

### 3.3.3 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室

室長 豊嶋守生 ほか 27 名

電波や光を用いた海上や宇宙までの広い空間に災害時等にも利用可能なネットワーク環境を展開

#### 【概要】

第3期中期計画では、2つの大きな柱を掲げている。1つ目は、ブロードバンド衛星通信システム技術の研究開発として、世界最速の超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)をテストベッドとした実証実験を実施し、数十Mbpsを実現する航空機等搭載用モバイル衛星通信用地球局開発や、海洋資源調査等の社会貢献プロジェクトへの参画等を実施し成果を取りまとめ、研究開発から実用システムへの展開を図る。また、地上から宇宙に至るまでを統合的に捉え、平時はもとより災害時にも通信網確保に貢献する地上ネットワークと融合した次期衛星ネットワーク技術を研究開発し、次世代のブロードバンドモバイル通信社会の創造へ寄与する。2つ目は、超大容量光衛星／光空間通信技術の研究開発であり、観測衛星の大容量データの伝送に不可欠な、数十Gbpsを有する光通信インフラの要素技術を確立し、超高速光通信システムで世界をリードしていく。また、小型衛星搭載の小型光トランスポンダを開発し、小型衛星による光通信実験及び量子鍵配送に関する基礎実験の宇宙実証を目指すと共に、タイムリーな宇宙実証で商用小型衛星へ成果展開を目指す。

平成23年度の活動としては、WINDS定常運用段階における高速衛星通信網実験を実施するとともに、地震等の大規模災害時に貢献する衛星システムを検討し、フルオート地球局の開発に着手した。また、技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(ETS-Ⅷ)後期利用実験において、移動体衛星通信実験を実施し、衛星センサネットワークの通信実験、大型展開アンテナの高機能化技術の研究開発等のための基礎データを取得した。さらに、高精度・大容量化する観測衛星のデータを衛星-地上間、及び衛星間で伝送するため、小型衛星用の光トランスポンダの搭載機器を開発し、地上試験を実施した。さらに、空間光通信による量子鍵配送技術や光と電波を用いた数十Gbps級のハイブリッドフィードリンクについて検討を行うとともに、観測機能と数十Gbps級の通信機能を有する衛星ミッションについて概念設計を実施した。また、光通信等の宇宙実証のための小型衛星管制に資する、現有の精密軌道決定技術を低軌道衛星に拡張する検討を行った。

#### 【平成23年度の成果】

##### (1) ブロードバンド衛星通信システム技術の研究開発

###### ・WINDSによる高速衛星通信実験

- ①多地点SS-TDMA (Satellite Switching-Time Division Multiple Access) 実験を実施するために、可搬型SDR-VSAT (Super high Data Rate-VSAT)を整備し、大型局、車載局との3地点間での622Mbps通信実験を実施し基本特性を取得した。
  - ②KDDI研究所と共同で8K映像伝送実験を実施、東京消防庁の総合震災消防訓練へ参加、また、APAA (Active Phased Array Antenna)を用いた離島間通信実験を実施した (図1-2)。
  - ③災害時の衛星通信に関しては、関係機関との意見交換をしながら進め、次期衛星の検討を実施した。また、災害時に使用可能な航空機・船舶・車両等の移動体に搭載するフルオート地球局の開発を開始した。なお、東日本大震災時の回線接続支援については、東京消防庁と防衛省から感謝状が授与された。
  - ④平成24年度に実衛星を使用した実験を実施できるよう、WINDSに搭載されている搭載交換機を使用したデマンドアサインプロトコルの実装の検討を実施した。
  - ⑤16APSK RF信号ダイレクト変復調750Mbpsの信号をWINDS衛星非再生中継器を介して振幅・群遅延補正により衛星回線全体の特性を補正し改善効果が得られた (図3)。
- ・ETS-Ⅷによる高度移動体衛星通信実験
- ①大型展開アンテナの軌道上での特性変動の測定技術の開発を進め、低サイドローブ制御法により、フェーズドアレー給電によるアンテナビーム



図1 8K映像伝送実験で公開された映像



図2 奄美-石垣でのAPAAを用いた離島間通信実験の伝送画像

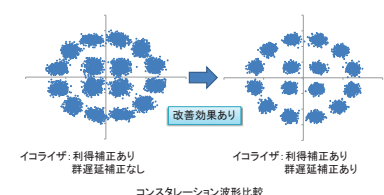


図3 コンスタレーション波形比較

指向補償技術の実証実験を行った（図4）。

- ②後期利用実験における移動体衛星通信実験として、航空機搭載高機能 SAR 計測データの衛星中継実験の評価を行い、技術的には S 帯が航空移動衛星通信に利用できる見通しを得た（図5）。
  - ③衛星センサネットワーク実験など、将来技術の研究開発のための基礎データを取得した（図6）。
- 地上／衛星周波数共用携帯電話システム技術の研究開発
- ①衛星側の小規模モデルである 16 素子 DBF (Digital Beam Forming) / チャネルライザに関して、給電部の測定を実施し、ビーム形成機能と低サイドローブ機能の確認を行った（図7）。
  - ②地上／衛星回線を連動制御するダイナミック制御機能を模擬するシミュレータを開発し、東日本大震災を模擬する呼を生成し、地上で収容しきれない呼を衛星に逃がし、衛星リソースをダイナミック制御することで、呼損軽減の効果を確認した（図8）。
  - ③干渉軽減に役立つ基礎データとして、従来未実施であった木造家屋からの干渉量測定を実施した。
  - ④シームレス小型端末通信システムについては、東日本大震災等の経験を踏まえ、ユーザの緊急通話や重要通信を確保するための基礎検討を実施した。

## (2) 超大容量光衛星／光空間通信技術の研究開発

• 光衛星通信に関する研究

- ①小型衛星搭載用の光トランスポンダの開発を進め、衛星 STM (Structure and Thermal Model) に EM (Engineering Model) を搭載しての振動試験を遂行し、打ち上げ環境に耐えることを確認した。開発した技術は、他機関からの引き合いもあり、新たな小型衛星に搭載する光通信の衛星実証計画を立ち上げた。
- ②光トランスポンダの EM と対向する光地上局機能を構築し、実験室内での評価実験および距離約 8.5km 間のレーザー伝搬試験を行った（図9）。その結果、光学的な捕捉追尾機能および通信機能が正常に動作することを確認した。
- ③空間光通信による量子鍵配送技術については、既存の通信装置を搭載し、移動設置可能とする架台を設計し作製中である。
- ④観測機能と数十 Gbps 級の通信機能を有する衛星ミッションについて概念設計を実施した。
- ⑤重量 1kg の小型軽量の光通信機の光学系設計・試作及び 10Gbps のイーサネット光信号を送信するシステムの試作評価を実施し、実用化へ向けた活動を進めた。

• 低軌道衛星の精密軌道技術の研究開発

- ①低軌道小型衛星を観測可能とするために、既存の 35cm 望遠鏡を、高速で移動する低軌道衛星の追尾撮影が行える架台に交換するとともに、CCD カメラや GPS 受信機を交換することでシャッターの開閉タイミングをより正確に記録できるように改善し、衛星の位置検出精度の向上を目指した。
- ②光トランスポンダを用いた軌道決定技術の実験を考案し、その実施に向けた調整を進めた。同時に、SLR (Satellite Laser Ranging) 技術による軌道決定技術の検討を進めた。

• マルチフィーダリンク技術の研究開発

- ①中継器の高機能化・高信頼化を図るため、回路構成を再プログラム可能な FPGA デバイスを用い、打上げ後も中継器の構成を変更可能とする再構成通信機の EFM (Engineering Flight Model) の維持設計管理を実施し、民間で興味を持っているクラウド衛星への搭載見込みを検討し、打上げ機会の検討を進めた。
- ②光・ミリ波のハイブリッドフィーダリンク技術について概念検討を行った。

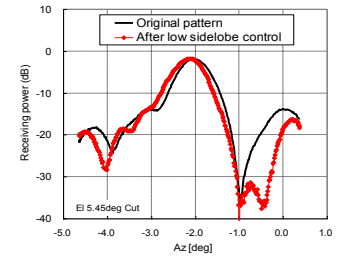


図4 低サイドローブ制御法による大型展開アンテナパターン

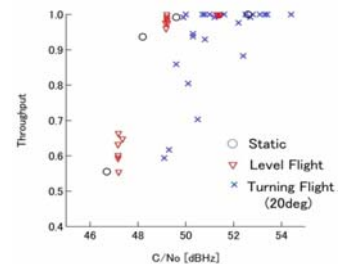


図5 S帯航空移動衛星通信回線におけるスループット特性



図6 開発中の衛星センサネットワーク用地球局

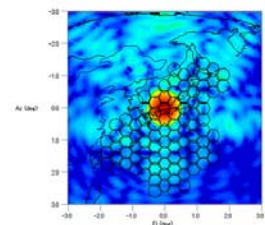


図7 低サイドローブ化したパターン測定結果

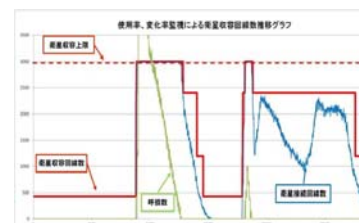


図8 模擬した呼と衛星収容数の変化



図9 8.5km 水平伝搬光通信実験