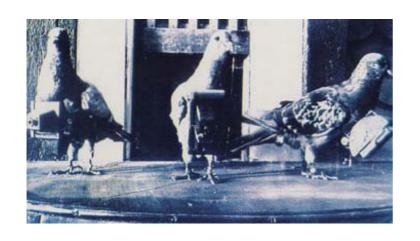
リモートセンシング衛星とその利用 ~だいち(ALOS)の活躍~

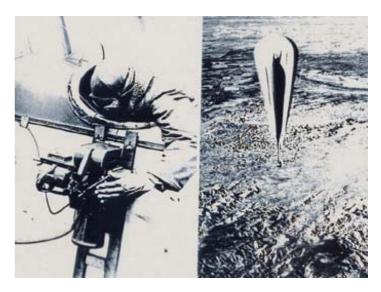
平成18年7月6日(木)

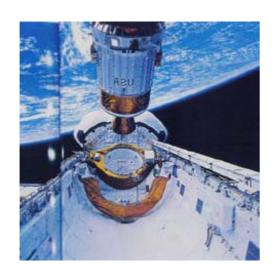
日本衛星ビジネス協議会

森山隆 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

リモート・センシングの歴史

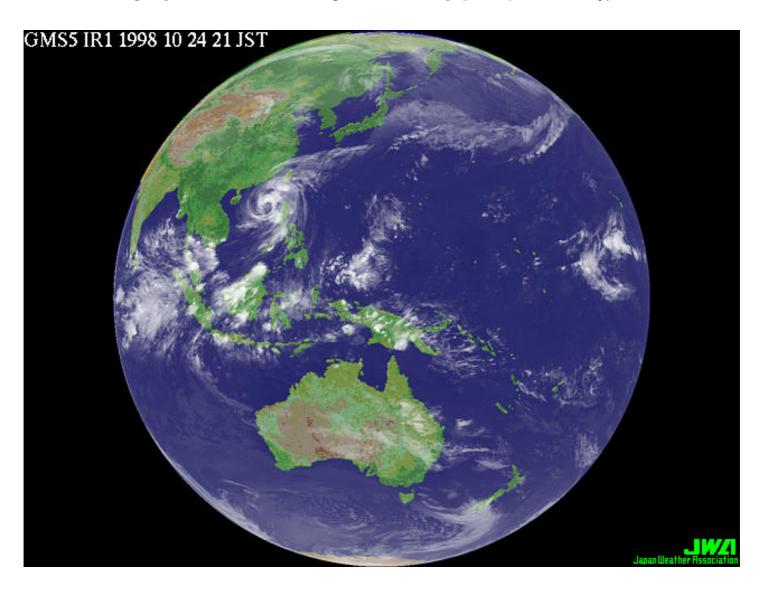






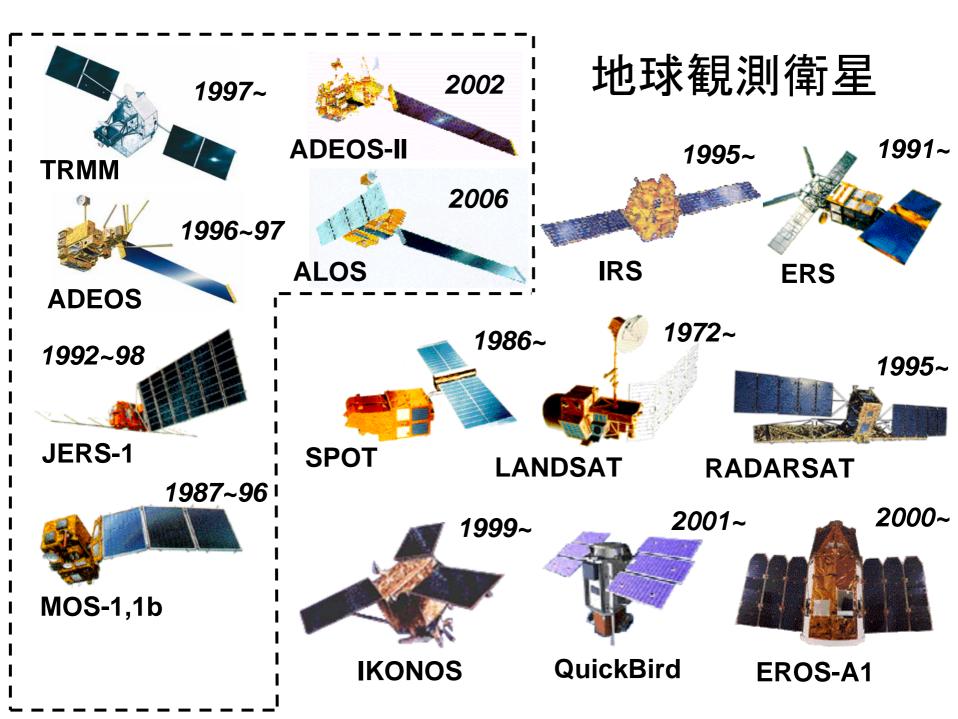


気象衛星ひまわり画像(静止軌道)





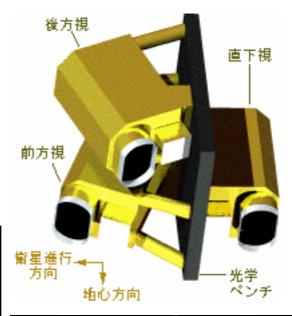


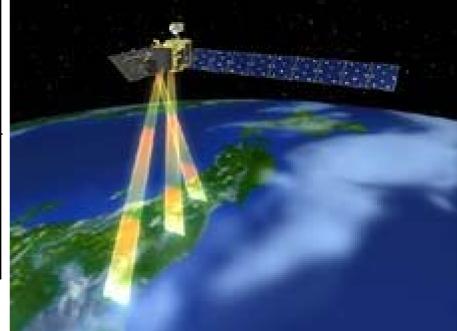


PRISM

パンクロマチック立体視センサ

項目	諸元	
観測波長帯	0. 52 - 0. 77 μm	
光学系の数	3 式(直下・前方・後方)	
ステレオ視B/H比	1.0(前方視/後方視間)	
信号対雑音比	70以上	
直下視分解能 (瞬時視野角)	2.5m (約3.57μrad)	
MTF	0. 20以上	
観測幅	70km(直下視)/35km(3方向視)	
クロストラック ポインティング角	±1.5度(3方向視)	
データレート	最大約240Mbps	

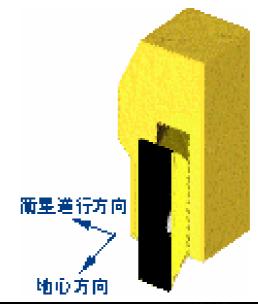


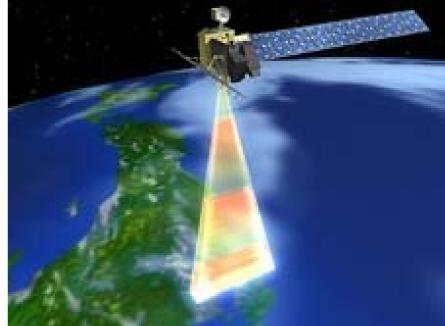


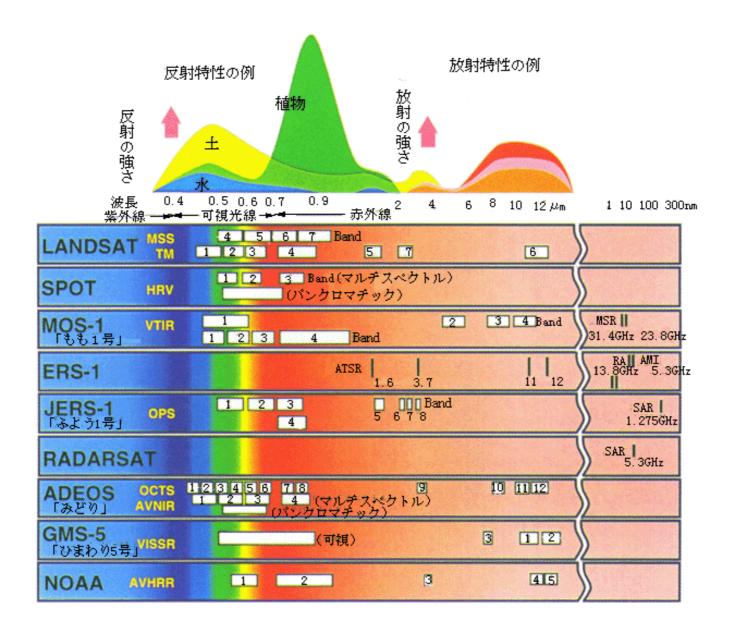
AVNIR-2

高性能可視近赤外放射計2

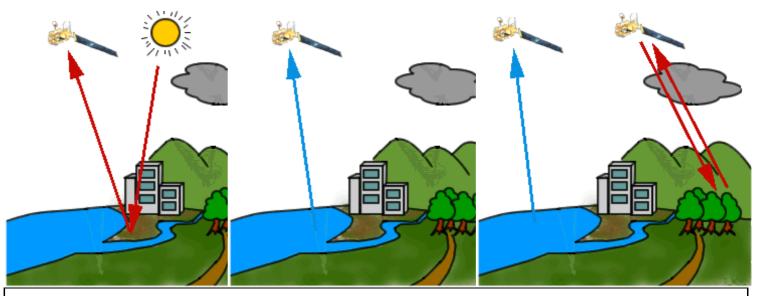
15 D	=± <u></u> .	
項目	諸元	
	ch1: 0.42 - 0.50 μ m	
観測波長帯	ch2: 0.52 - 0.60μm	
	ch3: 0.61 - 0.69μm	
	ch4: 0.76 - 0.89 μ m	
信 号 対雑音比	200以上	
直下視分解能	10m (直下)	
(瞬時視野角)	(約14. 28 μ rad)	
MTF	ch1 - 3: 0.25以上	
	ch4: 0.20以上	
観測幅	70km (直下)	
クロストラック	±44度	
ポインティング角	(1,520km相当)	
データ レート	約160Mbps	







科学の目「センサー」





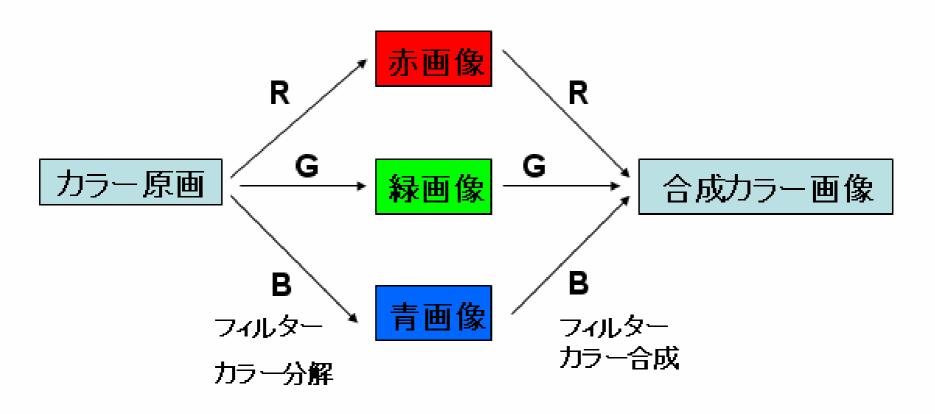
解像度の違いによる地表の鮮明度

LANDSAT/TM April 19 1993 30 m resolution



空間分解能の相違(上段30m 下段1m)皇居前

カラー合成 と カラー分解 の プロセス



原カラー画像

多重分光画像

再現カラー画像

カラー画像

白黒画像

トゥルーカラー合成画像

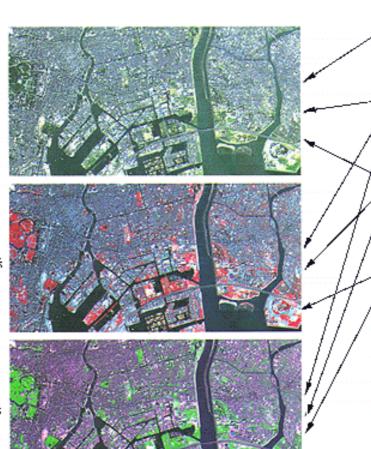
(書、緑、赤:バンド1,2,3) 肉眼で見るカラー映像とほぼ同一の 色彩の表示方法

フォルスカラー合成画像

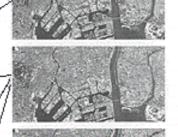
(青、緑、赤:バンド2,3,4) 植物の分布域が赤で強調される表示方法

ナチュラルカラー合成画像

(書、緑、赤:バンド2,4,3) 植物の分布域が緑で強調される表示方法

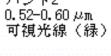


[データ:1993年10月28日 ランドサット/TM]

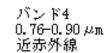


可視光線(書) バンド2

バンド1 0.45-0.52μm



バンド3 0.63-0.69 μm 可視光線(赤)





バンド5 1.55-1.75 μm 赤外線

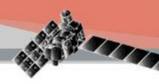


バンド6 10.4-12.5μm 遠赤外線



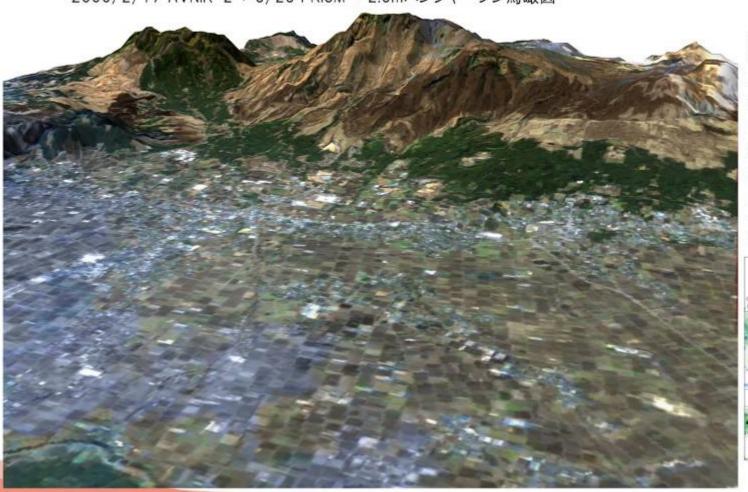
バンド7 2.08-2.35μm 赤外線



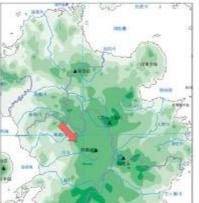


陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)が観測した「阿蘇山」

2006/2/17 AVNIR-2 + 3/23 PRISM = 2.5mパンシャープン鳥瞰図



この画像は、2006年2月17日に 観測された高性能可視近赤外放 射形2型(AVNIR-2)画像と、同年 3月23日に観測されたパンクロマ チック立体視センサ(PRISM)画像 から作成された、九州・阿蘇山の 2.5m解像度カラー疑似画像です。 PRISM3方向視観測データからデ ジタル標高モデル(DSM)を算出し、 3Dの鳥瞰図として表しました。



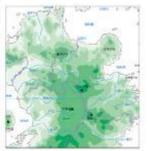




ALOS 陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)が観測した「くじゅう連山」

2006/2/17 高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2) + 3/23 パンクロマチック立体視センサ(PRISM) = 2.5m解像度パンシャープン画像





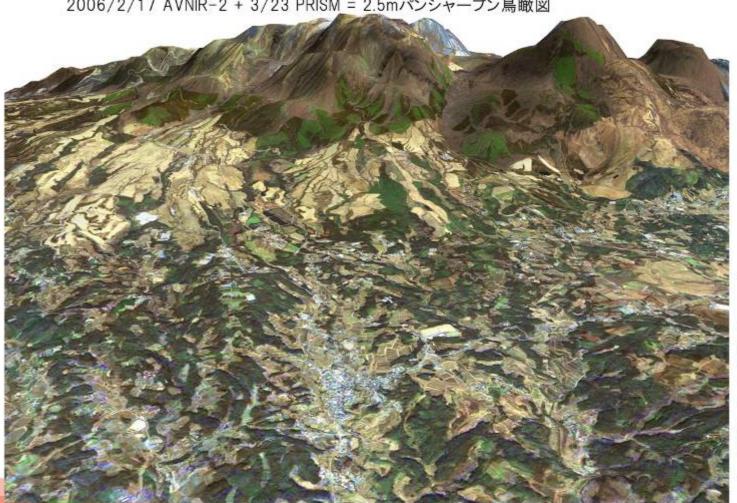






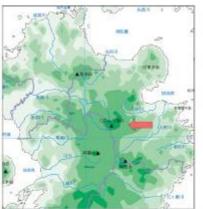
陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)が観測した「くじゅう連山」

2006/2/17 AVNIR-2 + 3/23 PRISM = 2.5mパンシャープン鳥瞰図



この画像は、2006年2月17日に 観測された高性能可視近赤外放 射形2型(AVNIR-2)画像と、同年 3月23日に観測されたパンクロマ チック立体視センサ(PRISM)画像 から作成された、九州・くじゅう連 山の2.5m解像度カラー疑似画像 です。

PRISM3方向視観測データからデ ジタル標高モデル(DSM)を算出し、 3Dの鳥瞰図として表しました。





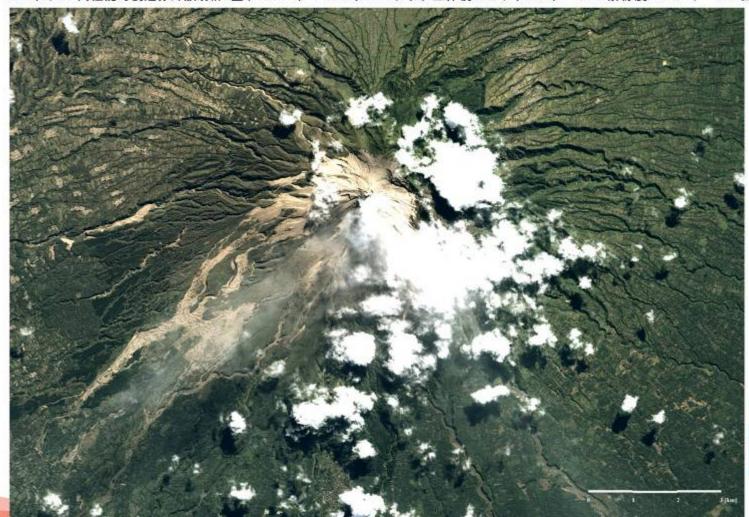
OJAXA





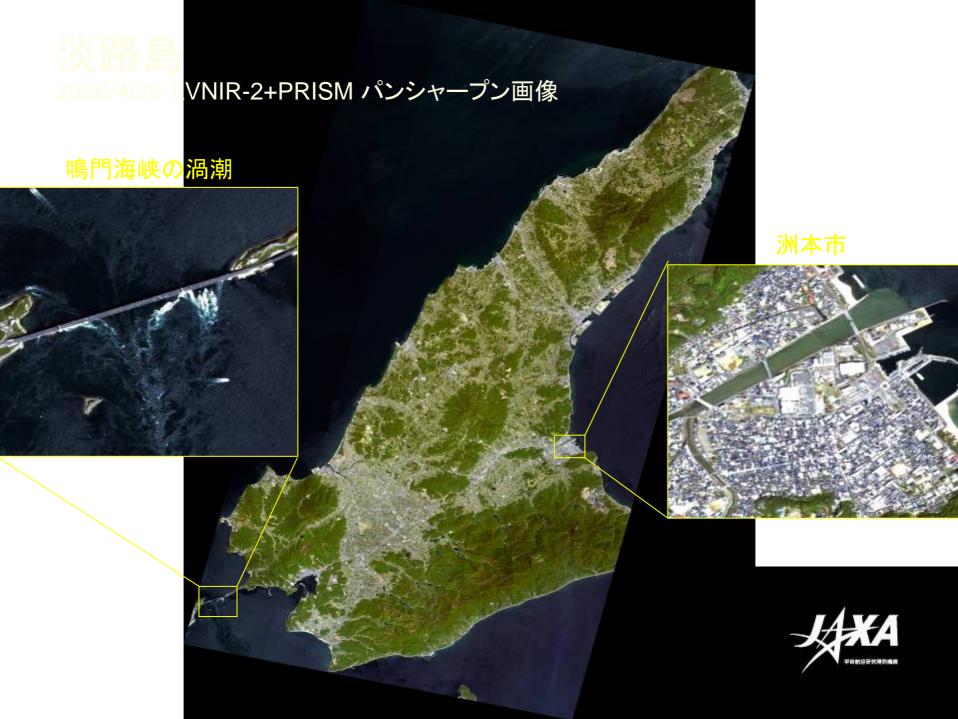
ALOS 陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)が観測した「ムラピ火山」

2006/6/12 高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2) + パンクロマチック立体視センサ(PRISM) = 2.5m解像度パンシャープン画像









Shirakami-Sanchi captured by "Daichi" ALOS 🚧





Observation date: 2006/5/27

Date of Inscription: 1993, Dec

Criteria:N(ii)

Yakushima captured by "Daichi" ALOS





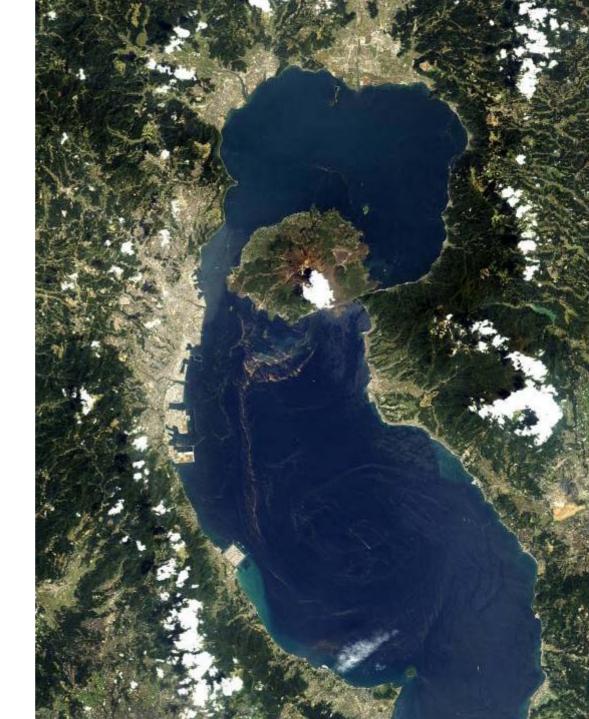
Observation date: 2006/5/8

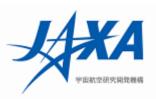
Date of Inscription: 1993

Criteria:N(ii)(iii)

「だいち」がとらえた 鹿児島湾の赤潮

2006/4/7 AVNIR-2観測







陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) で観測したインドネシア メラピ山 高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)

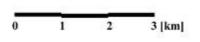




2006年5月16日 オフナディア角30.1度(RSP97)

2006年4月29日 オフナディア角33.5度(RSP96)

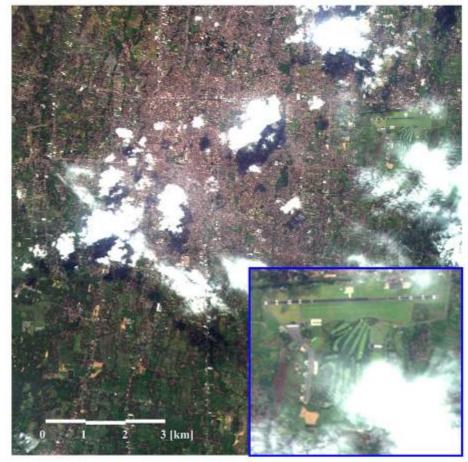






「だいち」で観測した ジョクジャカルタ被災地





2006/5/28 RSP95, -36.9deg.

左図は2006年5月28日、右図は2006年5月16日にAVNIR-2によって 観測されたジョクジャカルタの市街地です。拡大図はジョクジャ カルタの空港で、懸濁水域(茶色)などが変化しています。

2006/5/16 RSP97, -30.8deg.

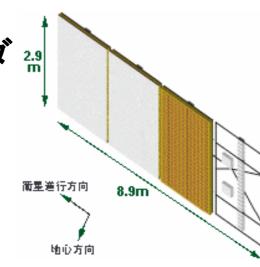




PALSAR

フェーズドアレイ方式レバンド合成開ロレーダ 4:

	諸 元		
項目	高分解能モード	広観測幅モード	
		(SCANSAR)	
周波数	Lバンド(1. 27GHz)		
偏波	HH/VV/HH&HV/VV&VH	HH/VV	
アジマス方向 分解能	10m(2ルック)	100m(8ルック)	
レンジ方向分解能	10m	100m	
観測幅	70km	250 - 350km	
オフナディア角	10度 - 51度		
雑音等価後方 散乱係数範囲	-23dB以下		
データレート	最大240Mbps		





SARとは?

SAR(Synthetic Aperature Radar)

- ・衛星自身がマイクロ波を照射しその 後方散乱を受信・画像化するセンサ
- ・マイクロ波センサ
- •アクティブセンサ
- 映像レーダ

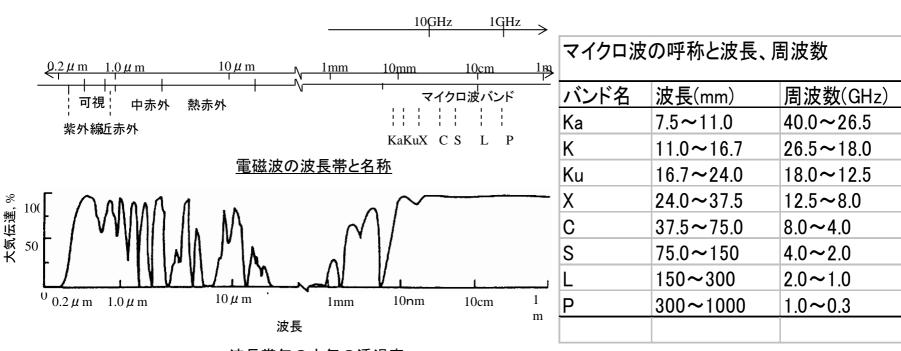
SARの利点は?

- ・全天候性(観測時の天候に左右されない)
- ・昼夜観測が可能(アクティブセンサ、太陽光不要)
- ・コヒーレント性(位相のそろい具合)が高い →InSARへの応用
- ·偏波特性→Polarimetry

SARの欠点は?

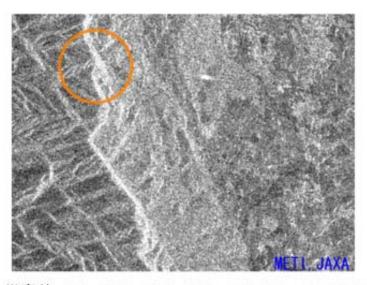
- ・マイクロ波後方散乱画像の解釈の複雑性 (光学センサとは全く異なる見え方)
- •Side Lookingによる画像のゆがみ、倒れ込み

マイクロ波の波長域

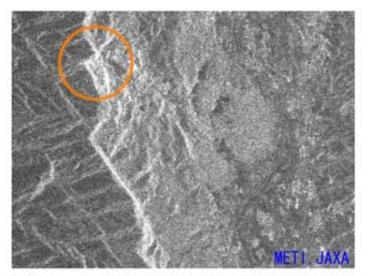


波長帯毎の大気の透過率

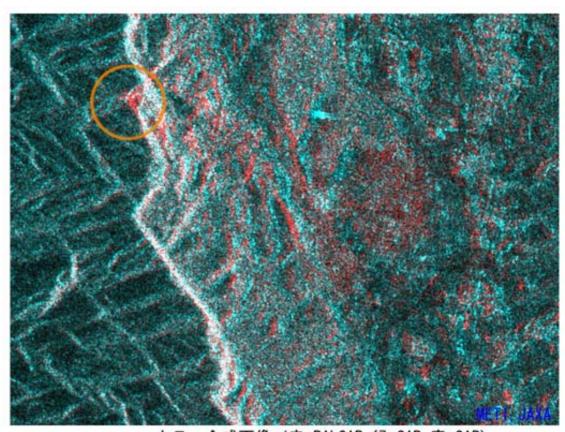
レイテ島観測画像



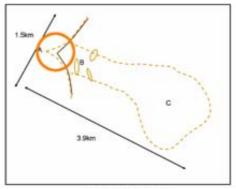
災害前 JERS-1/SAR 1996年2月2日11時12分 (JST)頃観測



災害後 ALOS/PALSAR 2006年2月24日10時53分 (JST) 頃観測



カラー合成画像 (赤:PALSAR, 緑:SAR, 青:SAR)

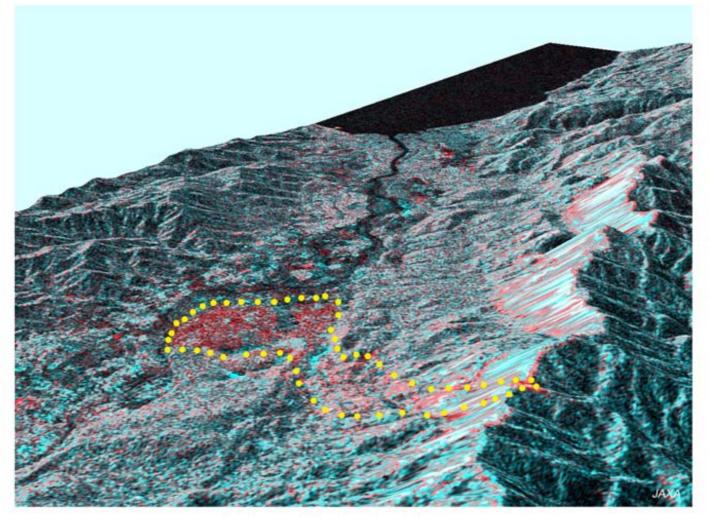


状況説明図

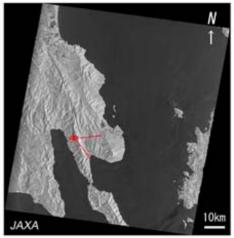
画像中心緯度経度 10°20'N、125°5'E付近 5,000×3,750m四方



北西方向から見たレイテ島地すべり被災地



地すべり被災領域の鳥瞰図 PALSARとJERS-1/SARのカラー合成画像(R:PALSAR, G:SAR, B:SAR) 黄色点線枠内がカラー合成画像より推定された地すべり領域



レイテ島南部のJERS-1/SAR画像

ALOS PALSAR

観測日:2006年2月24日

JERS-1 SAR

観測日:1996年2月2日

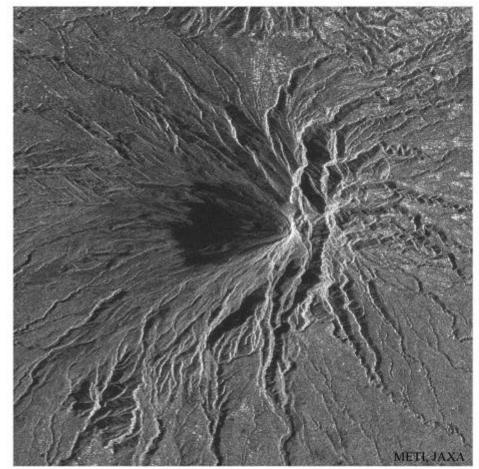
被災地付近の緯度・経度

北緯 10°20′ 東経 125°05′



陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) で観測したインドネシア メラピ火山 2006/4/29 2:43(UT) RSP96, オフナディア角34.3度





フェーズドアレイ方式L-band合成開口レーダ(PALSAR)

高性能可視近赤外放射計2型(AVNIR-2)

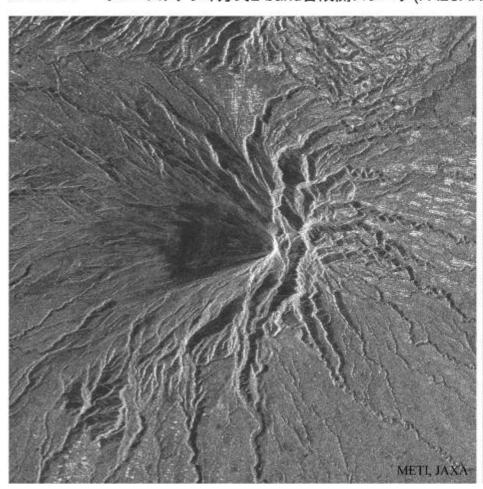






陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) で観測したインドネシア メラピ山 フェーズドアレイ方式L-band合成開口レーダ(PALSAR)





2006年5月16日 オフナディア角30.8度(RSP97)

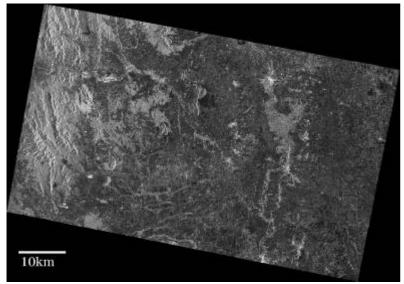
2006年4月29日 オフナディア角34.3度(RSP96)





陸域観測技術衛星「だいち」によるタイ王国北部の洪水の観測

図1



METT, JAXA Image : 2006/05/25 03:50(UT) ALOS/PALSAR FBS 18.0 HH

図2

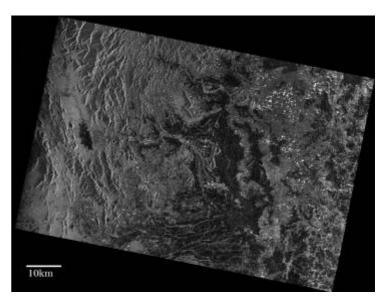


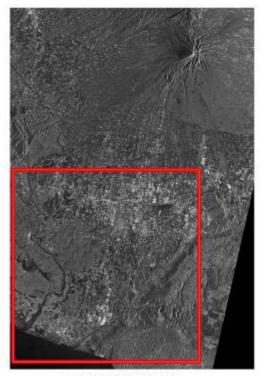
図1は「だいち」搭載されたPALSARによって2006年5 月25日に観測された画像です。図2は1997年6月5日に 地球資源衛星1号「ふよう」(JERS-1)によって観測され たものです。



左図は上記2枚の画像の反射率を比較し、洪水箇所 と思われる部分を、図1に青線で表示したものです。



「だいち」で観測した ジョクジャカルタ被災地域



SARの強度画像



SAR Texture 2006/5/16 RSP97 30.8deg. SAR Texture 2006/5/28 RSP95 36.9deg.

SAR画像の強度分布(Texture)が地震の前後で小さくなる ことが右の画像から確認できる(建物の倒壊等に対応する)

可視センサーとマイクロ波センサ

・可視センサ : 人間の眼に近い波長帯での観測。

直感的な理解が容易。太陽光の反射

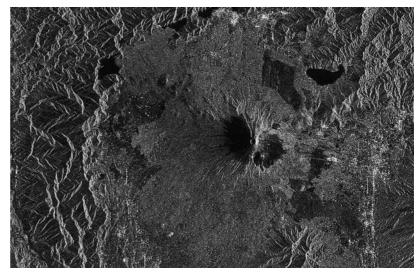
・マイクロ波センサ: 人間の眼で感じられない→直感で理解できない

cmオーダーの波長。

後方散乱というメカニズムの複雑さ 観測原理に由来する画像の歪み

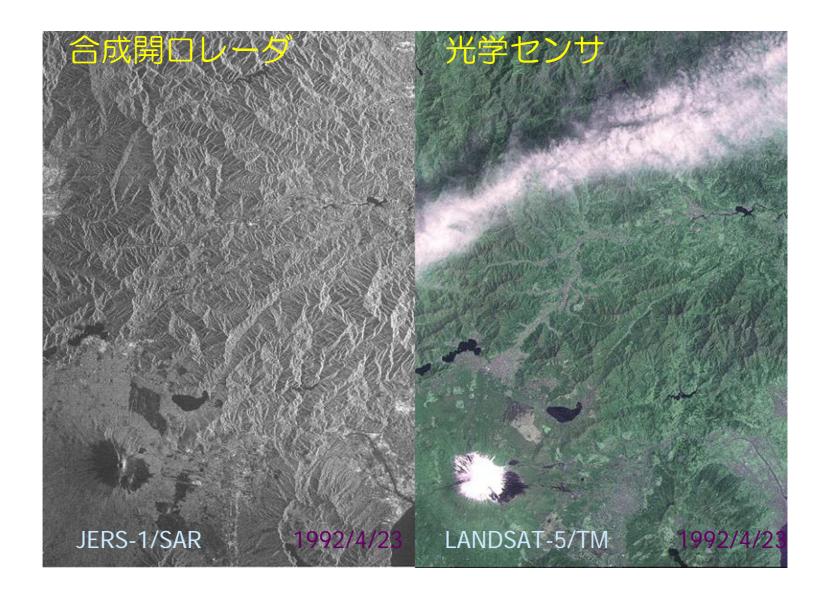


JERS-1/OPSによる富士山

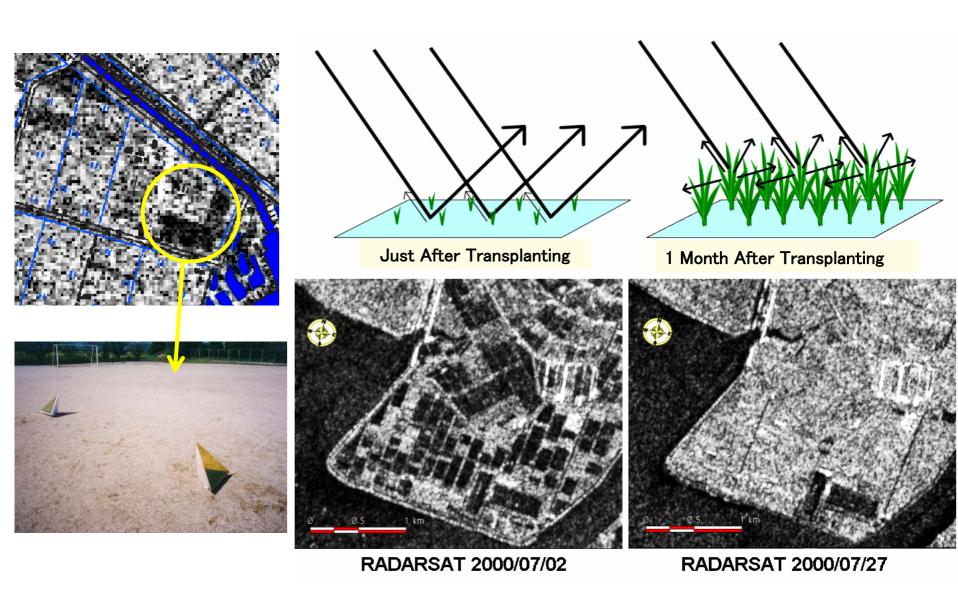


JERS-1/SARによる富士山

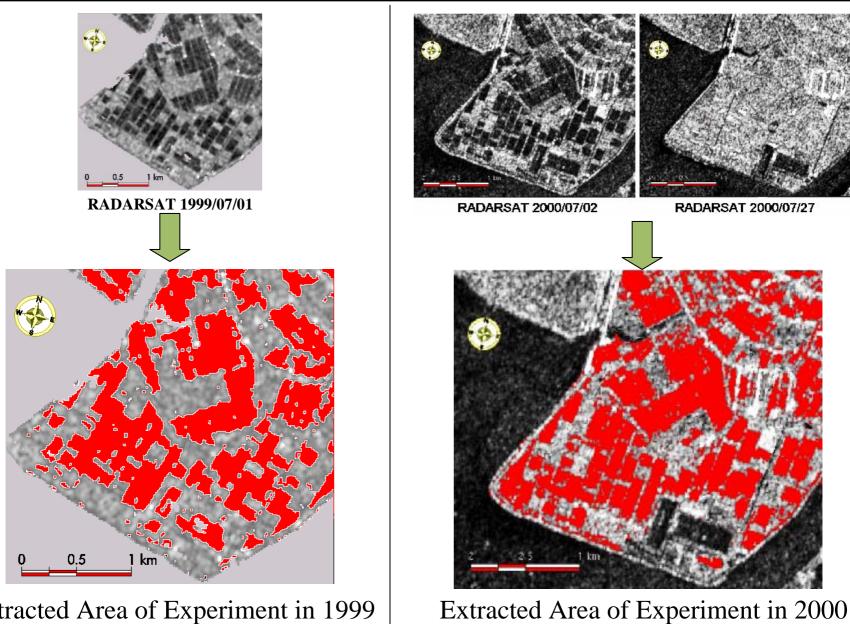
合成開口レーダと光学センサの比較



稲の成長の違いによるSAR画像の特徴

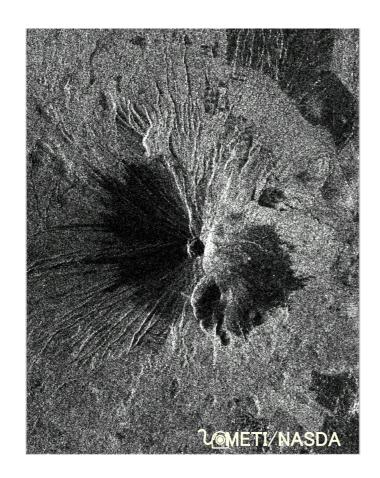


作付け状況の違いの把握

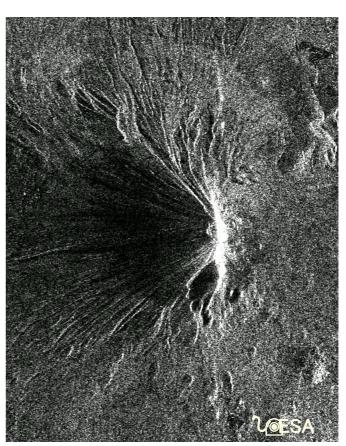


Extracted Area of Experiment in 1999

入射角依存性 ~画像の倒れ込みによる濃淡の変化~

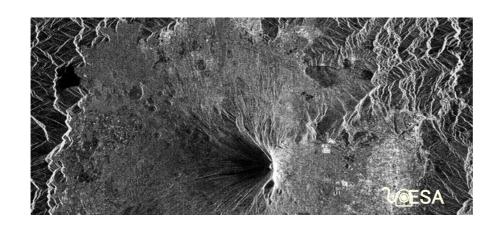


JERS-1 SAR 入射角38°

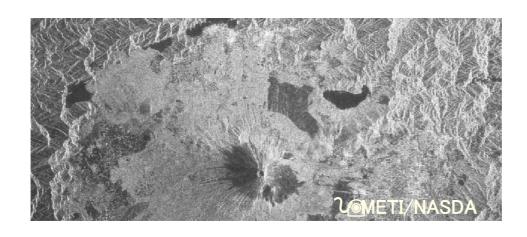


ERS-1 SAR 入射角23°

マイクロ波センサの波長に依存する後方散乱の変化

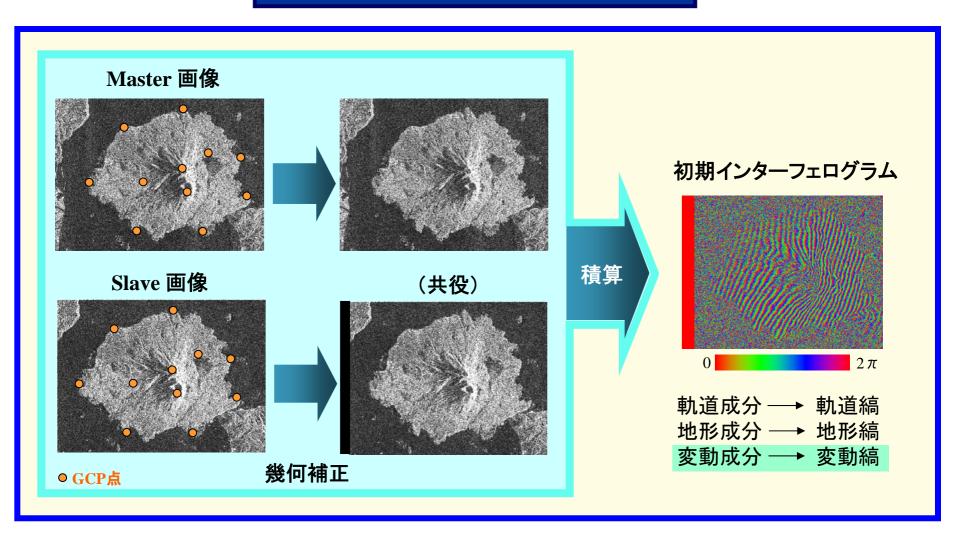


ERS-1 AMI画像 波長: C band(5.6cm)

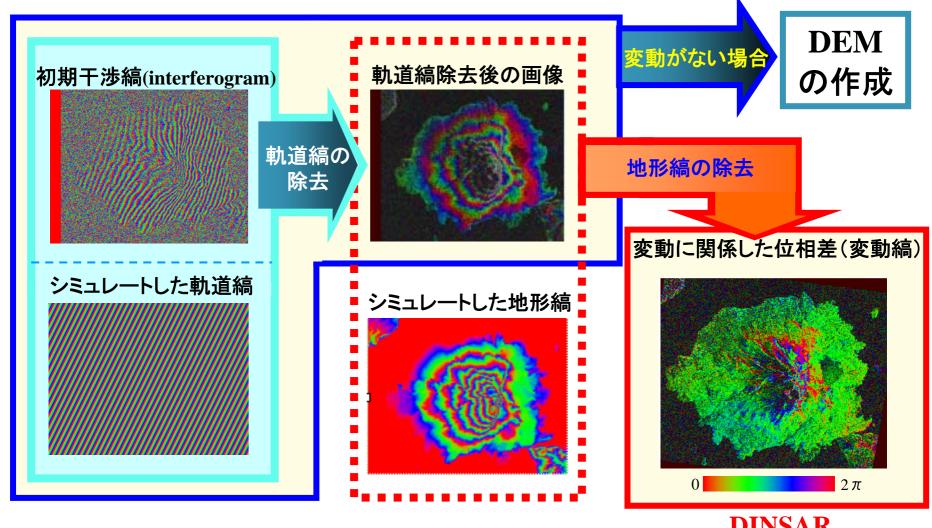


JERS-1 SAR画像 波長:L band(23cm)

干渉計測InSARの手順(1)



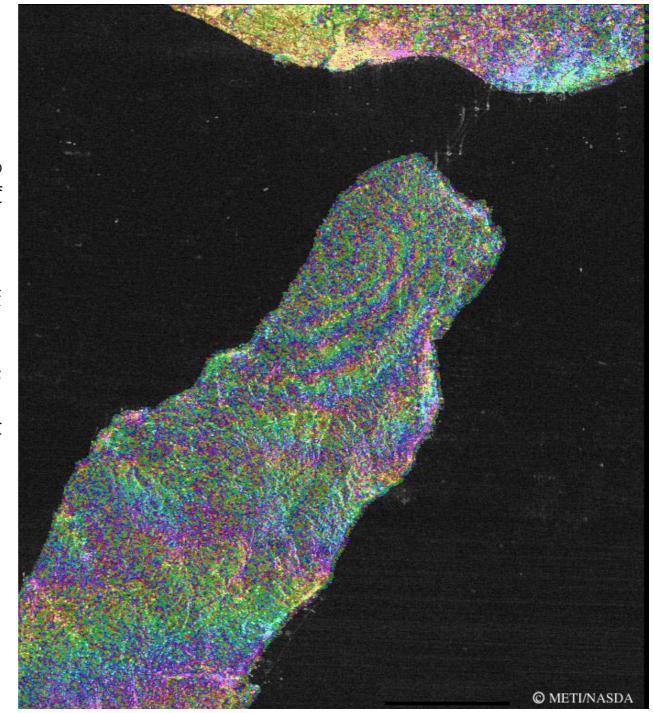
干渉計測InSARの手順(2)



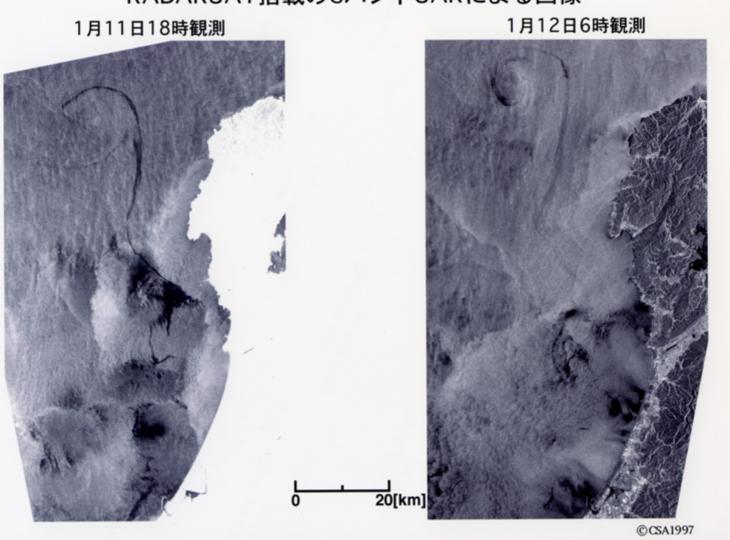
DINSAR

阪神淡路大震災

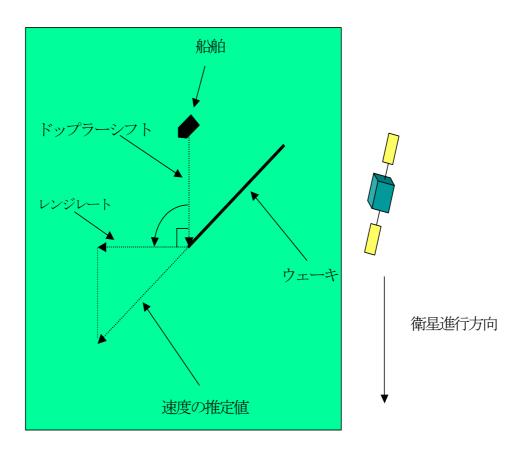
この画像は、地球資源衛星1 号「ふよう1号」(JERS-1)の 合成開口レーダ(SAR)が高度 約570kmから観測した1995年2 月6日と1992年9月9日の画像を 干渉処理したものであり、阪 神・淡路大震災に関わる地殻変 動を捉えたものである。画像中 (南北24km、東西14km)の 縞は地形の変化量を表わしており、 縞の間隔は11.7cmとなり、 縞の本数から野島断層の変化量 が観測できた。



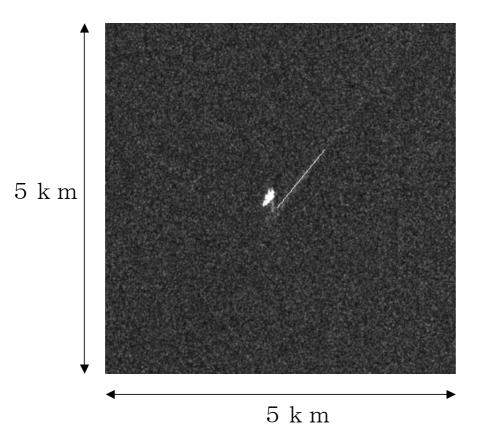
RADARSAT搭載のCバンドSARによる画像



船舶が海面に対して移動している場合、海面に対する相対速度の差がドップラー周波数の差となり、画像化した際に位置がずれる。ウエーキは海面上の本来の位置に現れる。このずれ量が衛星に対する船舶の相対速度となり、レンジレートから1軸速度成分がわかる。(レンジレート:衛星の軌道に対する相対的な速度)



ウエーキによる船舶の速度の推定方法



海域 : 対馬周辺

緯経度:34°40′36″

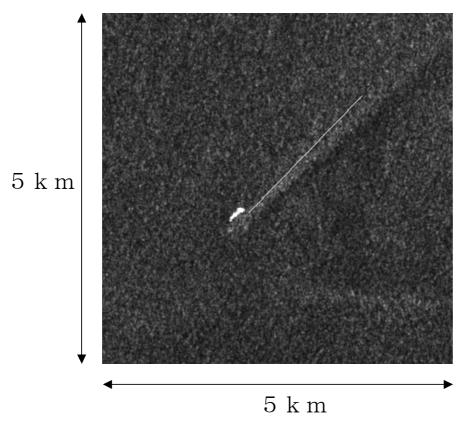
 $1\ 3\ 0^{\circ}\ 2\ 1'\ 4\ 6''$

撮影日:1997/5/31

検出された船舶速度

12.8kt

ウェーキ検出例 (JERS-1画像)



海域 :紀伊半島沖

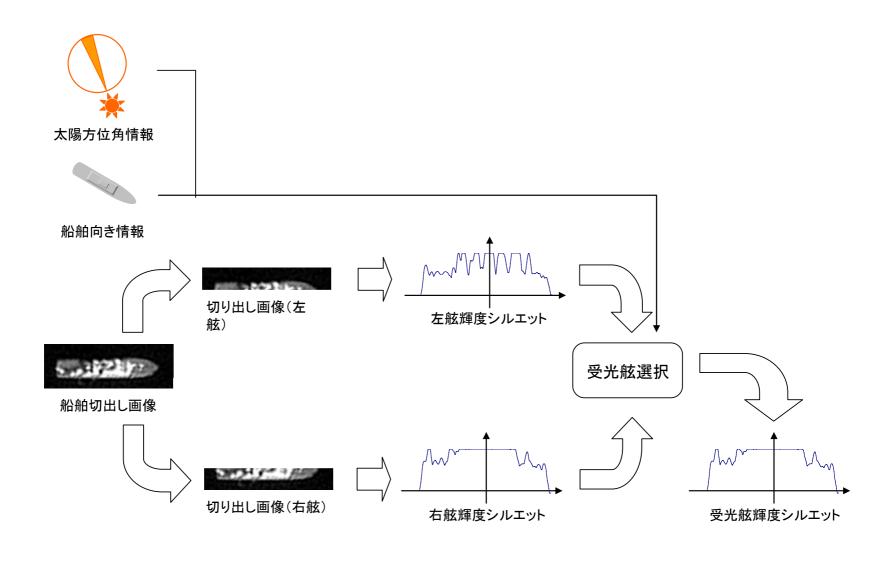
緯経度:33°23′01″

 $1\ 3\ 6^{\circ}\ 0\ 7'\ 4\ 7''$

撮影日:1998/10/29

検出された船舶速度 4.2kt

ウェーキ検出例 (RADARSAT画像)



輝度シルエット法における右舷/左舷の選択



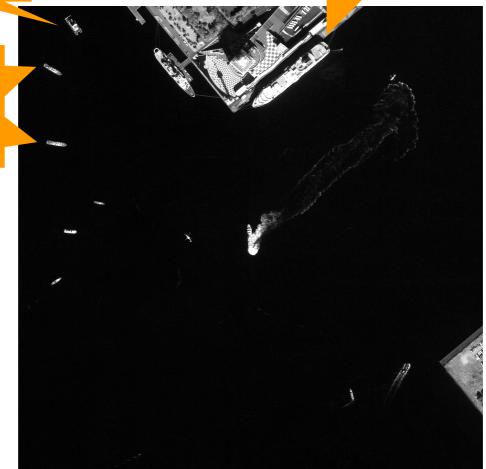
消防船 「ひりゆう」



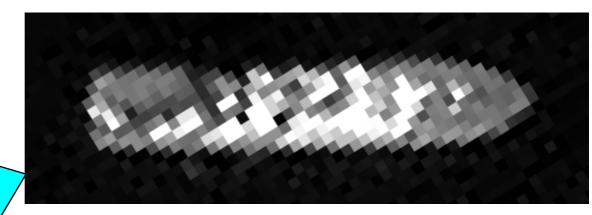
クルーズ客船 「ふじ丸」



巡視艇 「はまぐも」型



船舶検出アルゴリズムの適用結果と真値



IKONOS画像

最近隣法によるリサンプリング結果



拡大•回転•移動



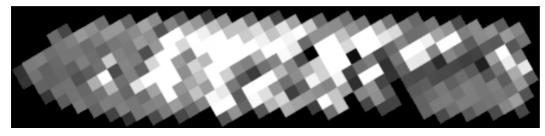
キュービックコンボリューションによるリサンプリング結果

サンプリング手法の違いによる処理画像

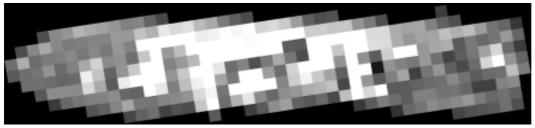


巡視艇 「はまぐも」型 (はまぐも、あわなみ、うらなみ)

総トン数110トン 船質高張力鋼 全長35.0m 全幅6.3m 深さ3.4m 主機ディーゼル2基/2軸 出力4000馬力 速力24ノット

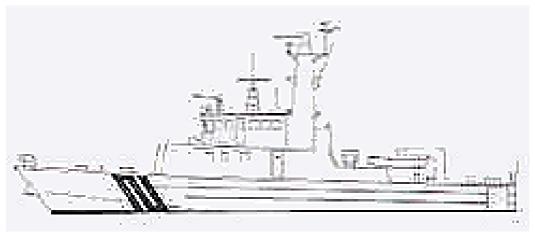


はまぐも型A (最近隣法による切り出し画像)



はまぐも型B (最近隣法による切り出し画像)

「はまぐも」A,Bの画像データ比較(最近隣法)



巡視艇 「はまぐも」型 (はまぐも、あわなみ、うらなみ)

総トン数110トン 船質高張力鋼 全長35.0m 全幅6.3m 深さ3.4m 主機ディーゼル2基/2軸 出力4000馬力 速力24/ット

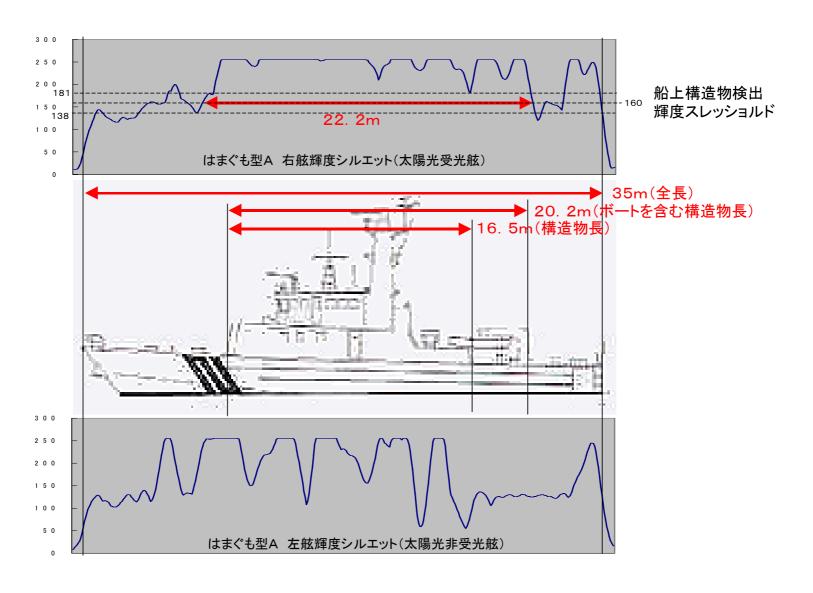


はまぐも型A (キュービックコンボリューション による切り出し画像)



はまぐも型B (キュービックコンボリューション による切り出し画像)

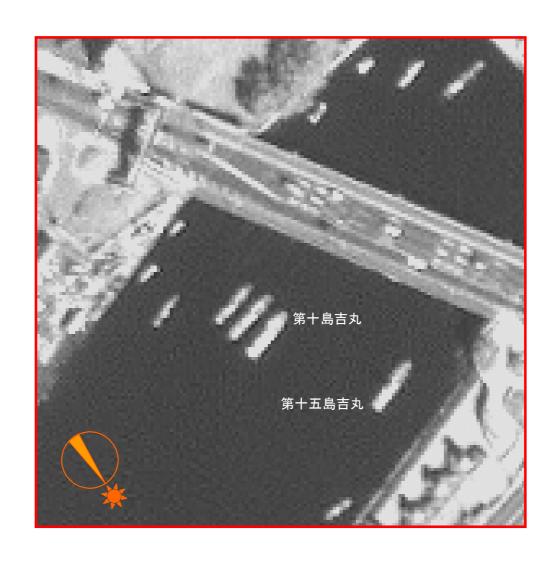
「はまぐも」A,Bの画像データ比較 (キュービック・コンボルーション)



「はまぐも」Aの輝度シルエット解析



神奈川県・江ノ島



小型漁船の場合(江ノ島片瀬橋付近)



第十五島吉丸 全長17.5m 全幅3.8m

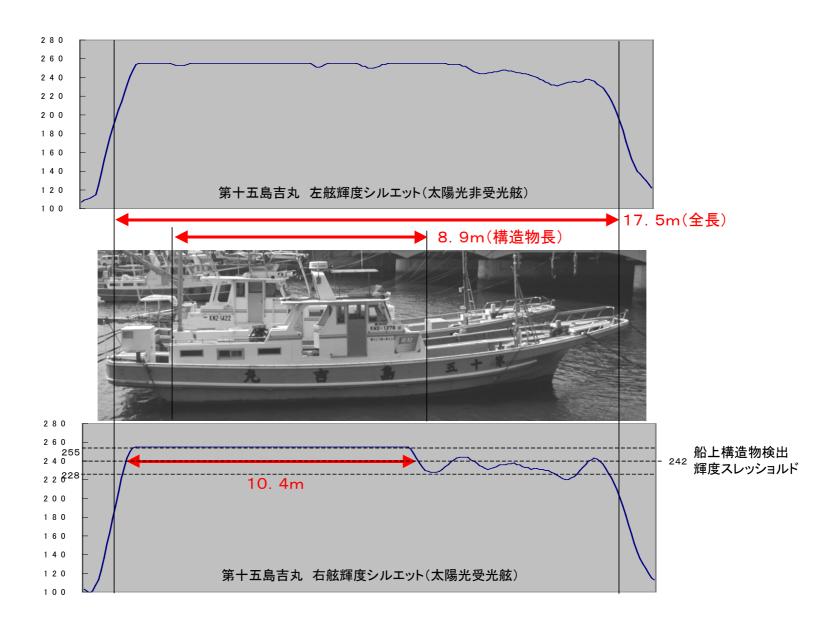


最近隣法による切り出し画像



キュービックコンボリューションによる切り出し画像

第十五島吉丸の輝度シルエット



第十五島吉丸の輝度シルエット解析

リモートセンシングの実利用分野

- 気象・天気(天気予報サービス、付加情報サービス
- 安全保障(偵察、分類・課題図、3Dマップ、移動体監視
- 水産・漁業(漁場探査、海況情報サービス、赤潮予測
- 災害•国土管理(被災状況把握、復旧•復興計画立案
- 農林業(作況予測、農地・森林管理、海外植林管理
- 空間情報利用(衛星地図、各種GIS、LBCS
- 資源・エネルギー(鉱物資源探査、航行安全監視
- 環境(水資源監理、温暖化監視•予測、不法投棄、
- 教育研究(デジタル教材、地球科学研究、利用研究
- エンターテイメント(ゲームソフト、広告、各種ナビ
- 海外支援(衛星地図、法人擁護、地域整備、災害支援