

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 Beyond 5Gにおける衛星-地上統合技術の研究開発
- ◆副題 衛星-地上統合技術の情報収集、技術確立及び有効性確認
- ◆受託者 日本無線株式会社、スカパーJSAT株式会社、国立大学法人東京大学
- ◆研究開発期間 令和2年度～令和6年度 (5年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和2年度から令和6年度までの総額300百万円 (令和5年度60百万円)

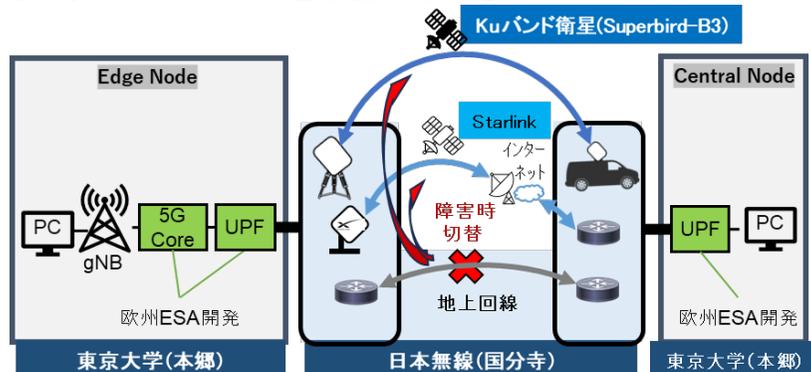
2. 研究開発の目標

- ・ 日欧共同トライアルによる研究開発では、ESA開発テストベッドを活用し実証実験を行い、国内で衛星-5G連携の有効性や課題を確認する。
- ・ 衛星とローカル5Gとのシームレス接続を可能とする研究を行い、SDN/NFV、ネットワークスライシング及び統合的ネットワーク管理技術を確立することを目的とする。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1:日欧共同トライアルによる研究開発

- ・ バックホールの接続/切替試験実施
- ・ 経路切り替え等5G技術の運用性評価を実施



研究開発成果1-1:日欧共同トライアルによる研究開発のためのESAテストベッドによる衛星-地上接続実証実験

- Phase2の最終目標であるユースケースの実証実験に向けて、システム設計を実施し、ESA開発テストベッドと国内衛星を用いて、バックホールの接続/切替試験を実施した。
- Phase1のネットワークからVSAT局を更新し、Starlink回線を新設した。
- 研究開発項目2で開発中のローカル5Gと国内Kuバンド衛星を用いた衛星接続試験を実施した。

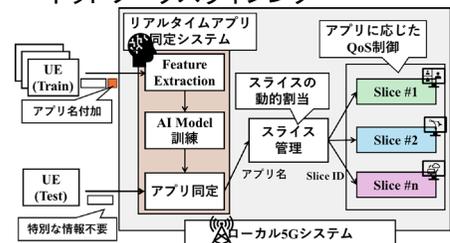
研究開発成果1-2:日欧接続によるネットワーク運用性の評価

- 日本無線、東京大学、欧州と連携を図り、ネットワークスライシング技術、QoS技術及び経路制御技術を用いたローカル5Gと衛星を接続した実験計画の策定と実験環境の構築を行った。実験計画に従い、ローカル5GとSuperbird-B3号機、LEO回線(Starlink)を接続してローカル5Gバックホールを構築し、実証及び運用性の評価を行った。
- 研究開発項目2で開発中のローカル5GとKuバンド衛星(Superbird-B3)を接続し、実験評価を行うための試験環境の構築に向けて、日本無線・東京大学と相互に連携を図った。

研究開発項目2:ローカル5Gバックホールの研究開発

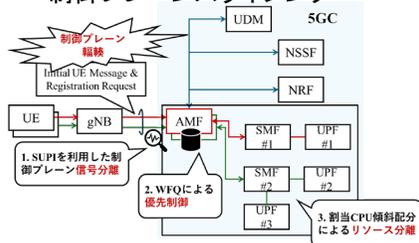
ネットワークスライシング方式

- ・ リアルタイムアプリ同定による動的ネットワークスライシング



ネットワーク管理方式

- ・ コアネットワーク堅牢化のための制御プレーンスライシング



研究開発成果2:ローカル5Gバックホールの研究開発

【ネットワークスライシング技術】

- アプリケーションに対する動的なスライス制御を実現するための機械学習を利用したリアルタイムなアプリケーション同定手法を考案、50msecから250msec分の蓄積したデータパケットから約90 - 95%のアプリ識別精度を持つことを明らかにしている。
- 有無線エンドツーエンドスライシング手法を考案し、VPP-UPFを利用することにより、約1.5倍のスループットと約50%のジッタ抑制の実現可能性を得ている。

【ネットワーク管理技術】

- 5GCの堅牢性向上のための制御プレーンスライシングの拡張を行い、重要なNFsに対する優先的なCPU資源割当てにより平均UE接続台数を2.4倍向上している。
- 海外を含む異なるサイト上に展開されている5Gシステム間を横断するエンドツーエンドスライスを自動的に構築するためのネットワークスライス管理方式を考案している。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	1 (1)	48 (15)	0 (0)	3 (0)	0 (0)	2 (2)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

1. 日本無線はスカパーJSAT、東京大学と共同で一般口頭発表1件を実施。
 - ・ 令和5年9月14日「Japan-Europe joint demonstration experiment on satellite-terrestrial integration for Beyond 5G」
11th FOKUS FUSECO Forum
2. スカパーJSATは令和5年度に一般口頭発表1件を実施。
 - ・ 令和6年3月13日「将来の非地上系ネットワーク展開に向けたBeyond 5Gにおける衛星-地上統合技術の研究開発の取り組み」
信学会 移動通信ワークショップ(SR/RCS/SRW研究会併催)
3. 東京大学は令和5年度に査読付収録論文2件(うち1件は採録決定)、収録論文4件、一般口頭発表8件を実施。以下はその代表例。
 - ・ 令和6年3月1日「Dynamic Control Method for Establishing Secure Long-haul End-to-End Network Slicing」NS研究会
 - ・ 令和6年2月29日「機械学習を用いたリアルタイムのアプリケーション識別スキームおよび評価手法」NS研究会
 - ・ 令和5年12月15日「3GPPネットワークスライシングと制御プレーンスライシングとの併用性およびCPUリソースの配分による輻輳制御最適化の研究」NS研究会(若手研究奨励賞受賞)

5. 今後の研究開発計画

1-1. ESAテストベッドによる衛星-地上接続実証実験

令和6年度は、フェーズ2(令和4年度-令和6年度)の最終目標である、国内衛星又はエミュレータを用いたユースケースの実証実験を実施するため、ESAテストベッドを国内実証実験環境に実装し、国内独自のユースケースを検討し実証実験する。

また、研究開発項目2で開発中のローカル5Gのバックホールとして、伝送速度100Mbpsが実現可能なKuまたはKaバンド通信衛星、またはエミュレータ経由で5Gネットワークに接続し、試験及びデモンストレーションを実施する。

1-2. 日欧接続によるネットワーク運用性の評価

令和6年度は日本無線、東京大学と連携して、国内Kuバンド衛星(Superbird-C2号機等)回線や伝送速度100Mbpsが実現可能な国内衛星回線またはエミュレータを接続して、衛星とローカル5Gの連携運用の実験環境を構築する。研究開発項目2にて開発するローカル5G、または欧州で開発されたテストベッド技術を用いて、ネットワークスライシング技術を含む5G制御技術を活かした様々な運用形態を想定した実証を行い、5Gにおける衛星と地上の統合技術の有効性評価を行う。

2. ローカル5Gバックホールの研究開発

令和6年度では、ネットワークスライシング技術開発およびネットワーク管理技術開発を継続検討し、それぞれの有効性評価を進める。

ネットワークスライシング技術として、必要な機能を必要に応じてネットワークスライスとして動的展開可能な方式を検討する。

ネットワーク管理技術として、動的なスライスを可能とするための衛星コンポーネントを含むリソース管理方式として、優先度に基づく動的なリソース割当方式を検討する。

また、研究開発項目1の日本無線・スカパーJSATと連携した実証実験を進める。