

3. 8 (参考) 干渉 SAR による構造線断層帯周辺の地殻変動検出

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 干渉 SAR による構造線断層帯周辺の地殻変動検出

(b) 担当者

所 属	役 職	氏 名
国土地理院地理地殻活動研究センター	主任研究官	矢来 博司

(c) 業務の目的

GPS による地殻変動観測を空間的に補完し、糸魚川－静岡構造線断層帯周辺の地殻変動の面的分布を明らかにするため、干渉 SAR 解析を行う。得られた地殻変動から断層帯周辺の詳細な状況を把握する。

変動量が小さいと予想されるため、干渉 SAR による微小な地殻変動の検出技術の向上を目指し、活断層周辺域の地殻変動観測手法の確立に資する。

(d) 5 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 17 年度：

欧州宇宙機関（ESA）の衛星である ENVISAT の SAR データを用いて干渉 SAR 解析を行い、糸魚川－静岡構造線断層帯周辺の地殻変動の面的把握を試みた。

2) 平成 18 年度：

ENVISAT により新たに観測されたデータを用いて、17 年度に購入したデータとあわせ干渉 SAR 解析を行う。また、干渉性に優れる L-band の SAR を搭載する陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) の SAR データを用いて干渉 SAR 解析を試行し、山岳部での干渉性を確認した。

3) 平成 19 年度：

ENVISAT、「だいち」の SAR データの干渉 SAR 解析を継続して実施した。

4) 平成 20 年度：

ENVISAT、「だいち」の SAR データの干渉 SAR 解析を継続して実施する。

5) 平成 21 年度：

ENVISAT と「だいち」の SAR データによる干渉 SAR 解析の結果を統合し、糸魚川－静岡構造線断層帯周辺の地殻変動を面的に明らかにする。

(e) 平成 19 年度業務目的

ENVISAT および「だいち」の SAR データを用いて干渉 SAR 解析を行い、糸魚川－静岡構造線断層帯周辺の地殻変動の面的把握を試みる。

ENVISAT の SAR センサは波長 5.6 cm (C-band) のマイクロ波を利用している。C-band の SAR で

は、市街地などでは干渉が得られるが、植生に覆われている山岳部などでは干渉が得られ難いことが知られている。しかし、地殻変動の検出感度が高いことから、変動量が小さな地殻変動現象の検出には適している。そこで、ENVISAT データを用いた干渉 SAR 解析を実施し、断層帯近傍の地殻変動の把握を図る。今年度は、糸静線南部を対象とし、解析を行う。

ENVISAT ではこの地域の大部分を占める山岳部での変動を把握することができないため、山岳部を含めた地域全体の地殻変動を面的に把握するためには、C-band よりも干渉性の高い SAR を用いる必要がある。2006 年 1 月に打ち上げられた「だいち」が搭載する PALSAR は波長の長い (23.6 cm) L-band のマイクロ波を用いている。L-band の SAR は植生を透過することから干渉性が高く、山岳地域などでも干渉が得られることが多い。そこで、「だいち」PALSAR データを用いた干渉解析を行い、山岳部における地殻変動把握の可能性について検討する。

(2) 平成 19 年度の成果

(a) 業務の要約

ENVISAT の SAR データを用いて干渉 SAR 解析を行い、糸魚川ー静岡構造線断層帯南部での地殻変動の面的把握を試みた。解析の結果、山岳部では干渉が得られなかったものの、諏訪湖周辺や甲府盆地など断層帯近傍では比較的良好な干渉が得られ、山間部に点在する谷間の平坦部などでも干渉が得られることがわかった。

L-band のマイクロ波を用いる「だいち」PALSAR データを用いた干渉解析を実施した。この地域の大部分を占める山岳部を含め、ほぼ全域にわたって干渉が得られたことから、「だいち」のデータを用いることにより本地域の山岳部の地殻変動を把握することができると考えられる。

(b) 業務の成果

(b-1) ENVISAT データの SAR 干渉解析

ENVISAT の SAR データを用いて干渉解析を行い、糸魚川ー静岡構造線断層帯近傍の地殻変動の面的把握を試みた。今年度は糸静線南部を対象とし、解析には Track031、Frame2889、観測モード IS2 のシーンを用いた (図 1)。地形縞の除去に既存のデジタル標高モデル (DEM) を用いる 2 パス法 (Massonnet et al., 1993) を適用し、既存の DEM として国土地理院の 50 m メッシュ DEM を用いた。Delft 大学が公開している精密軌道情報を利用して軌道縞、地形縞のシミュレーションを行い、差分干渉画像を得た。

干渉性の低い C-band で可能な限り干渉領域を広く得るため、軌道間距離が短く、かつ観測間隔が比較的短いペアを選び、2003 年 3 月から 2007 年 3 月までの 6 ペアを解析した。解析結果の例を図 2 に示す。諏訪湖周辺や甲府盆地で良好な干渉が得られている。山岳部ではほとんど干渉していないが、山間部の平坦地などでは干渉が得られている。

得られた位相変化量から変動量を算出したところ、諏訪湖の西岸を基準とすると、甲府盆地中央部付近では衛星から遠ざかる方向（西向き or 沈降）へ約 0.7 cm/年の速度で変動しているという結果が得られた。GEONET で捉えられている変動と比較すると、変動の向きは調和的であるが、速度はやや大きい。ただし、今回の解析結果には軌道情報の誤差が含まれていると考えられることから、今後さらに解析を進めることにより、GEONET と整合する結果が得られる可能性もある。

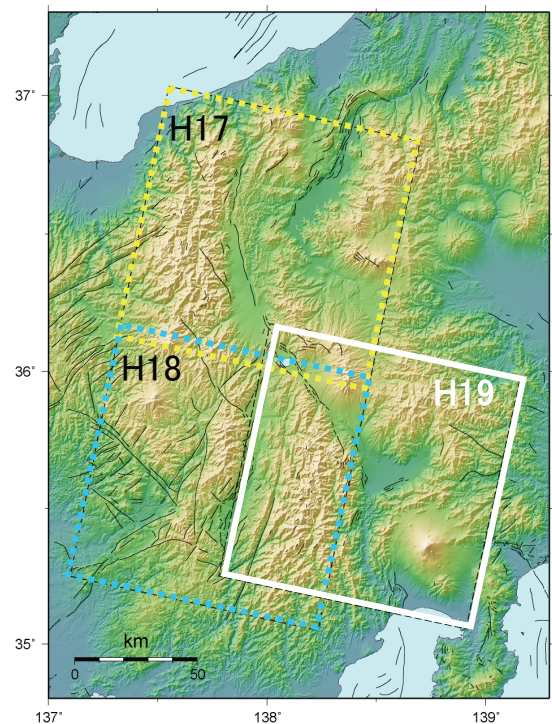


図 1 解析に用いた ENVISAT/SAR データの観測範囲。平成 19 年度（白枠）は糸魚川－静岡構造線南部を対象とした。

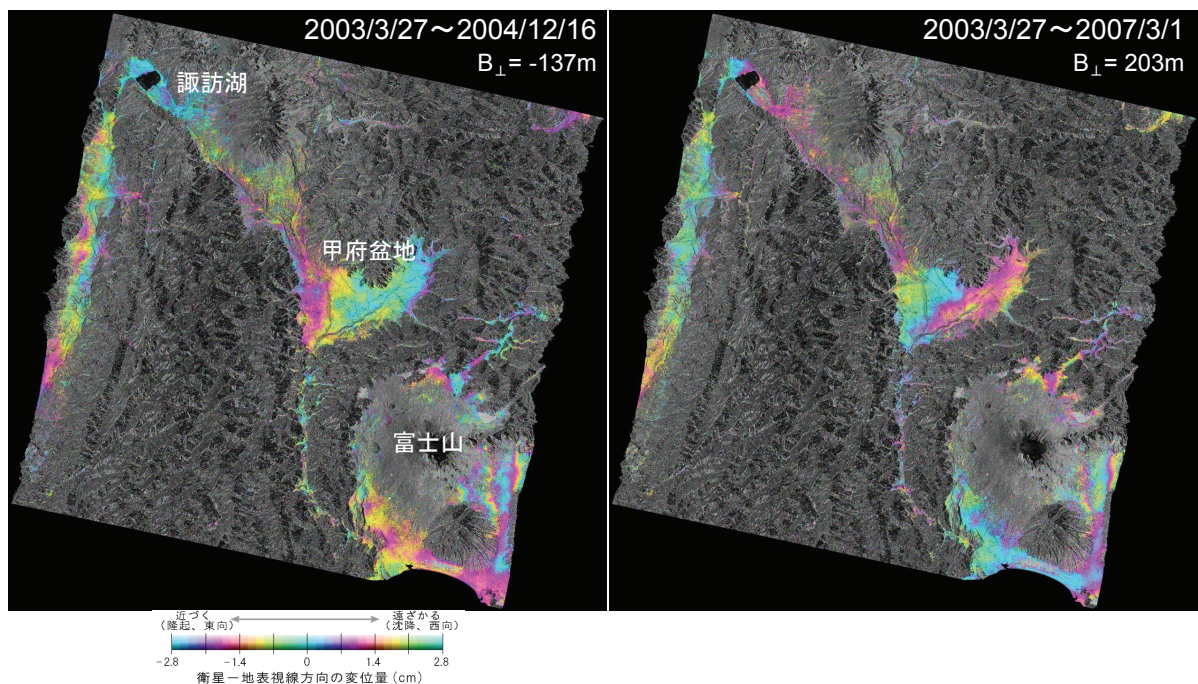


図 2 ENVISAT データの解析で得られた糸魚川－静岡構造線南部の干渉画像の例。諏訪湖や甲府盆地など地形的に平坦な領域で干渉が得られている。

(b-2) 「だいち」データの SAR 干渉解析

「だいち」PALSAR データを用いた干渉解析を行い、この地域の山岳部における干渉性を調査した。

解析には Ascending 軌道（北行軌道）の Path408、Frame710～720、及び Path409 のデータを用いた（図 3）。解析ソフトウェアとして国土地理院で開発された GSISAR を使い、2 パス法により差分干渉画像を得た。

解析の結果、ほぼシーン全体にわたって干渉が得られた（図 4）。従って、「だいち」PALSAR データを用いることにより山岳部における変動の把握が可能であるといえる。

今回得られた干渉画像には位相変化が見られるが、ペアごとに位相変化領域が異なり、分布に一貫性がない。そのため、これらのほとんどが地殻変動ではなく大気中水蒸気による位相遅延ノイズであると考えられる。これらの位相変化の大きさは変動量に換算して数 cm にもなる。検出しようとする地殻変動の大きさが 1～2 cm/年であることから、変動を抽出するためにはスタッキング処理等によって気象ノイズの低減を図る必要がある。

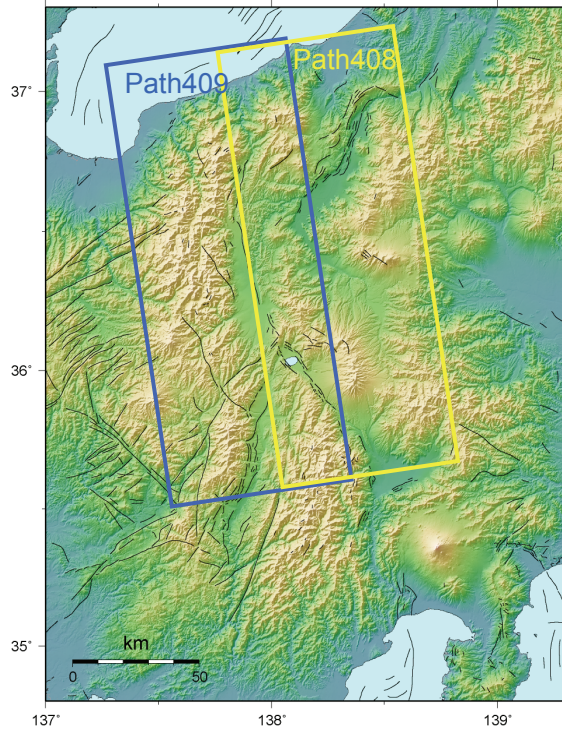


図 3 解析に用いた ALOS/PALSAR データの観測範囲。

Path:409

2007/7/18～9/2

2007/9/2～10/18

Path:408

2007/7/1～8/16

2007/8/16～10/1

2007/10/1～11/16

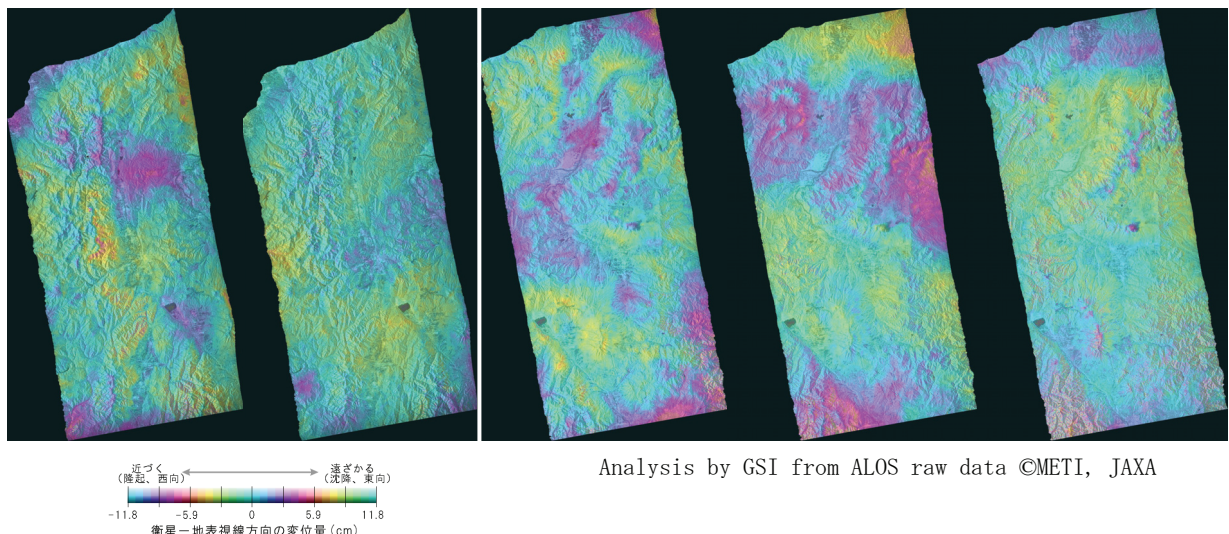


図 4 「だいち」PALSAR データの解析により得られた干渉画像。いずれも 1 回帰周期（46 日）のペアを解析したもの。いずれのペアでもほぼ全域で干渉が得られている。

なお、山岳部においても干渉が得られたことにより、地すべりなどの山岳部での局所的な地表面変動が検出された（図5）。地殻変動観測ではこのような擾乱を受けていないことが望ましいことから、本重点観測での「3. 7 GPS 観測による詳細地殻変動分布の解明」で実施されている GPS キャンペーンの観測点周辺で局所的な変動が検出されていないかを調査した。その結果、今回の解析期間では、繰り返し観測点は全て地すべり等の影響を受けていないことが分かった。しかし、今後にわたって影響を受けないという保証はないため、今後も干渉画像により確認することが望ましいといえる。

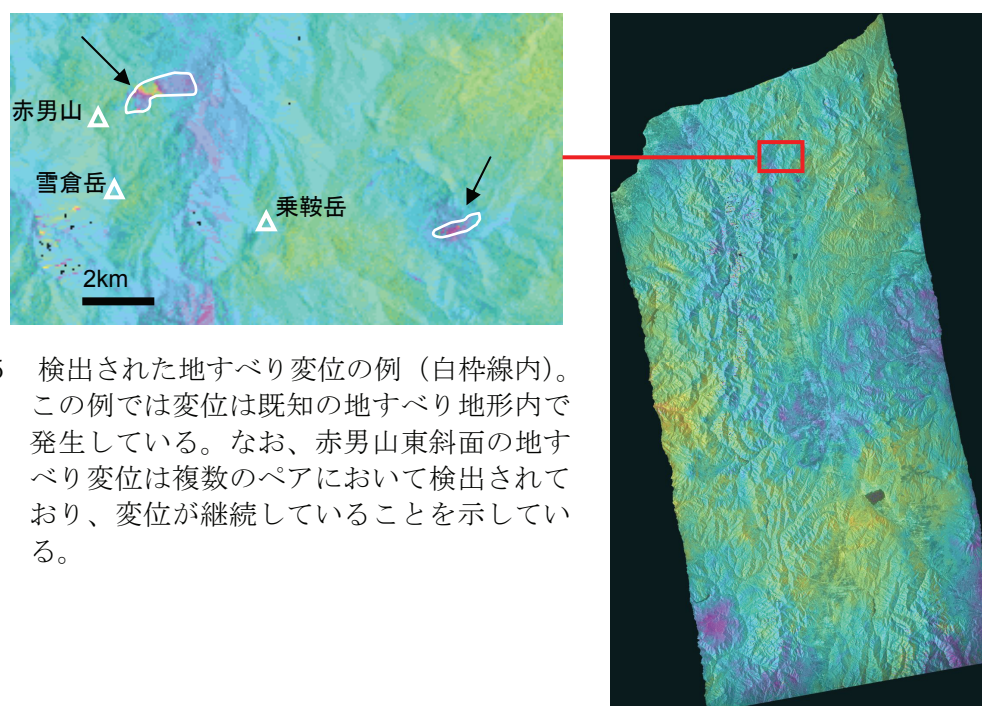


図5 検出された地すべり変位の例（白枠線内）。この例では変位は既知の地すべり地形内で発生している。なお、赤男山東斜面の地すべり変位は複数のペアにおいて検出されており、変位が継続していることを示している。

(d) 結論ならびに今後の課題

ENVISAT データの干渉 SAR 解析により、諏訪湖周辺、甲府盆地や山間部の平坦地で干渉が得られ、糸静線南部の断層帯近傍の微小な地殻変動を面的に明らかにできる可能性が示された。

「だいち」PALSAR データの干渉解析により、山岳部を含めたほぼシーン全体にわたって干渉が得られた。従って、「だいち」PALSAR データを用いることにより山岳部における変動の把握が可能であるといえる。ただし、得られる干渉画像には検出しようとする地殻変動の大きさと同程度の大気中水蒸気による位相遅延ノイズが含まれることから、変動を抽出するためにはスタッキング処理等によって気象ノイズの低減を図る必要がある。

(e) 引用文献

- 1) Fujiwara, S., P. A. Rosen, M. Tobita and M. Murakami (1998): Crustal deformation measurements using repeat-pass JERS 1 synthetic aperture radar interferometry near the Izu Peninsula, Japan, J. Geophys. Res., 103, 2411-2426.
- 2) Massonnet, D., M. Rossi, C. Carmona, F. Adragna, G. Peltzer, K. Feigl and T. Rabaute (1993): The displacement field of the Landers earthquake mapped by radar

interferometry, Nature, 364, 138-142.

(3) 平成 20 年度業務計画案

ENVISAT の SAR データを用いた干渉解析を継続して実施する。また、干渉性を向上させるための手法について検討する。

「だいち」 PALSAR データを用いて干渉解析を継続して実施する。スタッキング処理等により研究対象地域に含まれる北アルプスなど山岳部の地殻変動抽出を試みる。