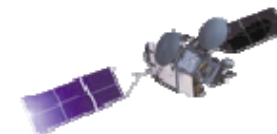


委20-1

# 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)の JAXA基本実験の終了について

平成23年7月20日

宇宙航空研究開発機構 執行役 道浦 俊夫



# 1 経緯と概要

## 1.1 経緯

- (1)平成20年2月23日に打上げ
- (2)平成20年6月30日に初期機能確認段階を終了し、定常段階へ移行  
引き続き基本実験開始
- (3)平成20年10月に利用実験開始
- (4)平成23年6月22日にJAXA基本実験終了(JAXA基本実験終了確認会)

## 1.2 WINDS実験概要

種類	項目	目的	実施体制	概要
基本実験	その1	開発機器の機能性能を確認する実験 <sup>注1)</sup>	衛星開発機関のJAXA、NICTが主体となり実施	WINDS通信網実験システム基本性能確認、並びに、通信機器の軌道上での機能・性能を確認するための実験
	その2	WINDS通信網システムの有効性を実証する実験 <sup>注1)</sup>		WINDSの特徴を活かした4つの利用モデル(アクセスパッチ、マルチキャスト、デジタル・デバインド解消、バックボーンパッチ <sup>注3)</sup> )を踏まえた有効性を実証するための実験
利用実験		WINDSを利用し、衛星通信の高度化、利用の発展に資するための実験(利用実験) <sup>注2)</sup>	WINDS利用実験会員が主体となり実施	電波特性、防災、医療、教育など国内外で採択された53テーマによる実験

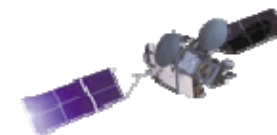
注1) 超高速インターネット衛星通信網システムの開発及び基本実験に係るJAXA、NICT協定(H18.6.30締結)

注2) 超高速インターネット衛星(WINDS)を利用する実験の公募より(H18.11.27総務省)

注3)バックボーンパッチはNICTによる実施



## 2 JAXA基本実験について



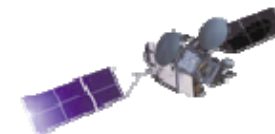
- 当初、JAXA基本実験については、基本実験(その1)および(その2)の個別テーマに沿って下記の通り実施する計画であった
- 基本実験(その1)の機器性能評価実験の内MBA及びAPAAの評価についてはこれまでの特性評価において性能が安定していることから3年4ヶ月の実験による評価で十分である。
- 基本実験(その2)のアクセスパッチ実験のみ5年間の計画であったが、災害対策実験の成果をそのまま、東日本大震災による岩手県への通信回線提供等により適用できることを確認できたことから、実験による評価は3年4ヶ月で十分である。



注: 情報通信研究機構の基本実験及びWINDS利用実験実施協議会の利用実験は24年度まで継続実施



### 3 JAXA基本実験の主な成果



項目	目的	テーマ	主な結果概要
その1	開発機器の機能性能を確認する実験	マルチ・ビーム・アンテナ(MBA)特性確認実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・季節における主反射鏡の熱歪状態を確認し、ピーク方向の遷移が仕様値内であることを確認し、良好な通信特性を維持。</li> <li>・これまでの実験で継続して性能が安定している。(別紙参照)</li> </ul>
		マルチ・ポート・アンプ(MPA)特性確認実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成23年6月までは良好なアイソレーション特性を維持していた。</li> <li>・初期チェックアウト段階でTWTA#5の異常が確認されたため電源オフ。</li> <li>・定常段階以降後、TWTA No7は平成23年6月10日から正常復旧せず。現在、7本で実験運用を継続中。(別紙参照)</li> </ul>
		アクティブ・フェーズド・アレイアンテナ(APAA)特性確認実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・四半期毎に送受128素子の健全性を確認し、良好な通信特性を維持。</li> <li>・これまでの実験で継続して性能が安定している。(別紙参照)</li> </ul>
その2	WINDS通信網システムの有効性を実証する実験	マルチキャスト実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・筑波大学が調達した地球局により、タイとマレーシアの大学3地点間での遠隔授業を実施した。。また従来の衛星から遅延が半減したことから授業での質疑応答が円滑となった。本実験の成果は国連アジア太平洋統計研修所(SIAP)での研修でも利用された。</li> </ul>
		アクセスパッチ実験(容易な回線開設)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北京オリンピックにおいて、映像データ伝送速度が既存通信衛星の約7倍を記録し、世界最高速度を達成。</li> <li>・センチネルアジアにおいて、衛星データ大容量データを海外に設置したWINDS局に対し高速データ伝送を実施。この成果を踏まえ、10カ国・機関の防災機関等へ設置済みであり、各機関の要請により計6回の災害緊急実証運用を実施。</li> <li>・東日本大震災において、岩手県への通信回線提供支援を実施、これまでの実験成果をそのまま適用できることを実証。</li> </ul>
		デジタル・デバイス解消実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・離島診療所と支援病院間での放射線画像やリアルタイム技術指導で確実な治療、患者の状態改善等の遠隔医療に適用できることを実証。</li> <li>・洋上船舶通信実験において、既存の商用船舶通信に比較し、通信速度が下り50倍以上、上り40倍以上を記録し、世界最高速度を達成。</li> </ul>



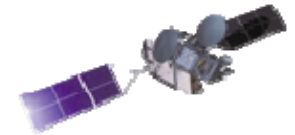
# 4 WINDSミッション達成基準/達成状況(JAXA)



成功基準	開発項目 (実証項目)	評価基準	達成時期	達成状況
ミニマム サクセス	通信速度の 超高速化	家庭で155Mbps、企業 等で1.2Gbpsの超高速 通信が実施できること	初期機能確認 (WINDS開発仕様書を満足 すれば達成可能)	(平成20年7月9日報告済み)
	通信カバレッ ジの広域化	アジア・太平洋地域の 任意の地点との超高速 通信が実施できること	初期機能確認 (WINDS開発仕様書を満足 すれば達成可能)	(平成20年7月9日報告済み)
	パイロット実 験	パイロット実験が実施さ れWINDSへの仕様要 求が明確化されること	打上げ以前	達成確認後、打上げ実施
フル サクセス	衛星IP技術 検証	開発された通信ネット ワーク機能が予め設定 された基準範囲内にあ ることが確認でき、その 有効性が実証できるこ と	基本実験終了確認会 (利用実験ユーザへ実験環 境を提供するための実験が 終了していること)	[達成済み]実験ユーザ局については、実験結果を踏 まえた改修や船舶通信可能なものを整備することで 早期の回線開設、新規利用分野への開拓に発展(6 ～9頁参照)
			基本実験終了確認会	[達成済み]所期に計画していた防災、教育、医療、 報道の各分野について達成(11～13頁参照)
	通信網システ ム(ミッション 期間達成)	国内外の実験がミッシ ョン期間(5年目標)継続 して実施されること	平成25年2月23日 WINDSを利用した実験が継 続できたことで達成	フルサクセス5年目標のうち、3年4ヶ月経過(残り1年 8カ月)(通常の軌道上技術評価で十分確認可能であ る)(6～9、16頁参照)
エキストラ サクセス	衛星IP技術 検証	実用化への技術的な目 処が立つこと	基本実験終了確認会 (基本実験(その2)で実証 されたものが利用実験へ橋 渡しされた時)	[評価基準を満足]東日本大震災での岩手県への通 信回線提供、センチネルアジアでの6回の実災害緊 急運用、皆既日食生中継、筑波大の単位制授業、現 業病院での基本実験成果が利用実験へ適用される 等実利用への技術的目処がたった。さらに、民間企 業(パスコ、フェリーさんふらわあ等)への利用実証へ 発展させることができた。(11～13頁参照)



## 5 まとめ

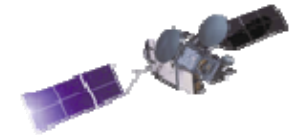


- ◆ JAXAの基本実験(その1・その2)の各テーマの実験については5年間で実施する計画をWINDS達成基準に照らしてエキストラサクセスの評価基準(実用化への技術的な目処がたつ)について、3年4ヶ月で達成することができた。
- ◆ ミッション期間5年間(残り1年8ヶ月)についてはNICT基本実験及び利用実験の実施を通して確認する。
- ◆ JAXA基本実験が終了したことから、今後はこれまでに得た成果を普及させること、更なる利用拡大や民間企業等への利用の裾野を広げるために新たな利用推進方策について検討を進める。
- ◆ また、東日本大震災での岩手県への通信回線提供支援結果を踏まえ、自治体への更なる利用促進を行う。



# 別紙1 基本実験(その1) 通信機器性能評価

## (1) マルチビームアンテナ(MBA)

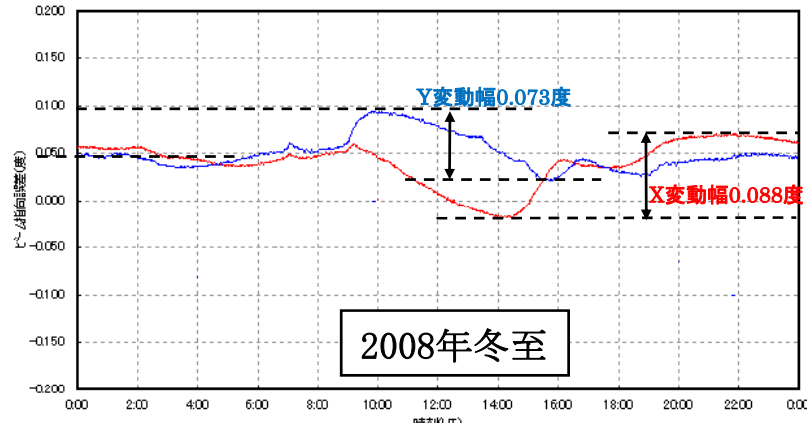
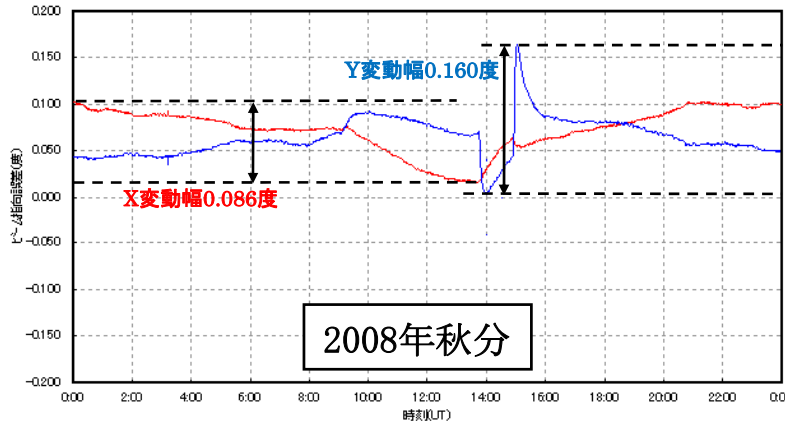
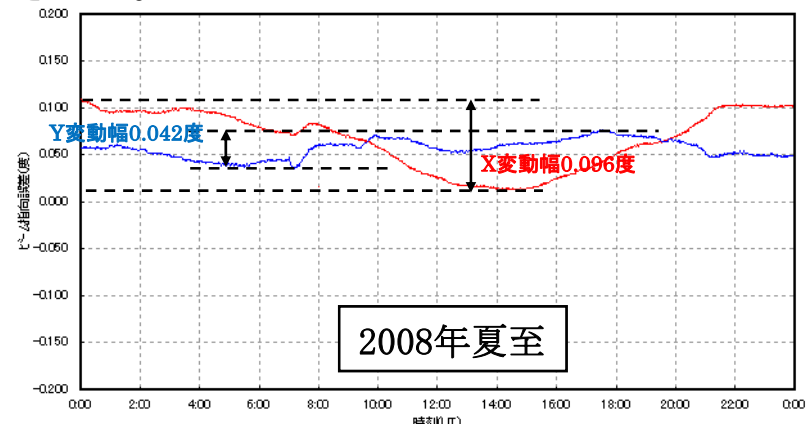
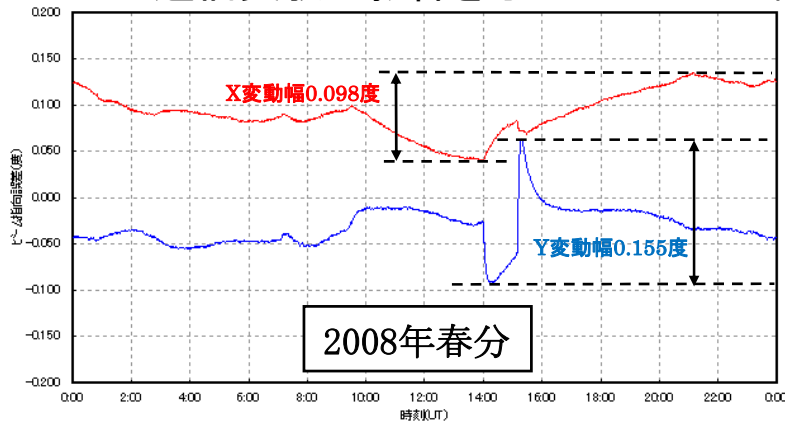


### ■目的

太陽光方向の季節変化による主反射鏡の熱歪が通信実験に与える影響を確認する。

### ■成果

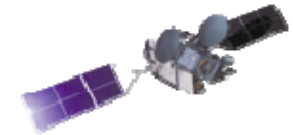
- 総合指向誤差、ビーム指向誤差変動幅はいずれも仕様値を満たしており、主反射鏡の熱歪が通信実験に影響を与えないことが確認された。



■ 2008年のビームポインティングエラー(実測値)



# 別紙1 基本実験(その1)通信機器性能評価 (2)マルチポートアンプ(MPA)



## ■目的

RF出力特性の変化状況を四半期毎に確認し、劣化状況を確認する。必要に応じて、RF特性を良好にするために、MPAの校正を実施する。

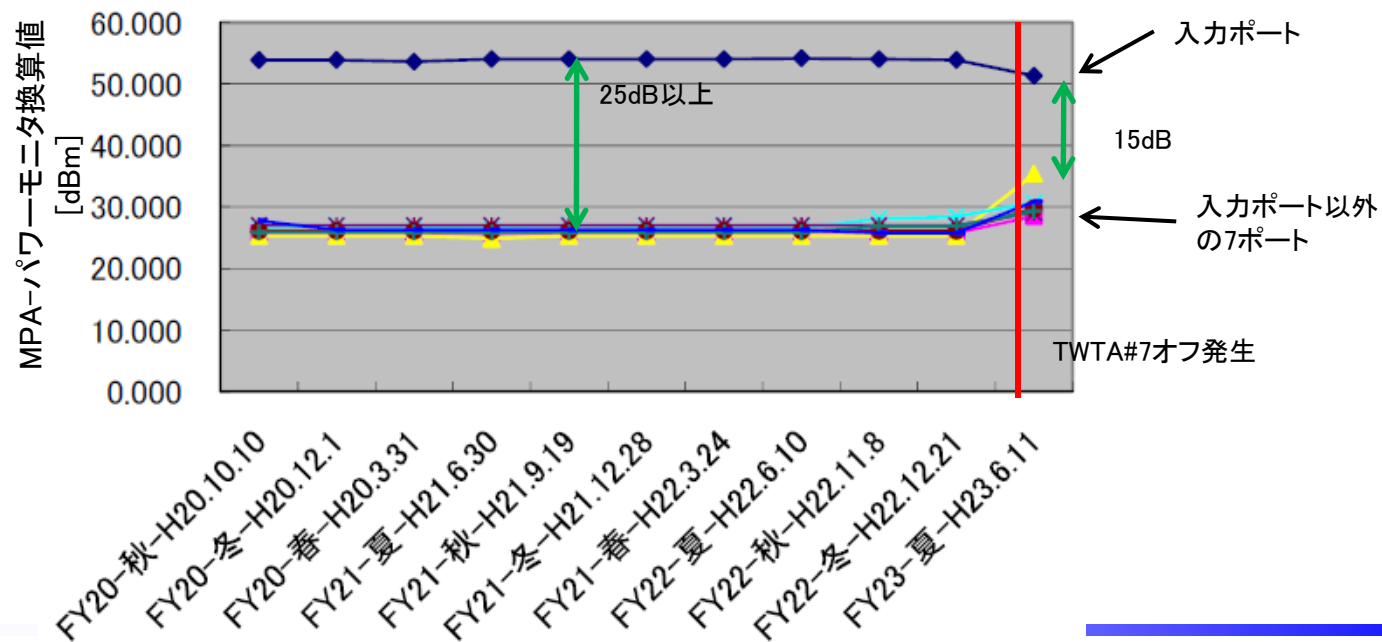
## ■成果

・平成23年6月10日のTWTANo.7オフまでは顕著な経年劣化や故障は見られなかった(下図参照)。

上記オフによりアイソレーションが劣化しているが、現在実施されている実験には支障ない。

※MPAは1つの信号を8つに分配し、再度8つの信号を1信号に結合する機器であり、信号を入力したポートとその他のポートの差であるポート間アイソレーションにて評価。

・基本実験としてのMPA性能評価は終了とし、今後は軌道上技術評価の一環として実施する。

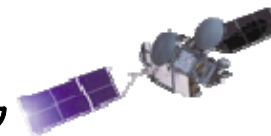






# 別紙1 基本実験(その1)通信機器性能評価

## (2)マルチポートアンプ(MPA) 進行波増幅管No.7 電源オフ



【事象】平成22年10月にマルチポートアンプ(図1参考)進行波増幅管TWTA No.7の高圧電源がオフとなる事象が発生。再起動し正常復旧したものの、平成23年4月頃から高圧電源オフが多数発生。6月には高圧電源オンコマンドを送信したが、正常復旧しなかった。

【現状】TWTA No.7の電源をオフし、現在は進行波増幅管7本で運用を継続している。

【実験への影響】出力が1dB程度低下するがマージンの範囲内。また、ポート間アイソレーション(選択されたポート以外への漏れ信号出力の程度)が劣化するため、NICTが予定している広帯域伝送実験に影響が出る可能性があり、今後、共同で影響について確認する予定。その他の実験には影響がない。

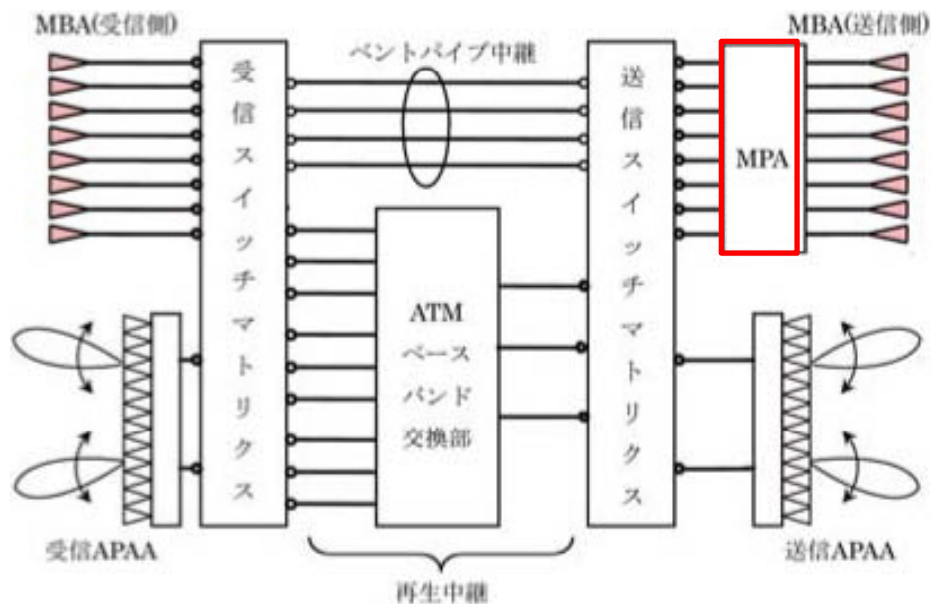


図1: 搭載中継器の構成

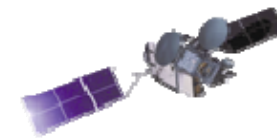
MPAのTWTAは設計上1本の故障までは対応。

今回2本目が故障したことからポート間アイソレーションのみが規格外になった。



# 別紙1 基本実験(その1)通信機器性能評価

## (3) アクティブフェーズドアレイアンテナ(APAA)

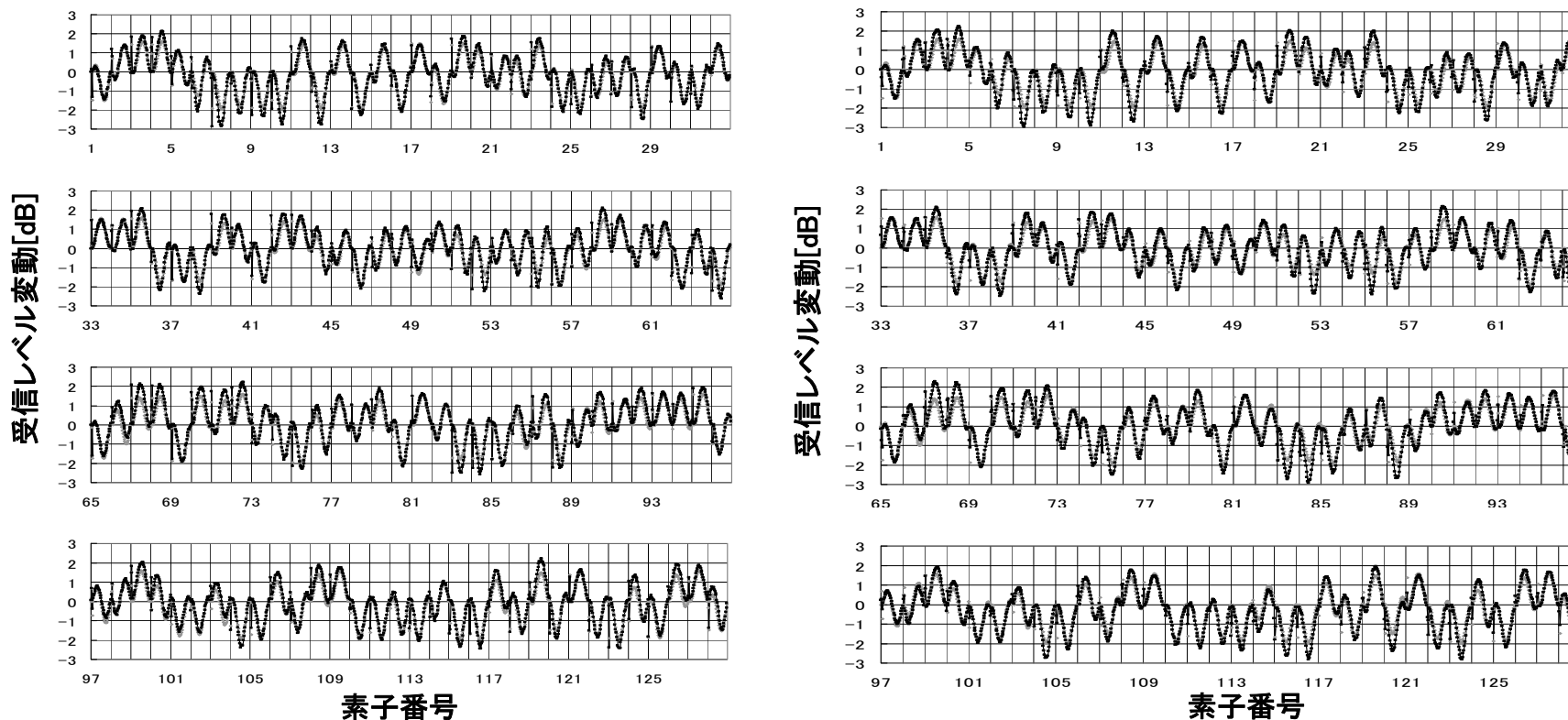


### ■ 目的

APAA128素子のアンテナ放射特性の変化状況を四半期毎に確認し、通信実験に影響ないことを確認する。

### ■ 成果

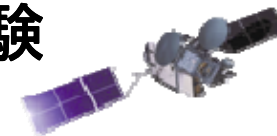
現在まで顕著な経年劣化や故障は見られず、良好な放射特性を維持し、通信実験に影響はない。継続して性能が安定していることから、JAXAのAPAAの性能評価は終了とする。



■ 取得データ例: RXビーム1(左:2008年10月、右:2011年1月) ※黒:予想値、灰:実測値



# 別紙2 WINDS基本実験(その2) マルチキャスト実験



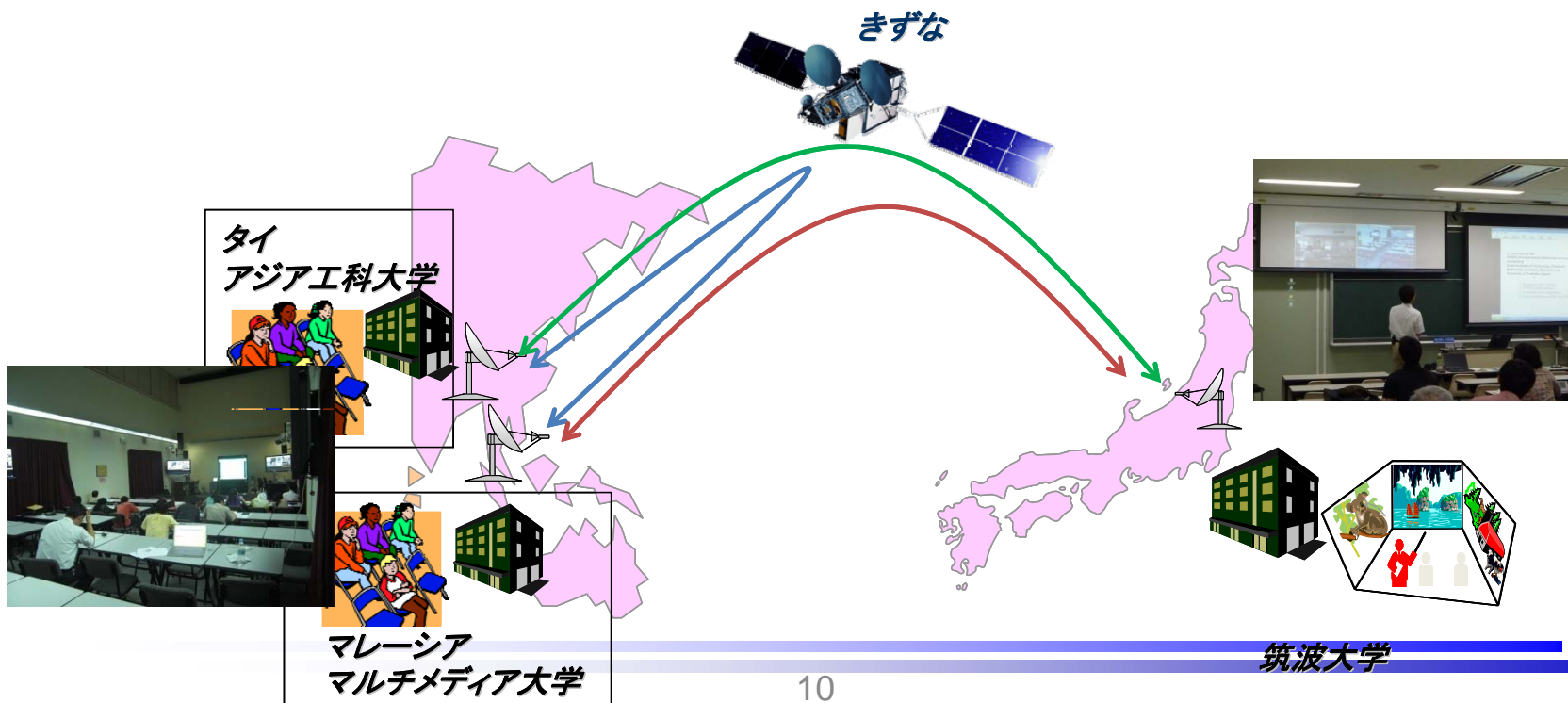
## 遠隔教育実験

### ■目的

衛星回線による多地点における遠隔授業の有効性を検証する。

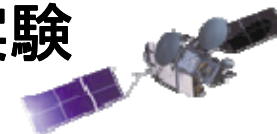
### ■成果

- ・従来の衛星に比べ遅延が半減し、会話をスムーズに行うことができた。
- ・筑波大学が調達した地球局による自立運用により、単位取得制の授業として実施された。
- ・この成果が、利用実験のみならず、国連アジア太平洋統計研修所(SIAP)での研修に適用された。





# 別紙2 WINDS基本実験(その2) アクセスパッチ実験



## 東日本大震災対応

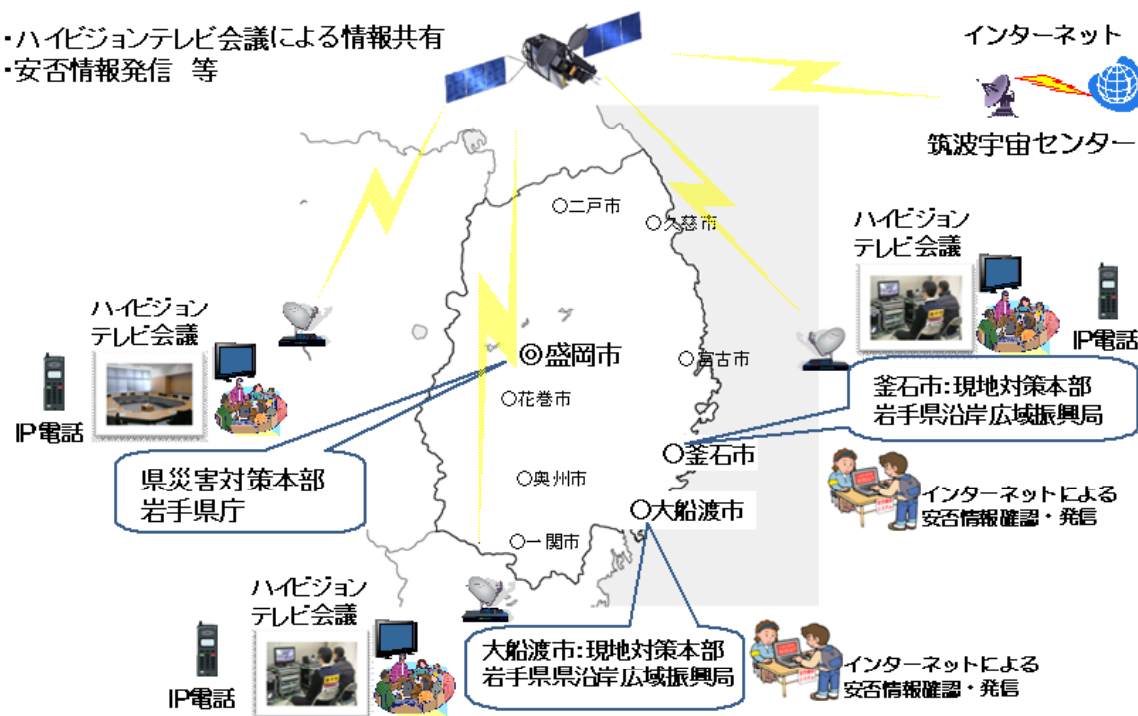
### ■概要

東日本大震災を受け岩手県災害対策本部への通信回線提供を、災害対策本部(盛岡市)と現地対策本部(沿岸広域振興局2拠点:釜石市、大船渡市)へ平成23年3月20日から4月24日まで実施した。

### ■成果

- JAXAと災害NPOとの実証実験の通信機材や通信構成をそのまま適用できることを実証
- HD品質のTV会議による災害対策本部と現地対策本部間との情報共有や無線LANによるインターネット接続を通じて、被災者の安否情報確認、県職員や国や自治体の災害派遣チームの情報共有
- 復旧支援活動に貢献できた

・ハイビジョンテレビ会議による情報共有  
 ・安否情報発信 等



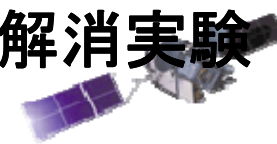
岩手県災害対策本部と釜石の現地対策本部間でのテレビ会議の様相(県で撮影)



釜石の現地対策本部の1階ロビーでインターネット利用している住民の様相



## 別紙2 WINDS基本実験(その2) デジタルデバイド解消実験 フェリーさんふらわあ共同実験

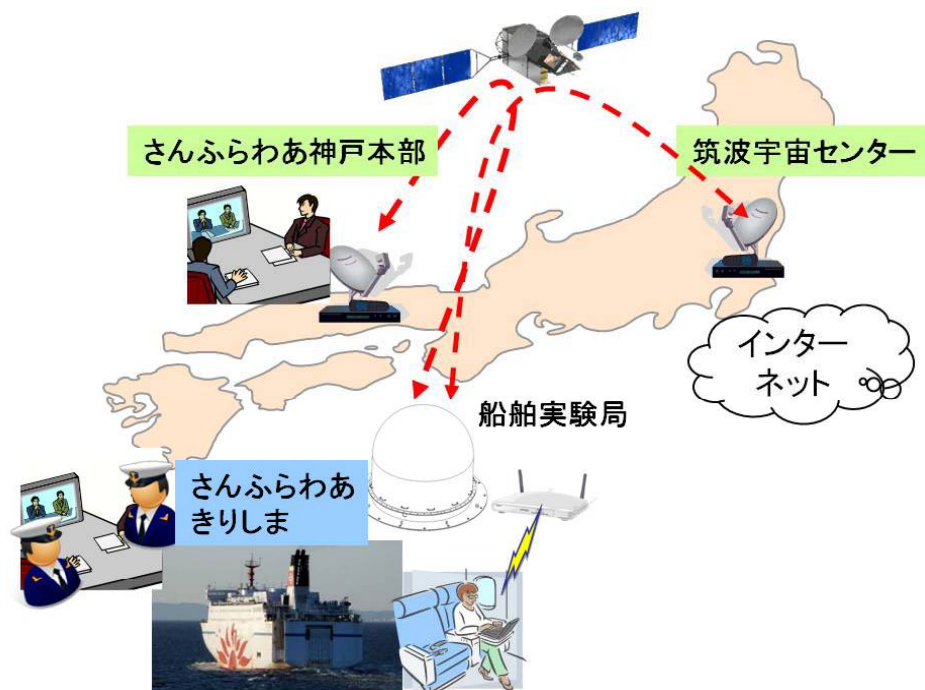


### ■目的

実際に運行されている船舶にテレビ会議やインターネットを供することができるか検証する。

### ■成果

海洋研究開発機構との洋上船舶通信実験の成果を踏まえ、動揺安定台及びアンテナの一体化を開発し、安定した世界一の通信速度が実現可能である事を確認した。



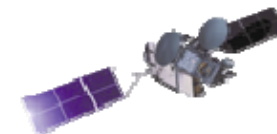
「きりしま」上のテレビ会議の様子



神戸本部のテレビ会議の様子



# 別紙3 エキストラサクセス(アクセスパッチ)



アクセスパッチ

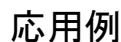
防災分野

## 災害NPO実証実験



- ・インターネットによる安否情報確認・発信
- ・ハイビジョンTV会議による情報共有

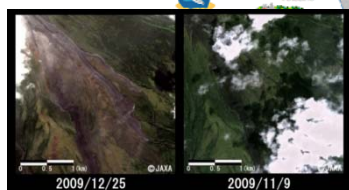
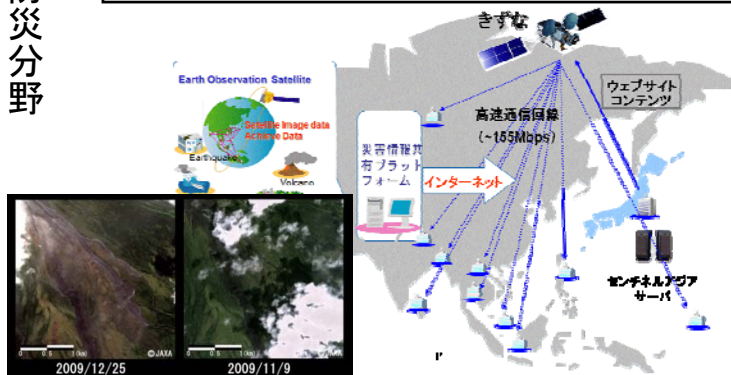
## 東北地方太平洋沖地震 岩手県への通信回線提供実験



応用例

- ・県災害対策本部と現地対策本部間でのTV会議による情報共有
- ・インターネット利用し安否情報確認する被災者(釜石)

## センチネルアジア実証実験

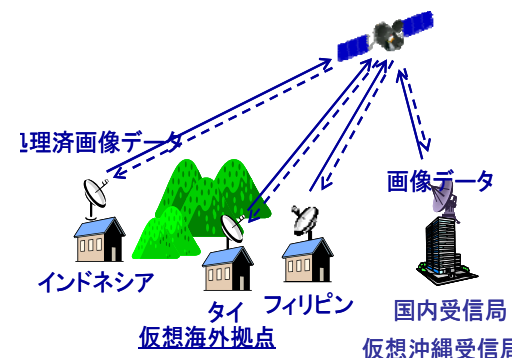


- ・衛星観測画像等の大容量ファイルを高速伝送できることを検証

## (株)パスコによる地球観測衛星データ配信



応用例



- ・衛星観測画像等の大容量ファイルを国際間で高速伝送
- ・民間での実験利用の裾野を拡げた



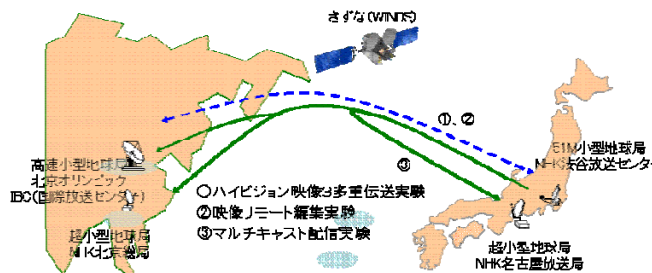
# 別紙3 エキストラサクセス(アクセスパッチ・マルチキャスト)



アクセスパッチ

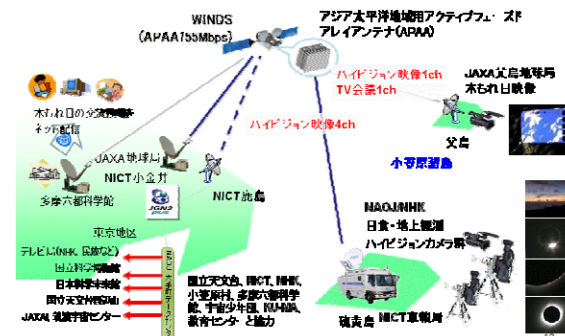
報道分野

## NHKとのハイビジョン伝送実験(北京オリンピック)



・3チャンネルのハイビジョン映像をリアルタイム中継できることを検証。

## 皆既日食中継



・複数チャンネルの皆既日食ハイビジョン映像をリアルタイム中継し、世界中に配信し、感動を与えた。

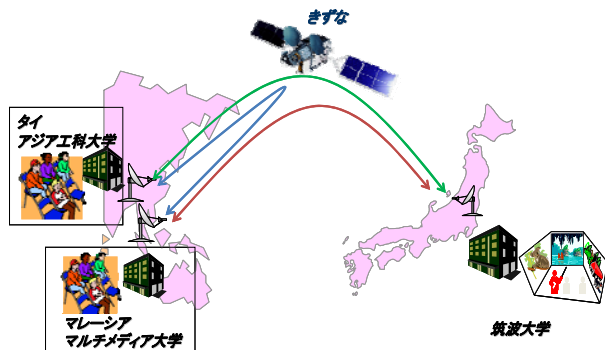


応用例

マルチキャスト

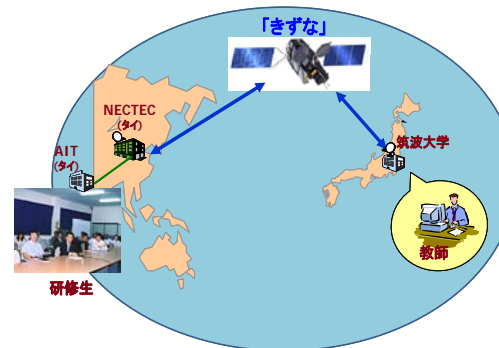
教育分野

## 筑波大遠隔教育実験



・従来の衛星に比べ遅延が半減し、会話をスムーズに行うことができ、遠隔教育に利用可能であることを検証。

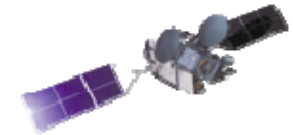
## 国連SIAPの遠隔統計研修



・遠隔教育と同じシステムでアジア統計職員の研修に利用され、国際貢献に繋がった。



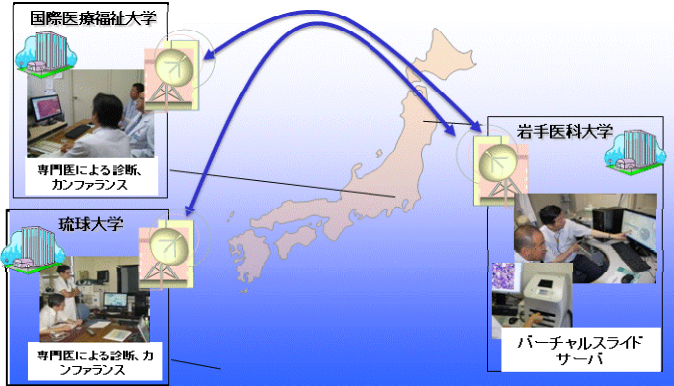
# 別紙3 エキストラサクセス(デジタルデバイド解消)



デジタル・デバイド解消

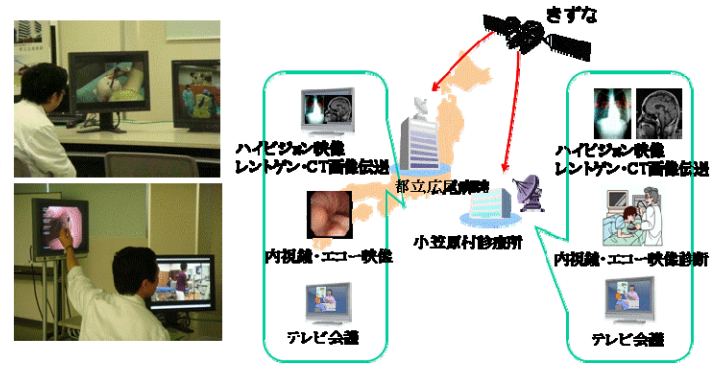
遠隔医療への応用分野

## 遠隔医療実験(大学)



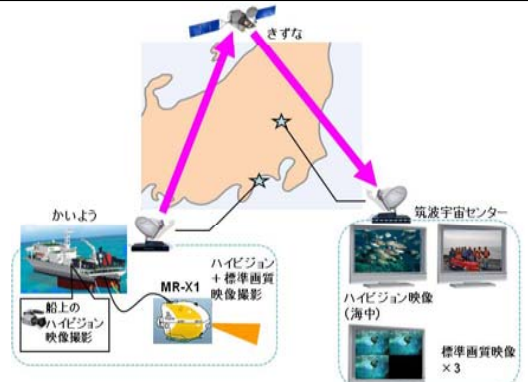
- 顕微鏡の遠隔操作や専門医によるカンファレンスにて遠隔病理診断が可能であることを検証。

## 遠隔医療(病院)



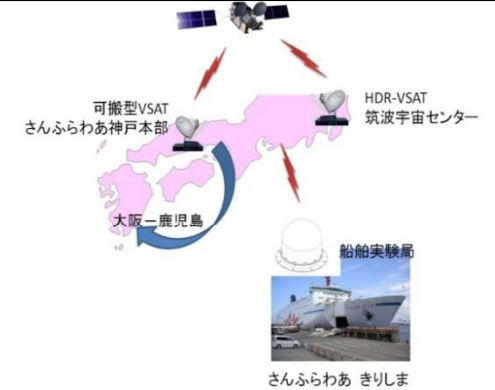
- 離島診療所とその支援病院間での放射線画像や内視鏡映像の伝送とリアルタイム技術指導で確実な治療、患者の状態改善に繋がることを示した。

## JAMSTECとの洋上船舶通信実験



- 動揺安定台を用いて、ビーム指向が狭いKaバンドでも航行中の船舶から安定して高速通信が可能であることを検証。

## 旅客船「フェリーさんふらわあ」による洋上船舶通信

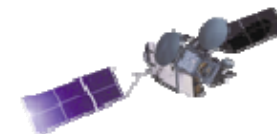


- アンテナと動揺安定台一体化システムを開発し、運行中のフェリーから世界最高速の通信を行い海上での高速通信の可能性を上げた。





## 別紙4 「きずな」バス系の運用状況



○平成20年2月の打上げ後、約3年4ヶ月経過し、各バス系とも規格値内を満たす安定した運用を実施中。

項目		実績値
電源・パドル系	電力制御機能(バス電圧)	50.0～50.2 Vと規格値を満足
	パドル発生電力	6.1kw (平成23年5月末現在)と規格を満足
姿勢制御系	三軸姿勢安定方式制御機能 (定常時／軌道制御時)	3軸とも安定しており規格を満足
統合型推進系	軌道及び姿勢保持可能期間 (残推薬量)	打上げ後3年4ヶ月経過。 打上げ後7年3ヶ月(平成27年5月) <sup>※1</sup> まで対応可能な見込み。

※1: 静止軌道投入後の実残推薬量(実績)、今後の軌道及び姿勢保持に必要な推薬(解析値)に基づき算出。最悪値。

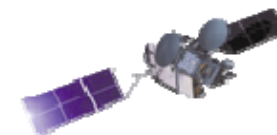
○実験に影響がある新たな不具合はない。

・太陽センサ、リモートターミナルユニット及びバッテリーについては、これまでの運用を継続する。

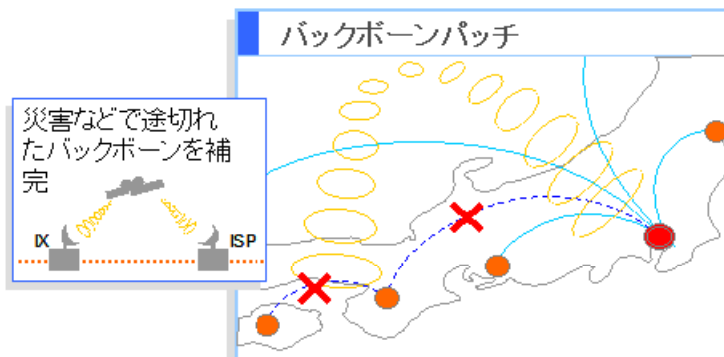


# 参考 1 実験テーマ

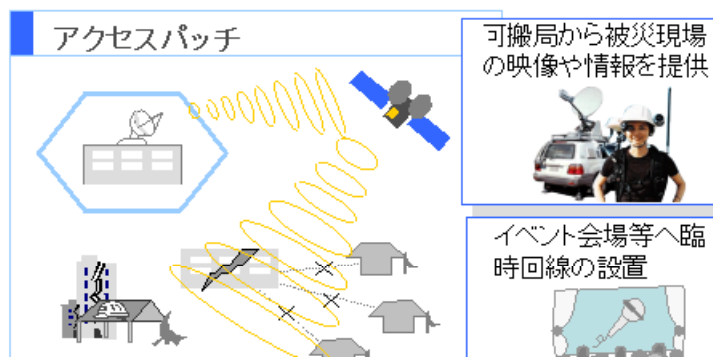
## 特徴的な利用と基本実験例



WINDSの特徴を活かして4つの実験に区分して実施。



地上網との接続実験/NICT

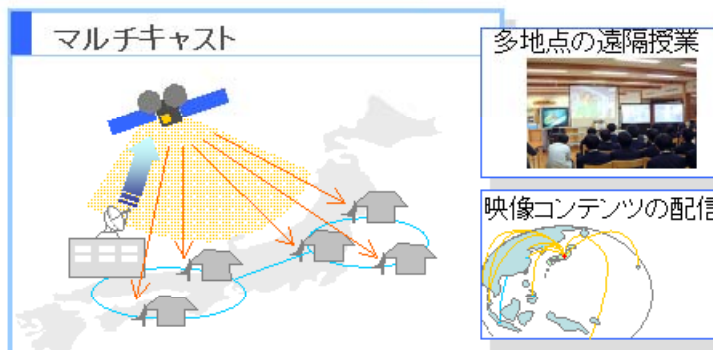


防災実験(センチネルアジア、国、県、NPO)  
ハイビジョン映像多重伝送実験(NHK)



デジタルデバイド解消実験(小笠原村、都立広尾病院)

洋上船舶通信実験(JAMSTEC、旅客船)



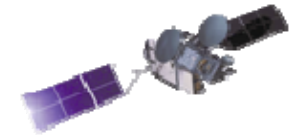
遠隔教育実験(筑波大、マレーシア、タイの大学)

ALOSクイックルックデータ配信実験

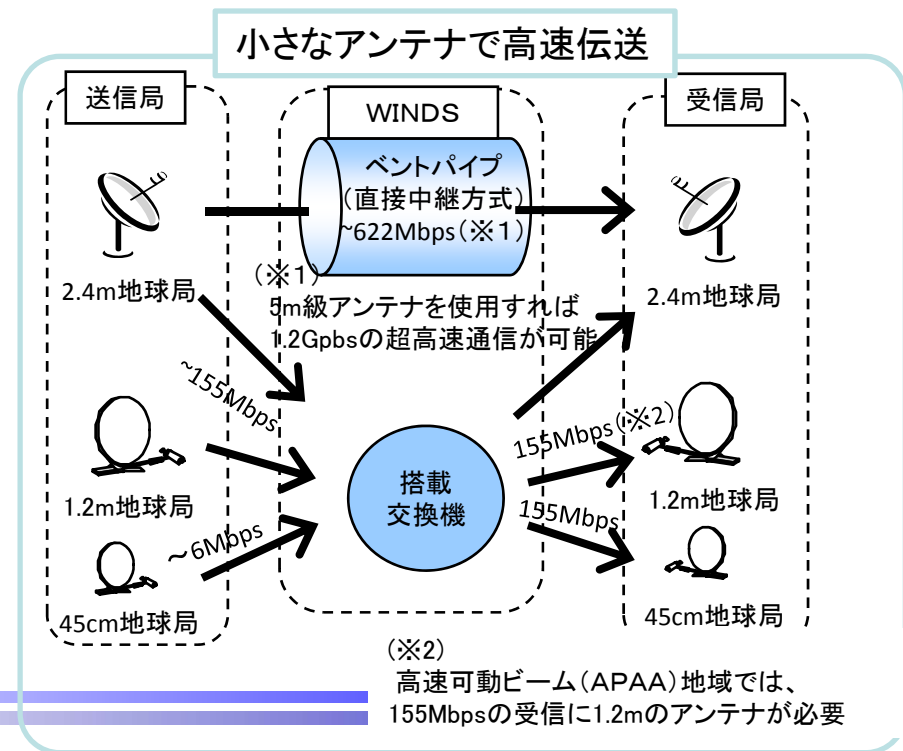
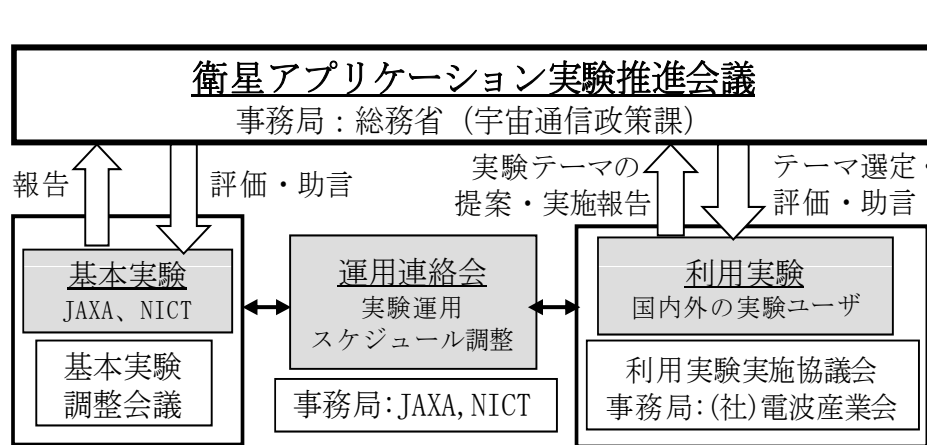
注:バックボーンパッチはNICTによる実施



## 参考2 「きずな」の概要(その1)

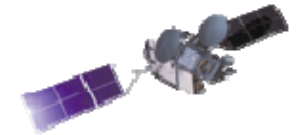


- **アジア・太平洋地域のデジタル・デバイド解消**、衛星利用の高度化等に必要なギガビット級のインターネット通信を可能とする技術の確立を目的に、情報通信研究機構(NICT)と宇宙航空研究開発機構(JAXA)が開発した研究開発衛星
- 衛星搭載交換機による方式で上り・下り**最大155Mbps**、ベントパイプ(直接中継する方式)で最大1.2Gbpsまでの通信が可能
- 高利得の**MBA(マルチビームアンテナ)**で日本国内及びアジア主要都市をカバーし、ビーム方向を高速に走査できる**APAA(アクティブフェーズドアレーアンテナ)**でアジア太平洋地域を広くカバー





# 参考2 「きずな」の概要(その2)



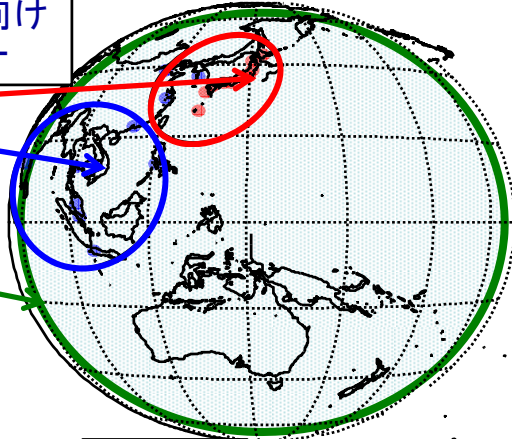
## 超高速インターネット衛星「きずな」

打上時期：2008年2月23日  
 (H-II A ロケット14号)  
 軌道：静止衛星軌道  
 質量：約2,700kg  
 寸法：2m×3m×8m

国内及び近隣国向け  
 固定アンテナ

東南アジア向け  
 固定アンテナ

アジア・太平洋向け  
 可変アンテナ



**特徴1**  
 超小型地球局で高速通信を実現！

**特徴2**  
 アジア・太平洋全域をカバー！

**災害時の通信回線の確保**  
 - バックボーン回線のバックアップ(1.2Gbps)  
 - 小型可搬局による被災地からの高精細画像伝送(155Mbps)

**遠隔地への回線提供**  
 - 日本及びアジア・太平洋地域におけるデジタルデバイド解消に貢献

**マルチキャストサービス**  
 - SHV(Super High Vision)伝送実験  
 - 遠隔医療  
 - e-Learning