

# 情報通信審議会 情報通信技術分科会 電波有効利用委員会 報告（案）

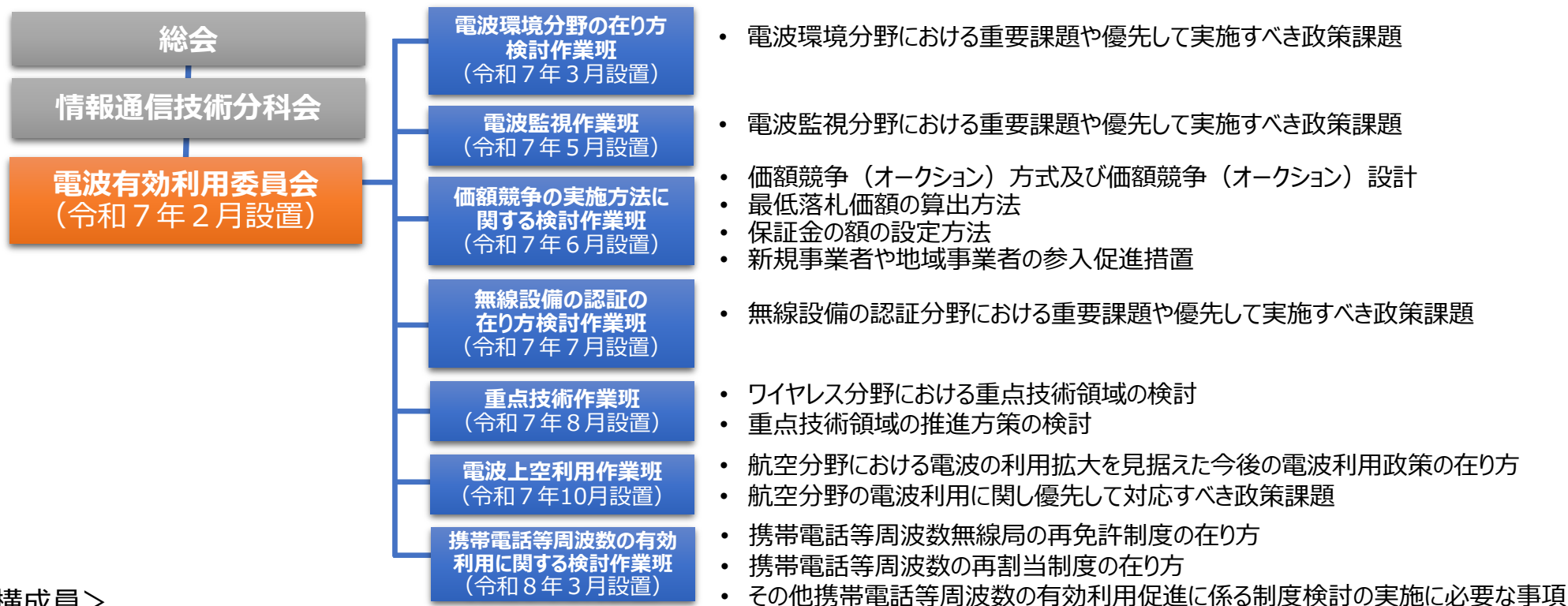
（諮問第30号「社会環境の変化に対応した電波有効利用の推進の在り方」）

## 概要

令和 8 年 4 月  
事 務 局

# 電波有効利用委員会について

- 社会環境の変化に対応した電波有効利用の推進に関する事項を審議するため、令和7年2月、情報通信技術分科会の下に新たな委員会として「電波有効利用委員会」を設置。
- 「電波環境分野の在り方」「電波監視の在り方」「価額競争の実施方法」「無線設備の認証の在り方」「重点技術」「航空分野における電波利用政策の在り方」「携帯電話等周波数の有効利用」については作業班を設置し細部を検討。



## <構成員>

氏名	役職
藤井 威生 (主査)	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
太田 香	東北大学 大学院 情報科学研究科 教授
大谷 和子 (主査代理)	株式会社日本総合研究所 執行役員
黒坂 達也	株式会社企 代表取締役 慶應義塾大学 X Dignity センター 副代表

氏名	役職
猿渡 俊介	大阪大学 大学院 情報科学研究科 教授
瀧 俊雄	株式会社マネーフォワード 執行役員
中島 美香	中央大学 国際情報学部 教授
西村 真由美	公益社団法人 全国消費生活相談員協会 常務理事
林 秀弥	名古屋大学 大学院 法学研究科 教授
矢入 郁子	上智大学 理工学部情報理工学科 教授
安田 洋祐	政策研究大学院大学 教授

## 1章 検討の背景・経緯

## 2章 電波有効利用の推進に関する基本的方向性

### 2-1 : 電波有効利用の推進に関する基本的方向性

## 3章 周波数割当の在り方

### 3-1 : 価額競争の実施方法【答申第99号】

### 3-2 : 900MHz帯を使用する新たな無線利用【報告書取りまとめ済】

### 3-3 : 運用調整の在り方

### 3-4 : 携帯電話等周波数の有効利用の在り方

### 3-5 : 中長期的な視点を踏まえた周波数割当の在り方

## 4章 無線局の免許制度等の在り方

### 4-1～3 : 技術進展や利用ニーズの高度化・多様化を踏まえた免許制度等の在り方（携帯電話、全国BWA、地域BWA・ローカル5G）

### 4-4 : 衛星通信の更なる円滑な利用に向けた制度の在り方【別冊1】

### 4-5 : 無線設備のソフトウェア化・オープン化等に対応した認証制度の在り方【報告書取りまとめ済】

### 4-6 : 免許申請手続等の在り方

### 4-7 : その他将来を見据えた免許制度の在り方

## 5章 無線を利用したビジネス促進の在り方

### 5-1 : 我が国として重点的に取り組むべきワイヤレス技術分野の推進方策【別冊2】

### 5-2 : インフラシェアリングの在り方

## 6章 電波の利用環境の在り方

### 6-1 : 電波の利用環境分野の今後の政策の在り方【答申第56号、別冊3】

### 6-2 : 携帯電話エリア整備、基地局強靱化に対する支援策の在り方

## 7章 その他必要と考えられる事項

### 7-1 : 電波利用料の在り方

### 7-2 : その他必要と考えられる事項

## 8章 今後の取組について

## 9章 空の利用拡大の進展段階に応じた電波利用政策の方向性（別冊1）

- 第1節：はじめに
- 第2節：航空分野における新たな飛行形態
- 第3節：上空利用拡大を支える電波上空利用インフラ
- 第4節：国際動向と国際調和
- 第5節：電波上空利用インフラの実現に向けた視点
- 第6節：実現に向けた環境整備
- 第7節：ロードマップ

## 10章 我が国として重点的に取り組むべきワイヤレス技術分野の推進方策（別冊2）

- 第1節：検討の背景
- 第2節：我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題
- 第3節：重点技術領域の特定
- 第4節：重点技術領域の推進方策
- 第5節：今後の進め方

## 11章 電波監視の在り方（別冊3）

- 第1節：検討の背景
- 第2節：電波監視の在り方に対する検討
- 第3節：まとめ

## 1-1 検討の背景

- 電波は、より一層の活用を徹底して進めることで、**平時・災害時を問わず、国民生活を便利で安全・安心なもの**にするとともに、地域課題の解決や新たな市場の創出を通じた**経済成長の源泉**となる可能性を持っている。
- 電波は有限の資源であることから、電波の利用状況やニーズ、電波に関する最新の技術トレンドを踏まえて、周波数の割当てや周波数の移行・再編・共用を適正かつ効率的に実施するなど、**電波の公平かつ能率的な利用の確保がますます重要**となる。

## 1-2 検討課題

### 電波有効利用の推進に関する基本的方向性

これまでの議論の蓄積も踏まえつつ、電波の利用状況やニーズ、電波に関する最新の技術トレンドを勘案して、2030年代を見据えた中長期的な方向性を検討する。

### 周波数割当の在り方

ひっ迫する電波の利用状況等を踏まえた周波数割当の基本的方向性について検討するとともに、共用技術の進展等を踏まえた新たな周波数割当の手法など、これからの社会における電波利用ニーズに的確に対応した周波数割当方策の在り方について検討する。

### 無線局の免許制度等の在り方

無線技術の進展等を踏まえ、混信が生じないような仕組みを担保しつつ、簡素で柔軟かつ迅速な免許制度、無線従事者資格制度、技術基準適合証明制度の在り方について検討する。

### 無線を利用したビジネス促進の在り方

ワイヤレスインフラの効果的・効率的な整備や、高い周波数帯を含めた産業利用の促進など、無線を利用したビジネスの社会展開を円滑に進めるための方策の在り方について検討する。

### 電波の利用環境の在り方

電波の利用状況の変化等を踏まえ、意図せず発射される混信等の増加に対応するための電波監視の在り方や、人体に対する電波の安全性に関する研究の方向性など、無線システムが安心して利用できる環境を確保するための方策の在り方について検討する。

### その他必要と考えられる事項

電波の公平かつ能率的な利用を確保するために必要な共益費用に係る電波利用料制度の在り方等について検討する。

## 2-1 電波有効利用の推進に関する基本的方向性①

### <電波利用の動向>

#### - 電波利用の進展及び無線局数の増加

1950年代は、公共分野におけるVHF帯の低い周波数帯の利用が中心であったが、1985年の電気通信業務の民間開放をきっかけとして、**移動通信分野を中心に電波利用ニーズが急速に拡大**している。

※現在、携帯電話等の端末数は、3億4,335万（2025年3月末）と日本の人口1億2,342万人（2025年3月）を上回っている。

#### - 低い周波数帯のひっ迫

低い周波数帯には多数の無線局が存在しており、近年ますますひっ迫する傾向にある。そのため、今後は、比較的空いていて広い帯域幅が確保できる**高い周波数帯の活用を推進することが必須**の状況となっている。

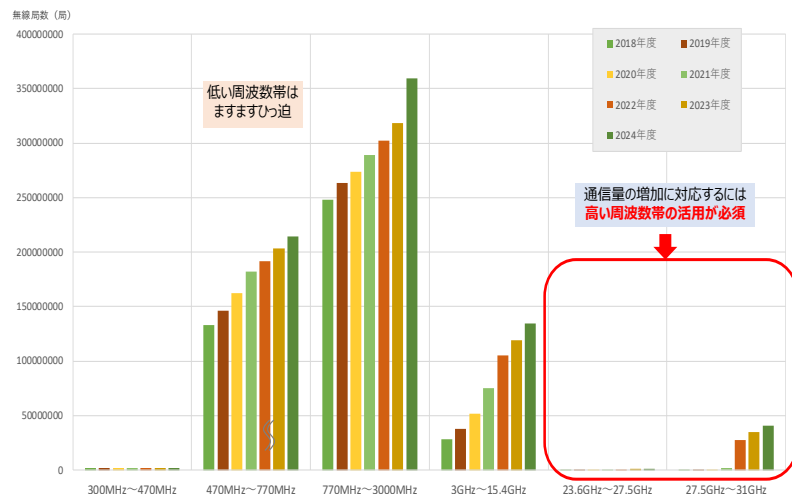
#### - 電波利用産業におけるワイヤレス活用の進展

5G以降のモバイル通信産業は、市場、プレイヤーの類型、役割の多様化・複合化及び製品・ソリューションの拡大など、**あらゆる面において複雑化**している。

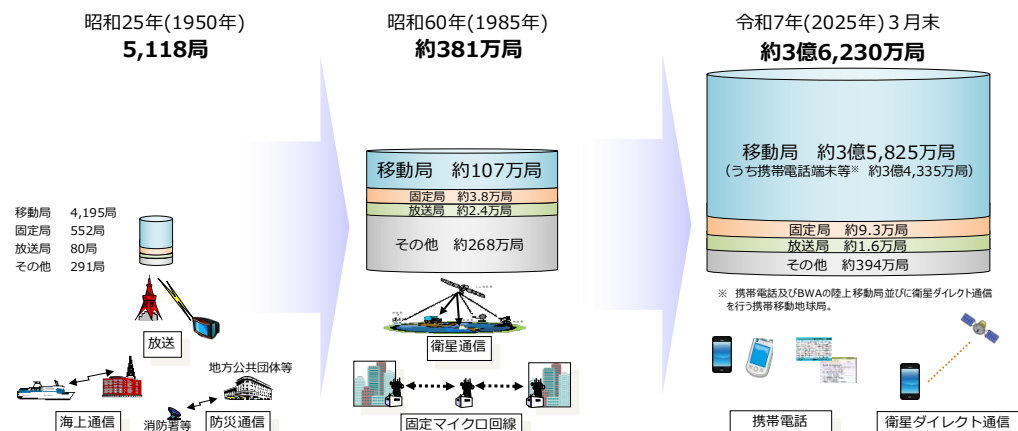
#### - 安心・安全な通信インフラ構築の課題

令和6年能登半島地震においては、停電や伝送路の断等により、通信サービスが長時間にわたって利用できない状態が発生するなど、早期復旧に加え、**今後の災害に備えて通信インフラの強靱化を図ることも課題**となっている。

周波数帯別の無線局数の推移



電波利用の進展



※ 携帯電話及びBWAの陸上移動局並びに衛星ダイレクト通信を行う携帯移動地球局。

## 2 - 1 電波有効利用の推進に関する基本的方向性②

### <無線技術の多様化>

#### - 技術進展を踏まえたモバイルネットワークの一層の拡充

- 第5世代移動通信システム（5G）

「デジタルインフラ整備計画2030」（令和7年6月総務省）において、2030年頃のモバイルネットワークについて、**高周波数帯（Sub6・ミリ波）の一層の活用**、5G SAの普及等により、超高速・低遅延・多数同時接続といった、**5Gの特長を活かした高品質な通信サービスを広く普及**するとされた。

- 非地上系ネットワーク（NTN）

衛星通信に関しては、高い周波数帯の利用が進むことにより、1980年代に比べ通信速度は数万倍に向上している。こうした中、陸・海・空・宇宙をつなぐインフラとして**NTNの導入促進・高度化が期待**されている。

- 無線LAN

近年では、モバイル端末を用いた4K等の高精細映像の動画再生や、ウェアラブルデバイス等でのAR/VR/MR技術を活用したサービスの利用が進み、**無線LANのトラフィックが増大**している状況にある。

- ドローン

ドローンは「機体制御」や「画像伝送」等のため電波を利用することが必要となる。こうしたドローンの利用ニーズを踏まえ、2.4GHz帯無線LAN、5.7GHz帯、携帯電話等をドローンで利用可能な**無線システム（無人移動体画像伝送システム）として制度化**された。

- ソフトウェア化・オープン化

従来はハードウェアで実装された無線機能をソフトウェアによって実現する**ソフトウェア無線技術**が進展・普及してきている。

また、近年、携帯電話基地局のRANにおいては、構成する機器のインターフェースをオープン化した**Open RAN**や、汎用サーバー上のソフトウェアによって基地局処理機能を実装する**vRANの導入**が進んでいる。

## 考え方

- 周波数が増えつつある中で、電波の利用状況やニーズ、電波に関する最新の技術トレンド等を勘案して、2030年代を見据え、**更なる周波数共用や、継続的な電波の有効利用を促す方策**について、**不断の検討が必要**ではないか。

## 3-1 価額競争の実施方法

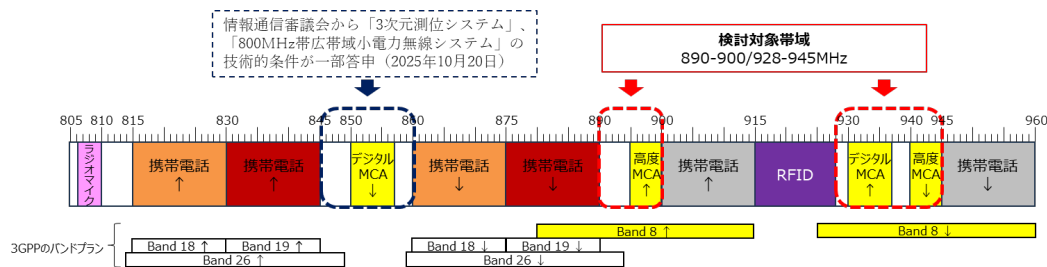
電波法及び放送法の一部を改正する法律（令和7年法律第27号）により、6GHzを超える高い周波数帯の活用を希望する多種多様なサービスを提供するものの中から、最も電波を有効に利用できる者を、**価額競争により選定する制度が導入された。**

### 考え方

- 価額競争の実施方法については、26GHz帯及び40GHz帯における5Gの利用意向調査の結果を踏まえ、まずは26GHz帯を早期に割り当てていくことを目指すこととし、令和7年6月に「価額競争の実施方法に関する検討作業班」を設置して検討を進め、**令和7年12月に一部答申を行った。**
  - ⇒ 本答申に基づき、総務省は、**令和8年3月に26GHz帯における5Gの普及のための価額競争実施指針を整備し、本価額競争の参加申請を受付。今後、速やかに価額競争を実施。**

## 3-2 900MHz帯を使用する新たな無線利用

一般財団法人移動無線センター（MRC）が2024年7月に「MCAアドバンス」サービスの終了を公表した後、2024年12月に総務省が公表した周波数再編アクションプラン（令和6年度版）では、**高度MCAサービスについて、サービス終了後の周波数の活用方策について検討していくとされたことを踏まえ、総務省は890-900MHz及び928-945MHzについて、利用ニーズの調査を実施し、7者から8件の提案があった。**



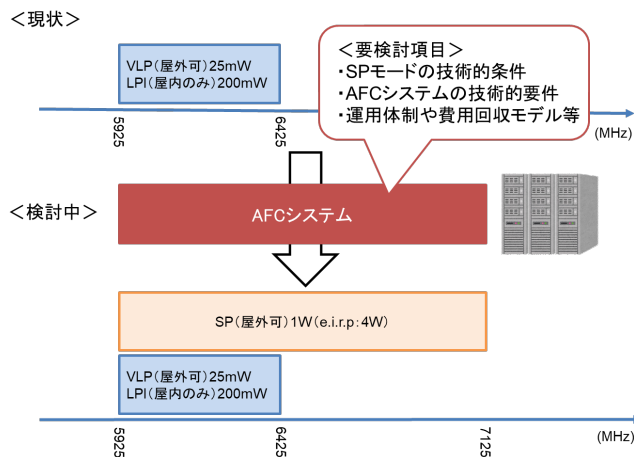
### 考え方

- 取り下げのあった1件を除いた7件の提案について、本委員会において、提案者から「ニーズ」、「実現可能性」、「社会的な効果」、「技術的な要素」の統一的な観点でヒアリングを行った後、**令和8年3月に電波有効利用委員会報告書を取りまとめた。**今後、報告書に基づき取組を進めていくことが適当。

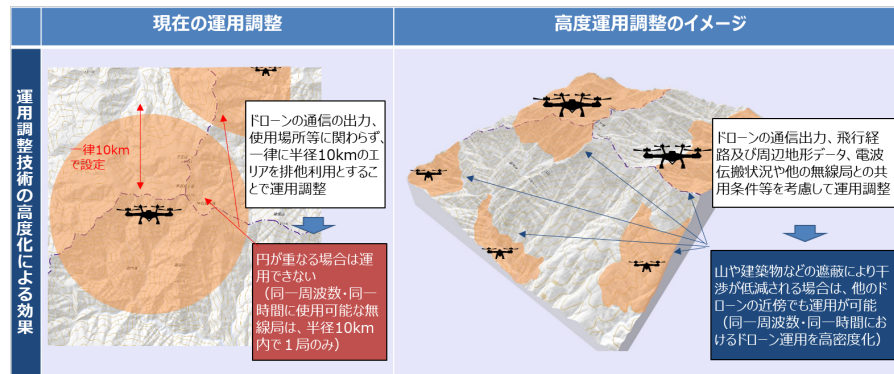
## 3-3 運用調整の在り方

免許人等による運用調整を行うことにより、運用エリアが重複しつつも、異システム間や同一システム内における干渉を回避しながら、より柔軟かつ稠密な電波利用を図る無線システムの利用が広がっている。

- 6GHz帯及び6.5GHz帯の無線LANについて、屋内外で使用できる高出力なSPモードの国内での導入に向け、**AFCシステムの運用体制や運用モデルのあり方等に関する基本的な考え方の整理**などを進める必要がある。
- 無人移動体画像伝送システムでは、免許人を主体とした運用調整が行われている。このような運用調整は、**民間による自主的な取り組み**であり、**電波法に基づく無線局免許制度との関係で、その在り方を整理**することが必要。



現在の運用調整と高度運用調整の比較



## 考え方

- 現状の運用調整は、**民間主体であることから柔軟性が高い反面、紛争時の競争力が弱く、外国事業者等には拘束力が弱い**という問題がある。
- これに対し、運用調整を行う団体を法定し、指定要件や監督、紛争処理を規定すること等により、**運用調整に一定の強制力を持たせることも手法として考え得る**。適格性やガバナンスなど**運用調整団体の在り方**について、陸上無線通信委員会において検討が進められている6GHz帯無線LANにおけるAFC運用についての議論も参考としつつ、**制度整備に向けた検討を進める**ことが適当。
- 運用調整の相手が同一システムなのか異種システムなのか、免許人数や無線局数の多寡など、対象となる無線システムの特性や隣接する周波数帯における無線システムの割当状況などにより、調整の必要性や解決の難易度は自ずと異なってくる。民間主体による運用調整が適切であるか、一定の強制力を有する団体による運用調整が適切であるか、適切な体制の在り方は異なると考えられることから、**制度化に当たってはこの点に留意した制度設計が求められる**。

## 3-4 携帯電話等周波数の有効利用の在り方

- これまで、特定基地局の開設計画制度に基づき、周波数割当ての際に開設計画の提出を求め、当該計画の履行義務を課すことでインフラ整備が進められてきた。他方で、今後、開設計画の認定期間が満了する周波数帯が増加することが見込まれており、**認定期間満了後の周波数帯について対応の在り方を検討する必要がある。**
- 移動通信トラフィックは今後も増加することが見込まれ、デジタル社会を支えるモバイルネットワークを一層充実させていく観点から、**開設計画の認定期間満了後も引き続き事業者によるインフラ整備を促進するとともに、必要に応じて周波数再配分の適正化を図っていくことが重要。**
- また、新たな携帯電話技術の普及速度や諸外国の事例も踏まえつつ、**インフラ整備に係る投資の予見可能性を確保していくことも必要。**

【開設計画の認定期間中の周波数帯】

	700MHz帯	800MHz帯	900MHz帯	1.5GHz帯	1.7GHz帯	2GHz帯	2.3GHz帯	2.5GHz帯	3.4GHz帯	3.5GHz帯	3.7GHz帯	4.5/4.9GHz帯	28GHz帯
2023年度末													
ドコモ	20	30		30	40	40			40	40	100	100	400
au	20	30		20	40	40	40			40	200		400
UQ								50					
SB	20		30	20	30	40			40	40	100		400
WCP								30					
楽天	6				80						100		400
2028年度末													
ドコモ	20	30		30	40	40			40	40	100	100	400
au	20	30		20	40	40	40			40	200		400
UQ								50					
SB	20		30	20	30	40			40	40	100	100	400
WCP								30					
楽天	6				80						100		400

※黄色で塗っている周波数は、認定期間中の周波数帯

【1年あたりの基地局開設数】

	認定期間中	認定期間満了後
3.5GHz帯	13,989局/年	3,976局/年
3.7GHz帯 / 4.5GHz帯	19,855局/年	8,026局/年
28GHz帯	8,753局/年	1,213局/年

モバイルネットワークの整備を促進し、携帯電話等周波数の更なる有効利用を図るため、再免許制度及び再割当制度等の在り方について、一体的に検討を行う。

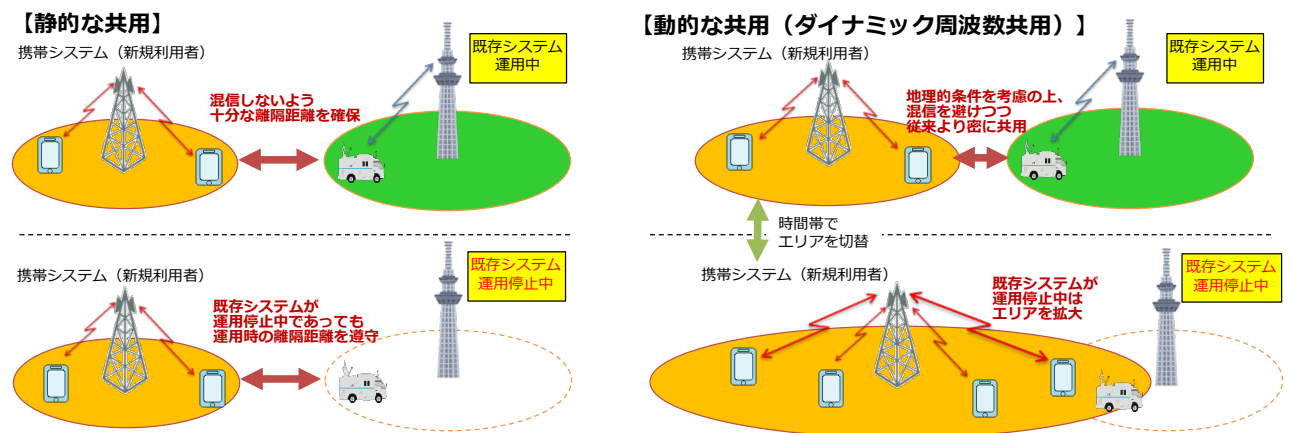
## 考え方

- インフラ整備に係る投資の予見可能性を確保しつつ、携帯電話等周波数の更なる有効利用を促進する観点から、当該周波数の再免許制度及び再割当制度等の在り方について、一体的に検討を行うため、**令和8年3月に「携帯電話等周波数の有効利用に関する検討作業班」を設置した。**今後、**本作業班において必要な検討を進めていくことが適当。**

## 3-5 中長期的な視点を踏まえた周波数割当の在り方

周波数の急速なひっ迫により、従来のように空き周波数への移行にのみ給付を可能とするだけでは円滑な周波数再編が進められない。電波利用料を用いて国が行う周波数変更のための給付金の支給等の業務（特定周波数変更対策業務）の内容拡充や、動的な周波数の共用など、総務省ではより円滑な周波数確保に向けた取組が進められている。

周波数共用のイメージ

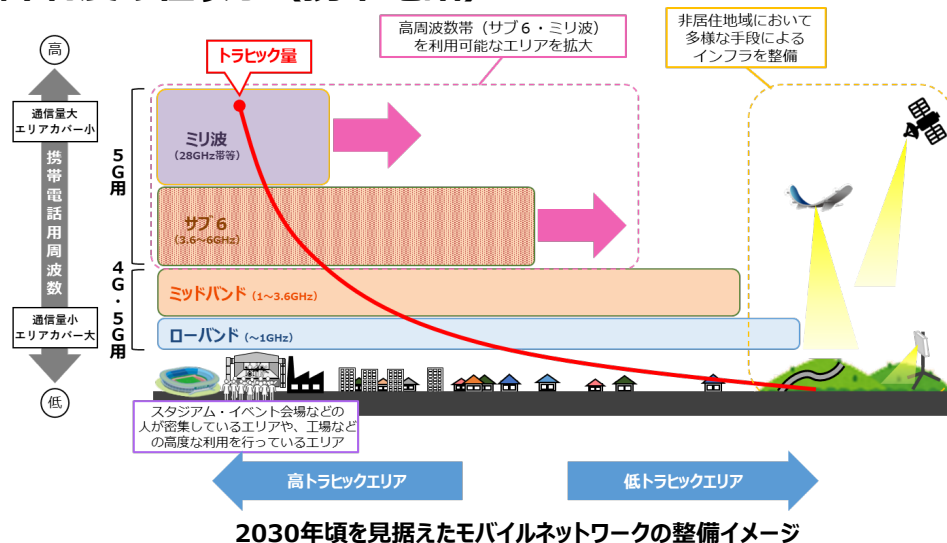


### 考え方

- 世界で使える周波数帯が日本で使えないことを防ぐために、各周波数帯の利用状況について世界的なトレンドを随時把握するとともに、ITU等の国際機関における国際調整の場において我が国が主導して調整を行えるよう、官民協働で取り組むことが適当。
- 中長期的に、よりダイナミックに周波数を利用できるようにするため、周波数共用を含む運用調整機能や周波数割当の自動化については、新たな技術の開発・導入状況を鑑み、必要に応じて検討することが適当。

## 4-1 技術進展や利用ニーズの高度化・多様化を踏まえた免許制度の在り方（携帯電話）

「デジタルインフラ整備計画2030」（令和7年6月総務省）において、2030年頃のAIの普及等の社会全体のデジタル化の進展に対応したモバイルネットワークを実現するため、**高周波数帯（Sub6・ミリ波）が一層活用**され、5G SAの普及が進むこと等により、**超高速・低遅延・多数同時接続**といった**5Gの特長を活かした高品質な通信サービスが広く普及**するとともに、**道路等の非居住地域であっても通信環境の確保が求められる地域**については、**多様な手段によるインフラ整備が進んでいる姿**を目指すこととされた。



### 考え方

＜可搬型基地局の活用によるエリア外等における通信環境の確保＞

- 可搬型基地局について、混信防止対策に留意しつつ、利用ニーズに応じて柔軟に設置・運用することができるよう、**免許人以外の者による無線局の簡易な操作・運用に関する特例の適用**や**包括免許の届出手続の見直し**を含め、必要な制度整備を行うことが適当。

＜高周波数帯（Sub6・ミリ波）の基地局の柔軟・迅速な整備等＞

- 高周波数帯を使用する基地局について、免許手続の効率化や通信需要に応じた柔軟・迅速な設置・変更・運用の確保に向け、今後、価額競争により割り当てられる**26GHz帯について包括免許の適用を検討**するとともに、**現在既に割り当てられている高周波数帯等について、混信防止対策に留意しつつ、包括免許の対象の更なる拡大を検討**することが適当。

＜5G基地局の空中線電力の指定方法の明確化＞

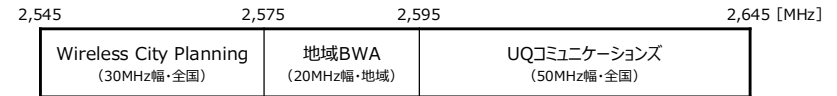
- 5G基地局について、無線設備の形態や運用の実態を踏まえた適切な置局や操作が可能となるよう、**一の5G基地局が複数の無線設備を有する場合等における空中線電力の指定方法について、必要な明確化**を行うことが適当。

## 4-2 技術進展や利用ニーズの高度化・多様化を踏まえた免許制度の在り方（全国BWA）

- BWA制度化の最初の周波数割当ての際、技術間競争及び新規参入の促進により、新たな無線サービスの展開と市場の活性化を図るため、全国携帯電話事業者等以外の者に割り当てることとし、**全国携帯電話事業者の全国BWA事業者に対する出資を3分の1未満に制限する規制（資本規制）を導入した。**
- 平成26年には、**複数の事業者をまたがるキャリアアグリゲーションを認める**に当たり、周波数割当てにおける参入機会の多様性の確保や新規参入の促進といった政策の効果を減ずることを防止するための措置を講じることとされた。
- **技術の進展やモバイル市場の環境変化等を踏まえ、全国BWA周波数の更なる有効活用を図る観点から、資本規制等の在り方について、関係事業者からヒアリングを実施した。**

- BWA（Broadband Wireless Access. 広帯域移動無線アクセスシステム）は、平成19年8月に制度化。
- BWAは、2.5GHz帯を使用しており、**全国を1の者に割り当てる「全国BWA」、地域ごとに割り当てる「地域BWA」がある。**

### 2.5GHz帯の割当状況



### BWAシステムの特徴

- BWA（Broadband Wireless Access. 広帯域移動無線アクセスシステム）は、**高速データ通信専用の移動通信システムとして導入されている。**
- モバイルWi-fiルータや携帯電話端末等に用いられている。



図 広帯域移動無線アクセスの利用シーン

### BWAシステムの利用状況※1

	基地局数※2		陸上移動局数※3 (端末数)
	高度化BWA (LTE相当)	BWA-NR (5G相当)	
UQ Communications	44,391 (+0)	5,139 (+2,426)	42,240,410
WIRELESS CITY PLANNING	66,582 (+226)	6 (+2)	52,350,059

※1 令和7年3月末時点。  
 ※2 陸上移動中継局を含み、屋内小型基地局及びフェムトセル基地局を除く。括弧内は昨年度実績値との比較。  
 ※3 (参考) KDDI株式会社の陸上移動局数: 72,108,630、ソフトバンク株式会社の陸上移動局数: 59,217,891。

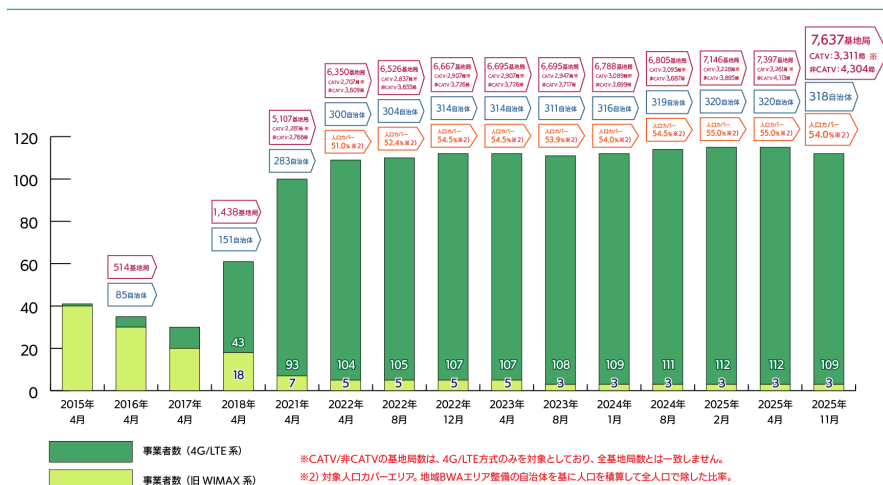
## 考え方

- 全国BWAにおけるNR化等に向けた設備投資を促進し、当該周波数の更なる有効活用を図っていく必要があることを踏まえれば、**資本規制の見直しを進めていくことが適当**。他方で、平成26年に導入された周波数を一体運用する複数の事業者に対する措置については、維持することが適当。
- 資本規制の見直しに当たっては、全国BWA周波数の更なる有効利用及び周波数の利用の公平性等を確実に担保していく観点から、以下の事項について着実に対応を進めることが適当。
  - ① **全国BWA周波数の有効利用に係る状況のフォローアップ**
  - ② **卸電気通信役務の提供等に係る状況等のフォローアップ**
  - ③ **「携帯電話等周波数の有効利用に関する検討作業班」における全国BWA周波数の更なる有効利用に向けた検討**
- BWAシステムの技術基準その他関連制度の在り方については、**携帯電話とは異なるデータ通信専用の移動通信システムとして位置付けられていること等も十分に考慮しつつ、不断に検討を行うことが適当**。

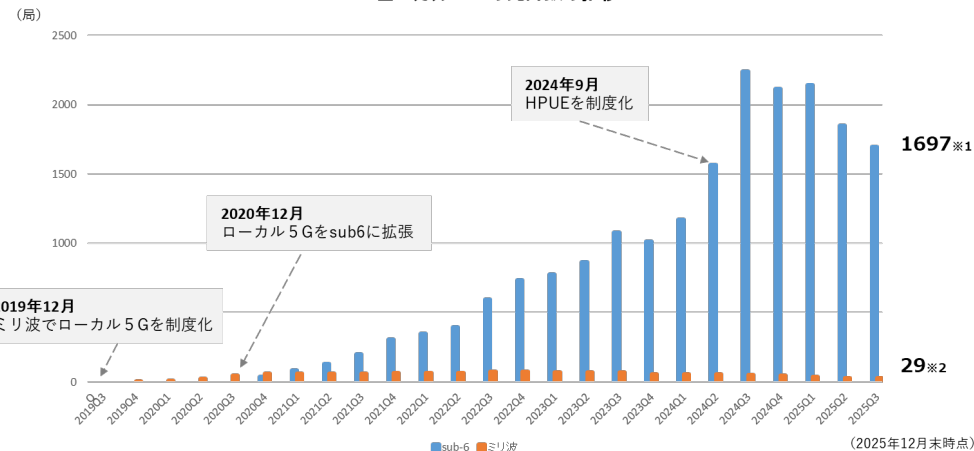
## 4-3 技術進展や利用ニーズの高度化・多様化を踏まえた免許制度等の在り方（地域BWA・ローカル5G）

地域BWAは提供開始から18年が経過し、地域を支える通信インフラとして重要な役割を担っているが、直近約5年間で地域BWAの導入エリアはほぼ横ばい（2025年11月現在で318自治体）となっており、更なる普及拡大が課題となっている。ローカル5Gについては、直近ではSub6の免許数が大きく伸びているが、ミリ波を含めて更なる利活用の促進が必要となっている。

地域BWAの事業者数



ローカル5Gの免許数の推移



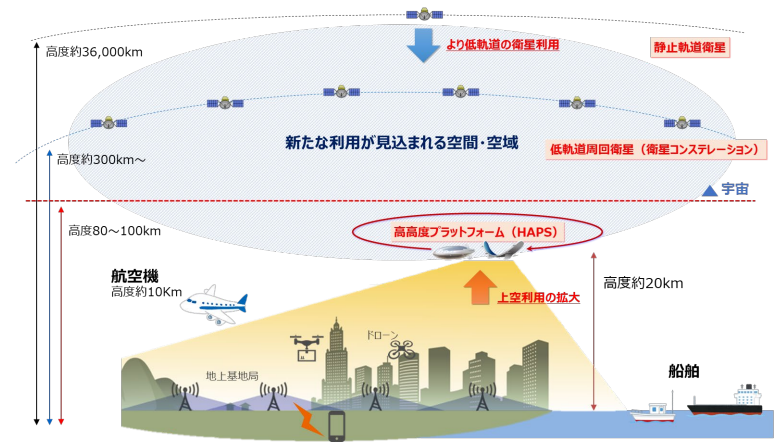
(無線局の目的)  
 ※1 sub-6 (1697局)の目的は、FWA等の電気通信業務用が1169局、一般業務用が514局、公共業務用が58局 (複数目的を有する局を含む)  
 ※2 ミリ波 (29局)の目的は、FWA等の電気通信業務用が10局、一般業務用が17局、公共業務用が2局

### 考え方

- 地域BWAやローカル5G等の更なる普及展開を図る観点から、より柔軟な運用や免許手続の迅速化等の検討を進めるとともに、ニーズを踏まえて制度の見直しを柔軟に行うことが適当。
- 特に、地域BWAが利用されていない地域において、既存免許人に十分配慮しつつ、地域BWAの電波の更なる有効利用に向けた検討を行うことが適当。
- ローカル5Gに関して、今後の需要動向等を踏まえ、干渉調整手法の高度化や運用調整機関を活用した免許手続の迅速化に係る仕組みの導入に向けた検討を進めることが適当。
- 加えて、地域BWAについて、可能な限り早期のNR化を目指すとともに、ローカル5Gとの連携を図ることによるサービスの高度化を推進することが適当である。

## 4-4 衛星通信の更なる円滑な利用に向けた制度の在り方

多数の非静止衛星を一体的に運用する**衛星コンステレーション**の構築・運用が欧米事業者を中心に発展し、高速大容量の衛星通信サービスがグローバルに提供されており、日本の事業者はこれらの事業者と業務提携し、**国内でサービスを展開**している。  
また、スマートフォン等から衛星通信の利用を可能とするサービスも開始された。



### 考え方

- 衛星コンステレーションをはじめとする衛星通信技術の進展に適切に対応し、今後も円滑なサービス導入が可能となるよう、**衛星ダイレクト通信**を含め、**衛星通信に関連する免許や電波利用料等の制度の在り方について検討を行う**とともに、引き続き制度整備を進めることが適当。
- Starlinkをはじめとする衛星通信システムの陸上移動利用や上空での柔軟な電波利用等については、令和7年10月に「電波上空利用作業班」を設置して検討を進め、**第9章（別冊1）のとおり作業班報告を取りまとめた**。今後、本報告に基づき取組を進めていくことが適当。

## 4-5 無線設備のソフトウェア化・オープン化等に適応した認証制度の在り方

無線設備の利用拡大や多様化、設計・製造工程のグローバル化が進む中、認証対象の一つである携帯電話基地局においてOpen-RAN/v-RAN等に見られる**ユニット化、オープン化、仮想化**が起こりつつあり、技術基準への適合性担保の仕組みを、このような**新潮流に対応させる**ことが求められている。

### 考え方

- 無線技術の高度化や、無線設備の製造工程の分業化といった無線設備を取り巻く環境が変化していることから、無線設備の認証に関する重要課題について今後の政策の在り方を検討するため、令和7年7月に「無線設備の認証の在り方検討作業班」を設置して検討を進め、**令和8年3月に電波有効利用委員会報告書を取りまとめた**。今後、本報告に基づき取組を進めていくことが適当。

## 4-6 免許申請手続等の在り方

令和7年には、免許手続をデジタル処理で完結するため、**無線局の免許状等のデジタル化や電子申請等の義務化**を内容とした「電波法及び放送法の一部を改正する法律」（令和7年法律第27号）が成立し、令和7年4月25日に公布された。

### 考え方

- 無線局の免許等関連手続の電子申請義務化については、**申請者等への早期の丁寧な周知広報や適切なサポートを実施しながら**、以下のスケジュールのとおり**段階的に進めていく**ことが適当。また、今後の免許申請手続の状況等も踏まえ、免許申請手続の簡素化・効率化に向け、必要な対応について検討を行うことが適当。

＜電子申請義務化のスケジュール＞

- ・ 国、独立行政法人、携帯電話事業者等 令和8年4月1日から
- ・ 基幹放送事業者（※1） 令和10年5月1日から
- ・ 無線局を開設している法人（※2） 令和13年4月1日から

※1 コミュニティ放送事業者等を除く。

※2 無線局を5局以上開設している法人（地方公共団体等を含む。）が対象。

- 無線通信技術の進展や無線通信機器の市場動向、電波産業の構造変化等を踏まえた、**無線局免許制度（無線局検査制度を含む）の簡素・合理化について、必要な検討を行う**ことが適当。

## 4-7 その他将来を見据えた免許制度の在り方

周波数がひっ迫する中、電波が有効利用されているか分析する仕組みや監視・モニタリングを行うことが考えられる。また、AI技術などの発展により、周波数から無線システムまでの垂直的ダイナミック利用に関して世界的に研究開発が進められると考えられる。

### 考え方

- 周波数が増えつつひっ迫する傾向にある中で、**継続的な電波の有効利用を促す**観点から、AI技術の発展等の技術進展を踏まえ、将来を見据えた免許制度の在り方について、**社会環境の変化に応じて必要な時期に検討を進める**ことが適当。

## 5-1 我が国として重点的に取り組むべきワイヤレス技術分野の推進方策

情報通信ネットワークは国民生活にとって重要なインフラであり、あらゆる産業の基盤と言われる中、特に**ワイヤレス技術**は、次世代情報通信基盤においても「いつでも、どこでも繋がる」ネットワークの実現に不可欠である。

### 考え方

- ワイヤレス分野における市場環境の変化、技術の進展を踏まえた我が国のワイヤレス技術の「立ち位置」を調査・分析し、我が国として重点的に取り組むべき技術分野について検討するため、令和7年8月に「重点技術作業班」を設置して検討を進め、**第10章（別冊2）のとり作業班報告を取りまとめた**。今後、本報告に基づき取組を進めていくことが適当。

## 5-2 インフラシェアリングの在り方

5G用に割り当てられた高い周波数の活用が進む中、特に、**屋内**においては、基地局設備等の設置スペースが限られているため**インフラシェアリングが不可欠**となっている。インフラシェアリングの重要性の高まりに伴い、様々な分野からインフラシェアリング事業への参入が進んでおり、JMCIAは、**民間シェアリング事業者と5Gインフラシェアリングの協力整備**を進めている。

### 考え方

- 屋内等におけるインフラシェアリングの円滑な推進に向けて、携帯電話事業者、施設管理者、インフラシェアリング事業者の**主要なステークホルダー間で適切な協力関係が構築されるよう、まずは民主導による取組を促進**することが適当。
- モバイルネットワーク整備の選択肢を増やす観点から、**MORANやMOCN等の新たなインフラシェアリングの形態であるアクティブシェアリング**については、市場環境に与える影響等を踏まえつつ、実証等を通じて、**制度及び運用上の論点について整理・検討を進める**ことが適当。
- **屋内等における通信環境の整備を促進**するため、電波の利用状況調査及び有効利用評価の一環として実施する**通信品質調査を有効活用**していくことが適当。

## 6-1 電波の利用環境分野の今後の政策の在り方

- 5G等高い周波数の利用拡大や新たな干渉源の顕在化、衛星コンステレーション、HAPS等の革新的な通信サービスの急速な進展、インターネット販売の拡大やインバウンドの増加に伴う外国製等の基準不適合無線機器による混信の可能性増大といった、電波の利用環境の変化により、電波監視分野の課題が顕在化している。
- また、Beyond 5G（6G）を見据えた更なる高周波数帯の利用拡大、デバイスの進化など新技術の進展、高周波利用設備を含む無線機器の利用形態の変化、非接触給電ニーズやユースケースの増加といった電波の利用環境の変化により、電波の安全性等に関する課題が顕在化している。

### 考え方

- 新たな電波利用の拡大に伴い、電波利用環境が大きく変化していることから、現在の電波監視における課題や今後の在り方を検討するため、令和7年5月に「電波監視作業班」を設置し検討を進め、第11章（別冊3）のとおり作業班報告を取りまとめた。今後、本報告に基づき取組を進めていくことが適当。
- 電波環境分野の今後の政策の在り方については、電波利用の高度化や、無線機器の高周波利用設備等の利用シーンの多様化など、電波利用をめぐる近年の社会環境の変化が変化していることから、令和7年3月に「電波環境分野の在り方検討作業班」を設置し検討を進め、令和7年9月に一部答申を行った。今後、本答申に基づき取組を進めていくことが適当。

#### 電波環境分野における利用環境の変化と優先課題

○電波環境分野では、近年、主に以下のような電波の利用環境の変化が顕在化

- B5G(6G)を見据えた更なる高周波数帯の利用拡大、デバイスの進化など新技術の進展

・ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）では 今後国際的に取り組むべき高周波研究課題を公表  
 WHO（世界保健機関）でも、近々、高周波電磁界のばく露に関する健康リスク評価書を改定の見込み  
 ・過去、5Gの導入・普及の際には、他国において不正確な情報（いわゆるデマ情報）等が流れ、基地局への放火や破壊活動が発生する等の社会問題も発生

・2030年代頃を見据え、B5G（6G）の円滑な導入に向けて電波の安心・安全な利用の観点から検討が必要

- モバイル機器の増加や無人ロボットの導入等、高周波利用設備を含む無線機器の利用形態の変化

- EV（電気自動車）やAGV（無人搬送車）を始めとした無線による非接触給電ニーズやユースケースの増加

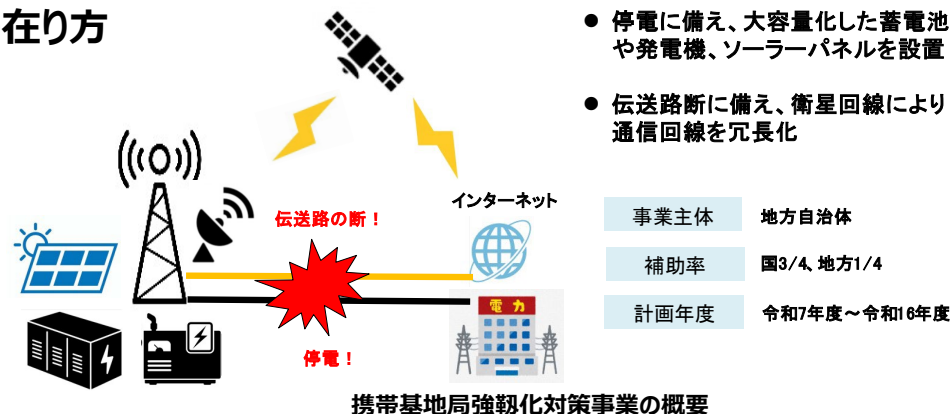
・近年、国内外でEV化等が進む中で、WPTのような新たな無線技術のニーズ等が生まれてきており、その普及に向けた高周波利用設備制度の在り方や進め方について、機会を逸することのないよう、早急な検討の必要性の高まり

- ①電波の安全性に関する我が国の研究等の在り方
- ②電波の安全性に関する情報発信・啓発等の在り方

- ③WPTに関する制度運用の在り方
- ☞3つの優先課題をR7夏頃までを目途に検討・答申

## 6-2 携帯電話エリア整備、基地局強靱化に対する支援策の在り方

- 総務省では、**地理的に条件が不利な地域**（過疎地、辺地、離島、半島など）において、地方公共団体や無線通信事業者等が携帯電話の基地局等を整備する場合に、**整備費用等の一部を補助する事業**を実施している。
- 総務省では、**大規模災害時**において、停電や通信回線の断線に伴う携帯電話基地局の停波を回避するため、大容量化した蓄電池等の設置や衛星回線の活用により、**携帯電話基地局の機能維持及び強靱化対策**を推進している。



### 考え方

#### <携帯電話エリア整備>

- 4G・5Gを同時に開設する際の補助メニューの整備については、新規事業者や後発事業者が同時開設する際に補助対象となるよう制度の見直しが行われたところ、**円滑な参入が進められるよう**、引き続き**必要な対応を検討**することが適当。

#### <基地局強靱化対策事業の考え方>

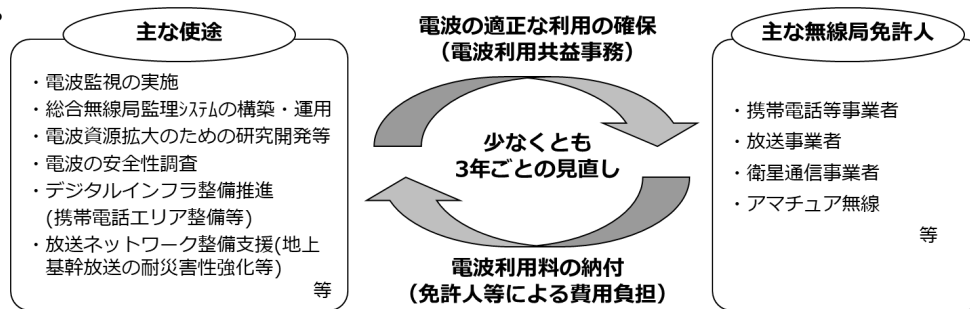
- 基地局強靱化対策事業の**基本的考え方に基づき**、引き続き**必要な対策を推進**していくことが適当。また、基地局強靱化は、情報通信ネットワーク安全・信頼性基準により通信事業者による対策を推奨しつつ、令和7年度に基地局強靱化対策事業を創設することにより、制度面と財政支援の双方のバランスをとって対策を進めている。今後、**通信事業者による取組の進捗状況を注視**した上で、今後の災害対応における課題等も踏まえ、都道府県や市区町村の**主要な庁舎、災害拠点病院等をカバーする携帯電話基地局**について、**より長時間の停電対策を求めること等について検討**することが望ましい。

#### <基地局強靱化対策事業の在り方>

- 光ファイバ2ルート化、ミリ波中継局、エントランス回線に関する整備費用が新たに補助対象化されたところ、**補助対象拡大**については、**引き続き必要な検討を行う**ことが適当。
- 複数年度にまたがる財政支出を可能とする仕組みの構築など、**官民が連携して長期的・安定的に整備の見通しを確保**することができるよう必要な検討を行うことが適当。
- 補助率**については、国3/4、地方負担1/4とされており、離島・山村地域及び半島地域においては、国4/5と高い補助率が適用されているところ、**地方財政の状況等も踏まえ**、引き続き**必要な検討を行う**ことが適当。

## 7-1 電波利用料の在り方

電波利用料制度は、電波法により、**少なくとも3年ごとに検討**を加え、必要があると認めるときはその検討の結果に基づいて**所要の措置を講ずる**こととされている。電波利用共益事務の内容（電波利用料の用途）は**電波法第103条の2第4項に具体的に限定列挙**されており、用途の追加には電波法改正が必要となる。



### 考え方

- 電波利用料制度の次期見直しに向け、**電波政策**（価額競争制度の導入等）・**電波利用の動向や携帯電話事業者による無線通信技術発展・社会インフラ整備への取組等も勘案**した上で、必要な時期に検討を進める。
- 電波利用料については、共益事務を「電波の利用価値の向上につながる事務」と「電波の適正な利用を確保するために必要な恒常的な事務」とに分けた上で、それぞれの事務の性質を勘案して料額を定める仕組みを基本としつつ、**技術進展等による新たな電波利用体系も踏まえ、次期見直しに向け検討を進めることが適当。**

## 7-2 その他必要と考えられる事項

AIは従来想定されていた、実空間から吸い上げた膨大なデータを高速・効率的に解析するためのツールとして活用されるにとどまらず、**情報通信ネットワークが、AIが隅々まで利用された社会を支える基盤**としての機能を果たしていくことが想定される。

### 考え方

- 今後、**AI等の技術が社会に浸透し実装が進む**ことが想定される場所、これらの技術進展を含め、社会環境の変化に柔軟に対応した電波有効利用の推進に向け、**新たな制度的課題について必要な時期に検討を進めることが適当。**

# 第9章 空の利用拡大の進展段階に応じた 電波利用政策の方向性（別冊1）

---

## 概要

# 検討の背景

無操縦者航空機



空飛ぶクルマ



ドローン・無人航空機



## 上空利用の進展・飛行範囲の拡大

### 従来の通信手段では届かない空域での通信需要

#### 遠距離通信

- VHF/HF等の無線と衛星通信を併用
- 衛星通信を利用した遠隔操縦、状態監視等

#### 中距離通信

- 携帯電話の上空利用が進展
- これまで累次の制度整備を実施

#### 近距離通信

- ラジコン、WiFi、特定小電力、無人移動体画像伝送システム等が広範囲で活用

⇒ 衛星コンステ、HAPS等新技術の利用・範囲拡大を要望

## 新たな飛行形態の登場

### 遠隔操縦を支える電波利用需要

⇒ 動態管理、離発着支援、衝突回避等の新システムを提案

## 空の利用拡大に伴う電波利用需要を体系的に把握し、政策課題を整理

※空の利用拡大の各段階において、新たな空の利用の進展を予測し、付随する課題を洗い出した上で、これらの技術革新を支える通信インフラの整備や、電波利用に関連する施策を検討。

- 「無人航空機」は電波法観点ではドローンと同じである。航空法上は、構造上人が乗ることのできないものと規定。
- 「無操縦者航空機」は電波法観点では従来の航空機に加えて遠隔操縦用の通信回線が必要になる等の差分がある。航空法上は人が乗って航空の用に供することができる能力を有するものとして、「航空機」に分類される。

## 航空機

人が乗って航空の用に供することができるもの



### 無操縦者航空機

操縦者が乗り組まないで飛行することができる装置を有する航空機



### 次世代航空機 (空飛ぶクルマ)

電波法観点で実現当初は従来の有人航空機と同様



## 無人航空機

航空の用に供することができるものであって、構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの  
電波法観点で無人航空機とドローンの間に差異はない



- 航空分野における電波の利用拡大を見据えた今後の電波利用政策の在り方等の検討を行うにあたって、現在、航空機やドローンに使用される主な無線システムは次のとおり。

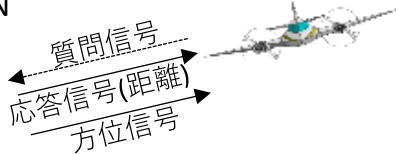
- 地上管制との連絡  
HF/VHF無線機  
CPDLC/ADS-C



- レーダー  
SSR、MLAT、  
ATCトランスポンダ



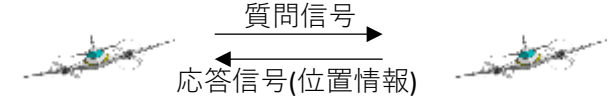
- 飛行位置の測定  
VOR/DME、TACAN



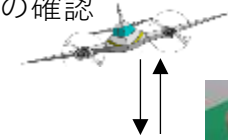
- 着陸進路の誘導  
ILS (LOC、GS、TDME)  
GBAS、SBAS



- データ通信
- 衝突防止  
ACAS (航空機衝突防止システム)



- 飛行高度の確認  
電波高度計



- 遭難信号  
航空機用救命無線機 (ELT)



航空機に関連する主な無線システム

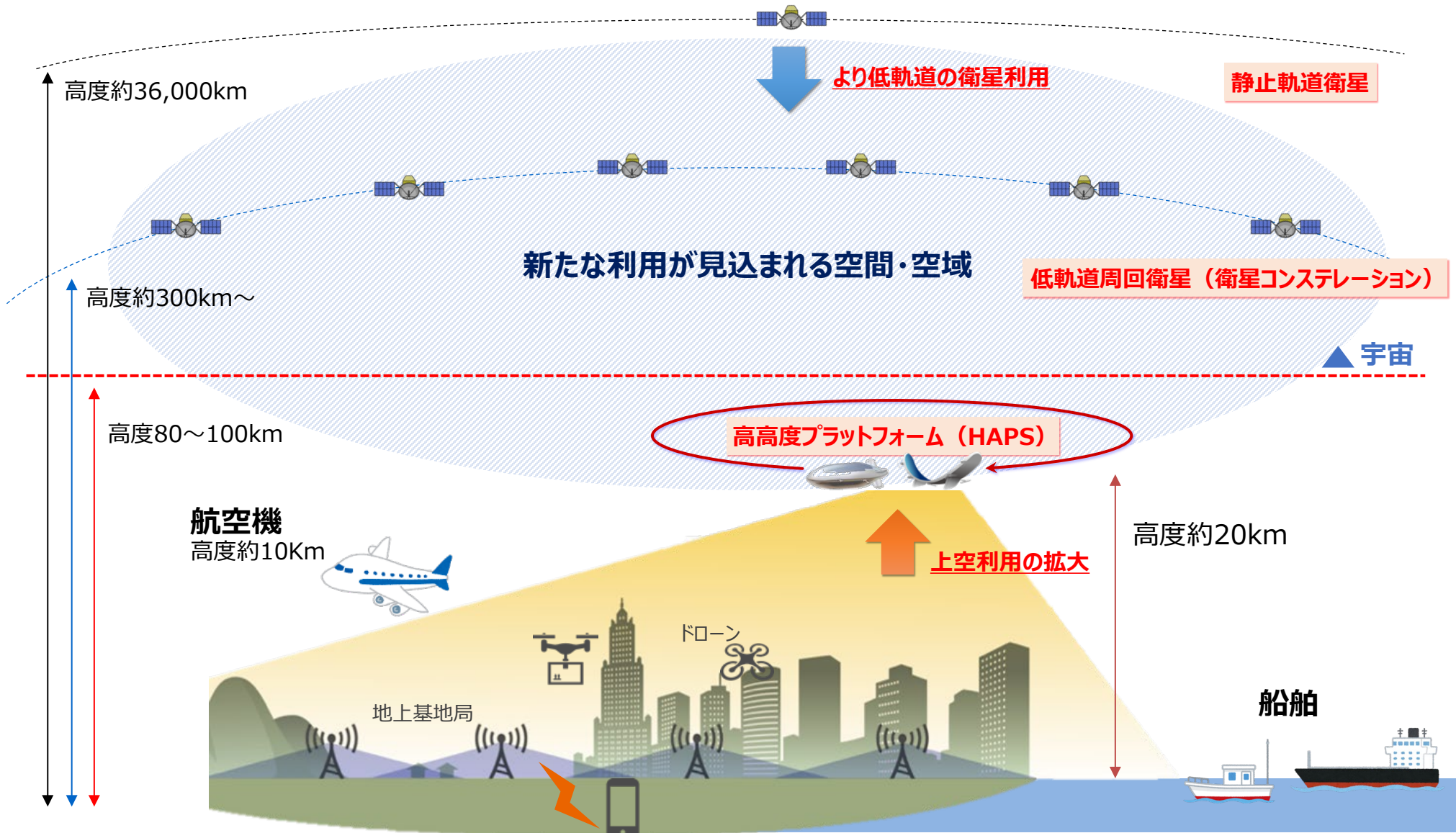
システム名称	周波数帯
イリジウム	1618.25-1626.5MHz
インマルサット	1626.5-1660.5MHz
Ku帯航空機地球局※	14.0-14.5GHz
ヘリサット※	14.0-14.4GHz
スターリンク※	個別：14.0-14.5GHz 包括：14.0-14.4GHz
ワンウェブ※	14.0-14.5GHz
Ka帯ESIM	29.5-30.0GHz

無線システム名称/無線局種	周波数帯
ラジコン操縦用微弱無線	73MHz帯等
特定小電力無線局	920MHz帯
2.4GHz帯無線LAN	2.4GHz帯
5.2GHz帯無線LAN	5.2GHz帯
無人移動体 画像伝送システム	169MHz帯
	2.4GHz帯
	5.7GHz帯
携帯電話 (4G/5G)	800MHz帯等

※同一周波数帯を利用する地上の無線局に混信等の影響を与えないよう、地表面における電波の強さの上限値が設けられている。

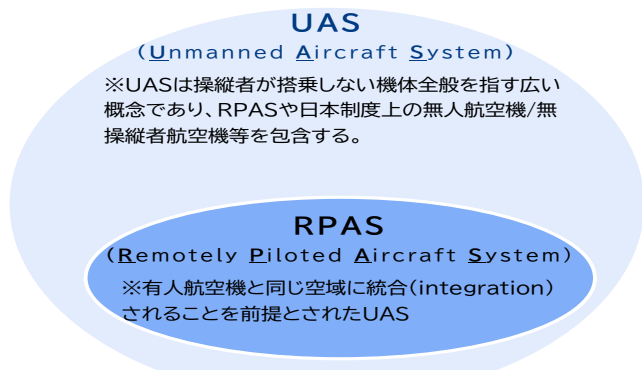
ドローン等で上空利用可能な通信システム (左：衛星通信、右：携帯電話等)

- 陸・海・空・宇宙をつなぐインフラとして非地上系ネットワーク (NTN) の導入促進・高度化が期待。
- 総務省において関係する制度整備等を推進。

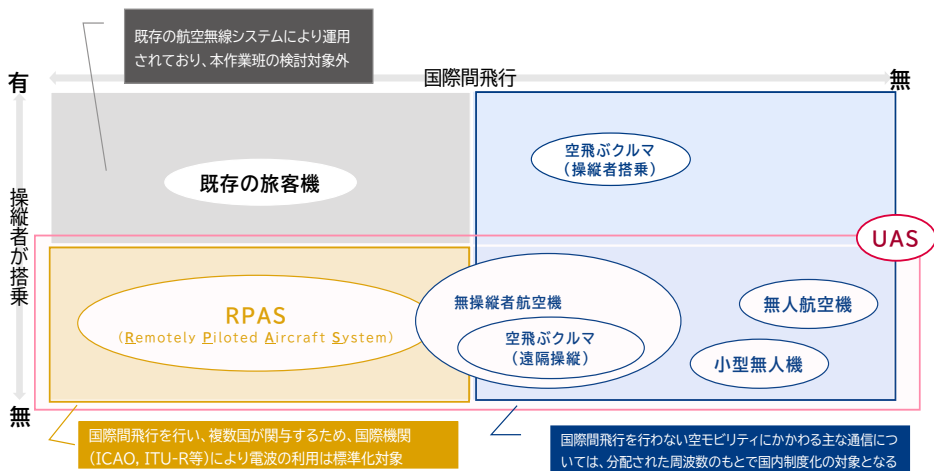


# 国際動向と国際調和

- 上空利用において電波利用に関連する諸外国や国際機関における制度化や研究開発の動向についての概略は次のとおり。
  - ✓ IFR（計器飛行方式）で国際間飛行を行うRPASで利用可能な周波数は検討途上
  - ✓ 諸外国では各国独自にUASで利用可能な周波数の特定を実施
  - ✓ UASをはじめとする次世代モビリティ向けの技術開発が加速



ICAOにおけるUASとRPASとの関係性



RPASと我が国における新たな空モビリティ等の定義の関係性

 米国における位置づけ	サイズによる分類 小 25kg未満	大 25kg以上	旅客輸送可能なサイズ
 欧州における位置づけ	運航リスクによる分類 低 Open category	高 Specific category	Certified category
国際標準化機関における議論	主に自国内でのみ利用されるため、ICAOやITU-R等の国連機関で議論の対象外(航空法、電波法の両面)	<ul style="list-style-type: none"> <li>IFR下での国際間飛行を行う無人機の標準化を前提とするICAOやITU-Rにて議論対象外</li> <li>RTCA/EUROCAE(※)等の標準化機関において航空バンドに限定されない周波数を用いたシステムを標準化中(セルラー網、UHF帯等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICAOにおいてRPAS運用に向けたSARPsの策定やITU-Rにて制御用通信や衝突回避レーダーの周波数特定について議論中</li> <li>RTCAやEUROCAE等の標準化機関において航空バンドを用いたシステム標準化中(C帯/L帯は完了、衝突回避は策定中)</li> </ul>
諸外国における制度化の議論	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米各国において、UAS向けの周波数の特定済み</li> <li>特に免許不要帯域(ISM帯域)やセルラー網の利用が主軸</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧米ははじめ利用可能な周波数を検討している状況(一部制度化済)</li> <li>免許不要帯域は利用困難</li> <li>航空の安全に資するため、SARPs/MOPS等にて航空業界から承認された周波数の利用がベース</li> <li>必要に応じて航空専用の周波数を利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICAO策定中のSARPsの完成後に制度化予定</li> <li>免許不要帯域は利用困難</li> <li>航空専用の周波数の利用がベース(一部の国においてUAS用のCNPCリンクとしてC帯を制度化済の状況)</li> </ul>

機体のサイズやリスクが異なるUASで利用可能な周波数の考え方

- 電波上空利用インフラの実現にあたっては、中長期的な空モビリティの運航の変遷や通信機器等の技術進展、国際動向を見据え、国内事業者等からの要望をはじめとする短期的な通信インフラの実装ニーズを取り込んだ上で、段階的かつ戦略的に取り組むことが必要。
- 政策課題を体系的に整理する上で、持つべき視点は次のとおり。

## 1. 安心・安全の確保

- 次世代空モビリティ（空飛ぶクルマ、ドローン）が展開していく中で、航空分野における上空利用の高度化・高密度化を安全・円滑に実現するため、適切な時期に技術基準の整備を行う等の必要な制度整備を実施する

## 2. 最新技術の導入

- 次世代空モビリティが展開していく中で、航空分野における上空利用の高度化に向け将来必要となる電波利用技術の研究開発及び技術実証を計画的に進め、新たな無線技術を適切な時期に実用化する
- 他の無線局への混信の回避等必要な電波監理を確保しつつ不断に制度を見直すことで、電波利用技術の開発に必要な無線局免許手続き等の制度が民間における技術開発の阻害要因にならない環境を整備する

## 3. 国際標準化

- 国内で製造される輸出品の海外展開及び海外製品の国内使用を念頭に置いた検討が必要
- 我が国が持つ技術的な知見や成果を国際機関等の場で情報発信して国際標準化に寄与
- 我が国の制度設計をICAO、ITU-R等における国際標準と整合したものとする

- 前頁の視点に基づいて整理した個々の政策課題に対応する際は、以下の点に留意する必要がある。

## 留意すべき観点

- 海外アビオニクスメーカー等が参画して進める国際標準策定の動きと連動して検討することが必要
- 機体の規模、運航形態等に応じた航空システム側の安全レベルや、CNS、パイロード通信等の通信用途に基づいて無線設備の技術的な性能要件を明確化することが必要
- 無線システムの制度整備を検討する際は、既存無線システムとの周波数共有の在り方を含め丁寧な議論を行うことが必要
- 無操縦者航空機と無人航空機は搭載を義務付ける設備や周波数割当の点で航空法上も電波法上も扱いが異なる点に留意することが必要
- 通信品質とコストにはトレードオフの関係があることに留意することが必要
- 次世代空モビリティに関する技術の進展や関係省庁の取組等を踏まえて、本報告及びロードマップを適時見直していく

- 電波上空利用インフラの実現に向けた視点を元にとりまとめた政策課題と、検討の方向性の一例は次のとおり。

## 現状と課題


- 上空でのKu帯ブロードバンド衛星通信利用**
- 静止衛星・衛星コンステレーションを含め、Ku帯を利用する衛星通信端末の上空利用に対しては、他の無線局への干渉を防ぐ観点から端末を上空で利用した際に地上に到達する電波の強度の制限（PFD制限）が定められており、一定高度以下で利用できないことが課題となっている。
- 衛星ダイレクト通信、HAPSによる端末の上空利用**
- 携帯電話はビル屋上や鉄塔上に設置された基地局と携帯電話端末の間で通信を行う形態が主であったが、通信技術の進展に伴い、衛星ダイレクト通信について制度整備されている。また、基地局機能を航空機・気球に搭載するHAPSについては令和8年4月に制度整備を実施。
  - 衛星ダイレクト通信での携帯電話端末の上空利用を可能とする制度整備を望む意見があった。
  - 令和8年4月に制度整備を行ったHAPSを活用して、携帯電話端末の上空利用を可能とすることを望む意見があった。
- 地上系通信**
- ドローンに利用可能な地上系通信を行うシステムには、後述の携帯電話システムのほか、特定小電力無線、無線LAN、無人移動体画像伝送システム等がある。
  - 近年、性能向上等によりドローンの飛行距離が伸びていることから、地对空通信に関して、より遠距離での利用を望む意見があった。
  - 無操縦者航空機の活用も将来拡大することが予見されており、ICAOで国際的な標準化に向けた検討が行われている5030-5091MHz帯における制御用通信を行う無線局等の制度整備を望む意見があった。

## 検討の方向性

- 近年の衛星通信サービスの進展に伴い、各国の制度整備状況も踏まえつつ、上空や陸上での移動利用等、衛星通信端末のより広範な利用に向け検討を進めることが必要。
- 現行の衛星ダイレクト通信の制度整備時には携帯電話端末は地上での利用を想定して他の既存業務との共用検討が行われているところ、端末を上空で利用した場合、どのような影響が生じるのか確認を行い、衛星ダイレクト通信の上空での利用可能性を検討することが適当。
- HAPSは令和8年4月に制度整備されたところであり、他の携帯電話基地局の場合と同様に、HAPSと通信する携帯電話端末の上空での利用が可能である。
- 既存無線システムの送信電力の増加にあたっては、各国の動向も参考に、当該周波数帯における他の無線通信システムへの影響や同時に利用可能な端末数が制限されること等も踏まえた検討が必要。
- 5030-5091MHz帯における無操縦者航空機の制御用通信については、ICAOでの国際的な標準化に向けた動向を踏まえて検討することが適当。
- 5030-5091MHz帯以外の周波数帯における通信利用に関しては、各国の動向も踏まえて当該周波数帯における他の無線通信システムへの影響等を踏まえた検討が必要。

課題項目	検討の方向性
携帯電話網の圏外地域での対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話網の圏外での電波上空利用の確保手段として衛星通信の上空での利用拡大等が考えられる。</li> <li>ユーザーが少ない中で上空専用の基地局を設置することには、設備構築上の課題があること及び民間事業者の提供するサービスに関する経済合理性に留意が必要。</li> </ul>
通信品質	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全な飛行のためには、通信品質の確保のみならず、冗長性の確保に努め、かつ、万一の通信途絶時の対応についても検討する必要がある。</li> <li>求める飛行の安全を確保するために必要な通信品質とその通信品質を実現するために必要なコストのトレードオフの観点も重要。</li> </ul>
監視、電子的視認性	<ul style="list-style-type: none"> <li>無人航空機が航空機の位置情報を把握して回避する等の有人機、無人機間の飛行の安全を確保するための電波利用の在り方については、世界的な業界の動向を踏まえて、関係省庁と密接に連携しながら検討することが適当。</li> </ul>
海外展開・海外製品利用の簡素化	<ul style="list-style-type: none"> <li>免許を取得せずに無線局を開設することで他の無線局に干渉を与えるおそれがあることに留意が必要。</li> <li>無操縦者航空機やドローンの製造時等の無線局開設をより容易にする手段を検討することが適当。</li> </ul>
無線従事者資格・人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>無線従事者資格については、要望の具体化に努め、制度改正も含めて可能な対応を検討する必要がある。</li> <li>新たな航空技術及び通信技術に関する研究開発等を、民間企業や研究開発機関、高等教育機関との産官学連携を密にして進めることで、航空分野における新たな飛行形態に対応して無線に携わる人材に求められるスキルを持った人材育成の推進が求められる。</li> </ul>
研究開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>新たな航空技術及び通信技術の進展に対応し、提案された意見も踏まえて、民間企業や研究開発機関、高等教育機関との産官学連携を深め、必要な研究開発・人材育成を推進することが必要。</li> <li>研究開発成果の実装及び展開にあたっては、地域実証等を通じて課題の把握・解消を行って制度検討等の取組を進めることも重要。</li> </ul>
標準化	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係する国際機関の会合における国際標準化により積極的に寄与することで我が国の技術の普及を国際的に促進し、国際競争力の強化を図ることが必要。</li> </ul>
国際動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係諸外国と緊密に連携を図りつつ、国際動向の詳細な分析を行い、国際的に協調のとれた制度を引き続き検討していくことが必要。</li> </ul>

# 空の利用拡大に向けた電波利用ロードマップ

		2020年代後半（短期） 【初期商用運航のための無線機器・技術の環境整備】	2030年代（中期） 【高信頼性を主とした無線機器・技術の環境整備】	2040年代（長期） 【高度運航のための無線機器・技術の環境整備】
上空での利用		<ul style="list-style-type: none"> <li>空飛ぶクルマによる有人運航の開始</li> <li>小型無操縦者航空機による無人地帯での物資輸送の開始</li> <li>無人航空機による多数機同時運航の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空飛ぶクルマの導入地域・頻度拡大</li> <li>遠隔操縦による旅客輸送の開始（一部自動・自律運航）</li> <li>災害時の公的利用等ユースケースの拡大</li> <li>UTM活用による無人航空機の高密度運航</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空飛ぶクルマによる日常生活における自由な空の移動が当たり前の社会の実現</li> </ul>
	信頼/安全性	既存の通信系（航空無線、携帯電話網等）の利用	⇒ 遠隔、自動・自律飛行に向けた航空専用周波数・システムの利用	より高度な運航に向けて高信頼性な通信の確立
	通信範囲	目視外飛行等を支える通信範囲の確保が必要	⇒ より広範囲な運航を前提とした通信範囲の拡張ニーズが拡大	より高度な運航に向けて広範囲に対応した通信の確立
データ量	映像伝送や常時監視目的で通信量（機体単位）が増加	⇒ 多数機の常時接続により、空域全体での通信量が継続的増加	より高度な運航に向けて高データ量に対応した通信の確立	
制度基準	非地上系通信	Ku帯低軌道衛星通信端末の上空利用に関する制度整備	⇒ 衛星通信の上空利用の拡大	より高信頼・大容量な衛星通信等の非地上系通信全般の上空利用の拡大
		携帯電話端末の衛星ダイレクト通信の無人航空機での上空利用に関する制度整備		
	地上系通信	5030-5091MHz帯における無操縦者航空機等の制御用通信等の無線システムに関する検討	⇒ 信頼性の高い地上系通信の上空利用に向けた制度整備拡大（航空移動業務である5GHz帯の利用等）	より高信頼・大容量な地上系通信全般の上空利用に向けた段階的な制度整備
		無人航空機の地上系通信の高度化に向けた検討		
監視・衝突回避	関係省庁と連携し、電波法上の制度整備に向けた検討	⇒ 運航密度の増加に対応するための高度化に関する制度改正		
技術基準以外	ドローンメーカーによる機体テスト円滑化のための検討等、製品製造や新たな機器の開発に資する制度整備を継続的に検討			
全般	新たな技術を活用した地域実証を通じた課題の把握・解消			
地域実証	新たな技術を活用した地域実証を通じた課題の把握・解消	⇒ 地域実証を踏まえた課題の把握・解消に資する制度改正		
技術開発	安全/信頼性に係る無線技術	高信頼通信（航空向け5GHz帯等）の通信システム開発	⇒ 無操縦者航空機の更なる高速移動に対する安定した通信技術の開発	
		地上系/非地上系通信の安定性向上技術の開発	⇒ 地上系/非地上系通信の柔軟な組合せ・切替えによる安定通信技術の開発	
	高度運航※2のための無線技術	多端末接続に対する安定した通信技術の開発	⇒ 高密度運航における更なる端末接続数増加に対する輻輳制御技術・干渉抑制技術・周波数共用技術の開発	
		通信大容量化・低遅延化に関する技術開発	⇒ 高密度運航、自動・自律運航における通信大容量化・低遅延化・複数回線を組み合わせたマルチネットワーク通信網に関する技術開発	
		無人航空機・航空機の空域共有において必要となる監視技術開発（ADS-Bの通信輻輳対策技術の開発等）	⇒ 自動・自律運航における機体間通信技術（監視用途、群制御通信等）の開発	
※1 実装・展開のための無線技術	エッジAI処理による必要通信容量削減技術の開発	⇒ 更なる必要通信容量削減技術の開発		
	機体搭載端末の小型化・軽量化の技術開発	⇒ 更なる機体搭載端末の小型化・軽量化の技術開発		
標準化	技術的条件等の国際的な標準化	⇒ 無人航空機や無操縦者航空機等に利用する通信機器や通信方式等に関する国内における標準の検討	⇒ 標準化機関への入力、国際標準化活動を通じた周波数利用や運用条件の国際的共通化の先導	

空の利用拡大に伴う電波利用需要に対応

※1 技術開発の項目は、民間及び海外の取組を含めて記載している  
 ※2 高度運航：高密度運航、自動・自律運航を主に想定  
 ※3 本ロードマップは、次世代空モビリティに関する技術の進展や関係省庁の取組等を踏まえて適時見直していくことが適当である

# 第10章

## 我が国として重点的に取り組むべき ワイヤレス技術分野の推進方策（別冊2）

---

### 概要

## 1 検討の背景

- 1.1 ワイヤレス技術緊急強化の必要性
- 1.2 ワイヤレス分野の諸課題
- 1.3 ワイヤレス分野の技術トレンド・特徴

## 2 我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題

- 2.1 共通・基盤的なワイヤレス技術、ワイヤレス人材等の現状と課題
- 2.2 自営網や国・地方公共団体等の公共分野におけるワイヤレス技術の現状と課題
- 2.3 キャリアの通信ネットワークに関するワイヤレス技術の現状と課題

## 3 重点技術領域の特定

- 3.1 重点技術領域の体系
- 3.2 重点技術領域の目的・必要性
- 3.3 各領域における重点技術とその工程表

## 4 重点技術領域の推進方策

- 4.1 重点技術領域の推進方策の論点
- 4.2 重点技術領域の推進方策に関する検討事項
- 4.3 重点技術領域の推進方策

## 5 今後の進め方

## インフラとしてのワイヤレスの重要性

- 情報通信ネットワークは国民生活にとって重要なインフラであり、特に、電波を用いるワイヤレス技術は、次世代情報通信基盤においても「いつでも、どこでも繋がる」情報通信ネットワークの実現に不可欠。
- 電波は、センシング、制御、エネルギー伝送等、通信以外の用途にも用いられるなど、その利用範囲が拡大。



### ワイヤレス分野の諸課題

- インフラ投資判断の不確実性
- 通信機器のコモディティ化、サプライチェーンの維持・強化
- ワイヤレス人材の確保・技能継承

### ワイヤレス分野の技術トレンド

- オープン化への対応
- ソフトウェア化・仮想化への対応
- AIへの対応

### ワイヤレス分野の特徴

- 電波を出すところに**アナログ技術**が必須
- 個々の技術だけでなく、**エリア設計**や**運用・保守**等、人材も含めた**総合エンジニアリング力**が必要
- 設計・構想段階から他分野・他産業と連携を図る**ワイヤレス・バイ・デザイン**の取組が重要
- **周波数の高度利用**を図ることが必要



- **海外ベンダーが市場を席巻し、国内ベンダーは事業継続が困難**になるとも懸念されており、国内ベンダーが置かれているビジネス環境は**危機的**な状況
- 国民生活の多くが**ワイヤレス技術に支えられている**といった認識は**薄れ**てきており、ワイヤレス技術の重要性やワイヤレス分野を取り巻く**危機感が広く国民に理解されていない現状**

### 検討の観点

- 自律性・不可欠性の確保
- ビジネス上の戦略、産業構造、技術トレンド、レイヤー構造
- 他分野・他産業との連携

## ワイヤレス技術緊急強化の必要性

### ■ ワイヤレス技術の自律性や不可欠性の確保・向上

ワイヤレス技術は、国民生活の安全・安心や経済活動に欠かせない社会基盤を支えるものであり、安定的・セキュアなサプライチェーンの確保に向けて、ワイヤレス技術の自律性や不可欠性の確保・向上を図っていくことが重要

### ■ ワイヤレス分野の魅力向上・活性化を図り、元気を取り戻す！

ワイヤレス技術を磨き、産業が活性化し、人材が育っていくといった、技術と産業と人材の好循環を回すこと、ステークホルダーの方々が一丸となって**持続可能な通信基盤構築**に向けて**取り組むことが重要**



## ワイヤレス分野の諸課題

### ● インフラ投資判断の不確実性の課題

- 通信基盤整備には莫大な投資が求められるが、新技術に関する市場の立ち上がり時期の不透明性等により、インフラ投資が十分に行えていない状況。また、市場ニーズに応じた製品化への取組が不十分。

### ● 通信機器のコモディティ化、サプライチェーンの維持・強化の課題

- 通信機器の標準化により、コモディティ化が加速。各社ともハードウェア事業では市場シェアを求めて、価格競争が進行。機能、付加価値がデバイスとソフトウェアに集約。また、海外ベンダーの寡占化によって、国内技術基盤と自律性が弱体化、国内ベンダーは非常に厳しい状況。また、ベンダーロックインによって、柔軟なネットワーク構築が困難になりつつある懸念。

### ● ワイヤレス人材の確保・技能継承の課題

- 市場の縮小と将来の不透明化によって、ワイヤレス人材の確保が困難。大学や企業における教育・研究環境としての人材育成機能は弱体化。AIやウェブなど、今、若い人たちが多く入っている分野に比べて、ワイヤレス分野は参入障壁が非常に高いことも課題。また、熟練人材は高齢化しており、現場を支える技術継承の困難化が懸念。

## ワイヤレス分野の技術トレンド

### ● オープン化への対応

- 従来、基地局を構成する機器は同一メーカーのものを用いる必要があったものを、構成する機器のインターフェースのオープン化により、マルチベンダー化を可能とするオープンRANの取組が進展。

### ● ソフトウェア化・仮想化への対応

- 今後は、汎用サーバ上でソフトウェアにより基地局機能を実現する仮想化技術としてvRANが主流となることが見込まれている。機能追加、高度化がソフトウェアの変更により容易に可能となる。

### ● AIへの対応

- vRANが主流になると計算基盤が基地局に置かれることとなり、その計算基盤をAIにも活用するAI RANの展開が期待されている。ユーザに近い側でAIを活用することで、低遅延な処理を実現することが可能。我が国はvRAN、AI RANの開発で先行。



- 装置の更新は、装置を丸ごと取り替える必要はなく、ソフトウェアの書換えのみで可能
- 全国の基地局近傍にAI計算基盤を分散配置、低遅延・高レジリエンス・電力分散を実現

## ワイヤレス分野の特徴

### ● 電波を出すところにアナログ技術が必須

- 様々なワイヤレス機器に用いられるRF (※) モジュールやフィルタ、アンテナ技術等の部品やデバイスは、アナログ信号処理を行うところ、アナログ技術はデジタル技術と比べて模倣困難性が高く、一度その技術が失われると取り戻すことが難しいことから、アナログ技術を維持し続けることが必要。

(※) RF (Radio Frequency) : 無線周波数

### ● 個々の技術だけでなく、エリア設計や運用・保守等、人材も含めた総合エンジニアリング力が必要

- ワイヤレスシステムの特徴を十分発揮し、より一層活用していくためには、単に技術の強化にとどまらず、システムの利用環境・ユーザや、要求条件、ターゲット市場等を俯瞰し最適なシステムを提案し、実現可能な技術の選択や、**素材・部品・デバイスの特性・性能を総合的に考慮した開発・実装**ができるエンジニアリング・デザインがより重要。

### ● 設計・構想段階から他分野・他産業と連携を図るワイヤレス・バイ・デザインの取組が重要

- ワイヤレスシステムの導入・活用に当たって、使用可能な周波数やワイヤレス技術の選択が困難などの理由により、ビジネス化が進展しないといった問題に対して、ワイヤレス・バイ・デザインの取組が重要

## 周波数の高度利用の必要性

### ● 低い周波数帯は逼迫している中、周波数政策上、**ミリ波等の高い周波数帯の利用が必須な状況**

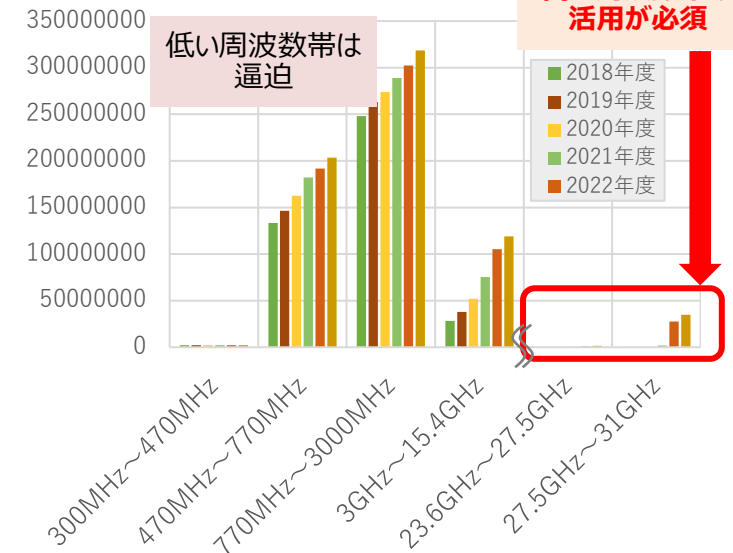
- ミリ波は波長が極めて短く、伝送距離が短い一方、大容量通信が可能。微細加工や製品への組み込みに高い技術力が必要であるなど、機器・サービスの技術的難易度が非常に高く、市場は現時点では十分には立ち上がっていない。
- ミリ波等の通信装置用の**部品・デバイスでは我が国は高いシェア**を有している。今後、ミリ波の利用シーンの拡大が見込まれ、部品・デバイスの強みを活かした製品・サービス市場の更なる拡大が期待。

### ● 既存周波数について、その**高度利用** (時間・空間・機能の各軸での高度化) **が必要**

- ダイナミックスペクトラムの利用等、周波数の有効利用を図ることも重要

無線局数 (局)

無線局数の推移



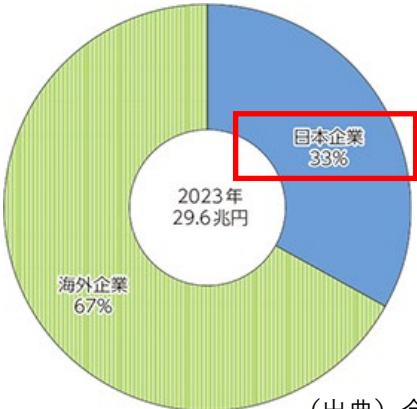
## 1 共通・基盤的なワイヤレス技術、ワイヤレス人材等の現状と課題

主な検討事項	ヒアリングを通じて指摘された事項
1. 共通・基盤的なワイヤレス技術	ワイヤレス分野は、電波を出すところは <b>必ずアナログな技術が使われる</b> 。 <u>アナログ技術はデジタル技術と比べて模倣困難性が高く、一度その技術が失われると取り戻すことが難しい</u> ことから、アナログ技術を維持し続けることが必要。 また、 <u>RFの部品領域は世界の中でも日本のプレゼンスが高く、RFモジュール、フィルタ、アンテナ技術等の部材、素材の領域についても検討が必要</u> 。
2. ワイヤレス人材に関する事項	<u>大学等と連携したワイヤレス人材の育成が必要</u> 。また、ワイヤレス人材はワイヤレス技術を開発する側でも利用する側でも求められることから、 <u>他分野・他産業とも連携し、ワイヤレス人材の必要性を周知し、更なる魅力向上を図るべき</u> 。

### 【我が国の強み】 部品・デバイスにおける市場動向

- 日本企業は、携帯基地局やスマートフォンなどに組み込まれている電子部品市場（売上高）では、2023年時点で**世界の33%のシェア**。

世界の電子部品市場（売上高）のシェア



(出典) 令和7年度情報通信白書

### 部品・デバイスを活かした取組

#### 活用事例

- スマート工業
- ドローン（スマート農業、巡視点検など）
- モビリティ

# ×

#### 端末部品やシステムにおける我が国の強み

- 高精細映像の通信に欠かせない映像用センサの市場において**ソニー**が世界の約半分(45%)を占める
- 高い周波数帯に対応した端末に必要な部品の市場でも日本企業が**世界の上位**に存在  
(例) **村田製作所**：セラミック発振子、SAWフィルタ

(写真出典) 重点技術作業班第4回資料4-4 (株式会社村田製作所提出資料)

## 2 我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題

### 2 自営網や国・地方公共団体等の公共分野におけるワイヤレス技術の現状と課題

#### 主な検討事項

1. 国内において確保すべき（残すべき）技術
2. 将来的なワイヤレス事業への取組の方向性

#### ヒアリングを通じて指摘された事項

防災・ライフライン分野を支えるワイヤレス技術や、気象レーダ、アンテナ、中・短波無線等**高度・特殊な技術ニーズへの対応が必要**となるとともに、**稼働の安定性・長期保守が求められる**中、**技術や体制の維持・強化をどのように図っていくか**検討が必要。

引き続き、ものづくりを中心として、AIやSaaSなど最先端の技術を組み合わせて、**ユニークかつ高品質な製品・サービス展開を日本の社会インフラ事業に対して提供**していくことが必要。

#### 公共分野におけるワイヤレス技術の利用イメージ

- さまざまなシステムにおいてワイヤレス技術が活用されている

#### 気象



気象用  
ドップラー  
レーダー

#### 航空



空港監視  
レーダー



航空機搭載  
HF無線機

#### 海上



船舶用  
レーダーアンテナ

#### 防災



無人移動体  
画像伝送システム



放流警報システム  
(テレメーター)

#### 放送



地上デジタルテレビ  
放送用送信機

#### 事業継続上の課題

- 1 システムのライフサイクルが長い
- 2 システムの性格上、稼働の安定性が求められる
- 3 使用する部品の汎用性が低く、EOL（End of Life：提供終了時期）が短い
- 4 特定の規格に則ったシステムが多く、汎用性が低い
- 5 明確なフォアキャストがなく、又、入札案件のため、需要予測が立てづらい

## 3 キャリアの通信ネットワークに関するワイヤレス技術の現状と課題

主な事項	ヒアリングを通じて指摘された事項
1. 技術のトレンド、今後取り組むべき技術	<b>仮想化、オープン化の一層の進展、AIとRANの融合(AI for/on/and RAN)が想定。</b> また、AIも活用した <b>ゼロタッチプロビジョニング</b> や、 <b>低消費電力化等オペレータのTCO削減に向けた技術も重要視。</b>
2. 国内ベンダーの競争優位性、国内ベンダーと国内キャリアの関係性（国内キャリアの基地局等の調達ポリシー）	国内ベンダーが基地局等の製造開発に十分な投資ができず、グローバル市場で海外ベンダーに劣後している中で、 <b>国内ベンダーとして競争優位性をどのように確保するかが課題。</b> 国内ベンダーにとって、 <b>国内キャリアに依存し過ぎず、海外キャリアに向けた事業展開が求められる。</b> 一方、 <b>Open RAN、vRANを海外に展開するためには、国内での実績も重要。</b> 国内キャリアが海外ベンダーの製品を採用することについて、 <b>サプライチェーンをどのように考えるか</b> の検討も必要。

### 【技術トレンド】 仮想化への対応

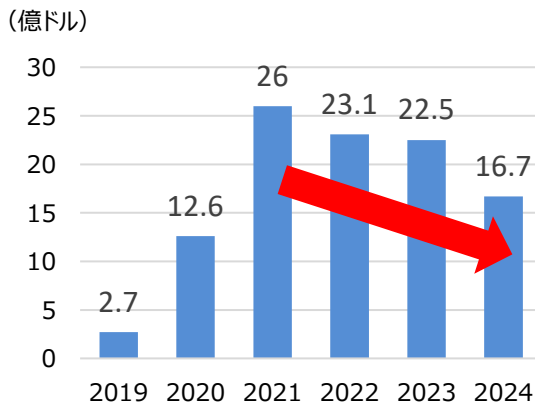
- 従来、ハードウェア中心で構成されていた**ワイヤレス機器（基地局等）が、汎用サーバ上で動作するソフトウェアにより制御されるソフトウェア化（仮想化：vRAN）が進展。**これにより、**新たな機能、サービスの追加・拡充への対応が、ソフトウェアの改修により実現可能**となる。



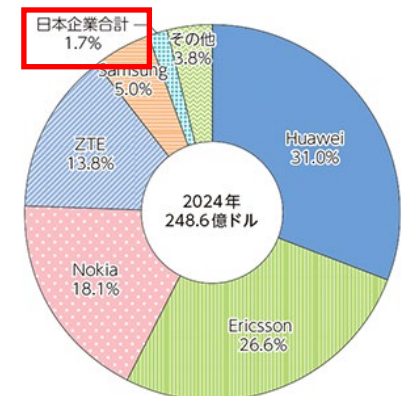
### 【市場動向】 5G基地局の市場動向

- 2024年の世界の**5G基地局のシェア（出荷額）**は、海外の主要企業が**高いシェアを占め、日本企業の国際競争力は低い状況。**

日本の5G基地局（マクロセル）の市場規模（出荷額）



世界の5G基地局（マクロセル）のシェア（出荷額）



(出典) 令和7年度情報通信白書

- ワイヤレス分野の重点技術領域を設定するに当たっては、その目的や必要性（政策的意義）等を明確にしつつ、検討の観点（①自律性・不可欠性の確保の観点、②ビジネス上の戦略、産業構造、技術トレンド、レイヤー構造の観点、③他分野・他産業との連携の観点）やヒアリングを通じて指摘された事項等を踏まえ、**我が国として重点化すべき技術領域**と、当該領域において**我が国が残すべき（伸長すべき）ワイヤレス技術の特定に向けた整理**を行った。

#### 重点技術領域としての5つの軸

- (1) **【共通・基盤的】** **様々な分野や産業**（例：自動車、ロボット、組み込み系）に求められる**共通・基盤的**な重点技術（例：部材、素材、SoC、アンテナ技術、ワイヤレスIoT）
- (2) **【公共分野】** **自営網や国・地方公共団体等の公共分野**において我が国として保持すべき重点技術（例：国民の安全・安心を守る無線システム、重要インフラを支える無線システム）
- (3) **【先進的・不可欠性】** 海外市場の飛躍的な獲得のための**先進的**で**不可欠性の確保に資する**重点技術（例：オープンRAN、vRAN）
- (4) **【先進的・自律性】** 海外に依存しないサプライチェーン維持のための**先進的**で**自律性の確保に資する**重点技術（例：RU技術）
- (5) **【高度な技術等】** その他ワイヤレス分野の高度な技術や通信以外の用途における重点技術（例：ミリ波、NTN、レーダー、測位、高周波利用設備）

重点技術領域としての5つの軸を踏まえ、以降、ワイヤレス分野の全体像、目的・必要性、体系、工程表を整理。

### 3 重点技術領域の全体像

- 重点技術領域として、2030年代に向けた市場、技術動向を踏まえ、ワイヤレス技術が求められる**主要なシステムを念頭においた「システム技術領域」と、それらを支える「コア技術領域」**（共通技術領域）の大きく二つから整理。

#### システム技術領域

##### 1-1 フィジカルAI・IoTシステム

フィジカル空間のあらゆるモノとネットワーク空間との通信を実現するワイヤレス技術

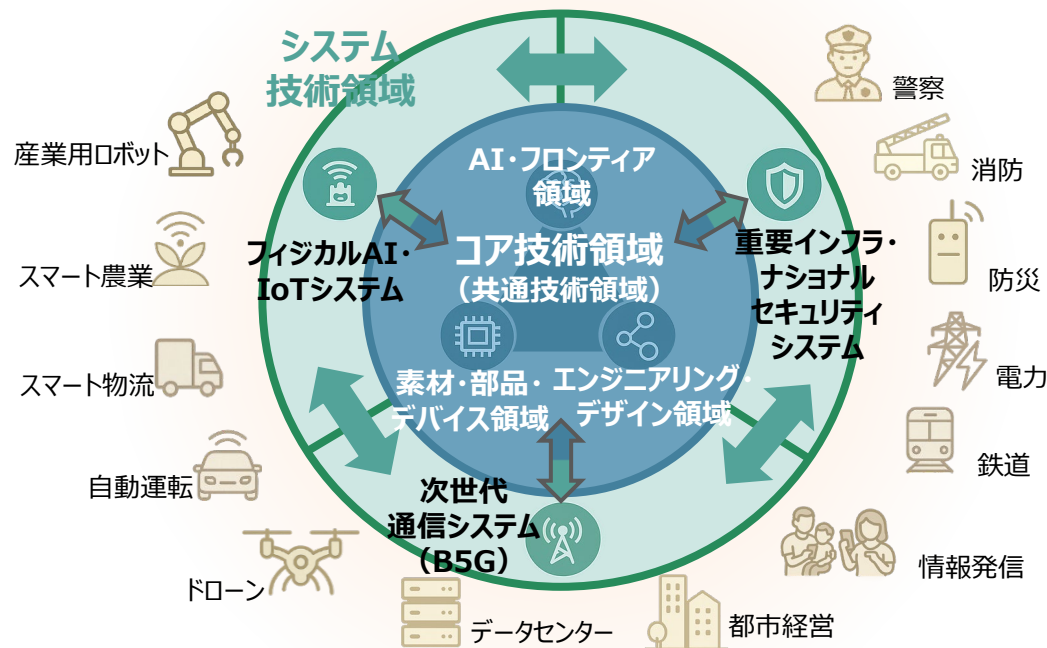
##### 1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム

我が国の安全・安心や重要インフラを支える基盤に用いられるワイヤレス技術

##### 1-3 次世代通信システム (B5G)

携帯電話事業者等が構築する通信ネットワークに用いられるワイヤレス技術

#### ワイヤレス分野の 重点技術領域の全体像



#### コア技術領域 (共通技術領域)

##### 2-1 AI・フロンティア領域

AIや先進的な技術を活用したワイヤレス技術

##### 2-2 素材・部品・デバイス領域

ワイヤレス機器に用いられるフィルタ、アンテナ技術等のワイヤレス技術

##### 2-3 エンジニアリング・デザイン領域

ワイヤレスシステムやネットワークの構築において利用環境や要求条件等を総合的に考慮した開発・実装を可能とするノウハウやワイヤレス技術

- コア技術領域における重点技術領域**（AI・フロンティア領域、素材・部品・デバイス領域、エンジニアリング・デザイン領域）は、**システム技術領域**（フィジカルAI・IoTシステム、重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム、次世代通信システム（B5G））の**全てに貢献**するもの。

- フィジカルAI・IoTシステムは、重要インフラ・ナショナルセキュリティシステムや次世代通信システムと連携するなど、**システム技術領域内においてそれぞれのシステムは関連性を持つ**ものであり、**コア技術領域内においてもそれぞれの技術は関連性を持つ**もの。

### 3 重点技術領域の目的・必要性

- 自律性・不可欠性の確保、ビジネス上の戦略、技術トレンド等の観点を踏まえ、**我が国として残すべき／伸長させるべき重点技術領域を選定。**

#### システム技術領域

#### 1-1 フィジカルAI・IoTシステム

フィジカル空間とネットワーク空間とのワイヤレス通信技術は必要不可欠であり、様々なフィジカル空間の情報や制御情報を自らコントロールする観点から、**自律性の確保**が必要。また、今後の成長、大きな市場が見込まれる領域であり、他分野・他産業との更なる連携を図り**不可欠性の獲得**が必要。

#### 1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム

我が国の安全・安心や重要インフラを支える**基盤**であり、供給途絶や継続困難により、安全・安心を直接脅かす事態になりかねない。重要インフラやナショナルセキュリティの維持・確保の観点から、**自律性の確保**が必要。

#### 1-3 次世代通信システム(B5G)

我が国の基盤的な通信インフラを支える観点から、一定の自律性を確保すべき、仮想化やオープン化が進展する中、先行する我が国はグローバルに**国際競争力（不可欠性の獲得）を高めることができる余地がある**との指摘。

#### 2-1 AI・フロンティア領域

**自律性の観点から、国内ベンダーによるAI機器の開発・設計、供給体制の確保**が求められる。グローバルにも、我が国が率先し優れたAIを活用したワイヤレス機器を開発することによりグローバル市場をリードすることが可能となり、**我が国の国際競争力（不可欠性の確保）の獲得が期待。**

#### 2-2 素材・部品・デバイス領域

アナログ技術は一度失われると取り戻すことが難しく、維持し続けることが必要。外国への依存度が高まり、ハード、コスト面で競争力を失っていることから、**主要な無線デバイスについて、自律性の確保の観点から、技術を維持・獲得が必要。**

#### 2-3 エンジニアリング・デザイン領域

システムの利用環境・ユーザや、要求条件、市場等を俯瞰し最適システムを提案し、実現可能な技術選択、素材・部品・デバイスの特性・性能を総合的に考慮した開発・実装ができるエンジニアリング・デザインがより重要。このような技術や人材は、全体の競争力強化するとともに、**適時適切なワイヤレスシステムを自律的に構築可能な体制を維持可能としていくことにも貢献。**

#### コア技術領域 (共通技術領域)

### 3 重点技術領域の体系

- 各重点技術領域（※）における**個別の重点技術を特定し**、その**工程表等を検討**。
- 重点技術及び工程表については、今後、技術インテリジェンスも踏まえ、**定期的に見直し・更新**を図る。

重点技術領域	重点技術領域の特徴 (五つの軸からの整理)	主な技術 (例)	
システム技術領域	1-1 フィジカルAI・IoTシステム	(1) 共通・基盤的 (3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性	高精度PNT (Positioning, Navigation, Timing)、近距離測位・センシング、NTN、Ambient IoT、Massive IoT、モビリティ向け通信、自律再構成無線、MECフェデレーション
	1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム	(2) 公共分野 (5) 高度な技術等	重要インフラ向け無線、ミッションクリティカル通信 (MCX等)、長距離・代替通信技術、放送・マルチキャスト型伝送 (5G-MBS等)、PNT妨害耐性設計、電波センシング・レーダ
	1-3 次世代通信システム (B5G)	(3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性	RAN高度化技術 (オープンRAN/vRAN等)、RIC (RAN Intelligent Controller)、ゼロトラストRAN、Massive MIMO (高精度ビームフォーミング等)、分散RAN高精度同期、セルフリー大規模MIMO (分散AP協調)、ISAC (通信+センシング)、メタサーフェス (RIS/IRS)
コア技術領域 (共通技術領域)	2-1 AI・フロンティア領域	(1) 共通・基盤的 (3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性 (5) 高度な技術等	AI/ML運用管理基盤、ゼロタッチ運用、AI RAN、AI/ML無線インターフェース、省電力・エネルギー効率化NW、量子安全通信 (PQC/QKD連携)、サブTHz/THz通信
	2-2 素材・部品・デバイス領域	(1) 共通・基盤的 (2) 公共分野 (3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性	無線SoC/ASIC、高効率PA・広帯域ADC-DAC、サブTHz/THzデバイス、マルチバンドRFFE、先端パッケージ、低損失基板材料/ABF等
	2-3 エンジニアリング・デザイン領域	(1) 共通・基盤的 (2) 公共分野 (3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性 (5) 高度な技術等	電波環境可視化、電波環境評価/チャネルエミュレーション、OTA・耐障害性試験、周波数共用・干渉管理、インフラシェアリング

(※) ここでの重点技術領域は、ワイヤレス分野全般を俯瞰し、2030年代に必要とされるワイヤレスシステムや個別技術を具体化する観点から整理するものであり、既に政府戦略等において重点化する技術領域が定められている分野においては、重点技術に関する取組を進める際は、これらの戦略との連携・役割分担等に留意することとする。例えば、宇宙・衛星分野におけるワイヤレス技術は、「宇宙技術戦略」(宇宙政策委員会)に基づき取組が進められているほか、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)が取り組むワイヤレス技術については、中長期目標及びそれに基づき策定される中長期計画に基づき取組が進められている。

### 3 重点技術と工程表の考え方

- 各重点技術領域において、今後我が国として取組むべき重点技術の例を、現時点の見通しに基づき整理。
- 工程表は、個別技術の厳密な年表ではなく、社会実装に向けた発展段階の目安を示すもの。
- 着手時期や実装時期は、技術成熟度だけでなく、標準化、制度整備、評価・認証基盤、調達更新サイクル、先行需要の有無によって前後しうるため、各工程表では年次を固定的に捉えるのではなく、研究開発→実証→初期導入→基盤化・横展開といった流れを基本に整理。

#### 研究開発の種類の考え方

- 重点技術を対象とした研究開発の目的・狙いが一様ではなく、社会実装までの律速要因も異なるため、工程表では、研究開発の主目的と社会実装上のボトルネックの違いなどを踏まえて、進め方の例として、ワイヤレス分野の技術について、次の4つに類型化。

#### 標準化型

- 研究開発の主眼が、相互接続性、共通仕様、試験法、認証条件の確立にある類型。
- 技術が成立していても、標準化や評価・認証基盤が整わなければ普及・展開しにくいいため、社会実装に向けては国際標準化、試験、認証スキーム構築が主要な節目となる。

#### ユースケース先行型

- 研究開発の主眼が、現場での有効性や運用成立性の実証にある類型。
- 技術単体の性能よりも、先行利用者との実証、導入効果の可視化、運用体制や費用負担の整理等が普及・展開の前提となる。

#### 社会実装型

- 研究開発の主眼が、制度、調達、責任分界、安全要件等を含めて社会に組み込める形を整えることにある類型。
- 技術の成熟だけでなく、制度設計、調達要件、継続運用モデルの整備等が工程を左右する。

#### デバイス型

- 研究開発の主眼が、性能実現に加えて、量産歩留まり、供給安定性等まで含めて事業化を成立させることにある類型。
- このため、仕様への組み込み、評価・認定、量産立上げ、サプライチェーン確保等が主要な節目となる。

## システム技術領域 1-1 フィジカルAI・IoTシステム

- 本領域は、フィジカルAIやIoTを現場で実装・運用可能にするための共通基盤を担う領域であり、モビリティ、ロボット、産業IoT等の先行市場形成に直結する。
- 通信性能に加え運用・保守・安全性も含め、現場で運用可能な仕組みとすることが重要であり、状況を把握する（認識・位置・時刻）、切れずに接続する（接続・収容）、安全に動かし続ける（制御・運用）機能を一体で高度化することが求められ、多様な産業現場に横展開できる共通基盤として重点化が必要。

### 技術の種類

### 主な技術(例)

技術の種類	主な技術(例)
<b>認識・時空間技術</b> 状況把握と位置・時間整合を担う技術	<b>高精度PNT</b> (Positioning, Navigation, Timing) 屋内外や移動体でも位置・時刻を高精度にそろえ、ロボット・車両・作業員の協同制御や安全運行を可能とする。 <b>近距離測位・センシング</b> 人・物・環境の状態を近距離で常時把握し、見守り・異常検知・動線把握を省配線・低負担で実現する。
<b>接続・収容技術</b> 多数端末・移動体・広域環境でも接続を維持する技術	<b>NTN(非地上網)</b> 地上網と衛星・HAPSを組み合わせ、山間部・海上・災害時を含めた切れ目ない広域接続を実現する。 <b>Ambient IoT</b> 電池交換の負担を極小化し、貼る・置くレベルの超多数センサを長期運用して、常時データ収集の面的展開を可能にする。 <b>Massive IoT</b> 膨大なIoT端末を衝突・遅延を抑えて効率的に収容し、工場・物流・インフラ現場での同時計測・一斉制御を可能にする。 <b>モビリティ向け通信</b> 高速移動中でも低遅延・高信頼に接続し、自動運転、遠隔操縦、ドローン運航などの移動体サービス等の安定運用を実現する。
<b>制御・運用技術</b> 低遅延制御と運用・保守・安全を現場で成立させる技術	<b>自律再構成無線</b> (Self-Organizing Network等) 障害や環境変動に応じて通信経路や設定を自動最適化・復旧し、途切れにくい通信と省人運用を実現する。 <b>MECフェデレーション</b> 複数拠点のエッジ資源を連携させ、データを近傍で分散処理することで、低遅延AI・映像解析・地域横断運用を可能にする。

## システム技術領域 1-1 フィジカルAI・IoTシステム



## システム技術領域 1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム

- 本領域は、災害・有事・極限環境下でも**社会機能を止めずに維持するための通信・監視・運用基盤**を担う領域であり、電力、交通、防災、公共安全等の継続性に直結する。
- 単一の通信方式に依存せず、指揮・連携を維持する（継続通信）／必要最低限の情報を届ける（代替伝達）／妨害下でも位置・監視を維持する（耐妨害・監視）／長期にわたり認証・更新を守る（長期防護）機能を一体で提供することが求められ、**継続運用性・保守継続性・供給継続性**の観点から重点化が必要。

### 技術の種類

### 主な技術(例)

<p><b>継続通信・指揮連携技術</b></p>	<p>障害・有事下でも指揮・連携・制御を維持する技術</p>	<p>重要インフラ向け無線</p> <p>ミッションクリティカル通信 (MCX等)</p>	<p>電力・交通・公共施設等の設備監視や制御を止めず、<b>平時から災害時まで安全運用と保守継続</b>を可能とする。</p> <p>事故・災害時でも現場と指揮拠点の即時連携を確保し、<b>優先通信・確実な指示伝達・緊急対応</b>を可能とする。 MCX : Mission Critical Communications</p>
<p><b>代替伝送・広域バックアップ技術</b></p>	<p>地上網の毀損時でも広域・端末等へ最低限伝送する技術</p>	<p>長距離・代替通信技術</p> <p>放送・マルチキャスト型伝送 (5G-MBS等)</p>	<p>地上網が毀損した場合でも遠距離へ最低限の情報を届け、<b>広域バックアップ通信</b>を実現する。</p> <p>多数の端末・住民に一斉に情報を届け、<b>避難情報・警報・公共情報の確実な周知</b>を実現する。 5G-MBS : 5G Multicast-Broadcast Service</p>
<p><b>耐妨害・監視技術</b></p>	<p>妨害下でも位置・時刻・広域監視を維持する技術</p>	<p>PNT妨害耐性設計</p> <p>電波センシング・レーダ</p>	<p>GNSS妨害や遮断環境下でも位置・時刻を維持し、<b>重要インフラや防災活動の継続運用</b>を可能とする。 GNSS : Global Navigation Satellite System</p> <p>広域監視や侵入検知、異常兆候の把握を高信頼に行い、<b>危険予兆の早期把握と状況認識</b>を実現する。</p>

システム技術領域

1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム



## システム技術領域 1-3 次世代通信システム(B5G)

- 本領域は、我が国の**基盤的な通信インフラを支える**観点から、地上網・非地上網を含む多様な接続形態において、**複雑なネットワークの安全・安定運用と通信の高性能化（広帯域・低遅延等）の双方を担う領域**である。
- そのため、オープン化・自動化を安全に運用する（アーキテクチャ・制御）／分散・高密度環境でも通信品質を維持する（分散無線・高性能実装）／通信機能の拡張や伝搬環境の制御（機能融合・環境適応）技術を一体で提供することが求められ、**標準・評価・実装を通じて競争優位を確保**していく観点から重点化が必要。

### 技術の種類

### 主な技術(例)

技術の種類	主な技術(例)
<p><b>アーキテクチャ・制御技術</b></p> <p>オープン化・自動化・多ベンダー化を、安全に運用可能な形で実装可能とする技術</p>	<p><b>RAN高度化技術</b> (ORAN/vRAN等)</p> <p><b>RIC</b> (RAN Intelligent Controller)</p> <p><b>ゼロトラストRAN</b></p> <p>特定ベンダーに閉じない柔軟な構成を可能にし、<b>拡張・更改しやすい無線アクセス網</b>を実現する。</p> <p>通信状況に応じて無線資源や品質を動的に最適化し、<b>高効率なネットワーク運用</b>を実現する。</p> <p>多ベンダー・クラウド化したRANでも安全性を担保し、<b>オープン化とセキュリティの両立</b>を実現する。</p>
<p><b>分散無線・高性能実装技術</b></p> <p>分散・高密度環境でも容量・遅延・品質を維持する技術</p>	<p><b>Massive MIMO</b> (高精度ビームフォーミング等)</p> <p><b>分散RAN高精度同期</b></p> <p><b>セルフリー大規模MIMO</b> (分散AP協調)</p> <p>高密度エリアや大規模セルでも容量・品質を維持し、<b>多ユーザー環境での高効率通信</b>を実現する。</p> <p>多地点の無線装置を高精度に協調させ、<b>分散配置された基地局の一体運用</b>を実現する。</p> <p>複数のアクセスポイントを分散・協調配置し、<b>混雑環境でも安定した接続品質</b>を実現する。</p>
<p><b>機能融合・環境適応技術</b></p> <p>通信機能の拡張と伝搬環境の制御を可能とする技術</p>	<p><b>ISAC</b> (通信+センシング)</p> <p><b>メタサーフェス</b> (RIS/IRS)</p> <p>通信を行いながら位置・状態・周辺環境も把握し、<b>通信とセンシングの一体利用</b>を実現する。</p> <p>ISAC: Integrated Sensing and Communications 伝搬環境を能動的に制御し、遮蔽や反射の不利を補って、<b>つながりにくい場所での通信品質向上</b>を実現する。</p> <p>RIS: Reconfigurable Intelligent Surface, IRS: Intelligent Reflecting Surface</p>

## システム技術領域 1-3 次世代通信システム(B5G)



コア技術領域

2-1 AI・フロンティア領域

- 本領域は、AIを活用した通信網の性能・運用の高度化、通信と計算基盤の融合や、超高周波数帯の開拓、量子通信等の将来フロンティア技術を通じて、次世代ワイヤレス技術の新たな可能性を切り拓く領域である。
- 通信性能の向上に加え、AIを安全に導入・管理する／ネットワークや無線を自律的に最適化する（自律運用・統合）／品質・省電力・継続運用を両立させる（無線高度化・持続性）／超高周波数帯・量子等により非連続な拡張を図る（将来フロンティア）技術などが求められ、**足元の実装力と中長期の技術主導権の双方を確保する観点から重点化が必要**。

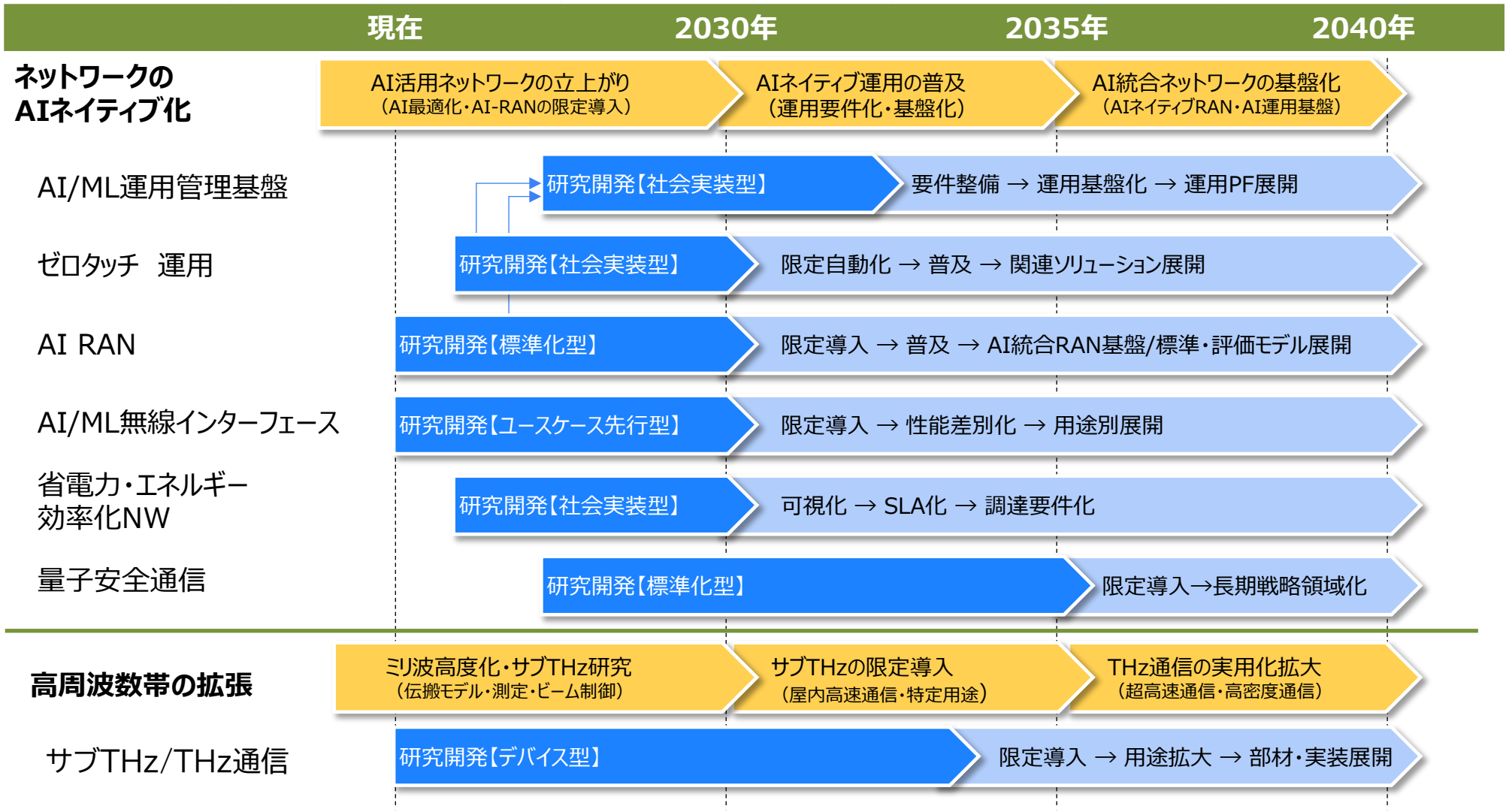
技術の種類

主な技術(例)

AI導入・管理技術	学習・配備等管理し、安全に使い続ける技術	AI/ML運用管理基盤	学習・配備・更新・監査を一元管理し、 <b>AIを安全に使い続けられる運用基盤</b> を実現する。
自律運用・統合技術	運用・RAN・計算資源を閉ループで最適化する技術	ゼロタッチ運用	設定変更、障害対応、最適化を自動化し、 <b>省人で止まりにくいネットワーク運用</b> を実現する。
		AI RAN	AI処理と無線資源を連携させ、 <b>AI需要にも対応可能なRAN運用基盤</b> を実現する。
無線高度化・持続性技術	品質・省電力・継続運用を両立させる技術	AI/ML無線インターフェース	刻一刻と変化する電波伝搬環境や高密度接続環境等に応じ、無線区間の伝送路を最適化し、所要のスループット等、 <b>通信品質の維持・向上を自律的に実現</b> する。
		省電力・エネルギー効率化NW	品質を維持しながら電力消費や設備負荷を抑え、 <b>持続可能なネットワーク運用</b> を実現する。
将来フロンティア技術	将来の安全性・大容量化に先行対応する技術	量子安全通信 (PQC/QKD連携)	高度な安全性や新たな通信機能を見据え、 <b>次世代の信頼性・秘匿性基盤</b> を実現する。 <small>PQC : Post-Quantum Cryptography, QKD: Quantum Key Distribution</small>
		サブTHz/THz通信	超大容量・高密度通信を可能にし、 <b>将来の高負荷ユースケースへの対応</b> を実現する。

コア技術領域

2-1 AI・フロンティア領域



コア技術領域

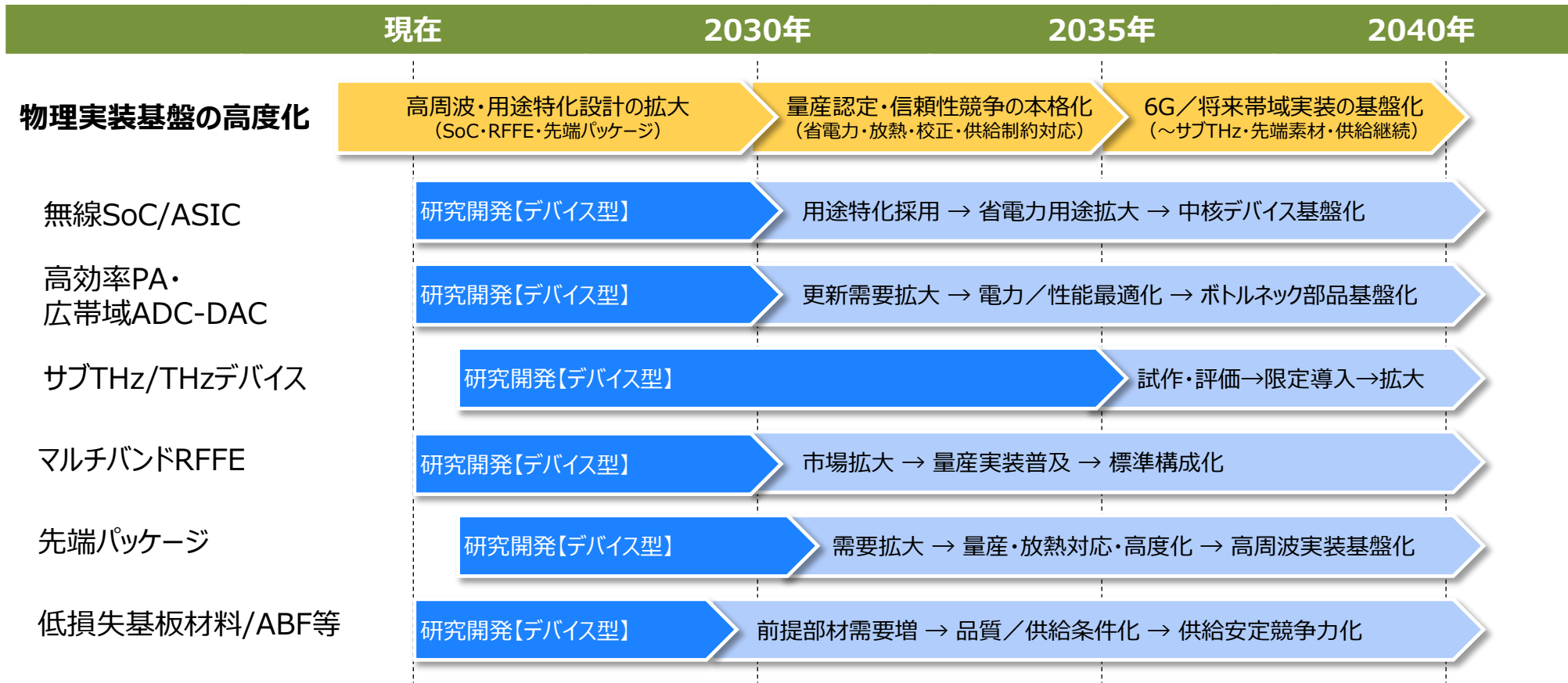
2-2 素材・部品・デバイス領域

- 本領域は、通信の高周波化・広帯域化・低電力化・多アンテナ化が進む中で、**システム性能と量産成立性の基盤**となる物理レイヤを担う領域である。
- そのため、性能・省電力の上限を決める（コアデバイス）／高周波・多バンドを量産可能にする（RF・実装統合）／品質・供給安定性を支える（材料・供給）技術を一体で提供することが求められ、**保有アセットを活かして競争優位と自律性を確保**する観点から重点化が必要。

技術の種類		主な技術(例)	
コアデバイス	通信性能・省電力・将来帯域の上限を左右する技術	無線SoC/ASIC	通信機能・制御・省電力処理を高集積化し、 <b>高性能かつ実装しやすい無線機器基盤</b> を実現する。 <small>SoC: System on Chip, ASIC: Application Specific Integrated Circuit</small>
		高効率PA・広帯域ADC-DAC	高周波・広帯域でも電力効率と信号品質を両立し、 <b>高性能無線機の成立条件</b> を実現する。 <small>PA: Power Amplifier ADC/DAC: Analog-to-Digital Converter/Digital-to-Analog Converter</small>
		サブTHz/THzデバイス	超高速・高密度通信に必要な周波数帯を扱い、 <b>将来の大容量通信基盤</b> を実現する。
RF・実装統合技術	高周波化・多バンド化を量産可能な形で成立させる技術	マルチバンドRFFE	複数の周波数帯や方式を柔軟に扱い、 <b>多様な通信規格に対応できる端末・装置</b> を実現する。 <small>RFFE: RF Front End</small>
		先端パッケージ	高周波部品やチップを高密度・低損失で実装し、 <b>高性能と量産性を両立する実装基盤</b> を実現する。
材料・供給技術	品質・信頼性、供給安定性を支える技術	低損失基板材料/ABF等	放熱・低損失・信頼性を確保し、 <b>高周波・高密度実装を支える部材基盤</b> を実現する。 <small>ABF: Ajinomoto Build-up Film</small>

コア技術領域

2-2 素材・部品・デバイス領域



コア技術領域

2-3 エンジニアリング・デザイン領域

- 本領域は、無線方式そのものではなく、無線の高度化を支える**設計・評価・実装の共通基盤**を担う領域であり、社会実装の前提を押さえる上で不可欠な領域である。
- 実環境を把握・再現する（計測・再現）／実運用条件で性能や回復性を検証する（品質・運用評価）／共用・責任分界・制度まで設計する（共用・制度設計）技術を一体で提供することが求められ、**新技術を自律的に導入可能にする横断基盤**観点から重点化が必要。

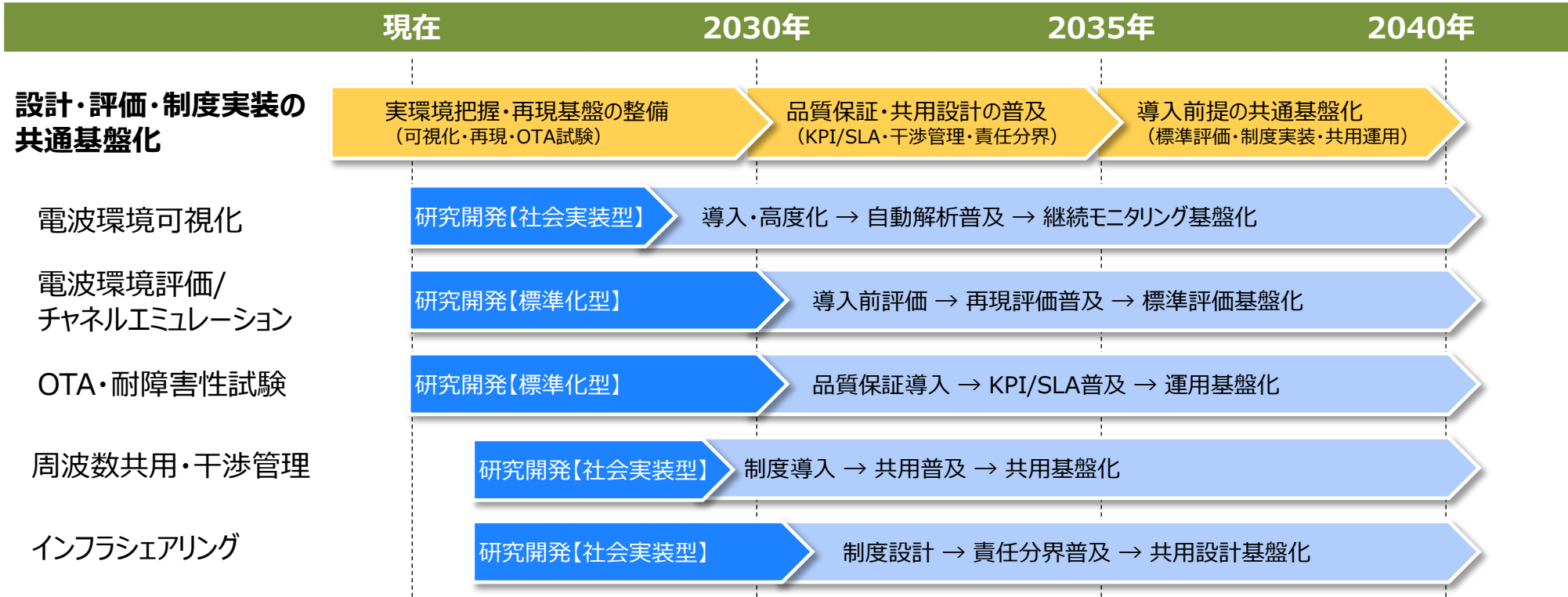
技術の類型

主な技術(例)

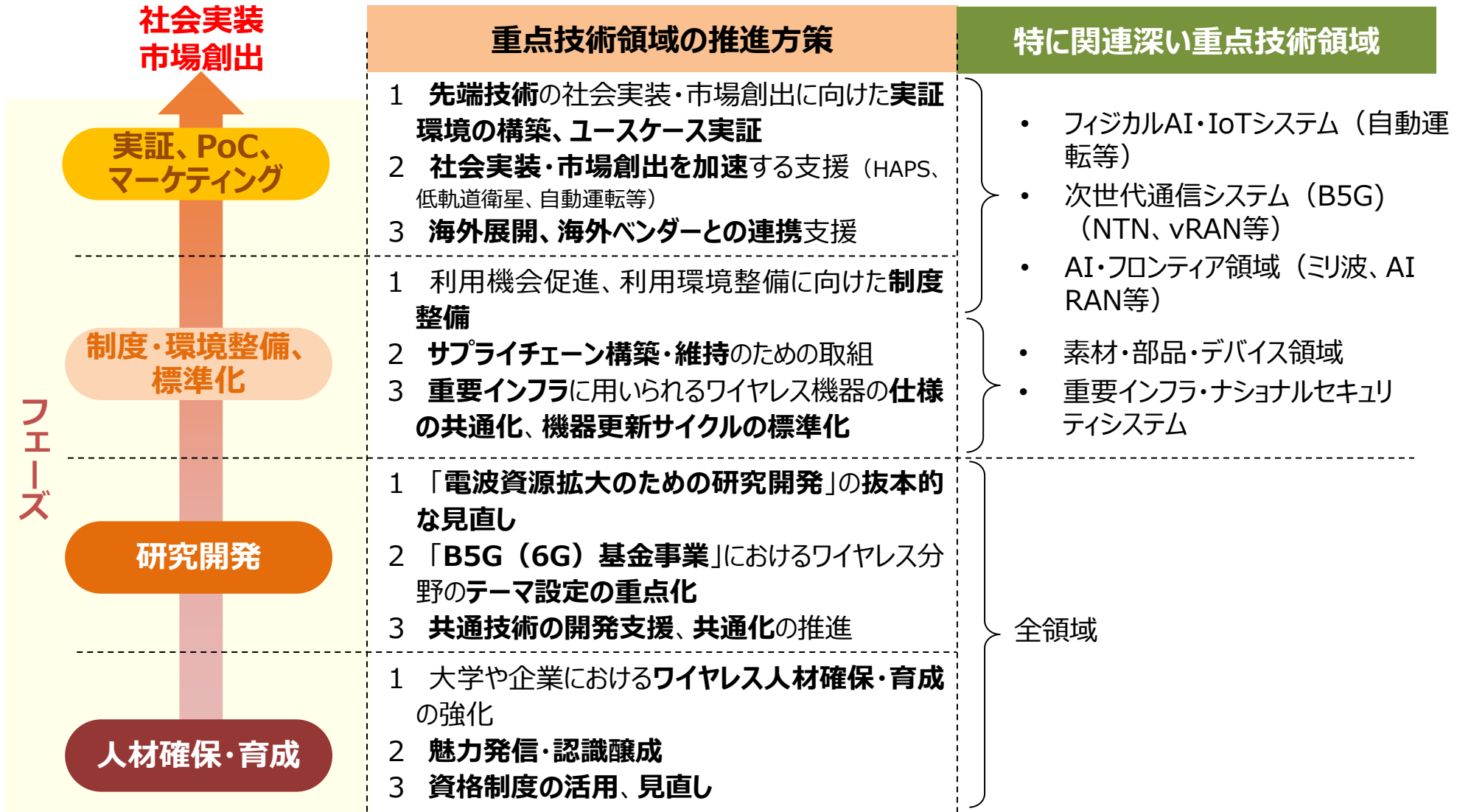
<p><b>計測・再現技術</b></p>	<p>実際の電波環境を把握・再現し、設計・選定・導入の前提を作る技術</p>	<p>電波環境可視化</p>	<p>混雑、干渉、遮蔽などの実環境を把握し、<b>設計・運用改善の前提となる状況把握</b>を実現する。</p>
		<p>電波環境評価/ チャンネルエミュレーション</p>	<p>実際の利用環境を試験環境で再現し、<b>導入前に性能や課題を見極める評価基盤</b>を実現する。</p>
<p><b>品質・運用評価</b></p>	<p>実運用条件で性能・品質・回復性を継続検証する技術</p>	<p>OTA・耐障害性試験</p>	<p>実運用に近い条件で性能・品質・回復性を検証し、<b>現場導入に耐える品質保証</b>を実現する。 OTA : Over-The-Air</p>
<p><b>共用・制度設計技術</b></p>	<p>共用・責任分界・監視まで含めて社会実装を成立させる技術</p>	<p>周波数共用・干渉管理</p>	<p>異なるシステムが同一・近接周波数を安全に使えるようにし、<b>共用前提の社会実装</b>を実現する。</p>
		<p>インフラシェアリング</p>	<p>複数主体で設備を共同利用しつつ品質や責任分界を整理し、<b>効率的かつ持続可能なインフラ運用</b>を実現する。</p>

コア技術領域

2-3 エンジニアリング・デザイン領域



- 我が国として残すべき／伸ばさせるべき重点技術を推進していくため、**研究開発から社会実装や市場創出に向けた各フェーズにおいて、関連の深い重点技術領域に即した取組を講じることが必要。**
- このため、下表のように推進方策を整理。



## 人材確保・育成

### 1 大学や企業におけるワイヤレス人材確保・育成の強化

- 産学連携プラットフォームとして「産学人材プラットフォーム」（仮称）の構築
- ワイヤレス分野の地域の大学の維持・活性化

### 2 魅力発信・認識醸成

- 若年層に対するアプローチの充実、国民広くにワイヤレスネットワークの重要性の認識醸成

### 3 資格制度の活用、見直し

- ワイヤレス人材のスキルや業務経験の見える化、既存の資格の拡充や連携、何らかのcertificationの創設
- 無線従事者資格の操作範囲とそれに求められる知識・能力を整理した上で、資格の体系の見直し



## 研究開発

### 1 「電波資源拡大のための研究開発」の抜本的な見直し

- 重点技術領域に重点化し、工程表に基づき実施する案件形成プロセスの見直し
- 社会実装への戦略・計画等に対する評価や助言、ステージゲートの導入など、評価方法や体制の見直し
- 実施体制・手続の効率化と柔軟化、アドバイザリーボードのようなチームの組成など、実施体制の見直し

### 2 「B5G（6G）基金事業」におけるワイヤレス分野のテーマ設定の重点化

- ワイヤレス分野の研究開発に対する支援について、本作業班の検討結果を踏まえたテーマ設定の重点化

### 3 共通技術の開発支援、共通化の推進

- 単独開発困難な素材・部品・デバイス（無線部のASIC等）の共同開発支援、協調領域の設計共通化



## 制度・環境整備、標準化

### 1 利用機会促進、利用環境整備に向けた制度整備

- ミリ波等高周波数帯の更なる利活用や市場創出を図るために必要な制度整備、見直し等の検討
- インフラシェアリングの円滑な推進を図るための方策の検討

### 2 サプライチェーン構築・維持のための取組

- 関係省庁とも連携し、自律性強化やサプライチェーン・セキュリティ上のリスク分析、課題対応に向けた検討

### 3 重要インフラに用いられるワイヤレス機器の仕様の共通化、機器更新サイクルの標準化

- 仕様の可能な限りの共通化・標準化、機器ベンダーの予見可能性を高める標準的な更新サイクルの検討



## 実証、PoC、マーケティング

### 1 先端技術の社会実装・市場創出に向けた実証環境の構築、ユースケース実証

- ワイヤレスを含む先進的な通信技術を活用したソリューションの創出・早期実用化に向けた支援を推進
- RANなどのエッジにおけるAI活用の実現に向けた試験環境の構築・実証支援を推進
- 部品・デバイス等に強みを有するミリ波のユースケース実証を通じた端末や中継器の普及拡大、利用促進

### 2 社会実装・市場創出を加速する支援

- HAPS、低軌道衛星等の技術の自律性の確保、機器・サービスの早期実現による需要創出・市場創出
- 自動運転分野において我が国が強みを持つV2X等の技術を最大限に活用し、いつでもどこでもつながるセキュアな通信技術の開発・インフラの整備を強力に推進



### 3 海外展開、海外ベンダーとの連携支援

- vRAN、ミリ波、V2Xなど今後技術的な主導権を握ることが期待される分野において、技術開発、サービス展開等を世界に先駆けて行い、グローバル市場の獲得に向け、海外展開に向けた支援を推進
- セキュアなサプライチェーンの確保を図り、自律性・不可欠性の獲得に向けた海外ベンダーとのパートナーシップ／アライアンスを前提とした共同研究開発・生産連携の支援の可能性について検討

- 本検討結果を踏まえ、総務省においては、重点技術の推進方策に基づき、①ワイヤレス分野の人材確保・育成、②研究開発、③制度・環境整備、標準化、④実証、PoC、マーケティングの施策について、**産学官が連携した取組を強力に推し進めることが適当**である。特に、国内においてワイヤレス分野の一定の市場規模があることを踏まえ、**国内ベンダー、通信事業者、さらには他分野・他産業も含め、業界が連携した取組**を行うことが重要である。
- 本検討において示された**工程表における技術等は、現時点の見通しに基づき整理して、重要と考えられるものを提示したもの**であることに留意する必要がある。
- 重点技術作業班においては、ワイヤレス分野の技術トレンドや市場動向等を踏まえつつ、総務省とともに、**引き続きワイヤレス分野の技術インテリジェンスやサプライチェーンの状況について解像度を上げた調査・分析**を行い、**政策的な課題を継続的に把握・検討**していくことが望ましい。
- 特に、今般取りまとめた**工程表について**、今後も企業・大学等の関係者から十分にヒアリングを行うとともに、技術インテリジェンスも注視しつつ、**毎年度更新**することが求められる。
- その際、工程表の更新においては、**技術ありきの取組とならぬよう**、関係する企業等の**ビジネス上の戦略やマーケット分析を十分に踏まえた**上で、我が国としてどの技術が**勝ち筋であるか**、どの技術に**注力すべきか**、その技術を**誰が担うか**、**いつまでに何をするか**、**企業・大学等の関係者において精査**する必要がある。
- したがって、取り組むべき技術について**適時に取捨選択**を行い、市場の先読みや日々刻々と変化する市場の動向に応じた柔軟な取組を通じて、**我が国として残すべき／伸長させるべき重点技術を推進**していくことが求められる。そのために、継続的かつ不断に見直しを行っていく仕組みづくりも求められる。
- また、日本成長戦略会議における戦略17分野の一つである情報通信分野の検討とも連携し、日本成長戦略会議において取りまとめられる官民投資ロードマップや、情報通信成長戦略官民協議会で取りまとめられる政策パッケージも踏まえた政策を講ずることが期待される。

# 第11章 電波監視の在り方（別冊3）

---

## 概要

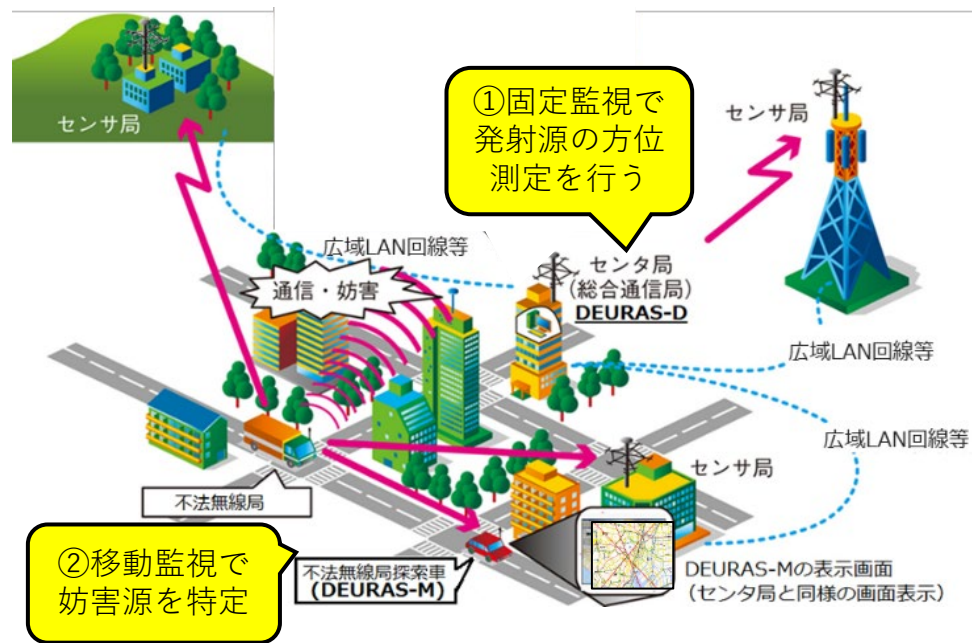
- ◆ 電波は国民生活や経済活動に深く浸透。一方で、電波のルールを守って利用しなければ混信・妨害を引き起こすこととなる。
- ◆ 電波の不適正な利用による混信・妨害を防ぎ、良好な電波利用環境を維持するため、電波監視設備 (DEURAS※) や不法無線局探索車等を利用することで、妨害電波の発射状況を監視するとともに、不法無線局を探索・特定し、排除している。
- ◆ 特に、消防・救急、航空・海上等の重要無線通信への妨害に対しては24時間365日で受付を行い、迅速な対応体制を整備。

※DEURAS=DEtect Unlicensed RAdio Stations

【電波監視の流れ】



【電波監視設備 (固定/移動) の概要】



【電波監視設備 (宇宙) の概要】



- ◆ 不法無線局の利用は、重要無線通信に対する混信・妨害の原因となり、社会インフラに重大な影響を及ぼし得る。
- ◆ 近年は、インターネット販売を通じた海外製のワイヤレス機器による混信事例や、従来とは異なる混信事例（太陽光発電やLEDライト等の電子機器が原因）が増加。

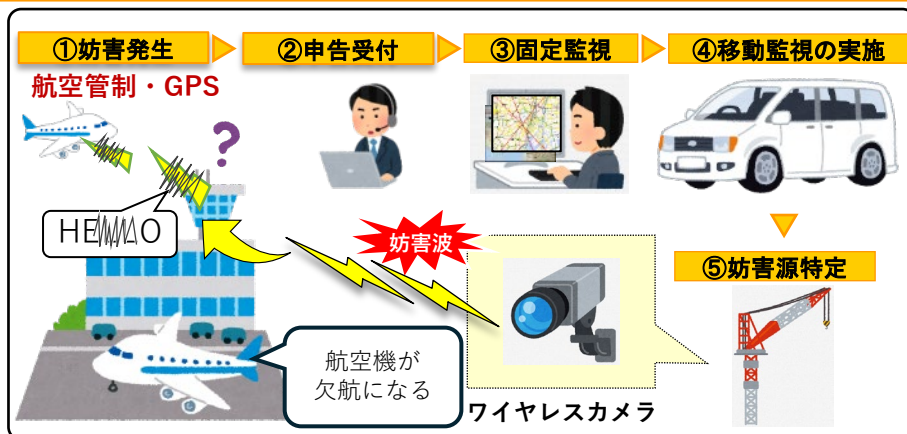
## 放送中継用携帯局への混信



## 携帯電話基地局への混信



## 航空無線/GPSへの混信



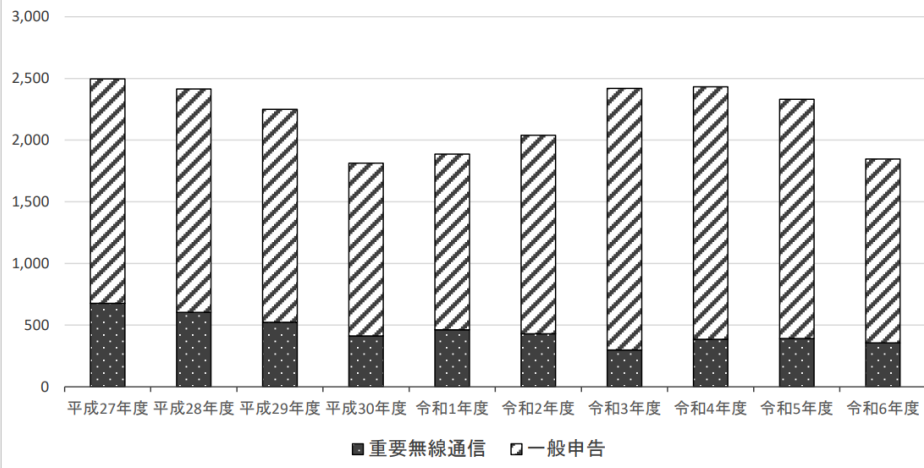
## 防災無線への混信



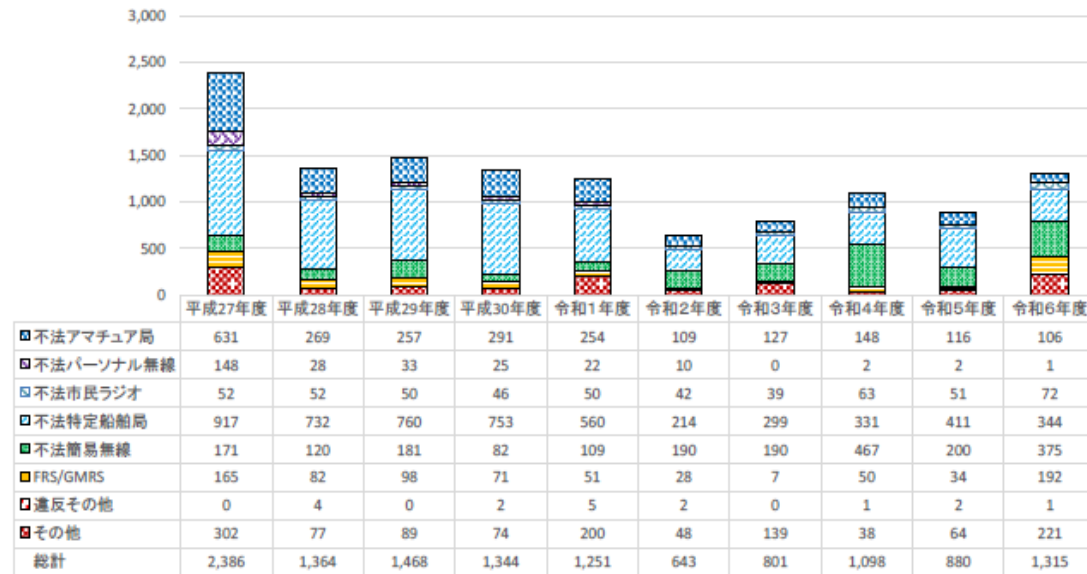
# 参考：混信・妨害の発生と対応状況（申告数及び措置数）

- ◆ 混信・妨害の申告件数は、全国で年間約2,000件で推移。
- ◆ そのうち、重要無線通信に対する妨害の申告件数は、年間約400件。  
(航空、海上関係が多くを占めるほか、電気通信、放送、鉄道、防災行政無線、インフラ管理（道路・河川）等が続く。)
- ◆ 不法無線局に対する告発・行政指導等の措置数は、年間約1,000件。  
(不法アマチュア局、外国規格トランシーバ（FRS/GMRS）、不法簡易無線、不法特定船舶局等が多くを占める。)

混信・妨害申告件数の推移



無線局別措置(告発、指導)状況の推移



	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和1年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
重要無線通信	676	603	522	412	461	429	298	385	391	355
一般申告	1,821	1,811	1,727	1,401	1,425	1,610	2,121	2,047	1,940	1,492
申告件数合計	2,497	2,414	2,249	1,813	1,886	2,039	2,419	2,432	2,331	1,847
重妨害申告割合	27.1%	25.0%	23.2%	22.7%	24.4%	21.0%	12.3%	15.8%	16.8%	19.2%

# 検討の背景

## 電波監視分野における利用環境の変化と優先課題

- 電波監視や不法無線局の排除は、電波の利用秩序の維持に不可欠。総務省では、電波監視設備（DEURAS）等を用いて、電波監視業務を推進し、不法無線局に対応。一方で、近年、次のような電波の利用環境の変化による課題が顕在化しており、これらの変化に対応し、限られた人的資源で電波監視業務を着実かつ持続的に実施していくための方策の検討が必要。

### ● 5G等高い周波数の利用拡大や新たな干渉源の顕在化

- ・5G技術の浸透や技術向上によりDEURAS固定センサ対応の周波数を超える**高い周波数の電波利用が拡大**。
  - ・太陽光発電設備やLED等の新たな各種電子機器の利用増大に伴う、意図しない混信事例が増加。
  - ・高周波数帯の干渉源から発射される電波や電子機器からのノイズは、一般的に**伝搬距離の短さから、固定センサでは捉えることが困難**であり、現地で発信源を探索する**移動監視の重要性が増加**。
- ➡ **移動監視を中心とする、高周波数帯の新たな混信源に対応可能な監視設備、監視手法、監視体制の在り方についての検討が必要。**

### ● 衛星コンステレーション、HAPS等の革新的な通信サービスの急速な進展

- ・技術革新により、メガコンステレーション衛星やHAPSを用いた**非地上系の新たな無線システム（NTN）が登場**。
  - ・特に現行の衛星監視設備は、メガコンステレーション衛星には未対応であり、国際的にも監視手法が未確立。
- ➡ **昨今普及が進むメガコンステ等に対応可能な監視設備、監視手法、運用体制の在り方についての検討が必要。**

### ● インターネット販売の拡大やインバウンドの増加に伴う外国製等の基準不適合無線機器による混信の可能性増大

- ・インターネット販売の拡大等により、基準に適合しない**外国製無線機器と一般利用者の接点が増大**。試買テスト等の対策を推進する一方で、基準に適合しない機器の市場での流通が続く。**ドローンをはじめ基準に適合しない機器の上空での利用が拡大することにより、広範囲に混信の影響が及ぶことも危惧**。
- ➡ **不適合無線機器による混信を未然に防止するための方策について検討が必要。**



- ①電波監視における基本体制(人員・設備)の在り方
- ②NTN時代の電波監視の在り方
- ③電波法の基準に適合しない無線機器への対策

☞ これら3つの優先課題について検討

# 電波監視体制の今後の方向性について

## 課題認識

- 5G等、高い周波数の利用拡大や新たな干渉源の顕在化。固定監視の限界と移動監視の重要性の増大
- 衛星コンステレーション、HAPS等の革新的な通信サービスが急速に進展。従来の監視技術の延長線では対応が困難
- EC販売の拡大やインバウンドの増加。外国製等の基準不適合無線機器による混信の可能性が増大。事後的な取組だけでは対応が困難

## 対応の方向性

- NTNをはじめとした革新的な通信サービス、高い周波数帯の利用、新たな混信源への対応等、電波利用を取り巻く環境の変化に対応し、時代に即した電波監視を推進することが必要
- そのためには、移動監視の強化、監視設備の早期配備、技術開発の推進、事業者との連携強化、持続的な体制の確保をはじめとする取組が不可欠
- 加えて、流通段階の対策強化に取り組むことで、電波監視との両輪での対応を進めていく

## 対応強化に向けた3つの柱

### 電波監視の基本体制の強化

特に移動体通信の高い周波数利用を踏まえ、移動監視を重点的に行う電波監視体制を構築

#### 1. 移動監視の強化

- 効率的な移動監視のための機器を早期導入
- 24時間365日での持続的な体制の確保・強化
- 重要無線通信妨害対応の重点化・強化
- ノウハウ共有といった監視経験値向上の推進

#### 2. 外部連携の強化

- 電気通信事業者など免許人との連携強化による対応の迅速化
- 定常監視等の外部委託の拡充、即応性向上

#### 3. AI活用やDX推進による業務効率化

- 電波監視業務を洗い出し、デジタル化やAIの活用により職員の業務効率を向上

### 革新的な無線システムへの早期対応

革新的な無線システムに早期に対応するため、国産技術の育成や電波監視体制の構築を推進

#### 1. NTN時代の電波監視体制の早期構築

- メガコンステレーション衛星に対する電波監視設備を令和8年度から整備
- 運用体制の確保、能力の向上

#### 2. 技術開発の推進

- アンテナ技術等、電波監視に係る国産技術育成のための研究開発を推進
- 監視システムの技術開発の推進・新技術の活用

#### 3. 国際連携の強化

- 革新的な無線システムに関する国際動向の情報収集能力の強化
- 監視手法や監視データの国際標準化の推進

### 基準不適合機器への対応強化

流通段階の対策を強化するため、試買テスト等の強化、ECモール事業者との連携強化等を推進

#### 1. 試買テスト・市場モニタリングの強化

- 販売動向や混信リスクを踏まえて対象機器を拡大するなど試買テストの強化
- 販売状況を把握する市場モニタリングの開始

#### 2. ECモール事業者等との連携強化

- 試買テスト等の効果的な運用のためのECモール事業者等との連携強化
- 販売時の技適情報の活用促進や利用者への適切な情報提供の推進(ガイドラインの見直し等)

#### 3. 周知啓発活動の強化

- ECサイト利用やインバウンドによる持込無線機に対する注意喚起の強化、取締状況の周知強化
- 集中的で効果的な周知啓発活動の実施、電波教室の活性化

## ■ 特に移動体通信の高い周波数利用を踏まえ、移動監視を重点的に行う電波監視体制を構築

### 1. 移動監視の強化

#### ● 効率的な移動監視のための機器を早期導入

- ・移動監視を行うために必要な機器を早期導入し、効率的な移動監視を実施する体制の構築を推進。（操作性・利便性を向上させた車載型センサー機器や高度化された電波可視化装置の導入の検討）
- ・移動監視機器の導入にあわせて固定電波監視施設の最適配置を目指し、固定監視・移動監視双方が効率的に連携を行える施設整備を推進。

#### ● 24時間365日での持続的な体制の確保・強化

- ・交代要員の拡充による重要無線通信妨害申告受付・初動体制を早急に強化。

#### ● 重要無線通信妨害対応の重点化・強化

- ・業務の棚卸や対応する業務の優先順位を見直し、限られた人的リソースを重要無線通信妨害に対する移動監視に集中できるように体制を見直す。
- ・長期定点観測や巡回車両調査などの定常監視を民間事業者等に外部委託（後述）することで、申告を受けた際に即時に現地調査可能な体制の構築を推進。
- ・新たな無線システムなどの導入に伴い周波数割当に追加・変更が生じた場合において、周波数割当に沿った電波利用が行われているか等の適正な使用状況の把握に資する調査を一層強化。

#### ● ノウハウ共有といった監視経験値向上の推進

- ・総務省における電波監視・分析機能をより向上させるといったコンサルティング能力を強化するとともに、混信源原因や探査手法をとりまとめ、電波監視職員が同じ知識や経験を有するようになるための取組を推進。

### 2. 外部連携の強化

#### ● 電気通信事業者等、免許人との連携強化による対応の迅速化

- ・重要無線通信を行う事業者等免許人と日頃の連絡・情報共有を密にすることで、申告の際に即応し、迅速な混信排除に取り組む。情報連携を一層深め、官民連携して電波利用環境の維持を目指すための協力体制の構築を推進。

#### ● 定常監視等の外部委託の拡充、即応性向上

- ・民間の調査技術を積極的に活用するため、漏洩電波調査の事業規模を拡大し、混信が発生した際に迅速に現地に赴き測定を行う体制を確保。また、平時においては、巡回測定を行い、混信の未然防止の取組の一環として、基準に適合しない無線機器の探査等を積極的に実施。
- ・民間の調査技術の活用を行うことで、電波監視に必要な能力を有する組織や人材を育成するとともに、電波監視業務の受け皿を確保。

### 3. AI活用やDX推進による業務効率化

#### ● 電波監視業務を洗い出し、デジタル化やAIの活用により総務省職員の業務効率を向上

- ・総務省職員が手作業にて行っている電波監視業務について、業務効率向上を目指すために、業務の棚卸を行い、単純化できる業務はDX化を進め電波監視業務を効率化。
- ・音声認識や自動記録といった運用監査の補助を行うだけでなく、将来的には不法無線局の探査や判定を行えるといったAIの活用を推進。

## ■ 革新的な無線システムに早期に対応するため、国産技術の育成や電波監視体制の構築を推進

### 1. NTN時代の電波監視体制の早期構築

#### ● メガコンステレーション衛星に対する電波監視設備を整備（令和8年度から）

- ・Ku帯のメガコンステレーション衛星を用いた衛星通信サービスについて、令和8年度よりメガコンステレーションの特徴を踏まえた電波監視設備を広域に整備し、早期に電波監視体制を構築。
- ・衛星ダイレクト通信については、サービスの形態を分析し、不適切な利用が行われていないかを確認するための電波監視設備を整備。
- ・メガコンステレーション衛星を用いたKa帯衛星通信サービスやHAPSを用いた携帯電話のエリア拡充事業に対して、必要な時期に必要な電波監視設備を整備できるよう準備。

#### ● 運用体制の確保、能力の向上

- ・メガコンステレーション衛星の電波監視について、24時間365日即応できる体制を整備。
- ・HAPSや衛星ダイレクト通信においては、サービス提供事業者と連携し、必要に応じて現地調査を行うといった人員体制を確保。

### 2. 技術開発の推進

#### ● アンテナ技術等、電波監視に係る国産技術育成のための研究開発を推進

- ・電波監視技術の基礎的技術開発として、新たな検波システムの開発や受信アンテナの高利得化・小型化・広帯域化等、電波監視技術のみならず、電波産業全体の発展に寄与するような技術開発を推進。

#### ● 監視システムの技術開発の推進・新技術の活用

- ・電波監視設備の機能について、各測定器より得られたデータを統合して解析・分析を行えるような統合分析環境の構築をはじめ、技術や監視設備の効果的な運用技術等、電波監視設備を効率的に利用するための機能開発を推進。
- ・今後打ち上げられる見込みの、地表面の電波を測定できる地球探査衛星のデータ活用の検討や、上空から機動的に観測する電波監視ドローンのような新たな監視機器の活用の検討を推進。

### 3. 国際連携の強化

#### ● 革新的な無線システムに関する国際動向の情報収集能力の強化

- ・革新的な無線システムについて、その動向を調査し、我が国に影響を及ぼすおそれがある場合においては電波監視体制を早期に構築できるよう情報収集能力の維持・向上を目指す。

#### ● 監視手法や監視データの国際標準化の推進

- ・国際的に未成熟な電波監視手法について、各国の動向を把握するとともに、我が国の取組を情報提供し、国際的に標準化された電波監視手法の早期確立に寄与。
- ・外国からの混信に早期に対応できるよう、ITUに対して短波帯と同様の国際電波監視体制の整備に向けた働きかけを行うとともに、通告に使用する電波監視データについて、世界的に標準化を進めるといった国際連携強化を推進。

## ■ 流通段階の対策を強化するため、試買テスト等の強化、ECモール事業者との連携強化等を推進

### 1. 試買テスト・市場モニタリングの強化

#### ● 販売動向や混信リスクを踏まえて対象機器を拡大する等、試買テストの強化

・ECサイトでの販売動向を加味するとともに、近年の監視業務の結果や電波障害分析の知見を活用しつつ、**混信の発生状況や傾向、リスク等を把握しながら、試買テストの対象を決定**。直近の状況を踏まえ、年度ごとに柔軟に対象を見直しながら推進。（令和7年度試買テストにおいて、先行してドローンの重点的な調査を開始）。また、消費者団体等の他団体への基準不適合機器リスト等の情報共有を含めた連携を強化。

#### ● 販売状況を把握する市場モニタリングの開始

・市場モニタリングとして、**販売状況調査を強化し**、不適合機器の販売状況を**継続的に把握**するとともに、販売事業者等に**対応を促す取組**を推進。

### 2. ECモール事業者等との連携強化

#### ● 試買テスト等の効果的な運用のためのECモール事業者等との連携強化

・ECモール事業者等との情報交換や連携を深め、総務省における試買テストをはじめとする**取組の効果的な運用や改善**に繋げる。また、技適マークをはじめとした制度の**利用者・販売事業者への周知・啓発**を強化に繋げる。その際、販売経路等の実態を捉え、実効性のある取組を推進。

#### ● 販売時の技適情報の活用促進や利用者への適切な情報提供の推進(ガイドラインの見直し等)

・**販売時の技適情報(認証番号等)の提示を推進**する。専ら海外で使用するもの等、例外的に適合性が確認できない機器を販売する場合には、**電波法上のリスクについて消費者への適正な情報提供**を目指して、販売事業者やECモール事業者を対象とした**ガイドラインの見直し等**を通じた理解しやすい表現での確実な情報伝達を推進。また、必要に応じて規制対象や努力義務の見直しを検討。

### 3. 周知啓発活動の強化

#### ● ECサイト利用やインバウンドによる持ち込み無線機器に対する注意喚起の強化、取締状況の周知強化

・ECサイトを通じた一般利用者による外国規格の無線機器の購入、**訪日外国人**による無線機器の持ち込みをはじめ、**近年の不適合機器の利用に至る具体的な状況をターゲットとした注意喚起**や、不適合機器を利用した場合の影響度や**罰則対象となるといった利用者のリスクの明確化**、インターネットターゲット広告の更なる活用等を通じて、周知啓発活動を強化する取組を推進。

・不法無線局の**取締を着実に推進**するとともに、**具体的な取締事例や混信事例の周知を強化**し、利用者の理解促進に努める。

#### ● 集中的で効果的な周知啓発活動の実施、電波教室の活性化

・技適マークをはじめとした制度のより一層の認知度の向上を目指し、他分野の**グッドプラクティスや専門家からの助言**も参考としつつ、**著名人とのコラボレーションや短期で集中した動画配信**、テレビスポット放映を実施するなどの**情報発信手法について検討**し、認知率向上の取組を推進。

・リーチ拡大を目指し、従来、公民館や学校等で開催している**電波教室について**、不特定多数の人出が見込める**ショッピングモール等における試行的な開催**や、**デジタルコンテンツ化を推進**。

# 電波監視体制・未然防止取組強化ロードマップ

		令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度～
電波監視の 基本体制強化	移動監視の強化	移動監視体制強化（先行）	移動監視体制の強化（全国）		
		設備の試験導入	操作性・利便性を向上させた移動監視設備の導入		
		固定センサ配置計画の 検討・策定	固定センサ施設の高度化・再配備		
		業務の棚卸し・優先度付け	重要無線通信妨害対応の重点化、関連規定の整備		
		コンサルティング能力の強化、監視経験値向上の推進			
外部連携の強化	連携強化に向けた意見交換	免許人等との連携強化			
	現行調査請負の拡充		定常監視等の外部委託の拡充		
AI活用やDX推進による 業務効率化		DX化やAI活用による業務効率向上		機能の充実	
革新的な 無線システムへの 早期対応	電波監視体制の 早期構築	メガコンステレーション衛星に対する 監視設備の構築、監視体制の確保	監視の実施・設備の充実		
	技術開発の推進	研究課題の選定	国産技術育成のための研究開発の推進、監視システムの技術開発の推進		
	国際機関との連携強化	情報収集能力の向上・電波監視手法や電波監視データの国際標準化の推進			
基準不適合機器 への対応強化	試買テスト・市場モニタ リングの強化	試買テストの強化・消費者関係団体との連携			
		販売状況調査の改善、事業者との連携	市場モニタリングの開始		
	ECモール事業者等との 連携強化	流通抑止ガイドラインの見直し 事業者等との連携強化	経過観察・さらなる改定の検討		
周知啓発活動の強化	周知啓発活動の強化	周知啓発活動の改善	周知啓発活動の更なる強化		
			電波教室の活性化		

## 電波監視作業班 検討経緯

<p><b>第1回</b> (2025年5月30日)</p>	<p>○事務局説明（電波監視における現状及び課題について）</p>
<p><b>第2回</b> (6月27日)</p>	<p>○事務局説明（不法無線局や混信の未然防止の取組について） ○関係団体等ヒアリング ・TELEC ・CIAJ ・楽天グループ株式会社</p>
<p><b>第3回</b> (8月5日)</p>	<p>○事務局説明（NTN時代の電波監視について） ○関係団体等ヒアリング ・スカパーJSAT株式会社 ・JAXA</p>
<p><b>第4回</b> (8月28日)</p>	<p>○事務局説明（電波監視の基本体制について） ○関係団体等ヒアリング ・REEA ・日本電気株式会社</p>
<p><b>第5回</b> (10月10日)</p>	<p>○事務局説明（電波監視の基本体制について） ○関係団体等ヒアリング ・株式会社東芝 ・アストロカブ株式会社</p>
<p><b>第6回</b> (11月25日)</p> <p>※無線設備の認証の在り方検討作業班との合同開催</p>	<p>○事務局説明（技適マークの表示の現状について） ○事務局説明（不法無線局や混信の未然防止の取組について） ○技適マークの表示方法の在り方（案） ○関係団体等ヒアリング ・株式会社アイシン ・佐賀大学 ・CIAJ</p>
<p><b>第7回</b> (12月25日)</p>	<p>○中間とりまとめ（案）</p>
<p><b>第8回</b> (2026年3月6日)</p>	<p>○報告書骨子（案）</p>
<p><b>第9回</b> (4月17日～21日)</p> <p>※メール審議</p>	<p>○報告書（案）</p>