

# 陸域観測技術衛星「だいち」の定常観測運用での 成果について

平成19年4月18日

宇宙航空研究開発機構

ALOSプロジェクトマネージャ 大澤 右二

ALOSサイエンスマネージャ 島田 政信

## 1. 経緯

(1) 平成18年1月24日 陸域観測技術衛星(ALOS)「だいち」は種子島宇宙センターからH-IIAロケット8号機により打ち上げられた。

(2) 同年5月15日 初期機能確認を終了し、初期校正検証運用に移行した。

(3) 同年10月23日 初期校正検証運用を終了した。翌24日から定常観測運用に移行し、標準成果品の一般提供を開始した。

(4) 平成19年4月現在、定常観測運用及び緊急観測運用を継続中。  
(別添1に運用スケジュールを示す)

\* (1)～(3)については平成18年2月1日、2月22日、5月24日、10月25日の宇宙開発委員会本委員会において報告済み。

## 2. 「だいち」の運用状況

### (1) 衛星システム

「だいち」のバス系及びセンサ系は、基本的機能・性能は良好であり、安定した運用を継続中である。若干の不具合が発生しているが<sup>(\*1)</sup>、設計に起因すると考えられる不具合は発生しておらず、運用への影響はない。

(\*1) データ中継衛星通信部の送信系統機器を冗長系へ切り替えた(平成19年4月11日の宇宙開発委員会本委員会において報告済み)。また約100Wの発生電力低下があるが、必要電力約6kWに対して8kW以上の発生電力が得られており、十分なマージンを有する。

### (2) 観測実績

3センサ<sup>(\*2)</sup>いずれにおいても全陸域をほぼカバーする領域のデータを取得しており、合計80万シーン以上を取得した(資料1)。

現在も1日平均3000シーンを取得している。

(\*2) パンクロマチック立体視センサ(PRISM)  
高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)  
フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)

## (3) 成果

### (3-1) 画像の検証

- 全世界に分布する約240箇所の校正検証サイト(地上基準点、校正器設置点)を用い、画像の校正検証を実施した。
- 初期校正検証終了以降、画像の品質や精度を向上させ(別添2)、いくつかの項目で世界レベルを達成した(別添3)。
- 正射投影(オルソ)画像や数値地表モデルを作成し、良好な精度を確認した(資料2、別添4)。
- アマゾンモザイクを作成し、10年間で伐採領域が拡大したことを確認した。
- PALSAR干渉処理により硫黄島や能登半島の地殻変動を抽出し、地上検証データとの一致を確認した(以上資料2)。

## (3-2) 画像の利用

- 国内機関、国際災害チャータ、センチネルアジア等の要請に応え、緊急観測を計画し、データを提供した(合計39回、3月末時点)
- ソロモン諸島の隆起、津波の影響を観測した(資料3-1、資料3-2)。
- 地震噴火予知連等との防災利用実証を実施中。
- 1/25,000地形図への適用評価
- 国土地理院、海上保安庁、環境省、農林水産省等と協定・共同研究契約を継続して衛星データの利用実証の為の共同研究を実施中(資料4)。

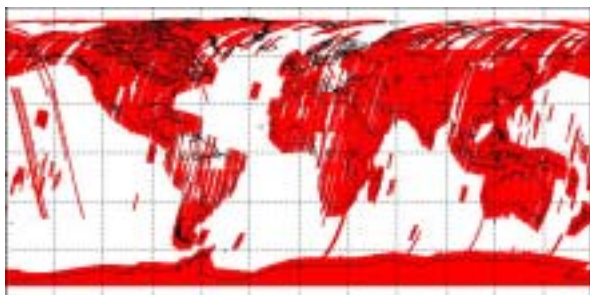
## (4) サクセスクライテリアの達成状況

陸域観測衛星技術の検証については、設計寿命期間(3年)での技術評価を除き、フルサクセスを達成した。

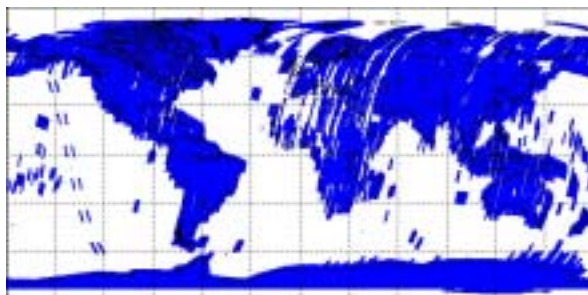
利用技術についてもほとんどがフルサクセスを達成し、海水分布等については定常観測等に実用化され、エクストラサクセスを達成した。(別添5) 今後、継続してデータ利用技術の向上やデータ検証、データ利用拡大に努める。

# 資料1

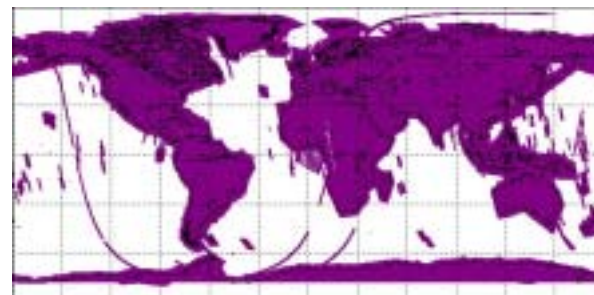
観測実績(初期校正期間を含む全データ) (平成18年5月16日～平成19年3月6日)



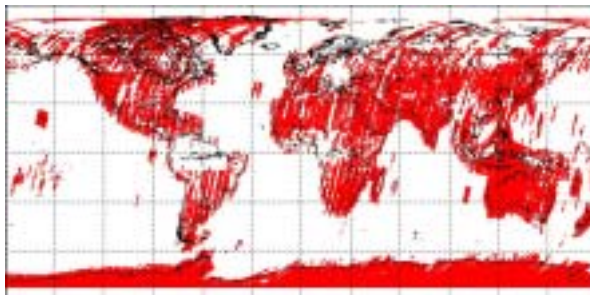
PRISM : 約37万シーン



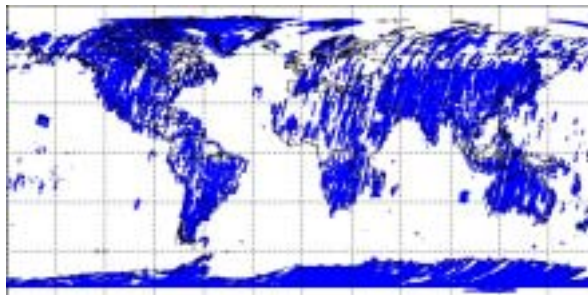
AVNIR-2 : 約17万シーン



PALSAR : 約28万シーン



PRISM : 雲量率2%以下44,862

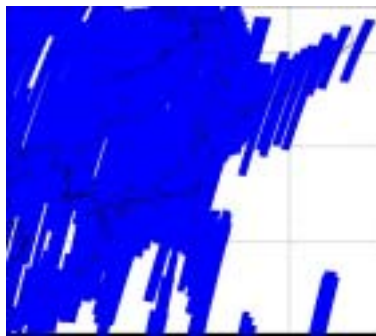


AVNIR-2 : 雲量率2%以下21,566

日本域取得率		
PALSAR 21.5	200/385	52%
PALSAR 34.3	292/375	78%
PALSAR 41.5	343/383	90%



日本域 : 11,496シーン  
 雲量3-10% : 3,955シーン  
 雲量0-2% : 2,805シーン  
 雲量0%無重複(241/1101) 22%



日本域 : 8,634シーン  
 雲量3-10% : 2,247シーン  
 雲量0-2% : 1,340シーン  
 雲量0%無重複(89/376) 24%



日本周辺  
高分解モード



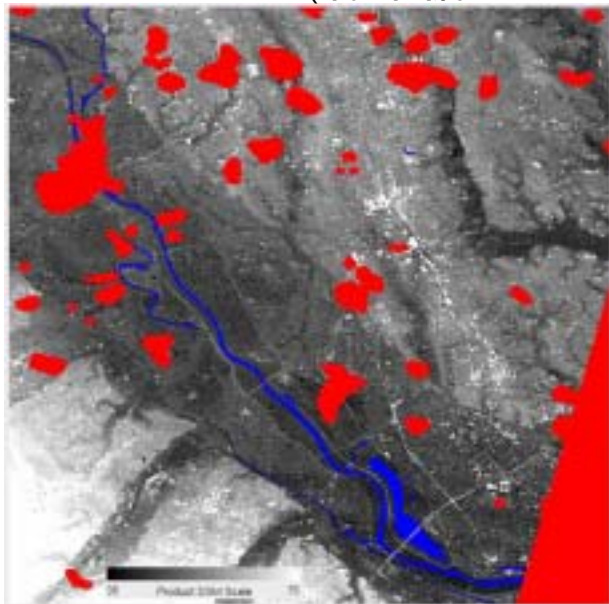
日本周辺  
SCANSAR  
(広観測域)モード

(PRISMシーンは直下視のみ)

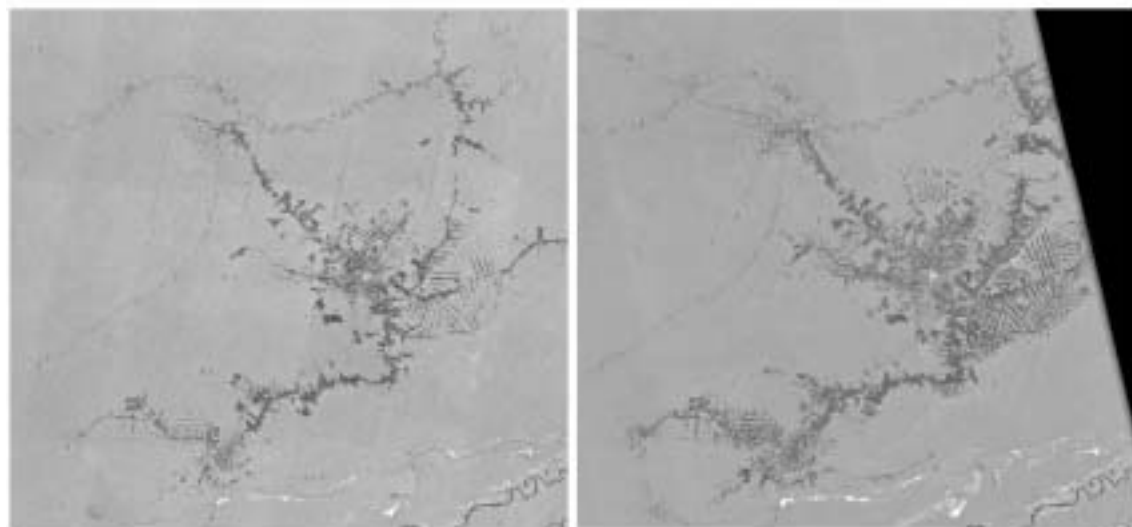
## 資料2 高次成果品と試作成果品の作成状況(1)

正射投影図(オルソ)、数値地図(DSM)を作成し、検証を行った。

PRISM DSM(標準偏差4.7m)

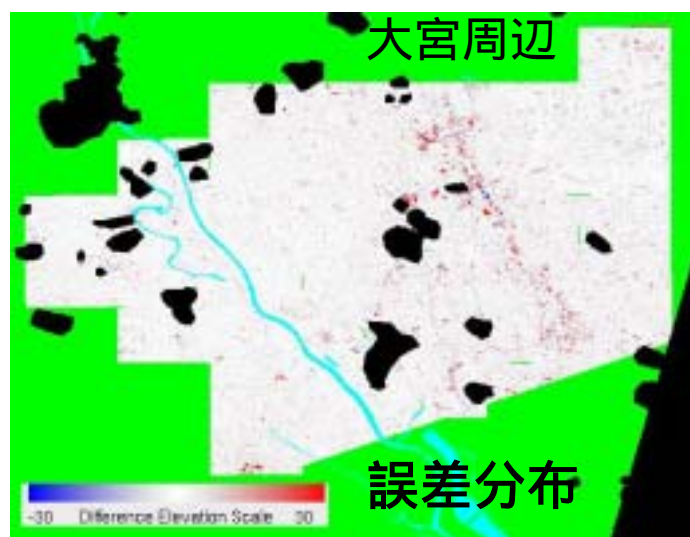


SARによる森林観測(森林伐採:ブラジルロンドンア)

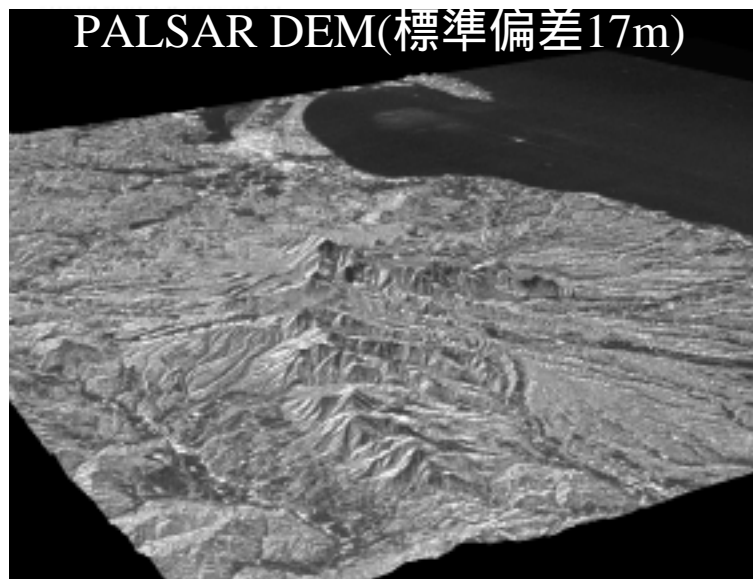


JERS (Sep/Dec, 1995, pixel spacing=100m)

PALSAR (2006, pixel spacing=50m)



PALSAR DEM(標準偏差17m)

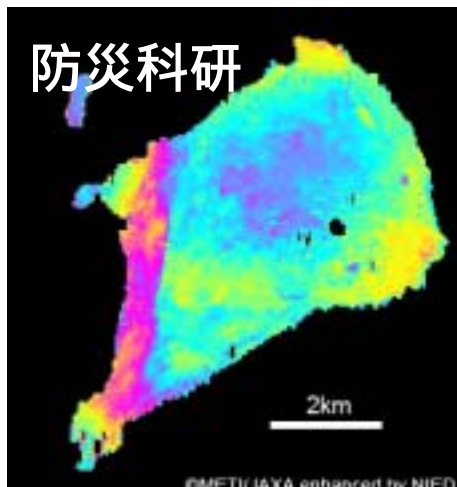


(注)  
DSM: 数値地表モデル  
DEM: 数値標高モデル

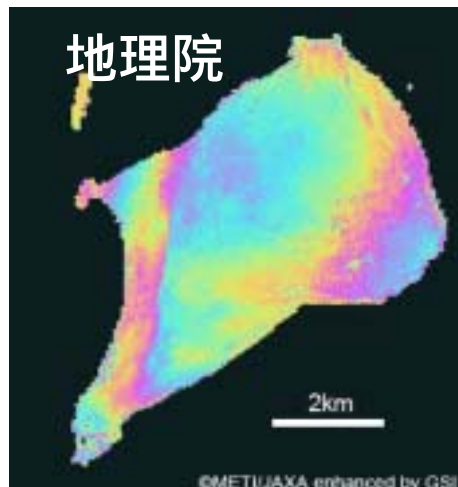
## 資料2 高次成果品と試作成果品の作成状況(2)

- 手法 差分干渉
- 結果 地殻変動を面的に把握
- 検証 3機関独立に実施(硫黄島)
- 結論 1cm精度で計測  
実利用に適用可能。

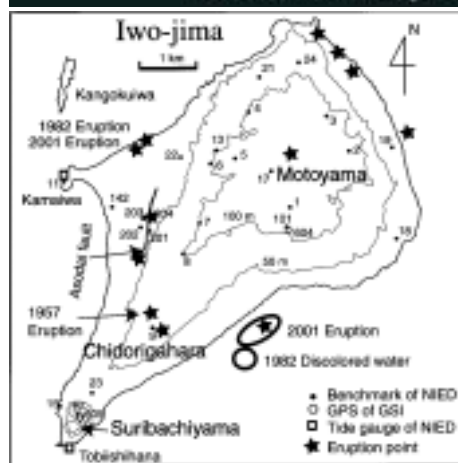
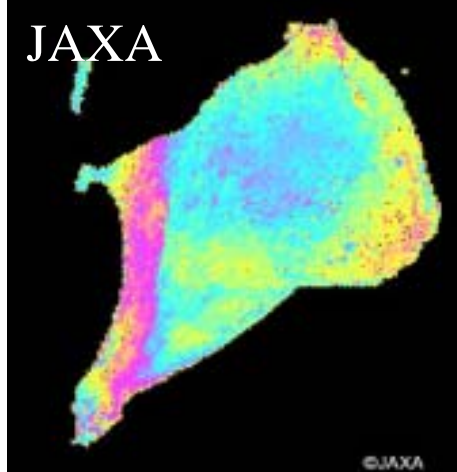
防災科研



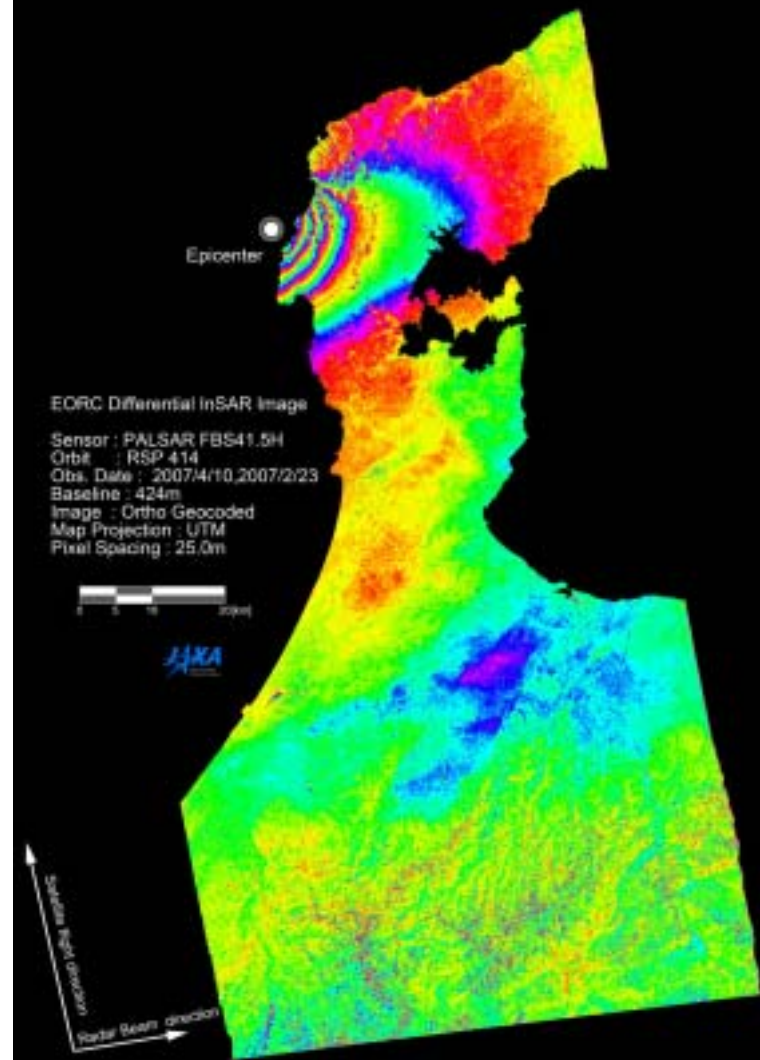
地理院



JAXA



4月10日 - 2月23日



能登半島干渉図(最大で4.5cm変動)

地殻変動を示す干渉画像、および硫黄島の地図(Ukawa et al. (2006))。



# 資料3-1 ソロモン諸島地震関連(1)

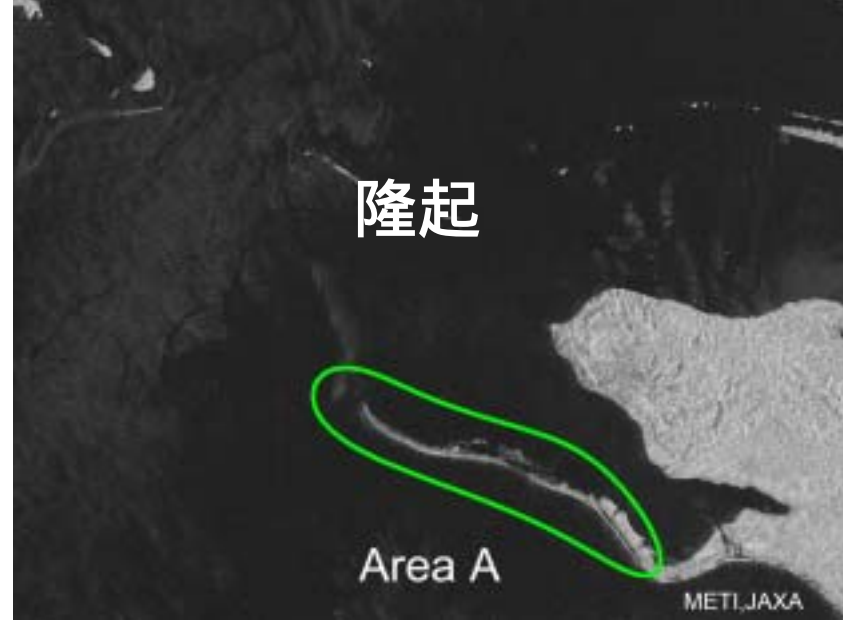


被災後の平成19年4月8日観測のAVNIR-2画像のギゾ島南部の拡大。被災前の下図と比べると、黒丸で示した付近で、赤く見える樹木が減っている様子が分かる。これは津波による影響と考えられる。

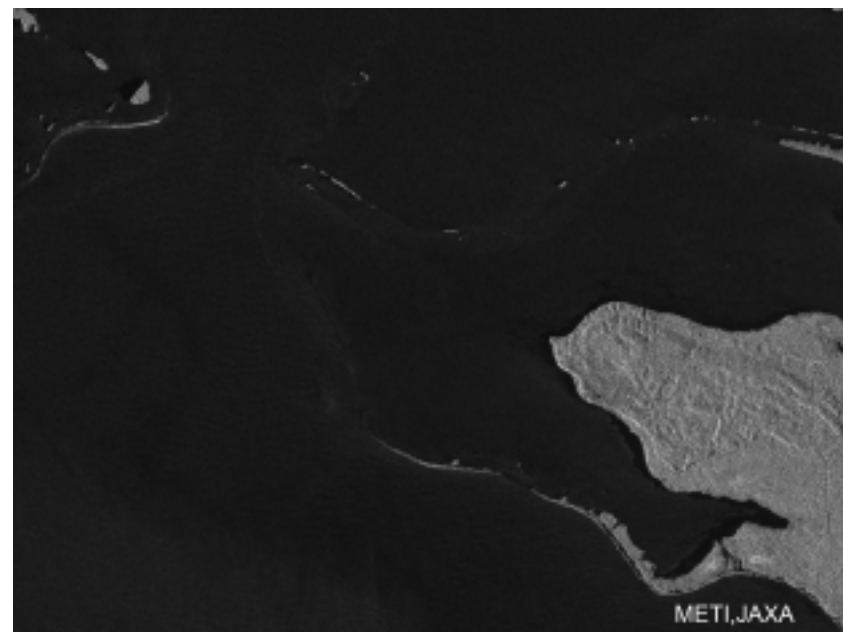


被災前の平成19年3月8日観測のAVNIR-2画像の拡大  
16万平米の樹木が減っている。

## 津波による被害



PALSAR(2007年4月8日午前8時)で観測した画像。潮位の低い下図に比べて領域Aの陸地部分が広がっている(190~500mの幅)

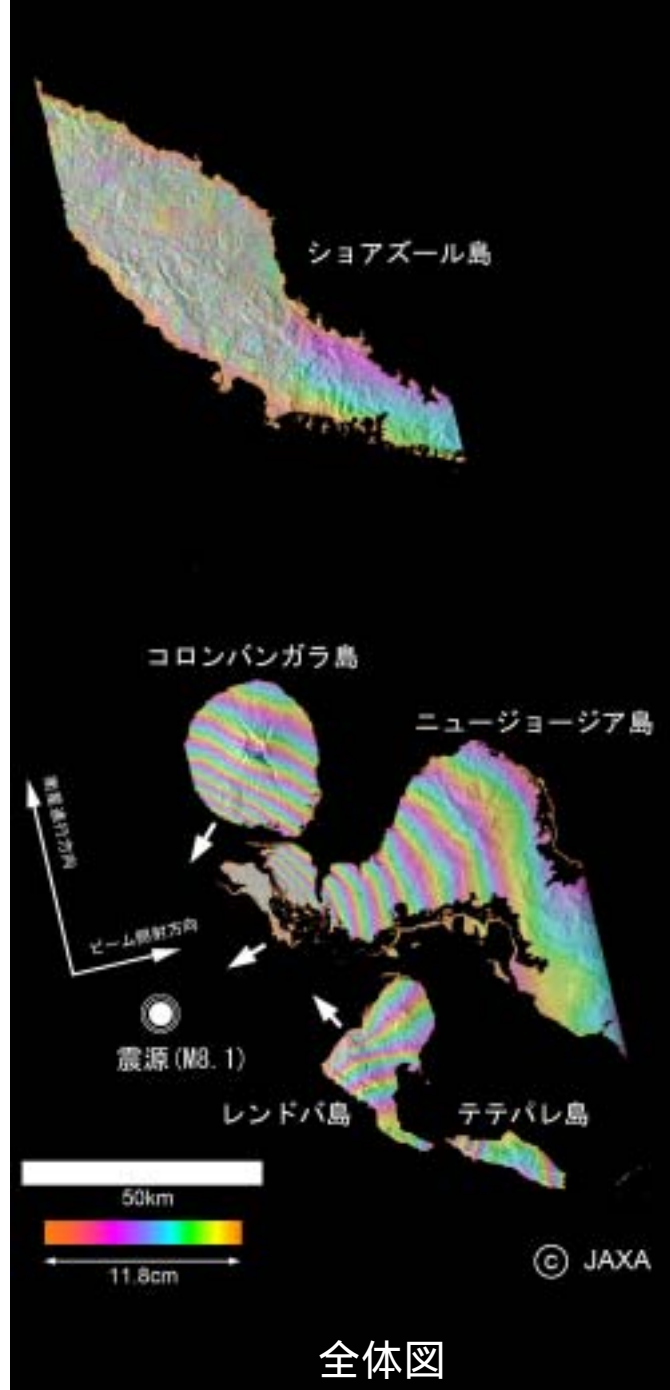
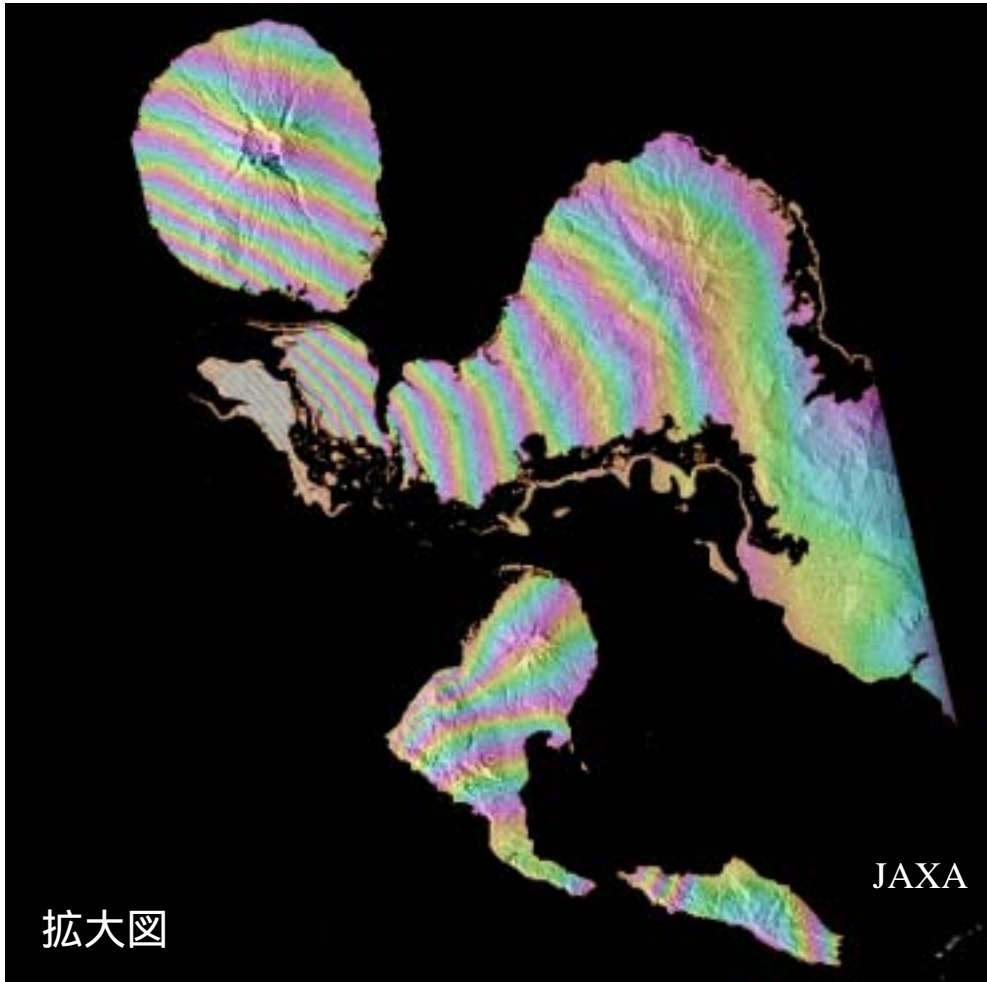


上と同じ領域をPALSAR(2007年1月31日の画像)で観測した画像。最も潮位の低い状態での画像(珊瑚礁は70mの幅)。

# 資料3-2 ソロモン諸島地震関連(2)

4月16日と3月1日の  
干渉処理によりソロモン地震(4月2日発生、  
M8.1)による地殻変動を抽出した。

ニュージョージア島は島全体が西上方に最大2.2m隆起した。



# 資料4 データ利用

資源・環境観測解析センター  
国土地理院

環境省  
農林水産省  
海上保安庁

資源探査 PALSARデータを用いて資源探査への利用実証  
地図作成 PRISMデータの1/25,000地図作成への適用を試行  
災害状況把握 PALSARデータを用いて地殻変動に関する解析を実施  
地域観測 PRISM、AVNIR-2データを用いて植生図作成のための利用実証  
地域観測 PRISM、AVNIR-2データを用いて耕地把握のための利用実証  
災害状況把握 PALSARデータを用いて海水速報への利用実証

## 準リアルタイム配信システムの構築

### 実施内容例:

10:30

ALOS観測ScanSAR  
受信処理  
画像作成

14:00

第一管区画像取得  
海水速報図作成

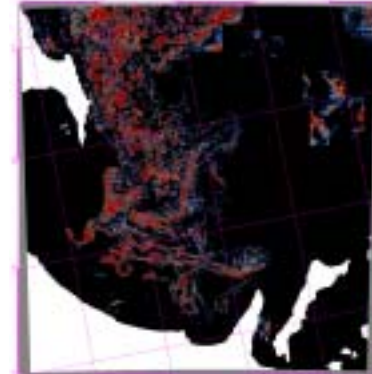
17:00

海水速報公開

ScanSAR画像+緯経度線



海水密接度画像



従来は気象衛星等を用いて手動で作成。雲の影響は大であった。

今後はSARデータで自動的に生成。

< 海上保安庁 >

### 流水情報センター

Ice information center, JAPAN  
Информационный центр дрейфующих льдов

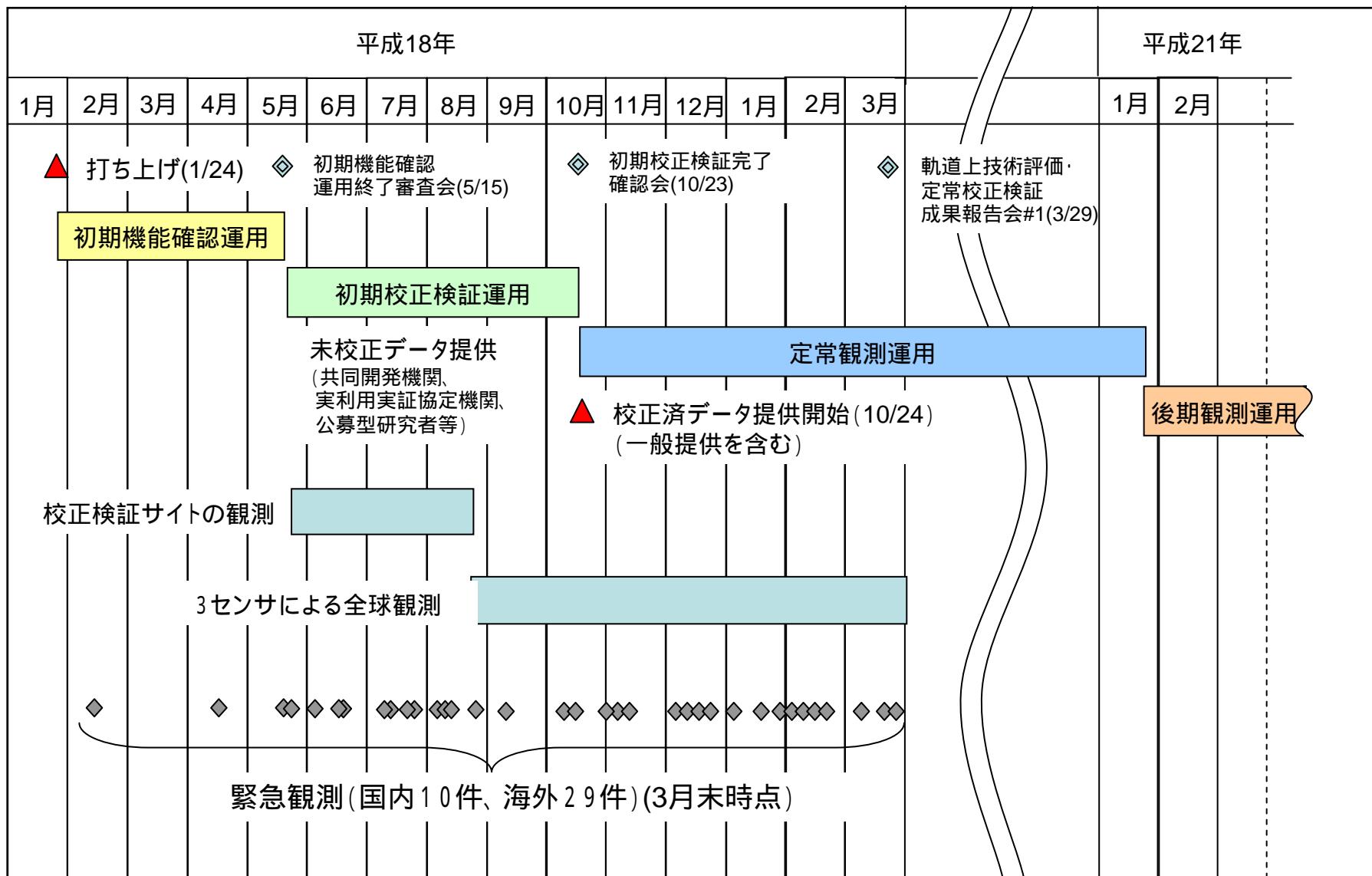


海水速報図

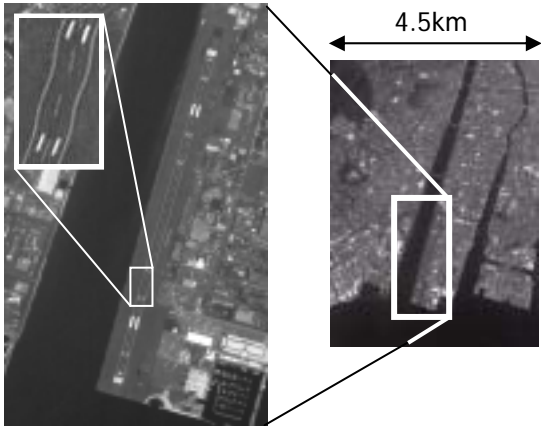



SCANSARが無い場合

# 別添1:運用スケジュール



## 別添2： 画像精度の向上

PRISM画素地表位置決定精度の向上		
	画素ゆれ	位置誤差(オフセット)
事象	 <p>4.5km</p> <p>広島西飛行場</p>	 <p>530m</p> <p>絶対位置の誤差(オフセット)</p> <p>筑波宇宙センター</p>
平成18年10月時点	<p>太陽電池パドル、データ中継衛星通信アンテナ、AVNIR-2ポインティングミラーの回転駆動機構とのカップリングにより、約3m (姿勢に換算して2.4/10000度に相当)の画素のゆれが画像内に残る。(目標値:1.7m (p-p, 1 ))</p>	<p>地上基準点(GCP)を用いない場合のPRISM画素絶対位置決定精度: 34m(直下視、1 )、64m(3方向視、1 )</p>
現状	<p>AVNIR-2ポインティングミラー駆動時の擾乱は、運用で回避済。制御パラメータ見直しを準備中</p>	<p>9m(直下視、1 )、21m(3方向視、1 )</p>
今後の予定	<p>校正運用を継続して更なる精度の向上を図る</p>	

### 別添3 標準成果物の校正検証結果一覧

軌道決定	仕様	軌道上性能 (*は、2006/5/16以降)		
オンボード位置決定精度 (距離誤差, 95%)	< 200m	35m	ランダム誤差	23m (X: 8m, Y: 8m, Z: 20m, all 2 )
			バイアス誤差	12m (2 )
GUTSオフライン処理位置決定精度 (距離誤差, 3 )	< 1m	0.40m *	ランダム誤差	0.21m* (3 ) (オーバーラップ法による)
			バイアス誤差	0.18m (3 ) (8月のSLRレンジングによる)

PALSAR	項目	計測値	仕様
	幾何精度	9.3m(RMS: 距離)	100m
	ラジオ精度	0.64dB****/0.17dB*	1.5dB
	ポラリメトリ校正	VV/HH振幅比(dB): 0.02dB(0.04)	0.2dB
		VV/HH位相差(deg): 0.321(1.01)	5deg
		クロストーク : 31~40dB	30dB
雑音等価散乱係数	-34dB	-23dB	
分解能(m)	アジマス方向 : 4.49m(0.1m)	4.5m	
	レンジ方向(14MHz): 9.6m(0.1m)	10.7m	
	レンジ方向(28MHz): 4.7m(0.1m)	5.4m	

😊 世界最高、  
または、世  
界レベル



センサ	ピクセル(X)方向 絶対精度(RMSE) (m)	ライン(Y)方向絶対精 度(RMSE)(m)	ピクセル(X)方向相対精度(標 準偏差平均) (m)	ライン(Y)方向相対精 度(標準偏差平均)(m)
PRISM 前方 直下 後方	11	21	4	3
	8	9		
	10	20		
AVNIR-2	106	19	4	4



## 別添4 各国衛星データの幾何精度とDEM(DSM)精度

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	12.0m <sup>*1</sup> (平均, 直下視) 5.0m (1, 1GCP)	10m	6.0m <sup>*1</sup>	*1:2007年3月29日現在( )
SPOT-5/HRS (2002)	仏国	10m	120km	27m <sup>*2</sup> (CE90)	20m	10-15m	*2:2004年現在の評価結果
IKONOS (1999)	米国	1m	11km	4.4m <sup>*3</sup> (CE90)	高精度ステレオ画像 <sup>*4</sup>		*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	幾何学精度	ラジオ精度	雑音等価散乱係数 (dB)	DEM
PALSAR	9.3m(RMS)	0.64dB/0.17dB	-34dB	17m(1sigma)
JERS-1 SAR	200~300m	1.0 dB	-18dB	-
AMI/ERS-1	20m	0.30 dB	-24dB	11m(1sigma)
RADARSAT SAR	80m	+/-1.0dB	-24dB	
ASAR/ENVISAT	23.3m	+/-0.11 ~ +/-1.20	-24dB	
SRTM	11.9m(90%)	-	-	10m(3sigma)

## 別添5：サクセスクライテリア達成状況(1/2)

### [1] 陸域観測衛星技術の検証

主要評価内容の数値等目標	評価
<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(DRTS経由)/120Mbps(直接伝送系経由)】            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>達成            ・8kW以上(1翼では世界最高)            ・姿勢制御精度±0.1度以下            ・DRTS経由240Mbps(世界最高)、直接伝送系経由120Mbps</p> <p>達成            ・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、走査幅70km/350km、10-50度ポインティング</p>
<p>バス系3年間の技術評価(ミニマムサクセス)            バス系+ミッション系3年間の技術評価(フルサクセス)            バス系+ミッション系5年間の技術評価(エクストラサクセス)</p>	<p>長期トレンド、寿命等について評価継続中。</p>
<p>地上データ処理【60シーン/日/センサ】            データ提供(データノード、一般ユーザ等)</p>	<p>達成            達成</p>

(注)   現状まで仕様を満足し基準を達成したもの



# 別添5 :サクセスクライテリア達成状況(2 / 2)

## [2] 高分解能衛星データの利用技術

ミッション目標【共同研究機関】		技術検証内容・適用評価	評価
地図作成	1/25,000地図作成の利用実証【国土地理院】	正射投影画像の試作検証 数値地表モデルの試作検証	フルサクセス達成 フルサクセス達成
		パンシャープン (PRISM + AVNIR-2)の試作	エクストラサクセス達成
		数値標高モデルの試作検証【国土地理院】	試作検証中
		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
地域観測	現存植生図更新の利用実証【環境省】 耕地把握の利用実証【農水省】	植生図更新の判読参照図としての適用確認【環境省】	フルサクセス達成
		母集団整備のための判読参照図として適用確認【農水省】	フルサクセス達成
	東南アジア森林分布図の試作検証	水稻作付け候補地域把握のための検証【農水省】 東南アジア森林モザイク図の試作検証	検証予定(19年春から) 試作検証中(部分試作完成済み)
資源探査	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(1日800シーン以上、ミッション期間中継続予定)
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  流水分布の利用実証【海上保安庁】  日本域内地殻変動図の試作検証【国土地理院】	観測:2日(晴天)~5日(雨天)以内、 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 (国内外機関へ継続的に提供予定) 実績20分(速報)~1時間(標準処理)
		データ伝送システムの検証、海水分布図への適用、 密接度評価検証【海上保安庁】	エクストラサクセス達成 (密接度精度向上継続予定) (19年度以降も定常利用予定)
		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 (19年度以降も定常利用予定)

(注1) :フルサクセス(JAXA内)、 :同左(共同研究)、 :エクストラサクセス(JAXA内)、 :同左(共同研究)

(注2)エクストラサクセス:定常業務で利用されたもの、当初のテーマになかったもの、等

(注3)      現状までで基準を達成したもの (注4)SACミニマムサクセス:いずれかのセンサを用いた利用実証:達成