



「だいち2号」データ利用シンポジウム

減災、インフラ・地盤監視における「だいち2号」技術の活用

2015年11月17日

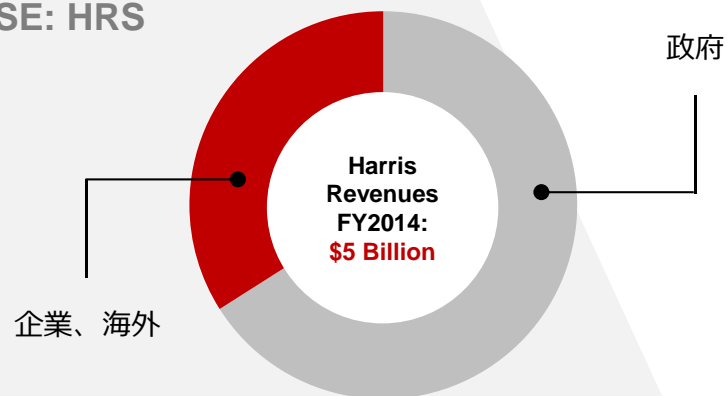


Exelis VIS株式会社
成瀬 徳紀

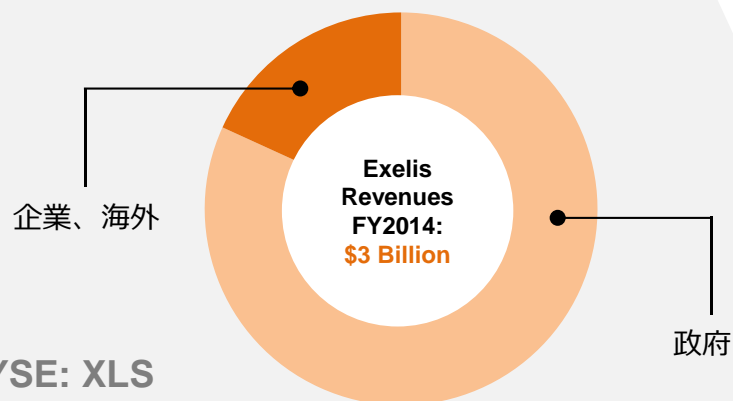
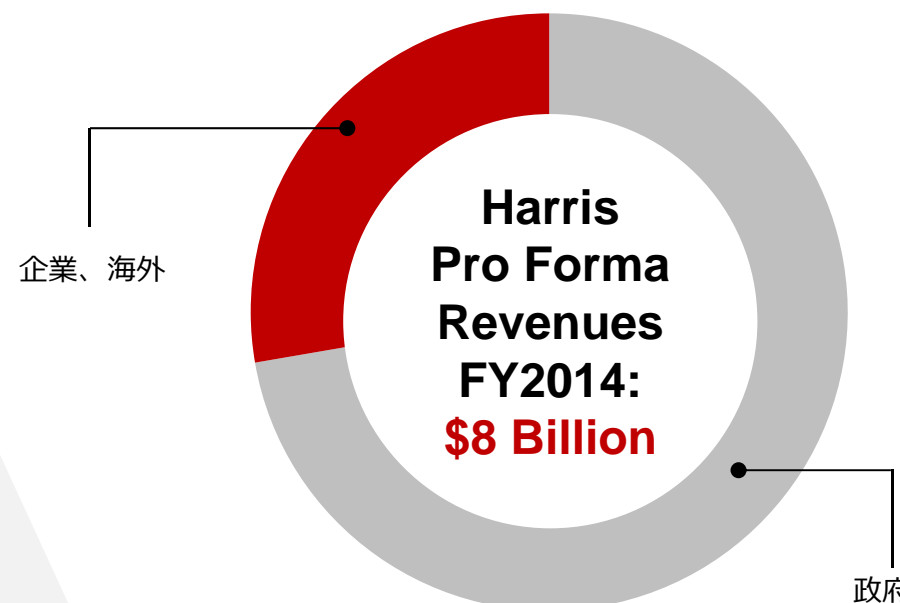
harris.com



NYSE: HRS



NYSE: HRS



NYSE: XLS

- 政府系、一般企業顧客へ最先端の技術に基づいた技術を提供
- **従業員約23,000人**
- 9,000人以上の科学者、エンジニア在席
- 125か国以上に顧客
- **本社 - 米国フロリダ州メルボルン**





- > Airborne Situational Awareness
- > Information Exploitation
- > Satellite Imaging
- > Climate Monitoring
- > GPS
- > Night Vision

[Satellite Imaging]

地球観測衛星のセンサを提供

- IKONOS, GeoEye-1, 2
- QuickBird, WorldView-1, 2, 3

[Climate Monitoring]

三菱電機(株)様が開発された「ひまわり8号」、および「ひまわり9号」に Exelis 社製の画像センサーが採用。またGOSAT2のTANSO-FTSもExelisが提供します。

[GPS]

世界中で利用されているGPS 衛星の搭載システムはExelis 社製です。

◆ ENVI

- リモセン用統合アプリケーション
- 画像処理ソリューションの基幹アプリケーション
- LiDAR用アプリケーション
- LASデータの解析、表示を高速に処理



◆ SARscape

- ENVI用SAR（合成開口レーダ）解析処理オプション
- ENVIのGUIによるわかりやすい操作性を提供



◆ IDL

- 配列指向型のプログラミング言語
- ENVIなどの基になるテクノロジー



◆ ENVI Services Engine (ESE)

- サーバ環境で上記プロダクト機能を実行する環境を提供



◆ Jagwire

- データのカatalog・管理、検索、配信環境を提供



- リモートセンシングデバイスの種類が増え、データ利用の可能性が広がる
 - ◆ 光学衛星画像（マルチ、ハイパースペクトル）
 - ◆ **合成開口レーダ（SAR）**
 - ◆ 航空レーザデータ（LiDAR）
 - ◆ 降雨観測レーダ
 - ◆ UAVやドローンなどの無人小型航空機からの取得データ



リモートセンシングからのインサイト



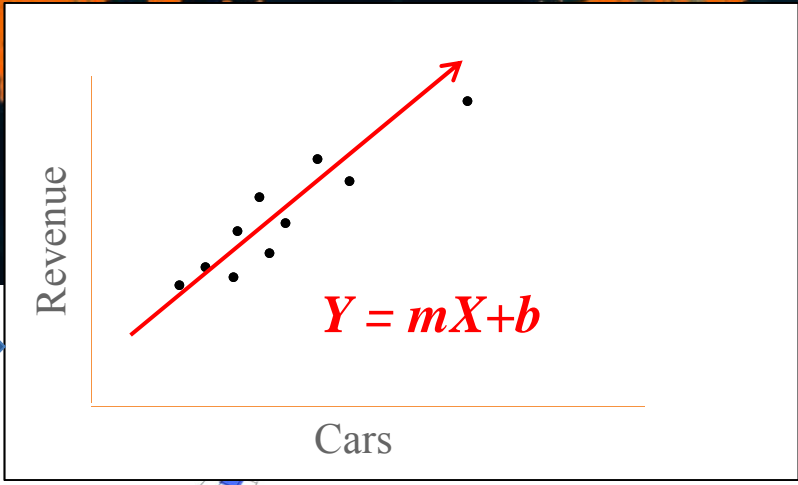
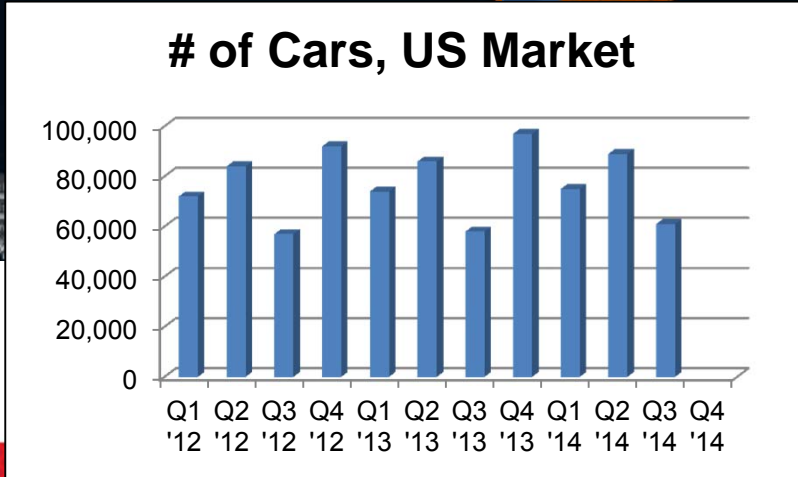
DigitalGlobe GO

IMAGERY LOCATIONS MAP VIEW USE WITH LIBRARY ALERTS BOOKMARKS

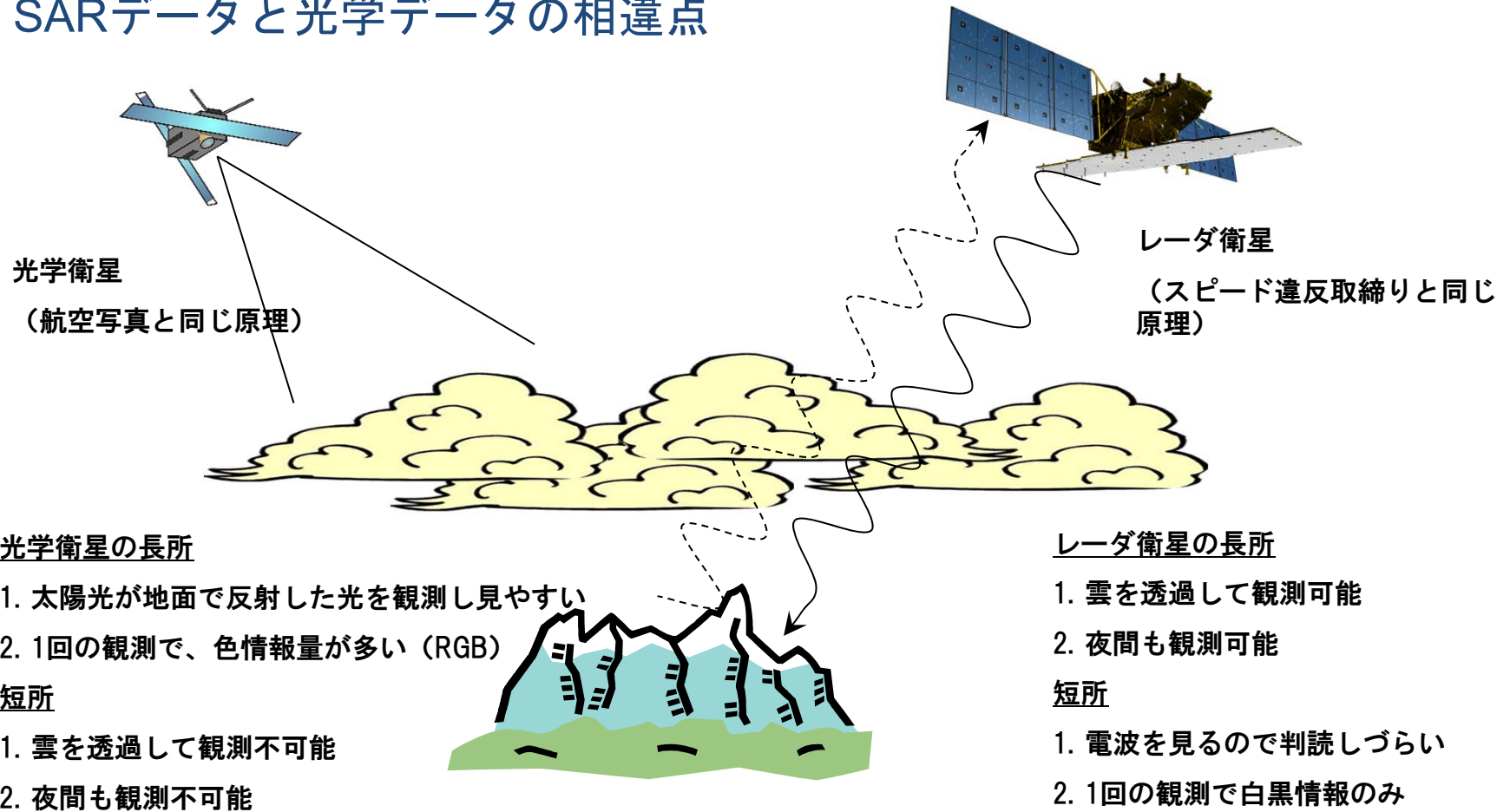
Welcome, Shay Har-Noy
Change Password | Profile | Feedback | Log Out
Change account: Terified



Big Box retailer parking lot car counts

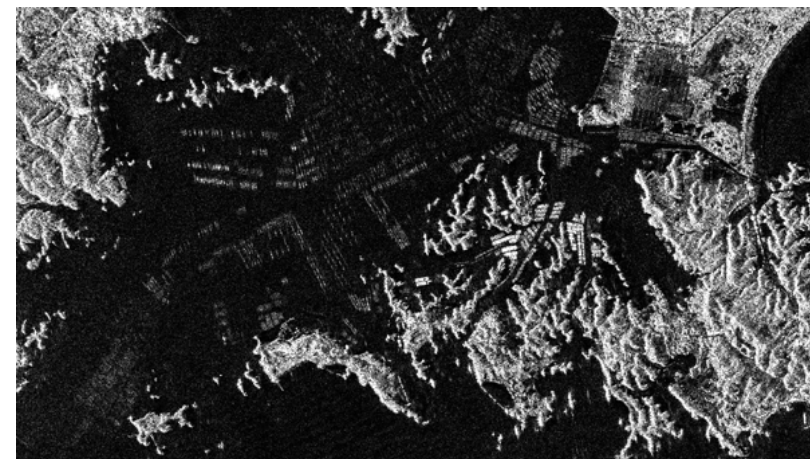


SARデータと光学データの相違点

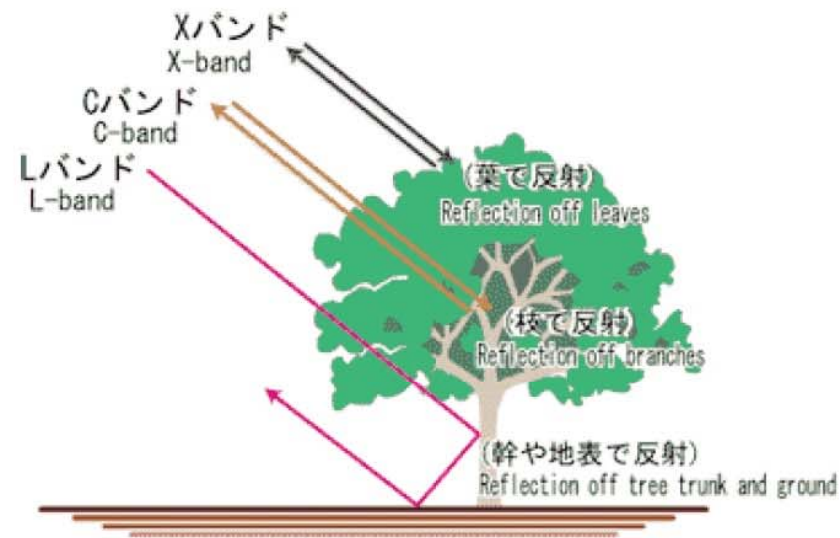


SARの特徴

- 夜間観測可能
- 雲を透過する
- 白黒画像
- 表面粗度を観測
- 水面を分離しやすい
- 振幅と位相の情報を持つ
- 偏波が使える



バンド	波長 (mm)
Ka	7.5-11
K	11-16.7
Ku	16.7-24
X	24-37.5
C	37.5-75
S	75-150
L	150-300
P	300-1000



葉の大きさが波長の 1/4 程度までであれば透過できる

図-1.1.5 バンドの違いと特徴

出典：SRTM の観測原理(詳細)その1 (JAXA) <http://iss.jaxa.jp/shuttle/flight/sts99/mis_principle_1.html>に加筆

主な衛星SARセンサ



衛星センサ	TerraSAR-X	COSMO-SkyMed	RADARSAT-2	Sentinel-1	だいち (ALOS)	だいち2号 (ALOS-2)
運用国	ドイツ	イタリア	カナダ	欧州	日本	日本
打ち上げ年	2007年	2007年	2008年	2014年	2006年	2014年
回帰日数	11日	16日	24日	12日	46日	14日
波長	Xバンド	Xバンド	Cバンド	Cバンド	Lバンド	Lバンド
分解能	1~16m	1~100m	1~100m	5~100m	10m,20m	1~100m
観測幅	10~100km	7~200km	18~500km	20~400km	70km	25~490km
偏波	HH,HV,VH,VV	HH,HV,VH,VV	HH,HV,VH,VV	HH,HV,VH,VV	HH,HV,VH,VV	HH,HV,VH,VV
備考	2010年6月21日 TanDEM-X打ち上げ	4機体制	—	2015年度にもう 1機打ち上げ予定	2011年5月12日 運用終了	



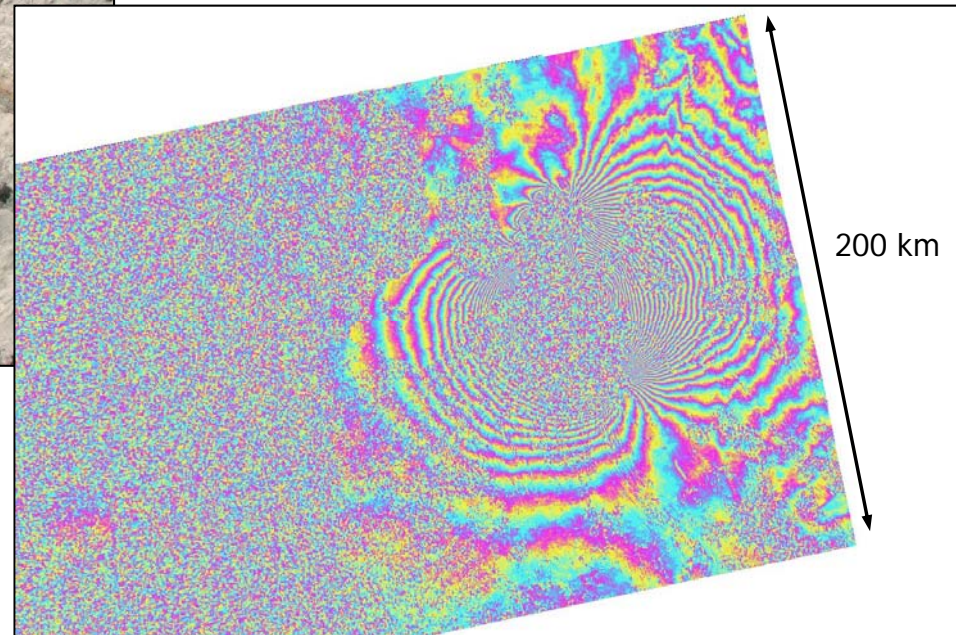
■ 陸域

- 森林
- 農業
- 洪水モニタリング
- 災害監視・把握
- 地盤変動モニタリング

■ 海域

- 海洋学
- 船舶検知
- 原油流出検知
- 海氷

位相情報を使用した解析例 - インターフェロメトリ (干渉)



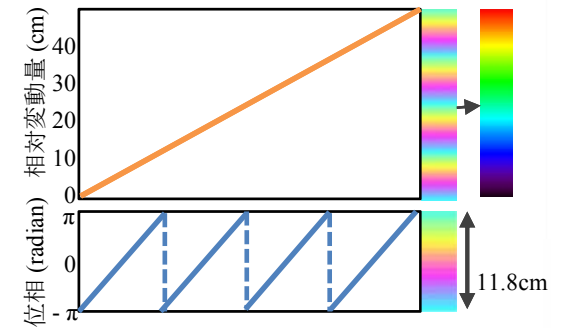
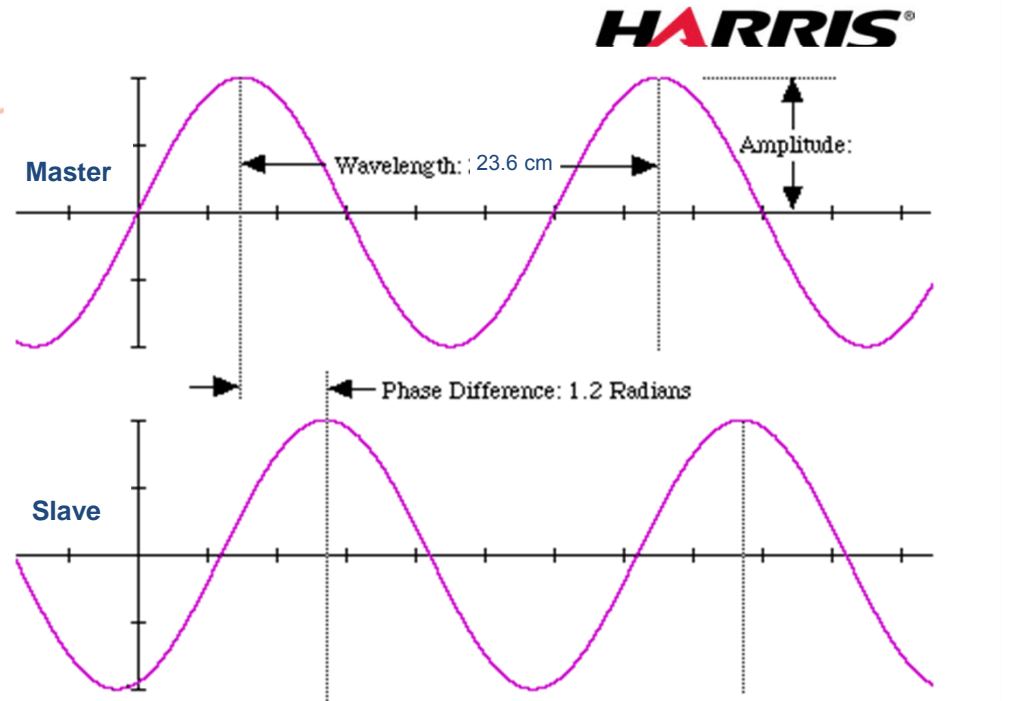
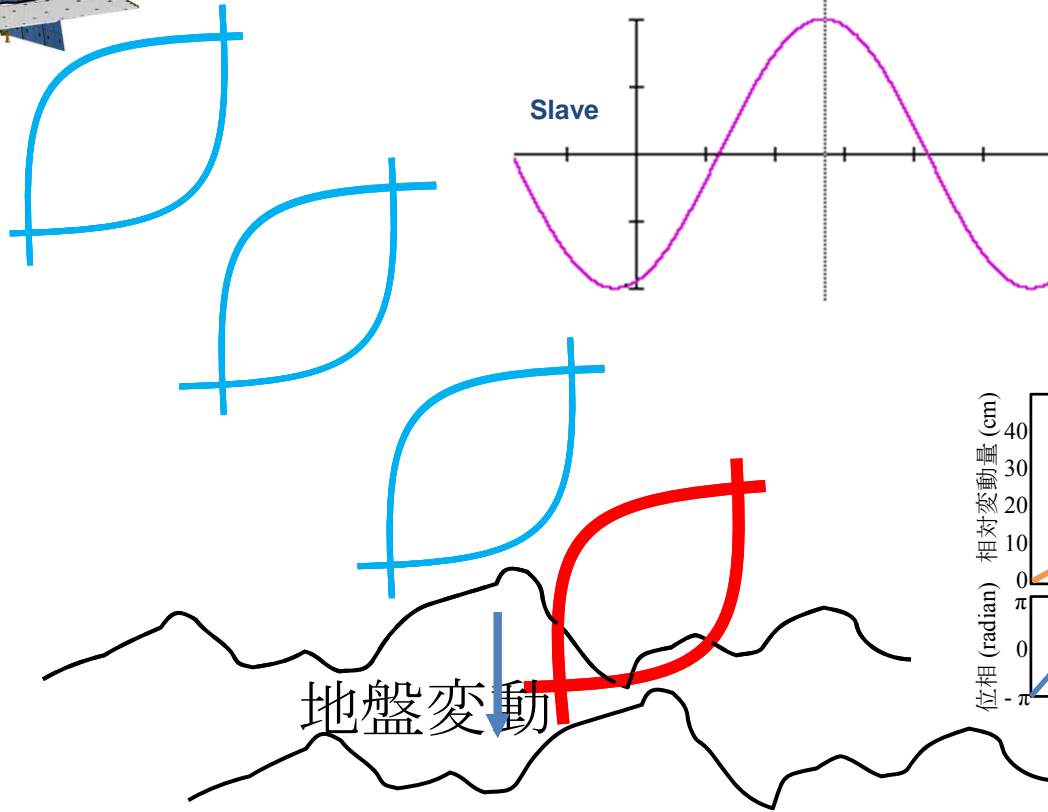
エチオピア

© ENVISAT ASAR data, ESA



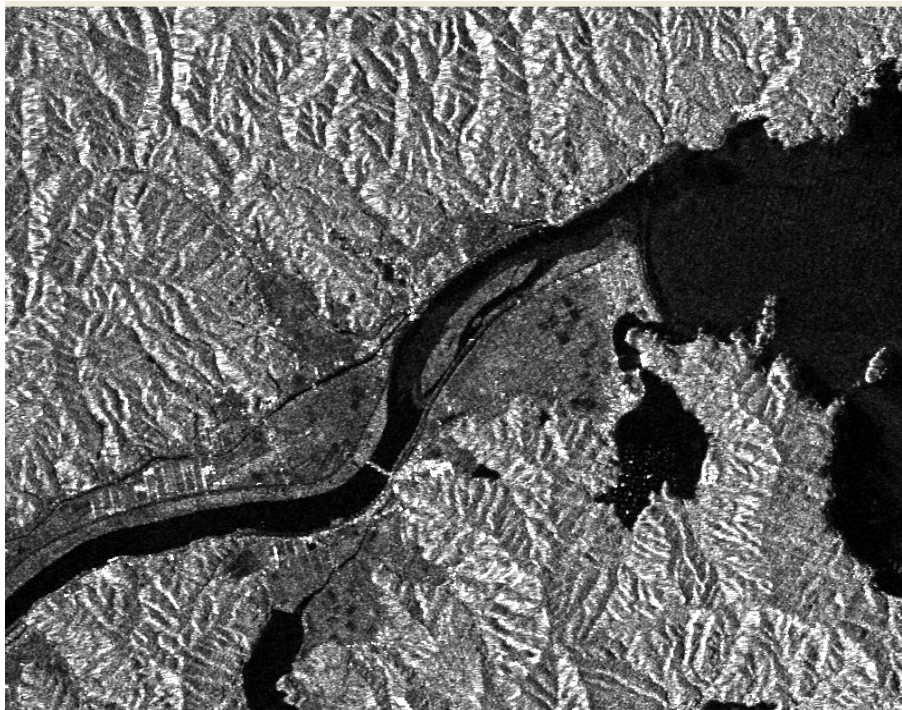
干渉SARとは

レーダー = 時間 (位相)

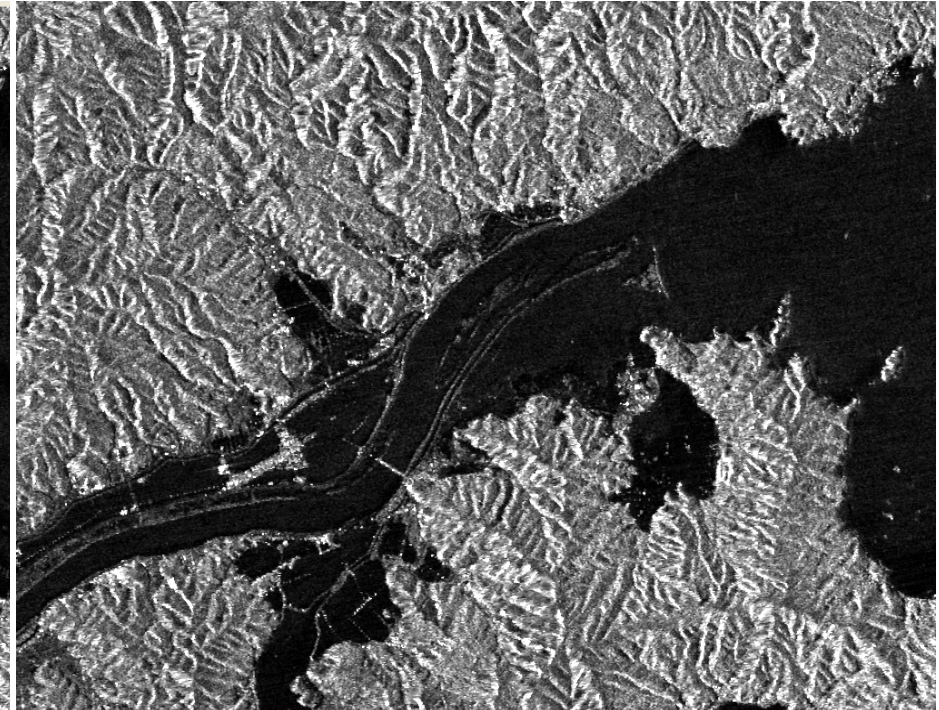


洪水モニタリングの利用

- 石巻市 北上川 河口



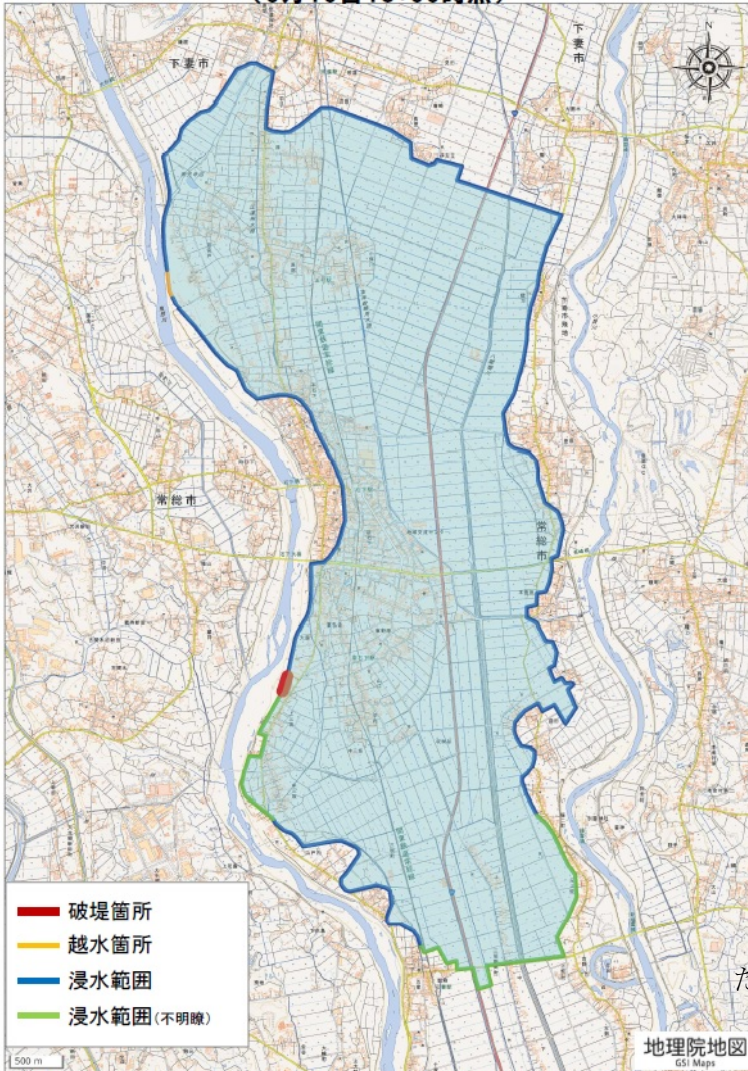
だいち 2010/10/28



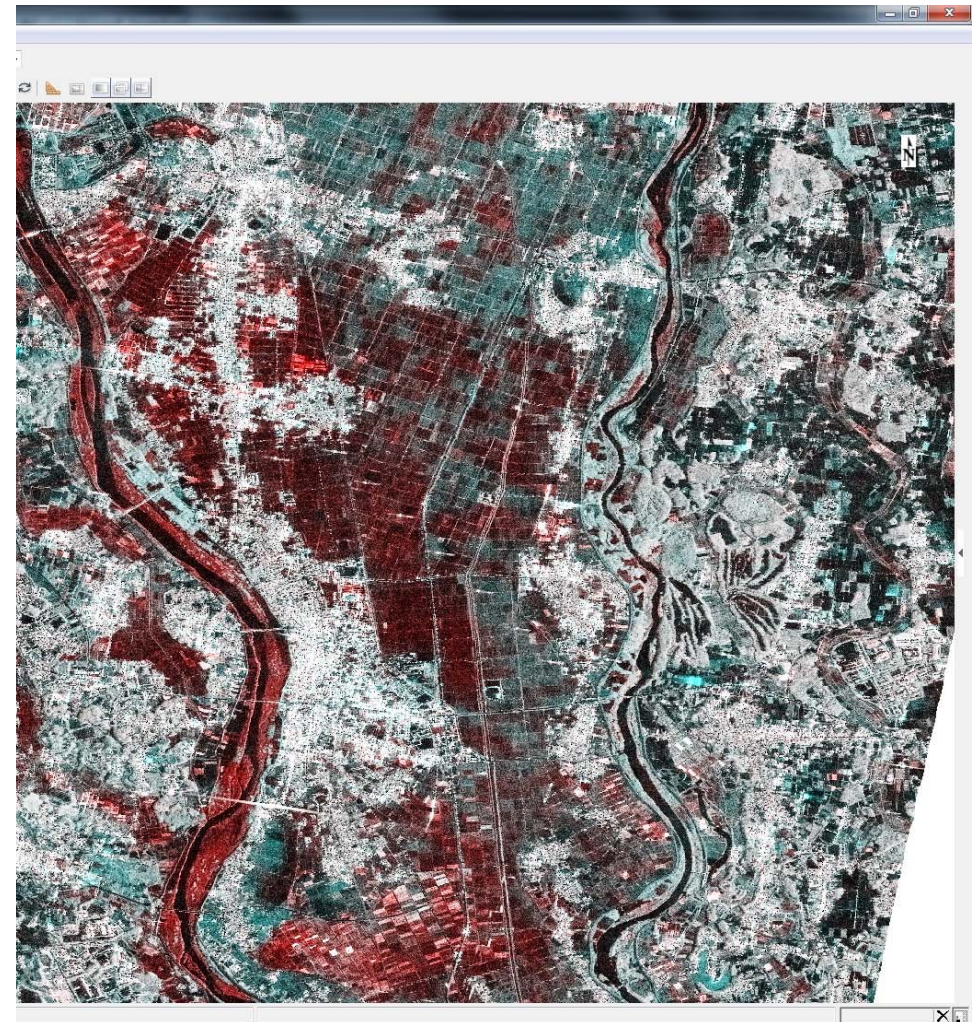
だいち 2011/3/15

Data Courtesy © JAXA

平成27年9月関東・東北豪雨に係る茨城県常総地区推定浸水範囲
(9月10日18:00時点)



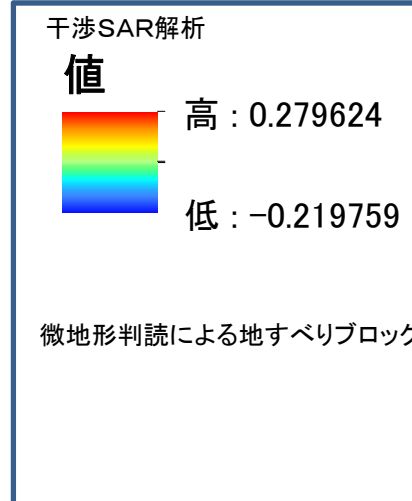
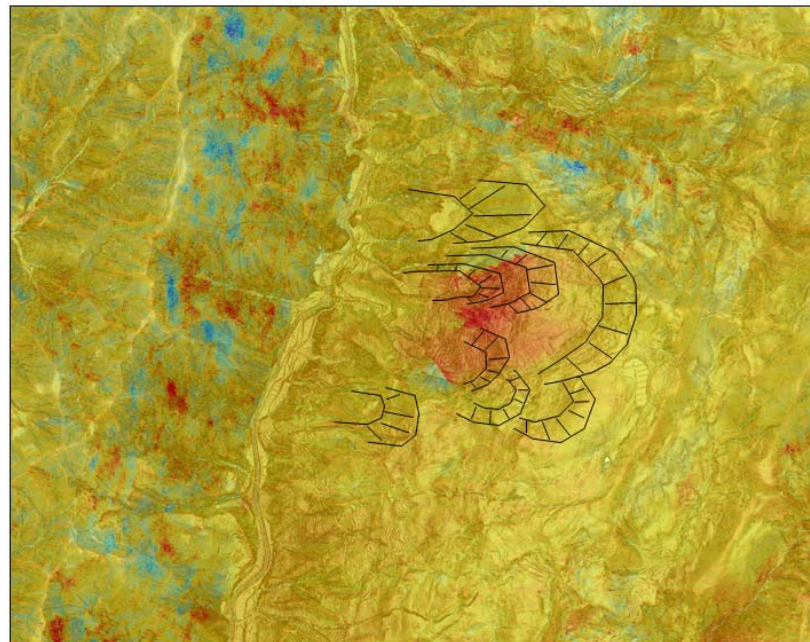
この推定浸水範囲は、関東地方整備局防災ヘリ撮影画像(9月10日14:50)及び報道情報(9月10日18:00時点)を基に浸水した範囲を推定したものですので、実際に浸水のあった地域と異なっている部分があります。
浸水範囲は、面積約21平方キロメートル、東西約4キロメートル、南北約9キロメートル。



だいち2号のデータは、JAXAによるALOS-2 研究公募より提供されたものです

長野県林業総合センター

干渉SARと航空レーザー測量データを用いた微地形判読（CS立体図）



長野県大鹿村

0 0.5 1 2 km

図3：干渉SAR解析結果+CS立体図



- 2014年11月22日長野北部地震干渉SAR解析
- 2015年 4月25日ネパール地震干渉SAR解析

2014年11月22日長野北部地震干渉SAR解析



地震発生日時	震央地名	北緯	東経	深さ	マグニチュード	最大震度
平成26年11月22日 22時08分17.9秒	長野県北部	36°41.5'	137°53.4'	5km	6.7	6弱

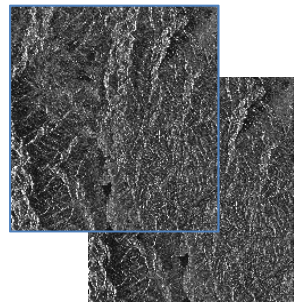
衛星・センサー	だいち2号/PALSAR-2
パス	25
フレーム	2084
モード	SM1
オフナディア角	32.4
軌道方向	ディセンディング
観測方向	左
マスター	2014年10月2日
スレーブ	2014年11月27日



だいち2号のデータは、JAXAによるALOS-2 研究公募より提供されたものです

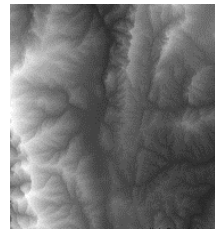


SARデータから干渉位相画像作成の流れ



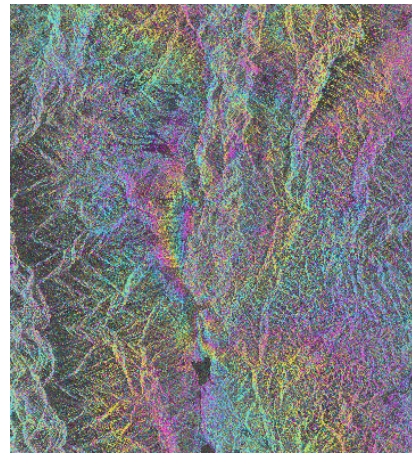
SAR InSARペアデータ
初期干渉画像

+

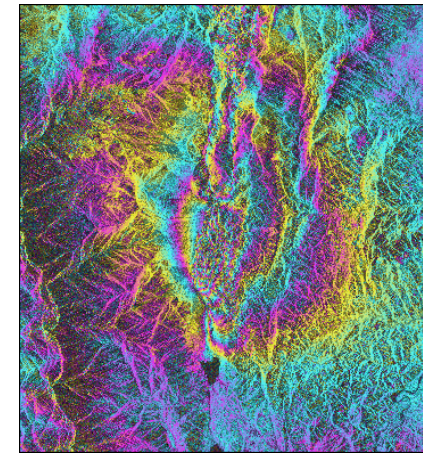


DEM

→



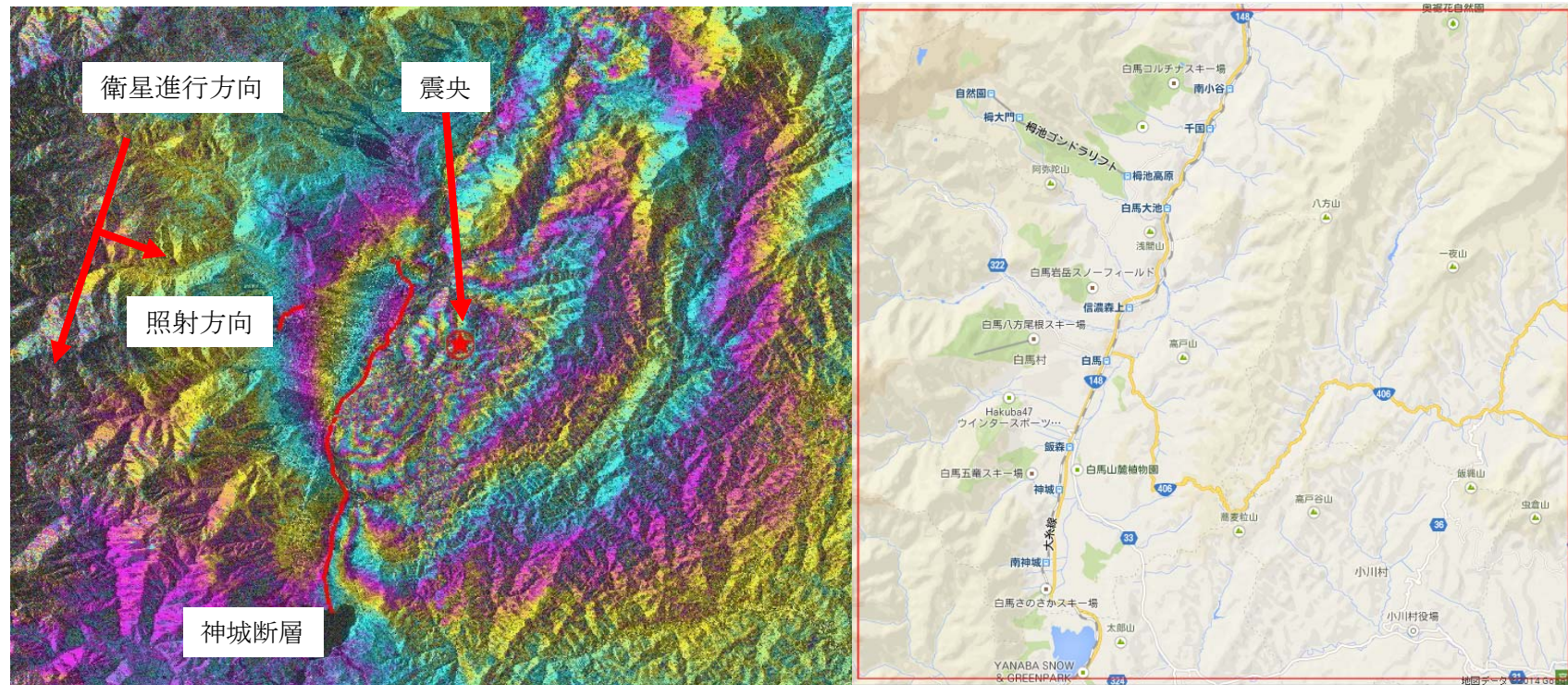
→



軌道縞・地形縞を除去し
フィルタ処理を施した
干渉位相画像

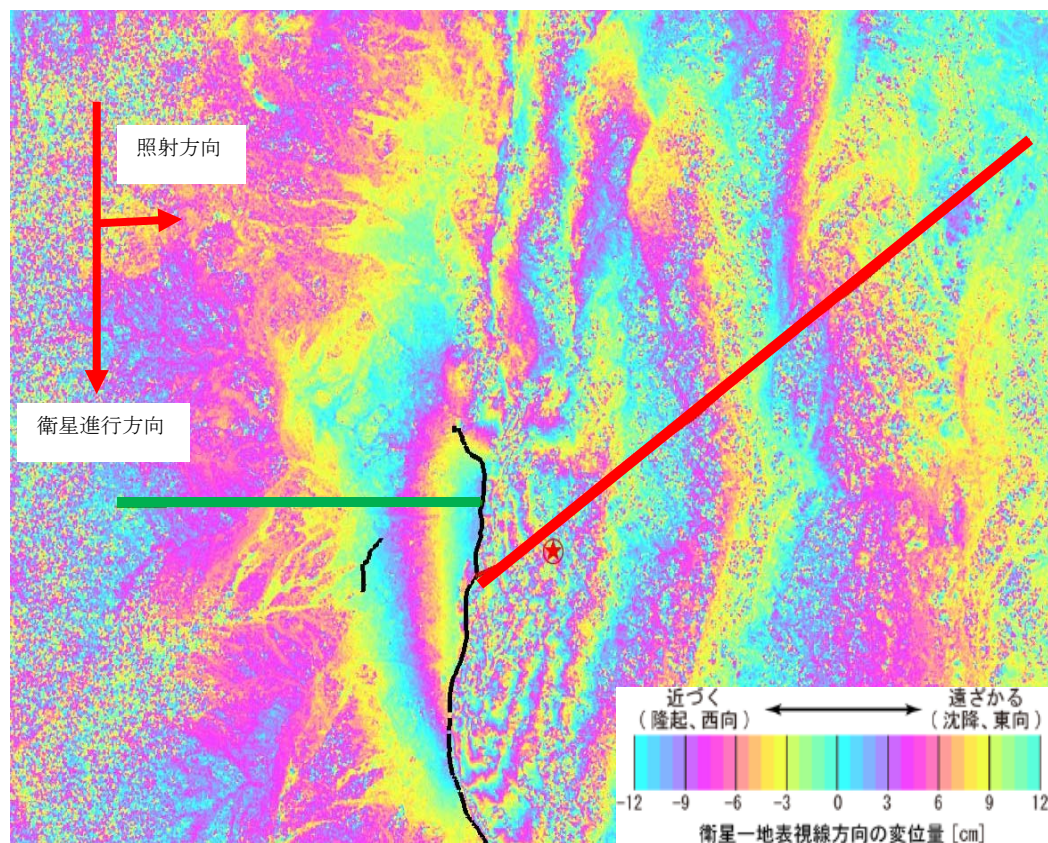


◆ 震央付近の干渉位相の様子



だいち2号 干渉SARによる2014年11月長野県北部地震の変動解析

位相フリンジのカウントによる地表面変動量の推定



変動量：

LOS 方向 (オフナディア角 34.3度)

断層右 (東) 側：

赤線左端で最大 約106.2 cm 衛星に近づく

断層左 (西) 側：

緑線右端で最大 約35.4 cm 衛星から遠ざかる

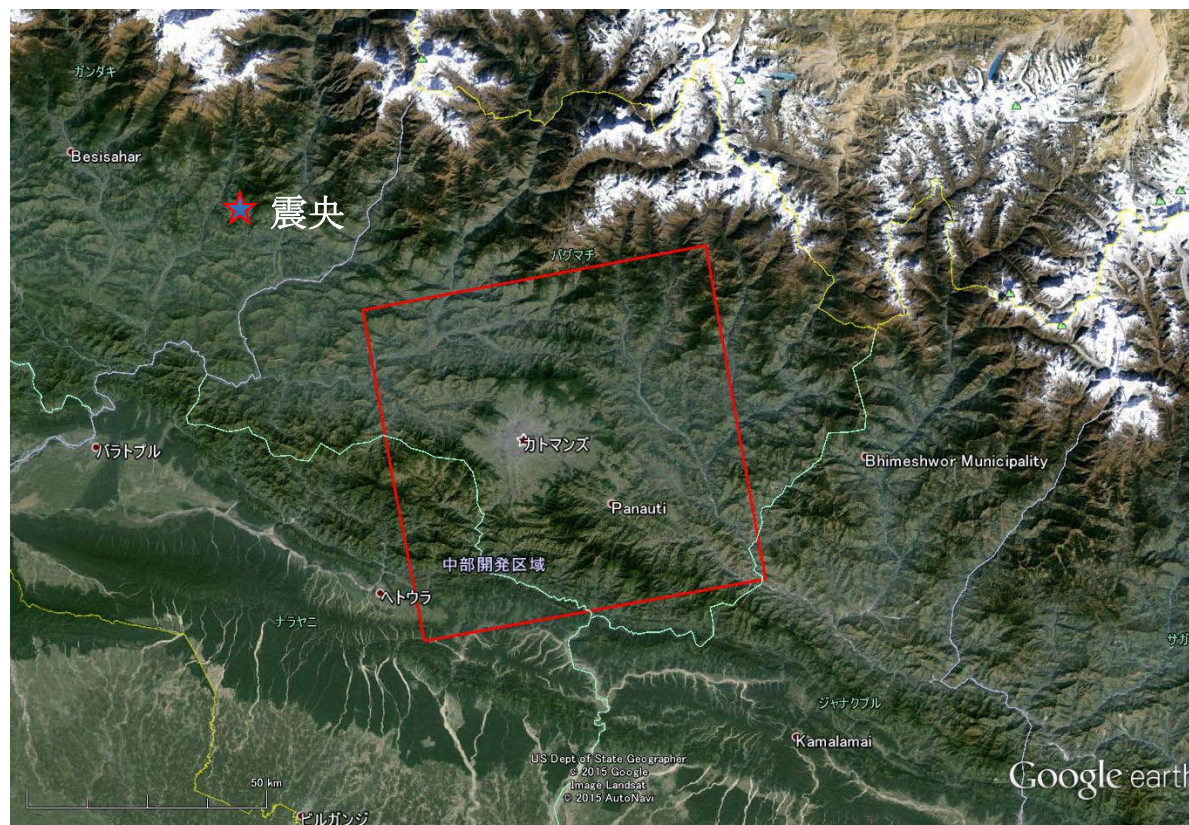
変動量の算出方法：

断層から離れていて変動がないと想定される場所からの位相のサイクル数 (青、赤、黄、青) をカウント

— (赤線) : 約9サイクル (9 x 11.8 cm)

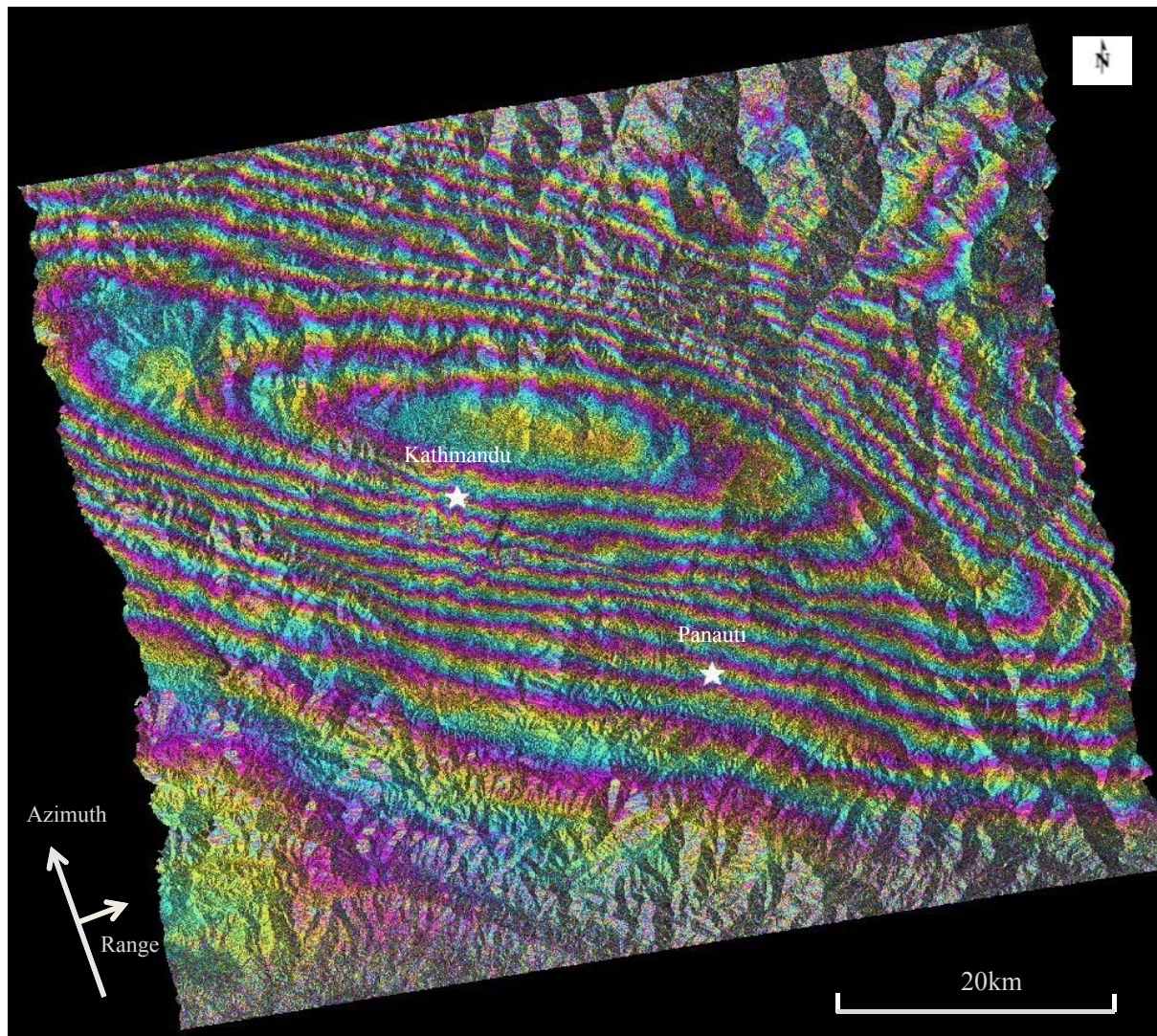
— (緑線) : 約3サイクル (3 x 11.8 cm)

衛星・センサー	だいち2号 /PALSAR-2
マスター	2015年2月21日
スレーブ	2015年5月2日
オフナディア角	36.3
軌道方向	アセンディング
観測方向	右



だいち2号のデータは、JAXAによるALOS-2 研究公募より提供されたものです

位相フリンジのカウントによる地表面変動量の推定

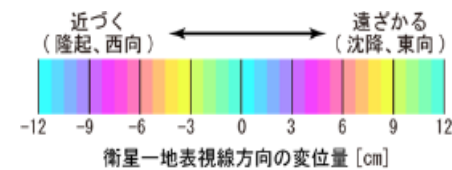


変動量：

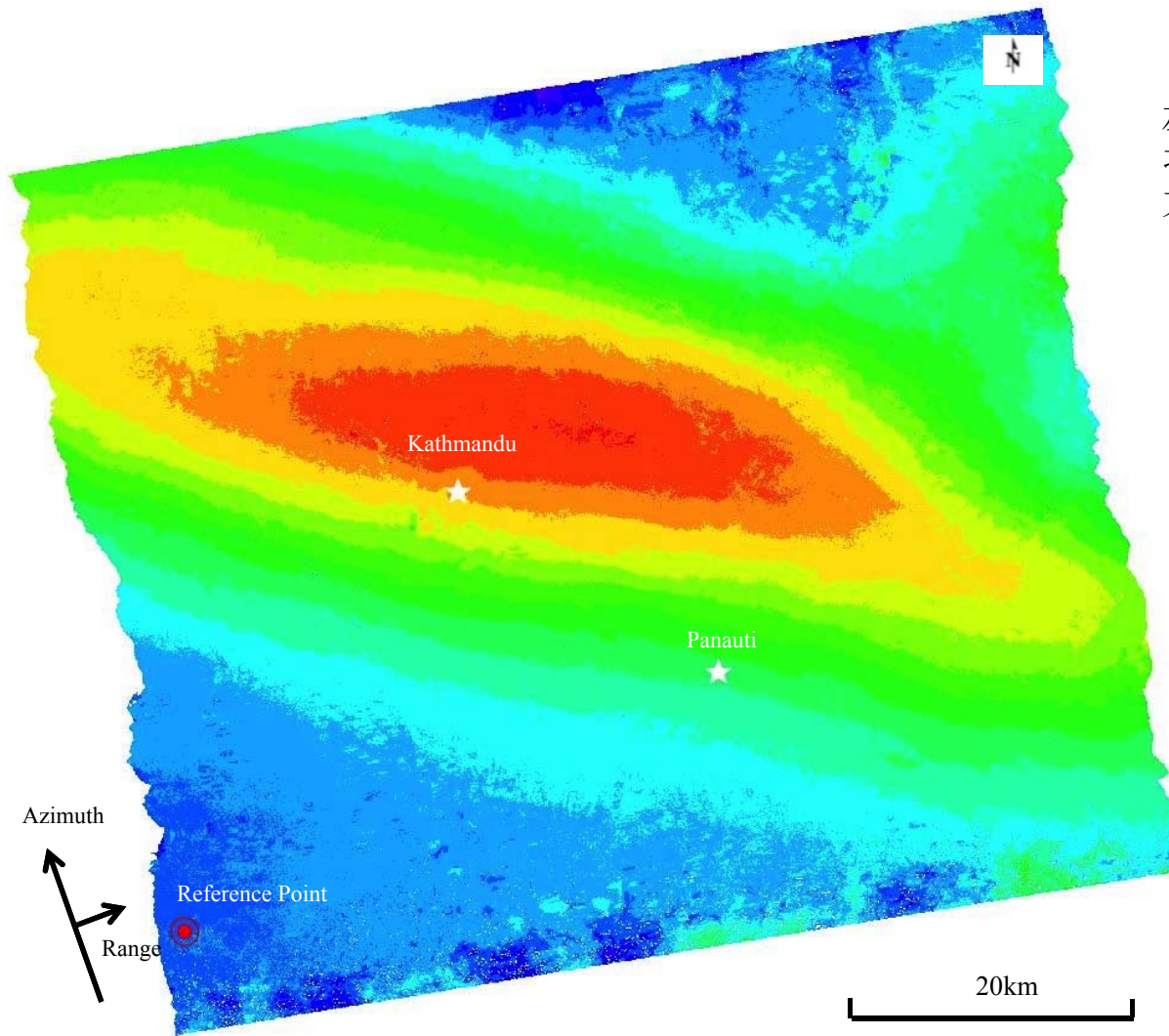
LOS 方向（オフナディア角 36.3度）

カトマンズ周辺で、12本ほどの位相フリンジが見られ、約**140cm**ほど衛星方向へ近づく変動が見られており、地盤が隆起したとも考えられる

注) 画像端の比較的安定地点からの相対変動量



位相を変動値へ変換した地表面変動量のグラデーションマップ



左下を参照点とすると、カトマンズ北東近郊で最大1.5mほどの衛星視線方向に近づく変動が見受けられる

LOS 方向変位 (m)

- 0.5 to -0.36875
- 0.36875 to -0.2375
- 0.2375 to -0.10625
- 0.10625 to 0.025
- 0.025 to 0.15625
- 0.15625 to 0.2875
- 0.2875 to 0.41875
- 0.41875 to 0.55
- 0.55 to 0.68125
- 0.68125 to 0.8125
- 0.8125 to 0.94375
- 0.94375 to 1.075
- 1.075 to 1.20625
- 1.20625 to 1.3375
- 1.3375 to 1.46875
- 1.46875 to 1.6



インフラ維持管理・更新・マネジメント 研究開発 2015年5月21日

◆ 衛星画像から算出される経年変位と実現場の劣化との相関検討等により、PS-InSAR技術を用いたモニタリング手法の有効性を実証する。

オムロンソーシアルソリューションズ、東京工業大学

日本電気、大林組

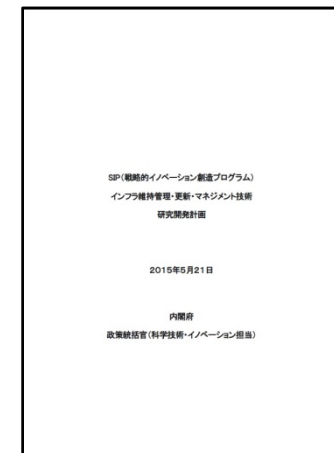
◆ SAR干渉技術を適用し、複数の衛星データによる時系列解析から河川堤防の変位を効率的に把握するモニタリングシステムの実証を行う

応用地質、パシフィックコンサルタンツ、JAXAなど

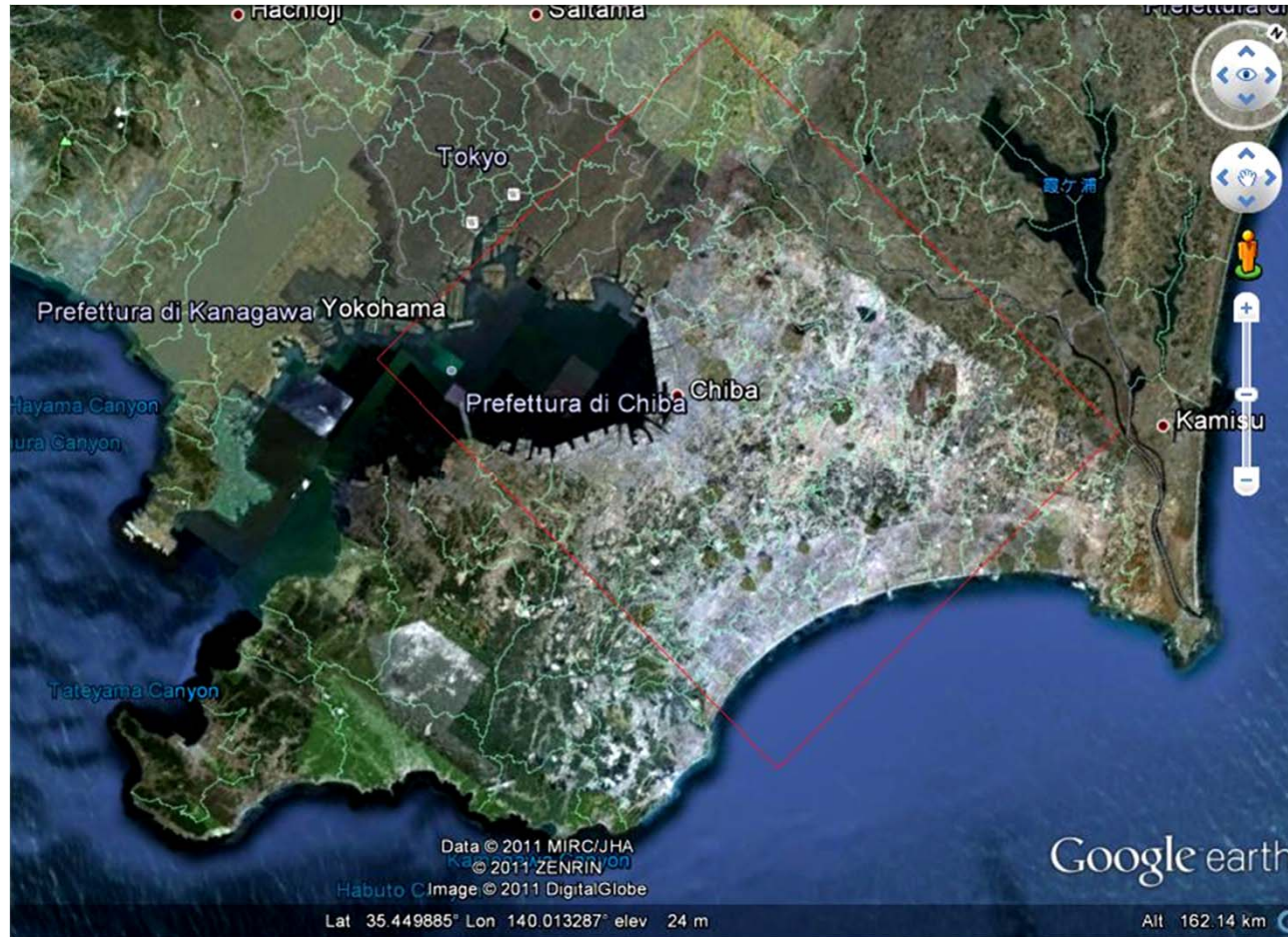
◆ 衛星SARによる地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発

国土技術政策総合研究所 河川研究部

◆ ALOS-2（だいち2号）による広域な港湾施設全体の変状把握
五洋建設、川崎地質、中日本航空、JAXAなど



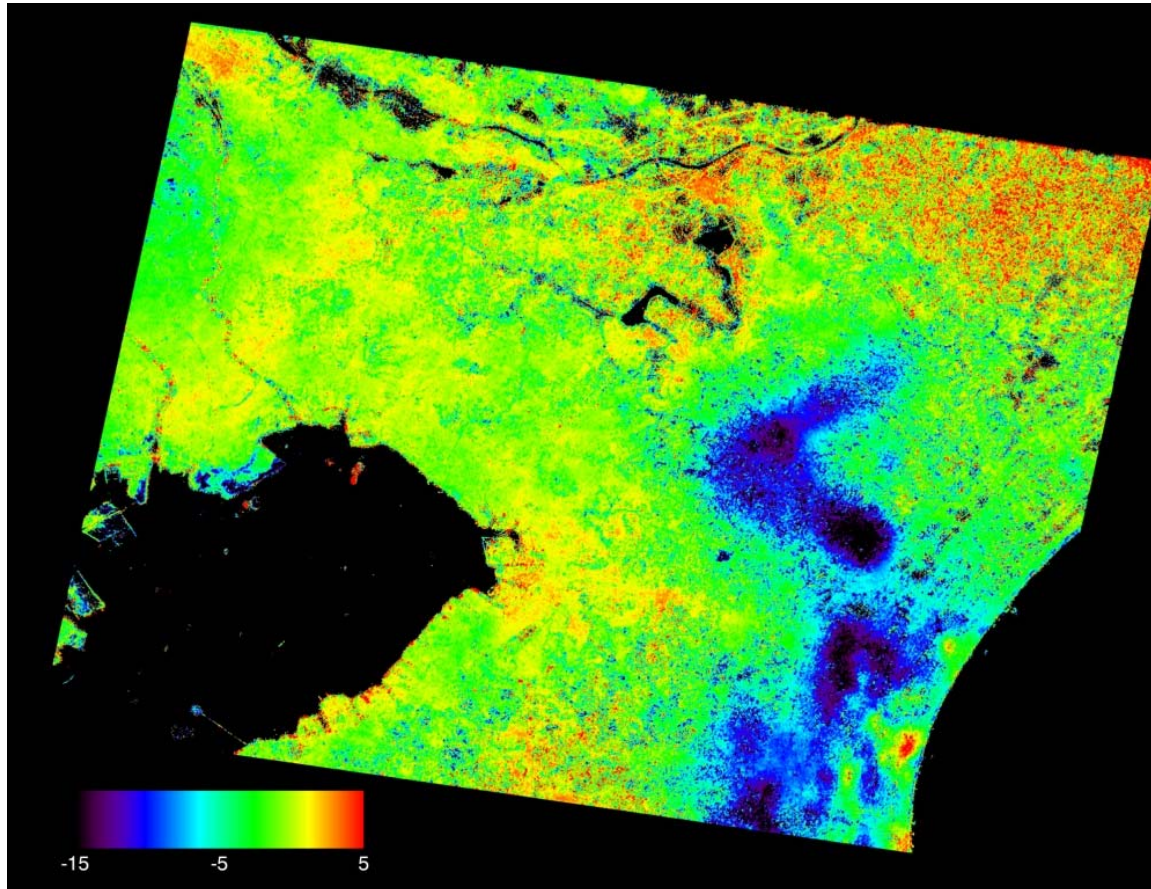
干渉SAR時系列解析例： 関東エリア（千葉県）



地盤沈下モニタリング：関東エリア解析結果

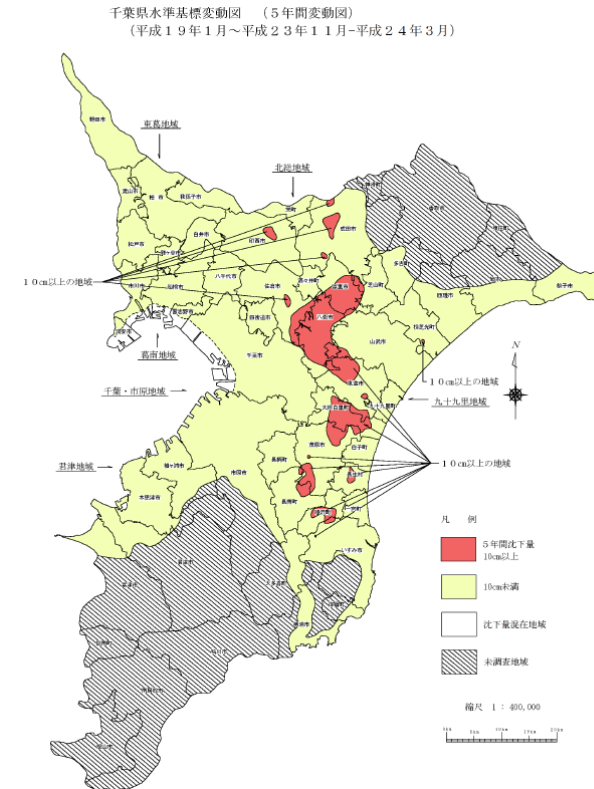


2006年～2010年までの年間平均変動量



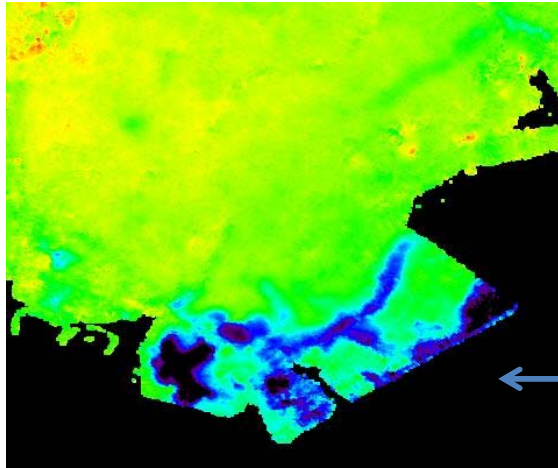
だいち [mm/year]

data courtesy of
JAXA, METI, RESTEC

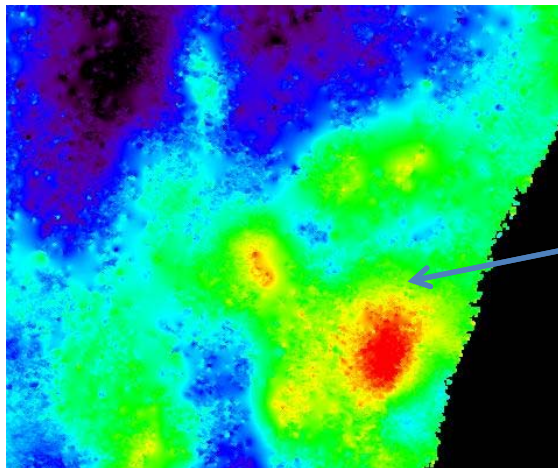
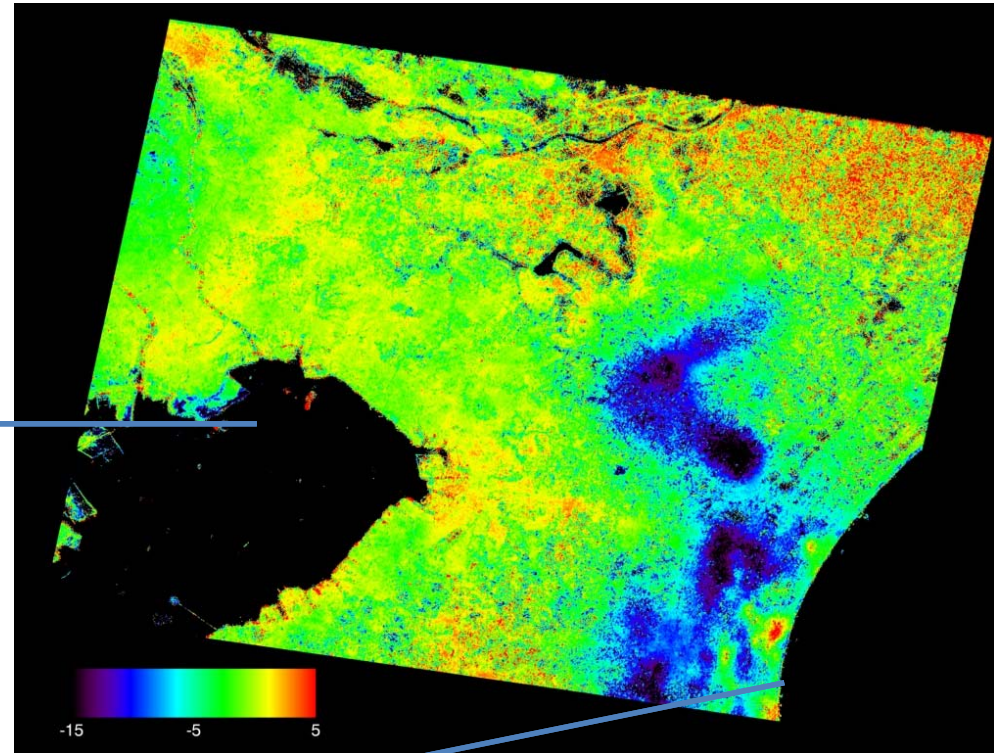


千葉県の地盤沈下調査

地盤沈下モニタリング：関東エリア解析結果



埋立地の地盤沈下(浦安)



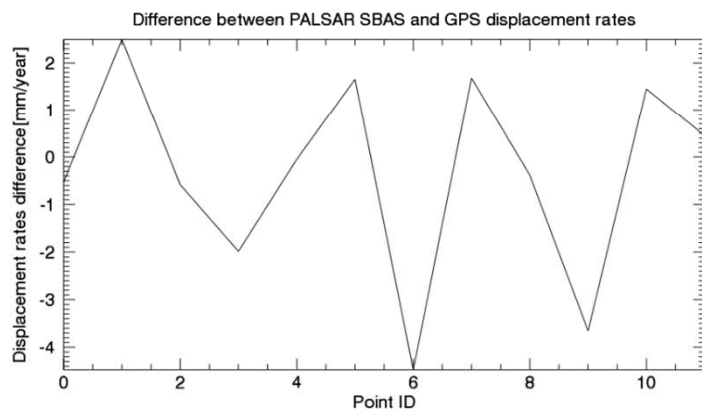
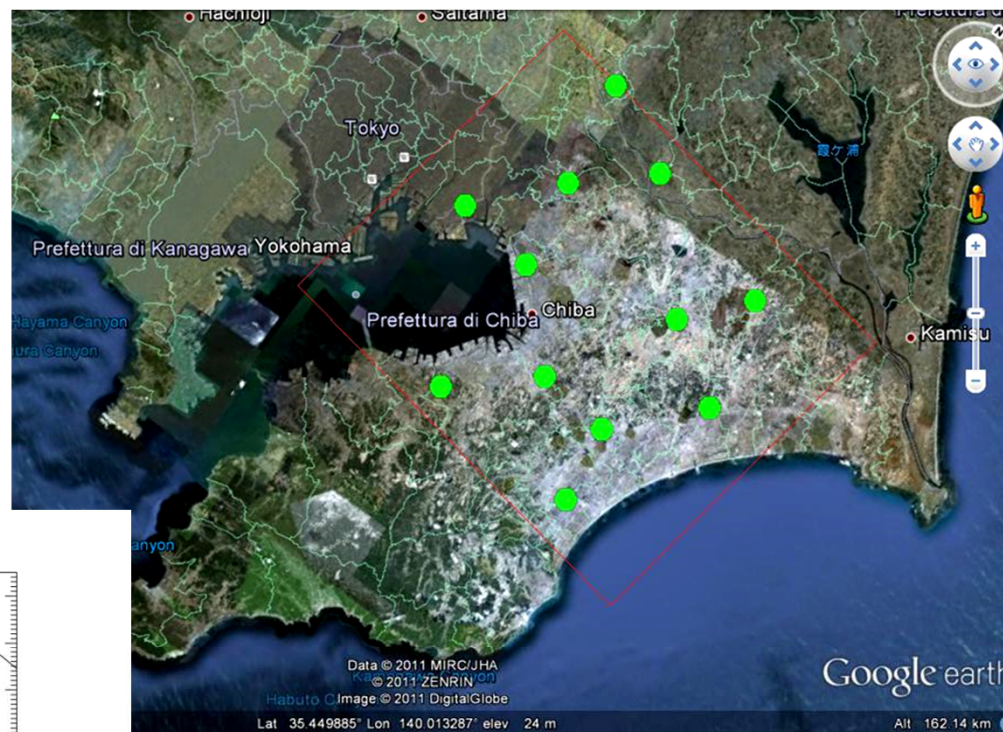
天然ガスの油田による
地盤沈下の影響とガスの
補填のための水の注入
による隆起(白子)



ENVI



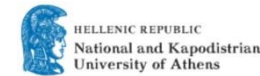
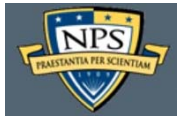
- 電子基準点（12点）との年間変動量の比較
- PALSAR : RMSE 1.9 mm/year



海外ユーザ (例：一般、官公庁)



海外ユーザ（例：大学）



国内ユーザ（例：一部抜粋）



日本スペースイメージング株式会社



World's Leading Geospatial Group



アジア航測株式会社



Japan Asia Group

国際航業株式会社



JOGMEC



海上保安庁



国立研究開発法人
海洋研究開発機構
JAPAN AGENCY FOR MARINE-EARTH SCIENCE AND TECHNOLOGY



一般財団法人 砂防・地すべり技術センター
SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (STC)



国立研究開発法人
情報通信研究機構



神奈川県
温泉地学研究所



しあわせ信州



国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構
Japan Atomic Energy Agency



大学共同利用機関法人 人間文化研究機構
総合地球環境学研究所



国立研究開発法人 土木研究所
寒地土木研究所



東北大学
TOHOKU UNIVERSITY



CHIBA
UNIVERSITY



自主創造
日本大学
NIHON UNIVERSITY



NIIGATA UNIVERSITY

新潟大学



RAKUNO GAKUEN UNIVERSITY
酪農学園大学



茨城大学
Ibaraki University



慶應義塾



京都大学
KYOTO UNIVERSITY



東海大学



東京工業大学
Tokyo Institute of Technology



名古屋大学



神戸大学



東海大学



国立大学法人
長崎大学
NAGASAKI UNIVERSITY



山口大学



FIT Fukuoka Institute of Technology
福岡工業大学



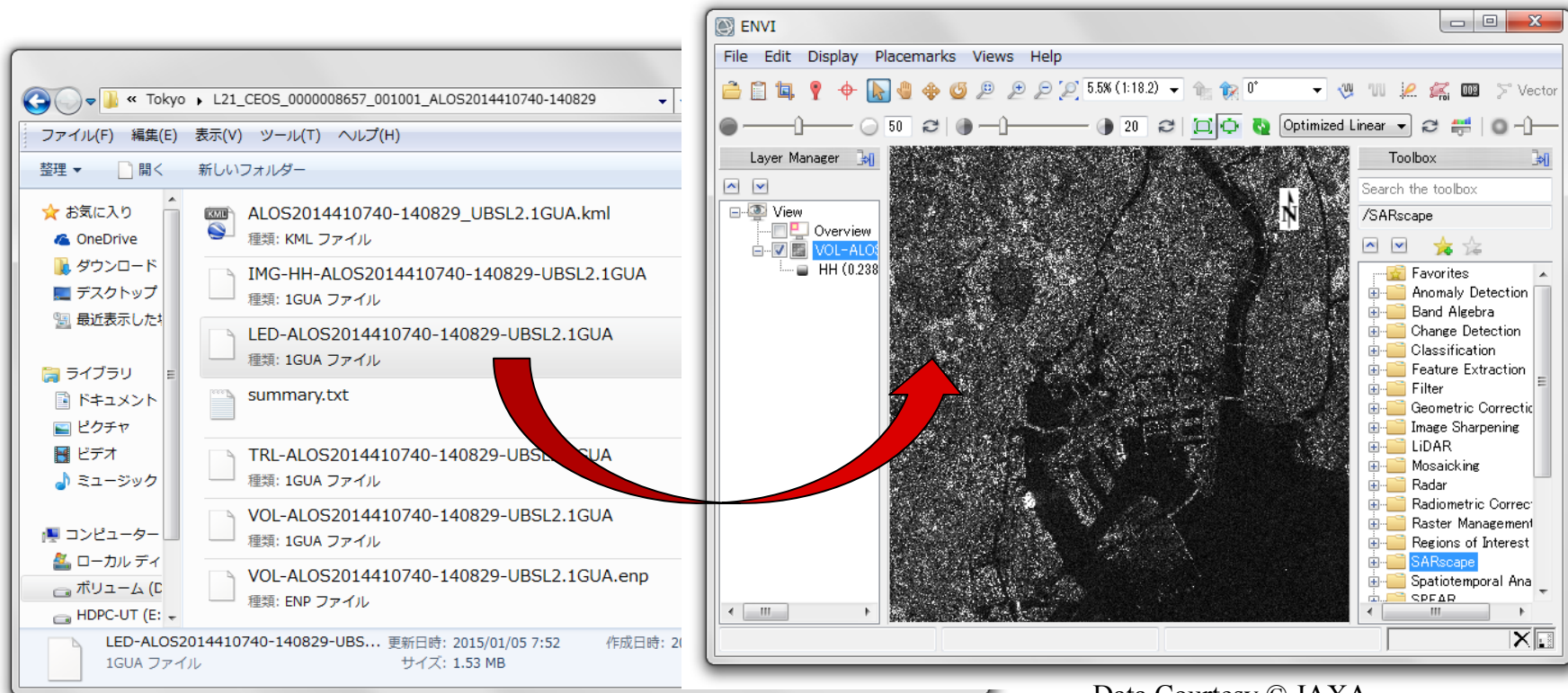
ENVI



SARscape
The Earth Observation Information gateway

「だいち2号」データの読み込みに対応

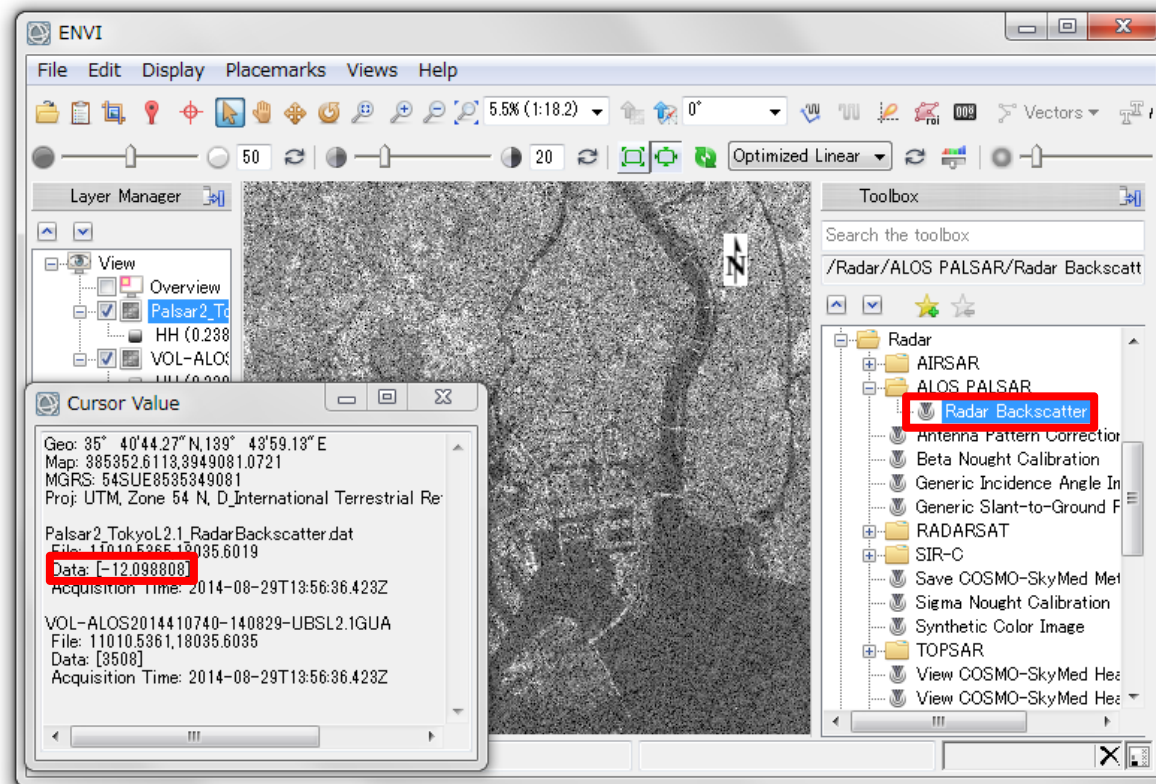
- PALSAR-2 CEOSをドラッグ&ドロップで読み込み



Data Courtesy © JAXA

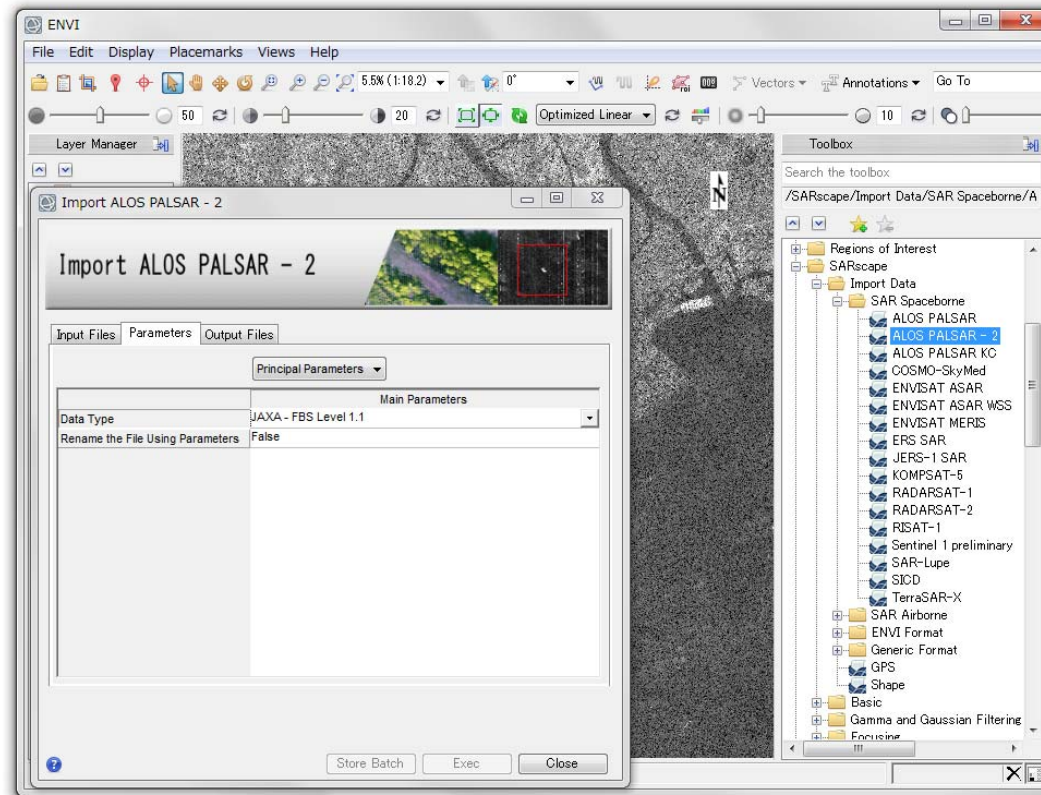
「だいち1号」 「だいち2号」 データの後方散乱係数変換

- PALSAR-1,2 CEOSフォーマット L1.5, L2.1, L3.1対応

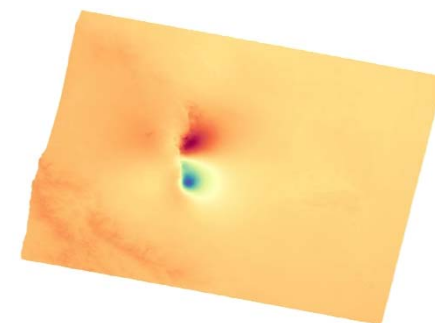
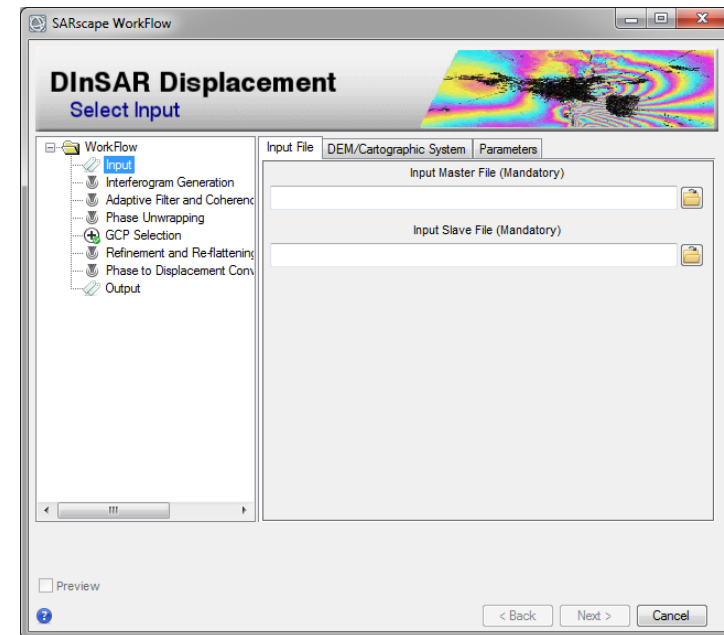


「だいち2号」データの読み込みに対応

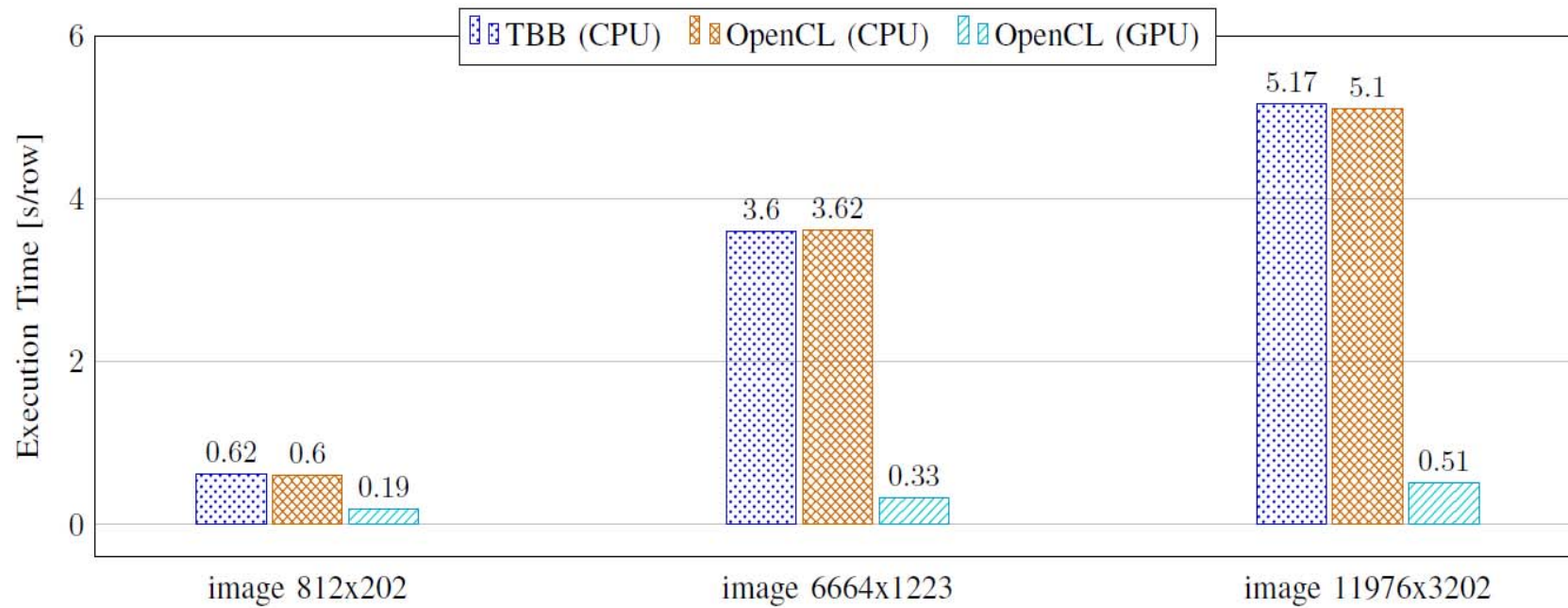
- PALSAR-2 CEOSフォーマット L1.1



- > 強度画像の時系列解析
- > コヒーレンス変化抽出 (CCD)
- > コヒーレンス RGB画像作成
- > InSAR DEM作成
- > TanDEM-X バイスタティックDEM作成
- > ステレオDEM作成
- > DInSAR 変動マップ作成
- > Multi-Aperture インターフェロメトリ
- > ピクセルオフセット解析 (Amplitude tracking)

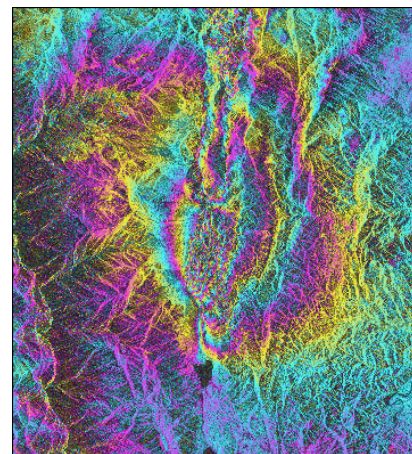
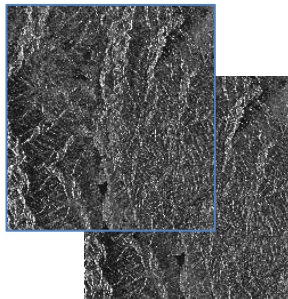


GPUサポート (PSの処理時間)



サーバ環境（クラウド環境）にて ENVI SARscapeの機能を実行できる環境を提供します

- ◆ デスクトップで実現しているデータ処理をサーバ環境に実装する環境が提供されます。
- ◆ 世界標準のHTTPプロトコルを使用しますので、既存のGISシステムと簡単に連携をとることができます。
- ◆ ArcGIS for Serverとの連携も可能



軌道縞・地形縞を除去し
フィルタ処理を施した
干渉位相画像



ENVI



- ◆ 誰でも「だいち2号」データを解析&利活用出来る環境の提供
- ◆ 使い易さの追求（ドラック&ドロップ、ポイント&クリック）
- ◆ ワークフロー解析機能の充実化
- ◆ 干渉SAR時系列解析の高速化（GPU処理、クラスタ処理）
- ◆ 干渉SAR Web解析プラットフォームの展開
- ◆ サポート、トレーニングの充実化
- ◆ 日本語参考書の充実化



ご清聴ありがとうございました。

