

地球観測衛星ALOS(だいち) を用いた広域災害の防止・監視技術の開発

開発エンジニアリング株式会社

技術開発の概要

- 地球温暖化等の影響で気象擾乱の発生が多くなり、H16年は歴史上最も多くの台風が上陸している。
- これらに伴い、港湾背後地の斜面崩壊・崖崩れ・土石流が多く発生しており、さらに近年多くの地震発生（新潟中越、能登半島、新潟中越沖）により斜面崩壊、家屋倒壊が起きている。
- 衛星はユーザーに地球観測データを供給するのみで、全天候性センサを保持したALOSは実用性の高いものとなっており、防災などへの活用はユーザ（各管理者）の責務となっている。
- 地球観測衛星ALOSを用いた広域かつ詳細な監視技法を確立することにより、災害の前兆把握、予防・減災が可能となる

（※以下、JAXAおよびRESTEC公開資料を引用）

防災分野で必要とされる技術・情報

● 予防・減災、事前準備段階

- ・ハザードマップ
- ・最新地図
- ・状況モニター

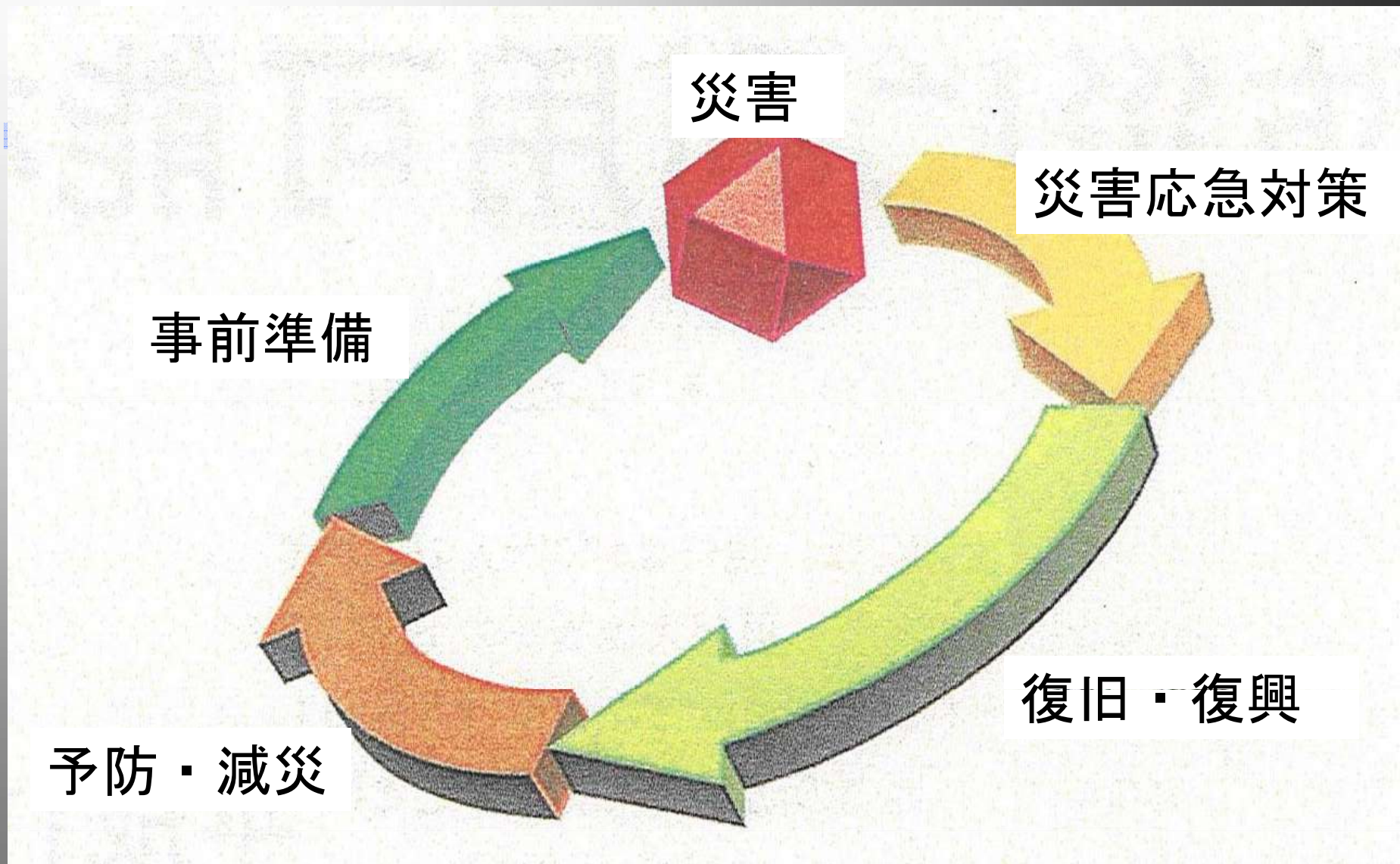
● 災害応急対応段階

- ・警報発令
- ・被災情報伝達（家屋倒壊、インフラ損壊、ライフライン状況）

● 復旧・復興段階

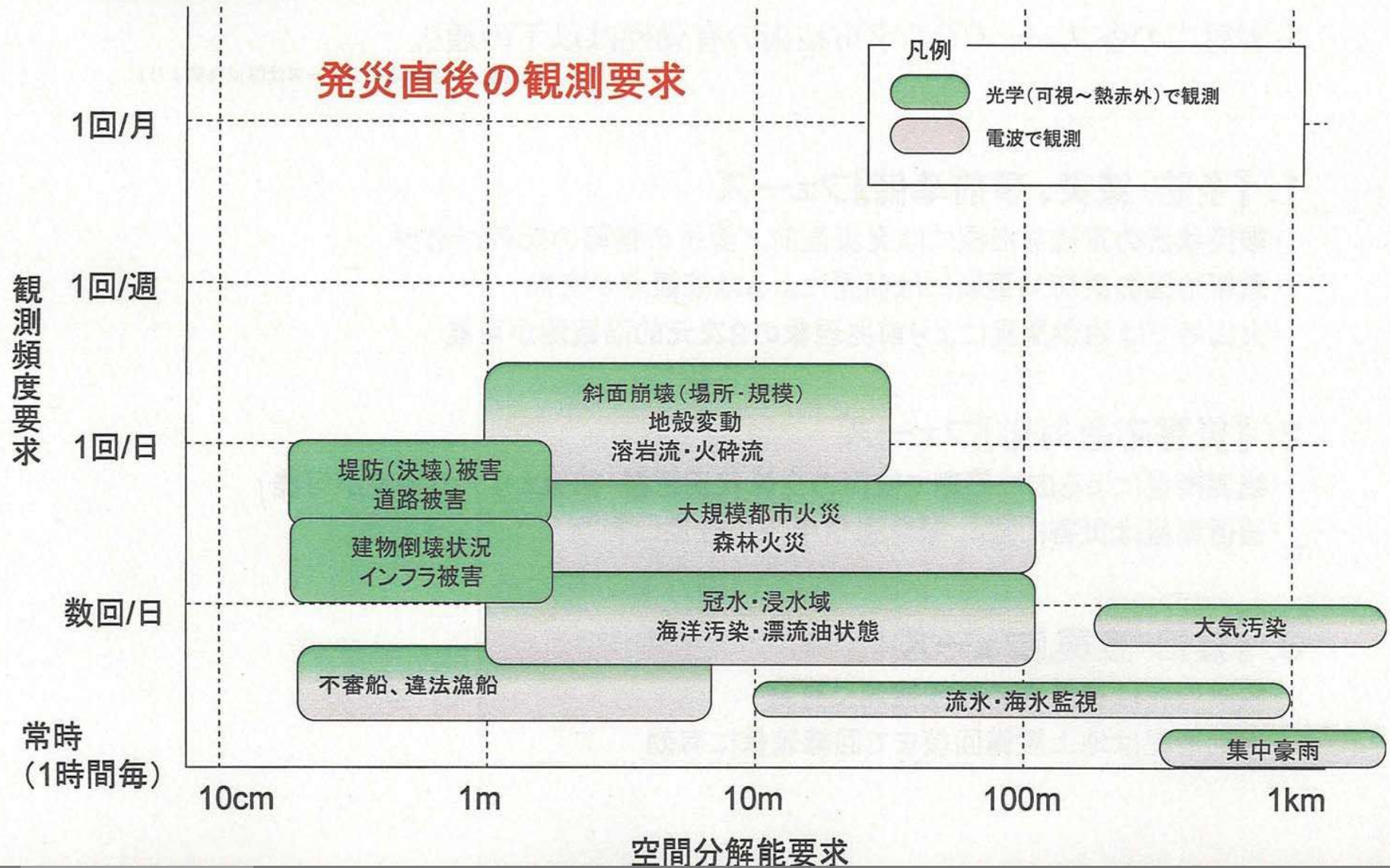
- ・被災地モニター、救援活動情報、復興計画立案に必要な情報

● 防災サイクル (防災白書より)



防災・危機管理の観測頻度、空間分解能

(観測頻度/空間分解能)



風水害発生時

災害発生

予防・減災、事前準備

災害応急対応

復旧・復興

ハザードマップ準備
最新の地図データの蓄積

- ・ 航空写真
（地理院は全国を5年に1回更新）
- ・ 衛星データ
（ALOSは国内を年3回、全世界を年1回観測する）

前兆把握

- 河川状況モニタ
 - ・ 水位、カメラ
- 降雨情報
 - ・ アメダス、レーダー
- 降雨予測
 - ・ アメダス、レーダー、衛星データ

早期警報

- 警報の配信(省庁→自治体→個人)
 - ・ ケーブル、LASCOM、衛星通信、地域防災無線

災害状況把握（初動）

- 河川決壊状況把握
 - ・ 河川状況モニタ（水位、カメラ）＜一級河川のみ＞
- 洪水発生範囲把握
 - ・ ヘリ、航空機
- 通信手段の確保
 - ・ LASCOM、衛星通信

災害状況の継続的把握

- 河川の状況モニタ
 - ・ 水位、カメラ
- 洪水状況のモニタ
 - ・ 航空機、衛星データ
- 地籍調査
 - ・ 衛星データ

地震災害発生時

地震発生

予防・減災、事前準備

災害応急対応

復旧・復興

ハザードマップ準備
最新の地図データの蓄積

- ・ 航空写真
(地理院は全国を5年に1回更新)
- ・ 衛星データ
(ALOSは国内を年3回、世界を年1回観測する)

前兆把握

地震計情報

- ・ 地震計ネットワーク
(地上回線、点観測)

地殻変動情報

- ・ GPS歪定点観測
- ・ SARデータ
(面観測が可能)

早期警報

地震発生情報収集

- ・ 地震P波観測 (地上回線、衛星通信)

津波発生情報収集

- ・ GPSブイ (衛星通信)

警報の配信 (自治体、企業、個人)

- ・ 地上回線、地域防災無線、LASCOM、衛星通信

災害状況把握 (初動)

通信手段の確保 (音声、データ)

- ・ 優先回線、LASCOM、中央防災無線

建物倒壊・火災現場

(狭域、発災後数時間以内)

- ・ ヘリ、航空機

被災全体状況把握

(広域、発災後数時間以内)

- ・ 航空機、衛星

<衛星なら広域の状況が夜間や悪天候下でも観測可能>

地殻の変動情報 (発災後数日以内)

災害の復旧状況把握

- ・ 航空機、衛星

地殻の変動情報

- ・ GPS歪定点観測
- ・ SARデータ

通信網確保

地上回線復旧まで

ALOSとは



ALOS(エイロス)とは、2006年1月に宇宙航空研究開発機構(JAXA)が打ち上げた地球観測衛星「陸域観測技術衛星(Advanced Land Observing Satellite)」で、日本語名は「だいち」です。

その大きさは、地球観測衛星の中では世界最大級で、幅3.5m×奥行き4.5m×高さ6.5m、付属する電池パドルは22m×幅3m、質量は約4トンにもなります。

広域災害防止・監視に利用可能な ALOS センサ緒元

ALOS
陸域観測技術衛星
(だいち)



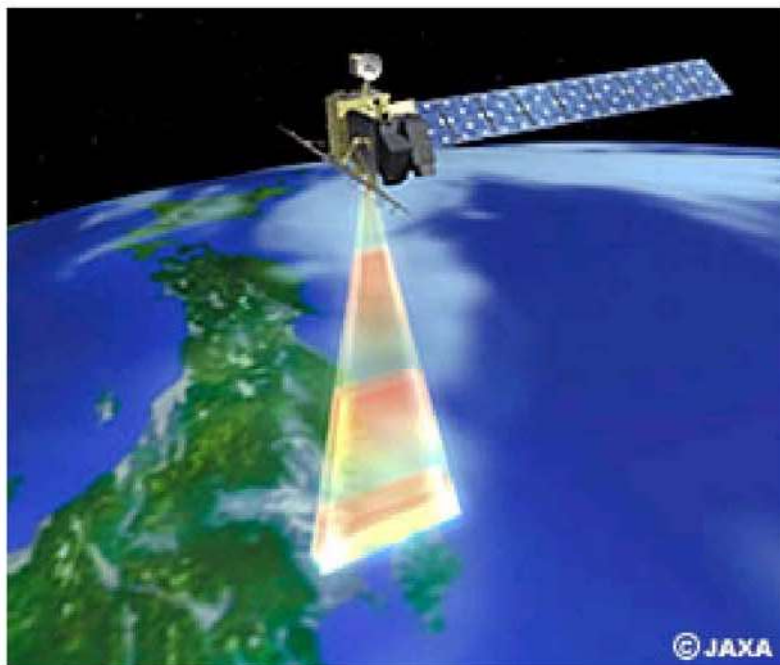
搭載センサの諸元

センサ名	バンド	波長	種類	分解能	ポインティング角	観測幅
AVNIR-2: Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 高性能 可視近赤外放射計2型	Band1	0.42 ~ 0.50 μ m	可視 (青~緑)	10m (直下)	約 $\pm 44^\circ$	70km (直下)
	Band2	0.52 ~ 0.60 μ m	可視 (緑~黄)	10m (直下)		
	Band3	0.61 ~ 0.69 μ m	可視 (赤)	10m (直下)		
	Band4	0.76 ~ 0.89 μ m	近赤外	10m (直下)		
PRISM: Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping パンクロマチック立体視センサ	直下視	0.52~0.77 μ m		2.5m	約 $\pm 1.5^\circ$	35km (3方向視モード)
	前方視	0.52~0.77 μ m		2.5m		70km (直下視モード)
	後方視	0.52~0.77 μ m		2.5m		
	モード	周波数	偏波	分解能	入射角	観測幅
PALSAR: Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ	高分解能モード	1.275GHz (L-band)	HH or VV	7-44m	8-60 $^\circ$	40-70km
			HH+HV or VV+VH	14-88m	8-60 $^\circ$	40-70km
	広観測幅モード		HH or VV	100m (Multi look)	18-43 $^\circ$	250-350km
	多偏波モード		HH+HV +VH+VV	24-89m	8-30 $^\circ$	20-65km

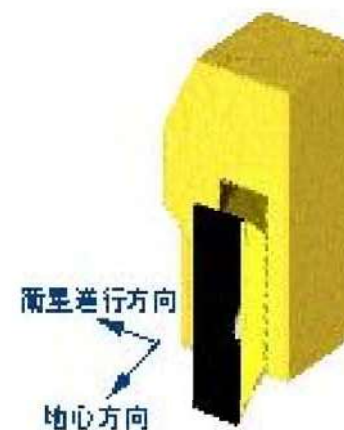
詳細はRESTEC ALOSホームページをご参照ください。

ALOS 可視・近赤外センサ

AVNIR-2 高性能可視近赤外放射計2型

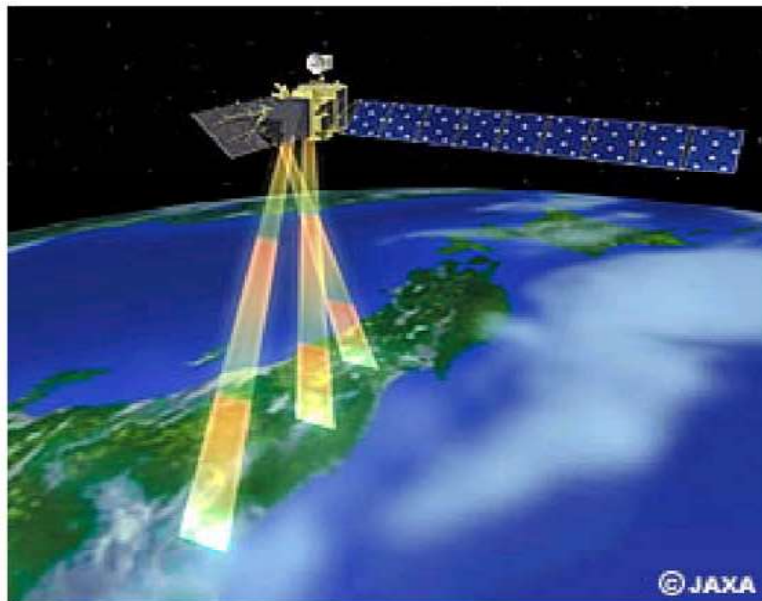


「AVNIR-2」は、地球観測プラットフォーム技術衛星 (ADEOS) に搭載されたAVNIRの分解能をさらに向上させたもので、可視・近赤外域の観測波長を用いて、主に陸域、沿岸域を観測することを目的としたセンサです。いわゆる「見た目どおり」の画像を撮影することができ、地域環境監視等に必要な土地被覆分類図、土地利用分類図などの作成のほか、災害地域の観測などに適しています。

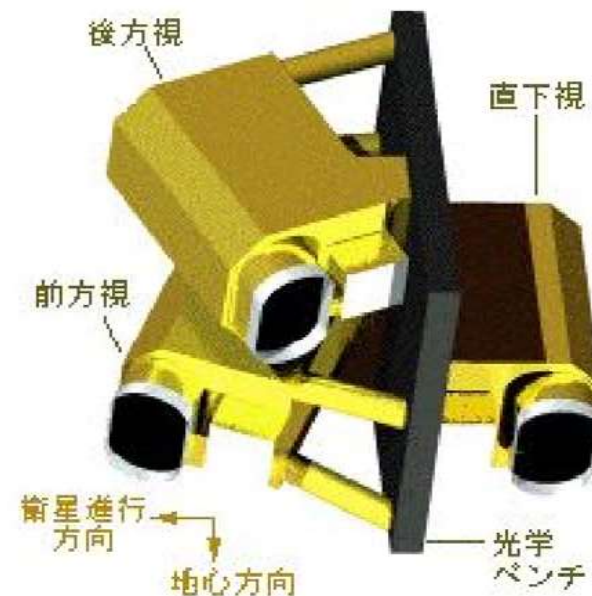


ALOS PRISMセンサ

PRISM パンクロマチック立体視センサ



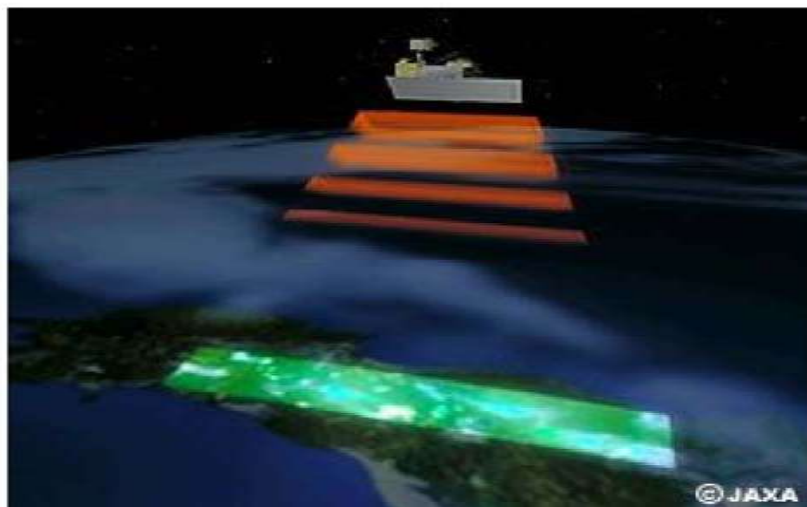
「PRISM」は、可視域の波長を用いて、(衛星の進行方向に対して)前方視、直下視、後方視の3方向の画像を同時に取得することができる光学センサです。



地表を2.5mの分解能で観測することができ、地図の作成や都市開発、所定の区域の監視など、さまざまな利用方法があります。いわゆる「3D画像」もPRISMのデータを利用して作成することができます。

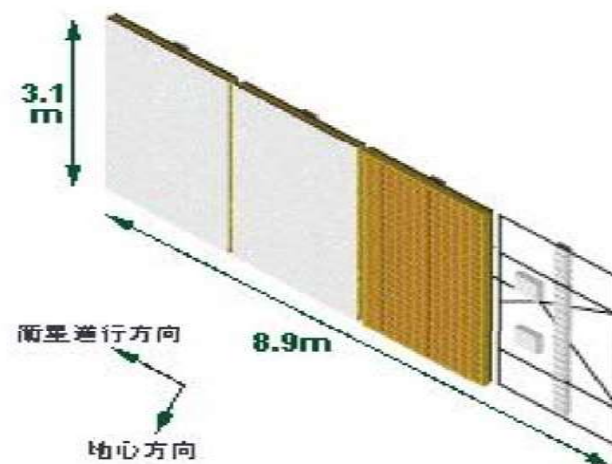
ALOS 全天候性合成開口レーダ

PALSAR フェーズドアレイ方式レバンド合成開口レーダ



「PALSAR」は、レバンドを用いた合成開口レーダで、地球資源衛星1号(JERS-1)に搭載された合成開口レーダ(SAR)の機能・性能をさらに向上させたものです。雨天や曇天といった天候条件、また昼夜にも影響されずに観測・撮影ができ、高分解能モード(幅10m)に加え、広域モード(幅250～300km)でも撮影可能と、非常に対応幅が広いことが特徴です。

数値標高モデル(DEM:Digital Elevation Model)の作成や、特定区域の監視などに適しています。



技術開発の内容

既往研究および衛星情報

- H14、15において仙台技調が衛星の有効利用を図るべく「環境監視システムの構築調査」を実施し、東北大学川村教授、千葉大学杉森教授、東海大学千賀教授の3人の学識経験者のアドバイスを受け、実用化の方向性を見出した。
- 昨年より地球観測衛星ALOSの実用化体制が確保されたことから、リモートセンシングデータ提供者でなく、ユーザーである管理者が現場サイドにおいて広域・高分解能・短時間スケールのメリットのあるリモセンの最新技術の活用を図ることが望まれる。

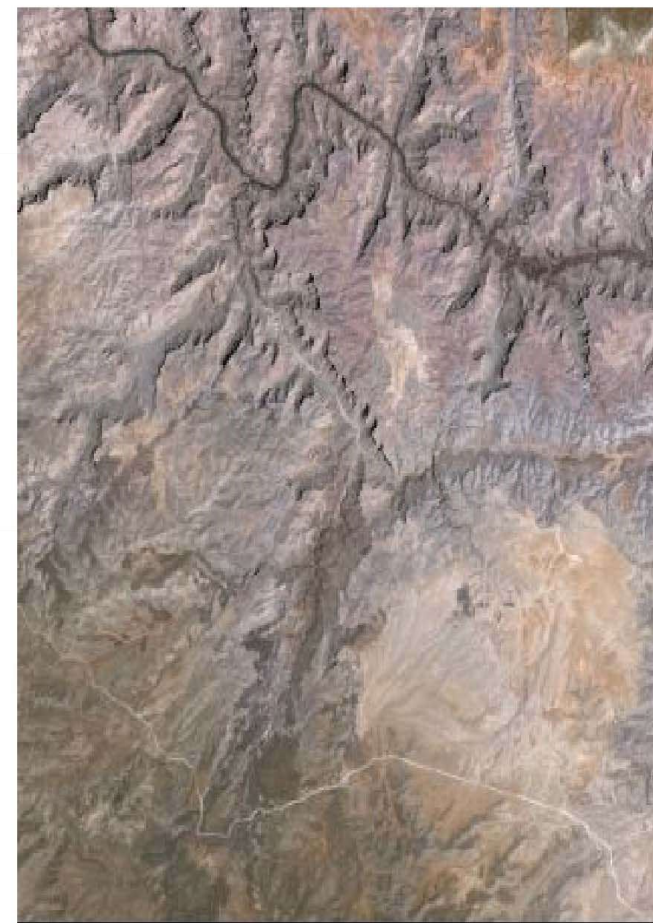
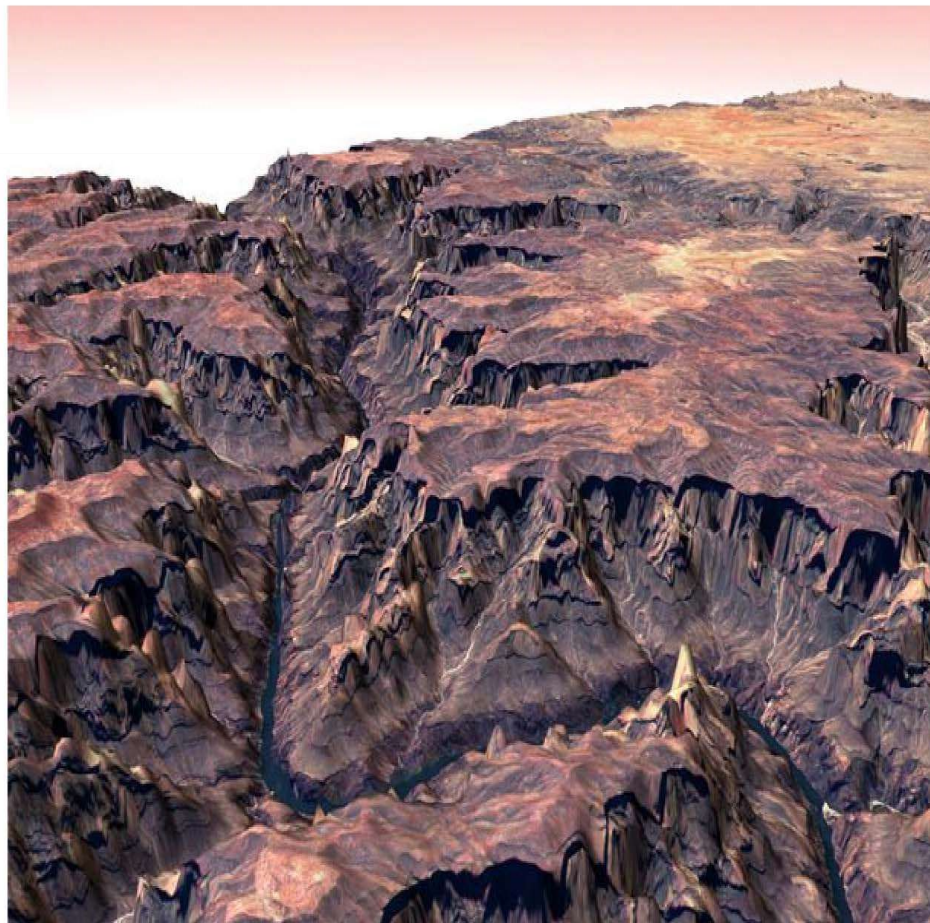
実用化への技術開発

- 研究段階でALOSの実用化の試みがなされている。
- 緊急課題として現有・監視情報(危険箇所の地質、勾配、植生、気象データ、等)と衛星データ、GISデータの連携により、広域災害の防止・監視技術の開発の着手が必要とされる。
- 広域災害の防止・監視技術確立のためプロトタイプの予防減災、応災対応等の実用化研究を進める必要がある。

○ 斜面崩壊・土石流監視 : PRISMの活用

- 光学センサ、地表2.5mの分解能
- 地表面形状変動、崖崩れ、河口海岸形状の変動、海岸構造物の浸食や構造物の変位や形状変動を高さを含めてモニタリング可能。
- 従来の手法の水平投影法・ステレオ疑似三次元解析 → 三次元、高解像度

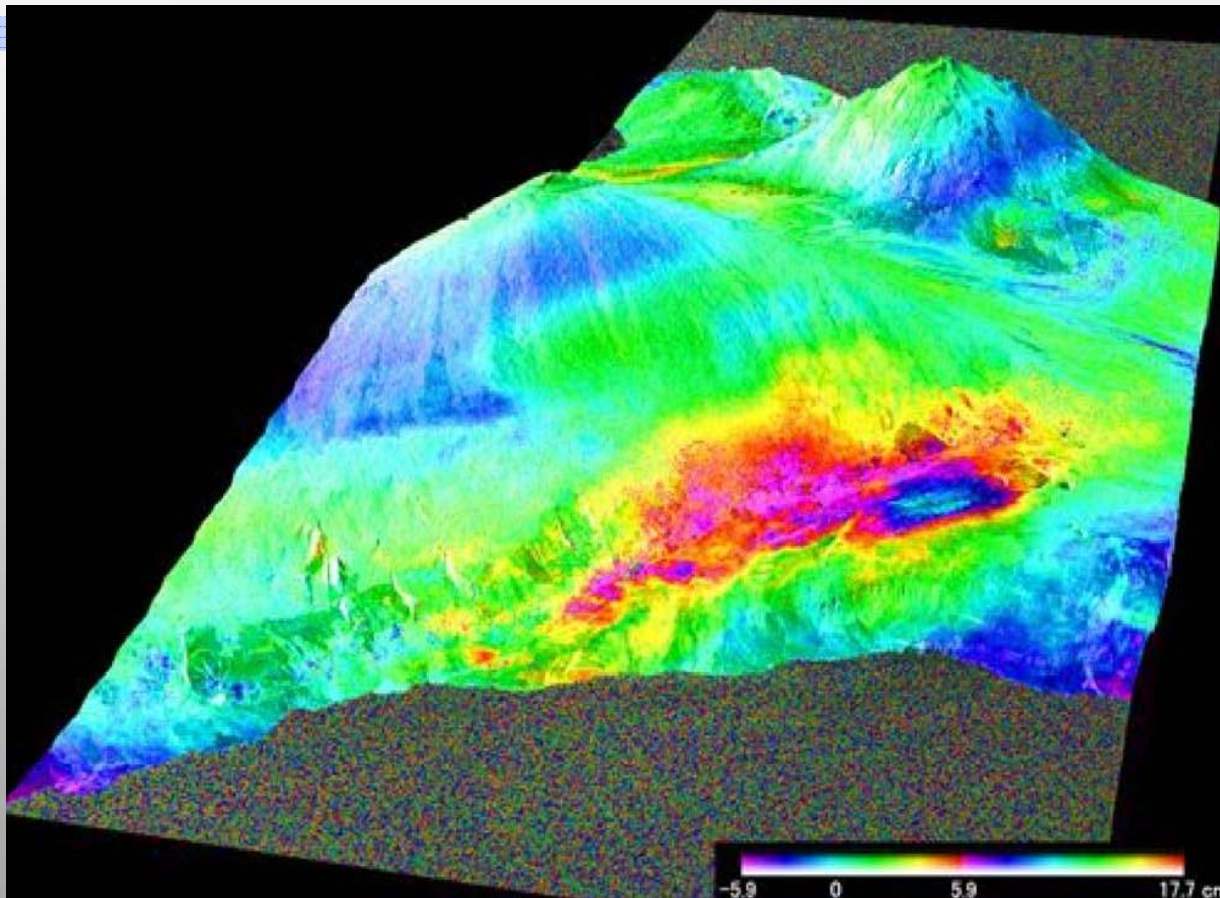
応用事例:PRISM(斜面崩壊、土石流等)



グランドキャニオン三次元(AVNIR)と二次元(PRISM)の
応用により崩壊等の監視が可能となる。

応用事例: PALSAR (地表面変動)

- ハワイ島キラウエア火口付近の地殻変動

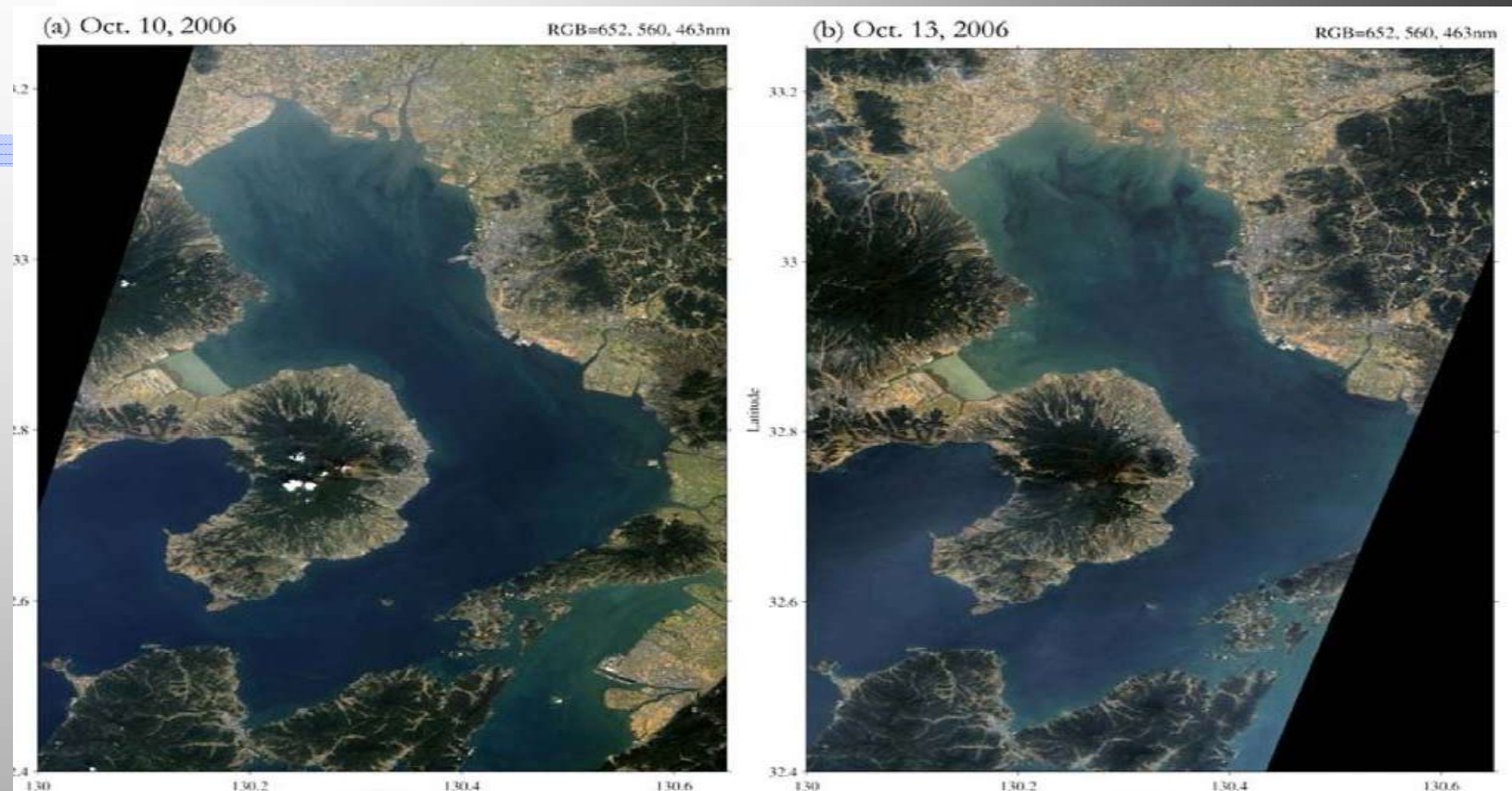


差分干渉処理した図であり、10cmの隆起が確認されている。

2007/7/27

18

応用事例: AVNIR-2 (地形変化、環境監視)



可視・近赤外の4バンドを保有しており、従来のランドサットの陸域アライメント変化、土地被覆、海岸形状、赤潮、濁水、油濁等の環境要素を短い時間スケールで高精度に監視可能。

応用事例: AVNIR-2 (環境監視)



鹿児島湾の赤潮状況

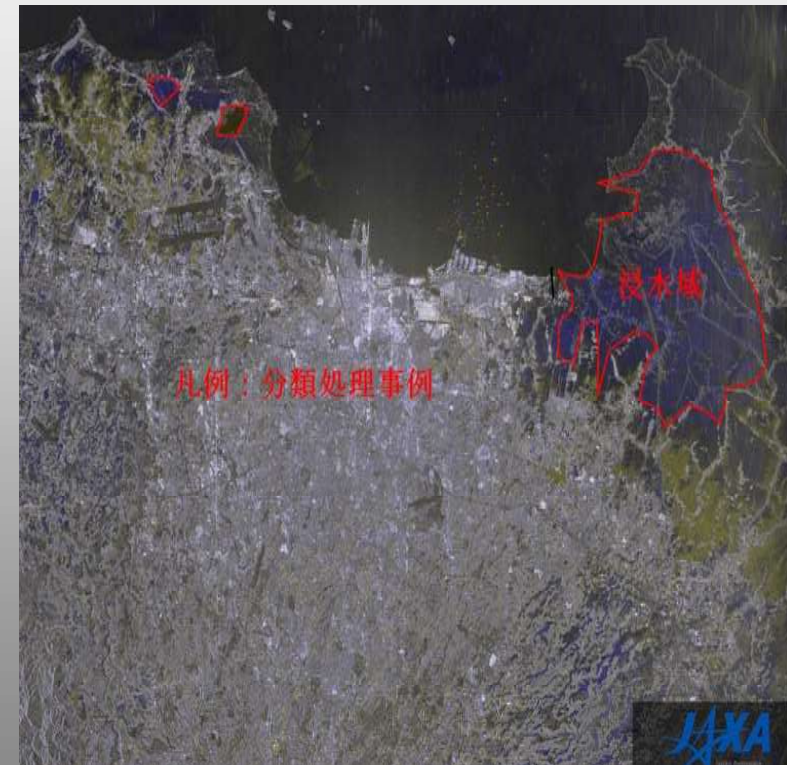
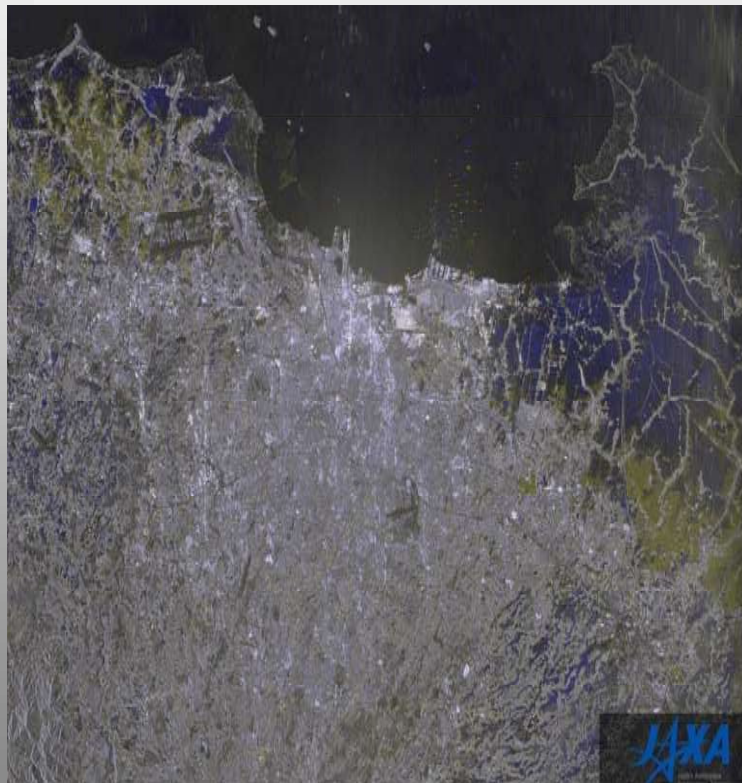
2006. 04. 07

2007/7/27

20

応用事例：インドネシア洪水

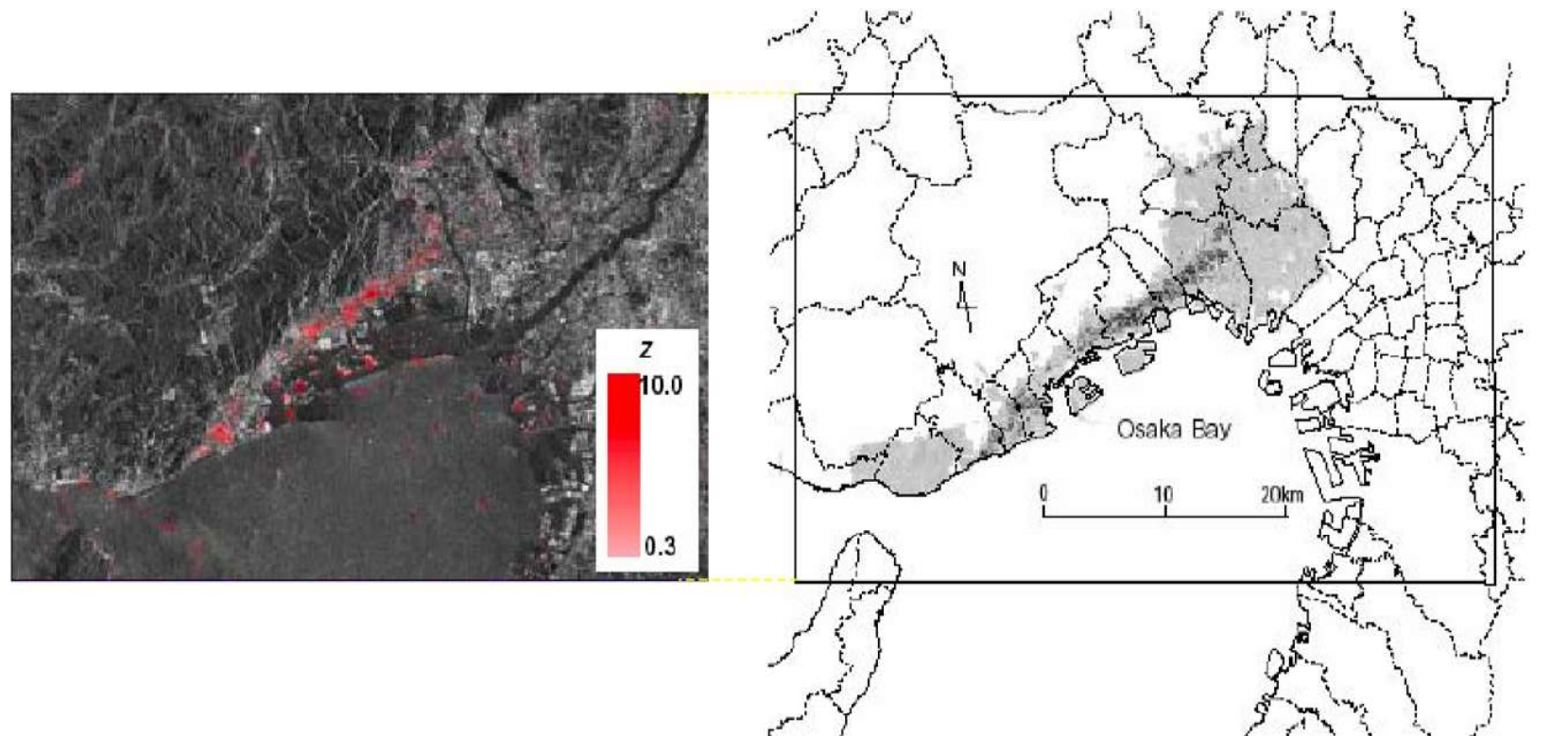
2007. 02. 02



2007/7/27

応用事例: PALSAR (家屋倒壊)

- 阪神大震災の合成変量と家屋倒壊率



左側の合成変量と右側の色の黒い倒壊率が対比できる。

家屋倒壊率の算定例

- **PALSARによる地表面のマイクロ波の後方散乱は災害により倒壊した地上構造物損害の定量的判断にも応用することができる。一般的に家屋等、地上構造物が倒壊する前はSAR等アクティブセンサの後方散乱は大きい**が、地上構造物が倒壊するとこの散乱は小さくなる。この倒壊前後における散乱係数の差違を次式により「合成変量」と定義したもので、被害規模を定量的に推定することができる。

$$z = -2.140 d - 12.465 r + 4.183$$

$$d = 10 \log_{10} \underline{lai} - 10 \log_{10} \underline{lbi} \cdot \frac{NSlailbi - SlaiSlbi}{\{[NSlai^2 - (Slai)^2] [NSlbi^2 - (Slbi)^2]\}^{1/2}}$$

ここで

z :合成変量 d :後方散乱係数の差 r :相関係数

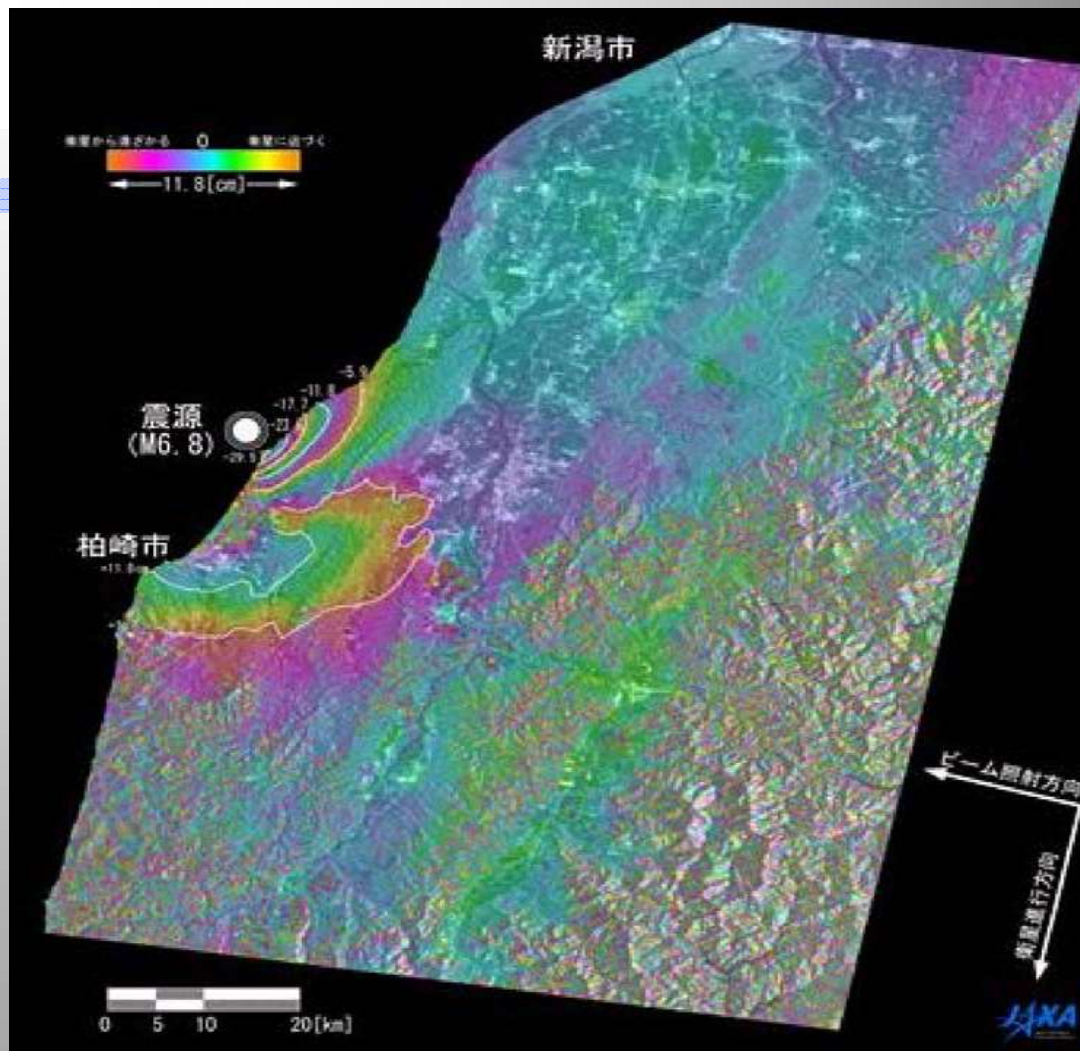
$\underline{lai}$:災害後の後方散乱強度

$\underline{lbi}$:災害前の後方散乱強度

$\underline{lai}$:災害後の平均後方散乱強度(13×13画素)

$\underline{lbi}$:災害前の平均後方散乱強度(13×13画素)

応用事例：新潟中越地震 地殻変動解析 2007. 07. 16発生



11.8cmの地殻変動
が測定された。

7月19日に観測したPALSAR画像を解析した結果、被災地の地殻変動
パターンを確認した(JAXA)。

2007/7/27

24

まとめ

- 既往研究の課題であった全天候性がマイクロ波センサSARの開発により可能となった。
- AVNIR-2はランドサットやADEOSの分解能を向上したもので地域環境監視や土地被覆分類や災害地域の観測に適している。
- 観測周期がサブサイクルの利用で2日となった。
また、画像データが安価となり実用的となった。
- 多くの利用技術を保持し、既往環境監視を含め、広域災害の防止・監視技術の可能性がALOSにより見いだされた。
- 技術の細分化、高度化した現代では各分野の技術開発・ニーズは当事者(港湾管理者等)しか判断出来ないものが多く、詳細データを包括した衛星データの有効活用はユーザ自らが、グランドtruthの検証により行われなければならない。

御静聴ありがとうございました。



地球観測衛星 ALOS
開発エンジニアリング株式会社