

中期目標期間実績

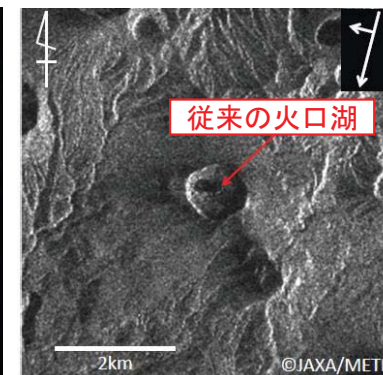
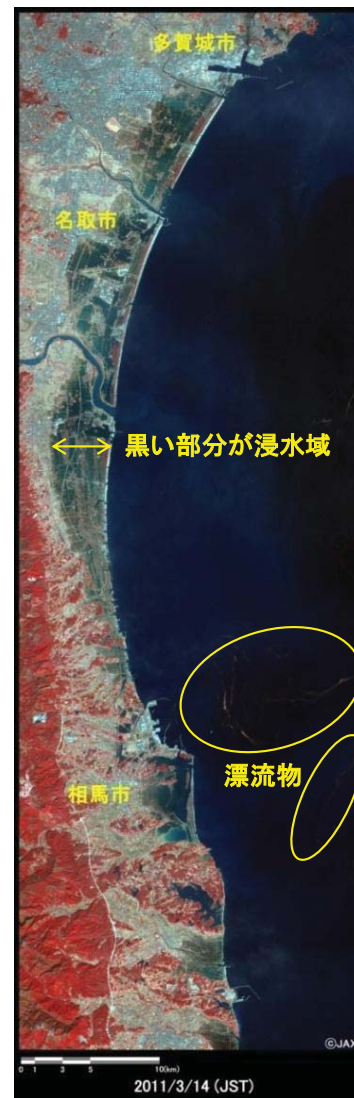
中期計画: 「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術である「海洋地球観測探査システム」の構築等に向けて、災害発生時の被害状況の把握、災害時の緊急通信手段の確保等を目的として、衛星による災害監視及び災害情報通信技術を実証し、衛星利用を一層促進する。

- (a) データ中継技術衛星(DRTS)の運用
- (b) 陸域観測技術衛星(ALOS)の運用

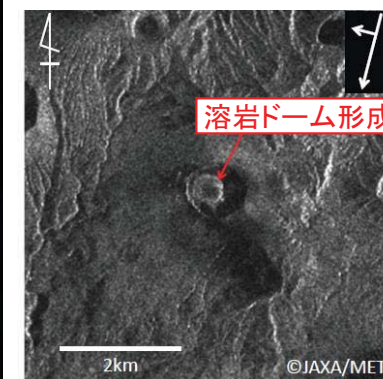
実績:

- ALOSは、設計寿命3年、目標寿命5年を上回る5年3ヶ月の運用を行い、エクストラサクセスを達成した。累計312件の災害緊急観測を行い、防災関係機関・自治体等に情報を提供するとともに、国際災害チャータやセンチネルアジアへ緊急観測データを提供し、国内外の災害対応に貢献した。
 - 東日本大震災では、被災地の緊急観測を最優先に実施し、400シーン以上の画像を取得。国際協力による衛星データと合わせ被災マップ等を継続的に作成し、内閣官房、内閣府を始めとする10府省・機関に情報を提供。内閣府・内閣官房他による湛水状況の把握(排水計画、農地被害)、国土総合技術政策研究所(国総研)他国交省関係機関における土砂災害の発生状況の確認作業、環境省での洋上漂流物の漂流予測等に利用され、地上や航空機では取得困難な広域俯瞰的な被害状況の把握等に貢献した。
 - 霧島山(新燃岳)について、観測データ(2011年1月21日から3月13日)を気象庁他に提供し、溶岩ドームの大きさの確認に資することで、気象庁による火口周辺警報(火砕流による警戒範囲の2km→3kmへの拡大)に利用された。
 - 2010年1月のハイチ大地震、同年7月のパキスタン洪水において、PKO先遣隊の派遣にあたり、ALOS画像を使った地形図作成が活用された。
- 海氷監視の分野においても観測データが利用され、海難事故防止、安全航行に貢献し、成果について、日本航海学会(2009年)から表彰、海上保安庁(2011年)から感謝状を受領した。
- 打上げ5年後から運用を民間主体で実施し、利用の一層の拡大及び経費削減を図った。

災害緊急観測対応件数		FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	FY22	総計	
緊急観測件数	合計	1	38	48	55	71	99	312	
	内訳	国内	0	10	6	10	14	17	57
		海外	1	28	42	45	57	82	255



2011.1.18撮像



2011.1.30撮像

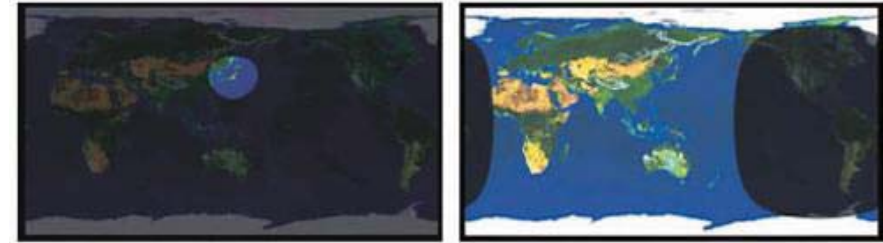
霧島山(新燃岳)の火口周辺状況の把握

東日本大震災における仙台沿岸域から相馬にかけての広範囲な津波被害を把握

(a) データ中継技術衛星(DRTS)の運用(続き)
 (b) 陸域観測技術衛星(ALOS)の運用

実績:

- DRTSは、OICETS、ALOS、SDS-1、JEMと衛星間通信実験を実施するとともに、ALOS、JEMとの長期間の衛星間通信実験において、運用達成率99%以上の安定したデータ中継を実現、インフラ回線として実運用に耐えられるレベルであることを実証した。また、ミッション期間7年を大幅に上回る10年6ヶ月の運用を達成。
 - 当時の世界最高速度278Mbpsの衛星間通信実験に成功。
 - ALOSの観測データのうち、99%以上をDRTSにより取得し、非常に高いデータ取得効率を実現(地上局のみのSPOTシリーズが5機、25年間で1,000万シーンに対し、ALOSは5年で654万シーン取得)。また、国内災害のみならず、地上局のみでは対応が困難なアジア・太平洋地域の災害観測時の即時対応を実現。
 - JEM搭載衛星間通信機器等のテレメトリ受信/コマンド送信、クルーとの音声相互通信、ビデオ画像ダウンリンク、MAXI等搭載観測機器の観測データ受信/ファイル送信等に関するデータ中継を1日2パス程度の頻度で実施し、米国TDRS経由によらない日本独自の回線を確保



地上局との直接通信可能領域とDRTS経由の通信可能領域の比較

(c) 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)の運用

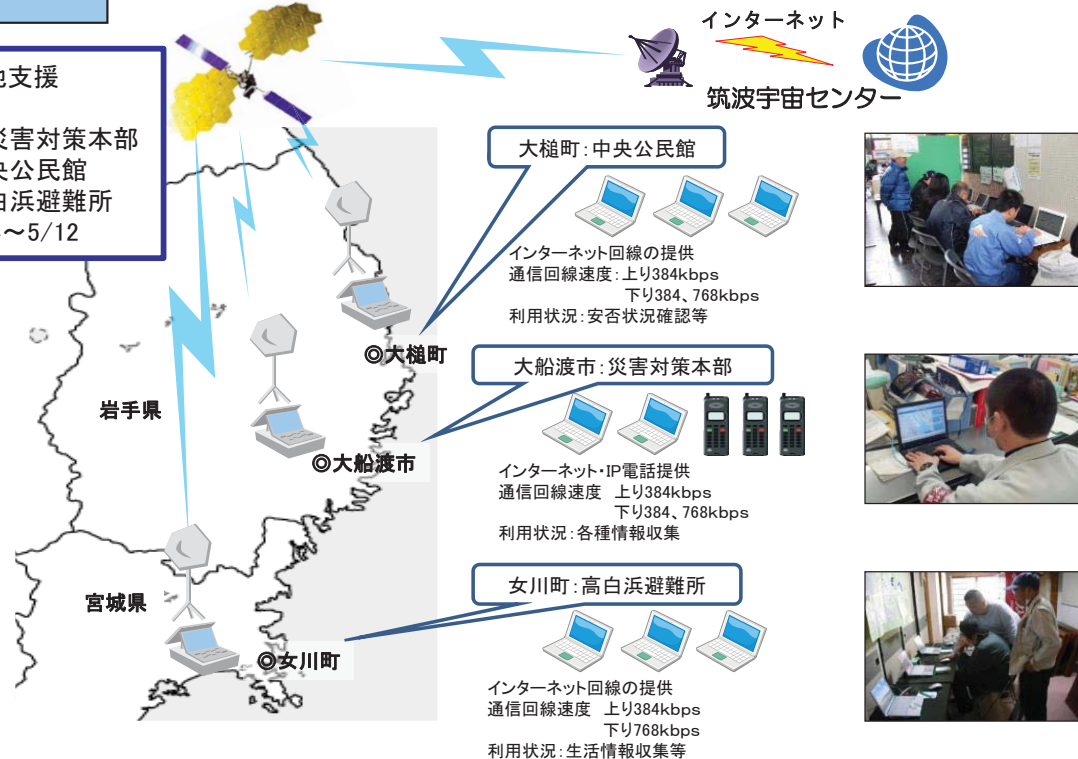
実績:

- ミッション期間3年を上回る6年3ヶ月の運用を達成。
- 東日本大震災の支援活動として、岩手県大船渡市・大槌町、宮城県女川町に通信回線を提供し、岩手県から通信回線の提供支援について、感謝状を受領した。
 - 災害対策本部における被害状況の把握等や、避難所における安否情報確認等、震災に関連する情報収集や、仮設住宅の情報収集等に利用され、災害時の通信衛星の有効性を実証した。

効果:

- ETS-Ⅷで開発・実証した3トン級静止衛星バス技術の成果は、気象衛星や国内外の商業通信衛星など8機の衛星の受注につながった。

ETS-Ⅷによる被災地支援
 回線提供場所
 ・岩手県大船渡市: 災害対策本部
 ・岩手県大槌町: 中央公民館
 ・宮城県女川町: 高白浜避難所
 回線提供期間 3/24~5/12

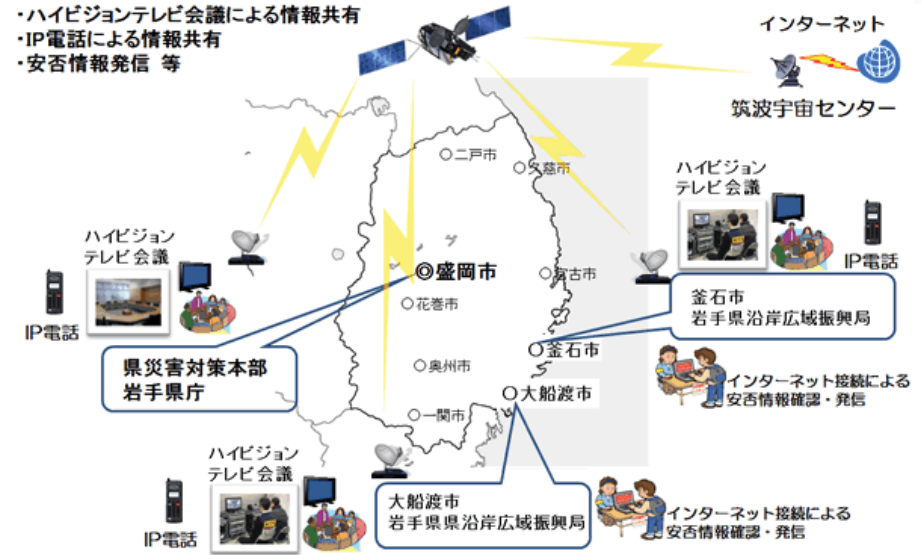


東日本大震災支援におけるETS-Ⅷ通信概念図

(d) 超高速インターネット衛星(WINDS)の運用

実績:

- ミッション期間5年間の運用を達成し、エクストラサクセスを全て達成した。
- 東日本大震災の支援活動として、災害対策本部(盛岡県庁)、現地対策本部(釜石及び大船渡)の3拠点でインターネット回線環境を構築し、テレビ会議による情報共有、県職員や自治体の災害派遣チームの現地からの情報発信・共有や被災者による安否情報確認等、災害復旧支援活動に貢献した。
- アジア各国の実災害時における衛星画像伝送において(最大約1GB)、地上回線での85分以上(各国平均)に対して、約1/5となる17分での伝送を実現。
 - センチネルアジア参加機関からの要請を受け、洪水、地震、噴火、森林火災等、15件の実災害で衛星画像データを伝送。災害発生後の被災状況の早期把握、並びに2次災害発生防止に貢献した。
- 32件の国、防災機関、自治体、防災NPO、海外機関との実証実験や実災害における通信回線提供を実施し、WINDSが災害時の非常用通信として有効であることが実証された。その結果、日本医師会、災害医療センター、岩手県等、12の機関、自治体とWINDS利用に係る協定を締結した。



東日本大震災支援におけるWINDS通信概念図

(e) 陸域観測技術衛星2号(ALOS-2)の開発

実績:

- ALOS-2のプロトフライトモデル製作試験、地上システムの開発を計画通り進めた。

中期計画: 合成開口レーダや光学センサによる災害時の情報把握等への継続的な貢献を目指した陸域・海域観測衛星システム等の研究開発・運用を行う。

実績:

- 陸域観測技術衛星3号(ALOS-3)の研究として、重要技術(軸外し大型光学系、高速・大容量半導体レコーダ)の部分試作等を実施した。
- 災害監視等に応用が期待される超低高度衛星の実現に向け、超低高度衛星技術試験機(SLATS)の設計、フライト品の製作試験を実施した。
- SDS-4搭載船舶自動識別装置(AIS)受信システム(SPAISE)の軌道上実証を行うとともに、ALOS-2搭載用SPAISE2の開発を完了した。
- 森林火災検知等での利用を目指し、ALOS-2及びJEM-CALET搭載用小型赤外カメラ(CIRC)の開発を完了した。非冷却型赤外検出器を採用することで、小型軽量、小電力(3kg, 20W)を実現した。

中期計画: 上記研究開発及び運用が開始されている衛星の活用により、国内外の防災機関等のユーザへのデータ又は通信手段の提供及び利用技術の実証実験を行い、関係の行政機関・民間による現業利用を促進する。

実績:

- 防災関連機関及び地方自治体と協力して、防災利用実証を実施するとともに、協力体制を構築を図り、政府・自治体からの要請に対応して緊急観測や衛星通信回線を提供する体制を整えた。
 - 内閣府防災と協定を締結し、ALOS等から得られる災害情報を政府指定防災機関等へ提供。国交省や国土地理院等の防災ユーザによる災害監視、火山噴火予知連による活火山監視、地震調査委員会による地殻・地盤変動等の異常検出、活断層基本図の作成等で衛星データが活用された。
 - 防災利用を地方自治体にまで拡大し7県と協定を締結。また、より効率的な情報提供のため地方単位の地域拠点を設けるべく、岩手大、広島工大、和歌山大等と協力し、産官学の連携体制を構築。
- 防災機関のニーズに基づき、ALOSデータを利用した日本全国の衛星地形図(だいち防災マップ)を整備。実災害時の他、防災機関・自治体で実施される防災訓練でも広く活用されている。また、災害関連情報の配信・共有環境として「だいち防災WEB」を運用中。
- 国内大規模災害時の対応強化のため、ドイツ宇宙庁(DLR)、イタリア宇宙機関(ASI)、カナダ宇宙庁(CSA)との協力を構築。

効果:

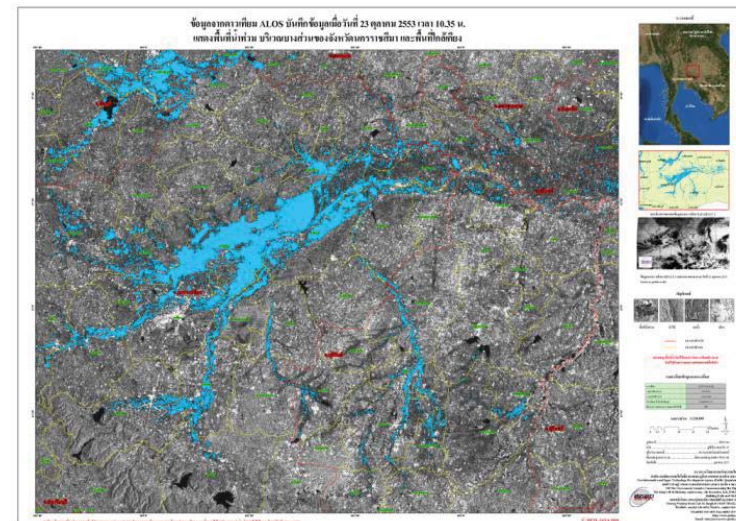
- 防災利用実証により衛星データの防災利用が定着し、ALOS運用終了後も活動が継続。



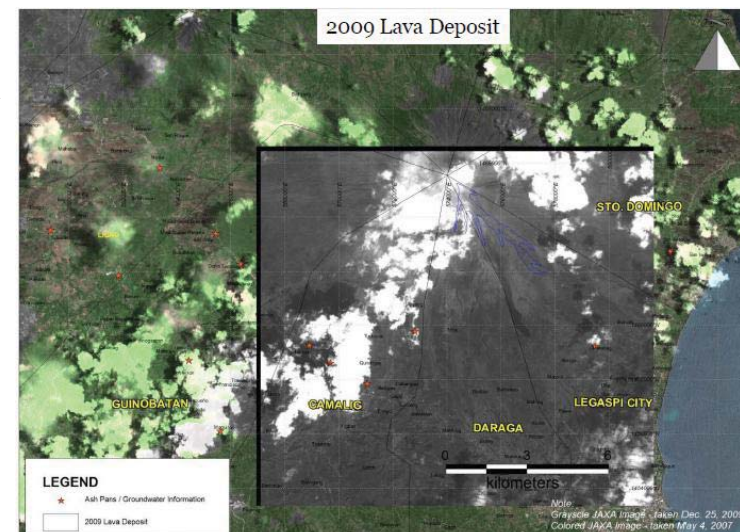
中期計画: さらに、国際的な災害対応への貢献を目的に、国際災害チャータの活用を含め海外の衛星と連携してデータの提供を行うとともに、アジア各国・国際機関と共同で、アジア・太平洋地域を中心とした災害関連情報を共有するためのプラットフォームを整備する。

実績:

- 国際的な災害対応への貢献として、国際災害チャータへ加盟。国際災害チャータからの要請に対し、平成20年度からALOS運用終了までに106件の緊急観測を行い観測データを提供。
 - 平成20年5月の中国四川大地震における土砂災害や地滑りの把握、平成22年1月のハイチ地震における建物倒壊の把握等に活用された。中国国家防災委員会・中国国家防災センターから感謝状を受領。
 - ALOS運用終了後は13件の要請に対してアーカイブデータを提供した。
- アジア・太平洋地域宇宙機関会議 (APRSAF) を中心とした宇宙コミュニティ、アジア防災センターを中心とした防災コミュニティ、及び国連アジア太平洋経済社会委員会等の国際機関との連携のもと、JAXA主導でセンチネルアジアを推進。
 - 平成22年タイ洪水において、タイ地理情報宇宙技術開発機関(GISTDA)に観測データを提供し、その情報を基に作成された浸水マップ等が、タイ政府による補償金の支払い根拠資料等に利用された。
 - 平成21年のマヨン山噴火において、フィリピン地震火山研究所(PHIVOLCS)に観測データを提供し、ハザードマップ、溶岩堆積地図等がフィリピン国家災害調整委員会による状況把握と意思決定に利用されるとともに、住民への避難指示等でALOSデータが活用された。
 - 平成20年のネパール洪水において、浸水地域などを解析したデータをネパール政府機関に提供し、救出、復興計画、被災者への補助金の給付などに活用された。
 - センチネルアジアの有用性が評価された結果、アジアの約半数の国・地域(25ヶ国・地域)が参加する国際的活動となっている(参加機関数は、立上時:14ヶ国の27機関(内4国際機関) ⇒ 現在:25ヶ国・地域の88機関(内14国際機関))。
 - 発災時の緊急対応のみではなく、発災前後の予防・減災、復旧・復興における衛星利用、具体的なサクセス事例の創出、そのためのデータ解析機能の強化活動等を開始した。



平成22年10月タイ洪水の浸水域図



平成21年12月フィリピンマヨン山噴火の火山泥流図

ALOSによる緊急観測結果の利用事例

効果:

- これまで海外の大規模災害についてALOSで積極的に国際貢献してきたことにより、東日本大震災では国際災害チャータ、センチネルアジアなどの国際協力により海外衛星による集中観測が行われ、約5,000シーンの衛星画像の提供を受けた。

評価結果	評定理由(総括)
A	<p>中期目標である“災害発生時の被害状況の把握、災害時の緊急通信手段の確保”及び、“国際的な災害対応”に貢献し、特に東日本大震災においては、発災後速やかに内閣府(防災)他に緊急観測データなどを提供した。さらに、災害発生前/後の予防・減災についても取り組むことで、災害対応における関連省庁・自治体・海外機関の現業利用を促進した。</p> <p>【災害発生時の被害状況の把握、災害時の緊急通信手段の確保等】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 政府機関(内閣府(防災)及び政府指定防災機関)との協力体制を構築するとともに、地方自治体(7県)にまで協力を展開し、政府・自治体からの要請に対応して緊急観測や衛星通信回線を提供する体制を整えた。 • 上記の協力体制のもと、国内外の大規模災害発生時の衛星利用を進め、特に東日本大震災においてはALOSによる緊急観測やWINDS及びETS-VIIIによる通信回線の提供を迅速に行い、政府や自治体による災害状況把握、復旧・復興活動に大きく貢献。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 津波による湛水地域を識別、市町村別の面積を解析して提供。国交省や農水省の湛水地域の発表に活用。 ➢ 三陸沿岸の漂流物を解析し、環境省や海上保安庁に提供。洋上漂流物モニタリングについては環境省が事業化。 ➢ 岩手県災害対策本部などからの要請を受け、通信回線を提供し、災害支援活動に貢献。岩手県から感謝状を受領。 <p>【国際的な災害対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 国内における防災利用の知識、経験を生かし、アジア太平洋地域における衛星を活用した防災活動を推進。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ JAXA主導でセンチネルアジアを推進。当初ALOSのみの活動であったが、アジアの約半数の国・地域が参加する国際的活動として定着した。(立上時:14ヶ国の27機関(内4国際機関) ⇒ 現在:25ヶ国・地域の88機関(内14国際機関)) ➢ 国際災害チャーターからの要請に積極的に対応(中期計画期間中に106件の緊急観測を実施)。平成20年5月の中国四川大地震では中国国家防災委員会・中国国家防災センターから感謝状を受領。 ➢ 積極的に国際貢献してきたことにより、東日本大震災では海外衛星による集中観測が行われ、約5,000シーンの衛星画像の提供を受けた。この衛星画像は、JAXAを経て、内閣官房、内閣府(防災)等に提供され、活用された。 <p>【予防・減災への取組み】</p> <ul style="list-style-type: none"> • 防災機関のニーズに基づき、ALOSデータを利用した日本全国の衛星地形図(だいち防災マップ)を整備。実災害時の他、防災機関・自治体で実施される防災訓練でも広く活用。 • 火山噴火予知連絡会による活火山の監視、地震調査委員会による地殻・地盤変動等の異常検出、地震調査研究推進本部による活断層基本図の作成等で衛星データが活用。
今後の課題	<p>ALOS運用終了による影響を最小とするため、後継衛星の計画を推進する必要がある。また、災害発生後の応急対応に加え、予防・減災、復旧・復興のフェーズでの利用を推進する。</p>

補足説明資料：災害監視通信プログラム①

ALOSプロジェクトの成功基準と達成状況

陸域観測衛星技術の検証

主要評価内容 (数値等目標)	設計目標軌道上5年時 達成状況 ○フル・◇エクストラ：(JAXA) 、●フル・◆エクストラ：(共同研究) 、 無記入：(外部機関)
<p>①バス系機能・性能： 発生電力【7KW以上(日照EOL)】 姿勢制御精度【±0.1度】 データ記録/伝送レート 【240Mbps(DRTS経由)/120Mbps(直接伝送系経由)】</p> <p>②センサ系機能・性能： PRISMデータ 【分解能2.5m、走査幅35km、3方向視観測機能】 AVNIR-2データ 【分解能10m、走査幅70km以上、ポインティング機能】 PALSARデータ 【分解能10m/100m、走査幅70km/350km、ポインティング機能】</p> <p>③技術評価 ミニマム：バス系3年間 フル：バス系+ミッション系3年間 エクストラ：バス系+ミッション系5年間</p> <p>④地上データ処理【60シーン/日/センサ】 ⑤データ提供(データノード、一般ユーザ等)</p>	<p>①バス系機能・性能： ・発生電力 平均8kW以上(1翼では世界最高) ・姿勢制御精度±0.04度以下 ・データ記録/伝送レート DRTS「こだま」経由240Mbps(世界最高)、直接伝送系経由120Mbps</p> <p>②センサ系機能・性能とも正常、観測運用を継続。 ・PRISM：2.5m、35/70km、3方向視観測 ・AVNIR-2：10m、70km、±44度ポインティング ・PALSAR：10m/100m、70km/350km、10-50度ポインティング</p> <p>③5年間を達成。長期トレンド、寿命評価。システム性能・機能とも正常。 (DRC TWTA-A系電源異常を除く) 残燃料：112Kg(消費推奨：68Kg)</p> <p>④148シーン/日/センサ ⑤データ提供数 約8万シーン/年</p>
	<p>◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用) ALOS-TDRS協力を実施(NASAとMOUを締結)、平成22年4月より運用開始。 南北アメリカ大陸のリアル観測データの取得・共有を図るとともに、データ取得量を約10%以上向上。</p>

補足説明資料：災害監視通信プログラム②

ALOSプロジェクトの成功基準と達成状況

← 社会的・政策的な成果

★ 国際的な成果

高分解能衛星データ実利用技術の検証(1/3)

ミッション 主要評価内容	技術検証内容・適用評価 【共同研究機関】	設計目標軌道上5年 達成状況 ○フル・◇エクストラ：(JAXA) 、●フル・◆エクストラ：(共同研究) 、 無記入：(外部機関)
地図作成 ・ 1/25000の地図作成への実利用実証	数値標高モデルの試作検証 【国土地理院】	●フルサクセス達成 (1/25,000地形図の作成およびリアルタイム修正実証を通じて試作検証された)
	1/25,000地形図への適用評価 【国土地理院】	●フルサクセス達成 (1/25,000地形図の作成およびリアルタイム修正が実証された)
	数値地表モデルの試作検証	◇エクストラサクセス達成 PRISM/DSM 整備と公開【JAXA】 PI、共同研究、内部利用のためシーン単位DSM6000シーン処理、関東地方3×3度エリアの公開
	正射投影画像の試作検証	○フルサクセス達成
	パンシャープ (PRISM+AVNIR2)の試作	◇エクストラサクセス達成 (衛星地形図のベースマップ利用や発災時被害状況把握用に防災関係機関にて活用)
	海外地図作成【民間事業者】	エクストラサクセス達成 (想定を超える利用) ロシア、中国やフィリピン、インドネシア等の東南アジア諸国での地図作成
	高精度地盤変動測量(干渉SARによる地殻変動・地盤変動の監視) 【国土地理院】	エクストラサクセス達成 (想定を超える利用) GPS や GEONET で捉えることが出来なかった小さな変動を干渉 SAR により捉えることができた
地域観測 ・ 現存植生図の更新/作付け面積把握、流氷分布の実利用実証 ・ 研究成果物(東南アジア森林分布図の試作・検証)	現存植生図更新の利用実証 植生図更新の判読参照図としての適用確認 【環境省】	◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用) (全国8ブロックにて植生図更新作業に利用。平成20年度の更新業務においてALOSデータを一部一般購入で使用。)
	耕地把握の利用実証 母集団整備のための判読参照図として適用確認 【農水省】	◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用) (農水省が全国1都1道2府41県の調査を対象に「だいち」データを利用。平成19年度から継続的にALOSデータをPDからの一般購入で使用。)
	耕地把握の利用実証 水稻作付け候補地域把握のための検証 【農水省】	●フルサクセス達成 (作付け候補地域把握のための解析をALOSデータと農業分野で一般的に利用されるLANDSATデータで実施し、ALOSでの解析結果が優位であることを確認。)
	森林分布図 東南アジア森林モザイク図の試作検証	○フルサクセス達成 東南アジア地域2007, 2008年モザイク図作成、一般提供。

補足説明資料: 災害監視通信プログラム③

ALOSプロジェクトの成功基準と達成状況

← 社会的・政策的な成果

★ 国際的な成果

高分解能衛星データ実利用技術の検証(2/3)

ミッション 主要評価内容	技術検証内容・適用評価 【共同研究機関】	設計目標軌道上5年 達成状況 ○フル・◇エクストラ：(JAXA) 、 ●フル・◆エクストラ：(共同研究) 、 無記入：(外部機関)
地域観測(続き) ・土地被覆分類等 の実利用実証	流水分布の利用実証 海氷分布図への適用、密接度評価検証 【海上保安庁】	◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) (海氷速報の掲載内容充実強化に貢献)
	高解像度土地被覆分類図の作成・公開 【JAXA】	◇エクストラサクセス達成 (より難易度が高い研究成果) AVNIR-2単独シーンをを用いて分類精度81.6%を達成。
	サング礁イニシチブによる東南アジア地域のサング分布【環境省】	エクストラサクセス達成 (想定を超える研究成果) AVNIR-2利用によりサング抽出精度向上。
	衛星画像を活用した損害評価方法確立事業【農水省】	エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) 水稲共済の損害評価について、衛星画像を活用した損害評価方法を確立し、農業共済事業に寄与。
	奈良県森林管理業務への利用実証 【奈良県・JAXA】	◇エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証研究) 奈良県版土地被覆分類図を作成し、奈良県森林管理業務への利用技術研究を実施。
	広島市緑地図への利用実証 【広島市・JAXA】	◇エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) 高精度土地被覆図を用いて最新の緑地図を作成し、過去の調査資料との比較を行い、最新版の緑の変遷図を作成。
	PALSARを用いた全球10mモザイク画像、森林非森林画像の作成と公開【JAXA】	◇エクストラサクセス達成 (より難易度が高い研究成果) モザイク手法を確立し様々な誤差要因が取り除かれた安定した成果物の作成が可能、土地利用分類するアルゴリズムの検討も大きく前進。
	北東北3県における産業廃棄物処理施設の監視【環境省】	◇エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) ALOS画像利用により産業破棄物処理施設を監視
時系列SAR解析による森林減少・森林劣化抽出【JAXA:環境研から受託研究】	◇エクストラサクセス達成 (より難易度が高い研究成果) ALSAR/Pi-SARを用いてバイオマスと後方散乱係数の関係を抽出	

補足説明資料：災害監視通信プログラム④

ALOSプロジェクトの成功基準と達成状況

社会的・政策的な成果

国際的な成果

高分解能衛星データ実利用技術の検証(3/3)

ミッション 主要評価内容	技術検証内容・適用評価 【共同研究機関】	設計目標軌道上5年 達成状況 ○フル・◇エクストラ：(JAXA) 、●フル・◆エクストラ：(共同研究) 、 無記入：(外部機関)
地域観測(続き)	PALSARインターフェロメトリ機能を利用した表面標高変化解析による森林劣化の評価手法の開発 【JAXA:】	◇エクストラサクセス達成 (より難易度が高い研究成果) PALSARを干渉能力を利用し、中央カリマンタン地域の地盤沈下速度の抽出と関連するGHG料を抽出
	ブラジルの違法伐採監視 【IBAMA・JAXA】	◇エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) DEMを補正した画像を提供して違法伐採を監視
	日本域内地殻変動干渉SAR図の試作検証 【国土地理院】	◆エクストラサクセス達成 (地震調査委員会及び国土地理院による干渉SARを用いた地殻変動解析の利用)
災害状況把握 ・大規模災害時での迅速な観測、データ受信、提供の実証(災害チャータへの貢献)	大規模災害時の迅速な観測データ受信、提供の実証 観測：全球2日以内(晴天時)／5日以内(雲天雨天時)、提供：1時間(速報)～3時間(標準処理)	◇エクストラサクセス達成 (処理時間の大幅な短縮(実績約12分(速報)～1時間(標準処理))
	鉄道技術研究所の鉄道ハザード調査 【JAXA・鉄道総合技研】	◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) ALOSデータを用い、複数地域での自然災害ハザード要因の抽出手法の妥当性や適用性を検討し、災害ハザードを定量的に評価
	ブータンヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水(GLOF)に関する研究 【JAXA：JSTからの受託研究】	◇エクストラサクセス達成 ALOSベースの氷河湖イベントリ暫定版
	防災関係府省庁・地方自治体と防災利用実証・防災実証実験	◆エクストラサクセス達成 (想定を超える利用実証) 大規模災害発生時に、緊急観測及びデータを提供、衛星データの防災への実効性の検証を実施。
資源探査 ・データ提供	経済産業省へのデータ提供 (ERSDACへデータ提供)	○フルサクセス達成 平均1,100シーン/日の提供 (軌道上5年で約200万シーンを提供)

補足説明資料：災害監視通信プログラム⑤

ALOSの主な成果 ～各分野における利用状況～

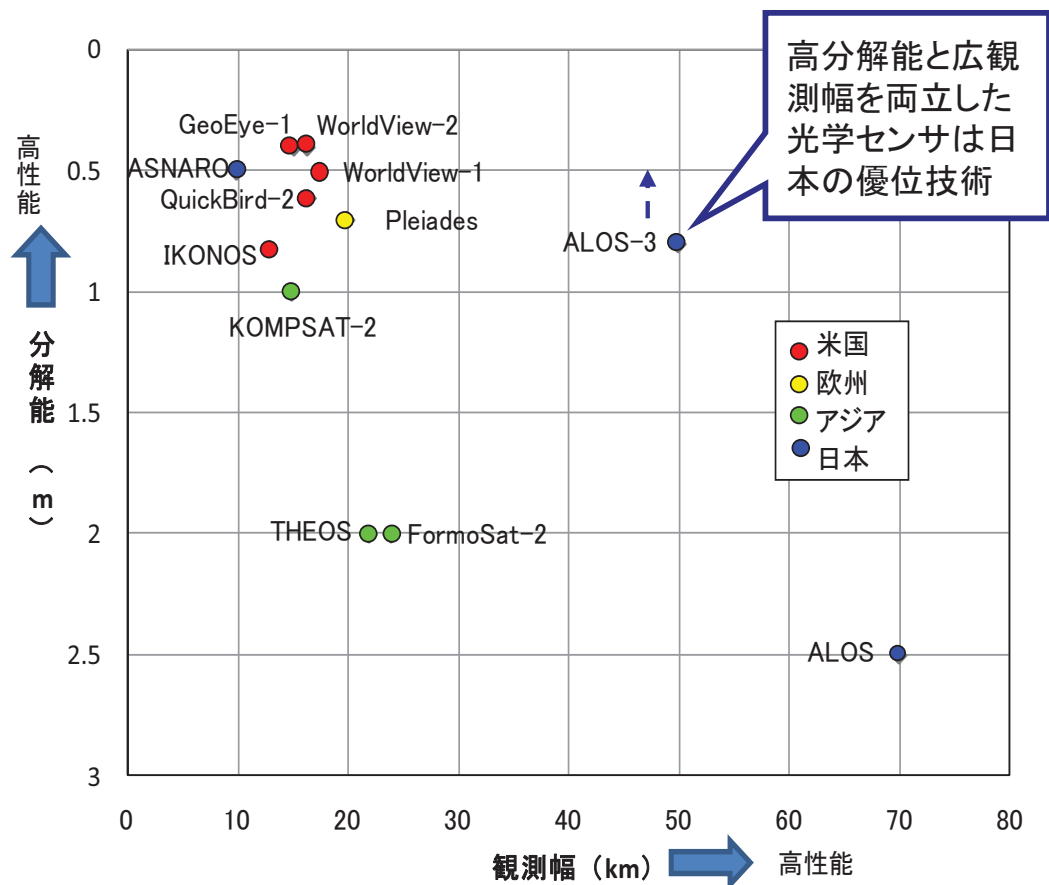
分野	目的	利用状況
公共の安全の確保	国内及びアジア地域等の災害時の情報把握	<ul style="list-style-type: none"> 東日本大震災では400シーン以上の撮影を行い、政府の情報集約に貢献 湛水面積把握、地殻変動の面的把握、土砂災害危険箇所の点検、沿岸漂流物面積把握等 緊急観測件数は総計315件(国内57件、海外258件) センチネルアジアに対して、フィリピン・マヨン山、パキスタン洪水等102件の災害観測画像を提供 国際災害チャータに対して、ハイチ地震観測等148件の災害観測画像を提供
	地殻変動予測監視	<ul style="list-style-type: none"> 地震調査研究推進本部は、ALOSパンシャープンカラー立体視画像等より活断層の位置情報を把握
国土保全・管理	国土情報の蓄積	<ul style="list-style-type: none"> 国土地理院は、国内の地図更新に使用、電子国土ポータルにて公開、北方領土や南極地形図の修正を実施 海上保安庁は、冬季オホーツク海の海氷観測に「だいち」データを定常的利用(週2～4回提供) 環境省は、東アジア、ミクロネシア、メラネシアの最新サンゴ礁の分布図を作成・整備 環境省は、自然環境保全基礎調査として、未整備地域の植生図を作成 環境省は、衛星画像を活用した産業廃棄物の不法投棄等の未然防止・拡大防止 対策のモデル事業を10道府県と4市で実施し、効果を検証 国や地方自治体が行っている植生調査や森林管理などでの利用に向け、50m分解能の日本全域の高精度土地利用・土地被覆図を作成
食料供給の円滑化	穀物等の生育状況や品質等の把握	<ul style="list-style-type: none"> 農水省は、科学的かつ効率的な水稲作付面積求積手法の開発・検証を8市町村で実施 農業共済組合連合会等は、水稲共済における衛星画像を活用した損害評価方法の確立のためALOSデータを利用
資源エネルギー供給の円滑化	陸域及び海底の石油・鉱物の調査	<ul style="list-style-type: none"> 経済産業省は、石油天然ガス等地下資源の探鉱・開発・生産の諸活動に資する有用情報(地形・地質、立地状況、海底油田 賦存の指標となるオイルスリック、EOR等地中操作に伴う地表変形等)をPALSARデータから抽出する技術の高度化の研究、及び前記諸活動のための基盤データの整備・蓄積を実施
地球規模の環境問題解決	温室効果ガスの吸収源となる森林の変化監視	<ul style="list-style-type: none"> ブラジル国は、アマゾンの違法森林伐採等の摘発のため、ALOSデータの即時利用を行うとともに、森林変化抽出システムを開発、森林伐採が大幅に減少 REDD+(途上国の森林減少・劣化に由来する二酸化炭素排出量削減)への適用を目指し、世界最高精度の全球森林／非森林分類図を10m分解能で作成
その他	海洋監視手法の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> AIS(自動船舶識別装置)及び航空機SARとALOSとの同時観測を行い、船舶監視の可能性の実験を実施

補足説明資料：災害監視通信プログラム⑥

表彰	2009年 日本航海学会 航海功労賞 : 「ALOS/PALSARデータを用いた海氷密接度画像自動作成アルゴリズムの開発」が冬期オホーツク海の海氷海難防止に貢献	日本航海学会
	2009年 日本測地学会 第9回団体賞 : 「だいち」搭載の合成開口レーダー(PALSAR)によるInSAR観測の高度化の実現」	日本測地学会
	2009年度 優秀論文発表賞 : 「ALOS/PALSAR による L バンド風速算出関数の開発(II)」	日本リモートセンシング学会
	2007年度水路技術奨励賞 : 「ALOSデータを用いた海氷解析の開発及び利用に関する研究で悪天候時の安全航行に貢献」	(財)日本水路協会
	2007年 優秀論文発表賞 : 「ALOS PALSARの偏波校正について」	日本リモートセンシング学会
	2005年 優秀論文発表賞 : 「SAR画像のアジマスシフトと簡易補正:(ALOS高次成果物への応用)」	日本リモートセンシング学会
	2000年 優秀論文発表賞 : Correction of the Satellite's State Vector and the Atmospheric Excess Path Delay in SAR Interferometry - Application to Surface Deformation Detection (ALOS高次成果物への応用)	IEEE Geoscience and remote sensing, Hawaii2000
感謝状	2006年5月と8月に発生したタイの洪水へのデータ提供に対するタイ王室からの感謝状に関して	2006年12月 : GISTDA長官
	2008年5月12日に発生した中国四川大地震に対する貢献に関して	2008年7月 : 中国国家防災委員会・中国国家防災センター
	ブラジル森林監視に関するPALSARデータの即時提供に関して	2008年12月 : ブラジル環境資源再生院
	英国皇室への「だいち」森林監視に関する説明に関する感謝の手紙	2008年10月 : 英国大使館
	ハイチ地震発生の際のハイチ災害対策機関と世界の研究者への「だいち」データ提供に関して	2010年2月 : 地球観測に関する政府間会合(GEO)
	宇宙利用ミッション本部と“だいち”に対して、多年にわたる海氷画像提供が海氷海難防止に貢献したことに関して	2011年9月 : 海上保安庁 第一管区海上保安本部長

補足説明資料: 災害監視通信プログラム⑦

○ 世界の地球観測衛星の状況(光学センサ)



○ 世界の地球観測衛星の状況(合成開口レーダ)

地殻変動や森林観測に適したLバンド合成開口レーダは日本の優位技術

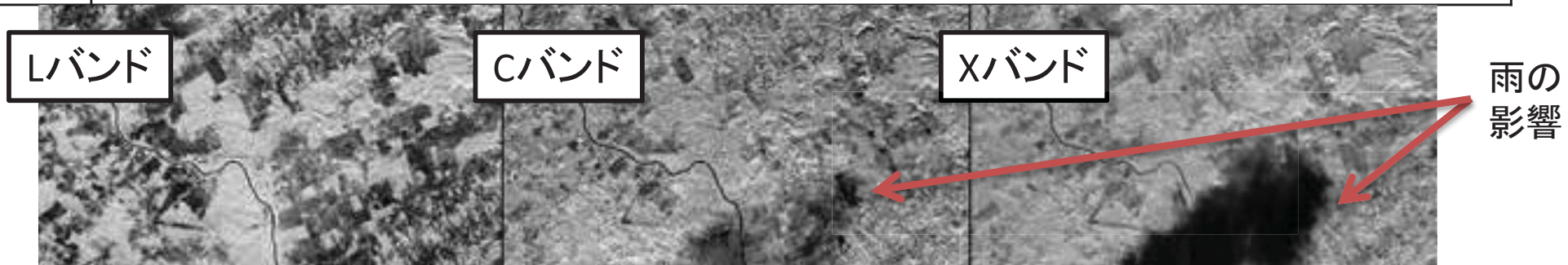
衛星	観測モード	分解能	観測幅	周波数帯等
「だいち」(ALOS) (日本)	基本	10m	70km	Lバンド (地殻変動・森林観測)
	広域	100m	350km	
「だいち2号」ALOS-2 (日本)	高分解能	1~3m	25km	
	基本	3m	50km	
	広域	100m	350km	
TerraSAR-X (ドイツ)	高分解能	1m	10km	Xバンド (地形観測)
	基本	3m	30km	
	広域	16m	100km	
COSMO-SkyMed(イタリア)	高分解能	1m	10km	Cバンド (海水観測)
	基本	3m	40km	
	広域	16m	100km	
Radarsat-2 (カナダ)	高分解能	3m	20km	Cバンド (海水観測)
	基本	25m	100km	
	広域	130m	500km	

補足説明資料: 災害監視通信プログラム⑧

○Lバンド合成開口レーダの優位点

- Lバンド合成開口レーダ(SAR)は植生や雨の影響を受けないため、日本や東南アジア等の植生が多い地域における地殻変動・地盤沈下検出や、雨の多い熱帯雨林の観測には必要不可欠。
- 長期間(JERS-1: 1992年～1998年、ALOS: 2006年～2011年)に渡るLバンドSARの観測データは日本のみが有する財産。ALOS-2で観測を継続することにより、更に価値が高まる。

	Lバンド (日本)	Cバンド (カナダ)	Xバンド (ドイツ)	
分解能	低い	→		高い
観測幅	広い	←		狭い
植生の影響	小さい	←		大きい
雨の影響	小さい	←		大きい



補足説明資料: 災害監視通信プログラム⑨

DRTSプロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/ センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成23年度の達成状況
データ中継 技術衛星 DRTS こだま	ADEOS-II、 ALOSとの衛星間 通信リンクを確立 でき、衛星間通信 実験を実施できる こと。	ALOSとの 278Mbpsの衛星 間通信実験を 実施できること。 ミッション期間 中に亘り、衛星 間通信実験を 継続できること。	将来のデータ中継 ミッションに有効的 な、運用手段又は 通信実験手段を確 立できること。	<p>【ミニマム成功】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・達成済み。 <p>【フル成功】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・達成済み。 <p>【エクストラ成功】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・達成済み。 ・ミッション7年間終了後も、ALOS及びJEMとの衛星間通信実験を継続。 ・将来実験対象宇宙機(ALOS-2、GCOM-C1等)との衛星間通信実験に向けた調整並びに準備に着手。

補足説明資料: 災害監視通信プログラム⑩

WINDSプロジェクトの成功基準と達成状況一覧

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)	○
	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)	○
	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、打上げた
	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(その1) (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)	○
フル サクセス			基本実験(その2)	○ 所期に計画していた防災、教育、医療、報道、基幹回線の各分 野について達成
	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	○ 5年目標を達成。
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(その2) (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ること)	○ 東北地方太平洋沖地震で可搬型地球局を被災地に3拠点に設 営してのブロードバンド環境提供やセンチネルアジアでの実災 害緊急運用(6回)、皆既日食生中継、筑波大の単位制授業、 現業病院での利用実証等の基本実験成果が利用実験や社会 化実験として適用される等実利用への技術的目処がたった。さ らに、APAA船舶動揺補償移動局により商船他での実利用や新 たなイノベーション創出に結びつくこととなった。

補足説明資料：災害監視通信プログラム⑪

ETS-VIIIプロジェクトの成功基準と達成状況

衛星／センサー	評価条件		ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス	達成状況
ETS-VIII (きく8号)	レベル1 (30%)	大型衛星バス	3トン級静止衛星バスが、システムとして正常に作動すること			イオンエンジンを除き左記基準を達成 ($30\% \times 0.9 = 27\%$) 開発成果は海外を含め商用衛星等8機に活用
	レベル2 (10%)	測位ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること			左記基準を達成 (10%) 搭載レーザー反射器が国際標準に認定および準天頂衛星初号機の設計変更に貢献
	レベル3 (30%)	大型展開アンテナ	大型展開アンテナが正常に展開すること			左記基準を達成 (30%) 電気性能も正常で、ビーム形状再構成技術を実証
	レベル4 (30%)	移動体衛星通信ミッション	各機器の機能・性能が正常であり、3年間にわたり基本実験を実施できること			S帯給電部受信系以外は機能・性能の正常動作を確認、当初計画の実験形態ではないが、測位用アンテナを代替として、地上側での対応によりPIM特性(※2)以外の実験項目は全て実施($30\% \times 0.6 = 18\%$) 基本実験成果を基に国土地理院をはじめとして、協定等を締結して実証実験を実施
	レベル5	(運用期間の延長) (国内外における利用実験)	3年以上運用し、国内外の機関、研究者の参加を得た利用実験を実施できること			左記基準を超える6年3か月の運用を達成した上、防災利用実証実験を継続中。

※1: ミッション達成度: 宇宙開発委員会「きく8号」分科会(平成12年11月)で設定された「達成度に基づく強化基準」より

※2: 大電力照射によりアンテナ鏡面で発生する高調波(PIM: Passive Inter-Modulation)の給電部受信系への影響評価

I.1.(3) 衛星測位プログラム

本年度 内部評価	S	これまでの独法評価結果			
		H23	H22	H21	H20
		S	A	A	A

中期目標記載事項: 「地理空間情報活用推進基本法」を踏まえ、衛星測位基盤技術の確立及び全地球測位システム(GPS)の補完に係る技術実証を行う。

中期計画記載事項: 「地理空間情報活用推進基本法」(平成19年法律第63号)及び同法に基づいて策定される「地理空間情報活用推進基本計画」に基づき、衛星測位システムの構築に不可欠な衛星測位技術の高度化を実現する。具体的には、

(a) 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)

(b) 準天頂衛星初号機

等に係る研究開発・運用を行う。

これらのうち、準天頂衛星システム計画の第一段階である、準天頂衛星初号機及び地上設備の開発については、総務省、経済産業省及び国土交通省と共同で行い、同衛星の打上げを本中期目標期間中に行う。また、関係機関と連携し、全地球測位システム(GPS)の補完に向けた技術実証及び次世代衛星測位システムの基盤技術の確立に向けた軌道上実験を行う。

さらに、本プログラムの研究開発成果については、民間等による衛星測位技術の利用が推進されるよう、外部への公開及び民間等に対する適切な情報の提供等を行う。

なお、平成21年度補正予算(第1号)により追加的に措置された交付金については、「経済危機対策」の底力発揮・21世紀型インフラ整備のために措置されたことを認識し、準天頂衛星初号機の開発に充てるものとする。

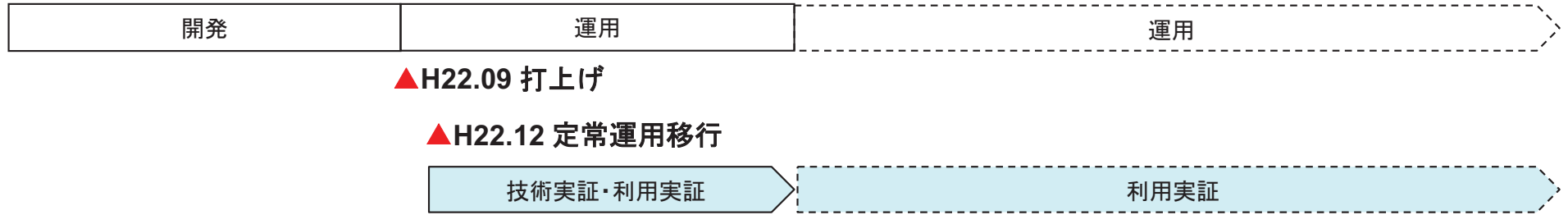
特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 『实用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方』(平成23年9月30日)が閣議決定。「我が国として、实用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組む。实用準天頂衛星システムの開発・整備・運用にあたっては、「みちびき」の成果を利用しつつ、内閣府が実施する。」こととされた。
- 新たな宇宙基本計画(平成25年1月27日)においても「宇宙利用拡大と自立性確保を実現する4つの社会インフラ」の一つと位置づけられている。
- 国際的にも、欧州、中国、インド、ロシアにおいても社会インフラとして衛星測位システムの開発・整備を進められている。
- 国土院が、電子基準点網の受信機更新にあたり、平成24年7月より日本全国187点の「みちびき」対応の電子基準点観測データ配信を開始。平成25年2月に公開された測量規則(測量法34条で定める作業規定準則)改定案では、公共測量における「みちびき」の活用が記載された。

マイルストーン

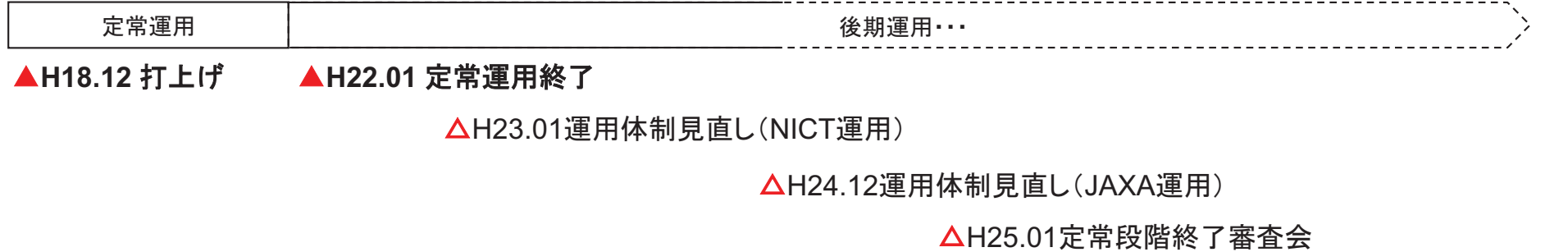
H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

準天頂衛星
初号機
「みちびき」



衛星測位

ETS-8
「きく8号」



平成24年度実績

1) 準天頂衛星システム計画の第一段階である準天頂衛星初号機の運用、及び技術実証を行うとともに、成果を取りまとめる。

実績:

- 「みちびき」が送信する測位信号の精度について、平成23年6月の測位信号提供開始から、約2年間にわたって継続的にGPS全体の平均値を大きく上回り、**近代化GPSと同等の精度: 80cm (95%) を達成した。**
(米国GPS全衛星の平均は約1.8m、ロシアGLONASSは約4~6m程度)
- 健全な測位信号の提供を継続し、**仕様(0.95)を上回るシステム稼働率: 0.9867を達成した。**
- さらに、GPSの精度を向上させる精密な補正信号(GPS補強信号)であるLEX信号を利用した、**電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位(PPP: Precise Point Positioning)について、目標精度(水平方向±30cm以下、垂直方向±60cm以下)を上回る精度(水平方向: 20~25cm、垂直方向: 30~40cm)を達成した。⇒エクストラサクセスを達成。**
- PPP等の精密測位を行う際に必要となる、測位衛星の軌道・クロックを高精度に推定するツールとして、複数GNSS(「みちびき」の他、米国GPS、欧州GALILEO、ロシアGLONASS等)に対応した軌道・クロック推定ツール(MADOCA: Multi-GNSS Demonstration tool for Orbit and Clock offset Analysis)を開発した。**⇒エクストラサクセスを超える目標を達成。**
 - 国際GNSS事業(IGS: International GNSS Service)に参画する各機関の中で、欧州宇宙機関宇宙運用センターによる最も良い軌道・クロック推定精度(1.98cm)に対して、今回**JAXAの開発したツール(MADOCA)によって、欧州宇宙機関運用センターを超える最高の精度1.81cm*を達成した。** * : GPSの後処理軌道推定精度(RMS)
 - MADOCAで推定した軌道・クロックを用いた**後処理PPPの測位精度は、水平、垂直方向とも10cm(RMS)以下を達成した。**

効果:

- JAXAが実施してきた「みちびき」技術実証の成果を活用して、内閣府により実用準天頂衛星システムの整備が開始された。また、内閣府から実用準天頂衛星システム構築に関する技術支援契約を受託し、仕様設定支援を行い、準天頂衛星システムの整備に貢献した。
- 商用のPPPサービス(Trimble® CenterPoint™ RTX™)に「みちびき」が利用され、アジア地域でのサービスが開始された。
- PPP方式により、海上や電子基準点のないアジア地域においても、これまでのメートル級の精度に対して、1メートルを切る測位サービスが可能となる目途を示すことができ、農機の自動制御や、自動車の安全運転支援での利用に向けた実験が可能となった。

世界標準:

- L1C信号(近代化GPS民生信号の一つ)の信号提供は「みちびき」が世界初(米国GPSは、2015年度に提供開始予定)。

1) 準天頂衛星システム計画の第一段階である準天頂衛星初号機の運用、及び技術実証を行うとともに、成果を取りまとめる。(続き)

実績:

- 精密測位の利用実験として、新たに4件(自動車安全運転支援への応用検討、津波検知、都市部における低速移動体利用、農機自動制御)の共同研究を実施した。特に、農機自動制御の実験では、JAXAが開発した単独搬送波位相測位(PPP)技術を活用することで、cm級の測位精度が求められるトラクターの自動制御を実現した。
- JAXAが中心となって、アジア・オセアニア地域における「みちびき」を含む複数衛星測位システム(GNSS)を利用する取り組み(「複数GNSSアジア」(MGA))を立上げ、「複数GNSS実証実験」を推進し、当該地域での準天頂衛星の利用促進を進めている。
 - GNSS衛星群に対し正確な軌道や時刻補正情報を生成するために、国際協力によるGNSS受信局ネットワークを構築し、複数GNSSによる精密測位実験を実施できる環境を整えた。
 - 新たな利用を開拓・推進するため、8件の共同実験(タイ、中国、韓国、マレーシア、オーストラリア、台湾、日本)を実施するとともに、新たに6件の共同実験を選定した。

効果:

- 「複数GNSSアジア」(MGA)については、国連の「衛星航法システムに関する国際委員会」(ICG)の第6回会合の共同声明文やICGの上位会合である「国連宇宙平和利用会議」(UNISPACE-III)の報告において、活動を支援する旨の記述がされるなど、ICGの主要な活動のひとつに位置付けられている。また、MGAの活動を主導することにより、衛星測位保有国における我が国のプレゼンスが大きく向上した。

2) 技術実証結果等を踏まえ、必要に応じ、準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書の維持改定を行う。さらに、民間等による衛星測位技術の利用が推進されるよう、準天頂衛星初号機の運用状況、衛星評価データ等の外部への公開及び民間等に対する適切な情報の提供等を行う。

実績:

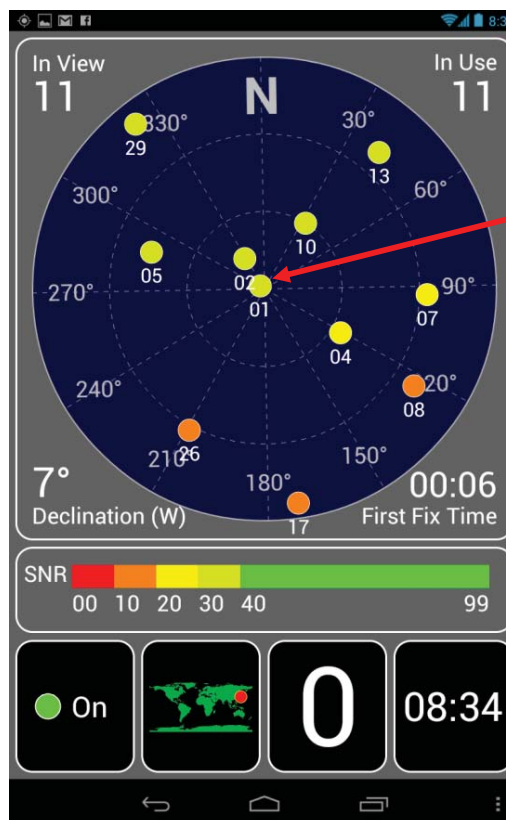
- 「準天頂衛星システム」の性能、並びに「みちびき」の信号仕様を記載した「準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書」(IS-QZSS)について、適宜改訂を加えて、公開している。
- 「みちびき」の運用状況、実験実施スケジュール、測位信号の精度、GPS及びみちびきの精密軌道暦等をウェブサイト(QZ-VISION)で公開し、「みちびき」利用者へ情報を提供した。

効果:

- 技術実証結果を適切に反映したユーザインタフェース仕様書を公開することにより、カーナビ等のコンシューマ向け「みちびき」対応受信機が一般に市販化され、24年度には「みちびき」対応のGNSSチップを採用したタブレット(Google Nexus 7)も発売された。



QZ-VISION



QZS-1
みちびき



Nexus7(外観)

QZSS対応タブレット(Nexus7)でのみちびき受信結果

評価結果	評定理由(総括)
S	<p>中期目標である“衛星測位基盤技術の確立及び全地球測位システム(GPS)の補完に係る技術実証”をエクストラサクセスも含め全て達成するとともに、当初計画には無かった高精度の単独搬送波位相測位(PPP)技術を開発し、目標を上回る成果を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 打上げ後2年半で全ての技術実証の目標(エクストラサクセスを含む)を達成し、中期目標である“衛星測位基盤技術、GPS補完技術”を確立した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ GPSの精度を向上させる精密な補正信号であるLEX信号を利用した、電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位(PPP)について、目標精度(水平方向±30cm以下、垂直方向±60cm以下)を上回る精度(水平方向:20~25cm、垂直方向:30~40cm)を達成。 • エクストラサクセスを上回る成果として、PPP等の精密測位を行う際に必要となる、測位衛星の軌道・クロックを高精度に推定するツールとして、複数GNSSに対応した軌道・クロック推定ツール(MADOCA: Multi-GNSS Demonstration tool for Orbit and Clock offset Analysis)を開発した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 国際GNSS事業(IGS: International GNSS Service)に参画する各機関の中で、欧州宇宙機関宇宙運用センターによる最も良い軌道・クロック推定精度(1.98cm)に対して、今回JAXAの開発したツール(MADOCA)によって、欧州宇宙機関運用センターを超える最高の精度1.81cm*を達成した。 * : GPSの後処理軌道推定精度(RMS) ➢ MADOCAで推定した軌道・クロックを用いた後処理PPPの測位精度は、水平、垂直方向とも10cm(RMS)以下を達成した。 • 内閣府からの受託により、仕様設定支援を行い、準天頂衛星システムの整備に貢献した。

中期目標期間実績

I.1.(3) 衛星測位プログラム

中期計画: 「地理空間情報活用推進基本法」(平成19年法律第63号)及び同法に基づいて策定される「地理空間情報活用推進基本計画」に基づき、衛星測位システムの構築に不可欠な衛星測位技術の高度化を実現する。具体的には、(a)技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)、(b)準天頂衛星初号機等に係る研究開発・運用を行う。

これらのうち、準天頂衛星システム計画の第一段階である、準天頂衛星初号機及び地上設備の開発については、総務省、経済産業省及び国土交通省と共同で行い、同衛星の打上げを本中期目標期間中に行う。また、関係機関と連携し、全地球測位システム(GPS)の補完に向けた技術実証及び次世代衛星測位システムの基盤技術の確立に向けた軌道上実験を行う。

実績:<技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)、準天頂衛星初号機「みちびき」の研究開発・運用>

- 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)の衛星標定実験を実施し、安定して軌道決定精度15m以下(目標100m以下)、時刻同期精度10nsec以下(目標30nsec以下)を達成し、衛星測位技術の地歩を築いた。
- 準天頂衛星初号機「みちびき」を、当初計画(平成22年夏期)通り平成22年9月11日に打上げた。
- 平成23年7月14日以降健全な全測位信号を提供している。

実績:<「みちびき」技術実証>

- 仕様を上回る測位精度を達成し、**打上げ後2年半でエクストラサクセスを達成**した。

○GPS補完システム技術

①GPS補完信号を送信して都市部、山間部等で可視性改善が確認できること。

→ ミニマムサクセスを達成

②近代化GPS(※)民生用サービス相当の測位性能が得られること。

→ フルサクセスを達成

③電離層遅延補正等の高精度化により目標を上回る測位性能が確認されること。

→ **エクストラサクセスを達成**

(※)近代化GPS:米国で計画されている次世代の高精度化、高信頼性化衛星測位システム

○次世代衛星測位基盤技術

①LEX信号がIS-QZSSに記載した機能を満足すること。

→ フルサクセスを達成

②LEX信号を用いた電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位において、水平方向±30cm以下、垂直方向±60cm以下の精度を達成すること。

→ **エクストラサクセスを達成**

(b) 準天頂衛星初号機

実績：＜GPS補完システム技術＞

①GPS補完信号を送信して都市部、山間部等で可視性改善が確認できること。

- 「みちびき」からGPS補完信号を送信することにより、障害物などの多い都市部、山間部等における衛星の可視性が改善され、測位可能時間率(測位が可能な時間の割合)を向上した。
⇒ミニマムサクセスを達成。

②近代化GPS民生用サービス相当の測位性能が得られること。

- 米国GPSが2015年に提供開始を予定しているL1C信号(近代化GPS民生信号の一つ)を世界で初めて提供し、L1C信号が有効であることを検証した。
- 「みちびき」とGPSを組み合わせるとともに、GPS単独の場合に比べて同等以上の測位精度であることを確認し、「みちびき」+GPSの組合せ測位が有用であることを検証した。
- 「みちびき」が送信する測位信号の精度について、平成23年6月の測位信号提供開始から、約2年間にわたって継続的にGPS全体の平均値を大きく上回り、最新型の近代化GPSと同等の精度:80cm(95%)を達成した。
(米国GPS全衛星の平均は約1.8m、ロシアGLONASSは約4~6m程度)
⇒フルサクセスを達成。

③電離層遅延補正等の高精度化により目標を上回る測位性能が確認されること。

- 電離層の影響による信号の遅延を補正することで測位精度を向上するため、日本近傍域を対象にした「みちびき」独自の補正パラメータを設定。このパラメータを使用することにより、GPSパラメータを使用した場合を上回る測位精度を達成した。
⇒エクストラサクセスを達成。

— 走行軌跡

● GPSのみで測位ができた地点(衛星4機以上が可視)

● GPS+「みちびき」で測位ができた地点(衛星4機以上が可視)



測位可能時間率:
GPSのみ : 28.5%
GPS+「みちびき」: 70.0%

「みちびき」を組み合わせると新宿のようなビル谷でも測位可能時間率は70%に達し、2.5倍の改善率。高架下や樹木の陰を除けば、ほとんどの場所での測位が可能。

測位可能時間率の改善(新宿の例)

「みちびき」及びGPSを使用した測位精度(水平方向、95%)

「みちびき」+GPS (GPSによる 電離層補正)	「みちびき」+GPS (「みちびき」による 電離層補正)
5.2m	3.6m

(b) 準天頂衛星初号機

実績: <次世代衛星測位基盤技術>

- ① LEX信号がIS-QZSSに記載した機能を満足すること。
 - ② LEX信号を用いた電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位において、水平方向±30cm以下、垂直方向±60cm以下の精度を達成すること。
- GPSの精度を向上させる精密な補正信号(GPS補強信号)である**LEX信号を世界に先駆けて送出**。測位精度の更なる高精度化が可能な信号を送信する機能を確認した。
⇒フルサクセスを達成。
 - LEX信号を利用した、**電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位**(PPP: Precise Point Positioning)について、**目標精度を上回る精度(水平方向:20~25cm、垂直方向:30~40cm)**を達成した。
⇒**エクストラサクセスを達成**。
 - 準天頂衛星初号機「みちびき」の高精度測位技術の開発について、**平成24年度 文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)**を受賞。

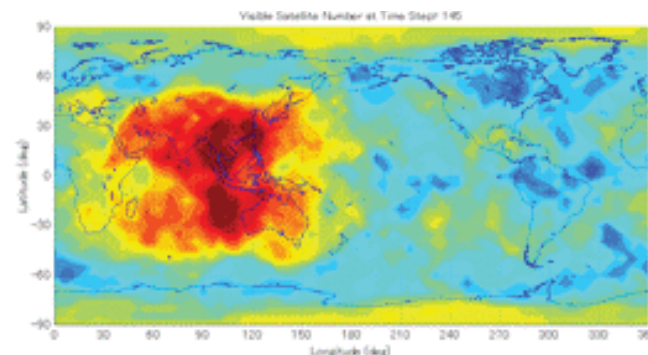
実績: <複数GNSS>

- PPP等の精密測位を行う際に必要となる、測位衛星の軌道・クロックを高精度に推定するツールとして、複数GNSS(「みちびき」の他、米国GPS、欧州GALILEO、ロシアGLONASS等)に対応した軌道・クロック推定ツール(MADOCA: Multi-GNSS Demonstration tool for Orbit and Clock offset Analysis)を開発した。
 - 国際GNSS事業(IGS: International GNSS Service)に参画する各機関の中で、欧州宇宙機関宇宙運用センターによる軌道・クロック推定精度(1.98cm)に対して、今回**JAXAが開発したツール(MADOCA)によって、欧州宇宙機関運用センターを超える最高の精度1.81cm***を達成した。
*: GPSの後処理軌道推定精度(RMS)
 - MADOCAで推定した軌道・クロックを用いた**後処理PPPの測位精度は、水平、垂直方向とも10cm(RMS)以下**を達成した。

⇒**エクストラサクセスを超える目標を達成**

効果:

- JAXAが実施してきた「みちびき」技術実証が**十分な成果を達成したことを受けて、内閣府により実用準天頂衛星システムの整備が開始**された。また、内閣府から実用準天頂衛星システム構築に関する技術支援契約を受託した。



GPS(27)+Glonass(24)+Galileo(30)+COM
PASS(35)+IRNSS(7)+QZSS(4)+SBAS(7)

2020年における可視衛星数(仰角30度以上)

利用可能な衛星数、周波数の増加は、より高精度、信頼性高い測位利用を可能とする。
アジア・オセアニア地域は、世界で最も早く複数GNSSの恩恵を受ける地域であり、JAXAは、アジアの地域特性を活かし複数GNSS利用実験を世界に先駆けて実施。

(b) 準天頂衛星初号機

実績：＜利用実証＞

- 精密測位の利用実験として、11件（移動体アプリケーション、信号認証、捜索救助、列車の位置計測、波高検知、可降水量推定による降雨予測の高精度化、農機の自動制御2件、自動車、低速移動体、津波・地殻変動観測ブイ）の共同研究を実施した。特に、農機自動制御の実験では、**JAXAが開発した単独搬送波位相測位（PPP）技術を活用することで、cm級の測位精度が求められるトラクターの自動制御を実現した。**
- JAXAが中心となって、アジア・オセアニア地域における「みちびき」を含む複数衛星測位システム（GNSS）を利用する取り組み（「複数GNSSアジア」（MGA））を立上げ、「複数GNSS実証実験」を推進し、当該地域での準天頂衛星の利用促進を進めている。
 - 国連の「衛星航法システムに関する国際委員会」（ICG）のサポートの下、実証実験を推進するための国際組織として「複数GNSSアジア」（MGA）を設立（MGA参加機関：11か国23機関）。
 - GNSS衛星群に対し正確な軌道や時刻補正情報を生成するために、国際協力によるGNSS受信局ネットワークを構築。78局のモニタ局を整備し、複数GNSSによる精密測位実験を実施できる環境を整えた。
 - 新たな利用を開拓・推進するため、複数GNSS共同実験を募集し、14件を選定した。
 - 「複数GNSSアジア」（MGA）については、国連の「衛星航法システムに関する国際委員会」（ICG）の第6回会合の共同声明文やICGの上位会合である「国連宇宙平和利用会議」（UNISPACE-Ⅲ）の報告において、活動を支援する旨の記述がされるなど、ICGの主要な活動のひとつに位置付けられている。また、MGAの活動を主導することにより、衛星測位保有国における我が国のプレゼンスが大きく向上した。

中期計画： さらに、本プログラムの研究開発成果については、民間等による衛星測位技術の利用が推進されるよう、外部への公開及び民間等に対する適切な情報の提供等を行う。

実績：

- 「準天頂衛星システム」の性能、並びに「みちびき」の信号仕様を記載した「準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書」（IS-QZSS）を公開、開発の進捗、実証実験結果を踏まえ適宜改訂を実施した。また、「みちびき」の運用状況等をウェブサイト（QZ-VISION）で公開した。

効果：

- 「みちびき」測位信号の高い品質・信頼性が社会的に認められるとともに、ユーザインタフェース仕様書を適切に維持管理し、公開したことで、JAXAの資金援助無しに民間企業が独自に開発を進め、カーナビやタブレット等のコンシューマ向け「みちびき」対応受信機が一般に市販されることとなった。
- 商用のPPPサービス（Trimble® CenterPoint™ RTX™）に「みちびき」が利用され、アジア地域でのサービスが開始された。
- PPP方式により、海上や電子基準点のないアジア地域においても、これまでのメートル級の精度に対して、1メートルを切る測位サービスが可能となる目途を示すことができ、農機の自動制御や、自動車の安全運転支援での利用に向けた実験が可能となった。

評価結果	評定理由(総括)
S	<p>中期目標である“衛星測位基盤技術の確立及び全地球測位システム(GPS)の補完に係る技術実証”をエクストラサクセスも含め全て達成し、内閣府による実用準天頂衛星システムの整備につながった。さらに、当初計画には無かった高精度の単独搬送波位相測位(PPP)技術を開発した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 打上げ後2年半で全ての技術実証の目標(エクストラサクセスを含む)を達成し、中期目標である“衛星測位基盤技術、GPS補完技術”を確立した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 高仰角の「みちびき」からGPS補完信号を送信することにより、都市部、山間部等で可視性を大幅に改善。 ➢ 「みちびき」が送信する測位信号の精度について、30年以上の長い実績を誇るGPS全体の平均値(約1.8m)を大きく上回り、近代化GPSと同等の精度:80cmを達成。 ➢ 電離層遅延の補正による高精度化により、GPSパラメータを使用した場合(5.2m)を上回る測位精度(3.6m)を達成。 ➢ LEX信号を利用した、電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位(PPP)について、目標精度(水平方向±30cm以下、垂直方向±60cm以下)を上回る精度(水平方向:20~25cm、垂直方向:30~40cm)を達成。自動車、防災(例:津波監視)、農業(例:農機自動制御)などの分野での利用可能性を実証した。 • エクストラサクセスを上回る成果として、複数GNSSに対応した軌道・クロック推定ツール(MADOCA)を開発し、世界一の精度(1.81cm)を達成。これを利用した高精度の単独搬送波位相測位(PPP)技術を開発することで、海上や電子基準点のないアジア地域における利用可能性を実証した。 • アジア・オセアニア地域における「みちびき」を含む複数衛星測位システム(GNSS)を利用する取り組みとして、JAXA主導で「複数GNSS実証実験」を推進し、当該地域における準天頂衛星を含む測位衛星の利用促進の一助とした。 • これらの成果を公開することで、民間企業の開発による「みちびき」対応受信機(カーナビ、タブレット等)が一般に市販されることになった。 • これらJAXAが実施してきた「みちびき」技術実証の成果が、内閣府による実用準天頂衛星システムの整備につながった。 • 準天頂衛星初号機「みちびき」の高精度測位技術の開発について、平成24年度の文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)を受賞。

補足説明資料：衛星測位プログラム①

みちびきのプロジェクトの成功基準と達成状況

クライテリア	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	平成24年度までの達成状況
GPS補完システム技術	GPS 補完信号を送信して都市部、山間部等で可視性改善が確認できること。	近代化GPS(*1)民生用サービス相当の測位性能が得られること。	電離層遅延補正等の高精度化により目標を上回る測位性能が確認されること。	「ミニマム成功基準」、「フル成功基準」、「エクストラ成功基準」を達成した。 「みちびき」をGPSと組み合わせて測位することで測位可能時間率が向上し、可視性の改善を確認し、ミニマム成功基準を達成した。 続いて、フル成功基準に対して、打上げ1年後の達成予定を約2か月前倒しし、近代化GPS民生用サービス(SIS-URE:約80cm)を上回る精度(SIS-URE:約40cm)を達成し、フル成功基準を達成した。 更に、電離層遅延補正効果により、目標を上回る測位精度を確認し、エクストラ成功基準を達成した。
次世代衛星測位基盤技術(*2)	—	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の機能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	将来の測位システム高度化に向けた基盤技術実験により所定の性能が確認されること。(実験計画制定時に、目標の具体化を図る。)	「フル成功基準」ならびに「エクストラ成功基準」を達成した。 LEX信号を用いて、独自の周波数、コード、メッセージの測位信号を生成出来ることを確認し、フル成功基準(IS-QZSSに記載した機能を満足すること)を達成した。 また、高精度な軌道・時刻及び電離層補正情報の提供により、所定の性能を達成し、エクストラ成功基準(1周波ユーザ:3m以内の精度)を達成した。 さらに、電子基準点に依存しない単独搬送波位相測位(PPP)において、目標精度の水平方向±30cm、垂直方向±60cm以下を達成した。 「エクストラ成功基準」を超える成果を達成した。 MADOCAの開発を実施し、MADOCAで生成した暦を用いた後処理PPPで水平・垂直方向10cm以下(RMS)を達成した

* 1 近代化GPS: 米国で計画されている次世代の高精度化、高信頼性化衛星測位システム

* 2 将来の高度化に向けた基盤技術とは、実験信号(周波数・コード・メッセージ)等による測位精度の更なる高精度化、高信頼性化を目指した技術開発を計画中である。

補足説明資料: 衛星測位プログラム②

世界の測位衛星の現状

	GPS (米国)	ガリレオ (EU)	グロナス (ロシア)	北斗(中国)	IRNSS (インド)	準天頂衛星システム (日本)
衛星機数・軌道	1978年初号機打上げ。 6軌道面で24機体制(2012年8月現在、予備機等含めて軌道上に32)。 軌道高度約2万km	2005年実験機打上げ。 3軌道面で計30機を配備予定(2012年8月現在、実験機を含めて軌道上に4機[内2機は運用終了])。 軌道高度約2.4万km	1982年初号機打上げ。 2011年12月に3軌道面で24機体制を再構築(2012年8月現在予備機等含めて軌道上に31機)。 軌道高度約1.9万km	2000年実験機打上げ。 静止衛星、準天頂軌道衛星、中高度軌道衛星の合計35機を配備予定(2012年8月現在、予備機等含めて軌道上に13機)。 軌道高度約3.6万km及び約2.2万km	3機の静止衛星と4機の地球同期軌道衛星の計7機を配備予定(インド周辺のみへのサービス提供)	2010年9月初号機「みちびき」打上げ。 準天頂軌道衛星及び静止軌道衛星により、将来的に7機体制を目指す。 準天頂軌道(高度3.3万～3.9万km)で初号機を運用
主なサービス目的と目標測位精度	・軍事用 ・民生一般(測位精度10m程度)	・民生一般(測位精度4m以下) (特に、交通ナビ、警察・消防、遭難救助等を意識)	・軍事用 ・民生一般(現在の測位精度5～7m程度、衛星更新に伴いさらに精度向上を目指す)	・軍事用 ・民生一般(測位精度10m、広域補強サービスとの併用により1mを目標)	測位精度20m以下を目標	・GPSの補完(利用可能時間の拡大) ・GPSの補強(2種類の補強信号で、測位精度を2m～数cmに向上) ・メッセージ機能
計画・運用主体	米国国防総省	欧州連合(EU)、欧州委員会(EC)企業・産業総局	ロシア連邦宇宙局グロナス部	中国国家航天局(CSN: 中国衛星航法プロジェクトセンター)	インド宇宙研究機関(インド政府)	初号機は文科省、総務省、経産省、国交省(運用はJAXA) 実用システムは内閣府
経費、予算	年間経費 約7.5億米ドル(約650億円、研究開発経費を含む) (2007年6月現在) 開発・運用予算は国が負担。	2014年までに34億ユーロの経費を予定(新規20衛星分の契約済)。 開発予算は加盟各国が負担。初期はPPPを目指したが断念。	2012年から2020年に3466億ルーブル(約8600億円)を投入 (2012年2月8日付け報道による) 開発・運用予算は国が負担。	(不明) 開発・運用予算は国が負担。	初号機開発に160億ルピー(約300億円) 開発予算は国が負担。	4機体制予算は、衛星約513億円(5年国債、打上費用除)、地上システムの整備運用約1173億円(～2032年)
今後の予定	次世代型の衛星(発信電波の種類を増やし、より高精度、多用途に対応)への更新を順次進めている。	2014年までに18機を運用し、初期サービス提供、最終的に計30機を配備し、フルサービスを提供。	2011年末に全世界サービス提供体制再構築。ロシア国内の国産新車等にグロナス受信機の搭載を検討。	2010年に5機、2011年に3機を打上げ、急ピッチで配備が進む。2012年にアジア・太平洋地域をカバーし、2020年に全世界をカバーする計画。	2014年までに全体システムを整備予定。	2010年代後半に4機体制を整備し、将来的には持続測位が可能となる7機体制を目指す。

I.1.(4) 衛星の利用促進

本年度 内部評価	A	これまでの独法評価結果			
		H23	H22	H21	H20
		A	A	A	A

中期目標記載事項: 地球環境観測プログラム、災害監視・通信プログラム及び衛星測位プログラムの研究開発成果を最大限活用し、より広く社会・経済への還元を図る観点から、衛星及び衛星から得られるデータの利用技術・解析技術の研究開発等を通じ、関係府省・民間企業等のユーザとの連携及び新たな利用の創出を行い、気象分野、農林水産分野、地理情報分野及び教育分野等における衛星利用を一層促進する。

中期計画記載事項: 地球環境観測プログラム、災害監視・通信プログラム及び衛星測位プログラムの研究開発の成果を最大限活用し、より広く社会・経済へ還元することを目的として、気象分野、農林水産分野、地理情報分野及び教育・医療分野等における国内外のユーザへのデータの提供ないし通信手段の提供を行う。また、関係機関等と連携した利用研究・実証を通じて、衛星及びデータの利用を一層促進するとともに新たな利用の創出を目指す。

特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 東日本大震災、タイ国大洪水等、広域にわたる大規模災害が現実のものとなり、また地球温暖化がもたらす気候変動、水循環変動が食料安全保障、公衆衛生等に影響を及ぼすことが懸念されている。このため、広域、高精度の環境データを継続的に取得する衛星観測及びその利用に対する期待はますます強まっている。
- 衛星データの利用を一層促進するため、地球観測衛星データの受信・アーカイブから、利用者が必要とする形でデータを提供するためのシステムの重要性が一層高まってきている。
- 衛星測位分野では、携帯電話へのGPS受信機能搭載が進んだことから、衛星測位利用の裾野が大きく拡大し、従来のカーナビだけでなく、位置情報を利用する多くのサービスが普及してきている他、地理空間情報活用推進法の施行により、基盤地図情報を用いたGIS利用、精密測位利用など衛星測位の高度利用も急速に拡大している。

マイルストーン

