

見つめるのは大地の表情



推進1-2-4

陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)プロジェクト に係る事後評価について

平成24年 1月 16日

宇宙航空研究開発機構
宇宙利用ミッション本部

目次

		推進部会評価項目(事後評価)		
		a.成果	b.成否の要因に 対する分析	c.効率性
1.陸域観測技術衛星「だいち」の概要	2～4頁			
2.開発および運用の経緯	5～11頁			
3.成果	12～49頁			
4.成否の原因に対する分析	50～53頁			
5.プロジェクトの効率性に対する分析	54～58頁			
6.外部からの表彰等	59～60頁			
別紙1「だいち」サクセス基準	61～62頁			

1. 陸域観測技術衛星「だいち」の概要

(1) 目的

地球資源衛星1号(JERS-1)及び地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS)による陸域観測技術を継承・改良・発展させ、地図作成、地域観測、災害状況把握、資源探査等への貢献を図ることを目的とした衛星である。

(2) 「だいち」計画の位置付け

○宇宙開発政策上の位置づけ

開発当時の宇宙開発の基本方針を定めた「宇宙開発政策大綱」では、最初の陸域観測衛星シリーズの衛星で、JERS-1及びADEOSによる陸域観測を継続・発展させるものと位置付けられる。

○『宇宙開発に関する長期的な計画』

(総務大臣、文部科学大臣、国土交通大臣、平成15年9月制定)

「重点的に取り組む業務」のうち、災害監視・資源管理への貢献として位置付けられる。

○『独立行政法人宇宙航空研究開発機構の中期目標を達成するための計画』

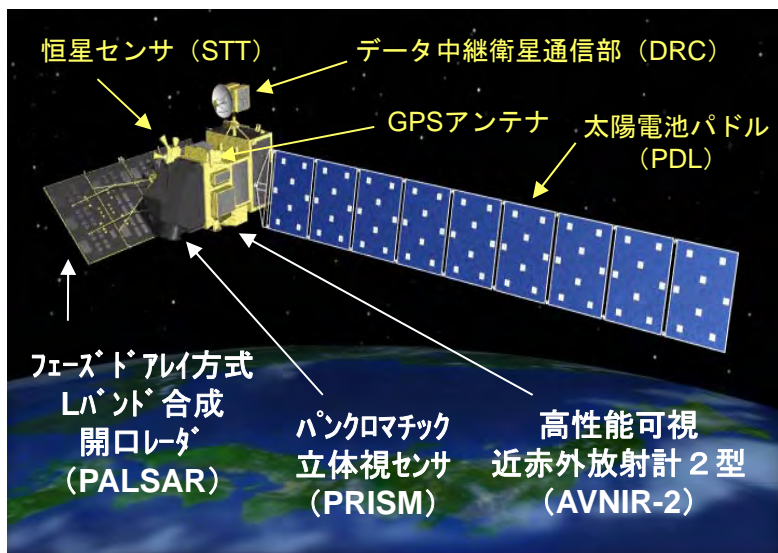
(JAXA 平成17年3月改定)

「安全・安心な社会への構築」を目的として、高分解能センサ(水平分解能2.5m立体視のPRISM、10m分解能のPALSAR、10m分解能のAVNIR-2、ミッション期間3年)で得られる観測データを用いた、「防災・危機管理」「資源管理」分野への貢献を図る。

具体的には、「防災・危機管理」、「資源管理」分野に対し、陸域・海洋の災害情報の把握に資する情報の提供、地図作成/土地利用/植生分布等に資する情報の提供を行う。

1. 陸域観測技術衛星「だいち」の概要

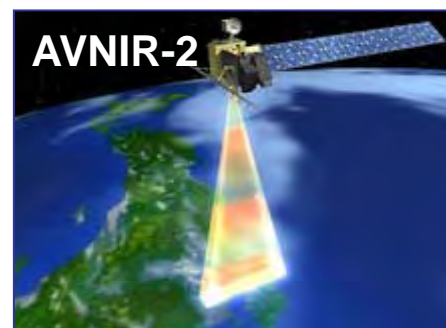
(3) 軌道上外観図と主要諸元



- ・ 観測可能域 : 70~350km
- ・ 全球どこでも、5日以内に観測可能 (全天候観測)
- ・ 地殻変動
- ・ 洪水の冠水域把握



- ・ 観測可能域 : 70km
- ・ 2.5m解像度の高分解能
- ・ 3方向からの画像から標高モデルを作成
- ・ 建造物倒壊など詳細の被害状況把握



- ・ 観測可能域 : 70 km
- ・ 全球どこでも3日以内に観測可能 (被雲率考慮せず)
- ・ 大規模災害の広域被害状況把握 (洪水、土砂崩れ、建物倒壊)

質量	: 約4,000kg
発生電力	: 約7kW
設計寿命	: 3年以上、5年目標
軌道	: 太陽同期準回帰軌道
高度	: 691.65km
軌道傾斜角	: 98.16°
周期	: 98.7分
回帰日数	: 46日 (サブサイクル2日)
降交点通過地方時	: 午前10時30分±15分

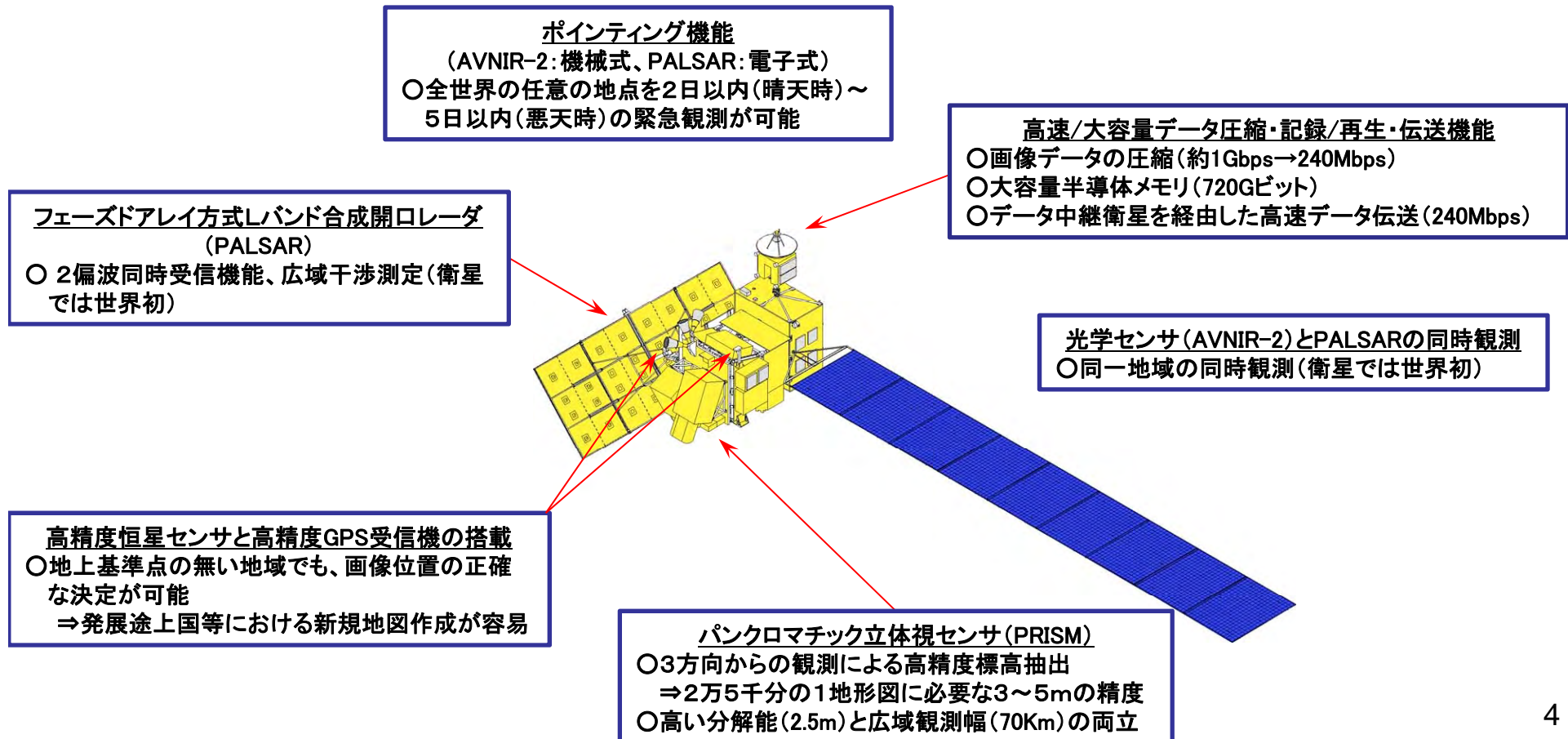
1. 陸域観測技術衛星「だいち」の概要

(4) 「だいち」の特徴

「だいち」はミッション達成のため、

- ・高精度で標高抽出を実施するためのパנקロマチック立体視センサ(PRISM)及び、
- ・土地被覆の観測を高精度に実施するための高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)並びに、
- ・昼夜の別なくまた、天候によらず観測可能なフェーズドアレイ方式バンド合成開口レーダ(PALSAR)の3つの地球観測センサを搭載し、高分解能かつ広観測幅の陸域観測を実施する。

「だいち」の主な特徴を示す。

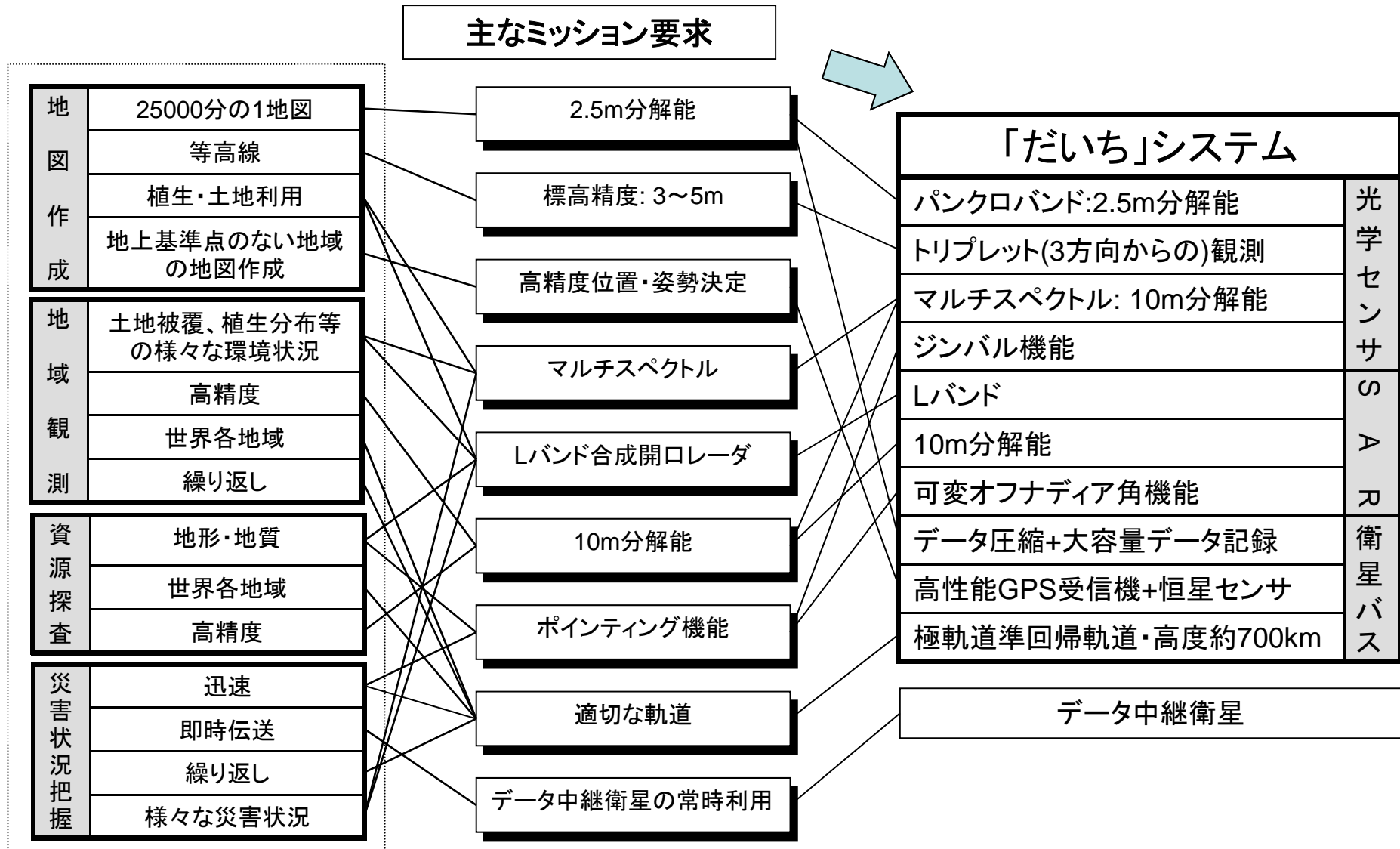


2. 開発および運用の経緯

- (1) ミッション要求と「だいち」システム仕様
- (2) プロジェクト実施体制
- (3) 開発着手～打上げ
- (4) ミッション運用体制
- (5) ミッション運用経過

2. 開発および運用の経緯

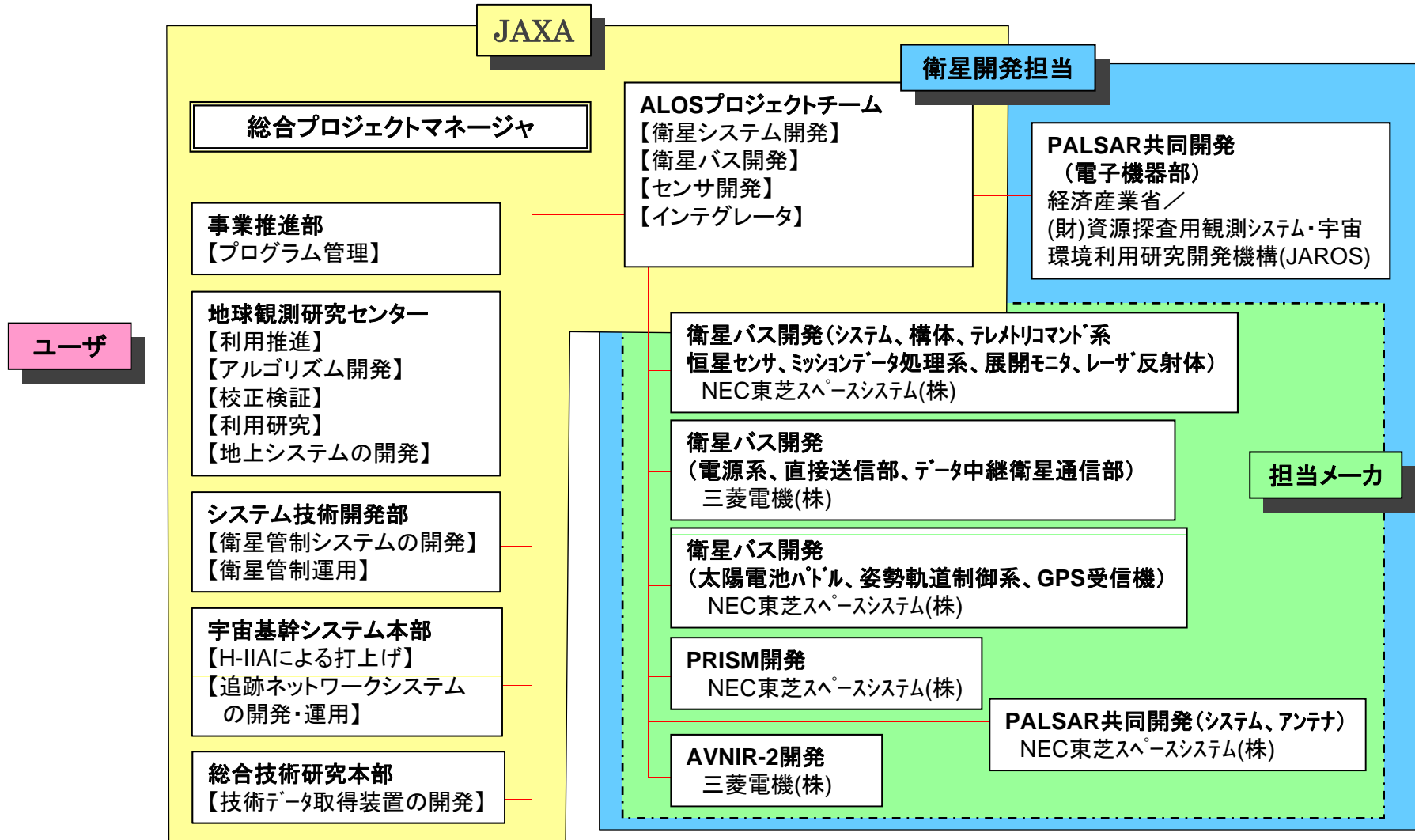
(1) ミッション要求と「だいち」システム仕様



- 高精度、高分解能化によるGIS(地理情報システム)の整備、高度化へ
- 土地被覆分類の高度化等による災害予測、管理へ

2. 開発および運用の経緯

(2) 開発プロジェクト実施体制



(注) 社名等は開発完了時のもの

2. 開発および運用の経緯

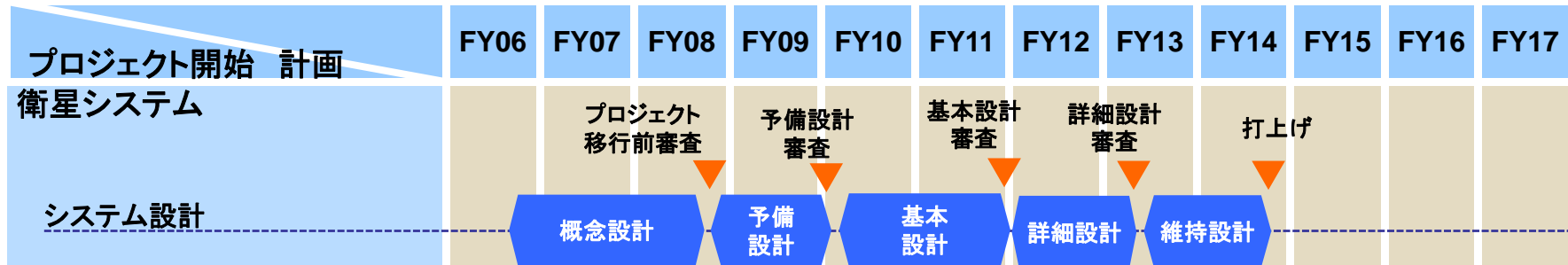
(3) 開発着手～打上げ

- 平成6年度 ・ミッション要求調整作業(分解能5m→2.5m)を実施。
名称を陸域観測技術衛星(ALOS)に設定。
- 平成7年度 ・7月、宇宙開発委員会において、PALSARをNASDAと資源探査用観測システム研究開発機構(JAROS)で共同開発することが了承。
- 平成9年度 ・7月、宇宙開発委員会において、新規に実施する予定の施策および見直しに関する要望事項。「ALOSの開発による地球観測技術の継承と発展」
- 平成10年度 ・4月、「宇宙開発計画」に陸域観測技術衛星(ALOS)は、「開発研究」から「開発」へ移行。
(打上げを平成14年度)
- 平成12年度 ・他衛星へ開発成果を早期反映のため、打上げを平成14年度夏期に繰上げ。
- 平成12年度 ・8月、宇宙開発委員会において、打上げを平成15年度夏期に変更。
リアクションホイールを輸入品に変更(他衛星不具合水平展開:MPC製⇒ITHACO製)
- 平成13年度 ・4月、システム詳細設計審査会(CDR1)を実施し、システムインテグレーションを開始。
- 平成14年度 ・4月、宇宙開発委員会において「宇宙開発に関する基本計画の一部改訂について」の見直し、
打上げを平成16年度夏期に変更。
- 平成15年度 ・ADEOS-2等の運用停止、不具合を受けたALOS総点検を実施。
- 平成16年度 ・11月、宇宙開発委員会に「ALOSの総点検に関する審議結果」を報告。
打上げを平成17年度。
- 平成17年度 ・5月、開発完了審査会(PQR)を実施、衛星を種子島へ輸送。
・11月、宇宙開発委員会に「H2A-8号機、ALOSの準備状況、平成17年度ロケット打上げおよび追跡管制計画書」を報告。
・平成18年1月24日打上げ。

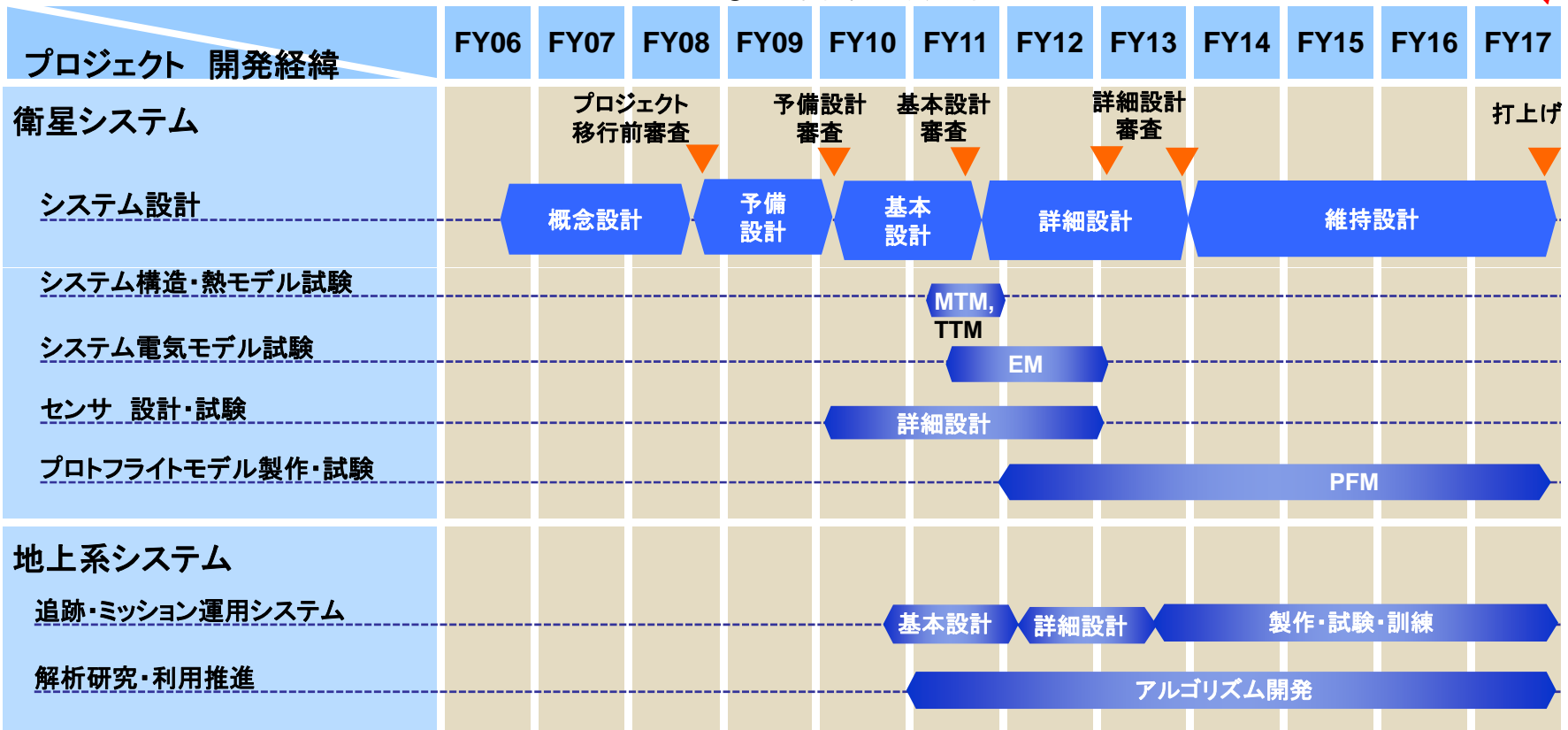


2. 開発および運用の経緯

(3) 開発着手～打上げ

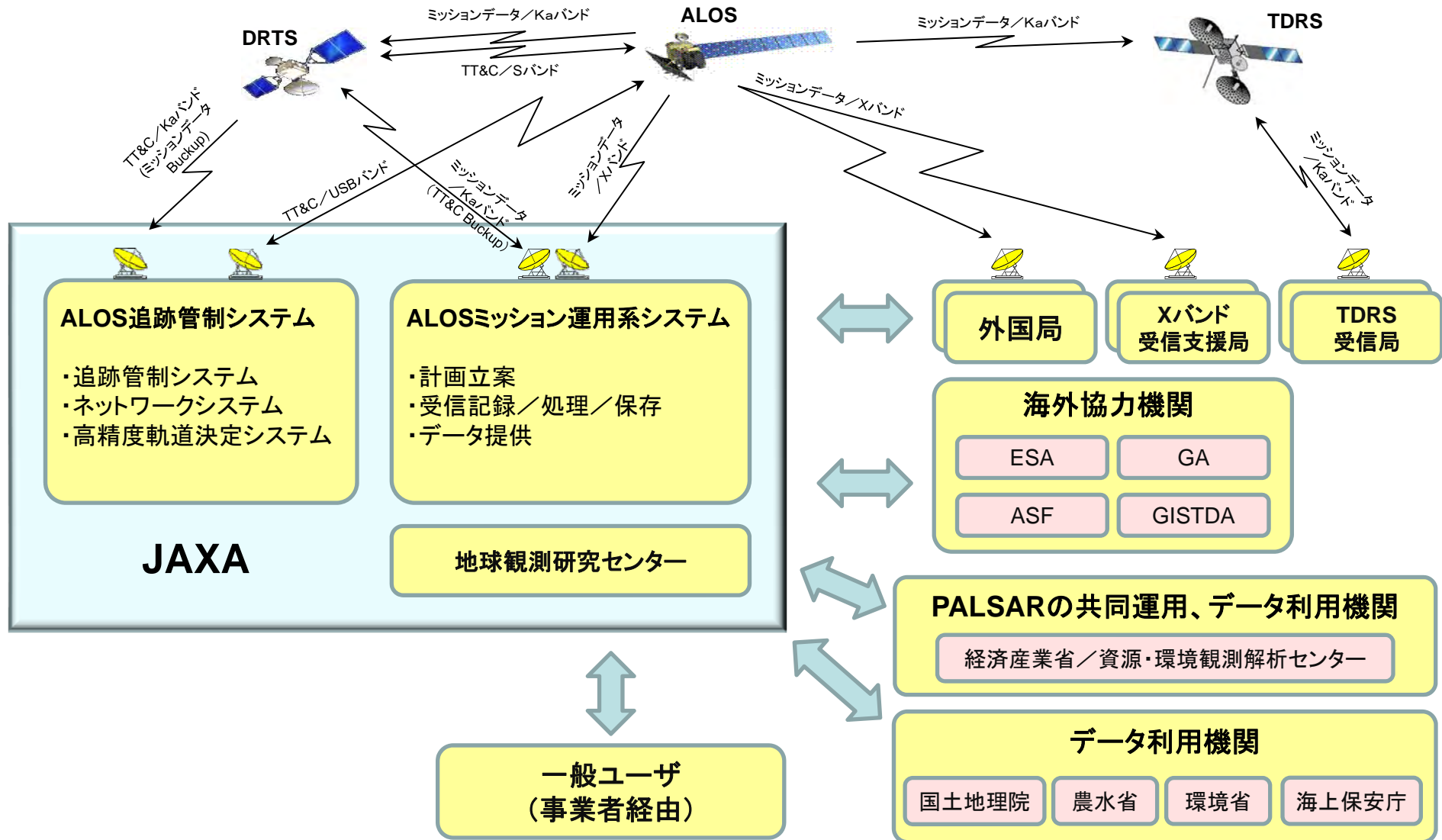


- 打上げ予定
変更理由
- ①: 他衛星へ開発成果を早期に反映
 - ②: リアクションホイールを輸入品に変更
 - ③: 「宇宙開発に関する基本計画」の見直し
 - ④: 総点検結果に伴う改修等



2. 開発および運用の経緯

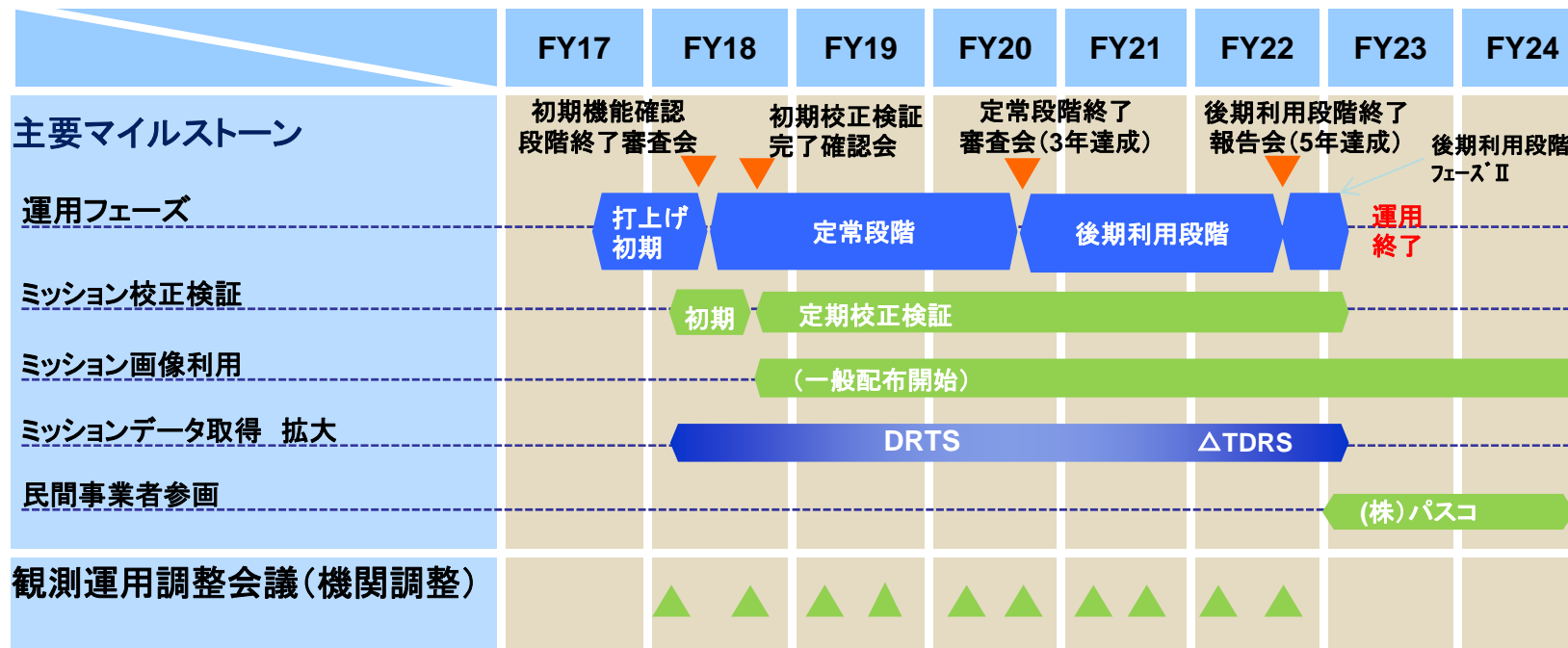
(4) ミッション運用体制



2. 開発および運用の経緯

(5) ミッション運用経過

- 設計寿命3年以上／5年目標を上回る、5年3ヶ月の運用を達成。650万シーン以上のデータを取得。
- データ中継衛星通信部送信機器(TWTA)を冗長系に切り替えたことを除き、衛星の機能・性能は正常であり、安定した観測運用を継続した。



- 平成18年 1月24日 : H-2Aロケット8号機により打上げ。
- 平成18年 5月15日 : 初期機能確認段階終了審査会、所定の機能・性能を確認。
- 平成18年10月23日 : 初期校正検証完了確認会、国内外の校正検証チームにより評価。一般配布を開始。
- 平成21年 2月 2日 : 定常段階終了審査会、ミッション寿命3年を達成。
- 平成22年 4月12日 : ALOS-TDRS運用を開始。
- 平成23年 2月23日 : 後期利用段階終了報告会、ミッション目標5年を達成。
- 平成23年 3月12日 : 東日本大災害緊急観測を最優先に実施。関係機関に画像を提供
- 平成23年 4月22日 : 電力低下による機能停止。
- 平成23年 5月12日 : 4/22以降、約3週間の追跡後、5/12に運用を終了(運用期間:約5年4ヶ月)。

3. 成果

(1) 成果分類と資料 整理

(2) アウトプット

(3) アウトカム／インパクト

3. 成果 (1) 成果分類と資料 整理

「宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針」に基づき、「事後評価」の成果(結果・効果・波及効果)を以下のように整理した。

分類	指標	説明資料
アウトプット (結果)	<p>サクセス基準 別紙1参照 (平成17年6月宇宙開発委員会報告)</p> <p>目標の達成。 直接的な成果(定量的)</p>	<p>サクセス基準は、エクストラサクセスを達成。</p> <p>1) 陸域観測衛星技術の検証 2) 高分解能衛星データ実利用技術の検証</p> <p>詳細説明1 データ取得状況等。 詳細説明2 衛星技術検証 主要要求項目 (1/6～6/6) (高制動姿勢決定結果、高速・大容量データ機能等) 詳細説明3 実利用技術の検証 (1/6～6/6) (公共機関利用実証、利用実証例) 詳細説明4 データノード制の評価</p>
アウトカム (効果) 「①」 と インパクト (波及効果) 「②」	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトの目的に照らした本質的内容についての成果。 ・当初予定していなかった全く新しい分野での利活用や技術成果。 ・当初予定の分野における、予想外の利活用や技術成果。 	<p>1) 利用拡大 ①: データ提供状況</p> <p>2) 地図作成 ①: 民間地図利用 ①: 海外地図利用</p> <p>3) 地域観測 ①②: 森林伐採／不法投棄監視</p> <p>4) 災害状況把握 ①: 自治体等での利用／サンゴ礁分布図作成 ①: 国際災害チャータ ①②: センチネルアジア ①: 防災への利用事例</p> <p>5) 国際貢献 ①: GEO等への貢献</p> <p>6) 技術・運用の発展 ①: 今後の衛星プロジェクトへの寄与 ②: TDRS利用(インターオペラビリティ) ②: 事業効率化</p> <p>7) アウトリーチ ②: 新しい分野での利活用(教育等) ②: 「だいち」に関連する学術論文掲載</p>

3. 成果

(1) 成果分類と資料 整理

(2) アウトプット

(3) アウトカム／インパクト

評価基準	結果 : 達成状況	備考
<p>(1)【陸域観測衛星技術の検証】</p> <p>・サクセス評価基準 別紙1参照</p> <p>◆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(データ中継衛星経由)/ 120Mbps(直接伝送系経由)】</p> <p>◆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>◆データ処理 【60シーン/日/センサ】</p> <p>◆データ提供 (データノード、一般ユーザ等)</p>	<p>結果:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミッション寿命3年以上/5年目標に対し 5年3ヶ月のミッション運用を達成した。 ・バス、センサ機器の機能、性能は、全て目標仕様を達成するとともに、劣化、長期的変動を含む寿命評価にも問題となる事象はなかった。 <p style="text-align: center;">エクストラサクセス評価: 達成</p> <p>◆バス系機能・性能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発生電力は、平均8KW以上、 ・姿勢制御精度は±0.039度以下、 ・データ記録/伝送レートはデータ中継衛星経由 240Mbps、直接伝送経由 120Mbps。 ・その他、残推進薬量 約110kg以上 <p>◆センサ系機能・性能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PRISMデータ: 分解能2.5m、走査幅35km(3方向視モード)/70km(直下視)、3方向視観測機能 ・AVNIR-2データ: 分解能10m、走査幅70km以上、±44度ポインティング機能 ・PALSARデータ: 分解能10m/100m(※)、走査幅70km/350km(※)、9.9~50.8度ポインティング機能 <p>(※):「高分解モード」/「ScanSARモード」を表す。</p> <p>◆初期運用では、80シーン/日/センサ、後期運用は、600シーン/日の処理向上(2009年12月、計算機換装を実施)</p> <p>◆JAXA提供: 90万シーン、民間機関提供:15万シーン(平成18~22年度)</p>	<p>◆詳細説明2 衛星技術検証(1/6)~(3/6)参照</p> <p>◆詳細説明2 衛星技術検証(4/6)~(5/6)参照</p> <p>◆詳細説明2 衛星技術検証(6/6)参照</p>

3. 成果 (2)アウトプット サクセス評価

2) 高分解能衛星データ実利用技術の検証(1/2)

評価基準	結果 :達成状況	備考
<p>(2)【高分解能衛星データ実利用技術の検証】</p> <p>・サクセス評価基準別紙1参照</p>	<p>結果:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・a)地図作成、b)地域観測、c)資源探査、d) 災害状況把握のいずれについても、当初の想定を超える実利用実証や研究成果物の作成を行った。 ・運用期間中継続して校正検証作業を実施することで、画像の品質、精度を向上させ、世界トップレベルを達成した。 ・運用終了後もアーカイブデータの利用が継続中である。 	
<p>(a)地図作成 ○1/25,000地図作成の利用実証</p>	<p>1)高さ方向の精度向上、判読性の向上等、「だいち」データの地図への利用に関する改善を実施して画像の品質、精度を向上した。 【国土地理院とJAXA】 <平成20年4月:宇宙開発委員会 報告></p> <p>2)正射投影画像の試作検証、数値地表モデルの試作検証、パンシャープ(PRISM+AVNIR2)を試作し、良好な精度を確認した。【JAXA】</p> <p>3)以下について作成・検証等を実施し多くの効果・効用を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・数値標高モデルの試作検証【国土地理院】 ・1/25,000地形図への適用評価【国土地理院】 ・高精度地盤変動測量【国土地理院】 	<p>詳細説明3 実利用技術の検証(1/6)、(3/6)、(4/6)参照</p>

エクストラサクセス評価:達成

3. 成果 (2)アウトプット サクセス評価

2) 高分解能衛星データ実利用技術の検証(2/2)

評価基準	結果 :達成状況	備考
<p>(b)地域観測 ○現存植生図更新、耕地／作付面積把握、流水分布の実利用実証 ○研究成果物(東南アジア森林分布図の)試作・検証</p>	<p>1)環境省では、植生図作成業務として、「だいち」画像から、判読参照画像(植生図の群落境界線を描写する際の根拠となる画像)としての利用を実施。 2)以下の成果を実施し多くの効果・効用を得た。 ・母集団整備のための判読参照図の適用【農水省】 ・水稻作付け候補地域把握の検証【農水省】 ・衛星画像を活用した損害評価方法の検証【農水省】 ・流水分布の実利用実証【海上保安庁】 ・東南アジア森林モザイク図の試作検証【JAXA】 ・高解像度土地被覆分類図の作成公開【JAXA】 ・全球10mモザイク画像、森林非森林画像の公開【JAXA】 ・SAR解析による森林減少・森林劣化抽出【JAXA,環境研】 ・インフェロを利用した表面標高変化解析森林劣化評価【JAXA】 ・ALOSデータによる船舶検出実験【JAXA、海上保安庁、水産庁】</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> エクストラサクセス評価:達成 </div>	<p>詳細説明3 実利用技術の検証(1/6) (2/6)(3/6)(5/6) 参照</p>
<p>(c)資源探査 ○データ提供 (経済産業省:資源探査)</p>	<p>1)資源・環境観測解析センター(ERSDAC)へ データ提供。 取得したPALSARデータをオンライン回線(1日平均 約1,200シーン)で提供。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> フルサクセス評価:達成 </div>	<p>詳細説明3 実利用技術の検証(3/6) 参照</p>
<p>(d)災害状況把握 ○大規模災害時の迅速な観測、データ受信、提供の実証 (災害チャータへの貢献を含む) ○研究成果物(日本域内地殻変動図)の試作検証</p>	<p>1)緊急観測データは、2日(晴天)～5日(雨天)以内に取得した。 2)取得データの提供は、受信後1時間(速報)～3時間(標準処理)の目標に対し、実績12分(速報)～40分(標準処理)を達成。 3)「だいち」データは大規模災害時に迅速に観測し、データを防災関係機関に提供し、災害状況把握等に貢献するとともに、防災分野への衛星利用の有効性を実証した。 4)以下の実証を行い多くの効果・効用を得た。 ・日本域内地殻変動干渉SAR図の試作検証【国土地理院】 ・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</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> エクストラサクセス評価:達成 </div>	<p>詳細説明3 実利用技術の検証(1/6) (3/6) (6/6)参照</p>

詳細説明 1 「だいち」データ取得状況

	全取得シーン数累計 (2006.5.16~2011.4.21)						晴天シーンカバー状況 & 達成率 (2006.5.16~2011.4.21)				
	FY18	FY19	FY20	FY21	FY22	FY23	雲量0%~2%		雲量20%以下		
							日本域	東南アジア域	日本域	東南アジア域	世界域
PRISM	40万	92万	150万	217万	307万	312万	1,061 (96.11%)	15,124 (87.50%)	1,099 (99.55%) 図1	17,229 (99.68%)	267,112 (89.72%) 図2
AVNIR-2	18万	42万	63万	95万	130万	132万	361 (95.50%)	3,558 (78.70%)	378 (100.00%)	4,493 (99.38%)	79,402 (93.64%) 図3
PALSAR	30万	74万	113万	160万	207万	210万	PALSAR 陸域取得状況(平均取得回数) (2006.5.16~2011.4.21)				
							観測モード	日本陸域	東南アジア陸域	世界域	
							高分解能モード (1偏波、2偏波) (オフナディア角 34.3度)	26.30	21.31	15.85 図4	
							多偏波モード (オフナディア角 21.5度)	4.20	3.76	1.75	

総計:654万シーン

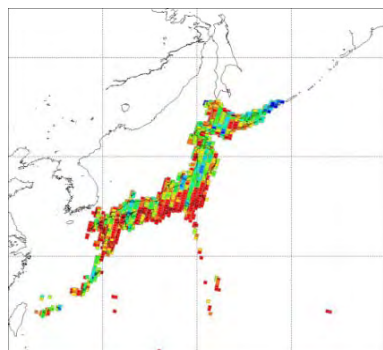


図1 PRISM日本域

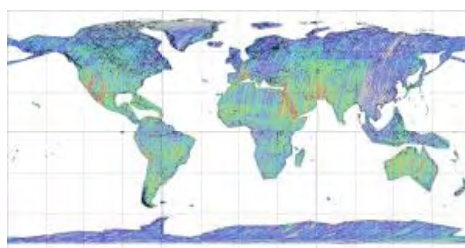


図2 PRISM世界域

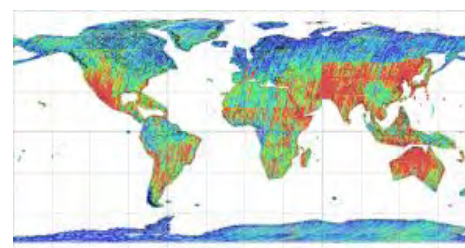


図3 AVNIR-2世界域

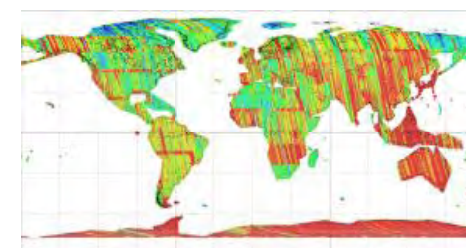


図4 PALSAR(FBS)世界域

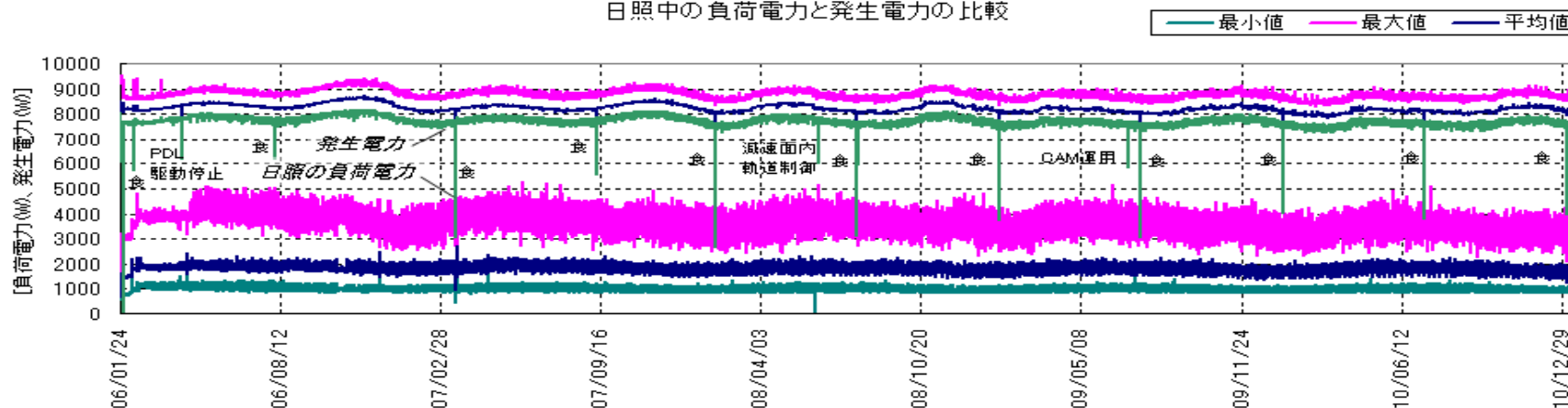
(注)シーンとは、データ提供する際の最小単位。



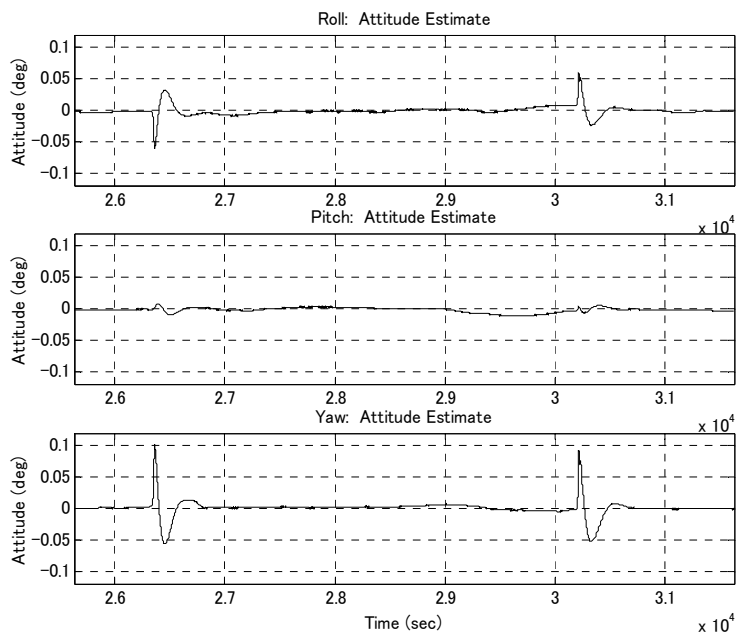
3. 成果 (2)アウツプット

詳細説明 2 衛星技術検証(1/6) ~ バス系機能・性能 ~

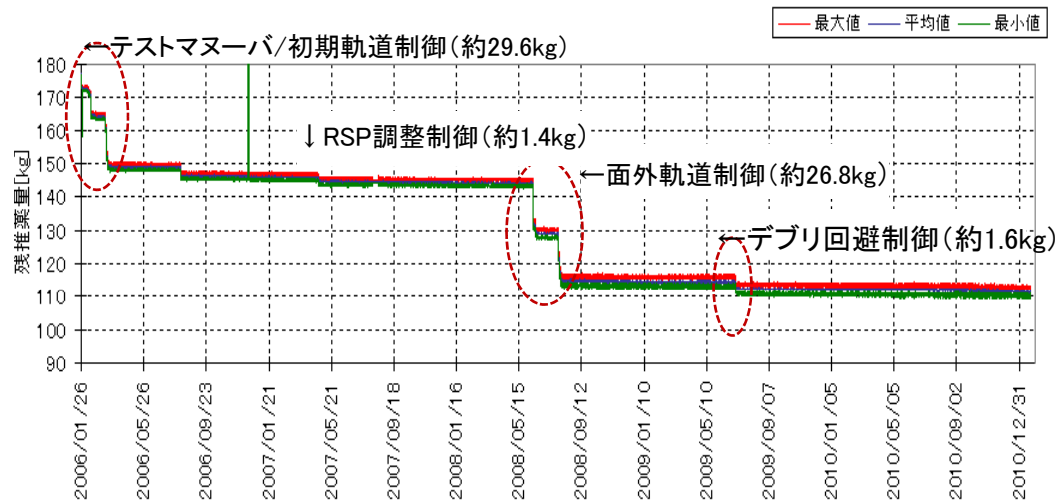
日照中の 負荷電力と発生電力の比較



発生電力 8Kw(上段グラフ)。日食による発生電力の低下(年2回)



姿勢制御精度 (周回誤差プロファイル)



残推進薬量グラフ

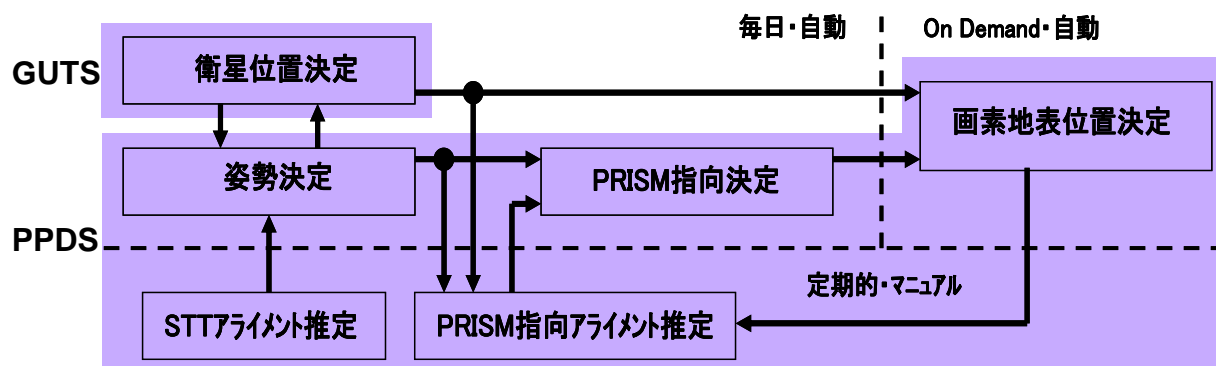
目的: 地図作成等のために「全球の高分解能観測データ取得」⇒「地上基準点(GCP)なしの高精度な画素地表位置決定・幾何補正」の校正を実施した。

アプローチ: オンボードの姿勢決定値、衛星位置決定値、打上前計測のアライメント値のみでなく、打上後、地上で、これらをさらに高精度に推定。

- ・姿勢決定、恒星センサ(STT)校正、指向アライメント推定:「高精度指向決定システム(PPDS)」
- ・衛星位置決定値:「高精度軌道決定システム(GUTS)」

高精度指向決定システム(PPDS):

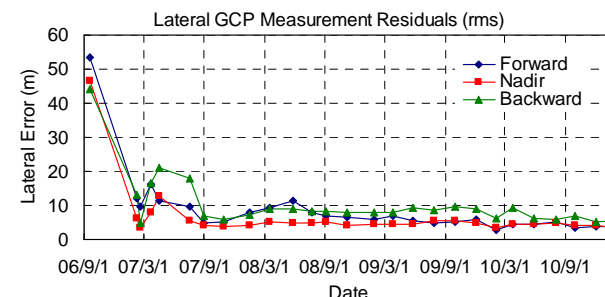
安定に動作を継続するとともに校正活動を継続。画素位置ずれ等を補償する性能向上を達成。



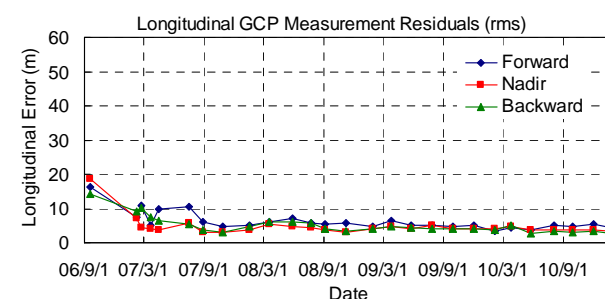
校正活動結果:

- ・絶対精度(GCPなし): 5.3m~6.9m(RMS: 距離誤差)
- ・相対精度(GCPあり): 2.5m(RMS)を維持
- ・地図作成更新(精度: 12.5m)等に問題なく利用。

画素地表位置決定精度の長期トレンド^{*}(緯度方向)



画素地表位置決定精度の長期トレンド^{*}(経度方向)



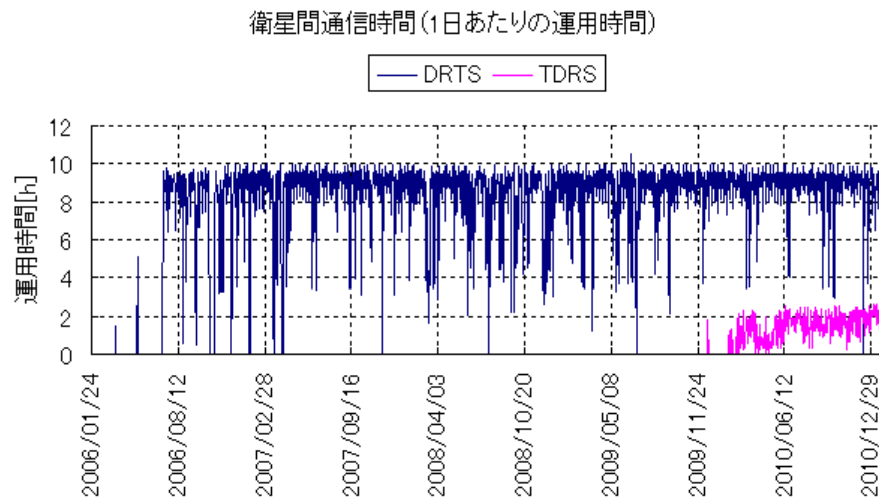
3. 成果 (2)アウトプット

詳細説明 2 衛星技術検証(3/6) ~ 高速/大量データ圧縮・記録・再生 ~

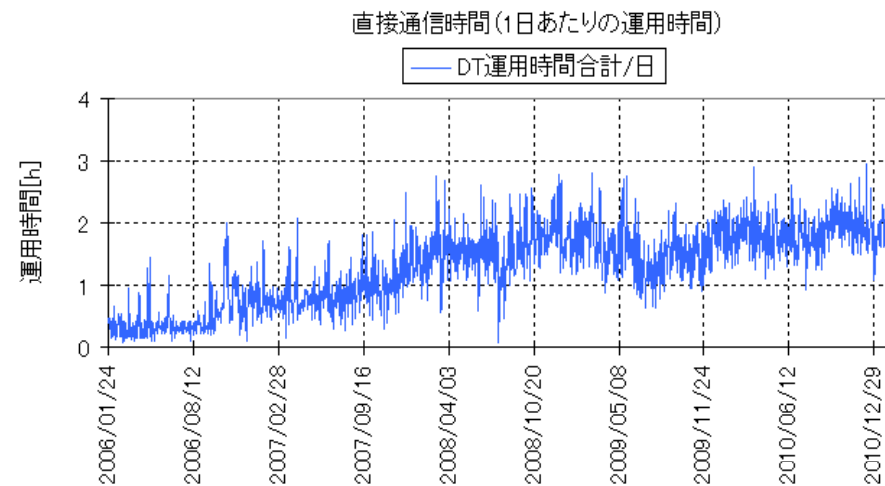
データ圧縮機能・高速データ記録再生機能は、正常な動作。
 PRISMのデータ(960Mbps)を非可逆圧縮で240Mbpsまたは120Mbps。
 AVNIR-2のデータ(160Mbps)を可逆圧縮で120Mbpsに圧縮する。
 高速データ(約240Mbpsまたは約120Mbps)を記録し、再生伝送。

衛星間通信(DRC: 240Mbps)・直接伝送(DT:120Mbps)のミッションデータ伝送の動作

- ・DRTS[こだま]との空間捕捉時間は、3秒以内(仕様:30秒)、RF自動捕捉精度±0.2deg以内(仕様0.45以下)。
- ・2010年4月よりTDRS経由による画像データの伝送開始。TDRSは、フォワードビーコン送信信号を有していないため「だいち」はプログラム追尾モードで運用、安定した軌道データにより正常に運用ができた。
- ・打上げ1年後、衛星間通信用TWTA-A系の電源異常が発生、冗長B系に移行しその後4年間正常に動作した。
- ・「だいち」の運用計画時間に対するDRTSの運用実績は、2009年度 約98%、2010年度 約99% の安定。



衛星間通信アンテナ(DRC)運用時間
 <DRTS 8.8h/13.4回/日、TDRS 1.6h/3.9回/日(半年間の平均)>



直接伝送(DT)運用時間
 <1.9h/16.9回/日(半年間の平均)>

軌道決定	仕様	軌道上性能		
おぼとけ位置決定精度(距離誤差, 95%)	< 200m	35m	ランダム誤差	23m (X: 8m, Y: 8m, Z: 20m, all 2σ)
			バイアス誤差	12m (2σ)
GUTSオフライン処理位置決定精度(距離誤差, 3σ)	< 1m	0.31m	ランダム誤差	0.13m (3σ) (オーバーラップ法による)
			バイアス誤差	0.18m (3σ) (SLRレンジングによる)

PALSAR	項目	計測値 (括弧内の数値は標準偏差を表す)	仕様
	幾何精度	8m(RMS : 距離)	100m以下
	ラジオ精度	0.64dB / 0.17dB (注)左の数値は一般的な機器、右の数値は極めて安定的な機器を使って検証した結果。	1.5dB以下
	ポラリメトリ校正	VV/HH振幅比(dB) : 0.02dB(0.04m) VV/HH位相差(deg) : 0.321(1.01m) クロストーク : -31~-40dB	0.2dB以下 5deg以下 -30dB以下
	雑音等価散乱係数	-34dB	-23dB以下
	分解能(m)	アジマス方向 : 4.49m(0.1m) レンジ方向(14MHz) : 9.6m(0.1m) レンジ方向(28MHz) : 4.7m(0.1m)	4.5m以下 10.7m以下 5.4m以下

😊 世界最高、または、世界レベル



センサ	幾何精度 (GCPなし) 絶対精度(RMS) (m)	幾何精度 (GCPあり) 相対精度(RMS) (m)	仕様(絶対精度)
PRISM 前方	5.3	2.5	2.5m (直下視) (1/25000の地図作成に必要な精度は12.5m)
直下	6.0		
後方	6.9		
AVNIR-2	107.6	5.6	133.8m (直下視)

ポインティング機能

(AVNIR-2: 機械式、PALSAR: 電子式)

○全世界の任意の地点を2日以内(晴天時)～5日以内(悪天時)に実施。

ポインティング機能は、両センサとも正常。

- ・観測要求受付から画像受信まで目標5時間以内に対して実績は約4時間15分。
- ・画像を処理して提供まで1時間(速報)～3時間(標準処理)の目標に対し、実績は12分(ブラウザ画像公開)～40分(標準処理提供)。

フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)

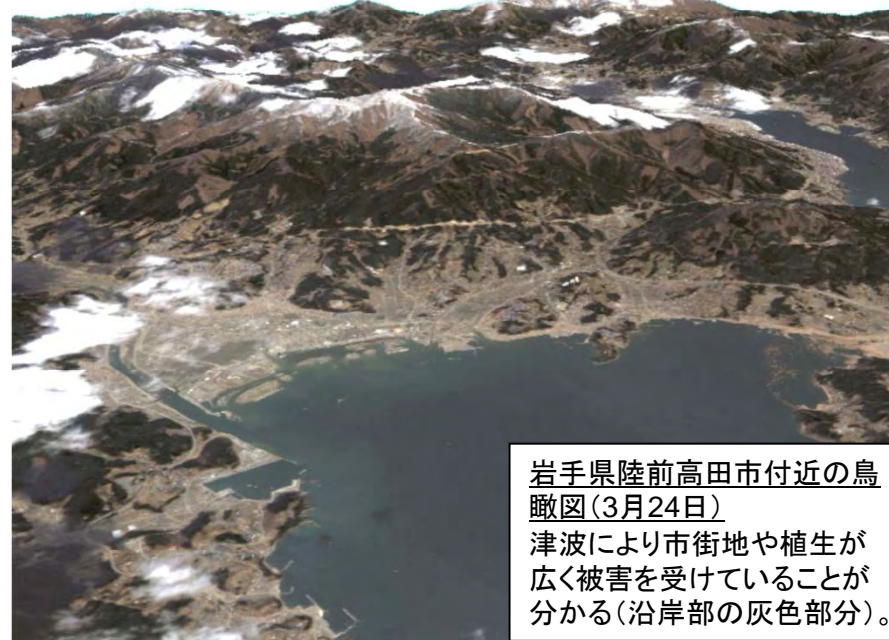
○2偏波同時受信機能、広域干渉測定(衛星では世界初)

パנקロマチック立体視センサ(PRISM)

- 3方向からの観測による高精度標高抽出
⇒2万5千分の1地形図に必要な3～5mの精度
- 高い分解能(2.5m)と広域観測幅(70Km)の両立

光学センサ(AVNIR-2)とPALSARの同時観測

○同一地域の同時観測(衛星では世界初)



岩手県陸前高田市付近の鳥瞰図(3月24日)
津波により市街地や植生が広く被害を受けていることが分かる(沿岸部の灰色部分)。



2011年4月10日観測ALOS衛星画像
福島県 大熊町付近(被災後)
/ (パンクロマチック立体視画像 (PRISM+AVNIR-2) 1/12500
宇宙航空研究開発機構(JAXA)、岡山県立情報科学研究所
April 2011 ALOS-2



	事象	原因、処置／対応	運用影響の結果等
1	Xバンド直接伝送の受信において特定の方角で同期外れ、一部欠損が発生	<ul style="list-style-type: none"> ・衛星構体等による反射波(マルチパス)の内、太陽電池パドルによる影響が支配的であることをマルチパス解析と地上設備の耐性試験により確認した。 ・地上設備の改善(帯域の拡大、擬似ロック回避機能見直し) ・後続衛星設計への反映事項(アンテナ単体と搭載位置の詳細評価、マルチパス解析の充実) <平成18年5月24日 宇宙開発委員会に報告> 	受信異常の可能性のある領域は約1%であり、運用への影響は無かった。
2	姿勢制御系(AOCS)姿勢安定度目標仕様逸脱	<p>画像の幾何歪み補正処理を最小とするため目標とした $4 \times 10^{-4} / 5\text{sec}$ (p-p で2画素:5m)の仕様に対し、太陽電池パドル捻りモード振動外乱により、最大 10×10^{-4} (0.5Hz)程度の変動が発生(ADEOSの1/3以下に軽減)。パドル制御則の再プロ、および、GPS受信機・恒星センサデータを用いた高精度指向決定システム(PPDS)による補正を実施し、改修や校正パラメータの更新等の工夫により、画像幾何精度を地上基準点(GPC)あり2.5m GCPなし6.0m(直下)に改善した。</p> <p><平成18年5月24日 宇宙開発委員会に報告></p>	画像幾何精度の向上により、運用への影響は無かった。
3	地図利用による高さ方向の精度向上、画像判読性の向上	<p>初期の高さ方向の精度不足(目標:5m)は、地上基準点(GCP)を用いて5mを達成。その後、定期校正検証で精度2.8mに向上した。RPCモデル提供、ブロックノイズ低減ソフトの地上処理設備に反映などの国土地理院とJAXAの相互協力、工夫を行うことで地図利用への改善及び最適化を行うことができた。</p> <p>*RPCモデルは、S/W上で地上座標と衛星画像の位置合わせを行うためのモデル</p> <p><平成20年4月9日 宇宙開発委員会に報告></p>	精度向上と地図利用の最適化により、運用への影響は無かった。
4	データ中継衛星通信部の異常	<p>データ中継衛星通信部送信機器の電源系異常(部品の偶発故障と判断)により、冗長系に切替え、約4年間安定な動作を行い多くの画像データ取得に貢献した。</p> <p><平成19年4月11日 宇宙開発委員会に報告></p>	冗長系で安定な動作により、運用への影響は無かった。
5	発生電力低下による機能停止	<p>平成23年4月22日早朝、ALOSの発生電力が低下する事象を確認。衛星の安全を確保するため電源負荷の軽減及び通信の維持に努めたものの23日以降、通信ができなくなり、5月12日まで追跡したが交信不能と判断し運用を終了した。</p> <p>電力低下の原因は、テレメトリデータ(温度、信号等)と電力低下事象等から、パドル駆動装置(パドル回転と発生電力伝達の機能)において、電力伝達回路に故障(短絡・地絡)が発生したためと推定。<平成23年4月27日 宇宙開発委員会に報告></p>	運用中のGOSAT及び開発中の衛星は、「だいち」のパドル駆動装置とは設計(材料、仕様)も製造メーカーも異なる。改めて評価した結果、短絡等に対する耐性の高い設計、構造であることを確認。

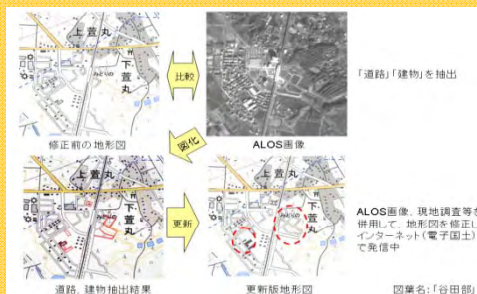
公共機関	利用促進状況
国土地理院 1) 地図作成 2) 地殻変動	<p>1) 国土地理院とJAXAは、1/25,000地形図修正への利用を目的として、PRISMデータの精度・階調等の検証、判読性の確認等を行った。その結果、「だいち」データが実利用に近いレベルで本格的に活用され、国土地理院へのデータ利用の拡大・定着を図った。</p> <p>2) 国土地理院は、衛星画像による2万5千分1地形図作成作業要領を作成し、現地調査等及び空中写真撮影が困難な地域を対象とした地形図作成手法を検討。それまでの国土地理院の作業規定を、「空中写真からの測量を前提」から「ALOS/PRISMでの作業を前提」とした工程及び基準に変更。</p> <p>3) 従来の空中写真測量では、地形図整備が困難であった地域にも、「だいち」を利用した地形図整備が可能となり、戦後地形図の更新が無かった北方領土をはじめ、多数の地形図更新が行われた。これらの成果を電子ポータル等に掲載した。また、南極観測地域における基礎的な地形データの整備を実施した。</p> <p>1) 国土地理院とJAXAは、干渉SARによる地殻変動・地盤変動の監視を行った。干渉SARによる地殻変動・地盤変動の監視には、定常的に監視を行う高精度地盤変動測量と、地震時等の緊急解析がある。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出来た。地形条件等を踏まえたSAR干渉解析結果の検証のため、現地調査ポイントは、SAR干渉画像において変動があったところを中心に行い、実際、同様の変化が確認された。</p>
農林水産省 1) 母集団整備 2) 水稲作付け 3) 水稲共済	<p>1) 農林水産省とJAXAは、面積調査の母集団整備のため判読参照図としてのだいちデータの適用確認を実施した。農林水産省は平成19年度より、データを購入し(FY19 360面/FY20 400面)、各地方農政局及び農政事務所等にて実利用を開始した。</p> <p>2) 水稲作付け状況把握については、農林水産省はFY20よりデータ利用を開始した。水稲作付面積における国の統計値と水田農業推進協議会等が把握した面積との乖離の解消を行うことが課題となっており、衛星画像とGISデータを重ね合わせて面積調査を実施するための手法を確立した。</p> <p>3) 水稲共済の損害評価について、衛星画像を活用した損害浄化方法を確立し、農業共済の適切且つ安定的な運営を確保することを目的として、平成21年度より21道県にて事業を実施すべく「だいち」における海洋上パスによる優先的なAVNIR-2ポイントング設定の観測を実施した。</p>

公共機関	利用促進状況
海上保安庁	<ol style="list-style-type: none"> 1)海上保安庁では、オホーツク海の航行安全のため、冬期(12月～5月)に毎日海氷速報図を作成・公開(インターネット、FAX)しており、JAXAでは、「だいち」のPALSAR画像によるオホーツク海の高頻度観測の観測調整を実施し、観測後、海氷分布図情報として海上保安庁に準リアルタイムで提供した。海氷は天候による海氷の発生・移動の変化が大きいため、速報図の源泉情報は、当日の情報であることが重要である。 2)作成された海氷速報図は、現在第一管区海上保安本部に設置される海氷情報センターのWebで公開されると共に、FAXによる情報提供、NHK北見放送局による紹介、北海道新聞への情報掲載等への掲載を実施している。 3)H21-22シーズンにおける海氷情報センターのWebへのアクセス件数は269,916件あり、非常に有効な情報として認知されている。 4)海上保安庁としては、本情報は「無くてはならない情報」になっており、利用協定終了後(平成23年6月以降)、データ購入に移行すべく調整を行っていた。 5)PARSAR画像の範囲のみ海面の情報が速報図に反映された。天候に左右されず海氷速報図を作成可能。本成果は気象庁からも引き合いがあった。 6)「だいち」による多年にわたる船舶交通安全情報の資料提供が評価され、第140回水路記念日にあわせて、第一管区海上保安本部長より感謝状を受けた(平成23年9月12日)。
環境省	<ol style="list-style-type: none"> 1)環境省とJAXAは、日本全体の自然環境の状況を調査する「自然環境保全基礎調査(緑の国勢調査)」の地域調査において、AVNIR-2およびパンシャープン画像を用い利用実証を行った結果、判読参照図として有効であると認められ、業務に使用するデータの一部を一般購入し、植生図更新時の判読用情報として利用が進んでいた。
海上保安庁 水産庁	<ol style="list-style-type: none"> 1)海上保安庁、水産庁、JAXAは「ALOSデータによる船舶検出実験」として、「だいち」データから自動処理で陸域と海域を分類し、海域のデータから船舶の仕様を自動計算して船舶情報(全長、全幅、針路、速度推定)を算出するソフトウェアを開発。

●地図作成

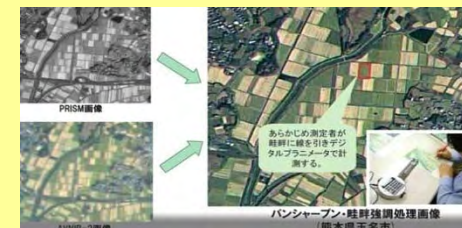
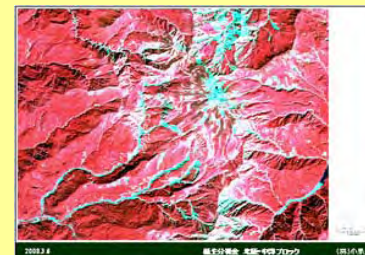
国土地理院と連携し、「だいち」データの地図利用を推進。国土地理院においては、地形図の迅速な修正に「だいち」データを本格的に利用。

従来の空中写真測量では、地形図整備が困難であった地域にも、「だいち」を利用した地形図整備が可能となり戦後地形図の更新が無かった北方領土をはじめ、多数の地形図更新が行われた。これらの成果を電子ポータル等に掲載した。



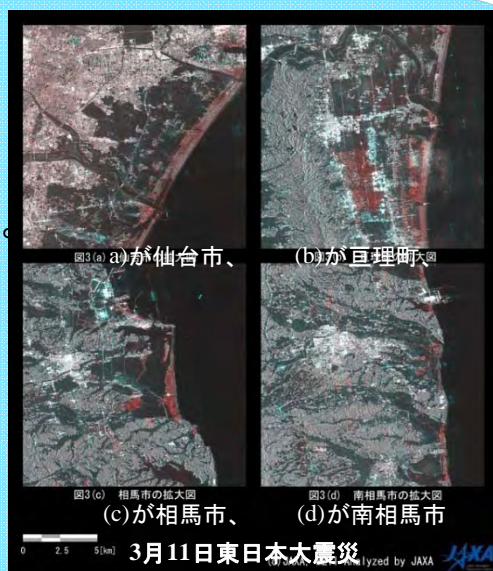
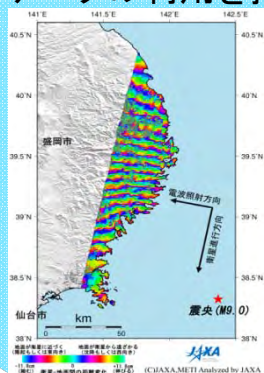
●地域観測

- ・環境省と連携して、植生把握への利用を推進。
- ・農水省と連携して、耕地把握への利用を推進。
- ・海上保安庁と連携して、海水把握への利用を推進。



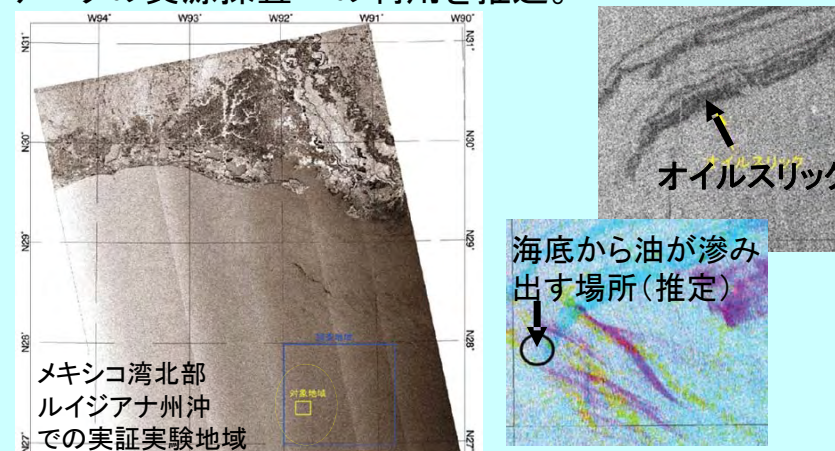
●災害把握

国内防災機関と連携して、防災活動への「だいち」データの利用を推進。



●資源探査

経済産業省/NEDO/ERSDACにおいては「だいち」データの資源探査への利用を推進。



3. 成果 (2)アウトプット 詳細説明 3 実利用技術の検証(4/6)

～ 地図作成の利用例 ～

2万5千分の1地形図 — 国土地理院

変化抽出

修正作業

刊行

日本初の竹島地形図©国土地理院

インターネット公開

国土地理院「電子国土」

地図閲覧サービス ウォツ地図

地殻変動
 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出来た。
 地形条件等を踏まえたSAR干渉解析結果の検証のため、現地調査ポイントは、SAR干渉画像において変動があったところを中心に行い、実際、同様の変化が確認された。

干渉SARによる地殻変動(定常監視の高精度地盤変動測量、緊急解析)について、詳細な変動を捉えることが出来、被害状況把握のための現地調査ポイント特定に大いに役立つことが確認。

<福島県中通りの地震(2010/09/29、M5.7)>

GEONET

SAR干渉画像

震央付近で12cmを超える衛星に近い変動が確認

GEONETで捉えることのできなかった変動を、干渉SARにより検出した