

通信衛星開発の今後の方向性について

平成23年4月25日

文部科学省

(独)宇宙航空研究開発機構

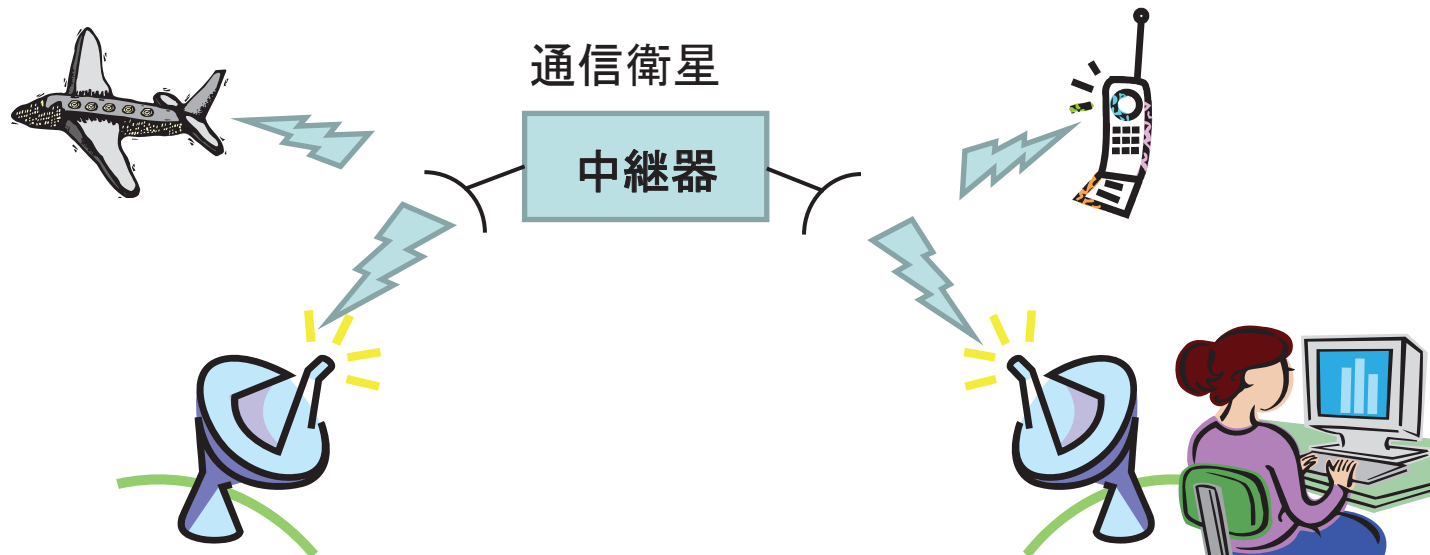
目次

1. 通信衛星の概要	.....	3
2. JAXAによる人工衛星開発と実利用への貢献	.....	4
3. 我が国で開発された機器の技術移転例	.....	5
4. 通信衛星開発の宇宙基本計画での位置づけ	.....	6
5. 通信衛星の開発体制	.....	7
6. 通信衛星の開発方針	.....	8
7. 各プロジェクトの概要		
①ETS-VIIIの概要	.....	10
②WINDSの概要	.....	13
8. 通信衛星開発の今後の方向性	.....	19
(参考1)東日本大震災への支援について	.....	21
(参考2)「きずな」による実証実験例	.....	31

通信衛星の概要

通信衛星のメリットとしては

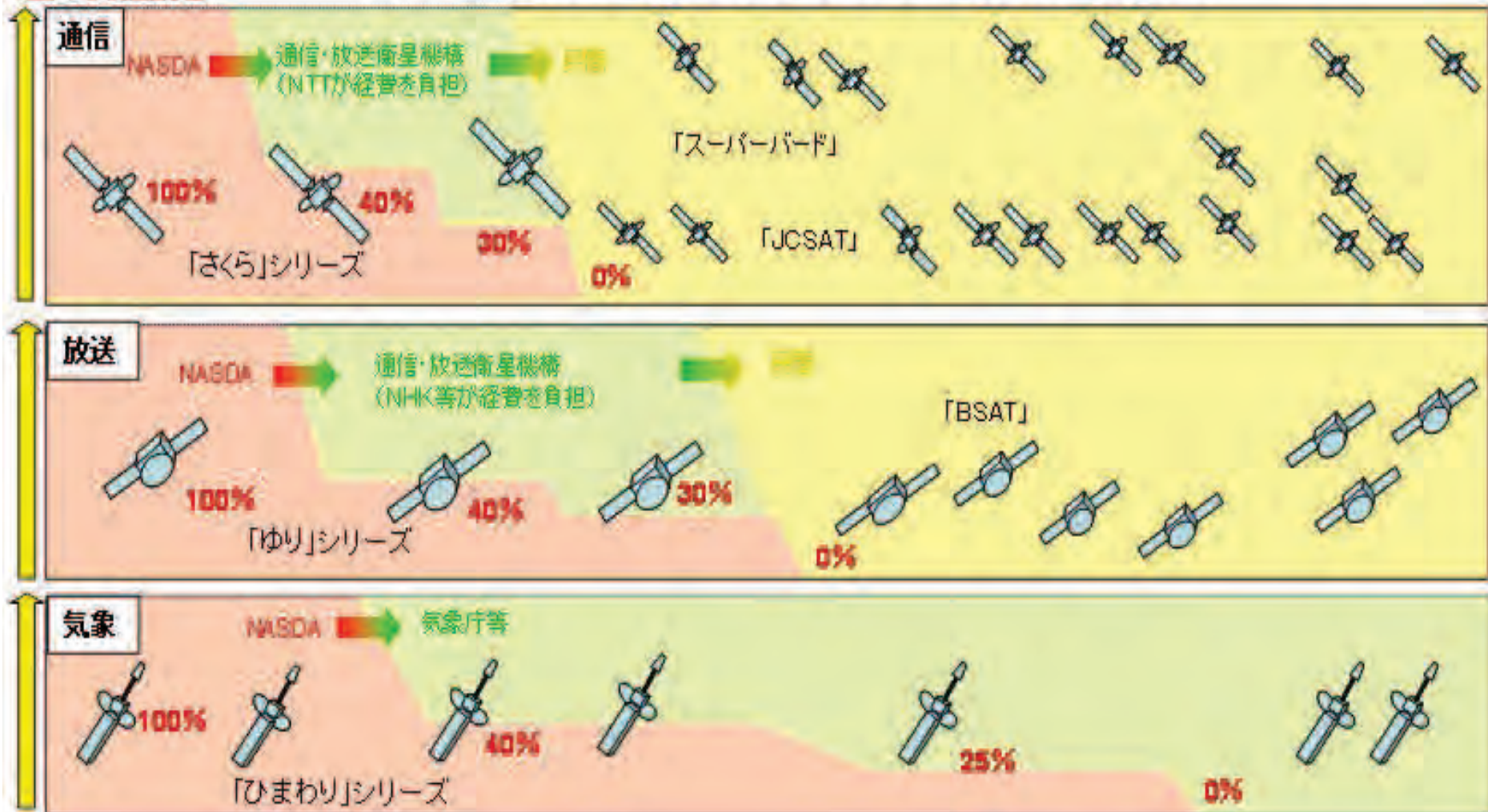
- 地上での災害発生に伴う通信途絶時に代替の通信手段として利用できること
- 地上インフラが未整備の離島や僻地などにも遍く電波が届くこと
- テレビ放送や救急活動のように機動性が求められる現場で即時に活用できること
- 航空機や船舶など地上ネットワークと直接通信できない移動体での利用
等が挙げられる。



JAXA(旧NASDA)による人工衛星開発と実利用への貢献

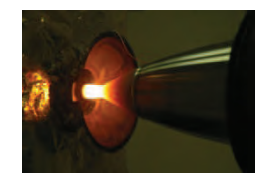
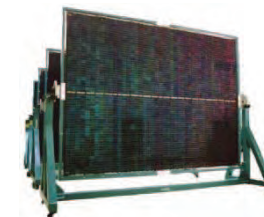
JAXA(旧NASDA)では、これまで通信・放送・気象等の分野において、初期の段階における研究開発衛星を開発し、その成果が段階的に民間や利用省庁の現在のサービス体系の構築に大きく貢献。

国の負担割合



我が国で開発された機器の技術移転例

- 「きく6号」の通信ミッション機器は、商業通信衛星NSTARに搭載され、その後、海外の通信衛星にも展開されている。
- 「きく6号」で開発した「地球センサ」を「かけはし」、「こだま」、「きく8号」、「きずな」と繰り返し使用、企業が低コスト化を進め、海外からも200台以上受注の実績。
- 「きく7号」で開発した「太陽電池パドル」を「こだま」、「かぐや」、「いぶき」と繰り返し使用、企業の受注活動により、海外からも受注。
- 「きく6号」、「かけはし」、「こだま」で確立した技術を踏まえ、「アポジエンジン」を企業が商品化、海外からも40機以上受注。「きずな」でも採用。この他、22Nスラスタを50機以上、海外から受注。
- 「きずな」で開発した「低雑音増幅器」が、海外から200台以上受注。



通信衛星開発の宇宙基本計画での位置づけ

○宇宙基本計画(平成21年6月 宇宙開発戦略本部決定)

C 高度情報通信システム

①社会的ニーズと今後10年程度の目標

(a) 公共の安全の確保

「災害発生時の通信手段の確保」というニーズに対して、災害発生時の災害情報伝達や連絡等のために商業通信衛星を政府・地方公共団体等が利用しているが、衛星専用の地上局(受信アンテナや専用機材)が必要であり、すでに契約数が約1億となった携帯電話など広く普及している汎用の手段での通信は、地上の携帯基地局等に被害が出たような場合には利用できない状況である。このため、今後、携帯電話端末のみにより衛星通信が可能で、地上システムと衛星システムとの共用を可能とする研究開発を実施し、技術試験衛星による実証に進むことを目標とする。

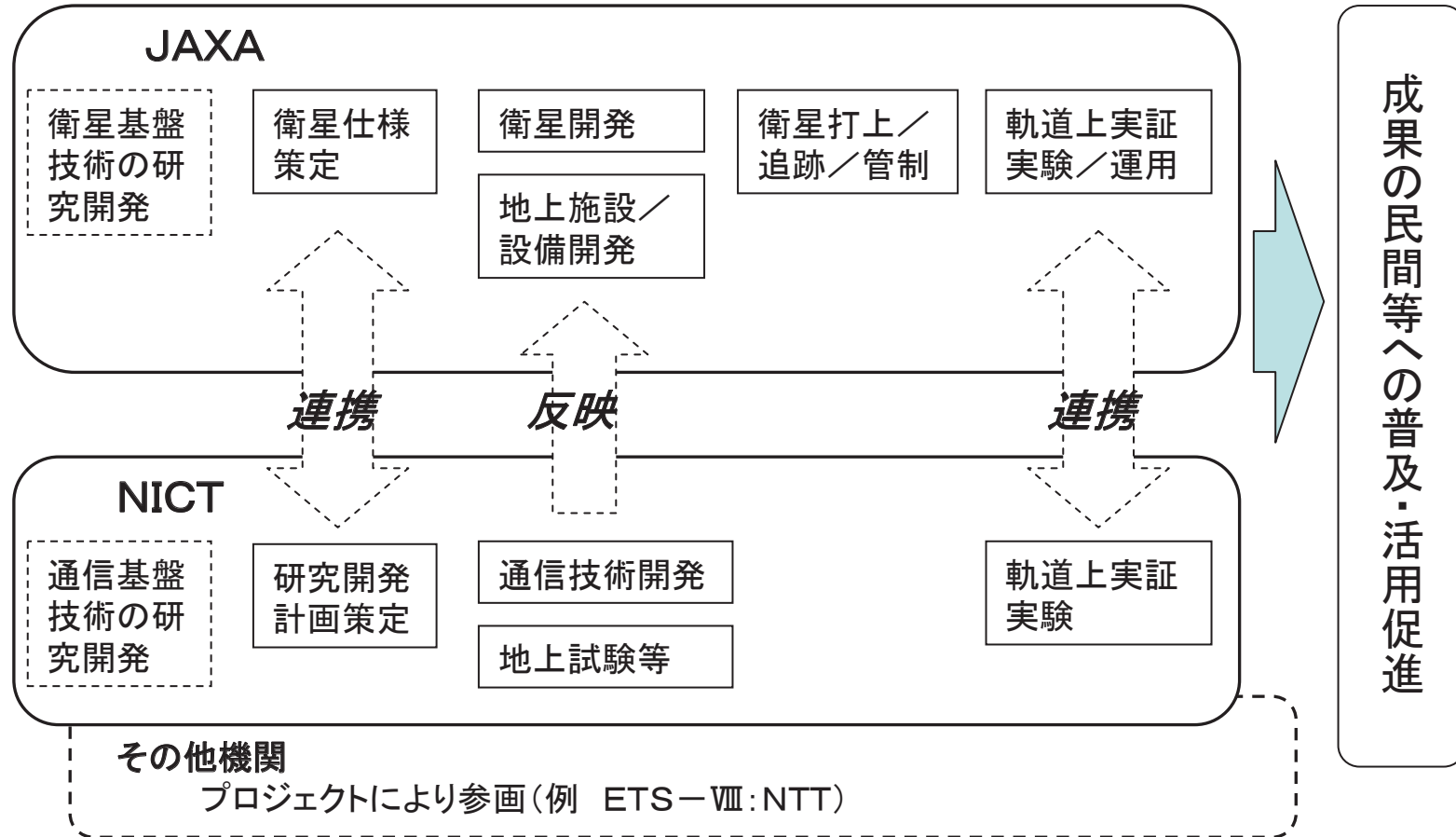
②5年間の開発利用計画

上記目標の実現に向けて、以下の施策を推進する。

- ・携帯電話端末で地上通信も衛星通信も利用可能な地上／衛星共用携帯電話システムの実現を目指し、地上システムと衛星システムで同一の周波数帯を使用可能とするための、干渉回避技術、地上システムと衛星システムの協調技術、大型展開アンテナ技術に関する研究開発を進める。
- ・なお、超高速インターネット衛星「きずな」による高速インターネット通信のアジア太平洋地域や離島等における利用実証実験、技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」による移動体通信に関する利用実証実験を進める。

通信衛星の開発体制

- 国の宇宙基本計画等に基づき、以下のスキームで開発、実証実験等を推進



(※現在のたまかなイメージ)

通信衛星の開発方針(1/2)

第3期科学技術基本計画 分野別推進戦略 フロンティア分野(平成18年3月28日総合科学技術会議)
重要な研究開発課題の一つとして「通信放送衛星システム」が選定され、以下のとおり目標が設定

<研究開発目標>

- ・「きく8号」：2009年度までに大型展開アンテナ技術(19m×17m)、移動体通信技術(手のひらサイズの超小型端末)等を開発し、世界初となる静止衛星と超小型端末間における双方向衛星通信を実現する。
【文部科学省】
- ・「きずな」：2010年度までに無線による広範囲の超高速アクセス(家庭:最大155Mbps, 企業等:最大1.2Gbps)技術を実現し、双方向の衛星通信速度としては世界最高・世界初となるギガビットレベルの技術実証を行う。
【文部科学省】
- ・高度衛星通信技術に関する研究開発：
第2期で開発してきた「きく8号」、「きずな」の通信用搭載機器を利用した衛星通信ネットワークにより、2010年度までに災害対策、デジタルデバイド解消、衛星インターネット等の技術を開発し実証する。
また、災害対策・危機管理のための衛星基盤技術として、携帯端末による移動体衛星通信技術や、同じ搭載通信機で通常時の大容量基幹回線と災害時の多数の小容量ユーザー回線という状況に応じた衛星通信を可能にする技術の開発等を行う。【総務省】

<成果目標>

- ・2010年度までに災害の影響を受けにくいロバストな通信手段の技術実証を行うことにより、離島・僻地におけるデジタルデバイドの解消等によるユビキタスネット社会の実現に資する。【総務省、文部科学省】
- ・2010年度までに、大規模自然災害等においても衛星を利用して確実に情報を送り届けることができるシステムを構築するための基盤となる技術を開発し、国民生活の安全・安心の実現に資する。【総務省】

通信衛星の開発方針(2/2)

「「分野別推進戦略」中間フォローアップについて(平成21年5月27日基本政策推進専門調査会)」において以下のとおり評価

- ・「きく8号」は、平成18年12月に打上げられ、移動体通信の実証が行われた。受信系機器に不具合が発生したものの、中継装置等により対処を行い、防災実験等で成果が挙げられている。また、大型静止衛星バス技術や大型展開アンテナが後続衛星へ技術継承され、商用衛星受注等に繋がっている。今後も、利用機関と連携した更なる技術実証、利用実証の継続が必要である。
- ・「きずな」は、平成20年2月に打上げられ、現在通信利用実験を着実に実施している。これまでに、超小型地球局に対する高速伝送技術が実証された。また、アジア太平洋地域に対する科学技術外交のツールとして大きく貢献しており、今後も、相手国のニーズを踏まえた、長期的な視点による取組が求められる。
- ・これら、「きく8号」や「きずな」を用いた、衛星通信ネットワークにより、災害対策、デジタルデバイド解消、衛星インターネット等の技術実証が行われている。今後もこれらの実証を継続するとともに、実際の防災活動等に適用されるよう、取組む必要がある。また、次世代情報通信技術として、地上と衛星の共用携帯電話システムの実現に向けた研究開発を進める必要がある。

ETS-VIIの概要

開発目的

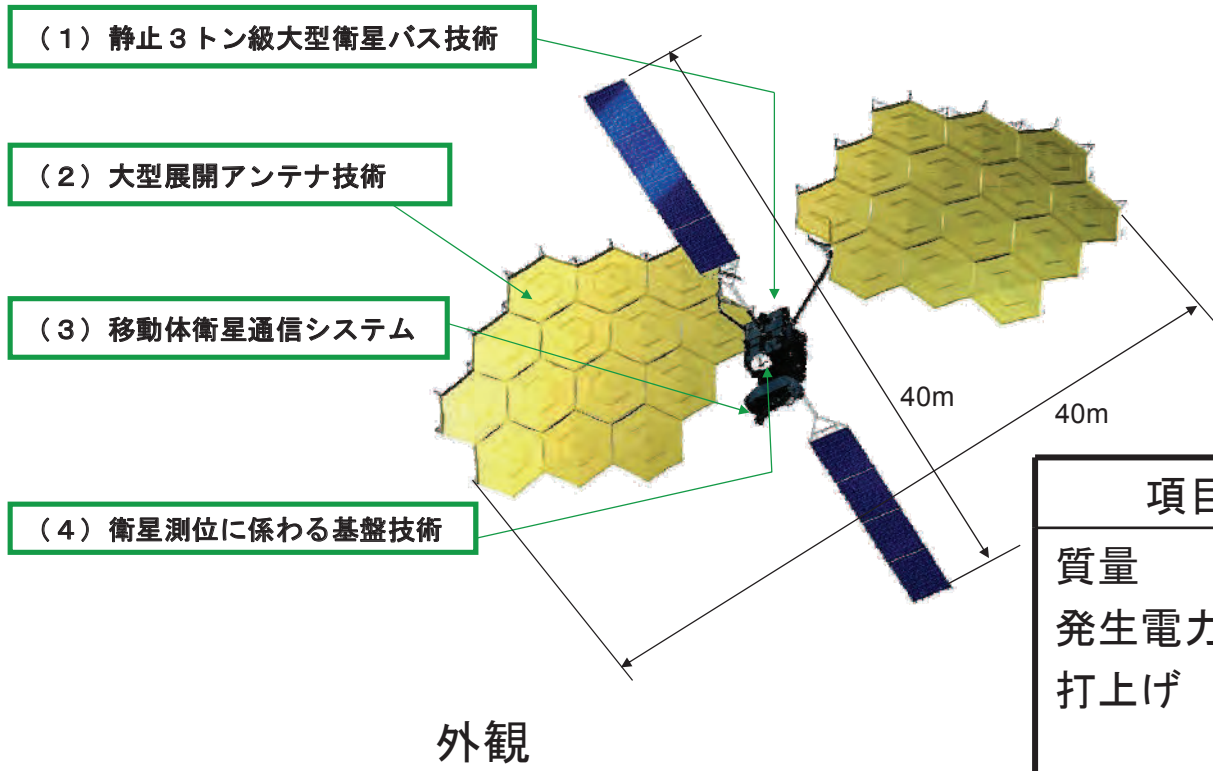
ETS-VIIは、今後の宇宙活動に必要となる先端的な衛星共通基盤技術の開発並びに先端衛星通信システム技術開発を通じて、高度情報化へ進む社会に貢献することを目的とした我が国最大の静止衛星である。そのために必要となる下記技術の開発並びにそれらの実証・実験を行う。

- ① 多様なミッションに対応可能な世界最高水準の
3トン級静止衛星バス技術
- ② 世界最大・最先端の**大型展開アンテナ技術**
- ③ 携帯端末による**移動体衛星通信システム技術**、
並びに画像や高品質な音声の伝送を可能とする
移動体衛星デジタルマルチメディア同報通信
システム技術
- ④ **衛星測位システムの基盤技術**



「きく8号」プロトフライトモデル @筑波宇宙センター

ETS-VIIの概要 (外観及び主要諸元)



主要諸元

項目	諸元
質量	約3トン(軌道上初期)
発生電力	7,5kW以上
打上げ	平成18年12月18日 @種子島宇宙センター
打上げロケット	H-IIAロケット 204型
軌道	静止軌道(146° E)
設計寿命	3年(ミッション機器) 10年(衛星バス)

ETS-VIIIから得られた成果の産業への利用

①3トン級静止衛星バス技術の取得

ETS-VIIIで開発した
静止衛星の標準バス
を活用して、商用衛
星7機の受注に成功

(別途「みちびき」もあり)

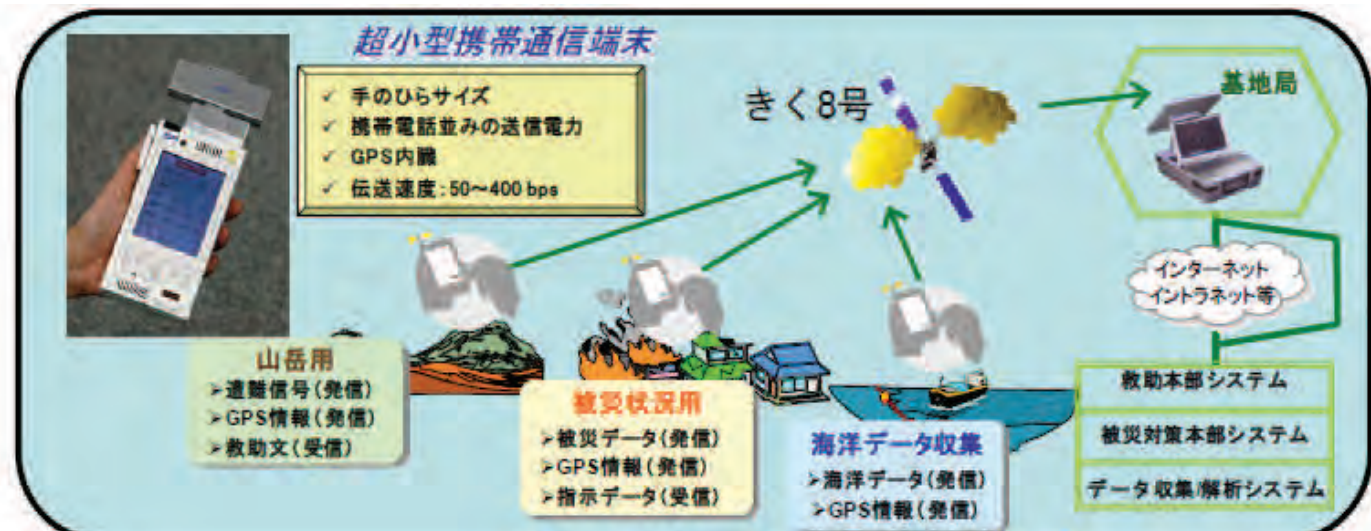


②世界最大・最先端の大型展開アンテナ

超小型携帯通信端末
での技術実証に成功



現在、携帯電話での
直接受信を可能とす
る30m級の大型展開
アンテナについて、
メーカーと共同で開発
を実施中。



WINDSの概要

開発目的

政府IT戦略本部のe-Japan重点計画に基づき、
静止衛星通信が持つ

- ・広域性(地球のほぼ1/3をカバー)
- ・同報性(同時に情報伝達)
- ・耐災害性(災害時でもネットワークが破壊されない)

などの特徴を活かし、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、独立行政法人情報通信研究開発機構(NICT)との協力の下、実施する。

1) 超高速固定衛星通信技術の開発・実証

①通信速度の超高速化に必要な技術

- ・0.45m級アンテナで送受信1.5Mbps/155Mbps
- ・5m級アンテナで1.2Gbps

②通信カバレッジ広域化に必要な技術

- ・アジア・太平洋地域の広域での超高速通信

③利用分野の開拓に必要な通信網システムの整備

2) 超高速固定衛星通信ネットワーク機能の検証
超高速通信ネットワークの検証を行い、
利用実験の実施を促進する。



主要諸元

打上げ	2008年2月23日 / H-II Aロケット
設計寿命	5年
軌道	静止軌道 東経143度
重量	約 2,700kg(静止軌道上初期)
電力	5,200W以上

WINDSの概要(通信速度の超高速化)

きずなMBA(固定アンテナ)と従来衛星の比較

WINDS



Tx & Rx
600Mbps

Tx & Rx
155Mbps

Rx(受信)
155Mbps

Tx(送信)
1.5Mbps

従来衛星

実現困難

実現困難



きずなと従来衛星の通信ネットワークの比較

既存衛星通信システム		きずな
<p>スター型</p>		<p>完全メッシュ型</p>
<p>制御局 子局</p>	<p>制御局 子局</p>	<p>全員参加型</p> <p>子局間同士での通信を実現!</p>

- 従来衛星と比較し遅延時間の半減から会話がスムーズに
- 全員参加型の会議や授業が可能に

小さいアンテナで高速通信を実現

技術的には、既存の商用衛星サービスに比べ、WINDSは50倍以上の高速通信が可能な見通しを得た

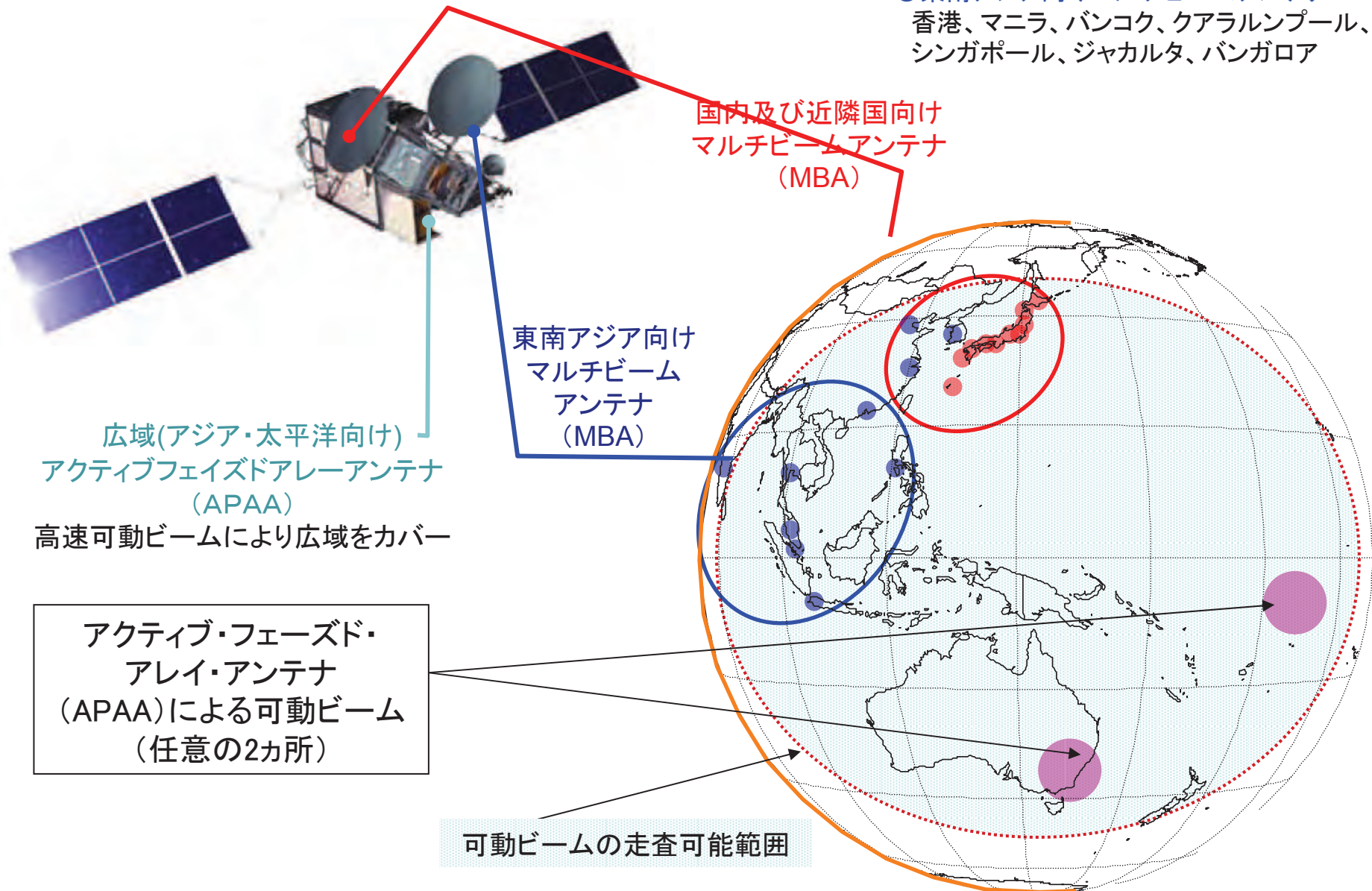
インマルサットBGAN : 上下0.492Mbps

MegaWaveMarine: 上り0.064Mbps、下り3Mbps

「きずな」(WINDS): 上下155Mbps

WINDSの概要 (通信カバレッジ広域化)

- 国内及び近隣国向けマルチビームアンテナ:
日本を9地域分割、及びソウル、北京、上海
- 東南アジア向けマルチビームアンテナ:
香港、マニラ、バンコク、クアラルンプール、
シンガポール、ジャカルタ、バンガロア



WINDSから得られた成果及び産業への展開

①利用の展開

- JAXAが開発した機器の機能性能を確認する実験及びWINDS通信網システムの有効性を実証する実験である基本実験については、平成22年度で終了。
- 平成20年度より主にアカデミックな機関を中心に実証実験を実施し、技術実証されたものから徐々に民間を含む実利用機関との実利用実証へ(参考参照)。
 - ・東日本大震災において岩手県庁、釜石、大船渡の3拠点に小型の可搬型地球局(アンテナ径1.0m及び45cm)を臨時に設置し、ハイビジョンテレビ会議やインターネット回線を提供する等、小型の可搬型地球局にて155Mbpsの高速回線を複数地点で使用可能であることを示した。
 - ・離島での通信や船舶での実験を通してアジア・太平洋の広い地域において高速インターネット回線を提供できることを示した。
- 平成23年度より民間からの新たな発想と主体性を大きく取り込むことによりWINDS利用の更なる促進を図るべく、平成23年3月にRFIを実施。

②WINDSコンポーネントの商用展開

- ・WINDSで開発した低雑音増幅器(LNA)をKaSAT(仏国ユーテルサット社)やYahSAT(アブダビ首長国連邦)などに200台以上納入

注:LNAは低雑音増幅器で地上からの電波を受ける衛星搭載機器

KaSAT:フランス国ユーテルサット社の衛星で2010年12月27日打上げ

YahSAT:アブダビ首長国連邦の衛星でYahSAT1-Aは2011年3月31日打上げ失敗



小笠原村民対象インターネット利用

～デジタルデバイドの解消に貢献～



既存衛星(上り2Mbps、下り10Mbps)をきずな(上下155Mbps)に切り替え、本土のインターネット・サービス・プロバイダに接続し、村民利用によるブロードバンド通信・利用環境を検証

利用期間: 2009年11月

利用対象: 東京都小笠原村(父島)の村民 (人口:2,031人/世帯数:1,101(2009.9.1現在))

利用結果:

- 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。
- 利用者からは、“**グーグルマップやYouTubeでは明らかな違いを体感**できた。断然速い。”との声が届いた。

今後の展開: 実験の成功を受け、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検討中





海洋ブロードバンド実験

～海洋地域への展開～



- 海洋におけるデジタルディバイド解消や海洋ブロードバンドに伴う新たなイノベーション創出に向けた船舶通信の為の実証実験を東京海洋大学協力の下、JAMSTECと共同して実施。
- 既存の商用衛星によるサービスは最高でも3Mbps程度であり、本実験により実証されたWINDSによる海上からの高速通信技術により、将来、海上での通信環境の大幅な改善が期待される。
- 海洋の開発・利用・保全や海洋活動の安全・安心に資するための情報通信技術として利活用が期待される。

- ✓ JAMSTEC所有の深海自律型無人探査機によって撮影した海中ハイビジョン映像1chと標準画質映像3ch、及び船上のハイビジョン映像1chの合計5ch、37Mbpsの映像伝送に成功(2010年8月)
- ✓ 日本近海で船舶に提供されている衛星通信サービスに対して10倍以上の高速通信を達成



通信衛星開発の今後の方向性(その1)

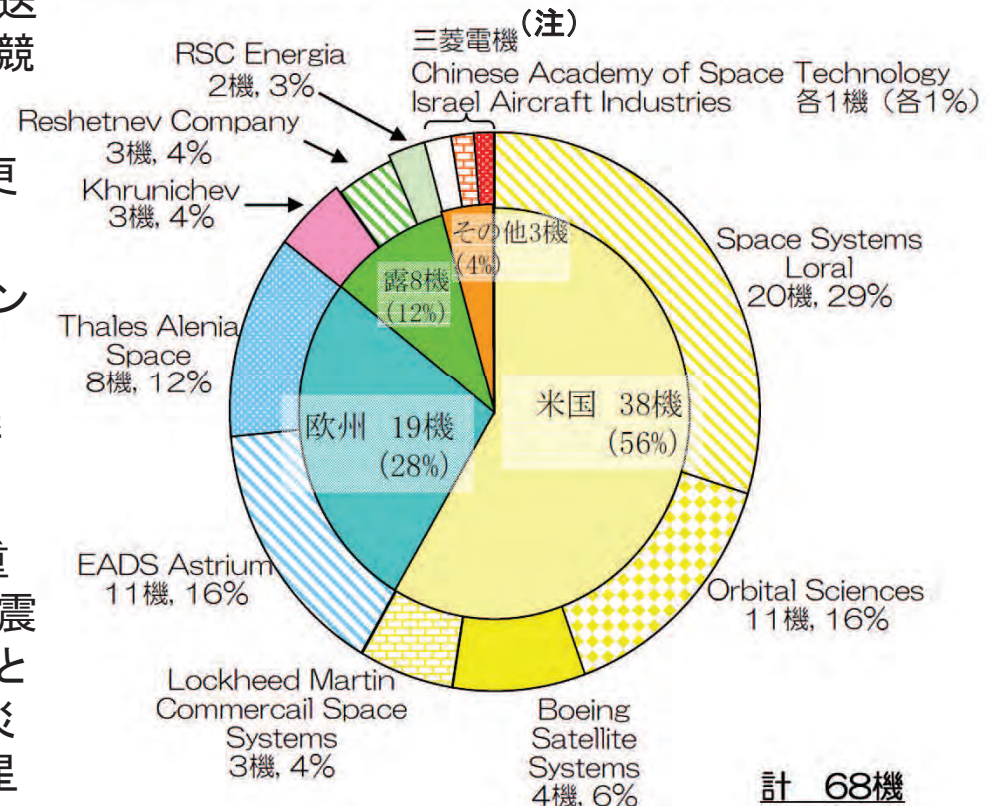
世界の宇宙機器市場の中でも規模の大きい通信・放送衛星機器市場は、現在欧米が独占しているが、近年日本の技術が評価されつつあり、2008年には日本企業が世界市場において我が国初となる国産通信衛星の受注に成功。

①世界の衛星ユーザの急速な通信需要の変化等に対応して、ニーズを捉えた以下の次世代通信・放送衛星技術等の研究開発を推進し、我が国の国際競争力を強化する。

- ・打上げ後においてもサービスエリアを柔軟に変更できるような通信衛星
- ・衛星通信の広域性を活かして広大な海洋でもインターネットが出来るような通信衛星
- ・観測衛星の高速データ伝送に必要なデータ中継衛星

②一方、東日本大震災で経験した通信インフラの重要性を踏まえ、例えば、携帯電話に緊急情報(余震情報、津波警報、避難経路等)を直接伝達することや可搬局によるインターネット通信を可能とする災害時の非常用通信の緊急確保のための通信衛星システムの実現可能性について検討する。

商業静止衛星企業別受注残・受注機数シェア(2008年)



(注)2011年までに追加で4機受注。

通信衛星開発の今後の方向性(その2)

<通信衛星開発の今後の方向性(文部科学省・JAXA)>

(1) 衛星基幹技術について

- ・我が国の各種衛星システムの開発を進める上で、常に技術の向上を図るべき衛星基幹技術として、通信、気象・観測分野等における新しいミッションへの対応が可能な新型静止衛星バス(最先端の技術を適用:衛星内ワイヤレス化、衛星内高速処理・自己診断によるインテリジェント化等)を開発

(2) 通信ミッション機器技術について

① 大型展開アンテナの大型化、高周波数化

- ・現在、携帯電話程度の大きさの受信機で直接受信を可能とする30m級S帯アンテナの研究を進めており、これを踏まえて更なる大型化
- ・高周波数化により可搬局でインターネット通信を可能とする5m級Ka帯アンテナ

② 宇宙光通信の実用化

- ・光通信の適用により衛星間通信機器を小型化し、観測衛星とデータ中継衛星に配備

③ その他、共通通信機器の先端技術による小型化、高効率化(窒化ガリウム素子を用いた送受信機等)

(3) 通信基盤技術の研究開発を担う総務省／NICT、民間(衛星製造業者や通信事業者など)との一層の連携強化

(参考1) 東日本大震災への支援について

1. 「きずな」、「きく8号」による東日本大震災への対応

東日本大震災では、地震及び津波により、固定電話、携帯電話から海底ケーブルまで被害を受けるなど、被災直後から、通信手段の多くが使用出来ない状況になった。このため、岩手県や大船渡市等の自治体から要請を受け、「きずな」、「きく8号」による衛星通信回線の提供を行った。

(1) 「きずな」による岩手県への衛星通信回線の提供

- ◆ 岩手県災害対策本部から要請を受けた文部科学省からの依頼により、岩手県災害対策本部の指揮管理下で通信回線を提供
- ◆ 3月20日から県災害対策本部(盛岡)、現地对策本部(釜石)の2地点で通信回線の提供
- ◆ 3月24日から現地对策本部(大船渡)を加えた3地点間で通信回線の提供

(2) 「きく8号」による大船渡市、大槌町への衛星通信回線の提供

- ◆ 岩手県大船渡市からの要請を受けた文部科学省からの依頼により、3月24日から大船渡市役所の指揮管理下で通信回線を提供(市役所のインターネット環境が整ったため、4月10日提供終了)
- ◆ 岩手県災害対策本部から要請を受けた文部科学省からの依頼により、4月4日から現地对策本部兼避難所となっている大槌町中央公民館で通信回線を提供²²

2. 「きずな」、「きく8号」の教訓からの提案

「きずな」、「きく8号」による東日本大震災への対応の教訓から、災害に対応する新たな利用を提案する。

□「被災下でもインターネットへの期待が高い」

- インターネットは情報収集手段として非常に強力であり、安否確認の最新情報を検索する等の利用要望が多い。
- 被災地では、音声だけでなく、地図情報やリアルタイム映像等が非常に重要。
- このため、災害発生後に、バッテリーや自動車の電源等で使える衛星通信の可搬局によりブロードバンド・インターネット接続環境を確保する。

□「緊急情報の提供」

- 災害発生直後に、緊急情報(余震情報、津波警報、避難経路等)を被災者の普通の携帯電話に人工衛星から直接、伝達する。
- また、緊急遭難信号の収集や、災害発生を想定し日頃から、地震計や津波センサのデータ伝送を地上通信網に加えてバックアップとして衛星通信で収集する。

【補足資料①】岩手県への「きずな」通信回線の提供について

□ 目的

- ・ハイビジョンテレビ会議による情報共有
- ・IP電話による情報共有
- ・インターネットによる安否情報確認等

□ 取り組み状況

- 3月17日 筑波宇宙センター発、県庁到着、機材設置場所確認
- 3月18日 県災害対策本部(盛岡) :機材搬送、アンテナ設置
現地対策本部(釜石) :盛岡から釜石へ移動、機材設置場所確認
- 3月19日 現地対策本部(釜石)でのアンテナ設置、2地点間で接続確認完了
- 3月20日以降 通信回線の提供
- 3月24日 現地対策本部(大船渡)でのアンテナ設置、3地点間で接続確認完了
これ以降、通信回線の提供

□ 「きずな」による災害時の通信

岩手県災害対策本部の指揮管理下で通信回線を提供

「きずな」の運用形態は、「災害等特別運用」として実施。(総務省の衛星アプリケーション実験推進会議(H19.5.30)資料による)

□ 利用形態・成果

<テレビ会議>

- ・県災害対策本部と現地対策本部(釜石)間での情報共有(3/25以降毎日:災害対策本部主催の連絡調整会議)
- ・現地対策本部の釜石と大船渡間での情報共有(釜石と大船渡の沿岸広域振興局に各々局長、副局長が在籍し、局長と副局長間での利用)

<インターネット>

- ・住民による安否情報確認・発信、ニュース・公的手続き等の生活情報
- ・自治体派遣の医療チーム、海上保安庁、ボランティアによる関係者との情報共有や地図情報確認

【補足資料①】

岩手県でのWINDS利用

- ・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

