

## 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。光通信では、衛星通信の大容量化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。電波の無線通信では、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級の技術試験衛星9号機のための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、各プロジェクトの平成29年度の成果を述べる。

## ■平成29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

光衛星通信については、50 kg級超小型衛星で衛星搭載小型光通信機器（小型光トランスポンダ：SOTA）を用いた低軌道衛星-地上間光通信実験において、量子通信の基礎実験に世界で初めて成功し（図1）、この成果が論文誌Nature Photonicsに掲載され、エクストラサクセスを達成した。

技術試験衛星9号機（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）の基本設計を完了した（図2）。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）の耐宇宙環境試験等を実施し、基

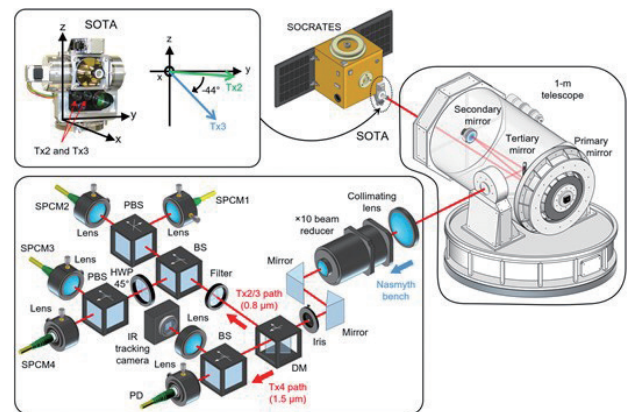


図1 SOTAを用いた世界初の衛星-地上間における量子暗号基礎実験の成功

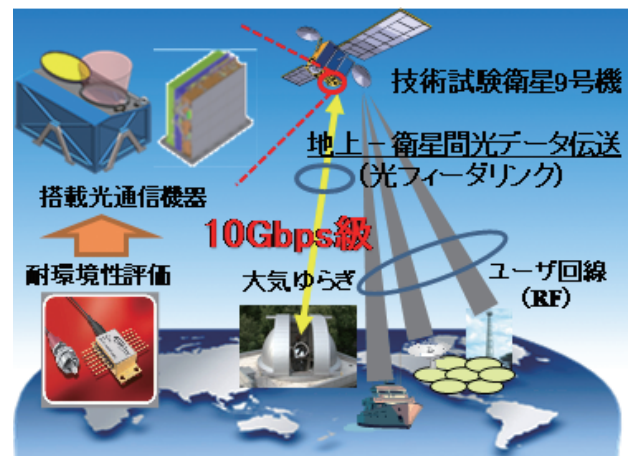


図2 ETS-9を用いた光ファイバリンク実験の構成概要

本設計を完了した。

平成29年11月に沖縄県にて、光衛星通信技術に関する国際会議IEEE ICSOS 2017を、全世界14カ国から98名の研究者等が参集するなど成功裡に開催し、コミュニティの牽引と形成に尽力した。

光衛星通信地上局に関しては、大気ゆらぎの影響を緩和するための補償光学システムの概念検討を完了した。また、光衛星通信技術の応用として、大型のスペースデブリへのレーザ照射試験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。

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

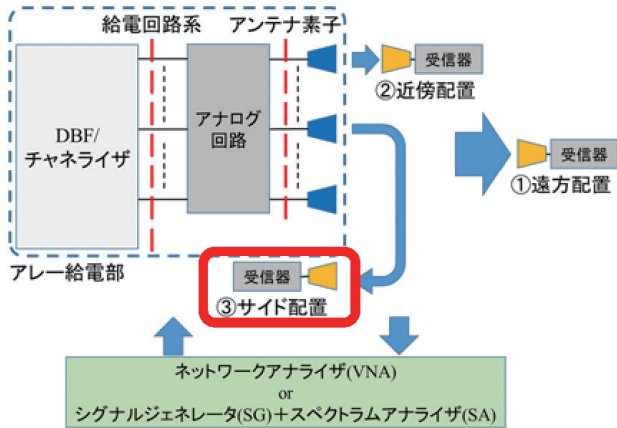


図3 DBFアレー給電部の系統誤差補正方式のイメージ図

タとなったグリーンブック（解説資料）を完成し標準化活動に貢献した。

## 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

研究開発の宇宙実証機会として、ETS-9の通信ミッション全体のミッション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を代表研究機関として推進し基本設計を実施するとともに、利用実験に必要なビーコン送信機能の搭載成立性を確認した。また、国際周波数調整を開始しETS-9通信ミッション担当として初の2国間会合を着実に実施した。一方で、平成29年5月に通信衛星の将来展望に関するワークショップ2017を開催しユーザにETS-9計画の情報を展開した。

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デジタルビームフォーマ (DBF) アレー給電部の系統誤差補正方式 (図3) を検討し、周囲環境によるノイズを抑制するゲーティング方式を新たに提案し効果を計算で確認するとともに、試作評価系による評価を実施した。また、従来には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、平成28年度に検討した基本モデルに基づき、周波数可変、ビーム可変、RF/光ファイダリンク切替えをネットワーク管制局 (NOC) が管理する制御方式の概念モデル (図4) を設計し、機能確認のためのシミュレータの基本部分を製作した。さらに、Ka帯伝搬特性測定としてWINDSを用いた移動体伝搬特性等を継続的に実施した (図5)。

災害時の臨時通信に有効な通信としての衛星通信の現場における実際の活用を目指し、恩納村防災訓練、DMAT (災害派遣医療チーム) 訓練、緊急消防援助隊防災訓練、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

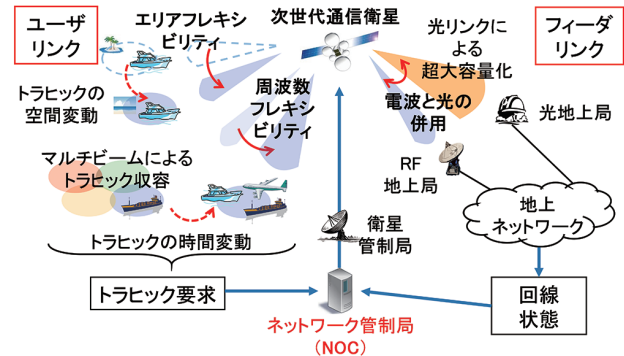


図4 高効率制御方式の概念モデルのイメージ図

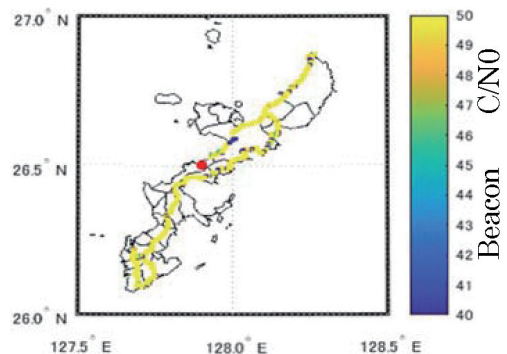


図5 沖縄での伝搬測定結果 (Beacon受信電力の変動)



図6 映像伝送実験時の船舶搭載地球局

のブロードバンド通信手段がない海上からの通信実験も実施した。一方で、五島列島沖合での無人海底探査機 (ROV) による潜水艦調査にて、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、大きな反響を得た (図6)。また、「海と産業革新コンベンション」において講演会会場と船舶を衛星回線経由で結びリアルタイムでTV会議を実現した。

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向けの低速モデムの基本設計に着手した。

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) において統合MSSシステムの標準化に従事し、NICTの提案を反映して新報告の完成に貢献した。

