

超高速・大容量で柔軟なハイスループット衛星通信技術を目指して

■概要

宇宙通信研究室では、地上から宇宙に至るまでを統合的にとらえ、いつでもどこでもだれとでも通信が可能で、高速化・大容量化・広域利用を実現する光波と電波を利用した衛星通信技術による研究開発を推進している。光衛星通信では、衛星通信の大容量化への期待の高まりや周波数資源逼迫の解決にこたえるため、10 Gbps級の地上-衛星間光データ伝送を可能とする衛星搭載機器の研究開発を行うとともに、通信品質向上等の研究開発を実施している。また、海外の宇宙機関等とのグローバルな国際連携を行い、世界に先行した宇宙実証を目指すことで国際的優位性を確保しつつ、グローバル光衛星通信ネットワークの実現に向けた基盤技術を確立することを目指している。電波の衛星通信では、技術試験衛星9号機(ETS-9)の搭載を目指し、ユーザリンクにおける通信容量としてユーザ当たり100 Mbps級のKa帯大容量衛星通信システムを実現し、平時はもとより災害時においても通信回線を確保するため、非常時の地上系通信ネットワークの輻輳・途絶地域及び海洋・宇宙空間に対して柔軟・機動的にブロードバンド通信を提供する地球局技術や広域・高速通信システム技術の研究開発を推進している。以下に、1. グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術と2. 海洋・宇宙ブロードバンド衛星通信ネットワーク基盤技術の各プロジェクトについて平成30年度の成果を述べる。

■平成30年度の成果

1. グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術

ETS-9での宇宙実証を目指し、静止衛星と地上局の間で10 Gbps級の世界初の伝送速度を実現する、超高速光通信機器の搭載機器(光学部)の詳細設計を推進(図1)した。衛星に搭載することを前提とした超高速光衛星通信デバイスの開発を委託研究の形で推進し、その成果を活用して超高速光通信機器の搭載機器(光送受信機)の詳細設計を進め、製造フェーズに移行して機器の製造に着手した。

総務省直轄委託研究である「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」において、8トントラックに光学望遠鏡を搭載する可搬型光地上局の設計作業を完了させ、ICSO2018及びSPIE2019において成果を報告した。本設計に基づき、車両製造を推進した。また、飛ばしう体向けの光通信ターミナルについては、共同研究機関と共に概念検討を進めた。

東北大学が国内外の機関と開発した超小型理学観測衛星ライズサット(RISESAT)に、NICTが開発した超小型光送信器(VSOTA、図2)を搭載し打ち上げに成功、初期チェックアウトにより機上でのVSOTAの動作確認をした。低軌道のCubeSatの設計・開発に関して、ETS-9搭載用光送受信機との衛星間光通信の実証実験を目指し共同研究契約を東京大学と締結した(図3)。また、光衛星通信技術の応用として、スペースデブリの軌道と姿勢検出のための光学観測を豪州SERCとの共同研究の一環として実施した。

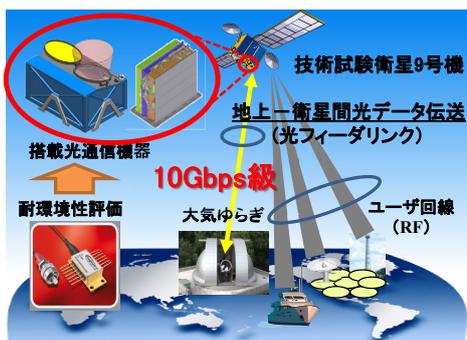


図1 ETS-9を用いた光ファイダリンク実験の構成概要



図2 超小型理学観測衛星ライズサット搭載VSOTAのレーザー光源

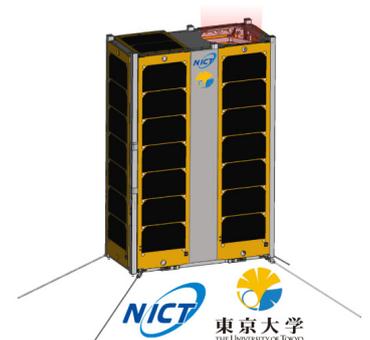


図3 東京大学と開発予定のCubeSatの外観

国際標準化については、国内標準化委員会や宇宙データシステム諮問委員会 (CCSDS) へ参加し、NICTがエディタとなったグリーンブック（解説資料）を完成（2017年5月）し、現在はマゼンタブック（推奨実践規範）の制定に向けて標準化活動に貢献している。

2. 海洋・宇宙ブロードバンド衛星通信ネットワーク基盤技術の研究開発

研究開発の実証機会として、ETS-9の通信ミッション全体の実験要求を主導して策定した。搭載固定マルチビーム通信機器の開発について電波利用料受託研究（「ニーズに合わせて通信容量や利用地域を柔軟に変更可能なハイスループット衛星通信システム技術の研究開発」平成28～31年度）を代表研究機関として推進し計画通り詳細設計を完了した。利用実験に必要なビーコン送信機（共通部）の基本設計を完了した。利用推進の取組として、衛星通信と5Gの連携の推進を目的に欧州宇宙機関（ESA）とのLoI（Letter of Intent：基本合意書）を締結するとともに、平成31年3月に衛星通信と5Gの連携に関するワークショップ2019を開催し、欧州機関と国内機関間の連携関係を築くとともに国内機関のコミュニティ形成を図った。

広域・高速通信システム技術の研究開発において、搭載フレキシブルペイロードの基盤技術として搭載DBFアレー給電部の系統誤差補正方式を検討し、平成29年度に提案したゲーティング方式の効果を測定により確認した。また、従来にないハイブリッド衛星通信システムの高効率運用制御技術について、ネットワーク管制局（NOC）に実装される高効率な運用制御アルゴリズム（図4）を提案し、有効性を数値シミュレーションで確認し、成果が論文誌に掲載された。

Ka帯伝搬特性測定としてWINDSを用いた移動体伝搬特性について植生の影響に関して測定を実施した。衛星通信の災害時の臨時通信への有効性の実証展開として、日本医師会防災訓練にWINDSを経由したインターネット回線を提供する形式で参加した。また、衛星通信以外

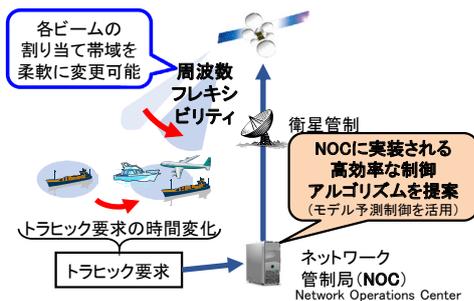


図4 高効率運用制御アルゴリズムのイメージ図



図5 若狭湾におけるROVIによる潜水艦・沈没船調査の様子

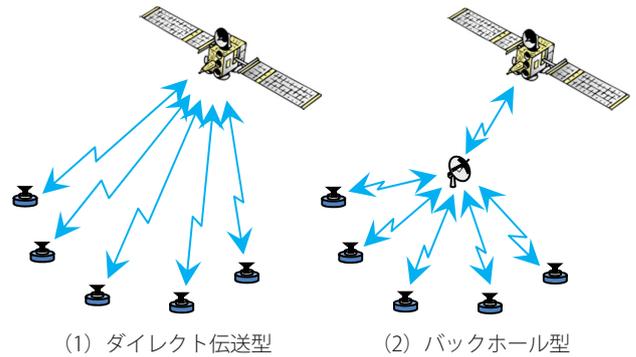


図6 衛星IoT/センサネットワークのシステムイメージ

のブロードバンド通信手段がない海上からの通信実験として、若狭湾及び東シナ海での無人海底探査機（ROV）による潜水艦・沈没船調査にて、ROV撮影画像の陸上拠点へのリアルタイム伝送実験を実施した（図5）。伝送画像は株式会社ダウンゴによる「ニコニコ生放送」にてインターネット配信され、地方紙やテレビ番組等において掲載・放送され大きな反響を得た。しかしながら、平成31年2月のJAXAのWINDS運用終了に伴い実験運用を終了した。

柔軟・機動的にブロードバンド通信を提供する地球局技術について、衛星通信の新たなユースケースとして期待されるIoT/センサネットワークのシステム設計を推進する（図6）とともに、低速モデムの要素試作に着手しキーデバイスであるKa帯ローカル発振器の評価を実施した。また、ETS-9への適用を想定したネットワーク統合制御地球局の衛星管制機能の予備設計を完了した。

国際標準化については、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）におけるAPT Wireless Group（AWG）において衛星技術の次世代アクセス技術への統合の標準化に従事し、NICT提案の衛星通信システム技術を反映して新報告（APT/AWG/REP-89）の完成に貢献した。