

桜島周辺の地殻変動*

Crustal Deformations around Sakurajima Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第1図(a)～(d)は、桜島周辺のGPS連続観測結果である。第1図(a)が基線図である。(b)から(d)の時系列グラフでは、左列に1997年1月～2010年5月までの長期的な時系列を、右列に2009年5月～2010年5月までの短期間の時系列グラフを示した。島内の基線で「鹿児島2」－「桜島」、「鹿児島3」－「桜島」に2010年の初め頃から伸びの傾向が見られる。(第1図(b))。始良カルデラを挟む基線では、長期的に伸びの傾向が続いている(第1図(c)(d))。

第2図(a)、(b)は、桜島周辺のGPS観測点における水平変動の観測結果である。2009年5月15日から10日間と、2010年5月15日から10日間の平均の差を取り、1年間の変動を示した。上段の第2図(a)は周辺部も含めたGEONET観測点における水平変動ベクトルで、始良カルデラを中心として膨張の傾向が見られる。下段の第2図(b)は、桜島島内の気象庁によるGPS観測点のデータをGEONETの電子基準点での観測データと統合解析した水平変動ベクトル図である。島の東部で南東方向、南部で南向きのベクトルが見られる一方、北側では西向きのベクトルが見られ、桜島の膨張を示す変動と見られる。

第3図、第4図、第5図、第6図は、これらのGPS観測データに基づき、時間依存のインバージョン手法により、変動源を茂木ソースと仮定して体積の増減を時系列的に推定した結果である。第3図、は桜島島内の変動源(茂木ソース1)と始良カルデラの変動源(茂木ソース2)の体積変化時系列の推定結果である。第3図の上段は推定に用いた観測点の配置と仮定した変動源の位置図である。桜島島内の変動源は、2004年から2005年にかけて2百万立米の膨張をした後、小幅な増減を繰り返して推移し、2009年後半から2010年はやや膨張の傾向が強まっている。始良カルデラの変動源は、膨張速度に若干の変化はあるものの、ほぼ定常的に膨張を続け、2004年以降2010年初めまでに約4千万立米の膨張と推定され、その傾向は継続している。第4図(a)(b)は、推定された膨張源の変動による各観測点の地殻変動の計算値と、観測値を比較した時系列グラフである。始良カルデラの北側(021089電子基準点「隼人」)や東側(950489電子基準点「鹿児島福山」)などの変動が単調に進んでいる状況が始良カルデラ側の変動源の定常的な膨張に対応している。第5図は変動源を一つの茂木ソースと仮定した推定結果である。第5図上段は推定に用いた観測点の配置と仮定した変動源の位置図、第5図の下段は桜島北方の変動源の体積変化時系列の推定結果、第6図(a)(b)は推定された膨張源の変動による各観測点の地殻変動の計算値と、観測値を比較した時系列グラフである。変動源を2つと仮定した結果と大きく異なる点はないが、推定結果からの計算値と観測値の差は変動源を2つ仮定した場合の方がやや良い。

第7図、第8図は「だいち(ALOS)」PALSARによる桜島のSAR干渉画像である。第7図(a)(b)(c)は北行軌道(Ascending)による干渉画像である。上段(a)は2007年12月28日と2010年2月17日のペアで、約2年2ヶ月間の変動を見ている。有意な変動は認められない。中段(b)は2010年1月2日と2010年4月4日のペア、下段(c)は2010年2月14日と2010年4月4日のペアによる干渉画像である。(b)に、南岳西側で衛星から遠ざかる方向に変動が見られる。第8図(a)(b)(c)は南行軌道(Descending)による干渉画像である。上段(a)は2009年11月30日と2010年1月15日のペア、中段(b)は2009年

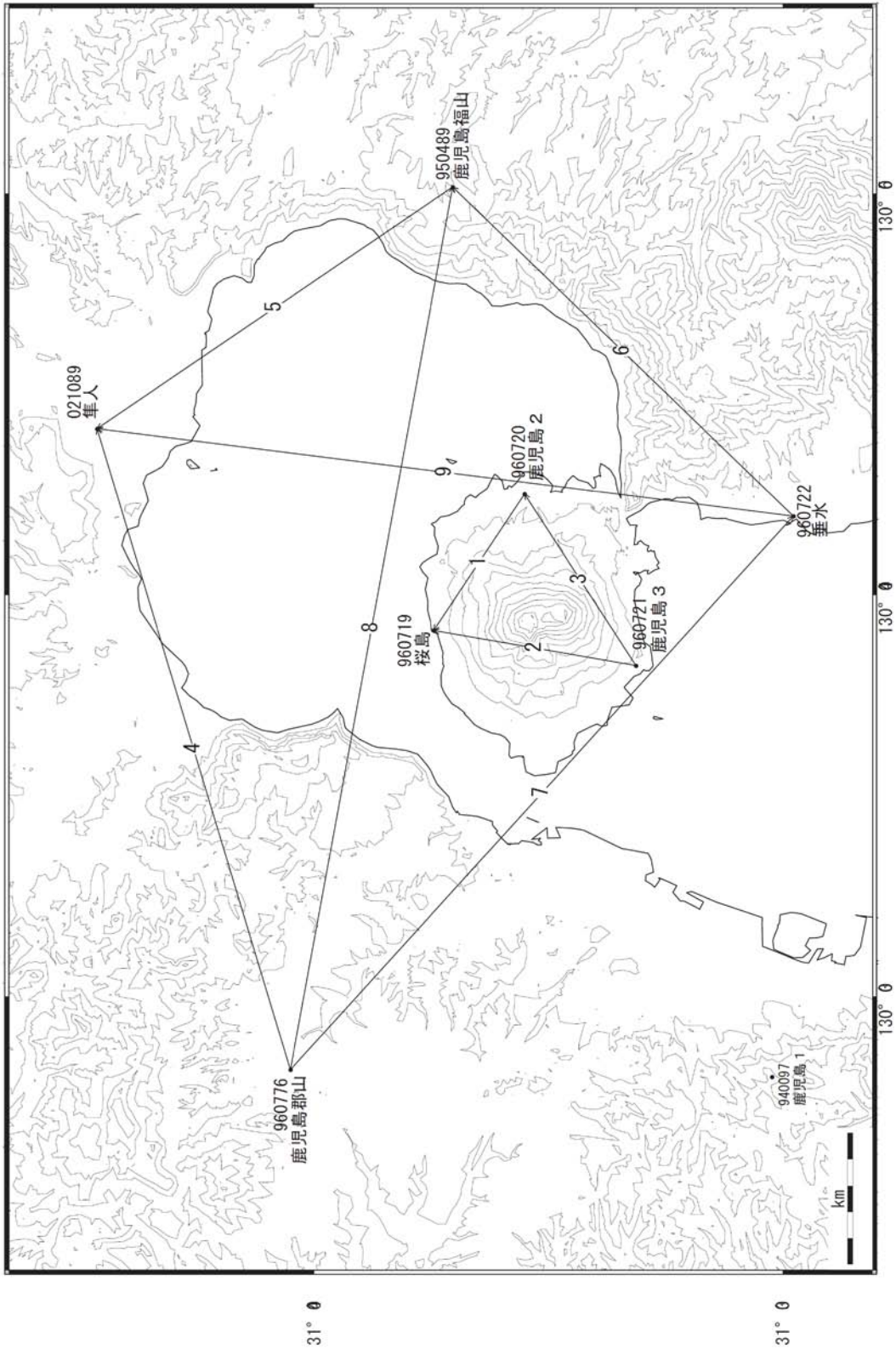
*2010年8月17日受付

11月30日と2010年3月2日のペア、下段(c)は2010年1月15日と2010年3月2日のペアによる干渉画像である。(b)と(c)に、南岳西側で衛星から遠ざかる方向に変動が見られる。これらを合わせると、2010年1月から3月にかけて南岳西側で沈降があったことを想像させるが、これと整合するGPSデータなどは得られていない。

謝辞

だいち/PALSARデータの所有権は、経済産業省および宇宙航空研究開発機構にあります。またデータは、国土地理院と宇宙航空研究開発機構との共同研究協定に基づいて、提供を受けたものです。この場を借りて、御礼申し上げます。

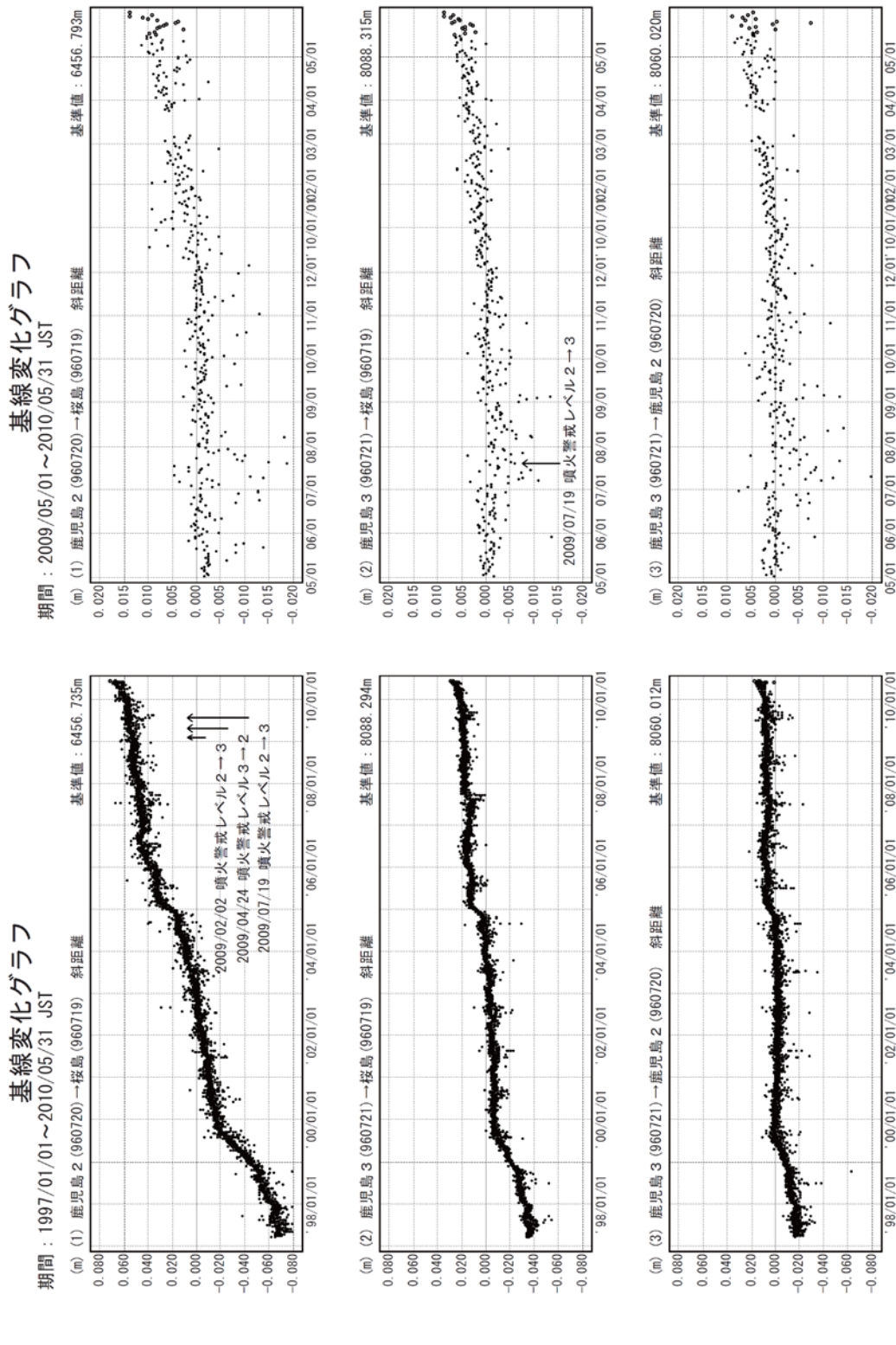
桜島周辺 GPS連続観測基線図



※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第1図(a) GPS連続観測点基線図

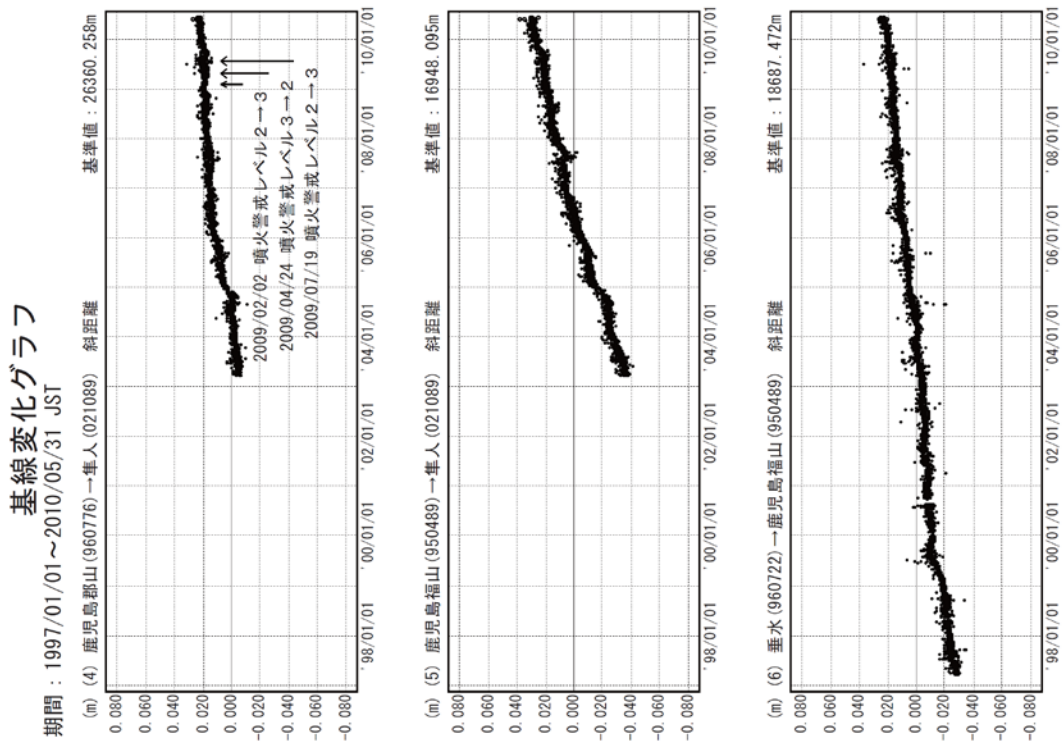
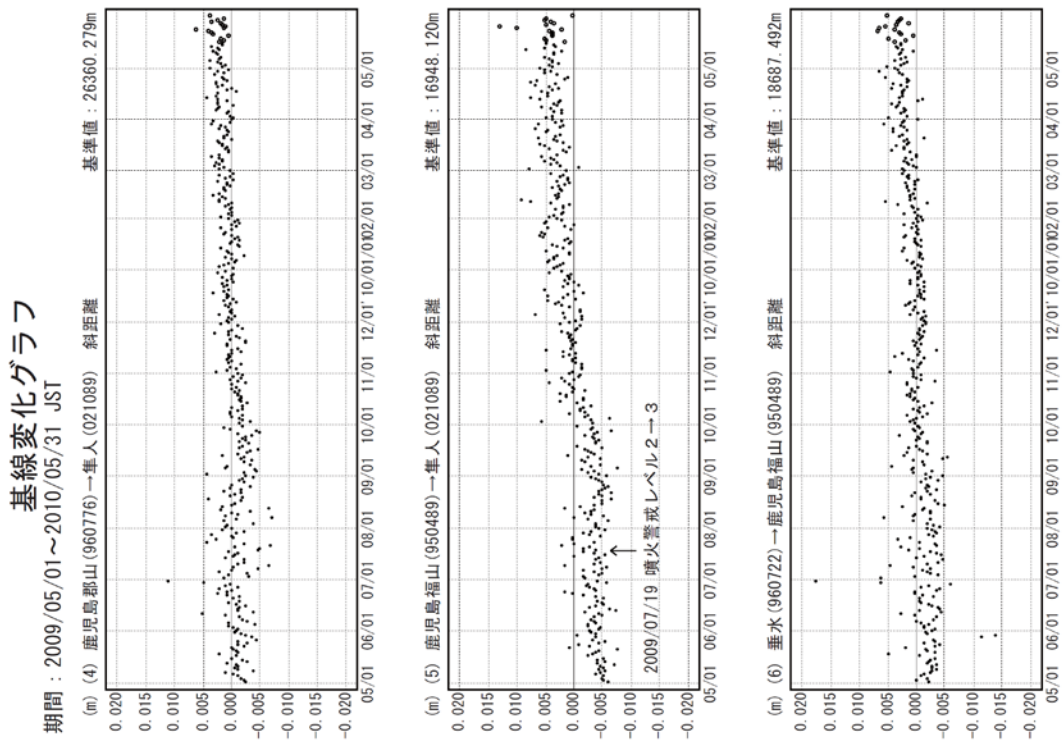
Fig.1(a) Site location map of the GPS permanent continuous measurements network around Sakurajima Volcano.



第1図(b) 桜島周辺のGPS連続観測結果

(基線長：左列1997年1月～2010年5月、右列2009年5月～2010年5月)

Fig.1(b) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano, Baseline length; (left) from January 1997 to May 2010, (right) from May 2009 to May 2010.

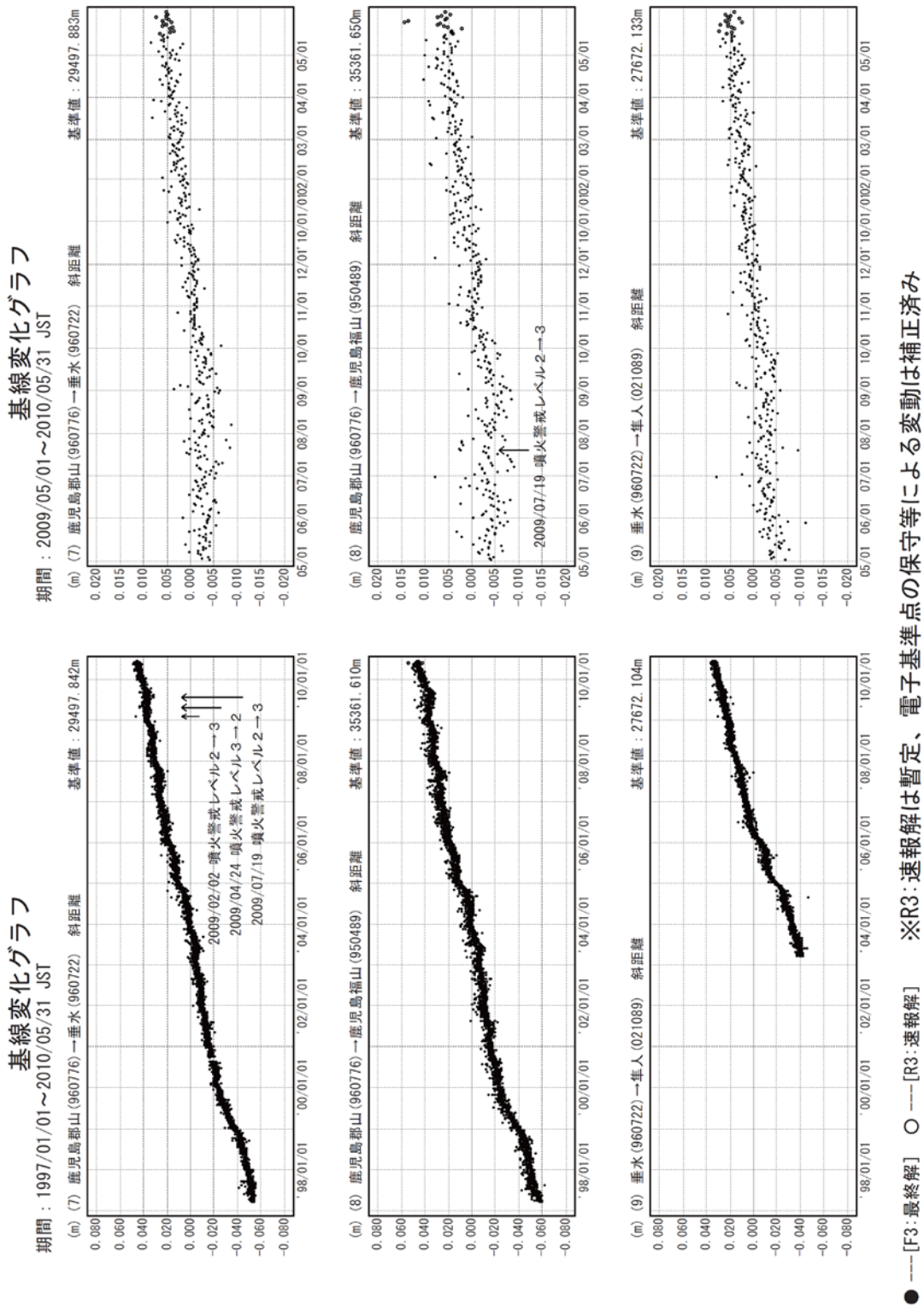


● ---[F3:最終解] ○ ---[R3:速報解] ※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第1図(c) 桜島周辺のGPS連続観測結果

(基線長：左列1997年1月～2010年5月，右列2009年5月～2010年5月)

Fig.1(c) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano, Baseline length; (left) from January 1997 to May 2010, (right) from May 2009 to May 2010.



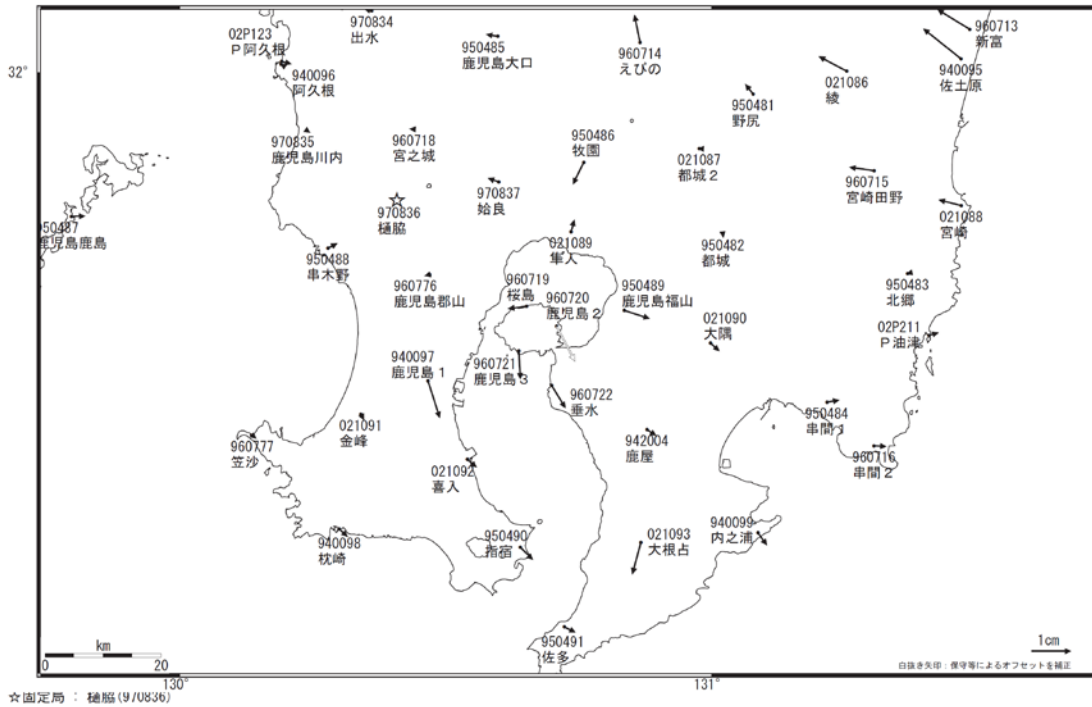
第1図(d) 桜島周辺のGPS連続観測結果

(基線長：左列1997年1月～2010年5月，右列2009年5月～2010年5月)

Fig.1(d) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano, Baseline length; (left) from January 1997 to May 2010, (right) from May 2009 to May 2010.

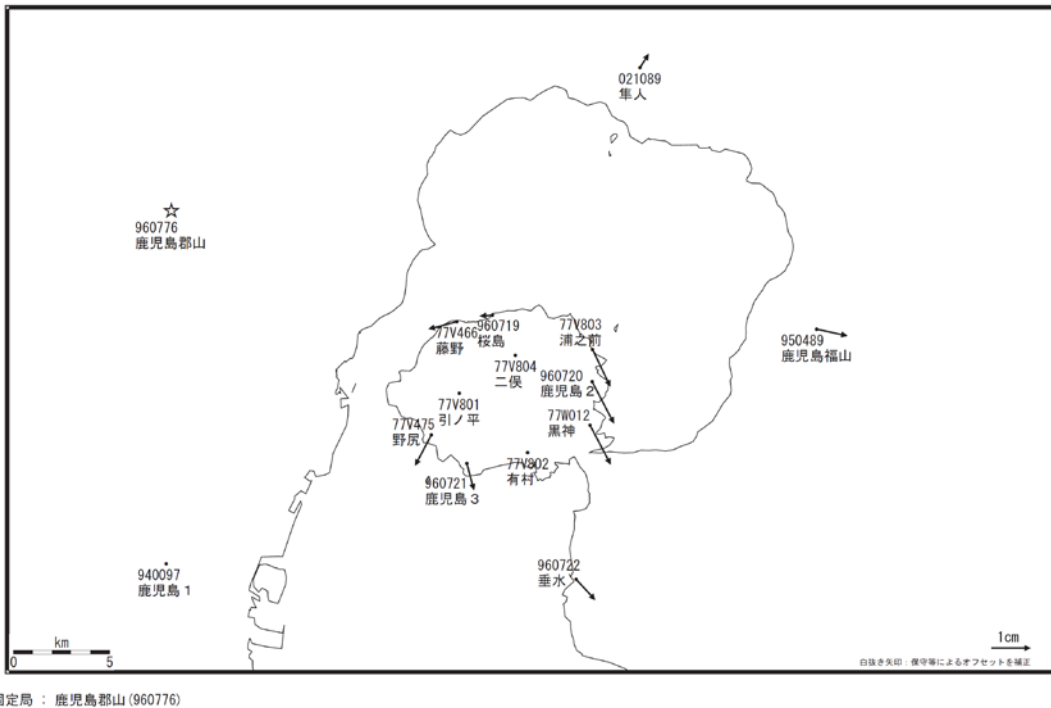
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み
 桜島周辺の地殻変動（水平）

基準期間：2009/05/15-2009/05/24[F3:最終解]
 比較期間：2010/05/15-2010/05/24[R3:速報解]



第2図(a) 桜島周辺における GEONET 観測点の水平変動ベクトル図（2009年5月～2010年5月）
 Fig.2(a) Horizontal displacements of GEONET stations around Sakurajima Volcano from May 2009 to May 2010.

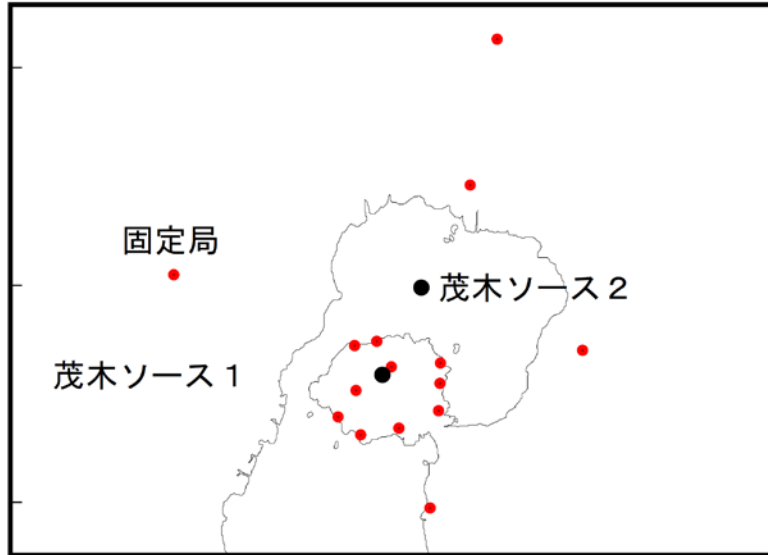
基準期間：2009/05/15-2009/05/24[F3:最終解]
 比較期間：2010/05/15-2010/05/24[R3:速報解]



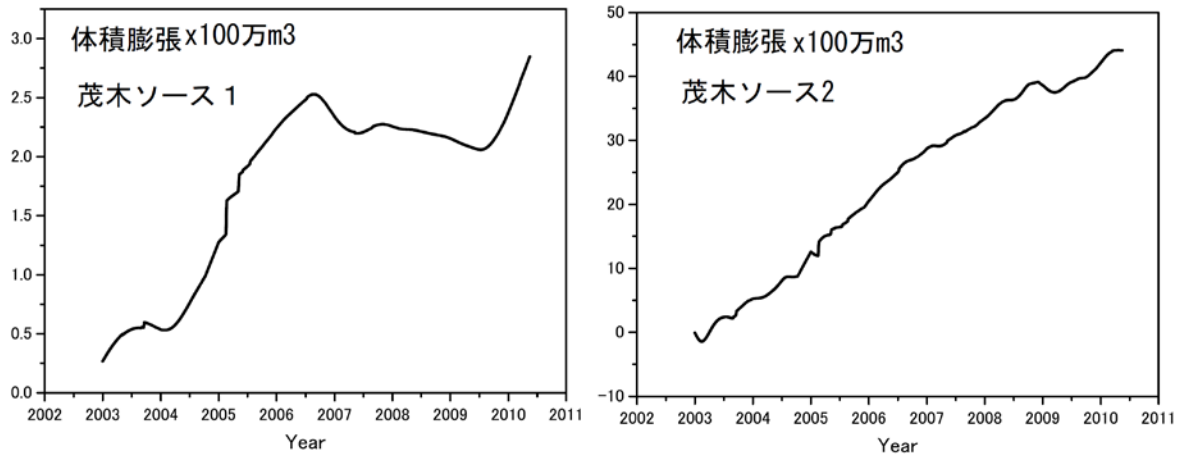
第2図(b) 桜島における GPS 連続観測点（国土地理院・気象庁観測点統合解析による）水平変動ベクトル図（2009年5月～2010年5月）
 Fig.2 (b) Horizontal displacements of GPS stations around Sakurajima Volcano by combined analyzing system for GEONET sites and JMA sites from May 2009 to May 2010.

桜島の茂木ソースの位置と体積変化量

時間依存のインバージョン解析



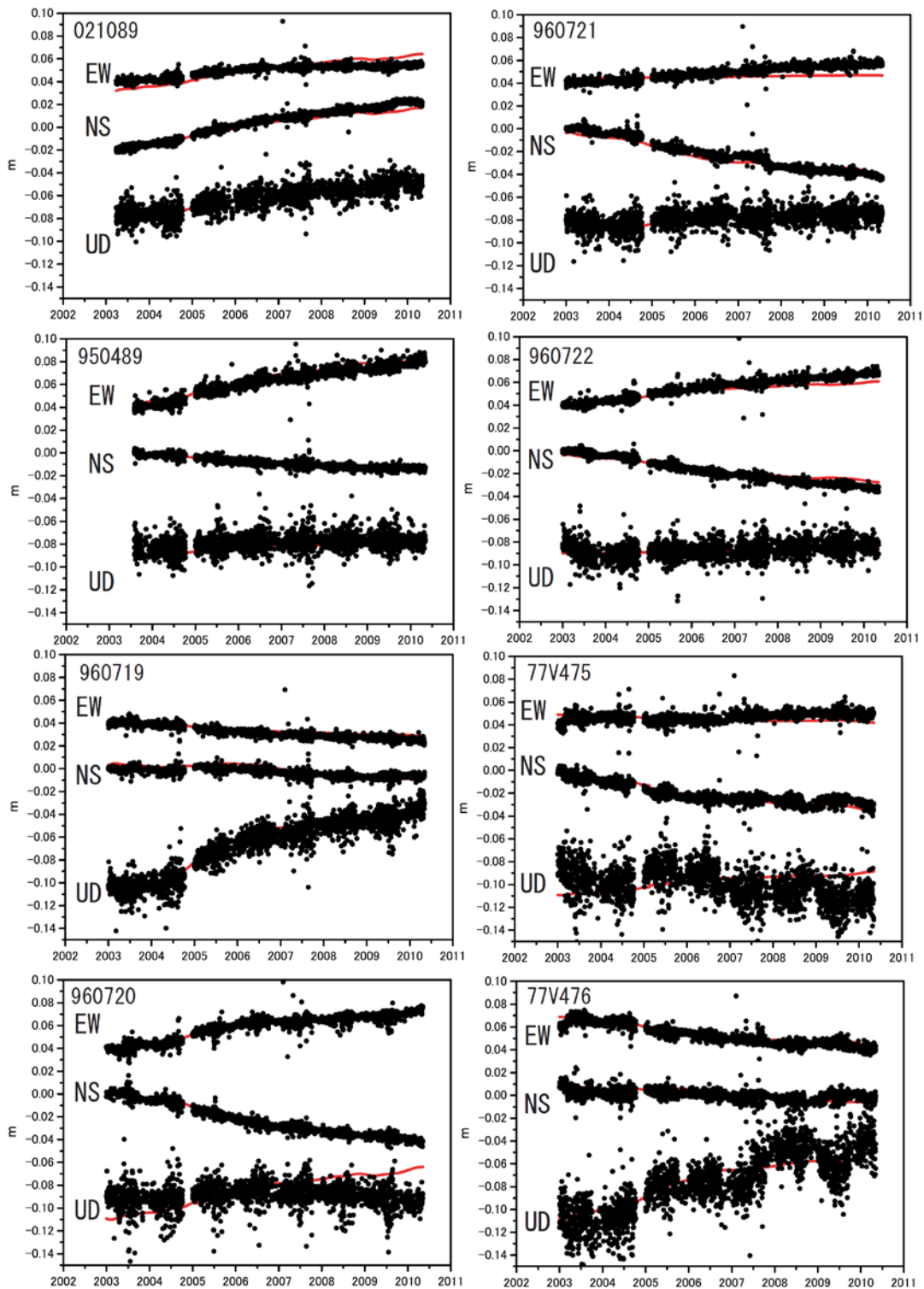
茂木ソース1：緯度 31.603°、経度 130.656°、深さ 5km
茂木ソース2：緯度 31.670°、経度 130.704°、深さ 10km



第3図 時間依存インバージョンの手法による桜島の変動源の体積変化推定・茂木ソース2つを仮定
(上段：推定に用いた観測点(赤点)の配置と茂木ソースの位置(黒丸)、下段左、推定された茂木ソース体積の時間変化・桜島直下、下段右：推定された茂木ソース体積の時間変化・始良カルデラ深部)

Fig.3 Estimation of the volume change of Mogi-source by the time dependent inversion method, assuming two Mogi sources;
(upper) distribution of GPS observation sites (red dots) used for the inversion and Mogi-sources (black circles),
(lower left) Time series of estimated volume, Mogi-source under the summit of Sakurajima volcano,
(lower right) Time series of estimated volume, Mogi-source under the Aira Caldera.

桜島周辺の観測点の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）
時間依存のインバージョン解析



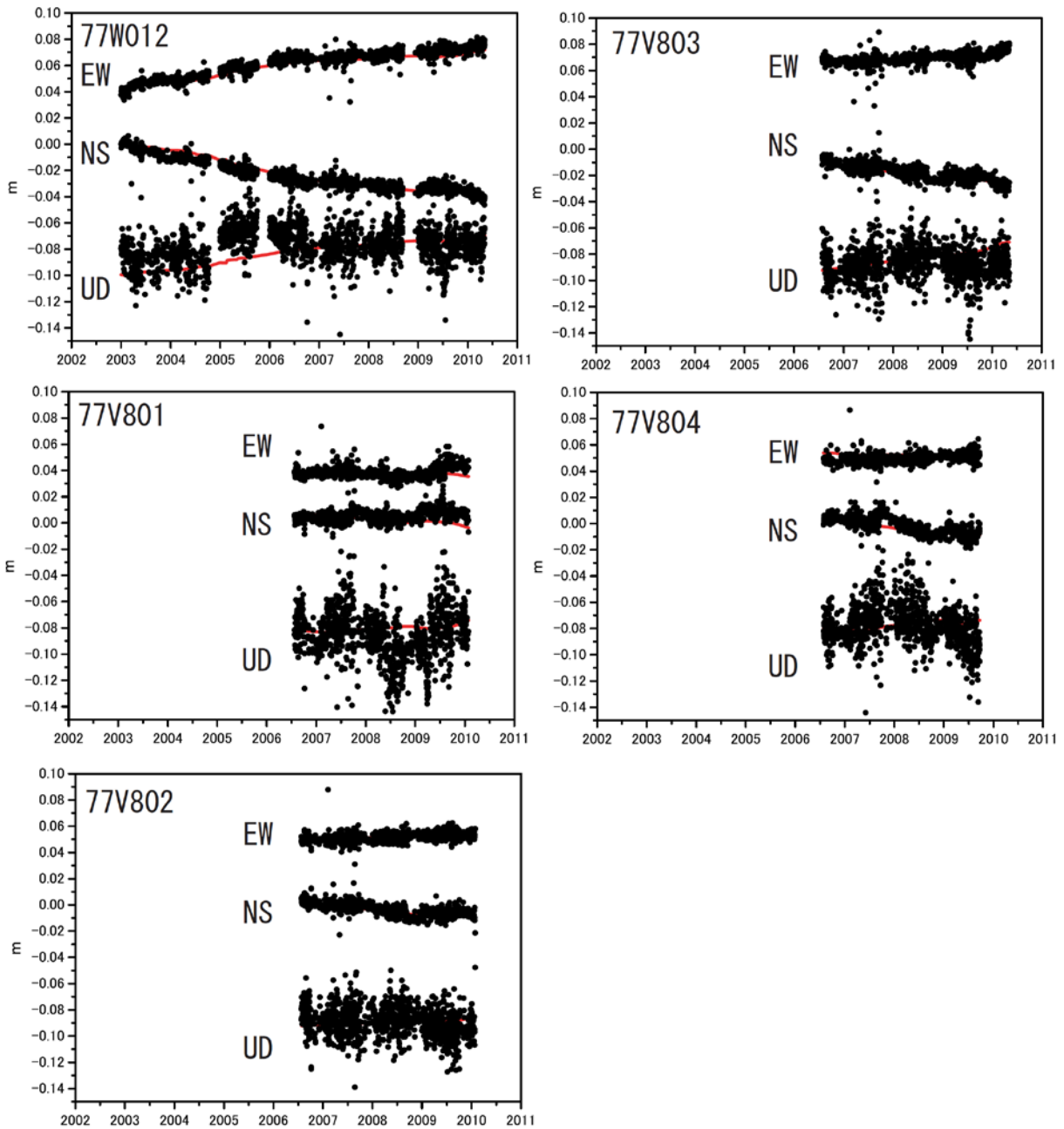
固定点950486. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

第4図(a) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.4(a) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source(red lines) and observed deformation (black dots).

桜島周辺の観測点の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）

時間依存のインバージョン解析



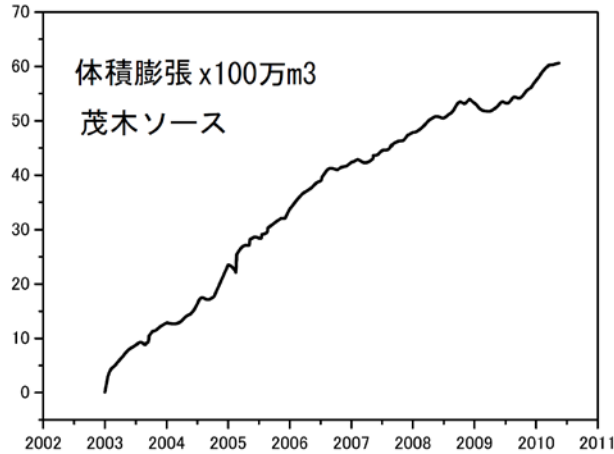
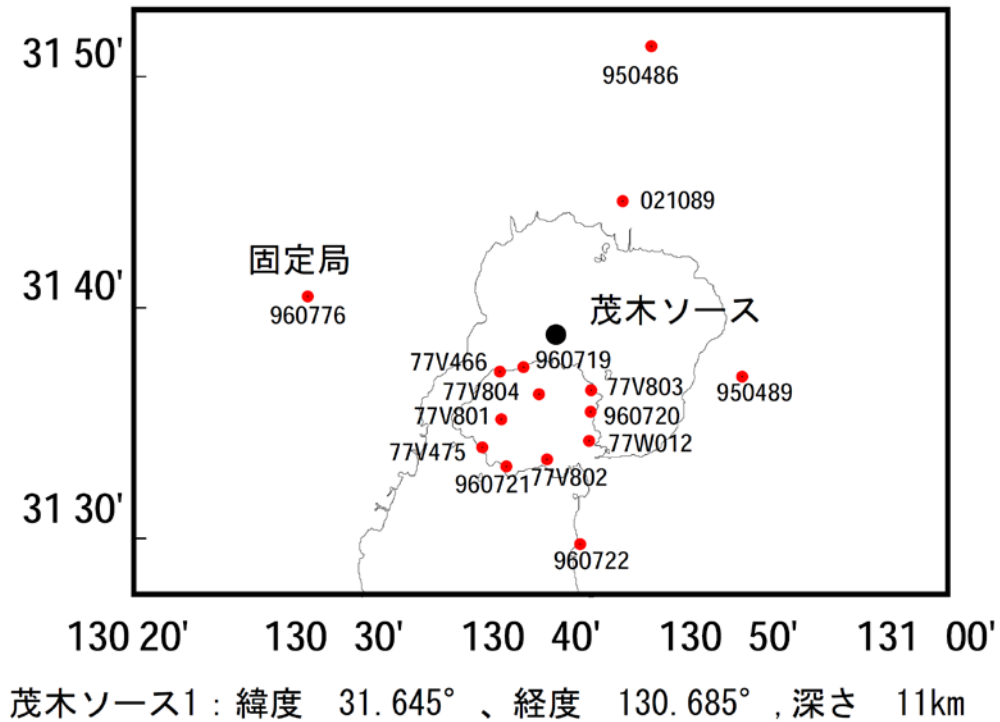
固定点950486. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

第4図(b) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.4(b) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source(red lines) and observed deformation (black dots).

桜島の茂木ソースの位置と体積変化量

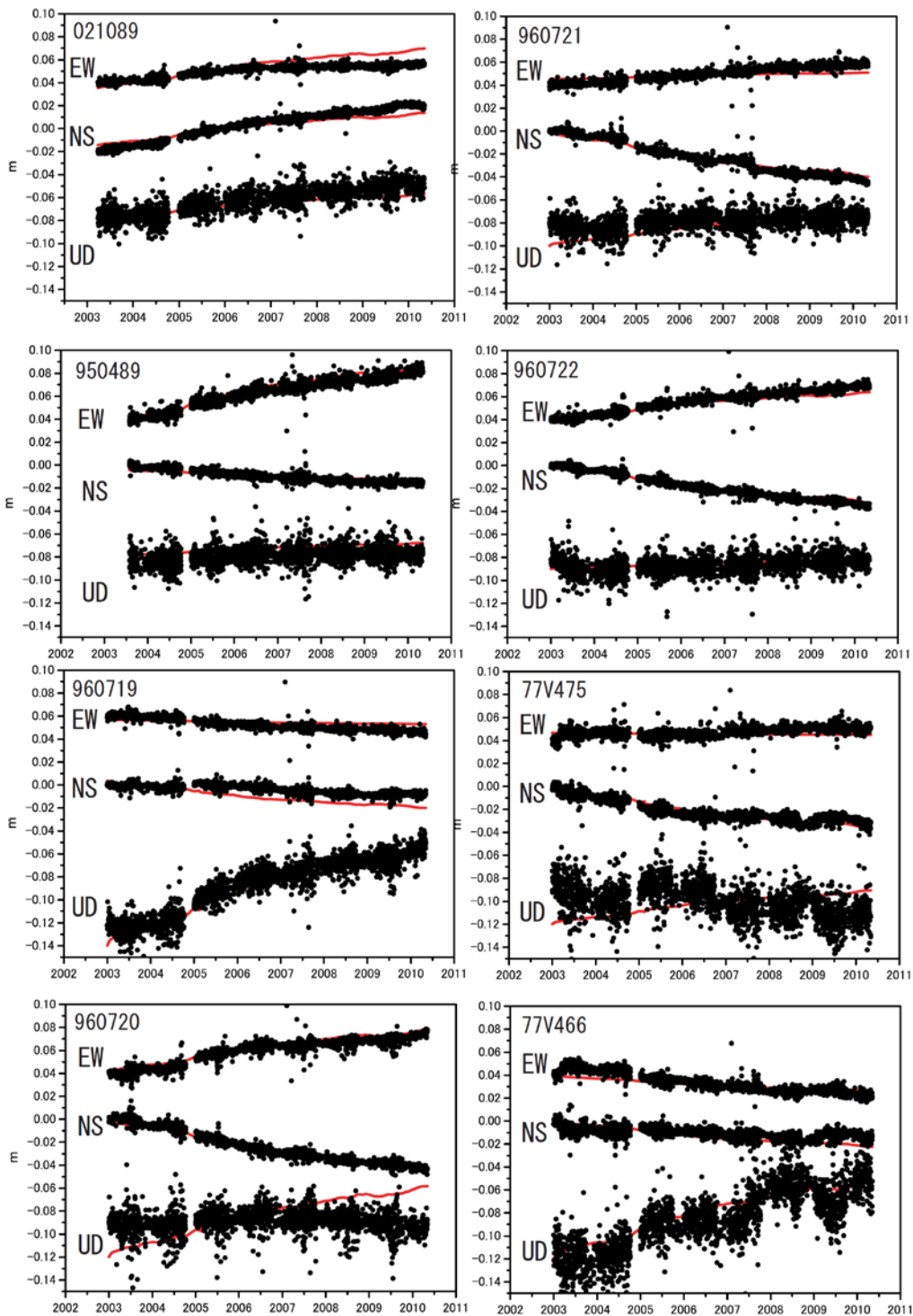
時間依存のインバージョン解析



第5図 時間依存インバージョンの手法による桜島の変動源の体積変化推定・茂木ソース1つを仮定
(上段：推定に用いた観測点(赤点)の配置と茂木ソースの位置(黒丸)、
下段：推定された茂木ソース体積の時間変化)

Fig.5 Estimation of the volume change of Mogi-source by the time dependent inversion method, assuming one Mogi source;
(upper) distribution of GPS observation sites(red dots) used for the inversion and Mogi-sources(black circles),
(lower) Time series of estimated volume, Mogi-source at north off shore of Sakurajima volcano.

桜島周辺の観測点の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）
時間依存のインバージョン解析



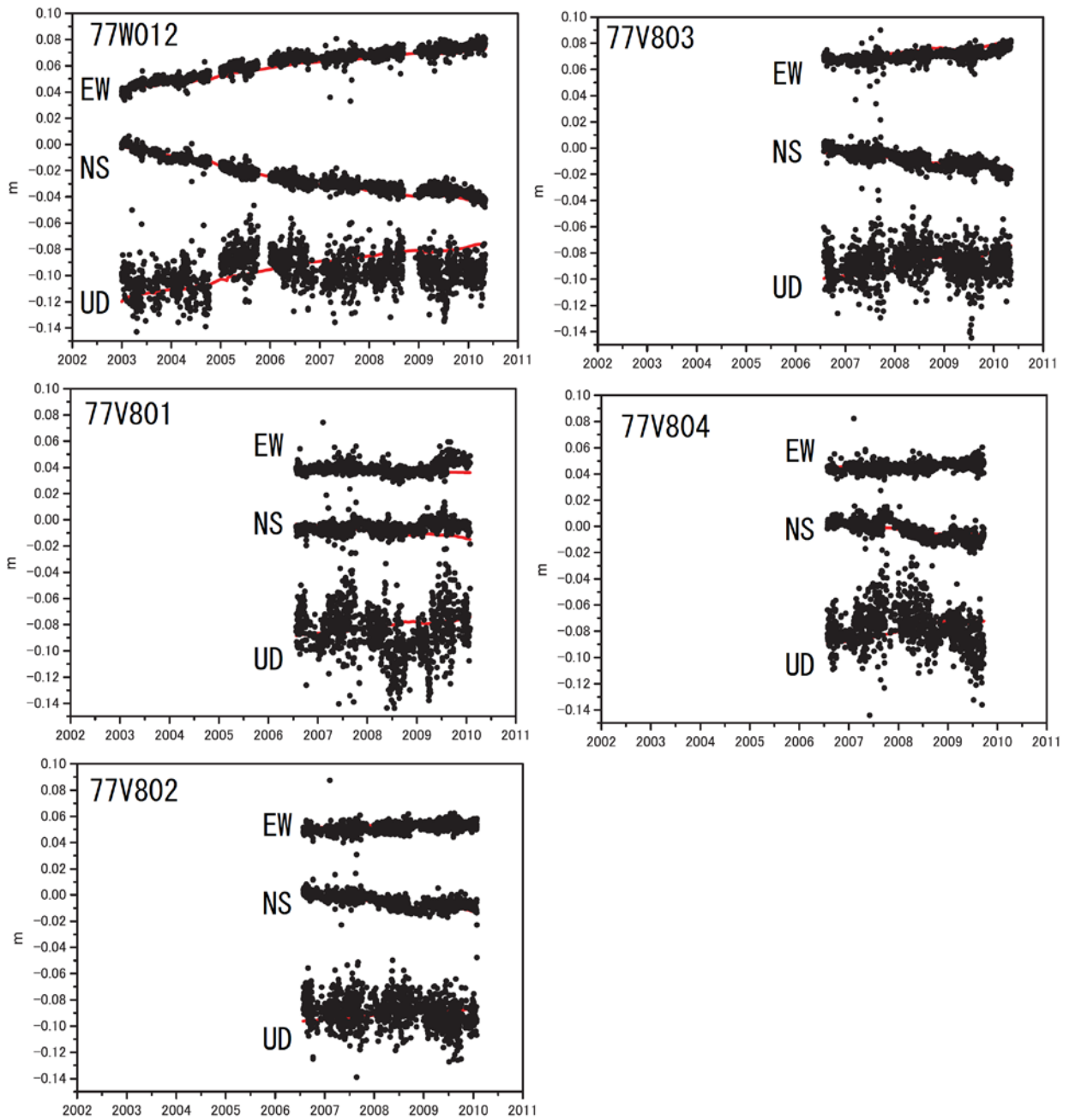
固定点950486. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

第6図(a) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.6(a) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source(red lines) and observed deformation (black dots).

桜島周辺の観測点の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）

時間依存のインバージョン解析

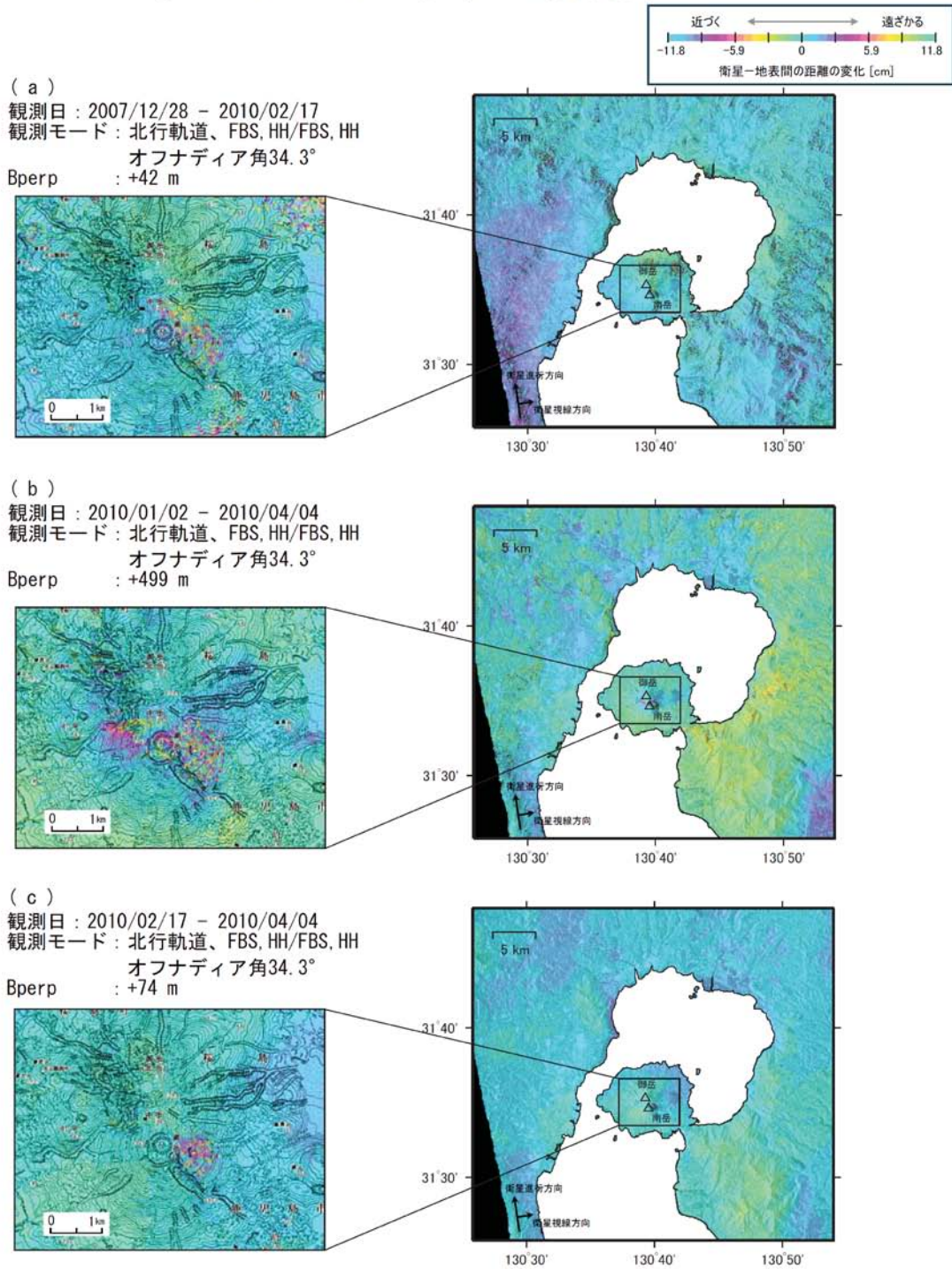


固定点950486. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

第6図(b) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.6(b) Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source(red lines) and observed deformation (black dots).

「だいち」PALSARによる 桜島 の解析結果について - 1

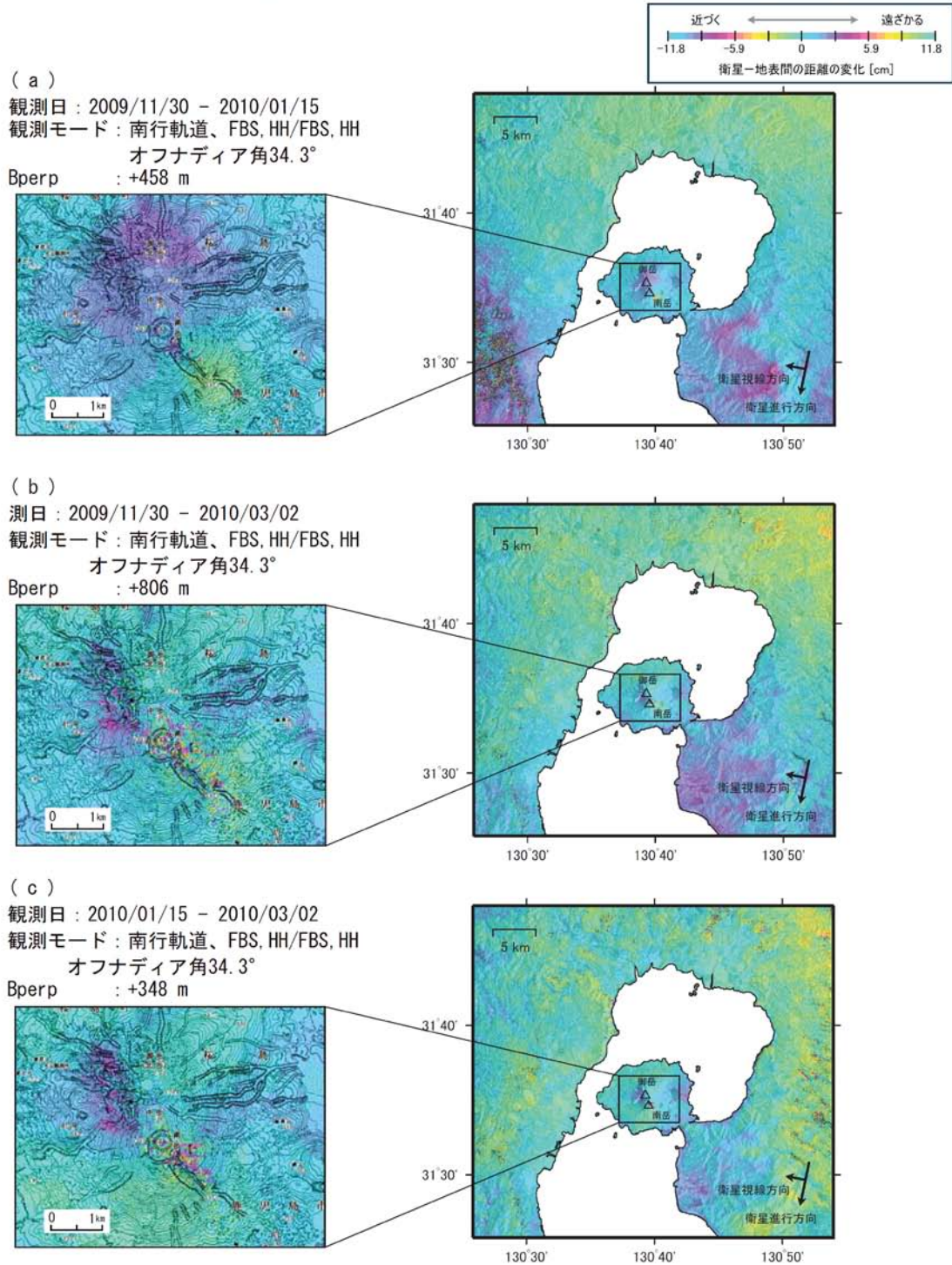


Analysis by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

第7図 「だいち」PALSARによる桜島地域の解析結果（北行軌道）

Fig.7 Interferometric analysis of SAR acquired by“Daichi”PALSAR on Sakurajima Volcano along ascending orbit.

「だいち」PALSARによる 桜島 の解析結果について - 2



Analysis by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

第8図 「だいち」PALSARによる桜島地域の解析結果（南行軌道）

Fig.8 Interferometric analysis of SAR acquired by“Daichi”PALSAR on Sakurajima Volcano along descending orbit.