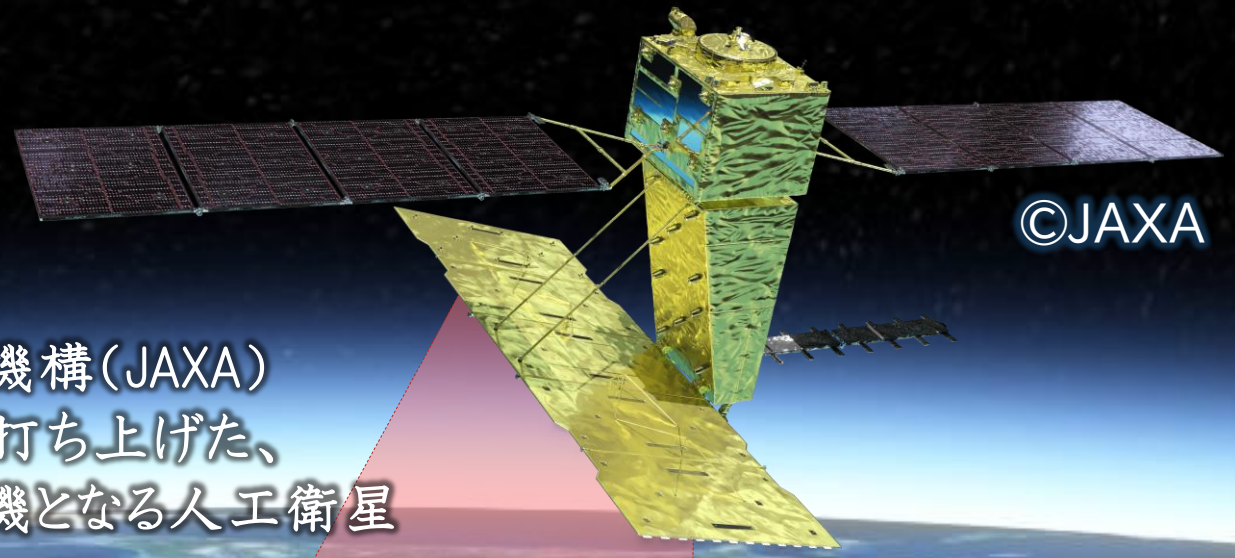
「だいち4号」を活用した地殻・地盤変動監視の高度化と測量への活用に向けた取組

測地部 宇宙測地課
若杉　貴浩

衛星SAR ～ 地殻・地盤変動を、宇宙から監視 ～



だいち4号
（ALOS-4）

宇宙航空研究開発機構（JAXA）
が2024年7月1日に打ち上げた、
「だいち2号」の後継機となる人工衛星

国土地理院では、

JAXAの衛星「だいち2号」及び「だいち4号」に搭載されたSAR（サー）による
観測データを解析し、日本全国の地殻・地盤変動をくまなく監視

国土地理院×JAXAコラボ動画

国土地理院

国土地理院とJAXAによる**連携**を**分かりやすく**解説した**動画**を

「**JAXAサテナビチャンネル**」から公開中！

https://www.youtube.com/@JAXA-SatNavi

第1弾 「測位」

第2弾 「地震」

第3弾 「火山」

衛星SARによる地殻・地盤変動監視

国土地理院

国土全域の定常的な地殻変動の監視（定常解析）

衛星の**基本観測※に基づく観測データ**を用いて**国土を網羅的に解析**

※ 計画的に繰り返し実施される観測

- **全国定常解析**
- **全国時系列解析**
- **火山時系列解析**

緊急時の地殻変動把握（緊急解析）

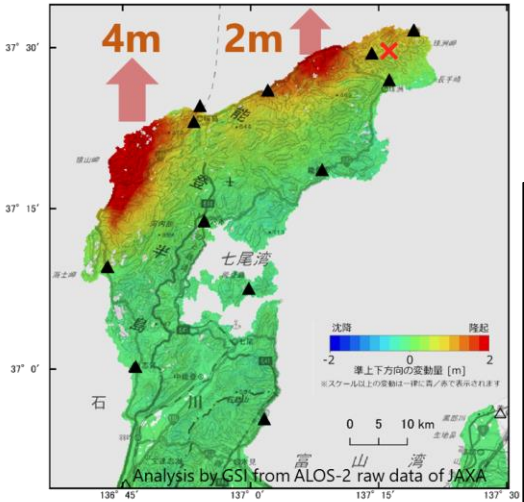
国内外の**地震や火山活動などの災害発生時**に実施される
緊急観測データを用いた解析

衛星SARによる地殻・地盤変動監視

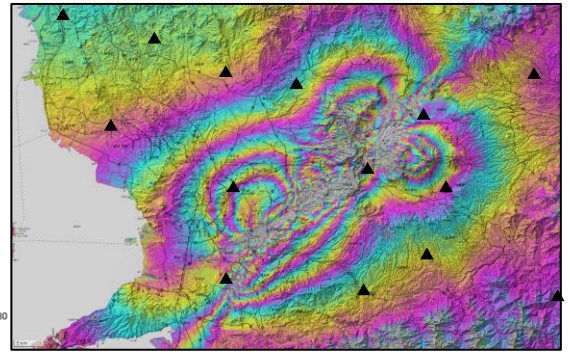
国土地理院

緊急解析

- 地震や火山活動等の災害時に実施される緊急観測データを用いた解析
- **災害による地殻変動把握と初動対応の検討、地震や火山活動の評価・分析**に活用



令和6年能登半島地震の緊急解析結果



平成28年熊本地震の緊急解析結果

全国定常解析

- 基本観測に基づいて行う全国のSAR干渉解析
- **国**や**地方公共団体等**に情報提供

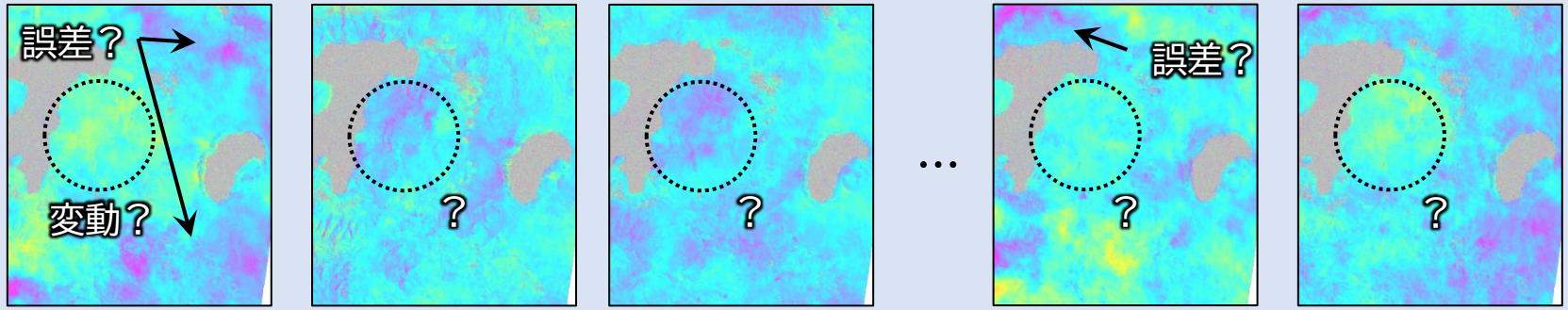
全国定常解析結果

干渉SAR時系列解析とは

多くのSAR干渉画像を統計的に処理し、SAR干渉画像に含まれる誤差を**大幅に低減**し、**検出精度を向上**させる干渉SAR解析の応用技術

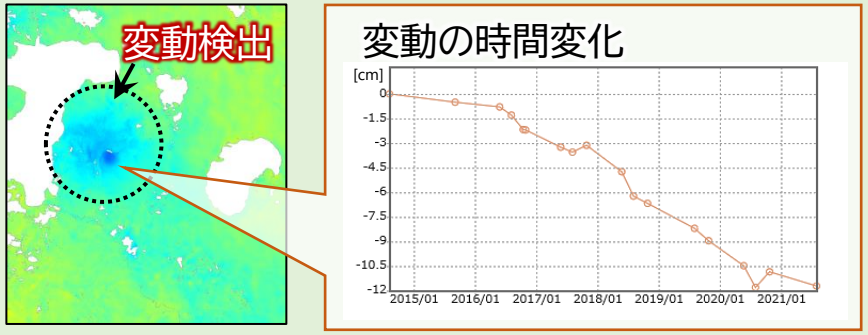
干渉解析

多数のSAR干渉画像



統計処理により誤差を低減

時系列解析



変動の**検出精度**の**向上**
変動の**時間推移**の**把握**

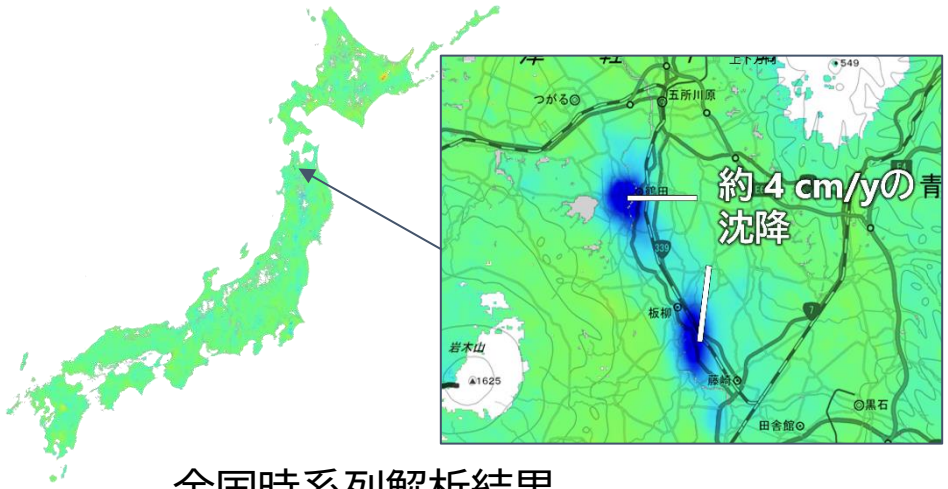
時系列解析には、**多くの観測が必要** ➡ 2014年の打上げからの**「だいち2号」の観測データの蓄積**により、時系列解析が可能に

衛星SARによる地殻・地盤変動監視

国土地理院

全国時系列解析

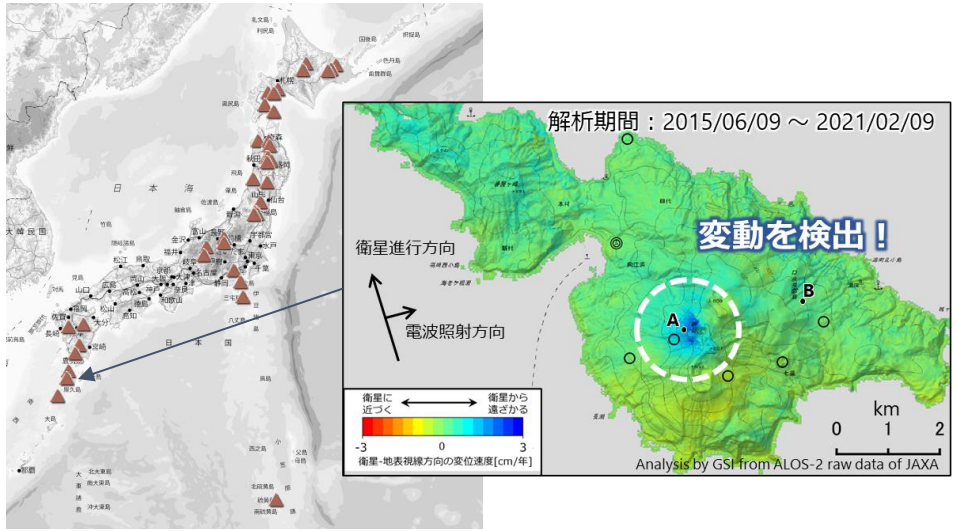
- 全国定常解析で得られた干渉画像を用いて行う時系列解析
- 全国の局所的な変動を検出
- **地盤沈下調査等の公共測量への活用**に向けた取組を実施中



全国時系列解析結果

火山時系列解析

- 火山を対象とした時系列解析
- 干渉解析で検出できなかった微小な変動を検出
- **火山調査研究推進本部 火山調査委員会**に情報提供



火山時系列解析結果

衛星SARによる地殻・地盤変動監視

国土地理院

全国時系列解析

- 全国[illegible]れた干渉画像を用いて行う時系列
- 全国の局所的な変動を検出
- 地盤[illegible]に向けた取組を実

これまで

「だいち2号」を用いて解析

これから

「だいち4号」(+「だいち2号」)を用いて解析

火山時系列解析

- 火山を対象とした時系列解析
- 干渉解析で検出できなかった微小な変動を検出
- 火山調査委員会に情報提供

火山時系列解析結果

「だいち4号」校正検証運用中の試験解析

国土地理院

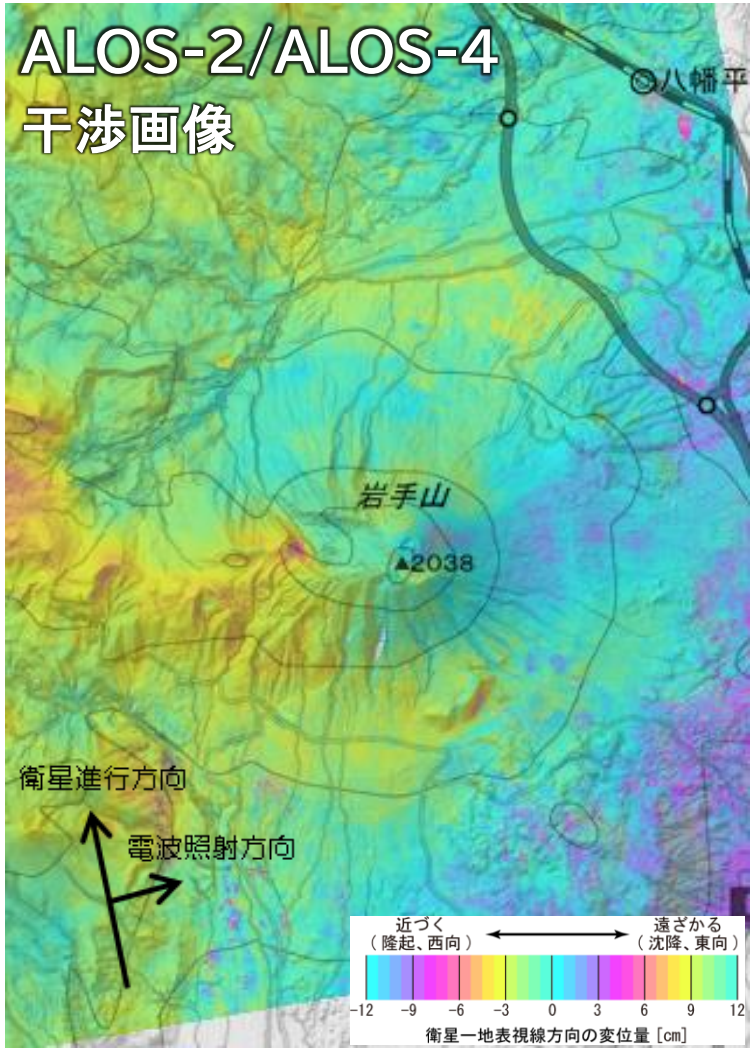
2024年7月1日 「だいち4号」打上げ

初期機能確認運用

10月

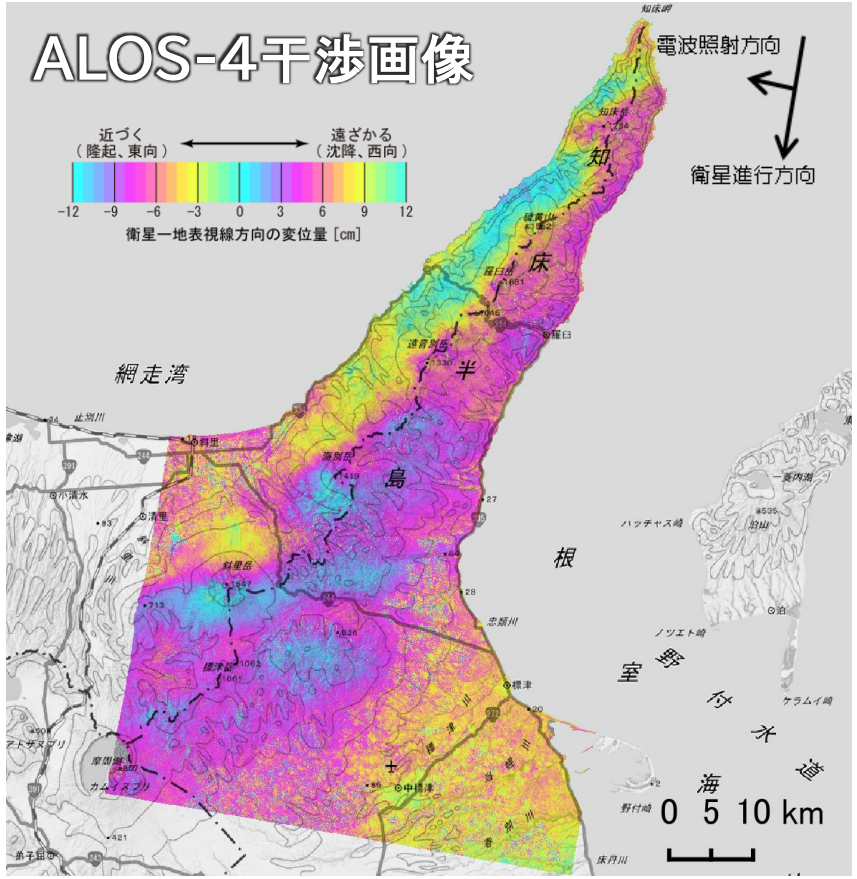
初期校正検証運用

2025年4月1日 定常観測運用開始



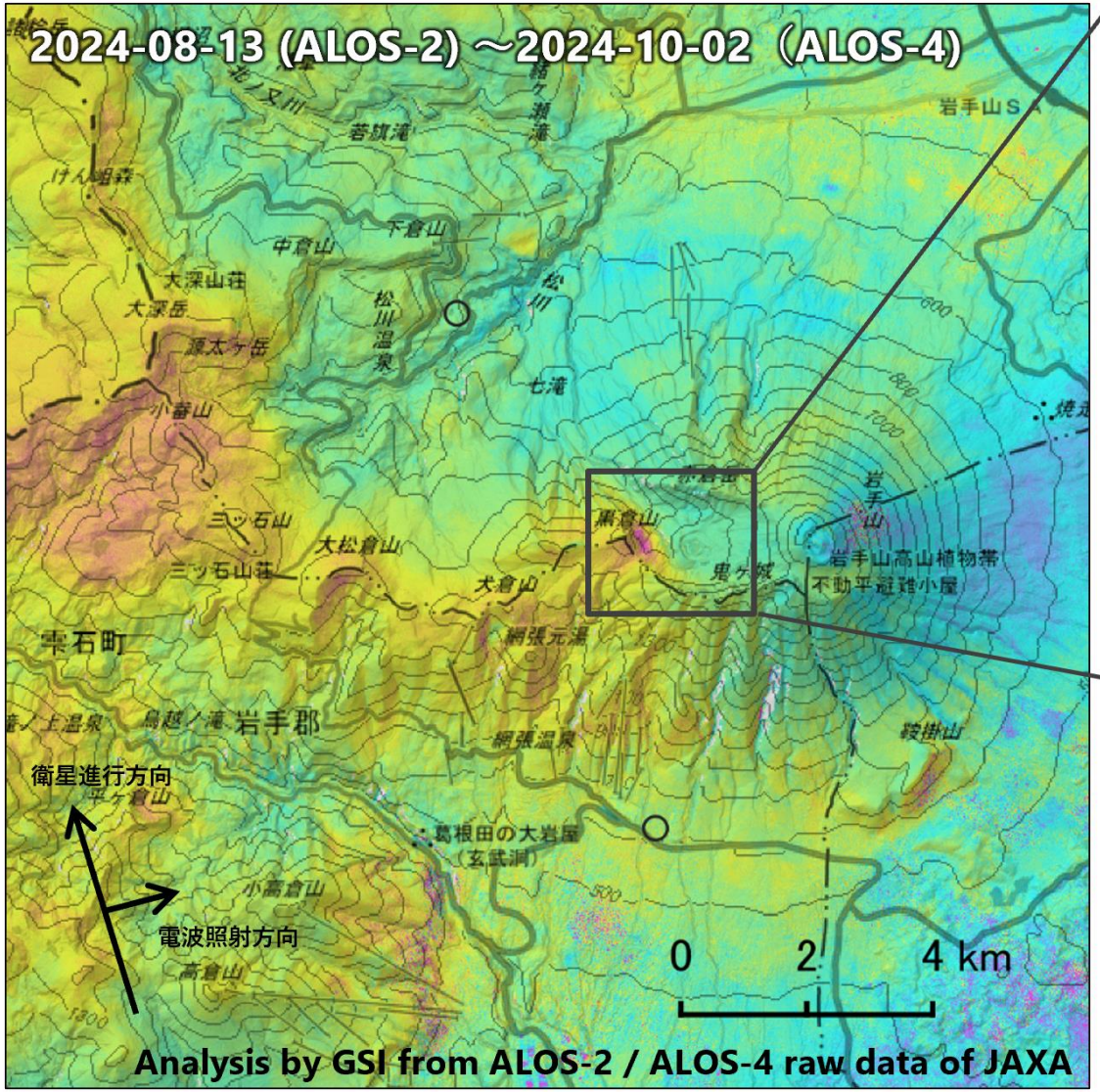
「だいち2号」/「だいち4号」
の初めての干渉画像

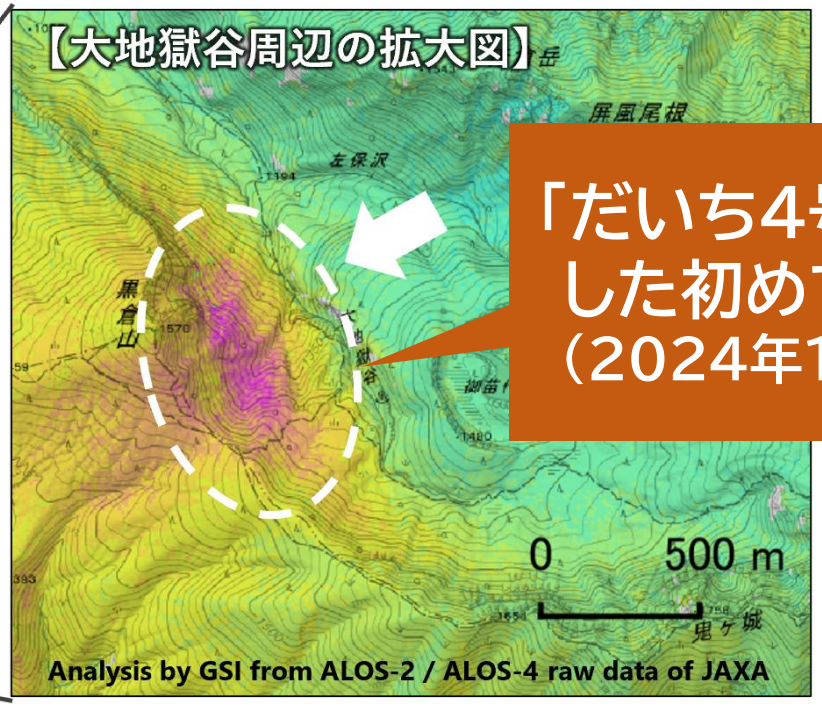
「だいち4号」のみの
初めての干渉画像



Analysis by GSI from ALOS-2/ALOS-4 raw data of JAXA

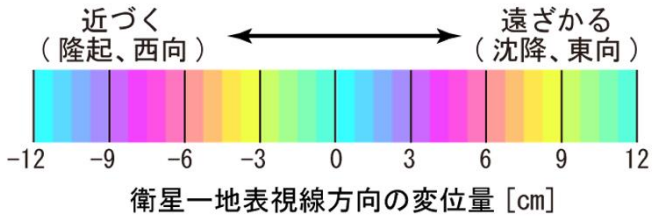
「だいち4号」による初めての地殻変動検出 ～岩手山～





「だいち4号」により検出した初めての地殻変動（2024年10月16日発表）

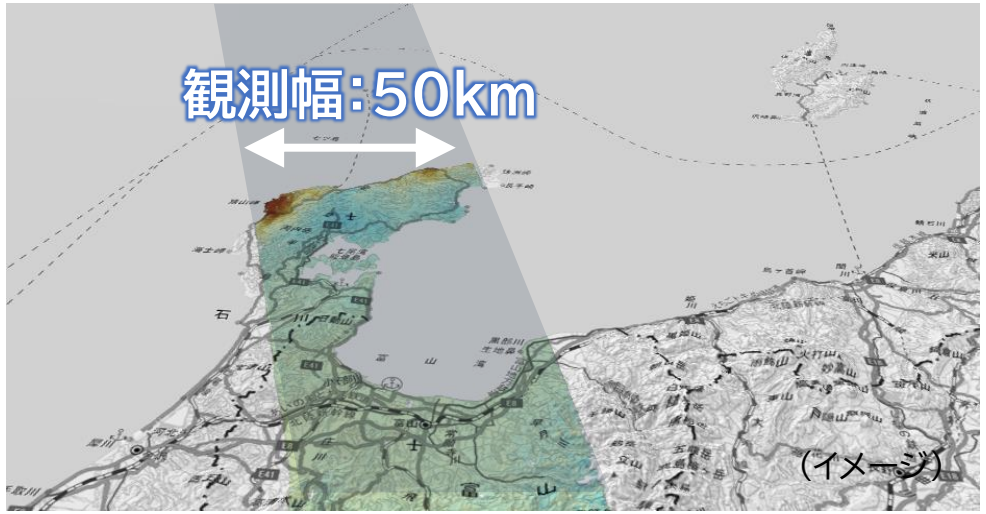
○　国土地理院以外のGNSS観測点

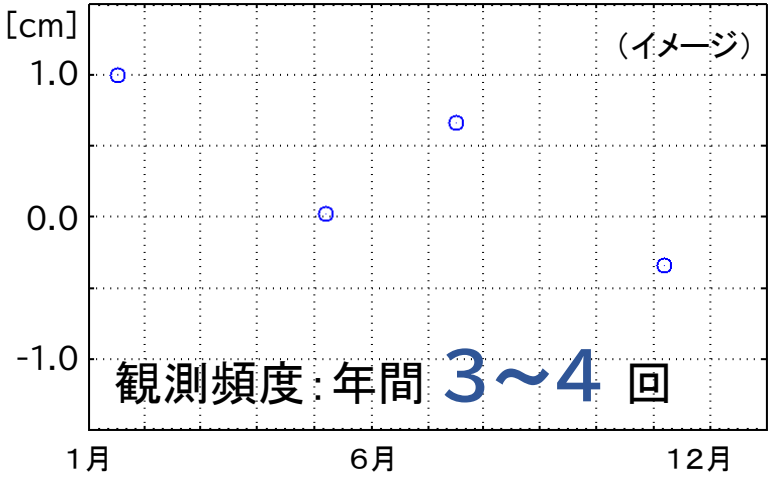


「だいち2号」から「だいち4号」へ

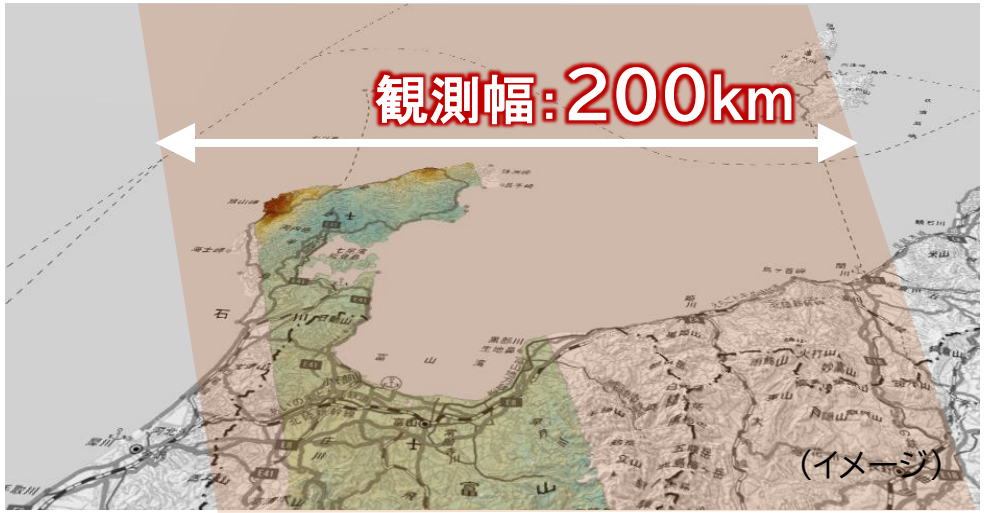
国土地理院

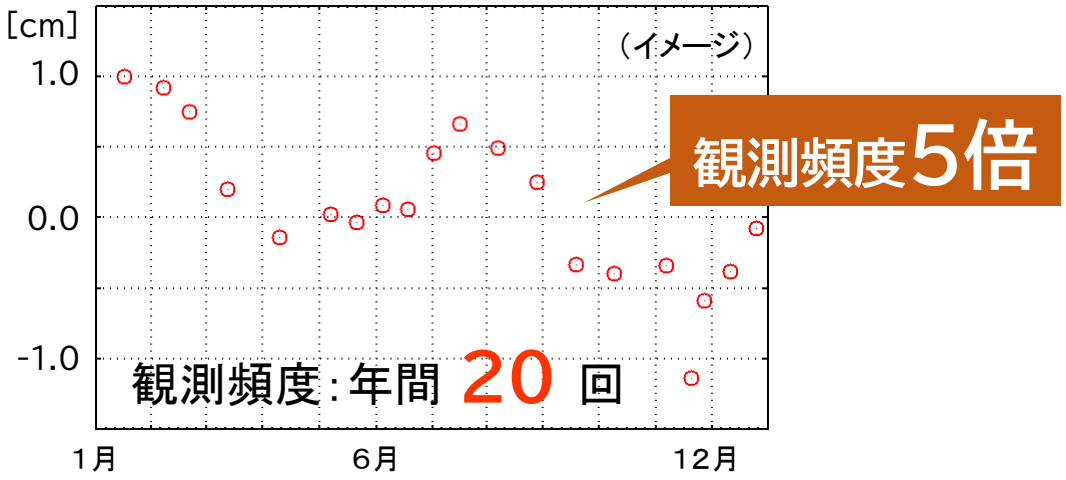
「だいち2号」(ALOS-2)





「だいち4号」(ALOS-4)



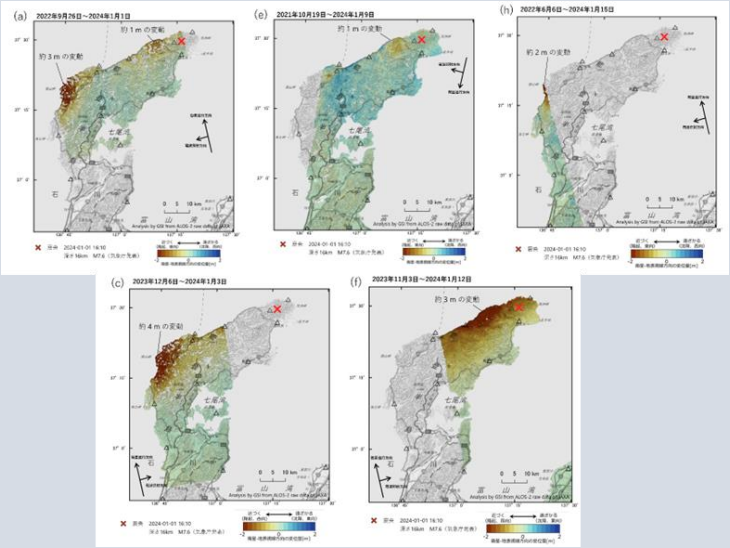


変動の時間変化をより詳細に把握可能に

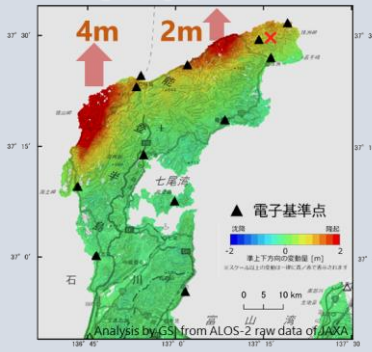
「だいち4号」の活用　～ 緊急解析 ～

国土地理院

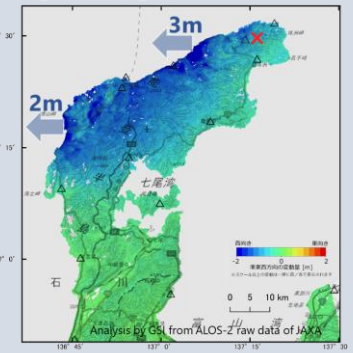
「だいち2号」



上下方向



東西方向



全体把握のため複数回の観測

「だいち2号」+「だいち4号」

1度の観測で全体把握が可能

地殻変動の全体把握にかかる期間の短縮

「だいち4号」の活用　～ 火山時系列解析 ～

国土地理院

「だいち2号」

- 解析頻度：　年2回程度
- 対象火山：　53火山
- 一部を除き、**1方向に限定して**解析
  （南行軌道又は北行軌道の観測データのみ解析）

「だいち2号」+「だいち4号」

- 解析頻度：　**逐次**（将来目標）
- 対象火山：　**99**火山※
- **2方向とも解析**
  （南行軌道及び北行軌道の両観測データの解析）

※日本の活火山111火山から、離島で面積が小さく、解析と変動の判定が困難な12火山を除く

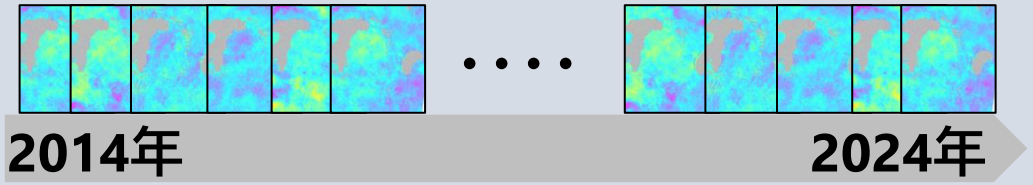
全国の活火山について、火山活動に伴う地殻変動の時間推移をより詳細に把握

「だいち4号」の活用　～ 全国時系列解析 ～

国土地理院

「だいち2号」

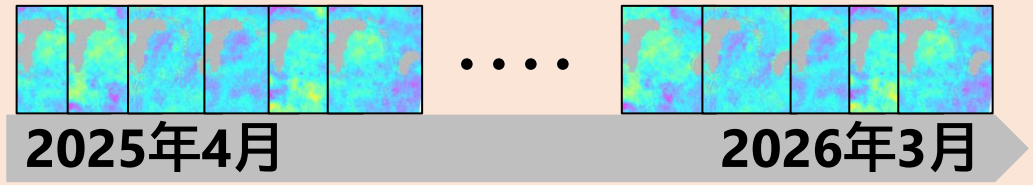
・時系列解析で得られる変位速度：
数年 の変位速度



十分な干渉画像を得るため数年を要する

「だいち2号」+「だいち4号」

・時系列解析で得られる変位速度：
1年間 の変位速度



1年で十分な干渉画像を得ることが可能

直近1年間の変動量の把握が可能に
また、地殻変動による位置の変化をより詳細に把握

地盤沈下調査への活用に向けた取組

国土地理院

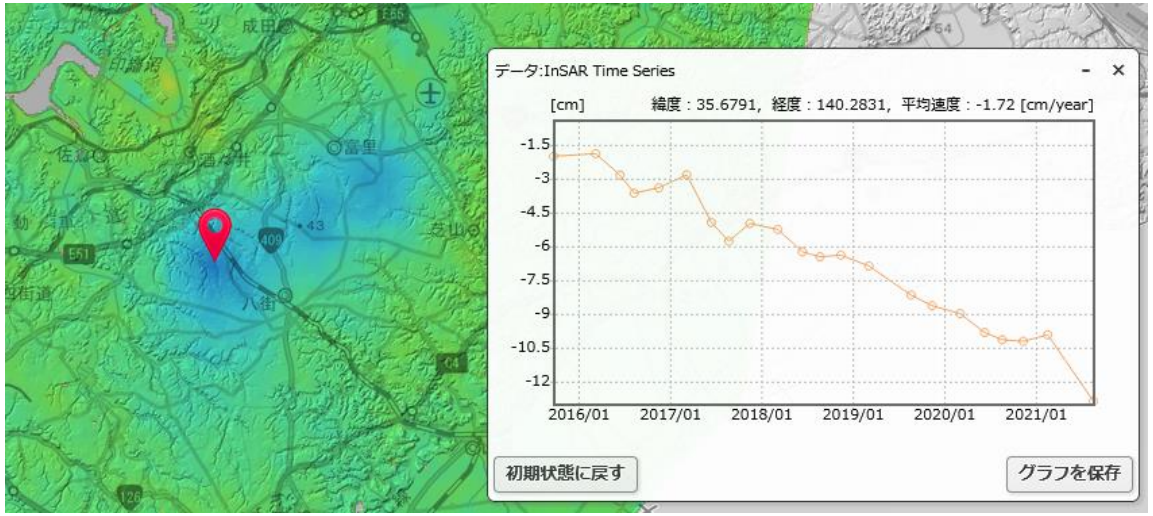
・**測量マニュアルの整備・公開**（2024年6月）

全国時系列解析結果を、地盤沈下調査に活用可能とするための

『**衛星SARによる上下変動測量マニュアル**』を作成

・**全国時系列解析結果をウェブサイトから公開・提供**（2024年6月）

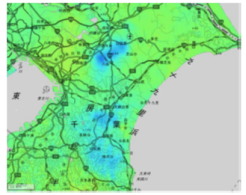
全国時系列解析結果の数値データ（変位速度及び時系列データ）を公開



水準測量 と **時系列解析結果による上下方向の変動量**を併用し、
従来より**効率的**かつ**稠密な上下変動分布**を得る手法を規定したもの

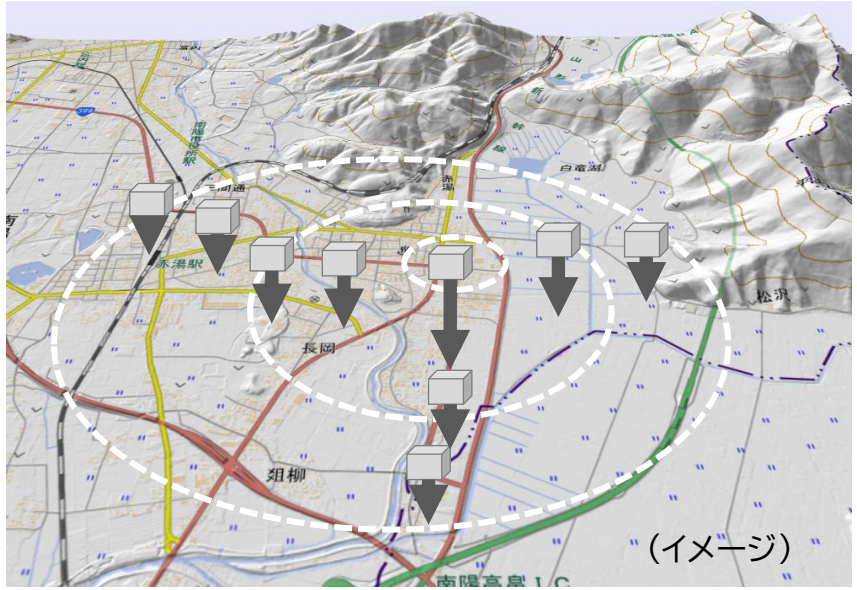
【1】 水準測量による
上下変動量の取得

【2】 全国変動分布図による
準上下変動量を算出

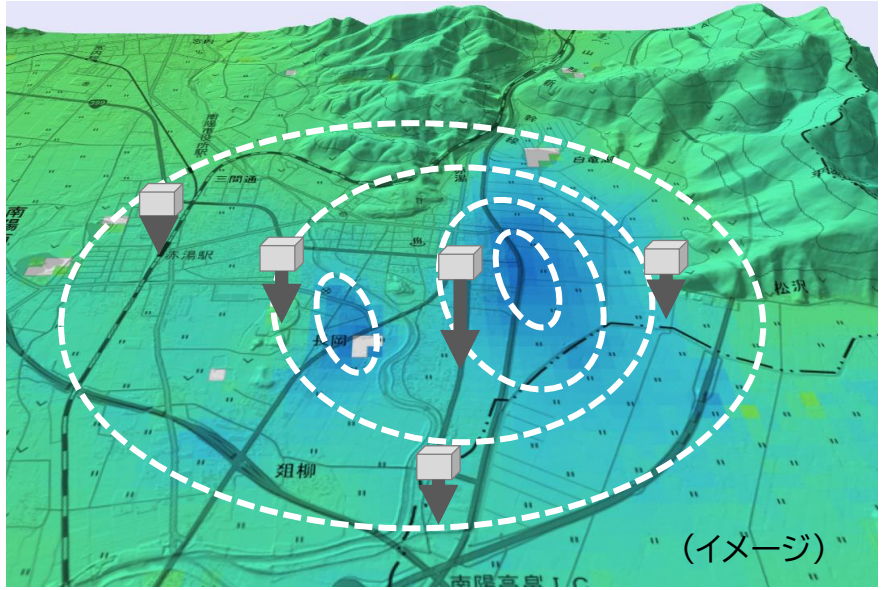


【3】【1】を用いて【2】を補正し
面的な上下変動分布を算出

測量マニュアルの活用で期待される効果



水準測量のみによる上下変動分布



水準測量と時系列解析結果を
併用したときの上下変動分布

- 水準測量と干渉SAR時系列解析結果を組み合わせることで、より面的に詳細な上下変動分布を把握することが可能
- 水準測量の実施を効率化し、短期間でより効果的に変動を捉えることが可能

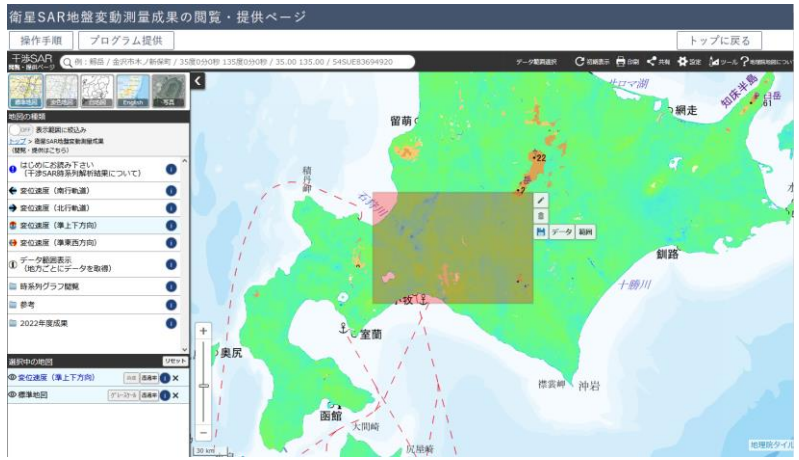
衛星SAR地盤変動測量成果ダウンロードサービス

国土地理院

トップページ

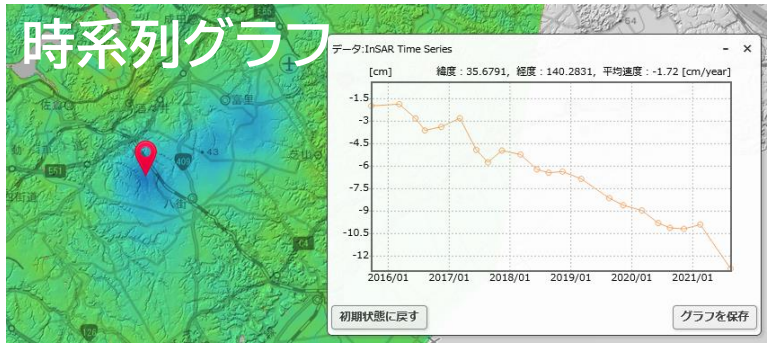
ユーザー登録不要で利用可能(近日中)

提供ページ

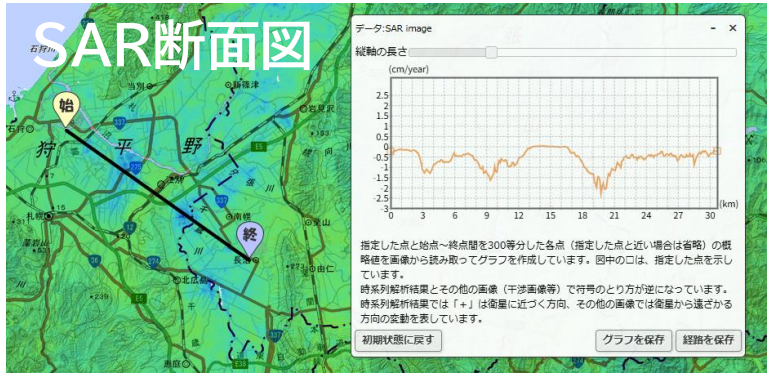


ユーザーが任意の領域を指定してデータをダウンロード

グラフ表示機能



任意の地点の**変動の時間推移等**を確認可能



任意の地点間の**変動速度の断面図**を確認可能

- 今後は「だいち4号」の観測データも用いた測量成果を公開予定
- 更なる利活用促進のため、関連するデータの公開も検討

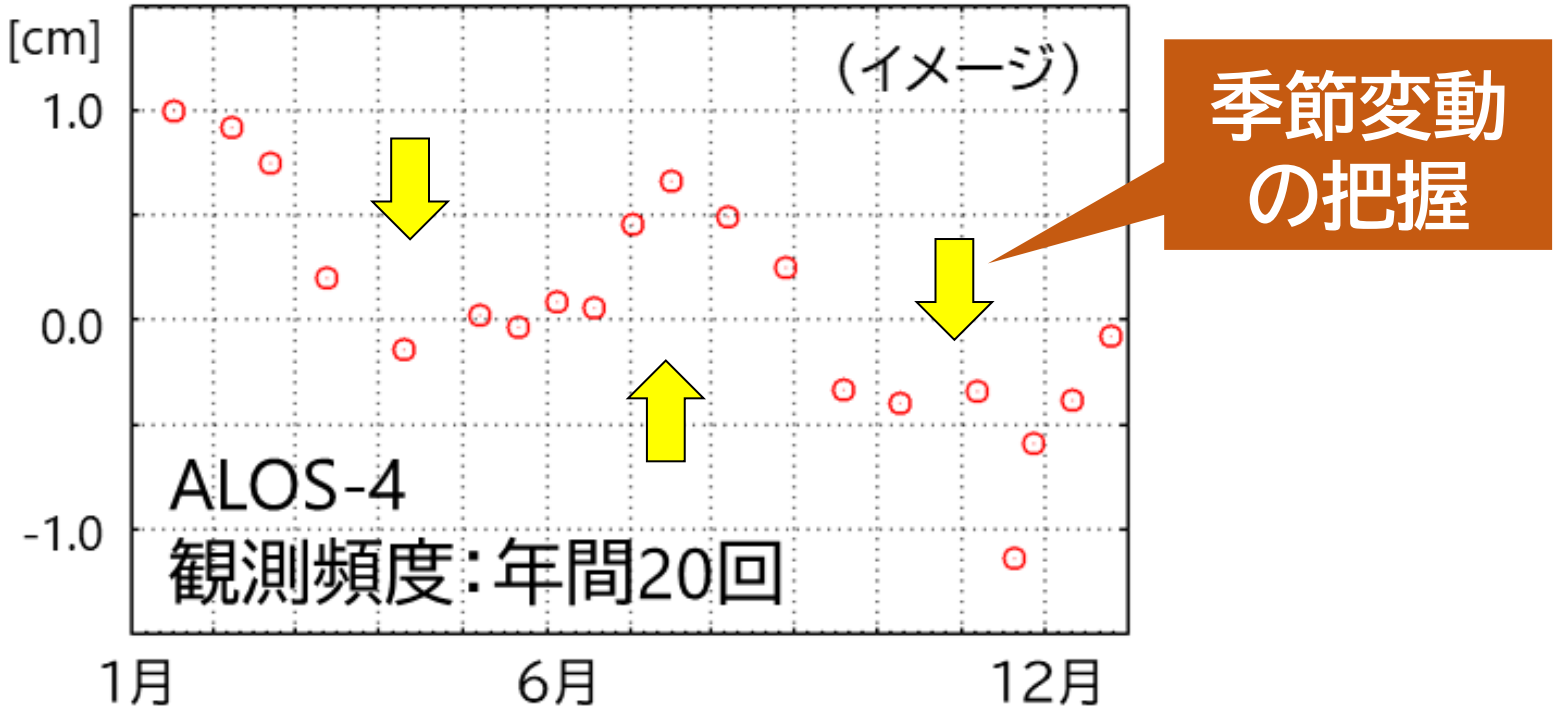
衛星SARの公共測量への活用推進

地盤沈下調査に必要とされる **直近1年間の変動量** を把握、

さらに **季節的な変動の把握も期待**

関係機関とも連携し、

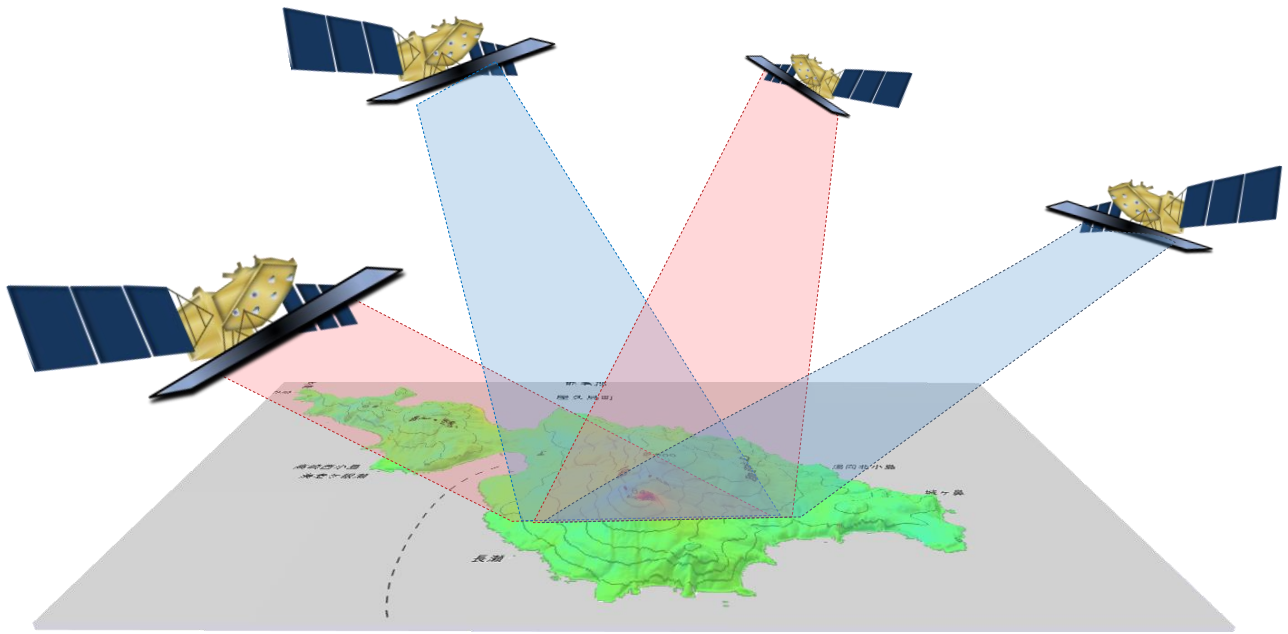
「衛星SARによる上下変動測量マニュアル」の利用拡大へ



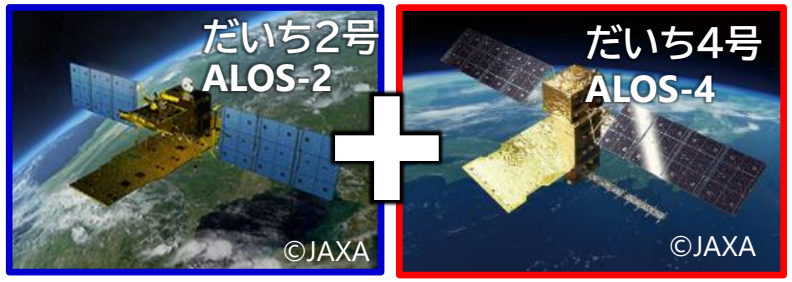
「だいち2号」「だいち4号」並行観測データの活用

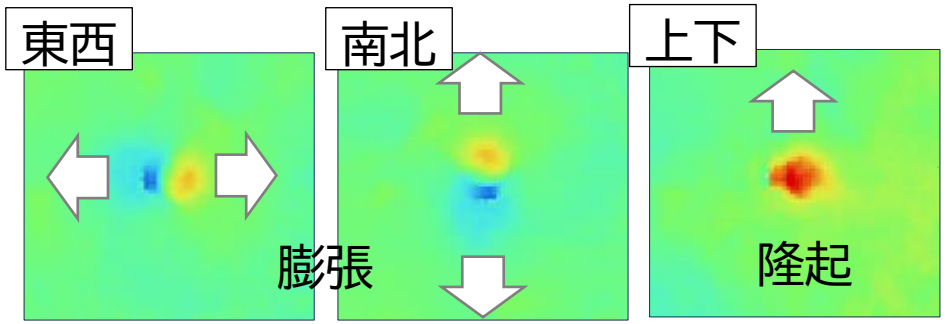
国土地理院

- 「だいち2号」と「だいち4号」の観測データの組合せによる**長期変動の把握**
- **地震や火山活動などの災害発生に伴う緊急観測の即時性の向上**
- **3次元解析**の精度・有効性の検証



異なる方向からの衛星－視線方向の変動量により、
東西・南北・上下成分の変動量を推定



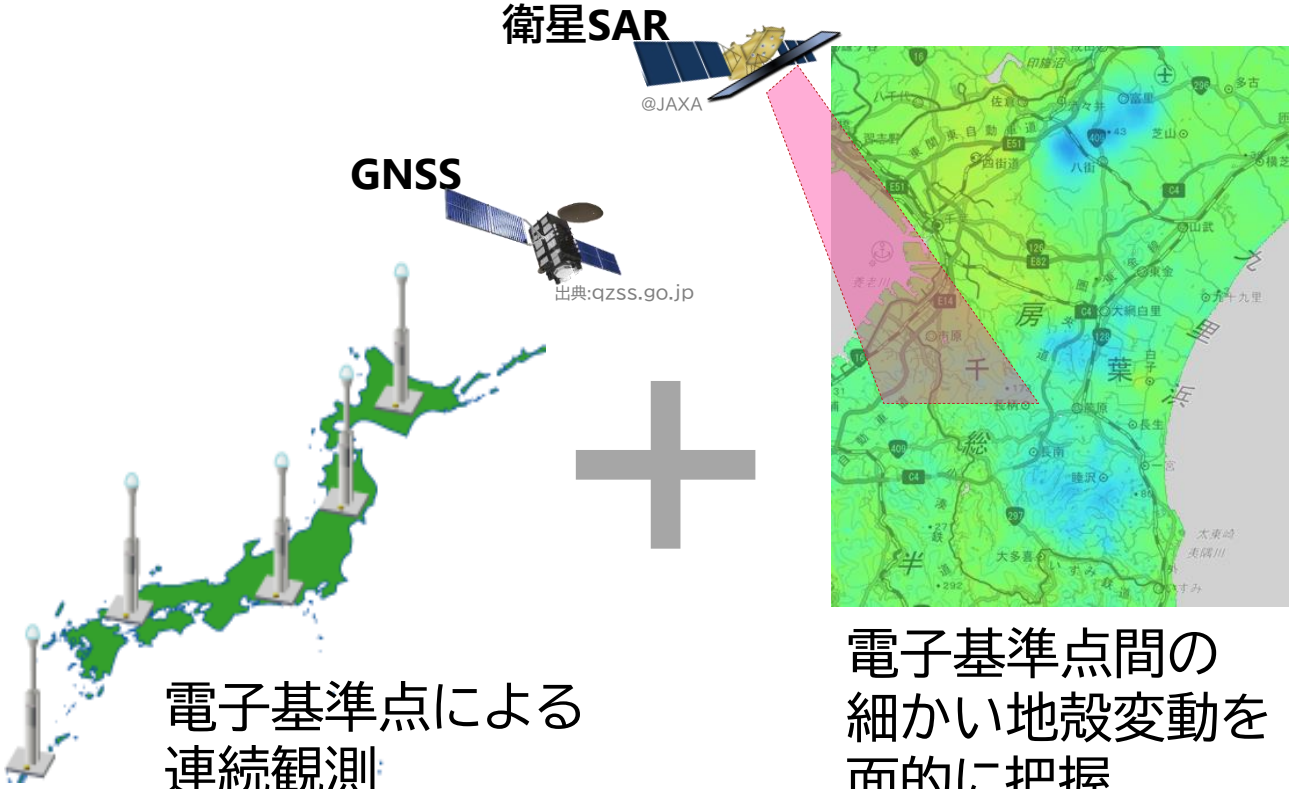


国家座標(位置の基準)の維持・管理への活用推進

国土地理院

地殻変動による位置の変化を**3次元**で**面的**により詳細に把握

➡ **地殻変動に伴う位置の変化の補正** や
測量の基準点の成果改定への活用が可能に



御清聴ありがとうございました。

謝辞

全国の干渉SAR時系列解析及びSAR干渉画像に使用しただいち2号（ALOS-2）データ及びだいち4号（ALOS-4）データの所有権は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にあります。これらのデータは、JAXAとの協定に基づき、JAXAから提供されました。

数値気象モデルは、「電子基準点等観測データ及び数値予報格子点データの交換に関する細部取り決め協議書」に基づき、気象庁から提供されました。