だいち/PALSARのSAR干渉法による樽前山溶岩ドームの隆起*

Ground Deformation of Lava Dome on Mt.Tarumae volcano detected by InSAR of ALOS (Daichi) / PALSAR

気象庁気象研究所**

Meteorological Research Institute, JMA

1.はじめに

北海道の樽前山では1999年秋にA火口において弱い赤熱現象が観測されて以降､おもに熱活動を中心とした活動が山頂溶岩ドームを中心に活発である。気象研究所では山頂溶岩ドームにおける繰り返しGPS観測を1999年（2002年～道立地質研が共同参加、2006年～札幌管区火山監視・情報センター実施）から開始し、活動に伴った局所的な地殻変動を捉えている。2006年1月に打ち上げられた陸域観測衛星ALOS（だいち）に搭載されている合成開口レーダーPALSARは、現在まで順調に稼動を続けており、最長約3年半の干渉ペアが可能となり、SAR干渉法を用いた面的な地殻変動の検出を試みたので報告する。

2.使用データ

	Scene	Slave-Master (Span)	Mode	Off-nadia
①	403-840（アセンディング）	2006/5/20-2008/11/25(920日)	FBS - FBS	41.5
②	54-2760（ディセンディング）	2006/5/21-2009/11/29(1288日)	FBD - FBS	41.5
③	58-2760（ディセンディング）	2006/6/12-2009/8/5(828日)	FBS - FBS	34.3
④	57-2760（ディセンディング）	2007/7/14-2009/10/19(1150日)	FBS - FBS	34.3

3.結果

干渉ペアの時系列を第１図に示し、得られた干渉画像を第２図に示す。これによると特に溶岩ドーム周辺において、時間的コヒーレンス劣化や積雪の影響などによるノイズと思われる位相変化が重畳している場合（第２図の③や④）もあるが、期間最長ペア（第２図の②）では衛星垂直軌道間距離も短く良い干渉結果が得られた。その結果、山頂溶岩ドーム付近のごく局所的な場所において衛星に近づく方向の位相差が検出された（第３図に拡大図)。この結果は札幌管区気象台火山監視・情報センターが年１～２回行っている山頂溶岩ドーム周辺の繰り返しGPS観測結果ともよく整合しており、熱活動の高まりによる山頂溶岩ドームの局所的な地殻変動を捉えたと考えられる。MaGCAP-V（福井ほか 2010）を用いて、茂木モデルによる圧力源推定の比較を行った。2006/10～2009/10の繰り返しGPS観測結果を用いた圧力源推定では、溶岩ドーム直下約200m（標高約 840m）に体積増加量 $6.4\times10^{3}m^{3}$ の圧力源が推定された（第４図)。一方、2006/5～2009/11のSAR干渉データを用いた圧力源推定では、同じく山頂溶岩ドーム直下約220m（標高約820m）に体積増加量 $1.3\times10^{4}m^{3}$ の圧力源が推定された（第５図)。圧力源の位置は双方で大差ないが、体積増加量はSAR干渉解析結果から推定した圧力源の方が約2倍大きな結果となった。これは、SAR

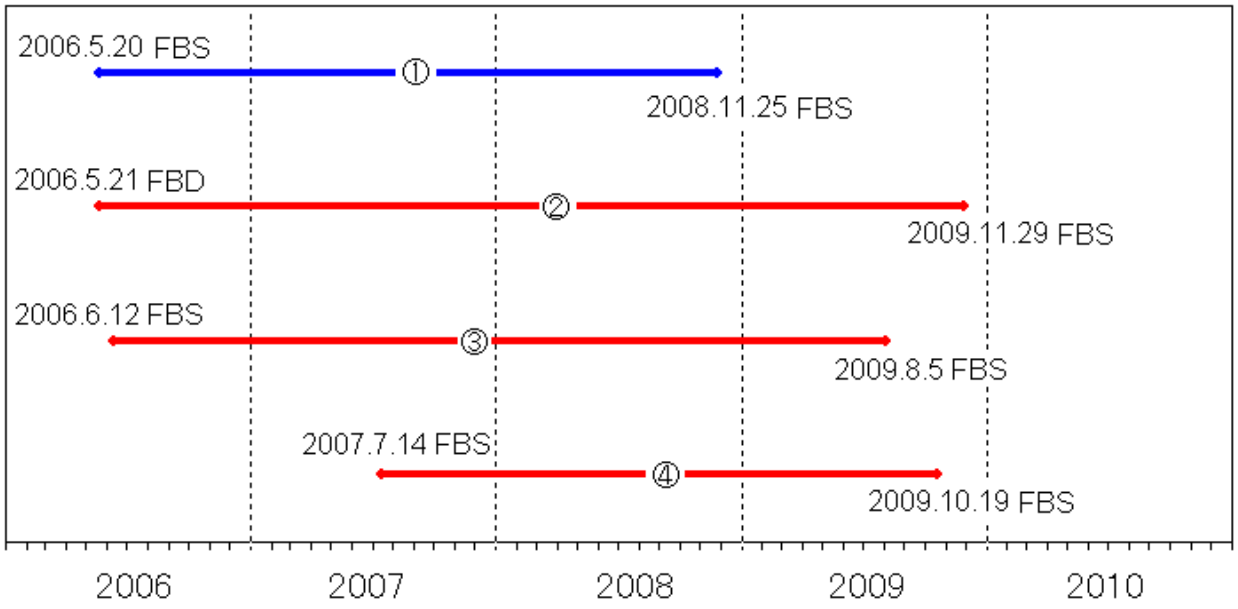
＊2010年8月24日受付

＊＊安藤　忍

干渉解析ペアの期間は GPS キャンペーン観測データよりも約半年長い事、および GPS キャンペーン観測データを使用した圧力源推定は山頂溶岩ドームの観測点変動量に大きく依存しているのに対し、SAR 干渉解析結果は溶岩ドームを中心として 1.2km 四方を計算に用いており、圧力源推定計算に使用したデータ量の違いが体積増加量の差に反映されている可能性がある。

謝辞

本解析で用いた PALSAR データの一部は、火山噴火予知連・衛星解析グループの活動により観測・提供されたものである。また、一部は PIXEL で共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約により JAXA から提供されたものである。PALSAR に関する原初データの所有権は経済産業省および JAXA にある。なお解析には、宇宙航空研究開発機構の島田政信氏により開発されました SIGMA-SAR を使用させていただき、描画方法について北海道大学奥山哲氏および JAXA 宮城洋介氏に多大な助言を頂いた。記してお礼申し上げます。なお、干渉処理では国土地理院発行の『数値地図 50m メッシュ（標高)』を、MaGCAP-V の圧力源推定には基盤地図情報 10m メッシュを使用した。

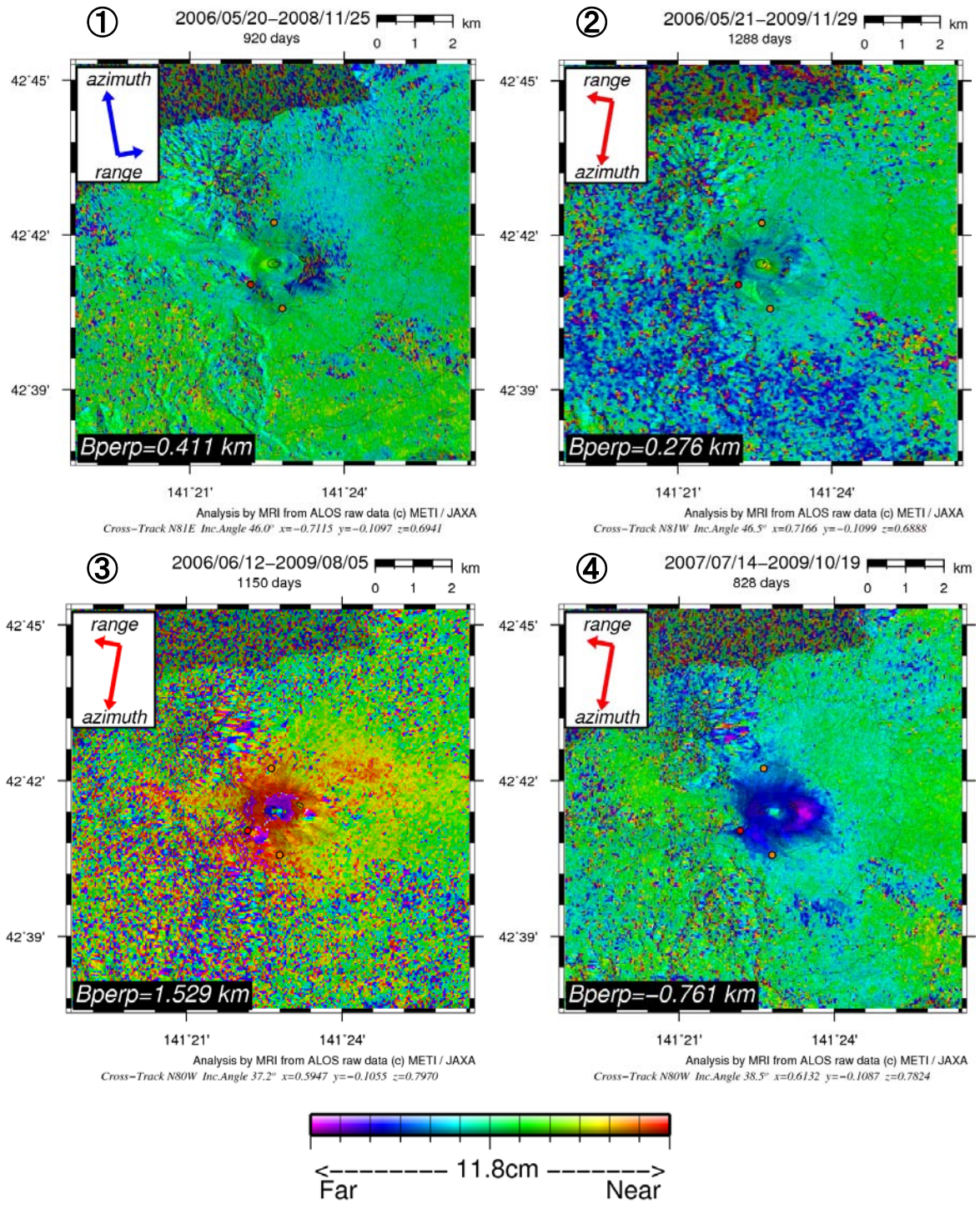


第 1 図. ALOS/PALSAR 撮像日と干渉画像ペアの時系列

赤線は南行き軌道、青線は北行き軌道のデータを示す(丸数字は第 2 図の干渉画像に対応)。

Fig.1 Time series of the InSAR pair and Acquisition date of ALOS/PALSAR.

The blue line shows the ascending orbit pair.　Red lines show the descending orbit pair.　Numbers indicate interferometric pairs in Fig.2.



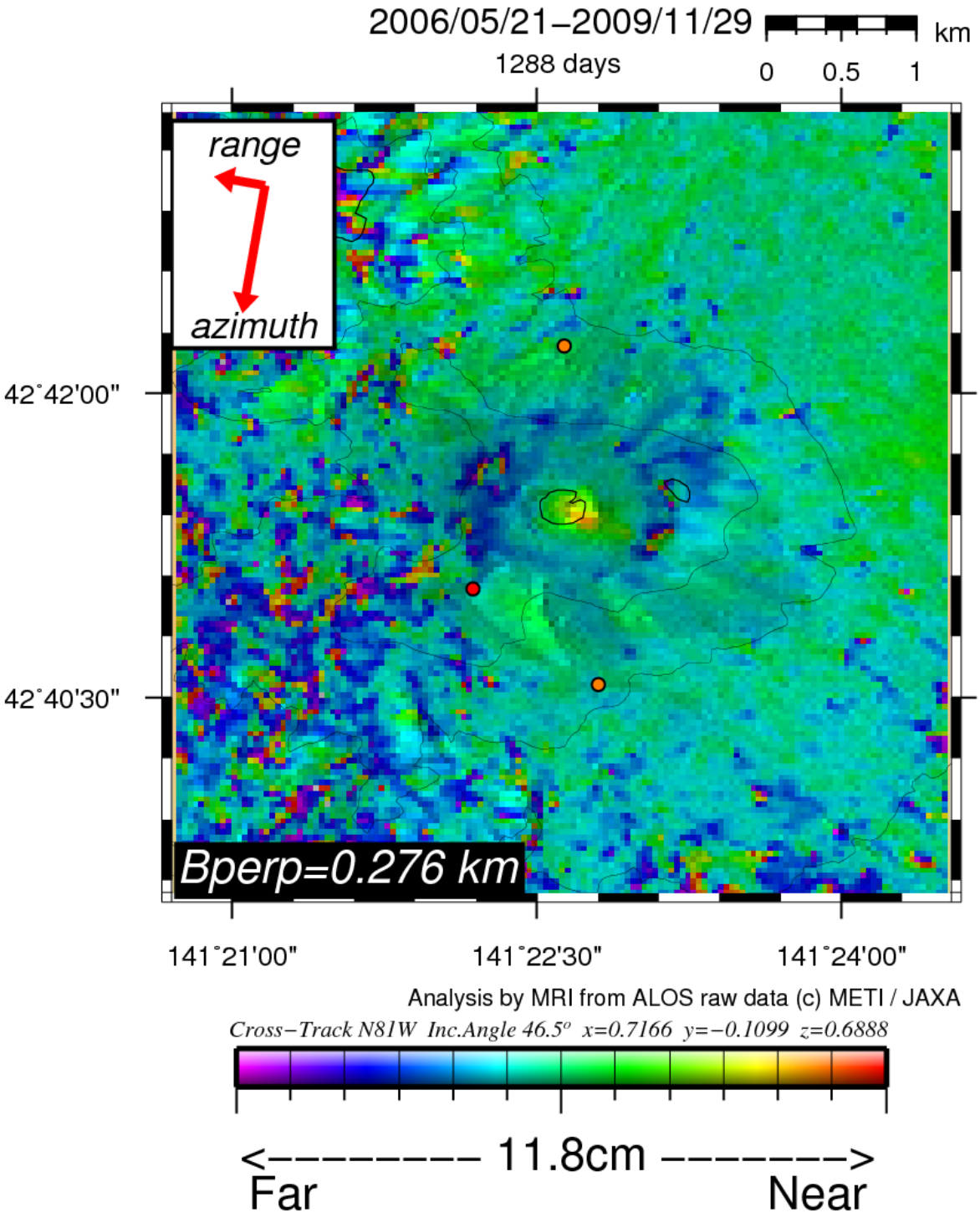
第２図．山頂溶岩ドーム周辺の干渉画像結果

（●は気象庁、●は国土地理院の GPS 連続観測点を示す）

ペアによっては標高相関の気象ノイズが重畳しているが、溶岩ドームの局所的な位相変化が認められる（例えば②で顕著→第３図に再掲）。

Fig.2 Interferogram images around the lava dome on Mt.Tarumae volcano.

Most of images include meteorological noise correlated the altitude, but the ground deformation toward the satellite in the radar line-of-sight direction can be seen around the lava dome on summit in Mt.Tarumae (such as Fig.2-2). Orange and red circles indicate continuous GPS stations each of JMA and GSI.



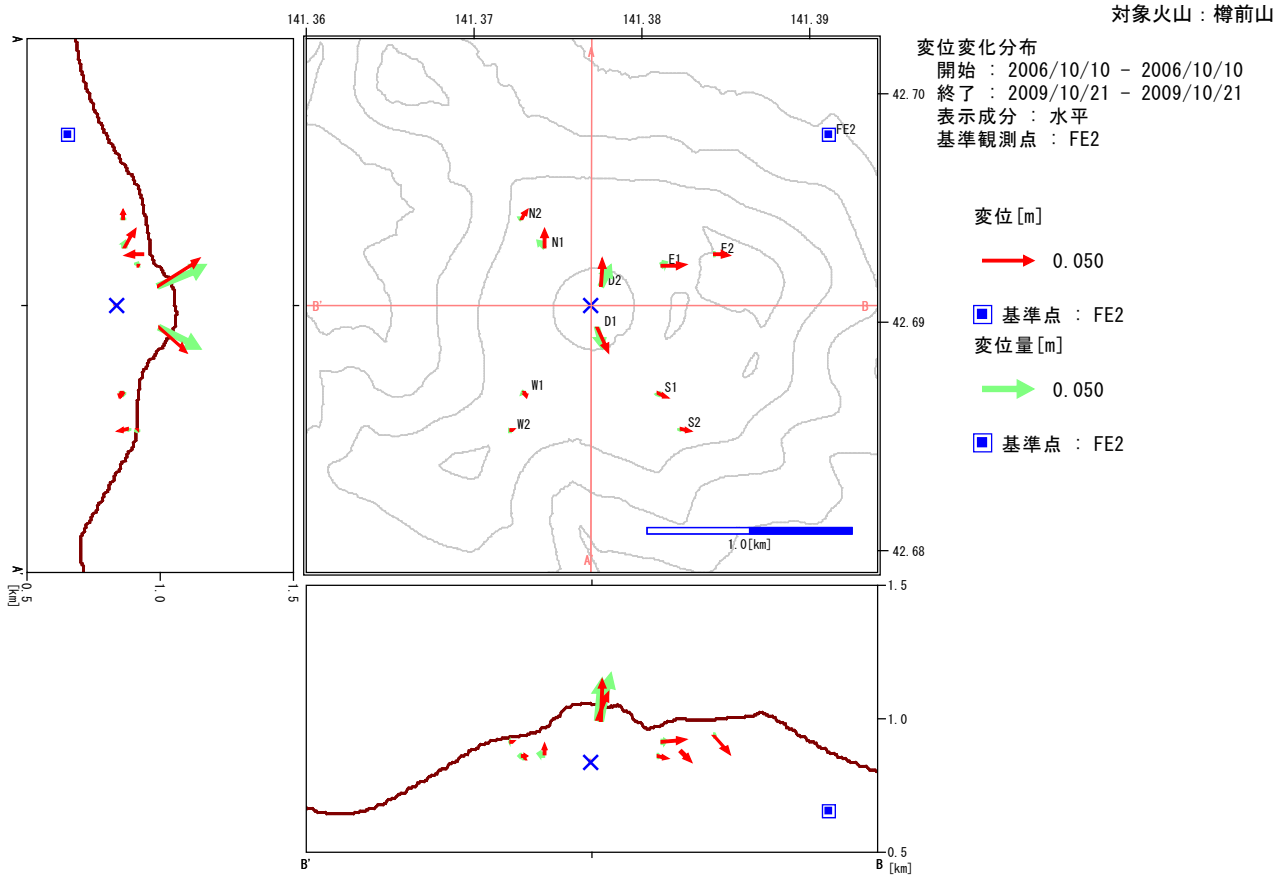
第 3 図．2006/5/21-2009/11/29 の干渉画像（第 2 図の②を拡大したもの）

（●は気象庁、●は国土地理院 GPS 連続観測点を示す）

山頂溶岩ドームの局所的な地殻変動（衛星に近づく方向に数 cm）が認められる。

Fig.3 Interferogram image around the lava dome from May 21st, 2006 to November 29th, 2009.

The ground deformation toward the satellite in the radar line-of-sight direction can be seen around the lava dome on the summit at Mt.Tarumae (enlarged image of Fig.2-2). Color circles are same as Fig.2.

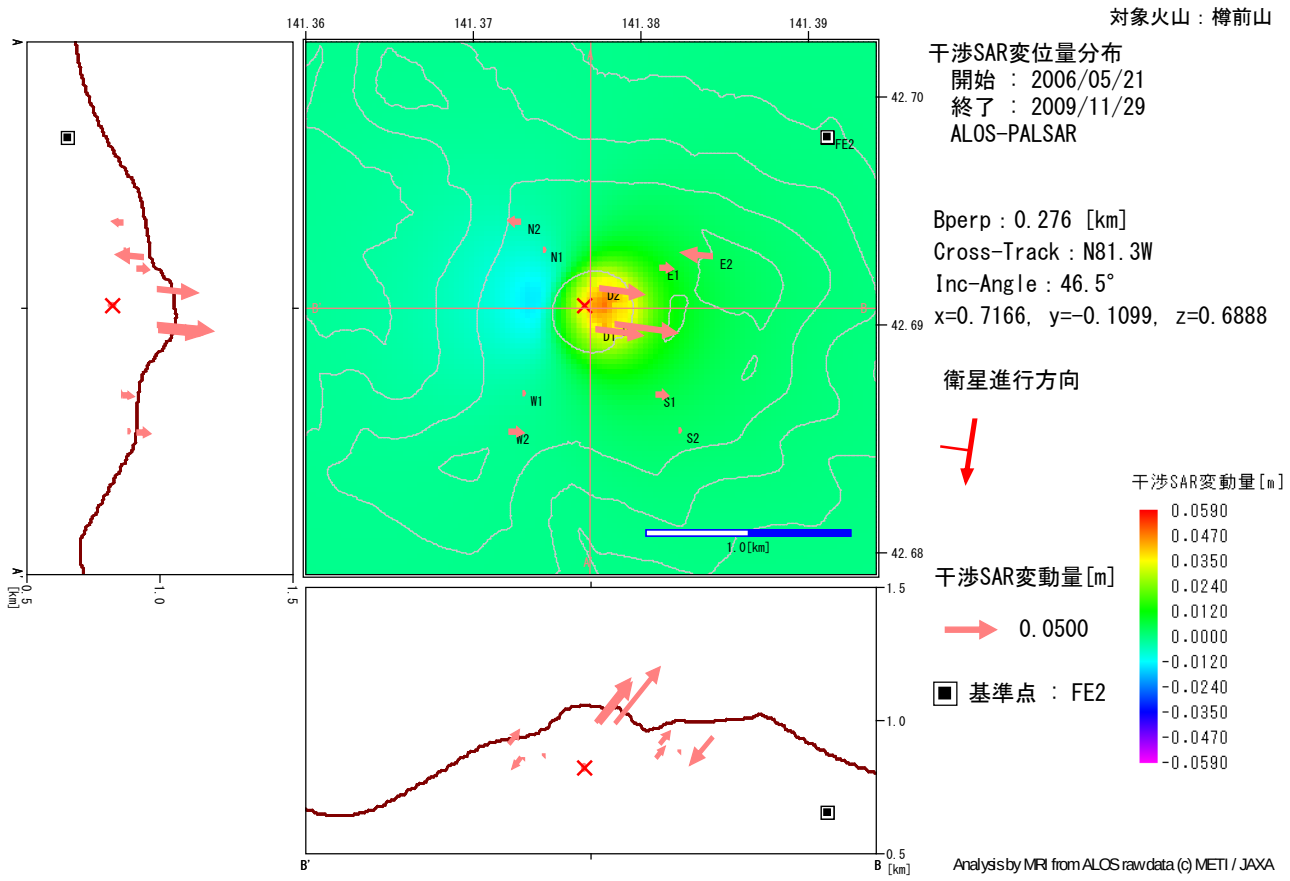


第 4 図．GPS 繰り返し観測による圧力源推定（期間：2006/10～2009/10）

山頂溶岩ドーム直下約 200m（標高約 840m）付近に 6.4×10^{3}m^3 の体積増加量をもつ圧力源（×）が推定された（赤線は観測値、緑は推定値を示す。モデル計算には各ベクトル成分（垂直変動量の重みは水平変動量の 0.8 倍）を用いて MaGCAP-V（福井ほか 2010）を使用した）。

Fig.4 Pressure source of point calculated for campaign GPS data.

×: Pressure source of point, which has inflation volume of 6.4×10^{3}m^3, estimated directly beneath of the lava dome (about 840m a.s.l.). Red vectors indicate an observed deformation. Green vectors indicate estimated deformation by the Mogi point pressure source. We used MaGCAP-V (Fukui *et al.*, 2010) for a model calculation. (weighting of the perpendicular deformation is 80％ of horizontal deformation).



第 5 図．SAR 干渉法による圧力源推定（期間：2006/5～2009/11）

山頂溶岩ドーム直下約 220m（標高約 820m）付近に $1.3\times10^4m^3$ の体積増加量をもつ圧力源が推定された（矢印は繰り返し GPS 観測点における SAR 干渉解析結果の衛星視線方向変動量（観測値）、背景の色は SAR 干渉法により推定された圧力源（×）から推定される位相変化パターンを示す）。

Fig.5 Pressure source of point calculated for InSAR data.

×: Pressure source of point, which has inflation volume of $1.3\times10^4m^3$, estimated directly beneath of the lava dome (about 820m a.s.l.). Light red vectors indicate an observed deformation of line-of-sight (LOS) in GPS station by SAR interferometry. Color pattern map indicate estimated deformation of LOS by Mogi point pressure source. We used MaGCAP-V (Fukui *et al.*, 2010) for a model calculation with grid resampled image from May 21st, 2006 to November29th, 2009.