

光と電波による超高速・大容量で柔軟な次世代衛星通信技術を目指して

■概要

当研究室では、地上から宇宙に至るまでを統合的にとらえ、平時はもとより災害時における通信ネットワークを確保するため、2つの大きな研究開発の柱である光と電波により、高速化・大容量化を実現し、広域利用を可能とする衛星通信技術に関す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認することを目指している。電波の無線通信では、ユーザーリンクにおける通信容量としてユーザー当たり100 Mbps（メガビット/秒）級の次期技術試験衛星のためのKa帯大容量衛星通信システムを実現するため、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進めている。以下に、グローバル光衛星通信ネットワーク基盤技術と海洋・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28年度の成果を述べる。

■平成28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

(1) 光衛星通信については、50 kg級超小型衛星で世界初となる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、2年以上の運用期間にわたって光通信実験を成功裏に遂行し、世界初の波長1.5 μm 帯の偏光測定（図1）を行うなどエクストラサクセスを達成した。また、欧米の宇宙機関とSOTAを用いた国際共同実験を実施し（図2）、平成28年2月には関係機関を招集し「超小型衛星搭載光通信実験ワークショップ（SOTAワークショップ）」を開催し、実験成果を取りまとめた。

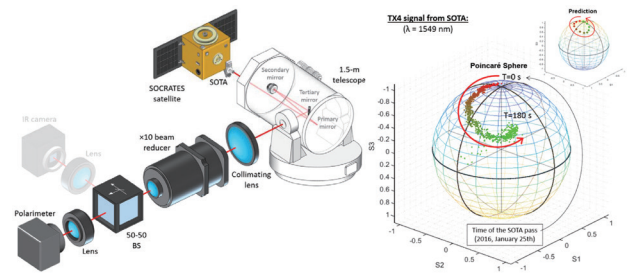
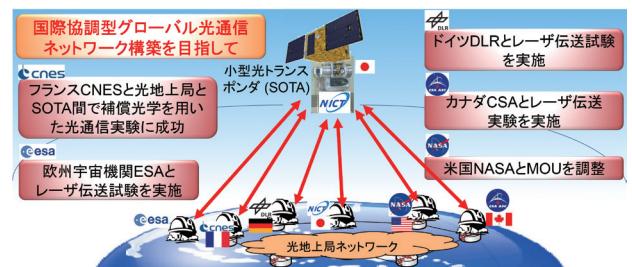
図1 SOTAを用いた世界初の波長1.5 μm 帯の偏光測定実験

図2 SOTAを用いた国際共同実験の実施

(2) 次期技術試験衛星での宇宙実証をターゲットとして、静止衛星と地上との間で10 Gbps級の伝送速度を実現する超高速光通信機器の開発を開始した。本機器に採用し衛星搭載を前提として、超高速光衛星通信デバイスの開発を委託研究の形で開始し、キーとなるデバイスの放射線試験等耐環境試験や光通信特性を実施し11.1 Gbpsで理論限界付近の受信感度を確認した。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、衛星通信に特化した補償光学システムの検討と、大気ゆらぎの時間変化を測定するシステムの構築に着手した。

(3) 豪州SERCとの共同研究の一環として、大型のスペースデブリにレーザーを照射した際に散乱される光を検出するためのシステムを整備した。光学観測による軌道決定については、民間企業からの受託研究として、静止衛星の光学観測～軌道決定を効率的に行うための手法の開発を進めた。

(4) 国際標準化については、NICTがエディタになっている宇宙データシステム諮問委員会（CCSDS）におけるリアルタイム気象と大気特性データに関するグリーンブック（技術解説書）CCSDS 140.1-G-1の完成に寄与し、

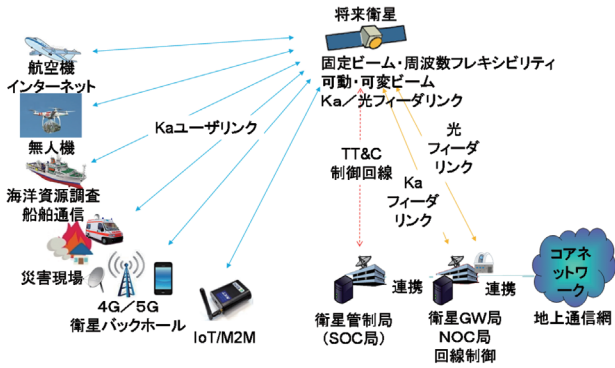


図3 海洋・宇宙ブロードバンド衛星通信システムのイメージ

光リンク運用のための大気特性と予測に関するマジエンタブック（実践推奨規範）に向けた作業内容をエディタとして提案するとともに、超高速光衛星通信規格に関するオレンジブック（実験規格）の策定に向けて関係機関と合同提案し、さらに、簡易型光衛星通信規格の策定に向けて関係機関と調整するなど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

(1) 次期技術試験衛星に適用するための移動体衛星通信システムの技術検討として、従来にないブロードバンド、フレキシブルかつKa帯/光のハイブリッド衛星通信システムの概念設計を取りまとめた（図3）。本システムの搭載フレキシブルペイロードの中継器モデルとしてデジタルビームフォーマ（DBF）/チャネライザとKa/光ファイダリンクを有する中継器の概念設計を実施した（図4）。加えて、本システムの次期技術試験衛星による宇宙実証機会の実現に向けた活動を行い、総務省と連携し連絡会議の立ち上げやミッションーバス間のインターフェース調整、周波数ファイリング等を推進した。さらに、次期技術試験衛星の搭載固定マルチビーム通信機器の開発について総務省電波利用料の委託研究を代表研究機関として受託し、本格的に研究開発を開始した。

(2) 広域・高速通信システム技術として、次期技術試験衛星の搭載通信機器の機能要求の検討とシステム設計を行うとともに、通信ミッション機器間のインターフェース調整に着手した。また、搭載フレキシブルペイロードとして可動ビーム通信機器の中継器モデルの概念検討を行い成立性と課題を抽出した。高効率回線制御の方式検討に着手し、トラヒックモデル作成のためのデータを調査するとともにチャネライザやDBFを用いた帯域割当の基本制御アルゴリズムを検討し、簡易シミュレーションによりアルゴリズムのフロー動作を確認した。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するとともに、大規模災害医

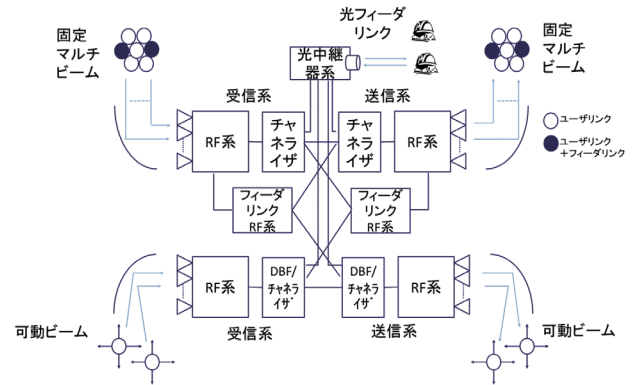


図4 搭載フレキシブルペイロードの中継器モデルのイメージ図



図5 熊本地震の際に高森町役場に設置したWINDS用地球局

療訓練等での災害時臨時回線の提供、船舶通信実験や高信頼型通信プロトコル(HpFP)の衛星伝送実験を実施した。

(3) 災害時の臨時通信に有効な通信形態の実証の一環として、熊本地震への対応で高森町に地域通信ネットワーク設備等と連携し、WINDSを用いた衛星臨時通信回線を提供し衛星通信の災害時における有効性を示した（図5）。

(4) 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、ネットワーク統合制御地球局の方式検討として、地球局への機能要求を検討し概念的な機能構成を明らかにした。また、小型・高機能移動体地球局の方式検討として、飛翔体等へも搭載可能な小型・軽量モデムの基本設計を実施した。

(5) 国際標準化については、国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）において移動通信と衛星通信を統合した統合MSSシステムに関するITU-R報告M.2398-0の完成に寄与し、また、ITU-Rにおいて統合MSSシステムの新報告草案への修正提案や、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）のAPT Wireless Group（AWG）において統合MSSシステムと衛星・地上ハイブリッドシステムの検討に関する改訂提案を行うなど、寄書各1件を提出し標準化に貢献した。