

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 20 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の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の研究開発し、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。

【平成25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 将来の通信衛星に資するミッション検討として、大規模災害を想定した災害用衛星通信システムの調査検討を実施。また、JAXAと次期通信衛星に関する検討を開始した。
- ② 小型車載局を使用し、24Mbpsで車両や船舶等の移動体とのブロードバンドモバイル衛星通信実験を実施した。
- ③ 海洋域からのブロードバンド衛星通信の実証を目指した、海洋調査船「かいよう」からの洋上衛星通信実験を実施し、世界初の陸上からの無人探査機「おとひめ」の遠隔操作実験を実施した(図1)。
- ④ 16波を周波数多重化した16APSK-OFDM方式でWINDS衛星回線において世界最速の3.2Gbpsを目指し試作機を開発し、WINDS衛星を用いて3.2Gbpsの通信実験に成功した(図2)。
- ⑤ 航空機地球局開発を実施し、アンテナ部を完成し、現在、RF機器部を開発中である。
- ⑥ 移動体衛星通信を災害対応に使用できるよう防災訓練に参加し、衛星通信の有効性をアピールするとともに、課題等意見を収集した。
- ⑦ 地上系メッシュ型ワイヤレスネットワークとの連携実験のため、車車間通信の検討を実施した。
- ⑧ 回線リソース割当プロトタイプシステムを用いて、割当帯域の再構成を柔軟に行える機能をWINDS衛星回線を通じて確認した。

・技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(ETS-Ⅷ)による高度移動体衛星通信実験

- ① 防災減災に資する衛星センサネットワーク実験を実施し、津波の早期検出では沖合の海上ブイに搭載したGPS津波計による精密測位の情報(海面の高さ)をETS-Ⅷ経由で基地局に伝送し、津波早期警戒システムを実証した。ブイ上のGPS津波計による精密測位に必要なGPS補正情報は準天頂衛星初号機「みちびき」のLEX信号を用いて伝送した。
- ② 海上ブイを用いた衛星センサネットワーク実験の結果を反映し、衛星回線に多数のセンサ局を収容する回線制御及びブイの動揺による信号レベルの変動やドップラシフトを考慮したセンサ地球局の設計・試作を実施した。



図1 無人探査機「おとひめ」の衛星経由遠隔操作実験

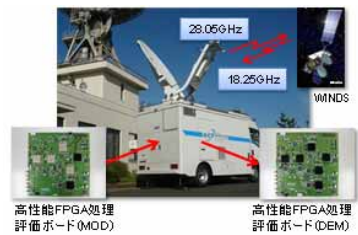


図2 3.2Gbps超広帯域伝送実験

・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 DBF (Digital Beam Forming) / チャネライザソフトウェアの改良設計を実施し、搭載化に向けた低消費電力化の検討を推進した(図3)。
- ② 大型アンテナのサイドローブ低減等の電気性能に影響するDBF給電アレーのデジタル誤差を評価するための評価装置を試作した。また、100素子級の多素子給電アレーを一括で実測評価するため、S帯のスケールモデルとしてKa帯の100素子級DBFアレーの素子振幅位相、素子間結合等の基礎評価を実施した。
- ③ シームレス小型端末通信システムについて、LTE 端末から衛星への干渉を推定するためのLTE 端末送信電力測定について測定系の構成を検討し、国内3キャリアの端末電力測定を実施した。災害時の大量の通信需要に対して、接続機会の公平性を考慮したコールアドミッション制御(CAC)を新たに提案した。さらに、再呼回数に応じて、被災地エリアのビームへチャネルを増加させ、接続損失率を効率よく下げる方法の基礎特性を評価した。
- ④ 国際標準化について、AWG (Asia Pacific Telecommunity Wireless Group) に衛星地上シームレス小型端末通信システムに関するレポート及び研究状況について寄与文書(AWG15/INP-21, AWG15/INP-46, AWG16/INP-16)を提出し標準化に貢献した。



図3 送信DBF/チャネライザ基板

(2) 超大容量光衛星／光空間通信技術の研究開発

- ① 小型衛星搭載用の小型光トランスポンダ(SOTA)のEFM (Engineering Flight Model)の開発を完了し、衛星バスと組み合わせた試験を実施した(図4)。
- ② SOTAのEFMと対向する光通信装置を構築し、光地上局新設に伴う作業を推進した(図5)。
- ③ 距離約7.5km間の光通信試験を行い、大気ゆらぎの影響下における捕捉追尾、通信及び誤り訂正符号の機能を確認し、衛星-地上局間光通信における送受信系を組み合わせた試験を実施した。
- ④ 次期光通信技術の光受信機能の1つとして重要と考えられる低ノイズ光増幅器を、上記の距離約7.5kmの試験系に採用し、大気の影響を強く受ける環境での自動レベル制御装置の動作評価を実施した。
- ⑤ 小型衛星のシリーズ実証と普及を目指し、50kg級小型衛星RISATへ搭載予定のレーザ駆動回路とコリメータのフライトモデルの維持管理を実施した。また、エンジニアリングモデルを用いた熱モデルの検証と、同時搭載されるサイエンス望遠鏡と協調した光通信のための軌道上姿勢評価実験について検討を実施した。
- ⑥ 小型衛星との光通信実験や、国内外における宇宙機関と連携した技術実証を目指し、ネットワーク化された光地上局を小金井・沖縄・鹿島に設置し、気象センサデータ等を活用するサイトダイバーシチを技術実証するテストベッド構築を推進した(図5)。
- ⑦ 航空機へ搭載可能な光通信装置の開発を実施した。
- ⑧ 空間光通信による量子鍵配送技術については、大気の影響下で効率的に受光するため、テーパ型構造を有する光学素子の適用を検討し、基礎データを取得した。
- ⑨ 再構成通信機の秘匿通信方式を検討し、第三者がキャリア再生処理で位相確定ができず復調が不可能となるデジタル変復調方式の試作機を開発した。
- ⑩ 低軌道衛星及び静止衛星の軌道精密決定技術として、望遠鏡とCCDカメラを用い1秒角の位置検出精度を目標とする衛星撮像と画像解析試験を実施し、夜間の無人観測運用に向けたシステム制御系の改良を推進した。
- ⑪ 宇宙データシステム諮問委員会(CCSDS)において、今後整備される宇宙光通信の標準化文書の1つである“Real-Time Weather and Atmospheric Characterization Data”に対して、NICTがEditorとなった。
- ⑫ レーザ測距技術に関する国際会議18th IWLR(2013年11月11～15日、富士吉田)を共催(日本では初の開催)した。

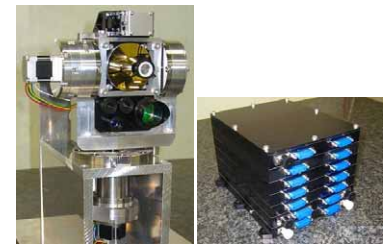


図4 小型光トランスポンダのEFM



図5 ネットワーク化された光地上局