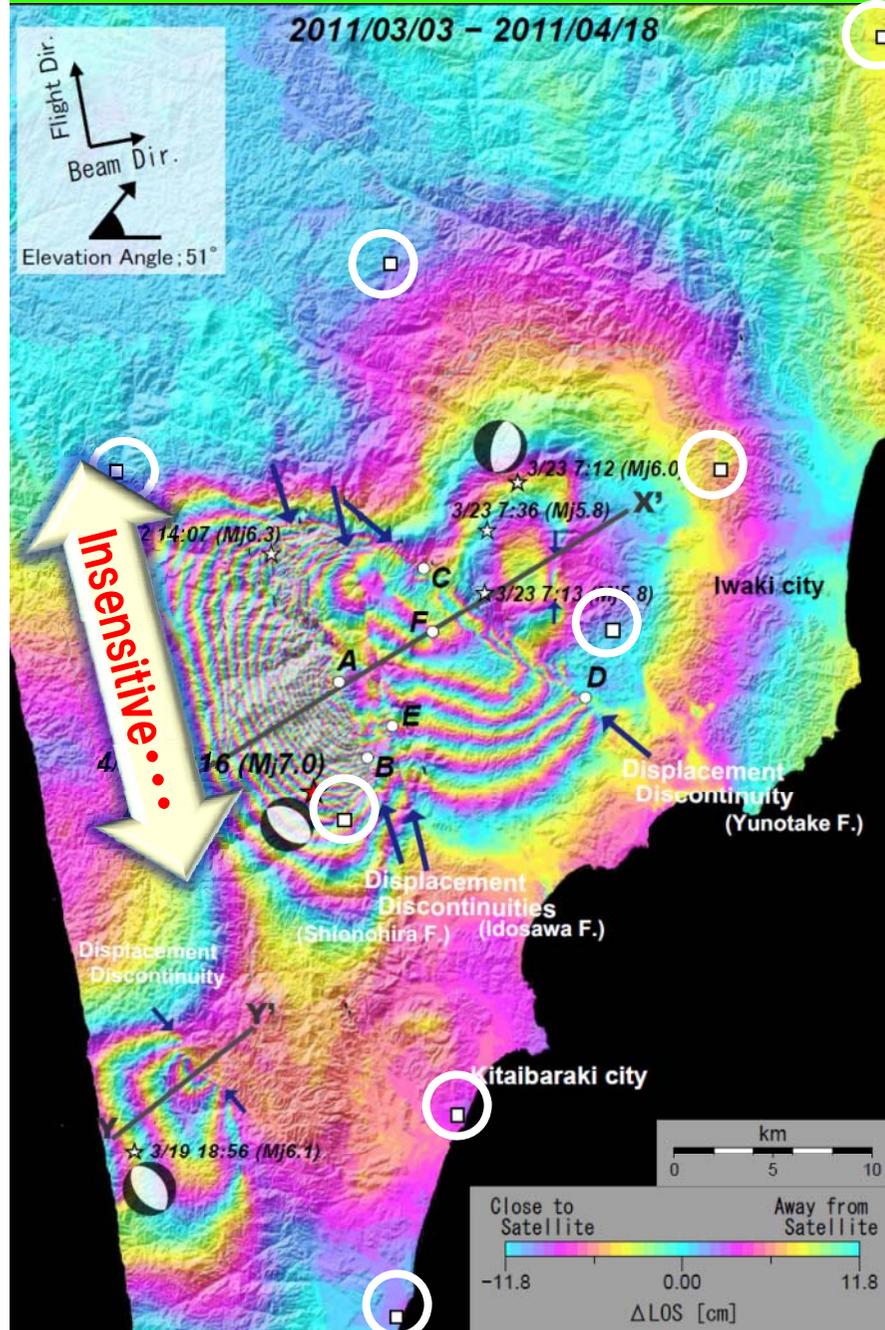


# 地殻変動観測ツールとしての ALOSの有効性と課題の再確認



小林 知勝

(国土地理院)

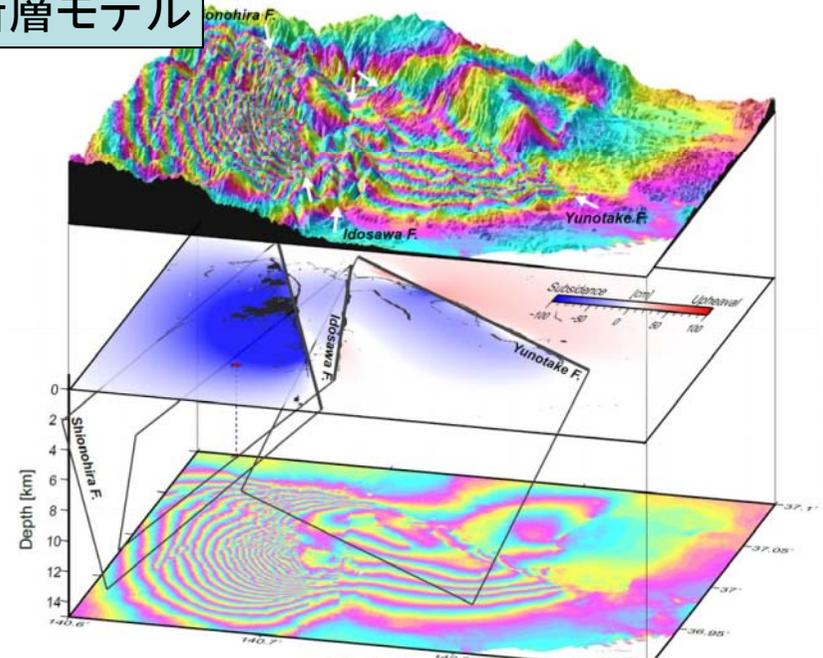


## 破壊の複雑性

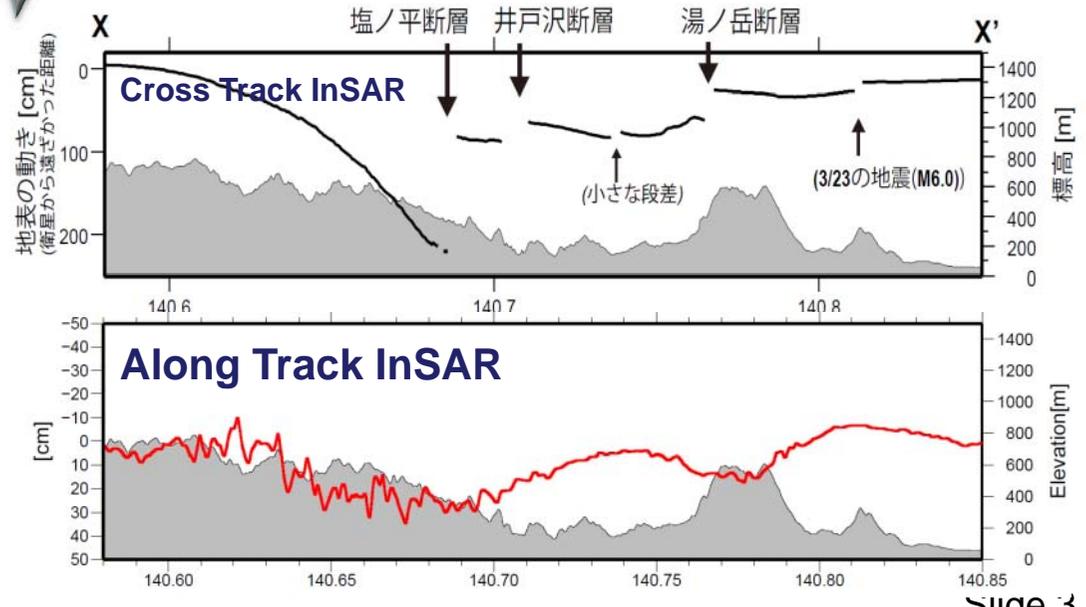
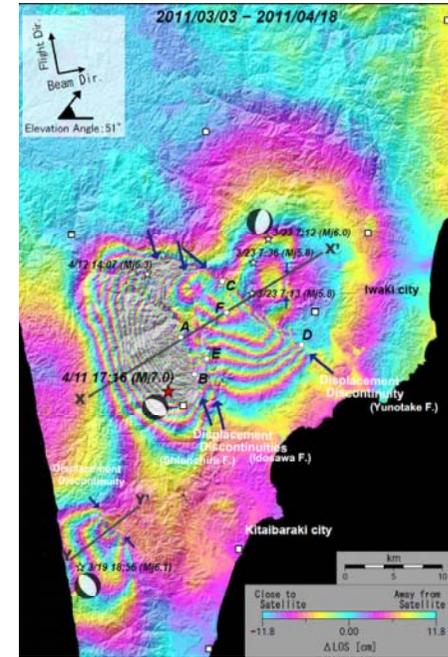
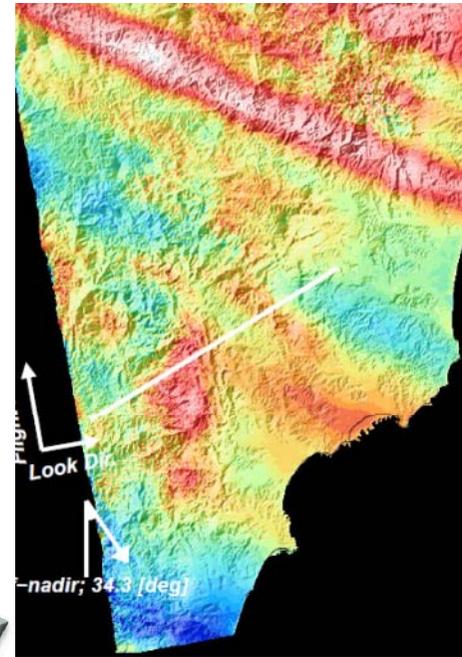
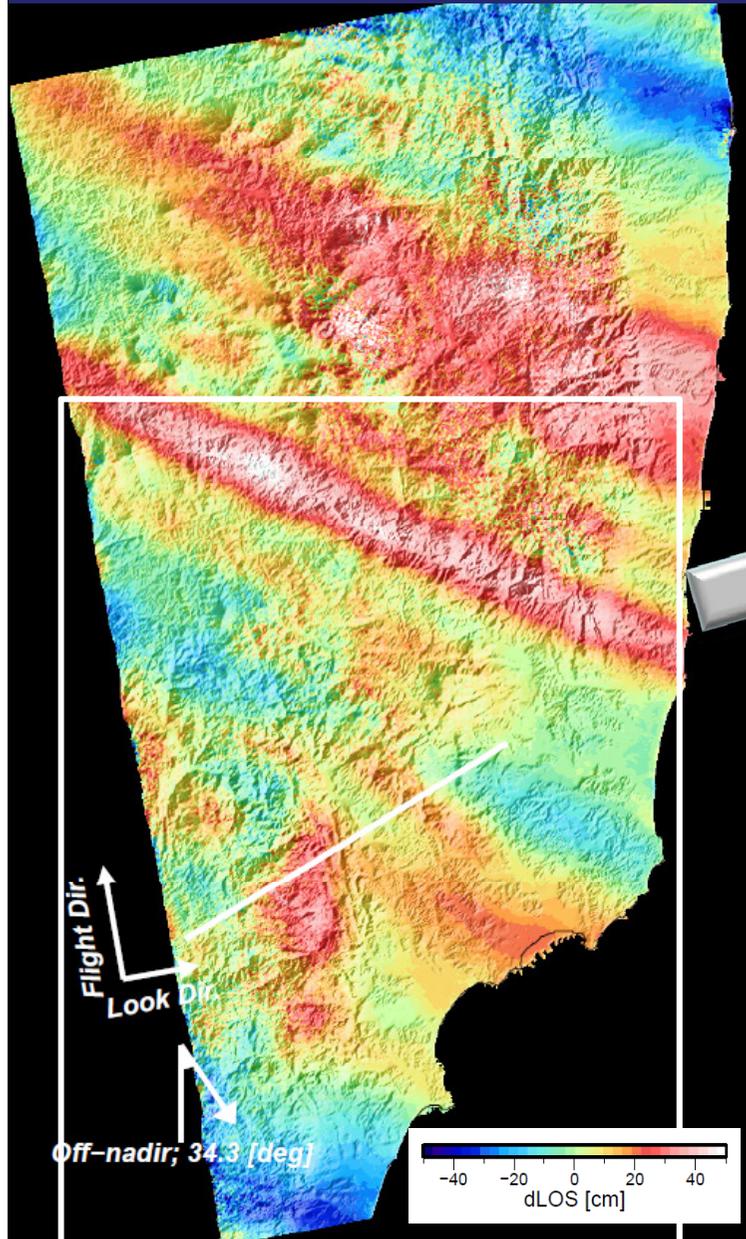
### 地表地震断層



### 詳細な断層モデル



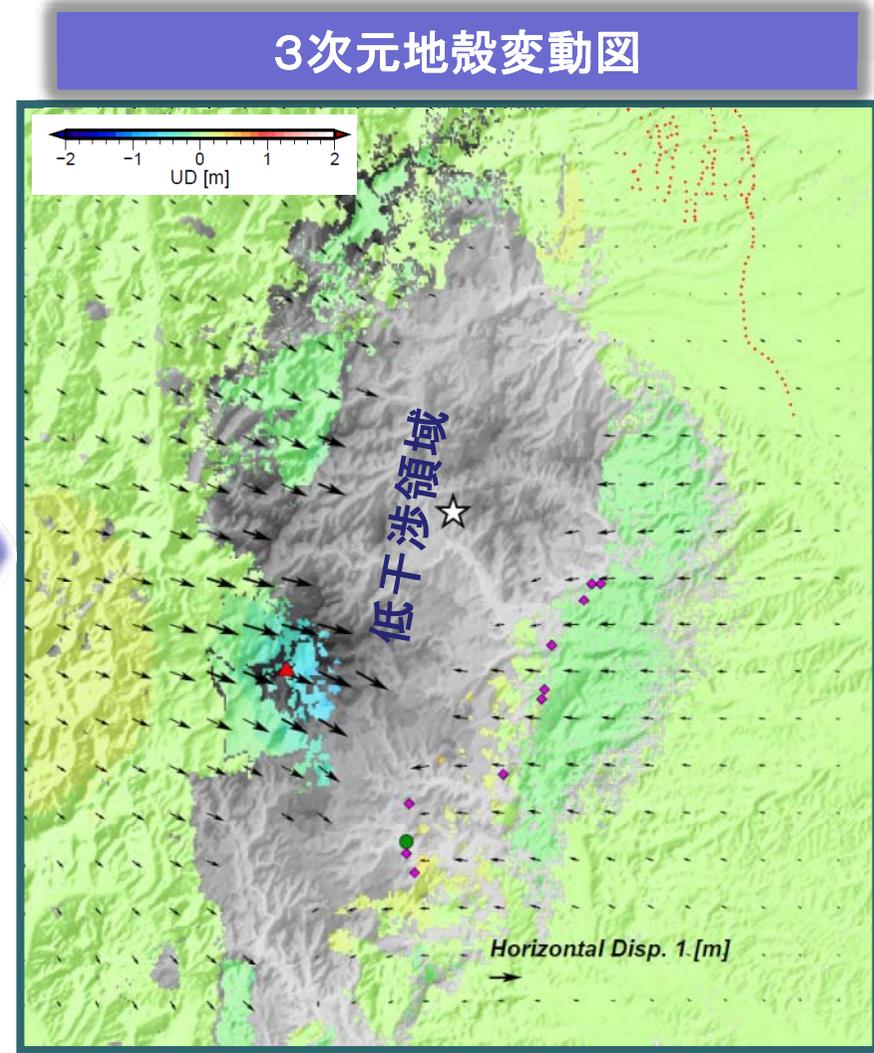
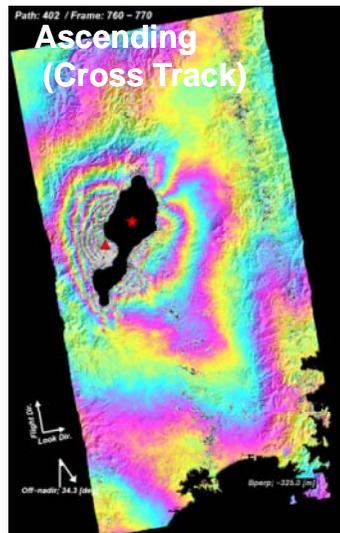
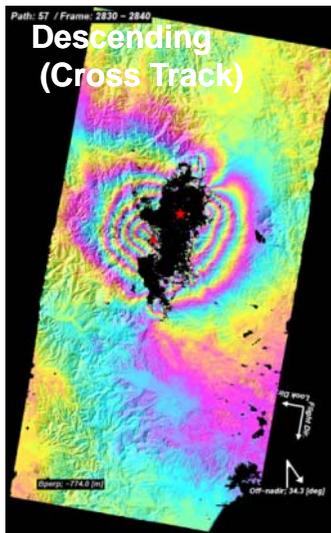
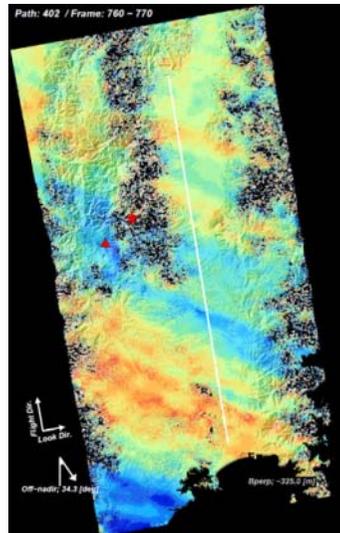
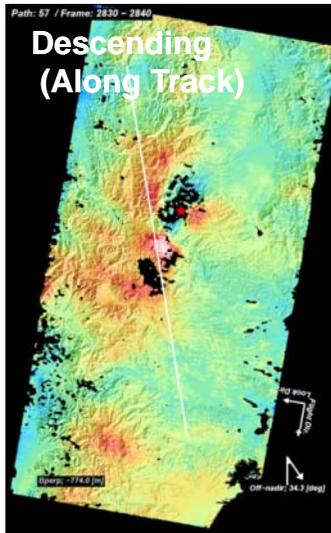
Along Track InSAR



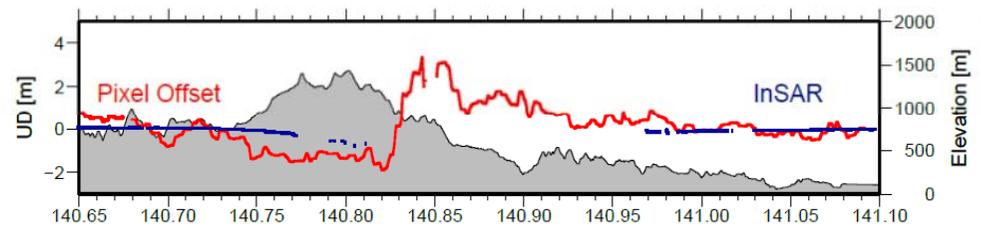
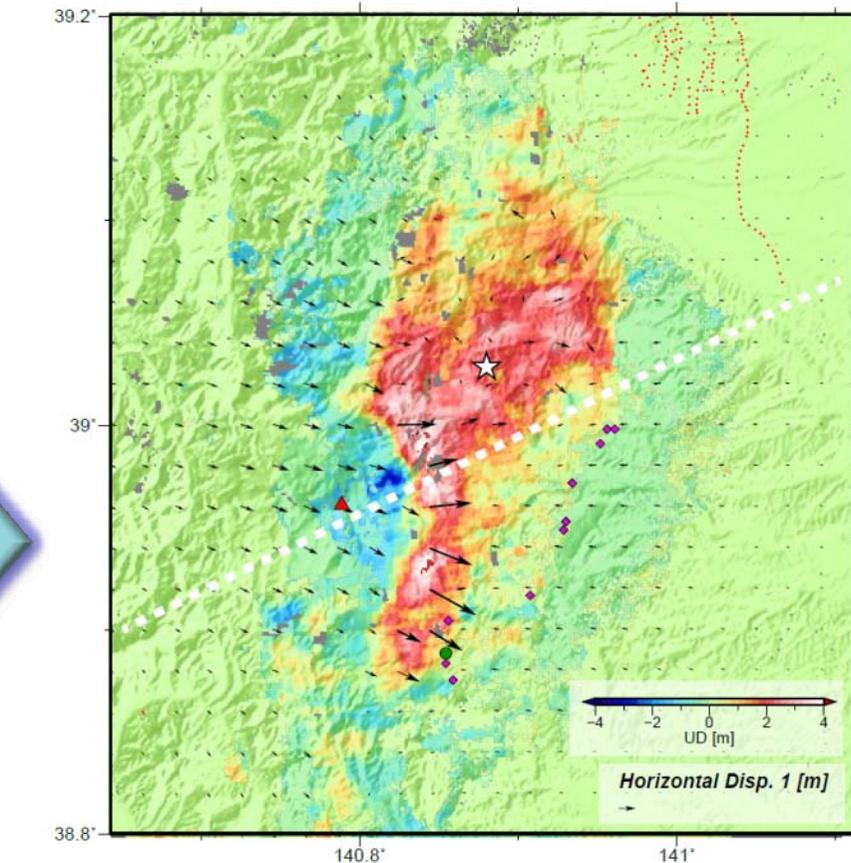
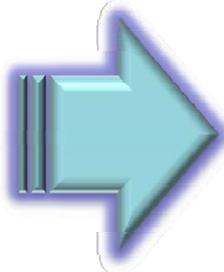
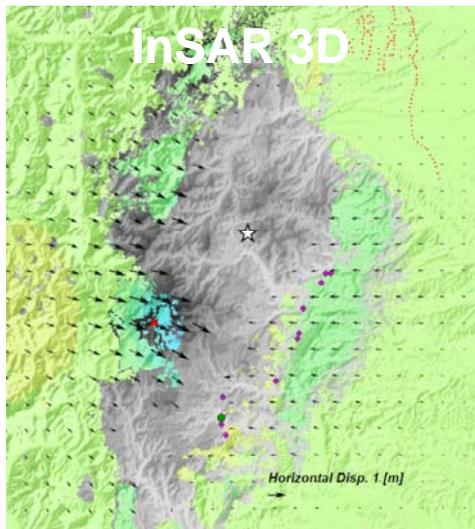
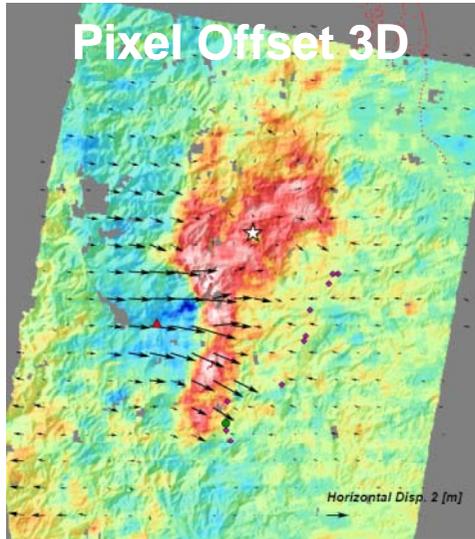
# Cross + Along Track InSAR による3次元変動場の獲得

2008年6月14日岩手宮城内陸地震(Mj7.2)

1次元(2.5次元)の計測 → 3次元の計測へ



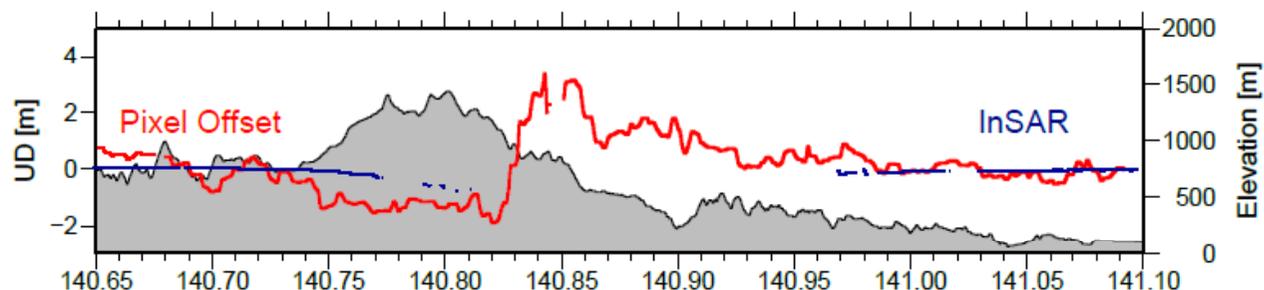
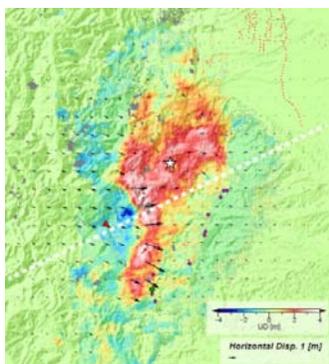
## 高S/N比の3次元変動場の獲得



# ALOS-2 高空間分解能化への期待

## ■課題

- Pixel Offset と InSARのシームレスな接続



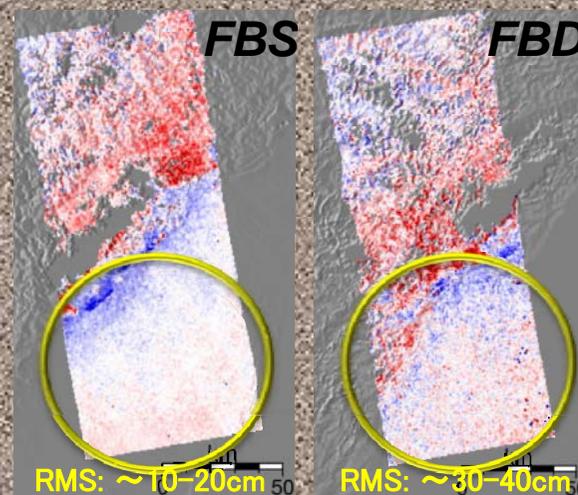
# ALOS-2 高空間分解能化への期待

分解能がよいと、短波長ノイズが軽減される

画像マッチングにおける位置あわせの精度向上

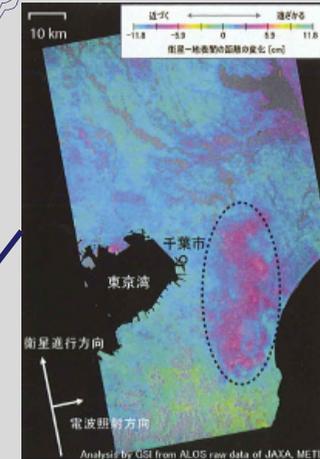
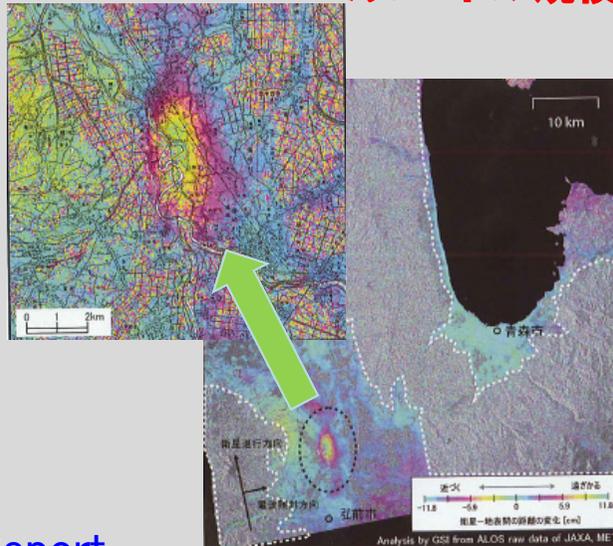
1/32ピクセル分解能の場合

	ERS-1	ALOS FBS	ALOS-2 3mモード
計測精度(cm)	~25	~15	~5



2008年中国四川省地震の解析事例

## ミリメートル規模で進行する微小な地盤の変動も重要な計測ターゲット



Annual Report

国土地理院技術資料 D-1-30-53



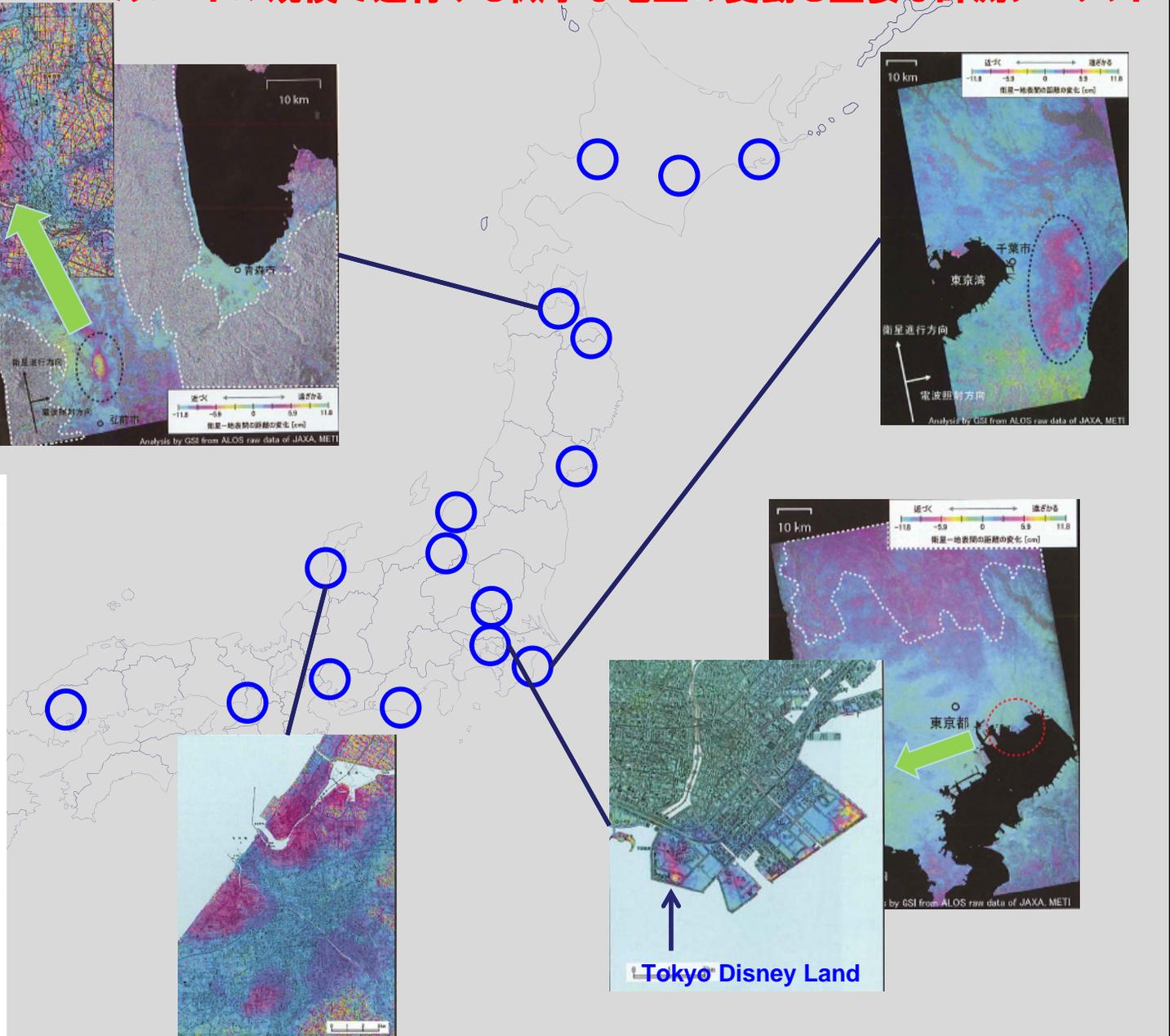
平成23年 高精度地盤変動測量(干渉SAR)

監視年報

平成24年3月

国土地理院

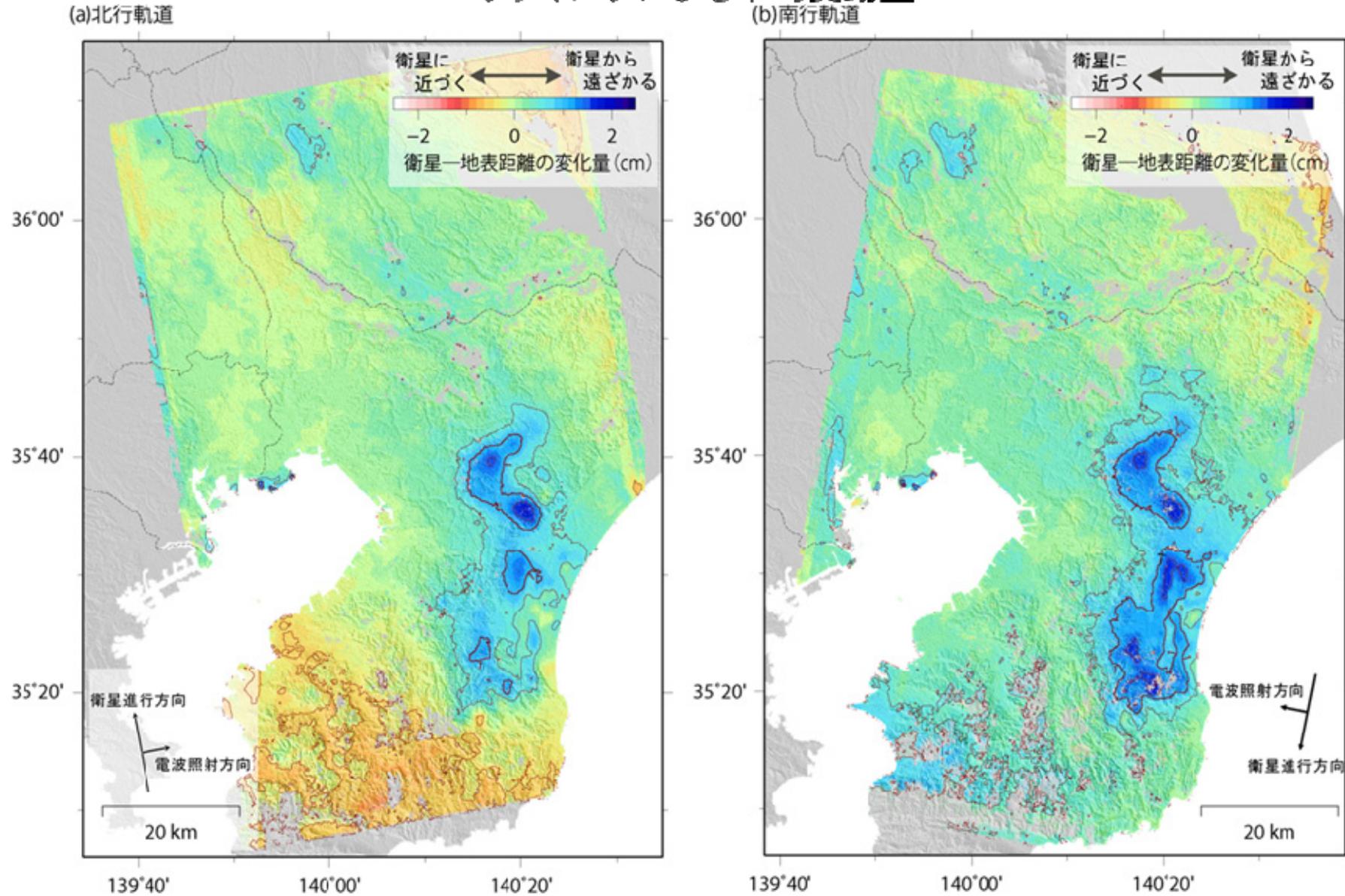
Geospatial Information Authority of Japan  
(GSI)



# 平均化処理(スタッキング)によるノイズの軽減

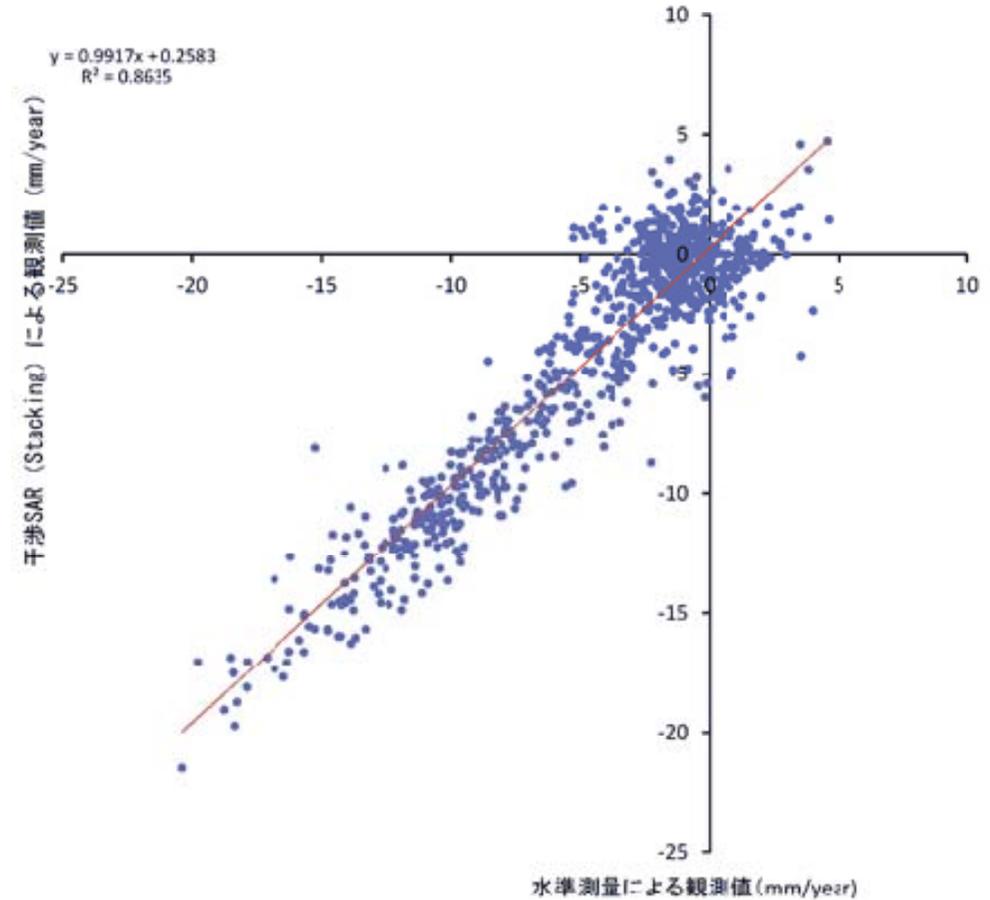
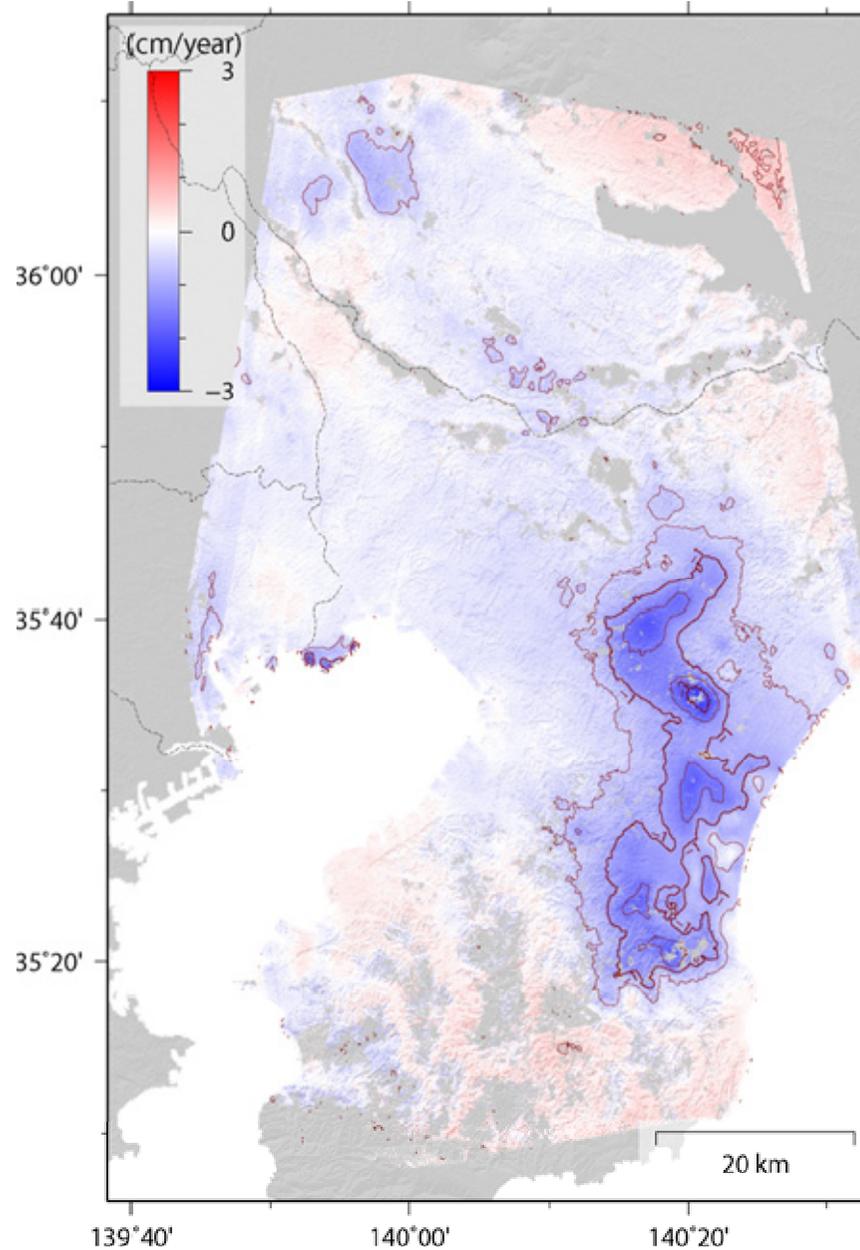
鈴木啓・山中雅之(国土地理院)作成

## スタッキングによる平均変動量



# 水準測量と干渉SARによる沈下量との比較

鈴木啓・山中雅之(国土地理院)作成



較差の標準偏差: 1.9mm  
最大格差 : 7.8mm

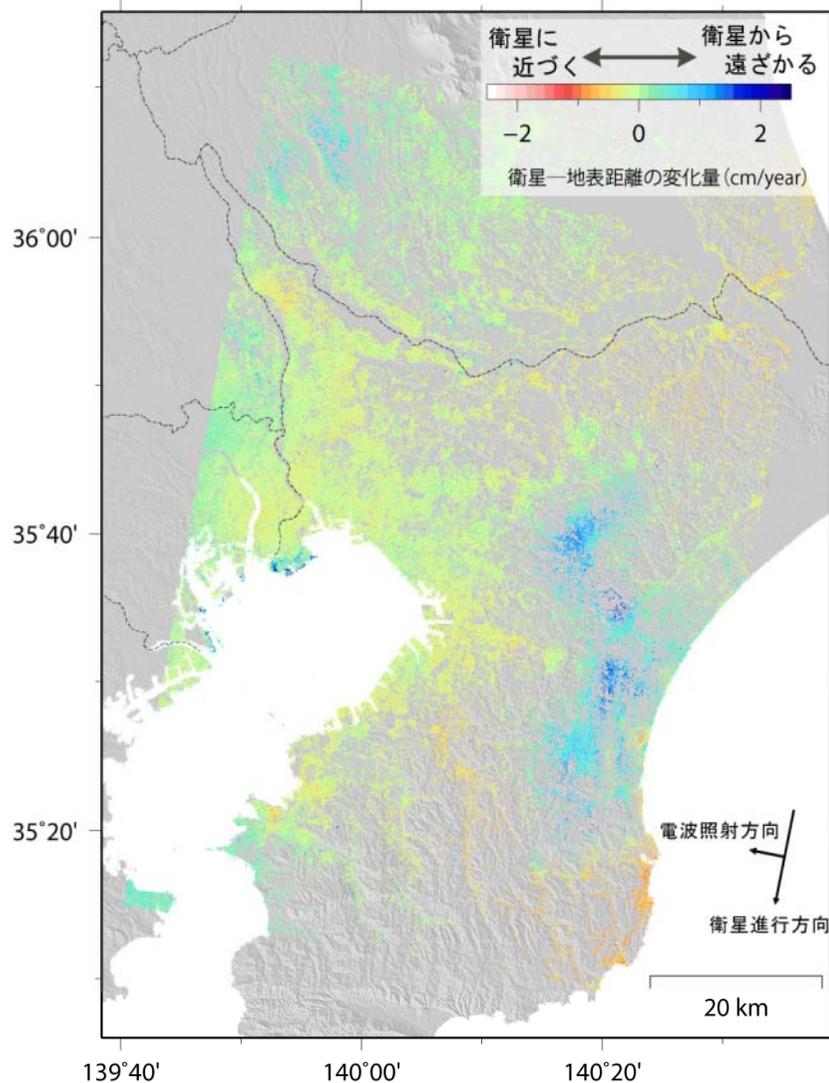


非常によく一致する

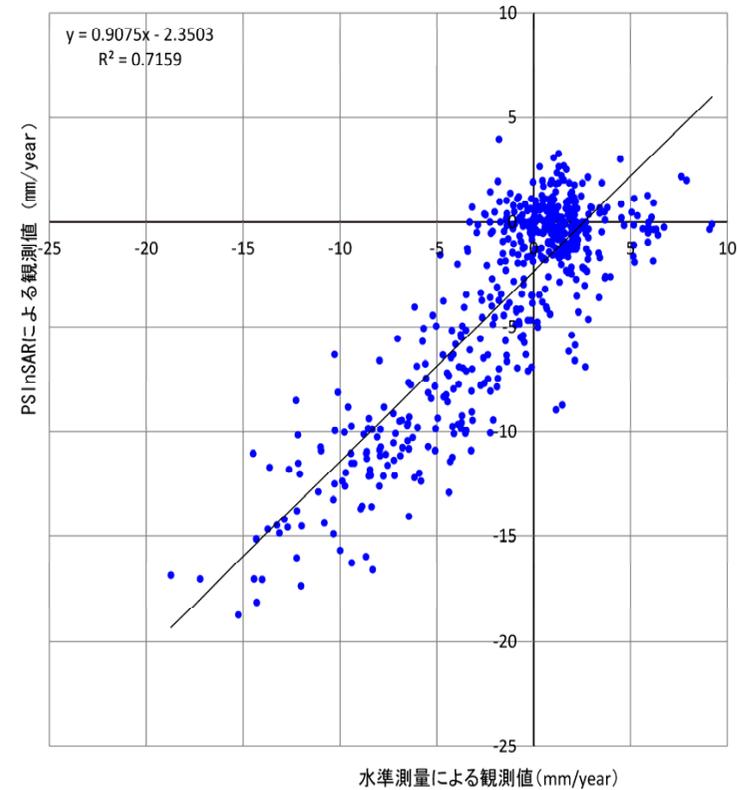
# 九十九里平野の時系列解析(PS-InSAR)

鈴木啓・山中雅之(国土地理院)作成

## 2006年～2010年の平均変動速度



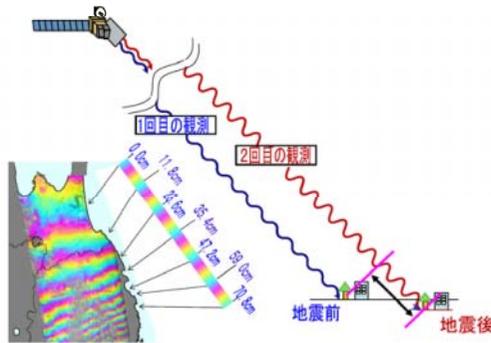
## 平均速度から求めた準上下成分と水準測量との比較



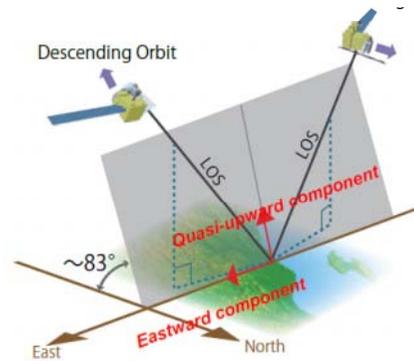
比較点: 530	較差の標準偏差	最大較差
スタッキング	1.9 mm	7.8 mm
PS-InSAR	2.6 mm	10.2 mm

## ■変位成分

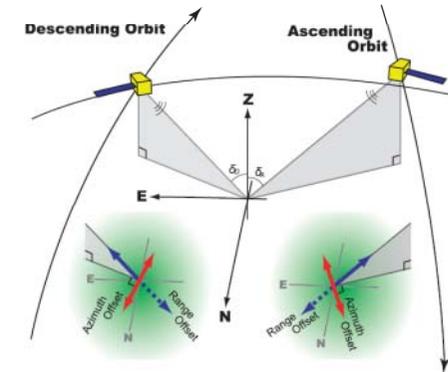
1成分 衛星-地表



2成分 (2.5次元変位場)  
北行軌道と南行軌道の組み合わせ



3成分 (東西, 南北, 上下の3次元変位場)  
Azimuth方向の変位 [Pixel Offset / MAI]

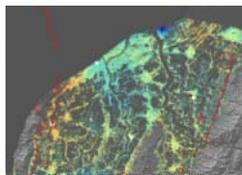


## ■ダイナミックレンジ [cm ~ m]

歪み蓄積(断層), マグマ蓄積, 地盤沈下

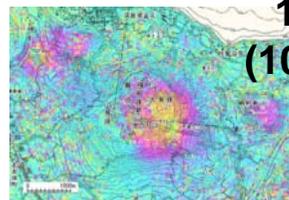
地震時, 噴火時に伴う地殻変動

$10^{-3}$   
(1mm)



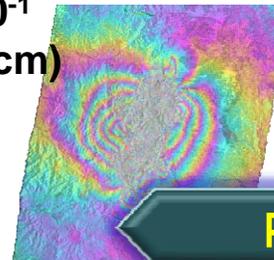
InSAR 時系列解析

$10^{-2}$   
(1cm)



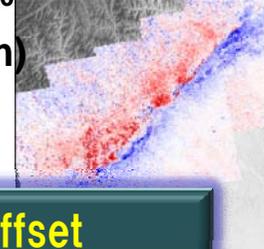
2-pass D-InSAR

$10^{-1}$   
(10cm)



Pixel offset

$10^0$   
(1m)



## 同一地上ターゲットの複数・高頻度観測が必須

- 衛星(ALOS-2)の運用による観測の確保
- 複数SAR衛星による高頻度観測の実現 (ALOS衛星の複数打ち上げ・運用, 海外衛星との協働)
- ALOSシリーズの継続

### 宇宙基本計画(p12)

なお、我が国における災害に際しては、上記衛星に加えて、情報収集衛星との連携による撮影を実現する。過去のアーカイブデータとともに、より広い範囲の画像を提供することが可能なアジア等に貢献する陸域・海域観測衛星システムと、より高解像度の画像データをもとにした分析情報を提供することが可能な情報収集衛星を相互補完的に活用する。「地殻変動の予測・監視」というニーズに対して、世界有数の地殻変動(地面の動き)が活発な地域に位置する我が国では、全国約1,200箇所に設置された電子基準点(GPS衛星データを受信)による監視が行われている。一方、Lバンドレーダセンサ活用の実証的な取組も進められてきたものの、衛星の更新に間が空いたために数年間観測できない期間があったこと、また撮影頻度が少ないことから、まだ予測や監視に十分に活用できていない。今後は地表面の情報を広域かつ長期間にわたり継続的・高頻度で取得することで得られる画像情報の面的な解析結果を、電子基準点等による特定の地点の情報と組み合わせることで、地殻変動を1センチメートル程度の精度で面的かつ稠密に監視(すなわち点の把握から面の把握へ向上)する。特に大規模な地殻変動の予兆が認められたり火山の活動度が高まったりした場合には、GPSによる現地での臨時観測等と合わせ、少なくとも3時間毎に対象地域の監視を行い、今後の地殻変動や火山活動の推移に関する予測精度を向上させる。また、海色変化の情報等を含む画像情報を可能な限り早く提供することにより、海底火山活動のモニタリングの手段として活用することを

### 次期宇宙基本計画(案)(p18-19)

#### (2) 課題

衛星データは、行政、産業、研究分野で幅広く利用されており、今後、産業、行政の高度化、効率化等の観点から、その利用を拡大していく必要がある。しかし、我が国では、官民連携による衛星運用の効率化や、データを分析、加工することで新たな付加価値を生むアプリケーション産業の育成など、総合的な利用拡大や産業振興の取組が不十分である。

衛星データの利用を拡大するためには、データの継続性や撮像頻度の向上などニーズに基づいた枠組み作りや衛星及びセンサーの仕様を設定する必要がある。現在、文科省は大型の研究衛星、経産省は小型の商用衛星を研究開発しているが、衛星投入軌道の調整、衛星の相互運用、撮像キャパシティの全体管理などを連携して行う必要がある。その際、民間活力や超小型衛星等を活用することにより、画像提供の効率化や経費の節減を図るべきである。また、データ利用及び技術の継承などでも連携が必要である。

#### (3) 今後10年程度の目標

リモートセンシングの利用拡大には、同一、同種のセンサーによる継続的なデータ提供と撮像頻度の向上(1日1回以上の撮像)が不可欠である。撮像頻度を確保するには、複数の衛星による一体的な運用(コンステレーション)が効果的であるため、「ASEAN防災ネットワーク構築構想」により、アジア等の国々と分担して複数衛星のシステムを効率的に整備することで、参加各国の負担を抑えつつ十分なデータを得る仕組みを構築する。また、本システムの運用経費の政府負担の低減を図るため、官民連携によって効率的な運用体制を整備する。

# 「だいち」 5年間お疲れ様でした

日本の国土に適合したLバンド帯の  
SAR衛星技術は日本が世界最先端



引き続きALOS-2にも大きな期待を寄せています。