

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 30日 A改定
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	5~12頁			(○)
3.成果	13~52頁	○		
4.成否の原因に対する分析	53~56頁		○	
5.プロジェクトの効率性に対する分析	57~61頁			○
6.教訓・提言事項	62~64頁		○	
7.今後の展望	65~68頁		○	
8.外部からの表彰等	69~71頁	○		
別紙1「だいち」サクセス基準	72~74頁			

2. 開発および運用の経緯

(4) ミッション運用体制(つづき)

利用推進体制(補足)

- 開発段階: ミッション運用系地上システムの開発、利用研究等とともに地球観測研究センターで実施
- 運用開始後(平成18年度から): 以下の体制を整備し、利用推進を強化
 - 「衛星利用推進センター」を設置し、「だいち」を含む地球観測衛星、通信衛星等の利用を一元的に推進
 - 「防災利用システム室」を設置し、「だいち」による防災利用実証を推進
- これらの部署で以下に示す利用推進、衛星利用技術実証活動を継続的に行うことで、実用システムへの橋渡しまでを着実に遂行
 - ユーザ要求の掘りおこしと的確な把握
 - ユーザの視点に立った企画・立案の主導
 - ユーザへのソリューションの提案と調整
 - プロジェクト研究/開発/運用におけるユーザ協力窓口

A

3. 成果 (2) アウトプット

詳細説明 2 衛星技術検証(4/6) ~ センサ評価概要(1/2) ~

軌道決定	仕様	軌道上性能	
軌道位置決定精度(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ワライ処理位置決定精度(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	7.8m(RMSE): 高分解モード	100m(RMSE)以下
	ラジオ精度	0.64dB/0.17dB (注)左の数値は一般的な機體、右の数値は極めて安定的な機體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

A

😊

😊

センサ	幾何精度 (GCPなし) 絶対精度(RMSE) (m)	幾何精度 (GCPあり) 相対精度(RMSE) (m)	仕様 絶対精度 (RMSE) (m)
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	34.3	5.6	133.8m (直下視)

😊

A

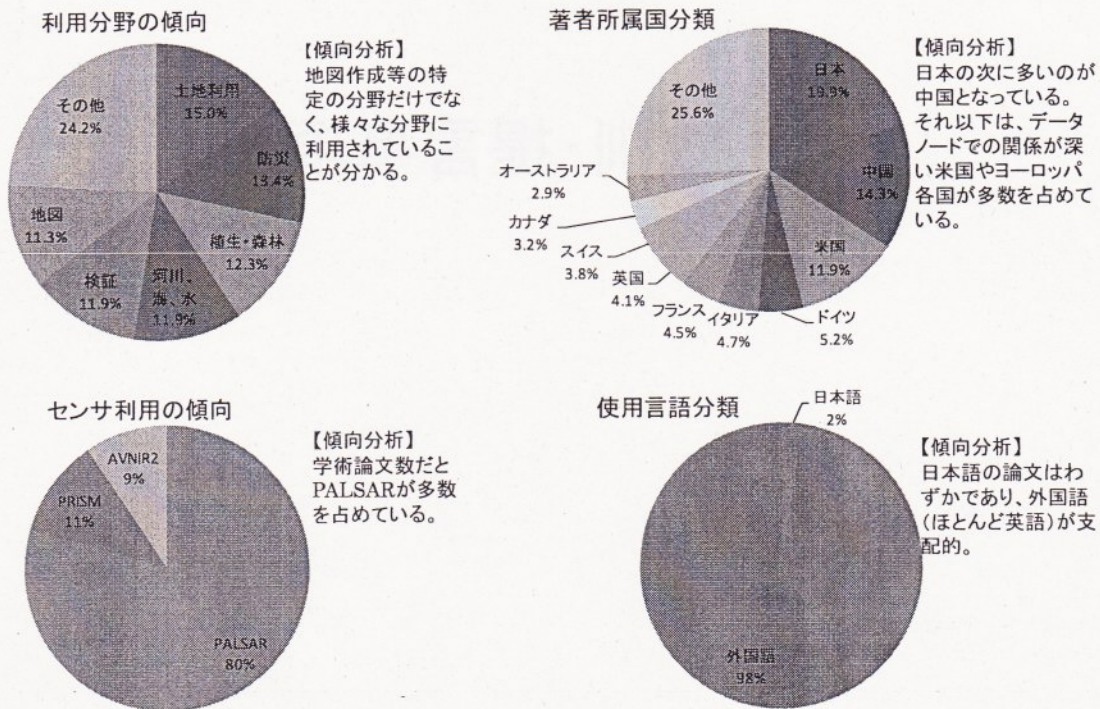
参考 各国の衛星データの幾何精度等について

衛星/立体視センサ (打上年)	開発国	分解能	観測幅	幾何精度 (GCPなし)	DEM(DSM)		備考
					間隔	標高精度	
ALOS/PRISM (2006)	日本	2.5m	35-70km	6.0m *1 (直下視)	10m	2.8m *1	*1:2011年2月 後期利用段階終了報告
SPOT-5/HRS (2002)	仏国	10m	120km	27m *2 (CE90)	20m	10-15m	*2:2004年現在の評価結果
IKONOS (1999)	米国	1m	11km	4.4m *3 (CE90)	高精度ステレオ画像**		*3:2002年現在の評価結果 *4:縮尺1/4,800相当の精度
Cartosat-1/PAN (2005)	インド	2.5m	30km	不明	10m	6.4m	1m分解能の2号機を2006年予定
シャトル/SRTM (2000)	米国	16-30m	225km	10m(CE90)	30-90m	6-10m	レーダデータによるDEM

センサ名	開発国	幾何学精度	ラジオ精度	雑音等価散乱係数(dB)	DEM
PALSAR(2006)	日本	7.8m(RMS)	0.64dB/0.17dB	-34dB	17m(1sigma)
JERS-1 SAR(1992)	日本	200~300m	1.0 dB	-18dB	-
AMI/ERS-1(1991)	欧州	20m	0.30 dB	-24dB	11m(1sigma)
RADARSAT SAR(1995)	カナダ	80m	+/-1.0dB	-24dB	
ASAR/ENVISAT(2000)	欧州	23.3m	+/-0.11 ~ +/-1.20	-24dB	
SRTM(2000)	米国	11.9m(90%)	-	-	10m(3sigma)
Terra-SAR-X(2007)	ドイツ	10cm(1sigma)	TBD		
Radarsat-2(2007)	カナダ	15~30m	TBD	-30~-40dB	

A
24

発表された「だいち」に関する学術論文の傾向について、下図に示す。



A
52

(1) プロジェクトの効率性

2) 資金

- ALOSの開発経費(約624億円)は、同規模の衛星であるADEOS-II(約713億円)に比べ1割以上圧縮している。
- 衛星開発の増加分(61億円)の内訳は、他衛星への技術移転のための開発期間短縮対策(33億円)、試作試験結果を反映した追加地上評価試験、軌道上技術評価装置追加整備等の開発強化対策(16億円)、総点検等(3億円)及び寿命管理品目再製作等の打上げ時期遅延によるもの(9億円)である。地上設備整備の増加分(7億円)は、総点検や打上げ時期遅延によるものである。
- 増加要因は、他衛星・ロケットの事故や不具合を踏まえた総点検や開発強化対策、より確実な開発・打上げ・運用のための対策、及びこれに伴う打上げ時期の延期(3年)など、外的要因によるものである。
- 運用・利用実証・利用研究経費は、運用の効率化(設備運用のリモート化等)、及び校正・検証の進捗に伴う作業頻度見直しにより55億円削減した。
- 開発・運用総経費については、開発開始時に比べて34億円の増加であった。

A

A

	開発開始時 (平成10年度)	開発完了時 (平成17年度)	後期利用段階 (平成22年度)	コスト差分
衛星開発	409億円	470億円	←	61億円
ロケット	79億円	101億円	←	22億円
地上設備整備 ^{注1}	46億円	53億円	←	7億円
開発経費	535億円	624億円	←	89億円
運用・利用実証・利用研究 ^{注2}	270億円		215億円	△55億円
開発・運用総経費	805億円	894億円	839億円	34億円

(四捨五入のため、合計値が一致しないものがある)

注1: 情報システム(観測データの蓄積・管理・検索・提供システム)については地球観測衛星共通の設備として整備していることから、地上設備整備費には含めていない。ALOS対応のために要した経費は約31億円である。

注2: 運用・利用実証・利用研究は、打上げ前の運用準備や総合確認試験(平成15年度～平成17年度)を含む平成22年度までの総計。

59

6. 教訓・提言事項

A
62

「だいち」の開発を開始してから現在に至るまで、衛星の開発管理、運用管理、解析研究、利用実証等の経験と知識を修得してきた。今後の衛星開発・運用に引き継ぐべき教訓・提言事項を以下に示す。

① ユーザとの密接な連携

- ・「だいち」は開発当初から運用段階に至るまで、ユーザと密接に連携してプロジェクトを進めてきた。
 - 早期にユーザを定義し、ミッション要求を設定するとともに、サクセスクライテリアにおいても利用機関と共同での利用実証を明確に定義した。
 - 利用機関も自ら投資し、「だいち」データの利用を進めている。
- ・今後の衛星においても、関係府省等が参加する連絡会議等でユーザ要求を集約し、更に組織的に利用を進める体制を構築することを目指すべきである。
- ・将来的には、行政利用機関及び民間利用者が事業主体となって、社会インフラとして定着することを目指す。

② 自国のデータ中継衛星の利用

- ・「だいち」のミッション達成は、大量のミッションデータ取得、グローバル観測、継続的な観測がベースとなっているが、これは自国のデータ中継衛星である「こだま」(DRTS)の利用により実現できたものである。
- ・ALOS-2/3等の今後の衛星においても、高いデータ取得効率を実現し緊急観測要求に対応するため、運用性に優れた自国のデータ中継衛星の利用が必要である。

③ 長寿命化

- ・「だいち」は3年以上、5年目標の設計寿命を達成することはできたが、利用者から「継続的な観測」が求められていることから、今後の衛星においては更なる長寿命化を目指す。
- ・具体的には、太陽電池パドルの2翼化によるロバスト化、また設計寿命(5年)に対して2倍となる10年分の寿命試験を実施するなど、長期間の観測運用が可能となる設計・試験を実施する。
(「いぶき」(GOSAT)、GCOM-W、ALOS-2等、現在運用・開発中の衛星で既に対応済み)

A
63

④ 単一ミッションの中型衛星への移行

- ・「だいち」は光学センサ2種類と合成開口レーダを同時に搭載することで、様々な分野における高分解能衛星データ利用技術の検証を効率よく行うことができたが、質量約4トンという大型衛星となった。
- ・大型衛星は経費が高く開発期間も長くなること、及び運用停止により複数のミッションが影響を受けるリスクもあることから、今後の衛星では単一ミッションの中型衛星を中心とし、またバスシステムについては信頼性の高いものを継続して用いることを基本とする。
(「いぶき」(GOSAT)、GCOM-W、ALOS-2等、現在運用・開発中の衛星で既に対応済み)

⑤ 国民の理解の増進

- ・「だいち」データは様々な分野での利用が行われたが、府省庁・自治体等の行政利用が大半であったことから、一般の方々には「だいち」の成果が浸透しないという課題があった。
- ・今後は、より生活に密着した利用分野を開拓し、国民の理解の増進を図る。
 - 例: 食料問題、水問題、健康(感染症の予防)

⑥ データ利用の継続

- ・予算状況等により、ALOSとALOS-2の間の観測停止期間(隙間)が2年、ALOSとALOS-3の隙間は4年以上となったが、国内のユーザ機関や米国海洋大気局(海氷監視)、ブラジル(森林違法伐採監視)等、実用に近い利用機関にとっては、データ利用の継続が重要な課題である。
- ・今後は、下記の方策等をとって、観測の隙間が生じることを避ける必要がある。
 - 東南アジア等の地球観測衛星を所有しようとしている国々に「だいち」と同様な衛星の所有を働きかける。

⑦ 運用方法の改善

- ・だいちでは、目標寿命達成後の5年後から民間事業者が参画した運用を始めたが、残念ながら1-2か月後に運用が終了してしまった。
- ・次号機以降は、運用当初から民間事業者の参画を考慮し、寿命の半分を後期利用段階に充てるなど利用の拡大を図るべきである。

A
64

7. 今後の展望



7. 今後の展望 (1/3)



- ・「だいち」では、地図作成・更新、災害状況把握、水稻作付面積把握・水稻損害評価、植生図作成など、災害監視や国土保全・管理における衛星データ利用技術をJAXAと利用機関共同で実証した。また、センチネルアジア等の枠組みを作り、アジアへの利用展開を図った。
- ・ALOS-2/3においては、関係府省庁等が参加する連絡会議等でユーザ要求を集約し、関係府省庁等が主体的に衛星利用を進める体制を構築する。また、衛星を活用した課題解決のシステム構築等について民間との連携を積極的に進める。さらに、アジアだけではなくアフリカ等での利用展開を進め、衛星と利用技術をパッケージとして海外に展開することを目指す。
- ・将来的には、行政利用機関及び民間利用者が事業主体となって、社会インフラとして定着することを目指す。



7. 今後の展望 (2/3)

	「だいち」(ALOS)	ALOS-2, ALOS-3	将来
地図作成	<ul style="list-style-type: none"> 1/25,000の地図作成・更新を実証 民間での地図利用が開始 JICA海外地形図作成が開始 	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲かつ継続的に国土を観測し、地図利用を継続 空間分解能を向上し(最大0.8m)、より大縮尺の地図でも利用 民間や海外での利用を拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 社会インフラとしての定着 準リアルタイム観測 パッケージ展開の推進 民間事業(民間からのサービス調達)へ移行
地域観測	<ul style="list-style-type: none"> 水稲作付面積把握、水稲損害評価:各都道府県で実証 植生図作成:日本で実証(みどりの国勢調査) 土地被覆分類図作成:日本で実証 海水速報:週3回提供 森林違法伐採監視:ブラジル・アマゾンで実証 	<ul style="list-style-type: none"> 水稲:空間分解能を向上し、小規模な水田にも適用、全国展開し統計データとしても利用、収穫予測にも利用、アジア諸国にも展開 小麦・大豆等の作付面積把握・収穫予測にも利用(食料安全保障) 植生図作成:みどりの国勢調査での利用を継続 土地被覆分類図:世界の分類図を作成 海水速報:毎日提供 森林違法伐採監視:継続して実施 	

7. 今後の展望 (3/3)

	「だいち」(ALOS)	ALOS-2, ALOS-3	将来
災害状況把握	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲の被害状況の把握(地震・津波・火山噴火・洪水・土砂災害等の広域俯瞰的な災害状況の把握、地殻変動監視、海上漂流物の把握等) 緊急観測:最大2日 国際協力:センチネルアジアをJAXA主導で構築、国際災害チャータに積極的に貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 空間分解能を向上し、「だいち」では識別できない建物倒壊状況、道路・鉄道・港湾等交通インフラの被災状況、水田の詳細な冠水状況、原子力発電所の詳細被害状況等を把握 → 人命救助活動、二次災害の防止、復旧・復興活動にも貢献 ハザードマップ整備等、予防・減災フェーズでの利用を拡大 緊急観測:概ね12時間以内 国際協力:引き続きセンチネルアジアを主導、国際災害チャータへの貢献を継続 	<ul style="list-style-type: none"> 社会インフラとしての定着 準リアルタイム観測 パッケージ展開の推進 民間事業(民間からのサービス調達)へ移行
新たな利用	<ul style="list-style-type: none"> 海洋監視:船舶認識の実験 森林炭素監視:森林分類とその時間的変化(精度88%)、バイオマス測定(精度検証中) 	<ul style="list-style-type: none"> 海洋監視:特定海域での船舶監視 森林炭素監視:森林分類とその時間的変化(精度90%)、バイオマス測定(精度30%)、REDD+に適用 北極海航路開拓:北極海氷の詳細融解状況の把握 自然エネルギー:海上風速計測による風力発電適地調査 	
運用方法	<ul style="list-style-type: none"> 後期段階で民間事業者が参画 	<ul style="list-style-type: none"> 運用初期から民間事業者参画 民間事業者の投資の拡大 	