

超高速インターネット衛星 「きずな」の開発

馬場 功・奥居 民生・鳥海 強

要 旨

超高速インターネット衛星「きずな」は、インターネットへの親和性の高いKa帯による超高速衛星通信システムの技術開発及び実証を行うために開発された静止衛星です。日本全国及びアジア太平洋地域での超高速通信実験を可能にします。打ち上げから現在までの約3年間に多くの通信実験が行われ、その有効性が実証されています。また、今後も多くの実験が計画されています。本稿では、「きずな」の概要及びこれまでの主な実験の成果について紹介します。

キーワード

●超高速インターネット衛星 ●マルチビームアンテナ ●マルチポートアンプ ●搭載高速スイッチングルータ

1. まえがき

衛星通信は地上通信網の利用が困難な山間地域や離島、あるいは大きな災害発生地域に対して大変有効な通信手段です。また、広域性や同報性を生かした多様な通信サービスを提供することもできます。衛星通信の持つこれらの利便性を高めるためには、そのブロードバンド化が大変重要です。超高速インターネット衛星「きずな」（WINDS：Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite）は、政府の「高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT戦略本部）」の「e-Japan重点計画」における世界最高水準の高度情報通信ネットワーク形成にかかわる研究開発の一環として、宇宙航空研究開発機構（JAXA）殿と情報通信研究機構（NICT）殿により開発された実験衛星です（**図1**）。日本全

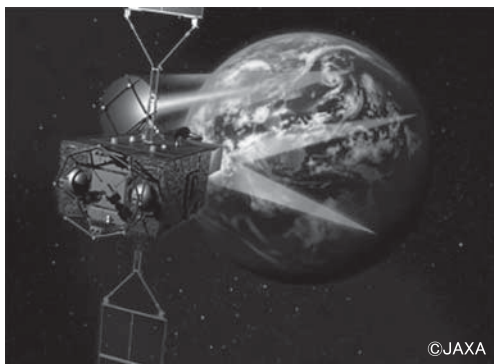


図1 超高速インターネット衛星「きずな」

国及びアジア太平洋地域をカバーし、1.2Gbpsの世界最高レベルの超高速通信、家庭用アンテナでの155Mbps（受信時）の高速通信を可能にします。打ち上げ時の重さは約5t、軌道上での全長は約22mにもなる大型の静止衛星です。NECは主担当メーカーとして、衛星システム、ミッション機器のKa帯高出力マルチビームアンテナ（MBA）、マルチポートアンプ（MPA）、搭載高速スイッチングルータ（ATM交換機ルータ：ABS）、網情報送受信部（NITR）、IF交換部（IFS）、及び地上実験システムの開発を担当しました。「きずな」は2008年2月23日に種子島宇宙センターより打ち上げられ、多くの通信実験が現在まで順調に実施されています。

2. 「きずな」の特徴

「きずな」は通信周波数帯としてKa帯（20GHz～30GHz）を使用し、企業向けを想定した5m級アンテナで1.2Gbpsの超高速通信を、一般家庭のベランダにも設置可能な45cm級アンテナで受信155Mbps・送信1.5Mbpsの高速通信を可能にしています（**図2**）。このような小型地球局との高速通信を成立させるためには衛星側に高い送受信能力が必要となりますが、「きずな」では大口径で高利得のMBA及び最大約280Wの送信電力を有するMPAを開発することにより実現しました（**写真1**）。

Ka帯は高速通信には有利ですが降雨による減衰が大きいという課題があります。「きずな」では、通信対象地域ごとに割り当てたMBAの各ビームの送信電力を、MPA内にある8台

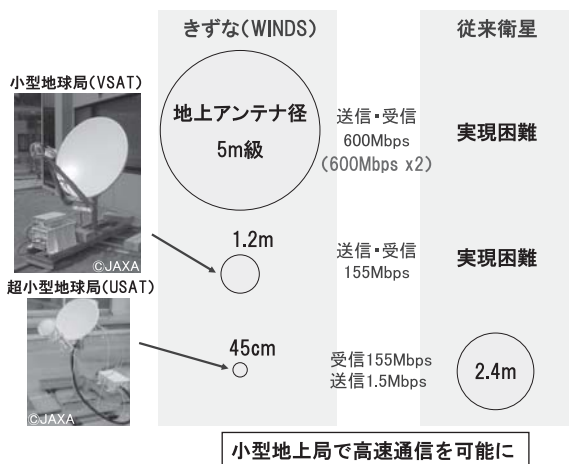


図2 「きずな」の特徴

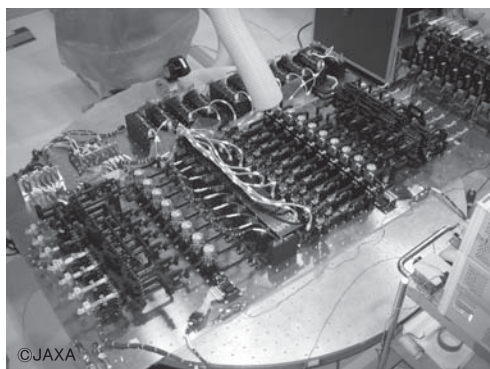


写真1 MPAの地上試験

の進行波管増幅器の組み合わせを調節して個別に設定することができます。これにより、降雨地域向けには大電力によるデータ伝送、晴天地域向けには小電力によるデータ伝送という柔軟な電力配分を行うことができます。降雨時でも安定した通信品質を確保すると同時に、衛星にとって貴重な電力の有効活用を実現しています(図3)。

また、「きずな」ではMBAの各ビーム間を衛星搭載のルータであるABSで接続することにより、必要な地域に限定して情報を送信することができます。これにより、従来の衛星にあるような、情報を必要としない地域にも一様に電波として放射するということなく、衛星電力の効率的な利用が可能になっています。

静止衛星による衛星通信の弱点の1つに、高度36,000kmにあ

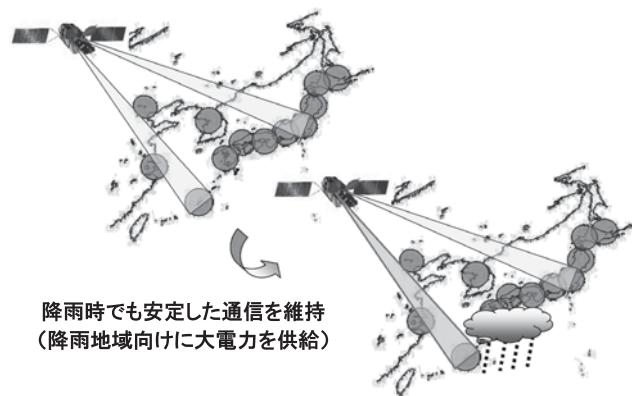


図3 MPAによる降雨補償のイメージ

る衛星と地球局との長い距離によって発生する遅延時間があります。「きずな」ではABSにより、ルータ機能を有さない従来衛星が地上の交換局を経由させるために衛星と地上間の往復の通信を必要とする場合に比べ、通信の遅延時間を半減させることができます。

3. システムの概要

3.1 衛星システム

「きずな」の衛星システムは、地球局との通信実験を行うミッション部と、衛星全体への電力供給や姿勢制御などを行うバス部から構成されています。ミッション部は、国内照射用と東南アジア地域照射用のマルチビームを有する2台の2.4m径MBA、8個の入出力ポートと8台の並列接続された進行波管増幅器を有するMPA、広域に電子走査可能なアクティブフェーズドアレイアンテナ (APAA)、再生交換中継を行うABS、ネットワークの制御信号を送受信するNITR、及びそれらの接続を行うIFSからなります。衛星バスは、これまで開発してきた技術を継承しつつ信頼性の向上に努めました。太陽電池パドルには高効率の国産多接合太陽電池セルを使用し、太陽電池パドルの軽量化を図りました。写真2に地上試験の様子を示します。

3.2 地上実験システム

地上実験システムは、ネットワークの制御を行う基準局、

超高速インターネット衛星「きずな」の開発

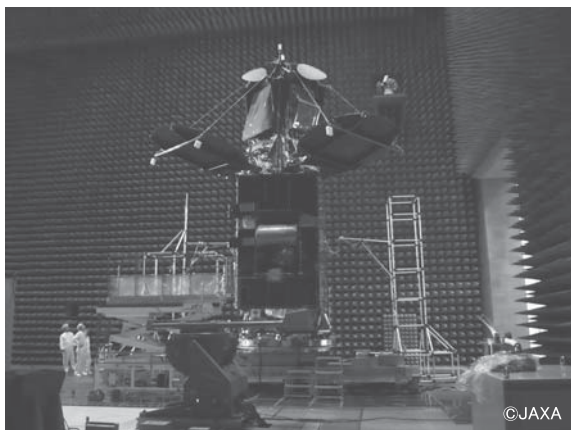


写真2 電波放射試験の準備

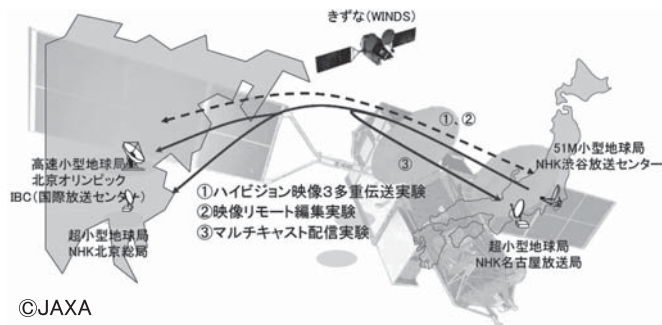
衛星アンテナの指向基準となるビーコン局、通信利用者が使用するユーザ局から構成されます。基準局はJAXA筑波宇宙センターに、ビーコン局はJAXA沖縄宇宙通信所に設置されています。

ユーザ局としては、再生系では155Mbps高速小型地球局（VSAT：上り/下り最大155Mbps）、可搬型VSAT（上り最大51Mbps、下り最大155Mbps、1m径自動捕捉アンテナ装備）、船舶搭載局（上り最大51Mbps、下り最大155Mbps、1.3m径自動追尾アンテナ搭載）など、非再生系では大型地球局（上り/下り最大1.2Gbps）などがあり、「きずな」の特徴を生かしたIPブロードバンドネットワーク環境を提供しています。

4. 通信実験の状況

2008年7月の定常運用開始以来、「きずな」の特徴であるブロードバンド・メッシュ・IPマルチキャスト機能を利用したアジア地域における多地点ハイビジョンTV会議・eラーニング実験や、「きずな」ユーザ局システムの優れた可搬性を利用した非常用通信及び災害情報配信実験、日本のデジタルデバイド地域（光ケーブルなどのブロードバンドネットワークインフラの整備が進んでいない地域）であるEEZ（排他的経済水域）などでの洋上船舶通信実験といった実験が次々と実施され、大きな成果を上げています。

これらのさまざまな実験のうち、2008年の北京オリンピックハイビジョン中継実験、2009年の硫黄島皆既日食ハイビジョン中継実験について紹介します。



©JAXA

図4 北京オリンピックハイビジョン中継実験概要



写真3 IBCに設置されたユーザ局とNEC実験スタッフ

4.1 北京オリンピックハイビジョン中継実験

2008年に開催された北京オリンピックにおいて、オリンピック会場の国際放送センター（IBC）、NHK中国総局、NHK渋谷放送センター、NHK名古屋放送局を結んでのハイビジョン中継実験が実施されました（図4、写真3）。

本実験では、ハイビジョン映像多重伝送実験、ハイビジョン映像リモート編集実験、マルチキャスト配信実験などが行われました。「きずな」ユーザ局が提供する衛星ブロードバンド環境が、国内の地上ブロードバンド環境と同様にさまざまなアプリケーションに利用可能であること、またそれらが極めて容易に展開・設置可能であることを実証しました。

4.2 硫黄島皆既日食ハイビジョン中継実験

2009年7月22日、日本の陸地で46年ぶりとなる皆既日食が観測されました。約5分間の皆既時間帯となる硫黄島での日食観

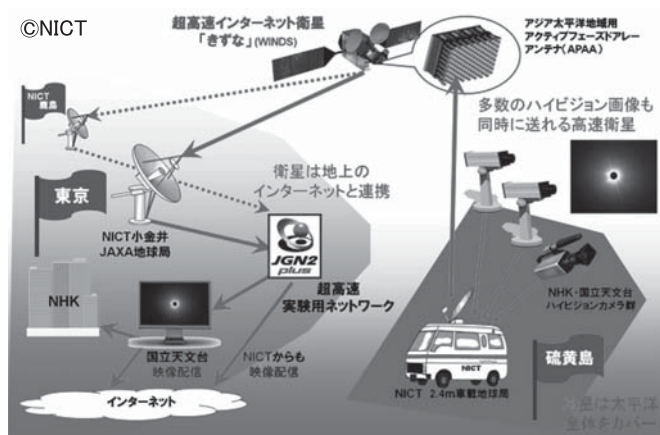


図5 硫黄島皆既日食ハイビジョン中継実験



写真4 硫黄島に設置された「きずな」車載局

測とハイビジョン中継のため、NHK殿（中継）、国立天文台殿（観測）、JAXA殿（衛星伝送路）、NICT殿（車載局と国内ブロードバンド網の提供）による合同チームが結成されました（図5、写真4）。

皆既日食当日、硫黄島に設置された「きずな」車載局とNICT小金井局に設置された「きずな」可搬局との間にハイビジョン映像4回線とIP電話5回線が張られ、その瞬間を待ちました。皆既時間帯の1時間前、硫黄島は猛烈なスコールに見舞われ、安定した観測が行えるか心配されましたが、幸いにも30分前から徐々に天候は回復を始めました。そして11時25分から30分までの皆既時間帯には神秘的な映像が中継され、人々に多くの感動を与えました。

5. むすび

「きずな」の持つ優れた特徴を生かして、今後も国内外の政府機関、教育機関などによりさまざまな利用実験が計画されています。「きずな」によるこれらの成果は、地上に大がかりな通信基地を作ることなく、いつでも・誰でも・どこでも、安心して高速通信のサービスが享受できる情報通信社会の実現に大きく貢献するものと期待されています。

なお、NECでは現在、多値変復調技術を応用した超広帯域衛星通信装置を開発中であり、「きずな」利用実験で実現されている1.2Gbpsの衛星通信世界最高速度を上回る2Gbps超の衛星通信の実現を目指しています。

参考文献

- 1) 中村英雄ほか、「超高速インターネット衛星（WINDS）計画の概要」、第50回宇宙科学連合講演会、2006
- 2) 「超高速インターネット衛星（WINDS）特集」、情報通信研究機構季報Vol.53 No.4、2007

執筆者プロフィール

馬場 功
航空宇宙・防衛事業本部
宇宙システム事業部
統括マネージャー

奥居 民生
航空宇宙・防衛事業本部
宇宙システム事業部
エキスパートエンジニア

鳥海 強
航空宇宙・防衛事業本部
宇宙システム事業部
シニアマネージャー

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧くださいありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご覧ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.64 No.1 宇宙特集

特別寄稿：宇宙ソリューションで社会に貢献する時代へ
宇宙特集によせて
宇宙事業ビジョンとロードマップ
NECのグローバルな宇宙ソリューション事業への取り組み

◆ 特集論文

ロードマップ実現に向けた取り組み

宇宙技術とIT・ネットワーク技術の融合
宇宙分野におけるグローバル市場への参入戦略
「宇宙利用」のためのサービス事業の推進
先進的宇宙システム「ASNARO」の開発

ロードマップの実現を支える技術と製品(人工衛星/宇宙ステーション)

国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう(JEM)」の開発
金星探査機「あかつき」の開発
小型ソーラー電力セイル「IKAROS」の開発
月周回衛星「かぐや」の開発
地球観測衛星(陸域観測技術衛星)「だいち」の開発
超高速インターネット衛星「きずな」の開発
総合宇宙利用システムの普及を促進する小型SAR衛星技術

ロードマップの実現を支える技術と製品(衛星地上システム)

衛星運用を支える地上システム
衛星データの利用を促進する画像処理システム

ロードマップの実現を支える技術と製品(衛星バス)

リモートセンシング事業を迅速に立ち上げる標準プラットフォーム「NEXTAR」
衛星機器を構成する標準コンポーネント

ロードマップの実現を支える技術と製品(通信)

衛星通信を支える通信技術
世界で活躍する衛星搭載用中継機器

ロードマップの実現を支える技術と製品(観測センサと応用技術)

観測衛星「いぶき」を支えた光学センサ技術と展望
全地球上の雨と雲を観測する電波センサ技術
リモートセンシングデータの向上を実現するSAR画像処理技術
衛星画像を活用した産業廃棄物監視システム

ロードマップの実現を支える技術と製品(基盤技術)

宇宙技術を支える基盤技術や開発プロセス
月惑星探査を支える軌道計画と要素技術
宇宙用耐放射線性POL DC/DCコンバータの開発
宇宙開発向けプリント配線板の認定状況と今後の展開

ロードマップの実現を支える技術と製品(誘導制御計算機)

ロケット用誘導制御計算機の変遷と展望

小惑星探査機「はやぶさ」

小惑星探査機「はやぶさ」の開発と成果

◆ NEC Information

NEWS

NEC C&C財団25周年記念賞表彰式開催



Vol.64 No.1
(2011年3月)

特集TOP