

2018年度 委託研究

## 課題 206

5G・Beyond 5G の多様なサービスに対応する  
有線・無線アクセスネットワークの  
プラットフォーム技術の研究開発

## 研究計画書



## 1. 研究開発課題

『5G・Beyond 5G の多様なサービスに対応する有線・無線アクセスネットワークのプラットフォーム技術の研究開発』

## 2. 本課題が含まれる研究開発プロジェクトの全体像

### はじめに

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）は、機構自ら行う研究や委託研究などを効果的に連携させながら、機構に与えられた中長期目標の達成を目指している。本課題はこのような連携の一部となる研究であるため、研究開発プロジェクト（以下、「プロジェクト」という。）の全体像について十分に理解したうえでの研究提案や実施が求められる。プロジェクトは、プロジェクトオフィサー及び機構職員で構成されるプロジェクトチームによりマネジメントされる。

### 2. 1 プロジェクトの目的・ビジョン

将来の通信トラフィックの爆発的増加や通信品質・利用環境の多様化等に対応する次世代有線無線融合ネットワークの実現に資する基礎的・基盤的な技術の確立を目指して、フォトニックネットワーク基盤技術、光アクセス基盤技術、ワイヤレスネットワーク基盤技術等に関して基礎から応用までの幅広い研究開発を行う。すなわち、機構の中長期計画の統合 ICT 基盤分野に位置する研究開発として本プロジェクトを実施する。様々な ICT の統合を可能とすることで、新たな価値創造や社会システムの変革をもたらす統合 ICT 基盤の創出を目指す。統合 ICT 基盤は、第 5 世代移動体通信システム (5G) やそれ以降において、増大する通信トラフィックを収容するペタビット級の基幹ネットワークや、ユーザーにとって利便性の高い遠隔医療や高度道路交通システムなどの新たなサービス、高速かつ高品質なアクセス環境の提供を可能とするものである。研究開発等に取り組むとともに、研究開発成果の普及や社会実装を目指すものとする。

### 2. 2 社会的な背景・国内外の状況

あらゆるモノをネットワークでつなげる IoT (Internet of Things) 技術の進展によって、実社会で取得される大量で多種多様なデータの集約が可能になってきている。このようなビッグデータをサイバー空間にて集積・分析し、その結果を実社会にフィードバックさせて適切に IoT デバイスを制御することで、安全・効率的な社会の構築や社会的課題の解決が期待されている。ネットワークにつながる IoT デバイスは今後も増加することが予想されている。また、IoT 時代を支えるモバイル技術として、2020 年頃には、ピーク速度 20Gbps 程度、1ms 未満の低遅延、100 倍以上のエネルギー効率を目指した第 5 世代移動体通信システム (5G) の実用化が世界各国で見込まれている。このような背景の元、モバイルトラフィックは年率 40% 程度 (10 年で約

50倍)で増加し、最終的にコアネットワーク上を流通する通信トラフィックは2030年頃に現在の1000倍以上になることが予想されている。さらに、IoT、5Gが活用される社会では、ユーザーにとって利便性の高い高速通信、超低遅延通信、大量機器間通信などを活用した多様な通信サービスの提供が想定されている。このため、将来のIoT時代に向けて、大容量かつ多様な通信サービスを収容可能なネットワークの構築及びそれを実現可能にする技術の開発が喫緊の課題となっている。

実際に、科学技術イノベーション総合戦略2017(平成29年6月2日閣議決定)[1]では、「ネットワーク技術：膨大なIoT機器が接続して多様なデータが伝送されても安定して運用できるネットワーク構築が重要である。」とされており、IoT向けネットワークの構築は政策的課題となっている。また、総務省主催の「将来のネットワークインフラに関する研究会」[2]において、産学官の意見がまとめられた報告書(平成29年7月18日)には、「新しい独創的なサービスの導入容易性を重視するオープンなネットワーク機能の提供のそれぞれの特長を併せ持つプラットフォームの実現が期待」とされており、ネットワークの更なる高度化が求められている。

## 2.3 プロジェクトの概要

将来の通信トラフィックの爆発的増加や通信品質・利用環境の多様化等に対応する次世代有線無線融合ネットワークの実現に資する統合ICT基盤技術の研究開発を実施する。

機構自ら行う研究(自主研究)では、5Gおよび5Gを超えた世代(Beyond 5G)に渡って増加を続ける通信トラフィックに対応するため、コア・メトロ領域を対象としたファイバ容量1Pbps級の超大容量マルチコアネットワークシステム技術に関する研究開発や、急激なトラフィック変動や通信サービスの多様化への柔軟な対応を可能とするチャンネル当たり400Gbps～1Tbps級の光統合ネットワーク技術の研究開発を実施している。また、光アクセス技術として、光アクセスから光コアまでをシームレスにつなぐ光アクセス・光コア融合ネットワーク技術及びエンドユーザーへの大容量通信等を支える100Gbps級のRoF(Radio over Fiber)などのアクセス系に係る光基盤技術に関する研究開発に取り組んでいる。

一方、本委託研究では、自主研究や外部機関などで研究開発されている将来のコア・メトロネットワークや光アクセス技術を想定しながら、主にアクセス領域を対象として、5G、Beyond 5Gによる高速通信、超低遅延通信、大量機器間通信などの多様なIoTサービスを収容するために、柔軟性・迅速性・省力性を従来よりも格段に向上させる有線・無線アクセス領域のプラットフォーム技術の研究開発を実施する。

このプロジェクトにおいては、機構自ら行う研究におけるコア・メトロ・アクセス光ネットワーク基盤と、本委託研究の成果を基にした有線・無線アクセスネットワーク基盤を、制御技術等を介して連携を図り、次世代有線無線融合ネットワークシステムの構築や実証実験を進めていく予定である。一方、社会実装フェーズに到達した要素技術は全体技術に先んじて実用化を進めていく方針である。

## 2.4 プロジェクトオフィサー

ネットワークシステム研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 古川 英昭

### 3. 本委託研究

#### 3. 1 概要及び位置付け

本委託研究では、IoT時代の多様な通信サービスに適應するために、柔軟性・迅速性・省力性を従来よりも格段に向上させる革新的な有線・無線アクセス領域プラットフォーム技術の研究開発を実施する。

5G 移動体通信も含めた様々な IoT デバイスへの接続やモバイルトラフィックの増大に対処するために、マルチアクセス環境の構築やモバイルフロントホールの大容量化、スモールセル化などが求められており、それらの実現のために大容量通信が可能な有線（光）アクセスネットワークが重要な役割を果たすことになる。本委託研究では、従来、別々であった有線・無線アクセスネットワークを一体的に運用し、通信サービスに適したネットワークをダイナミックかつ効率的に提供可能とするネットワーク制御技術の研究開発を実施する。ここで、5G 以降の無線ネットワークに対応するためには、現状 10Gbps 程度である光アクセス技術の伝送能力を更に向上させる必要があり、数十 Gbps 級の PON (Passive Optical Network) 技術や、100Gbps 級の RoF 技術などの導入を想定する。また、メトロ・コアネットワークにおいては、チャンネルあたり数百 Gbps や数 Tbps 級の光伝送技術の導入を想定する。

研究開発の実施内容として、通信サービス要求に応じたハードウェア構成を容易に可能にするために、マルチベンダのアクセス装置のオープン化技術を開発し、エコシステムの確立を促進する。また、多様な通信サービスを収容可能にするために、エンドツーエンドのネットワークスライシングを想定して、有線・無線アクセス領域におけるネットワーク仮想化基盤技術を開発する。通信サービスの迅速な提供、運用管理の簡易化のために、ネットワーク自動制御技術の開発を進める。また、コアネットワークに流入するモバイルトラフィックの増加を抑制するために、エッジクラウドにおける計算リソースとネットワークリソースの一体最適制御技術を確立し、ネットワークの帯域利用効率の向上を目指す。なお、実機による実証にあたっては、本プロジェクトの第 1 期において取得可能な装置や機能に制約があるので、現時点で入手可能な有線・無線アクセスネットワーク（例えば GE-PON、4G など）の装置を用いた実証からスタートし、次世代への技術展開を見据えながら適宜性能の拡大を図ることとする。

類似の研究開発として、ONF (Open Networking Foundation) が主導する CORD (Central Office Re-architected as a Datacenter) プロジェクトにおいて、有線・無線アクセスネットワークをそれぞれ対象とした仮想化基盤技術の研究開発が行われてきたが、本委託研究では、有線・無線アクセスネットワークを一体的に運用可能なオープン化・仮想化の研究開発を実施するものである。

#### 3. 2 到達目標

本研究開発は、2022 年度末までに以下の到達目標を達成する。

##### 1) ネットワーク装置のオープン化技術の研究開発

従来、ベンダ独自の仕様であったネットワーク機器をオープン化して制御の柔軟性を高め

た有線・無線アクセスネットワーク環境を構築するために、マルチベンダの光アクセス装置や無線アクセス装置、レイヤ2装置の3種類以上の装置を対象として、ハードウェア抽象化ソフトウェアを開発し、オープン化技術を確立する。

## 2) ネットワーク仮想化基盤技術の研究開発

1)の開発技術と合わせて、数百台規模のオープン化されたスイッチやOLT(Optical Line Terminal)、BBU(Base Band Unit)などの装置、vOLT(virtualized OLT)やvRAN(virtualized Radio Access Network)などの仮想化ネットワーク機能、コンピューティング機能を制御して動作可能であることを実証する。従来のOLT、BBUなどの光アクセス装置および無線アクセス装置で実現されてきた機能の一部を汎用サーバー上で実現するvOLTやvRANなどのネットワーク機能の仮想化を実施するとともに、オープンソースのSDN(Software Defined Network)コントローラ、オーケストレータ、仮想環境から構成されるネットワーク仮想化基盤技術を開発する。特に仮想化ネットワーク機能としては、3)のゼロタッチ制御に資する機能(例えば、ONU(Optical Network Unit)認証機能やVLAN設定機能など)を、ネットワークを通じて制御可能にすることを旨とする。

## 3) ゼロタッチ制御技術の研究開発

従来は手動で行っていたネットワーク機器の自動設定を目指して、接続装置の検出や登録、通信サービステナントの起動、論理パスの自動生成を行うソフトウェアを開発し、装置の接続時のゼロタッチ制御を実証する。2)の数百台規模の有線・無線アクセスネットワーク環境下において、装置の接続検出/登録・論理パスの生成の自動化により、新規の通信サービスの導入までの期間を従来比1/10に短縮することを目標とする。

## 4) エッジクラウドとネットワークの一体最適制御技術の研究開発

仮想化ネットワーク機能およびコンピューティング機能を融合した新たなモバイルエッジコンピューティング(MEC: Mobile Edge Computing)を有する有線・無線アクセスネットワークにおいて、ネットワークリソースと計算リソースの一体最適利用技術を確立する。この際、5G世代の無線ネットワークや光アクセス技術などを想定し、遅延性やネットワーク機能の集約性などを考慮しながらMECの最適利用方法を検証する。増加を続けるモバイルトラフィックに対応するために、数百台規模の端末機器に提供するアプリケーションサービスをエッジ処理し、アプリケーション提供に必要なネットワーク帯域を従来比1/100にすることを目標とする。また、アプリケーション開発などを通じて、有線・無線アクセスネットワークの実用性・有効性を示す実証実験を行う。

### 3. 3 マイルストーン

本研究開発は、以下のマイルストーンを想定しつつ実施するものである。

2022年度末 有線・無線アクセスネットワークプラットフォーム基盤技術の確立。

2023~2025年頃 社会実装に向けた周辺技術の確立。その後、社会実装を開始。

### 3. 4 採択件数、期間及び予算等

採択件数 : 1件

研究開発期間：契約締結日から2020年度までの3年間（第1期）

なお、2021年度から2022年度までの2年間（第2期）については、次期中長期目標の状況等も踏まえ、継続について検討する。

研究開発予算：各年度、50百万円（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。）

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。

### 3. 5 提案に当たっての留意点

- 3. 2の到達目標を踏まえ、第2期までの研究計画を記載した上で、第1期における目標設定を明確に記載すること。採択評価は、それらの記載内容全体を対象に実施する。
- 複数の機関で応募する場合は、研究開発における各機関の役割分担を明確化して提案すること。
- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 本研究開発成果の社会実装に向けて、3. 3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）、方策等を記載すること。
- 本研究開発の遂行過程で得られる科学的なデータがあれば、広くオープンにするのが望ましい。公開できるであろう科学的なデータの有無、および、もし有る場合には公開計画（例：公開するデータの種類、公開先、公開方法）を提案書に記載すること。

### 3. 6 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 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に開催すること。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合があるので、留意すること。

### 3. 7 評価

- 機構は、2020年度に評価を実施する。また、本委託研究終了後に追跡評価（成果展開等状況調査を含む）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。

### 3. 8 成果の社会実装に向けた取組

- 本委託研究で得られた成果のオープン化を行う等、成果の社会実装に向けて必要な取組を行うこと。

- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。

#### 4. 参考

[参考資料]

[1] 科学技術イノベーション総合戦略 2017（平成 29 年 6 月 2 日閣議決定）

第 2 章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組

(2) 新たな経済社会としての「Society 5.0」を実現するプラットフォーム

i) サイバー空間関連技術

「ネットワーク技術：膨大な IoT 機器が接続して多様なデータが伝送されても安定して運用できるネットワーク構築が重要である。」

[2] 総務省「将来のネットワークインフラに関する研究会」報告書（平成 29 年 7 月 18 日）