

1-8

ALOS/PALSAR データによる桜島および口永良部島火山の地殻変動 Crustal deformation of Sakurajima and Kuchierabujima volcanoes revealed by using ALOS/PALSAR data

山本圭吾(京大防災研)

Keigo Yamamoto (DPRI, Kyoto Univ.)

桜島火山では、1955年に始まった南岳の山頂噴火活動が盛衰を繰り返しながら続いている。2006年6月には1946年に溶岩を流出させた昭和火口において噴火活動が再開し、近年活動が激化する傾向が見られる。水準測量結果によると、桜島および始良カルデラの地盤は、1990年代以降、活動静穏化に伴いマグマ蓄積を示す隆起傾向が確認されている(山本・他, 2010; 2012)。桜島火山周辺を撮像した PALSAR データの中から干渉可能な画像ペアを選び出し、得られた干渉画像についてスタッキングおよび2.5次元解析(Fujiwara et al., 2000)を行い、準上下方向および東西方向の地殻変動を計算した。その結果、2007年から2010年の期間において、図1に示されるように桜島北部における地盤の隆起が検出された(山本, 2011)。InSAR 解析によって得られた変動量は、水準測量によってこの期間に測定された地盤の隆起量とも調和的であった。

口永良部島火山では、記録に残る1841年の噴火以降、数年～数十年の間隔で水蒸気爆発が発生している。GPS 連続観測によると、2005年1月～6月頃、2006年9月～2007年1月頃および2008年9月～2009年1月頃のそれぞれの期間に、火山性地震の活動期に同期して、山頂火口周辺の地盤の膨張を示す変動が観測された(斉藤・井口, 2007)。これらのうち2008年～2009年の地殻変動の面的な検出を目的として、桜島火山と同様に PALSAR データを用いた干渉解析を行った。その結果、山頂付近の地盤が膨張する地殻変動パターンが検出された。InSAR 解析による変動量は、GPS による観測量とも矛盾しないものであった。講演では、時系列的な解析の結果(田中・山本, 2012)についても紹介する。

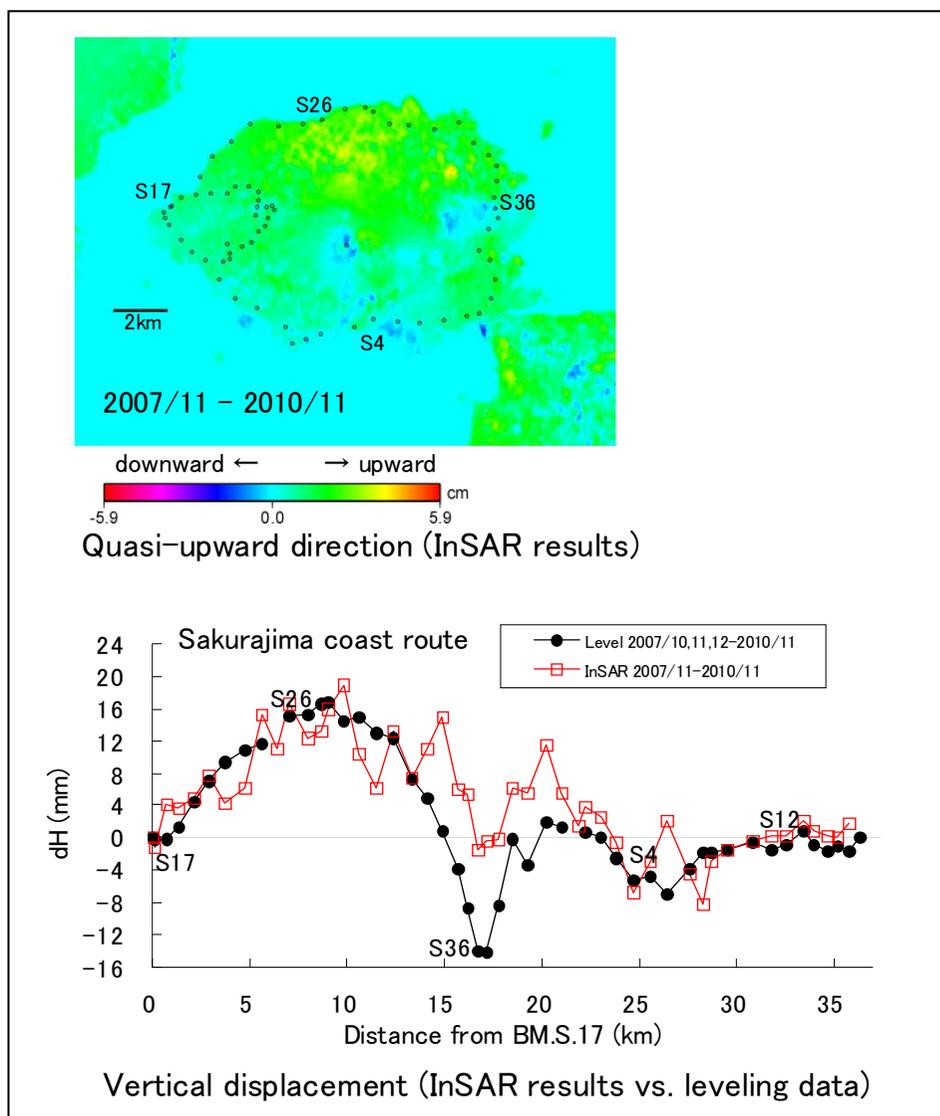


図1. 上段:桜島火山におけるInSAR解析結果(2007年11月～2010年11月の期間の準上下方向の変動). 下段:各水準点(上段図中の黒丸)におけるInSAR解析結果(準上下方向の変動)と水準測量結果の比較.

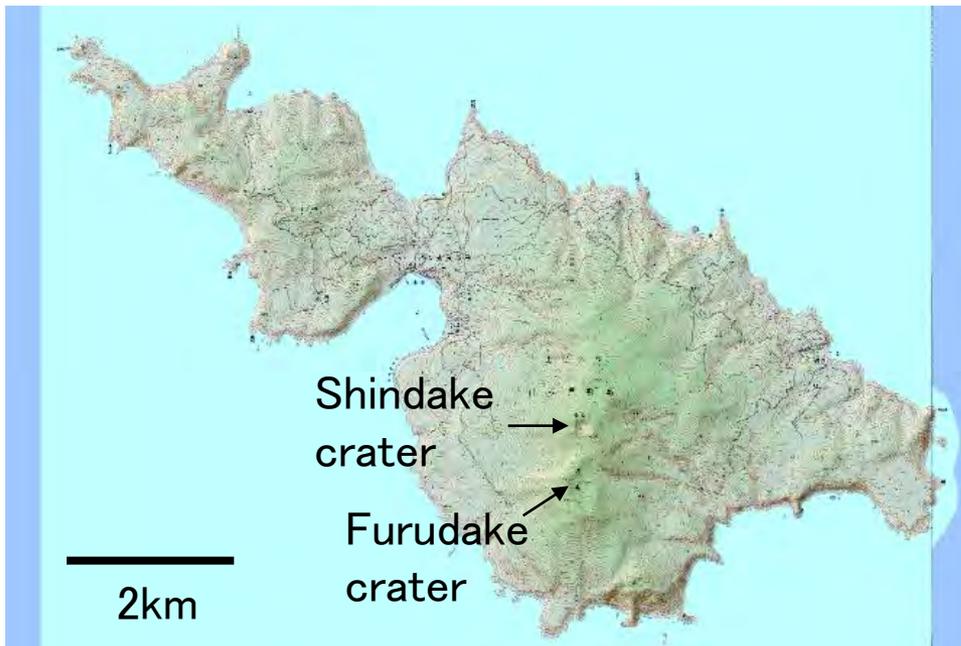
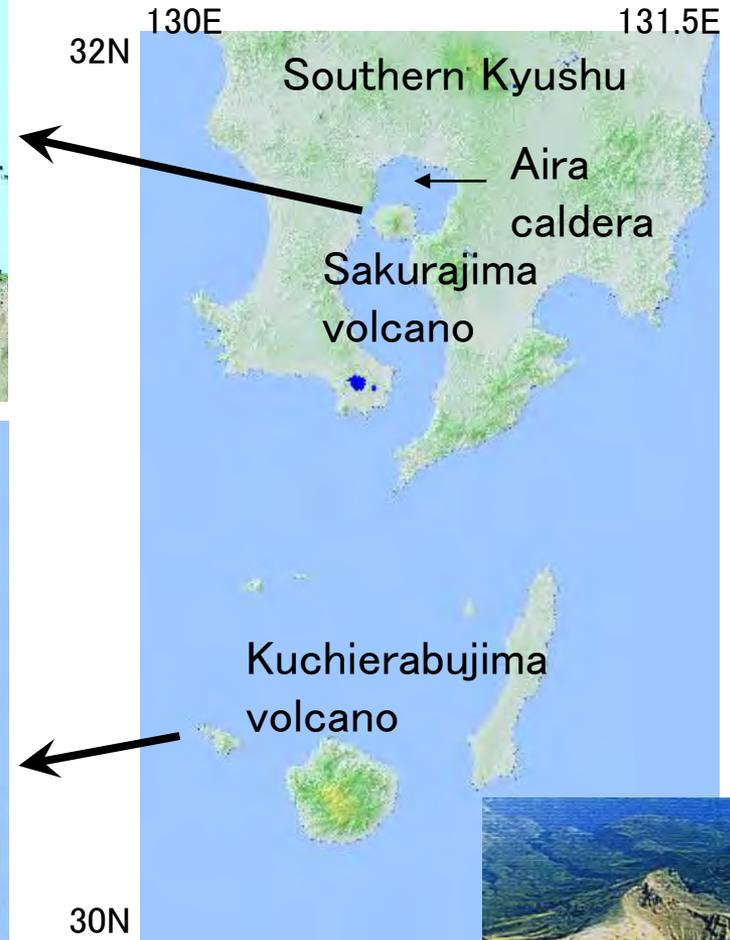
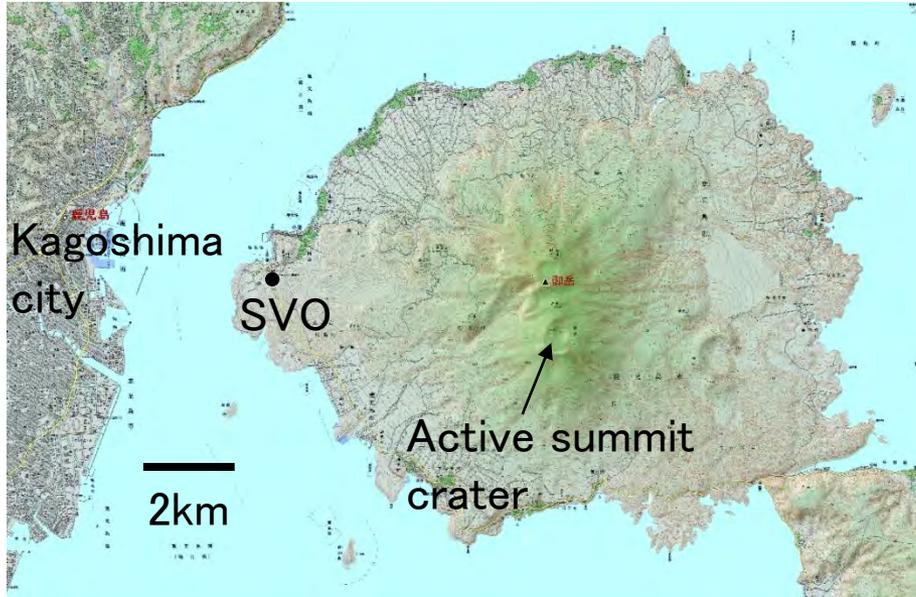
ALOS/PALSARデータによる桜島および口永良部島 火山の地殻変動

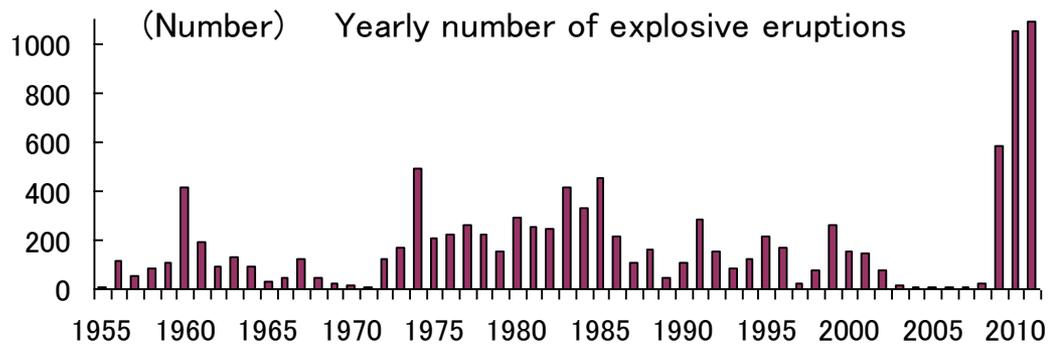
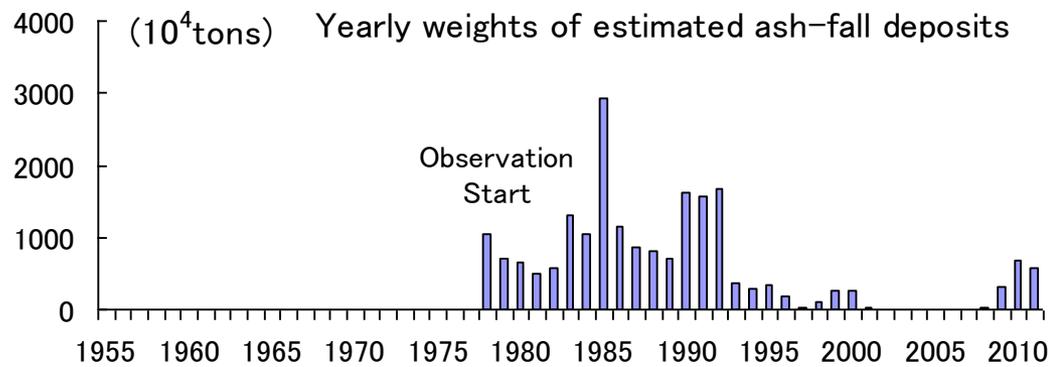
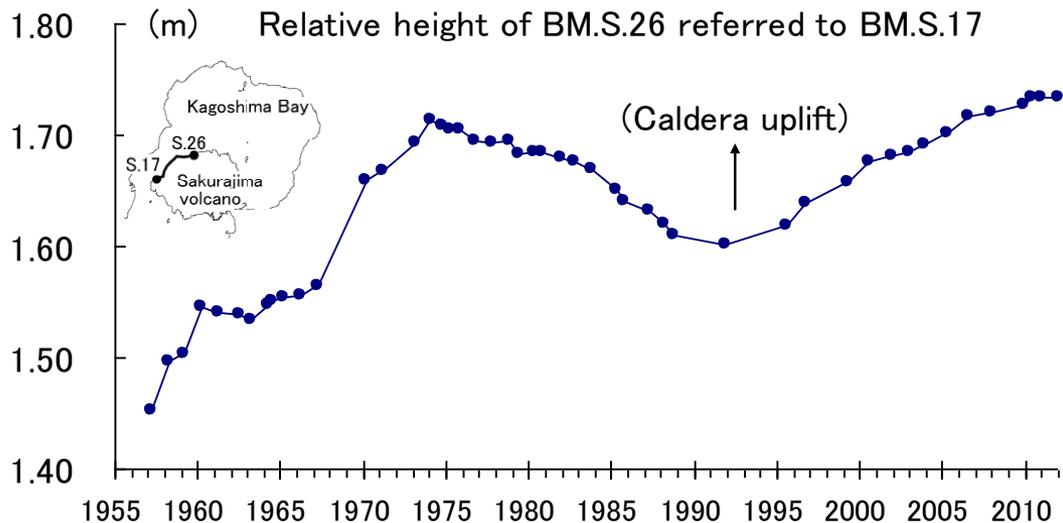
Crustal deformation of Sakurajima and Kuchierabujima volcanoes
revealed by using ALOS/PALSAR data

山本圭吾(京都大学防災研究所附属火山活動研究センター)
Keigo Yamamoto (Sakurajima Volcano Research Center, DPRI, Kyoto Univ.)

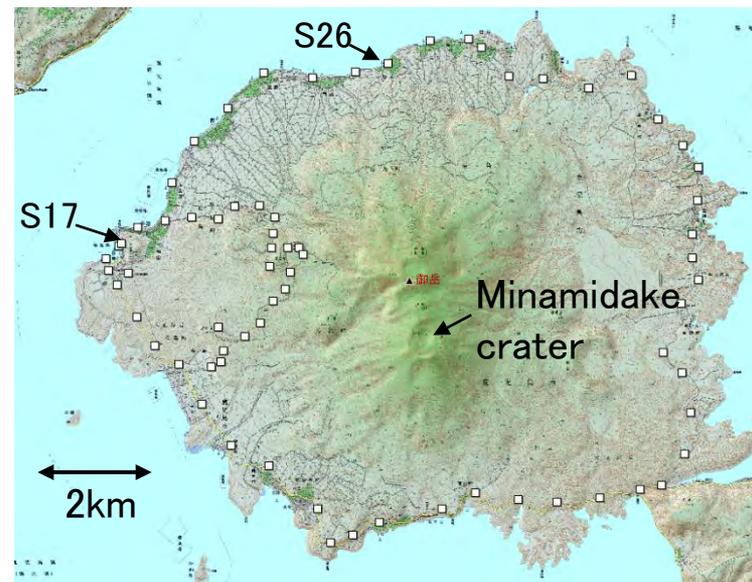
京都大学防災研究所一般研究集会「SAR研究の新時代に向けて」(24K-05)
2012年9月12日-13日 at 京都大学防災研究所連携研究棟大セミナー室(宇治市)

Sakurajima and Kuchierabujima volcanoes





Relations among secular changes of relative heights of BMs and eruptive activities at the active craters of Sakurajima volcano



(Leveling surveys)

2006/06

2007/11

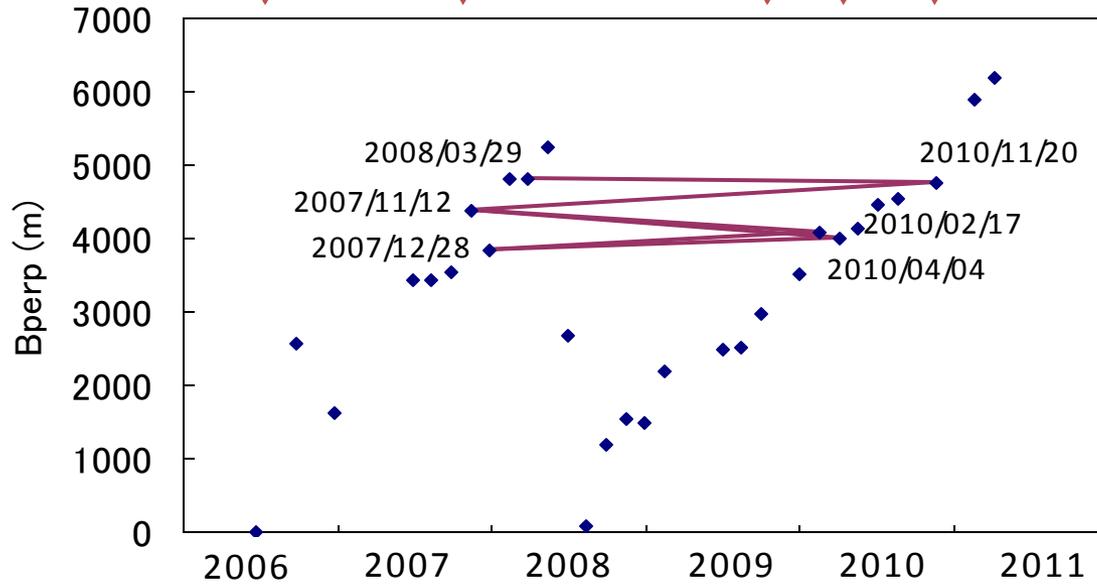
2009/11

2010/04

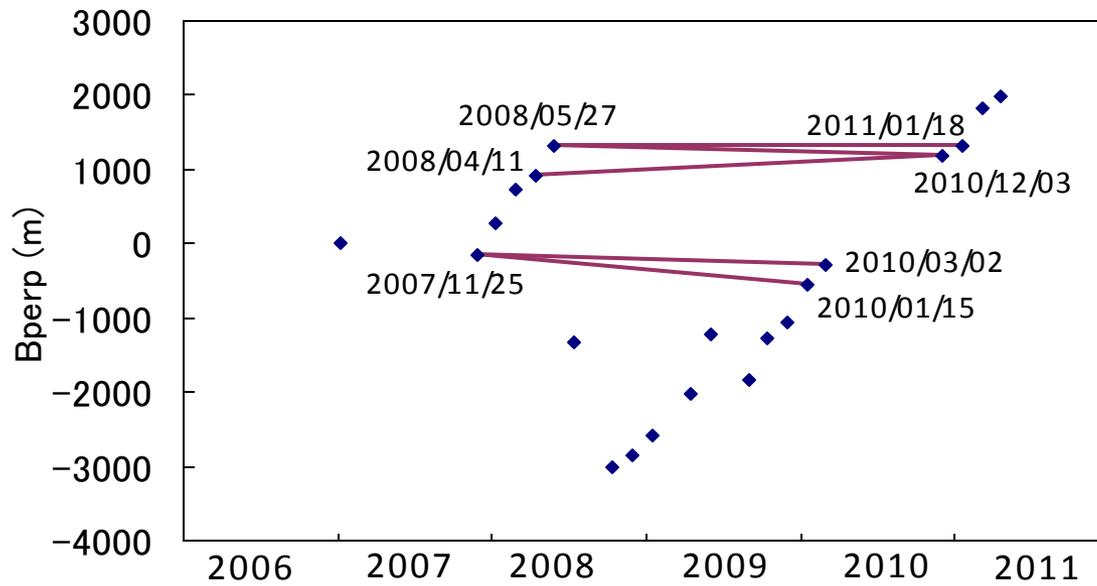
2010/11



Perpendicular baseline
(ALOS/PALSAR)

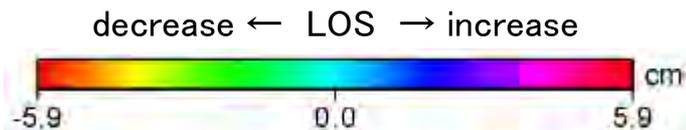


Ascending (path 424)



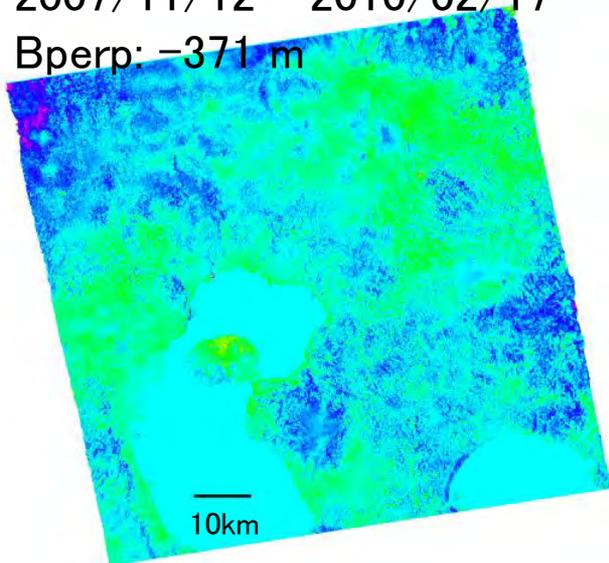
Descending (path 73)

Unwrapped interferograms
Ascending (path 424)

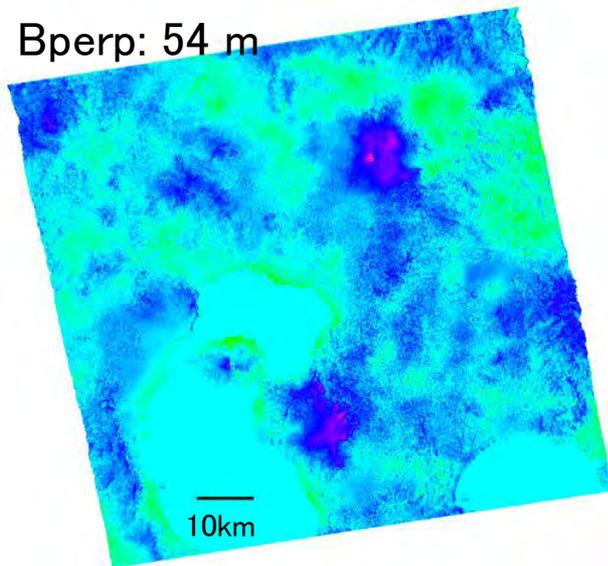


Software: SIGMA-SAR
PALSAR data
Off-nadir angle: 34.3 deg.

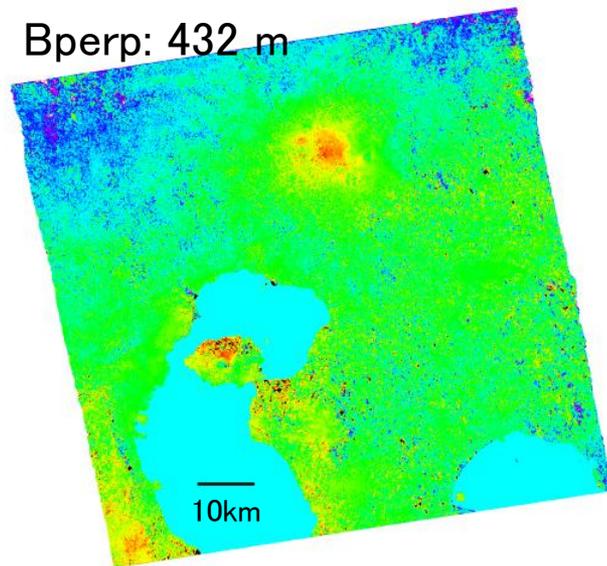
2007/11/12 – 2010/02/17
Bperp: -371 m



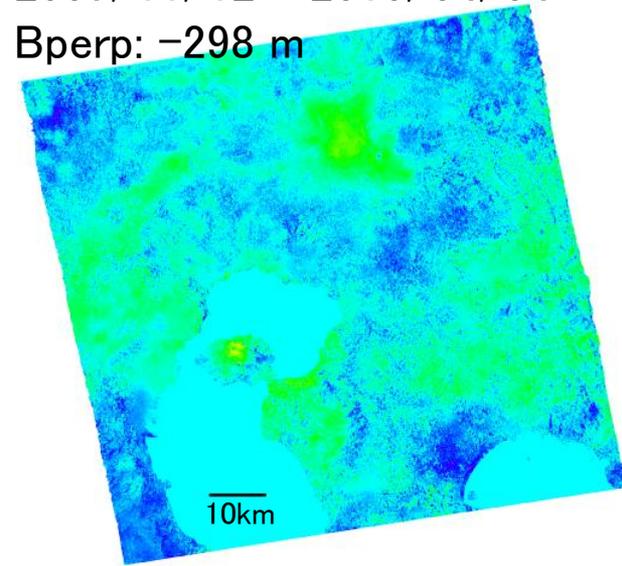
2007/12/28 – 2010/02/17
Bperp: 54 m



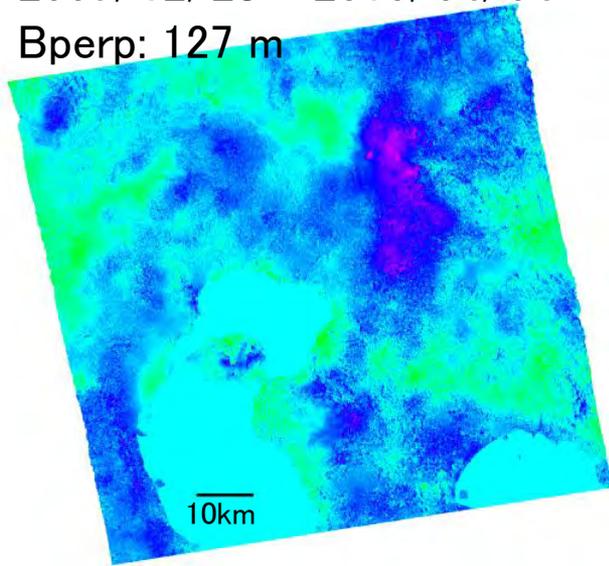
2007/11/12 – 2010/11/20
Bperp: 432 m



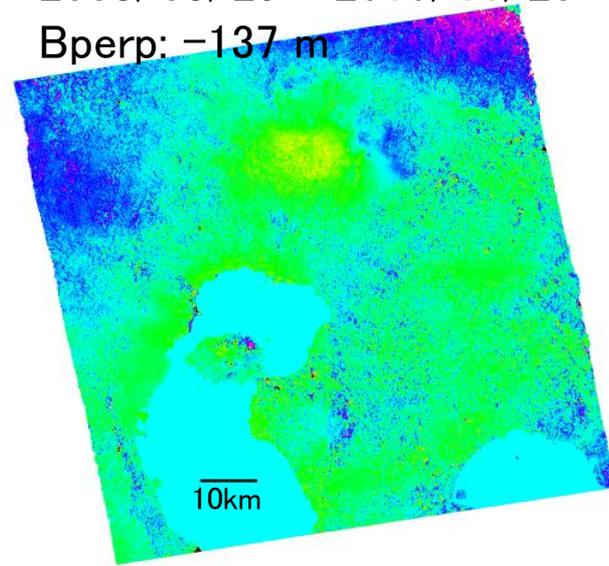
2007/11/12 – 2010/04/04
Bperp: -298 m



2007/12/28 – 2010/04/04
Bperp: 127 m

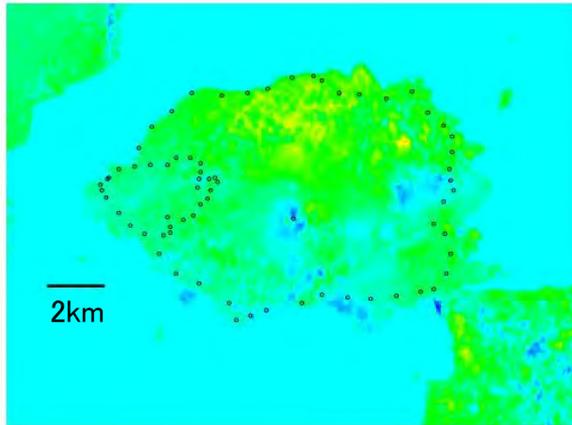


2008/03/29 – 2010/11/20
Bperp: -137 m

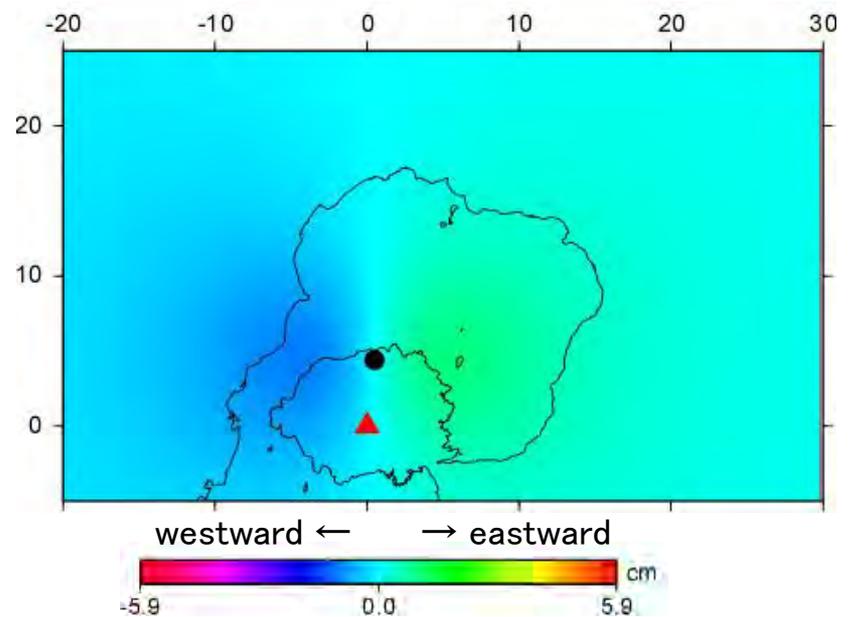
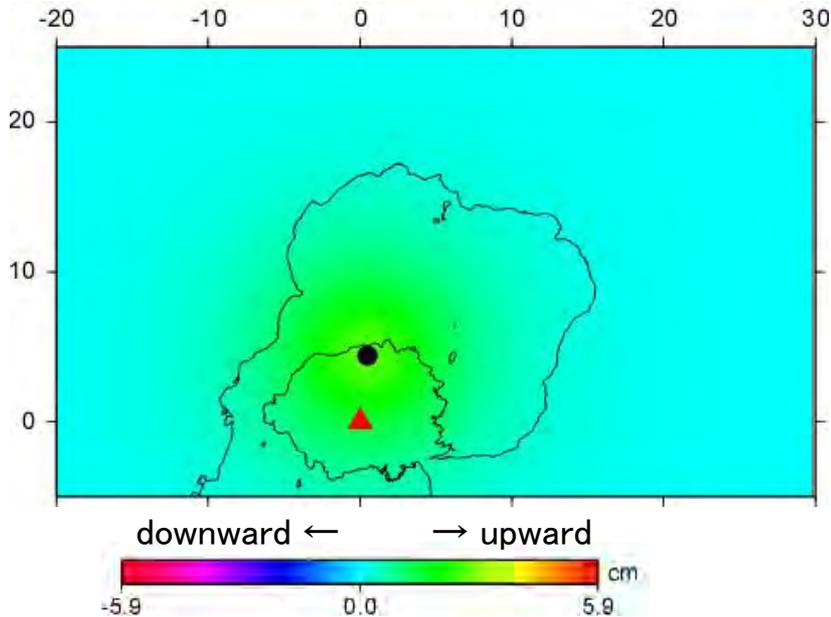
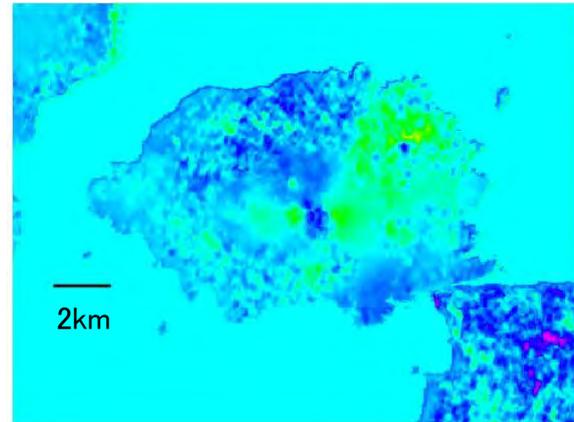


Stacking and 2.5-D deformation analysis (2007/11 – 2010/11)

Quasi-upward direction
(elevation angle ~ 85 deg.)



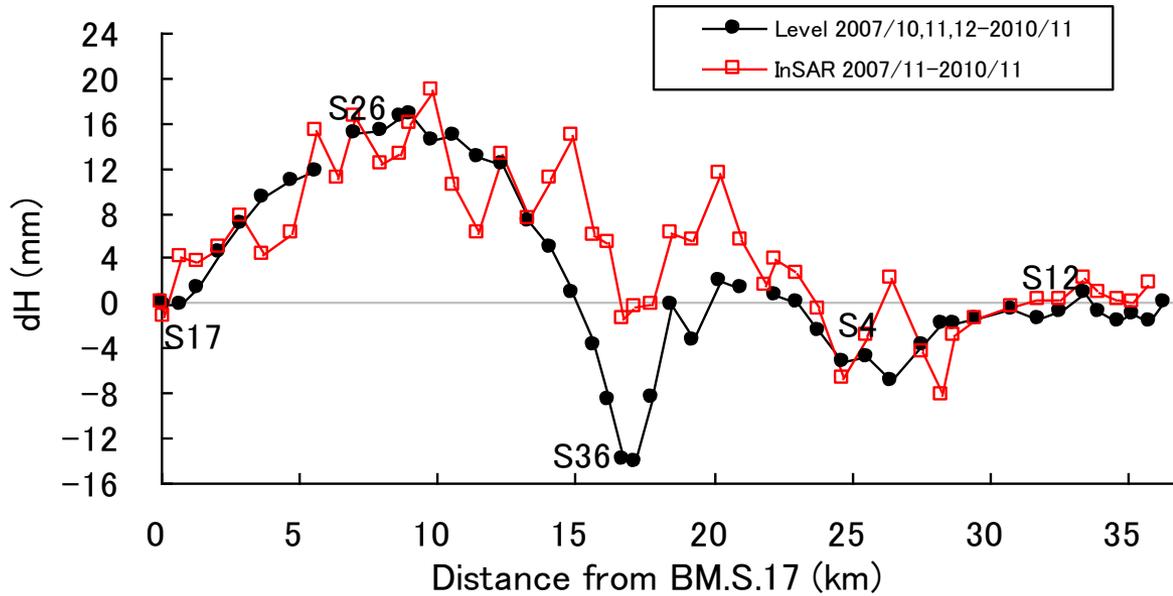
Eastward direction



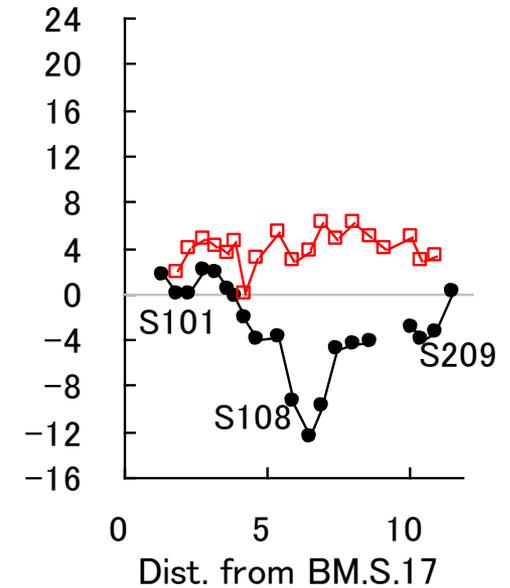
Expected InSAR images by using the pressure source calculated from leveling data (2007/10,11,12 – 2010/11): Dep= 7.2 km, $dV= 5.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

Vertical displacement (InSAR results vs. leveling data)

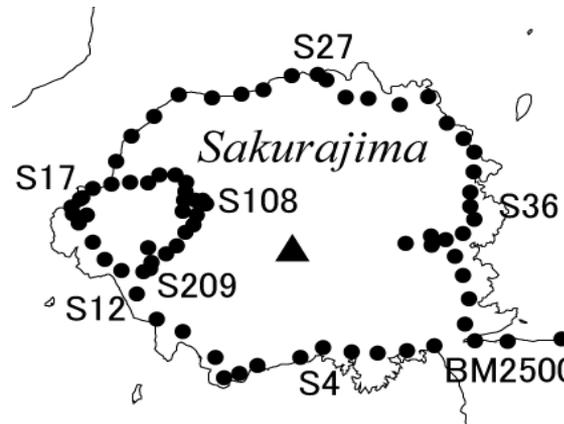
Sakurajima coast route



Harutayama route



* Reference (leveling) bench mark: S.17



StaMPS results

Unwrapped PS Phase

minus dem error and master AOE
(Atmospheric and Orbit Error)

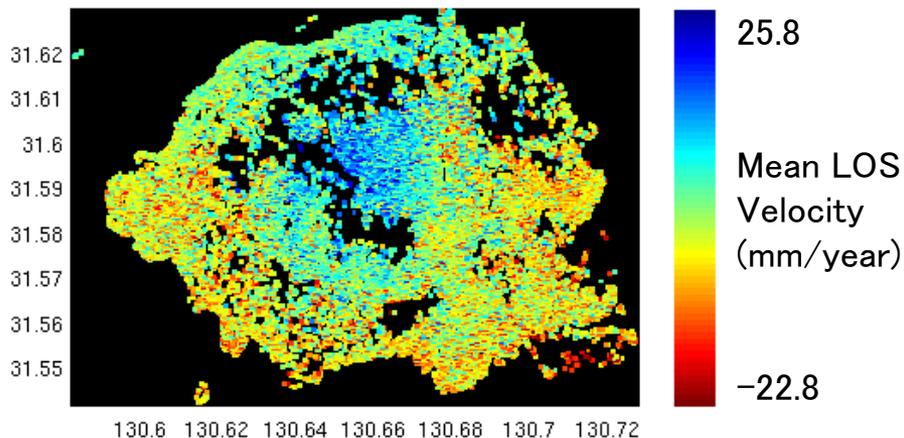
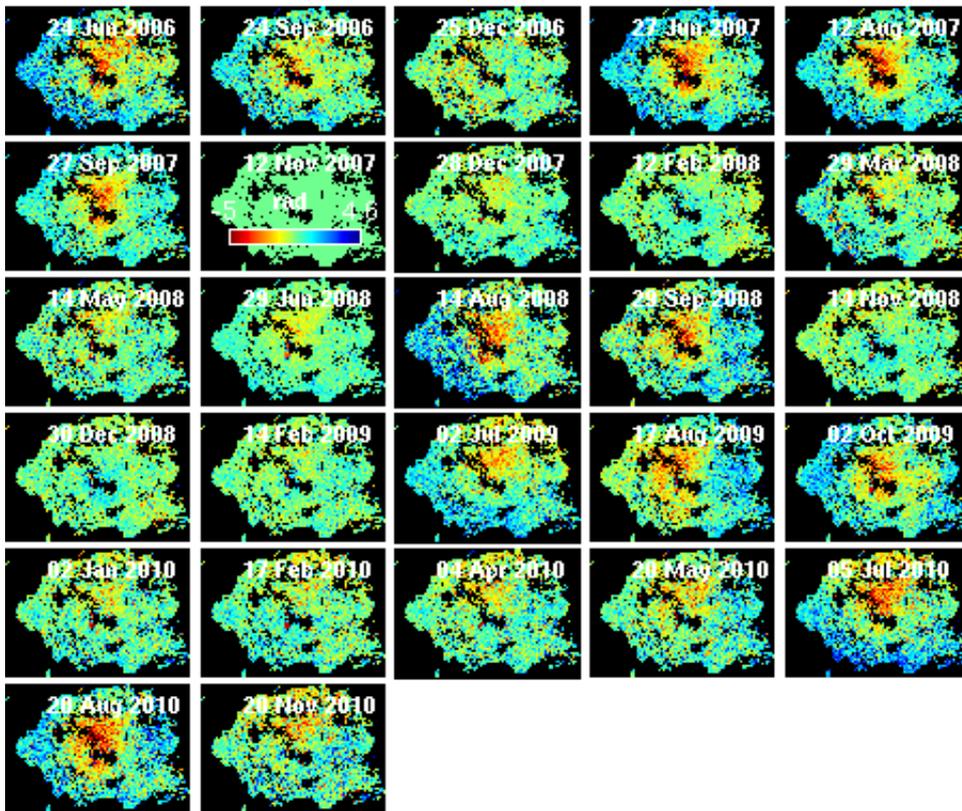
Ascending (424_620)

master: 2008/06/29

45772 ref PS selected

Color Range: -4.99612 to 4.62922 rad

Each image shows changes from the
image of 2007/11/12



Mean LOS Velocity

2007/11/12–2010/11/20
(master: 2008/06/29)

StaMPS results

Unwrapped PS Phase

minus dem error and master AOE
(Atmospheric and Orbit Error)

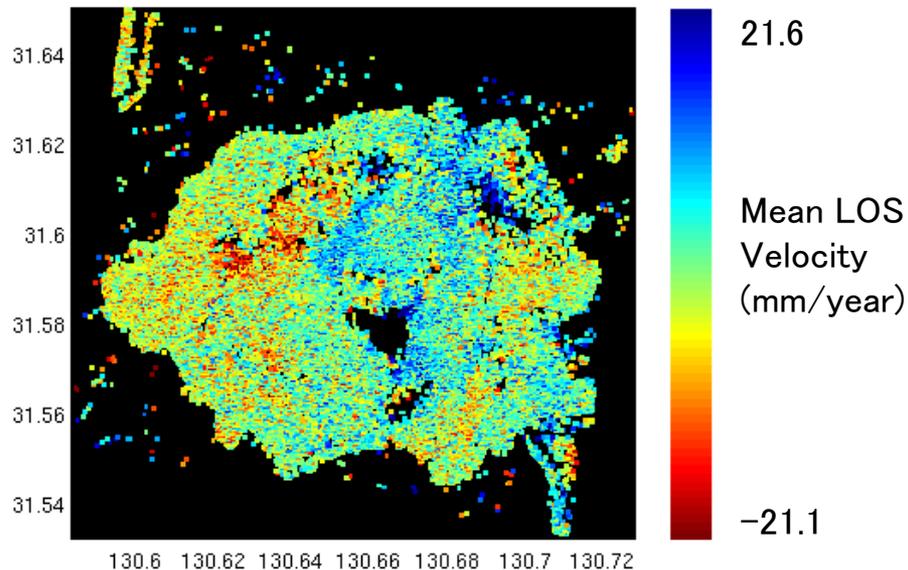
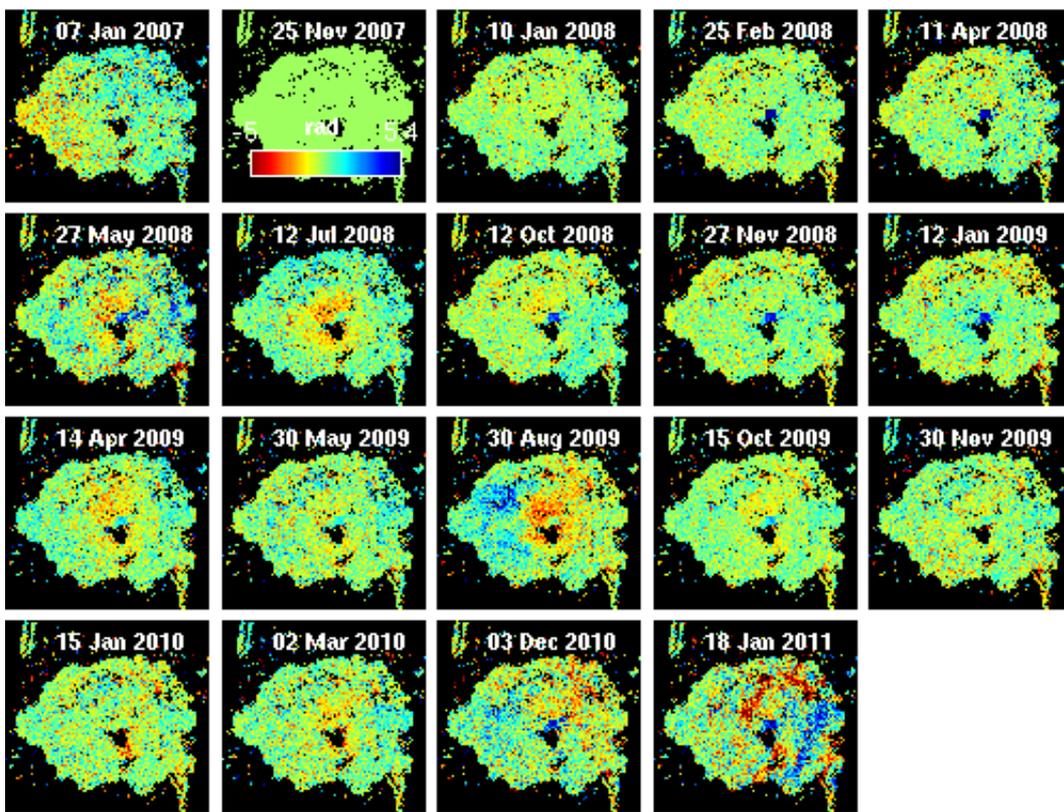
Descending (73_2980)

master: 2009/10/15

61961 ref PS selected

Color Range: -5.03731 to 5.39863 rad

Each image shows changes from the
image of 2007/11/25



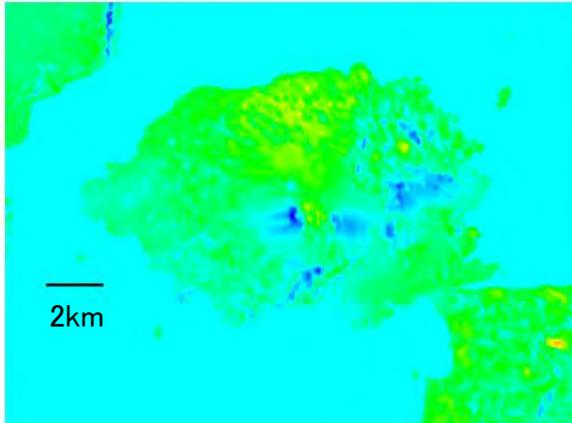
Mean LOS Velocity

2007/11/25-2011/01/18
(master: 2009/10/15)

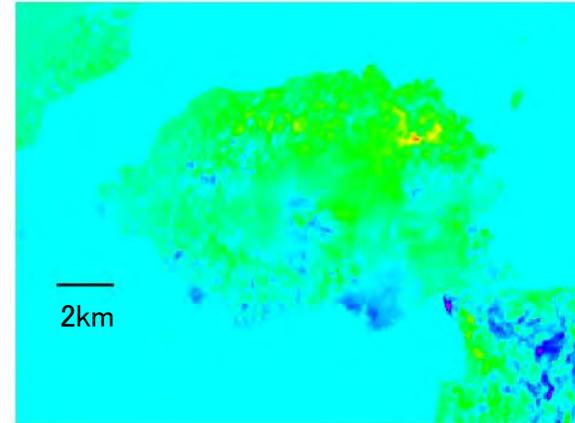
Stacking vs. StaMPS



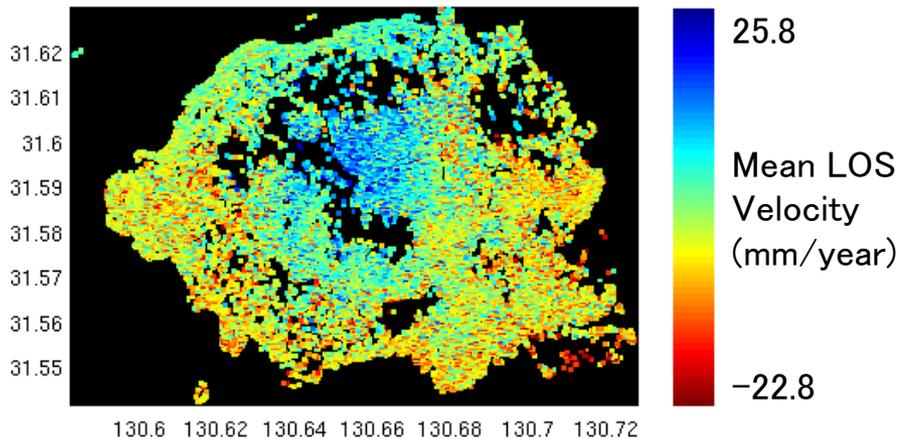
Ascending (path 424)
Stacking (2007/11 – 2010/11)



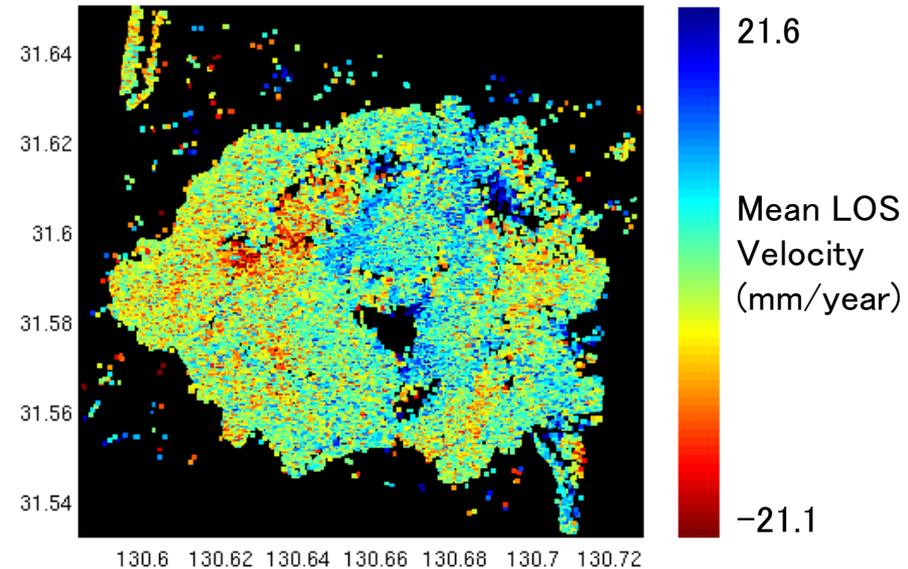
Descending (path 73)
Stacking (2007/11 – 2010/11)



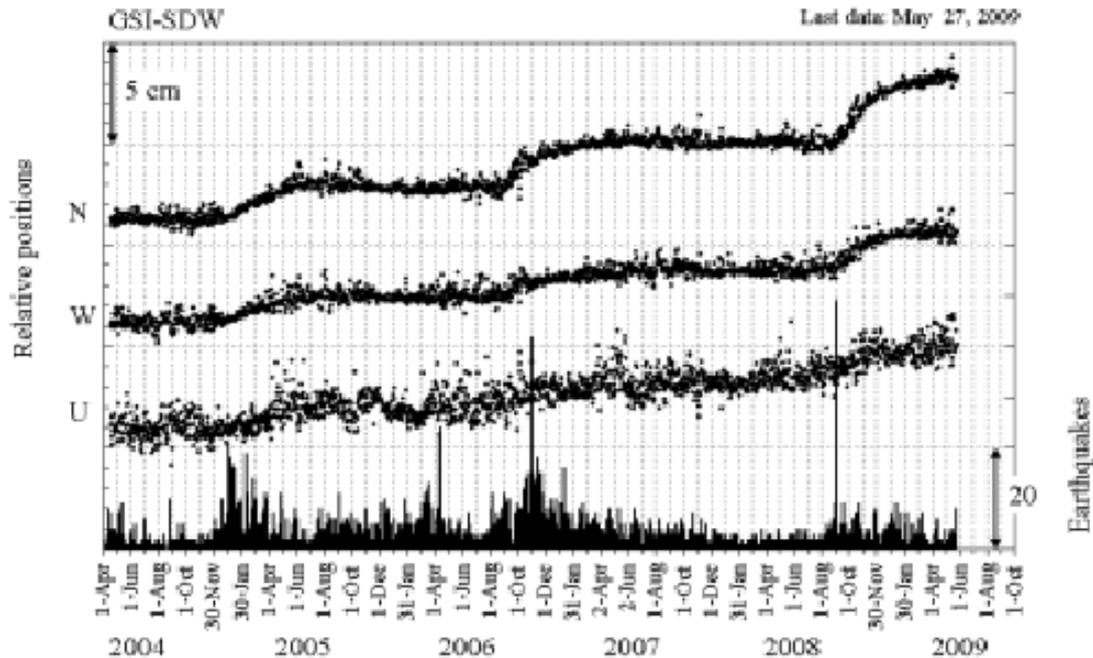
StaMPS (2007/11/12–2010/11/20)



StaMPS (2007/11/25–2011/01/18)



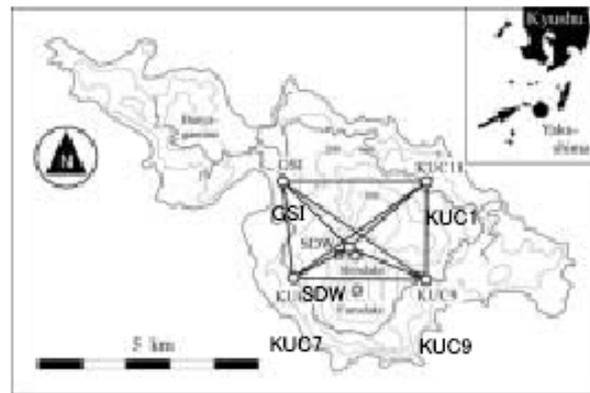
Kuchierabujima volcano



GPS 観測点SDW における変位. N:南北, E:東西, U:上下

2008年9月から始まった口永良部島新岳の北西200mの地点での北西方向の変位は、11月ごろから変位速度が低下しほぼ停止した。

(京大防災研究所・産業技術総合研究所, 第113回火山噴火予知連絡会)



観測点位置図の作成に当たっては国土地理院発行の2万5千分の1地形図(口永良部島)を使用した

Continuous GPS observation

(Saito and Iguchi, 2007)

The continuous GPS observation is made at 4 stations since 2004.

The deformation indicating the inflation of summit region was observed at the observation site near the summit crater during the periods:

Jan. 2005 – Jun. 2005,
 Sep. 2006 – Jan. 2007,
 Sep. 2008 – Jan. 2009,
 respectively.

The ground deformation was accompanied by the increasing activity of volcanic earthquakes.

干涉 SAR 口永良部島

2008/07/16
2009/07/19

Conventional
InSAR:
Events
Detection

30.5°

30.45°

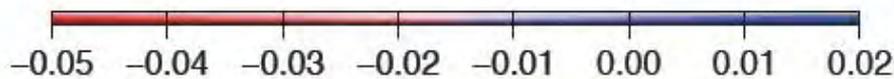
30.4°

130.15°

130.2°

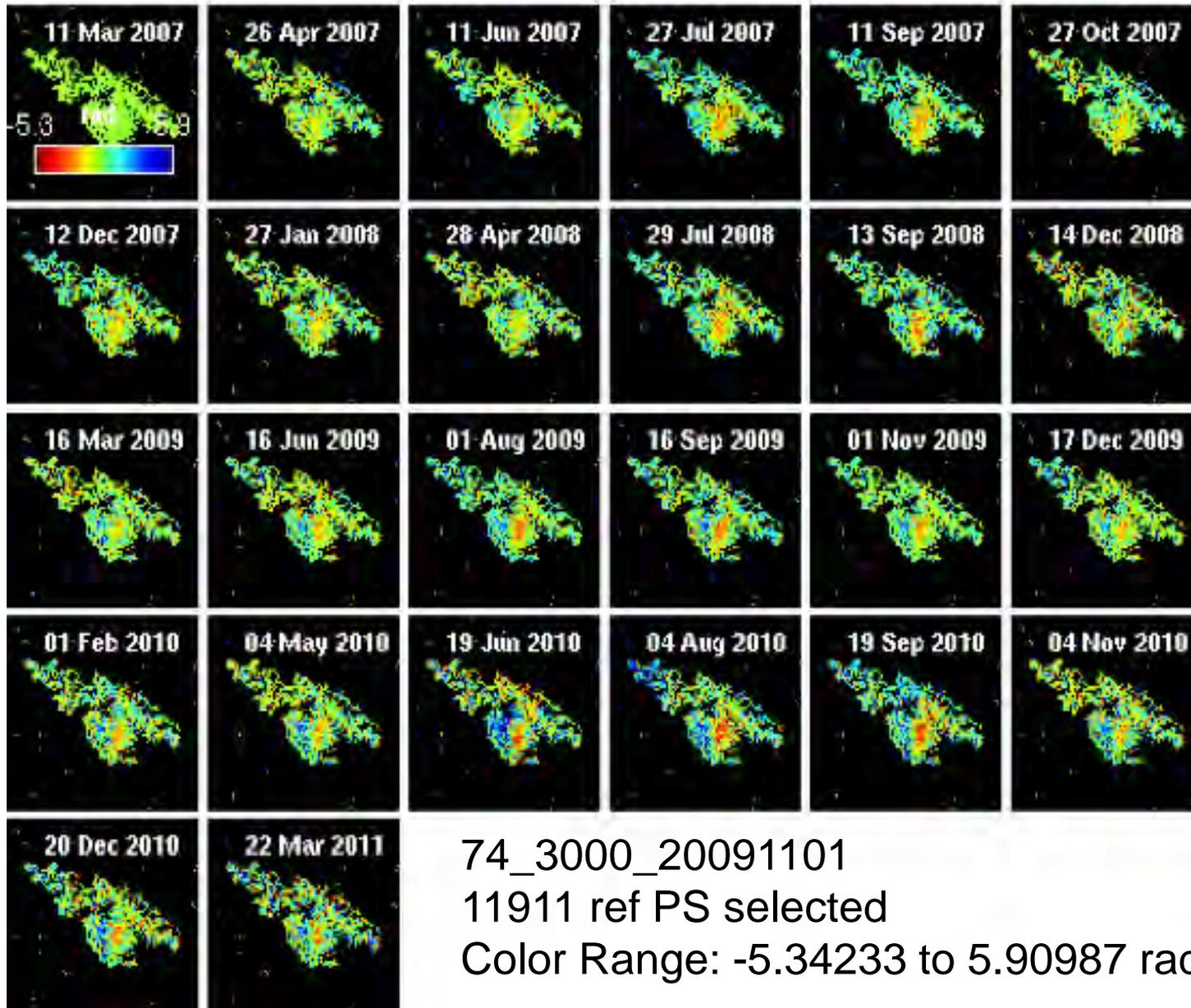
130.25°

GPS: ~ mm の変位
~ mm/year 速度



LOS Displacement [m]

Unwrapped PS Phase

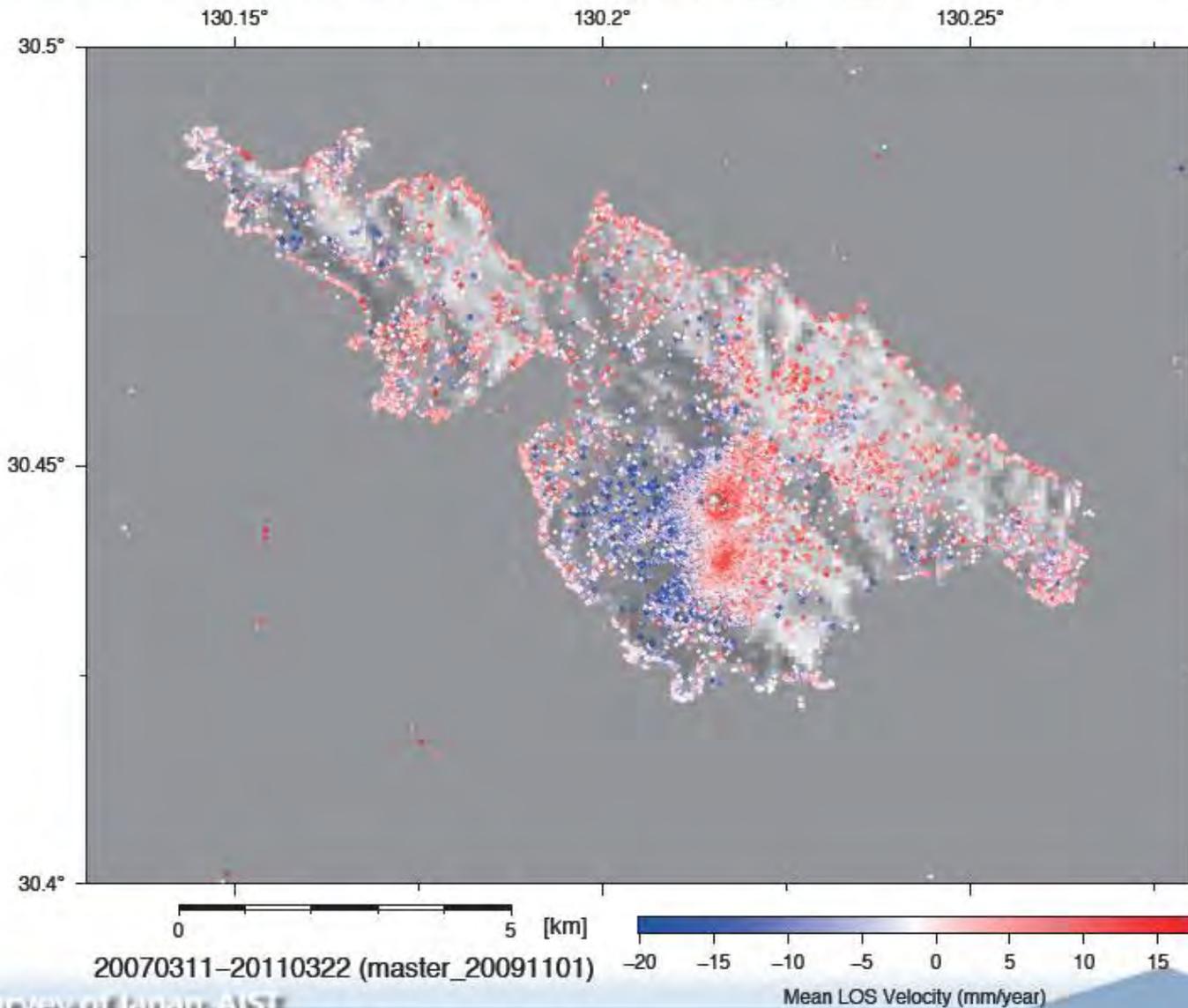


minus dem
error and
master AOE
(Atmospheric and
Orbit Error)

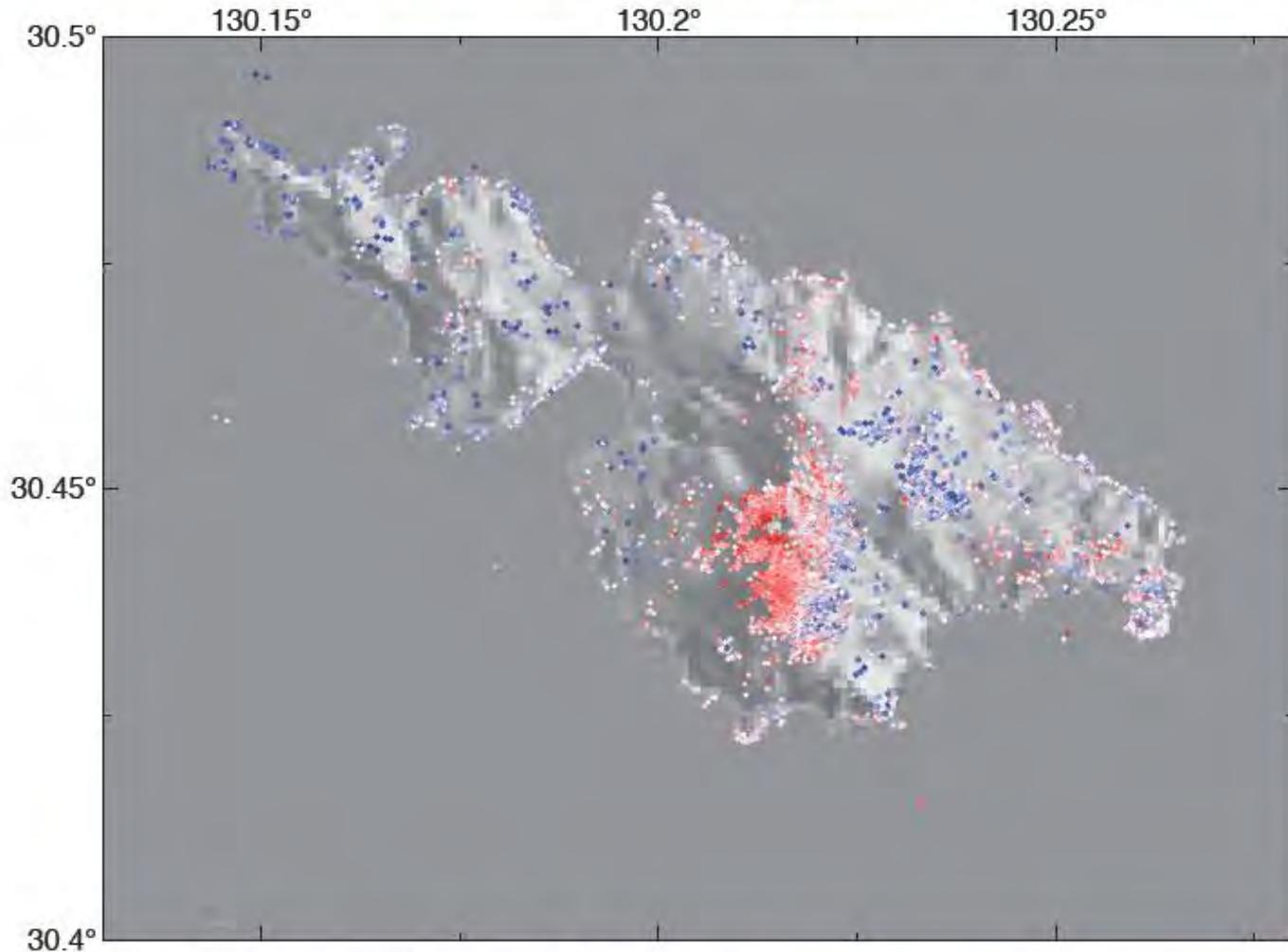
(Each image
shows change
since previous
image)

Not Linear
in Time?

Mean LOS Velocity (D_74_3000)

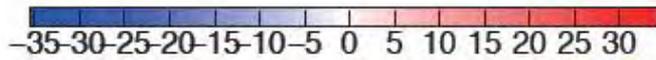


Mean LOS Velocity (A_425_0600)



0 5 [km]

20080716-20110122 (master_20080716)



Mean LOS Velocity (mm/year)

まとめ

- (1) 桜島火山について、2007年から2010年の期間のALOS/PALSARデータを用いた干渉SAR解析結果からスタッキングおよび2.5次元解析を行った結果、桜島北部において地盤の隆起が検出された。
- (2) 得られた地盤隆起量は、同期間に水準測量によって測定された地盤の隆起量とも比較的良好に一致していた。
- (3) StaMPSを用いたPS-InSAR時系列解析を桜島火山に適用した。この結果からも桜島北部における地盤隆起が確認された。
- (4) 口永良部島火山について、GPSにより観測されていた2008年9月～2009年1月の山頂付近の地盤の膨張イベントの検出を主な目的として、ALOS/PALSARデータを用いた干渉SAR解析を行った。
- (5) StaMPSを用いたPS-InSAR時系列解析の結果、山頂火口付近の地盤の膨張を示す変動が検知された。得られた変動量は、GPSにより測定された地盤変動量とも概ね調和的であった。

謝辞

本研究で用いたPALSARデータはPIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land surface)において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データの所有権は経済産業省およびJAXAにある。本研究の干渉SAR解析にはJAXA SIGMA-SARソフトウェア(M. Shimada, 1999)を使用させていただきました。また、本研究の一部は、東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けました。また、科学研究費補助金(基盤研究(B)課題番号: 22340123, 研究代表者:橋本学)を使用して行われました。