

# 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」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

## 概要

令和8年4月  
総務局

## 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

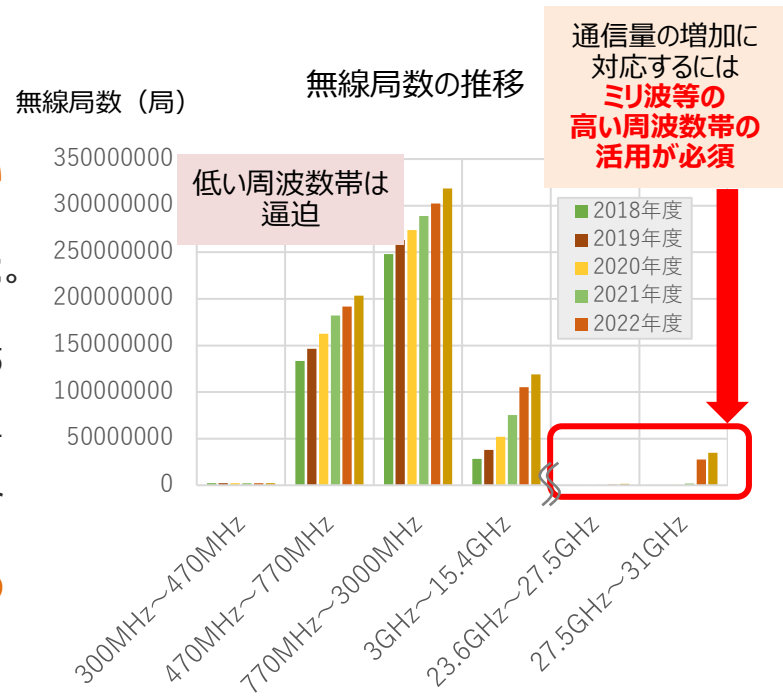
## 周波数の高度利用の必要性

### ● 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



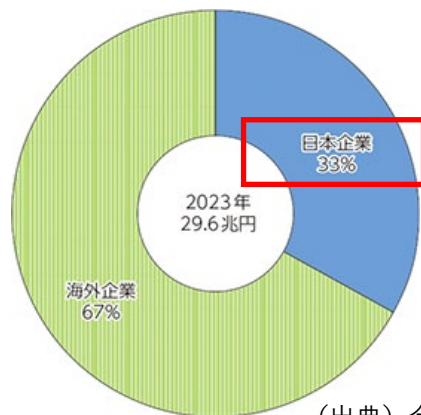
## 1 共通・基盤的なワイヤレス技術、ワイヤレス人材等の現状と課題

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> 。 <b>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</b> ことから、アナログ技術を維持し続けることが必要。 また、 <b>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</b> 。
2. ワイヤレス人材に関する事項	<b>大学等と連携したワイヤレス人材の育成が必要</b> 。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、 <b>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</b> 。

### 【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 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	ヒアリングを通じて指摘された事項
1. 国内において確保すべき（残すべき）技術	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 <b>高度・特殊な技術ニーズへの対応が必要</b> となるとともに、 <b>稼働の安定性・長期保守が求められる</b> 中、 <b>技術や体制の維持・強化をどのように図っていくか</b> 検討が必要。
2. 将来的なワイヤレス事業への取組の方向性	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、 <b>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</b> 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

<p><b>気象</b></p>  <p>気象用 ドップラー レーダー</p>	<p><b>航空</b></p>  <p>空港監視 レーダー</p>	<p><b>海上</b></p>  <p>航空機搭載 HF無線機</p>	 <p>船舶用 レーダーアンテナ</p>
<p><b>防災</b></p>  <p>無人移動体 画像伝送システム</p>		<p><b>放送</b></p>  <p>地上デジタルテレビ 放送用送信機</p>	

### 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

（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）

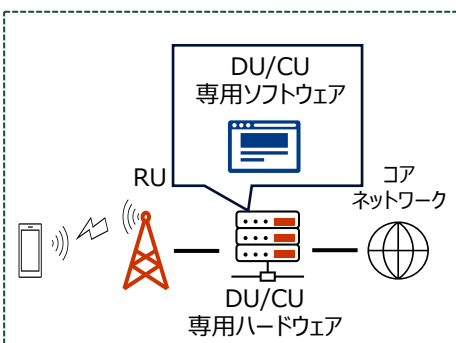
## 3 キャリアの通信ネットワークに関するワイヤレス技術の現状と課題

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。

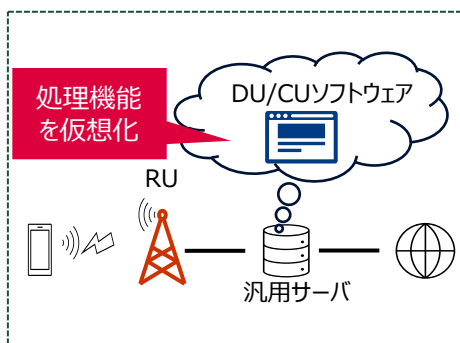
### 【技術トレンド】 仮想化への対応

- 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。

#### 従来



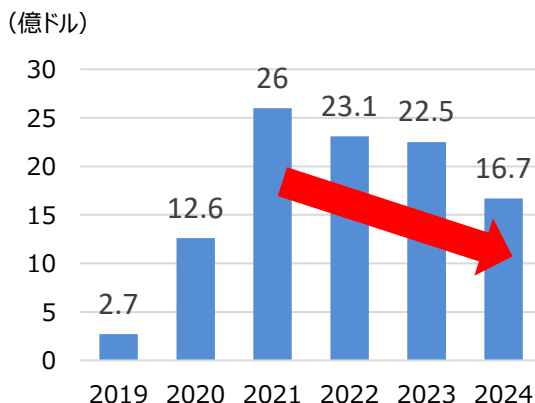
#### vRAN



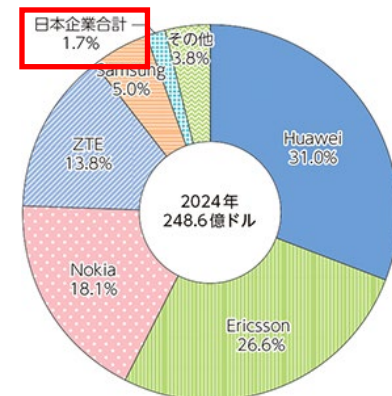
### 【市場動向】 5G基地局の市場動向

- 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。

- 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

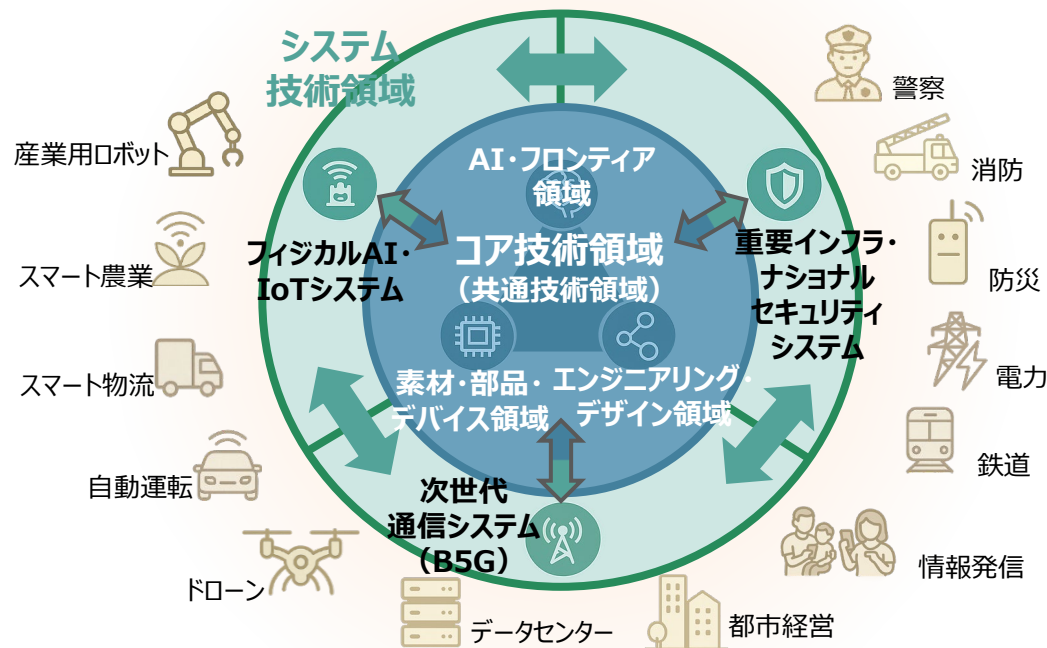
### 1-2 重要インフラ・ナショナルセキュリティシステム

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)
<p><b>認識・時空間技術</b></p> <p>状況把握と位置・時間整合を担う技術</p>	<p><b>高精度PNT</b> (Positioning, Navigation, Timing)</p> <p>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。</p> <p><b>近距離測位・センシング</b></p> <p>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。</p>
<p><b>接続・収容技術</b></p> <p>多数端末・移動体・広域環境でも接続を維持する技術</p>	<p><b>NTN(非地上網)</b></p> <p>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。</p> <p><b>Ambient IoT</b></p> <p>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。</p> <p><b>Massive IoT</b></p> <p>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。</p> <p><b>モビリティ向け通信</b></p> <p>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。</p>
<p><b>制御・運用技術</b></p> <p>低遅延制御と運用・保守・安全を現場で成立させる技術</p>	<p><b>自律再構成無線</b> (Self-Organizing Network等)</p> <p>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。</p> <p><b>MECフェデレーション</b></p> <p>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。</p>

## 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)
<b>アーキテクチャ・制御技術</b> 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	<b>RAN高度化技術</b> (ORAN/vRAN等) 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。
	<b>RIC</b> (RAN Intelligent Controller) 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。
	<b>ゼロトラストRAN</b> 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。
<b>分散無線・高性能実装技術</b> 分散・高密度環境でも容量・遅延・品質を維持する技術	<b>Massive MIMO</b> (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、 <b>多ユーザー環境での高効率通信</b> を実現する。
	<b>分散RAN高精度同期</b> 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。
	<b>セルフリー大規模MIMO</b> (分散AP協調) 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。
<b>機能融合・環境適応技術</b> 通信機能の拡張と伝搬環境の制御を可能とする技術	<b>ISAC</b> (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、 <b>通信とセンシングの一体利用</b> を実現する。 ISAC: Integrated Sensing and Communications
	<b>メタサーフェス</b> (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、 <b>つながりにくい場所での通信品質向上</b> を実現する。 RIS: Reconfigurable Intelligent Surface, IRS: Intelligent Reflecting Surface

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**。

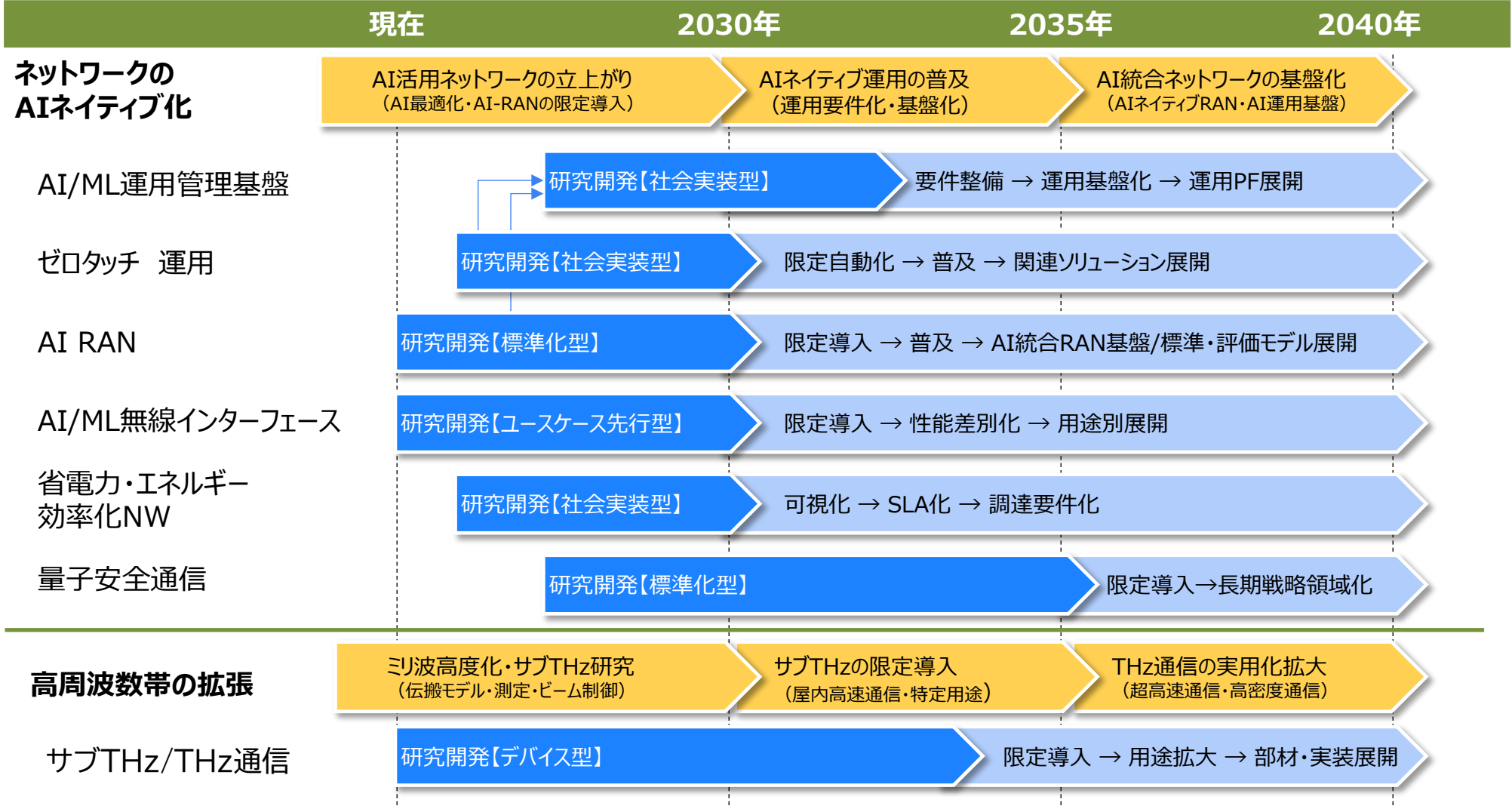
技術の種類

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

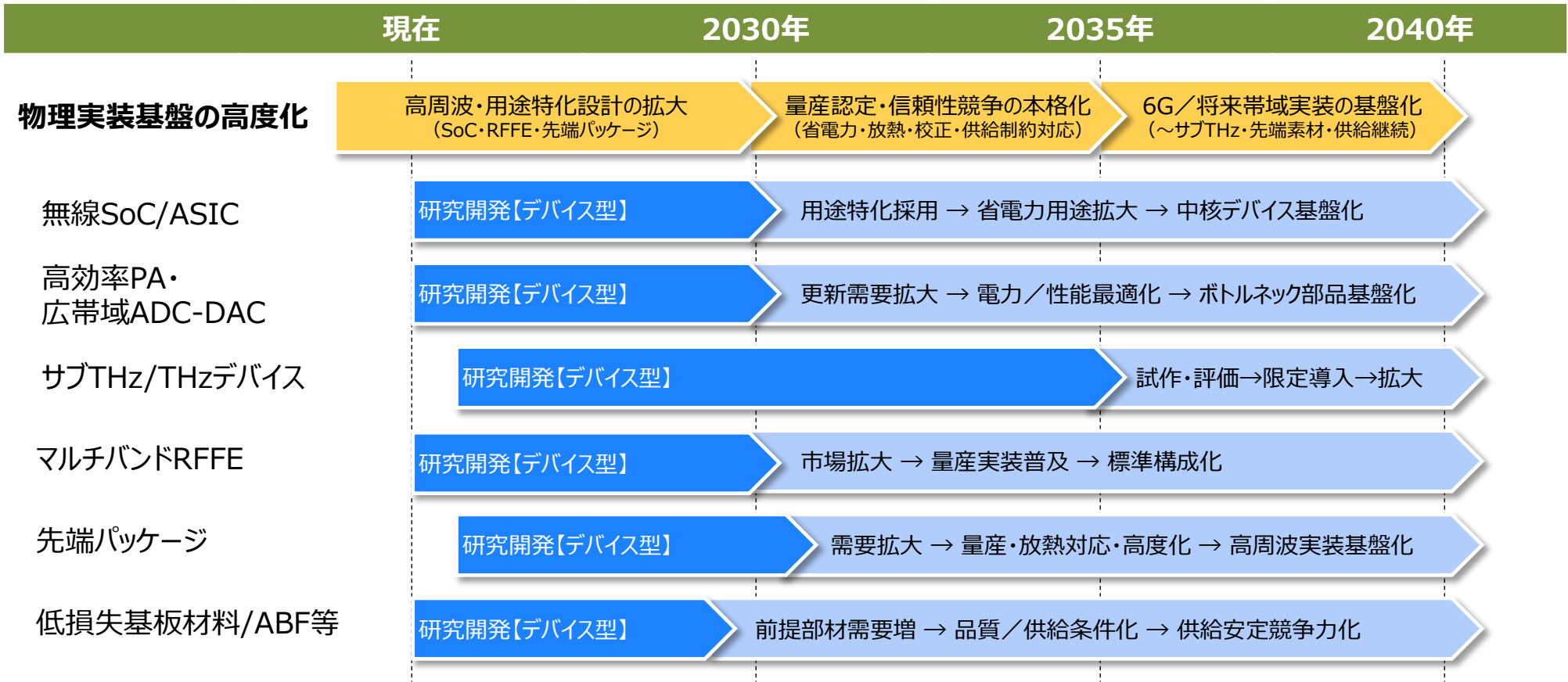
2-2 素材・部品・デバイス領域

- 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。 SoC: System on Chip, ASIC: Application Specific Integrated Circuit
		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。 PA: Power Amplifier ADC/DAC: Analog-to-Digital Converter/Digital-to-Analog Converter
		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。 RFFE: RF Front End
		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。 ABF: Ajinomoto Build-up Film

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。

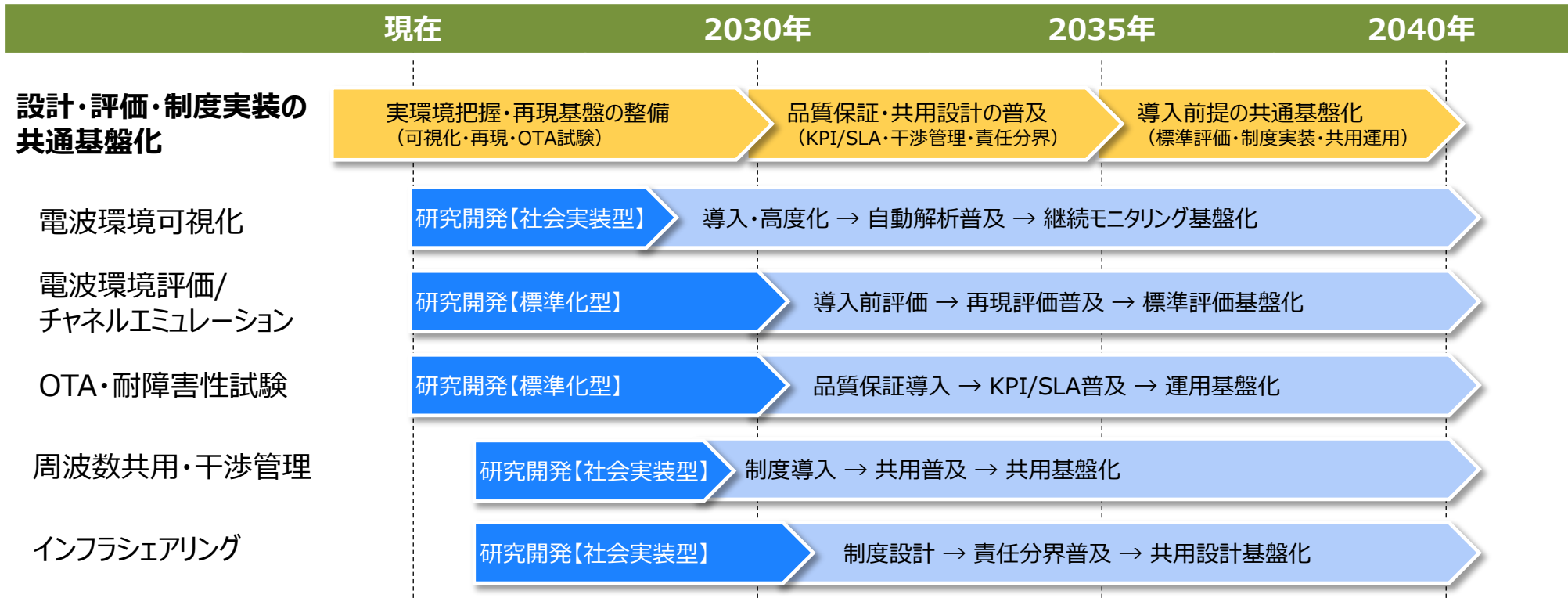
技術の種類

主な技術(例)

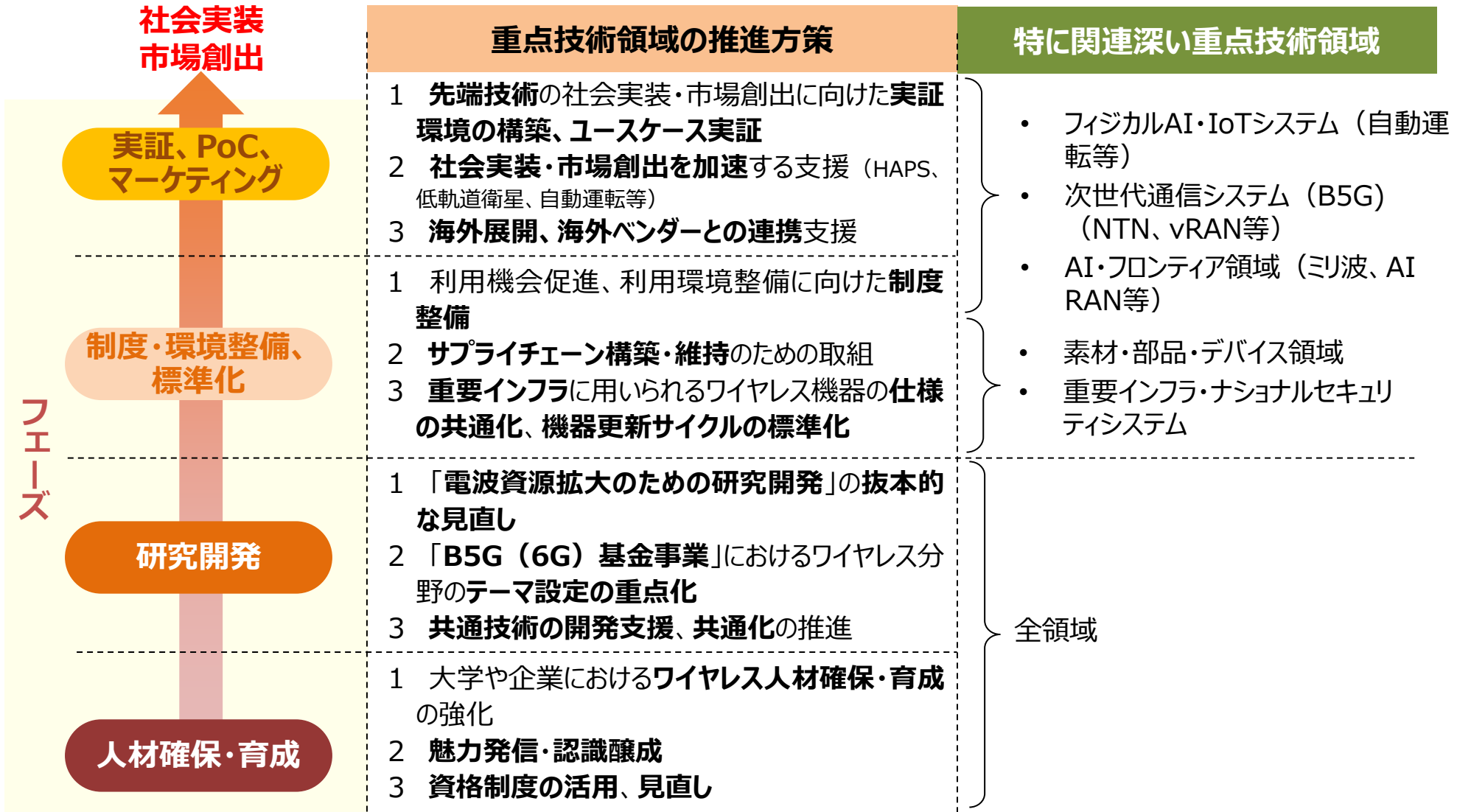
<p><b>計測・再現技術</b></p>	<p>実際の電波環境を把握・再現し、設計・選定・導入の前提を作る技術</p>	<p>電波環境可視化</p>	<p>混雑、干渉、遮蔽などの実環境を把握し、<b>設計・運用改善の前提となる状況把握</b>を実現する。</p>
		<p>電波環境評価/ チャンネルエミュレーション</p>	<p>実際の利用環境を試験環境で再現し、<b>導入前に性能や課題を見極める評価基盤</b>を実現する。</p>
<p><b>品質・運用評価</b></p>	<p>実運用条件で性能・品質・回復性を継続検証する技術</p>	<p>OTA・耐障害性試験</p>	<p>実運用に近い条件で性能・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／伸長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。