

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、第 2 図(a)～(c)は、桜島周辺における GPS 連続観測結果である。第 1 図上段に基線の配置を、下段に図中表示されている観測点の整備の履歴を示した。第 2 図(a)～(c)は時系列グラフで、左列に 2005 年 4 月～2011 年 2 月までの長期的な時系列を、右列に 2009 年 1 月～2011 年 2 月までの約 2 年間の時系列グラフを示した。島内の基線で(1)「鹿児島 2」－「桜島」、(2)「鹿児島 3」－「桜島」に 2010 年の初め頃から伸びの傾向が見られていたが、7 月頃からその傾向は鈍化した。その後も島内の基線では伸びが停滞している(第 2 図(a))。始良カルデラを挟む基線では、長期的な伸びの傾向が見られている。なお、電子基準点「隼人」関係の基線では、2011 年 1 月末に変化が見られるが、これは 1 月 26 日に始まった霧島山新燃岳噴火により霧島山が収縮したことに関連したものである。(第 2 図(b)、(c))。

第 3 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。2010 年 1 月 24 日から 10 日間と、2011 年 1 月 24 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 3 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 3 図(b)は、桜島島内の GEONET 点と、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結果について、2010 年 1 月 23 日から 10 日間と 2011 年 1 月 23 日から 10 日間の平均の差を取った 1 年間の水平変動ベクトル図である。この間、気象庁の GPS 観測点の変更があったため、プロットできる観測点数が減っているが、2010 年前半の桜島の膨張を示すと思われる傾向となっている。

第 4 図、第 5 図(a)、(b)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 4 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 2 つの変動源を仮定した場合の体積変化時系列の推定結果である。第 4 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(茂木ソース 1)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たが、6 月上旬頃から 2010 年末にかけては横ばい、あるいは収縮の傾向が推定されている。始良カルデラの変動源(茂木ソース 2)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その傾向は 2010 年末時点でも継続している。2004 年初め以降の膨張量は、2010 年末時点までで約 5 千万立米に達していると推定される。第 5 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 6 図は「だいち (ALOS)」PALSAR による桜島の SAR 干渉画像である。上段は 2 年数ヶ月の期間となるやや長期の変動をみたものである。上段左 a)は北行軌道(Ascending)で 2008 年 2 月 12 日と 2010

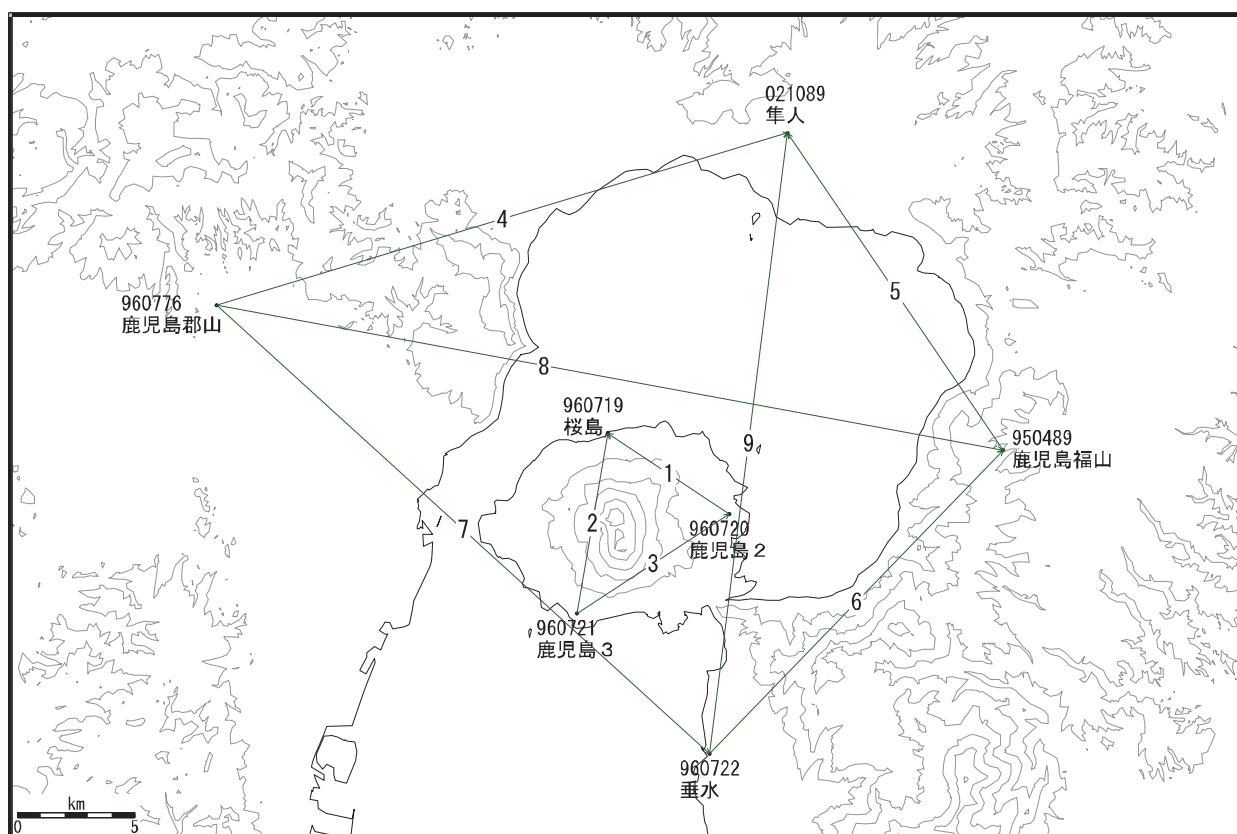
*2011 年 5 月 2 日受付

年 11 月 10 日のペア、上段右 b) は南行軌道で (Descending) で 2008 年 5 月 27 日と 2010 年 12 月 3 日のペアによる干渉画像である。有意な変動は認められない。下段は 2010 年内の数ヶ月間の変動を見たもので、下段左 c) は北行軌道で 2010 年 2 月 17 日と 2010 年 11 月 20 日のペア、下段右 d) は南行軌道で 2010 年 3 月 2 日と 2010 年 12 月 3 日のペアによる干渉画像である。いずれの画像にもノイズレベルを超えるような変動は見られない。

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



桜島地区の各観測局情報

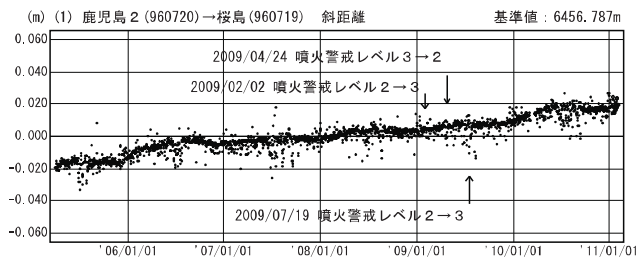
点番号	点名	日付	保守内容
960719	桜島	20100303	レドーム開閉
960720	鹿児島2	20100303	レドーム開閉
960721	鹿児島3	20070911	アンテナ交換
		20100303	レドーム開閉

第1図 桜島周辺のGPS連続観測基線図（上段：基線図、下段：整備履歴）

Fig.1 Site location map of the GPS continuous observation network around Sakurajima Volcano;(Upper) Site location map,(Lower) History of site maintenance.

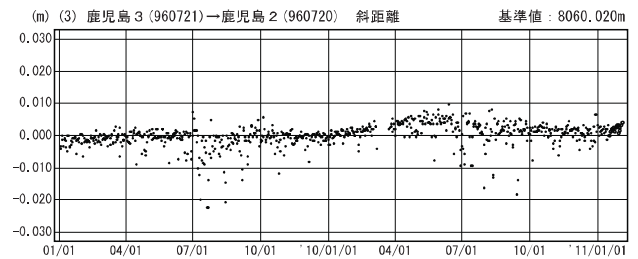
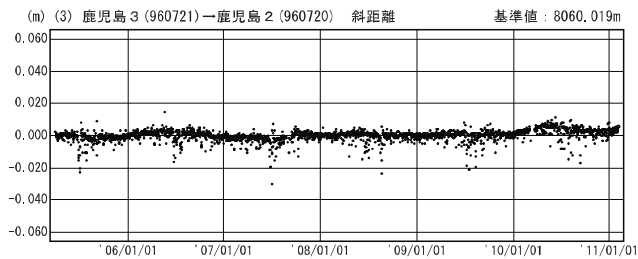
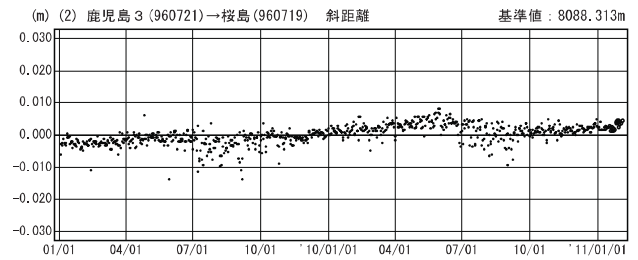
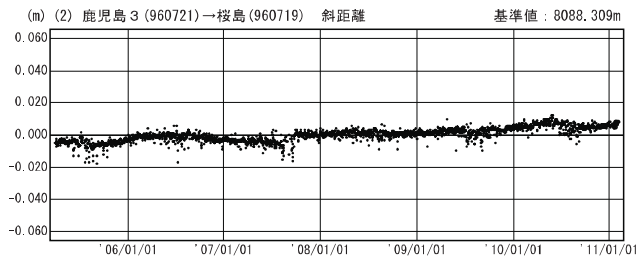
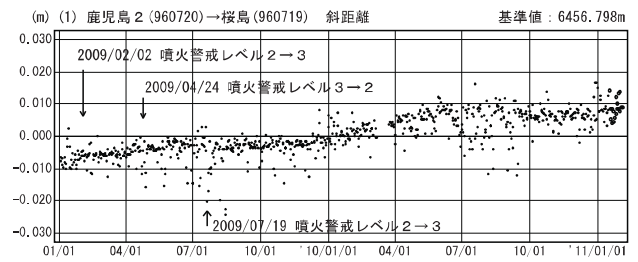
基線変化グラフ

期間：2005/04/01～2011/02/02 JST



基線変化グラフ

期間：2009/01/01～2011/02/02 JST



● —[F3:最終解] ○ —[R3:速報解]

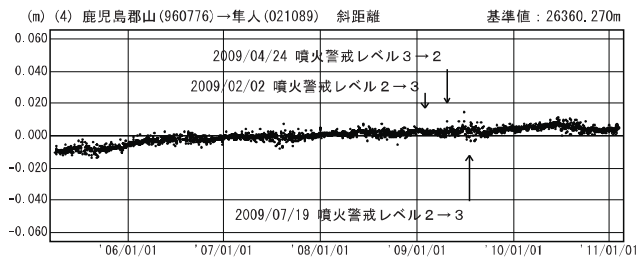
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(a) 桜島周辺のGPS連続観測結果(左列：2005年4月～2011年2月、右列：2009年1月～2011年2月)

Fig.2(a) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano; (left) from April 2005 to February 2011, (right) from January 2009 to February 2011.

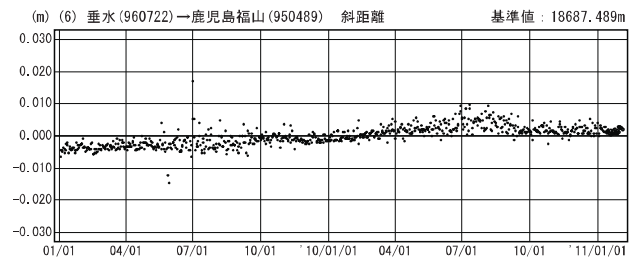
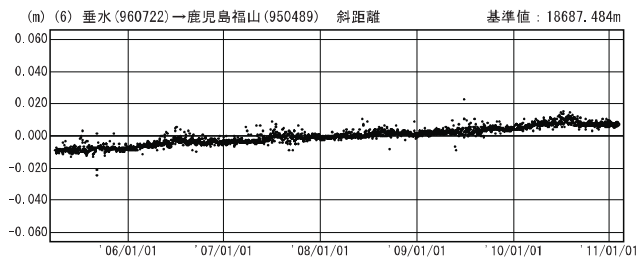
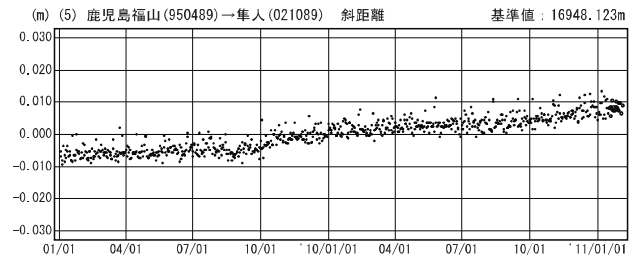
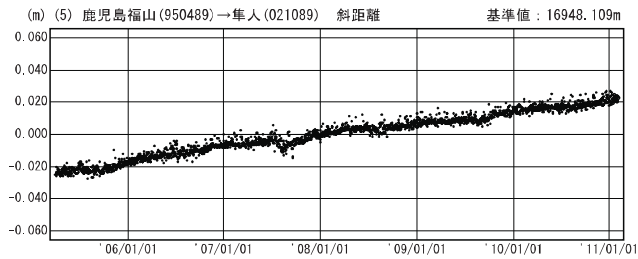
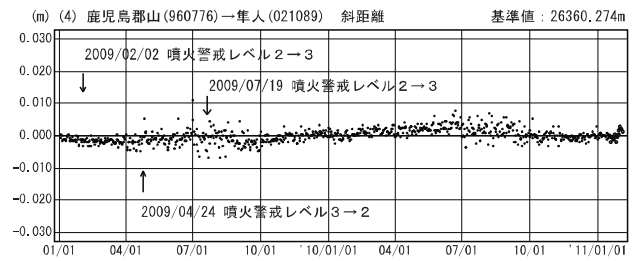
基線変化グラフ

期間：2005/04/01～2011/02/02 JST



基線変化グラフ

期間：2009/01/01～2011/02/02 JST



● —[F3:最終解] ○ —[R3:速報解]

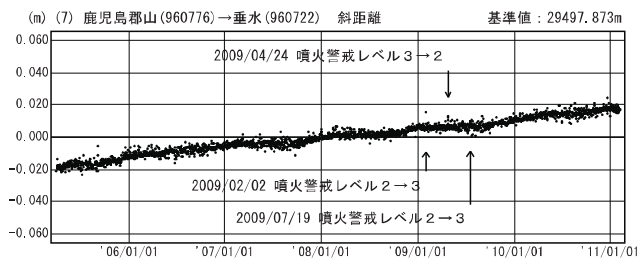
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(b) 桜島周辺のGPS連続観測結果(左列：2005年4月～2011年2月、右列：2009年1月～2011年2月)

Fig.2(b) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano; (left) from April 2005 to February 2011, (right) from January 2009 to February 2011.

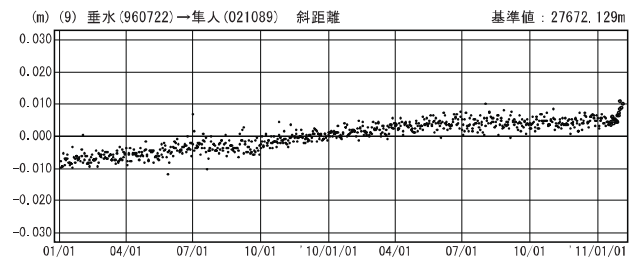
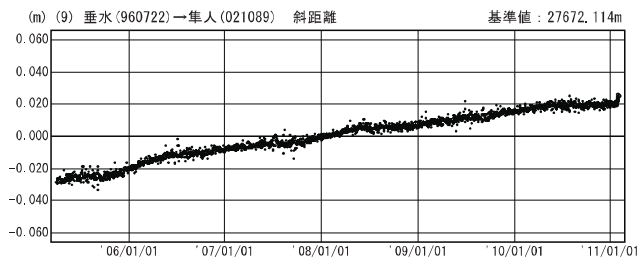
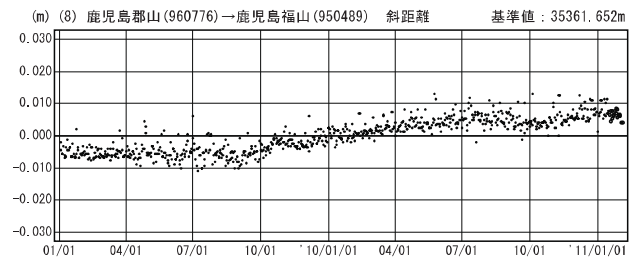
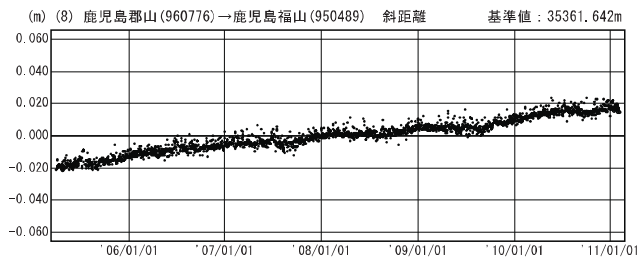
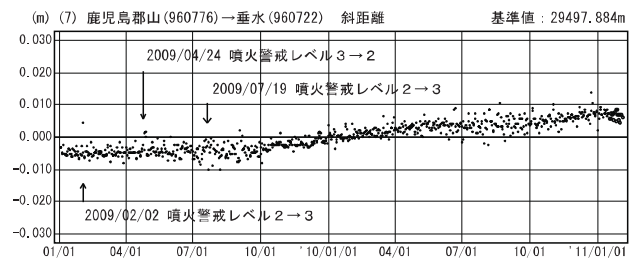
基線変化グラフ

期間：2005/04/01～2011/02/02 JST



基線変化グラフ

期間：2009/01/01～2011/02/02 JST



● —[F3:最終解] ○ —[R3:速報解]

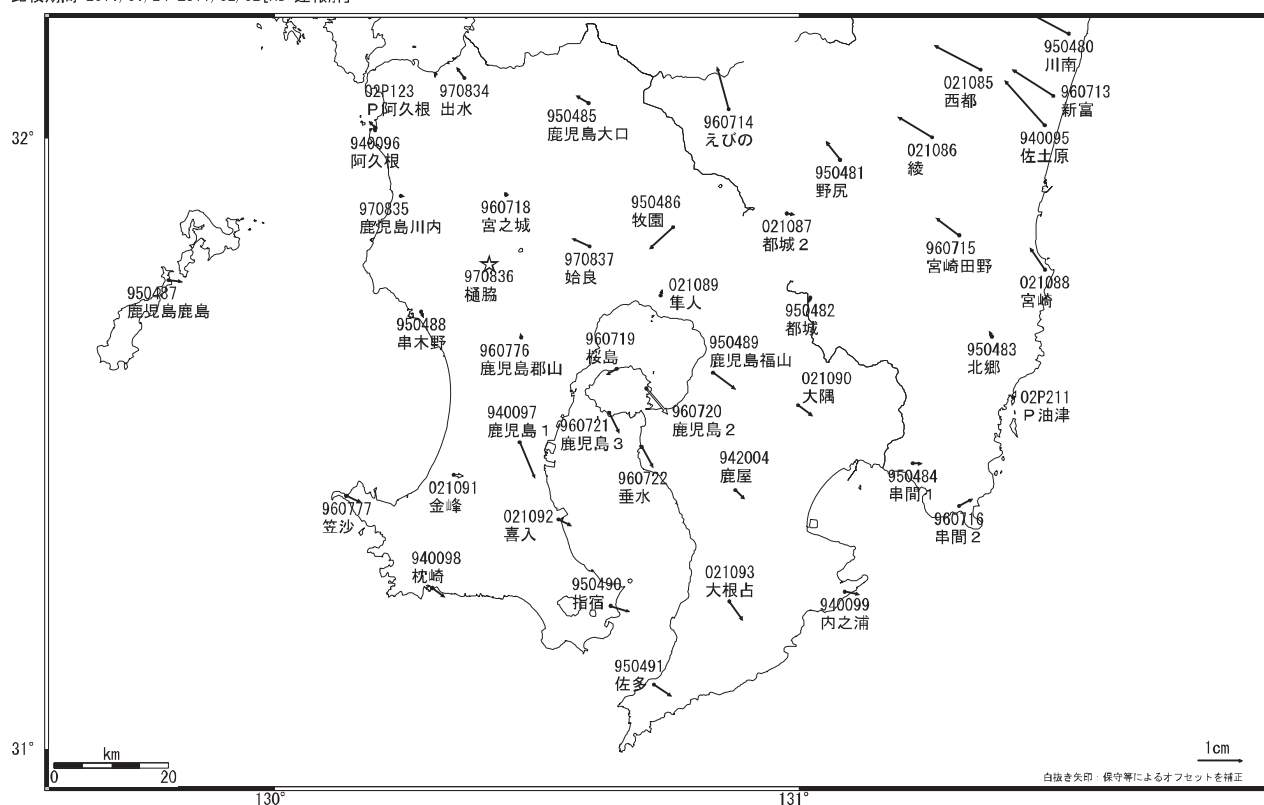
※R3:速報解は暫定、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図(c) 桜島周辺のGPS連続観測結果(左列：2005年4月～2011年2月、右列：2009年1月～2011年2月)

Fig.2(c) Results of continuous measurements of the GPS around Sakurajima Volcano; (left) from April 2005 to February 2011, (right) from January 2009 to February 2011.

基準期間:2010/01/24-2010/02/02[F3:最終解]
比較期間:2011/01/24-2011/02/02[R3:速報解]

桜島周辺の地殻変動（水平）



☆固定局：樋脇(970836)

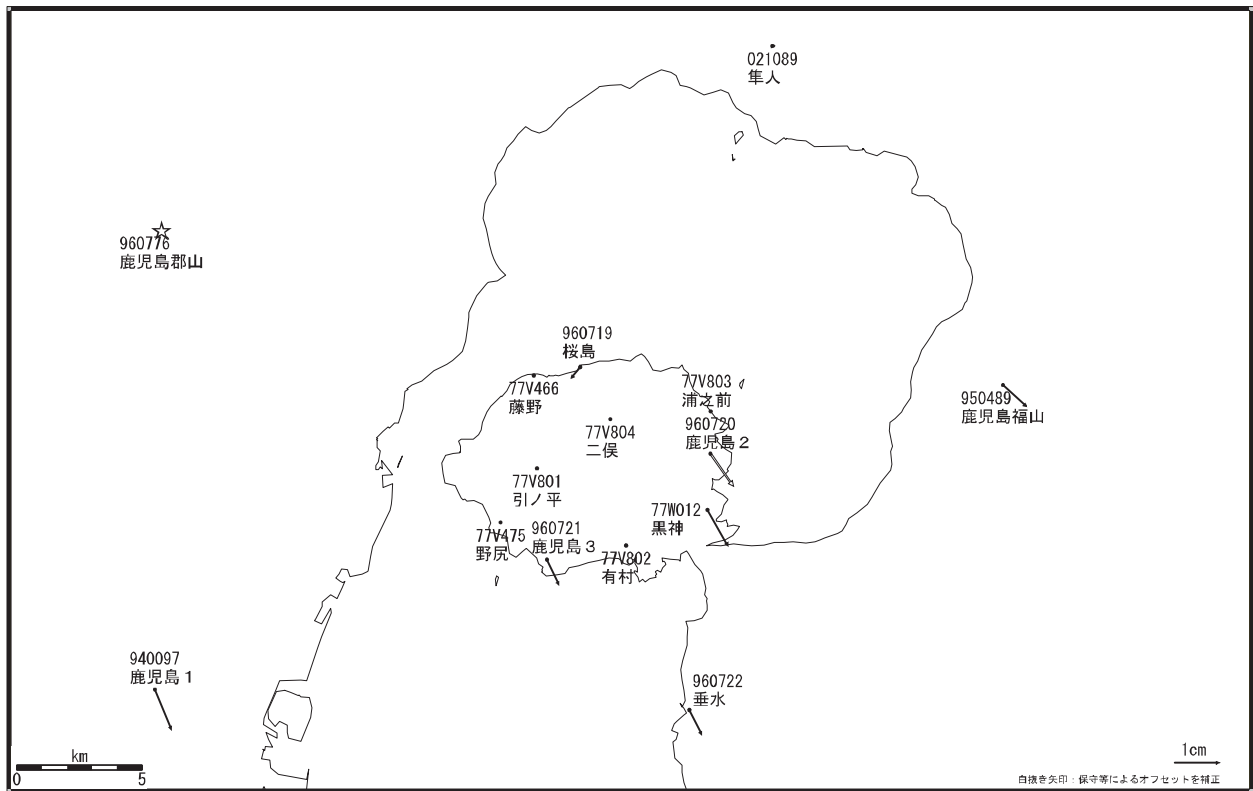
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第3図(a) 桜島周辺における GEONET 観測点の水平変動ベクトル図 (2010 年 1 月～2011 年 1 月)

Fig.3 (a) Horizontal displacements of GEONET stations around Sakurajima Volcano from January 2010 to January 2011.

基準期間: 2010/01/23-2010/02/01 [F3: 最終解]
比較期間: 2011/01/23-2011/02/01 [R3: 速報解]

地殻変動（水平）



☆固定局: 鹿児島郡山(960776)

※[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

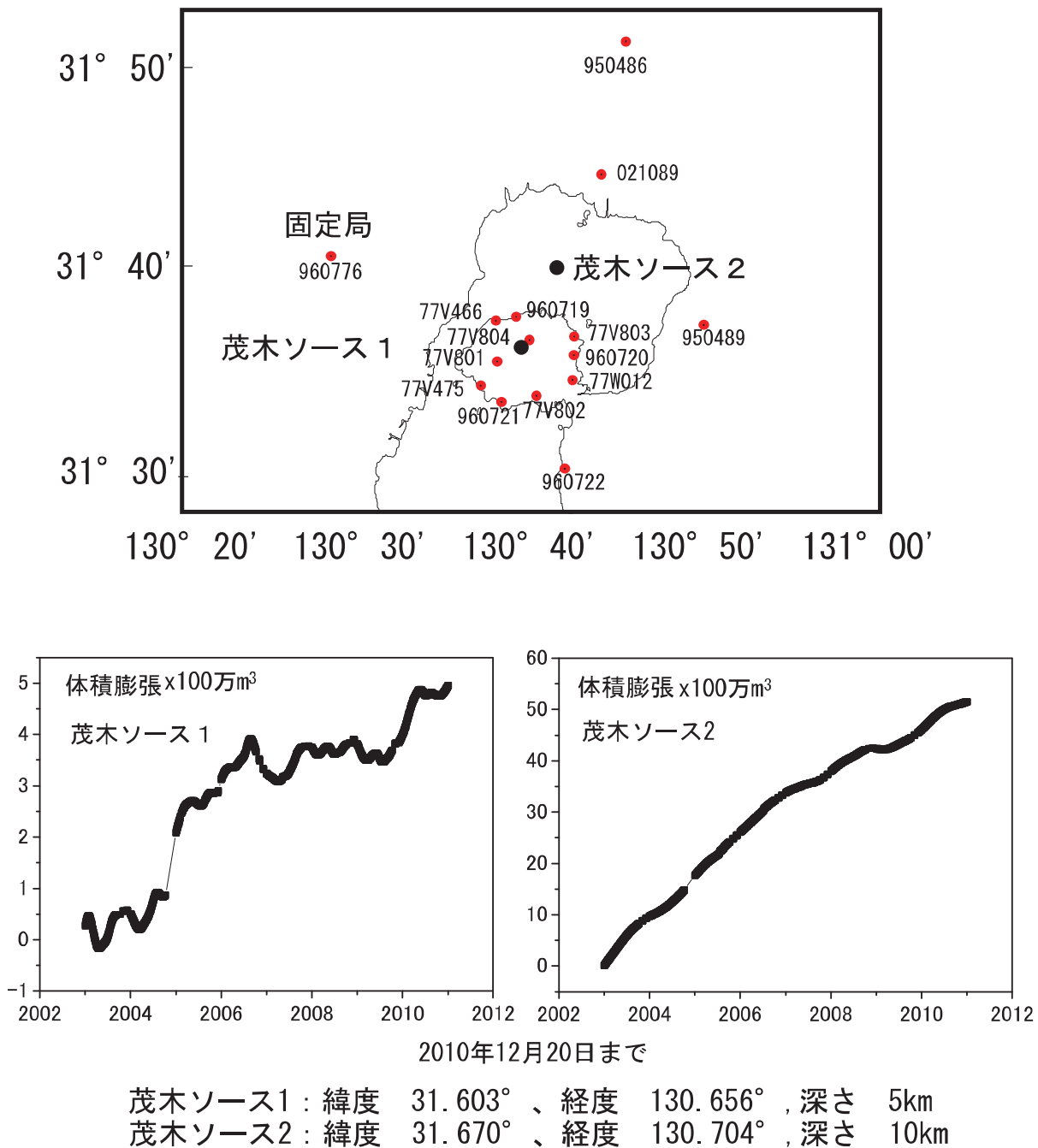
桜島

第3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(2010年1月~2011年1月)

Fig.3 (b) Horizontal displacements of GPS stations around Sakurajima Volcano by combined analyzing system for GEONET sites and JMA sites from January 2010 to January 2011.

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

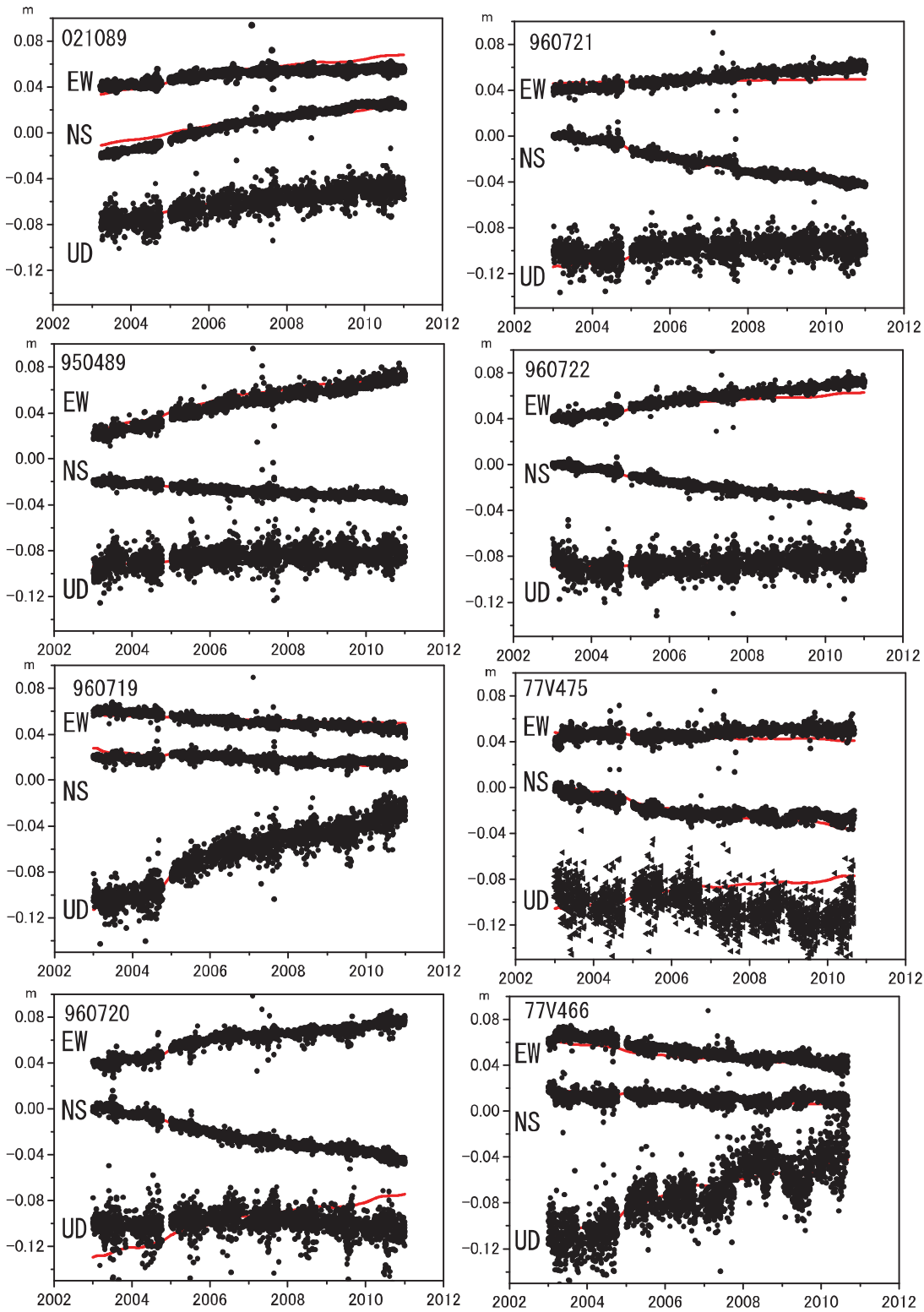


第4図 時間依存インバージョンの手法による桜島の変動源の体積変化推定・茂木ソース2つを仮定（上段：推定に用いた観測点（赤点）の配置と茂木ソースの位置（黒丸）、下段左、推定された茂木ソース体積の時間変化・桜島直下、下段右：推定された茂木ソース体積の時間変化・始良カルデラ深部）

Fig.4 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



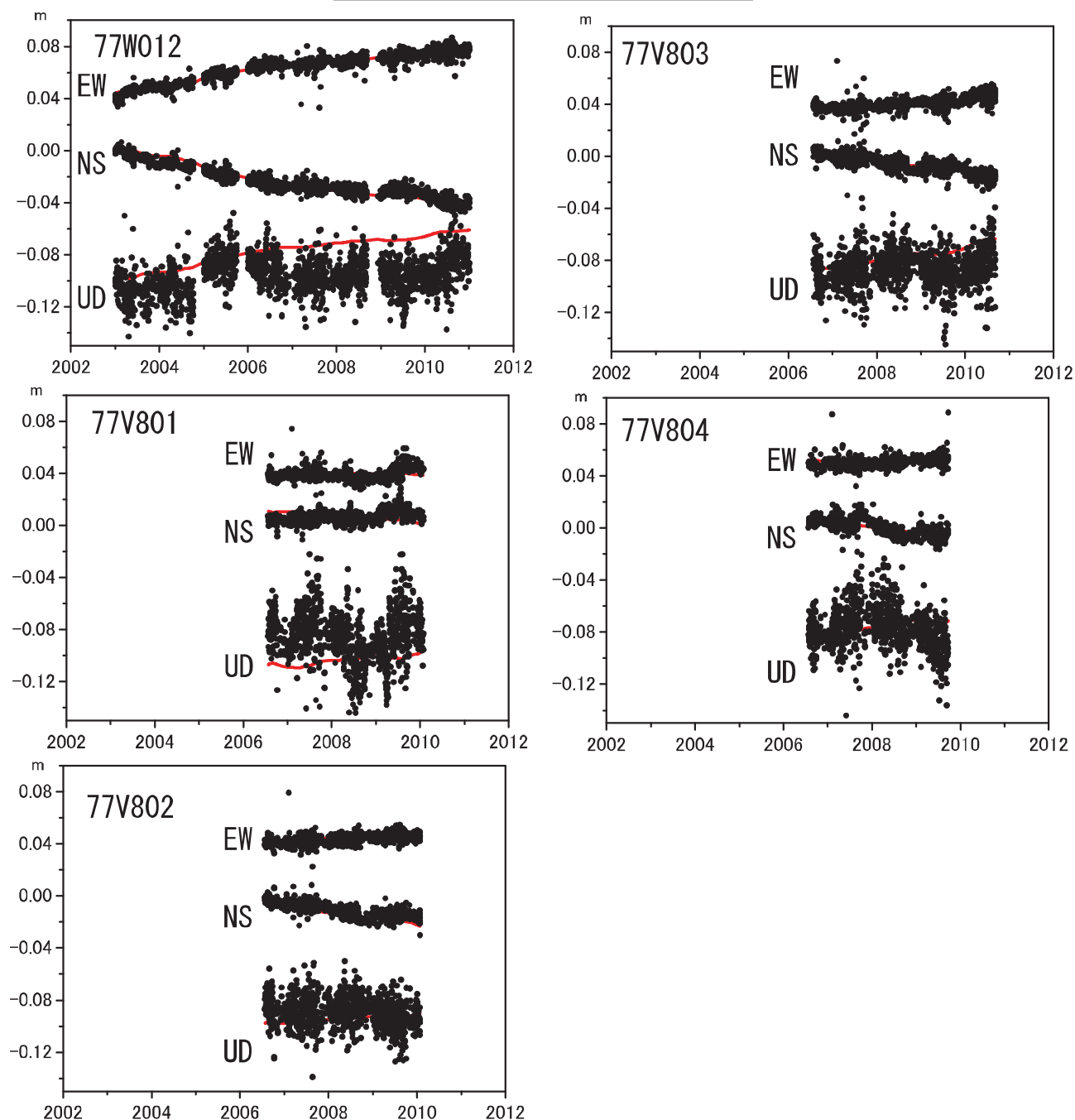
固定点950486. EW, NS, UDは東西、南北、上下変動. 周期成分は除いている.

第5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.5(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.

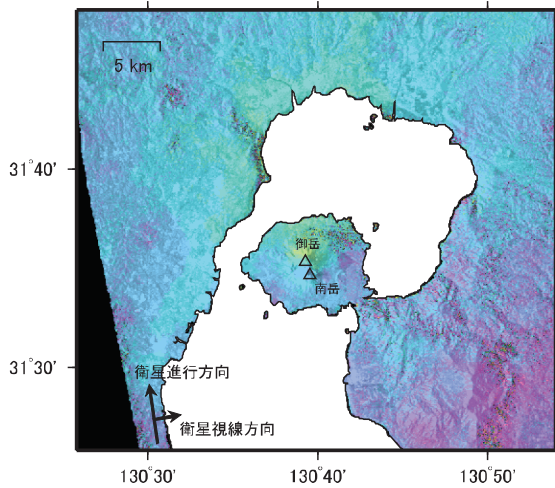
第5図(b) 推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.5(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

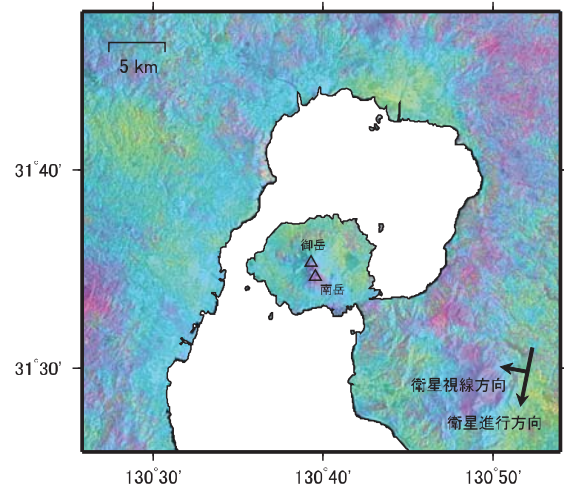
(a)

観測日：2008/02/12 - 2010/11/20
観測モード：北行軌道、FBS, HH/FBD, HH
オフナディア角34.3°
Bperp : -92 m



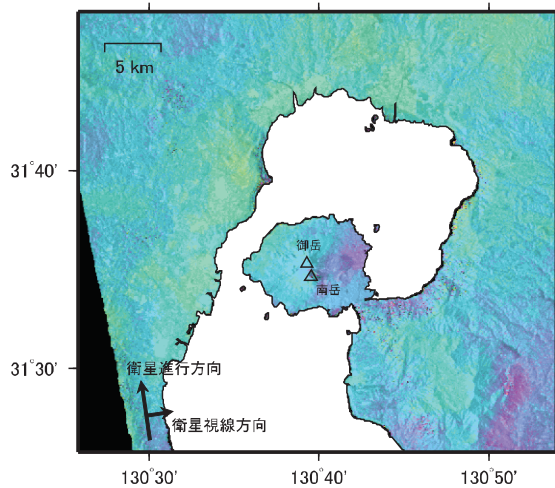
(b)

観測日：2008/05/27 - 2010/12/03
観測モード：南行軌道、FBS, HH/FBS, HH
オフナディア角34.3°
Bperp : -120 m



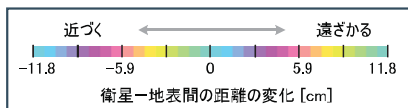
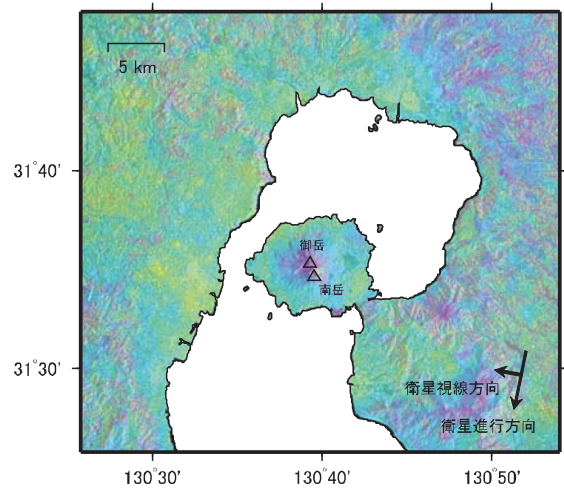
(c)

観測日：2010/02/17 - 2010/11/20
観測モード：北行軌道、FBS, HH/FBD, HH
オフナディア角34.3°
Bperp : +803 m



(d)

観測日：2010/03/02 - 2010/12/03
観測モード：南行軌道、FBS, HH/FBS, HH
オフナディア角34.3°
Bperp : +1375 m



Analysis by GSI from ALOS raw data of JAXA, METI

第6図 「だいち」PALSARによる桜島地域の解析結果

Fig.6 Interferometric analysis of SAR acquired by “Daichi” PALSAR on Sakurajima Volcano.