



2025 年 10 月 2 日

報道関係各位

日本無線株式会社
スカパー J S A T 株式会社
国立大学法人東京大学大学院工学系研究科
国立研究開発法人情報通信研究機構

衛星×5G ネットワークにおける
柔軟な経路選択・品質制御等を活用した実証実験に成功
～宇宙と地上を結ぶ柔軟なネットワークで、つながる社会を目指す～

ポイント

- ・ 多様な状況に適応するための衛星×5G を活用した経路切り替え、動的 QoS (Quality of Service) 制御^{※1} の実証実験に成功
- ・ 災害時を想定した実証実験を実施
- ・ 衛星×5G ネットワークの信頼性と通信における柔軟性の向上に貢献

日本無線株式会社（代表取締役社長：小洗 健、以下 JRC）、スカパー J S A T 株式会社（代表取締役 執行役員社長：米倉 英一、以下 スカパー J S A T）、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科（研究科長：加藤 泰浩、中尾研究室教授：中尾 彰宏、以下 東京大学）及び国立研究開発法人情報通信研究機構（理事長：徳田 英幸、以下 NICT（エヌアイシーディー））は、静止軌道（GEO）衛星回線、低軌道（LEO）衛星回線、地上回線を含む 5G ネットワークにおける動的なバックホール経路^{※2} の切り替えや QoS 制御の実証実験に成功しました。これにより、多様なサービスや回線状況にも柔軟に対応可能な、信頼性の高い衛星回線×5G ネットワークの構築が期待されます。

本実験は、NICT が実施する委託研究『Beyond 5G における衛星-地上統合技術の研究開発（採択番号 21901）』の一環として実施されました。

背景

Beyond 5G では、拡張性・広域性という観点から「非地上系ネットワーク（NTN：Non-Terrestrial Network）」が注目されています。NTN とは、衛星、高高度プラットフォーム（HAPS：High-Altitude Platform Station）、ドローンなど多層的で様々な通信インフラを介して宇宙、空、海などを含めた異なる空間を相互につなぐネットワークです。NTN を構成する各通信インフラは、遅延や安定性においてそれぞれ異なる通信特性を持っており、用途に応じた柔軟な通信路の実現が期待されます。また、3GPP（3rd Generation Partnership Project）^{※3} においても 5G における NTN 接続のサポートに関する標準化が進められており、これらの動向を踏まえ、衛星回線×5G ネットワークの商用化に向けた取り組みが国内外で活発になっています。そこで、NICT は欧州宇宙機関（ESA：European Space Agency）との

趣意合意書（LoI : Letter of Intent）を締結し、本分野における日欧の連携を強化し、NTN 技術のグローバルな視点での技術開発及び通信インフラの実現に向けた取り組みを推進しています。

このような背景から、JRC、スカパー J S A T、東京大学及び NICT は、多岐にわたる通信需要や回線状況に合わせ柔軟に対応できるネットワークを構築するため、GEO 衛星回線、LEO 衛星回線、地上回線といった複数種類の経路を含むシステムにおいて、トラフィックに応じた適切なバックホール経路の動的な切り替えや動的な QoS 制御を行う実証実験を計画してきました。

衛星-地上統合技術研究開発の実証実験

各機関が協力し、GEO 衛星・LEO 衛星・地上設備（ローカル 5G システム）を相互に接続したネットワークの構築及び実証実験を行いました。本実証実験では、回線監視や経路切り替え、用途に応じたバックホール経路の割り当て、バックホール回線の帯域幅に応じた動的な QoS 制御など、次世代通信技術の検証を実施しました。また、衛星回線と 5G を組み合わせ、多様な用途や回線状況に合わせて柔軟に対応できるネットワーク基盤の実現性を確認するため、災害時を想定した実証実験も行いました（図 1）。これらすべての実証実験に成功し、エンドユーザにおける通信の有効性を示しました。本成果により、将来的な社会インフラの信頼性向上と、様々な通信ニーズに応える持続可能なネットワークの実現に大きく貢献できることを確認しています。

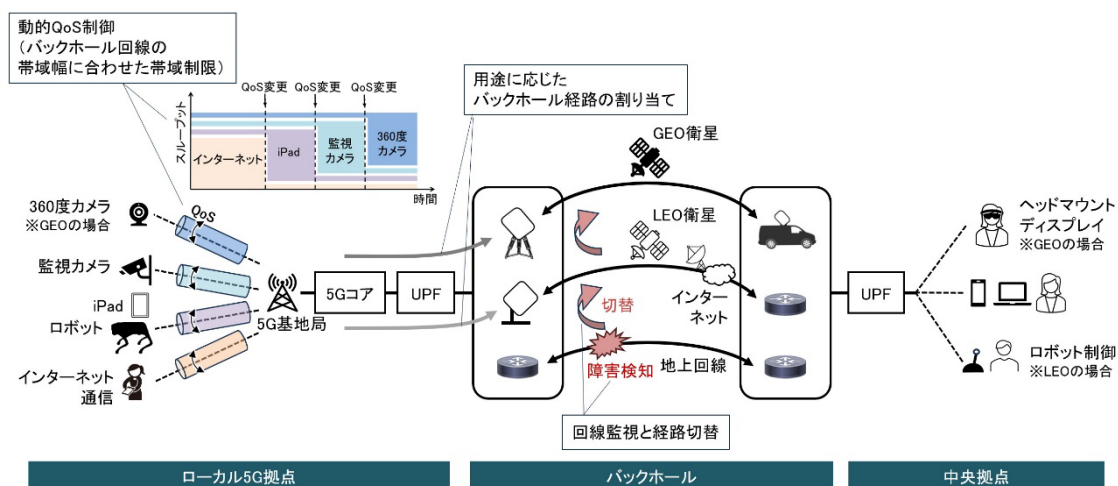


図 1 : GEO 衛星、LEO 衛星、ローカル 5G システムを相互接続したネットワーク構成

実証実験における各機関の役割と成果

JRC	- 災害時をユースケースとした実証実験の企画、推進 - ローカル 5G×衛星連携にて高機能映像伝送・ロボット遠隔操作等実証 - 衛星回線用地球局の準備、構築、運用
スカパー J S A T	- 東経 162 度の静止衛星 Superbird-B3 による Ku バンド衛星回線の提供 - 「QoS 制御」及び「経路制御」を組み合わせた環境の構築 - 回線状況に応じた動的なトラフィック制御手法の確立、検証実施
東京大学	- ローカル 5G ソフトウェア基地局の構築 - 日欧共同実験のテストベッドの構築 - ネットワークスライスの動的 QoS 制御手法の確立、実証
NICT	- ESA との日欧連携の枠組みの設定 - 実証実験環境の構築サポート（5G 基地局及び 5G コア^{※4}ソフトウェア整備） - 本実験に関する技術的サポート

JRC

JRC は、発災時の通信ネットワークをユースケースとし、災害状況の把握から、現場監視、人命救助、支援物資の運搬、ライフラインインフラ設備の復旧復興まで、長期的に優先度の高い通信環境を構築することに取り組みました。具体的には、GE0 衛星回線、LE0 衛星回線、地上回線をバックホールとした、マルチバックホールスイッチングの実証、及び、災害時をユースケースとし、GE0 衛星回線と、LE0 衛星回線のそれぞれをバックホールとしたローカル 5G-衛星の実証実験を実施しました。人間が立ち入れない危険な場所での情報収集を想定し、360 度カメラを搭載したロボットをローカル 5G 環境に置き、衛星回線を経由してロボットの操作と高機能映像の伝送を行いました。ジッタの少ない GE0 衛星と遅延の少ない LE0 衛星、それぞれの特長を活かすため、GE0 衛星回線では 360 度カメラや監視カメラからの映像伝送を行い、LE0 衛星回線では、災害用ロボットの遠隔操作を成功させました。この実証実験により、災害下での情報収集ニーズに対し、使用したいアプリケーションから最適な軌道の衛星回線を選択することで、優れたソリューションを提供できることを実証しました。また、スライシング^{※5}の QoS 制御を活用することにより、災害時の限られた通信帯域を有効利用できることも示しました。

なお、LE0 衛星回線は、ソフトバンク株式会社が提供する「Eutelsat OneWeb」または KDDI 株式会社が提供する「Starlink」を利用しました。また、ロボット制御と 360 度カメラ映像伝送は、株式会社ポケット・クエリーズによるシステムを利用しました。

スカパー J S A T

スカパー J S A T は、ローカル 5G のバックホールとしてそれぞれ特性の異なる複数軌道の衛星通信の活用を目的として、「QoS 制御」及び「経路制御」を組み合わせた環境の構築を行いました。構築した環境では、回線状況に応じた動的な制御の有効性を実証しました。具体的には、アプリケーションの用途に応じて最適なバックホール経路を割り当てるとともに、災害や障害などで一部のバックホール回線が使用できなくなった場合には、自動的に

衛星回線へ切り替える仕組みを導入し、通信の継続性と安定性を確保しました。回線の切り替えに伴い、一部の回線にトラフィックが集中せざるを得ない状況においても、QoS 制御により各アプリケーションに対して適切な帯域の割り当てを動的に調整する仕組みを適用しました。LEO 衛星による通信容量の増大と GEO 衛星利用時の安定した帯域確保を組み合わせることで、スループット^{※6}の向上と通信の安定性の両立が可能であることが確認されました。

これらの成果から、GEO 及び LEO といった複数軌道衛星と 5G 通信を連携させた通信システムは、地上インフラが整っていない地域や災害時などの特殊な環境においても、高速かつ安定した通信の提供が可能であると実証されました。

東京大学

東京大学は Beyond 5G における衛星-地上統合技術研究開発の実証実験において、衛星地上統合システム上でエンドツーエンド^{※7}のネットワークスライシング技術を実現しました。さらにネットワークスライスの動的 QoS 制御手法を確立し、東京大学が開発しているローカル 5G システムや実衛星システムを利用し、上記にて確立した手法の実証を行いました。

遠隔による災害監視等では、複数台の高品質なカメラを同時に利用することが求められますが、現在の衛星地上統合システムは通信帯域に限界があり、すべてを同時に高品質で配信することは難しいという問題があります。一方で、常に高品質な映像が要求されるわけではなく、時間や場所によって要求されるカメラやその品質は変化します。

そこで、監視者のニーズに応じて、カメラの QoS を動的に制御させる動的 QoS 制御手法を研究開発しました。この手法には、各カメラによる映像配信アプリケーションを 5G が提供するネットワークスライシングを利用して個別に QoS を確保・制御する手法を採用しました。具体的には、高品質な伝送を必要としないアプリケーションについては、GBR (Guaranteed Bit Rate) を利用して一時的に帯域を制限します。これにより、品質を高める必要があるアプリケーションが利用できる帯域を相対的に確保することで、QoS の向上を図っています。さらに遠隔監視というニーズに応えるため、動的 QoS 制御を遠隔地からリモートで操作可能なコントローラの開発も実施しました。

また、今後の利活用推進に向けて SDN/NFV^{※8} 技術を利用したトラフィック分類、優先制御、遅延対策機能などの研究開発も独自に実施しており、ローカル 5G システムの堅牢化やネットワークスライシングの自動化につながる技術も開発しました。

NICT

NICT は、Beyond 5G 時代における衛星地上統合技術の研究開発を加速させるため、委託研究の枠組みを整備し、ESA との連携を通じて国際的な協力体制を確立しました。これにより、国内外の企業・大学・研究機関が連携して研究開発を行える基盤を整え、グローバルな視点から技術開発及び通信インフラを相互接続する連携技術の実現に向けた取り組みを推進しています。また、本実証実験では、NICT がこれまで培ってきた衛星回線、5G 基地局、5G コアなどを含む通信システム全体のネットワーク構築に関する知見を活かした技術的な支援及び委託研究としての支援を行いました。特に技術的な支援として、実験環境の信頼性向上

を目的に、ノウハウを活かして 5G 基地局の接続安定性確保のための通信パラメータ設定や 5G コアのシステム構築などを行い、本実証実験の成功に大きく貢献しました。

今後の展望

JRC、スカパー J S A T、並びに東京大学は、本研究開発成果を基に、防災機関等での活用を目指し取り組みを継続します。また、5G NTN への展開を視野に技術実証環境を整備し、将来のユースケースにも対応した実証実験を推進します。さらに、多様なサービスや回線状況にあわせて柔軟に対応可能な衛星地上統合システムを支えるローカル 5G システムについては、産学連携により商用展開を目指します。本検証で取り組んだ要素技術については、今後も研究及びフィールド実証を重ね、宇宙と地上を結ぶ柔軟なネットワークで、いつでもどこでもつながる社会の実現に向けて継続的に取り組んでいきます。

NICT は、これまでに築いてきた国内外の企業・大学・研究機関との連携をさらに深化させ、Beyond 5G 時代における衛星地上統合技術や NTN 技術の研究開発・実装をグローバルな視点で推進し、地上から海・空・宇宙までを多層的につなぐ三次元ネットワークの実現を目指していきます。

用語解説

※1 QoS (Quality of Service) 制御

通信の優先順位や帯域幅などを調整する仕組み。

※2 バックホール経路

無線基地局とネットワークの中心部を結ぶ通信経路。

※3 3GPP (3rd Generation Partnership Project)

携帯電話網の仕様の検討及び作成を行う標準化団体間のプロジェクト。

※4 5G コア (5G コアネットワーク)

5G において接続処理やルーティング処理を担う部分。

※5 スライシング

一つのネットワークを複数の仮想的なネットワークに分割し、それぞれのネットワークを異なるサービスやニーズに合わせて最適化する通信技術。

※6 スループット

実際のネットワーク環境で達成されるデータ転送量。

※7 エンドツーエンド

ネットワーク通信における端から端まで。

※8 SDN/NFV

ネットワークをソフトウェアで柔軟に制御・仮想化する技術。

各組織の概要

■ 日本無線株式会社

代表者 : 代表取締役社長 小洗 健

設立 : 1915 年 12 月

資本金 : 14,704 百万円

本社所在地 : 東京都中野区中野 4-10-1 中野セントラルパークイースト

事業内容 : 「英知と創造力により優れた価値を提供し人と社会と世界の未来づくりに貢献する」という理念のもと、情報通信機器メーカーとして様々なフィールドで培ってきた技術と知識、経験を活かし人々の安全と安心に貢献する製品・サービスを提供しています。

ホームページ : <https://www.jrc.co.jp>

■ スカパー J S A T株式会社

代表者 : 代表取締役 執行役員社長 米倉 英一

設立 : 1994 年 11 月 10 日

資本金 : 50,083 百万円

本社所在地 : 東京都港区赤坂 1-8-1

事業内容 : スカパー J S A Tは、宇宙事業とメディア事業を両輪とする「宇宙実業社」です。

宇宙事業は静止軌道衛星による通信関連事業に加え、低軌道地球観測衛星の自社保有による衛星画像データを活用するスペースインテリジェンス事業や、安全保障分野をはじめとする多様な領域へのサービスを展開しています。

メディア事業では、「スカパー！」の放送・配信事業やメディアソリューションサービス、光回線経由再送信サービスなどの光アライアンス事業を展開しながら、アニメのグローバル IP 事業にも新たに進出し、ビジネスの多角化を図っています。

ホームページ : <https://www.skyperfectjsat.space/>

■ 国立大学法人東京大学大学院工学系研究科

代表者 : 研究科長 加藤 泰浩

所在地 : 東京都文京区 7-3-1

大学院工学系研究科中尾研究室(教授:中尾彰宏)の研究内容:通信ネットワーク、オペレーティングシステム、ネットワーク・セキュリティ、分散アプリケーションなどの分野の研究を行っています。ネットワークを中心とした革新的技術の学術的研究活動に加え、研究成果がリアルな社会に貢献できることを願って、他分野の研究者との交流や学外での活動も積極的に行っています。

ホームページ : <https://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe>

■ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)

代表者 : 理事長 徳田 英幸

所在地 : 東京都小金井市貫井北町 4-2-1

NICTは、情報通信分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関です。情報通信技術の研究開発を基礎から応用まで統合的な視点で推進し、同時に、大学、産業界、自治体、国内外の研究機関などと連携して、研究開発成果を広く社会に還元し、イノベーションを創出することを目指しています。

ホームページ : <https://www.nict.go.jp/>

報道関係からのお問い合わせ先

日本無線株式会社 事業推進部 マーケティング・広報グループ

E-mail: pr@jrc.co.jp

スカパー J S A T株式会社 広報 IR 部

E-mail: pr@sptvjsat.com

国立大学法人東京大学 大学院工学系研究科 中尾 彰宏 研究室

E-mail: secretary@nakao-lab.org

国立研究開発法人情報通信研究機構 広報部 報道室

E-mail: publicity@nict.go.jp