

超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS) JAXA 基本実験

宇宙航空研究開発機構
中尾 正博

1. はじめに

超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS: Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite) は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と情報通信研究機構(NICT)が共同で開発を行い、2008年2月23日に打ち上げられた。「きずな」は地上インフラとの相互補完による地域格差のない高度情報通信ネットワーク社会の形成に貢献するための技術開発・実証並びに実証実験を行うことを目的とした衛星である。「きずな」では打ち上げられた後軌道上での初期機能確認試験を経て、後述する特長を生かした実験を実施してきた。設計寿命5年間のうち、これまでの約2年間でJAXAが実施した基本実験の概要について紹介する。

2. 「きずな」の特長

「きずな」は通常の静止通信衛星が持つ以下の特長を有する。

- ・広域性: 地理的条件に制約されることなく、地球のほぼ1/3をカバー
- ・同報性: カバーエリア内では同時に情報が到達
- ・耐災害性: 災害時などにおいてもネットワークが破壊されず回線の設定が容易

日本国内向けKa帯MBA

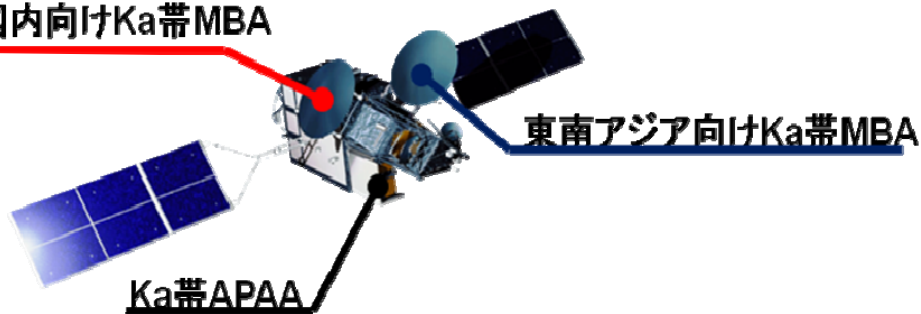


図1 「きずな」のアンテナ

さらに、従来の通信衛星より優れた以下の特長を有する。

- 小型アンテナで超高速衛星通信(直径45cmで155Mbps受信)
- マルチビームアンテナ(MBA)とアクティブフェーズドアレイアンテナ(APAA)の搭載 (図1)
- 遅延時間が従来の半分
- メッシュ型通信可能
- マルチキャスト通信可能
- 大型アンテナで超高速通信(直径5m級で、1.2Gbps通信)
- 衛星送信出力可変による降雨減衰補償

3. 「きずな」の実験

「きずな」の実験には、JAXAおよびNICTが主体となって衛星の基本性能評価を中心に行う「基本実験」と、総務省が公募し大学や研究機関などが実施する「利用実験」がある。

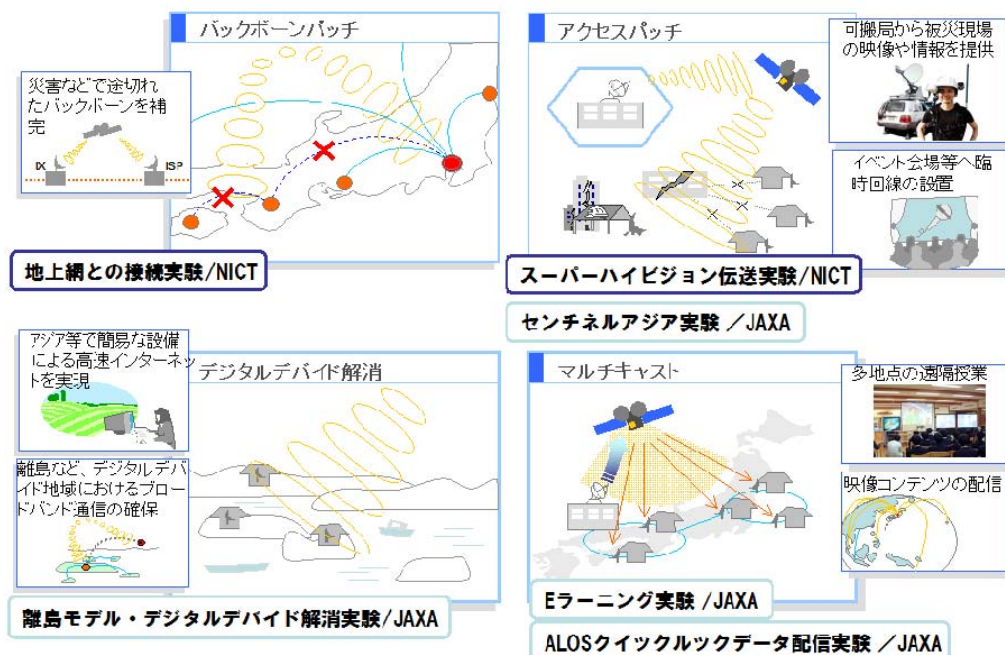


図2 「きずな」の基本実験区分

基本実験では、「きずな」の特長を生かして、4種の実験に区分(図2)し、JAXAはその内3区分の実験を実施している。

- ① マルチキャスト
- ② アクセスパッチ
- ③ デジタルデバイド解消
- ④ バックボーンパッチ(NICT実施)

本稿では、JAXAが実施した基本実験の結果について概略を述べる。

これまでに実施した実験の全体スケジュールを図3に示す。本項では、JAXAが実施した実験の区分毎にその結果の概略とともに、2009年に実施したいくつかの実験を中心に述べる。

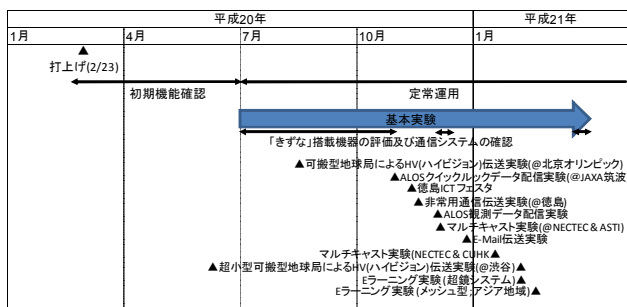


図3 (1) 2008年度実験スケジュール

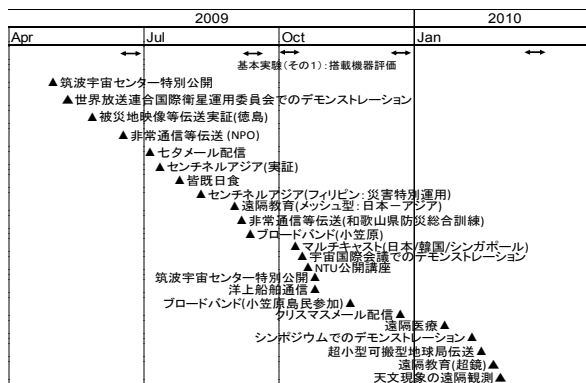


図3 (2) 2009年度実験スケジュール

3.1. 搭載機器評価

「きずな」打上げ後に、下記の初期機能確認実験を実施し、搭載機器が正常であることを確認した。

(1) 155MbpsでのIP通信の確認

マルチビームアンテナを使用して、超小型地球局(アンテナ直径45cm)と高速小型地球局(アンテナ直径1.2m)との間の再生交換中継特性の確認を実施し、毎秒155メガビット(155Mbps)の伝送速度でのIP通信が正常に行われたことを確認した。衛星から45cm直径アンテナの超小型地球局に対する155Mbpsという伝送速度は世界最高速度である。

(2) 1.2Gbpsでの衛星データ通信

マルチビームアンテナを使用して、NICT鹿島宇宙技術センターに設置した超高速小型地球局(車載型:アンテナ径2.4m相当)との世界最高速度となる1.2Gbps(622Mbps×2波)での超高速データ通信に成功した。

(3) APAAによる622Mbpsでの通信

Ka帯APAAを使用したNICT鹿島宇宙技術センター大型地球局(アンテナ径約5m)と超高速小型地球局(車載型:アンテナ径約2.4m)との622Mbpsの高速データ通信に成功した。これはAPAAを使用した通信の世界最高速度である。

3.2. マルチキャスト

本実験区分では以下の実験を実施し、「きずな」のマルチキャスト機能が正常であること、メッシュ型・双方向で通信が可能であることを確認するとともに、実際の会議等で支障なく使用できることを確認した。メッシュ型双方向通信が可能であることから、衛星区間の遅延が基地局を介する従来衛星の半分となり、会話もスムーズに行えることを確認した。

3.2.1. マルチキャスト実験

「きずな」のマルチキャスト機能を応用して、国外ビームの健全性の確認及び国際3地点間での映像伝送を行った。例として、ナンヤン工科大学との国際公開講演を紹介する。

実施場所: 3地点

- ・JAXA筑波宇宙センター(日本)
- ・国際宇宙会議会場(IAC:韓国)
- ・ナンヤン工科大学(NTU:シンガポール)

目的: 3地点間双方向でのマルチキャスト機能を使用したハイビジョンTV会議による公開講演

結果: 臨時に設置した「きずな」地球局を介して、支障なく3地点間での講演・質問が実施でき、マルチキャストを使ったシステムの有効性を聴講者及びIAC来場者に広めることができた。

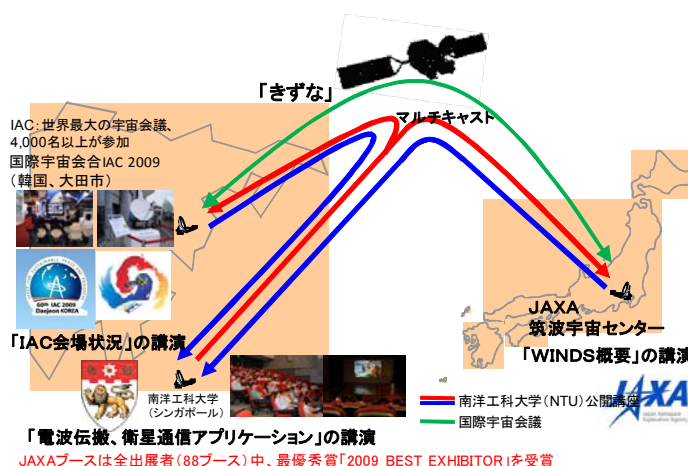


図4 ナンヤン工科大学公開講座構成

3.2.2. Eラーニング実験

「きずな」のマルチキャスト機能およびメッシュタイプ通信をEラーニング(遠隔教育)に適用した例として、筑波大学との3カ国間Eラーニング実験について紹介する。

実施場所 : 3地点

- ・筑波大学(日本)
- ・アジア工科大学(AIT:タイ)
- ・マルチメディア大学(MMU:マレーシア)

目的: 多地点に分散した講義者と受講者が衛星を介して同時にコミュニケーションを図る上での課題を整理し、多地点間・双方向リアルタイムの通信ネットワークによる遠隔教育における有効性を確認する。

結果: 音声調整等の課題もあるが、遠隔での講義を実施できることを確認できた。

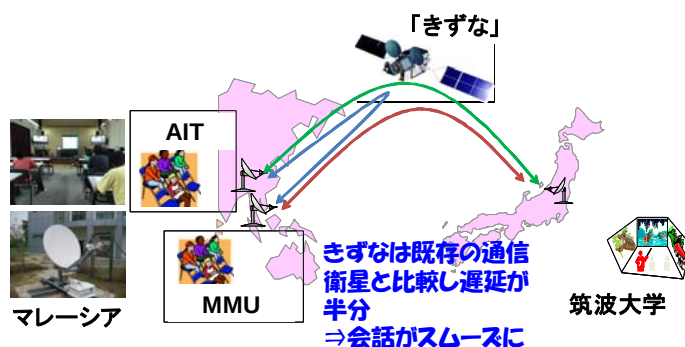


図5 遠隔教育(メッシュ型)構成

3.3. アクセスパッチ

本実験区分では高速回線がない地域に臨時に「きずな」の地球局を設置し高速通信が可能であることを、防災・イベントなどの実験にて確認した。本実験区分の例として、皆既日食中継、非常用通信等伝送実験及びセンチネルアジアを紹介する。

3.3.1. 皆既日食中継実験

国立天文台、NHK、NICT、小笠原村、多摩六都科学館、宇宙少年団、KU-MAと共同で、今世紀最大とされている皆既日食の様子を世界中に中継した。

目的 : 中継に使用できる高速回線がない硫黄島に「きずな」の地球局を臨時に設置し、その有用性を確認する。

結果 : 日食の状況を報道、科学館への中継等を実施することができ、「きずな」の高速回線の有効性を示すことができた。

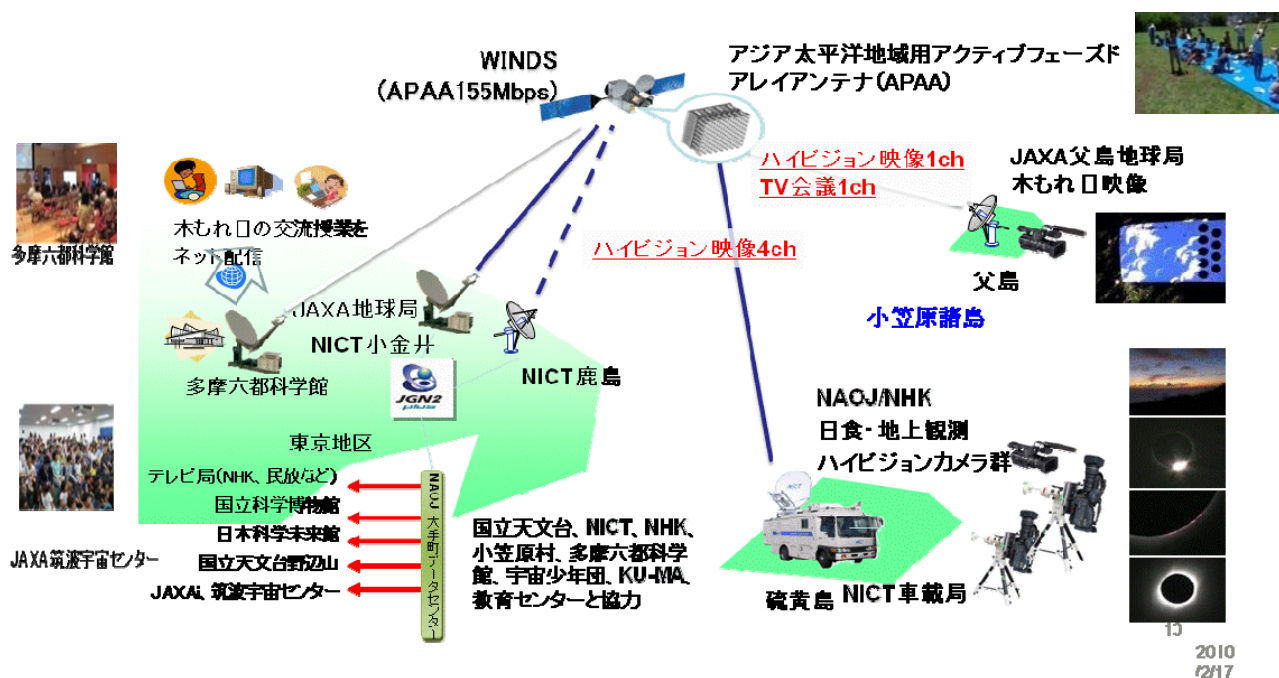


図6 皆既日食中継構成

3.3.2. 非常用通信等伝送実験

和歌山県防災総合訓練に参加し、自治体衛星通信機構(LASCOM)及び和歌山県と実施した。

実施場所: 和歌山県御坊市日高川ふれあい水辺公園

目的: 災害時の衛星大容量通信の有効性確認として、仮想的に配置した「県災害対策本部／現地本部／被災地」に臨時に可搬型地球局を設置し、災害現場における「きずな」の通信システム及び地球局の実用性を検証する。

結果: 「きずな」の地球局(可搬型VSAT)を使用し、遠隔地からの高精細映像等の伝送を行うことにより、高速データ通信の有効性を確認した。

- ① 衛星回線を介して、被災前後を模擬した2枚の防災マップを取得して、災害の影響・範囲の概要を把握できることを確認した。
- ② 災害情報の伝達、指示、共有を実施するため、訓練会場の離れた2地点にハイビジョンテレビ会議システムを設置し、「きずな」経由(16Mbps)でその2地点間を結んだ。ハイビジョン映像の特長を生かし、①で取得した「だいち防災マップ」の文字や被災状況地図も鮮明に映し出すことが可能になり、効果的・効率的に情報伝達、指示、共有を実施した。



図7 和歌山県防災総合訓練構成



図8 「だいち防災マップ」伝送

3.3.3. センチネルアジア

センチネルアジアはアジア太平洋地域における地震、洪水、津波などの災害情報管理を実施する国際協力プロジェクトで、地球観測衛星『だいち (ALOS)』などの災害観測データを各国の防災関係機関へ配信するシステムである。「きずな」は低速な通信環境を有するアジア太平洋地域の通信回線を補完することとして進めている。フィリピンのASTI(先端科学研究所)を介して実際に、「だいち」撮影画像及び比較用画像を送信した。

- ・台風8号によりフィリピン各地で土砂崩れ等により多数の死亡者が発生。PHIVOLCSからの要請による「だいち」画像伝送の初の緊急実験運用を実施
- ・PHIVOLCSへマヨン山噴火「だいち」

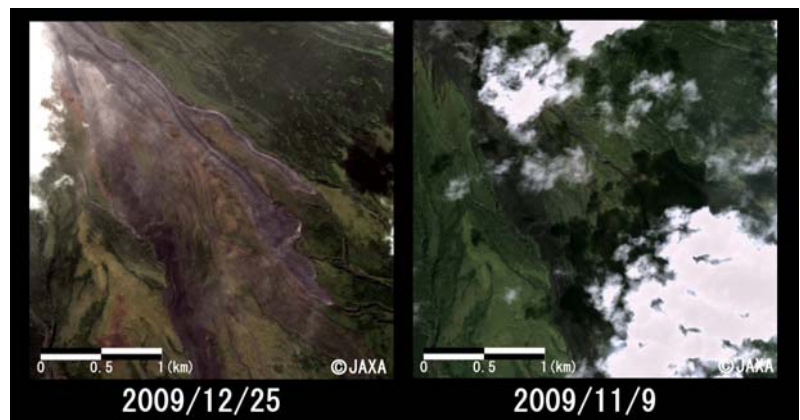


図9 マヨン山の南東側側面の画像
溶岩流出後(左)、溶岩流出前(右)

画像を伝送。災害状況の早期把握に活用。

3.4. デジタルデバイド解消

地上のインターネットの発達は目覚ましいものがあるが、残念ながらその恩恵を受けられない地域がある。また、アジア各国では十分に普及しているとはいえない。本実験区分では光ファイバが敷設されていない離島及び地上回線でサービスすることが不可能な洋上船舶からの高速通信を想定した実験を実施し、高速の衛星回線により地上回線の普及を待たずにインターネットの恩恵を受けられることを実証した。本実験区分の例として、ブロードバンド実験及び洋上船舶通信実験を紹介する。

3.4.1. ブロードバンド実験

小笠原村とデジタルデバイド地区である小笠原を対象に実際に現在使用している商用衛星に代えて、「きずな」を使用して実施した。

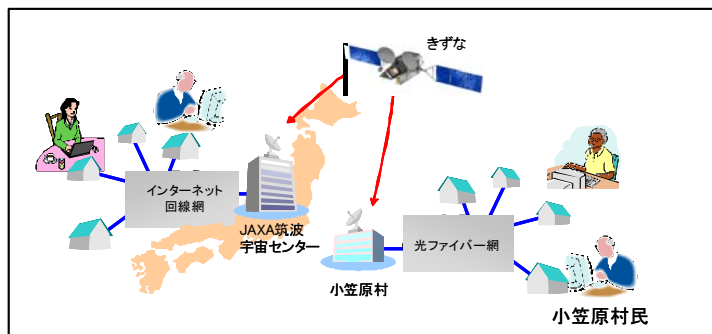


図10 ブロードバンド実験構成

実施場所：東京都小笠原村

目的：将来のブロードバンド化に向けて小笠原村内で使用されている既存の商用衛星(上り2Mbps、下り10Mbps)を「きずな」(上下155Mbps)に切り替えて本土のインターネット・サービス・プロバイダ(ISP)に接続し、村民が利用することで、ブロードバンド通信環境・利用環境を検証する。

結果：通信回線の最大伝送速度は、約86Mbpsを達成した。既存回線の公称値と比較し、約9倍もの高速回線となった。また、既存回線の実測値(約1.7Mbps)との比較では、50倍以上もの回線速度を達成した。インターネットや携帯電話の事業者との共同実験を視野に入れ、検討を進めている。

インマルサットBGANサービスでは最大492kbps、スカパーJSATの衛星海洋ブロードバンドサービスでは最大3Mbps(日本近海のサービスエリア)の通信速度であるのが現状であり、「きずな」は最大155Mbpsの通信速度を有しており、海上からの高速通信の可能性を示した。実験は東京海洋大の協力を得て、海洋研究開発機構(JAMSTEC)と実施した。



図11 洋上船舶通信実験構成

実施場所：白鳳丸（三浦半島金田湾）、筑波宇宙センター、JAMSTEC横浜研究所

目的：洋上の揺れている船舶からハイビジョン海中映像をKa帯のWINDSによってリアルタイムに安定して伝送できることを利用実証し、洋上の船舶の広帯域通信や遠隔操作を可能とする技術的知見を得ることを目的とする。

結果：今回の実験において、洋上の停船中の船舶から大容量かつ安定した通信が可能であることを確認した。伝送速度としてはハイビジョン映像（9.3Mbps）、標準映像（約3Mbps）、TV会議（約1Mbps）の計6チャンネル/約13Mbpsであり、洋上船舶ブロードバンド通信への第一歩となった。



図12 JAMSTEC所有の小型無人探査機ピカソ



図13 中継を見入るJAXA筑波宇宙センター会場

4. まとめ

これまでに述べたJAXAにて実施した実験以外にも、NICT及びWINDS利用実験実施協議会が様々な実験を実施し、成果を上げてきている。

今後は、遠隔医療実験、国際機関などとの実験に広げるとともに、実験が可能な地域を広げるべくAPAAエリアでも使用可能な地球局の整備・設置を進めており、さらに様々な使い方が期待される。

5. 謝辞

本稿で述べた様々な実験を実施するにあたり、ご協力いただいた実験共同実施機関及び関係会社を始め関係各位に感謝の意を表します。■