

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究
平成 26 年度成果報告書

平成 27 年 3 月

気 象 庁

火山噴火予知連絡会
衛星解析グループ

はじめに

火山噴火予知連絡会では、衛星データを利用した火山活動の把握及び評価を目的とした、衛星解析グループを平成 18 年 11 月に設置し、気象庁と（独）宇宙航空研究開発機構との間で締結した「陸域観測技術衛星データによる火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究協定」に基づき、平成 19 年度から火山活動評価等における衛星データの利用方法の調査・研究を行ってきました。実施した調査・研究の成果は、火山噴火予知連絡会や日本火山学会等で報告・発表され、平成 21 年 3 月（平成 19～20 年度）、平成 23 年 3 月（平成 21～22 年度）及び平成 25 年 3 月（平成 23～25 年度）に成果報告書として取りまとめられております。

平成 26 年度は、5 月 24 日に「だいち 2 号（ALOS-2）」が打ち上げられ、わが国の SAR 衛星の新時代の幕開けとなりました。これに先立つ 4 月には「だいち 2 号」のデータ利用に対応した「陸域観測技術衛星及び陸域観測技術衛星 2 号の観測データ等による火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」に関する協定を締結し、衛星解析グループとしても新たに活動をスタートさせました。この間、8 月 3 日の口永良部島噴火、9 月 27 日の御嶽山噴火など、多くの火山において活動が活発化しました。衛星解析グループでは「だいち 2 号」による観測要求を積極的に行うとともに、全 15 の課題を立ち上げ、データ解析、火山活動評価に関して活発な議論を行いました。本報告書は、平成 26 年度におけるこれらの研究成果を取りまとめたものです。

なお、この報告書で使用されているデータは、防災利用実証実験としてグループ内の各研究者にシーン数を限定して無償で提供されました。また、口永良部島噴火、御嶽山噴火をはじめ、本グループからの緊急観測要請に対し、初期校正期間中も含めて迅速に対応して頂きました。本研究を実行するにあたり御支援いただいた（独）宇宙航空研究開発機構、（財）リモート・センシング技術センターの皆様に深く感謝いたします。

平成 27 年 3 月

気象庁 地震火山部 火山課長

北川 貞之

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究
平成 26 年度成果報告書 目次

I. 研究計画の概要.....	1
1. 経緯.....	1
2. 枠組み.....	2
3. 参加機関及び研究課題.....	3
4. 研究期間と研究計画.....	5
5. 活動概要.....	6
II. 研究成果報告.....	9
・火山-2601「地殻変動分布の評価への適用手法検討」.....	10
・火山-2602「南方諸島海底火山の監視の検討」.....	12
・火山-2603「測地観測と結合した火山性地殻変動解析および活動評価」.....	14
・火山-2604「ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用」.....	16
・火山-2605「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出」.....	18
・火山-2606「衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討」.....	20
・火山-2607「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (北海道地方の火山)」.....	22
・火山-2608「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (東北地方の火山)」.....	24
・火山-2609「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (関東中部地方・伊豆諸島等の火山)」.....	26
・火山-2610「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (九州地方の火山)」.....	28
・火山-2611「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (鹿児島県の火山)」.....	30
・火山-2612「噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化検出への利用調査」...	32
・火山-2613「航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について」..	35
・火山-2614「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング」..	41
・火山-2615「SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出」.....	43

Ⅰ．研究計画の概要

1．経緯

火山噴火予知連絡会は、陸域観測技術衛星「だいち(ALOS)」等を用いた防災のための利用実証実験計画を通じて、今後の火山観測や火山学研究などにおける衛星データの利用方法を調査研究するために、平成 18 年 11 月 14 日の第 105 回火山噴火予知連絡会において、「衛星解析グループ」を設置した。グループへの参加機関は、火山噴火予知連絡会委員、臨時委員、またはそれに準ずる者の属する機関を対象とした。

「衛星解析グループ」は主に以下の 2 つの目的のために設置された。

- ①日本列島・領海内の主要活火山等を対象に、「だいち」等の観測データによる火山活動の監視及び地殻変動等の検出の手法、及びこれらによる解析結果の火山活動評価への利用方法についての調査・検討
- ②噴火活動開始等の異常が確認された場合における、噴火の規模や影響の範囲の把握等についての衛星データの有効性の調査・検討

「衛星解析グループ」は、これらの目的を実現するため、防災利用実証実験への参加を通して、(独)宇宙航空研究開発機構と「火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」を実施することになった。

火山噴火予知連絡会の事務局である気象庁は、衛星解析グループ代表として(独)宇宙航空研究開発機構と「火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究協定」を平成 19 年 3 月 19 日に締結(平成 20 年度末終了)し、共同研究に必要とされるデータ利用に関する取り決めは、「データ利用計画書」として、平成 19 年 4 月 2 日に確認し、共同研究を開始した。

その後、「だいち」の後期利用段階への移行等を受けて、平成 21 年 3 月 31 日に、気象庁と(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)で締結している「陸域観測衛星データによる火山活動の評価及び噴火活動の把握」に関する共同研究協定書の有効期間に関する条項について、変更協定を締結した。変更協定では、有効期間を平成 23 年 3 月 31 日までとし、期間満了の 3 ヶ月前までに申し出がない場合は、1 年間の延長することとし、その後も同様とすることにした。また、得られた成果については、火山噴火予知連絡会等で適宜報告していくこととした。

火山活動の評価への利用並びに衛星データ利用の有効性の調査・検討の共同研究は引き続き必要とされることから、「だいち」の運用の継続にあわせ、共同研究協定書は平成 23 年 3 月 31 日の有効期間満了後も継続することとなった。「だいち」は平成 23 年 5 月 12 日に運用を停止することとなったが、アーカイブデータ等により共同研究を継続するとともに、他国の衛星も活用した研究を平成 26 年 3 月 31 日まで実施した。

平成 26 年度には、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号(ALOS-2)」の打ち上げに伴い、4 月 1 日に「だいち 2 号」データ利用にも対応した「陸域観測技術衛星及び陸域観測技術衛星 2 号の観測データ等による火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究」に関する新たな協定を気象庁と(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)との間で締結した。本協定は平成 29 年 3 月 31 日までとし、本年度はその初年度となった。

2. 枠組み

共同研究の枠組みを図1に示す。

火山噴火予知連絡会の事務局である気象庁は、衛星解析グループからの要望により、全体としての観測要求（緊急観測の内容を含む）を取りまとめ、（独）宇宙航空研究開発機構と調整を行った。また、成果報告についても事務局が報告を取りまとめ、（独）宇宙航空研究開発機構への報告を行った。

共同研究に必要な協定やデータ提供等の取り決めについては、気象庁と（独）宇宙航空研究開発機構が、共同研究協定を締結し、データ利用計画書にてデータの受け渡しに対する確認を行った。参加機関は、気象庁との同意書により共同研究に参加し、衛星データの解析を行った。

衛星データの解析に関しては、防災WEBや各種データ利用研修を通して、（独）宇宙航空研究開発機構からサポートを受けた。また、必要に応じて、メーリングリスト、会合等を通して、情報交換を行うとともに、他の協定グループと連携しながら研究を進めた。

共同研究により得られた成果は、火山噴火予知連絡会や衛星解析グループへ報告された。

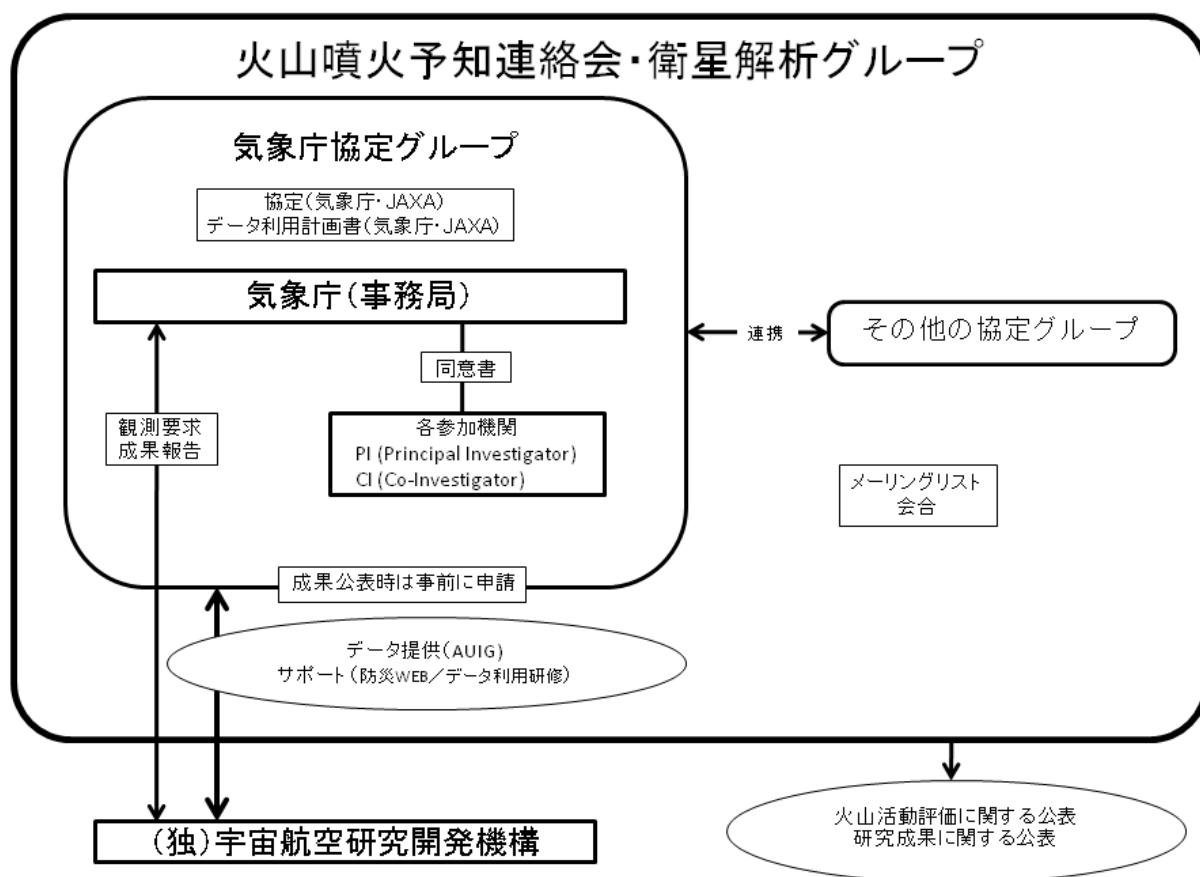


図1 共同研究の枠組み

3. 参加機関及び研究課題

共同研究への参加機関と研究課題を表1-1に示す。

表1-1 参加機関と研究課題

管理番号	実験課題名称	参加機関	代表研究者 (PI)	部署	役職	研究活動 支援者 (CI) の職員	所属
火山-2601	地殻変動分布の評価への適用手法検討	国土地理院	飛田幹男	地理地殻活動研究センター	地理地殻活動 総括研究官	右記部署 の職員	国土地理院測地部宇宙測地課
火山-2602	南方諸島海底火山の監視の検討	海上保安庁	岩淵 洋	海洋情報部	海洋調査課長	矢来博司	国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
火山-2603	測地観測と結合した火山性地震変動解析 および活動評価	北海道大学	大島弘光	大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター	准教授	小林知勝	国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
火山-2604	ALOS 画像による活火山地形・地質判読と その噴火解析への応用	東京大学	金子隆之	地震研究所	助教	山内明彦	海上保安庁海洋情報部海洋調査課
火山-2605	合成開口レーダを用いた火山活動に伴う 地殻変動の検出	防災科学技術研究所	小澤 拓	地震・火山防災研究ユニット	主任研究員	小野智三	海上保安庁海洋情報部海洋調査課
火山-2606	衛星画像による火山噴火時土砂災害に関 する情報抽出手法の検討	土木研究所	清水武志	土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム	研究員	矢島広樹	海上保安庁海洋情報部技術・国際課
火山-2607	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討 (北海道地方の火山)	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	村上 亮	北海道大学大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター
火山-2608	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討 (東北地方の火山)	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	古屋正人	北海道大学大学院理学研究院 自然史科学部門
火山-2609	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価へ の利用の検討 (関東中部地方・伊豆諸島 等の火山)	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	森 清	北海道大学大学院理学研究院 附属地震火山研究観測センター
火山-2610	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への 利用の検討 (九州地方の火山)	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	安田 敦	東京大学地震研究所
						青木陽介	東京大学地震研究所
						宮城洋介	防災科学技術研究所 地震・火山防災研究ユニット
						清水孝一	土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
						右記部署 の職員	気象庁地震火山部火山課
							気象庁気象研究所
							気象庁札幌管区気象台
							気象庁地震火山部火山課
							気象庁気象研究所
							気象庁仙台管区気象台
							気象庁地震火山部火山課
							気象庁気象研究所
							気象庁地震火山部火山課
							気象庁気象研究所
							気象庁福岡管区気象台

火山-2611	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(鹿児島県の火山)	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁地震火山部火山課
火山-2612	噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化の検出への利用調査	気象庁	松森敏幸	地震火山部火山課	火山対策官	右記部署 の職員	気象庁地震火山部火山課
火山-2613	航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について	宇宙航空研究 開発機構	島田政信	地球観測研究センター	研究領域総括	夏秋 嶺 大木真人	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
火山-2614	合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング	産業技術総合研究所	田中明子	地質情報研究部門	主任研究員		
火山-2615	SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出	神奈川県 温泉地学研究所	竹中 潤	研究課	研究課長	原田 昌武 道家 涼介	神奈川県温泉地学研究所 研究課 神奈川県温泉地学研究所 研究課

※所属、役職はいずれも計画策定時のもの

4．研究期間と研究計画

本協定による研究期間は、平成26年4月1日から平成29年3月31日までである（表1－2）。本年度はこの初年度にあたる。

表1－2 研究計画

項目	FY26				FY27				FY28			
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
対外報告等			(適宜報告)	▲			(適宜報告)	▲			(適宜報告)	▲
火山噴火予知連絡会(気象庁) (定例は2月、6月、11月頃)	▲	(適宜報告)	▲	▲	▲	(適宜報告)	▲	▲	▲	(適宜報告)	▲	▲
衛星解析グループでの検討 (気象庁、JAXA、PI、CI)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
データ利用・解析、及び評価(PI、CI)		▲			▲				▲			
協定等に基づくデータ提供(JAXA)												
利用計画書(気象庁、JAXA、PI)	▲				▲				▲			
		改訂(必要に応じて)				改訂(必要に応じて)				改訂(必要に応じて)		

5. 活動概要

(1) 活動履歴

- ・平成 26 年 4 月 1 日
「陸域観測技術衛星「だいち」及び陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」の観測データ等による火山活動の評価及び火山噴火の把握に関する共同研究」協定 締結
- ・平成 26 年 4 月 1 日
「火山活動の評価及び火山活動の把握に関する共同研究のためのデータ利用計画書」 作成
- ・平成 26 年 6 月 4 日
衛星解析グループ第 12 回会合 開催（気象庁）
- ・平成 26 年 10 月 24 日
衛星解析グループ第 13 回会合 開催（気象庁）
- ・平成 27 年 2 月 25 日
衛星解析グループ第 14 回会合及び平成 26 年度成果報告会 開催（気象庁）
- ・平成 27 年 3 月 5 日
平成 26 年度衛星による防災利用実証業務連絡会 出席
- ・平成 27 年 3 月 9 日
第 1 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席
- ・平成 27 年 3 月
本報告書 取りまとめ

(2) 観測要求とデータ提供

観測要求

以下の火山において、衛星解析グループ参加機関から（独）宇宙航空研究開発機構へ緊急観測要求を行い、観測が実施された。

十勝岳、蔵王山、草津白根山、御嶽山、硫黄島、西之島、阿蘇山、霧島山、桜島、口永良部島、Bardarbunga（アイスランド）、Villarrica（チリ）

データ提供

（独）宇宙航空研究開発機構から衛星解析グループへの衛星データの提供は、アーカイブデータについては、AUIG2 システム（WEB サイト）を通して行われた。また、緊急観測要求によって取得されたデータは、（独）宇宙航空研究開発機構の SFTP サイトを通して行われた。

(3) 情報交換

（独）宇宙航空研究開発機構の支援により設置した「メーリングリスト」により、グループ内の速報的な情報交換などを行った。

(4) データ利用研修・サポート

（独）宇宙航空研究開発機構により以下の研修やサポートが実施された。

- ・平成 26 年 5 月 21 日
防災のための地球観測衛星データ利用研修「入門講座」
- ・平成 26 年 6 月 11 日～12 日

防災のための地球観測衛星データ利用研修「SAR 基礎講座」

- ・平成 26 年 8 月 8 日

防災のための「だいち」データ利用研修「SAR インターフェロメトリーコース」

- ・平成 27 年 1 月 27 日～28 日

防災のための地球観測衛星データ利用研修「応用講座」

(5) 火山噴火予知連絡会への報告

＜火山噴火予知連絡会拡大幹事会（平成 26 年 8 月 8 日）＞

- ・だいち 2 号（ALOS-2）による口永良部島の SAR 強度画像について（気象庁・宇宙航空研究開発機構）

＜第 130 回 火山噴火予知連絡会（平成 26 年 10 月 23 日）＞

- ・御嶽山の SAR 干渉解析について（国土地理院）
- ・御嶽山 だいち 2 号（ALOS2）の合成開口レーダー（Palsar2）干渉観測結果（暫定）（北海道大学）
- ・ALOS/PALSAR 及び ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析による御嶽山周辺の地殻変動（気象研究所）
- ・御嶽山に関する PALSAR-2 干渉解析結果（防災科学技術研究所）
- ・口永良部島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動（防災科学技術研究所）

＜火山噴火予知連絡会拡大幹事会（平成 27 年 1 月 19 日）＞

- ・ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析による御嶽山周辺の地殻変動（気象研究所）

＜第 131 回 火山噴火予知連絡会（平成 27 年 2 月 24 日）＞

- ・ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果（気象研究所）
- ・ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果（気象研究所）
- ・十勝岳 だいち 2 号（ALOS2）の合成開口レーダー（Palsar2）干渉解析結果（暫定）（北海道大学）
- ・十勝岳の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・草津白根山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・御嶽山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・硫黄島の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・PALSAR-2/InSAR による小笠原硫黄島の地殻変動（防災科学技術研究所）
- ・ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像により観測された西之島の地表変化について（気象研究所）
- ・西之島の噴煙活動（気象研究所）
- ・西之島周辺海域における噴火の概況（続報）（海上保安庁）
- ・阿蘇山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・霧島山の SAR 干渉解析結果について（国土地理院）
- ・霧島山・新燃岳に対する ALOS-2/PALSAR2 データを用いた InSAR 解析の結果（防災科学技術研究所）

- COSMO-SkyMed (ASI)による桜島のモニタリング（2011 年 1 月～2014 年 12 月）（宇宙航空研究開発機構・防災科学技術研究所）
- ALOS-2/PALSAR-2 による桜島の強度画像（気象庁・気象研究所）

II. 研究成果報告

共同研究の参加機関による研究成果票を以下にとりまとめる。

研究課題

- ・火山-2601 「地殻変動分布の評価への適用手法検討」(国土地理院)
- ・火山-2602 「南方諸島海底火山の監視の検討」(海上保安庁)
- ・火山-2603 「測地観測と結合した火山性地殻変動解析および活動評価」(北海道大学)
- ・火山-2604 「ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用」(東京大学)
- ・火山-2605 「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出」(防災科学技術研究所)
- ・火山-2606 「衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討」(土木研究所)
- ・火山-2607 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (北海道地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2608 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (東北地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2609 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (関東中部地方・伊豆諸島等の火山)」(気象庁)
- ・火山-2610 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (九州地方の火山)」(気象庁)
- ・火山-2611 「SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (鹿児島県の火山)」(気象庁)
- ・火山-2612 「噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化検出への利用調査」(気象庁)
- ・火山-2613 「航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について」(宇宙航空研究開発機構)
- ・火山-2614 「合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング」(産業技術総合研究所)
- ・火山-2615 「SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出」(神奈川県温泉地学研究所)

代表研究者 氏名(所属機関)： 飛田 幹男(国土地理院)

共同研究者 氏名(所属機関)： 測地部宇宙測地課職員、矢来 博司、小林 知勝(国土地理院)

課題名称：地殻変動分布の評価への適用手法検討

今年度の成果概要：

火山 WG による観測要求に基づいて観測が実施された 7 火山(口永良部島、御嶽山、草津白根山、霧島山、阿蘇山、十勝岳、硫黄島)に対して SAR 干渉解析を行った。草津白根山、霧島山、阿蘇山、十勝岳ではノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。

・口永良部島

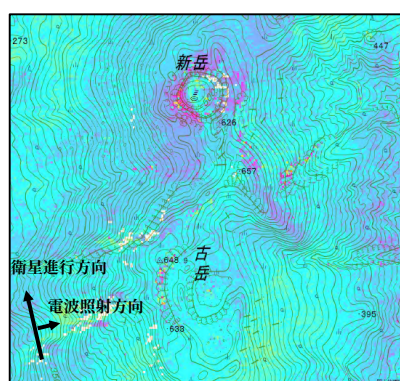
2014 年 8 月 3 日の噴火に際して SAR 干渉解析を行った(噴火後 1 ペア)。ALOS-2 データによる最初の SAR 干渉解析であったが、正常に処理することができた。火口西側と北側で衛星から遠ざかる向きの変動が、火口内中心部で衛星に近づく向きの位相変化が見られたが、噴火に伴う地形変化の影響によるものである可能性がある。

・御嶽山

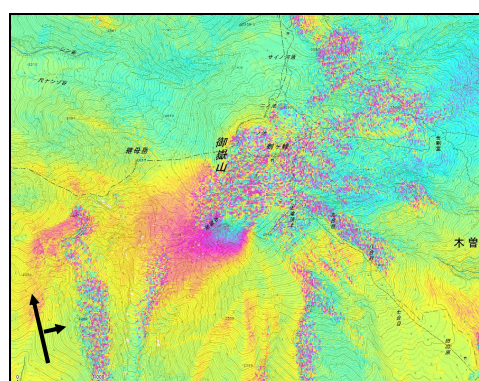
2014 年 9 月 27 日の噴火に際して SAR 干渉解析を行った(噴火前後 3 ペア、噴火後 5 ペア)。噴火前後のペアでは、火口南西部において衛星に近づく向きの変動を検出し、火口直下に北西－南東方向を走向とする開口クラックを仮定し、モデルパラメータを推定した。

・硫黄島

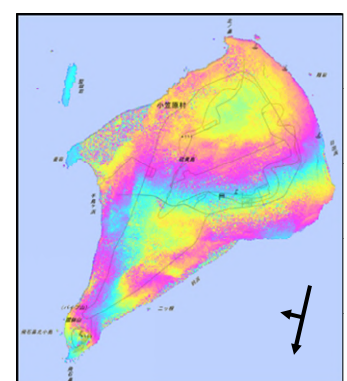
2014 年 8 月 18 日～2015 年 2 月 15 日の 8 枚のデータを使用して、計 5 ペアの SAR 干渉解析を行った。島内計 4 点(地理院 3 点、気象庁 1 点)の GNSS 観測点の変動データを使用して長波長位相補正を実施した。2014 年 11 月末以降の結果に北部及び南西部で相対的な沈降が見られた。2015 年 1 月上旬以降に阿蘇台断層の変動が活発化したと考えられ、これは GNSS 観測結果とも整合的であった。



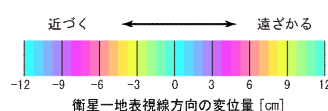
口永良部島



御嶽山



硫黄島



成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

第 130 回火山噴火予知連資料提出

口永良部島、御嶽山

第 131 回火山噴火予知連資料提出

十勝岳、草津白根山、御嶽山、硫黄島、阿蘇山、霧島山

国土地理院 HP 掲載

御嶽山 噴火関連 (<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h26-ontake-index.html>)

地理院地図に干渉画像とコメントを掲載 (<http://maps.gsi.go.jp/>)

国土地理院時報

山田晋也ほか (2015), だいち 2 号 SAR 干渉解析による御嶽山噴火に伴う地表変位の検出, 国土地理院時報 127 集

来年度以降の課題・計画:

引き続き、ALOS-2 による緊急観測が行われた際にデータを入手し、SAR 干渉解析を行うことにより地殻変動の検出を試みる。地殻変動が検出された場合は、変動源の推定を行う。

日本全国の火山を対象に定常的に SAR 干渉解析を実施し、変動監視を行う。解析結果を必要に応じて火山噴火予知連絡会へ報告する。

ALOS や ALOS-2 のデータを用いて、時系列解析を含めた SAR 干渉解析手法の高度化に関する検討を行い、地殻変動検出の高精度化のための手法の開発を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし。

代表研究者 氏名(所属機関)：岩淵 洋(海上保安庁海洋情報部)

共同研究者 氏名(所属機関)： 矢島広樹、山内明彦、小野智三 (海上保安庁海洋情報部)

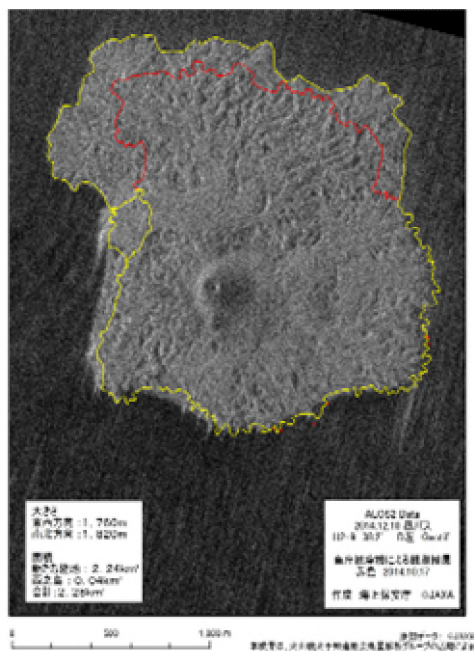
課題名称: 南方諸島海底火山の監視の検討

今年度の成果概要：

西之島において PALSAR-2 の SAR 画像を用いて、西之島火山の活動状況及び変色水域等の識別の可否について検討した。

2014 年 12 月 10 日の PALSAR-2 と 2014 年 12 月 25 日の航空機による観測データを選択し、活動状況及び変色水域等の状況を比較した。

その撮像データは以下に示す。



検討 1 活動状況の把握

海岸線地形は、空中写真の精度には若干劣るものの把握することができる。火口、火砕丘及び溶岩流の形状変化は掴むことは可能である。海岸線の西海岸の一部にノイズ様の不鮮明な部分があり地形判読が困難であった。

検討 2 変色水域等の把握

変色水域については、SAR 画像から判読することはできず、状況を把握することは困難であると思慮される。

結果

火山活動による地形の変化の監視観測には有効に活用できる可能性が認められたが、詳細な噴火活動状況を把握することは困難であった。

成果発表の状況(今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

第 131 回火山噴火予知連絡会(2015 年 2 月 24 日開催)提出資料

来年度以降の課題・計画:

来年度も今年度に引き続き本研究を継続するとともに、PALSAR-2 の SAR データの解析や応用手法について検討を行う。

さらに機会があれば噴火に伴う出現した新島の計測及び軽石を伴う変色水域の計測等の手法やその有効性についても検討をしたい。

その他希望する支援(研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

PALSAR-2 の撮像データのより簡便な利用体制の構築を求める。

PALSAR-2 の撮像スケジュール及び条件が許される限り、要望シーン数の提供を希望する。

代表研究者 氏名(所属機関)：大島弘光(北海道大学)

共同研究者 氏名(所属機関)：村上 亮(北海道大学)，古屋 正人(北海道大学)，森 済(北海道大学)

課題名称：測地観測と結合した火山性地殻変動解析および活動評価

今年度の成果概要： ALOS2/PALSAR2 が撮像した、御嶽山および十勝岳周辺の干渉処理を実施した。概要は以下の通り。

御嶽山：

御嶽山の 9 月 27 日噴火の前後に ALOS2 が観測したデータ(8/18 および 9/29 に撮像：北行軌道，右観測，入射角 53°) を利用して干渉解析を実施した。解析当時は，JAXA による校正実証モード中であり，地上電波によると考えられているノイズの影響が残っている。そのため，S/N が本来のレベルには達していないと考えられるものの，地獄谷上部付近を中心として，5 から 10 cm 程度の衛星視線方向短縮の傾向を示す領域が確認できた。噴火によって形成されたクラック状の火道の開口に伴う永久変形や，地下の圧力源の増圧に伴う変形などの可能性が考えられるが，詳細の確認は今後の課題である。なお，噴煙中の水蒸気による遅延による影響の可能性も考察したが，噴煙により遅延が生じた場合は，噴火後の LOS がより伸びるため，干渉結果の LOS も伸張になるはずであり，今回の観測結果とは，逆向きの変化をもたらす。

十勝岳

ALOS2 が東上空から観測した 2014/8 (VV) -2014/12 (HH) のデータ(北行軌道，左観測，オフナディア角 32.4°) を利用して干渉解析を実施した。ペアの偏波が異なる点(VV と HH) や，12 月の山頂付近の積雪の影響が懸念されたが，比較的良好な干渉が得られた。62-II 火口周辺では，GNSS 観測によって 2014 年後半の膨張を示唆する変動が報告されているが(気象庁)，その周辺でも，ある程度コヒーレンスが保たれている。積雪の影響と考えられるノイズが重畳しているものの，衛星-地表間の距離変化を判断することは可能であり，この間，62-II 火口や大正火口周辺において，衛星への視線方向の距離が 10 cm 以上変化するような地殻変動は発生していなかった可能性が高い。この結果は，夏と積雪を伴う冬季のペアによる高山地域を対象とした干渉解析の可能性を示唆するものである。高緯度地域で冬季は雪氷に覆われる火山は，陸上での現場観測が困難であり，ALOS2 の干渉観測の適用性が，このような領域にも広がるメリットは大きい。今後も，撮影機会を増やし，実証的な検討を進めることが望ましい。

謝辞：上の報告にある解析に使用した ALOS2 のデータは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通して宇宙航空研究開発機構(JAXA) から提供された。原データの著作権は JAXA にある。また，干渉解析には，小澤拓 博士が開発した RINC Ver.0.25 および国土地理院の 10m 標高を使用した。ここに記して感謝する。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

第 130 回火山噴火予知連絡会, Oct. 23, 2014.

第 131 回火山噴火予知連絡会, Feb. 24, 2015

来年度以降の課題・計画:

北海道の火山, 特に, 駒ヶ岳, 有珠山, 樽前山, 十勝岳, 雌阿寒岳において, 干渉解析を実施し, 変動が確認された火山においては, 地上の地殻変動観測結果と統合して, 活動評価を行う. また, 利用できるデータを最大限活用して, 冬季を挟むデータを集中的に解析し, ALOS2 による InSAR の積雪への対応性について検討する.

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)：金子 隆之(東京大学地震研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)：安田敦(東京大学地震研究所)，青木陽介(東京大学地震研究所)

課題名称：ALOS 画像による活火山地形・地質判読とその噴火解析への応用

今年度の成果概要：

本年度はサリチェフ 2009 年噴火の推移解析を，MODIS, MTSAT の高頻度赤外画像(噴煙の発生状況や熱異常の時間変化パターンの抽出)および ALOS-PRISM, WorldView-2 等の高分解能画像(火口近傍の地形変化や堆積物の表面地形の解読)を用いて行った。

この結果，以下のことが明らかとなった。活動推移は4つに区分される。1期(6/11)：小規模な噴火が発生。熱異常(3.9um)は検出されるが低レベル。2期(6/12-16)：プリニー／準プリニー式噴火が連続して発生し，同時に熱異常(3.9um,11um)も高いレベルを示す。噴煙柱の部分崩壊によって多数の火砕流が発生。溶岩流も生じた(clastogenic)。3期(6/17-25)：山頂火口から連続的な噴煙の放出が続く。噴出物の表面温度はバックグラウンドより高い。4期(6/26-10/10)：山頂火口からは低下しながらも噴煙の放出による微小な熱異常が続く。

サリチェフ 2009 年噴火の熱異常(3.9um)の時間変化は，急増漸減の非対称ピークパターンを示す。このピークとプリニー／準プリニー式噴火が連続発生した時期が一致しており，このパターンは短期間における大量のマグマ放出に起因すると考えられる。同種活動は他にもあり，似たパターンを示すと推定されることから，この「急増漸減パターン」は，「連発プリニー式噴火を主とする活動推移」を特徴付けるものと考えられる。様々な推移パターンに関する情報の蓄積と整理が進めば，衛星リアルタイム観測での噴火推移の識別・予測等に应用できる可能性がある。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

金子隆之・安田 敦・M. WOOSTER, 衛星赤外画像による「連発プリニー式噴火を主とする活動推移」の解析とその特徴付け—サリチェフ 2009 年噴火を例に—, 日本火山学会 2014 年度秋季大会 (福岡) .

来年度以降の課題・計画:

2015 年度はこれまで解析を行って来たサリチェフ 2009 年噴火と新燃岳 2011 年噴火の比較分析に関する研究を進める。また, ひまわり 8 号 AHI 画像を用いた火山の噴火推移解析に関する研究に着手する。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし

代表研究者 氏名(所属機関)：小澤 拓(防災科学技術研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)：宮城 洋介(防災科学技術研究所)

課題名称：合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動の検出

今年度の成果概要：

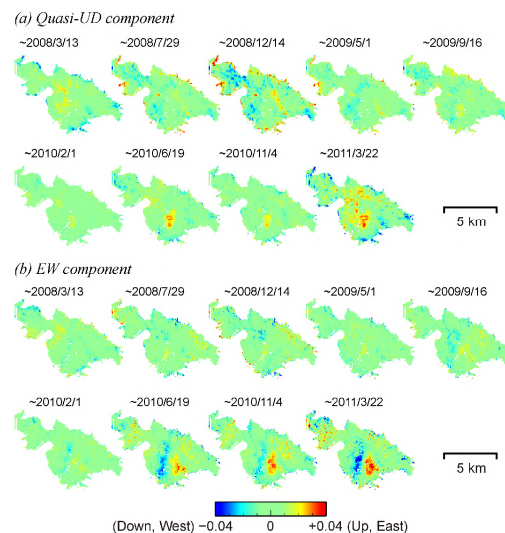
① 口永良部島の地殻変動

口永良部島の 2007～2011 年の地殻変動を調査するため、陸域観測衛星「だいち」の PALSAR によって観測された、南行軌道の 2 パスと北行軌道の 2 パスのデータを用いた SAR 干渉解析を実施した。より精度の高い地殻変動時系列を求めるため、パスごとに SBAS 法を適用して衛星・地表間距離(スラントレンジ)変化の時系列を求め、さらに、得られたスラントレンジ変化の時系列に、複数軌道データを用いた SAR 時系列解析手法(Ozawa and Ueda, 2011)を適用し、地殻変動の準上下成分(垂直から南に 10 度傾く成分)と東西成分の時系列を求めた(第 1 図)。得られた結果において新岳・古岳付近に注目すると、2009 年後半から山頂の隆起および東山麓の東進、西山麓の西進が見られた。なお、本解析では、PIXEL で共有している PALSAR データを使用した。

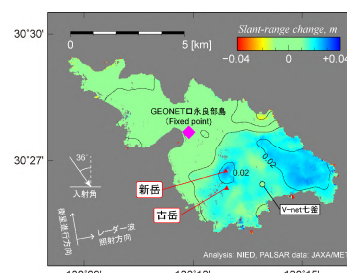
2014 年 8 月 3 日に口永良部島で発生した噴火に関する調査のため、陸域観測技術衛星「だいち 2 号」の PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析を実施した。得られた結果において新岳火口付近に注目すると、局所的なスラントレンジ伸長変化が求まった(第 2 図)。

② 御嶽山の地殻変動

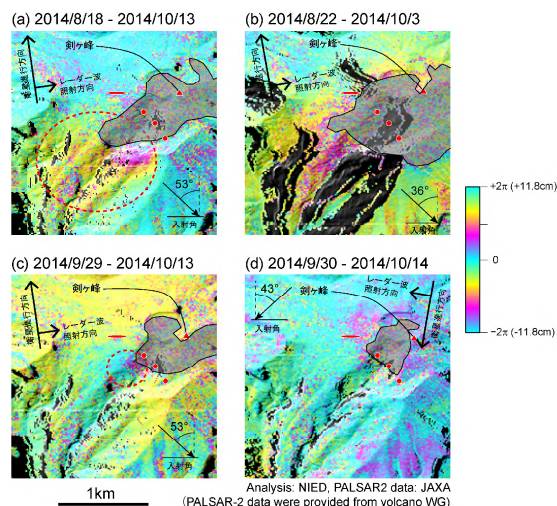
2014 年 9 月 27 日に噴火が発生した御嶽山の火山活動に伴う地殻変動の調査のため、PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析を実施した。本解析においては、気象庁による数値気象モデルの解析値から大気遅延成分を推定する手法(小澤・清水, 2010)を適用したが、解析結果にはノイズの残存成分が大きく、火口付近を除いて、ノイズレベルを超えるような有意な変化は検出されなかった。噴火発生時を挟む北行軌道・右方向視の干渉ペア(2014/8/18-2014/10/13)の解析結果において、地獄谷の噴火口の南西に注目すると、衛星・地表間距離(スラントレンジ)が 10cm 以上短縮(隆起もしくは西進成分が卓越)したことを示す変化が見られた(第 3 図(a))。しかし、同じく噴火を挟む北行軌道・右方向視の干渉ペア(2014/8/22 -



第 1 図. 複数軌道データを用いた SAR 時系列解析による地殻変動。基準日は 2007 年 10 月 27 日。(a)準上下成分(垂直から南に 10 度傾く成分)。(b)東西成分。



第 2 図. PALSAR-2 の SAR 干渉解析によるスラントレンジ変化分布。

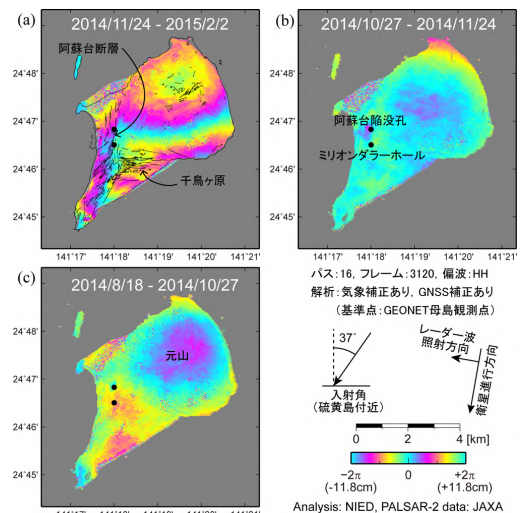


第 3 図. 御嶽山山頂付近の PALSAR-2 の干渉画像。観測日は画像の上に示す。

2014/10/3) においては、SAR 特有の画像ひずみが大きく、同領域の地殻変動を求めることはできなかった (第 3 図(b))。噴火後の北行軌道・右方向視の干渉ペア (2014/9/29-2014/10/13) の解析結果においては、地獄谷の噴火口の南西において、スラントレンジが伸長したことを示唆する変化が見られた (第 3 図(c))。ただし、この変化の大きさは、周辺のノイズの大きさと同程度であることやこの領域の干渉度が低いこと等を考慮すると、得られた変化がノイズによるものである可能性は否定できない。また、同じく噴火後の南行軌道・右方向視の干渉ペア (2014/9/30-2014/10/14) の解析結果においては、有意な変化は見られなかった (第 3 図(d))。

③ 小笠原硫黄島の地殻変動

小笠原硫黄島の地殻変動を調査するため、PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析を実施した。2014 年 11 月 24 日と 2015 年 2 月 2 日の干渉ペアにおいては、阿蘇台断層および千鳥ヶ原の断層帯の活動の活発化 (西下がり) が見られた。また、東海岸に顕著なスラントレンジ短縮変化の活発化が見られた。2014 年 10 月 27 日と 2014 年 11 月 24 日の干渉ペアにおいては、北海岸に顕著なスラントレンジ短縮変化が見られた。また、阿蘇台陥没孔付近にスラントレンジ伸長変化が見られた。2014 年 8 月 18 日と 2014 年 10 月 27 日の干渉ペアにおいては、千鳥ヶ原に顕著なスラントレンジ短縮変化が見られた。また、元山にスラントレンジ伸長が見られた。さらに、この干渉ペアにおいても、阿蘇台陥没孔付近にスラントレンジ伸長変化が見られた。



第4図. PALSAR-2 データを用いた SAR 干渉解析結果。各画像の解析において使用した画像の取得日を画像の上部に示す。黒丸は阿蘇台陥没孔およびミリオンダラーホールの位置を示す。(a)に示す断層分布は大八木・井口(1985) (after 高橋・熊谷, 1976) による。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。) :

防災科学技術研究所, SAR 干渉解析による口永良部島の地殻変動, 第 130 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, 御嶽山に関する PALSAR-2 干渉解析結果, 第 130 回火山噴火予知連絡会

防災科学技術研究所, PALSAR-2/InSAR による小笠原硫黄島の地殻変動, 第 131 回火山噴火予知連絡会

来年度以降の課題・計画:

主に、火山活動が活発化した火山もしくは活発化が懸念される火山を対象として、SAR データを用いた地殻変動検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし。

代表研究者 氏名(所属機関)：清水武志(独立行政法人 土木研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)：清水孝一(独立行政法人 土木研究所)

課題名称：衛星画像による火山噴火時土砂災害に関する情報抽出手法の検討

今年度の成果概要：

2014 年 9 月 27 日に御嶽山が噴火し、国土交通省は降下火砕物堆積後の降水を発生原因とする土石流による被害の生じるおそれのある範囲を推定し、一般等に周知した。われわれはその活動において、その技術的な支援を行った。

この経験を踏まえた上で、ALOS-2 / PALSAR-2 による情報取得状況や降灰範囲抽出結果について、JAXA、国土地理院、防災科学技術研究所など、他機関による PALSAR-2 の解析結果やその発表時期を整理し、土石流の被害の生じるおそれのある範囲の推定への活用の可能性に考察した。

表—1 土石流の被害の生じるおそれのある範囲(土石流氾濫計算結果)発表までの状況

日時	国交省砂防部局・土研などの動き	だいち2号解析結果	航空写真撮影状況(国土地理院)
9月28日	現地調査実施	PALSAR-2強度画像の公開(JAXA)	国土地理院、斜め写真撮影 航測会社斜め写真公開
9月29日			国土地理院 斜め写真撮影
9月30日		PALSAR-2による変化抽出画像公開(JAXA)	
10月2日		Pi-SAR-L2の偏波画像の公開(JAXA)	
10月3日	土石流氾濫計算結果の公表	干渉画像公開(国土地理院)	

以上のことから、次の事項が明らかとなった。

- ・PALSAR-2 の取得時期を考えると活用可能性が高い(表—1)。
- ・一方、2014 年の御嶽山噴火のような小さな噴火規模の場合、PALSAR-2 の干渉画像(国土地理院解析結果)や Pi-SAR-L2 の偏波画像(JAXA 公開画像)を視認する限り、厚い降下火砕物堆積域を抽出できるものの、薄い堆積域を明瞭に抽出することができなかった。今回の状況から見る限り、比較的大規模な噴火(火山学的には小規模)あるいは広域に降下火砕物堆積域が存在する場合への活用が期待できる。
- ・また、地形変化の観点では、噴火後の台風の発生原因と考えられる山頂谷中の数 m オーダーの地形変化を捉えることは難しかった。流域争奪が生じるような、より著しい変化がある場合、流出解析を行う流域を特定するために非常に貴重な情報となる可能性が高い。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

・清水武志・石塚忠範: 陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) の合成開口レーダ PALSAR を用いた火山噴火後の土砂災害に関する情報収集、土木技術資料、56-7, p.30-33, 2014

来年度以降の課題・計画:

今年度と同様に、火山噴火後の土砂災害に対する情報抽出手法として、合成開口レーダの画像の活用方法について検討する予定である。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 松森 敏幸(気象庁)

共同研究者 氏名(所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(北海道地方の火山)

今年度の成果概要：

- ・ ALOS/PALSAR のデータを使い、StaMPS/MTI (Hooper et al.,2009) を用いて、アトサヌプリ、雌阿寒岳、大雪山、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、恵山の各火山について干渉 SAR 時系列解析を行った。特に、十勝岳では 62-2 火口周辺の膨張、有珠山では大有珠や西山の収縮に伴う位相変化が検出された(図1)。また、千島列島南部の国後島及び択捉島にある 11 の活火山についても干渉 SAR 時系列解析を実施した。

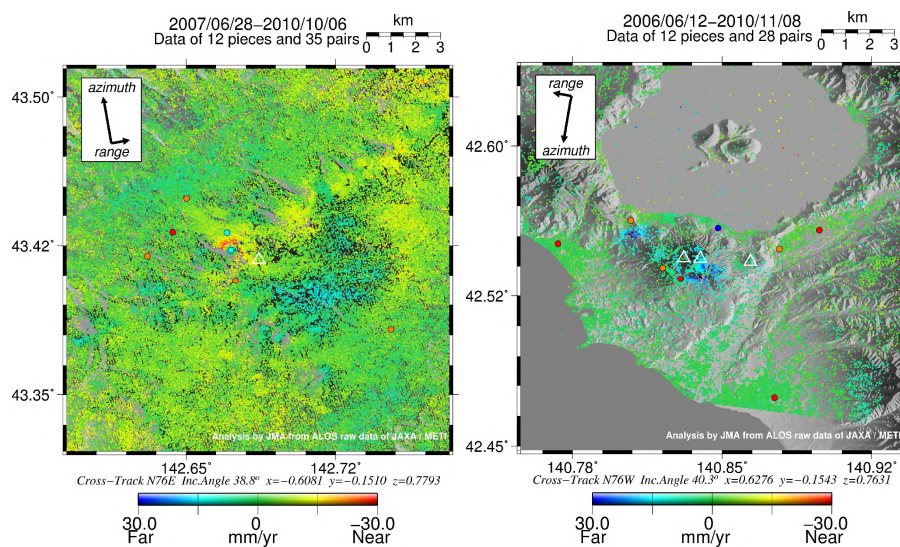


図1 十勝岳(左)及び有珠山(右)周辺における平均変動速度

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 のデータを使い、RINCver0.28(小澤, 2014)を用いて、十勝岳周辺の干渉 SAR 解析を行ったが、ノイズレベルを超えるような位相変化は認められなかった(図2)。

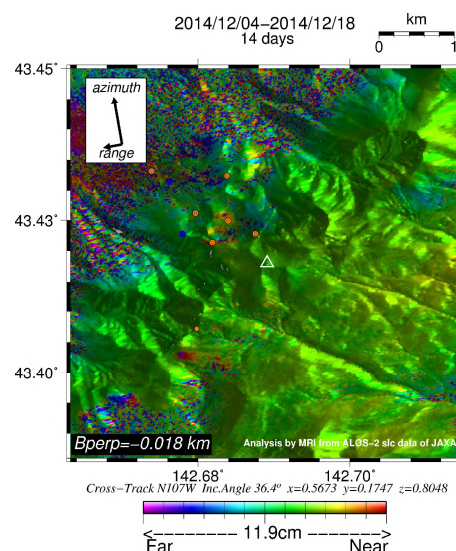


図2 十勝岳周辺の干渉解析結果

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

気象研究所, ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

三浦優司, 安藤忍・中村政道, 国内の主要な活火山における干渉 SAR 時系列解析 (十勝岳, 吾妻山, 伊豆大島, 三宅島, 薩摩硫黄島), 日本地球惑星科学連合大会 2014.

安藤忍, 三浦優司, 松森敏幸, 干渉 SAR 時系列解析による国後・択捉島の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合大会 2014.

来年度以降の課題・計画:

・引き続き、北海道の活火山について解析を進め、火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 松森 敏幸(気象庁)

共同研究者 氏名(所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(東北地方の火山)

今年度の成果概要：

- ・ ALOS/PALSAR のデータを使い、StaMPS/MTI (Hooper et al.,2009) を用いて、岩木山、秋田焼山、岩手山、秋田駒ヶ岳、鳥海山、蔵王山、吾妻山、安達太良山、磐梯山の各火山について干渉 SAR 時系列解析を行った。特に、吾妻山では大穴火口の膨張、安達太良山では沼ノ平の沈降に伴う位相変化が検出された(図1)。

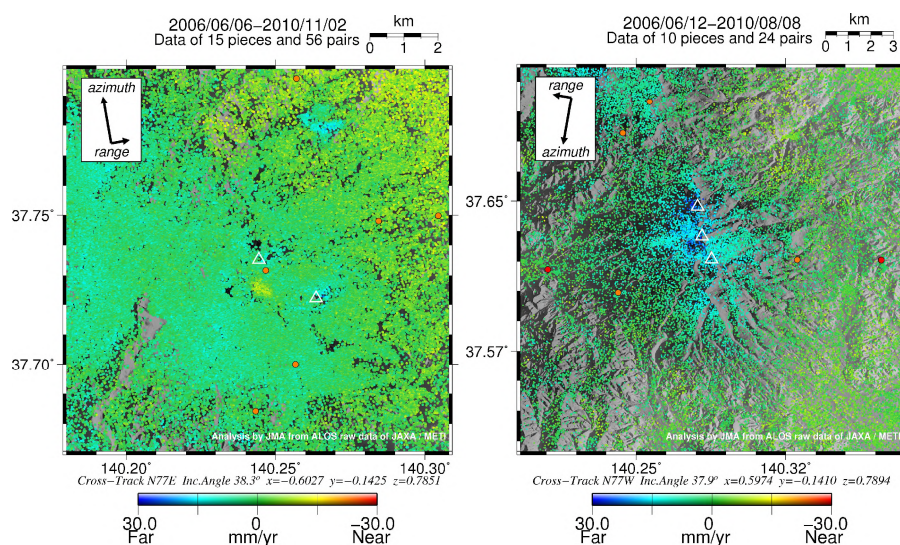


図1 吾妻山(左)及び安達太良山(右)周辺における平均変動速度

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 のデータを使い、RINCver0.28(小澤, 2014)を用いて、八甲田山、十和田、蔵王山周辺の干渉 SAR 解析を行った。いずれも火山活動に伴うと考えられる位相変化は認められなかった。以下に、蔵王山の解析結果を示す(図2)。

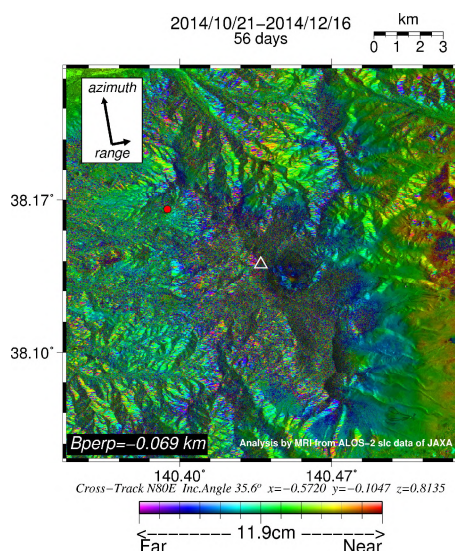


図2 蔵王山周辺の干渉解析結果

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

気象研究所, ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

三浦優司, 安藤忍, 中村政道, 国内の主要な活火山における干渉 SAR 時系列解析 (十勝岳, 吾妻山, 伊豆大島, 三宅島, 薩摩硫黄島), 日本地球惑星科学連合大会 2014.

来年度以降の課題・計画:

・引き続き、東北地方の活火山について解析を進め、火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 松森 敏幸(気象庁)

共同研究者 氏名(所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(関東中部地方・伊豆諸島等の火山)

今年度の成果概要：

- ・ ALOS/PALSAR のデータを使い、StaMPS/MTI (Hooper et al.,2009) を用いて、那須岳、日光白根山、草津白根山、浅間山、新潟焼山、弥陀ヶ原、焼岳、乗鞍岳、御嶽山、白山、富士山、箱根山、伊豆東部火山群、伊豆大島、新島、神津島、三宅島、八丈島、青ヶ島、硫黄島の各火山について干渉 SAR 時系列解析を行った。以下に、伊豆東部火山群、伊豆大島及び硫黄島の解析結果を示す。(図1)。

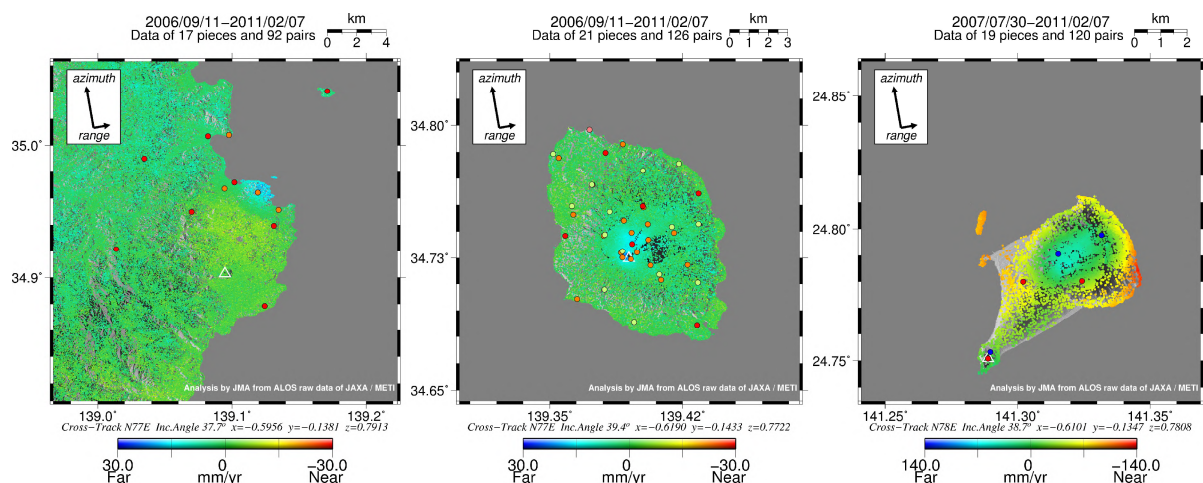


図1 伊豆東部火山群(左)、伊豆大島(中)及び硫黄島(右)周辺における平均変動速度

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 のデータを使い、RINcver0.28(小澤, 2014)を用いて、2014 年 9 月に噴火した御嶽山について干渉 SAR 解析を行い、噴火に伴うと考えられる位相変化を検出した(図2左)。また、草津白根山、浅間山及び硫黄島について干渉 SAR 解析を行った。特に、硫黄島では活発な火山活動に伴う地殻変動により明瞭な位相変化が検出された(図2右)。

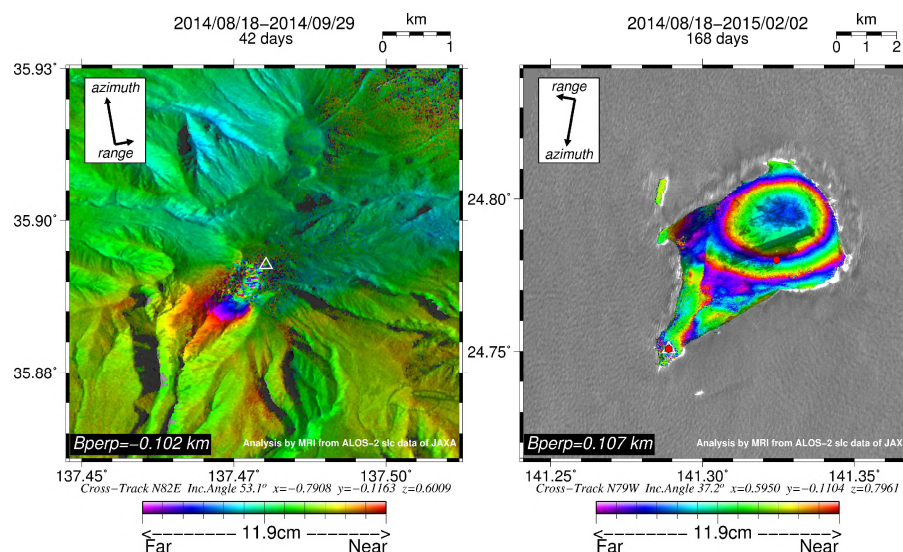


図2 御嶽山(左)及び硫黄島(右)の干渉解析結果

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。) :

気象研究所, ALOS/PALSAR 及び ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析による御嶽山周辺の地殻変動, 第 130 回火山噴火予知連絡会 (2014/10/23) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析による御嶽山周辺の地殻変動, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会 (2015/1/19) .

気象研究所, ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

三浦優司, 安藤忍, 中村政道, 国内の主要な活火山における干渉 SAR 時系列解析 (十勝岳, 吾妻山, 伊豆大島, 三宅島, 薩摩硫黄島), 日本地球惑星科学連合大会 2014.

来年度以降の課題・計画:

・引き続き、関東中部及び伊豆諸島の活火山について解析を進め、火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 松森 敏幸(気象庁)

共同研究者 氏名(所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(九州地方の火山)

今年度の成果概要：

- ・ ALOS/PALSAR のデータを使い、StaMPS/MTI (Hooper et al.,2009) を用いて、鶴見岳・伽藍岳、九重山、阿蘇山、雲仙岳、霧島山の各火山について干渉 SAR 時系列解析を行った。以下に、九重山及び雲仙岳の解析結果を示す。(図1)。いずれも衛星視線方向伸張の位相変化が検出された。

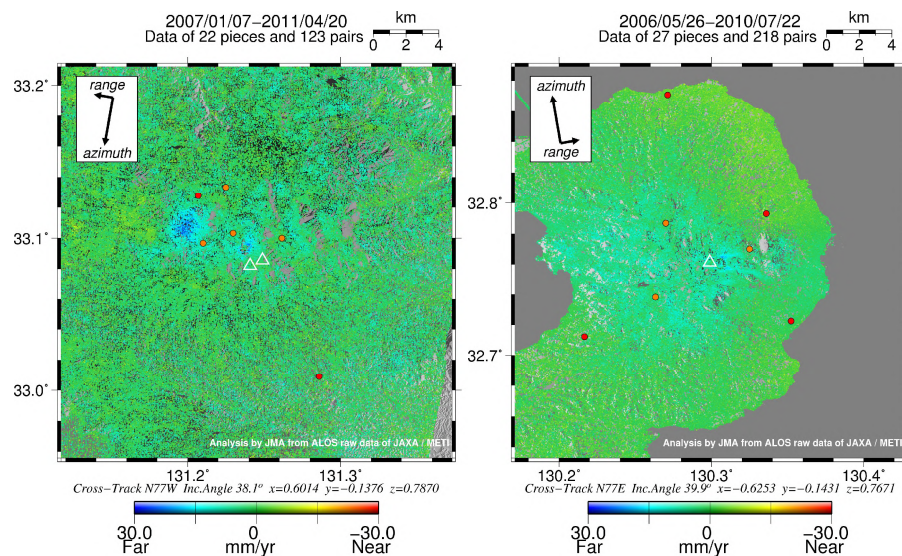


図1 九重山(左)、雲仙岳(右)周辺における平均変動速度

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 のデータを使い、RINCver0.28(小澤, 2014)を用いて、九重山、阿蘇山、霧島山について干渉 SAR 解析を行った。以下に阿蘇山及び霧島山の解析結果を示す(図2)。ノイズレベルを超える位相変化は認められない。

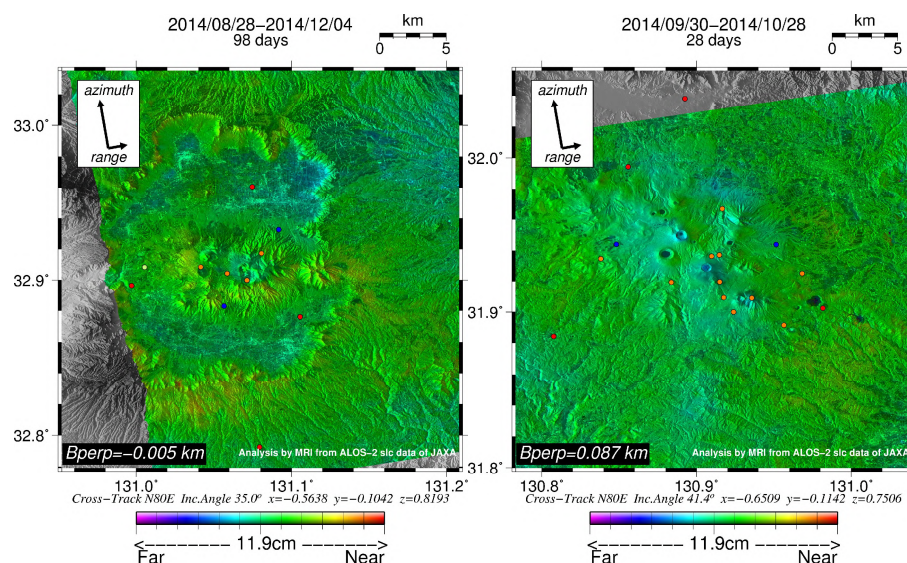


図2 阿蘇山周辺(左)及び霧島山(右)の干渉解析結果

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

気象研究所, ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

来年度以降の課題・計画:

・引続き、九州地方の活火山について解析を進め、火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)： 松森 敏幸(気象庁)

共同研究者 氏名(所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(鹿児島県の火山)

今年度の成果概要：

- ・ ALOS/PALSAR のデータを使い、StaMPS/MTI (Hooper et al.,2009) を用いて、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島、諏訪之瀬島の各火山について干渉 SAR 時系列解析を行った。以下に、桜島及び薩摩硫黄島の解析結果を示す。(図1)。始良カルデラの膨張及び硫黄岳山頂の収縮に伴う位相変化が検出された。

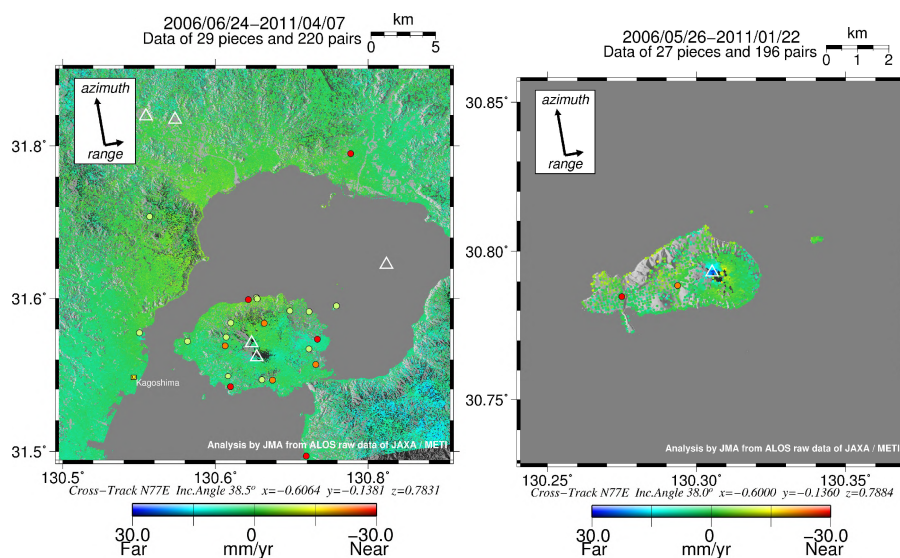


図1 桜島(左)、薩摩硫黄島(右)周辺における平均変動速度

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 のデータを使い、RINCver0.28(小澤, 2014)を用いて、桜島、口永良部島について干渉 SAR 解析を行った。以下に解析結果を示す(図2)。口永良部島では新岳山頂火口付近で衛星視線方向伸張、古岳南側斜面で衛星視線方向短縮の位相変化が認められる。

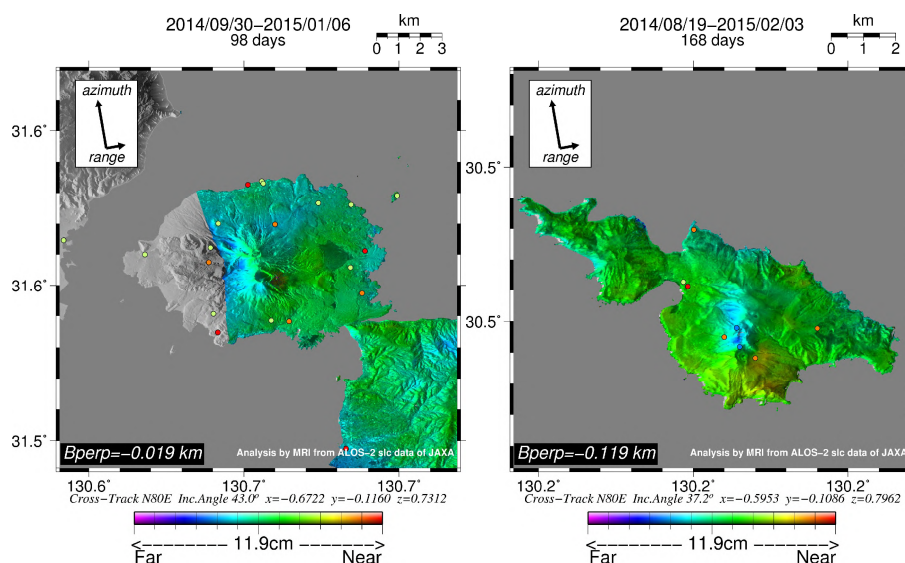


図2 桜島(左)及び口永良部島(右)の干渉解析結果

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。) :

気象研究所, ALOS/PALSAR データを使った InSAR 時系列解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った SAR 干渉解析結果, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

三浦優司, 安藤忍, 中村政道, 国内の主要な活火山における干渉 SAR 時系列解析 (十勝岳, 吾妻山, 伊豆大島, 三宅島, 薩摩硫黄島), 日本地球惑星科学連合大会 2014.

来年度以降の課題・計画:

・引続き、鹿児島県の活火山について解析を進め、火山活動に伴う地殻変動の検出を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名 (所属機関)： 松森 敏幸 (気象庁)

共同研究者 氏名 (所属機関)： 気象庁地震火山部火山課および気象研究所職員

課題名称： 噴出物の分布や地熱域等の把握及び地形変化の検出への利用調査

今年度の成果概要：

- ・ ALOS-2/PALSAR-2 の高分解能 3m モードのデータを使い、小笠原諸島西之島の強度画像解析を行った。使用したデータは 8 月 9 日以降に撮像された 7 シーンでレベル 1.5 (12 月 10 日のデータについては、システム処理上の問題から geotiff で提供) で提供されたデータを汎用のソフトウェアで読み込み比較した (図1)。その結果、2014 年 8 月から 11 月にかけて、主に北側へ陸域を拡大しており、その面積は約 57 万 m^2 であることが判読できた。

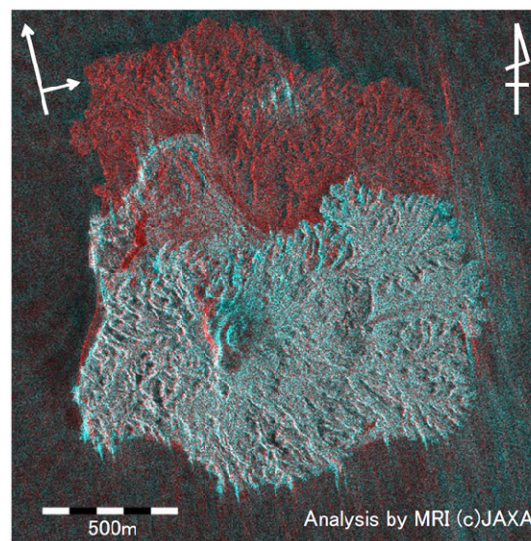


図1 2014 年 8 月 31 日 (緑色と青色) と 11 月 9 日 (赤色) の強度画像の合成結果

- ・ 2014 年口永良部島噴火後に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データと噴火前の ALOS/PALSAR データについて、強度画像の比較を行ったところ、新岳火口の西側に隣接する形で南西－北東方向に伸びる楕円形の窪地が認められた (図2)。また、新岳火口の西側内壁に対応する影が従来に比べ北側に広がっていることを確認した。

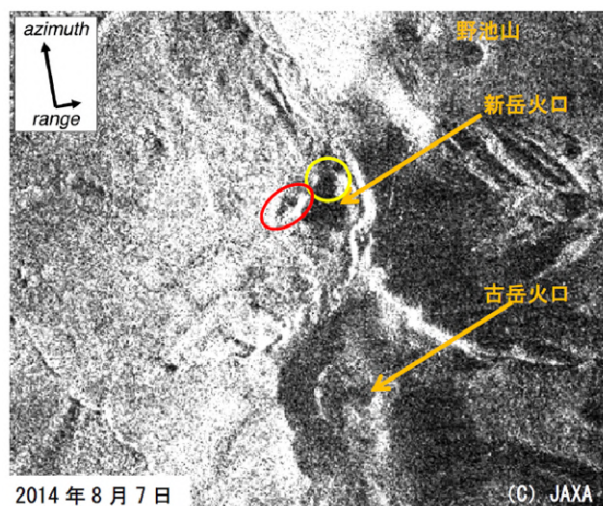


図2 ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された口永良部島新岳付近 (2014 年 8 月 7 日)

空間分解能 10～15m クラスの人工衛星搭載光学センサー画像 (LANDSAT-8/OMI および EO-1/ALI パンクロマチックバンド, Terra/ASTER 可視バンド) を使用し、西之島から放出している噴煙の影を利用して、噴煙の上昇過程を推定し、Plume rise 法 (鍵山, 1978) で放熱率を評価した (図3)。大局的には次第に減少しているようにも見えるが、その変化傾向は明瞭ではない。単純平均で求めた平均放熱率は約 1700MW となる。噴煙には火山灰が含まれていると思われるが、水蒸気のみで構成されているとした場合、 H_2O 放出率は 400 kg/s (約 3.5 万トン/日)、この期間 (2013 年 12 月 24 日～2015 年 1 月 2 日、374 日間) の H_2O 放出量は 1.3×10^7 トンと推定された。

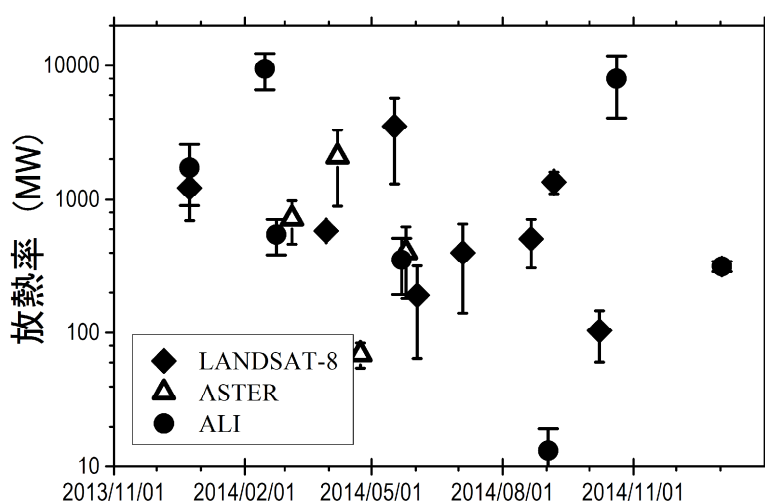


図3 衛星画像から求めた西之島からの噴煙による放熱率時間推移

謝辞：LANDSAT-8 データは産業技術総合研究所の LANDSAT-8 直接受信・即時公開サービス (<http://landsat8.geogrid.org/>) から、EO-1/ALI データは USGS の <http://earthexplorer.usgs.gov/> から、ASTER データは JPL の ASTER Volcano Archive (<http://ava.jpl.nasa.gov/>) から入手した。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

気象研究所, 西之島の噴煙活動, 第 130 回火山噴火予知連絡会 (2014/10/23) .

福井敬一, 衛星搭載光学センサーを用いた西之島火山の噴煙活動監視. 日本火山学会 2014 年度秋季大会, 2014 年 11 月, 福岡市.

気象庁, ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像により観測された西之島の地表変化について, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

気象研究所, 西之島の噴煙活動, 第 131 回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24)

気象庁・JAXA, だいち2号 (ALOS-2) による口永良部島のSAR 強度画像について, 火山噴火予知連絡会拡大幹事会(2014/8/8).

気象庁・気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 による桜島の強度画像, 第131回火山噴火予知連絡会 (2015/2/24) .

来年度以降の課題・計画:

- ・ 活動の活発化している火山について、引続き強度画像による地形変化の解析を進める。
- ・ 光学衛星画像の解析を継続し、西之島火山の噴煙活動推移を評価するとともに、ALOS-2/CIRC データや LANDSAT-8 などの赤外データを利用し、地熱活動を評価する。また、plume rise 法で最も大きな誤差要因となる風速データについて検討を進める。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

代表研究者 氏名(所属機関)：島田政信(宇宙航空研究開発機構)

共同研究者 氏名(所属機関)：夏秋嶺(宇宙航空研究開発機構)、大木真人(宇宙航空研究開発機構)

課題名称：航空機及び衛星搭載 SAR による火山の監視と変化抽出について

今年度の成果概要：今年度に入り、PALSAR-2 を搭載した ALOS-2 が正常に打ち上げられ(2014年5月24日に)、初期ミッションチェックののちに、初期校正が8月4日に、定常観測が8月20日に開始した。その前後で、日本で幾つかの火山活動が発生し、その都度、1) 振幅画像の時系列変化追跡、2) 干渉処理による地殻変動の抽出を実施してきた。以下が PALSAR-2 を用いた一連の解析事例である。

- 1) 西之島の拡大(2014年6月19日の初画像取得以降)：振幅画像の比較
- 2) 口永良部島の差分干渉処理(同年8月3日噴火)
- 3) 御岳山噴火に伴う干渉処理(同年9月29日噴火)及び火口近くの変化抽出
- 4) 桜島噴火の干渉処理(20150106－20141028)
- 5) 阿蘇山噴火の干渉処理(20150115－20141204)

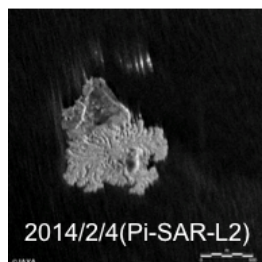
一方、Pi-SAR-L2 については新年度分の観測を行っており、以下の観測をおこなった。

- 6) 御岳山噴火口周りの重点観測(2014/10/3)
- 7) 霧島火口の観測(2014年8月6日)

いかに、各々の事例を紹介する。

- 1) 西之島の拡大：本例(図1)は、PALSAR-2 初画像の20140619と20140802の間での面積の拡大を示したものである。島の東部の拡大が認められる。

(1-1) 西之島の拡大(2月4日、6月19日、8月2日)



- ・ PALSAR2により面積の拡大を確認できる。
- ・ 海上保安庁は定期的に航空機観測
- ・ 国土地理院はUAV観測(父島から)
- ・ 国土地理院はPALSAR-2の投入により航空機観測の負荷を低減

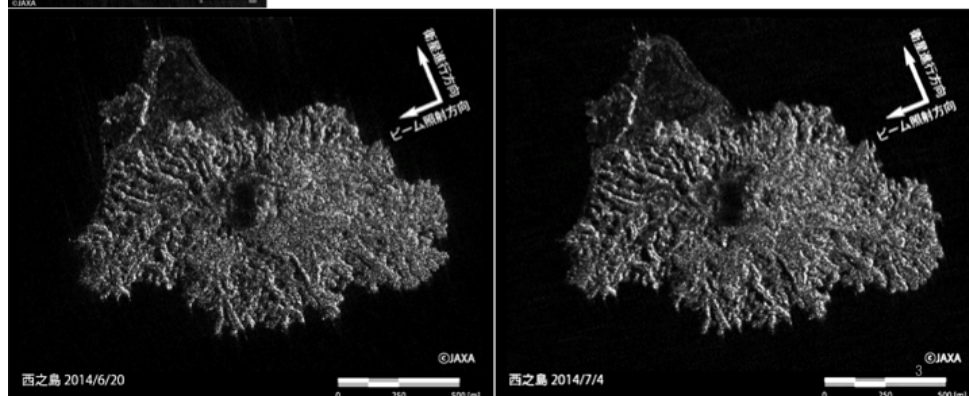


図1 西之島の拡大。左上が Pi-SAR-L2 の画像であり、そこに比して大きな面積増加が認められる。

- 2) 口永良部島噴火と干渉解析: 20140803に噴火した口永良部島を干渉解析した事例であり、火口部が約2 cm 沈降した可能性が見られた。

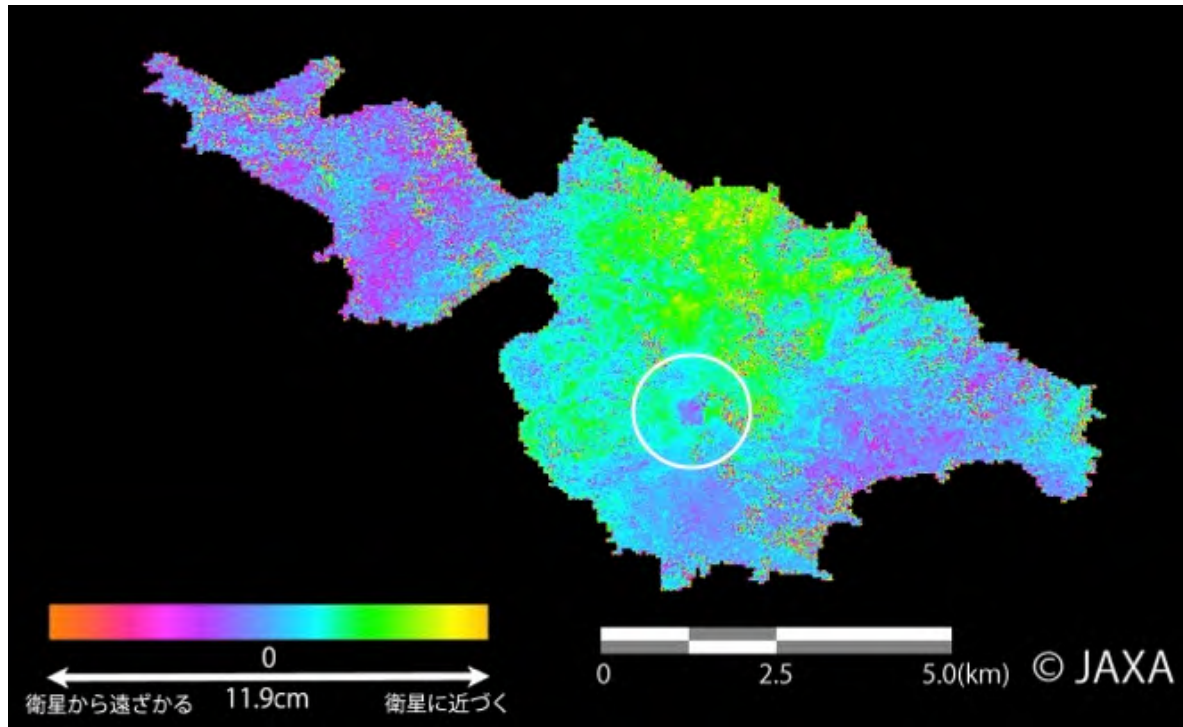


図2 口永良部島の干渉処理

- 3) 御嶽山噴火事例: 20140929正午前に噴火した火口が、干渉処理により、衛星との距離が短くなる変化が見られた。また、オルソ画像の重ね合わせにより、山頂部の反射係数が噴火前に比べて小さくなるところが火口を中心として同心円状であることがわかった。

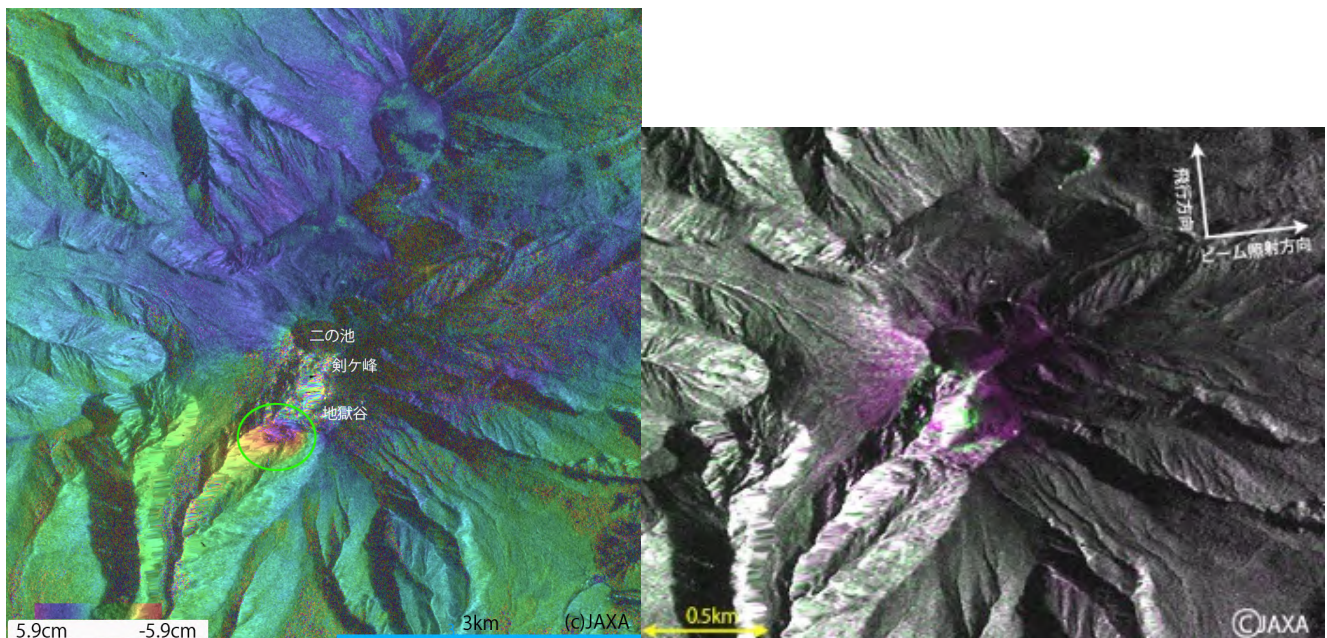


図3 御岳山山頂の変動: 左) 差分干渉結果 (8/18-9/30)、右) 変化抽出 (0929-0818)

- 4) 桜島噴火: 桜島の噴火の前後で得た画像の干渉処理であるが、有意な変化が取られたとはいえない事例である。

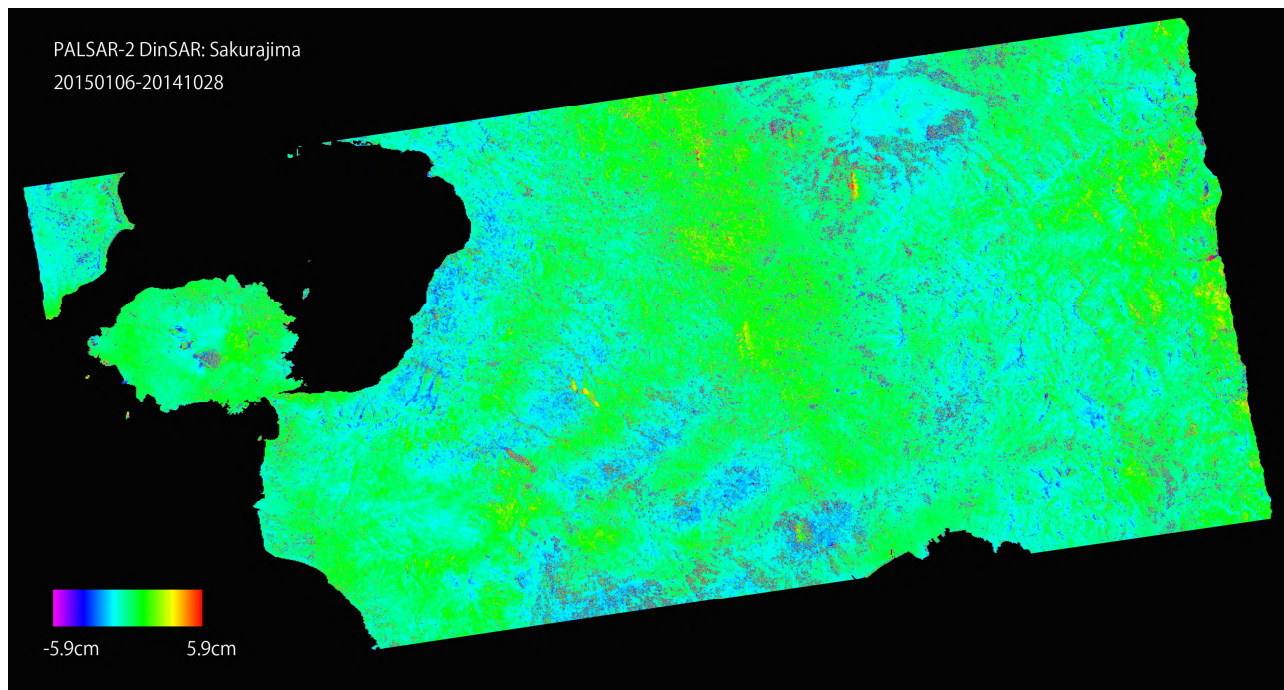


図4 桜島の干渉画像

5) 阿蘇山噴火:干渉処理

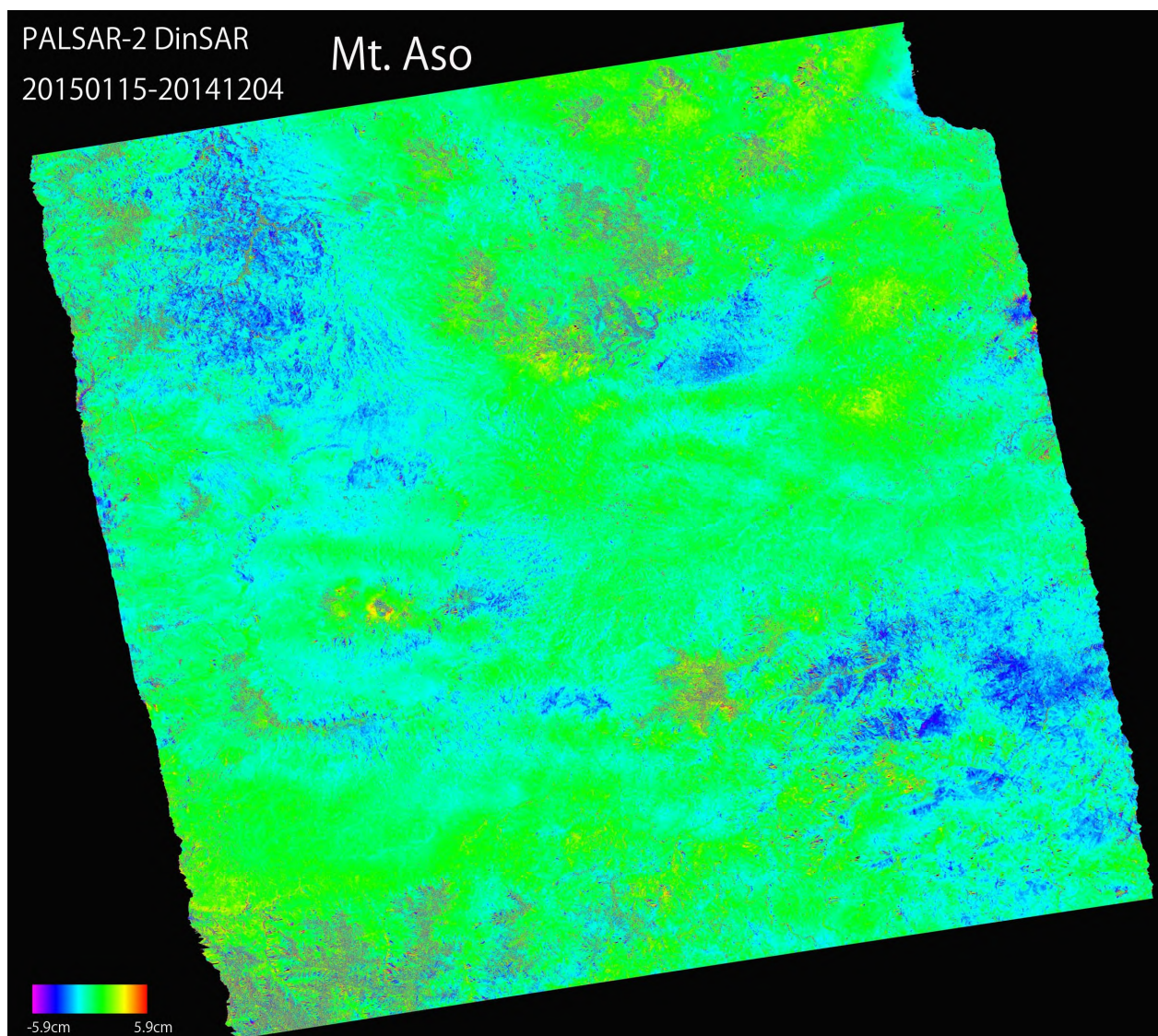


図5 阿蘇山の噴火前後の干渉画像。火口周辺でほんのわずか隆起が見られる。

6) 御岳山噴火口周りの重点観測 (10／3) : Pi-SAR-L2 の飛行によって得られた画像である。

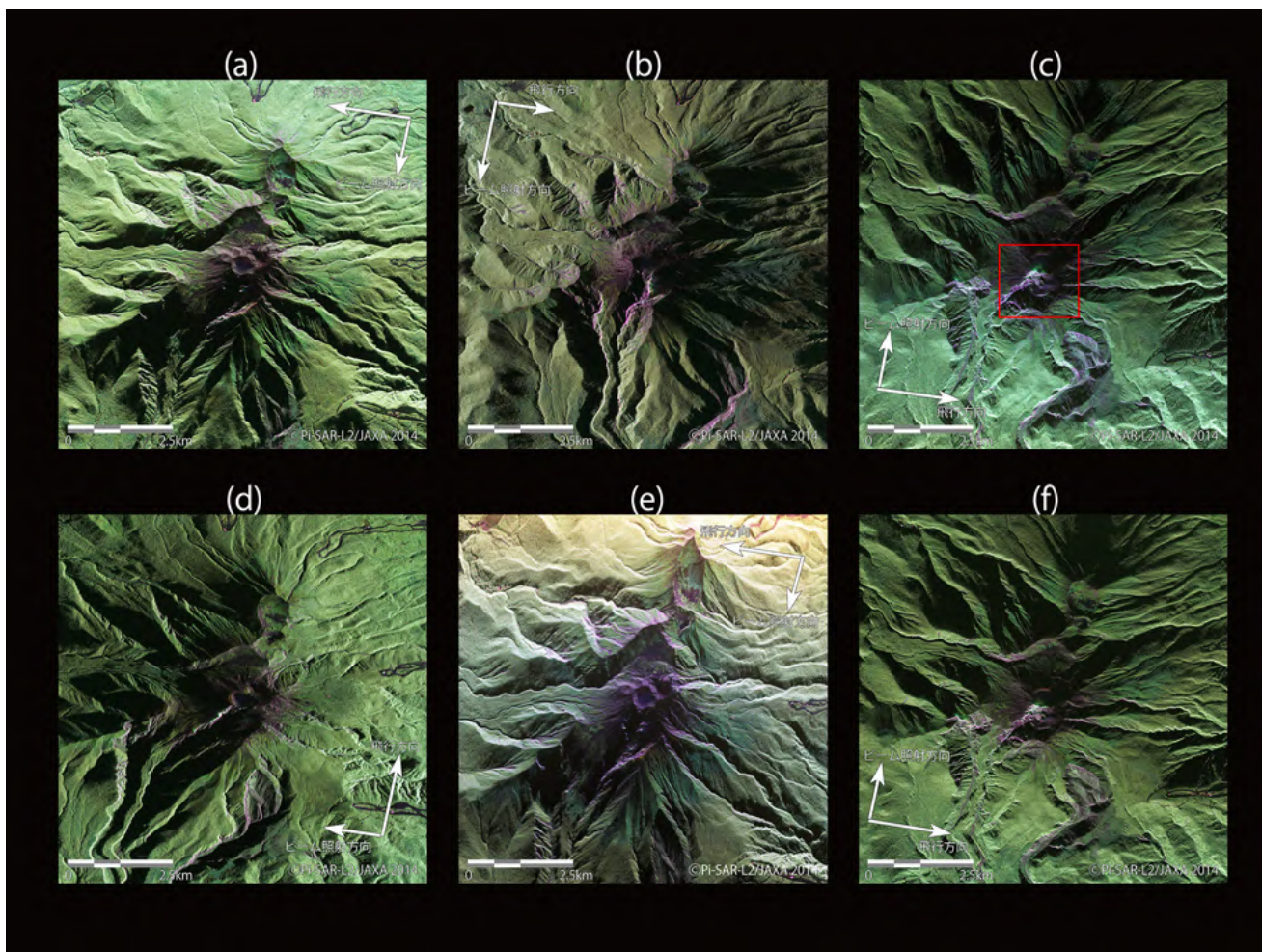


図6 Pi-SAR-L2 画像

7) 霧島火口の観測: 2013 年9月13日と2014年8月7日の Pi-SAR-L2 の比較画像である。振幅画像の比較では差はわからない。

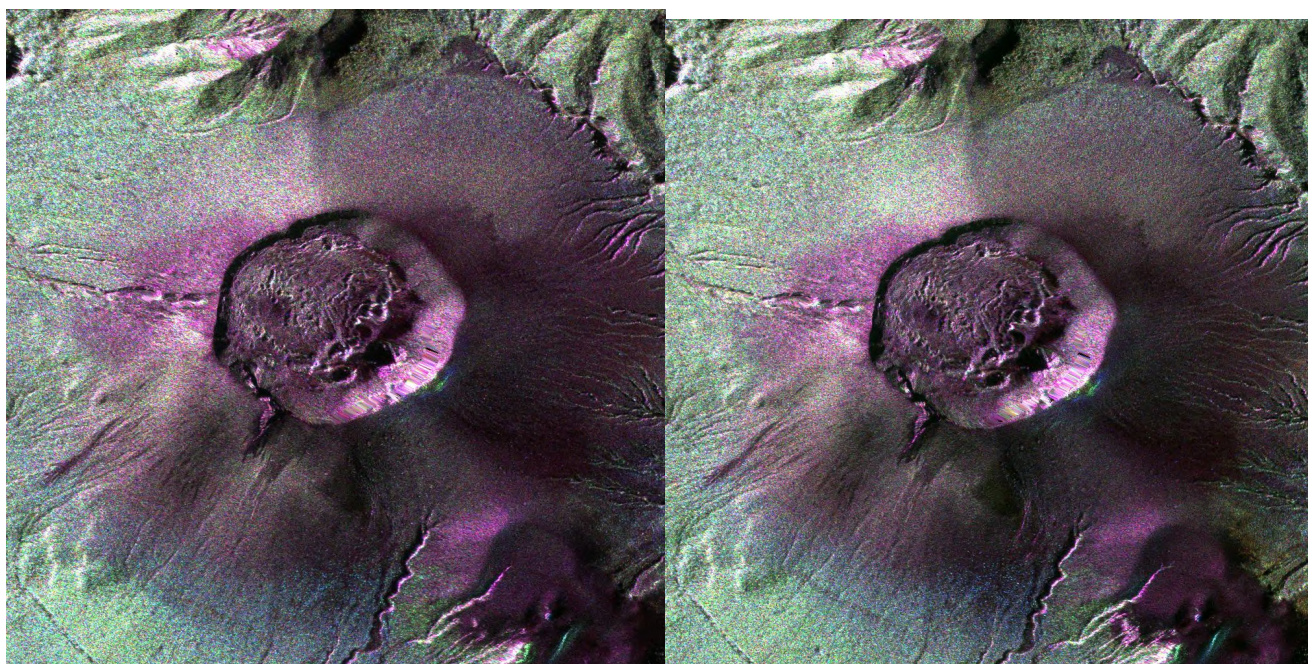


図7 Pi-SAR-L2 変化画像 (左: 2013年画像)、右 (2014年画像)

その他:ソフトウェアのチューニングと機能付加

本解析には Sigma-SAR を PALSAR-2 用に調整し、使用している。また、気象庁殿の客観解析データ (GRIB2) を読み込むルーチンを付加し、新規気象データを用いた大気補正を取り込んでいる (最終調整を実施中)。

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

ALOS-2 打ち上げ年度であり、ほとんどが校正検証及び EORC 処理設備の開発調整に費やされ、地殻変動抽出結果の学会発表はなかった。ただ、幾つかの噴火のイベント (口永良部島噴火、御嶽山噴火、阿蘇山噴火、西之島噴火等) に関しては、必要な処理を行い、場合によっては JAXA WEB で情報公開している。

JAXA/EORC

来年度以降の課題・計画: 火山変動モニターとして、PALSAR-2 をより積極的に利用する。また、Pi-SAR-L2 の観測も GPS フライトを継続することから、差分干渉処理による変動量の抽出や時系列の SAR 画像の目視判読での火口のあるいは火山の変化を抽出する。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし。

ただ、JAXA の標準成果物を使っているため、成果品に対するコメント (不具合情報 (観測日付、処理レベルあり) や改修要望があればいただきたい。

代表研究者 氏名(所属機関)：田中 明子 (産業技術総合研究所)

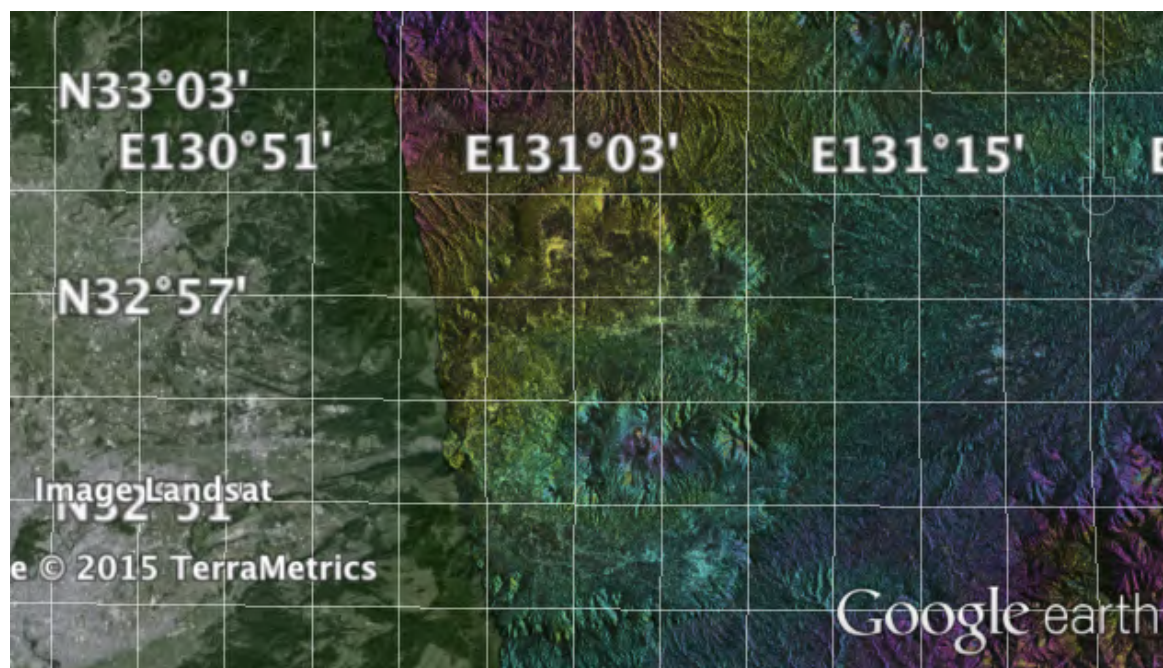
共同研究者 氏名(所属機関)：

課題名称：合成開口レーダを用いた火山活動に伴う地殻変動のモニタリング

今年度の成果概要：

既にアーカイブしていた ALOS-1 の火山データの解析を進めた。

一方, ALOS-2 のデータを処理することのできる ISCE (InSAR Scientific Computing Environment, <https://winsar.unavco.org/isce.html>) を用いて, ALOS-2 のデータ解析を始めた。ISCE は, ALOS-2 のデータを解析することのできる, 現時点ではおそらく唯一の public domain のソフトウェアである。下図は, ftp サイトよりご提供頂いた ALOS-2 データの解析結果の一例である。これは, 阿蘇岳周辺の ALOS-2 データ (2014/12/04 および 2015/01/15 観測) の SAR 干渉解析結果である。これだけからは, 明瞭な地殻変動を捉えることができたとは考えられない。



成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。) :

ALOS-1 の火山データの解析結果の一部は 7 月に仙台で介された GENAH2014 (International Symposium on Geodesy for Earthquake and Natural Hazard, <http://genah2014.jpn.org/>) において, “Monitoring of Volcano Deformation Using Satellite-based Interferometric Synthetic Aperture Radar - Some Case Studies in Japanese Volcanoes - Kuchinoerabujima Volcano -” という題目で発表 (http://genah2014.jpn.org/Resources/Poster_Session_140712.pdf) した.

2015 年 3 月に Frascati で開催される the 9th International Workshop Fringe 2015 (Advances in the Science and Applications of SAR Interferometry and Sentinel-1 InSAR Workshop, <http://seom.esa.int/fringe2015/>) において, 今年度得た成果の一部を公表する予定である,

来年度以降の課題・計画:

来年度は, 今年度には十分に成果をあげることができなかった, InSAR 時系列解析などを行い, 火山活動に伴う地殻変動の時間変動検出を試みる. また, 火山活動に応じて InSAR 解析を行い, マグマ供給系のモデル推定などを行いたい.

さらに, Sentinel-1 TOPS (Terrain Observation by Progressive Scans) interferometry の解析を目指す. 現時点では, ROI_PAC (Repeat Orbit Interferometry PACKage, <http://roipac.org/>) もしくは ISCE の upgrade を候補として考えている.

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

ftp site にデータを upload して頂く際に, ファイル名よりデータの内容がわかるようにして頂くか, もしくはデータの情報を書き込んだ text file を準備して頂くか, あるいは他の方法でも良いが, いずれにせよ ftp site のファイルの内容がある程度類推できるようにして頂けると助かります.

代表研究者 氏名(所属機関)：竹中 潤 (神奈川県温泉地学研究所)

共同研究者 氏名(所属機関)：原田昌武・道家涼介(神奈川県温泉地学研究所)

課題名称：SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出

今年度の成果概要：

箱根火山においては、2001 年に発生した群発地震活動以降、数年に一度、群発地震が発生し、それに伴う山体膨張を示す地殻変動が、GNSS 観測、傾斜観測により検出されている。加えて、2001 年の群発地震以降、大涌谷周辺において噴気域の移動・拡大が認められ、それに伴う地すべり等土砂災害の発生も懸念されている。今年度は、2008～2009 年の群発地震発生期間を挟む ALOS/PALSAR データの内、基線長が 1000m 以下となるペアを抽出し、SAR 干渉解析を行った。解析には JAXA の島田政信博士による SIGMA-SAR を使用させて頂いた。

解析結果例を図に示す。図示したのはいずれも Ascending のペアである。同期間の Descending のペアについては、干渉性が悪かったため、本報告において示していない。いずれの解析結果においても、2008～2009 年の群発地震活動に対応するとみられる有意な変動は認められなかった。

なお、図示した結果を含め、Master、Slave が異なる複数の解析結果に共通し、大涌谷周辺で、衛星から遠ざかる地殻変動が観測されている(下図の白破線で示した円内)。これは、同地帯における地すべり性の地殻変動を見ている可能性が考えられる。

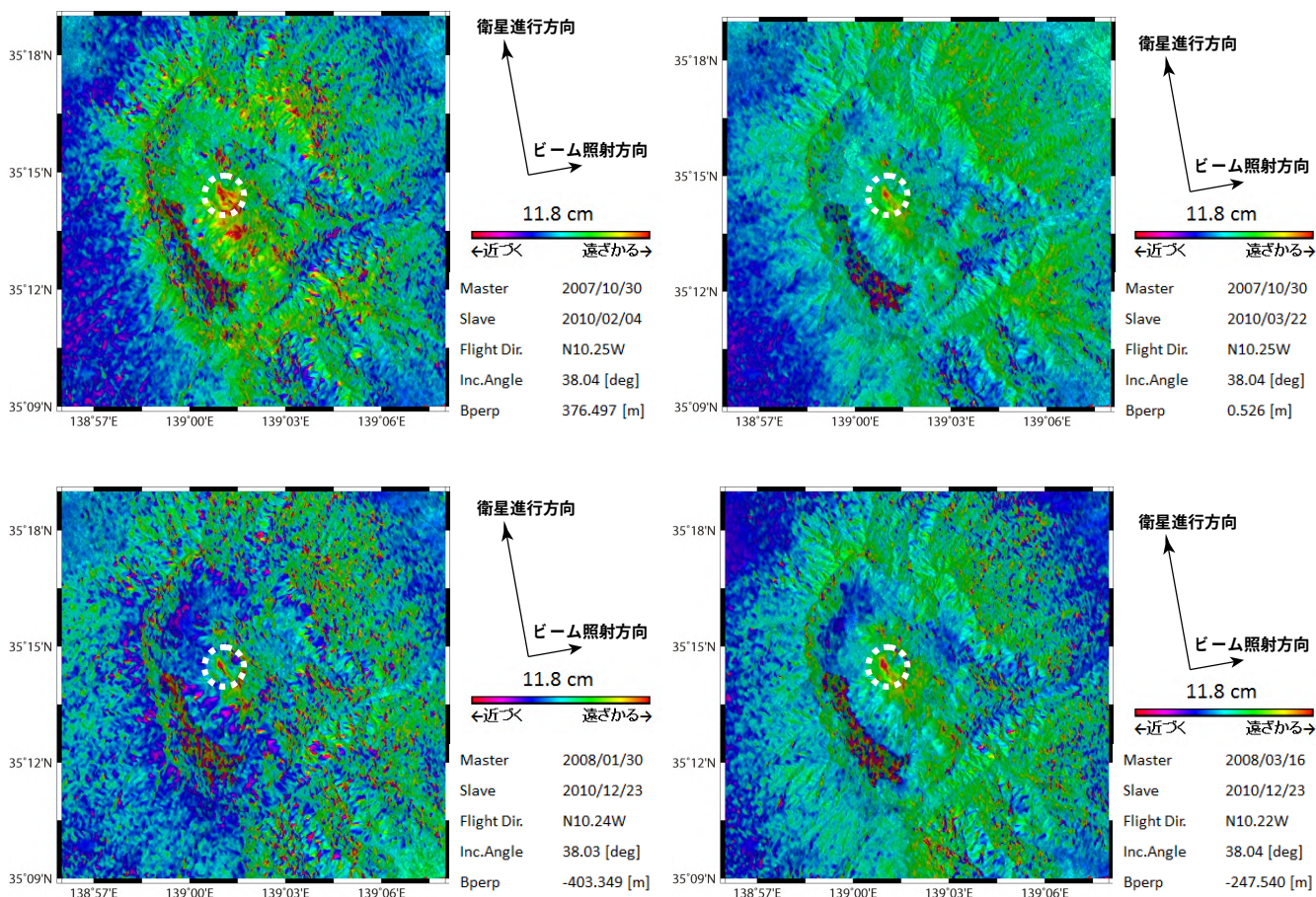


図 箱根火山を対象とした干渉 SAR 解析結果の例

成果発表の状況 (今年度の予知連や学会を含めた成果発表の状況をお書き下さい。):

なし

来年度以降の課題・計画:

引き続き箱根火山の地殻変動を対象に、JERS-1 データや新たに取得される ALOS-2 によるデータを含む他期間のデータについても、SAR 解析を進める。また、大涌谷周辺においては、噴気活動の拡大、移動が発生しており、それに伴う地すべりの発生などが危惧される。同地域の噴気活動の時間的な推移を SAR 画像の解析で明らかにすることも試みる。併せて、箱根火山に類似する活動を示す他の火山を対象にデータの解析を行い、箱根火山との比較を試みる。

その他希望する支援 (研修・サポート・ソフトウェア等)、衛星解析グループへの要望:

特になし