

革新的情報通信技術研究開発委託研究

「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る
令和4年度新規委託研究の公募（第2回）

Beyond 5G委託研究全体の事業概要



Beyond 5G 推進戦略の全体像

- **Beyond 5G推進戦略**（R2年6月総務省）は、
 - ①2030年代に期待されるInclusive、Sustainable、Dependableな社会を目指した**Society 5.0実現のための取組**。
 - ②Society 5.0からバックキャストして行う**コロナに対する緊急対応策**かつ**コロナ後の成長戦略を見据えた対応策**。
- 本戦略に基づく**先行的取組**については、大阪・関西万博が開催される**2025年をマイルストーンとして世界に示す**。

基本方針

グローバル・ファースト

- **国内市場をグローバル市場の一部と捉える**とともに、**我が国に世界から人材等が集まるようにする**といった双方向性も目指す。

イノベーションを生むシステムの構築

- **多様なプレイヤーによる自由でアジャイルな取組**を積極的に促す制度設計が基本。

リソースの集中的投入

- 我が国のプレイヤーが**グローバルな協働に効果的に参画**できるようになるために必要性の高い施策へ一定期間集中的にリソースを投入。

政府と民間が一丸となって、国際連携の下で戦略的に取り組む

研究開発戦略

先端技術への集中投資と、大胆な電波開放等による

世界最高レベルの研究開発環境の実現

2025年頃から順次要素技術を確立

知財・標準化戦略

戦略的オープン化・デファクト化の促進と、海外の戦略的パートナーとの連携等による

ゲームチェンジの実現
〔サプライチェーンリスクの低減と市場参入機会の創出〕

Beyond 5G必須特許シェア10%以上

展開戦略

5G・光ファイバ網の社会全体への展開と、5Gソリューションの実証を通じた産業・公的利用の促進等による

Beyond 5G readyな環境の実現

2030年度に44兆円の付加価値創出

Beyond 5Gの早期かつ円滑な導入

Beyond 5Gにおける国際競争力強化

インフラ市場シェア3割程度
デバイス・ソリューション市場でも持続的プレゼンス

産学官の連携により強力かつ積極的に推進

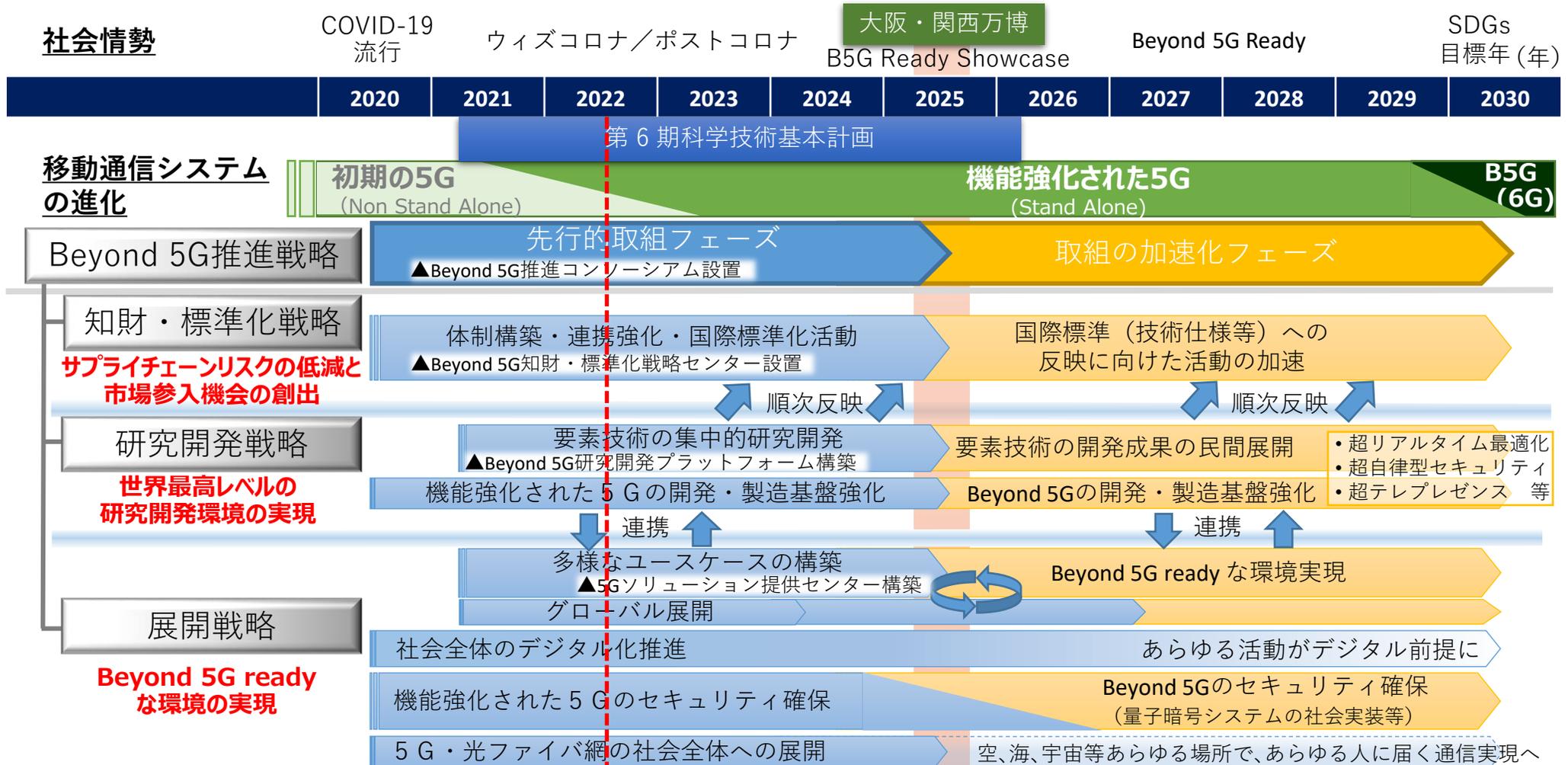
Beyond 5G推進コンソーシアム

- ①各戦略に基づき実施される具体的な取組の共有、②国内外の企業・大学等による実証プロジェクトの立ち上げ支援、③国際会議の開催

※総務省の部局横断的タスクフォースが戦略の進捗を管理。毎年プログレスレポートを作成・公表し、必要に応じて戦略を見直す。

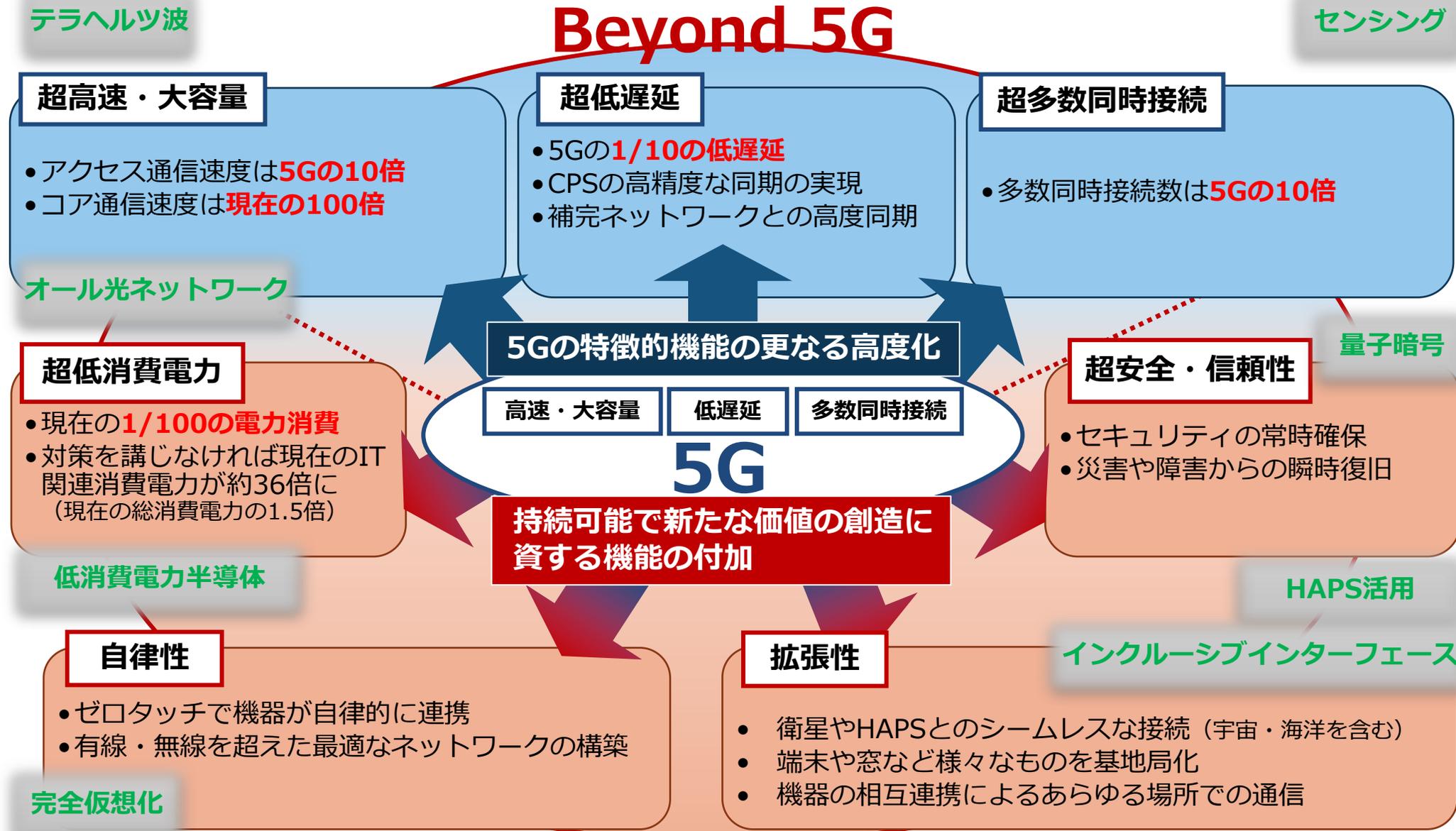
Beyond 5G推進戦略ロードマップ（概要）

- 危機を契機と捉え、強靱かつセキュアなICTインフラの整備を含む社会全体のデジタル化を一気呵成に推進。
- 最初の5年が勝負との危機感を持ち、特に「先行的取組フェーズ」で我が国の強みを最大限活かした集中的取組を実施。
- 大阪・関西万博の機会（2025年）に取組の成果を「Beyond 5G readyショーケース」として世界に示し、グローバル展開を加速。



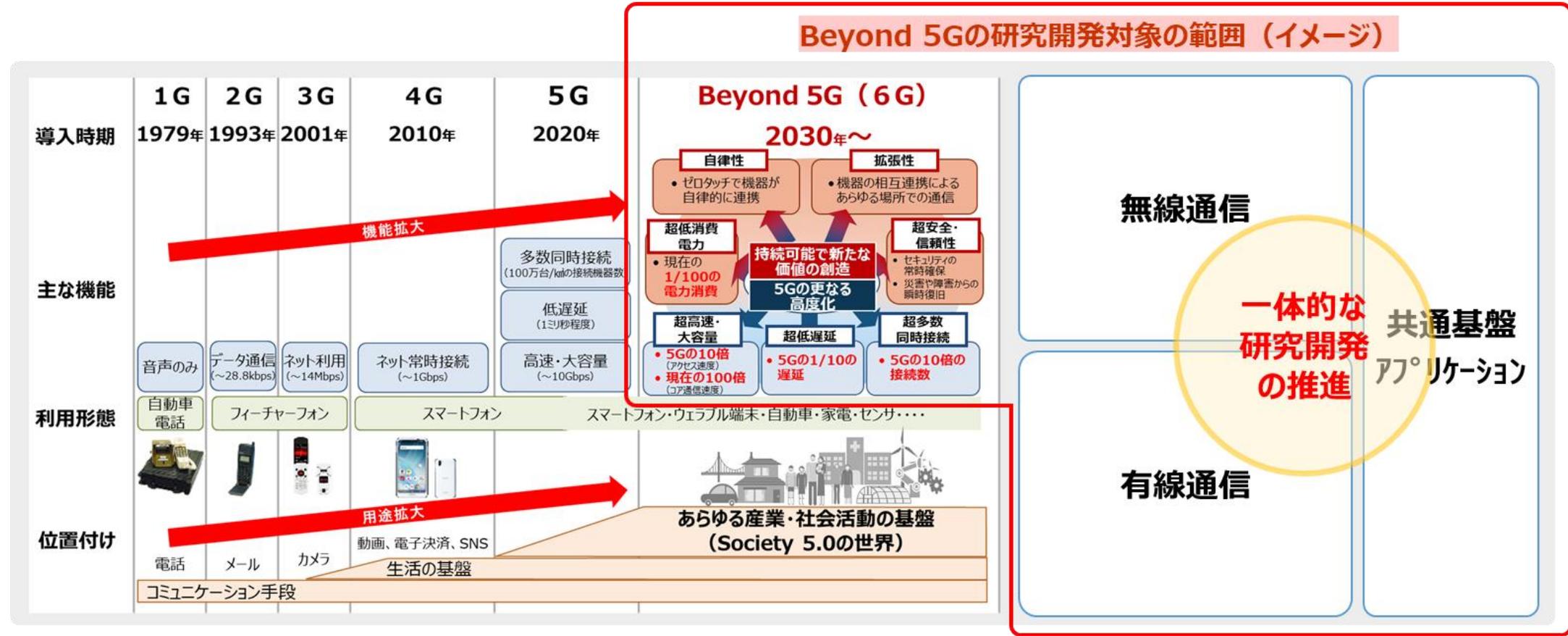
時空間同期
(サイバー空間を含む。)

※ 緑字は、我が国が強みを持つ又は積極的に取り組んでいるものが含まれる分野の例



Beyond 5G研究開発促進事業の拡充

- Beyond 5Gの実現に必要な要素技術を確認するため、Beyond 5G研究開発の中核機関である国立研究開発法人情報通信研究機構に設置した**研究開発基金**を活用した取組と密接な連携を図りつつ、**民間企業や大学等への公募型研究開発**を引き続き実施。
- Beyond 5G推進に関する政府方針等（グリーン・デジタル社会の実現、光通信技術の活用）を踏まえながら、**無線通信技術、有線通信技術、共通基盤・アプリケーション**等のBeyond 5Gの実用に必要な技術の**一体的な研究開発**を推進。



令和3年度補正予算 200.0億円 **令和4年度当初予算案 100.0億円**
 (令和2年度第3次補正予算 300.0億円 (研究開発基金))

総務省が、Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）として、NICTに補助金を交付

研究開発プログラムごとにNICTが公募を行い、専門家等による評価委員会の評価を経て、研究開発の実施者を決定します。また、電波法第103条の2第4項第3号に規定する研究開発を電波利用料財源により実施するものであることから、提案する研究開発課題は、当該規定に合致した内容である必要があります。

① Beyond 5G機能実現型プログラム

「研究開発課題候補リスト」（随時、追加・変更）に基づき、予算額を考慮しながら、研究開発課題の公募を実施

(i) 基幹課題

開発目標を具体的かつ明確に定めた研究計画書を作成して公募。ハイレベルな研究開発成果の創出を目標とするもの

(ii) 一般課題

研究概要のみを定め、当該開発技術に関する研究開発提案を広く公募。外部の自由な発想に委ねるもの

② Beyond 5G国際共同研究型プログラム

協調可能な技術分野で戦略的パートナーとの連携による先端的な要素技術の国際共同研究開発プロジェクトを推進

③ Beyond 5Gシーズ創出型プログラム

幅広い多様な研究開発を支援し、技術シーズ創出からイノベーションを生み出すプログラムを実施

革新的情報通信技術研究開発委託研究

「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る
令和4年度 新規委託研究の公募（第2回）

公募説明会

Beyond 5G機能実現型プログラム
基幹課題



公募概要

- 「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）を開始（2022年10月13日 NICTプレスリリース等から引用）

<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/13-1.html>

- **公募プログラム**：Beyond 5G機能実現型プログラム 基幹課題
予算規模、実施内容等について総務省と協議して作成した研究計画書に基づき提案を公募するもの

- **研究開発課題**：

- 【065】 Beyond 5Gにおける高度RAN基盤を実現するOpen RAN無線通信技術の研究開発
- 【066】 Beyond 5G次世代V2X通信向け協調型無線通信技術の研究開発
- 【067】 Beyond 5G宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発

なお、Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）は、電波法第103条の2第4項第3号に規定する研究開発を電波利用料財源により実施するものであることから、提案する研究開発課題は、当該規定に合致した内容である必要があります。

- **公募期間**：令和4年10月13日（木）～同年11月11日（金）正午（必着）



基幹課題

研究開発課題（065～067）の概要



課題065 Beyond 5Gにおける高度RAN基盤を実現するOpen RAN無線通信技術の研究開発

多種多様な優れた技術を取り込みやすいOpen RAN (Radio Access Network) に適用しうる、Beyond 5G のRANのセキュアなインテリジェント化、仮想化Open RANのインテリジェント化及び電力制御最適化による周波数利用効率向上に関する研究開発

背景・目的

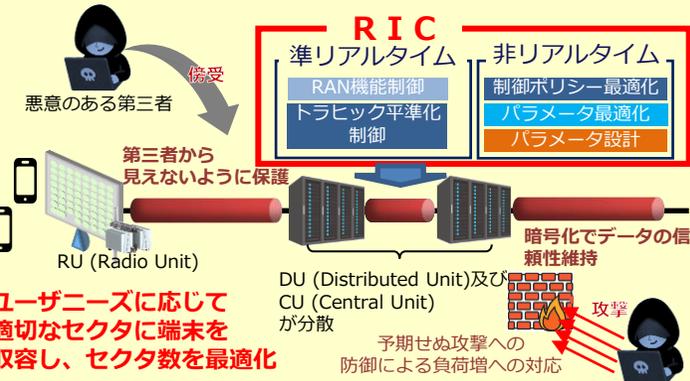
Beyond 5G (B5G) は、5Gを遥かに超える高速大容量通信や通信端末 (IoT端末含む) の収容が求められる。このため、限られた電波資源の中で、大量のトラフィックに対応し、多様なサービスを供給可能な無線アクセスネットワーク (RAN) が求められている。Open RANは、基地局の整備コストの削減や新たな多様な技術の導入が可能であり、その更なる技術発展が求められている。

概要

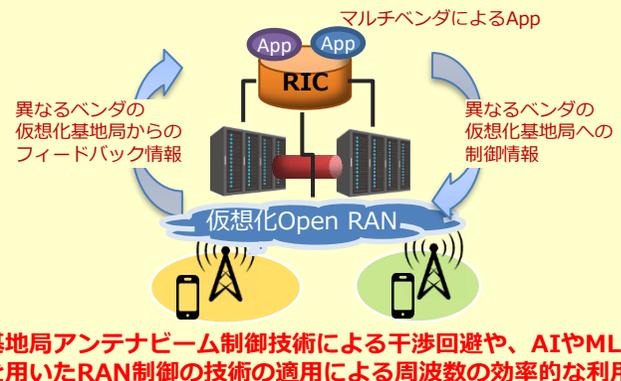
優れた技術を取り込みやすいOpen RANは更なる普及が見込まれており、Open RANに具備することが求められている技術を早期に実現することで、B5Gで活用される高度なRANの基盤を実現する。

- 研究開発項目1 Open RANの高信頼・セキュアなインテリジェント化のためのセクタ管理効率化に関する研究開発**
分散配置された高度な5G通信サービス要求に対応し、ネットワークの自律運用を実現するために、人工知能 (AI) や機械学習 (ML) 等との親和性の高いOpen RANのネットワークの最適化運用に必要な制御プラットフォームをセキュアに実現するべく、セクタ管理効率化に関する研究開発を行う。
- 研究開発項目2 仮想化されたOpen RANのアンテナビーム制御等によるインテリジェント化に関する研究開発**
ハードウェアとソフトウェアを分離し仮想化基地局で構成されるOpen RANに対して、アンテナビーム制御をはじめとしたRANの制御及び最適化を行うRIC向けに、マルチベンダー接続を実現し、周波数の有効利用に資するRICアプリケーションの研究開発を行う。
- 研究開発項目3 アンテナ送信制御とOpen RANの電力制御最適化による周波数利用効率向上の研究開発**
O-RANアライアンス仕様に基づくネットワーク全体の電力制御システムのデータプラットフォーム、基地局のリソース管理技術、無線機におけるアンテナ送信制御技術、エッジクラウドの動的オーケストレーション技術などそれぞれの領域に最適な電力制御技術による周波数利用効率向上の研究開発を行う。

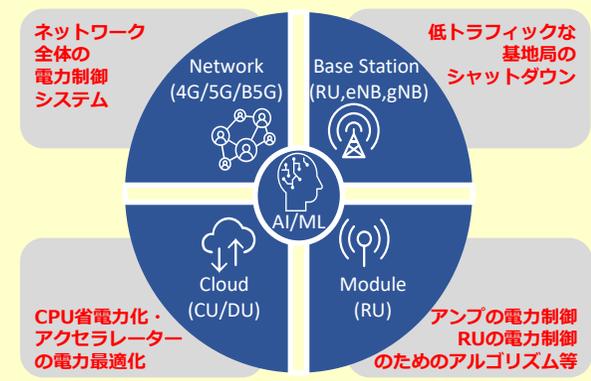
研究開発項目1 Open RANのセキュアなインテリジェント化のためのセクタ管理効率化に関する研究開発



研究開発項目2 仮想化されたOpen RANのアンテナビーム制御等によるインテリジェント化に関する研究開発



研究開発項目3 アンテナ送信制御とOpen RANの電力制御最適化による周波数利用効率向上の研究開発



研究開発期間：契約締結日から2025年度（毎年度後半に実施する継続評価を踏まえ、継続の必要性等が認められた場合には、2025年度まで継続予定。）
研究開発予算：研究開発項目1、2及び3を合わせて総額3,200百万円/年（税込）（予定）、採択件数：研究開発項目ごとに1件

■研究開発項目 1 : Open RANの高信頼・セキュアなインテリジェント化のためのセクタ管理効率化に関する研究開発

新たなセクタを追加することなく限られたセクタ内でトラヒックのひっ迫を抑制することで、堅牢性の高い高信頼かつセキュアな通信を実現するための、高度なセクタ管理の効率化による周波数の有効利用に資する研究開発を行う。

具体的には、AI、ML等を用いたRAN制御を活用したモバイルネットワークの実装をふまえた研究開発を実施し、RICを利用しないOpen RANネットワークと比較して周波数の利用効率を10%以上向上しつつ、RANのインテリジェント化をセキュアに実現する。

■アウトプット目標

2023年度末	2025年度末 (最終目標)
<ul style="list-style-type: none">a) RIC制御プラットフォームの研究開発<ul style="list-style-type: none">・非リアルタイムRIC及び準リアルタイムRICプラットフォームの検討と要件定義完了b) 準リアルタイムRICアプリケーション (xApp) の研究開発<ul style="list-style-type: none">・xAppに関するユースケース検討・xAppに関する要件定義とHLD (High Level Design) の作成完了c) 非リアルタイムRICアプリケーション (rApp) の研究開発<ul style="list-style-type: none">・rAppに関するユースケース検討・rAppに関する要件定義とHLDの作成完了d) Open RANコンポーネントとRICを含むインタフェースの暗号化及び安全性強化に関する研究開発<ul style="list-style-type: none">・Open RANコンポーネントとインタフェースセキュリティ強化に関する研究開発・Open RANコンポーネントの不正攻撃から保護に関する開発e) 包括的にセキュアに周波数利用効率の向上を評価する評価手法の確立・実証<ul style="list-style-type: none">・上記a) ~d) のインタフェースを評価する評価環境のHLDの作成完了・セキュリティ堅強度を測りかつ周波数利用効率向上を実証する評価環境構築	<p>ユーザニーズを収集し、それに応じて端末適切なセクタに收容し、セクタ追加することなくトラヒックを平準化する。セキュリティリスクを排除して、RICを利用しないOpen RANネットワークと比較してエリアあたりの周波数利用効率を10%以上向上させることを目標とする。</p>

■アウトカム目標

- ・2025年 Open RANのRICプラットフォームを商用ネットワークにトライアル導入
- ・2026年 非リアルタイムRICアプリケーション及び準リアルタイムRICアプリケーションの商用ネットワークにトライアル導入
- ・2026年 非リアルタイムRICアプリケーション及び準リアルタイムRICアプリケーションの商用ネットワーク導入による電波の利用効率向上への貢献

■ 研究開発項目 2 : 仮想化されたOpen RANのアンテナビーム制御等によるインテリジェント化に関する研究開発

仮想化基地局により構成されたOpen RANネットワークをインテリジェント化し、RIC上で動作する周波数の効率的な利用に資するアプリケーションの研究開発を行う。なお、本研究開発項目は、マルチベンダー化された移動通信用途のRANの高度な相互接続・運用のためのRIC用アプリケーション技術の実現を目的とする。

具体的には、Open RANネットワークを実現するため、異なるベンダーの接続を前提としたRICアプリケーションの開発を行うとともに、RICを利用しないOpen RANネットワークと比較して周波数の利用に関して10%以上の改善を実現することを目標としたRICアプリケーションの研究開発を実施する。

■ アウトプット目標

2023年度末	2025年度末 (最終目標)
<p>a) マルチベンダー接続を前提としたRICアプリケーションの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・同一RIC制御プラットフォーム上で、異なるベンダーにより提供されたRICアプリケーションの開発・検証完了 <p>b) 周波数の有効利用に資するアンテナビーム制御技術による干渉回避機能を実装可能なRICアプリケーションの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・制御対象となる仮想化基地局の実装状況や、RICによる制御が必要なニーズに基づくRICアプリケーションのユースケース検討完了・開発するRICアプリケーションの要件定義とHLDの検討完了	<p>a) マルチベンダー接続を前提としたRICアプリケーションの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・オープンインタフェースの標準仕様に準拠したRICアプリケーションの開発完了 (2件以上)・当該RICアプリケーションをRIC制御プラットフォーム上で動作させた実証実験の完了 <p>b) 周波数の有効利用に資するアンテナビーム制御技術による干渉回避機能を実装可能なRICアプリケーションの研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・オープンインタフェースの標準仕様に準拠し、アンテナビーム制御技術による干渉回避機能を実装可能なRICを利用しないOpen RANネットワークと比較して周波数の利用効率に関して10%以上の改善を目標としたRICアプリケーションの開発完了・当該RICアプリケーションをRIC制御プラットフォーム上で動作させた実証実験の完了

■ アウトカム目標

- ・2025年 マルチベンダー対応したRICアプリケーションの開発完了
- ・2025年 当該RICアプリケーション動作の国際標準仕様への反映
- ・2026年 当該RICアプリケーションの社会実装 (実フィールドでの導入・効果検証)

■ 研究開発項目 3 : アンテナ送信制御とOpen RANの電力制御最適化による周波数利用効率向上の研究開発

ネットワーク全体の電力制御による消費電力の改善を実証しつつ、基地局装置のより稠密な配置を可能とするための高度なアンテナ送信電力制御を実現し、電力制御システムを利用しないOpen RANネットワークと比較して周波数利用効率を10%以上向上させることによる大容量通信を実証する。

具体的には、ネットワーク全体の電力制御システムのデータプラットフォーム、基地局のリソース管理技術、無線機の電力制御技術、エッジクラウドの動的オーケストレーション技術などそれぞれの領域に応じた電力リソース最適化技術の研究開発を実施し、得られた成果の標準化に取り組む。

■ アウトプット目標

2023年度末	2025年度末 (最終目標)
<p>a) O-RANアライアンス仕様に基づくネットワーク全体の電力制御技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">リアルタイムにサービスモデルや基地局構成を分析するML等を基盤とした電力制御システムの検討と要件定義完了 <p>b) アンプの電力制御、シャットダウン及びスリープモード、並びにダウンリンクアンプの電力制御を利用した無線機におけるリソース管理技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">短いスパンのスリープモードを可能にするAI、ML等を基盤としたアルゴリズムの検討と要件定義完了 <p>c) エッジクラウドにおける電力制御技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">サーバーの全コンポーネントの使用状況とエネルギー関連指標を取得するための検出機能の検討と要件定義完了	<p>以下のa) ~c) を実施することにより、電力制御システムを利用しないOpen RANネットワークと比較して周波数利用効率を10%以上向上させることを目標とする。</p> <p>a) O-RANアライアンス仕様に基づくネットワーク全体の電力制御技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">電力制御システムを利用しない場合を基準として、周波数の利用効率の向上に資するネットワーク全体における10%以上の電力抑制を検証完了 <p>b) アンプの電力制御、シャットダウン及びスリープモード、並びにダウンリンクアンプの電力制御を利用した無線機におけるリソース管理技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">ラボ環境で無線機における電力制御技術の電力制御効果の実証実験完了周波数の利用効率の向上に資する無線機における電力制御効果の検証完了 <p>c) エッジクラウドにおける電力制御技術の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">周波数の利用効率の向上に資するエッジクラウドにおける電力制御効果の検証完了

■ アウトカム目標

本研究開発成果をもとに、Open RANの電力制御技術の標準化や各要素技術の知財化に取り組み、商用化を目指す。

- 2027年 低トラフィック負荷時のキャリア/セルシャットダウン、チャネル (Tx/Rx) シャットダウン、中トラフィック負荷時のアドバンスドスリープモードによるRUの消費電力の削減
- 2027年 CPUやアクセラレータの動作周波数やコアの動的な管理により、クラウドの消費電力を削減
- 2027年 O-RANアライアンスと3GPPの省エネルギー関連研究・作業項目への貢献

自動運転車の普及に伴い通信需要が増大することが見込まれるV2X通信に関し、周波数ひっ迫による輻輳・遅延を避けるため、B5G技術をベースとした周波数利用効率の高いV2X通信や、B5G通信とITS無線との高度な協調動作の実現に向けた研究開発を実施する。

背景・目的

Beyond 5G (B5G) 時代のICT社会では、多くの車がネットワークに接続され、安全性・利便性の向上のための通信需要が増大していくと考えられる。現在我が国には8000万台弱の車が存在しており、これらの多数の車をB5G等のネットワークに安定的につなげていくためには、周波数ひっ迫に伴う輻輳・遅延を防止すべく周波数利用効率の向上のための研究開発が不可欠である。このため、将来の高度な自動運転等のユースケースを考慮に入れつつ、B5G技術の研究開発・国際標準化を推進する必要がある。

概要

2030年代をターゲットとし、効率的な周波数利用にも資する将来的な実現が期待される協調型自動運转向けのユースケースを実現するため、以下の研究開発を行う。

研究開発項目1 路車間/車車間の無線通信に活用する高品質・高信頼かつ超低遅延な直接通信技術の研究開発

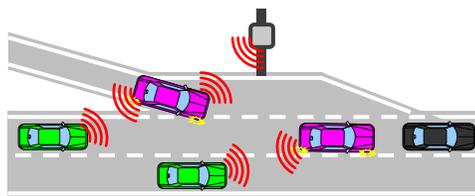
- 「合流・車線変更支援」のように路車間/車車間の意思疎通が必要な場合を想定し、既存ブロードキャストに加え、グループキャスト及びユニキャストや、通信が必要な対象のみと通信を行う（通信エリアを限定する。）ための「距離に応じたフィードバック/コネクションレス型グループキャスト」について、ユースケースに対する有効性や適用可能性を検証・評価した結果に基づき、大容量データ通信が必要なユースケースの実現に要する、ミリ波等のより高い周波数帯を活用する通信技術を開発する。

研究開発項目2 狭域通信との併用等により無線通信エリア（自動運転サービスエリア）を伸長するための広域通信技術の研究開発

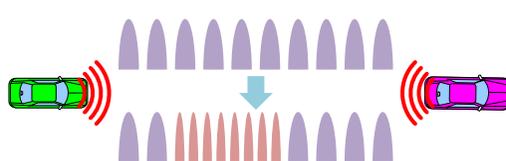
- 「遠隔操作」のようなユースケースに対して、B5G技術の活用による高速・大容量性、搬送波間隔の調整等による低遅延性、再送やフィードバック機能の高度化による信頼性の向上を実現する技術を開発し、高速・大容量、低遅延な無線通信を実現する技術を開発する。

研究開発項目3 同時発生する複数のユースケースを相互にカバーするための既存ITSとの連携・共用技術の研究開発

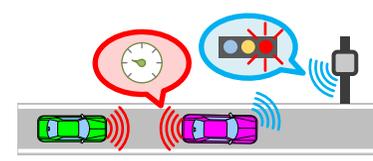
- 高速道路における「合流支援」と「車線変更」のユースケースなどのように、複数のユースケースが同一エリアにおいて同時に発生する場合を想定し、それぞれのユースケースの無線通信を相互に連携・共用することで、限られたITS用周波数帯域を有効利用する技術を開発する。



1) 自動運転用直接通信
(相手を特定した双方向通信)



2) 広域通信技術
(搬送波間隔の調整等による高速・大容量、低遅延通信)



3) 既存ITSとの連携・共用技術
(周囲の環境に応じて既存・新規ITSを使い分ける通信)

■ 研究開発項目 1 : 路車間／車車間の無線通信に活用する高品質・高信頼かつ超低遅延な直接通信技術の研究開発

既存のブロードキャスト形態に加え、3GPP Rel.16以降により規定されるグループキャスト及びユニキャストを対象として、ユースケースに対する有効性や適用可能性を検証・評価するとともに、通信が必要な対象のみと通信を行う（通信エリアを限定する。）ために、「距離に応じたフィードバック／コネクションレス型グループキャスト」も同様に検証・評価の対象とする。これら検証・評価の結果に基づき、ミリ波等を活用したB5G-V2X通信技術を開発する。

■ アウトプット目標

2023年度末	2025年度末（最終目標）
<p>狭域通信を用いての実現が期待されるユースケースに関して、その通信要件を精査するとともに、国際標準化団体において検討が進められている新たなV2X通信に関して調査・整理し、ミリ波等によるV2X通信に求められる技術的要件を検討し、要件定義を完了させる。</p>	<p>路車間／車車間ネゴシエーションや車両多数同時接続等のユースケース下において、路車間／車車間通信を高品質に実現するため、通信対象の限定等による周波数有効利用技術やミリ波をはじめとする高周波利用技術を確立する。</p> <p>具体的には、定量的な目標値として、周波数利用効率を従来の2倍以上（具体的には同時接続車両台数が従来の2倍以上の状況になっても安定的に通信を確保できる状態）とすることを旨とし、前述のユースケース下における実証実験等を通じて検証を行うこととする。また、本研究成果を3GPP等の国際標準化団体に入力し、標準規格における必須特許化を目指す（国際標準化団体への標準化提案及び特許合計5件以上）。</p>

■ アウトカム目標

- 2025～2026年 次世代V2X通信の制度化及び実用化（自動運転（レベル4）適用）の準備完了、国際標準（3GPP等）への成果インプット
- 2027～2028年 高速道路における自動運転（レベル4）への適用

■ 研究開発項目 2：狭域通信との併用等により無線通信エリア（自動運転サービスエリア）を伸長するための広域通信技術の研究開発

「遠隔操作」のようなユースケースに対応するため、B5G技術の活用による高速・大容量性、搬送波間隔の調整等による低遅延性、再送やフィードバック機能の高度化による信頼性の向上を実現する技術を開発し、評価する。本研究開発により、車両又は路側機と遠隔地の運行管理者との間の通信における周波数利用効率を高め、遅延時間を従来の半分にすることで、高効率・高信頼性の遠隔操作の実現を目指す。

■ アウトプット目標

2023年度末	2025年度末（最終目標）
広域通信を用いての実現が期待されるユースケースに関して、その通信要件を精査するとともに、国際標準化団体において検討が進められる新たなV2X通信に関して調査・整理し、遅延時間の削減に向けたモバイルネットワークの技術的課題を検証し、構築する無線システムの仕様を策定する。	遠隔地から車両を操作・管理する等のユースケース下において、基地局を介した情報収集・操作指示を高品質に実現するため、再送機能の高度化等による周波数有効利用技術を確立する。具体的には、定量的な目標値として、車両又は路側機と遠隔地の運行管理者との間の通信における遅延時間を従来の半分にすることを目指し、前述のユースケース下における実証実験等を通じて検証を行うこととする。また、本研究成果を3GPP等の国際標準化団体に入力し、標準規格における必須特許化を目指す（国際標準化団体への標準化提案及び特許合計5件以上）。

■ アウトカム目標

- 2025～2026年 次世代V2X通信の制度化及び実用化（自動運転（レベル4）適用）の準備完了、国際標準（3GPP等）への成果インプット
- 2027～2028年 高速道路における自動運転（レベル4）への適用

■ 研究開発項目 3：同時発生する複数のユースケースを相互にカバーするための既存ITSとの連携・共用技術の研究開発

サービスレイヤから見たITS無線通信技術の使い分け（各無線通信システムの通信状態を常時観測し、状況に応じてどの無線通信システムを用いて通信するか動的に選定する。）や、既存のITS無線通信技術を生かしつつ、既存のITS無線通信技術では実現できないユースケースに対して新規のITS無線通信技術を適用するシステムの構築技術等を検討し、開発する。本研究開発により、各ユースケースの無線通信を連携・共用させ、周波数利用効率を高めることで、複数のユースケースが同時発生する場合でも限られたITS用周波数帯域で対応できるようにすることを目指す。

■ アウトプット目標

2023年度末	2025年度末（最終目標）
研究開発項目 1 及び 2 の検討結果を踏まえ、同時発生する複数のユースケースに関して、複数ITS間で相互に連携・共用するための通信要件を精査し、要件定義を完了させる。	同時発生する複数のユースケースに対応するため、複数ITS間で相互に連携・共用する技術を確立し、実証実験等を通じて、ITS用周波数帯域のより効率的な利用が可能か検証を行うこととする。また、3GPP等の国際標準化団体やARIB等の国内標準化団体に入力し、標準規格における必須特許化を目指す。

■ アウトカム目標

- 2025～2026年 次世代V2X通信の制度化及び実用化（自動運転（レベル4）適用）の準備完了、国際標準（3GPP等）への成果インプット
- 2027～2028年 高速道路における自動運転（レベル4）への適用

課題067 Beyond 5G宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発

2030年頃のBeyond 5Gを支える宇宙ネットワークの構築に必要な要素技術として、未利用周波数帯であるQ帯、V帯等における高機能デジタルビームフォーミング (DBF) 送受信技術、高性能送受信機器技術及びW帯における衛星搭載機器の実現に向けた基盤技術の研究開発を行う。

背景・目的

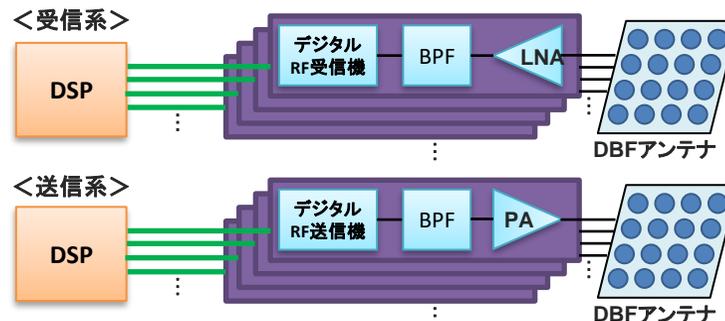
Beyond 5G (B5G) 時代においては非居住地域や上空、海上等を含むあらゆる領域でB5Gの利用ニーズが高まると想定される。そのため、地上系ネットワークと衛星等を活用した宇宙ネットワーク (宇宙NW) をシームレスに接続し、航空機、船舶等の移動体への通信にも展開可能なシステムを実現することが必要である。今後、宇宙NWで活用が見込まれる低軌道衛星コンステレーションやハイスループット衛星においては、現在使用されているKu帯、Ka帯の周波数資源の枯渇が懸念されていることから、Q帯、V帯、W帯といった未利用周波数帯を活用する技術の確立が求められている。

本研究開発を実施し、B5Gネットワークのグローバルカバレッジ実現に寄与するとともに、高い周波数への移行が促進されることにより、衛星通信用無線周波数のひっ迫を緩和することで、電波の有効利用に資することを目的とする。

概要

研究開発項目1 Q帯、V帯における高機能デジタルビームフォーミング (DBF) 送受信システム技術の研究開発

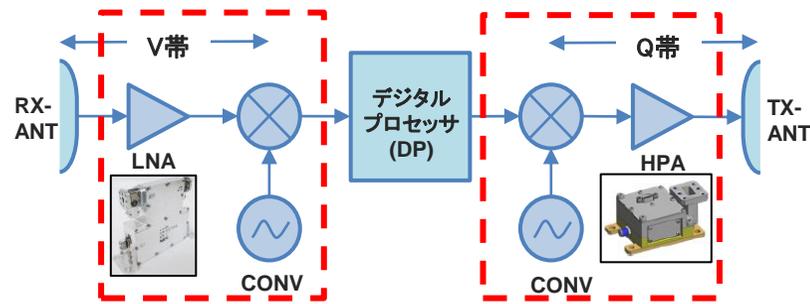
ビームの形状や位置を軌道上で柔軟に変更可能であり周波数の利用効率の向上や、超高速大容量通信を柔軟かつ機動性のある形で実現可能なDBF技術について、Q帯、V帯における衛星通信に適用する技術の確立を目的に、デジタル信号処理技術及び送受信機構成、超小型RF送受信モジュール、大規模DBFアンテナ技術の研究開発を行い、通信システムの観点から評価を行う。



研究開発項目1 DBF送受信システム技術

研究開発項目2 Q帯、V帯における高性能送受信システム技術の研究開発

Q帯、V帯の利用を可能とする衛星搭載用高性能送受信機器技術の確立を目的に、受信系機器 (低雑音増幅器、周波数変換器等) 及び送信系機器 (固体増幅器、進行波管増幅器) の研究開発を行い、通信システムの観点から評価を行う。



研究開発項目2 高性能送受信システム技術 (赤点線内)

研究開発項目3 W帯衛星搭載機器の基盤技術の研究開発

将来的に活用が見込まれるQ帯、V帯より高い周波数であるW帯について、送受信機のキーデバイスとなる送信増幅器に関して、小型低軌道衛星への搭載を想定し、W帯に対応するGaN高出力増幅器の研究開発を行う。

■ 研究開発項目 1 : Q帯、V帯における高機能デジタルビームフォーミング (DBF) 送受信システム技術の研究開発

ビームの形状や位置を軌道上で柔軟に変更可能であり、ビームが十分離れた場所では同じ周波数を繰り返し利用できるなど、周波数の利用効率の向上や、超高速大容量通信を柔軟かつ機動性のある形で実現可能なDBF技術について、Q帯、V帯における衛星通信に適用する技術を確立する。なお、本技術の開発にあたっては、高密度に実装が可能な大きさとなるように留意すること。

■ アウトプット目標

2024年度末	2026年度末 (最終目標)
<ul style="list-style-type: none">搭載する衛星バス、軌道、アンテナ構成、DBFアンテナの仕様を決定する。この仕様を参考に、Q帯、V帯で帯域2GHz以上、4素子からなるDBFアンテナユニットと信号をやりとりするデジタル信号処理部とからなるDBF送受信機を開発し、動作実証実験を実施する。また、試作したSi RFICに関しては、低軌道で5年間の宇宙環境を模擬した放射線試験を実施する。	<ul style="list-style-type: none">2024年度までに決定して搭載する衛星バス、軌道、アンテナ構成、DBFアンテナの仕様に基づき、Q帯、V帯で帯域2GHz以上、64素子からなるDBFアンテナユニットと、このアンテナユニットと信号処理を行うデジタル信号処理部とからなるDBF送受信機を開発し、64素子のDBFアンテナとしての動作検証を実施する。また、開発期間中に宇宙実証の機会を検討し、可能な限り宇宙実証を目指す。DBF技術により、空間を分割して使うことが可能となるため、同じ周波数の電波を用いながら、同じアンテナ利得及び送信電力で1ビームを発射する従来構成と比較し、2倍程度の周波数効率を実現する。

■ アウトカム目標

- 2027年 搭載可能な衛星が確保できた場合、その衛星規模に合わせたDBF素子数分のICなどの部品製造を実施。項目1-c)において検討した①～③等の結果を踏まえ、開発した機器に関する周波数のファイリング、国際調整等の手続きを実施。
- 2028年 DBF素子数分の送受信モジュールの製造とDBFアンテナへの実装を実施。
- 2029年 DBFアンテナ全体としての地上試験を行った後、衛星に搭載し、宇宙での実証実験を開始。
- 2030年 衛星を用いた基本的な実証実験を完了 (実証実験は打ち上げ後5年間を想定。)
- 2031年 開発した成果を製品化。
- 2032年 グローバルマーケットでのビジネス展開。

■ 研究開発項目 2 : Q帯、V帯における高性能送受信システム技術の研究開発

既存のブロードキャスト形態に加え、3GPP Rel.16以降により規定されるグループキャスト及びユニキャストを対象として、ユースケースに対する有効性や適用可能性を検証・評価するとともに、通信が必要な対象のみと通信を行う（通信エリアを限定する。）ために、「距離に応じたフィードバック/コネクションレス型グループキャスト」も同様に検証・評価の対象とする。これら検証・評価の結果に基づき、ミリ波等を活用したB5G-V2X通信技術を開発する。

■ アウトプット目標

2024年度末	2026年度末（最終目標）
<p>a) Q帯、V帯に対応する受信系機器（低雑音増幅器、周波数変換器等）の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・ LNAやConvの受信系機器の詳細設計を実施し、Q帯、V帯に対応する高性能な受信系機器の実現可能性を解析、部分試作等を通じて検証する。 <p>b) Q帯に対応する送信系機器（固体増幅器、進行波管増幅器）の研究開発</p> <ul style="list-style-type: none">・ SSPAの詳細設計を実施し、Q帯に対応する高性能なSSPAの実現可能性を解析、部分試作、部品評価等を通じて検証する。・ TWTAの基本設計を実施し、Q帯に対応するTWTAの目標性能の妥当性を解析、部分試作等を通じて検証する。	<ul style="list-style-type: none">・ a) 及びb) で開発する機器の目標値は、研究計画書を参照。・ 宇宙実証モデルに対し宇宙実証を前提とした環境試験を実施し、宇宙空間での動作及び衛星への搭載可能性を検証する。また、開発期間中に宇宙実証の機会を検討し、可能な限り宇宙実証を目指す。・ a) 及びb) の研究開発により、Q帯、V帯において、利用可能帯域については従来技術と比較し25%程度増加となる5 GHzを実現し、また、LNA、Convの消費電力については10%程度低減となる3 W(LNA)、11W(Conv)を実現する。

■ アウトカム目標

- ・ 2027年 LNA、Conv、SSPAのグローバルマーケットにおけるフライトモデル受注獲得。TWTAの搭載性実証のための環境試験完了。項目2-c)において検討した①～③等の検討結果を踏まえ、開発した機器に関する周波数のファイリング、国際調整等の手続きを実施。
- ・ 2028年 TWTAのフライトモデル受注獲得
- ・ 2029年 グローバル市場でのシェア拡大及び後継機種の開発実施

■ 研究開発項目 3 : W帯衛星搭載機器の基盤技術の研究開発

将来的に利用が見込まれるQ帯、V帯より高い周波数であるW帯について、送受信機のキーデバイスとなる送信増幅器に関して、その基盤技術の研究開発を実施する。具体的には、小型低軌道衛星への搭載を想定し、W帯に対応するGaN高出力増幅器（HPA）の研究開発を行う。開発に当たっては、海外動向を含めた技術調査を行い、その技術動向を十分踏まえること。

■ アウトプット目標

2024年度末	2026年度末（最終目標）
W帯でP1dB 27dBm以上、効率25%以上の送信増幅特性を有する送信増幅器用GaNトランジスタを開発し、外部の整合回路により、その特性が得られていることを確認するとともに、3年間の宇宙環境を模擬した放射線試験を実施する。	W帯で目標値として周波数帯域 5 GHz以上、P1dB 27dBm以上、効率25%以上のGaN送信増幅器を開発し、3年間の宇宙環境を模擬した放射線試験を実施する。

■ アウトカム目標

- ・ 2027年 W帯GaN SSPA開発開始
- ・ 2028年 W帯GaN SSPAプロトタイプ試作完了
- ・ 2030年 W帯高出力化GaN トランジスタの開発完了
- ・ 2031年 W帯高出力化GaN SSPAの開発完了
- ・ 2032年 W帯高出力化GaN SSPAのグローバルマーケットでのビジネス展開開始

応募要領及び提案書様式において、 特に留意が必要な点について



お願い

- 「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）に関する詳細情報（令和4年10月13日 NICT Webサイト）

https://www.nict.go.jp/collabo/commission/B5Gsokushin/B5G_kobo/20221013kobo.html

必ず「Beyond 5G機能実現型プログラム 基幹課題（電波有効利用型2022）応募要領」
及び応募予定の研究計画書の**全文をお読みの上**ご応募ください。

提案書作成に当たっての留意点①

- 研究開発項目ごとのいずれか又は全部を含む複数の研究開発項目に提案することができる。複数の研究開発項目に応募する場合、提案書は一つにまとめること。提案者が複数あった場合等において、研究開発項目1はある提案者で、研究開発項目2は別の提案者が受託者として採択されるような場合があることも想定される。
- 具体的目標については、毎年度の目標と最終年度の最終目標について、定量的に提案書に記載すること。
最終年度：065及び066…2025年度まで、067…2026年度まで
- 提案時に受託中の課題を含め、機構及び他の機関の委託研究の受託者となる期間が重複していても応募できるが、複数の委託研究課題を同時期に受託することとなった場合は、各研究者のエフォート率（研究者の全仕事時間に対する当該研究の実施に必要とする時間の配分割合（%））の合計が100%を超えないよう、適切な研究開発実施体制とすること。
- アウトプット目標については、本研究開発期間中の各年度の研究開発における直接的な成果（例えば、論文発表、特許出願、規格原案の提出など）に関する目標を具体的に定量的に記載すること。また、国内外で開発中の技術等と比較して優れていること等を客観的な数値あるいは定性的に説明すること等により、その目標を設定した理由を記述すること。さらに、有限希少な電波の有効利用への貢献がどの程度期待できるのかについて、分かりやすく記述してください。
- アウトカム目標については、電波の有効利用の度合いやそのアウトプットが活用されてもたらされる社会・経済的な効果、例えば、本研究開発終了後、提案者の継続した取組等による製品、サービス等の実用化、国際標準化の実現など、社会経済活動において生み出される価値の側面に関する目標を記載すること。また、国内外で開発中のハード、ソフト、アプリ、技術等と比較して優れていること等を客観的な数値あるいは定性的に説明すること等により、その目標を設定した理由を記述すること。

提案書作成に当たっての留意点②

- 本研究開発の遂行過程で得られるデータについては、広くオープンにするのが望ましいことから、公開できると想定するデータがある場合には、その**公開や利活用促進に関する計画**（例：公開するデータの種類、公開先、公開方法等）を提案書に記載すること。なお、**本項目は採択評価時の評価項目**とする。
- 本委託研究で研究開発する技術について、**具体的にB5Gの実現にあたり**どのような分野のどのような**知的財産の取得が期待できるのか**、**何件程度の特許出願を目指すのか**、また、知的財産の取得とともに標準化活動の推進も重要であることから、どのような分野のどのような**標準の策定が期待できるのか**、どのような**標準化活動を推進**するのか、**知財戦略と標準化戦略をどのように一体的に推進**しようとしているかについて提案書に記載すること。なお、**本項目は採択評価時の評価項目**とする。
- **外国の民間企業、大学、アライアンス、コンソーシアム等との連携体制**が構築できている又は計画している場合には、具体的な連携の方法について提案書に記載すること。なお、**本項目は採択評価時の評価項目**とする。
- 実施体制については、本研究開発の**目的に則した実施体制**を構築し、それぞれの**役割を明記**すること。
- 研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言をいただくとともに、実際の研究開発の進め方について適宜指導をいただくため、学識経験者、有識者等を含んだ**研究開発運営委員会**等を開催する等、**外部の学識経験者、有識者等を参画**させること。
- 本研究開発成果の**社会実装に向けて**、到達目標の**マイルストーン**を意識しつつ、具体的な時期（目標）、体制、方策等を記載すること。その際、**持続的に自走するための計画**等についても記載すること。
- 研究開発成果の**情報発信を積極的**に行うこと。

※個別の研究課題においては、これ以外の追加的な項目が記載されているものがあります。各研究計画書の「6. 提案に当たっての留意点」を参照願います。

- 基幹課題については、提案者は、研究開発課題を構成する複数の研究開発項目のうち、いずれか一つ又は複数の応募も可能であることから、各研究開発項目の受託者が（同一の提案からではなく）異なる提案の中から採択される場合も想定される。この場合は、研究計画書に掲げる研究開発課題の目標を達成するために、かつ、実用的な成果を創出するために、採択された受託者による共同研究体制又は研究協力体制を構築し、当該受託者間の調整を行うとともに、研究開発課題全体の取りまとめを行う者を決定すること。（異なる提案から受託者が採択された場合の代表研究者（代表研究責任者）の選定等）
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的で開催するとともに、機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、機構の指示に基づき定期的に進捗状況などについて報告すること。
- 全ての受託者は、前述の会議、研究開発運営委員会に加え、Beyond 5G研究開発促進事業の全てのプログラム、研究開発課題間の運営管理を行う運営調整会議（機構主催）に参加し、事業としての総合調整（全体を俯瞰した研究開発の重複や欠落の排除、研究開発実施計画の変更等）や連携促進等に協力し、B5Gに係る要素技術の確立に加え、社会実装の実現、知財獲得や国際標準への反映等の成果の創出により、アウトプットの最大化についてはアウトカム目標への貢献により、当該事業全体としての社会貢献を最大化し、結果として、事業が高く評価されるよう努めること。

（留意事項）

- 基幹課題は、B5Gの実現に必要な要素技術についてハイレベルな成果の創出を目標とした研究開発であり、B5Gにおけるネットワークアーキテクチャやオペレーション、ユースケースや利用シーンに合わせたハードウェアやソフトウェア等の開発が必要である。そのため早期社会実装を念頭に、ネットワークオペレータ等のハードウェアやソフトウェア等の利用主体と見込まれる企業等も参画する研究開発運営委員会を設置し、定期的な報告・議論を実施することが適当。
- 本事業は、研究開発方針において「研究開発成果の最大化」が求められており、このため機構が自ら実施している研究課題との連携を図り、2030年頃のB5Gの実現に向けて、全体として研究開発成果の最大化を目指すこととしています。そのため、提案課題との連携の観点から、機構の研究者（連携オフィサー）を原則として配置し、また、提案課題の進捗状況等についての連絡等を担当するリエゾンアシスタント（外部請負先から派遣）を配置しますので、研究開発運営委員会へのオブザーバー参加についてご了承ください。ただし、研究開発運営委員会において機微な情報を取扱う場合、事前に連絡等いただければ参加を控えるようにしますのでご理解をお願いします。

- 機構は、研究開発終了時に終了評価を実施する。毎年度後半、評価委員会による評価（**継続評価**）を実施し、継続の必要性等が認められた場合には、当該年度の翌年度まで委託研究を継続し、最終年度末に委託研究を終了する。**評価の結果、継続性の必要性が認められなかった場合は当該年度末に終了とする。**
- 機構は、本委託研究終了後に成果展開等状況調査を行い、**追跡評価**を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、**臨時にヒアリングを実施**することがある。

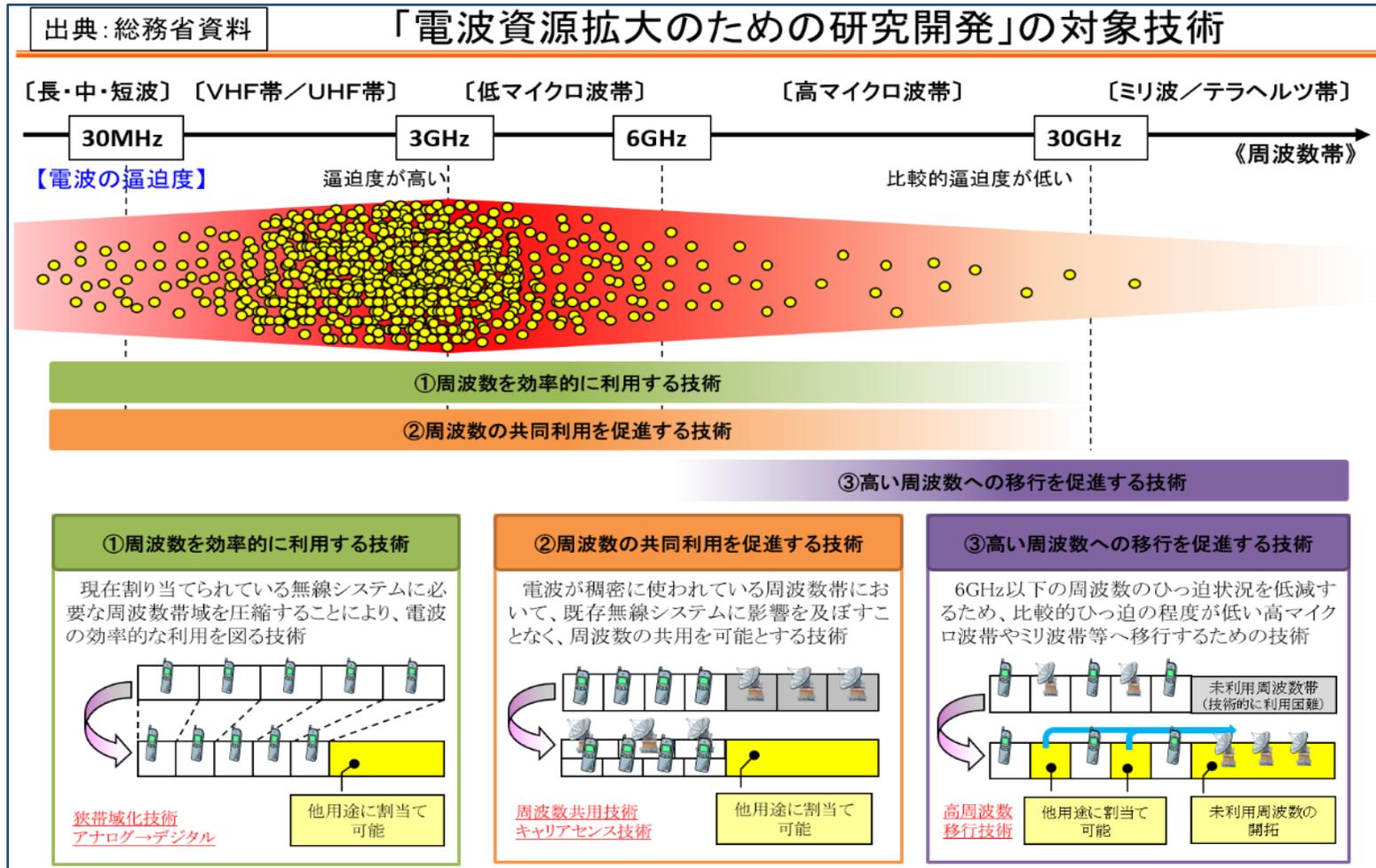
＜受託者の選定における評価項目＞

…詳細は応募要領をご確認ください

- ① 研究開発の目標・計画・方法、新規性
- ② 研究開発の能力、実施体制・予算計画
- ③ 成果の展開・普及による社会経済分野、研究分野、知財創出・標準化等への貢献
- ④ B5G の実現のための研究開発の必要性、電波の有効利用への寄与等

● 電波の有効利用への寄与の考え方

- Beyond 5Gの研究開発においては、有限希少な電波の有効利用に資する観点が極めて重要です。
- 電波の有効利用への寄与の考え方については、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」等において対象としている3つの電波有効利用技術の考え方なども参考としてください。



※ 総務省電波利用ホームページ(「電波資源拡大のための研究開発」、「周波数ひっ迫対策技術試験事務」)もご覧ください。

<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/kenkyu/index.htm> , <https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/tectest/index.htm>

成果の社会実装等に向けた取組み

- B5Gの実現を支える技術として、**知的財産戦略**及び**標準化戦略**、さらには**製品化と海外市場への展開戦略**を記載するとともに、**知財獲得に向けて必要な取組みを視野に入れること。**
- 実用化、事業化、社会実装に向けた**出口戦略**を明確とすること（委託研究後の事業化等の内容を明確にする）。
- 上記の出口戦略を実現するため、本委託研究で得られた**成果のオープン化**（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化、オープンソース化、研究開発や実証を推進するプラットフォーム（テストベッド等）も行う等、**成果の社会実装等に向けて必要な取組みを行うこと。**

(留意事項)

- B5Gの実現を支える技術として、知的財産戦略及び標準化戦略、さらには製品化と海外市場への展開戦略を記載するとともに、**知財獲得に向けて必要な取組みを視野に入れること。特に、3GPPやITU-T、ITU-R等へは早期の技術寄書提案により、国際的コンセンサスの獲得に取り組むこと。**
- 上記の出口戦略を実現するため、場合によっては本研究で得られた**成果のオープン化**（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化、オープンソース化等）も行う等、**成果の社会実装等に向けて必要な取組みを行うこと。さらに本研究で得られた成果技術・成果物等を以て国際連携を図り、将来的な技術の国際展開を積極的に図ること。**

提案書様式

- ・ 官民費用分担にかかる申告書（別紙6）
- ・ 標準化活動計画（別紙9）



お願い

- 「Beyond 5G研究開発促進事業（電波有効利用型）」に係る令和4年度新規委託研究の公募（第2回）に関する詳細情報（令和4年10月13日 NICT Webサイト）

https://www.nict.go.jp/collabo/commission/B5Gsokushin/B5G_kobo/20221013kobo.html

必ず 「（基幹課題）提案書様式」の全文をお読みの上ご応募ください。

官民費用分担にかかる申告書（別紙6）

提案書別紙6

官民費用分担にかかる申告書

国立研究開発法人情報通信研究機構イノベーション推進部門長 殿

(所在地)
(代表提案者名)
(代表提案者代表者名)

革新的情報通信技術研究開発委託研究
「(研究開発課題名)」
官民費用分担にかかる申告書

標記について、以下の費用が発生する見込みです。

概要

〇〇〇の研究開発に必要な経費 〇〇百万円

経費内訳

<input type="checkbox"/> 物品費	→	→	→	〇〇百万円
<input type="checkbox"/> 人件費・謝金	→	→	→	〇〇百万円
<input type="checkbox"/> 旅費	→	→	→	〇〇百万円
<input type="checkbox"/> その他	→	→	→	〇〇百万円

なお、研究開発終了時には、実績報告書を提出します。

- 研究開発の成果の応用・展開に要する経費など、委託費のほかに提案者が負担する全体額について申告してください。
- 研究グループで応募する場合は、代表提案者とすべての共同提案者の連名で作成してください。

標準化活動計画（別紙9）

各年度の標準化に向けた取り組みについて、記載してください。

標準化活動計画							提案書 別紙9
研究開発 課題	2022年度 (R4)	2023年度 (R5)	2024年度 (R6)	2025年度 (R7)	2026年度 (R8)	以降	
<p>提案者：AA会社、BB会社、CC大学、*****</p> <p>○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○</p> <p>・課題名称（提案書の表紙に記載）を記入してください。</p> <p>標準化の目的</p> <ul style="list-style-type: none"> （例）○○等の製品を国際展開するための標準化を実施 （例）他の無線業務との共用検討を行う際などへの活用に貢献 <p>（他の標準化機関の例）</p>	<p style="text-align: right;">・提案者名（代表提案者、共同提案者）を記入してください。</p>						
	<p>ITU-R SG5 WP5D</p> <p>将来技術トレンド調査 ビジョン勧告 技術性能要件</p> <p>第38回 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49</p> <p>（例）将来技術トレンド調査及びビジョン勧告について当該技術が含まれるか確認。ない場合は日本寄文またはセクターメンバー寄書として提案</p> <p>（例）将来技術トレンド調査報告、ビジョン勧告原案に対して、必要なマテリアルを寄与文書等で入力</p> <p>WWRF/関連のフォーラム等</p> <p>（例）○○フォーラムにおける関連技術の理解と、製品化等におけるパートナー形成を見据えた参加を行う。</p>						
	<p>ISO/IEC/TCXXX</p> <p>IEEE 8XX.XX</p> <p>3GPP RAN/SA/CT</p> <p>IETF/IRTF</p>						