

2022年度 委託研究

課題224

次世代コアとBeyond 5G/6Gネットワークのための
プログラム可能なネットワークの研究開発

研究計画書



1. 研究開発課題

『次世代コアとBeyond 5G/6Gネットワークのためのプログラム可能なネットワークの研究開発』

(R&D for Programmable Networking for next generation core and Beyond 5G/6G networks)

2. 研究開発の目的

研究開発の概要については、NSF（米国国立科学財団）と共通の内容であり、次のとおり。

Synopsis of Program:

Software-Defined Networking (SDN) has been a particularly successful area of research interest and commercial innovation over the last decade. SDN increases the flexibility of networks, providing greater control of network behavior, performance, monitoring and problem diagnosis. SDN is thus one of the essential technologies for ensuring robust, flexible and high performing wired and wireless beyond 5G/6G networks. The first generation of SDN focused primarily on the implications of control and data plane separation, and control plane programmability. Today the networking research community focus also includes the second generation of SDN - data plane programmability - as enabled at transmission line rates through the relatively recent introduction of programmable layer 2/3 switches, programmable Network Interface Cards (NICs), and increasingly flexible physical layer transmission technologies such as software defined radios and optical transceivers. This program focuses on enabling flexible and scalable programmable networks for next generation core and beyond 5G/6G networks. This calls for creative and innovative ways of approaching the associated challenges and experimental demonstration and verification on research testbeds where appropriate. This program seeks joint Japanese-US research projects that leverage each nation's expertise and address the following topic areas:

1) Network architectures/In-network intelligence and programmable network functionality

Develop the foundations for next-generation programmable functionality for enhanced core, optical and beyond 5G/6G networks

2) Smart services, applications, and experimentation on research testbeds

Develop experimental demonstrations of novel future services and essential networking applications on campus, Japan and/or US testbeds

3. 研究開発の到達目標

研究開発の到達目標については、NSFと共通の内容であり、次のとおり。

Program Description:

Proposals are solicited for joint Japan-U.S. foundational and transformative research consistent with the theme of “Programmable Networking for next generation core and beyond 5G/6G networks”. Network programmability offers the potential to address major long-standing network control and management challenges, including those associated with emerging applications such as distributed big data computation, augmented and virtual reality and IoT, and more stringent requirements on resiliency and robustness. Proposals are solicited in the following areas:

1) Network architectures/In-network intelligence and programmable network functionality

This solicitation seeks fundamental systems research that investigates novel network architectures with in-network intelligence and advanced programmable network functionality to enable robust, high performance next-generation core, optical and wireless networks. In-network intelligence and programmability drive the need to make network, server and storage resources available when and how much they are needed. This solicitation covers a wide range of reference networks, including but not limited to core, access and IoT networks, and wired and wireless networks towards beyond 5G/6G era. Topics of interest include but are not limited to:

- Programmable data plane architectures, hardware platforms, software execution environments, and protocols;
- Architectures exploring in-network compute and storage elements;
- Methods and tools for validating control and data plane operation;
- Framework for creating easy-to-program, end-to-end policies and abstractions across heterogeneous programmable networks;
- Development of a novel data plane programmability and a pilot use case experiment for beyond 5G/6G;
- Dynamic, real time resource management, mobility management, and spectrum/interference management using network programmability in beyond 5G/6G networks, as well as for an integrated edge-core-cloud environment;
- Virtualization and isolation mechanisms on programmable data planes on NICs and/or switches;
- Physical layer programmability, including optical and/or wireless communications systems;

- Programmable converged wireless and optical networks for beyond 5G/6G networks; and
- Integrated cross-layer programmability, including the physical layer.

2) Smart services, applications and experimentation on research testbeds

This solicitation seeks proposals that include implementation and demonstration of smart services and future applications using network programmability on campus, Japan JGN (<https://testbed.nict.go.jp/jgn/>) and/or US FABRIC (<https://fabric-testbed.net/>) and PAWR (<https://advancedwireless.org/>) testbeds. Projects are encouraged to provide open-source software developed for experimentation where possible. Topics of interest include but are not limited to:

- Distributed service monitoring for big data and IoT applications (e.g., monitoring interrelated flows for congestion or failure that could impact large-scale distributed computation, optionally with spatially diverse data);
- Enabling performance, robustness, scalability, and security for smart services;
- Applications including monitoring, telemetry and measurement, load balancing, control plane acceleration and programs that solve practical problems related to traffic engineering, measurement, and time synchronization;
- New methods for achieving low latency/high QoE, energy efficiency, scalability, mobility or routing for beyond 5G/6G networks;
- Machine learning/AI for data collection and fusion to integrate information and control across network layers; and
- Experiments related to research on Area (1) above.

4. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 最大4件

研究開発期間 : 2022年度契約締結日(2022年9月頃を予定)から36か月間。ただし、委託研究の実施に36か月間が必要ないと提案者が判断する場合は、36か月間より短い期間も提案可能であるが、その場合は日米双方とも同じ研究開発期間とすること。

研究開発予算 : 1件当たり、各12か月間に対して、15百万円(税込)を上限とする。
(ただし、提案予算額の削減を行うことを条件として採択を決定する場合がある。)

研究開発体制 : 日本と米国の両方の研究機関が参加する日米共同での研究開発プロジェクト(以下、「共同プロジェクト」という)であること。なお、米国側の体制はNSFの定めに従うこと(注:米国側の提案者は大学に限定されます)。

5. 提案にあたっての留意点

- 領域1又は領域2のどちらかを選択するか、あるいは両者を包含する提案とすることとし、選択した対象領域を提案書に記載すること。
 - 領域1 ネットワークアーキテクチャ/ネットワーク内インテリジェンス及びプログラム可能なネットワーク機能に関する基礎技術
(Network architectures/In-network intelligence and programmable network functionality)
 - 領域2 スマートサービス、アプリケーション及び研究用テストベッドでの実験
(Smart services, applications, and experimentation on research testbeds)
- 研究開発の達成目標を実現するための具体的な研究課題を設定し、かつそれら研究課題を担当する機関の役割分担を明確化して提案すること。また、提案には、最新技術動向を反映させること。
- NSFへの提案者との共同プロジェクトとして提案すること。提案者は、国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という）（日本）及びNSF（米国）の両方に対し、それぞれに必要な応募書類を提出すること。（日本、あるいは米国のいずれか一方の機関だけに応募書類を提出した場合は、当該提案は無効となり、評価の対象となりません。）なお、機構は共同プロジェクトの日本の研究機関に対して研究資金を提供し、NSFは米国の研究機関に対して研究資金を提供する。
- 採択後、研究開発の実施過程において、日本側研究機関は米国側研究機関と共同して活動すること。
- 可能な限り定量的な目標を提案書において記載し、その数値目標を、どのような研究開発（要素技術の研究開発）を行うことによって達成することが可能か、スケジュールも含めて示すこと。
- また、定量的な目標として設定できない定性的な目標については、チャレンジングなものを目標として設定し、どのような研究開発（要素技術の研究開発）を行うことによって達成することが可能か、スケジュールも含めて示すこと。
- 新規性、独創性のあるシステム構築やモデル化を行い、その有効性について テストベッドを用いた実験やシミュレーション等により、実証までを行なう提案を強く期待する。
- 機構の保有する施設、テストベッド、クラウドサービス等を活用して本委託研究開発を実施することも可能であり、その場合は、使用を希望する施設等を提案書に記載すること。
- 本委託研究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。公開できると想定する科学的なデータの有無と、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。

6. 運営管理

- 本委託研究開始時には、国内の受託者のみを対象に、スタートアップミーティングを実施するので、受託者は必ず出席し、実施計画書に基づき研究内容を説明すること。

- 本研究開発課題における個別提案課題を日米共に一体として推進することを目的に、機構は必要に応じて個別提案課題間あるいは日米間の連携を議論・調整する会合を開催する場合がある。受託者はこれらに必ず出席し、連携の推進を図ること。
- また、日米の受託者が参加するPI会合を数回開催する予定であり、開催場所は日本あるいは米国を予定しているため、受託者はこれらに必ず出席すること。
(研究開始の9か月後に米国、21か月後に日本、33か月後に米国を予定。予定は変更されることがあります。)
- 本研究開発課題と、機構における自主研究開発との連携を図るため、適宜、進捗などについて調整を行うこと。また、連携を図るため、受託者は機構との連絡調整会議を定期的に設定すること。

7. 評価

- 採択に関する評価は、日米共同（機構及びNSF）で行う（詳細は応募要領を参照）。
- 機構は、本委託研究終了時に終了評価を行う。また、本委託研究終了後に成果展開等状況調査を実施し、追跡評価を行う場合がある。これらの評価は、日本の受託者のみを対象とし、米国の受託者は対象としない。
- 機構は、研究開発終了後1年後、3年後及び5年後に成果展開等状況調査を実施するとともに、その結果を踏まえ、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。

8. 参考

本研究開発のテーマとなるプログラム可能なネットワークは、次世代コア及びBeyond 5G/6Gネットワークを支える基盤技術として、現在、国内/国外を問わず注目を集め、また多くの取り組みが立ち上がりつつある。

2021年3月に閣議決定された第6期科学技術基本計画では、第5期科学技術基本計画で日本が世界に先駆けて超スマート社会を実現すべく掲げた“Society 5.0”の具体化が掲げられている [1]。Society 5.0の実現に向けて、今後5年間に、政府が行うべき施策のうち、デジタル社会に対応した次世代インフラやデータ・AI利活用技術の整備・研究開発の一つとして、Beyond 5Gの研究開発に取り組むことが掲げられた。総務省では、これに先立つ2020年より「Beyond 5G 推進戦略懇談会」を開催し、Beyond 5Gの早期かつ円滑な導入及び国際競争力の強化に向け、政府として講ずべき措置について検討を行い、2021年には「Beyond 5G推進戦略—6Gへのロードマップ—」が取りまとめられている [2]。さらに、また、電子情報通信学会などの国内主要学会では、論文誌にて毎年Beyond 5G/6Gをテーマとした特集を組んでいる（例えば [3] など）。

海外に目を向けると、国際的に著名な学会であるACM SIGCOMやIEEE INFOCOMでは、それぞれ、2018年、2019年の基調講演 [4] にて、ネットワークの中を素早く変革できるネットワークの重要性や、ネットワーク技術のオープン化コミュニティであるOpen Network Foundationの会合 [5] においても、従来のネットワークの構成を変えるSDNからネットワーク

処理の内容を変える機能の変革への重要性が述べられている。NSFによりFABRICというP4やOpenFlowというデータプレーンやユーザプレーンを適応的にプログラム可能なコンピュータサイエンスやサイエンスアプリケーションの研究インフラの建設が始まり、定期的にワークショップが開催されている [6]。

[1] 第6期科学技術基本計画 <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>

[2] 「Beyond 5G 推進戦略 –6G へのロードマップ–」の公表

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000364.html

[3] 特集 6G がひらく 2030 年の超スマート社会, 電子情報通信学会誌, Vol. 104 No. 5, 2021 年 5 月.

[4] Networks Capable of Change, ACM SIGCOMM 2018 Keynote and IEEE INFOCOM 2019 Keynote.

[5] How We Might Get Humans out of the Way, ONF Connect 2019 Keynote.

[6] FABRIC, <https://fabric-testbed.net/>