

革新的情報通信技術研究開発委託研究

Beyond 5G 機能実現型プログラム

基幹課題 研究計画書

課題 046

Beyond 5G 超高速・大容量ネットワークを実現する  
小型低電力波長変換・フォーマット変換技術の研究開発



## 1. 研究開発課題

『Beyond 5G 超高速・大容量ネットワークを実現する小型低電力波長変換・フォーマット変換技術の研究開発』

## 2. 目的

2030年代の導入が見込まれている Beyond 5G (B5G) は、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）が高度に融合し、社会課題解決と経済成長を両立する社会（Society 5.0）の実現を支えるインフラとして中核的な役割を担うことが期待されている。

「Beyond 5G 推進戦略」（令和2年6月 総務省）では、B5Gの機能について、5Gの特徴的な機能の更なる高度化（超高速・大容量、超低遅延、超同時多数接続）に加えて、超低消費電力等の新たな価値の付加が求められるとし、目指すべきB5Gの実現には、その優れた機能の中核となる先端的な要素技術の研究開発を強力に推進する必要があるとしている〔1〕。

B5Gが目標とするモバイルアクセスの超高速・大容量化を実現しつつ、超低消費電力化を推進するためには、バックボーンとなる光ネットワークの進化、すなわちオールフォトニクス・ネットワークの実現が不可欠である。光ネットワークの持続的発展に向けては、継続的な大容量化とともに光ネットワークの利用効率を向上させる必要がある〔2〕。異なる波長の複数の光信号を収容し、光信号のまま経路切替等を行って、End-to-endのネットワークングを実現するオールフォトニクス・ネットワークの高効率化のためには、波長資源を有効活用する必要があり、波長変換機能が重要となる。波長変換としては光ファイバや強誘電素子の光非線形を用いた方式の研究開発が進められており、光波長チャンネル群の一括波長変換への適用が検討されているが、少数の光波長チャンネルを波長変換する場合には電力効率が低くなるという課題がある。波長資源を最大限活用するためには、少数の光波長チャンネルに対して高効率に波長変換を実現する技術が必要となる。また、光ネットワークの通信区間全体で一定の光波長帯域が確保できない場合や伝送距離を更に延伸することが求められる場合があるため、波長変換のみならず、光信号の変調方式、光信号帯域等を柔軟に変更することで、更なる波長資源の利用効率の向上を図る必要がある。一方、デジタル信号処理回路技術の進展により再生中継器の低電力化が進んでおり、シリコンフォトニクス技術の進展により再生中継に用いる光回路部の小型化も進んでいる。

本課題では、超高速・大容量光ネットワークの利用効率向上を実現するため、デジタル信号処理回路技術やシリコンフォトニクス技術を活用し、光／電気／光変換により800Gbps以上の光波長チャンネルごとに小型かつ低電力で柔軟に波長変換を実現する技術の研究開発を実施する。また、空いている波長資源の有効活用に向けた、変調方式、光信号帯域等のフォーマット変換を実現する技術の研究開発も行う。現行技術（既存100Gbps再生中継器）と比較して、ビット当たり1/10の小型化及び1/10の低電力化を実現する小型低電力波長変換技術を確立し、オールフォトニクス・ネットワークの適用範囲を拡大するとともに、我が国が強みをもつ光ネットワーク技術の一層の強化を図り、2030年代のB5Gの持続的発展に大きく寄与する。

なお、本課題は、「Beyond 5G 研究開発促進事業 研究開発方針」（令和4年2月24日総務省）における「3. 研究開発項目」の「① Beyond 5G 機能実現型プログラム」（p.3）のうち、ア）開発目標（数値目標等）を具体的かつ明確に定めてハイレベルな研究開発成果の創出を目標とし、研

究計画書を作成し、実施者を公募する課題（基幹課題）として実施する。

### 3. 内容

本委託研究では、以下の2つの研究開発項目について、研究開発を実施するものとする。

#### ・研究開発項目1 小型波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理技術の研究開発

本項目では、超高速・大容量光ネットワークの波長資源の利用効率向上を実現するため、光／電気／光変換により、800Gbps 以上の光波長チャンネルごとに、波長変換及び変調方式、ボーレート等のフォーマット変換を小型かつ低電力で柔軟に実現するデジタル信号処理技術の研究開発を実施する。具体的には、デジタルコヒーレント光伝送方式の信号処理を構成する光変復調、偏波制御、波形歪み補償、誤り訂正等の信号処理技術について、波長変換・フォーマット変換の最適化及び低電力化に取り組み、波長・フォーマット変換用デジタル信号処理回路のプロトタイプを試作し、研究開発項目2の開発成果と組み合わせて光波長チャンネルごとの柔軟な波長変換及びフォーマット変換を実証する。

#### ・研究開発項目2 小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術の研究開発

本項目では、大容量光ネットワークの波長利用効率を最大化するため、800Gbps 以上の光波長チャンネルごとに小型かつ低電力で波長変換を柔軟に実現するためのシリコンフォトニクス技術を活用した小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術の研究開発を実施する。具体的には、デジタルコヒーレント光伝送信号の光-電気変換及び電気-光変換を行う光フロントエンドについて、光送信部及び光受信部の柔軟な波長可変性や、ボーレート・フォーマット変換動作への対応を検討し、フロントエンド回路構成の最適化、低消費電力化、小型集積設計に取り組み、研究開発項目1の開発成果と組み合わせて、光波長チャンネルごとの柔軟な波長変換及びフォーマット変換を実証する。

### 4. アウトプット目標・アウトカム目標

#### ・研究開発項目1 小型波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理技術の研究開発

2026年度末におけるアウトプット目標（最終目標）

- ・小型波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理回路を試作し、小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術と組み合わせて、800Gbps 以上の光波長チャンネルに対し、小型・低電力な波長変換・フォーマット変換動作を実証する。
- ・光波長チャンネルごとの波長変換及びフォーマット変換について、現行技術（既存 100Gbps 再生中継器）と比較して、ビット当たり 1/10 の小型化及び 1/10 の低電力化を実現する。

2022年度末におけるアウトプット目標

- ・光波長チャンネルごとに小型かつ低電力で柔軟な波長変換及びフォーマット変換を行う波長変換用低電力デジタル信号処理について、実現に向けた課題を抽出し、及び機能構成、適用アルゴリズム等の基本検討を完了する。

## ・研究開発項目 2 小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術の研究開発

2026 年度末におけるアウトプット目標（最終目標）

- ・検討した小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術と、小型波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理技術を組み合わせてシステム評価を行い、800Gbps 以上の光波長チャネルに対して低電力な波長変換を実証する。
- ・光波長チャネルごとの波長変換及びフォーマット変換について、現行技術（既存 100Gbps 再生中継器）と比較して、ビット当たり 1/10 の小型化及び 1/10 の低電力化を実現する。

2022 年度末におけるアウトプット目標

- ・小型・低電力化に向けて、波長変換・フォーマット変換用フロントエンドに必要となる光回路・アナログ電子回路の構成を明確化する。
- ・構成要素となる各回路に求められる性能を明らかにし、その実現方針を策定する。

アウトカム目標

本研究開発成果をもとに、波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理技術及び波長変換・フォーマット変換用フロントエンド技術の各要素技術の知財化、実用化に取り組み、小型波長・フォーマット変換機能を有する装置の製品化やネットワーク導入を目指す。

2029 年 波長変換・フォーマット変換用低電力デジタル信号処理回路及び小型波長変換・フォーマット変換用フロントエンドの製品化

2030 年 小型波長・フォーマット変換装置の製品化

2031 年以降 B5G ネットワーク、キャリア基幹ネットワーク、データセンタ間ネットワーク等の大容量化・経済化に貢献

## 5. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採 択 件 数：研究開発項目ごとに 1 件

研究開発期間：契約締結日から 2026 年度（継続評価等により継続の必要性等が認められた場合のみ、次年度も継続可能。）

研究開発予算：各年度、研究開発項目 1 及び研究開発項目 2 を合わせて 4,000 百万円（税込）を上限とする。（提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。継続評価や Beyond 5G 研究開発促進事業の後年度予算の状況等により、各年度の研究開発予算を変更する場合がある。）。

研究開発体制：単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。その際、社会実装を考慮した体制とすること。

## 6. 提案に当たっての留意点

- 研究開発項目 1、研究開発項目 2 のいずれか又は両方の研究開発項目に提案することができる。両方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。

- 提案書には、2026年度まで実施することを仮定し、2026年度までの計画を記載すること。
- 具体的目標に関しては、毎年度の目標と2026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。
- 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 の実現に当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。
- 外国の民間企業や大学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することとし、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得るとともに、実際の研究開発の進め方について適宜指導を受けるため、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、到達目標の項目に記載した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。

## 7. 運営管理

- 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を開催すること。
- 国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）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研究開発の進捗状況などについて報告すること。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、機構が研究計画書を変更する場合があるので、留意すること。

## 8. 評価

- 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を实

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、2026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。

## 9. 成果の社会実装等に向けた取組

- 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、更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、場合によっては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、オープンソース化等）も行う等、成果の社会実装等に向けて必要な取組を行うこと。

## 参考

- 参考文献 [1] 「Beyond 5G推進戦略」（令和2年6月）  
[2] 「情報通信審議会 技術戦略委員会報告書骨子（案）」（令和4年3月）