

1-10

題名(和文): ALOS/PALSAR によって観測された, アリューシャン列島・オクモク火山における 2008 年噴火

題名(英文): 2008 eruption of Okmok volcano in Aleutian Islands, observed by ALOS/PALSAR

著者(和文): 宮城洋介(防災科研)

著者(英文): Yousuke Miyagi (NIED)

要旨

アラスカ・アリューシャン列島にあるオクモク火山は, 20 世紀中に 10 回以上の噴火が報告されている非常に活発な火山である. 2008 年 7 月, 1997 年以来およそ 11 年ぶりの噴火が起こった. オクモク火山は, 有史以来同じ噴火口 (Cone-A) からの噴火を繰り返してきたとされているが, 2008 年噴火は Cone-A からではなく, カルデラ中心付近にできた新しい噴火口から起こったものであった (図 1). この 2008 年噴火に伴う地殻変動を検出するために, 噴火前後の ALOS/PALSAR データを用いた差分干渉解析 (DInSAR 解析) を行った. その結果検出された地殻変動は, 噴火に伴った山体の収縮を示し, 変動のパターンはシンプルで, カルデラの中心に向かって同心円状に収縮するものであった (図 2). 次に, Mogi モデル [Mogi, 1958] を用い, 観測された地殻変動データの説明を試みた. その結果, 変動源としてカルデラのほぼ中心地下約 3km の深さに位置する Mogi ソースが推定され, 体積変化量 (減少量) は $1.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ と見積もられた. この変動源の位置は過去の研究から推定されたものとほぼ同じであるが, 本 DInSAR 解析に使用した PALSAR データが噴火の 1 年前と 1 年後のものであり, 噴火直前と直後の膨張期も含んでいると仮定できることから, 見積もられた体積変化量は過小評価されている可能性がある. またこの仮定のもとで考えると, 膨張と収縮の両期間を含んでいるにも関わらずその地殻変動パターンは非常にシンプルなものであることから, 同一の変動源が位置を変えずに膨張と収縮を繰り返したと考えることができる.

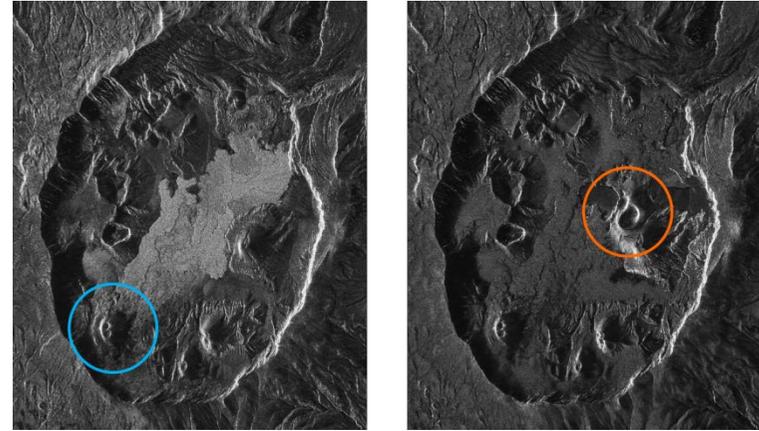


図 1. (左) 噴火前 (2008 年 1 月 5 日), (右) 噴火後 (2009 年 2 月 22 日) に取得された PALSAR 強度画像.

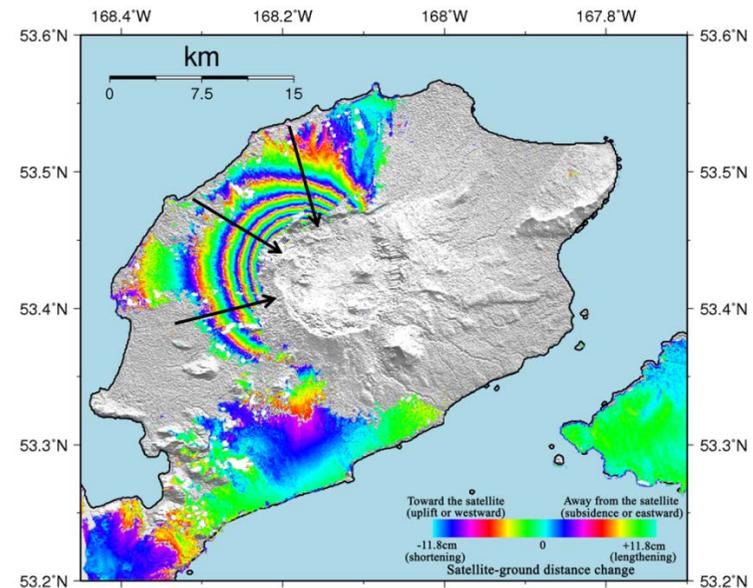


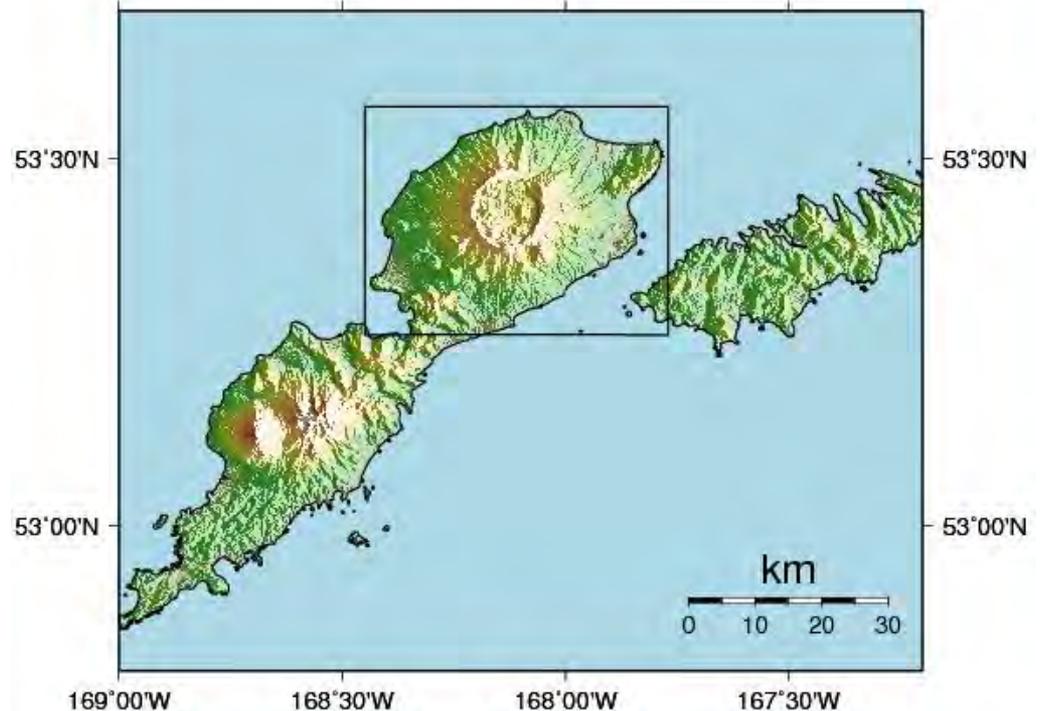
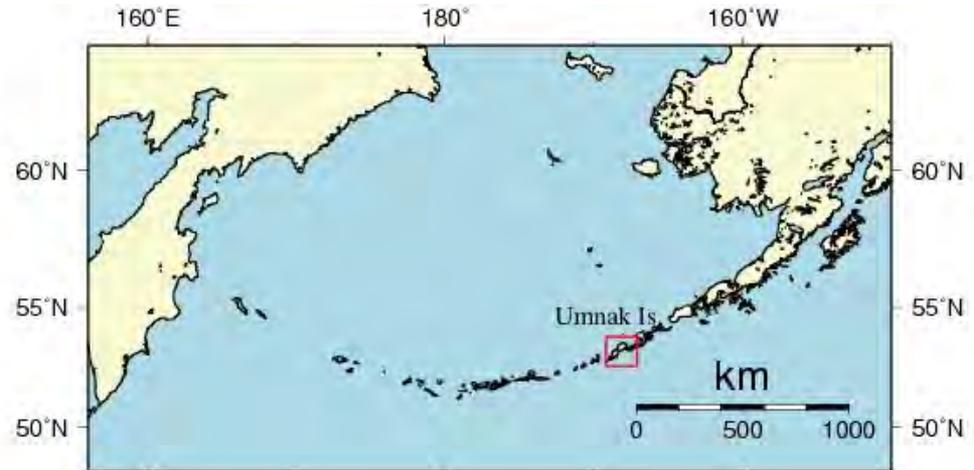
図 2. 噴火前後 (2007 年 8 月 20 日 - 2009 年 8 月 25 日) の ALOS/PALSAR データから得られた地殻変動. 噴火に伴った収縮を示す.

ALOS/PALSARによって観測された、アリューシャン列島・オクモク火山における2008年噴火

宮城洋介(防災科研)

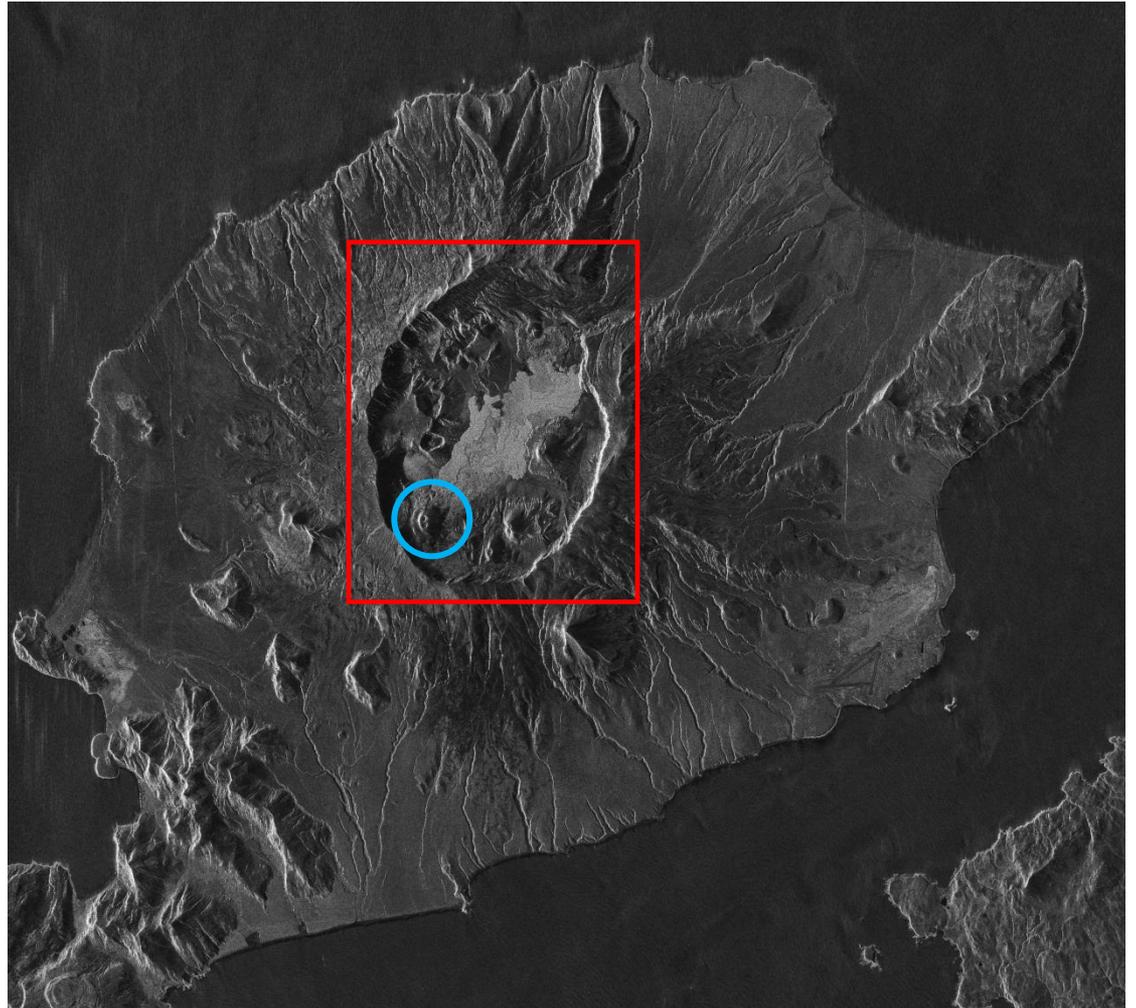
Okmok火山

アラスカ・アリューシャン列島にあるOkmok火山は、20世紀中に10回以上の噴火が報告されている非常に活発な火山である。2008年7月、1997年の噴火以来11年ぶりの大規模な噴火を起こした。これまでの噴火はカルデラ底南西部にあるCone Aから繰り返し起こっていたが、2008年の噴火はカルデラ底中央部にできた新しい噴火口から起こった。これまでGPSや干渉SARによる地殻変動観測が行われ、その変動源はカルデラ中央地下3~4kmに推定された[Lu et al., 2005, 2010; Miyagi et al., 2004].



Okmok火山

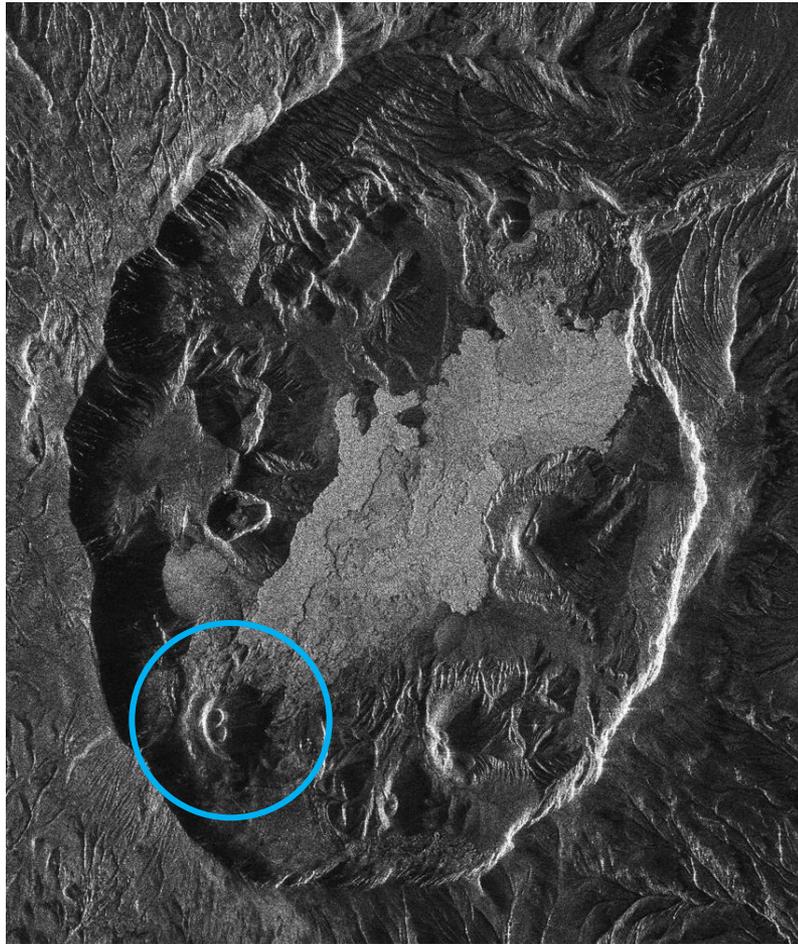
アラスカ・アリューシャン列島にあるOkmok火山は、20世紀中に10回以上の噴火が報告されている非常に活発な火山である。2008年7月、1997年の噴火以来11年ぶりの大規模な噴火を起こした。これまでの噴火はカルデラ底南西部にあるCone Aから繰り返し起こっていたが、2008年の噴火はカルデラ底中央部にできた新しい噴火口から起こった。これまでGPSや干渉SARによる地殻変動観測が行われ、その変動源はカルデラ中央地下3~4kmに推定された[Lu et al., 2005, 2010; Miyagi et al., 2004].



噴火前(2008年1月5日)のPALSAR強度画像

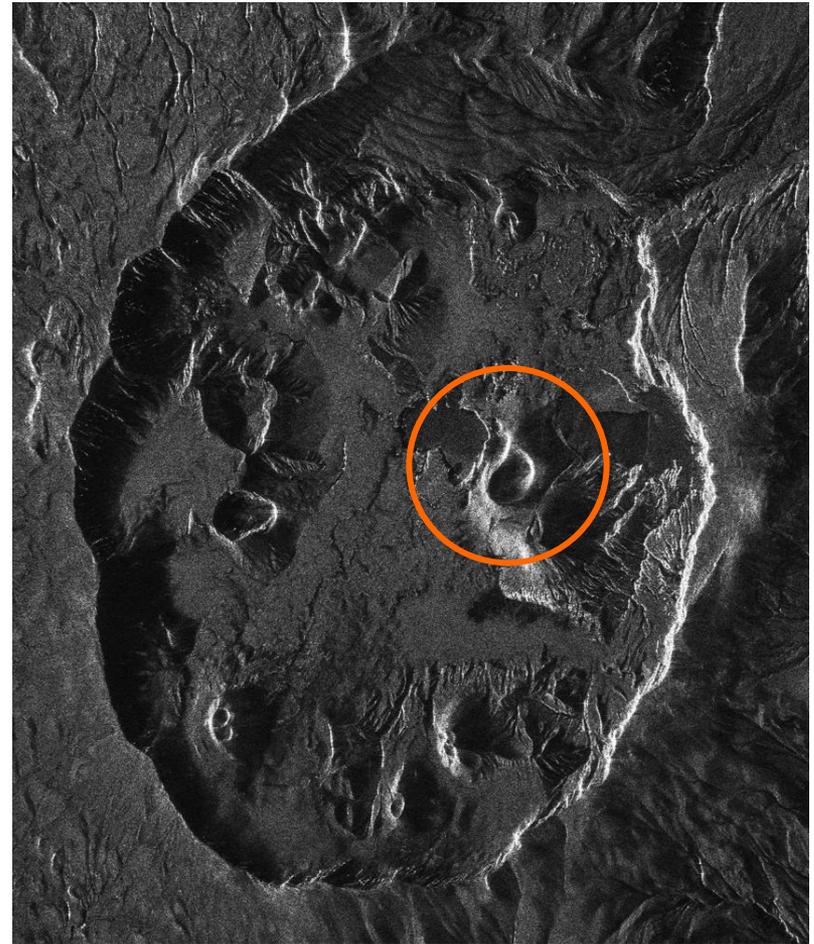
2008年噴火でできた新噴火口

2008/1/5 (噴火前)



過去の噴火口(Cone A)

2009/2/22 (噴火後)

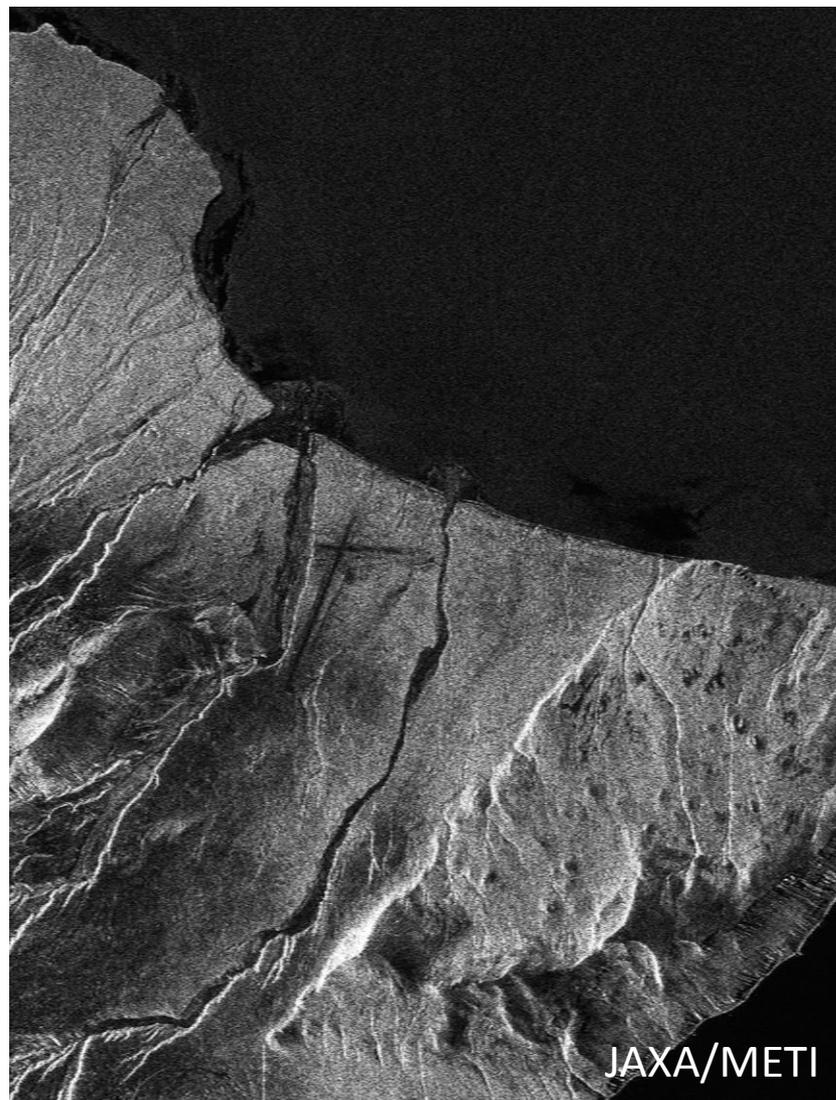
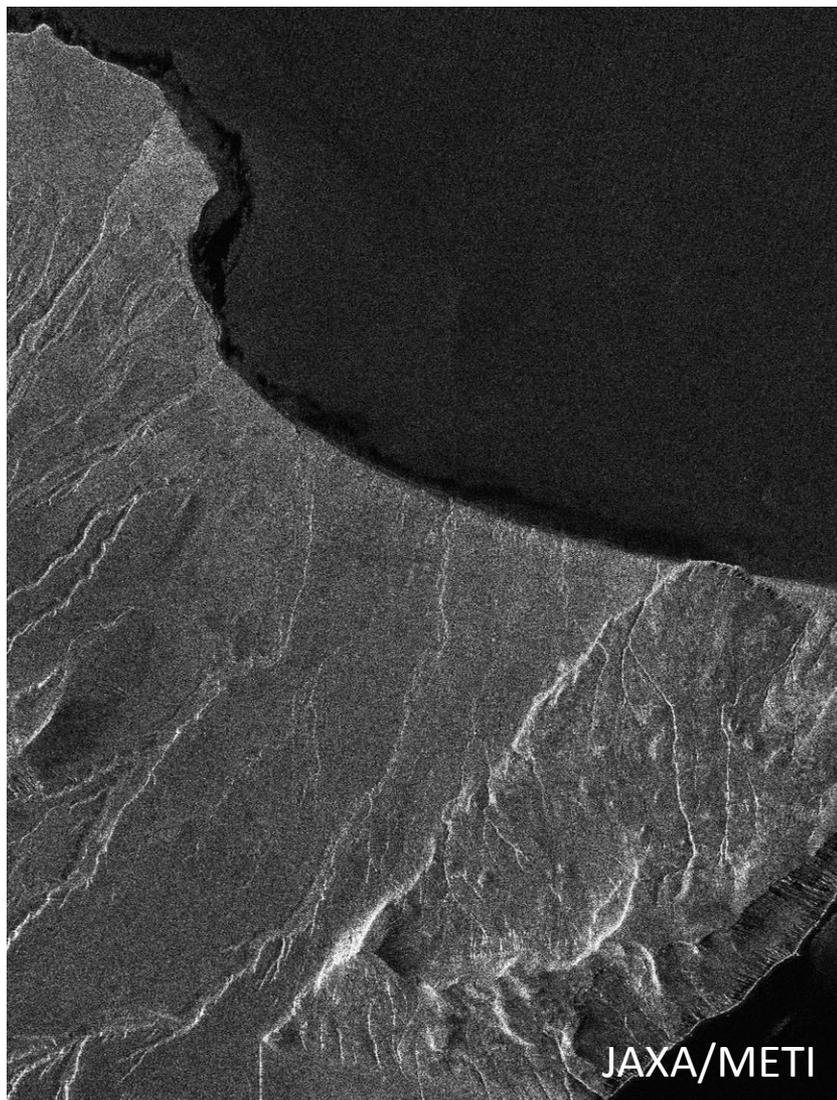


新しい噴火口

噴火前

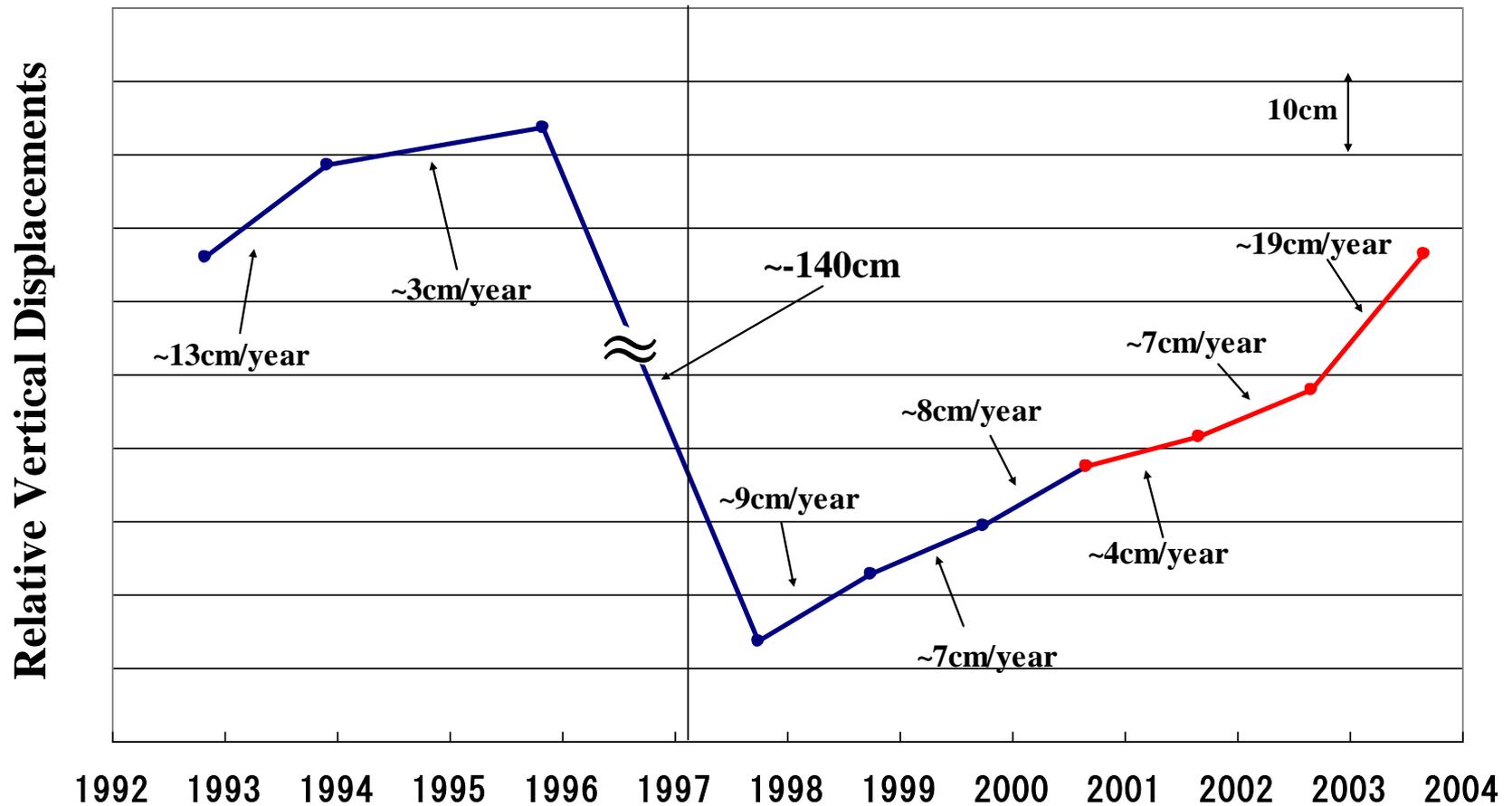


噴火後



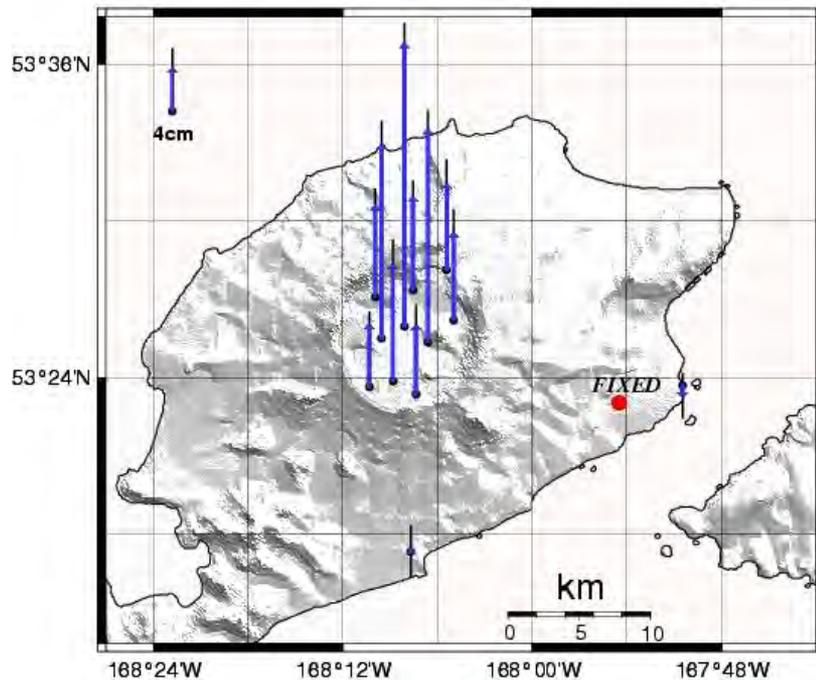
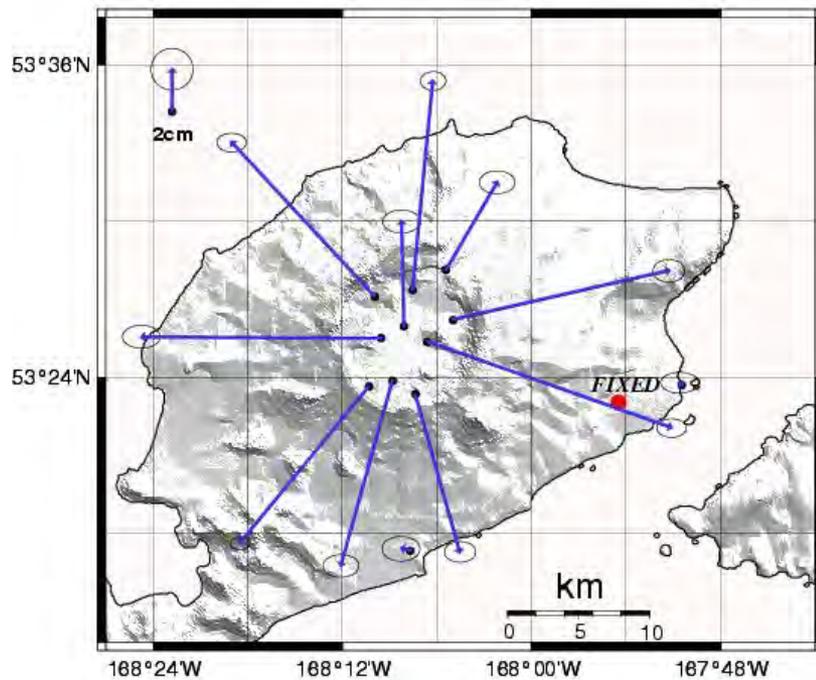
Okmok火山の地殻変動

過去の研究 (GPS, DInSAR) から明らかになった、 カルデラ中心における上下変動



[Miyagi et al., 2004; Miyagi, 2006]

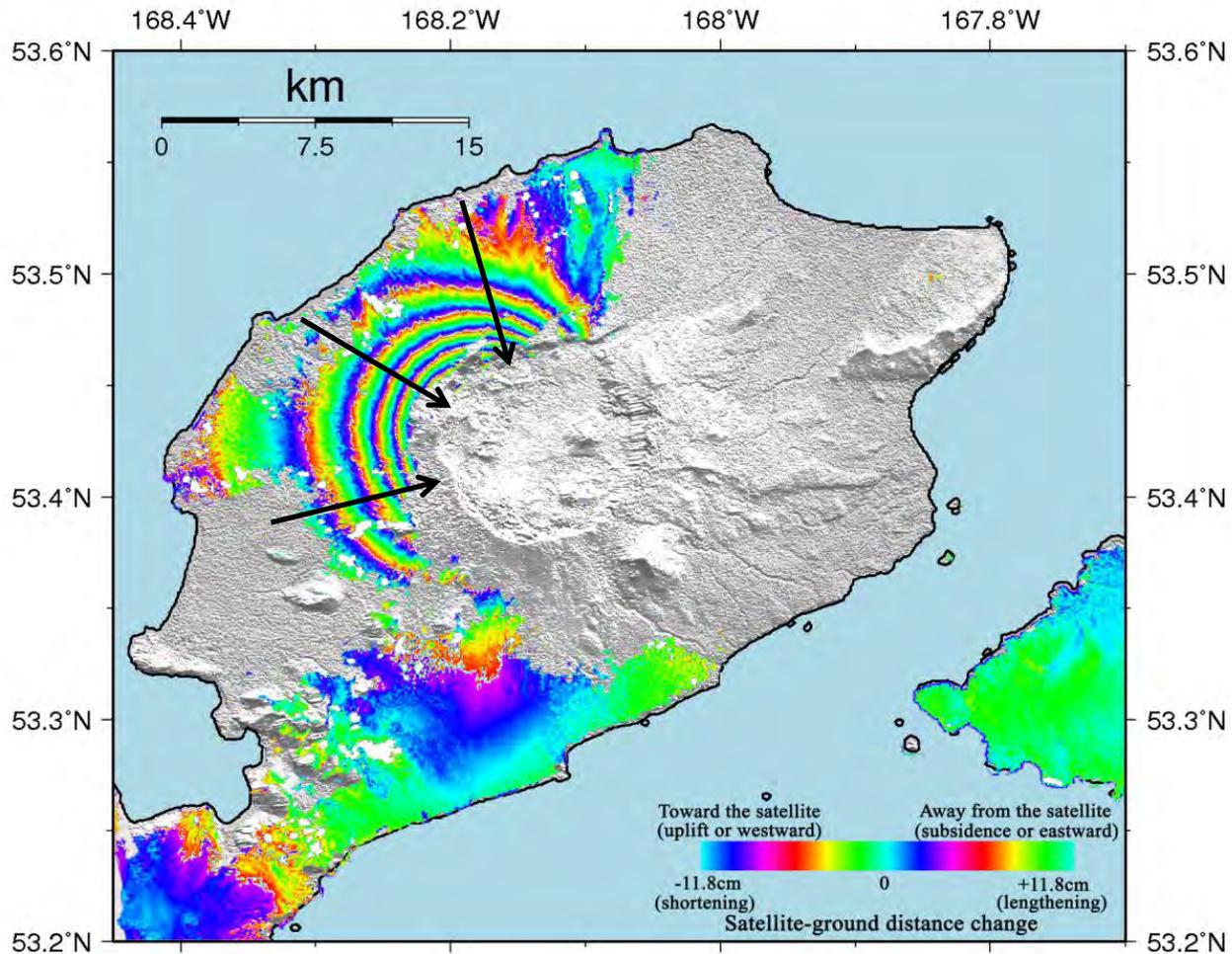
2002-2003年期間に 検出された地殻変動



from Lu et al. [2005]

from Miyagi [2006]

ALOS/PALSAR 干涉画像 (2007/8/20-2009/8/25)



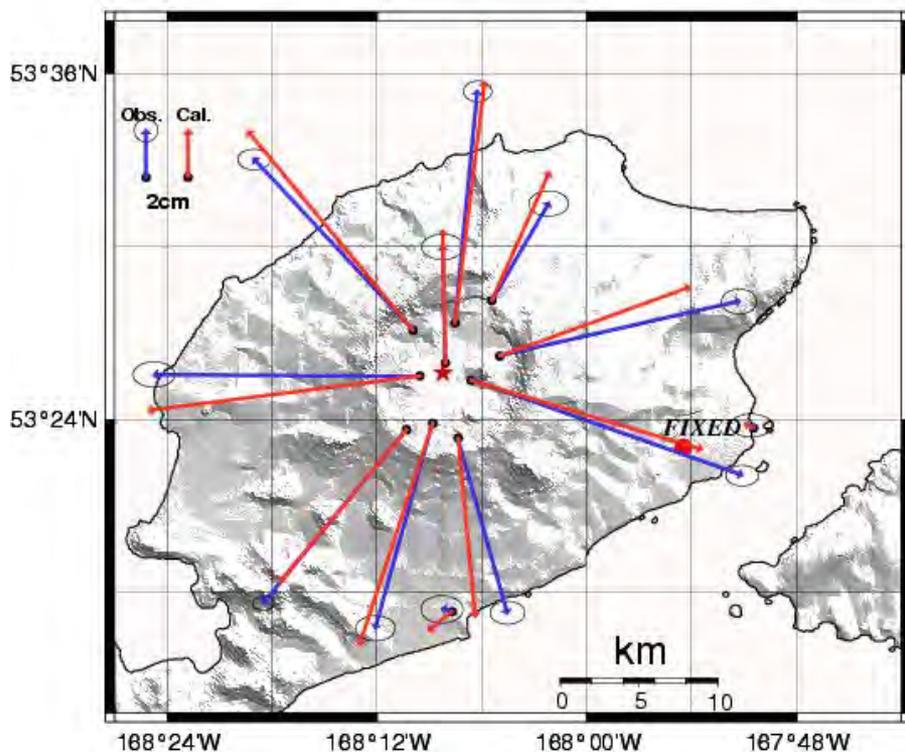
結果・解釈1

- 噴火前後のPALSARデータを使ったDInSAR解析の結果、カルデラ中心に向かって衛星から遠ざかる地殻変動が検出された。
- これは、山体の収縮を表していると考えられる。
- 2008年噴火に際して、これまでと同様、シンプルな地殻変動を伴ったことが分かった。

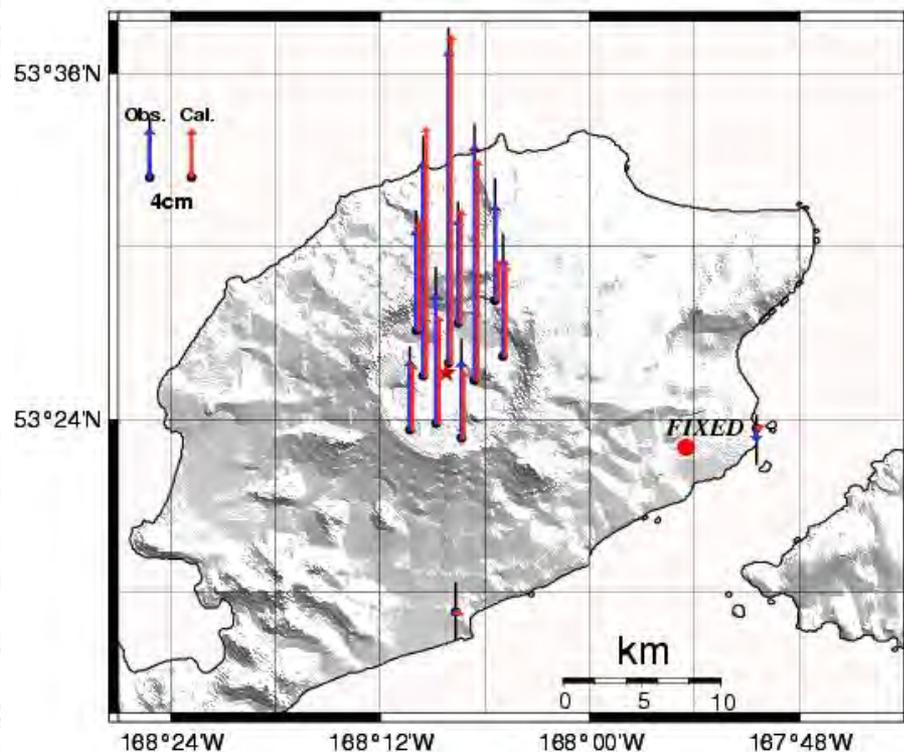
⇒2008年噴火に伴った地殻変動の変動源は？

2002-2003年にGPSで観測された地殻変動と Mogiモデル[Mogi, 1958]を用いて推定された変動源

★: Depth= 3.10 ± 0.05 km, $\Delta V = 1.2 \pm 0.2 \times 10^7$ m³

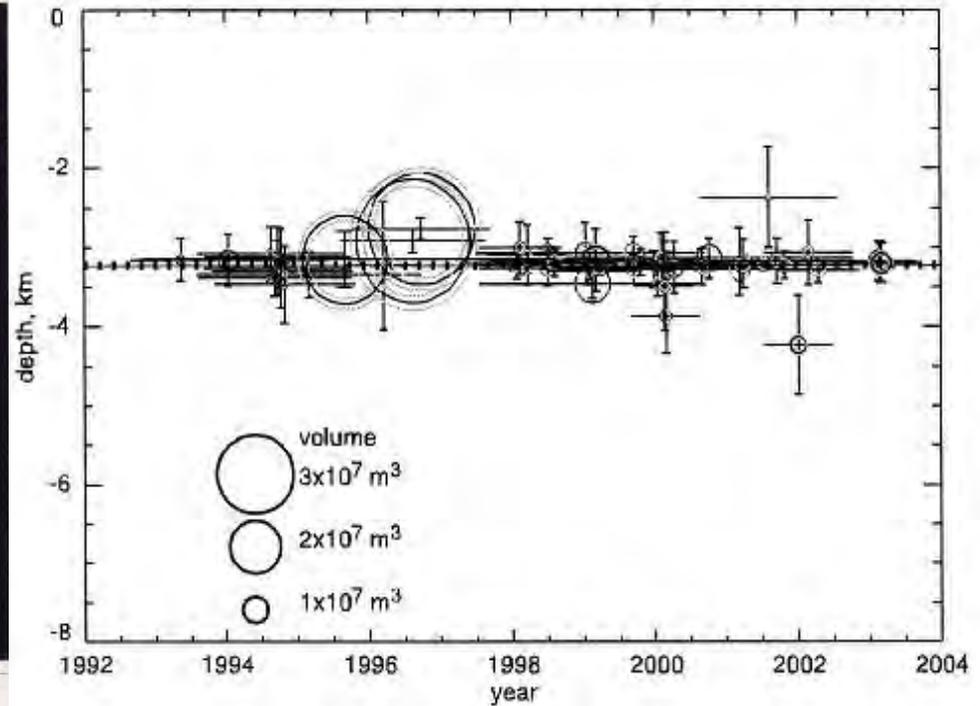
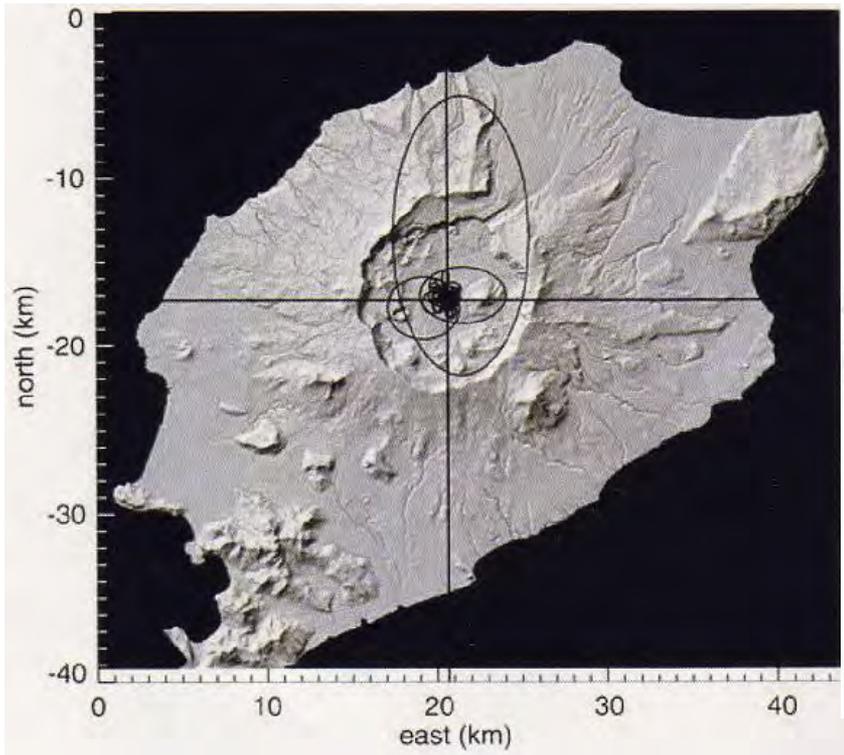


水平成分



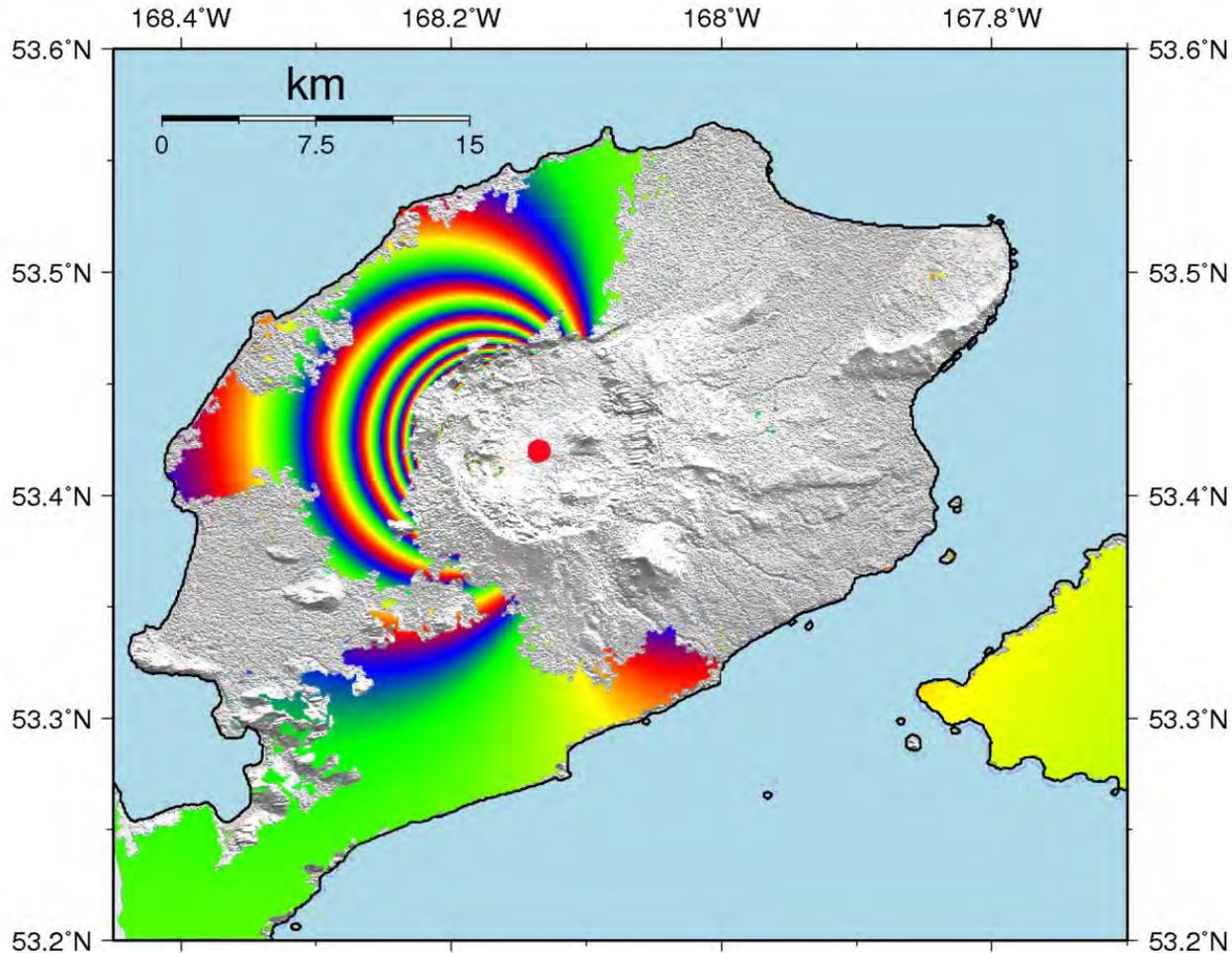
上下成分

1992-2003年期間のDInSARデータ から推定されたMogiソース (Lu et al. [2005])



Mogiモデルによって推定された変動源と シミュレートされた干渉画像

●: Depth=3.0km, $\Delta V = -1.3 \times 10^8 \text{m}^3$



結果・解釈2

- 2008年噴火に伴った収縮を示す地殻変動の変動源として、カルデラ中心地下約3kmにある球状圧力源(Mogiソース)が推定され、浅部に存在するマグマ溜りであると考えられる。
- 1997年噴火の前後に活動していたとされるマグマ溜りと、ほぼ同じ水平位置・深さであることから、2008年噴火でも同じマグマ溜りが主に関係したと考えられる。
- ここで示した収縮の地殻変動は、噴火のおよそ1年前と1年後のPALSARデータを干渉させて得られたものである。これは、噴火直前の膨張と噴火直後の再膨張の期間を含んだものであり、 $1.3 \times 10^8 \text{m}^3$ という体積変化量は過小評価されている可能性があり、2008年噴火の規模はかなり大きな規模であったと考えられる。
- また、膨張と収縮の両方があったにも関わらず、非常にシンプルなパターンの干渉縞が見られることから、同一のマグマ溜りが(場所を変えることなく)膨張と収縮を繰り返したと考えられる。

DInSARデータから推定されたOkmok火山のマグマ供給系 (Mann et al. [2002] より) に加筆

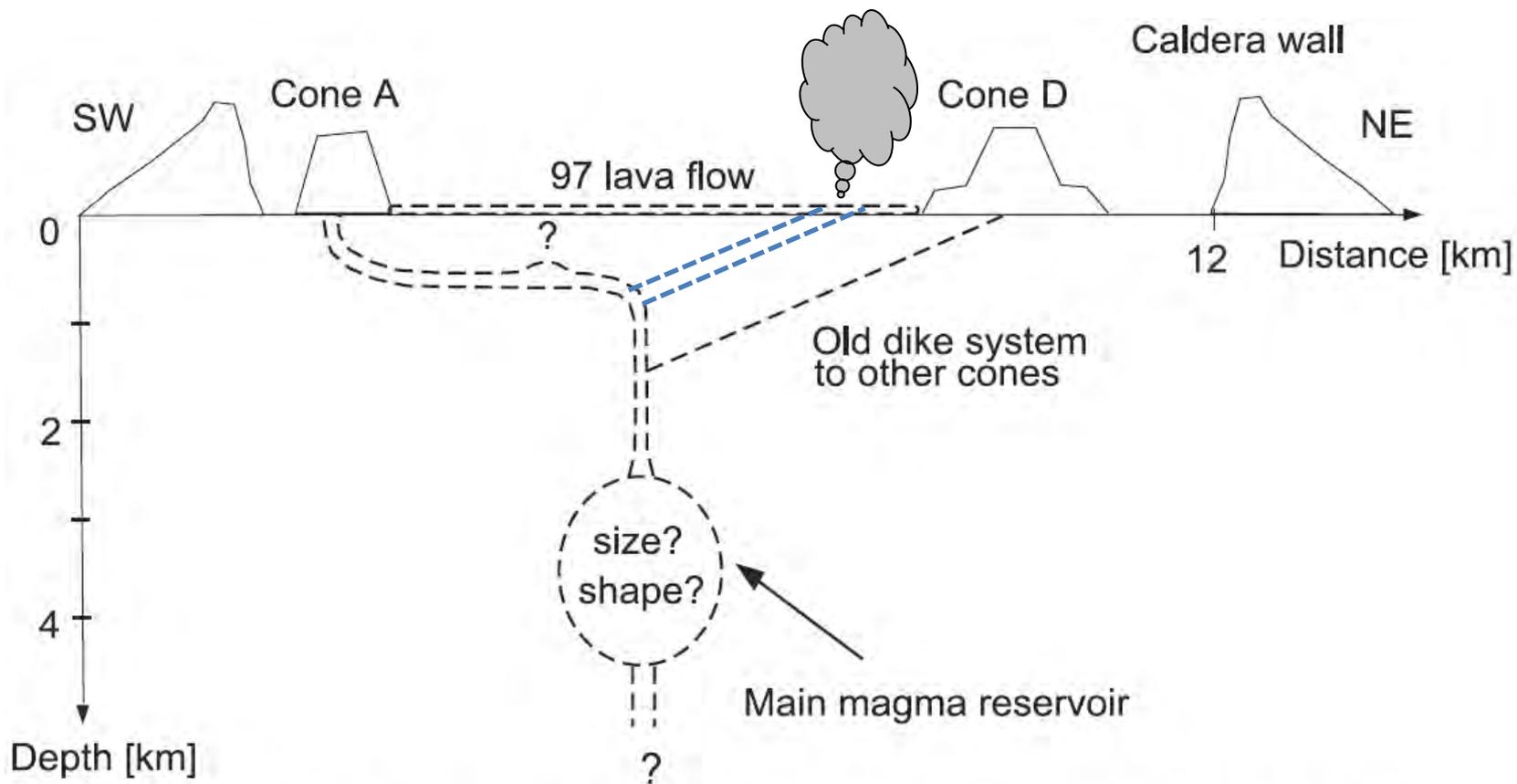


Figure 10. Structural model of Okmok volcano as interpreted from deformation modeling results. See text for detailed description.

まとめ

- アリューシャン列島・Okmok火山の2008年噴火に対して、ALOSに搭載されたPALSARによる観測が行われた。
- 噴火前後に観測された強度画像比較により、2008年噴火でできた新しい噴火口や、泥流が広がる様子が検出された。
- DInSAR観測により、噴火に伴った山体の収縮を示す地殻変動が検出された。
- 変動のパターンは、これまでと同様非常にシンプルで、変動源もこれまでの研究で推定されたものと同じであると思われる。
- 比較的規模の大きな噴火の間隔(1945, 1958, 1997, 2008年)を考えると、あと40年くらいは、小規模な噴火はあるが、中・大規模な噴火はない可能性がある。

問題点

- 結果として時間分解能が非常に低かった点.

ALOS/PALSARデータ

- 300-1060 (パス-フレーム)

2007/2/12 (FBS)

2007/7/5 (FBD)

2007/8/20 (FBD)

2007/10/5 (FBD)

2008/1/5 (FBS)

2008/4/6 (FBS)

----- 噴火！

2008/8/22 (FBD)

2008/10/7 (FBD)

2009/1/7 (FBS)

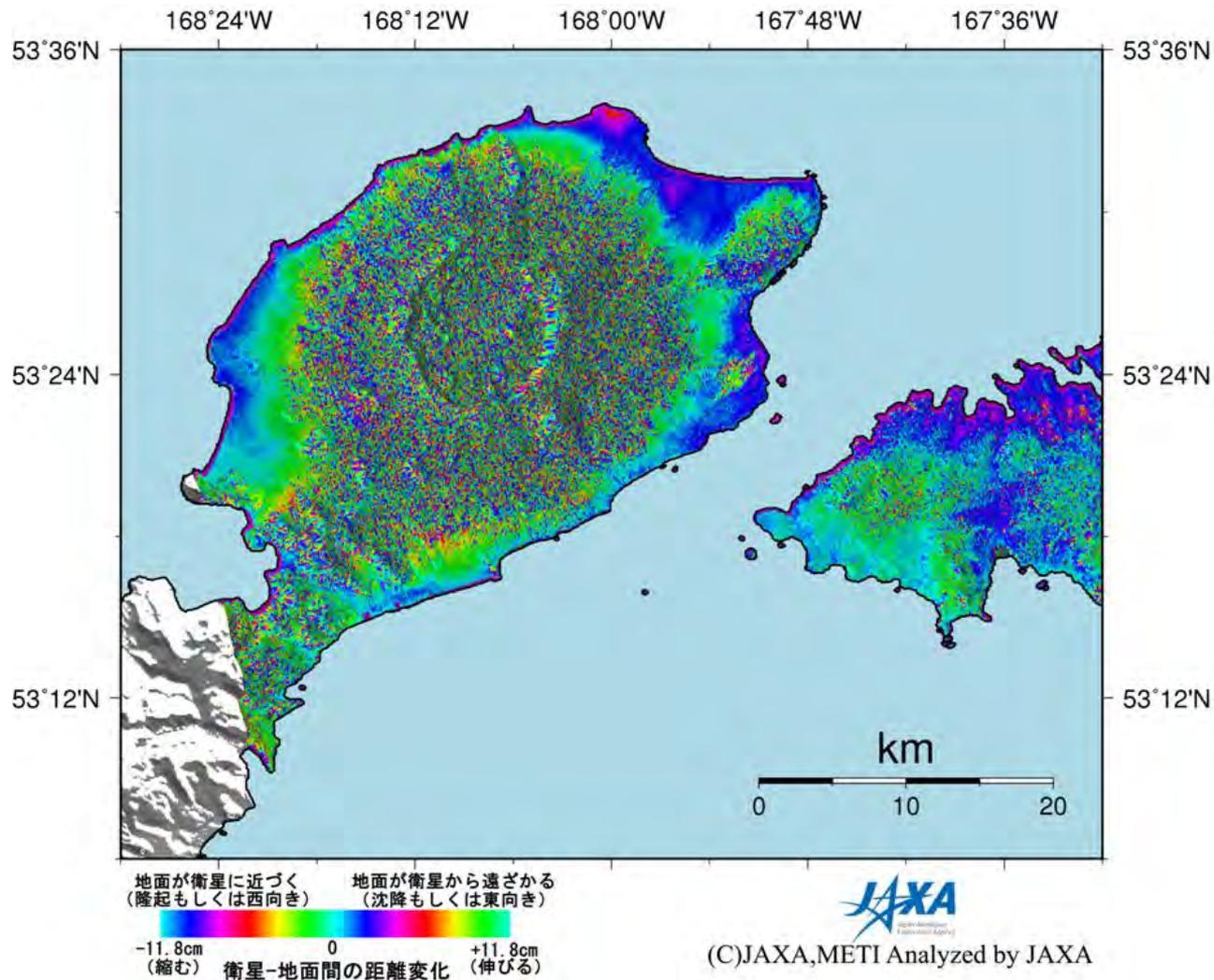
2009/2/22 (FBS)

2009/8/25 (FBD)

2009/10/10 (FBD)

雪の影響を受ける

(2008/1/5-2008/4/6)



ALOS/PALSARデータ

- 300-1060 (パス-フレーム)

~~2007/2/12 (FBS)~~

2007/7/5 (FBD)

2007/8/20 (FBD)

2007/10/5 (FBD)

~~2008/1/5 (FBS)~~

~~2008/4/6 (FBS)~~

..... 噴火！

2008/8/22 (FBD)

2008/10/7 (FBD)

~~2009/1/7 (FBS)~~

~~2009/2/22 (FBS)~~

2009/8/25 (FBD)

2009/10/10 (FBD)

ALOS/PALSARデータ

- 300-1060 (パス-フレーム)

~~2007/2/12 (FBS)~~

2007/7/5 (FBD)

2007/8/20 (FBD)

2007/10/5 (FBD)

~~2008/1/5 (FBS)~~

~~2008/4/6 (FBS)~~

2008/8/22 (FBD)

2008/10/7 (FBD)

~~2009/1/7 (FBS)~~

~~2009/2/22 (FBS)~~

2009/8/25 (FBD)

2009/10/10 (FBD)

噴火！

面外制御の影響でBpが長
過ぎ、コヒーレンスが悪い。

ALOS/PALSARデータ

- 300-1060 (パス-フレーム)

~~2007/2/12 (FBS)~~

2007/7/5 (FBD)

2007/8/20 (FBD)

2007/10/5 (FBD)

~~2008/1/5 (FBS)~~

~~2008/4/6 (FBS)~~

..... 噴火！

2008/8/22 (FBD)

2008/10/7 (FBD)

~~2009/1/7 (FBS)~~

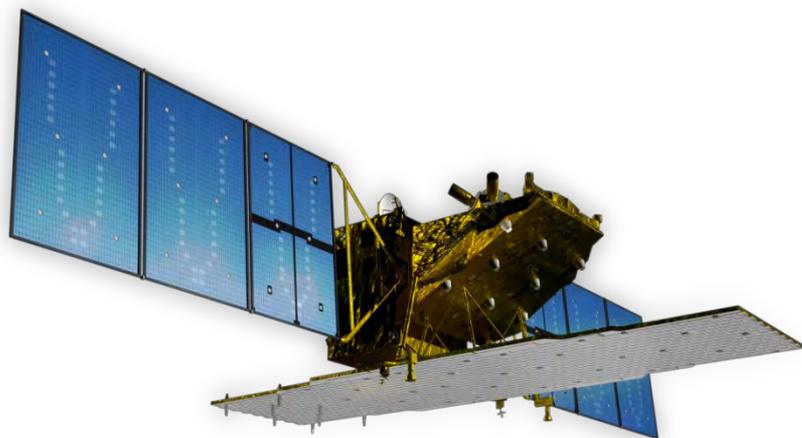
~~2009/2/22 (FBS)~~

2009/8/25 (FBD)

2009/10/10 (FBD)

噴火前後に取得された
干渉可能なペア

ALOS-2(観測頻度向上)への期待



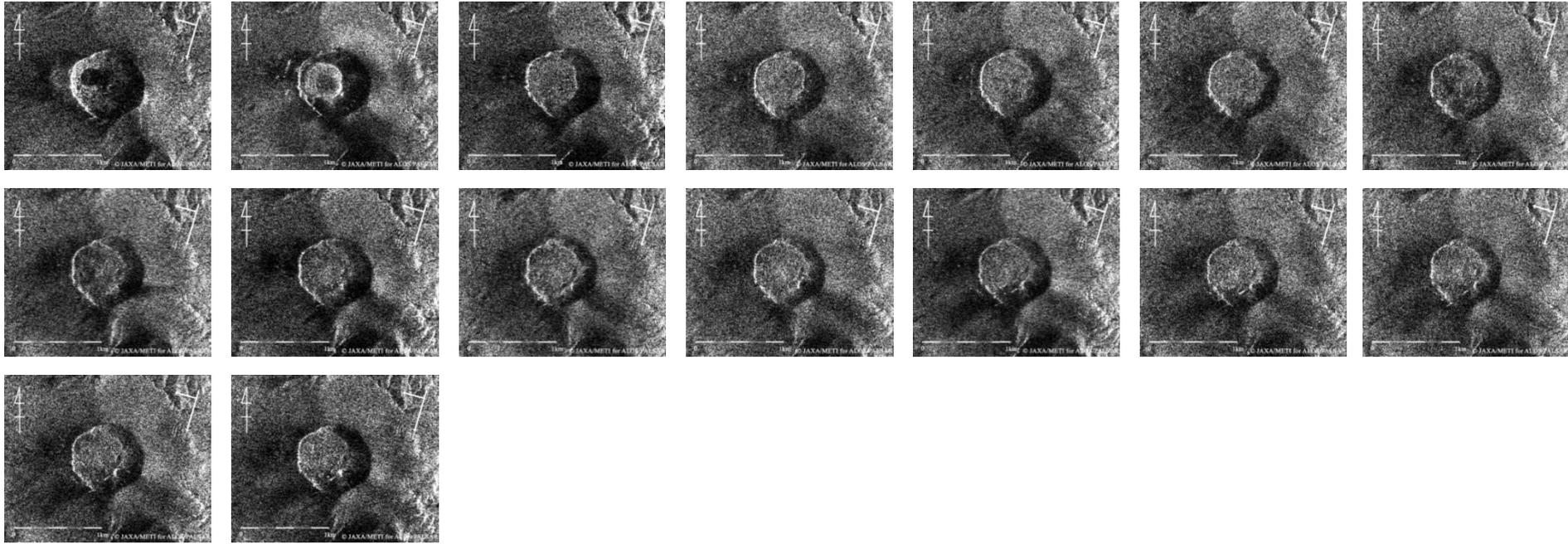
ALOS-2軌道上概観図

運用軌道	種類	太陽同期準回帰軌道
	高度	628km(赤道上)
	通過時刻	12:00(正午)@赤道上(降交軌道)
設計寿命		5年(目標7年)
打上	時期	2013年度(平成25年度)
	ロケット	H-IIA
衛星	質量	約2トン
	パドル	2翼パネル
ミッションデータ伝送		直接伝送およびデータ中継衛星経由
合成開口レーダ周波数		Lバンド(1.2GHz帯)
観測性能	スポットライト	分解能:1~3m 観測幅:25km
	高分解能	分解能:3/6/10m 観測幅: 50/50/70km
	広域観測	分解能:100m 観測幅:350km

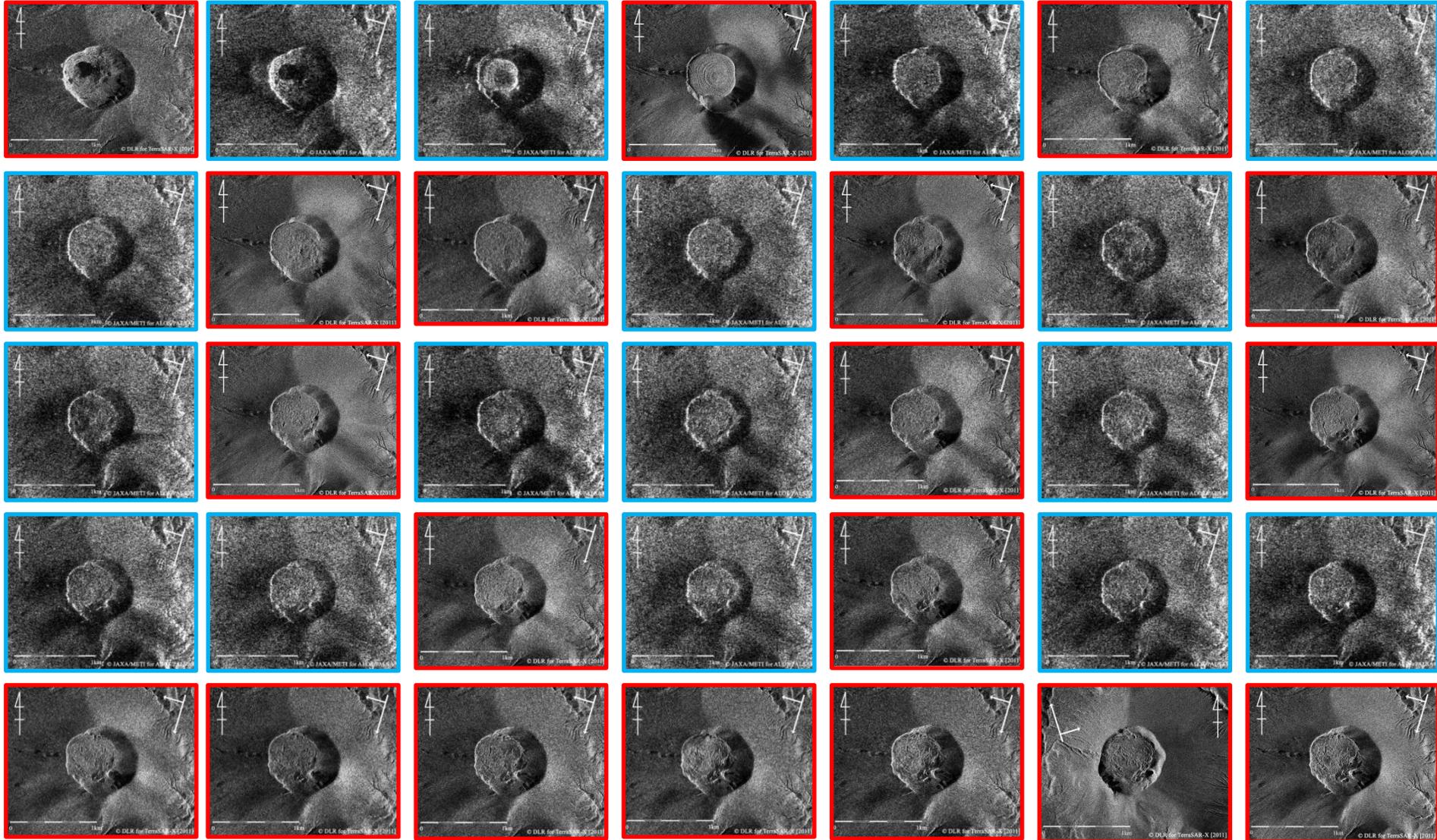
他SAR衛星とのコラボレーション

- 現在稼働中のSAR衛星
 - TerraSAR-X (DLR, ドイツ)
 - COSMO-SkyMed (ASI, イタリア)
 - RADARSAT-2 (CSA, カナダ)
- 今後打ちあがる予定のSAR衛星
 - Sentinel (ESA)
 - SAOCOM (CONAE, アルゼンチン)

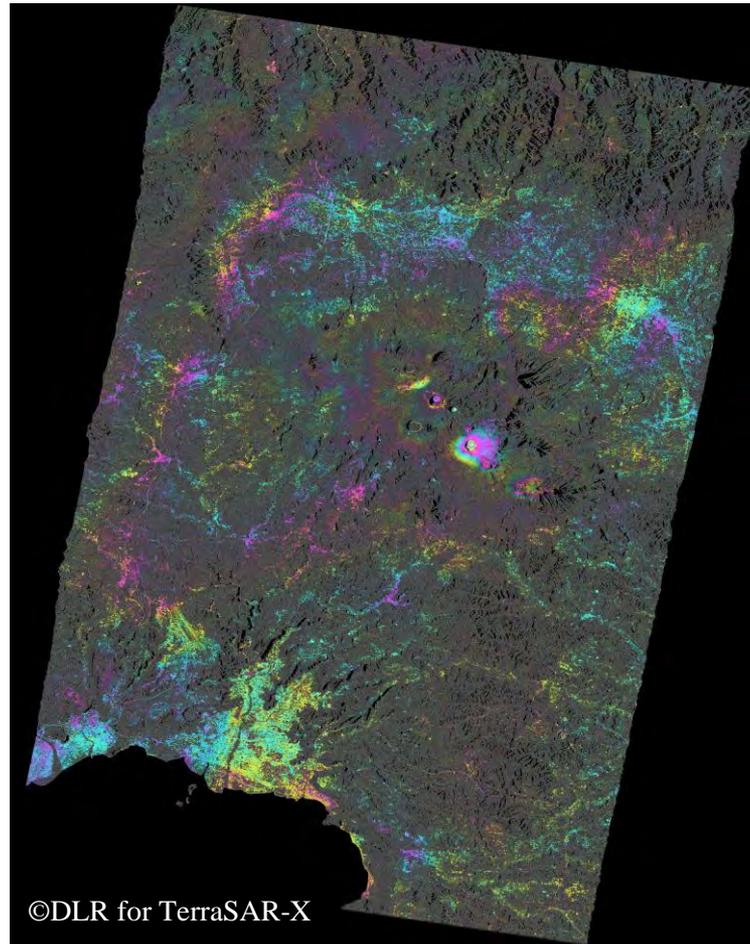
Descending (PALSAR)



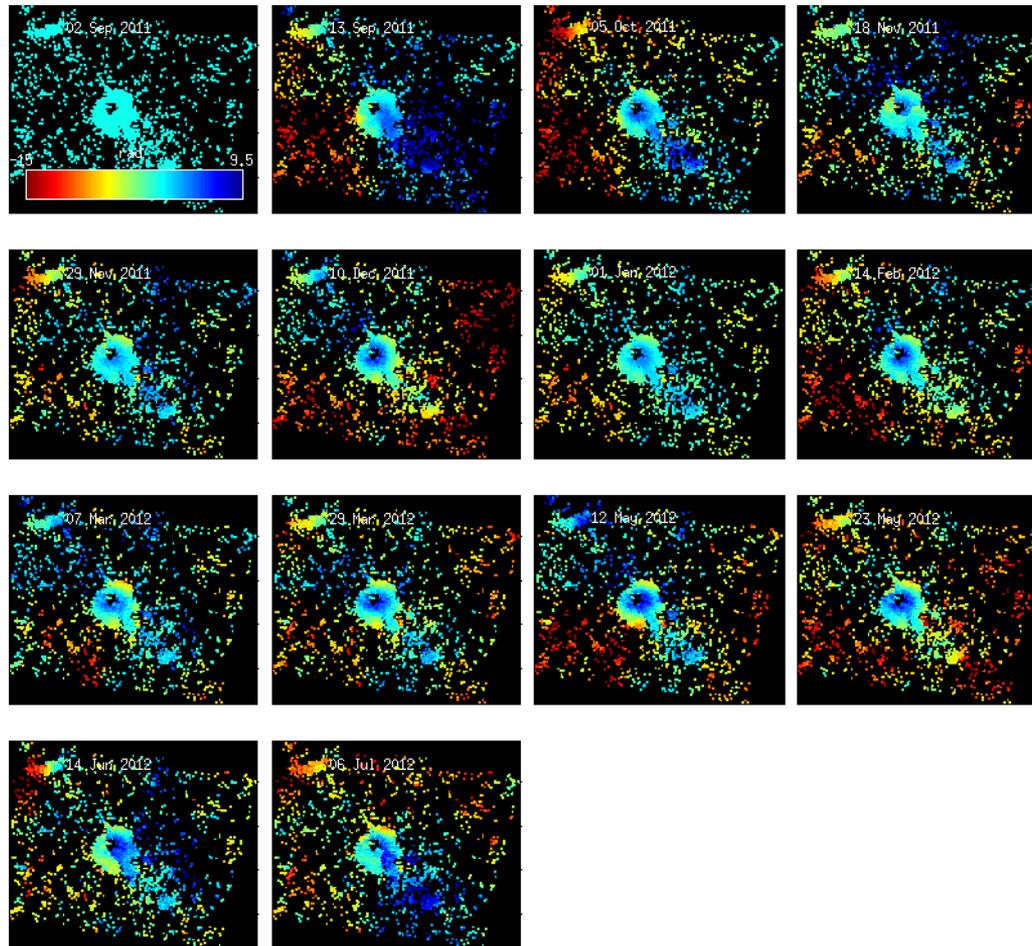
Descending (PALSAR+TSX)



X-band SARデータのDInSAR処理



X-band SARデータのPSInSAR処理



StaMPS [Hooper et al., 2004; 2007]による解析結果

問題点

- 結果として時間分解能が非常に低かった点.

⇒ ALOS-2による観測頻度の向上と, 他SAR衛星とのコラボレーションに期待.

謝辞

- 本発表中で使用しているALOS/PALSARデータの所有権は、経済産業省(METI)及びJAXAにあります。
- 本発表中で使用しているTerraSAR-Xデータは、JAXAとDLRによる共同研究を通じて取得したものを使用しました。
- PALSARデータの解析には、SIGMA-SARソフトウェア(Shimada, 1999)を使用しました。
- データのダウンサンプリングには、防災科研・小澤拓氏に提供していただいたプログラムを使用しました。
- アンラッピング処理の一部、及び図の描画に際し、北大・奥山氏のプログラムを使用しました。