

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 重点技術作業班
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」のうち「無線を利用したビジネス促進の在り方」（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）について

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 重点技術作業班 報告（案）
目次

はじめに	3
第1章 検討の背景	4
1.1 ワイヤレス技術緊急強化の必要性	5
1.2 ワイヤレス分野の諸課題	6
1.3 ワイヤレス分野の技術トレンド・特徴	8
第2章 我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題	12
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...	12
2.1.1 共通・基盤的なワイヤレス技術.....	13
2.1.2 ワイヤレス人材に関する事項.....	14
2.1.3 考え方.....	16
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	16
2.2.1 国内において確保すべき（残すべき）技術.....	17
2.2.2 将来的なワイヤレス事業への取組の方向性.....	18
2.2.3 考え方.....	18
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..	18
2.3.1 技術のトレンド、今後取り組むべき技術.....	19
2.3.2 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）	19
2.3.3 考え方.....	22
第3章 重点技術領域の特定	23
3.1 重点技術領域の体系	23
3.2 重点技術領域の目的・必要性	25
3.2.1 【システム技術領域】 フィジカル AI・IoT システム.....	25
3.2.2 【システム技術領域】 重要インフラ・ナショナルセキュリティシス テム.....	26
3.2.3 【システム技術領域】 次世代通信システム（B5G）	26

3.2.4	【コア技術領域】AI・フロンティア領域	27
3.2.5	【コア技術領域】素材・部品・デバイス領域	28
3.2.6	【コア技術領域】エンジニアリング・デザイン領域	28
3.3	各領域における重点技術とその工程表	29
3.3.1	【システム技術領域】フィジカルAI・IoTシステム	31
3.3.2	【システム技術領域】重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム	33
3.3.3	【システム技術領域】次世代通信システム（5G）	34
3.3.4	【コア技術領域】AI・フロンティア領域	36
3.3.5	【コア技術領域】素材・部品・デバイス領域	37
3.3.6	【コア技術領域】エンジニアリング・デザイン領域	39
第4章	重点技術領域の推進方策	41
4.1	重点技術領域の推進方策の論点	41
4.2	重点技術領域の推進方策	42
4.2.1	人材確保・育成 フェーズ	43
4.2.2	研究開発 フェーズ	44
4.2.3	制度・環境整備、標準化 フェーズ	46
4.2.4	実証、PoC、マーケティング フェーズ	46
第5章	今後の進め方	48

はじめに

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（主査：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。以下「委員会」という。）は、令和7年諮問第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」のうち「無線を利用したビジネス促進の在り方」（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）に基づき、令和7年9月に「重点技術作業班」（主任：森川 博之 東京大学大学院 工学系研究科 教授。以下「作業班」という。）を設置し、ワイヤレス分野における重点技術領域及び重点技術領域の推進方策等について、専門的な見地から、具体的かつ集中的な検討を行った。本報告は、委員会における検討の結果を取りまとめたものである。

第1章 検討の背景

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、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である。また、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している。

これらのワイヤレス技術を支える我が国の機器メーカは厳しい状況にある。2000年代以降、通信機器の国内生産は減少傾向となっている。1990年代半ばまで内需主導だったが、2000年代後半からはスマホの登場を背景に輸入が急増している。また、グローバル市場における我が国企業のシェアは、2023年時点で携帯電話基地局全体では一桁、スマートフォン端末ではほぼゼロとなっている。通信分野は、かつては成長分野とされてきたが、グローバル競争の激化により、例えば、携帯電話基地局の市場では海外ベンダーが市場を席巻し、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にある。また、国内携帯電話事業者のモバイル関連設備投資額は、2021年をピークとして減少傾向となっている状況であり、インフラ整備に対する投資が伸び悩んでいる。

さらに、ワイヤレスネットワークの整備・運用や、それを利用するためのサービス開発、ユーザ産業におけるワイヤレス人材の不足が見込まれ、将来に亘って我が国のワイヤレス分野の技術力を持続的なものとしていくための人材育成の在り方についても課題となっている。

ワイヤレス技術は国民生活に広く浸透してきている一方、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前述のような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といった現状がある。

こうした状況を踏まえ、委員会の下に作業班を設置し、ワイヤレス分野における市場環境の変化、仮想化・オープン化等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、有限希少な電波のより一層の有効利用の促進に資するとともに、産業競争力の確保、経済安全保障の観点も踏まえ、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を行った。また、上記技術分野を戦略的に推進するために、電波利用料等による研究開発の活用の在り方、人材育成の在り方、その他支援方策など、国、メーカ、ユーザ等関係者において推進すべき取組について検討を行った。

1.1 ワイヤレス技術緊急強化の必要性

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るという認識のもと、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である。ワイヤレス技術は日々進化しており、オープン化、ソフトウェア化・仮想化、AI への対応等が求められている。こうした新たな技術への対応を含め、我が国の有する強みを活かしつつ、ワイヤレス分野の勝ち筋を検討する必要がある。

また、我が国としてどのようなワイヤレス技術を維持・強化していくかを検討する際には、その技術を使ったビジネスがあることが前提になれば技術を残すことは難しく、逆に技術がなければビジネスにはならず、技術とビジネスの両方を一体で考えていく必要がある。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なサイクルを回すことが重要となってきた。

さらに、他の業界・分野の取組を参考にしつつ、ステークホルダ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となってきた。

以上を踏まえ、我が国におけるワイヤレス分野の重要技術の特定及びその推進方策に関する検討に当たっては、次の三つの観点を重視することとする。

観点1 自律性・不可欠性の確保の観点

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

観点3 他分野・他産業との連携の観点



図1-1 検討に当たっての観点

本検討に当っては、これまで記した背景等を踏まえ、まさに今、我が国は官民あげて、ワイヤレス技術の緊急強化を図る必要があるとの認識のもと、

- ・「ワイヤレス技術の自律性や不可欠性の確保・向上」として、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、

- ・「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！」として、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なサイクルを回すこと、ステークホルダ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

を基本的な考え方として、検討を行うこととする。

1.2 ワイヤレス分野の諸課題

ワイヤレス分野は様々な課題に直面しているが、とりわけ、大きく次の3つの課題が挙げられる。市場・技術の不確実性の課題、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、ワイヤレス人材の確保・技能継承の課題である。検討に当っては、1.1の問題意識とともに、これらの諸課題を踏まえることが必要である。

(1) インフラ投資判断の不確実性の課題

新たな通信サービス市場の需要や立ち上がり時期の不透明性に起因し、通信事業者によるインフラ投資判断が遅れ、スピード感で海外に劣後している。また、我が国は技術面で強みを有する一方、市場ニーズに応じた製品化への取組が不十分である。こうした状況下において、ワイヤレス分野で我が国が国際競争力を獲得するべく、市場ニーズ等のマーケット分析を行うとともに、何をすれば、ワイヤレス産業として攻めることができるか、あるいは我が国のワイヤレス産業を守ることになるか、我が国の立ち位置を見出していくことが課題となっている。

(2) 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し、各社ともハードウェア事業では市場シェアを求めて、価格競争が進行している。機能、付加価値がデバイスとソフトウェアに集約しつつある。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にある。

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がある。

日本の強みである素材や部品の事業者と、通信事業者や最終製品事業者との間での競争連携機能が諸外国と比べて薄く、サプライチェーンが縦割りで、統合性に乏しい現状もある。

海外のグローバル通信機器トップベンダーも、資本市場からは厳しい評価にあり、必ずしも国内ベンダーだけが厳しい状況にあるわけではなく、海外ベンダーも苦戦している状況である。こうした状況下において、我が国として、ワイヤレス分野でどのようなエコシステムを形成し、サプライチェーンを構築していくかが課題となっている。

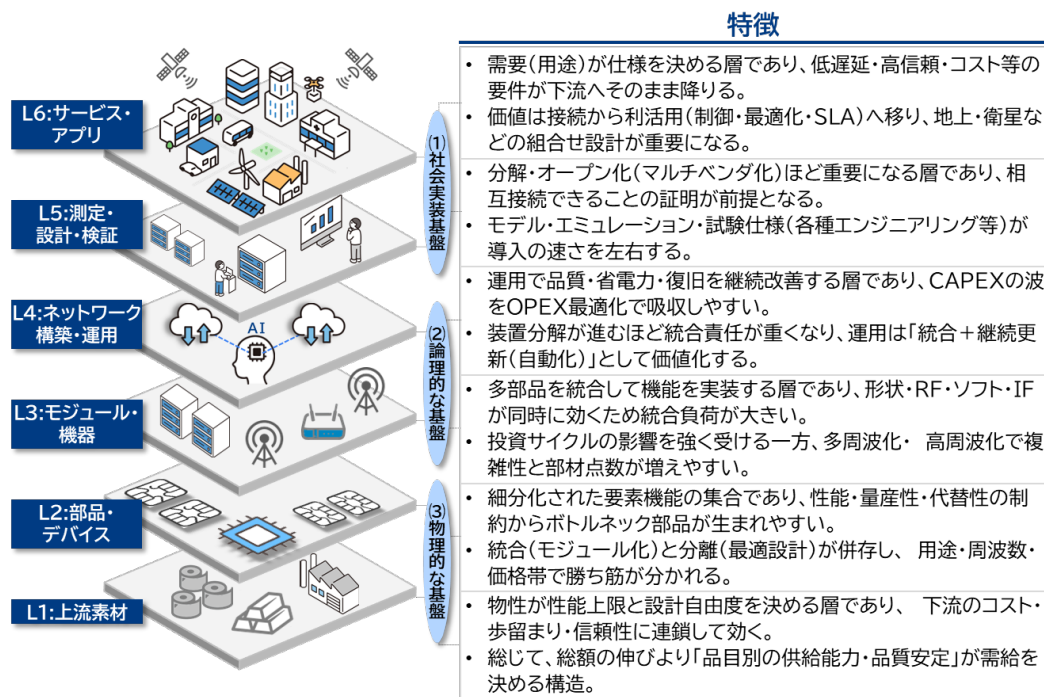


図1-2 ワイヤレス産業のサプライチェーン概要

(出典) 重点技術作業班第6回資料6-1 (株式会社三菱総合研究所提出資料)

(3) ワイヤレス人材の課題

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となりつつある。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しており、AI、ソフトウェアやウェブなど、現在若い人たちが多く参加している分野に比べて、ワイヤレス分野は参加障壁が非常に高いことも課題となっている。技術トレンドと人材ミスマッチが生じており、通信機器のソフトウェア化が進む中で、ソフトウェア人材不足も懸念されている。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されている。

このまま放っておくと、好循環とは逆回りのデフレサイクルが続いてしまい、産業が衰退し、人材が居なくなり、ワイヤレス技術がなくなるおそれがある。後戻りできなくなる不可逆ポイントはどこにあるかを捉え、不可逆ポイントを越えると、どのような問題が顕在化するかも想定しつつ、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好循環なサイクルを回すための方策を見いだしていくことが課題となっている。

1.3 ワイヤレス分野の技術トレンド・特徴

ワイヤレス技術は常に進化しており、今後の技術トレンドを踏まえた検討を行うことが必要である。また、同時に、物理的、システムの側面も含め、ワイヤレス分野の特有の状況を踏まえることが必要である。

今後の技術トレンドとしては、大きく次の（１）から（３）までの３点が挙げられる。

（１）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 (Radio Access Network) の取組が進展しており、これにより、ベンダーロックイン脱却やネットワーク柔軟性の確保等が期待されている。現状、無線設備市場に占めるオープン RAN の割合は 2024 年 5 月現在で約 7% となっているが、2029 年には 25% へ増加するとの予測がある。

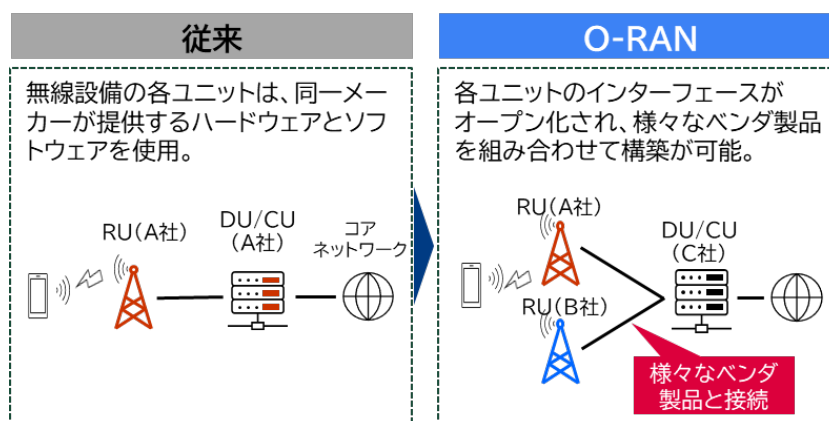


図 1-3 無線設備のインターフェースのオープン化

(出典) 重点技術作業班第 3 回資料 3-1 (株式会社三菱総合研究所提出資料)

(2) 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 (Virtual Radio Access Network) 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り、これにより、ネットワーク運用の効率性向上やコスト低減につながることを期待されている。今後、vRAN は大幅に拡大し、無線設備市場のうち vRAN が占める割合は現状の約 8%程度から 2028 年には 20%へ増加するとの予測もある。

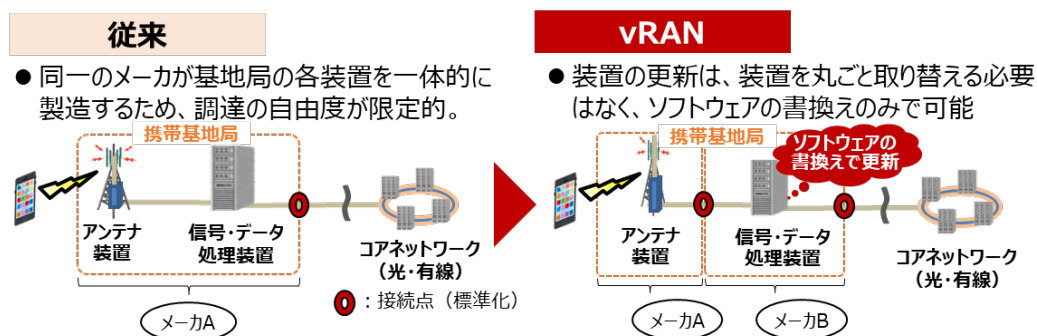


図 1-4 vRAN のイメージ

(3) 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となる。我が国は vRAN、AI RAN の開発で先行している。

さらに、今後、自動運転やロボティクスへの AI の適用など、フィジカル AI の実現にはワイヤレスネットワークが不可欠であり、AI とワイヤレス技術の融合が進展していくことが期待される。

一方、ワイヤレス分野の特徴としては、大きく次の (4) から (7) までの 4 点が挙げられる。

(4) 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、アンテナ等の部品やデバイスなど、アナログ技術は、最終的に電波を送り、受けるためには不可欠なものである。このような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求められている。

(5) 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・デザインの能力が求められている。

(6) 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が指摘されている。これに対して、ワイヤレス産業と他分野・他産業との連携を設計・構想段階から図るワイヤレス・バイ・デザインの取組が求められている。

(7) 周波数の高度利用を図ることが必要

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にある。ミリ波は波長が極めて短く、伝送距離が短い一方、大容量通信が可能である中、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されている。

また、既存周波数が逼迫しているなか、時間・空間・機能の各軸での高度利用を図るなど、周波数の更なる有効利用を図ることが求められている。

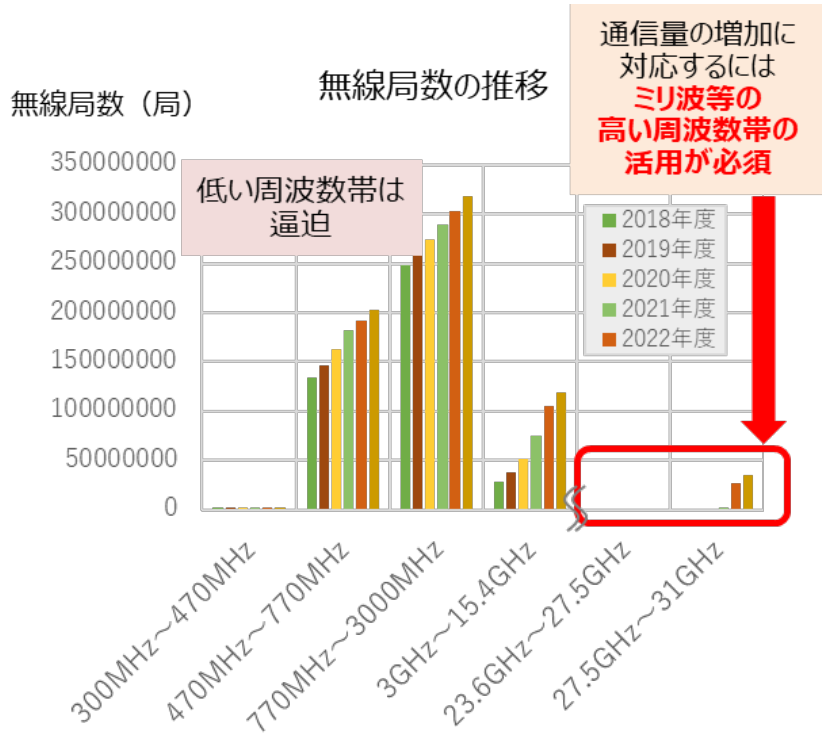


図 1 - 5 無線局数の推移

第2章 我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題

検討を行うに当たって、我が国のワイヤレス分野を取り巻く現状と課題を把握するため、作業班において、ワイヤレス分野を取り巻く現状と課題について、構成員・関係事業者等へのヒアリング等を実施した。

その際、ワイヤレス技術が活用される領域として、以下の3領域を念頭に現状と課題の整理を行った。

1 共通・基盤的なワイヤレス技術、ワイヤレス人材等の領域

ワイヤレス技術の利用範囲の拡大に伴い、ワイヤレスシステムを構成する部材や素材といった共通・基盤的な技術の重要性が増している。また、将来に亘って我が国のワイヤレス分野の技術力を持続的なものとしていくためには人材育成は大きな課題となっており、ワイヤレス技術を支える人材育成の在り方等も重要である。

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領域

警察・消防無線、市町村防災行政無線、鉄道・電力用無線、気象レーダ等、我が国の安全・安心や、重要な社会インフラ基盤を支える業務においても、ワイヤレス技術が活用されている。

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領域

携帯電話事業者（キャリア）が構築する通信ネットワーク（基地局等）は、我が国の経済や社会を支えるインフラ基盤であるとともに、市場はグローバルに広がっており、最先端の技術の導入・活用が行われている領域である。

ここでは、それぞれの現状と課題について、ヒアリングにおいて聴取した意見等を整理した上で、考え方を示すこととする。

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

ワイヤレス技術は様々な製品やシステムに用いられる中、それらの共通・基盤的なワイヤレス技術としての素材・部品・デバイスについて、また、ワイヤレス

人材等に関する現状と課題について、ヒアリングにおいて聴取した意見等を整理する。

2.1.1 共通・基盤的なワイヤレス技術

- RFの設計やSOCの開発は、単なる理論だけではなくて、経験値や職人的な感覚が必要である。ICを使った製品開発とは異なり、RFやSOCの開発を基礎から教育することや人員確保に苦心しており、無線機の開発に必要な基礎教育の充実は必要である。
- 無線通信において信号の送受信の処理を行う基盤技術であるRFの設計に係るノウハウの積み重ねは重要である。市販の集積回路（IC）を採用して容易に設計を行うこともできるが、公共分野等で求められる一定以上のレベルの製品については、市販のICでは設計評価基準を満たさないことが多く、独自に個別部品を組み合わせて回路設計を行うことがある。
- RFの部品領域は世界の中でも日本のプレゼンスが極めて高い。フィルタやパワーアンプを国内の工場等で生産して海外に展開することでグローバルにも強みを持っている企業や、高い性能の領域のところに絞ったアンプ・制御技術・フィルタの開発をしている企業もあり、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議論が必要である。
- 大企業だけでなく、ローカル 5G や、自動運转向けの通信システム等を手掛ける組み込み系のベンチャー・中小企業を支援し、日本発のチップやシステム組み上げを後押しすることも有効ではないか。

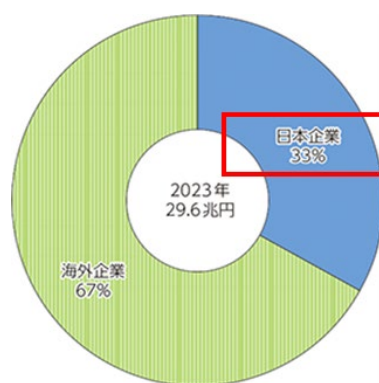


図2-1 世界の電子部品市場（売上高）のシェア¹

（出典）令和7年度情報通信白書

¹ 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。

- ものづくりからコトづくりへの流れが加速し、コア技術の競争力が低下していることが懸念される。ワイヤレス分野では、一度技術を失えば、復活には莫大なコストと時間が必要である。日本が強みを持つオープン RAN 等の技術に加えて、スマートフォンやロボット、車を含む IoT 機器等、エッジに関する日本のエコシステム維持・強化への支援は、国力強化、経済安全保障の確保の観点からも必須である。
- 部材系ベンダーの中には、そのサプライチェーンの中で大きなプレーヤーの下に入り込むことで大きく海外での売上げを伸ばしている事例を見ることができる。サプライチェーン上の位置づけやそこに入り込む競争力が、部材系ベンダーと上のレイヤーのセット系ベンダーで大きく違い、上に行けば行くほどスケラビリティや統合的なオペレーション、保守運用体制といった大きなスケールを持たないと競争できないという市場構造がある。

2.1.2 ワイヤレス人材に関する事項

- 資本の論理で仕方がないという見方もあるが、このままにしておくと、日本からワイヤレス技術やノウハウがなくなってしまうことが最大の懸念である。一度撤退してしまうと、この分野は再参入の障壁は非常に大きく、日本で培ってきたノウハウがなくなってしまう、人材が育てられなくなってしまうという点が非常に大きな課題である。
- 我が国において現状のまま何もしていないと、産業自体も細ってくるし、人材も細ってくる。人材育成の裾野の広さも重要であり、特に、上位のアプリケーションに近いところで試行錯誤できる環境も必要で、そこでのイノベーションがより求められる。
- 人材育成の面では、どこの大学や研究機関がワイヤレス分野に注力しているか特定しながら、ワイヤレスに関する技術や知見を獲得することが将来的にどうプラスになるかを周知していく活動など、すべての関係者が協力して取り組んでいくべきである。
- 日本のエレクトロニクス企業は、20 世紀には技術力の高さに裏づけられた機能・性能の価値を競争優位の源泉としてきたが、戦略・マーケティング等の力はつかないまま成長してきた。現在でもエンジニアの能力は高いが、戦略・マーケティングの能力の欠如が、単に技術力競争ではなくなった通信産業の競争における弱みである。企業内で戦略・マーケティング人材の登用とエンジニアに対する戦略・マーケティング能力のリスクリングが必要である。
- 無線機器メーカーは、直近で儲かるビジネスに特化する形で人材の配置・育

成を行っており、その他を切り離す方向性となっているが、切り離しの対象になりかねない通信事業領域にも高い技術力を有したエンジニアが多数いる。ここに戦略能力を付加するか、リスクリングすることで、小規模でも生き残れる事業戦略を構築できるよう、国を挙げてサポートしていくことが大切である。

- 技術開発コミュニティを拡大して競争力に転化していくこと、大学や国研等をフル活用した人材育成や産学連携に国も積極的に投資をしていくことが重要。大学は産学官の様々なステークホルダのいわば交差点であり、大学を核とした人材育成を行うべく、大学をプラットフォームとして使っていただきたい。大学や研究機関を特定・指定して、情報通信分野の変革を駆動する特定研究開発プラットフォーム拠点を形成し、特に大学経営改革と連動した好循環を形成する仕組みの実装を後押しする拠点型のファンディングを行うなど、思い切った政策を打っていただきたい。

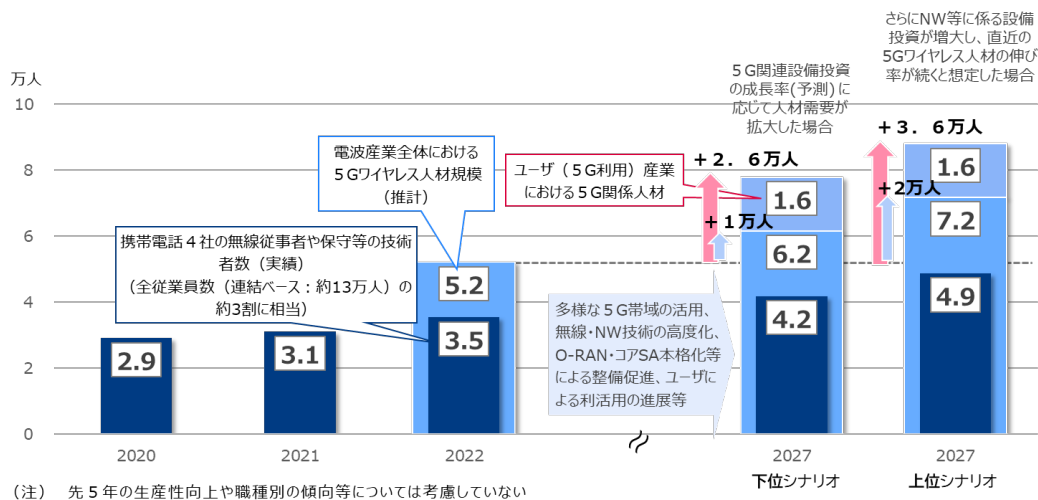


図 2-2 ワイヤレス人材の不足²

(出典) 重点技術作業班第1回資料1-4 (事務局資料)³

- 外資系ベンダーの日本拠点において、国内の優秀な無線エンジニアを受け入れるアプローチを検討することも考えられる。
- 人材にも、ワイヤレスを開発する側の人材と利用する側の人材があって、両方が必要である。すべての産業において無線が必要であり、利用する側

² 5Gビジネスの拡大とともに、人材が更に必要となることが想定されるところ、今後5年間で、電波産業においてネットワーク整備・運用に携わる「5Gワイヤレス人材」(電波産業において5G・ワイヤレス等ネットワーク整備・運用に携わる人材)が+1~2万人程度必要、また、ユーザ企業側における「5G利用人材」(5Gを活用したサービス開発やユーザ産業において5G利活用に携わる人材)が+1.6万人程度必要であることが見込まれている。

³ デジタル変革時代の電波政策懇談会5Gビジネスデザインワーキンググループ第7回(令和5年4月26日) 株式会社三菱総合研究所提出資料を基に作成

にも無線を分かっている人材、保守・運用する人材が多数必要になるはずで、そこが弱体化していくのは避けるべきである。

- 現在、優秀な若手人材の関心はソフトウェアやAIに向いており、電気通信産業は避けられがちな状況にある。そのため、ワイヤレス分野にAIやソフトウェアの要素を戦略的に絡めることで、若者を惹きつける体制づくりが必要である。
- ワイヤレス技術単体ではなく、自動運転やリニア新幹線の通信システムなど「ユーザ側の視点で何が実現できるか」を見せることで、学生や若い人材を惹きつけることが重要である。
- モバイルシステム全体を設計・構築できる「システムアーキテクト」的な人材が不足しており、重点的に対策する必要がある。ワイヤレス単体の知識だけでなく、アプリから物理層まで、クラウドから端末まで、全てをフルスタックで理解した人材を育成する必要がある。

2.1.3 考え方

ワイヤレス分野は、電波を出すところは必ずアナログ技術が使われる。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、アナログ技術を保有し続けることが必要である。また、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である。

また、大学等と連携したワイヤレス人材の育成が必要である。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、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である。

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

ワイヤレス技術は、警察・消防無線、市町村防災行政無線、鉄道・電力用無線、気象レーダ等、自営網や国・地方公共団体等の公共分野において、我が国の安全・安心や、重要な社会インフラ基盤を支える業務の領域で活用されており、この領域における現状と課題について、ヒアリングにおいて聴取した意見等を整理する。



図 2-3 公共分野におけるワイヤレス技術の利用イメージ

(出典) 重点技術作業班第4回資料4-5 (日本無線株式会社提出資料)

2.2.1 国内において確保すべき(残すべき)技術

- この領域で我が国が強みを持つべき技術、今後開発すべき技術としては、狭帯域の通信技術、ミリ波技術、多重無線、衛星-地上の統合技術のほか、高付加価値の技術・特定用途技術として、気象レーダ等、特殊でコモディティ化していない高付加価値のもの、アンテナ技術、中・短波の大電力の送信機の開発等が挙げられる。
- 公共分野の無線システムはライフサイクルが長く、10年から15年使用前提でものづくりをする必要があるとともに、稼働の安定性が求められる一方、特定の規格に沿ったシステムが多く、汎用性が低いといった特徴がある。収益率が低く、人材不足の中で、リソース確保や研究開発が難しい状況にある。

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

図 2-4 事業継続上の課題

2.2.2 将来的なワイヤレス事業への取組の方向性

- 国内大手ベンダーはソフトウェアに事業の重心がシフトしていると感じている。いわゆる個別のものづくりは手間がかかるため、少し敬遠されている傾向があると感じている。それに対して、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ものづくりを軸とした展開を日本の社会インフラ事業に対して提供していき、それを広げていきたいと考えている。他社ベンダーが海外市場に出るのであれば、我々がその後の日本の無線を責任持って提供していく思いで進めている。
- いわゆる社会インフラにおける ICT 事業領域は全部責任を持ってやりたいと考えている。
- グローバル化したいが、日本に特化した仕様や各省庁に特化した仕様を一生懸命つくる中で、それをそのまま海外に持っていけない。周波数や仕様が違うということ、日本の仕様はとても高機能でコストが高いということがあり、そのまま外に持っていくというのは難しい状況である。

2.2.3 考え方

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である。

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である。

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

ワイヤレス技術は、携帯電話事業者（キャリア）が構築する通信ネットワーク（基地局等）において活用されており、この領域における現状と課題について、ヒアリングにおいて聴取した意見等を整理する。

2.3.1 技術のトレンド、今後取り組むべき技術

- 狭い領域の技術力に加えて、どこかと組むことを考えていかない限り、オープン化はできない。無線である程度広いエコシステムでうまくつくり上げる中で、光、無線、ネットワークの装置、オートメーションやAIを使ったネットワークマネジメントシステムなど、ピンポイントの技術を提供し、大きなフレームワークはどこかと組んで提供する事業モデルを考えている。その中でゼロタッチプロビジョングのような技術は必須と考えている。
- 6G時代においてAIトラヒックが支配的になると、AIに最適化したネットワーク構築のノウハウが今後は非常に重要である。AIネイティブインフラというのが国力を左右する可能性も出てくる。
- AIテクノロジーは、生成AIだけではなくオートメーションやオーケストレーションという観点で不可避である。今後、オープンRANも、AI利用の拡大に向けた計算機資源を提供していく、ケイパビリティを持つための技術として再定義されるのではないかと。また、複数の計算機資源を持った基地局が連携するときにはオーケストレーションが必要であり、このオーケストレーションをどのように実現するか、省電力や高効率を意識していかないと、オペレーションが成り立たないといったことも起きうる。
- 「電波資源」と「エネルギー資源」の有効活用という視点は重要であり、6Gに向けた評価指標として、「1ビットあたりの消費エネルギー (J/bit)」や「1ビットあたりのコスト」など明確なパラメータを設定することも考えられる。電波の用途については、「通信」「エネルギー伝送」「センシング (ISAC等)」の3つの軸で捉えるべきである。

2.3.2 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)

- 海外の基地局ベンダーと比べて、日本の基地局ベンダーが圧倒的に劣っている点については、規模の経済や最先端の技術を取り込む速度ではなかったかと認識。ビジネスの成否は、技術は当然必要になるが、事業戦略、販売網の構築、アフターケア、サポート体制の構築など、非常に複合的なもののトータルとしての成否であり、そうしたところを今後さらに磨いていく必要がある。また、研究開発だけ支援しても、その際になかなか結び付かず、海外の販路をどう構築していくか、どう体制をつくっていくか、どう製品戦略と結びつけていくかが非常に重要である。マーケティングなど

の活動が非常に重要であるところ、各社そういったところで苦しんでいる。

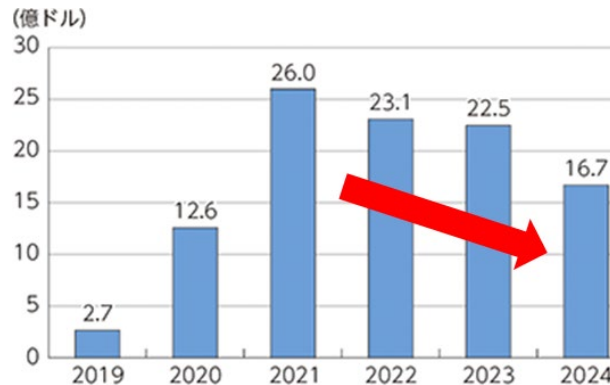


図 2-5 日本の 5G 基地局（マクロセル）の市場規模（出荷額）

（出典）令和 7 年度情報通信白書

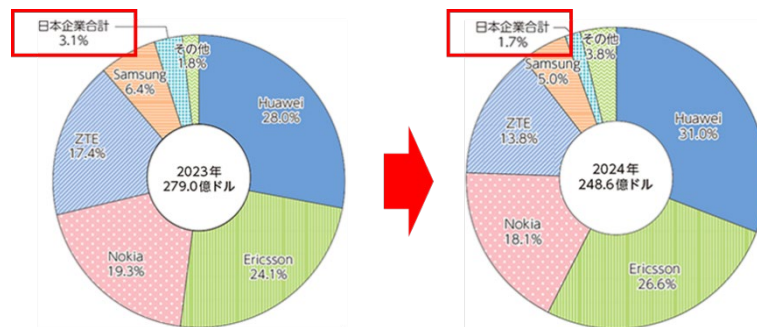


図 2-6 世界の 5G 基地局（マクロセル）のシェア（出荷額）

（出典）令和 7 年度情報通信白書

- 国内キャリア依存の脱却は、大きな事業上の危機でもあり、大きなチャンスでもある。実際に物になるかどうかは未知数であるが、AI RAN など、実証実験やフィールドトライアルをする中で顧客との関係性を構築するという経験を経るとともに、国内の通信事業者も 2028 年、29 年に向けては新たなインフラを仮想的に作り上げていく動きが出てくることを想定して対応していく。
- 国内ベンダーにとって、国内事業は根幹の事業になる。国へ期待したいことは、何が何でも国内キャリアが国内ベンダーを使うことではなく、いわゆる仮想化、オープン化に対する流れをいかにキープしながら、2028 年、29 年に向けインフラの更改を促すことである。これから数年で成長した国内ベンダーの存在感を持って、国内キャリアにアプローチできることを考えていきたい。
- 国内ベンダーの競争力がなくなってしまった理由について、新しい技術の

取り込みにおいて、海外ベンダーは様々なキャリアの意見を聞いて、先取りして機能盛り込みをしていくスタイルであるのに対して、国内ベンダーは製造請負的な思想が残っていて、キャリアから指示をしないとなかなか機能実現ができない。標準化が進んだシステムであり、標準化した機能を素早く開発することにより、顧客ニーズに合わせてタイムリーに提供できることが海外ベンダーの競争力の源泉になっており、そうして市場を広げていった結果、日本ベンダーは品質もコストも劣勢に立っているのではないかと考える。

- キャリアとして国内ベンダーにも様々な選定のタイミングで声かけはしているが、コストや機能的なところで、国内ベンダーの機器の採用にはつなげていない。伝送装置やコア周辺システムで国内ベンダーの製品を活用している実績はある。
- キャリアとして、基本的には国内・海外ベンダーを問わず、サプライチェーンがどうなっているか、こういった形でものを調達しているかをチェックしている。国内ベンダーに対して特段優遇することも排他することも行っていない。ただ、調達のサプライチェーンにおいて、国内メーカーが弱かったという経験はある。
- サプライチェーンリスクや、価格競争の競争環境をつくる、あるいは技術的な競争環境をつくるという意味で、なるべくマルチベンダー化している。新しいベンダーを選定することができるある程度のボリュームやタイミングがあれば、積極的に新しいベンダーを選定し、より新しい技術を安いコストで導入していく機会を狙っていく形で進めている。

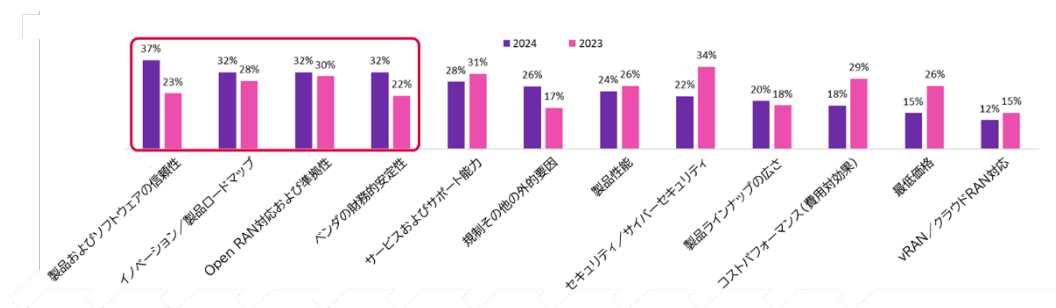


図2-7 RANベンダーを選定する際に最も重要な基準（最大3つ）⁴

（出典）重点技術作業班第3回資料3-1（株式会社三菱総合研究所提出資料）⁵

⁴ OMDIA 社による世界各国のキャリアに対するアンケート調査結果（2024:101社、2023:106社）。2024年では、「製品及びS/Wの信頼性」や「財務的安定性」、「Open RAN対応」など、品質・継続性に関する基準が上昇。一方で、2023年に相対的に高かった「低価格」や「コストパフォーマンス」志向は後退。このようにRANベンダー選定において「コスト中心」から「信頼性・サポート重視」へシフトする傾向。

⁵ OMDIA "Service Providers RAN Survey – 2024" を基に三菱総合研究所作成

- 1つのベンダーに完全に依存してしまうと、キャリアの事業の品質がベンダー次第で左右されてしまうので、複数社に分けて、それを我々の中でも競争させて、品質がいいものをたくさん買う、品質が悪いものはだんだんシェアが減っていく、といった緊張感を持った関係で取り組んでいきたい。
- 5G SAによるネットワークスライシングを活用した高品質で付加価値の高い通信サービスでマネタイズしていく方向性を追求すべきである。SAへのキャリアの投資が鈍っているのはこうしたマネタイズの戦略を描ききれていないからであり、これがうまくいくと分かれば一気にSA化が進むと考えられる。

2.3.3 考え方

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)が想定される。また、AIも活用したゼロタッチプロビジョニングや、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されている。

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、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である。国内ベンダーにとって、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。一方、オープンRAN、vRANを海外に展開するためには、国内での実績も重要である。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、サプライチェーンをどのように考えるかの検討も必要である。

第3章 重点技術領域の特定

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、前章において整理したワイヤレス分野の現状と課題、第1章で示した検討の観点（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）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う。

重点技術領域を検討するに当たっては、次の5つの軸を踏まえることが適当である。

- (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、測位、高周波利用設備）

3.1 重点技術領域の体系

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、工程表の整理を行った。

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した上で、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、以下のとおり重点技術領域を特定した。

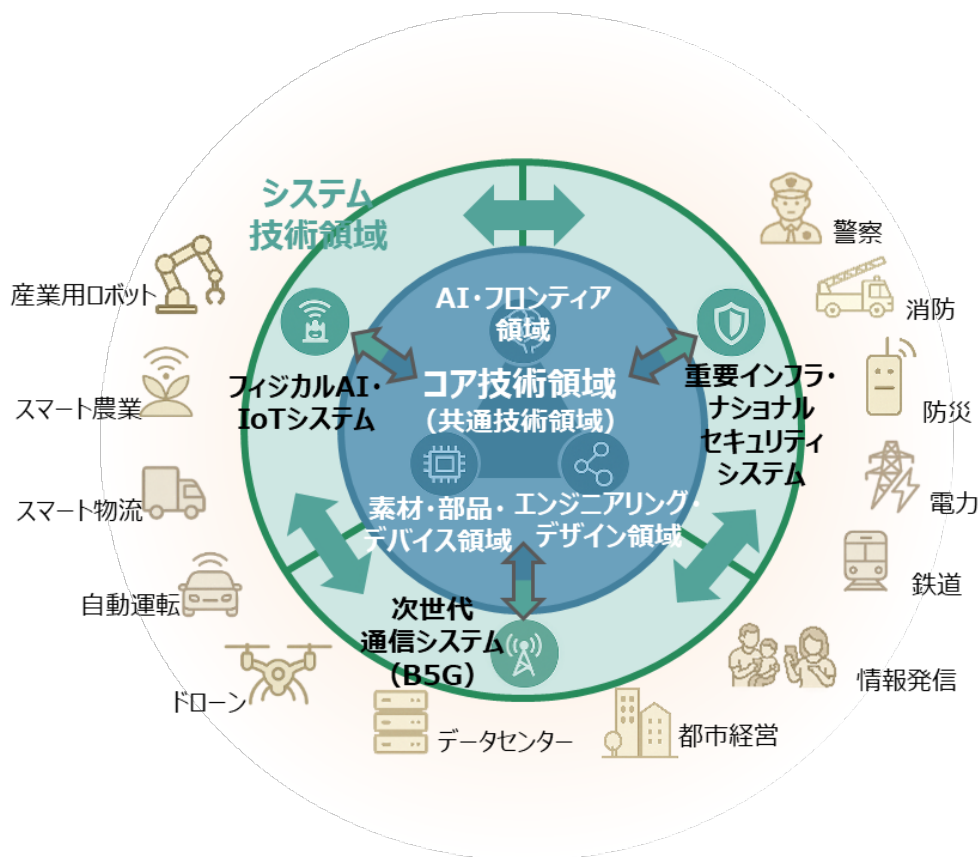


図 3 - 1 重点技術領域の全体像

1 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

2 コア技術領域

- 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

ここで、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である。

また、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である。

なお、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。

3.2 重点技術領域の目的・必要性

それぞれの重点技術領域の目的・必要性は次のとおりである。

3.2.1 【システム技術領域】フィジカル AI・IoT システム

自動運転車、生産ロボット、介護ロボット、工場の生産設備、センサーネットワークなど、フィジカル空間上のあらゆるモノにワイヤレスシステムが組み込まれ、ワイヤレス通信によりネットワークに接続され、様々なデータを収集し、また、AI 等の活用により自律的、自動的にフィジカル空間に適時的確にフィードバックを行う、フィジカル AI、IoT といったシステムの実現、展開が見込まれている。

このようなシステムの実現には、ワイヤレス技術の活用が必須であり、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、今後の社会経済活動に必要不可欠なものとなる。様々なフィジカル空間の情報や制御情報が通信されることから、これらの情報を自らコントロールする観点から、我が国として、

自律性を確保する必要がある。また、今後の成長が期待され、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を獲得することで、世界をリードしていくことが必要である。

具体的には、いつでもどこでも接続可能な、コネクティビティの確保のためのワイヤレスの接続領域の拡張、無線ネットワークの構築に必要な回線・エリア設計、様々なフィジカル・IoTシステムに適用される無線チップ技術や、組み込み系技術などに関するノウハウや技術の獲得・継承が求められる。また、その際、システムを開発する側と、ワイヤレス通信を設計する側で意識の乖離が無いよう、両者を繋ぐインターフェースやプラットフォームの構築が重要である。

3.2.2 【システム技術領域】重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム

警察・消防無線、市町村防災行政無線、放送、鉄道、電力用無線、レーダなどに活用されているワイヤレス技術は、我が国の安全・安心や重要な社会インフラを支える基盤となっている。

このような、重要インフラ・ナショナルセキュリティの領域に用いられるワイヤレスシステムは、ライフサイクルが長い一方、その間に製品・サービスの供給途絶や、保守・サポートが継続困難となった場合、我が国の社会・経済活動に直接大きな支障が及び、また、国民の安全・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、自律性を確保するために強靱なサプライチェーン（供給体制）を構築・維持するとともに、設計技術等のノウハウを含めたワイヤレス技術を保持する必要がある。

具体的には、先進的な技術だけでなくレガシーな技術も含めて、高度かつ特殊なニーズへの対応、技術の継承・確保を図っていくことが必要である。また、使用する部品の汎用性が低く、そのEOL（End of Life：提供終了時期）が短いことから、修理・更新を行う際に、部品の製造中止、あるいは事業撤退により部品調達が不可といった問題が生じている。あるいは、国内ベンダーの撤退等により部品調達において海外ベンダーへの依存度が高まる事態が生じている。自律性の確保の観点から、システムに用いられる部品・デバイスも含めて、この領域におけるワイヤレス技術を保持する必要がある。

3.2.3 【システム技術領域】次世代通信システム（B5G）

携帯電話事業者（キャリア）が構築する通信ネットワークは、我が国の経済や社会生活に不可欠な情報通信インフラである。市場はグローバルに広がってい

る一方、従来のハードを中心とした基地局装置はグローバルにも価格競争やコモディティ化が進展し、国内ベンダーはグローバル市場で海外ベンダーに劣後している。また、国内キャリアにおいても海外ベンダーへの依存度が高まっている。

こうした中、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ではないかとの指摘があるほか、基地局（無線設備）の仮想化やオープン化の取組が進んでおり、当該分野において先行した取組を進めていた我が国はグローバルに国際競争力（不可欠性の確保）を高めることができる余地があるとの指摘もある。不可欠性を確保することにより、主要海外ベンダーとの交渉力を高めることにもつながる。（現状のままであれば、我が国のワイヤレス産業が縮減し、ワイヤレス人材が確保できず、関連技術を失うことになる。）

国内ベンダーがステークホルダの理解のもと経営層を含めたビジネス戦略を策定した上で、組織体制（人材確保）や経営資源を用意し、事業に取り組むことを前提として、高度な RU を構成するための無線素子、チップの設計・開発技術、オープン RAN、vRAN に関する技術、AI の適用・活用に関するワイヤレス技術を保持する必要がある。

3.2.4 【コア技術領域】 AI ・ フロンティア領域

AI の進展に伴い、AI をワイヤレス技術に活用し、周波数の更なる有効利用や、ワイヤレスネットワークの運用・保守の効率化・自動化が期待されている。また、一般的に、最先端技術が先行して実装される市場には、グローバルな研究開発投資が向けられる傾向があり、我が国はグローバルベンダーからも一定の注目をされている市場である。

AI をワイヤレスネットワークに活用すること（AI for RAN）により、我が国の周波数の使用状況やモバイルネットワークの構成など、自国のデータを AI に学習させることにより、我が国の事情に応じた最適な周波数の有効利用や運用・保守の効率化・自動化が可能となる。仮に海外ベンダー製の AI を導入した場合、他国の学習データに基づき、我が国にとって最適解が得られないおそれがある。したがって、自律性の確保の観点から、国内ベンダーによる AI を活用したワイヤレス機器の開発・設計、国内への供給体制の確保が求められる。逆に、グローバルにも、今後、海外ベンダーが AI を活用したワイヤレス機器の開発・生産を行うことが見込まれる中、我が国が率先して、開発・生産を先進的に行うことで、自国・他国のデータに基づく優れた AI を活用したワイヤレス機器を開発することができ、これ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の獲得（不可欠性の確保）が期待される。

さらに、ワイヤレス分野が厳しい状況にある一方、我が国には、先進的な技術を生み出す土壌はまだ残されている。グローバルな研究開発投資を得ていく観点からも、将来の発展の種となる技術を生み出し、世界に先駆けて先端技術を実装し、先行した市場を作っていく環境を整備し、海外の有力プレーヤーとも連携して、グローバル市場のニーズを反映した研究開発の枠組みやサプライチェーンを意識した不可欠性の確保に資する取組が重要である。

3.2.5 【コア技術領域】 素材・部品・デバイス領域

RF の部品領域は世界の中でも日本のプレゼンスが高い。他方、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、こうしたアナログ技術を維持し続けることが必要である。

また、我が国においては無線通信用専用チップ（ASIC）の開発体力がなくなってしまったことから、外国の ASIC の採用や、FPGA に頼ることが多く、外国のチップベンダーへの依存度が高まり、ハード面でもコスト面でも競争力を失っている。こうしたことから、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・獲得していくことが必要である。

具体的には、多様なシステムへの応用を見据えた ASIC の設計、開発等を国内ベンダーが協調して行うことや、部品・デバイスの共用化を図ることが求められる。また、ミリ波 RF デバイスなどの先進的な技術の開発とともに、レガシーな技術としての RF モジュール、フィルタ、アンテナ技術等の開発も含めて、ワイヤレス技術の維持・強化が求められる。

3.2.6 【コア技術領域】 エンジニアリング・デザイン領域

経済社会活動や国民生活にワイヤレス技術が欠かせないものになっている現在、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となっている。

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、ワイヤレス産業と他分野・他産業との連携を設計・構想段階から図る「ワイヤレス・バイ・デザイン」を進めるための取組が求められる。また、医療機関、公共施設や大規模会場におけるワイヤレスシステムの活用において、様々な機器との干渉・混信が生じないように、ワイヤレス空間をコーディネートする技術や人材は、今後その重要性が増してくると考えられる。このような技術や人材を維持・強化していくことは、ワイヤレスシステム全体の競争力を強化するとともに、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つながるものである。

具体的には、ワイヤレスネットワークの構築におけるエリア設計のノウハウや回線設計技術、電波環境の計測・評価技術は、円滑かつ効果的にワイヤレス機器を設計・開発するためには欠かせないものである。これまで国内ベンダーが培ってきた基礎技術やレガシー技術の技術継承を含め、ワイヤレスのエンジニアリング・デザインの技術は、我が国として保持・伸長する必要がある。

3.3 各領域における重点技術とその工程表

各重点技術領域における、我が国として残すべき／伸長させるべき個別の重点技術として、以下の表のとおり整理した。

表3-1 主な重点技術

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)
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精度 PNT⁶ ● 近距離測位・センシング ● NTN⁷ ● 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	(2) 公共分野 (5) 高度な技術等	<ul style="list-style-type: none"> ● 重要インフラ向け無線 ● ミッションクリティカル通信 (MCX⁸等) ● 長距離・代替通信技術

⁶ Positioning, Navigation, Timing

⁷ Non-Terrestrial Network

⁸ MCX : Mission Critical Communications

ユリティシ ステム		<ul style="list-style-type: none"> ● 放送・マルチキャスト型伝送 (5G-MBS⁹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 (5G)	(3) 先進的・不可欠性 (4) 先進的・自律性	<ul style="list-style-type: none"> ● 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) ● ISAC¹⁰ (通信+センシング) ● メタサーフェス (RIS/IRS¹¹)
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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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/QKD¹²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	<ul style="list-style-type: none"> ● 無線 SoC/ASIC¹³ ● 高効率 PA¹⁴・広帯域 ADC-DAC¹⁵ ● サブ THz/THz デバイス ● マルチバンド RFFE¹⁶ ● 先端パッケージ ● 低損失基板材料/ABF¹⁷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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● OTA¹⁸・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

⁹ 5G-MBS : 5G Multicast-Broadcast Service

¹⁰ ISAC: Integrated Sensing and Communications

¹¹ RIS: Reconfigurable Intelligent Surface, IRS: Intelligent Reflecting Surface

¹² PQC : Post-Quantum Cryptography, QKD: Quantum Key Distribution

¹³ SoC : System on Chip, ASIC: Application Specific Integrated Circuit

¹⁴ PA : Power Amplifier

¹⁵ ADC/DAC : Analog-to-Digital Converter/Digital-to-Analog Converter

¹⁶ RFFE : RF Front End

¹⁷ ABF : Ajinomoto Build-up Film

¹⁸ OTA : Over-The-Air

これらは、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したものである。

なお、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である。また、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したものである。

特に、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つに類型化を行ったものである。

- 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。

3.3.1 【システム技術領域】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・收容）、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である。

表 3-2 技術の種類と主な技術

技術の種類		主な技術（例）
認識・時空間技術	状況把握と位置・時間整合を担う技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精度 PNT ● 近距離測位・センシング
接続・収容技術	多数端末・移動体・広域環境でも接続を維持する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● NTN ● Ambient IoT ● Massive IoT ● モビリティ向け通信
制御・運用技術	低遅延制御と運用・保守・安全を現場で成立させる技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 自律再構成無線 ● MEC フェデレーション

- 高精度 PNT：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・作業員の協調制御や安全運行を可能とする。
- 近距離測位・センシング：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。
- NTN：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。
- Ambient IoT：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。
- Massive IoT：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。
- モビリティ向け通信：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。
- 自律再構成無線：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。
- MEC フェデレーション：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。



図 3-2 フィジカル AI・IoT システムの工程表

3.3.2 【システム技術領域】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である。

表 3-3 技術の種類と主な技術

技術の種類		主な技術（例）
継続通信・指揮連携技術	障害・有事下でも指揮・連携・制御を維持する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 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）
代替伝送・広域バックアップ技術	地上網の毀損時でも広域・端末等へ最低限伝送する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 長距離・代替通信技術 ● 放送・マルチキャスト型伝送（5G-MBS等）
耐妨害・監視技術	妨害下でも位置・時刻・広域監視を維持する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● PNT 妨害耐性設計 ● 電波センシング・レーダ

- 重要インフラ向け無線：電力・交通・公共施設等の設備監視や制御を止めず、平時から災害時まで安全運用と保守継続を可能とする。
- ミッションクリティカル通信（MCX等）：事故・災害時でも現場と指揮拠点の即時連携を確保し、優先通信・確実な指示伝達・緊急対応を可能とする。
- 長距離・代替通信技術：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、広域バックアップ通信を実現する。
- 放送・マルチキャスト型伝送（5G-MBS等）：多数の端末・住民に一斉に情報を届け、避難情報・警報・公共情報の確実な周知を実現する。
- PNT 妨害耐性設計：GNSS¹⁹妨害や遮断環境下でも位置・時刻を維持し、重要インフラや防災活動の継続運用を可能とする。
- 電波センシング・レーダ：広域監視や侵入検知、異常兆候の把握を高信頼に行い、危険予兆の早期把握と状況認識を実現する。



図3-3 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステムの工程表

3.3.3 【システム技術領域】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

¹⁹ GNSS : Global Navigation Satellite System

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である。

表 3-4 技術の種類と主な技術

技術の種類		主な技術（例）
アーキテクチャ・制御技術	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	<ul style="list-style-type: none"> ● RAN 高度化技術（オープン RAN/vRAN 等） ● RIC ● ゼロトラスト RAN
分散無線・高性能実装技術	分散・高密度環境でも容量・遅延・品質を維持する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 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）
機能融合・環境適応技術	通信機能の拡張と伝搬環境の制御を可能とする技術	<ul style="list-style-type: none"> ● ISAC（通信＋センシング） ● メタサーフェス（RIS/IRS）

- RAN 高度化技術（オープン RAN/vRAN 等）：特定ベンダーに閉じない柔軟な構成を可能にし、拡張・更改しやすい無線アクセス網を実現する。
- RIC：通信状況に応じて無線資源や品質を動的に最適化し、高効率なネットワーク運用を実現する。
- ゼロトラスト RAN：多ベンダー・クラウド化した RAN でも安全性を担保し、オープン化とセキュリティの両立を実現する。
- Massive MIMO（高精度ビームフォーミング等）：高密度エリアや大規模セルでも容量・品質を維持し、多ユーザ環境での高効率通信を実現する。
- 分散 RAN 高精度同期：多地点の無線装置を高精度に協調させ、分散配置された基地局の一体運用を実現する。
- セルフリー大規模 MIMO（分散 AP 協調）：複数のアクセスポイントを分散・協調配置し、混雑環境でも安定した接続品質を実現する。
- ISAC（通信＋センシング）：通信を行いながら位置・状態・周辺環境も把握し、通信とセンシングの一体利用を実現する。
- メタサーフェス（RIS/IRS）：伝搬環境を能動的に制御し、遮蔽や反射の不利を補って、つながりにくい場所での通信品質向上を実現する。



図 3-4 次世代通信システム（B5G）の工程表

3.3.4 【コア技術領域】 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である。

表 3-5 技術の種類と主な技術

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
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 ● AI RAN
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 ● 省電力・エネルギー効率化 NW
将来フロンティア	将来の安全性・大容量化に先	● 量子安全通信

コア技術	対応する技術	(PQC/QKD 連携) ● サブ THz/THz 通信
------	--------	---------------------------------

- AI/ML 運用管理基盤：学習・配備・更新・監査を一元管理し、AI を安全に使い続けられる運用基盤を実現する。
- ゼロタッチ運用：設定変更、障害対応、最適化を自動化し、省人で止まりにくいネットワーク運用を実現する。
- AI RAN：AI 処理と無線資源を連携させ、AI 需要にも対応可能な RAN 運用基盤を実現する。
- 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、通信品質の維持・向上を自律的に実現する。
- 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、持続可能なネットワーク運用を実現する。
- 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、次世代の信頼性・秘匿性基盤を実現する。
- サブ THz/THz 通信：超大容量・高密度通信を可能にし、将来の高負荷ユースケースへの対応を実現する。

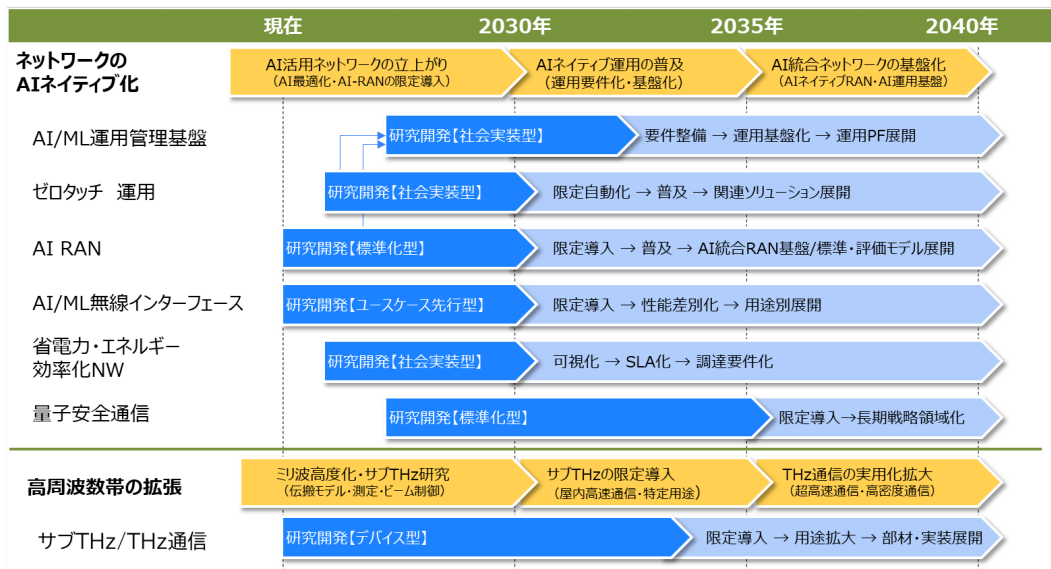


図 3-5 AI・フロンティア領域の工程表

3.3.5 【コア技術領域】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である。

表 3-6 技術の種類と主な技術

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 無線 SoC/ASIC ● 高効率 PA・広帯域 ADC-DAC ● サブ THz/THz デバイス
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	<ul style="list-style-type: none"> ● マルチバンド RFFE ● 先端パッケージ
材料・供給技術	品質・信頼性、供給安定性を支える技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 低損失基板材料/ABF 等

- 無線 SoC/ASIC：通信機能・制御・省電力処理を高集積化し、高性能かつ実装しやすい無線機器基盤を実現する。
- 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、高性能無線機の成立条件を実現する。
- 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、将来の大容量通信基盤を実現する。
- マルチバンド RFFE：複数の周波数帯や方式を柔軟に扱い、多様な通信規格に対応できる端末・装置を実現する。
- 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、高性能と量産性を両立する実装基盤を実現する。
- 低損失基板材料/ABF 等：放熱・低損失・信頼性を確保し、高周波・高密度実装を支える部材基盤を実現する。

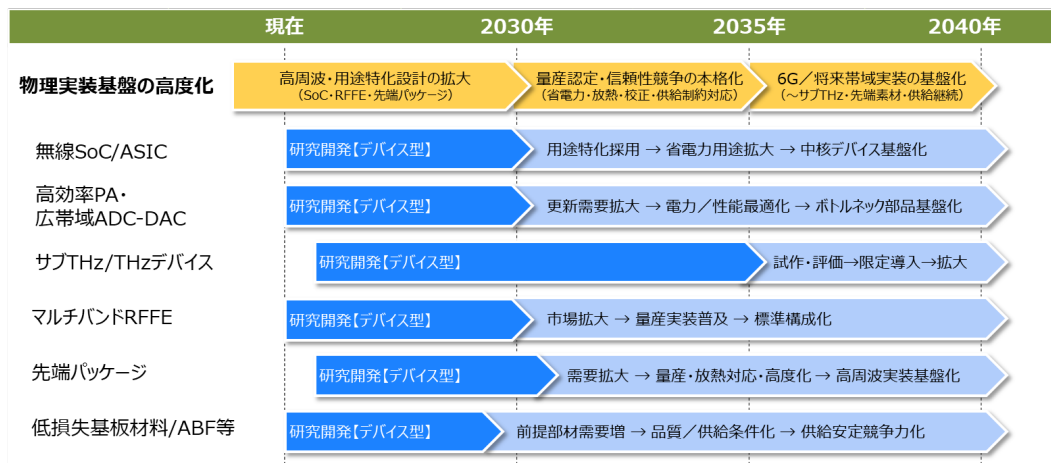


図 3-6 素材・部品・デバイス領域の工程表

3.3.6 【コア技術領域】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pushす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である。

表 3-7 技術の種類と主な技術

技術の種類		主な技術（例）
計測・再現技術	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	<ul style="list-style-type: none"> ● 電波環境可視化 ● 電波環境評価/チャンネルエミュレーション
品質・運用評価	実運用条件で性能・品質・回復性を継続検証する技術	<ul style="list-style-type: none"> ● OTA・耐障害性試験
共用・制度設計技術	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	<ul style="list-style-type: none"> ● 周波数共用・干渉管理 ● インフラシェアリング

- 電波環境可視化：混雑、干渉、遮蔽などの実環境を把握し、設計・運用改善の前提となる状況把握を実現する。
- 電波環境評価/チャンネルエミュレーション：実際の利用環境を試験環境で再現し、導入前に性能や課題を見極める評価基盤を実現する。

- OTA・耐障害性試験：実運用に近い条件で性能・品質・回復性を検証し、現場導入に耐える品質保証を実現する。
- 周波数共用・干渉管理：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、共用前提の社会実装を実現する。
- インフラシェアリング：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、効率的かつ持続可能なインフラ運用を実現する。

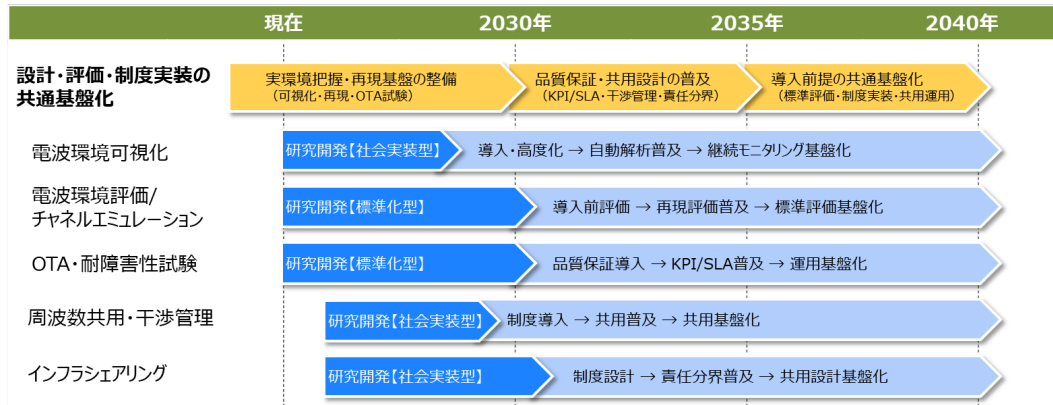


図 3-7 エンジニアリング・デザイン領域の工程表

第4章 重点技術領域の推進方策

特定した重点技術領域における重点技術を維持・強化していくために講ずるべき推進方策について、検討を行う。

4.1 重点技術領域の推進方策の論点

重点技術領域の推進方策の検討に当たって、次の三つの軸から論点の整理を行った。

- (1) 重点技術の維持・強化に関する推進方策
 - (2) ワイヤレス関連産業のビジネス創出に関する推進方策
 - (3) ワイヤレス分野の人材の確保・育成に関する推進方策
- ここでは、それぞれの論点を示すこととする。

(1) 重点技術の維持・強化に関する推進方策

- 重点技術領域のうち、経済安全保障上特に重要な技術を引き続き自国で確保していくために、どのような取組が考えられるか。
- 重点技術領域における最先端の研究開発を推進するための研究開発制度の在り方として、どのようなものが考えられるか。
- 必ずしも先進的ではない技術（いわゆる枯れた技術）についても、その技術を守る観点からどのように維持していくべきか。

(2) ワイヤレス関連産業のビジネス創出に関する推進方策

- 従来型の研究開発投資や需要に基づく設備投資ではビジネスが成り立ちにくい状況にある中、どのように需要を作り、いかにビジネスとして好循環なスキームを構築していけばよいか。
- 事業化に向けた支援や制度の在り方（例えば、ミリ波の更なる活用のための制度的措置、屋内での携帯電話の利用促進等、研究開発と連携したテストベッドによる実用化支援等）。
- 他分野・他産業にでもワイヤレス技術が不可欠となっている状況を踏まえ、設計・構想段階から連携を図るワイヤレス・バイ・デザインを進めるための取組を検討していくべきではないか。

(3) ワイヤレス分野の人材の確保・育成に関する推進方策

- 理系人材全体が減少する中、大学とも連携し必要なワイヤレス人材の確保や育成に取り組むべきではないか。また、標準化人材の確保・育成の取組を進めるべきではないか。
- 特に、若年層に対しワイヤレス分野の認知向上・魅力発信を産学官で連携して取り組んでいくべきではないか。単に（ハードの）無線分野の人材育成を目指すだけでなく、他分野・他産業と連携したワイヤレス人材育成を図っていくのはどうか。
- ワイヤレス人材のスキルや業務経験の見える化（何らかの certification の創設等）、無線従事者資格制度の見直しなど、資格の在り方についてどう考えるか。

これらの三つの軸からの論点も踏まえ、重点技術領域の推進方策の整理を行った。

4.2 重点技術領域の推進方策

我が国として残すべき／伸ばささ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である。

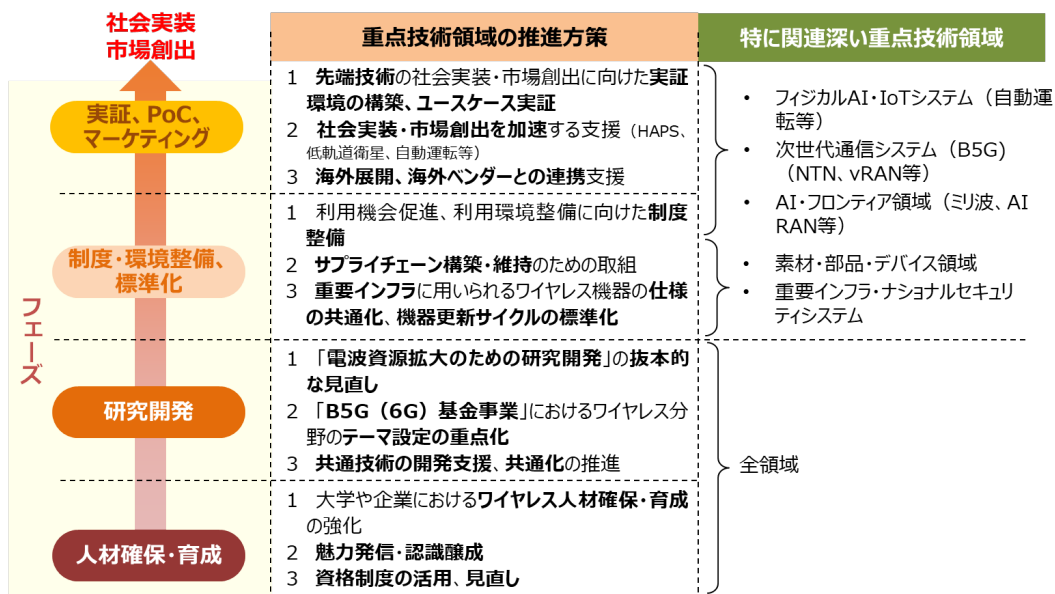


図 4 - 1 推進方策の全体像

4.2.1 人材確保・育成 フェーズ

(1) 大学や企業におけるワイヤレス人材確保・育成の強化

①「産学人材プラットフォーム」(仮称)の構築

大学・研究機関と企業の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)を構築するなど、大学・研究機関と企業が連携した人材育成を促進する。

具体的には、大学・研究機関が企業の人材を受入れ(寄付講座など)、先端ワイヤレス技術に関する研究・リスクリング・スキルアップを行うとともに、学生への教育・技術継承を行い、産業界への人材供給を行う。また、大学・研究機関間の人材交流の機会を作り、学生、若手・中堅エンジニア同士のワイヤレスに関する知見・ノウハウの共有・創発を図る。

「産学人材プラットフォーム」(仮称)の構築に当たっては、大学・研究機関や企業の立地状況やリソース状況等を勘案して、効果的な人材育成・人材交流が図られる規模とし、運用に当たっては、持続的な取組となるよう、実施体制を含めたフィージビリティの検討が求められる。

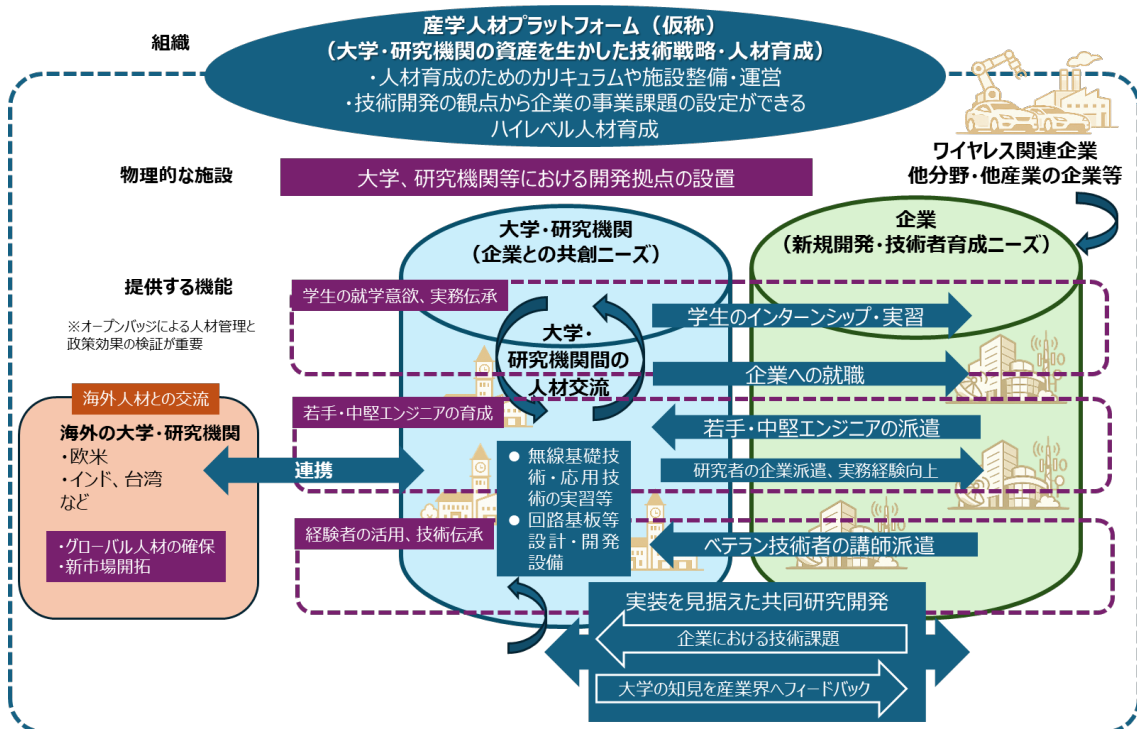


図4-2 大学・研究機関と企業の連携プラットフォームのイメージ

②ワイヤレス分野の地域の大学の維持・活性化

FORWARD（「持続可能な電波有効利用のための基盤技術研究開発事業」）を抜本的に見直し、ワイヤレス系の地域の大学の研究室の維持・活性化と人材育成に活用する。

③スタートアップ支援による人材育成

ワイヤレス技術を活用して新たな取組を行おうとする者のアイデアを表彰する場やビジネスコンテストの開催を通じて、スタートアップ支援を行う。その際、ワイヤレス技術におけるソフトウェア化が進展していることを踏まえ、様々なアプローチからソフトウェア人材の取り込みを図る視点も重要である。

（2）魅力発信・認識醸成

特に進路・キャリアを決定するまでの若年層に対して、様々なアプローチでワイヤレス技術の魅力発信や実体験の機会の充実を図るとともに、国民広くに「ワイヤレスネットワークは国民生活の安全・安心や経済活動に欠かせない社会インフラを支える基盤である」との認識醸成を図る取組を推進する。（電波教室・電波適正利用推進員などの活用、ショート動画等メディアを通じた魅力発信等）

（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、（民間、国によるものを問わず）既存の資格の拡充や連携、新たな certification の創設について検討する。例えば、（1）「大学や企業におけるワイヤレス人材確保・育成の強化」で挙げた推進方策とも有機的に接続し、企業や学校等における資格制度の活用の促進や、国際化など、民間資格のブランディングを更に進める。

無線従事者資格は無線局の運用に必要な資格としての位置づけがある一方で、資格体系と技術の進展やニーズとの間で乖離があるとの指摘もある。一定のワイヤレス技術の知識・能力を示す尺度としても認知されていることを踏まえ、それぞれの無線従事者資格の可能とする操作範囲とそれに求められる知識・能力を整理した上で、資格の体系を見直すなどの取組が求められる。

4.2.2 研究開発 フェーズ

（1）「電波資源拡大のための研究開発」の抜本的な見直し

ア) 案件形成プロセスの見直し

従来、総務省として5年以内に開発すべき電波有効利用技術として、広くテーマ募集をした上で案件形成をしていたが、原則、重点技術領域に重点化し、工程表に基づき実施する形に見直す。(工程表は技術インテリジェンスも注視しつつ、毎年度更新)

また、個々の重点技術において取り組むべき具体的な研究開発課題については、企業や大学等の関係者も含め、多様な観点から能動的にテーマ設定を行うべく、丁寧かつ十分な時間をかけて検討した上で、案件形成される仕組みが求められる。

イ) 評価等の在り方

研究開発の評価については、単に技術的な計画・成果の評価にとどまらず、着実な社会実装に向けた戦略・計画等についての評価や助言を行うとともに、研究開発中にステージゲートを取り入れるなど、評価方法や体制の見直しを図る。

具体的には、評価において、実施主体が設定した KPI の達成状況を確認するとともに、研究開発成果が、どのような主体、市場、ビジネスにより社会実装されるか、自律性・不可欠性獲得や人材育成への貢献や海外展開を見据えたものかといった点を確認するとともに、研究開発が適切な方向に進むよう、研究開発マネジメントの観点から助言(伴走支援)を可能な仕組みとする。

ウ) 研究開発実施体制の見直し・効率化

受託機関における経理処理の負担や制約が大きいという指摘があることも踏まえ、実施体制・手続の効率化と柔軟化を図る。

様々な専門分野や関連分野の知見を有する複数人からなるアドバイザリーボードのようなチームを組成し、チームとして責任をもって、全体の方向付けや個別の取組の助言を行う体制を構築する。

なお、既に実施中の研究開発についても、これらの見直しの考え方を可能な限り取り入れ、効果的な取組を行う。

(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

革新的情報通信技術(B5G(6G))基金事業においても、ワイヤレス分野の研究開発に対する支援については、本報告書を踏まえたテーマ設定の重点化を行う。

(3) 共通技術の開発支援、共通化の推進

国内ベンダー単独では開発が困難であり海外に依存している素材・部品・デ

バイス（無線部の ASIC 等）を共同で開発するための研究開発を支援するとともに、協調領域の設計を可能な限り共通化するなど、低コスト化・国際競争力の強化を図る。

4.2.3 制度・環境整備、標準化 フェーズ

（1）利用機会促進、利用環境整備に向けた制度整備

ミリ波など高周波数帯の更なる利活用やワイヤレスによる市場創出を図るために必要な制度整備、見直し等の検討を進める。

屋内等における通信環境の整備や、ミリ波が利用可能なスポットの整備を促進する観点から、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等を進める。

（2）サプライチェーン構築・維持のための取組

自律性を確保するために強靱なサプライチェーン（供給体制）を構築・維持することが重要であり、ワイヤレス機器の製造・保守上必要な半導体や先端電子部品のうち、国内での長期確保が困難なものや海外に依存しているものについて、あるいは、ワイヤレス機器全体について、関係省庁とも連携して、国内製造の確保・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の分析、課題への対応に向けた検討を進める。

（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

重要インフラの運用・制御に用いられる無線システム（例：鉄道、電力など）について、官民が連携して、各社ごとの仕様を可能な限り全国で共通化・標準化する検討を進め、低コスト化・生産体制の確保を図る。また、標準的な更新サイクルを検討し、機器ベンダーにとっての予見可能性を高める取組を業界と連携して検討する。

4.2.4 実証、PoC、マーケティング フェーズ

（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

深刻化する地域課題を潜在的な社会需要と捉え、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す

る。特に、自動運転をはじめとするフィジカル AI・IoT システムの社会実装に向けて、他分野・他産業と連携し、インフラ整備の推進とともに、ワイヤレス・バイ・デザインの観点に基づき、ユースケース創出や実証支援を推進し、好事例の横展開を図る。

具体的には、「地域社会 DX 推進パッケージ事業」を通じ、地域での実証支援や地域の通信インフラ等整備の補助等を行うことで、交通・農業・防災・医療といった他分野との連携による地域課題解決に係る好事例の創出を図り、市場の先行開拓を行う。

また、次世代通信システム (B5G) 領域においても、基地局の高度化や vRAN の導入に伴い、RAN などのエッジにおける AI 活用が可能となり、新たなビジネス創出が期待されている。エッジ AI の実現に向けた、研究開発・社会実装に向けた試験環境の構築・実証支援を推進する。

将来のトラフィック増大への対応や超高速・超大容量通信が期待されている中、我が国が技術開発で先行し、いち早く利用を進め、部品・デバイス等に強みを有するミリ波について、更なる利用に向けたユースケースの実証を通じて、ミリ波対応端末や中継器の普及拡大、利用促進を図ることにより、需要の創出、市場の立ち上げを図る。

(2) 社会実装・市場創出を加速する支援

次世代通信システム (B5G) 領域において今後更なる普及拡大が見込まれる NTN (非地上系ネットワーク) 分野について、HAPS、低軌道衛星 (衛星コンステレーション) 等の技術の自律性の確保をしつつ、機器・サービスの早期実現による需要創出・市場創出を図る。

フィジカル AI・IoT システム領域において、急速な社会実装が進展する自動運転分野について、我が国が強みを持つ V2X 等の技術を最大限に活用し、これらの社会実装の基盤となる、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する。

(3) 海外展開、海外ベンダーとの連携支援

ミリ波、V2X、vRAN、AI RAN など我が国が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、市場創出、インフラ整備、サービス展開をグローバル市場で獲得することができるよう、海外展開に向けた支援を推進する。

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する。

第5章 今後の進め方

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押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。

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。

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。

最後に、本検討を踏まえ、総務省や企業、大学等我が国の産学官のワイヤレス関係者が一体となって直面している危機に立ち向かい、我が国のワイヤレス技術の優位性の維持・向上、一定の世界シェアの確保等を通じた強靱なサプライチェーンの構築や、ワイヤレス人材の確保・育成の実現に取り組むことにより、我が国の社会経済活動に不可欠なワイヤレス産業、ワイヤレスインフラが更なる発展を遂げることを期待したい。

参考資料

- 参考資料 1 諮問書
- 参考資料 2 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
構成員名簿
- 参考資料 3 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
重点技術作業班 構成員名簿
- 参考資料 4 開催経緯
- 参考資料 5 ヒアリングにおける構成員・事業者等提出資料

参考資料1

諮 問 第 30 号
令 和 7 年 2 月 3 日

情報通信審議会
会長 遠藤 信博 殿

総務大臣 村上 誠一郎

諮 問 書

下記について、別紙により諮問する。

記

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

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

1 諮問理由

我が国は、他の主要先進国に先駆けて人口減少・少子高齢化に直面しており、生産年齢人口が減少する中にもあっても持続的な経済成長を実現するための生産性の向上に取り組むことが喫緊の課題である。また、令和6年能登半島地震などの大規模な災害が頻発する中、災害に強い強靱な社会システムを構築することも大きな課題である。

携帯電話に代表されるように、電波を使ったシステムやサービスは、すでに国民生活や経済活動に深く浸透しているが、自動運転やスマート農業、遠隔医療など、電波の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、地域の課題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。

他方で、電波は有限の資源であり、電波の活用の進展に伴い電波資源はひっ迫するため、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、電波法（昭和25年法律第131号）の目的である電波の公平かつ能率的な利用を確保することがますます重大となる。

このため、社会環境の変化に迅速かつ柔軟に対応し、電波の公平かつ能率的な利用を通じて国民生活の利便性向上、地域の課題解決及び持続的経済成長を実現するため、国が取り組むべき電波の有効利用の推進の在り方について包括的に検討することが必要である。

2 答申を希望する事項

- (1) 電波有効利用の推進に関する基本的方向性
- (2) 無線局の免許制度等の在り方
- (3) 周波数割当の在り方
- (4) 無線を利用したビジネス促進の在り方
- (5) 電波の利用環境の在り方
- (6) その他必要と考えられる事項

3 答申を希望する時期

令和7年夏頃目途

4 答申が得られたときの行政上の措置

今後の情報通信行政の推進に資する。

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 構成員名簿

(令和8年4月1日現在 敬称略)

(主査、主査代理以外の構成員は五十音順)

氏名	主要現職
主査委員 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
主査代理専門委員 大谷 和子	株式会社日本総合研究所 執行役員
専門委員 太田 香	東北大学 大学院 情報科学研究科 教授
〃 黒坂 達也	株式会社企 代表取締役 慶應義塾大学 大学院 政策・メディア研究科 特任准教授
〃 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

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 重点技術作業班
構成員名簿

(令和7年10月31日現在 敬称略)
(主任、主任代理以外の構成員は五十音順)

氏名	主要現職
主任 森川 博之	東京大学 大学院 工学系研究科 教授
主任代理 黒坂 達也	株式会社企 代表取締役 慶應義塾大学 大学院 政策・メディア研究科 特任 准教授
構成員 石井 義則	一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会 常務理 事
〃 太田 香	東北大学 大学院 情報科学研究科 教授
〃 長内 厚	早稲田大学 大学院 経営管理研究科 教授
〃 白石 和泰	TMI 総合法律事務所 パートナー弁護士・防衛経済 安全保障プラクティスグループ共同代表 慶応義塾大学 大学院 政策・メディア研究科 特任 教授
〃 立本 博文	筑波大学 ビジネスサイエンス系 教授
〃 堀越 功	株式会社日経BP 日経ビジネスLIVE 編集長

開催経緯

令和7年2月3日 第52回総会にて諮問

令和7年2月13日 第185回情報通信技術分科会にて電波有効利用委員会を設置

■電波有効利用委員会

令和7年8月28日 第5回

- (1) (略)
- (2) 重点技術作業班の設置について
- (3) (略)

■電波有効利用委員会・重点技術作業班合同ヒアリング

令和7年10月8日 第1回

関係事業者からのヒアリング

令和7年11月5日 第2回

関係事業者等からのヒアリング

■重点技術作業班

令和7年9月18日 第1回

- (1) 重点技術作業班の設置について
- (2) ワイヤレス分野の現状について
- (3) 意見交換
- (4) その他

令和7年10月20日 第2回

- (1) 関係事業者からのヒアリング
- (2) その他

令和7年10月22日 第3回

- (1) ワイヤレス分野の技術動向及び現状分析について
- (2) 構成員プレゼンテーション
- (3) 関係事業者からのヒアリング
- (4) その他

令和7年11月27日 第4回

- (1) ワイヤレス分野の技術動向及び現状分析について
- (2) 関係事業者からのヒアリング
- (3) その他

令和7年12月22日 第5回

- (1) 中間論点整理について
- (2) その他

令和8年1月27日 第6回

- (1) ワイヤレス分野の技術動向及び現状分析について
- (2) ワイヤレス分野の重点技術について
- (3) その他

令和8年2月6日 第7回

- (1) 関係事業者からのヒアリング
- (2) その他

令和8年2月27日 第8回

- (1) ワイヤレス分野の重点技術の推進方策に関する検討について
- (2) その他

令和8年3月26日 第9回

- (1) ワイヤレス分野の重点技術について
- (2) 重点技術作業班骨子（案）について
- (3) その他

令和8年4月16日 第10回

- (1) 重点技術作業班 報告（案）について
- (2) その他

ヒアリングにおける構成員・事業者等提出資料

※ ヒアリングは非公開で実施したため、本資料集には構成員・事業者等提出資料のうち公表可能なもののみを掲載。

- 重点技術作業班（第1回 R7.9.18）
 - ・資料1-5 森川構成員提出資料
 - ・資料1-6 堀越構成員提出資料
 - ・資料1-7 黒坂構成員提出資料

- 電波有効利用委員会・重点技術作業班合同ヒアリング（第1回 R7.10.8）
 - ・資料1-1 日本電気株式会社提出資料
 - ・資料1-2 1FINITY 株式会社提出資料

- 重点技術作業班（第2回 R7.10.20）
 - ・資料2-1 楽天モバイル株式会社提出資料
 - ・資料2-2 ソフトバンク株式会社提出資料
 - ・資料2-3 KDDI 株式会社提出資料（全部非公開）
 - ・資料2-4 株式会社NTTドコモ提出資料

- 重点技術作業班（第3回 R7.10.22）
 - ・資料3-1 株式会社三菱総合研究所提出資料（全部非公開）
 - ・資料3-2 石井構成員提出資料
 - ・資料3-3 白石構成員提出資料
 - ・資料3-4 シャープ株式会社提出資料
 - ・資料3-5 クアルコムジャパン合同会社提出資料（全部非公開）

- 電波有効利用委員会・重点技術作業班合同ヒアリング（第2回 R7.11.5）
 - ・資料2-1 京セラ株式会社提出資料
 - ・資料2-2 トヨタ自動車株式会社提出資料
 - ・資料2-3 青木孝文氏（東北大学 理事・副学長（企画戦略総括）・プロ
ポスト・CDO）提出資料

- 重点技術作業班（第4回 R7.11.27）
 - ・資料4-1 株式会社三菱総合研究所提出資料（全部非公開）
 - ・資料4-2 エリクソン・ジャパン株式会社提出資料
 - ・資料4-3 ノキアソリューションズ&ネットワークス合同会社提出資料
 - ・資料4-4 株式会社村田製作所提出資料
 - ・資料4-5 日本無線株式会社提出資料
 - ・資料4-6 アイコム株式会社提出資料

- 重点技術作業班（第6回 R8.1.27）
 - ・資料6-1 株式会社三菱総合研究所提出資料

- 重点技術作業班（第7回 R8.2.6）
 - ・資料7-1 住友電気工業株式会社提出資料
 - ・資料7-2 三菱電機株式会社提出資料
 - ・資料7-3 一般財団法人情報通信振興会提出資料
 - ・資料7-4 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム提出資料

- 重点技術作業班（第9回 R8.3.26）
 - ・資料9-1 株式会社三菱総合研究所提出資料