

1 緒言

1 Introduction

豊嶋 守生

TOYOSHIMA Morio

本特集号「技術試験衛星 9 号機通信システム特集」は、我が国の次世代衛星通信技術に関する研究開発成果をまとめ、紹介するものである。近年、衛星通信は地上通信インフラの補完を超え、グローバルなブロードバンドアクセスの提供、災害時におけるレジリエントな通信基盤の確保、さらには宇宙と地上ネットワークを統合する「非地上系ネットワーク (NTN)」の実現に向けた基盤技術として、その重要性を急速に高めている。とりわけ、低軌道衛星コンステレーションによる広域高速通信、光通信技術による大容量伝送、フルデジタル化による柔軟なリソース配分は、衛星通信の新たな潮流として注目を集めている。

技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) は、次世代の衛星通信に不可欠な革新的要素技術の研究開発を目的として、伝送容量 (スループット) の拡大、フレキシビリティ確保による通信・サービス品質の向上、給電系等の小型化・軽量化を目指している。これらを実現するため、本衛星では、大容量化を実現する Ka 帯マルチビーム技術及び光フィーダリンク技術、フレキシブル化を実現する Ka 帯広帯域デジタルチャネライザ及びデジタルビームフォーマ (DBF)、通信システムを統合的に運用制御する技術が開発され、主な特徴として以下が挙げられる。

・固定・可変ビーム通信サブシステム

衛星からの電波を複数のスポットビームに分割し、需要に応じて動的に通信帯域を割り当てたりビームを切り替えたりすることで、周波数利用効率を高める技術である。これにより、ユーザー分布の変動や災害時の通信需要増加に柔軟に対応可能となる。

・フルデジタル通信ペイロード

従来のアナログ処理に依存していた通信ペイロードをデジタル化し、ビーム間での帯域や電力配分をデジタル処理によりフレキシブルに最適に制御する技術である。これにより、衛星通信は固定的な設計から、柔軟に再構成可能な通信プラットフォームへと進化する。

・光フィーダリンク通信サブシステム

Ka 帯 RF フィーダリンクの限界を補完する形で、大

容量・低遅延・高セキュリティを実現する光通信を導入している。大気ゆらぎや気象条件に伴う課題を克服するため、補償光学技術や複数の光地上局を組み合わせることで、安定した光通信の運用実証を目指している。

ETS-9 の意義は、単に衛星搭載機器の高度化にとどまらない。並行して進められている地上系設備の研究開発が、衛星と地上の双方向の統合システムとして重要な役割を果たしている。具体的には、光地上局の整備、補償光学技術の開発、Ka 帯地球局の構築、さらには衛星地上連接システムのシミュレーション評価と総合評価などが挙げられる。これらは、マルチオービット化する将来の大規模な衛星通信ネットワークを設計・運用する上で不可欠な知見を提供する。さらに ETS-9 は、実運用を想定した管制・運用技術の検証の場ともなっている。運用計画作成システムや通信制御システム、通信ミッションの管制・運用システムなどの開発を通じて、将来の商用衛星コンステレーションに直接応用可能な技術基盤を整備している点も重要である。

本特集号では、まず ETS-9 の概要及び通信システムの全体像を示した上で、衛星搭載通信サブシステムの詳細、地上系設備の研究開発成果、そして今後の実験計画について報告する。各章は、開発プロセスにおける設計思想、技術的課題とその課題解決、試験結果と評価、そして国際的な研究開発動向との関連性を踏まえつつ、体系的にまとめられている。各技術で研究開発された内容の詳細は、是非各章をご参照いただきたい。

我が国が独自に推進する衛星通信技術は、今後、NTN に関する標準化、Beyond 5G / 6G 以降の次世代通信アーキテクチャとの融合、さらにはマルチオービットの宇宙版インターネット構想の基盤構築に直結するものである。ETS-9 における挑戦は、その実現に向けた第一歩であり、また国内外の研究者・技術者にとって重要な開発実績を提供するとともに今後の知見に役立つものである。

最後に、ETS-9 のこれまでの研究開発及び本特集号の刊行に尽力された研究者、技術者、関連機関各位に深甚なる謝意を表する。本特集号が衛星通信分野に携わる方々の研究開発に資するとともに、我が国の宇宙通信技術の更なる発展と国際社会におけるプレゼンス向上に貢献することを切に願うものである。



豊嶋 守生（とよしま もりお）

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
研究センター長
博士(工学)

無線通信、衛星通信、光通信、量子暗号

【受賞歴】

2018 年 Satellite Communications
Distinguished Service Award, IEEE
Communications Society Satellite
and Space Communications
Technical Committee

1997 年 Annual NASA Honor Awards
(Group Achievement Awards),
NASA

1996 年 郵政大臣表彰 郵政大臣 ETS-VI
衛星実験グループ