

# 令和7年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室

総合通信基盤局 電気通信事業部 電気通信技術システム課

評価年月：令和7年8月

## 1 政策（研究開発名称）

次世代の通信インフラを担う光伝送技術の研究開発

## 2 達成目標等

### （1）達成目標

近年、データセンターやAI サービス、IoT 機器等の普及が進んでおり、今後も急激な増加が見込まれる通信トラフィックへの対策として、次世代の通信インフラを担う光伝送技術がますます重要となっている。次世代の光伝送技術の確立に向けては、光ファイバを介する信号の高速処理や光エネルギー増加に伴う、信号処理速度の限界や信号の劣化、ファイバヒューズ現象（高強度光により光ファイバの内部が溶融・破損する現象）等の新たな課題に対応する必要がある。

これまでの研究開発により、毎秒1.6テラビット級基幹網向け光伝送技術と毎秒1テラビット級アクセス網向け光伝送技術が確立しつつあるが、さらなる高度化を行わなければ急激に増加する通信容量と多様化する通信需要、消費電力の増大に対処することが困難となる。

そのため、市場や技術・標準化動向をふまえて基幹網向け光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術、及び低遅延・大容量に加えてファイバヒューズ耐性かつ低損失という特性を備えた空孔コア光ファイバ技術等を確立し、開発成果の国際標準化・市場展開を推進することで、我が国の光伝送技術の国際的な競争力を強化し、次世代の通信インフラを担う光伝送技術の実現に寄与する。

### （2）事後評価の予定時期

令和13年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

令和8年度～令和12年度（5か年）

#### ・想定している実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人、独立行政法人等

#### ・概要

通信トラフィックの増大に対応する次世代光伝送の実現に寄与するため、以下の技術の確立に向けた研究開発を実施する。以下の2つの技術の研究開発は必ずしも組み合わせられて実施されるものではないが、将来的に組み合わせられることを意識して研究開発に取り組む。

#### ① 光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術の研究開発

毎秒2テラビット超級大容量光信号の長距離伝送を実現するための、デジタル信号処理技術や雑音耐性向上技術、並列受信による低消費電力回路設計技術等を確立する。

#### ② 空孔コア光ファイバに関する研究開発

毎秒2テラビット超級大容量光信号の長距離伝送実現に必要な低遅延・大容量に加え、ファイバヒューズ耐性かつ低損失という特性を備えた空孔コア光ファイバの社会実装・実用化に

向けて、製造技術、品質保証技術及び既存の光ファイバとの接続における損失低減技術等の確立を図る。あわせて、空孔コア光ファイバの特性を活かし、光給電やアナログ RoF (Radio over Fiber) といったユースケースを含む高機能伝送技術の確立に取り組む。

・研究開発概要図

**課題Ⅰ 大容量・低消費電力光伝送用デジタル信号処理技術に関する研究開発**

**■ 光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送技術の研究開発**

研究開発内容

- 2テラビット超の高速化・変調多値化・多並列化等による大容量化のためのデジタル信号処理技術
- 位相雑音耐性の向上のための信号処理技術
- 並列送受信構成での低電力回路設計技術 等

効果：革新的な信号処理技術による長距離大容量光伝送と消費電力低減を実現

デジタル信号処理チップ (DSP) → 2テラビット超 → プラガブル光トランシーバ → 光伝送装置

- 光並列送受信技術
  - シンボルレートの向上
  - 光並列送受信構成の検討
- 光源位相雑音耐性向上技術
  - 等化強化位相雑音耐性向上
  - 位相雑音耐性

---

**課題Ⅱ 革新的光ファイバ技術の研究開発**

**■ 空孔コア光ファイバの研究開発**

研究開発内容

- 低遅延・大容量に加えてハイパワー耐性かつ低損失の特性を備えた空孔コア光ファイバの社会実装・実用化に向けて、製造技術、接続技術、品質保証技術を確立
- ユースケース(光給電やアナログRoF等)を含む空孔コア光ファイバを用いた高機能伝送技術を確立等

効果：リアルタイムに更に近い通信(低遅延・大容量通信)、出力の大きい光の伝送(ハイパワー耐性・低損失)を実現

従来の光ファイバとは全く異なる構造であることから、従来の光ファイバの**ボトルネック性能を打ち破る**可能性を有する

- 革新的な特性
  - 光が空気を伝播するため、超低遅延通信を実現
  - ハイパワー耐性かつ低損失であり、光による電力伝送が伝送可能
  - 伝搬帯域が広いので、大容量かつ無線信号が伝送可能
- 製造、接続、品質保証技術
  - 構造が複雑な空孔コア光ファイバの高品質化
  - 低遅延・大容量・ハイパワー耐性・低損失を備えたファイバを製造

空孔コア光ファイバ vs 従来の光ファイバ

- 高効率伝送技術
  - 光給電やアナログRoF等のユースケースを含む高機能伝送技術を確立

※RoF：Radio over Fiberの略。無線信号を光ファイバで送る技術。

技術の種類	技術の概要
<b>光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術の研究開発</b>	
光並列送受信基本技術	伝送距離を維持しつつ大容量化を実現するため、消費電力を抑えつつシンボルレートを向上させるとともに、光並列化を可能とする光送受信器構成、全体機能・性能設計、並列信号処理方式、及び光伝送路特性推定・補償技術を開発する。
静的信号等化技術	毎秒2テラビット超級光伝送を可能とする高シンボルレート及び光並列送受信方式に対応した静的信号等化(波長分散補償)の低電力信号処理方式を開発する。
動的信号等化技術	毎秒2テラビット超級光伝送を可能とする高シンボルレート及び光並列送受信方式に対応した動的信号等化(偏波変動追従、偏波モード分散補償)の低電力信号処理方式、及び高シンボルレート化に伴い顕在化する等化強化位相雑音の耐性向上技術を開発する。
信号処理統合設計基本技術	各信号処理機能を統合して連携動作させる統合評価プラットフォームを開発し、光伝送特性や消費電力を評価して各機能技術の検討にフィードバックする。
<b>空孔コア光ファイバに関する研究開発</b>	
ユースケース技術	空孔コア光ファイバを用いたデータセンター間の伝送技術や光給電、アナログ RoF 技術を開発する。
リンク技術	低損失・広帯域といった高品質な空孔コア光ファイバの製造技術、接続コネクタの開発と既存の光ファイバシステムとの共存を可能にする技術を開発する。

・スケジュール

技術の種類	令和8年度 2026年度	令和9年度 2027年度	令和10年度 2028年度	令和11年度 2029年度	令和12年度 2030年度
光トランシーバ 当たり毎秒2テ ラビット超級光 伝送用信号処理 技術の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>方式/機能構成の課題抽出</li> <li>信号処理要素技術/回路の課題抽出</li> <li>インターフェース高速化検討 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>方式/機能構成の基本検討</li> <li>信号処理要素技術/回路の基本検討</li> <li>インターフェース高速化評価 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>方式/機能構成の詳細検討</li> <li>信号処理アルゴリズム基本検討</li> <li>信号処理要素技術/回路の詳細検討</li> <li>評価プラットフォーム構築 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>信号処理アルゴリズム詳細検討/改良検討</li> <li>機能モデル/回路モデル設計</li> <li>信号処理要素技術/回路の改良検討</li> <li>統合機能モデル/統合回路モデル設計 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能モデル性能評価/回路モデル動作検証</li> <li>統合機能モデル性能評価/統合回路モデル動作検証</li> <li>全体電力評価 等</li> </ul>
空孔コア光ファイバに関する技術開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>各要素技術のシミュレーション、基礎設計と開発</li> <li>光ファイバ長尺化、接続技術等のシミュレーション、基礎設計と開発 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各要素技術の性能評価、課題抽出、性能向上</li> <li>光ファイバの長尺化・接続技術等の性能評価、課題抽出、性能向上 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各要素技術の結合試験による性能評価、改良</li> <li>結合試験に適用し性能評価、改良 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実フィールド試験に向けた各要素技術の高度化</li> <li>実フィールド試験に向けた光ファイバ等の高度化</li> <li>実フィールドでのPoC環境構築 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実フィールドでのPoCによる検証、各ユースケース技術、各リンク技術へのフィードバック及び評価 等</li> </ul>

・総事業費(予定)

約 70.0 億円 (うち、令和8年度概算要求額 14.0 億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

近年、データセンターやAI サービス、IoT 機器等の普及が進んでおり、今後も急激な増加が見込まれる通信トラフィックへの対策として、次世代の通信インフラを担う光伝送技術がますます重要となっている。これまでの研究開発により、毎秒 1.6 テラビット級基幹網向け光伝送技術と毎秒 1 テラビット級アクセス網向け光伝送技術が確立しつつあるが、さらなる高度化を行わなければ急激に増加する通信容量と多様化する通信需要、消費電力の増大に対処することが困難となる。そのため、基幹網向け光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術、及び低遅延・大容量に加えてファイバヒューズ耐性かつ低損失という特性を備えた空孔コア光ファイバ技術等の確立を目指す必要がある。

本研究開発によって確立される技術は、通信トラフィック増大及びそれに伴い生じる通信機器の消費電力の急速な増加に対応し、我が国の社会・経済活動を支える情報通信インフラの持続的な維持・発展に貢献するものであることから、本研究開発による利益は広く国民に享受されるものである。

また、最近では、社会インフラを支える技術を他国に依存することのリスクが認識され、経済安全保障の重要性が改めて強く認識されていると同時に、利益を自国に誘導するための技術覇権争いも激しさを増している。本研究開発分野は、欧米各国においても大規模かつ戦略的な研究開発が行われており、業界団体である OIF や OpenROADM、国連の専門機関である国際電気通信連合 (ITU) 等において熾烈な国際標準化競争が展開されているところである。他方、高度な情報通信システムの研究開発には先進的な技術や大きな投資が必要であり、リスクが高く民間企業のみでは取り組むことが困難である。このため、我が国でも早急に国費を投じて、官民一体となった研究開発を実施しなければ、技術開発力競争において大きく遅れを取ることとなり、標準化の主導権を失うことで市場獲得が困難になる。よって、国が戦略的に研究開発を実施し、国内民間事業者がそれぞれ有する得意分野の技術を結集させて技術的課題を解決し、研究開発成果の国際標準化・製品化を推進して我が国の国際競争力を強化する必要がある。

なお、本研究開発が対象とする情報通信インフラのための光通信技術は、「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画 2025 年改訂版」(令和7年6月13日)において「デジタル基盤の整備」として位置づけられ、その着実な推進により「AI・デジタル技術等がもたらすゲームチェンジ・産業構造転換の主導権を確保」することとされているなど、3(3)で示す上位計画・全体計画等

の政府方針に則ったものである。

**(3) 政策的位置付け**

○関連する主要な政策

V. 情報通信 (ICT 政策) 政策9「情報通信技術の研究開発・標準化の推進」

○政府の基本方針 (閣議決定等)、上位計画・全体計画等

名称 (年月日)	記載内容 (抜粋)
第6期科学技術・イノベーション基本計画 (令和3年3月26日)	第2章 Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策 1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革 (1) サイバー空間とフィジカル空間の融合による新たな価値の創出 (a) 現状認識 通信インフラについては、今後ますますネットワーク上を流通するデータ量が爆発的に増えていく中で、省電力性、信頼性、リアルタイム性等の課題が数多く指摘されており、抜本的な対応が必要である。
統合イノベーション戦略2025(令和7年6月6日)	2. 第6期基本計画の総仕上げとしての取組の加速 (1) 先端科学技術の戦略的な推進 ① 重要分野の戦略的な推進 (デジタルインフラ) オール光ネットワーク技術を中核とする低遅延・高信頼・低消費電力な次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) の令和12年頃の本格導入に向けて、研究開発・国際標準化とテストベッド整備・活用等を通じた社会実装・海外展開を一体的に推進する。
経済財政運営と改革の基本方針2025(令和7年6月13日)	第2章 賃上げを起点とした成長型経済の実現 3. 「投資立国」及び「資産運用立国」による将来の賃金・所得の増加 (4) 先端科学技術の推進 社会課題解決の原動力となる AI、量子、フュージョンエネルギー、マテリアル、バイオ、半導体、次世代情報通信基盤 (Beyond 5G)、健康・医療等について、分野をまたいだ技術融合による研究開発・社会実装を一気通貫で推進する。
デジタル社会の実現に向けた重点計画 (令和7年6月13日)	第1 目指す社会の姿、取組の方向性と重点的な取組 4. 取組の方向性と重点的な取組 (2) AI-フレンドリーな環境の整備 (制度、データ、インフラ) ⑥ デジタルの利用環境・インフラ整備 オール光ネットワークを中核とした次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) や量子暗号通信の研究開発・社会実装、デジタルインフラ整備と一体的な地域課題解決に資するソリューションの創出・展開に取り組む。
新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2025年改訂版 (令和7年6月13日)	III. 投資立国の実現 3. GX・DX の着実な推進 (2) DX ③デジタル基盤の整備 オール光ネットワーク・モバイル等の次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) や HAPS (高高度プラットフォーム)、我が国事業者が主体的に関わる低軌道衛星通信サービスの実現に向け、研究開発や国際標準化、テストベッド整備を含む中長期的な導入支援等を進める。

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本政策の企画・立案に当たっては、「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和7年7月）において、本政策の必要性、有効性及び技術の妥当性等について外部評価を行い、政策効果の把握を実施した。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、目標の達成状況や得られた成果等について、研究開発の目的・政策的位置付け及び目標、研究開発マネジメント、研究開発目標の達成状況、研究開発成果の社会展開のための活動実績及び研究開発成果の社会展開のための計画などの観点から、外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3（2）研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	本研究開発の実施に当たっては、光伝送技術に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果を見込むことができる。また、実施内容、実施体制及び予算額等については外部評価を行い、効率的に実施することとしている。 よって、本研究開発には効率性があると認められる。
有効性	基幹網向け光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術及び空孔コア光ファイバに関する技術を確立することにより、基幹網から末端のアクセス網まで大容量・低消費電力の通信インフラが実現可能となるため、通信トラヒックの急速な増加に有効に対処し、次世代の通信インフラを担う光伝送技術の実現に寄与することができる。 また、本研究開発は、外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会を通じて、多様な専門家からのアドバイスを得つつ、研究開発と実証実験を一体的に推進することとしており、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。 よって、本研究開発には有効性があると認められる。
公平性	本研究開発によって実現される高速大容量・低消費電力の光伝送の恩恵は広く国民に享受されるものであることから、広く国民の利益になることが見込まれる。 また、支出先の選定に当たっては、実施希望者の公募を広く行い、研究提案について外部専門家から構成される評価会において最も優れた提案を採択する方式により、競争性を担保する。 よって、本研究開発には公平性があると認められる。
優先性	近年、データセンターやAIサービス、IoT機器等の普及が進んでおり、今後も急激な増加が見込まれる通信トラヒックへの対策として、光伝送技術のさらなる高度化を行わなければ、急激に増加する通信容量と多様化する通信需要、消費電力の増大に対処することが困難となる。 また、本研究開発分野については、3（3）に記載のとおり様々な政府方針等で取り上げられる重要技術であるとともに、米国・中国・欧州等で自国に技術を囲い込むべく多額のイノベーション投資等が行われており、我が国のイノベーション政策においても経済安全保障を念頭に置いた対応が必要とされている。 したがって、高速大容量化かつ柔軟で効率的な運用を実現する光伝送技術及び空孔コア光ファイバに関する技術の確立を優先的に実施していく必要がある。 よって、本研究開発には優先性があると認められる。

## 6 政策評価の結果（総合評価）

本研究開発によって確立される技術は、通信トラヒックの急速な増加に対応し、我が国の社会・経済活動を支える情報通信インフラの持続的な維持・発展に貢献するものである。

光トランシーバ当たり毎秒2テラビット超級光伝送用信号処理技術及び空孔コア光ファイバに関する技術を確立することにより、基幹網から末端のアクセス網まで大容量・低消費電力の通信インフラを確立することが可能となり、次世代の情報化社会（Society 5.0）を支える通信ネットワークの実現に有効に寄与することができるものである。

よって、本研究開発には必要性、有効性及び技術の妥当性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和8年度予算において、「次世代の通信インフラを担う光伝送技術の研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用

「情報通信技術の研究開発の評価に関する会合」（令和7年7月）において、本政策の必要性、有効性及び技術の妥当性等について外部評価を実施し、外部有識者から、「高速大容量かつ低消費電力の光伝送技術は情報通信インフラの発展に資するものであり、広範な社会・経済活動を支える効果がある」等のご意見を頂いており、「通信トラヒックの増大に対応するために次世代の光伝送技術を確立することは、社会的・経済的に有意義である」との評価を得た。このような有識者からのご意見や評価を本評価書の作成に当たって評価に活用した。

## 9 評価に使用した資料等

- 第6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日閣議決定）  
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>
- 統合イノベーション戦略2025（令和7年6月6日閣議決定）  
[https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2025\\_zentai.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2025_zentai.pdf)
- 経済財政運営と改革の基本方針2025～「今日より明日はよくなる」と実感できる社会へ～（令和7年6月13日閣議決定）  
[https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025\\_basicpolicies\\_ja.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025_basicpolicies_ja.pdf)
- デジタル社会の実現に向けた重点計画（令和7年6月13日閣議決定）  
[https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic\\_page/field\\_ref\\_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/cd4e0324/20250613\\_policies\\_priority\\_outline\\_03.pdf](https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/cd4e0324/20250613_policies_priority_outline_03.pdf)
- 新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画2025年改訂版（令和7年6月13日閣議決定）  
[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii\\_sihonsyugi/pdf/ap2025.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/ap2025.pdf)

# 令和7年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局 技術政策課

評価年月：令和7年8月

## 1 政策（研究開発名称）

超高周波次世代通信システムに向けた高安定高周波クロック及び高精度時刻同期モジュールの研究開発

## 2 達成目標等

### (1) 達成目標

トラフィック増加傾向を踏まえ、携帯電話用周波数の更なる確保について検討課題となっているが、超高周波帯(10~100GHz)においては、電波減衰等高周波帯固有の課題を克服する必要がある。

将来における超高速大容量無線通信を不便なく利用できる環境の実現に向け、キーデバイスとなる超高安定で小型な高周波クロックをコアとする新規の時刻同期モジュールを開発することにより、次世代通信技術である分散 MIMO 技術と組み合わせ、モバイル環境にて超高周波帯を使えるようにすることを目的とする。

具体的には下記の条件を満足する時刻同期モジュールを制作する。

- 対象周波数帯
- ・ 10GHz~100GHz

研究開発課題		アウトプット指標		アウトカム指標	
高安定な小型高周波クロック素子の作製		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周波数安定度 <math>&lt;10^{-11}</math></li> <li>・ 発振周波数 <math>&gt;3</math> GHz</li> <li>・ 発振器サイズ <math>&lt;10\text{cc}</math> *</li> </ul> <b>*新規実装技術を含む</b>	定量	高安定な高周波標準クロックのポータブルな通信アーキテクチャへの適用を実現し、超高周波帯(10~100GHz)の利用効率を高め、周波数の有効利用の一層の向上を促進する。	定性
時刻同期モジュールの作製	外部クロックとの同期技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搬送波位相差 <math>&lt;15^\circ</math> **</li> <li>**ピコ秒オーダーの同期精度</li> </ul>	定量	分散 MIMO システムへの実装を実現し、超高周波帯(10~100GHz)で課題となる電波環境に依存するスループット低下を抑制し、周波数の有効利用の一層の向上を促進する。	定性
	外部クロックの評価技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数の外部クロックの評価機能実装 時刻比較精度 <math>&lt;10^{-11}</math> @1sec.</li> <li>・ 複数の外部クロックのアンサンブル安定化機能実装 平均時間 1000 秒以上の長期周波数安定度において内部クロック単体に対して、アンサンブル化によって 1 桁以上の改善</li> </ul>	定量	分散 MIMO システムへの実装を実現し、基地局間の同期時刻レベルのハンドオーバを可能にし、シームレスなサービスを実現することで、周波数の有効利用の一層の向上を促進する。	定性

## (2) 事後評価の予定時期

令和 12 年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### (1) 研究開発の概要

#### ・実施期間

令和 8 年度～令和 11 年度（4 か年）

#### ・想定している実施主体

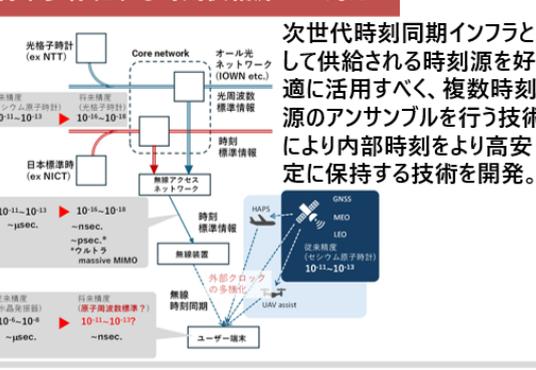
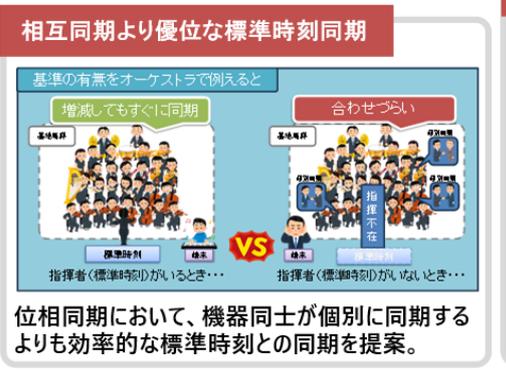
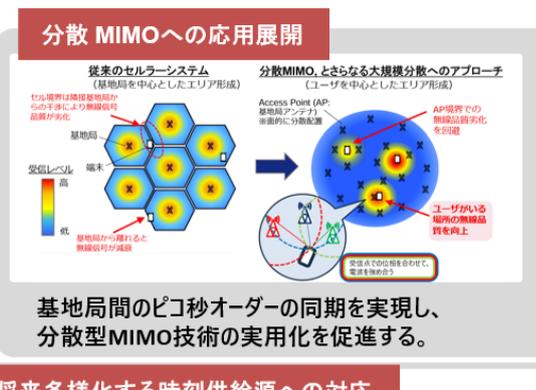
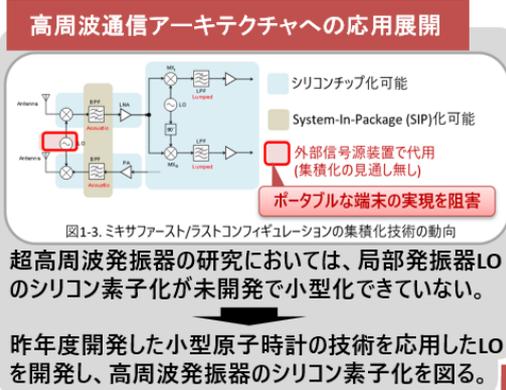
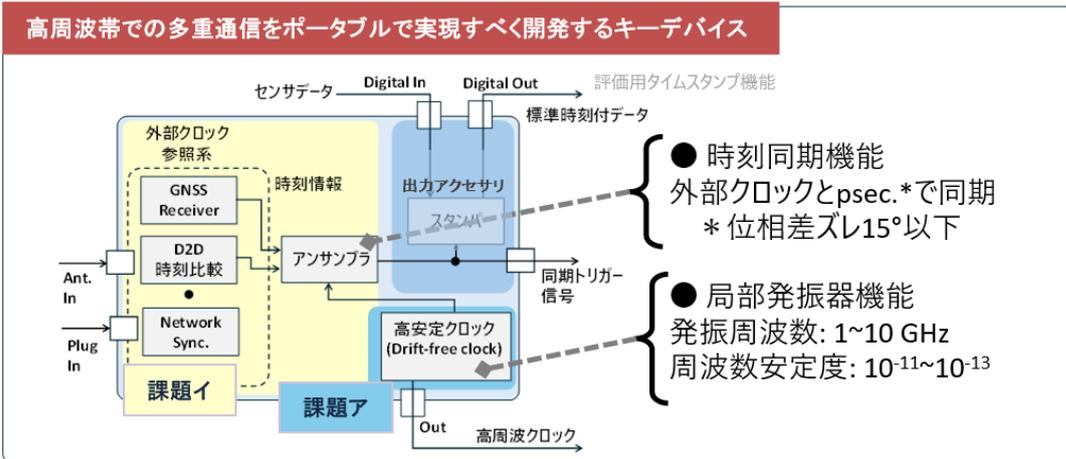
民間企業、大学、国立研究法人等

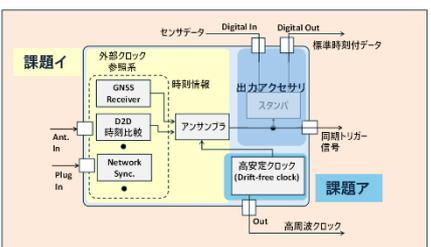
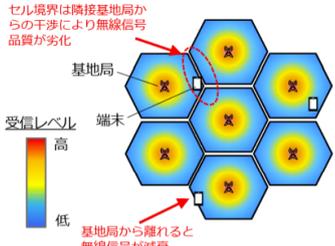
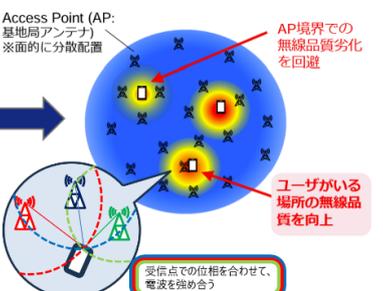
#### ・概要

超高周波帯を活用した高速大容量通信を利用者が不便なく使えるようにするためには、超高周波帯での多重通信をポータブルに実現する素子技術と、超高周波通信固有の電波減衰の課題を克服する分散 MIMO 技術（※）が不可欠であり、これらの開発では、小型集積化が可能な高周波クロックと位相レベルの時刻同期技術の実現が求められる。ここでは、その実現のためのキーデバイスとして、超高安定で小型な高周波クロックをコアとする新規の時刻同期モジュールを提案し、その研究開発を行う。

※分散 MIMO 技術：複数のアンテナを配置してエリアをカバーすることで多方向から見通しを確保するシステム。多数のアンテナ素子によるものを Massive MIMO 技術とよび、さらに大規模なものをウルトラ Massive MIMO 技術とよぶ。

・研究開発概要図



技術の種類	技術の概要																									
<p>高安定な高周波クロックの技術開発</p>	<p>外部クロックの安定度を推定するクロックとして、集積型の安定化された内部クロックの研究開発及び安定化する周波数を GHz 帯とし、現在汎用的とされている水晶を用いた局部発振器 (Local Oscillator:LO) では得られない、センチメートル波・ミリ波帯通信の低位相雑音 LO を実現するための研究開発を行う。現在主流の水晶やセラミックベースでの発振素子では、高周波化に限界があり、周波数通倍による変調精度の劣化が顕著となる。原子スペクトルにより安定化された圧電薄膜共振子発振器による LO により、1024QAM の実現性など、サイズだけでなく品質の有意性が期待できる。(参考文献 1)</p> <p style="text-align: center;"><b>表1-1. 60 GHz帯をターゲットにしたときのLOの選択肢と比較</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>基本発振周波数</th> <th>発振周波数の安定性</th> <th>60 GHz発振に必要な通倍数</th> <th>60 GHzにおけるノイズフロア</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TCXO </td> <td>温度補償型水晶発振器 10~100 MHz</td> <td>△</td> <td>600~6000</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>OCXO </td> <td>恒温槽付き水晶発振器 10~100 MHz</td> <td>○</td> <td>600~6000</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td>圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 1~10 GHz</td> <td>X</td> <td>6~60</td> <td>○</td> </tr> <tr style="border: 2px solid red;"> <td></td> <td>原子スペクトルに安定化された圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 3.417 GHz</td> <td style="text-align: center;">◎</td> <td>≈ 18</td> <td style="text-align: center;">◎</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">※原子スペクトルにより安定化する技術はR7年度での研究成果を一部活用することで実現</p>		基本発振周波数	発振周波数の安定性	60 GHz発振に必要な通倍数	60 GHzにおけるノイズフロア	TCXO 	温度補償型水晶発振器 10~100 MHz	△	600~6000	X	OCXO 	恒温槽付き水晶発振器 10~100 MHz	○	600~6000	X		圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 1~10 GHz	X	6~60	○		原子スペクトルに安定化された圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 3.417 GHz	◎	≈ 18	◎
	基本発振周波数	発振周波数の安定性	60 GHz発振に必要な通倍数	60 GHzにおけるノイズフロア																						
TCXO 	温度補償型水晶発振器 10~100 MHz	△	600~6000	X																						
OCXO 	恒温槽付き水晶発振器 10~100 MHz	○	600~6000	X																						
	圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 1~10 GHz	X	6~60	○																						
	原子スペクトルに安定化された圧電薄膜共振子 (MEMS) 発振器 3.417 GHz	◎	≈ 18	◎																						
<p>時刻同期モジュールの研究開発</p>	<p>GHz 帯の高安定信号を生成する高周波クロックを実装した時刻同期モジュールを開発し、①近接通信デバイスとのピコ秒オーダーでの時刻同期機能、②GNSS 及び通信網からの標準時刻への同期機能、③集積型の安定化された内部クロックによる外部クロックの安定度推定に関する研究を実施し、内部クロックの長期安定化とともに、ネットワーク全体に対し、同期保持・同期計算コストの低減及び安定化を図る。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>高安定な発振器および時刻同期技術を実装した時刻同期モジュール</b></p>  <p>課題イ: 外部クロック参照系、GNSS Receiver、時刻情報、出力アクセサリ、アンテナ、同期トリガ信号、高周波クロック</p> <p>課題ア: 高精度クロック (Drift-free clock)</p> <p>キーデバイスである高精度高安定な局部発振器を外部の高精度な時刻と同期するモジュールにより超高周波帯通信を実現。</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>標準時刻を基準に同期することの有意性</b></p> <p>基準の有無をオーケストラで例えると</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>増減してもすぐに同期</p>  <p>指揮者 (標準時刻) がいるとき...</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>合わせづらい</p>  <p>指揮者 (標準時刻) がないとき...</p> </div> </div> <p>時刻同期を標準時刻とリンクさせることで、接続する基地局が変化してもウルトラ Massive MIMO の環境をスマートに保持</p> </div> </div>																									
<p>次世代通信技術である分散 MIMO 技術の応用展開 (注)</p>	<p>超高周波帯をモバイル環境で利用するにあたっては、伝搬減衰、シャドウイング、フェージング等の弱点がある。そこで、Beyond5G 技術の一つである分散 MIMO 技術の要素として研究されている基地局同期・連携の技術に対し、本研究により得られる時刻同期モジュールでのピコ秒レベルでのアンサンブル処理による同期技術を組み合わせることにより、伝搬減衰などの3つの課題解決、実用化を促進する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>従来のセルラシステム</b> (基地局を中心としたエリア形成)</p>  <p>セル境界は隣接基地局からの干渉により無線信号品質が劣化</p> <p>基地局から離れた無線信号が減衰</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>分散MIMOとさらなる大規模分散へのアプローチ</b> (ユーザーを中心としたエリア形成)</p>  <p>Access Point (AP: 基地局アンテナ) ※的分散配置</p> <p>AP境界での無線品質劣化を回避</p> <p>ユーザーがいる場所の無線品質を向上</p> <p>受信点での位相を合わせて、電波を強め合う</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>直進性が高く、減衰の大きい超高周波帯において、分散MIMO/大規模分散MIMOは有用な技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>多数(超多数)のアンテナを活用し、シャドウイングに強い</li> <li>位相面を揃えるので、フェージングに強い</li> <li>多数(超多数)のアンテナが協調して信号を強め合うので、減衰に強い</li> </ul> <p>これを実現するには位相差15°以下、すなわちピコ秒レベルの高精度な同期と位相制御が必要である。本研究ではそれを満足する高精度同期モジュールを開発し実用化を促進する。</p> </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> <math>\frac{15^\circ}{360^\circ} \times \frac{1}{10-100 \text{ GHz}} \approx 0.42 \sim 4.2 \text{ ピコ秒}</math> <span style="float: right;">       出典: KDDI 5G+6Gホワイトペーパー(Ver. 2.0.1版)  <a href="https://www.kddi-research.jp/techwhitepaper_35q_5g/assetsets/pdf/KDDI_5G6G_WhitePaper JP_2.0.1.pdf">https://www.kddi-research.jp/techwhitepaper_35q_5g/assetsets/pdf/KDDI_5G6G_WhitePaper JP_2.0.1.pdf</a> </span> </p>																									

(注) 「次世代通信技術である分散 MIMO 技術の応用展開」は、本件研究開発においては分散 MIMO の実機製造等は予定されていないが、時刻同期モジュールの研究開発の進展により具体的な展開が期待される。

## ・スケジュール

実施する内容については課題ごとに並行して進め、後年度に組み合わせて成果を上げる。

技術課題ア 超高周波帯での通信をポータブルデバイスで実現する高安定な高周波標準クロックの開発  
 技術課題イ 超高周波通信の課題を克服する分散型MIMO技術を実現する時刻同期モジュールの開発

	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度
技術課題ア: 高安定な高周波標準 クロックの開発	ア① 高安定発振器の検討	制御モジュール試作 (水晶ベース)	回路検証 改善試作 課題抽出	改善試作#2 改善試作#3 設計環境 改善 実装
	ア② 新規実装技術の検討	制御モジュール試作 (圧電薄膜(集積型)ベース)		
		原理試作	検証	
技術課題イ: 時刻同期モジュール の研究開発	イ① 近接デバイスとの 同期機能集積設計	アンサンブル動作検証	統合検証#1 課題抽出	相互 フィードバック フルモジュール検討
	標準時刻(GNSS通信網) との同期機能集積			
	内部クロックによる外部 クロックの安定度推定	実証検証	統合検証#2 設計環境 改善	
統合検証#3				
予算 (単位:百万円)	350	400	400	400

※各課題間は随時成果を互いに反映。また、各システムの規格化・標準化に係る提案活動も実施。

## ・総事業費(予定)

約 15.5 億円 (うち、令和 8 年度概算要求額 3.5 億円)

## (2) 研究開発の必要性及び背景

超高周波帯(10GHz~100GHz)の活用は周波数資源拡大の観点から極めて重要であり、多くの研究開発が進捗している。特に近年では、未使用の周波数帯の開拓のみならず、当該周波数帯においても従来の周波数帯と同等の利便性をシームレスに実現することが求められており、このため、10~100GHzの超高周波帯にて多値通信を、電波減衰を気にすることなく円滑に活用できる環境を構築し、モバイル通信での利用レベルにおいて、高い周波数利用効率を実現する必要がある。

特に、超高周波帯通信に向けた無線端末と無線基地局における技術開発においては、ともに高安定なクロック(発振器)開発がキーとなっており(※)、これらを連動させて研究開発を進めることにより、超高周波帯での超多値通信の実現と、当該通信を実用レベルに安定してユーザに提供できる環境の醸成とを並行して実現できる。これは、周波数利用帯域の拡大と、周波数利用効率の拡大を同時に推進させ、さらにその社会実装を効率的に実現することを意味するものである。

一方、モバイル通信システムへの超高周波通信モジュールの実装には、超高周波発振の安定化技術及び集積化技術への課題、通信アーキテクチャにおいて、伝搬減衰が大きいなど、モバイル通信を実現する上での課題があり、技術的課題解決が必要である。そのためには、超高周波帯での多重通信をポータブルに実現する素子技術と、超高周波通信固有の電波減衰の課題を克服する分散MIMO技術が不可欠であり、これらの開発では、小型集積化が可能な高周波クロックと位相レベルの時刻同期技術の実現が求められる。ここでは、その実現のためのキーデバイスとして、超高安定で小型な高周波クロックをコアとする新規の時刻同期モジュールを提案し、その研究開発を行う必要がある。

無線通信システムを超高周波通信に対応させ、従来の通信帯域での通信と同様のサービスをシームレスに実現しようとした場合、技術横断的な設計・試作・評価環境が必要となり、関係機関も多岐に渡ることから、国の指導の下での研究開発が望まれる。

6Gの立ち上がりを2030年度に控え、すでにITU-R、3GPPでは6Gシステムの議論が昨年度より開始されており、超高周波通信の通信機開発では我が国でも先進的な開発が進捗していることも踏まえ、当該分野にて社会実装を早期に成し遂げ、我が国のプレゼンスを確保していくためにも、本年

度からの優先的な研究開発の開始が必須である。また、現在周波数はひっ迫した状況にあり、周波数のひっ迫を解消するためにも早急に本研究開発を実施することが必要である。

※無線端末と無線基地局における技術開発における高安定な発振器の重要性

#### <無線端末における技術開発>

超高周波帯の通信アーキテクチャにおいて、我が国はシリコン CMOS 技術を用いたミリ波帯の送信器チップを世界に先駆けて報告している(参考文献2)。しかし、当該回路では、局部発振器(L0)に関して通倍回路<sup>\*注</sup>の集積化に留まり(\*注 通倍：発振周波数に所望の数値を乗算して高い周波数を出力する処理)、通倍される原振は高安定な外部の発振装置を用いている。この傾向は他のミリ波通信用のチップ開発でも同様であり超高周波帯の有効活用に資するポータブルな送受信器の開発では、高安定な原振と通倍回路とを一体集積化したL0の開発がキーとなる。

従来の GHz 帯の無線通信では、10MHz~100MHz 帯の水晶発振器を原振として、この周波数を 10~100 倍して L0 としている。この方式を超高周波帯 (10GHz~100GHz) へそのまま適用しようとする、周波数を 100~10,000 倍する必要があり、ノイズフロアの劣化が避けられない。特に多値通信では、ノイズフロアの劣化が変調精度に影響を及ぼし、より深刻な問題となる。

この通倍数を抑制する手法として、水晶より高い周波数で動作が可能な MEMS 共振器や圧電薄膜の共振子の活用が望ましいが、MEMS や圧電薄膜の共振子は水晶と比較して、製造上のバラツキや温度特性に課題があり、その適用は新たな技術開発を必要とする。本研究ではこれらの高周波共振器を、原子スペクトルを用いて安定化し、超高周波通信機の L0 の原振への適用を試みる。これにより、例えばルビジウムの超微細構造遷移に基づく原子スペクトルを活用すれば、3 GHz 帯の安定した周波数を得ることが可能となり、60GHz 帯の通信でもわずか 20 通倍で必要な L0 を得ることができる。本手法は、すでにシステムシミュレーションを用いて、60GHz 帯にて 1024QAM の多値通信が実現可能であることが示されており、超高周波帯での超多値化に新たな展望を与えている。

なお、原子(ルビジウム)スペクトルの吸収線を活用して、圧電薄膜共振子発振器を安定化する試みは、令和4~7年度に電波資源拡大のための研究開発として実施された「周波数資源の有効活用に向けた高精度時刻同期基盤の研究開発」にて実績があり、当該研究開発の成果を有効活用することが可能である。

60GHz 帯の超高周波帯において、1024QAM のような超多値通信が実現できれば、周波数の利用効率を帯域拡大と相乗させて大幅に高めることができる。

#### <無線基地局における技術開発>

超高周波帯では電波の直進性が高まり、シャドウイングやフェージングの克服も含め、伝搬減衰への対策が求められる。この課題に対し、多数の基地局を協調させて電波を送受信する分散 MIMO の技術が注目されている。

分散 MIMO においてキーとなるのが基地局間の時刻同期である。複数の基地局が協調して電波を送信する場合、端末において各基地局からの電波の波面が十分に揃っている必要があり、超高周波帯(10GHz~100GHz)帯において必要とされる時刻同期精度はピコ秒オーダーに達する( $\frac{15}{360} \times \frac{1}{10-100 \text{ GHz}} \approx 0.42 \sim 4.2 \text{ psec.}$ )(参考文献3)。従来の基地局がマイクロ秒からナノ秒オーダーの同期精度で動作していることに鑑みれば、ピコ秒オーダーの高精度な同期は新たな技術開発を必要とすることが理解される。当該開発において、全ての基地局の同期精度をピコ秒オーダーに引き上げる必要はない。受信端となる端末を中心に、電波の見通しの良い基地局をピックアップし、当該端末における各基地局からの電波の位相情報を測定した上で、選択された基地局間の位相ズレを概算し、その結果を元に、基地局間で同期処理を精緻に行い、ローカルにピコ秒オーダーの同期を実現する。本研究では、この基地局間の精緻な同期プロセスを実現するための専用モジュールの開発を目指す。

通信プロトコルとして確立されたピコ秒オーダーの同期は通信が終了するまで、ロバストに維持されなければならない。この観点では車両中での端末利用や、ドローン及び自動運転車両の無線制御など、端末からの見通しエリアに存在する基地局の構成が連続的に変化することも想定しておく必要がある。言い換えれば、時刻同期のハンドオーバー性能が必要である。先に述べた時刻同期のプロセスでは、選択された基地局間での相対的な同期だけに着目していた。これを標準時刻と紐付けることができれば、新たな基地局が追加されても、時刻同期状態をハンドオーバーすることが容易となる。

標準時刻への基地局のリンクは従来、GNSSに強く依存していた。しかし、近年のGNSSの脆弱性への指摘から、ファイバー網から光格子時計を一次標準とする高精度な時刻配信が検討されており(参考文献4,5)、衛星からの時刻配信も低・中軌道衛星(LEO and MEO satellites: Low and Medium Orbit satellites)の普及や、UAV(Unmanned Aerial Vehicle)、HAPS(High Altitude Platform Station)等の援用も可能となって来ており、複数の時刻源を平均化処理(正確には各時刻源の信頼度に基づいて重み付けの最適化を行うアンサンブル処理)して、標準時刻をシステム内部で安定に保持する事が可能となって来ている。そして、この平均化処理は、システム内部への安定なクロックの搭載によって、外部クロックの安定度判別をも可能にし、ジャミングやスプーフィング等の第三者からの攻撃に対してセキュアでレジリエントな時刻同期システムの構築を可能にする。このような背景技術を取り込むことで、高精度な標準時刻への同期を極めて安定して実現することが可能となり、先に述べた時刻同期状態のハンドオーバーも安定して運用することが可能となる。

### (3) 政策的位置付け

○関連する主要な政策

V. 情報通信 (ICT 政策) 政策9「情報通信技術の研究開発・標準化の推進」

○政府の基本方針(閣議決定等)、上位計画・全体計画等

名称(年月日)	記載内容(抜粋)
デジタル変革時代の電波政策懇談会(令和4年度フォローアップ第2回)(令和4年12月9日)	「資料2-2-1 携帯電話用周波数の再割当てに係る円滑な移行に関するタスクフォース 報告書」P.31(抜粋)「周波数再編アクションプラン(令和4年度版)(案)において、2025年度末までの目標として、4.9GHz帯、26GHz帯、40GHz帯などの6GHz幅を新たに携帯電話用に割り当てることを掲げているが、総務省は、携帯電話が多くの国民が利用している周波数利用効率の高い無線システムであることを踏まえ、周波数再編アクションプランに掲げられた周波数に限らず、携帯電話用周波数の更なる確保に向けた検討を進めることが必要である。
「AI社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0 -」(令和6年8月30日)	(3) 無線アクセスネットワーク(RAN)分野 ②トラヒック需要の拡大に対応した周波数確保(抜粋) ・ITU-Rにおいて国際移動通信システム(IMT)に利用することが特定された周波数帯(24.25~27.5GHz、37~43.5GHz、47.2~48.2GHz、66~71GHz)の国内における割当て可能性について検討する。また、WRC-27において審議予定のIMT候補帯域(4.4~4.8GHz、7.125~8.4GHz、14.8~15.35GHz)について国際標準化や社会実装といったことも十分に意識しながら共用検討に積極的に貢献するとともに、WRC-31以降のIMT候補帯域に関する国際的な議論に貢献し、IMT用周波数の拡大に向けた取組を推進する。
周波数再編アクションプラン(令和6年度版)(令和6年12月13日)	第1章 背景・目的(抜粋) 電波利用システムは、今後も国民の日常生活や我が国の社会経済活動における重要な基盤であり続けることから、高まる電波利用ニーズや新たな技術動向等に対応するためには、新たに割り当てることのできる電波を確保することも必要であるが、有限希少な国民共有の資源である電波の更なる有効利用や異なる無線システム間での共用を図ることの重要性がますます増大していくものである。 1. 概要(抜粋) 社会の幅広い分野で電波の利用が進み、周波数がひっ迫する中で、我が国の稠密な周波数利用状況を踏まえ、①周波数を効率的に利用する技術、②周波数の共同利用を促進する技術及び③高い周波数への移行を促進する技術という3つの分野を柱とした研究開発を着実に実施していく必要がある。

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発等の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、研究開発等の必要性、有効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3（2）研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	<p>本研究開発は、未利用周波数帯への移行促進のためには、これまで利用が進んでいない高い周波数帯の無線信号の高精度測定のための要素技術の開発が必要不可欠であり、他の効率的で質の高い代替手段はない。</p> <p>専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することとしており、効率的に研究開発を推進することが期待されるため、投資に対して最大の効果が見込まれる。</p> <p>また、予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施することとしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>超高周波帯での多重通信をポータブルに実現する素子技術について、我が国では無線端末技術においてミリ波帯の送信機のシリコン CMOS 技術を用いたミリ波帯の送信器チップを世界に先駆けて報告しているが、局部発振器素子（LO）の集積化には至っておらず、モバイル端末実装への阻害要因となっている。LO の集積化を実現することで、ミリ波帯送信器全体の小型化が見込まれ、モバイル端末実装が実現することが可能となる。なお、LO については、原子時計にて培った超安定化技術を応用するため、従来の LO と比較して高い品質を得ることが可能である。システムシミュレーションにより、本手法を用いた 60GHz 帯にて 1024QAM の多値通信が実現可能であることが示されており、周波数利用効率を高めることができる。</p> <p>また、超高周波通信固有の電波減衰の課題を克服する分散 MIMO 技術については、上記の高安定高周波クロック技術を基礎にした時刻同期技術によりピコ秒オーダーでの同期が見込まれ、次世代通信技術である分散 MIMO 技術の実用化促進へ貢献することが可能である。</p> <p>本研究では、時刻同期技術実現のためのキーデバイスとして、超高安定で小型な高周波クロックをコアとする時刻同期モジュールを新たに開発することで、上記技術の実用化に向け貢献するとともに、世界に先駆ける技術の創出・普及に寄与することができる。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>未利用周波数帯への活用に大きく寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益と見込まれる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	6G の立ち上がりを 2030 年度に控え、すでに ITU-R、3GPP では 6G システムの議論が昨年度より開始されている。

超高周波通信の通信機開発では我が国でも先進的な開発が進捗しており、当該分野にて社会実装を早期に成し遂げ、我が国のプレゼンスを確保していくためにも、本年度からの優先的な研究開発の開始が必須と考える。

よって、本研究開発には優先性があると認められる。

## 6 政策評価の結果（総合評価）

社会の幅広い分野で電波の利用が進み、周波数がひっ迫する中で、我が国の稠密な周波数利用状況を踏まえ、モバイル通信システムの周波数のひっ迫解消や有効利用を一層促進するために、超高周波帯への拡大に向けた取組の推進が必要である。

モバイル通信システムへの超高周波通信モジュールの実装には、超高周波発振の安定化技術及び集積化技術への課題、通信アーキテクチャにおいて、伝搬減衰が大きいなど、モバイル通信を実現する上での課題があり、技術的課題解決が必要である。

本研究開発においては、令和4～7年度に電波資源拡大のための研究開発として実施された「周波数資源の有効活用に向けた高精度時刻同期基盤の研究開発」での研究開発成果を活用した原子スペクトルの吸収線を用いた圧電薄膜共振子発振器を安定化する技術を応用し、高安定で高精度な高周波クロックを実装し集積化を図る。さらに、この高精度クロックと外部のクロックとを同期する技術を実装したモジュールを開発する。本モジュールを用いたピコ秒オーダーでの高精度な同期の実現と、次世代通信技術である分散 MIMO 技術とを組み合わせ、モバイル通信における超高周波特有の電波減衰などの技術課題を克服し、超高周波帯域の利用拡大を促進する。またシミュレーションを用いて、60GHz 帯においては 1024QAM の多値通信が実現可能であることが示されており、周波数利用効率を高めることができる。

よって、本研究開発には必要性、有効性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和8年度予算において、「ミリ波帯等における移動通信システムの展開に関する研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、本研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「6G以降のミリ波・サブテラヘルツ帯などの高周波数帯域での伝送に求められる重要技術である」、「分散 MIMO の構築には基地局間の精緻な時刻同期が不可欠である」等の御意見を頂き、本研究開発を実施する必要性が高いこと、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

## 9 評価に使用した資料等

- 参考文献1：60GHz帯の多値通信に関して、TCXO(Temperature Compensated X-tal Oscillator:温度補償型水晶発振器)とOCXO(Oven-controlled X-tal Oscillator: 恒温槽付き水晶発振器)をL0の原振に採用した場合と、圧電薄膜共振子発振器を原子の吸収スペクトルで安定化した素子をL0の原振に採用した場合の通信性能を、システムシミュレーションを用いて比較。  
M.Hara, Y. Yano, T. Ido, H. Ito, T. Nishizawa, M. Ueda, “Impact of FBAR Oscillator Stabilized to the CPT Resonance as Local Oscillator of Millimeter-Wave Communications,” In Proc. 2023 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), 03-08 September 2023, Montreal, QC, Canada (2023)

- 参考文献 2 : 当該通信アーキテクチャの開発において、すでに先駆的な研究開発が我が国にて進捗しており、サブ THz 帯の送信機をシリコン集積回路で実現する提案が成されている  
C. Wang, H. Herdian, W. Zheng, C. Liu, J. Mayeda, Y. Liu, O. A. Yong, W. Wang, Y. Zhang, C. da Gomez, A. Shehata, S. Kato, I. Abdo, T. Jyo, H. Hamada, H. Takahashi, H. Sakai, A. Shirane, K. Okada, “A 236-to-266GHz 4-Element Amplifier-Last Phased-Array Transmitter in 65nm CMOS,” In Proc. 2024 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), 18-22 February 2024, San Francisco, CA, USA (2024)
- 参考文献 3 : 劣化のない基地局連携を実現するには、基地局間の搬送波の位相差を  $15^\circ$  以内に抑制する必要がある。  
J. M. Palacios, O. Raeesi, M. Valkama, “Impact of Channel Non-Reciprocity in Cell-Free Massive MIMO,” IEEE Wireless Communications Letters, 9(3), pp.344-348, 2020
- 参考文献 4 : 近年の標準時刻のステアリングへの光格子時計の採用  
プレスリリース「NICTの光格子時計が史上最高精度で協定世界時の1秒の正確さを評価」  
<https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2022/04/22-1.html>
- 参考文献 5 : 近年の標準時刻のステアリングへの光格子時計の採用  
“Record number of frequency standards contribute to International Atomic Time”  
<https://www.bipm.org/en/-/2021-12-21-record-tai>

以下、3 研究開発の概要等 (3) 政策的位置付け にて引用した資料を以下に示す。

- 資料 2 - 2 - 1 携帯電話用周波数の再割当てに係る 円滑な移行に関するタスクフォース 報告書  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000849434.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000849434.pdf)
- AI 社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0 - (令和 6 年 8 月 30 日)  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000965078.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000965078.pdf)
- 周波数再編アクションプラン (令和 6 年度版) (令和 6 年 12 月 13 日)  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000981646.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000981646.pdf)

# 令和 7 年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室

評価年月：令和 7 年 8 月

## 1 政策（研究開発名称）

275GHz 帯中距離大容量無線通信技術の研究開発

## 2 達成目標等

### （1）達成目標

Society5.0 の実現や、AI の利活用の拡大、DX・リモートワークの進展に伴い、様々なアプリケーションの高度化が進んでいる。これらのインフラ基盤として情報通信トラフィックが急速に拡大しており、マイクロ波やミリ波を含む周波数のひっ迫が懸念されている。新たな次元に突入する情報社会を支えるための、次世代の情報通信技術の確立が必要であり、超広帯域・高周波の特徴を活用できるテラヘルツ波（275GHz 帯（252～296GHz 帯））の利用が期待されているところである。

こうした背景・課題を踏まえ、テラヘルツ波を活用するために必要な技術として、大規模フェーズドアレーアンテナ（※）等を用いた多数同時接続かつ大容量の通信技術を確立し、見通し 30～50m の通信距離で最大 10 端末の同時通信かつ 1 端末当たり最大 10Gbps の合計 100Gbps の通信速度を実現する。また、高出力増幅器や瞬时无線リンク技術等による大容量スポットエリア通信技術の研究開発を行い、周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクを可能とする、2.16GHz 当たり数 Gbps の通信速度の実現と、見通し 100m 程度の通信距離を実現する。これらにより、通信トラフィックの将来的な急増に対応する通信システムの実現に寄与するとともに、高い周波数への移行を促進し周波数の有効利用の一層の向上を図ることを目的とする。

（※）多数のアンテナ素子を並べ、それぞれの信号の位相を制御することで、電波の指向性を電子的に制御するとともに通信距離を延伸できるアンテナ。テラヘルツ帯において多数同時・大容量通信を活用するのに必要な技術である。

### （2）事後評価の予定時期

令和 12 年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

令和 8 年度～令和 11 年度（4 か年）

#### ・想定している実施主体

民間企業、大学、国立研究開発法人、独立行政法人等

#### ・概要

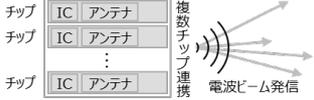
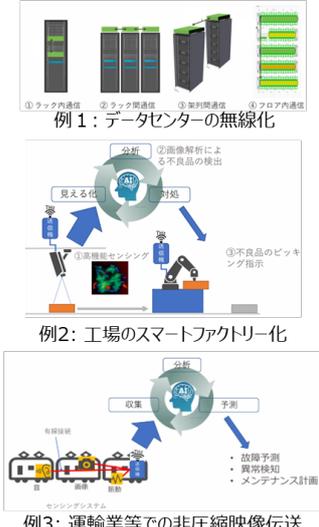
将来の情報通信業・製造業・運輸業等で 275GHz 帯を活用するために必要な技術として、以下の要素技術を確立し、具体的なユースケースを想定した検証を行う。

ア 大規模フェーズドアレーアンテナ等を用いた多数同時接続かつ大容量の通信技術

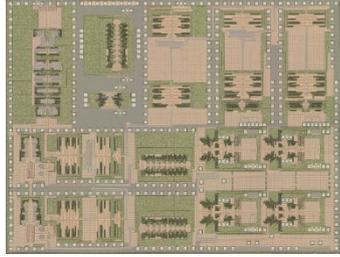
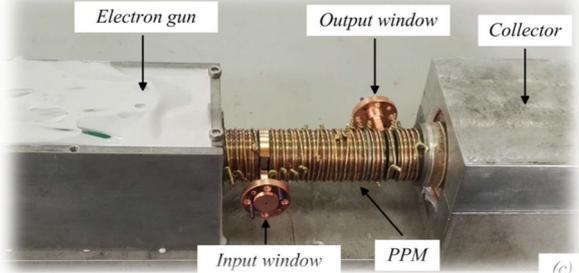
電子ビーム制御により多数同時接続かつ大容量の通信技術を確立し、見通し 30～50m の通信距離で最大 10 端末の同時通信かつ 1 端末当たり最大 10Gbps の合計 100Gbps の通信速度を実現する。

イ 高出力増幅器や瞬时无線リンク技術等による大容量スポットエリア通信技術  
 大容量スポットエリア通信技術を確立し、周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクを可能とする、2.16GHz 当たり数 Gbps の通信速度の実現と、見通し 100m 程度の通信距離を実現する。

・研究開発概要図

<p><b>課題ア 多数同時・大容量通信技術の研究開発</b>          見通し30～50mの通信距離、最大10端末の同時通信、1 端末当たり最大 10Gbps(計100Gbps)の通信速度の実現</p> <p><b>主な研究開発課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>素子数を64素子から1000素子規模へ拡大したフェーズドアレーアンテナ</li> <li>低損失な基板材料を用いた広帯域アンテナの最適設計</li> <li>275GHz帯で高効率に動作させるための集積回路 (IC) 設計</li> <li>集積回路とアンテナの一体化設計</li> <li>複数チップを連携させた高精度なビーム制御</li> </ul>  <p>チップ IC アンテナ          複数チップ連携 電波ビーム発信</p>	<p><b>具体的なユースケースを想定し動作検証</b></p>  <p>例1: データセンターの無線化          例2: 工場のスマートファクトリー化          例3: 運輸業等での非圧縮映像伝送</p>
<p><b>課題イ 大容量スポットエリア通信技術の研究開発</b>          周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクを可能とする、2.16GHz幅あたり数Gbpsの通信速度の実現と、見通し 100m程度の通信距離の実現</p> <p><b>主な研究開発課題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既存の国際標準規格を準用した、周波数チャネルの柔軟な設定及び瞬时无線リンクを可能とする大容量通信技術</li> <li>この通信を見通し100m程度の通信距離に延伸する高出力増幅器</li> </ul>	

技術の種類	技術の概要
<p>多数同時・大容量通信技術</p>	<p>見通し 30～50m の通信距離、最大 10 端末の同時通信かつ 1 端末当たり最大 10Gbps・合計 100Gbps の通信速度の実現を目指し、フェーズドアレーアンテナ及びトランシーバーの技術開発を行う。</p> <p>フェーズドアレーアンテナとは、多数のアンテナ素子を一定間隔で並べ、それぞれの送受信信号の位相を制御することで、電波の指向性や方向を電子的に制御できるアンテナであり、テラヘルツ帯において多数同時・大容量通信を実現するのに必要な技術である。</p> <p>このフェーズドアレーアンテナ技術の性能を必要なレベルまで向上するために、令和7年度末には研究開発が完了する予定の 64 素子のフェーズドアレーアンテナを 1000 素子規模へ拡大する。1000 素子規模に拡大するには、アンテナの配置、アンテナと電子回路の接続、各素子の信号の位相や強度の制御等において 64 素子の従来技術の延長では良好な性能が得られない事項が生じると予想されるため、それらを解決するための技術を確立する。</p> <p>また、275GHz 帯のような高い周波数では一般的にモジュール基板における損失が大きくなる傾向があり、電力効率を高め一つのアンテナで広い帯域幅に対応可能とする必要がある。この問題を解決するため、低損失な基板材料を用いた広帯域アンテナの最適設計を行う。</p> <p>さらに、1000 素子規模のフェーズドアレーアンテナに対応可能な、集積回路内の 2 次元配置回路を用いて位相を個別に制御する技術を開発する。具体的には、半波長ピッチで 2 次元配置されたアンテナモジュールに接続可能な無線フロントエンド集積回路において、半波長ピッチであるがゆえに起こる干渉を抑えつつ、低損失・高効率な信号伝送を実現し、広帯域で安定した位相精度を確保する。</p> <p>あわせて、電子的な位相制御によるビームステアリングを行うためには、1000 素子規模のフェーズドアレーを制御する際の位相ズレを最小化できる高精度な同期技術も必要だが、275GHz 帯のような高い周波数では 1000 素子規模のフェーズドアレーを実現した例がない。具体的には、1000 素子規模のフェーズドアレーにおける数 10 素子離れたアンテナ間の全体にわたって位相差を適切に制御することで広帯域かつ均一なアンテナ特性を維持する技術を開発する。</p> <p>最終的には、具体的なユースケースを想定し、開発した大規模フェーズドアレーアンテナとそれを用いたトランシーバーによる統合検証を行い、高精度なビームフォーミングを活用した空間多重通信によって、アクセスポイントから同一空間内の複数の端末と個別に</p>

	<p>大容量通信することが可能であることを示す。</p>  <p>2次元フェーズドアレイ集積回路の例 (2x2 素子用)</p>
<p>大容量スポットエリア通信技術</p>	<p>周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクを可能とする、2.16GHz 当たり数 Gbps の通信速度の実現と、見通し 100m 程度の通信距離を実現する技術を開発する。</p> <p>まず、IEEE 802.15.3e 規格に準拠したコアベースモジュールと無線フロントエンドを組み合わせることで、IEEE 802.15.3d 規格 (252GHz~450GHz) に適応させ、テラヘルツ帯域で周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクが可能な小型モジュールを実現する。IEEE 802.15.3e に準拠したシステム・オン・チップの豊富なインターフェースを用いて、様々なアプリケーションをテラヘルツ帯の電波で検証に供することが可能な技術を確認する。</p> <p>また、200GHz を超える周波数帯は半導体デバイスでは高出力伝送が困難な領域であり、電波をワット級で高出力に放出することが必要なユースケースにおいては、真空管増幅器による高出力化が有望と考えられている。このため、275GHz 帯に対応した真空管増幅器技術を確認すべく、真空管増幅器のコアとなる遅波回路での電子ビームと電磁波の相互作用をシミュレーションで明らかにし、コンポーネントの設計技術を開発する。これを基に、高出力増幅器を試作・評価し、実用化に向けた安定化等を行う。</p> <p>最終的には、具体的なユースケースを想定し、周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬时无線リンクが可能であり、また、2.16GHz 当たり数 Gbps の通信速度を実現することが可能であることを検証する。加えて、このような通信を、増幅器を用いて見通し 100m 程度の距離まで延伸することが可能であることを確認し、大容量スポットエリア通信を可能とする技術を確認する。</p>  <p>現在の汎用モジュール</p>  <p>増幅器モジュールの例</p>

・スケジュール

技術の種類	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度
多数同時・大容量通信技術	マルチチップ対応アレーンテナ 基礎検討	要素技術試作		ユースケースを想定した全体検証
	アンテナの広帯域低実装損失設計 基礎検討	要素技術試作	アンテナ試作検証	
	2次元配置回路の位相制御 基礎検討	機能ブロック試作	トランシーバ試作検証	
	2チップ間の位相同期とビームステアリング 基礎検討	機能ブロック試作		
大容量スポットエリア通信技術	瞬時無線リンク・柔軟な周波数チャネル設定等 コア集積回路製造	小型モジュール設計	検証プラットフォーム構築	動作検証
	パワーアンプ要素毎の設計・シミュレーション技術の研究開発			ユースケースを想定した全体検証
	テラヘルツ帯パワーアンプの設計・シミュレーション技術の研究開発			
	パワーアンプ要素製造プロセス技術の研究開発			
	テラヘルツ帯パワーアンプ製造プロセス&統合技術の研究開発			

・総事業費(予定)

約 48.0 億円 (うち、令和8年度概算要求額 12.0 億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

研究開発の必要性

1. 社会的・技術的ニーズ

マイクロ波帯や 100GHz 程度までの周波数帯は既存の無線システムや 5G によって利用が集中しており、近い将来に周波数のひっ迫が予想されている中、本研究開発は、Society5.0 の実現、AI の利活用拡大、DX・リモートワークの進展などに伴う情報通信トラヒックの急増に対応するため、275GHz 帯を活用した中距離・大容量通信技術の確立を目的としている。

2. 国が実施する必要性

275GHz 帯中距離大容量無線通信は、現在のところ実用的な無線システムが存在せず、周波数割当も未定であるため、民間企業による自主的な研究開発は困難である。高周波数帯における技術開発と国際標準化には高度な技術力・リスク対応・国としての標準化活動が必要であり、国家主導による戦略的な取り組みが不可欠である。また、我が国はテラヘルツ帯通信技術において先導的な立場にあり、製品化と国際標準化を推進することは産業政策上も重要である。さらに、安全保障の観点からも、当該周波数帯の技術を早期に開発・保持することが求められている。

3. 政府方針との整合性

「AI 社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0 -」(令和6年8月30日)において、サブテラヘルツ帯の研究開発と実証実験の推進が明記されている。また、国際電気通信連合 (ITU) による 275GHz 帯の利用に関する議論が 2031 年 ITU 世界無線通信会議 (WRC-31) で予定されており、それに先立つ技術的寄書の提出が随時求められる。

背景と課題

1. 周波数のひっ迫と技術的課題

マイクロ波帯や 100GHz 程度までの周波数帯は既存の無線システムや 5G によって利用が集中しており、近い将来に周波数のひっ迫が予想されている。275GHz 帯は、固定業務や移動業務に活用可能な帯域であり、超広帯域が確保できる点で注目されている。しかし、現状では 275GHz 帯に対応した実用的な無線システムや要素技術が未確立であり、これを放置すれば、将来的な通信インフラの整備に遅れが生じる可能性がある。

## 2. 国際競争と緊急性

欧米や中国ではテラヘルツ帯通信技術の研究開発が活発に進められており、我が国が主導的立場を維持するためには、遅滞なく本研究開発に着手する必要がある。特に、国際標準化に向けた技術的寄書の提出が求められるため、寄書に際して必要な研究開発を令和8年度から開始し令和11年度（WRC-31に向けた議論が実質的に終了する前の時点）までに完了し、研究期間を通じて寄書入力を随時行うことで国際的な議論をリードすることが重要である。

### (3) 政策的位置付け

○関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT政策） 政策13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○政府の基本方針（閣議決定等）、上位計画・全体計画等

名称（年月日）	記載内容（抜粋）
AI 社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0-(令和6年8月30日)	3 具体的な取組（アクションプラン）（3）無線アクセスネットワーク（RAN）分野 ② トラフィック需要の拡大に対応した周波数確保 更に、サブテラヘルツ帯について、諸外国の最新動向を踏まえた上で、将来のニーズに備えて着実に研究開発に取り組むとともに、実証実験を行う際に円滑な電波利用を可能とする方策を検討する。

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3（2）研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	本研究開発によって得られると見込まれる成果は、2030年代に予想される情報通信トラフィックの爆発的増加に対応するために不可欠であり、周波数資源のひっ迫解消という国家的課題の解決に直結する。したがって、投入される費用に対して得られる社会的・経済的効果は極めて大きく、費用対効果の面で高い効率性が認められる。 他方、本研究開発では、テラヘルツ無線通信技術等に関するこれまでの要素技術研究の成果と既存の評価環境を最大限に活用して効果的に研究開発・実証等を行う予定であり、また、「テラヘルツシステム応用推進協議会」や「XG モバイル推進フォーラム（テラヘルツ無線技術プロジェクト）」等を通じた、多様な企業等との連携・協力の下、共創的に取り組みを推進することにより、投資に対して最大の効果を見込むことができる。加えて、テラヘルツ無線通信に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果を見込むことができる。

	<p>また、予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施することとしている。</p> <p>加えて、研究開発の各年度において、具体的な技術開発項目とそれに対応する経費を設定し、人件費、装置開発費、試作・評価費用などを区分し定量的かつ詳細に把握することで、経費の効率性の評価をより明確なものとしている。また、最終年度には具体的なユースケースを想定した統合実証が予定されており、成果の実証性・実用性も高く、定量的な評価が可能な構成となっている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発では、フェーズドアレーアンテナ技術及び大容量スポットエリア通信技術を確立することにより、見通し 30～50m の通信距離で最大 10 端末の同時通信かつ 1 端末当たり最大 10Gbps の合計 100Gbps の通信速度を実現するとともに、周波数チャネルの柔軟な設定及び数ミリ秒未満で安定して確立される瞬時無線リンクを可能とする、2. 16GHz 当たり数 Gbps の通信速度の実現と、見通し 100m 程度の通信距離を実現する。これらの成果は、Society5.0 や AI 社会の実現に向けた次世代情報通信基盤の整備、周波数資源のひっ迫解消、国際標準化への貢献といった政策目的に対して直接的かつ定量的に寄与するものであり、アウトカムとして期待される社会的変化の実現に不可欠な技術的基盤を提供するものであると評価される。</p> <p>本研究開発は、無線通信機器ベンダー・機器の利用者等を構成員に含むコンソーシアムや外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会など、研究開発成果の利用者や情報通信業界に限らない多様な専門家や利用者との連携・協力を得つつ、研究開発と実証実験を一体的に推進することとしており、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。</p> <p>本研究開発で得られた技術を用いた 275GHz 帯テラヘルツ波の利用促進により、同周波数帯で動作する各種部品・新規デバイス開発によるナノテクノロジーや新材料の研究開発が牽引されるものと期待される。また、通信応用だけでなく、材料の透過性を生かしたイメージングによる検査技術や分子の指紋振動を利用したセンシングなど、新たなアプリケーション開拓が期待される領域であり、通信領域以外においても、日本の国際競争力を向上させ、経済的・社会的効果が得られるものと期待される。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、未利用周波数帯への活用に大きく寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となることが見込まれる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>本研究開発は、「AI 社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0 -」において明記されているサブテラヘルツ帯の研究開発と実証実験の推進を行うものであり、将来のトラフィック需要の拡大に対応するための周波数確保に直結するものである。本研究開発は、既存の施策と比較しても、固定通信を対象とする施策やより低い周波数帯を対象とする施策とは技術的に明確に切り分けられており、275GHz 帯という未利用かつ超広帯域の周波数帯に特化した新規性と先導性を有している。また、我が国がこれまでリードしてきたテラヘルツ波通信技術の分野において、国際標準化を主導し続けるためには、令和 11 年度までに成果を得て ITU 等に技術的寄書を提出する必要があり、WRC-31 に向けた国際的な議論のタイムラインを踏まえても、他の研究開発よりも優先的に着手すべき緊急性が高い。さらに、Society5.0 や AI 社会の実現に向けて、周波数資源のひっ迫を解消し、次世代通信基盤を整備するためには、275GHz 帯の実用化を促進する本研究開発が不可欠であり、政策目的に対する寄与度の高さや技術的困難性を踏まえ、他の施策を差し置いても優先的に実施すべき研究開発であると評価される。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があると認められる。</p>

## 6 政策評価の結果（総合評価）

情報通信トラヒックが急速に拡大している中で、マイクロ波やミリ波を含む周波数のひっ迫が懸念されているため、高い周波数の活用が可能な次世代の情報通信技術の確立が必要であり、超広帯域・高周波な特徴を活用できるテラヘルツ波の利用が期待されているところ。275GHz 帯中距離大容量無線通信は、現在のところ実用的な無線システムが存在せず、周波数割当も未定であるため、民間企業による自主的な研究開発は困難である。技術開発と国際標準化には高度な技術力・リスク対応・国としての標準化活動が求められるため、国主導による戦略的な取り組みが不可欠である。

そのため、テラヘルツ波を活用するために必要な技術として、大規模フェーズドアレーアンテナ等を用いた多数同時接続かつ大容量の通信技術と、高出力増幅器や瞬时无線リンク技術等による大容量スポットエリア通信技術の研究開発を行い、高い周波数への移行を促進し、周波数の有効利用の一層の向上に寄与する。

よって、本研究開発には必要性、有効性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和8年度予算において、「275GHz 帯中距離大容量無線通信技術の研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、本研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「テラヘルツ帯の利活用促進と国際的なプレゼンス向上に大きく貢献することが期待される」、「社会的な意義は十分に高いものと期待される」等の御意見を頂いており、本研究開発を実施する必要性が高いこと、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

## 9 評価に使用した資料等

○電波利用料による研究開発等の評価に関する会合

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

○「AI 社会を支える次世代情報通信基盤の実現に向けた戦略 - Beyond 5G 推進戦略 2.0 -」

[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000965078.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000965078.pdf)

# 令和7年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局 電波部 電波政策課、移動通信課

評価年月：令和7年8月

## 1 政策（研究開発名称）

周波数帯の横断的活用を実現する移動通信ネットワークの研究開発

## 2 達成目標等

### （1）達成目標

2030年代に予測される情報通信量の増加や、人やモノが求める通信要求に的確に応えるためには、第5世代移動通信システム（5G）の次世代通信規格である第6世代移動通信システム（6G）を中心とした情報通信基盤技術の確立と、その円滑な導入・普及への対応が求められる。

本研究開発では、2030年代の5Gから6Gへの円滑な移行を図るとともに、高周波数帯を活用した高度な移動通信ネットワークの社会実装及び普及展開の加速を目指す。具体的には、トラフィック分布や周辺環境、携帯端末等の通信要求や性能等の情報を活用して将来予測を行い、低い周波数帯からミリ波やサブテラヘルツ波等までの全ての周波数帯の無線リソースを対象に、高周波数帯を積極的に活用する無線リソース割当制御によりネットワークの通信性能を飛躍的に向上させる「高度化されたRAN（Radio Access Network）仮想化（vRAN）によるネットワーク制御技術」を確立する。また、ネットワークが複数周波数帯に対応し、高周波数帯を有効に活用できる柔軟かつ稠密な展開を可能にしつつ、ネットワークの処理能力を向上させる「ネットワーク構築技術」を確立する。

上記の技術を確立することにより、移動している端末の実効スループットを2倍に向上させ、高周波数帯の利用率を2倍に向上させるとともに、サブテラヘルツ帯で50dBm以上の等価等方輻射電力でビームフォーミングを実現し、無線リソースと計算リソースを同時に動的かつ最適に制御することにより、高い柔軟性・拡張性を持つネットワーク性能を実現する。これらを通じて、周波数の有効利用の一層の向上と、5Gから6Gへの円滑な移行を図り、高周波数帯を活用した高度な移動通信ネットワークの社会実装及び普及展開の加速を目指す。また、社会実装を検討する上で、高度化されたvRANを用いることにより、従来の基地局装置に比して、ネットワークの性能向上とともに、柔軟性・拡張性を持ったネットワークの提供による高コスト効率化、複数周波数帯対応による装置の小型化、環境負荷低減に資するネットワーク全体の低消費電力化についても推進する。

### （2）事後評価の予定時期

令和12年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

令和8年度～令和11年度（4か年）

#### ・想定している実施主体

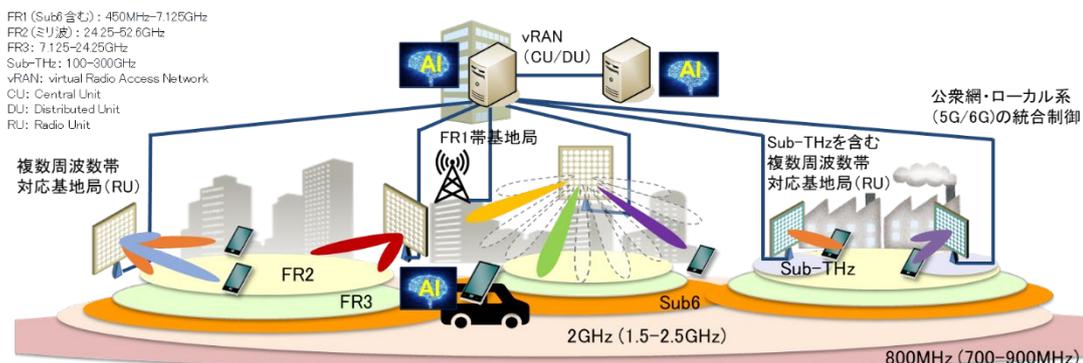
民間企業等

#### ・概要

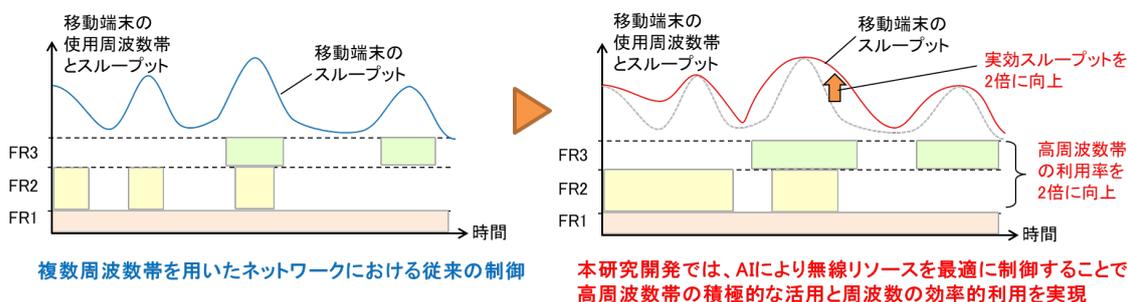
2030年代の6Gの導入・普及に向けて、低い周波数帯から高周波数帯までの複数周波数帯において、関連情報を活用した将来予測により高周波数帯を積極的に活用するネットワーク制御で通信性能を飛躍的に向上させ、vRANでの無線リソースと計算リソースの動的制御により高い柔軟性・拡張性を持つネットワークを実現する「高度化されたvRANによるネットワーク制御技術」を確立する。

また、複数周波数帯に対応し、高周波数帯を活用できる柔軟かつ稠密なネットワーク展開と、処理能力向上を実現する「ネットワーク構築技術」を確立する。

・研究開発概要図

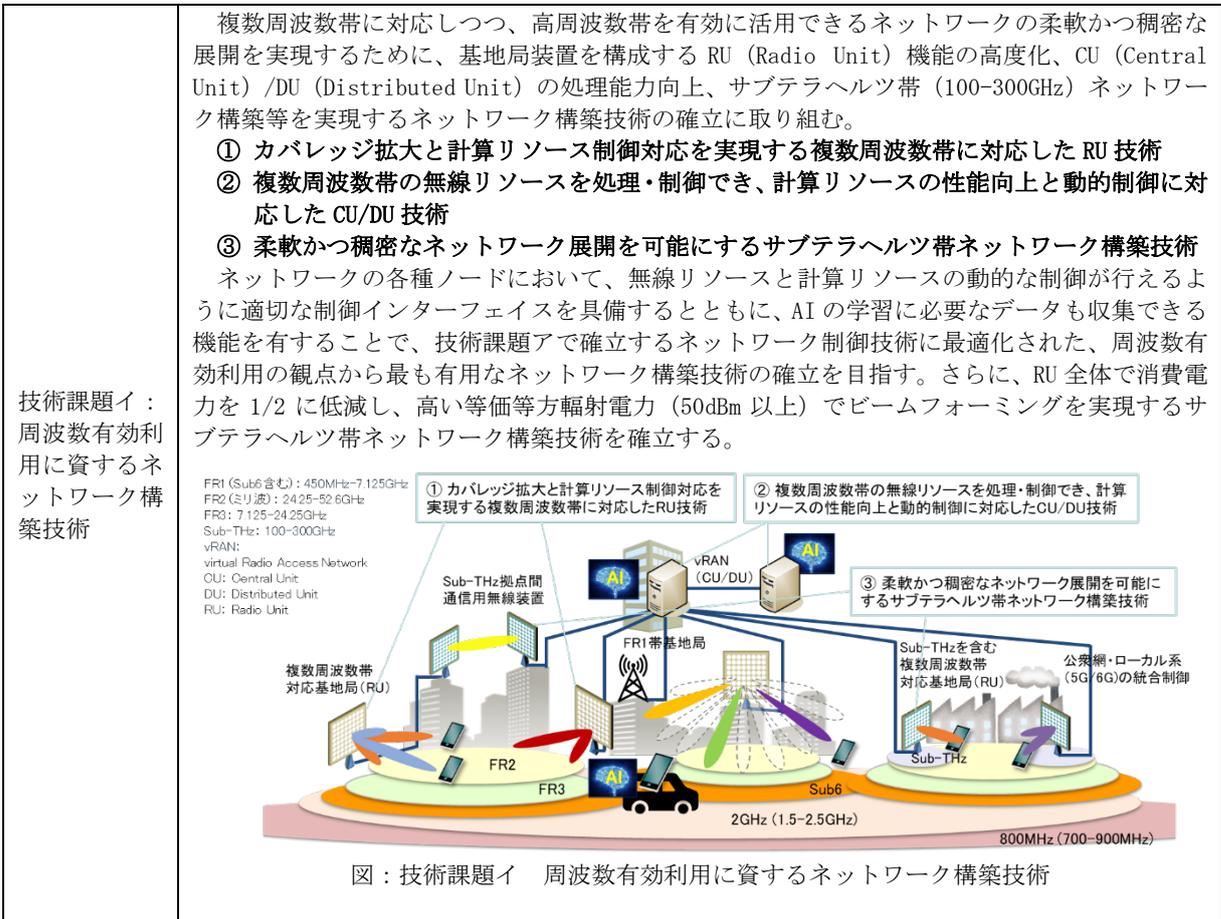


図：2030年代における6Gの在るべきネットワーク構成イメージ



図：成果目標のイメージ

技術の種類	技術の概要
<p>技術課題ア： 高度化されたvRANによるネットワーク制御技術</p>	<p>周波数帯を横断的に活用し、移動環境においてシームレスな通信サービスを提供可能にする移動通信ネットワークを実現するためのネットワーク制御技術の確立に取り組む。</p> <p>① 周辺環境情報などを活用してAIによる複数周波数帯に対応した無線リソースの最適制御技術</p> <p>② 高度化されたvRANによる無線リソース・計算リソースの動的制御技術</p> <p>これにより、FR3 (7.125-24.25GHz) 及びFR2 (ミリ波帯:24.25-52.6GHz) などの高周波数帯のサービスエリアでは高いスループットの通信を提供しつつ、端末がエリア外に移動したときには、通信状況や周辺環境を認識・予測し、周波数帯・帯域幅、基地局アンテナ、ビームなどの無線リソースを最適に制御することで通信の継続性を担保する。さらに、移動している端末の実効スループットを2倍に向上させるとともに、高周波数帯の利用率を2倍に向上させることで、周波数の有効利用の一層の向上と高周波数帯の積極的活用を同時に実現する。</p> <div data-bbox="443 1541 1422 1957"> <p>FR1 (Sub6含む): 450MHz-7.125GHz              FR2 (ミリ波): 24.25-52.6GHz              FR3: 7.125-24.25GHz              Sub-THz: 100-300GHz              vRAN: virtual Radio Access Network              CU: Central Unit              DU: Distributed Unit              RU: Radio Unit</p> <p>① 周辺環境情報などを活用してAIによる複数周波数帯に対応した無線リソースの最適制御技術</p> <p>② 高度化されたvRANによる無線リソース・計算リソースの動的制御技術</p> <p>AIによる無線リソース最適制御</p> <p>周波数帯</p> <p>Sub-THz</p> <p>FR3</p> <p>FR2</p> <p>FR1</p> <p>Sub6 2GHz</p> <p>800MHz</p> <p>時間</p> <p>点線: 従来制御              実線: 最適制御</p> <p>✓ 周波数帯の特長に応じた制御で高周波数帯の利用率を向上</p> <p>✓ FR1はこの周波数帯でないといけない通信のみに活用</p> </div> <p>図：技術課題ア 高度化されたvRANによるネットワーク制御技術</p>



・スケジュール

技術の種類	令和 8 年度	令和 9 年度	令和 10 年度	令和 11 年度
技術課題ア： 高度化された vRAN によるネットワーク 制御技術	基本設計	詳細設計	システム構築 基本実験	統合実験・ シミュレーション
技術課題イ： 周波数有効利用に資 するネットワーク構 築技術	基本設計	詳細設計 デバイス試作	基地局装置試作	評価実験

・総事業費(予定)

約 120.0 億円 (うち、令和 8 年度概算要求額 30.0 億円)

(2) 研究開発の必要性及び背景

2030 年代において我が国が直面する労働力不足などの深刻な課題に対処するためには、高度な情報通信基盤である 6G の構築が不可欠であり、国内における 6G の円滑な導入・普及が求められている。移動通信ネットワークにおけるサービスの多様化・高度化が進む中で、Sub6 帯以下の低周波数帯におけるインフラの需要増加と同周波数帯のひっ迫は避けられない状況である。

このような状況において、移動通信ネットワークにおけるミリ波帯の利用率向上を図るとともに、国際動向を見据えた高マイクロ波帯 (FR3) の国内での新規割り当てが求められている。また、2030 年代の 5G から 6G への円滑な移行を実現するためには、6G のエリア展開状況や 6G 端末の普及状況

に応じて、我が国特有の 5G と 6G で利用される周波数帯の組み合わせを意識しながら、それらの複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークの確立が必要である。

本研究開発は、ネットワークの高コスト効率化・低消費電力化も実現することを目指しており、世界的に我が国が他国に対して技術的に先導している vRAN 技術を高度化することでそれらを実現する。6G の当該領域における我が国の海外でのプレゼンス向上・主導権の獲得を狙い、早期に国内産業の育成につなげるとともに、我が国の製品が世界で広く利用される機会を創出するため、優先的に実施すべき研究開発である。

### (3) 政策的位置付け

○関連する主要な政策

V. 情報通信 (ICT 政策) 政策 13 「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○政府の基本方針 (閣議決定等)、上位計画・全体計画等

名称 (年月日)	記載内容 (抜粋)
Beyond 5G 推進戦略懇談会提言(令和 2 年 6 月)	「4. Beyond 5G 推進戦略 4-2. (3) (開発・製造基盤の強化)」において、「(略)このため、5G の機能強化に対応した情報通信システムの中核となる技術を開発することにより、その開発・製造基盤強化に取り組む。」
デジタルインフラ整備計画 2030(令和 7 年 6 月 11 日)	第 2 章 今後のデジタルインフラの整備方針と具体的な推進方策 1 AI 時代の新たなデジタルインフラ整備の推進 1-3 次世代情報通信基盤 (Beyond 5G)、量子暗号通信 ①次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) (取組方針) AI 社会を支えるデジタルインフラである、APN 技術の中核とする低遅延・高信頼・低消費電力な次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) の 2030 年頃の本格導入に向け、研究開発・社会実装を推進する。
経済財政運営と改革の基本方針 2025(令和 7 年 6 月 13 日)	第 2 章 賃上げを起点とした成長型経済の実現 3. 「投資立国」及び「資産運用立国」による将来の賃金・所得の増加 (4) 先端科学技術の推進 AI、量子、次世代情報通信基盤 (Beyond 5G) 等の研究開発

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発等の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」(令和 7 年 7 月 22 日)において、研究開発等の必要性、有効性、技術、実施体制及び予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3（2）研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	<p>本研究開発では、移動通信システム技術に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する民間企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果が見込まれる。</p> <p>また、ネットワーク制御技術や基地局装置を構成する RU、CU、DU 等のデバイス技術に関するこれまでの要素技術研究の成果と既存の評価環境を最大限に活用し、効率的に研究開発・実証等を行う予定であり、投資に対して最大の効果が見込まれる。</p> <p>さらに、予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発提案を採択する段階、研究開発等の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施することとしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発は、我が国における 6G の円滑な導入・普及を支え、国民に高速なネットワークサービスを現実的なコストで提供することを目的とし、低周波数帯から高周波数帯までの複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークを実現するためのネットワーク制御技術や周波数の有効利用に資するネットワーク構築技術を確立し、高周波数帯の積極的な利用と周波数の効率的利用を同時に実現することで、周波数のひっ迫状況を解消することを目指している。</p> <p>また、本研究開発では、外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会等において、研究開発成果の利用者や情報通信業界に限らない多様な専門家や利用者との連携・協力を得つつ、研究開発と実証実験を一体的に推進することとしており、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。</p> <p>よって、本研究開発に有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、6G の導入・普及に向けて、低周波数帯から高周波数帯までの複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークを実現することで、周波数の効率的利用や、高い周波数帯の積極的な利用を可能とする技術の研究開発を実施するものであることから、利用者の利便性向上に繋がるなど、広く国民の利益になることが見込まれる。加えて、未利用周波数帯への活用に大きく寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となるが見込まれる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>本研究開発は、我が国における 6G の円滑な導入・普及を支え、国民に高速なネットワークサービスを現実的なコストで提供するため、複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークを構築する技術を確立し、高周波数帯の積極的な利用と周波数の効率的利用を同時に実現することで、周波数のひっ迫状況を解消することを目指している。</p> <p>また、本研究開発は、ネットワークの高コスト効率化・低消費電力化も実現することを目指しており、世界的に我が国が他国に対して技術的に先導している vRAN 技術を高度化することでそれらを実現する。6G の当該領域における我が国の海外でのプレゼンス向上・主導権の獲得を狙い、早期に国内産業の育成につなげるとともに、我が国の製品が世界で広く利用される機会を創出するため、国が主導し優先的に実施すべき研究開発である。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があると認められる。</p>

## 6 政策評価の結果（総合評価）

2030 年代の 5G から 6G への円滑な移行を実現するためには、6G のエリア展開状況や 6G 端末の普及状況に応じて、我が国特有の 5G と 6G で利用される周波数帯の組み合わせを意識しながら、それらの複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークの確立が必要である。

本研究開発は、我が国における 6G の円滑な導入・普及を支え、国民に高速なネットワークサービスを現実的なコストで提供することを目的とし、低周波数帯から高周波数帯までの複数周波数帯を横断的に活用できる移動通信ネットワークを実現するためのネットワーク制御技術や周波数の有効利用に資するネットワーク構築技術を確立し、高周波数帯の積極的な利用と周波数の効率的利用を同時に実現することで、周波数のひっ迫状況を解消することを目指している。

よって、本研究開発の必要性、有効性等があると認められることから、本事業を実施することは妥

当である。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和8年度予算において、「周波数帯横断的活用を実現する移動通信ネットワークの研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、本研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「複数周波数帯を横断的に効率よく活用できる移動通信ネットワーク構築に目指した必要かつ有益な研究開発である」、「周波数利用効率の抜本的向上と周波数帯域ごとの特性を踏まえた横断的制御によって、逼迫する周波数資源への対処として非常に有意義であると評価する」等の御意見を頂いており、本研究開発を実施する必要性が高いこと、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

## 9 評価に使用した資料等

- Beyond 5G 推進戦略懇談会提言(令和2年6月)  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000696612.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000696612.pdf)
- デジタルインフラ整備計画 2030 (令和7年6月11日)  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/001013976.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/001013976.pdf)
- 経済財政運営と改革の基本方針 2025 (令和7年6月13日閣議決定)  
[https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025\\_basicpolicies\\_ja.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025_basicpolicies_ja.pdf)

# 令和7年度事前事業評価書

政策所管部局課室名：総合通信基盤局 電波部 移動通信課、基幹・衛星移動通信課 基幹通信室

評価年月：令和7年8月

## 1 政策（研究開発名称）

産業分野の通信環境を最適化する無線制御技術の研究開発

## 2 達成目標等

### （1）達成目標

生産年齢人口の減少等を背景として、あらゆる産業分野で人手不足が深刻化しているため、労働資源の最適化の観点からロボットなどの遠隔制御等の早期導入による省力化及び省人化などが求められている。他方、ミッションクリティカルなロボットの遠隔制御等を行うためには、大容量、超低遅延、高信頼性が確保された通信ネットワークが不可欠であるが、データ量が処理可能な上限を超えることによるデータ損失や周波数共有部分での帯域圧迫に伴う干渉、遅延が生じる等といった課題を抱えている。

これらの課題を解決するため、本研究開発では、産業分野の通信環境を最適化する無線制御技術である「情報通知型無線通信技術（周波数利用効率を1.5倍程度向上）」、「無線アクセス制御技術（周波数利用効率を2倍程度向上）」、「環境適応型無線制御技術（周波数利用効率を2倍程度向上）」の各要素技術を確立し、周波数利用効率（収容率）を最大3倍程度向上させる。また、これらの技術を適用した無線通信方式について国際標準化を目指す。

### （2）事後評価の予定時期

令和12年度に事後事業評価を行う予定。

## 3 研究開発の概要等

### （1）研究開発の概要

#### ・実施期間

令和8年度～令和11年度（4か年）

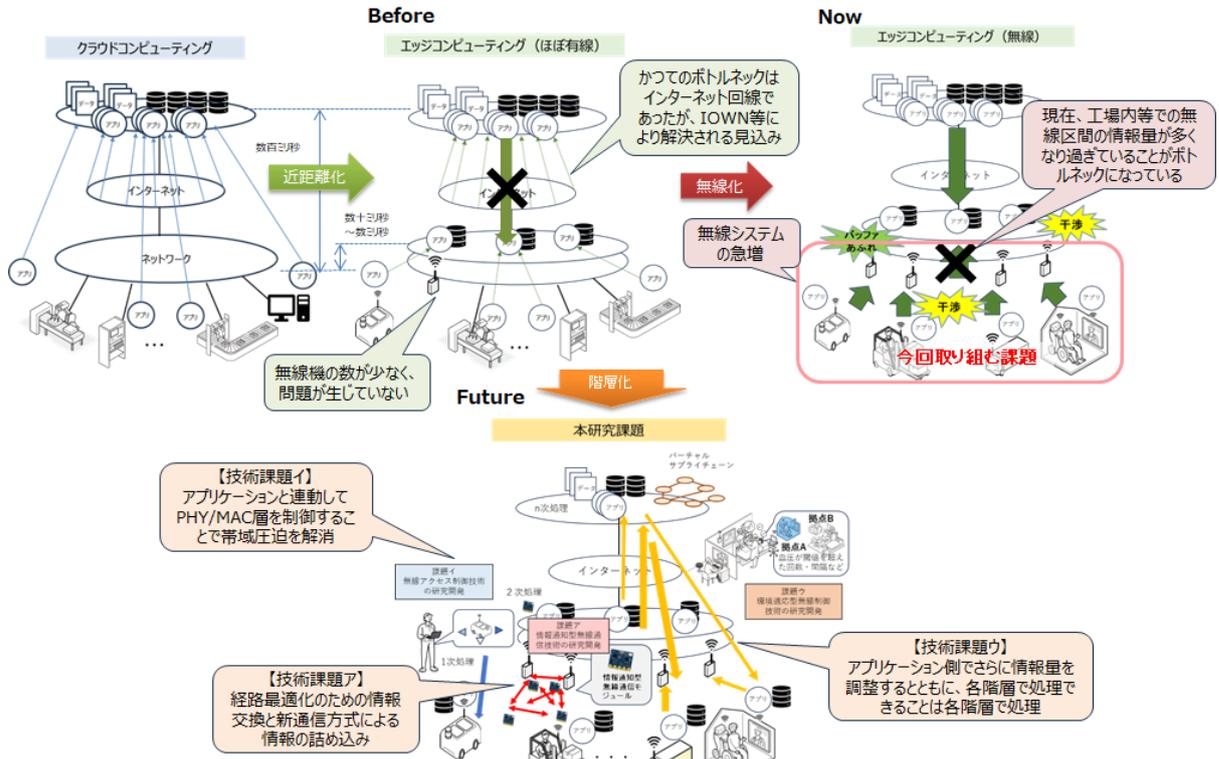
#### ・想定している実施主体

民間企業等

#### ・概要

ミッションクリティカルなロボットの遠隔制御等を行うため、①経路の信頼性担保に必要な「情報通知型無線通信技術」、②同期とアクチュエーションにより全体を最適化する「無線アクセス制御技術」、③処理する情報量と送信する情報量をネットワーク状態に連動して制御する「環境適応型無線制御技術」を確立し、令和11年度（2029年度）までに周波数利用効率（収容率）を最大3倍程度向上させる。また、こうしたミッションクリティカルな遠隔制御等が可能なネットワークの早期実現に向けて、本技術を適用した無線通信方式の3GPPやIEEE等における国際標準化を目指す。

・ 研究開発概要図



図：本研究開発における技術課題のイメージ

技術の種類	技術の概要
<p>【技術課題ア】 情報通知型無線通信技術</p>	<p>製造業等の産業分野において、移动通信システムや無線 LAN 等の無線通信がネットワークの一部として組み込まれ、かつ、既存通信で帯域が利用されている場合であっても、要求される高信頼性を担保すべく、産業用アプリケーションと連動して無線通信路を管理・運用し、産業用無線通信で求められる確定通信を実現させるための情報通知型無線通信技術を確立する。</p> <p>既存通信 (電力大) 既存通信の干渉許容範囲内の電力で、産業用通信を重ね合わせ</p> <p>電力 ↑ 時間 ↑ 周波数 →</p> <p>産業用通信 (電力小)</p> <p>分離 既存通信 (通常のノイズ処理) 産業用通信 (符号化による分離)</p> <p>図：情報通知型無線通信技術のイメージ</p>

<p>【技術課題イ】 無線アクセス制御技術</p>	<p>ネットワークの E2E（エンドツーエンド）で提供するサービス品質の要求情報等に基づき、無線アクセスの段階で中間層においてアプリケーションにとって不要なデータを送信させないこと、また、AI 学習されたトラフィックパターンに基づきグループ化された端末グループ間での周波数リソースの制御を行うことにより、システム全体の最適化を図り周波数利用効率を向上させる無線アクセス技術を確立する。</p> <p>図：無線アクセス制御技術のイメージ</p>
<p>【技術課題ウ】 環境適応型無線制御技術</p>	<p>通信経路の信頼度に基づき最適な通信経路を選択可能とするとともに、ネットワークの状況にあわせて各レイヤで処理する情報量と送付する情報量を調整し、アプリケーションをネットワークの状態に動的に連動・制御させることにより、有限なリソースを効率的に使うことを可能とする無線制御技術を確立する。</p> <p>図：環境適応型無線制御技術のイメージ</p>

・スケジュール

技術の種類	令和 8 年度	令和 9 年度	令和 10 年度	令和 11 年度
【技術課題ア】 情報通知型無線通信技術	基本設計	一次試作	二次試作	
【技術課題イ】 無線アクセス制御技術	基本設計	一次試作	二次試作	統合試験
【技術課題ウ】 環境適応型無線制御技術	基本設計	一次試作	二次試作	

・総事業費(予定)

約 37.6 億円（うち、令和 8 年度概算要求額 9.4 億円）

(2) 研究開発の必要性及び背景

生産年齢人口（15～64 歳の人口）は、平成 7 年（1995 年）に 8,716 万人でピークを迎え、その後減少に転じ、直近の令和 5 年（2023 年）10 月 1 日時点では 7,395 万人となっている。今後もこのトレンドは変わらず、令和 17 年（2035 年）には 6,722 万人まで減少することが見込まれている。また、現時点で 9 割以上の企業（製造業）が人手不足と感じており、さらに深刻化すると製

品品質が維持できず、売上減少や利益減少といった財務的な影響が発生すると見込まれる。

こうした生産年齢人口の減少等を背景として、あらゆる産業分野で人手不足が深刻化しているため、労働資源の最適化の観点からロボットなどの遠隔制御等の早期導入による省力化及び省人化などが求められており、経済財政運営と改革の基本方針 2025（令和 7 年 6 月 13 日閣議決定）においても「人口減少下にあっても、経済のパイを縮小させないためのイノベーションや生産性の向上」が掲げられている。他方、これらの実現には、大容量、超低遅延、高信頼性が確保された無線ネットワークが必要不可欠であるが、現状では「無線通信モジュールがブラックボックスであるため、周波数リソースの最適化のために必要な情報が収集できない」、「遅延保証のための過剰な帯域確保や到達補償保証のための過剰な冗長化などに起因し、データ量が処理可能な上限を超えることによるデータ損失や周波数共有部分での干渉及び遅延等が発生する」といった技術的課題がボトルネックとなっており、当該ネットワークの実現に至っていない。

そのため、生産年齢人口の大幅な減少という社会的課題の解決に向けて、ミッションクリティカルなロボットの遠隔制御等が可能な周波数有効利用技術を確立し、人員設計の最小化や適材適所の人員配置等の労働資源の最適化を実現可能とする必要がある。また、周波数政策的課題として深刻な周波数のひっ迫が生じているため、新規周波数割当ではなく、既存割当周波数を最大限活用し、当該遠隔制御等の要求条件を満たす無線通信方式を確立するとともに、当該無線通信方式の国際標準化を目指す必要がある。

これらの課題は、一企業で解決困難な我が国全体の課題であり、かつ、有限な電波資源の更なる有効利用が求められる課題であることから、本研究開発は国が実施する必要がある。

### （3）政策的位置付け

○関連する主要な政策

V. 情報通信（ICT 政策） 政策 13「電波利用料財源による電波監視等の実施」

○政府の基本方針（閣議決定等）、上位計画・全体計画等

名称（年月日）	記載内容（抜粋）
経済財政運営と改革の基本方針 2025（令和 7 年 6 月 13 日）	第 1 章 マクロ経済運営の基本的考え方 1. 日本経済を取り巻く環境と目指す道 人口減少下にあっても、経済のパイを縮小させないためのイノベーションや生産性の向上、そして、その前提となる質の高い雇用の確保。
	第 2 章 賃上げを起点とした成長型経済の実現 3. 「投資立国」及び「資産運用立国」による将来の賃金・所得の増加 (4) 先端科学技術の推進 社会課題解決の原動力となる AI、量子、フュージョンエネルギー、マテリアル、バイオ、半導体、次世代情報通信基盤（Beyond 5G）、健康・医療等について、分野をまたいだ技術融合による研究開発・社会実装を一気通貫で推進する。
地方創生 2.0 基本構想（令和 7 年 6 月 13 日）	第 3 章 地方創生 2.0 の起動 3. 政策の 5 本柱 (2) 稼ぐ力を高め、付加価値創出型の新しい地方経済の創生～地方イノベーション創生構想～ 地方イノベーション創生構想の実現に向け、①地域資源を最大限活用した高付加価値化を図る「施策の新結合」、②地域内外の様々な関係者の連携・協働、地域の若者や女性などの活躍促進に加え、地域外の新たな人材を呼び込む「人材の新結合」、③イノベーションの果実である AI・デジタル技術等の新しい技術を組み合わせる「技術の新結合」に取り組む。

## 4 政策効果の把握の手法

### (1) 事前事業評価時における把握手法

本研究開発の企画・立案に当たっては、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」(令和7年7月22日)において、研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行った。

### (2) 事後事業評価時における把握手法

本研究開発終了後には、外部専門家・外部有識者から構成される「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」において、目標の達成状況や得られた成果等、実施体制の妥当性及び経済的効率性、実用化等の目途等について外部評価を実施し、政策効果の把握を行う。

## 5 政策評価の観点及び分析

○各観点からの分析

観点	分析
必要性	上記、3(2) 研究開発の必要性及び背景に記載のとおり。
効率性	<p>本研究開発は、移動通信システムや無線 LAN 等の産業分野で活用される通信技術に関する専門的知識や研究開発遂行能力を有する企業、研究者等のノウハウを積極的に活用することにより、効率的に研究開発を推進することができるため、投資に対して最大の効果を見込むことができる。</p> <p>予算要求段階、公募実施の前段階、提案された研究開発案件を採択する段階、研究開発の実施段階及び研究開発の終了後における、実施内容、実施体制及び予算額等について、外部専門家・外部有識者から構成される評価会において評価を行い、効率的に実施することとしている。</p> <p>よって、本研究開発には効率性があると認められる。</p>
有効性	<p>本研究開発は、経路の信頼性担保に必要な「情報通知型無線通信技術」、同期とアクチュエーションにより全体を最適化する「無線アクセス制御技術」、処理する情報量と送信する情報量をネットワーク状態に連動して制御する「環境適応型無線制御技術」を確立することにより、ミッションクリティカルなロボットなどの遠隔制御等が可能なネットワークを実現するため、人員設計の最小化や適材適所の人員配置等の労働資源の最適化に寄与することができる。</p> <p>また、外部有識者や専門家を含む研究開発運営委員会など、研究開発成果の利用者や情報通信業界に限らない多様な専門家や利用者との連携・協力を得つつ、研究開発と実証実験を一体的に推進することとしており、研究成果の実用化等へ向けた高い確実性が見込まれる。</p> <p>よって、本研究開発には有効性があると認められる。</p>
公平性	<p>本研究開発は、新規周波数割当ではなく、既存割当周波数を最大限活用し、ミッションクリティカルなロボットの遠隔制御等の要求条件を満たす無線通信方式を確立するものであり、周波数の有効利用に大きく寄与するものであることから、広く無線局免許人や無線通信の利用者の利益となることが見込まれる。</p> <p>また、本研究開発の実施に当たっては、開示する基本計画に基づき広く提案公募を行い、提案者と利害関係を有しない複数の有識者により審査・選定する予定である。</p> <p>よって、本研究開発には公平性があると認められる。</p>
優先性	<p>本研究開発に関連する国際標準化動向として、3GPP において令和7年(2025年)6月に Rel-20 での 6G のテクニカルプレリサーチが開始され、令和9年(2027年)上半期に 6G 標準を制定、令和11年(2029年)に 6G の初版仕様 (Rel-21) が完成するものと想定されている。また、IEEE における次世代無線 LAN 規格 (Wi-Fi9) のフィージビリティスタディの標準化会合については、令和9年(2027年)頃に開始されると想定される。</p> <p>既に生産年齢人口の減少が始まっていることから、本研究開発の成果を国際標準に反映し、早期に社会展開を推進していく必要性は明らかであるため、研究開発期間や国際標準化のスケジュールを踏まえ、遅くとも令和8年(2026年)から本研究開発を優先的に実施する必要がある。</p> <p>よって、本研究開発には優先性があると認められる。</p>

## 6 政策評価の結果（総合評価）

社会的課題として生産年齢人口の大幅な減少があり、ミッションクリティカルなロボットの遠隔制御等が可能な周波数有効利用技術を確立し、人員設計の最小化や適材適所の人員配置等の労働資源の最適化を実現可能とする必要がある。また、周波数政策的課題として深刻な周波数のひっ迫が生じているため、新規周波数割当ではなく、既存割当周波数を最大限活用し、当該遠隔制御等の要求条件を満たす無線通信方式を確立するとともに、当該無線通信方式の国際標準化を目指す必要がある。

また、「情報通知型無線通信技術」、「無線アクセス制御技術」、「環境適応型無線制御技術」を確立することにより、ミッションクリティカルなロボットなどの遠隔制御等の可能なネットワークが実現するため、人員設計の最小化や適材適所の人員配置等の労働資源の最適化に寄与することができる。

よって、本研究開発には必要性、有効性等があると認められることから、本事業を実施することは妥当である。

## 7 政策評価の結果の政策への反映方針

評価結果を受けて、令和8年度予算において、「産業分野の通信環境を最適化する無線制御技術の研究開発」として所要の予算要求を検討する。

## 8 学識経験を有する者の知見の活用

「電波利用料による研究開発等の評価に関する会合」（令和7年7月22日）において、本研究開発の必要性、有効性、技術の妥当性、実施体制の妥当性、予算額の妥当性、研究開発の有益性等について外部評価を実施し、「産業分野の通信環境を最適化する無線制御技術の研究開発の必要性・重要性は十分理解できる」、「労働力不足や産業DXへの対応としての意義は高く、周波数有効利用にも貢献すると期待される」、「産業分野における無線通信の最適化を目指すものであり、製造業の人手不足解消に貢献する高い必要性が認められる」等の御意見を頂いており、本研究開発を実施する必要性が高いこと、効率性及び有効性等が確認された。このような有識者からの御意見を本評価書の作成に当たって活用した。

## 9 評価に使用した資料等

○経済財政運営と改革の基本方針2025（令和7年6月13日閣議決定）

[https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025\\_basicpolicies\\_ja.pdf](https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2025/2025_basicpolicies_ja.pdf)

○地方創生2.0基本構想（令和7年6月13日閣議決定）

[https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii\\_chihouseisei/pdf/20250613\\_honbun.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_chihouseisei/pdf/20250613_honbun.pdf)

○電波資源拡大のための研究開発の実施

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