を適用<br>40GHz ~ 200GHz : 90pW/cm <sup>2</sup> 以下 @3m (≒ -10dBm/MHz RMS e.i.r.p.) | 40GHz未満: § 15.209の限度値を適用<br>40GHz ~ 200GHz : 90pW/cm <sup>2</sup> 以下 @3m (≒ -10dBm/MHz RMS e.i.r.p.) | *参照   | *参照  |
| その他              |              |  |  | デューティサイクルは、33msの間に10%以内。   |   |  |
| 人体へのばく露許容値(電力密度) |              | 1mW/cm <sup>2</sup> (人体から5cm以上)  |  |  | 任意の体表面 20cm <sup>2</sup> 当り 10W/m <sup>2</sup> (1mW/cm <sup>2</sup> ) |  |

# 諸外国の60GHz帯レーダーに係る技術基準(韓国・中国)

|                  |              | 韓国  | 中国   |
|------------------|--------------|---|--|
| 規則・勧告等           |              | 「申告せず開設することができる無線局の無線設備の技術基準」(科学技術情報通信部告示第2018-90号)   | 「60GHz帯無線機器のための無線周波数技術要件及び試験方法」(YD/T 2722-2014)  |
| カテゴリ             |              | UWB及び用途未指定の無線機器   |  |
| 標準規格等            |              |   | GB9254-2008<br>ITU-R SM.1539-1 (2002)  |
| 周波数              |              | 57-66GHz  | 59-64GHz   |
| 空中線電力            | 平均           |   |  |
|                  | 尖頭           | 500mW<br>(無指向性アンテナの場合は100mW以下)  | 10dBm  |
| 電力密度<br>(PSD)    | 平均           |   |  |
|                  | 尖頭           | 13dBm/MHz   |  |
| 空中線利得            |              | 16dBi以下<br>(絶対利得の超過分は空中線電力で低減)  |  |
| 等価等方輻射電力(EIRP)   | 平均           |   | 44dBm  |
|                  | 尖頭           | 43dBm   | 47dBm  |
| 占有帯域幅            |              | 57-66GHz  |  |
| 不要発射の強度の許容値      | 帯域外輻射の制限値    | 1GHz未満: -36dBm/100kHz(e.i.r.p.)<br>1GHz~40GHz未満: -30dBm/MHz(e.i.r.p.)<br>40GHz以上: -10dBm/MHz(e.i.r.p.)  | 57-59及び64-66GHz: 電力密度が $\leq$ -5dBm/MHz  |
|                  | スプリアスの強度の許容値 |   | 表2-3-4参照   |
|                  | 副次発射の許容値     | 副次発射の基準値(平均値)<br>1GHz未満: -54dBm/100kHz<br>1GHz以上: -47dBm/MHz  |  |
| その他              |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・機器間の誤作動を防止するため識別コードを使用(ただし固定P2Pは適用除外)</li> <li>・57-58GHzを使用する機器が27dBm(e.i.r.p.)を超過し、電波天文アンテナから半径300メートル以内に設置する場合は、事前の合意が必要</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備メーカーが事前に設備の利用環境に関する条件を明示し、指定された環境下で利用</li> <li>・利用者による設備改造を防ぐため、設備はアンテナ一体型の構造</li> </ul> |
| 人体へのばく露許容値(電力密度) |              | 10W/m <sup>2</sup> (1mW/cm <sup>2</sup> )   | 一級(安全区): 10 $\mu$ W/cm <sup>2</sup><br>二級(中間区): 40 $\mu$ W/cm <sup>2</sup>   |

韓国、中国ともに技術基準において、レーダー用途の適用ができるかは明示はされていない。



# 機能要求条件及び検討の前提条件

## ■高精度な距離分解能

- 本検討において想定するユースケースとなるモーションジェスチャー認識センサーや生体情報の検知・認証には高精度な距離分解能を要することから、最大7GHz程度の占有周波数帯幅が必要となる。
- このため、現行制度化されている60-61GHz帯のミリ波レーダーの帯域幅では十分な分解能を得ることができないことから、現在、小電力データ通信システムに利用されている57-66GHzにおいてレーダー用途での割当てを前提として検討する。

## ■キャリアセンス機能

- 現行の小電力データ通信システムとの共用を前提とするため、当該システムの技術基準と同じく、10mW超の場合はキャリアセンスを要することとし、10mW以下の場合はキャリアセンス機能を要しないこととする。
- また、小電力レーダーシステムの導入にあたっては、海外でも限定的な運用となっている状況を鑑み、10mW以下の場合であっても、キャリアセンスを要しない場合は、送信時間33ミリ秒以内に対して電波発射可能な時間率を10%以内とする規定を設ける。

## ■筐体条件の見直し

- 近年、アクティブ・アレイアンテナの利用が広まっており、海外では、VRゲーム用ワイヤレス・ヘッドマウント・ディスプレイなど、高周波部と変調部が分かれた形態の製品が発売されている。
- このような無線機器についても技術基準適合証明や工事設計認証を取得できるよう、筐体条件について見直しを行う。

# 筐体条件の見直し

## 概要

- 60GHz帯無線システムは、ノートPCやスマートフォンなどモバイル機器への実装が広がっており、ノートPC用ワイヤレスドッキングステーション等に加え、海外ではVRゲーム用ワイヤレス・ヘッドマウント・ディスプレイ（HMD）が開発され、新しいユーザインタフェースに応用されている。
- 60GHz帯無線システムの筐体条件は、現行規定上、「送信機は、一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと」とされているが、近年、アクティブ・アレイアンテナを用いるため、高周波部と変調部を分け、その間をIFケーブルで接続する製品が発売されている。
- このため、高周波部と変調部が分かれた無線機器についても技術基準適合証明や工事設計認証を取得できるよう、筐体条件について見直しを行う。

## これまでの無線設備の構成 (2.4/5GHz帯の無線設備も同様)

現行の無線設備は、送信機(高周波部+変調部)は、一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができない構造となっている

アンテナ

高周波部(RF) + MAC/変調部(Base Band)

一の筐体

## 新しい無線設備の構成

新しい無線設備は、アンテナと高周波部が一の筐体に収められ、そこから変調部までIFケーブルで接続する構成となっている。

アクティブ・アレイアンテナ

RF

10GHz

数メートルの60GHz専用のIFケーブル

中間周波数(IF) + MAC/Base Band

一の筐体に収めることが難しい

※ アクティブ・アレイアンテナは、各アンテナ素子にRF部(能動素子)があり、位相と振幅を制御している

## 他の無線システムとの共用条件等

# 干渉検討の条件

- 本検討においては、新たな無線システムとして導入を想定する、キャリアセンスなし(10mW以下)のミリ波センサーシステムと他の無線システムとの干渉について検討する。
- なお、キャリアセンスあり(10mW超)のシステムについては、現行の小電力データ伝送システムと同一の技術基準とするため、他の既存無線システムとの共用条件は変わらないことから、本検討における干渉検討は不要とする。

## <ミリ波センサーシステムの主な技術諸元>

|            |                        |
|------------|------------------------|
| 電波の型式      | F3N                    |
| 変調方式       | FMCW                   |
| 周波数        | 57 ~ 64 GHz            |
| 占有周波数帯幅    | 7 GHz以下                |
| 空中線電力      | 10 mW                  |
| 等価等方輻射電力   | +13 dBm                |
| 空中線半値角     | + / - 60 deg.          |
| デューティーサイクル | 3.3 /29.7 msec. (MAX.) |
| キャリアセンス機能  | 実装無し                   |

## <干渉検討対象システム>

| 周波数 (GHz)   | システム                                  |
|-------------|---------------------------------------|
| 54.25~66.78 | 放送事業用(FPU)                            |
| 55.78~59.0  | 電通・公共・一般業務(固定・移動)<br>(エントランス回線)       |
| 57.0~66.0   | 小電力データ通信システム<br>(WiGig, データ・画像伝送,FWA) |
| 60.0~61.0   | 特定小電力(ミリ波レーダー)<br>(車載レーダー, 障害物検知装置)   |
| 58.2~59.0   | 電波天文                                  |
| 64.0~65.0   |                                       |
| 76.0~77.5   |                                       |
| 79.0~94.0   |                                       |
| 94.1~116.0  | 地球探査衛星                                |
| 50.3~63.57  |                                       |

# ミリ波センサーシステムの諸元及びアンテナモデル

## 与干渉側システムの諸元

|            |                         |
|------------|-------------------------|
| 電波の型式      | F3N                     |
| 変調方式       | FMCW                    |
| 周波数        | 57 ~ 64 GHz             |
| 占有周波数帯幅    | 7 GHz                   |
| 空中線電力      | 10 mW                   |
| 等価等方輻射電力   | +13 dBm                 |
| 空中線半値角     | + / - 60 deg.           |
| デューティーサイクル | 3.3 / 29.7 msec. (MAX.) |
| キャリアセンス機能  | 実装無し                    |

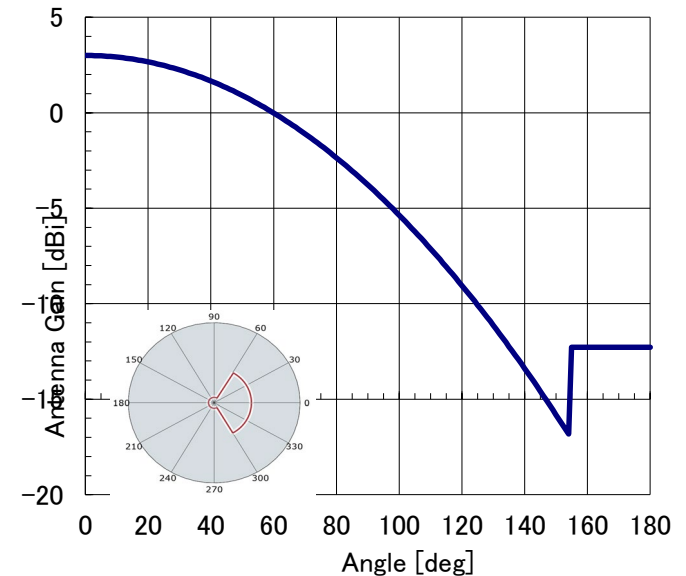
## FCC 免責事項 (DA 18-1308A1) 発行日:2018/12/31

短距離間でのインタラクティブモーションセンサ端末の規定(15.255(C)(3))  
における免責事項:

- ✓ 空中線電力(ピーク): 10dBm
- ✓ EIRP(ピーク): 13dBm
- ✓ 空中線密度(ピーク): 13dBm/MHz
- ✓ Duty Cycle : 最大10% ( 3.3ms/33ms)

FCC免責事項より該当箇所を参考のために抜粋した意識となります。詳細は原文を参照ください。

参照先:<https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-18-1308A1.pdf>



ミリ波センサーシステムのアンテナパターン(シミュレーション)  
Beam= 120 [deg.], G= 3 [dBi], Sidelob= 154 [deg.], -16.83 [dBi]

## 作成中(※以下のシステム毎に共用検討結果を掲載予定)

### 1. 小電力データ通信システム(実機検証の結果)

1-1 データ通信システム(WiGig)

1-2 共同住宅共聴システム

### 2. 特定小電力無線局(ミリ波レーダー)

2-1 踏切障害物検知装置

2-2 車載レーダー

### 3. 放送事業用無線局(FPU)

### 4. 地球探査衛星

### 5. 電波天文

# 電波防護指針の適合について

# 考え方

## 基本的な考え方

- 人体から20cm以内に近接した場合における60GHz帯無線設備から発射される電波の強度は、電波防護指針における一般環境の電磁界強度(6分間平均値)の指針値(60GHz帯に適用される指針値(抜粋)を表5-2-1に示す))に適合する必要がある。
- 小電力ミリ波センサー(キャリアセンスなし)については、局所吸収指針の適用範囲において、適用除外となる電力(下表)となっている。空中線電力の平均電力が適用除外となる電力以下の無線局については、仮に無線局の全出力が身体のごく一部に吸収される場合でも、入射電力密度の電波防護指針を満たしており、入射電力密度を評価する必要はない。  
(ただし、当該無線設備と同一の筐体に収められた他の無線設備(総務大臣が別に告示するものに限る。)が同時に複数の電波を発射する機能を有する場合にあっては、総務大臣が別に告示する方法により算出した総合照射比が一以下でなければならない。)
- 小電力ミリ波センサー(キャリアセンスあり)及び現行の小電力データ通信システムについては、人体から20cm以内に近接した利用も今後想定し得ることから、指針値を超える可能性があるため、電波防護指針に適合するために必要な措置を講じていくことが必要である。

一般環境の電磁界強度(6分間平均値)の指針値(抜粋)

| 周波数f                 | 入射電力束密度                | 平均時間 |
|----------------------|------------------------|------|
| 30GHzを超え300GHz<br>以下 | 2[mW/cm <sup>2</sup> ] | 6分   |

一般環境における6GHz以上の局所吸収指針の適用除外となる電力

| 周波数f                 | 適用除外となる電力 | 平均時間 |
|----------------------|-----------|------|
| 30GHzを超え300GHz<br>以下 | 2[mW]     | 6分   |



# 新たな60GHz帯無線設備の技術的条件(案)について

# 技術的条件案

|                        |    | 現行基準  |  |                               | 今回追加する技術基準(案)  |  |
|------------------------|----|---|--|-------------------------------|--|--|
|                        |    | 日本<br>(ミリ波レーダー)   | 日本<br>(小電力データ通信)   |                               | 技術基準案<br>(新規ミリ波レーダー)<br>キャリアセンス無し  | 技術基準案<br>(新規ミリ波レーダー)<br>キャリアセンス有り  |
| 周波数                    |    | 60-61GHz  | 57-66GHz   |                               | 57-64GHz   | 57-66GHz   |
| 空中線電力                  | 平均 | 10dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定                                      | 10dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定   | 10-24dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定 | -  | 10-24dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定  |
|                        | 尖頭 |   |  |                               | FCC参考<br>10dBm   |  |
| 空中線利得                  |    | 40dBi   | 47dBi  | 10dBi以上                       | -  | 10dBi以上  |
| EIRP<br>(等価等方輻射電力)     | 平均 | -   | -  | 40dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定    | 13dBm  | 40dBm<br>※型式により平均・尖頭の適用が決定   |
|                        | 尖頭 | -   | -  |                               |  |  |
| 占有帯域幅                  |    | 500MHz  | 9GHz   |                               | 7GHz   | 9GHz   |
| 不要発射の強度の許容値            |    | 帯域外領域:<br>100μW/MHz以下<br>スプリアス領域:<br>50μW/MHz以下                 | 55.62GHz以下:<br>-30dBm/MHz以下<br>55.62を超え57GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>66を超え67.5GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>67.5GHzを超えるもの:<br>-30dBm/MHz以下 |                               | 55.62GHz以下:<br>-30dBm/MHz以下<br>55.62を超え57GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>66を超え67.5GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>67.5GHzを超えるもの:<br>-30dBm/MHz以下 | 55.62GHz以下:<br>-30dBm/MHz以下<br>55.62を超え57GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>66を超え67.5GHz以下:<br>-26dBm/MHz以下<br>67.5GHzを超えるもの:<br>-30dBm/MHz以下 |
| その他                    |    | -   | -  | キャリアセンス                       | 特定の時間内(33ミリ秒以内)における電波発射可能な時間率は10%以内  | キャリアセンス  |
| 人体への電波ばく露許容値<br>(電力密度) |    | 任意の体表面1cm2あたり2mW/cm2<br>(令和元年5月20日以降のものが適用)                     |  |                               | 任意の体表面1cm2あたり2mW/cm2   | 任意の体表面1cm2あたり2mW/cm2<br>(令和元年5月20日以降のものが適用)  |
| 混信防止機能                 |    | 受信した電波の変調方式その他の特性を識別することにより、自局が送信した電波の反射波と他の無線局が送信した電波を判別できるもの。 |  |                               | 利用者の操作により、電波の送信を停止できること。   | 受信した電波の変調方式その他の特性を識別することにより、自局が送信した電波の反射波と他の無線局が送信した電波を判別できるもの。  |
| 筐体条件                   |    | 送信機は、一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないこと。                           |  |                               | 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。また、高周波部及び変調部が別の筐体に収められている場合にあつては、送信装置としての同一性を維持できる措置が講じられており、かつ、各々が容易に開けることができないこと。                       |  |

# 今後の検討課題について

# 今後の検討課題について

## ○新たな技術基準の整備に係る留意事項

- ・60GHz帯小電力広帯域ミリ波レーダー(キャリアセンス無し)については、周波数変調であり、連続波方式(間欠的連続波方式を除く。)により送信するものについて技術基準の検討を行った。
- ・なお、60GHz帯小電力データ通信システムとの共用検討においては、小電力レーダーシステムが現行システムと同じような利用形態となることを前提としており、今後、同帯域を使用する免許不要局の普及状況、技術動向や諸外国の動向に注視しつつ、必要に応じて適切な技術基準として見直しを図ることが適当と考える。

## ○電波防護指針の適合について

- ・60GHz帯無線システムについては、より人体の近傍で利用するケースが拡大する可能性も考えられる。そのようなケースにおいては、送信出力の低減、通信機能又は送信時間の考慮等、電波防護指針に適合するために必要な措置を講じることが必要である。特に頭部付近での使用が想定される場合については、眼部への影響を防護するための措置に注意が必要である。
- ・なお、身体に近接して利用されるミリ波帯通信デバイスの電波防護指針への適合性評価手法に関しては、国際的な動向を踏まえながら、必要である。