

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究
成果報告書（FY26-FY28）

平成 29 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評価及び把握を目的とした、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 年度から平成 25 年度にかけて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 5 月 24 日に「だいち 2 号」が打ち上げられ、こ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」に関する協定を気象庁と宇宙航空研究開発機構との間で新たに締結し、平成 26 年度から平成 28 年度にかけて衛星解析グループとしても新たな活動を行ってきました。その間、甚大な人的被害を及ぼした 2014 年の御嶽山噴火を始め、噴火警戒レベル導入後初めての「レベル 5（避難）」の特別警報が発表され全島民が島外に避難した 2015 年の口永良部島の噴火、2013 年から 3 年間に渡って大量の溶岩を噴出して大きな島に成長した西之島の噴火、2015 年の桜島におけるマグマ貫入や 2015 年や 2016 年の阿蘇山の噴火等、活発な火山活動を経験してきました。衛星解析グループでは「だいち 2 号」による緊急観測要求を積極的に行い、得られた解析結果は迅速に火山噴火予知連絡会へ報告され火山活動評価に活用されるとともに、気象庁の噴火警報発表や警報解除の判断材料としても活用されてきました。このように「だいち 2 号」のデータは火山活動の監視・評価に留まらず、防災情報の発信にも重要な役割を担うようになってきました。本報告書は、平成 28 年度におけるこれら火山活動監視・評価を含む全 18 課題の研究成果を取りまとめるとともに、3 年間の衛星解析グループの活動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、平成 28 年度は阿蘇山の噴火、霧島山えびの高原（硫黄山）の噴気活動の活発化時をはじめ、本グループからの緊急観測要請に対し、迅速に対応して頂きました。本研究を実行するにあたりこれらの御支援いただいた宇宙航空研究開発機構、（一財）リモート・センシング技術センターの皆様には深く感謝いたします。

平成 29 年 3 月

気象庁 地震火山部 火山課長

齋藤 誠

火山活動の評価及び噴火活動の把握に関する共同研究
成果報告書 目次

・ 研究計画の概要.....	1
1 経緯.....	1
2 枠組み.....	3
3 参加機関及び研究課題.....	4
・ 平成 28 年度.....	4
・ 平成 27 年度.....	6
・ 平成 26 年度.....	8
4 研究期間と研究計画.....	10
5 活動概要.....	11
（1）活動履歴.....	11
（2）観測要求とデータ提供.....	12
（3）情報交換.....	12
（4）データ利用研修・サポート.....	12
（5）火山噴火予知連絡会への報告.....	13
（6）噴火警報等の情報発表への活用状況.....	16
・ 平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究成果の概要.....	25
1 総括.....	25
2 研究成果の概要.....	26
3 衛星データと成果について.....	28
・ 平成 28 年度の研究成果報告.....	29
参加機関による成果報告.....	30
・ 火山-2801「地殻変動分布の評価への適用手法検討」.....	30
・ 火山-2802「南方諸島方面海底火山の監視の検討」.....	33
・ 火山-2803「測地観測との結合した火山性地殻変動解析および活動評価」.....	36
・ 火山-2804「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」.....	38
・ 火山-2805「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」.....	40
・ 火山-2806「衛星画像を用いた火山噴火後の土砂災害に関する 情報取得手法の検討」.....	42
・ 火山-2807「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）」.....	44
・ 火山-2808「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)」	46
・ 火山-2809 「 SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (関東中部地方の火山)」	48
・ 火山-2810 「 SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (伊豆小笠原諸島ほかの火山)」	50
・ 火山-2811 「 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)」	52
・ 火山-2812 「 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)」	54
・ 火山-2813 「 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」	56
・ 火山-2814 「 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」	58
・ 火山-2815 「 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」	61
・ 火山-2816 「 SAR 干渉解析による箱根火山の火山性地殻変動の検出」	62
・ 火山-2817 「 航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について」	64
・ 火山-2818 「 総合測地観測による火山噴火準備過程の研究」	67

．研究計画の概要

1．経緯

地球観測衛星によって捉えられるデータは、火山における地殻変動や表面現象の監視に大きな可能性を持っている。宇宙航空研究開発機構（JAXA）が陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）等を用いた防災利用実証実験を開始することを踏まえ、火山噴火予知連絡会では、今後の火山活動評価や火山学研究における衛星データの利用方法を調査研究するため、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、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が参加した。グループによる調査研究の主な目的は次のとおりである。

日本列島・領海内の主要活火山等を対象に、ALOS 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
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

これらの目的を実現するため、JAXA が行う ALOS 等を用いた防災利用実証実験に参加することとし、火山噴火予知連絡会事務局を担当する気象庁は衛星解析グループ代表として、平成 19 年 3 月 19 日に JAXA 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」を締結（平成 20 年度末終了）し、平成 19 年 4 月 2 日には共同研究に必要とされるデータ利用に関する取り決めを「データ利用計画書」により確認した上で、共同研究を開始した。

その後、ALOS の後期利用段階への移行等を受けて、平成 21 年 3 月 31 日には、気象庁と 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について、有効期間を平成 23 年 3 月 31 日まで延長するとともに、期間満了の 3 ヶ月前までに申し出がない場合は自動的に 1 年間延長することとし（その後の期間延長も同様に対応）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することとした。

グループでは、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判断して、ALOS の運用継続に合わせて、共同研究協定は平成 23 年 3 月 31 日の有効期間満了後も継続した。平成 23 年 5 月 12 日には機器障害のため ALOS が運用を停止したが、アーカイブデータ等の活用により共同研究を継続することとし、他国の衛星を活用した研究も含め平成 26 年 3 月まで実施した。

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 ALOS-2 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 JAXA との間で締結した。この協定の有効期間は平成 29 年 3 月 31 日までで、本年度はその最終年度に当たる。

これまでの衛星解析グループの活動経過を表 1 - 1 にまとめる。

表 1 - 1 衛星解析グループの活動経過

年度	共同研究協定	会合開催	衛星
平成 17 年度			平成 17 年 1 月 だいち (ALOS)打ち上げ
平成 18 年度	平成 18 年 11 月 衛星解析グループ発足 平成 19 年 3 月 協定締結	第 1 回 平成 19 年 3 月	
平成 19 年度		第 2 回 平成 19 年 5 月 第 3 回 平成 20 年 2 月	
平成 20 年度	平成 21 年 3 月 協定変更	第 4 回 平成 20 年 5 月 第 5 回 平成 21 年 2 月(成果報告)	
平成 21 年度		第 6 回 平成 21 年 5 月 第 7 回 平成 22 年 2 月	
平成 22 年度	平成 23 年 3 月以降 協定延長		
平成 23 年度		第 8 回 平成 23 年 5 月(成果報告)	平成 23 年 5 月 ALOS 運用終了
平成 24 年度		第 9 回 平成 24 年 5 月	
平成 25 年度		第 10 回 平成 25 年 10 月 第 11 回 平成 26 年 2 月	
平成 26 年度	平成 26 年 4 月 協定締結	第 12 回 平成 26 年 6 月 第 13 回 平成 26 年 10 月 第 14 回 平成 27 年 2 月(成果報告)	平成 26 年 5 月 だいち 2 号 (ALOS-2)打ち上げ
平成 27 年度		第 15 回 平成 27 年 6 月 第 16 回 平成 28 年 2 月(成果報告)	
平成 28 年度		第 17 回 平成 28 年 6 月 第 18 回 平成 29 年 2 月(成果報告)	

2. 枠組み

共同研究の枠組みを図1 - 1に示す。

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、火山噴火予知連絡会事務局を担当する気象庁がグループを代表して JAXA と共同研究協定を締結し、データ利用計画書によりデータの受け渡しに対する確認を行った。そして、グループに属する参加機関からの要望をグループ全体としての要求（緊急観測の内容を含む）に取りまとめた上で JAXA と調整を行ったほか、共同研究の成果は報告書に取りまとめて JAXA へ提出した。

グループに属する参加機関は、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あたっては、防災 WEB や各種データ利用研修を通して、JAXA 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、その他の協定グループとも連携しながら調査研究を進めた。

共同研究により得られた成果は、火山噴火予知連絡会等へ報告された。

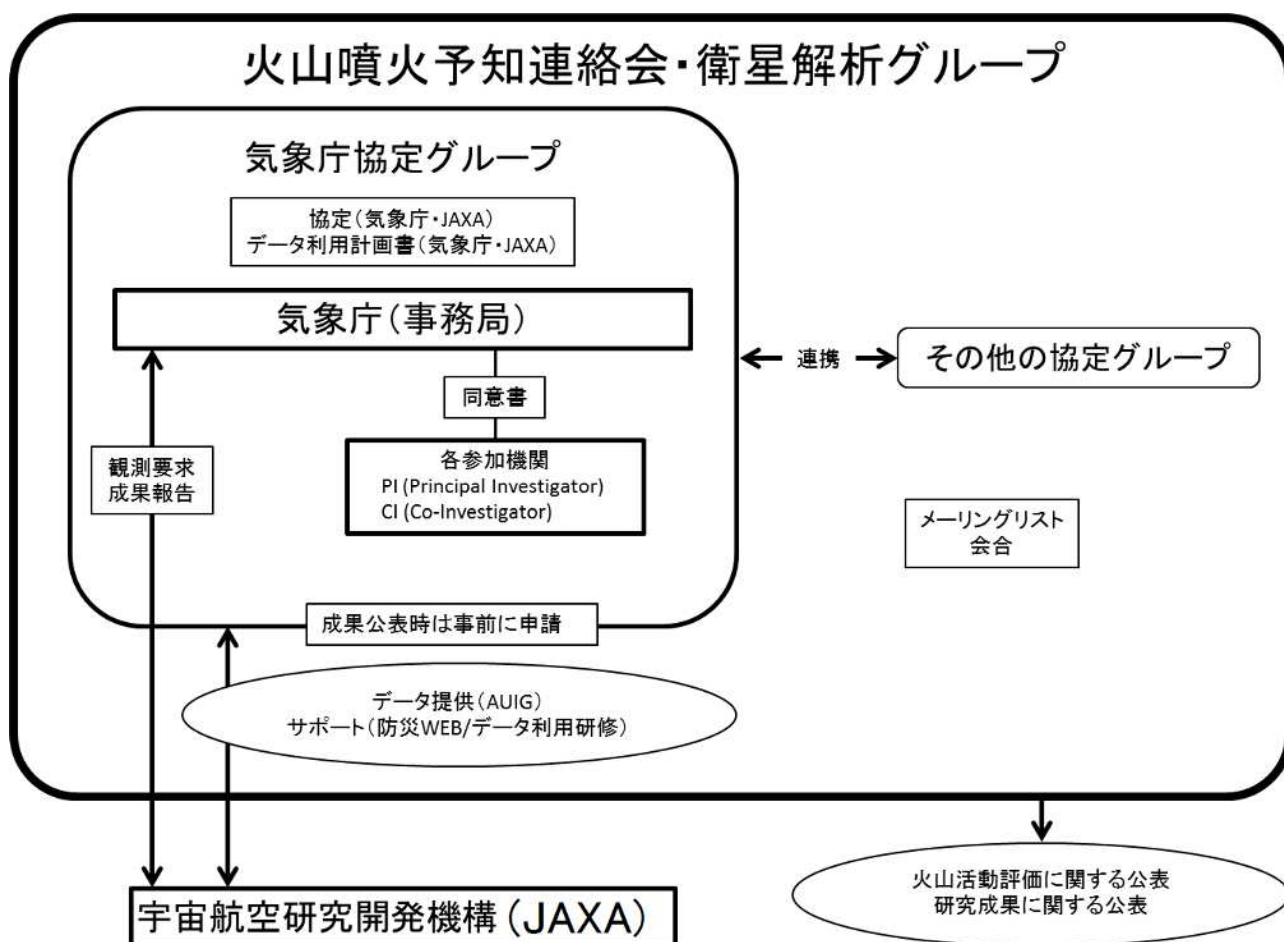


図1 - 1 共同研究の枠組み

3．参加機関及び研究課題

本共同研究は平成 26 年度に 10 機関 15 課題で始まり、その後は平成 27 年度に 1 機関 1 課題、平成 28 年度には 2 機関 2 課題が加わり、現在 13 機関 18 課題で行われている。各年度の共同研究への参加機関および研究課題を表 1 - 2、1 - 3、1 - 4 にそれぞれ示す。

表 1 - 2 参加機関と研究課題（平成 28 年度）

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)	所属
火山 -2801	地殻変動分布の評価への適用手法検討	国土地理院	小林 知勝	地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室	主任研究官	藤原 智	国土地理院地理地殻活動研究センター
						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
						森下 遊	国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
						右記部署 職員	国土地理院測地部宇宙測地課
火山 -2802	南方諸島方面海底火山の監視の検討	海上保安庁	長屋 好治	海洋情報部	海洋調査課長	小野 智三 佐藤 泉	海上保安庁海洋情報部海洋調査課 海上保安庁海洋情報部海洋調査課
火山 -2803	測地観測との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	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	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
						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 -2804	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	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
火山 -2805	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	宮城 洋介	観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット	研究員	小澤 拓	防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット
火山 -2806	衛星画像を用いた火山噴火後の土砂災害に関する情報取得手法の検討	土木研究所	竇 傑	土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム	研究員	藤村 直樹	土木研究所火山・土石流チーム
						赤澤 史顕	土木研究所火山・土石流チーム
						清水 孝一	土木研究所火山・土石流チーム
火山 -2807	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	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所 気象庁札幌管区気象台
火山 -2808	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	宮村 淳一	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
							気象庁気象研究所
							気象庁仙台管区気象台

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)	所属
火山-2809	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(関東中部地方の火山)	気象庁	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所
火山-2810	SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討(伊豆小笠原諸島ほかの火山)	気象庁	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所
火山-2811	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	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所 気象庁福岡管区气象台
火山-2812	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	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所 気象庁福岡管区气象台 気象庁鹿児島地方气象台
火山-2813	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	宮村 淳一	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 気象庁気象研究所
火山-2814	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	夏秋 嶺	地球観測研究センター	宇宙航空プロジェクト研究員	島田 政信 大木 真人 渡邊 学	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 東京電機大学理工学部
火山-2815	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	活断層・火山研究部門	主任研究員		
火山-2816	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	道家 涼介	研究課	技師	原田 昌武	神奈川県温泉地学研究所研究課
火山-2817	航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について	東京電機大学	島田 政信	理工学部 建築・都市環境学系	教授	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-2818	総合測地観測による火山噴火準備過程の研究	東北大学	三浦 哲	東北大学大学院 理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター	教授	福島 洋 小川 佳子 出村裕英 久田泰広	東北大学災害科学国際研究所 会津大学コンピュータ理工学部 兼先端情報科学研究センター 会津大学コンピュータ理工学部 兼先端情報科学研究センター 会津大学コンピュータ理工学部

表 1 - 3 参加機関と研究課題（平成 27 年度）

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)	所属
火山 -2701	地殻変動分布の評価への適用手法検討	国土地理院	小林 知勝	地理地殻活動研究 センター 地殻変動研究室	主任研究官	飛田 幹男	国土地理院地理地殻活動研究センター
						中島 秀敏	国土地理院地理地殻活動研究センター
						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
						森下 遊	国土地理院地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室
						右記部署 職員	国土地理院測地部宇宙測地課
						右記部署 職員	国土地理院測地部機動観測課
火山 -2702	南方諸島方面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	森下 泰成	海上保安庁海洋情報部技術・国際課
						小野 智三	海上保安庁海洋情報部海洋調査課
火山 -2703	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	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	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
						古屋 正人	北海道大学大学院理学研究院 自然史科学部門
						森 済	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 -2704	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	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
火山 -2705	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	宮城 洋介	観測・予測研究領域 地震・火山防災 研究ユニット	研究員	小澤 拓	防災科学技術研究所 観測・予測研究領域 地震・火山防災研究ユニット
火山 -2706	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	泉山 寛明	土砂管理研究 グループ 火山・土石流チーム	研究員	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
						藤村 直樹	土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
						高橋 祐弥	土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム
火山 -2707	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
							気象庁札幌管区気象台

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)	所属
火山 -2708	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
							気象庁仙台管区气象台
火山 -2709	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
火山 -2710	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
							気象庁福岡管区气象台
火山 -2711	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
							気象庁福岡管区气象台
							気象庁鹿児島地方气象台
火山 -2712	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	小泉 岳司	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
							気象庁気象研究所
火山 -2713	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	夏秋 嶺	地球観測研究センター	宇宙航空プロ ジェクト研究員	島田 政信	東京電機大学理工学部 建築・都市環境学系
						大木 真人	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
						渡邊 学	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
火山 -2714	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	活断層・火山研究部門	主任研究員		
火山 -2715	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	神奈川県温泉地学研究所研究課
						道家 涼介	神奈川県温泉地学研究所研究課
火山 -2716	航空機 SAR による火山の監視と変化抽出について	東京電機大 学	島田 政信	理工学部 建築・都市 環境学系	教授	夏秋 嶺	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
						大木 真人	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター

所属、役職はいずれも計画策定時のもの

表 1 - 4 参加機関と研究課題（平成 26 年度）

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)	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
						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
						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 -2602	南方諸島海底火山の監視の検討	海上保安庁	岩渕 洋	海洋情報部	海洋調査課長	山内明彦	海上保安庁海洋情報部海洋調査課
						小野智三	海上保安庁海洋情報部海洋調査課
						矢島広樹	海上保安庁海洋情報部技術・国際課
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	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	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
						古屋正人	北海道大学大学院理学研究院 自然史科学部門
						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 -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	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
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	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
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	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
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	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
							気象庁札幌管区气象台
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	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
							気象庁仙台管区气象台
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	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

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)	所属
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	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
							気象庁福岡管区气象台
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
							気象庁気象研究所
							気象庁福岡管区气象台
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
							気象庁気象研究所
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	宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
						大木 真人	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	神奈川県温泉地学研究所研究課
						道家 涼介	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

現行の研究計画を表1 - 5に示す。研究期間は、平成26年4月1日から平成29年3月31日までとした。

表1 - 5 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)				成果報告				成果報告				成果報告
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

日付	内容
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	平成 26 年度成果報告書 取りまとめ
平成 27 年 6 月 16 日	衛星解析グループ第 15 回会合 開催（気象庁）
平成 27 年 7 月 13 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」改訂
平成 27 年 9 月 4 日	第 2 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席
平成 27 年 10 月 9 日	平成 27 年度衛星による防災利用実証業務連絡会 出席
平成 28 年 2 月 18 日	衛星解析グループ第 16 回会合及び平成 27 年度成果報告会 開催（気象庁）
平成 28 年 3 月 2 日	第 3 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席
平成 28 年 3 月	平成 27 年度成果報告書 取りまとめ
平成 28 年 6 月	小特集「だいち 2 号」[衛星解析グループの活動-だいち 2 号データの活用事例-] を投稿 「写真測量とリモートセンシング」55(3), 183-186, 169, 2016, 日本写真測量学会
平成 28 年 6 月 15 日	衛星解析グループ第 17 回会合 開催（気象庁）
平成 28 年 7 月 13 日	平成 28 年度第 1 回衛星による防災利用実証業務連絡会 出席
平成 28 年 7 月 14 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」改訂
平成 28 年 9 月 5 日	第 4 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席
平成 29 年 2 月 15 日	衛星解析グループ第 18 回会合及び平成 28 年度成果報告会 開催（気象庁）
平成 29 年 3 月 6 日	第 5 回 ALOS-2 観測運用調整会議 出席（見込み）
平成 29 年 3 月	平成 28 年度第 2 回衛星による防災利用実証業務連絡会 出席（見込み）
平成 29 年 3 月	平成 28 年度成果報告書 取りまとめ（見込み）

(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 JAXA に緊急観測要求を行い、緊急観測が実施された。

平成 26 年度	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)
平成 27 年度	雌阿寒岳、十勝岳、浅間山、箱根山、蔵王山、桜島、口永良部島、阿蘇山、霧島山、Calbuco (チリ)
平成 28 年度	阿蘇山、霧島山

また、西之島については、JAXA に継続的なスポットライトモードでの撮像の観測要求を行い、観測が実施された。(平成 28 年 7 月 8 日から平成 29 年 3 月 31 日まで)

データ提供

JAXA 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、JAXA の SFTP サイトを通して行われた。

(3) 情報交換

JAXA 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

JAXA により、以下に挙げる「防災のための地球観測衛星データ利用研修」が行われた。

研修講座名	開催日
入門講座 (平成 26 年度)	平成 26 年 5 月 21 日
応用講座 (平成 26 年度)	平成 27 年 1 月 27-28 日
SAR 基礎講座 (平成 26 年度)	平成 26 年 6 月 11-12 日
SAR インターフェロメトリーコース	平成 26 年 8 月 8 日、平成 27 年 11 月 10 日、平成 28 年 8 月 30 日
衛星画像防災利用入門講座 (平成 27 年度、平成 28 年度)	平成 27 年 5 月 29 日、平成 27 年 10 月 9 日、平成 28 年 2 月 8 日、 平成 28 年 5 月 31 日、平成 28 年 10 月 4 日
衛星画像防災利用応用講座 (平成 27 年度、平成 28 年度)	平成 27 年 6 月 16-17 日、平成 27 年 10 月 20-21 日、平成 28 年 2 月 9-10 日 平成 28 年 6 月 27-28 日、平成 28 年 10 月 13-14 日

(5) 火山噴火予知連絡会への報告

平成 26 年度 定例会及び拡大幹事会

火山	拡大幹事会 平成 26 年 8 月 8 日	第 130 回 平成 26 年 10 月 23 日	拡大幹事会 平成 27 年 1 月 19 日	第 131 回 平成 27 年 2 月 24 日
十勝岳				国・北・気
八甲田				気
十和田				気
蔵王山				気
草津白根山				国・気
浅間山				気
御嶽山		国・北・防・気	気	国
西之島				海・気
硫黄島				国・防・気
九重山				気
阿蘇山				国・気
霧島山				国・防・気
桜島				気・宇/防
口永良部島	気/宇	国・防		気
全国全て				気
報告件数	1	6	1	25

平成 26 年度予知連 H P

御嶽山 : 宇 (3 件) 国 (1 件)
西之島 : 海 (1 件) 気 (3 件)
硫黄島 : 国 (1 件) 防 (1 件) 気 (1 件)
口永良部島 : 国 (1 件) 、 防 (1 件)

機関略称

国 : 国土地理院
北 : 北海道大学
防 : 防災科学技術研究所
海 : 海上保安庁
宇 : 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
気 : 気象庁 (気象研究所を含む)
宇/防 : 宇宙航空研究開発機構・防災科学技術研究所
気/防 : 宇宙航空研究開発機構・気象庁 (気象研究所を含む)

平成 27 年度 定例会及び拡大幹事会

火山	拡大幹事会 平成 27 年 5 月 30 日	第 132 回 平成 27 年 6 月 15 日	拡大幹事会 平成 27 年 8 月 21 日	第 133 回 平成 27 年 10 月 21 日	第 134 回 平成 28 年 2 月 17 日
雄阿寒岳					国
雌阿寒岳		北		国・気	国・気
十勝岳		国		国・北・防・気	国・気
有珠山		北			
北海道駒ヶ岳		北			
蔵王山				国	国・気
吾妻山		国		国・気	国・気
草津白根山				国	国・気
浅間山		国		国	国・気
新潟焼山					国・気
御嶽山				国	国・北・気
富士山					国
箱根山		国・防・温・気		国・温・気	国・温・気
伊豆東部火山群					国
伊豆大島		国		国	国
三宅島		国		国	国
西之島		国・気		気	気
硫黄島		国		国	国
九重山		国			
阿蘇山		国		国	国・気
雲仙岳				国	
霧島山		国・防・気		国・防・気	国・気
桜島		国	国・気	国・気	国・宇・気
薩摩硫黄島		国			
口永良部島	国・防・気	国・防・気	国・気	国・気	国・防・気
諏訪之瀬島		国			国
全国全て		国		国	国・気
報告件数	3	27	4	29	40

平成 27 年度予知連 H P

雌阿寒岳 : 国 (2 件)
 十勝岳 : 国 (2 件) 、 防 (1 件)
 箱根山 : 温 (1 件)
 阿蘇山 : 国 (1 件)
 霧島山 : 国 (3 件)
 桜島 : 国 (2 件)

平成 28 年度 定例会及び拡大幹事会

火山	第 135 回 平成 28 年 6 月 14 日	第 136 回 平成 28 年 10 月 4 日	第 137 回 平成 29 年 2 月 14 日	火山	第 137 回 平成 29 年 2 月 14 日
雄阿寒岳		国・北	国・気	アトサヌプリ	国・気
雌阿寒岳	国	国	国・気	大雪山	国・気
十勝岳		国	国・気	倶多楽	国・気
樽前山	国		国・気	北海道駒ヶ岳	国・気
有珠山		国	国・気	岩木山	国・気
恵山	北		国・気	八甲田山	国・気
蔵王山	国	国・気	国・気	十和田	国・気
吾妻山	国	国・気	国・気	秋田焼山	国・気
草津白根山	国	国・気	国・気	岩手山	国・気
浅間山	国	国・気	国・気	秋田駒ヶ岳	国・気
新潟焼山	国・気	国・気	国・気	鳥海山	国・気
弥陀ヶ原	気		国・気	栗駒山	国・気
御嶽山	国・北・気	国・気	国・北・気	安達太良山	国・気
箱根山	国・温	国・温	国・温・気	磐梯山	国・気
伊豆大島	国	国	国・気	那須岳	国・気
三宅島	国・気	国	国・気	日光白根山	国・気
西之島	国	国・気	国・気	焼岳	国・気
硫黄島	国	国	国・気	乗鞍岳	国・気
鶴見岳・伽藍岳	国		国・気	白山	国・気
九重山	国		国・気	富士山	国・気
阿蘇山	国・防・気	国・気	国・気	伊豆東部火山群	国・気
雲仙岳	国・北・気	国・北	国・北・気	新島・神津島	国
霧島山	国・気	国・気	国・気	新島	気
桜島	国	国・気	国・気	神津島	気
薩摩硫黄島	国		国・気	御蔵島	国
口永良部島	国・気	国・気	国・気	八丈島	国・気
諏訪之瀬島	国	国・気	国・気	青ヶ島	国・気
硫黄島	国				
全国全て	国	国	国・気		
報告件数	37	37	109		

平成 28 年度予知連 H P

阿蘇山 : 国 (2 件)

桜島 : 国 (1 件)

西之島 : 気 (1 件)

(6) 噴火警報等の防災情報への活用状況

雌阿寒岳

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加、地熱域の拡大、噴煙の増加	平成 27 年 7 月 28 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 国土地理院は、平成 26 年 9 月 29 日と平成 27 年 8 月 3 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって雌阿寒岳山頂から東南東方向 3km の地点で衛星視線方向が最大 12cm の短縮があったこと、平成 27 年 6 月 6 日と 8 月 29 日の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを予知連 HP で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析結果を第 133 回火山噴火予知連絡会 (平成 27 年 10 月 21 日開催) で報告。
	平成 27 年 11 月 13 日 1 (活火山であることに留意) 引き下げ	

十勝岳

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
山体膨張を示す地殻変動	平成 26 年 12 月 16 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	
	平成 27 年 2 月 24 日 1 (平常) 引き下げ	・ 気象研究所、国土地理院は、平成 26 年 12 月 4 日と 12 月 18 日の ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 131 回火山噴火予知連絡会 (平成 27 年 2 月 24 日開催) で報告。

蔵王山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 27 年 4 月 13 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 発表	
	平成 27 年 6 月 16 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 解除	

吾妻山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性微動の発生及び火山性地震の増加	平成 26 年 12 月 12 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 国土地理院は、平成 26 年 9 月 9 日と平成 27 年 2 月 24 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって大穴火口付近で衛星視線方向の短縮があったことを第 132 回火山噴火予知連絡会 (平成 27 年 6 月 15 日開催) で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、平成 26 年 9 ~ 11 月と平成 27 年 6 ~ 8 月の複数の ALOS-2 の差分干渉解析によって大穴火口付近と吾妻山の西側山体を中心に衛星視線方向の短縮があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会 (平成 27 年 10 月 21 日開催) で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析結果を第 134 回火山噴火予知連絡会 (平成 28 年 2 月 17 日開催) で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを第 135 回火山噴火予知連絡会 (平成 28 年 6 月 14 日開催) で報告。

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 28 年 10 月 18 日 1 (活火山であることに留意) 引き下げ	・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所は大穴火口付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 136 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 10 月 4 日開催）で報告。

草津白根山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加及び湯釜付近の膨張を示す地殻変動	平成 26 年 6 月 3 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 131 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 2 月 24 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 133 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 10 月 21 日開催）で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所は長期間の差分干渉解析で湯釜北東側を中心に衛星視線方向の短縮があることを第 134 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 135 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 6 月 14 日開催）で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 136 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 10 月 4 日開催）及び第 137 回火山噴火予知連絡会（平成 29 年 2 月 14 日開催）で報告。

浅間山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加及び火山ガスの急増	平成 27 年 6 月 11 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 国土地理院は、平成 27 年 5 月 24 日と 6 月 7 日の ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを第 132 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 6 月 15 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、平成 27 年 6 月 19 日の噴火を挟む 2 期間及び噴火後の ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 133 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 10 月 21 日開催）で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所は長期間の差分干渉解析で浅間山の山頂付近で衛星視線方向の短縮があったことを第 134 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 135 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 6 月 14 日開催）で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 136 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 10 月 4 日開催）及び第 137 回火山噴火予知連絡会（平成 29 年 2 月 14 日開催）で報告。

御嶽山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
噴火	平成 26 年 9 月 27 日 3 (入山規制・火口から 4km 程度) 引き上げ	・ JAXA は、平成 26 年 8 月 18 日と 9 月 29 日の ALOS-2 の強度画像の比較によって新たに形成された噴出口と思われる凹みを捉えたこと、JAXA、国土地理院は、平成 26 年 8 月 18 日と 9 月 29 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって火口の南西側で衛星視線方向に約 2cm の短縮があったことを予知連 HP で報告。 ・ 気象研究所、防災科学技術研究所、北海道大学、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析結果を第 130 回火山噴火予知連絡会(平成 26 年 10 月 23 日開催)で報告。
	平成 27 年 1 月 19 日 3 (入山規制・火口から 3km 程度) 警戒範囲縮小	・ 気象研究所は、御嶽山噴火以降の ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを拡大幹事会(平成 27 年 1 月 19 日開催)で報告。
	平成 27 年 6 月 26 日 2 (火口周辺規制) 引き下げ	・ 国土地理院は、御嶽山噴火前及び噴火後と平成 27 年 6 月 12 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって、いずれも山頂付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、北海道大学、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、いずれも山頂付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、北海道大学、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所、北海道大学は山頂付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって山頂付近で衛星視線方向の伸長が徐々に小さくなってきていることを第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。 ・ 気象庁、北海道大学、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、いずれも山頂付近で衛星視線方向の伸長が継続していることを第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

箱根山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加や地殻変動	平成 27 年 5 月 6 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 気象研究所、温泉地学研究所、防災科学技術研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、大涌谷内で衛星視線方向の短縮があったことを第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催)で報告。
小規模な噴火	平成 27 年 6 月 30 日 3 (入山規制・火口から 700m 程度) 引き上げ	
	平成 27 年 9 月 11 日 2 (火口周辺規制) 引き下げ	・ 気象研究所、温泉地学研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち国土地理院は平成 27 年 7 月以降の差分干渉解析によって、大涌谷内で衛星視線方向の短縮があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。
	平成 27 年 11 月 20 日 1 (活火山であることに留意) 引き下げ	

西之島

火山活動状況	噴火警報	火山噴火予知連絡会等への報告
継続的な噴火 溶岩の流出	平成 26 年 6 月 11 日 火口周辺警報(入山危 険・島の中心から概ね 6km の範囲内) 発表	・気象研究所は、ALOS-2 の強度画像の比較により、平成 26 年 8 月から 11 月にかけて約 57 万平方メートルの面積増加があったことを予知連 HP で報告。 ・海上保安庁は平成 26 年 12 月 10 日の ALOS-2 の強度画像を 10 月 17 日の航空機による観測と比較し、約 39 万平方メートルの面積増加があったことを予知連 HP で報告。
	平成 27 年 2 月 24 日 火口周辺警報(入山危 険・島の中心から概ね 4km の範囲内) 警戒範囲縮小	・気象研究所、海上保安庁は、ALOS-2 の強度画像について第 131 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 2 月 24 日開催)で報告。 ・気象研究所は、平成 27 年 3 月 1 日の ALOS-2 の強度画像によって、西之島の面積が拡大していることを予知連 HP で報告。 ・気象研究所は、ALOS-2 の強度画像の比較により平成 27 年 3 月初めまでと 4 月中旬から 5 月にかけて海岸線が拡大していること、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって島の南側を除いて非干渉であることを第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催)で報告。 ・気象研究所は、ALOS-2 の強度画像の比較により平成 27 年 7 月以降西之島の面積がほとんど変化していないこと、差分干渉解析によって溶岩流出経路近傍で衛星視線方向の伸長があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。
	平成 28 年 2 月 17 日 火口周辺警報(入山危 険・火口から概ね 1.5km の範囲内) 警戒範囲縮小	・気象研究所は、ALOS-2 の差分干渉解析によって平成 27 年 10 月以降低相関度部分の割合が著しく低くなり火砕丘付近のみに分布していることを第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日開催)で報告。 ・国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって火砕丘の南東を中心に衛星視線方向の伸長が継続していること、2.5 次元解析によって平成 27 年 11 月から平成 28 年 2 月にかけて最大 25cm 程度の沈降があったこと、その後の沈降量が鈍化していることを第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)で報告。
	平成 28 年 8 月 17 日 火口周辺警報(入山危 険・火口から概ね 500m の範囲内) 警戒範囲縮小(1)	・気象研究所は、平成 28 年 5 月末を挟む 2 期間の ALOS-2 の差分干渉解析によって火砕丘の南東を中心としたほぼ同心円上の衛星視線方向の伸長を検出し、圧力源の収縮を捉えた可能性があることを予知連 HP で報告。 ・気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析結果をそれぞれ第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。 ・気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって衛星視線方向の伸長が継続していることをそれぞれ第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

- 1 西之島の警戒範囲縮小の情報発表に際し、海上保安庁等の飛行機による観測に加えて、ALOS-2 データを用いた解析結果が判断根拠として活用。

硫黄島

火山活動状況	噴火警報	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 19 年 6 月 1 日 火口周辺警報(火口周 辺危険) 発表	・ 気象研究所、防災科学技術研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、元山付近を中心とした同心円状に衛星視線方向の伸長、平成 27 年 2 月 2 日を挟むペアにおいて阿蘇台断層沿いで変化があったことを第 131 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 2 月 24 日開催)で報告。 ・ 国土地理院は、平成 27 年 2 月 15 日と 3 月 1 日の ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催)で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の平差分干渉解析によって元山付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、元山付近及び擂鉢山付近で衛星視線方向の伸長、阿蘇台断層に沿って変動があったことを第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日開催)、第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)及び第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、元山から海岸方向に向かって衛星視線方向の短縮があったことを第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

阿蘇山

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
噴火	平成 26 年 8 月 30 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 131 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 2 月 24 日開催)で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催)で報告。
噴火	平成 27 年 9 月 14 日 3 (入山規制) 引き上げ	・ 国土地理院は、阿蘇山噴火前及び噴火前後の ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。
	平成 27 年 11 月 24 日 2 (火口周辺規制) 引下げ	・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、防災科学技術研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって、平成 28 年 4 月の熊本地震による地殻変動があったことを第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。
爆発的噴火	平成 28 年 10 月 8 日 3 (入山規制) 引き上げ	・ 気象研究所、国土地理院は、噴火を挟む ALOS-2 の差分干渉解析で、中岳第一火口周辺に降灰によると考えられる非干渉領域が確認できることを第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。
	平成 28 年 12 月 20 日 2 (火口周辺規制) 引下げ	
	平成 29 年 2 月 7 日 1 (活火山であることに留意) 引下げ	

霧島山（新燃岳）

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 25 年 10 月 22 日 2 (火口周辺規制) 引き下げ	・気象研究所、防災科学技術研究所、国土地理院は ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち防災科学技術研究所、国土地理院は新燃岳火口内で局所的に衛星視線方向の短縮があったことを第 131 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 2 月 24 日開催）で報告。 ・気象研究所、国土地理院は ALOS-2、防災科学技術研究所は ALOS-2 及び Sentinel-1A の差分干渉解析によって、新燃岳火口内の局所的な衛星視線方向の短縮が継続していることを第 132 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 6 月 15 日開催）及び第 133 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 10 月 21 日開催）で報告。 ・国土地理院は ALOS-2、防災科学技術研究所は Sentinel-1A、気象研究所は ALOS-2 及び Sentinel-1A の差分干渉解析を行い、新燃岳火口内の局所的な衛星視線方向の短縮が継続していることを第 134 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日開催）及び第 135 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 6 月 14 日開催）で報告。 ・気象研究所と国土地理院は ALOS-2、防災科学技術研究所は Sentinel-1A の差分干渉解析を行い、新燃岳火口内の局所的な衛星視線方向の短縮が平成 28 年 4 月以降小さくなり、衛星視線方向の伸長があったことを第 136 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 10 月 4 日開催）で報告。 ・気象研究所と国土地理院は ALOS-2、防災科学技術研究所は Sentinel-1A の差分干渉解析を行い、新燃岳火口内に局所的な衛星視線方向の伸長があったことを第 137 回火山噴火予知連絡会（平成 29 年 2 月 14 日開催）で報告。

霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）

火山活動状況	噴火警報	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性微動の発生と傾斜変化	平成 26 年 10 月 24 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 発表	
	平成 27 年 5 月 1 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 解除	
火山性地震の増加	平成 28 年 2 月 28 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 発表	・防災科学技術研究所は、平成 27 年 10 月 11 日と 11 月 4 日の Sentinel-1A の差分干渉解析によって、硫黄山付近で衛星視線方向に約 1cm の短縮があったこと、その後、11 月 4 日と 12 月 22 日の差分干渉解析でも衛星視線方向の 3mm 程度の短縮があったことを予知連 HP で報告。 ・国土地理院は、ALOS-2 の平成 27 年 11 月 6 日と平成 28 年 2 月 12 日の差分干渉解析によって、硫黄山の南側を中心とした半径 300m の範囲で衛星視線方向に約 4cm の短縮があったことを第 134 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日開催）で報告。
	平成 28 年 3 月 29 日 火口周辺警報(火口周辺危険) 解除	・国土地理院は、ALOS-2 の平成 27 年 8 月 19 日と平成 28 年 3 月 2 日の差分干渉解析によって、硫黄山付近で衛星視線方向に約 4cm の短縮があり、平成 28 年 2 月 12 日以降、急激な地殻変動は起きていないこと、その後、平成 28 年 2 月 8 日と 3 月 7 日、平成 28 年 3 月 2 日と 3 月 30 日の ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを予知連 HP で報告。

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加、火山性微動及び山体膨張を示す傾斜変化	平成 28 年 12 月 12 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	
	平成 29 年 1 月 13 日 1 (活火山であることに留意) 引き下げ	・ 気象研究所は ALOS-2、防災科学技術研究所は Sentinel-1A の差分干渉解析によって、硫黄山付近で衛星視線方向の短縮があることを第 137 回火山噴火予知連絡会（平成 29 年 2 月 14 日開催）で報告。

桜島

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 24 年 3 月 21 3 (入山規制) 引き下げ	・ 気象研究所は ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないこと、JAXA 及び防災科学技術研究所は、平成 25 年 12 月 26 日と平成 26 年 12 月 29 日の COSMO-SkyMed の強度画像を比較し、桜島の昭和火口内の形状が変化していることを第 131 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 2 月 24 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 132 回火山噴火予知連絡会（平成 27 年 6 月 15 日開催）で報告。
地震活動の活発化と山体膨張を示す急激な地殻変動	平成 27 年 8 月 15 日 4 (避難準備) 引き上げ	・ 国土地理院は、平成 27 年 8 月 16 日及び 17 日の緊急観測を用いた 8 月 15 日前後の ALOS-2 の差分干渉解析によって衛星視線方向の短縮があったこと、GNSS 及び干渉 SAR で観測された地殻変動量から変動源として矩形の開口割れ目が昭和火口の直下に推定され震源分布と整合していることを予知連 HP 及び国土地理院 HP で報告。 ・ 国土地理院は平成 27 年 8 月 15 日前後の ALOS-2 の差分干渉解析結果を用いた 2.5 次元解析によって、上下方向で最大 14cm(隆起)、東西方向で 11cm(東向き)の変動があったこと、気象研究所は 8 月 15 日を挟む期間の ALOS-2 の強度画像の比較を行い、昭和火口周辺で反射強度が変化していることを拡大幹事会(平成 27 年 8 月 21 日開催)で報告(2)。
	平成 27 年 9 月 1 日 3 (入山規制) 引き下げ(3)	・ 国土地理院は、平成 27 年 8 月 17 日と 8 月 30 日の ALOS-2 の差分干渉解析では、明瞭な地殻変動がみられないことを報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は ALOS-2 の差分干渉解析を行い、気象研究所は ALOS-2 の強度画像解析によって 6 月から 7 月にかけて昭和火口内で変化があったことを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。
	平成 27 年 11 月 25 日 2 (火口周辺規制) 引き下げ	
爆発的噴火	平成 28 年 2 月 5 日 3 (入山規制) 引き上げ	・ 気象研究所、国土地理院は、平成 27 年 11 月 30 日と平成 28 年 2 月 8 日の ALOS-2 の差分干渉解析では、明瞭な地殻変動がみられないこと、JAXA は、ALOS-2 に搭載した CIRC により桜島の爆発的噴火の約 5 時間後に桜島南岳昭和火口付近の直径約 1km の領域で高温域が観測されたことを第 134 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 2 月 17 日開催）で報告。 ・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことを第 135 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 6 月 14 日開催）で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析では明瞭な地殻変動がみられないことをそれぞれ第 136 回火山噴火予知連絡会（平成 28 年 10 月 4 日開催）及び第 137 回火山噴火予知連絡会（平成 29 年 2 月 14 日開催）で報告。

2 拡大幹事会の見解に、ALOS-2 データ及び GNSS を用いた解析結果が活用（参考資料にも掲載）。

3 噴火警戒レベル引き下げの情報発表に際し、ALOS-2 を用いた地殻変動の解析結果が判断材料の 1 つとして活用。

口永良部島

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
噴火	平成 26 年 8 月 3 日 3 (入山規制) 引き上げ	・ 気象研究所・JAXA は、ALOS 及び ALOS-2 の強度画像の比較によって新岳火口周辺の地形が変化していることを拡大幹事会(平成 26 年 8 月 8 日開催)で報告。 ・ 防災科学技術研究所、国土地理院は、平成 26 年 8 月 20 日と 9 月 3 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって、新岳付近で衛星視線方向に約 2cm の伸長があったことを予知連 HP 及び第 130 回火山噴火予知連絡会(平成 26 年 10 月 23 日開催)で報告。 ・ 気象研究所は、ALOS-2 の差分干渉解析によって新岳付近で衛星視線方向の伸長、古岳南側斜面で衛星視線方向の短縮があったことを第 131 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 2 月 24 日開催)で報告。
噴火	平成 27 年 5 月 29 日 5 (避難) 引き上げ	・ 気象研究所、防災科学技術研究所は、平成 27 年 3 月 3 日と 5 月 26 日の ALOS-2 の差分干渉解析によって新岳の北側及び古岳の東側で衛星視線方向に最大 4～5cm 程度の短縮があったこと、気象研究所、国土地理院は、平成 27 年 5 月 29 日とそれ以前の ALOS-2 の差分干渉解析や強度画像の比較によって、新岳周辺や向江浜に非干渉の領域がみられることや新岳火口で大きく地形が変化していることを拡大幹事会(平成 27 年 5 月 30 日開催)及び第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析によって平成 27 年 6 月 18 日の小規模噴火の前後で新岳周辺に非干渉の領域がみられることを第 133 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 10 月 21 日開催)で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日)で報告。
	平成 28 年 6 月 14 日 3 (入山規制) 引き下げ	・ 気象研究所、国土地理院は、平成 27 年 5 月 29 日以降の ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所は長期間の差分干渉解析によって、新岳付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。 ・ 気象研究所と国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

薩摩硫黄島

火山活動状況	噴火警戒レベル	火山噴火予知連絡会等への報告
火山性地震の増加	平成 29 年 1 月 5 日 2 (火口周辺規制) 引き上げ	・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所は硫黄岳の山頂付近で衛星視線方向の伸長があったことを第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

諏訪之瀬島

火山活動状況	噴火警報	火山噴火予知連絡会等への報告
	平成 19 年 6 月 1 日 火口周辺警報(火口周 辺危険) 発表	・ 国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析で明瞭な地殻変動がみられないことを第 132 回火山噴火予知連絡会(平成 27 年 6 月 15 日開催) 第 134 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 2 月 17 日開催) 及び第 135 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 6 月 14 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち国土地理院は山頂付近で衛星視線方向の短縮があったことを第 136 回火山噴火予知連絡会(平成 28 年 10 月 4 日開催)で報告。 ・ 気象研究所、国土地理院は、ALOS-2 の差分干渉解析を行い、そのうち気象研究所による南行軌道の解析を除き、明瞭な地殻変動がみられないことをそれぞれ第 137 回火山噴火予知連絡会(平成 29 年 2 月 14 日開催)で報告。

・平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究成果の概要

1．総括

火山の監視・観測や調査研究などにおける衛星データ利用の長所と短所には、以下の点を挙げることができる。

<長所>

- ・遠隔観測のため、アクセスや観測設備の設置が困難な火山の観測ができる。
- ・火山活動が活発な火山でも危険を冒さずに観測ができる。
- ・広範囲の均一な観測データが取得できる。
- ・静止衛星は高頻度に、周回衛星は周期的に繰り返し観測ができる。

<短所>

- ・観測対象によっては、解像度が十分でない。
- ・軌道により観測時期と観測場所が制限される。
- ・光学センサーは雲や太陽の影響を受ける。また、レーダーセンサーにおいても、電離層や対流圏、地表面の積雪の影響を受ける。

平成 26 年 5 月 24 日に打ち上げられた ALOS-2 は、ALOS とは異なり光学センサーが搭載されなかったものの、合成開口レーダーについては ALOS に比べて様々な性能の向上が図られ、特に SAR 干渉法による地殻変動解析に以下のような著しい効果をもたらした。

- ・軌道精度の向上
- ・東西両方からの観測による 3 次元解析等の実現
(ALOS では右側観測のみで 2.5 次元解析)
- ・空間解像度の向上 (ALOS:10m → ALOS-2 : 3m)
- ・回帰日数の短縮 (ALOS : 46 日 → ALOS-2 : 14 日)

これらの効果によって、ALOS-2 のデータが火山活動の評価へ ALOS 以上に利用されるようになり、桜島や西之島において ALOS-2 データを用いた高精度の解析結果が防災情報の判断根拠として活用されるなど、本共同研究の目的を十分達成していることが示された。

今後、ALOS 等の観測データをさらに利活用するためには、既に国土地理院の取り組みによって効果が得られている大気遅延の補正処理の精度向上など、性能の向上により明らかになった新たな課題に取り組む必要がある。

ALOS-2 の設計寿命は 5 年 (目標は 7 年) であり、平成 29 年度以降も運用は継続される。ALOS-2 の後継機である先進レーダー衛星は、ALOS2 とのデータ処理 (干渉処理) が可能で平成 32 年度の打ち上げが予定されている。防災利用のためには観測停止期間がないことが必須条件であり、先進レーダー衛星が遅滞なく確実に運用開始されることを期待する。また、光学センサーを搭載した先進光学衛星も平成 32 年度の打ち上げが予定されており、光学センサーの有効性について調査・検討が今後進展していくことを期待する。

2. 研究成果の概要

本共同研究の課題は、表1-2、表1-3、表1-4に示したとおりである。各研究課題の成果を分類すると、「地殻変動」、「地形・地質」、「火山噴出物」、「噴煙・地熱域」、「偏職域」に衛星が利用できることが報告されている。以下、表2に各研究成果の概要を整理し、項目別に共同研究成果の概要を述べる。

表2 共同研究成果の概要

共同研究成果の概要 []内は管理番号
地殻変動 ・差分干渉解析で地殻変動検出。 [2601][2603][2605][2607][2608][2609][2610][2611][2613][2614][2615] [2701][2703][2705][2707][2708][2709][2710][2711][2712][2713][2714][2715] [2801][2803][2805][2807][2808][2809][2810][2811][2812][2815][2816][2817][2818] ・差分干渉解析の地殻変動から変動源のモデル推定。 [2601] / [2701][2703][2705][2707][2711][2712][2715] / [2801][2809][2818] ・偏波の異なる差分干渉解析で地殻変動検出。 [2603] / [2703] ・差分干渉解析の地殻変動の時系列解析。 [2605][2607][2608][2609][2610][2611] [2701][2705][2709][2711][2715] [2801][2803][2805][2810][2812][2816] ・2.5次元解析、3次元解析。 [2701] / [2801][2814] ・数値気象モデルによる大気遅延誤差の軽減。 [2605] / [2801]
地形 ・強度画像解析で地形変化の把握。 [2602][2612][2613] / [2701][2709][2713] / [2813]
火山噴出物 ・火山灰等の影響による地表の散乱強度変化の領域抽出。 [2613] / [2701] / [2814] ・噴出物の影響による差分干渉解析の低干渉領域抽出。 [2701][2709][2711][2713] / [2801][2811][2813]

噴煙・地熱域

- ・高頻度赤外画像(MODIS、MTSAT)及び高分解能画像(ALOS-PRISM、WorldView-2 等)を用いて噴火の活動推移を把握。 [2604]
- ・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)を用いて放熱量の計算。 [2612] / [2712]
- ・CIRC の赤外線画像を用いて火山の熱活動を把握できることを確認。 [2702] / [2802]
- ・赤外画像(MODIS)を用いて噴火の活動推移を把握。 [2704]
- ・高分解能画像(Landsat-8 /OLI , SPOT6/7 , WorldView-1/2/3 , GeoEye-1 等)を用いて噴火の活動推移を把握。 [2704]
- ・光学センサー (LANDSAT-8/OLI、EO-1/ALI、Terra/ASTER) の近赤外画像から溶岩流の流下方向の時間変化を把握。 [2712] / [2813]
- ・超高頻度赤外画像(Himawari-8/AHI)を用いて噴火の活動推移を把握。 [2804]

変色域

- ・ALOS-2 の強度画像では変色域を判読できないことを確認。 [2602]
- ・衛星の光学センサー画像により変色域を判読できることを確認。 [2702] / [2802]

その他

- ・ALOS-2 の解析結果の情報取得タイミングと土砂災害の推定への活用の可能性について考察した結果、活用可能であることを確認。 [2606]
- ・土砂災害の可能性の調査観測に際し、ALOS-2 の解析結果を事前に入手していたことが、観測範囲の絞込みに実際に役立ったことを確認。 [2706]
- ・火山灰の含水率測定実験を行い、今後衛星画像の解析を行う際の有用な情報を取得。 [2706] / [2806]
- ・航空機 SAR の強度画像の特徴の抽出を行った。 [2613] / [2716] / [2817]

3．衛星データと成果について

本共同研究で利用した JERS-1 及び ALOS の SAR の原初データは、経済産業省及び宇宙航空研究開発機構が所有するものであり、ALOS-2 の SAR の原初データは、宇宙航空研究開発機構が所有するものである。

また、一部の ALOS データ等は、東京大学地震研究所特定共同研究(B)「新世代合成開口レーダーを用いた地表変動研究」で共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構と東京大学地震研究所との共同研究契約により宇宙航空研究開発機構から提供されたものである。

本共同研究の成果は、火山噴火予知連絡会・衛星解析グループの活動によるものである。

．平成 28 年度の研究成果報告

本成果報告書では、平成 28 年度の参加機関による成果報告についてのみ掲載する。平成 26 年度及び平成 27 年度の参加機関による成果報告については、それぞれ各年度の成果報告書が web にて掲載されている。

平成 26 年度:[http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/
EISEI/201603/report.pdf](http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/EISEI/201603/report.pdf)

平成 27 年度:[http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/
EISEI/201503/report.pdf](http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/EISEI/201503/report.pdf)

代表研究者 氏名(所属機関): 小林 知勝(国土地理院)

共同研究者 氏名(所属機関): 藤原 智、矢来 博司、森下 遊、測地部宇宙測地課(宮原 伐折羅、仲井 博之、三浦 優司、本田 昌樹、上芝 晴香、攪上 泰亮)

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:

1. 火山 WG による観測要求に基づいて緊急観測が実施された 3 火山(霧島山、阿蘇山、諏訪之瀬島)に対して SAR 干渉解析等を行った。

- ・阿蘇山(熊本地震直後, 5 月 1 日噴火): 熊本地震の発生に伴い、SAR 干渉解析を行った。2.5 次元解析を実施したところ、阿蘇山では、熊本地震時の地殻変動と思われる沈降及び西向きの変動が見られた。5 月 1 日の噴火に関しては、ノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。
- ・阿蘇山(10 月 8 日噴火): 10 月 8 日の噴火に伴い、SAR 干渉解析を行った。噴火に伴う顕著な変動は見られなかった。阿蘇山の中岳第一火口を中心として、噴火に伴う火山灰の堆積の影響によるものと考えられる非干渉域が見られた。
- ・諏訪之瀬島: 国土地理院の定常解析(北行右観測)において、御岳の東側に衛星視線方向距離の短縮を示す位相変化が見られた。これを受け、この位相変化の要因について調査するため、2016 年 10 月 17 日に緊急観測(南行右観測)を実施し、SAR 干渉解析を行った。干渉解析を行ったところ、ノイズレベルを超えるような変動は見られなかった。原因特定には至らなかったものの、メーリングリスト上にて、地殻変動以外の要因として降灰との関係について議論がなされた。
- ・霧島山えびの高原(硫黄山): 霧島山えびの高原(硫黄山)の活動活発化(12 月 12 日)に伴い、SAR 干渉解析を行った。硫黄山・新燃岳火口内ともノイズレベルを超える変動は見られなかった。ただし、硫黄山では 2cm 程度の LOS 短縮が見られ、実際の変動を表している可能性がある。

2. 2015 年 8 月 15 日の桜島マグマ貫入イベントの解析

2-1. 3 次元変動場の推定

独立した 4 方向の観測データを用いて得られた干渉 SAR データから、3 成分(東西、南北、上下)の変位場を推定した。昭和火口の東側で東向き約 10cm、隆起約 12cm の地表変位を、昭和火口の南側で南向き約 15cm の地表変位を抽出することに成功した。

2-2. 数値気象モデルによる大気遅延誤差の低減効果の調査

2015 年 8 月の桜島の火山活動に関して、マグマ貫入後最初の InSAR 画像には、南岳を中心とした領域に最大約 7cm の誤差が重畳していたが、数値気象モデルを用いた処理により有意に低減されることがわかった。誤差低減を施したデータにより推定された力源モデルは、昭和火口直下のダイク開口を示唆するが、低減処理なしでは低角のクラック開口が最適解となり、その推定結果に大きな差異が生じることを示した。大気遅延誤差の低減処理が火山観測には重要であることを示した。

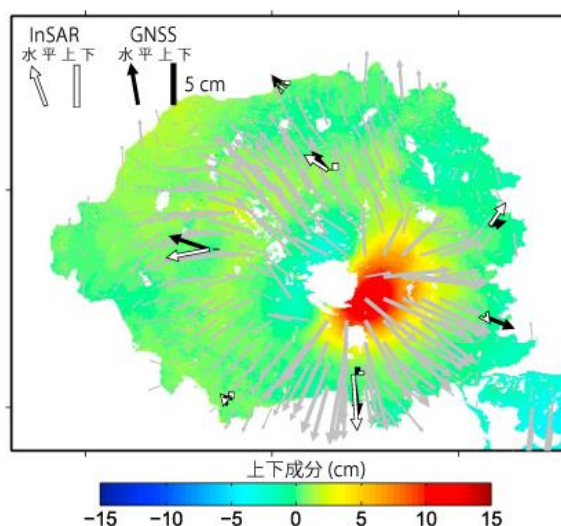


図 1 3 次元変動場(桜島 8 月 15 日マグマ貫入イベント)

3. 西之島の干渉 SAR 解析

火山 WG からの観測要求に基づいてスポットライトモードの観測が継続されたことを受け、西之島の地殻変動抽出を目的とした干渉 SAR 解析を実施した。その結果、溶岩流出等による地表面の状態変化が少なくなった 2015 年秋以降から良好な干渉画像が取得できるようになった。東西の 2 方向からの観測により、島の広い領域で沈降が進行していることがわかった。また、第 7 火口の南東側で局所的な大きな沈降も検出した。

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。）：

■火山噴火予知連絡会

- ・ 第 136 回火山噴火予知連絡会資料： 阿蘇山
- ・ 第 135 回火山噴火予知連絡会資料： 阿蘇山
- ・ 第 137 回火山噴火予知連絡会資料： 西之島

■国土地理院 HP 掲載

- ・ 地理院地図：<http://maps.gsi.go.jp>

■論文

- ・ Y. Morishita, T. Kobayashi, H. Yarai, Three-dimensional deformation mapping of a dike intrusion event in Sakurajima in 2015 by exploiting the right and left-looking ALOS-2 InSAR, Geophys. Res. Lett., 43, 4197–4204, doi:10.1002/2016GL068293, 2016
- ・ 小林知勝, 数値気象モデルを用いた干渉 SAR の大気遅延誤差の低減効果について ～2015 年桜島マグマ貫入イベントの解析を例に～, 測地学会誌, 62(2), 79-88, 2016.
- ・ 矢来博司, 小林知勝, 森下遊, 山田晋也, 三浦優司, 和田弘人, 仲井博之, 山中雅之, 攪上泰亮, 上芝晴香, だいち 2 号の干渉 SAR による火山活動モニタリング, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 55, No. 1, 6-11, 2016.
- ・ 三浦優司, 「だいち 2 号」を利用した宇宙からの地震・火山での地殻変動の把握, つくばサイエンス・アカデミー会報, No. 30, 16-17, 2016.

■学会発表

- ・ 小林知勝, 干渉 SAR を用いた地殻変動観測における大気遅延誤差の低減処理の重要性について ～2015 年桜島マグマ貫入イベントの解析を例に～, 2016 年日本火山学会
- ・ 森下遊, 小林知勝, 矢来 博司, 4 方向からの ALOS-2 干渉 SAR による 3 次元変動場の推定～2015 年桜島火山活動の事例～, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会
- ・ 藤原智, 三浦優司, 上芝晴香, 攪上泰亮, 本田昌樹, 仲井博之, 宮原伐折羅, 矢来博司, 小林知勝, 森下遊, ALOS-2 の干渉 SAR によって検出された西之島の地表変位, 2016 年日本火山学会
- ・ 三浦優司, 藤原智, 本田昌樹, 上芝晴香, 攪上泰亮, 仲井博之, 宮原伐折羅, 矢来博司, 小林知勝, 森下遊, だいち 2 号干渉 SAR によって検出された西之島の地表面変動, 2016 年日本測地学会
- ・ 三浦優司, 攪上泰亮, 上芝晴香, 本田昌樹, 仲井博之, 宮原伐折羅, 山中雅之, 森下遊, だいち 2 号を用いた全国 SAR 干渉解析, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題：

【研究の進展】

- ・ 高空間分解能な干渉 SAR データにより、水蒸気噴火に前駆して進行する局所的な地殻変動の検出が可能な場合があることを箱根山・大涌谷の観測を通じて示すことができた。
- ・ 高頻度な観測により、地殻変動の時間推移を 1-2 週間毎に逐次把握できた点（箱根山大涌谷）、左観測を含めた多方向からの観測により、面的に 3 次元変動を得られた点（桜島）は、ALOS 時の研究から大きく進展した。

・大気遅延誤差が力源モデル推定等に強く影響する場合があることを実際の観測事例を通じて検証できた。大気遅延誤差の低減処理は、火山観測において重要であり、数値気象モデルがその手段の１つとして有効に機能し得ることが示された。

【今後に向けての課題】

・今後、ALOS-2 の観測が進み画像が蓄積されることから、干渉 SAR 時系列解析等を適用して、変動の時間発展を追跡する研究事例を増やしていく必要がある。

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 干渉解析等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。

代表研究者 氏名(所属機関)：長屋好治(海上保安庁海洋情報部)

共同研究者 氏名(所属機関)：小野智三 佐藤泉(海上保安庁海洋情報部)

課題名称：南方諸島方面海底火山の監視の検討

今年度の成果概要：

海底火山監視への衛星データの活用を念頭に以下の検討を実施した。

1. 海域火山における変色水域や火山活動に対する光学衛星データの検知能力の検証
2. CIRC の赤外線画像を用いた西之島の活動状況把握の検討
3. PALSAR-2 の SAR 画像を用いた火山活動状況把握の識別の可否についての検討
4. 西之島火山以外の海域火山における軽石等の浮流物の識別の可否についての検討

1. 2016 年 4 月 1 日～2017 年 2 月 10 日の期間で、噴火浅根及び福德岡ノ場の 2 海域において Landsat-8 及び ASTER のデータを用いて、変色水域の検知能力を検証した。

1-① 噴火浅根における変色水域の検知能力の検証

衛星データは、撮影機会が 43 回あり、撮影に成功した計 10 回のうち、3 回は変色水域が確認することができ(第 1 図)、7 回は変色水域を認めなかった。

なお、当該期間の航空機による調査は 1 回実施した。

1-② 福德岡ノ場における変色水域の検知能力の検証

衛星データは、撮影機会が 24 回あり、撮影に成功した計 10 回のうち、2 回は変色水域を確認することができ(第 2 図)、8 回は変色水域を認めなかった。

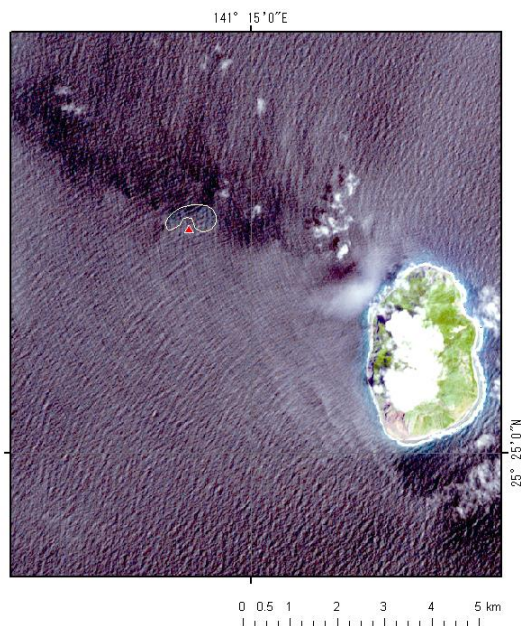
なお、当該期間の航空機による調査は 1 回実施した。

結果

噴火浅根及び福德岡ノ場において、衛星により変色水域を確認することができた。

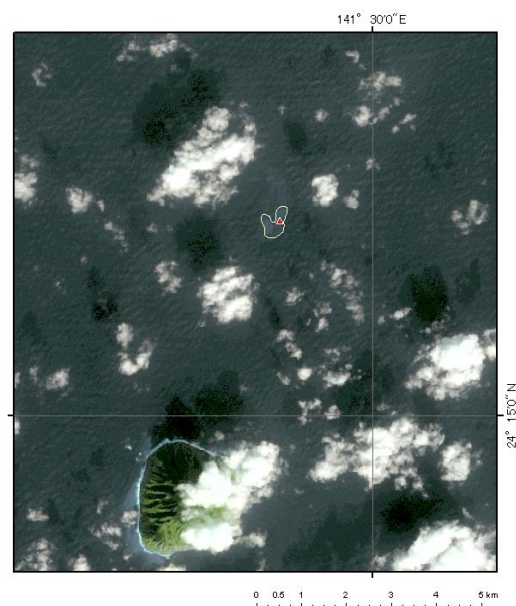
航空機による調査は、2016 年 12 月 24 日に実施し、翌日の 12 月 25 日に衛星の撮影機会があったものの、天候不良により撮影失敗したため、航空機とのグランドツールズはできなかった。

昨年同様、問題点としては、天候不良による撮影失敗率が噴火浅根で約 77%、福德岡ノ場で 58%と高く、撮影成功には天候条件が非常に厳しいことが分かった。ただし、噴火浅根等の本土から遠方の場所を航空機により年間 10 回も観測することは困難であり、天候条件が厳しくとも本手法が有効な監視観測手段であることがわかった。



第 1 図 噴火浅根 2016年 4 月 21 日 10:17撮影

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan (<http://landsat8.geogrid.org/>) . Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.



第 2 図 福德岡ノ場 2017年 1 月 10 日 10:00 撮影

The source data was downloaded from AIST's Landsat-8 Data Immediate Release Site, Japan (<http://landsat8.geogrid.org/>) . Landsat 8 data courtesy of the U.S. Geological Survey.

2. CIRC の赤外線画像を用いた、西之島火山の活動度の把握の可否について検討した。

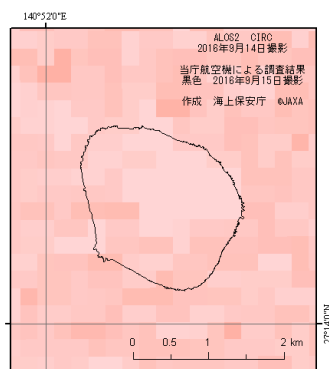
2-①活動状況の把握

当該期間では 34 回の撮影機会があったが、そのうちの 1 回は航空機による調査の前日のデータであったため、この CIRC データと航空機による熱計測結果を比較検討した。

結果

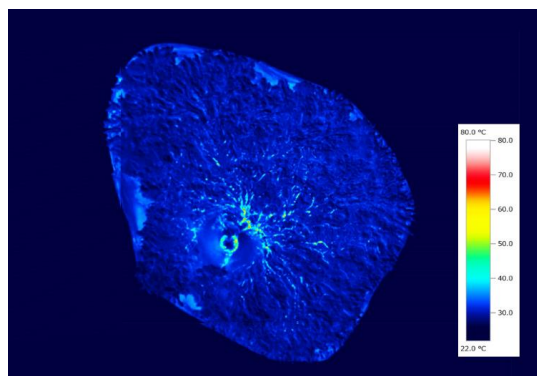
2016 年 9 月 14 日撮影の CIRC データと翌日の航空機による熱計測結果と比較すると、すでに西之島の活動は低下している状況であるが、それぞれ温度分布状況に矛盾がないことがわかった（第 3 図及び第 4 図）。

CIRC データと比較できる航空機による熱計測データが蓄積されることにより、高精度な活動度の判定ができるようになると思慮される。



第 3 図 CIRC画像

2016年 9 月 14 日 21:01撮影



第 4 図 航空機熱画像 (TEST0-890)

2016年 9 月 15 日 12:17~12:28撮影

3. 西之島において PALSAR-2 の SAR 画像を用いた火山活動状況把握の識別の可否についての検討。

結果

当該期間では実施しなかった。

4. 西之島火山以外の海域火山における軽石等の浮流物の識別の可否についての検討。

結果

当該期間に当該事象は発生しなかった。

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。):

今年度はなし。

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

当 WG の枠組みではないが、Landsat データ等を用いた衛星による監視観測の研究は、困難であるものの海域火山の監視へ十分有用であるとの見込みが持てる状況となってきた。

しかしながら、当庁の研究課題は、主に光学衛星を用いて遂行するものであるため、次期光学衛星の打ち上げ及びデータ提供を切に希望する。

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。

また、機会があれば噴火に伴って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。

さらに、CIRC のデータの監視観測への活用も検討する。

代表研究者 氏名（所属機関）：大島弘光（北海道大学大学院地震火山研究観測センター）
共同研究者 氏名（所属機関）：村上亮（北海道大学大学院地震火山研究観測センター）、古屋正人（北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門）
課題名称：測地観測との結合による火山性地殻変動解析および制約火山の火山活動評価
今年度の成果概要： 1. 目的 北海道の活動的火山は、積雪等の苛刻な環境や、インフラ整備率の低さなど、地上観測には多くの制約があり、北方領土四島の火山に至っては、アクセス自体が非常に困難である。本研究では、リモート性に優れた衛星データを利用し、これらの火山を対象に干渉 SAR 解析を実施して、地殻変動の検出を試みる。また、地上測地観測網の整備された火山では GPS・水準測量などのデータを合わせ総合的な地殻変動解析を行う。なお、北海道以外の火山が活動的になった場合は、それらの火山の解析も実施する。 2. 解析結果 （1）雌阿寒岳 PALSAR2 データのうち、2015 年から 2016 年の期間を含むペアを 11 組選び、干渉解析を実施した。その結果、東西両方向からなされた複数の独立観測ペアに共通して、阿寒湖南岸から雌阿寒岳の東麓に広がる緩やかな位相変化が確認された。変化の方向はいずれも、衛星に近づく向きで、大きさは約 5 cm 相当であり、同様の結果が報告されている GPS 観測とあわせて、この期間に雌阿寒岳の東側を中心とした膨張性の変動が発生していたことが示唆される （2）御嶽山 ALOS2 が 2016 年に観測した計 8 シーンのデータ [Path/Row (date): 126-710 (2016/6/10, 2016/11/11); 19-2900 (2016/7/5, 2016/9/13) ; 20-2890 (2016/5/29, 2016/8/7, 2016/10/16, 2016/10/30)] を利用して、従来データも含め成立する全てのペア 38 組について干渉解析を実施した。ほぼ無雪期のデータで構成されており、良好な干渉が得られた。御嶽山山頂付近では、噴火後、一貫して山頂浅部を中心とする収縮を示唆する地殻変動が続いていることが確認された。噴火直後の 2014 年 10 月以降 2016 年 11 月までの変動の累積値は約 50 cm を超えている。変動速度は、概ね一定に見えるが、最近になって若干の鈍化傾向が表れ始めている可能性もある。 3. まとめ 道内の活火山である、雌阿寒岳及び道外の御嶽山について、ALOS2 の InSAR 解析を実施した。そのそれぞれで地殻変動を検出した。それらの変動メカニズムおよび収縮規模について推定した。地殻変動の有無の確認と、変動のメカニズム推定に果たす InSAR の役割が実証された。
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 135 回火山噴火予知連絡会 ・第 136 回火山噴火予知連絡会

・第 137 回火山噴火予知連絡会

・2016 年地球惑星科学連合大会

タイトル:ALOS-2/PALSAR-2 により検出された御嶽山 2014 年噴火後の収縮源推定

発表者:成田 翔平

・2016 年日本火山学会秋季大会

タイトル: 雌阿寒岳の火山活動に連動した膨張性地殻変動

発表者:村上亮・成田翔平・鈴木敦生・森済

タイトル:有限要素法による御嶽山2014年噴火後の収縮源モデル推定

発表者:成田翔平・村上 亮

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

1. 進展:

雌阿寒岳, および御嶽山について, 火山活動との関係性が強く示唆される地殻変動結果を検出し, 他観測との比較検討を行いながら, モデル化を実施した.

2. 課題:

積雪期の干渉は依然として困難であり, 有効な打開策を見いだせていない.

来年度以降の課題・計画:

マグマ性に変動限らず, 山体の斜面不安定箇所の抽出など, 衛星の特質を生かした防災有用情報の抽出方法の高度化を図る. 検出された変動は, モデル化を通じてメカニズムの理解を深め, 社会に有用な情報に結実させる観点にも留意する.

代表研究者 氏名(所属機関): 金子隆之(東京大学)

共同研究者 氏名(所属機関):

安田敦(東京大学), 青木陽介(東京大学)

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:

今年度は昨年度に続いて、インドネシアのラウン火山の解析を進めた。

ラウン火山は標高 3320m とインドネシアでも有数の大型成層火山であり、この山頂部に直径約 2 km のカルデラをもつ。ここで 2015 年 6-8 月にストロンボリ式噴泉を伴う規模の大きい噴出的噴火が発生した。しかし、噴火が山頂カルデラ内で起きたため、地上から目視観測できず、詳しい噴火推移はわかっていない。そこで、我々は Himawari-8/AHI の 10 分間隔という超高頻度赤外面像を用い、噴火活動に伴う熱異常の時系列変化を解析し、噴火推移の推定を行った。本研究はこの結果と高分解能衛星画像、ASTER-DEM の解析を組合せ、より詳しい噴火推移の推定を行ったものである。

ラウン火山 6-8 月噴火は、火山灰を除く総噴出量が 7.8×10^7 m³ 程度と見込まれ、この大半を占める溶岩が、カルデラという限定された空間に 1.4×10^6 m³/day という高い噴出率で噴出した。堆積した溶岩は層厚の増加に伴って次第に溶岩流から溶岩湖に似た「溶岩プール」へと変化した。この活動は Himawari-8/AHI の熱異常の時間変化から、前駆ステージ、パルス 1、パルス 2、終息期の 4 つのステージに分けられる。この溶岩プールを形成する溶岩層は下部溶岩と上部溶岩に区分され、下部溶岩の噴出がパルス 1、上部溶岩の噴出がパルス 2 のステージに対応する。前駆ステージと終息期は高温ガスあるいは噴気の放出のみである。

6 月 14 日 (UTC) から微弱な熱異常が表れ始めた (前駆期)。火口丘の火口内の小孔内が赤熱していることから、これはマグマの上昇に伴って高温ガスの放出が増加したためと推定される。このような状態が一週間程続いた後、6 月 20 日に、火口丘の北西側基部から下部溶岩の噴出が始まった (パルス 1)。噴出率は当初から徐々に上がり、7 月初頭には 2.0×10^6 m³/day の高いレベルとなり、これが 25 日頃まで続きその後低下に向かった (この部分は高分解能画像では捉えられていない)。噴出した溶岩は 7 月上旬頃までにカルデラ床の大部分を覆い、7 月下旬には平均層厚が数 10m を超えるに至った。このため溶岩層は溶岩プールといった状況になり、溶岩層内部の流動により表面が水平に近くなり、分布域の外形が等高線とほぼ一致するようになった (この性質を利用して噴出量の推定を行った)。新たな溶岩の噴出により溶岩層表面のレベルが上昇し、周縁部ではカルデラ壁とこれまでの溶岩層表面の隙間を埋めるように内部から溶岩が湧き出し広がった。今回の活動では溶岩は基本的に規模の大きいローブをつくって噴出したが、このような周縁部では小規模なローブが形成された。また、この 7 月下旬には高温物質が北東の斜面に放出され、森林火災が発生した。

この後、上部溶岩の溶岩噴出が 8 月 1 日から始まった (パルス 2)。この噴火開始に 5 時間ほど先行して小さな熱異常のパルスが発生している。溶岩の噴出率は急増し 8 月 2 日には高レベルに達した。噴出した上部溶岩は下部溶岩の上位に扇状に広がると共に、一部がカルデラ床東端へ流れ込み、下部溶岩が達していない場所を埋めた。加えて溶岩プールを構成する溶岩層の内部に噴出した溶岩が流入し、溶岩プール全体の表面を押し上げた。噴出は徐々に低下し、13 日頃にはほぼ完全に停止し、ガス放出のみとなった (終息期)。この時点で平均層厚は 50m 程度と推定される。カルデラ床にある火口丘は活動に伴って成長したが、溶岩の噴出終了後、しばらくして崩壊した。これは恐らくマグマのドレインバックによると推定される。

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。):

・地球惑星連合大会. 2016 年 5 月 「衛星赤外画像によるリアルタイム火山観測システムの改良とラング火山 2015 年噴火における検討」

・日本火山学会秋季大会. 2016 年 10 月 「高分解能衛星画像とひまわり 8 号高頻度赤外画像によるインドネシア, ラウン火山 2015 年噴火推移の推定」

・JAXA Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission 2016. Jan 2017 「Construction and operation of the GCOM-C/SGLI real-time active volcano monitoring system, and eruption analysis」

・第 136 回 火山噴火予知連絡会. MODIS 赤外画像による西之島の熱異常の変動 :2013 年 1 月～2016 年 5 月

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

H28 年度は, GCOM-C/SGLI のシステムの運用に向けた改良とサーバシステムの運用準備を進める. 一方で, ラウン火山に加え, 東アジア域内の他の噴火事例について, ALOS-2 等の高分解能画像を用いた推移解析重ねる.

来年度以降の課題・計画:

・西之島の解析を進める

代表研究者 氏名(所属機関): 宮城洋介(防災科学技術研究所)

共同研究者 氏名(所属機関):

小澤拓(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. 霧島山新燃岳火口内の地殻変動観測

ESA の Sentinel-1A による観測データを使った DInSAR 観測により, 霧島山新燃岳火口内における地殻変動観測を行った. その結果, 2011 年噴火以降継続して検出されていた局所的な膨張がほぼ終息したことが明らかになった. また, これまで膨張していた領域の外側に, 逆に人工衛星から遠ざかるシグナルが検出された. 本シグナルに関する原因やメカニズムについては議論中であり, 明らかになっていない.

2. 硫黄山(えびの高原)の地殻変動観測

ESA の Sentinel-1A による観測データを使った DInSAR 観測により, 硫黄山(えびの高原)の地殻変動観測を行った. その結果局所的な膨張が検出され, この膨張は現地水準測量によって検出された変動[松島他, 2016]と調和的である.

3. 十勝岳山頂近傍の地殻変動観測(年度内実施予定)

前年度に引き続き, ALOS-2/PALSAR-2 による観測データを使った DInSAR 観測により, 十勝岳山頂近傍の地殻変動観測を行う. 十勝岳山頂近傍にある前十勝における ALOS-2/PALSAR-2 観測及び現地 GNSS 観測の結果, 2015 年 5-7 月の間に急激な変動が検出された. その後同様な短期間の局所的な変動は起こっていないが, 引き続きモニタリングを継続していく.

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。):

上記成果 1 と 2 については, 第 135, 136, 137 回噴火予知連にて報告を行った.

上記成果 3 については, 2016 年 5 月に幕張で行われた JPGU2016, 及び 2016 年 11 月にチリで行われた COV9 ミーティングにおいて発表を行った.

会合名:JPGU2016

セッション名:[S-TT54] 合成開口レーダ

発表タイトル(ポスター):DInSAR 観測により検出された北海道十勝岳の地殻変動

著者:宮城洋介(防災科研), 川口亮平(気象研), 小澤拓(防災科研), 高橋浩晃(北大地火センター)

会合名:COV9

セッション名:Understanding volcanic dynamics and related time scale: coupling volcanological, petrological and geophysical data

発表タイトル(ポスター):Volcanic deformation in Tokachi-dake volcano, Hokkaido, Japan, detected by X-band and L-band DInSAR observations

著者:Yousuke Miyagi, Taku Ozawa and Hiroaki Takahashi

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

ALOS-2/PALSAR-2 データと併せて, Sentinel-1A や TerraSAR-X といった海外の衛星 SAR データも利用し, シグナルの検出を試みた. 今後は, ALOS-2/PALSAR-2 データの蓄積に期待し, 時系列解析を行っていき
たい.

来年度以降の課題・計画:

引き続き活動的火山における地殻変動モニタリングを継続する一方, 一般の方へのアウトリーチ活動において, 人工衛星観測の有用性を伝えるために利用したい.

代表研究者 氏名(所属機関): 竇 傑 (国立研究開発法人 土木研究所)
共同研究者 氏名(所属機関): 藤村 直樹 (国立研究開発法人 土木研究所) 赤澤 史顕 (国立研究開発法人 土木研究所) 清水 孝一 (国立研究開発法人 土木研究所)
課題名称: 衛星画像を用いた火山噴火後の土砂災害に関する情報取得手法の検討 ー 後方散乱強度による厚く堆積した降灰域の抽出における含水率の影響
今年度の成果概要: 1. 背景 火山噴火により山腹斜面に火山灰が厚く堆積すると、雨水が地中に浸透しにくくなる。このため、地表流が発生しやすくなり、それらが集まると水深が高まり、土石流が発生しやすくなる。土石流に対する警戒避難体制を構築するために、広域的な降灰状況の情報を迅速に収集することが求められる。これまでに火山灰の堆積域を推定するため、様々な試みが行われてきた(例えば、中野ら(2013))。これまでの研究成果からは、衛星により計測されたデータから、火山灰の堆積範囲を把握することは可能になりつつあると考えられる。衛星データによる火山灰の情報収集には、様々なアプローチが考えられ、それぞれ考慮すべき要素があるが、それらに対する評価は十分とはいえない。 火山灰が厚く堆積した範囲は、斜面が比較的平滑になると仮定した場合、後方散乱強度に注目すると、強度が低下することによって、その分布を推定することが可能になると想定される。後方散乱強度には、様々な要素が影響すると考えられるものの、今回は土壌の含水率が高い状態が、どの程度観測データに影響を与えうるか評価を行った。これらの結果を踏まえ、衛星により厚く堆積した降灰範囲の調査を行う際のコンディションについて考察する。 2. 実験方法 火山灰が厚く堆積したと想定できる土地のある桜島で、人為的に含水率の高いテストフィールドと低いテストフィールドをそれぞれ 15 m × 15 m の区画を設けた。含水率の高いテストフィールドは、衛星による計測直前に散水を行った。なお、散水量は時間 66mm 程度の降雨で、当該地域(野尻観測所)では 5 年超過確率年程度の降雨規模で、土石流が発生しうる降雨と想定できるものとした。 合わせて、含水率の影響の程度を把握するために、当該地域周辺のサイトを含めた 2 時期比較とサイト間での後方散乱強度との比較を行った。 衛星による計測は、2016 年 11 月 14 日に行い、比較を行う計測データは先行降雨など計測条件が類似している同年 10 月 31 日のものを利用した。 3. 実験結果 15 m × 15 m の区画において、3 m × 3 m ごとに計 25 点で含水率を計測し、それらを平均したところ、含水率の高いテストフィールド(散水フィールド)の含水率は 48.5 %、含水率の低いテストフィールド(非散水フィールド)の含水率は 34.4 %で、フィールド間で含水率に差異のある状態で衛星データを計測した。 散水フィールドにおいては、各ピクセルで得られた後方散乱強度の平均値は-20.5dB、同様に非散水フィールドでは-17.6dB で、その差は約 3dB であった。 次に、上記フィールドを含む同じ地域内のその他のフィールドで 2 時期での後方散乱強度の比較を行った。2 時期間でも後方散乱強度には差異があり、11/14 の値を基準として 10/31 との差分をみると-2.6~+1.1 であった。また、図-1 に示すように、フィールド間での後方散乱強度の違いを見ると、岩場のエリア(有村 4)だと 2 時期いずれも-11dB 程度の後方散乱強度であった。

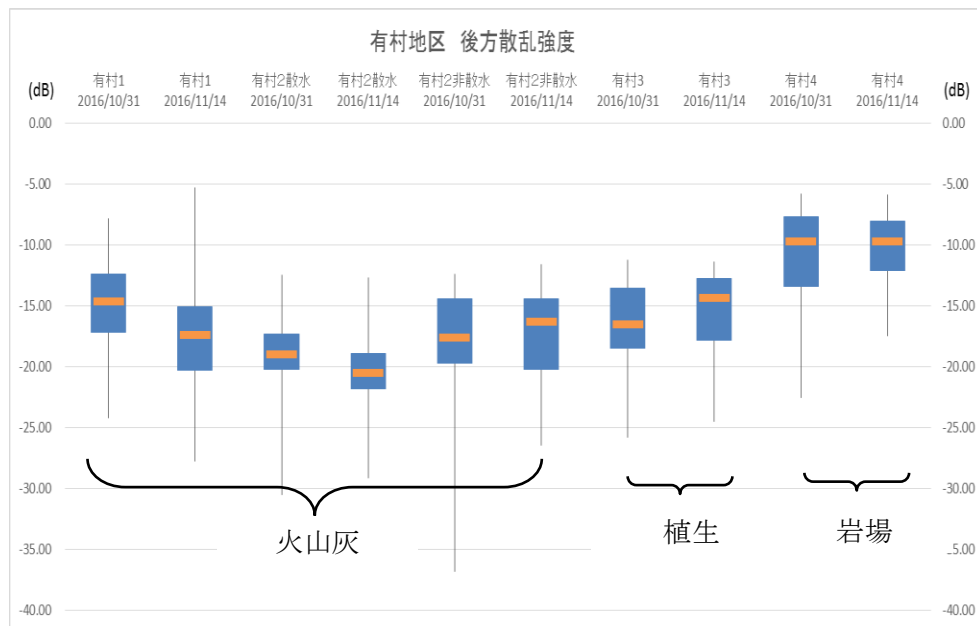


図-1 観測フィールドごとの後方散乱強度

4. 考察

これらの時期、フィールド間の比較を見ると、含水率の違いによって生じた 3dB 程度の違いは、それほど大きくない。特に、フィールド間の比較のように比較的地表が粗いと仮定できる岩場との違いが顕著であるように地表の状況の方が強度に与える影響の方が大きいと考えられる。

将来的に、衛星の後方散乱強度を活用して厚く火山灰が堆積し平滑になったエリアを抽出する場合においては、含水率の違いはそれほど影響しないものとして調査を行うことができると考えられる。

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。):

砂防学会で発表予定

国土交通省の関係機関への実験結果および衛星の活用についての働きかけを行っていく予定

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

降灰域の抽出における衛星の適用範囲(火山灰の厚さ)がある程度把握できた

来年度以降の課題・計画:

降灰域の抽出に関する研究

代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

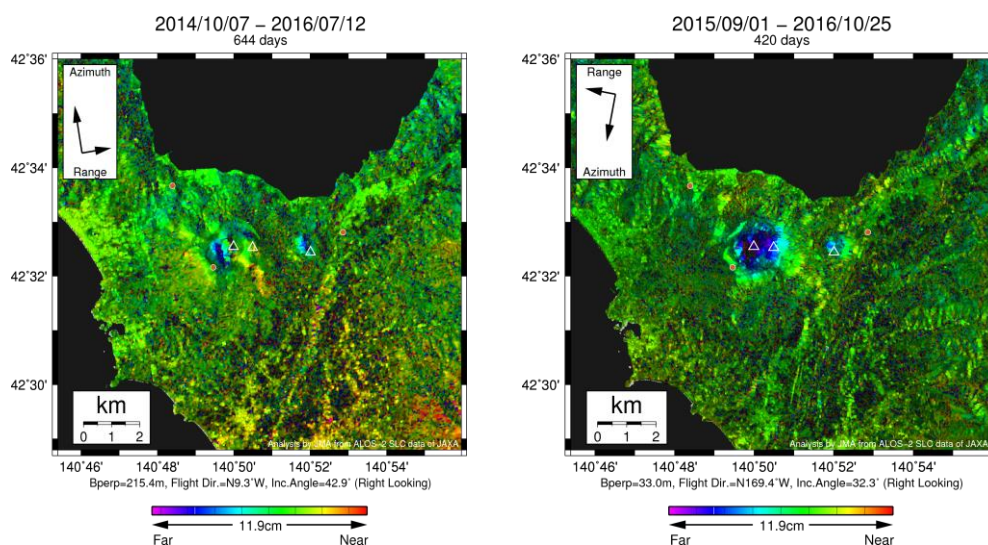
共同研究者 氏名(所属機関):

地震火山部火山課, 気象研究所, 札幌管区气象台

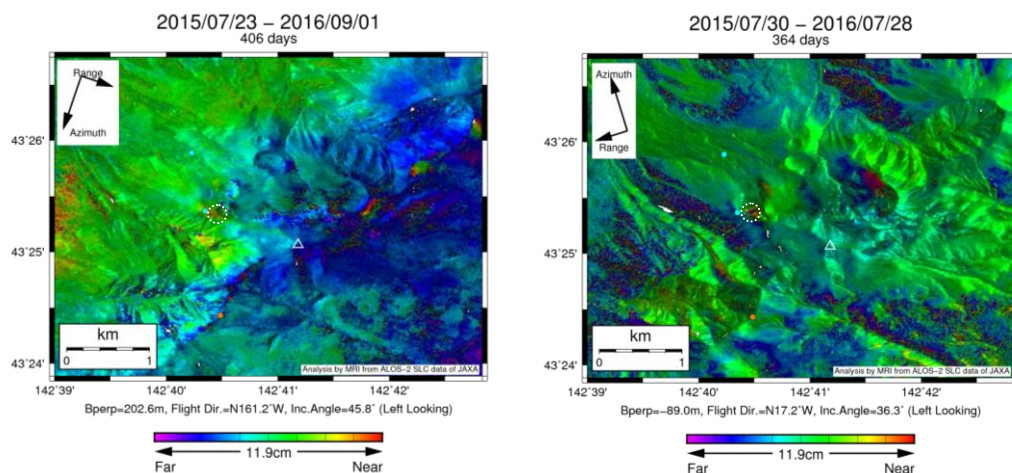
課題名称: SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (北海道地方の火山)

今年度の成果概要:

- 北海道地方の活火山 (20 火山) 及び北方領土の活火山 (11 火山) について, 冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った.
- 有珠新山及び昭和新山付近において, 衛星視線方向伸張の位相変化 (最大約 7cm) が検出された (左図及び右図).



- 十勝岳 62-II 火口周辺において, 2015 年 5 月～7 月の地殻変動加速期以降, 視線距離短縮の位相変化 (最大約 5cm) が検出された (左図及び右図). しかし観測数が少なく, 大気遅延の影響と思われるパターンが重畳しているため, 真の地表変位であるとは断定できない.



図中の破線円は十勝岳 62-II 火口を示す.

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。):

- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた北海道地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた北方四島の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).
- ・ 奥山哲, 川口亮平, 安藤忍, PALSAR-2 により検出された十勝岳 62-II 火口周辺での最近の地殻変動, 日本火山学会 2016 年度秋季大会 (2016/10/13, 山梨県富士吉田市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい.

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引き続き, 北海道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.

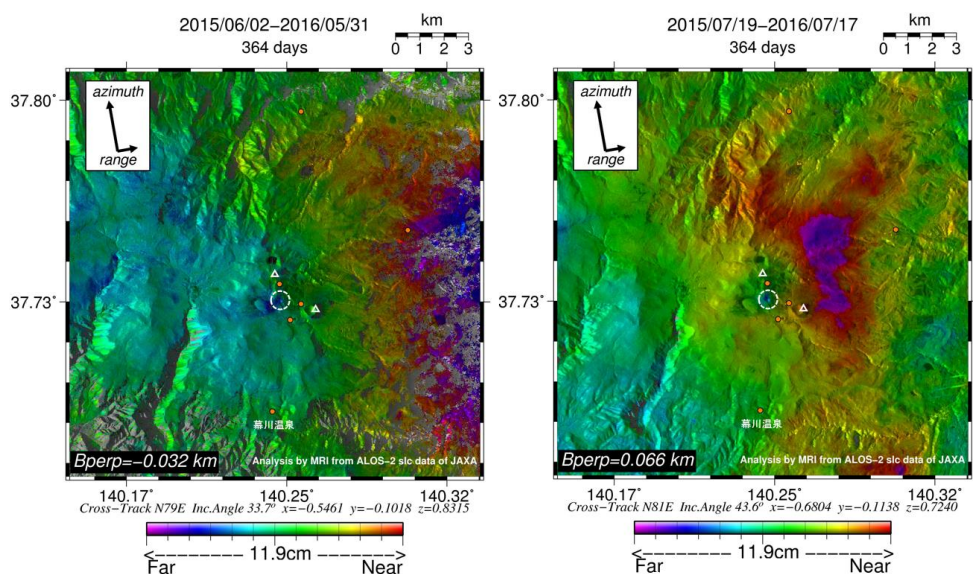
代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

共同研究者 氏名(所属機関):
地震火山部火山課, 気象研究所, 仙台管区气象台

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:

- ・ 東北地方の活火山 (18 火山) について, 冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った.
- ・ 吾妻山の大穴火口周辺において, 衛星視線方向短縮の局所的な位相変化 (最大約 6cm) が検出された (左図及び右図).



図中の破線円は吾妻山大穴火口を示す.

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-2/PALSAR-2 データを用いた吾妻山における SAR 干渉解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた蔵王山における SAR 干渉解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた東北地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい.

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引続き, 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.

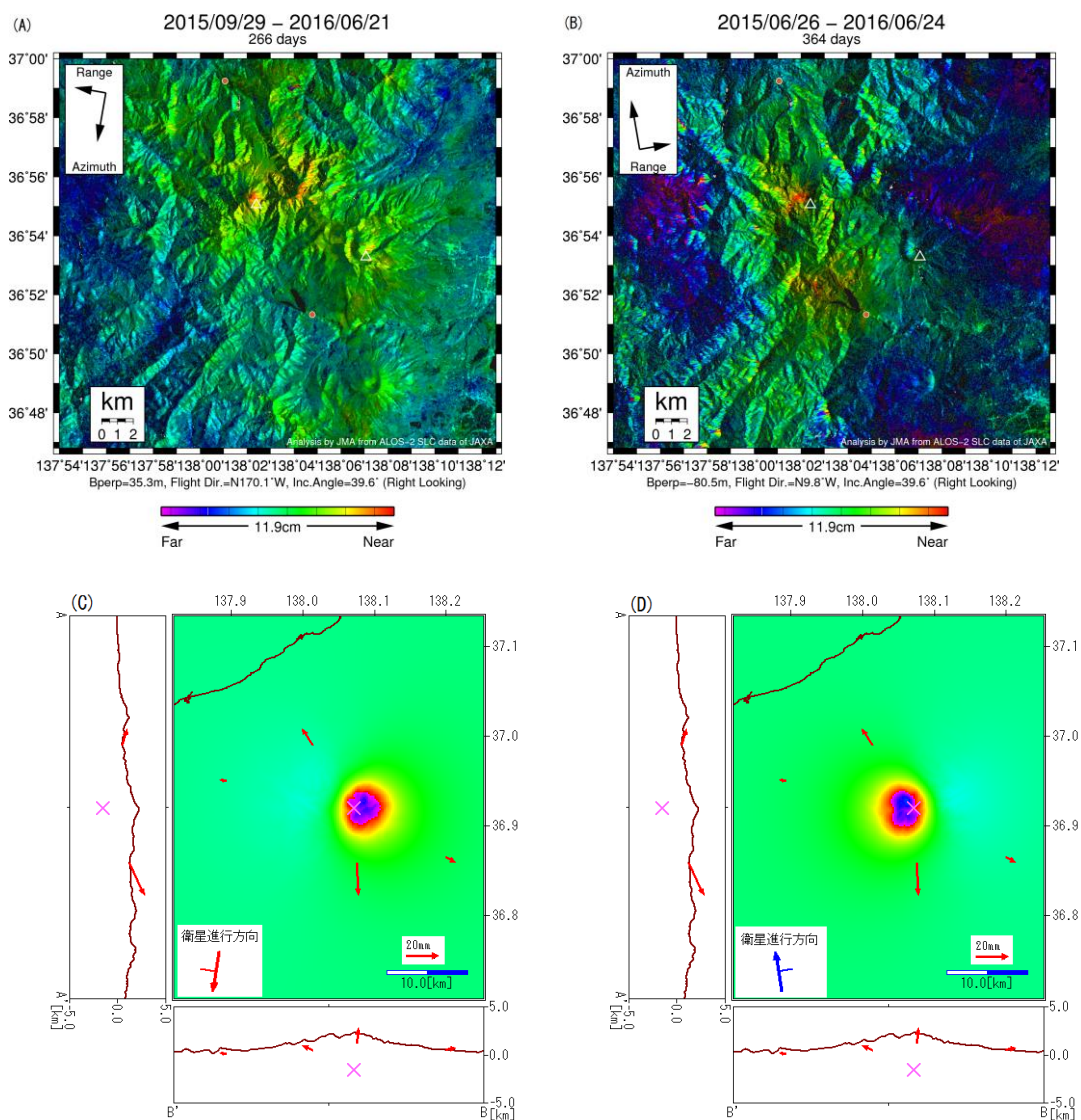
代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

共同研究者 氏名(所属機関):
地震火山部火山課, 気象研究所

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 (関東中部地方の火山)

今年度の成果概要:

- ・ 関東中部地方の活火山 (19 火山) 及び島根県の活火山 (1 火山) について, 冬期間のデータを除いた差分干渉解析を行った.
- ・ 新潟焼山において, 2016 年 1 から夏頃にかけての地殻変動を含むペアで衛星視線方向短縮の位相変化を検出した (図 A, B). 2015 年 1 月 1 日から 2016 月 8 月 31 日にかけての GNSS データより, 球状圧力源を仮定した場合, 変動源は山頂から東に約 3km, 海面下約 1.5km, 体積変化量 $5 \times 10^6 \text{m}^3$ と推定され, この圧力源では山頂付近に衛星視線短縮約 7cm の位相変化が表れるというシミュレーション結果が出た (図 C, D). この結果は, InSAR の結果とも整合している.



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。):

- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った新潟焼山における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った弥陀ヶ原における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った御嶽山における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った草津白根山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った浅間山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った新潟焼山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った御嶽山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた関東・中部地方及び中国地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 134 回火山噴火予知連絡会 (2016/02/17).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).
- ・ 鎌田林太郎, 木村一洋, 兒玉篤郎, 安藤忍, 奥山哲, 川口亮平, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析およびGNSS 観測による新潟焼山での最近の地殻変動, 日本火山学会 2016 年度秋季大会 (2016/10/13, 山梨県富士吉田市).
- ・ 兒玉篤郎, 木村一洋, 鎌田林太郎, 安藤忍, 奥山哲, 川口亮平, SAR 干渉解析による御嶽山噴火後の地殻変動, 日本測地学会第 126 回講演会 (2016/10/19, 岩手県奥州市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい.

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引続き, 関東・中部地方, 中国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.

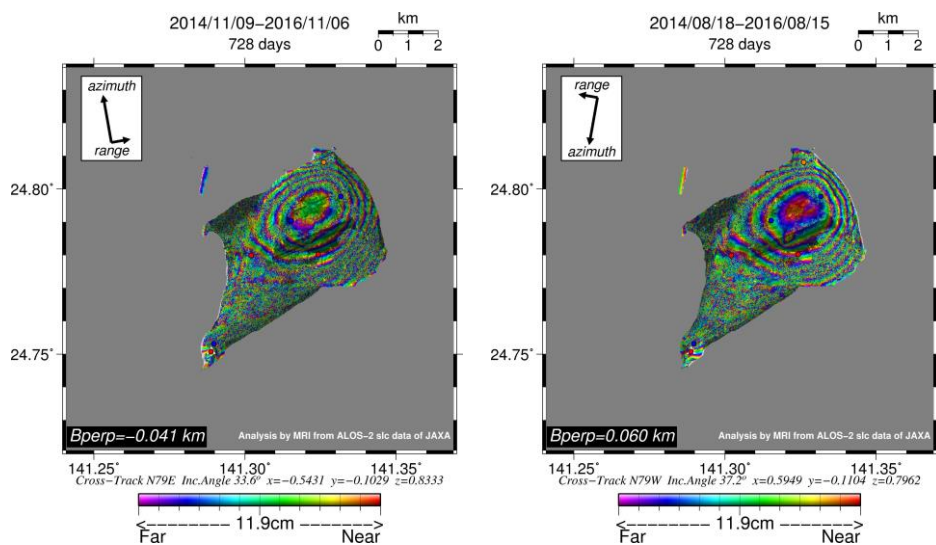
代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

共同研究者 氏名(所属機関):
地震火山部火山課, 気象研究所

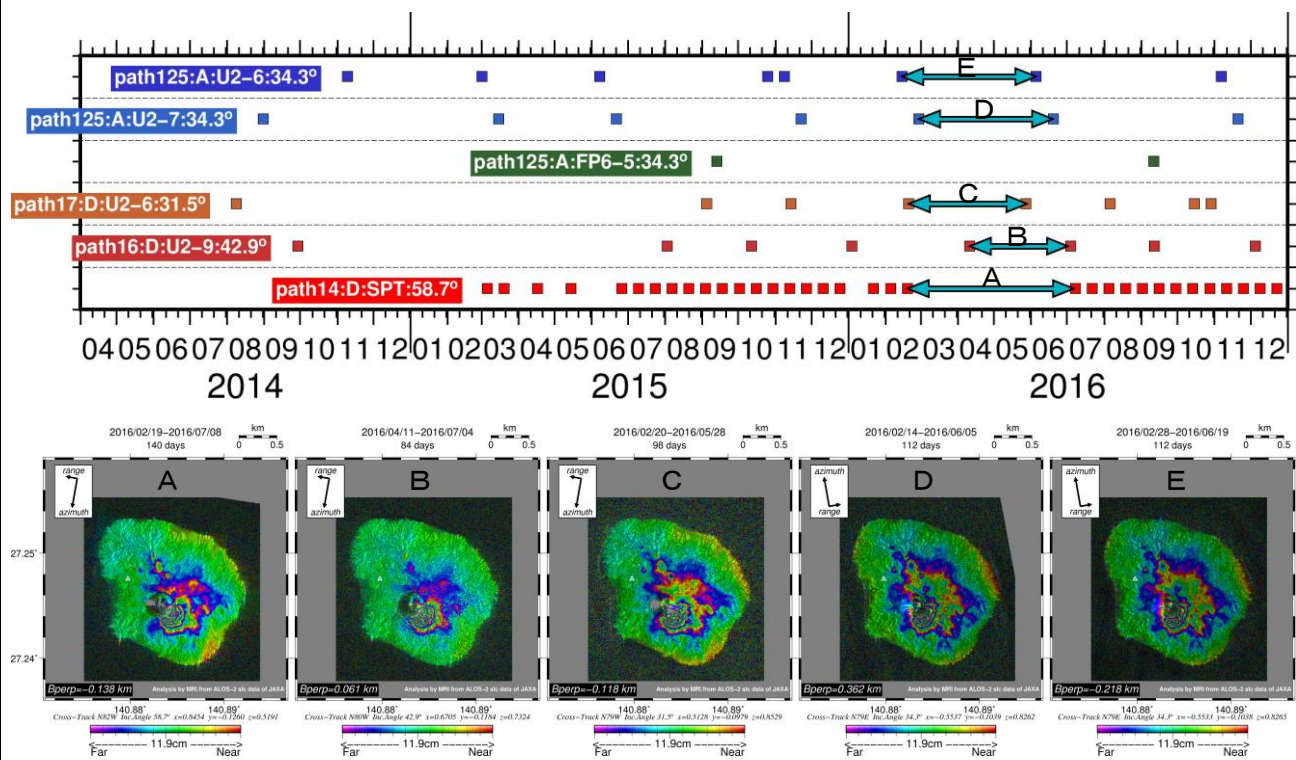
課題名称: SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (伊豆小笠原諸島ほかの火山)

今年度の成果概要:

- 伊豆小笠原諸島ほかの活火山 (12 火山) について, 差分干渉解析を行った.
- 硫黄島において, 火山活動に伴う衛星視線方向短縮の位相変化 (60cm 以上) を検出した (左図及び右図).



- 西之島において, 複数の観測パスからの解析を行い, 2016 年 4 月中旬から 5 月下旬にかけて中央火砕丘南東側に局所的な衛星視線方向伸長の位相変化 (約 70cm) が検出された.



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, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った三宅島における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った西之島における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた伊豆・小笠原諸島の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).
- ・ Ando, S., S. Okuyama, and K. Fukui, Ground deformation of Nishinoshima Island associated with volcanic activity using ALOS-2/PALSAR-2, CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016 (2016/09/09, 東京都).
- ・ 安藤忍, 奥山哲, 福井敬一, ALOS-2/PALSAR-2 データ解析による西之島の火山活動推移, 日本火山学会 2016 年度秋季大会 (2016/10/13, 山梨県富士吉田市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい. 西之島については, SPT モードによる観測の便宜を図っていただくことで, 非常に重要な解析結果が得られた.

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引続き, 伊豆小笠原諸島ほか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.

代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

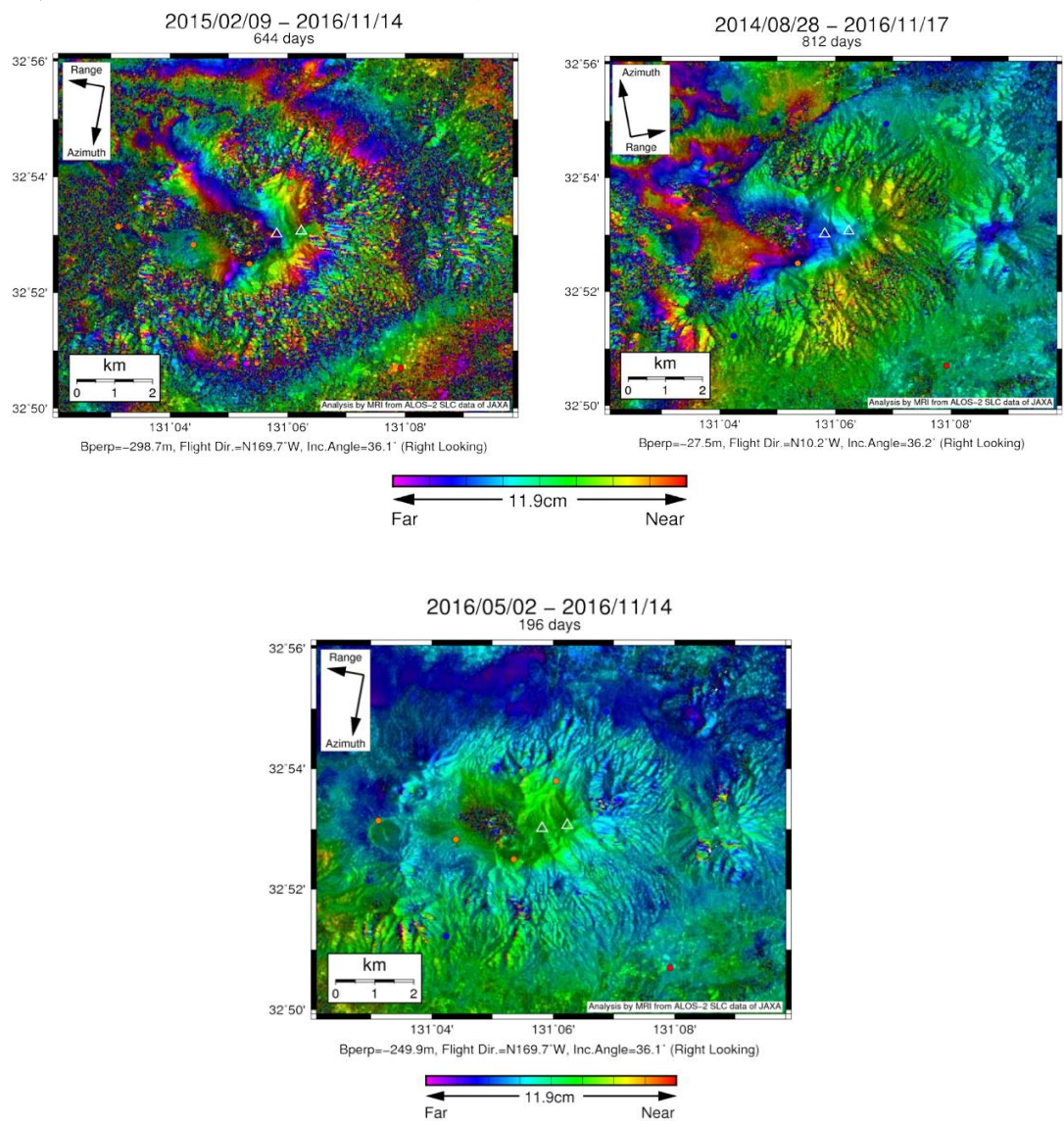
共同研究者 氏名(所属機関):

地震火山部火山課, 気象研究所, 福岡管区気象台

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:

- 九州地方の活火山 (鹿児島を除く 7 火山) について, 差分干渉解析を行った.
- 阿蘇山周辺において, 2016 年 4 月の熊本地震を含む長期ペアで, 熊本地震に伴う地殻変動による位相変化が検出された (上図). また, 2016 年 10 月 8 日の噴火を含むペアで, 中岳火口からその西部にかけて, 降灰によると考えられる非干渉領域が認められた (下図) .



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-2/PALSAR-2 データを使った阿蘇山における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った雲仙岳における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った阿蘇山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた九州地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい.

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.

代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

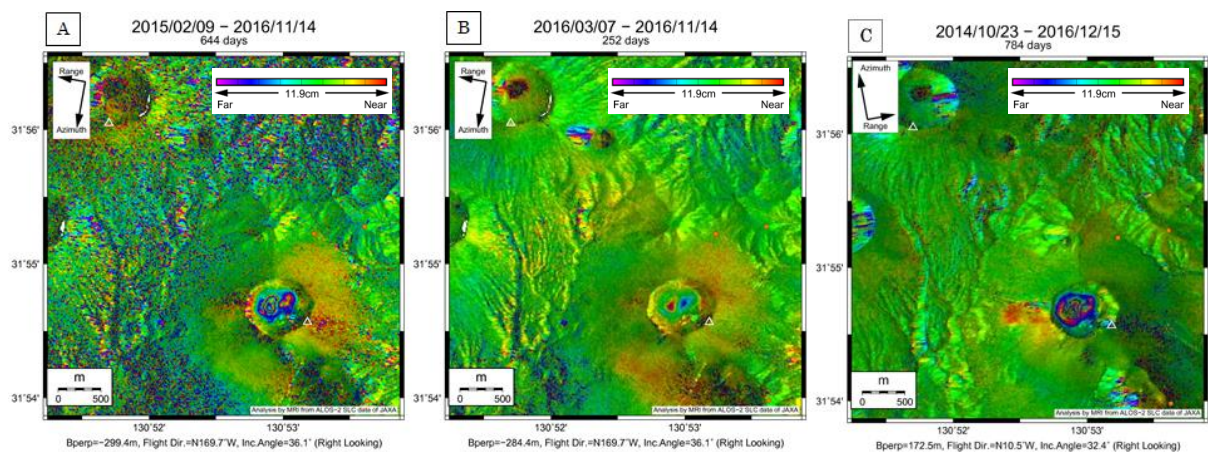
共同研究者 氏名(所属機関):

地震火山部火山課, 気象研究所, 福岡管区気象台

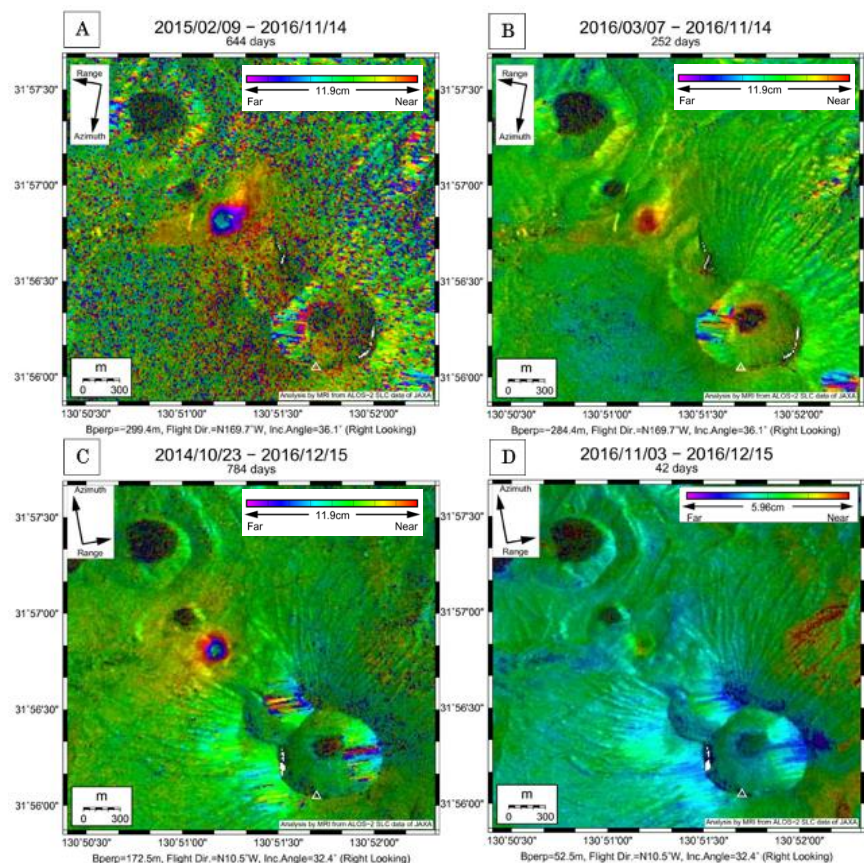
課題名称:SAR 干渉解析を用いた火山活動評価への利用の検討 (鹿児島県の火山)

今年度の成果概要:

- ・ 鹿児島県の活火山 (10 火山) について, 差分干渉解析を行った.
- ・ 霧島山 (新燃岳) 火口内において, 衛星視線方向短縮の位相変化と, それを囲むように衛星視線方向伸張の位相変化が認められた (A:-20~+13cm, B:-3~8cm, C:-28~+14cm) .



- ・ 2016 年 12 月 12 日に霧島山 (えびの高原 (硫黄山) 周辺) で発生した傾斜変動を含むペアでは, 硫黄山周辺で視線距離短縮の位相変化が検出された (A:最大 8cm, B:最大 3cm, C:最大 11cm, D:最大 2cm) .



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-2/PALSAR-2 データを使った霧島山における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った口永良部島における衛星解析結果, 第 135 回火山噴火予知連絡会 (2016/06/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った霧島山における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った桜島における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った口永良部島における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを使った諏訪之瀬島における衛星解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/04) .
- ・ 気象庁, 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた九州地方の活火山周辺の SAR 干渉解析結果, 第 137 回火山噴火予知連絡会 (2017/02/14).
- ・ 安藤忍, 兒玉篤郎, 鬼澤真也, 奥山哲, ALOS-2/PALSAR-2 差分干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 (2016/05/24, 千葉県千葉市).

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

複数の活火山について差分干渉解析を行った. 今後はアーカイブデータが蓄積された火山から順次, 時系列解析に取り組む予定. また, 数値予報モデルを用いた大気遅延の補正手法についても取り組んでいきたい.

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.

代表研究者 氏名(所属機関): 宮村 淳一

共同研究者 氏名(所属機関):

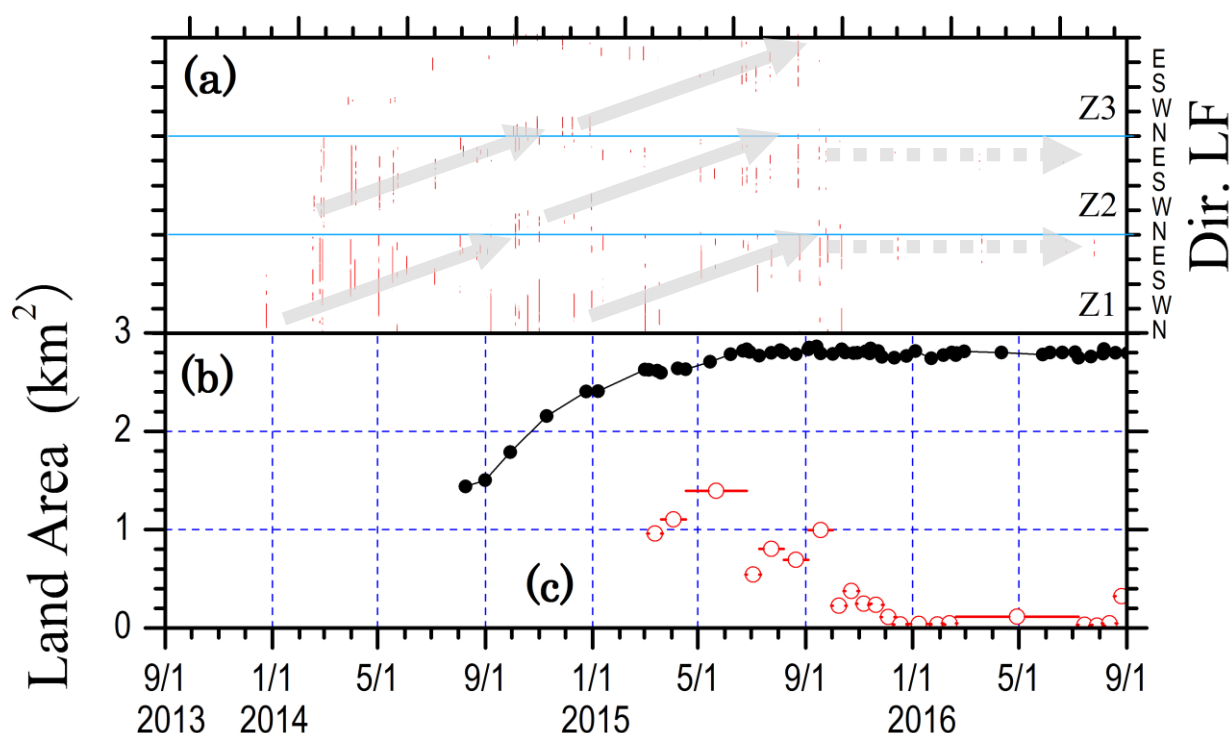
地震火山部火山課, 気象研究所

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 の強度画像より西之島の陸域面積の時間変化を求めた(図(b)). 旧西之島を含む面積は 2014 年 8 月に約 1.5km², 2015 年 1 月に 2.4 km², 2015 年 3 月に 2.6 km² へと拡大し, 2015 年 6 月下旬以降概ね 2.8 km² で推移した.
- ・ スポットライトモードで二時期に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データの相関画像から, 低相関領域を抽出し, その時間変化を求めた(図(c)). 対象域の変化が著しい場所に相当する低相関領域は, 2015 年 10 月以降, 明らかに縮小しており, 2016 年以降の解析では, 長期間のペアにおいても島内の相関度は非常に高く, 全面干渉していた.
- ・ 衛星搭載光学センサー (LANDSAT-8/OLI, EO-1/ALI, Terra/ASTER) の近赤外画像から西之島の溶岩流の流下方向の時間変化を調査した(図(a))Z1, Z2, Z3 各々に, 山頂部, 中腹部, 海岸部の高温域を赤縦線で示している). 溶岩は時間とともに反時計回りに流下方向を変化させていたことが分かった(灰色の矢印). この原因は, 溶岩流出によって地形の高まりが生じ, その方向には溶岩が流出しにくくなることが一因と推測できた.

陸域面積の拡大が止まってからも低相関領域が島の面積のかなりの部分を占めており, この時期も地表面の状況が変化していたことを示している. 2015 年夏頃に低相関領域の縮小が始まった後に, 流下方向の変化がなくなっている. これは, 溶岩流出の低下や地表面下での溶岩流下などにより, 地表面の状態を変化させることなく溶岩が流出していたためと考えられる.



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。):

- ・ 安藤忍, だいち 2 号により観測された西之島の山体変形, 気象研究所技術報告「2013-2015 年西之島噴火のモニタリングに関する研究」(印刷中)
- ・ 福井敬一, 衛星搭載光学センサーを用いた西之島火山における噴煙活動評価, 気象研究所技術報告「2013-2015 年西之島噴火のモニタリングに関する研究」(印刷中)
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像による西之島の地表変化, 火山噴火予知連絡会会報, 120, 125-126.
- ・ 気象研究所 [福井敬一], 西之島の噴煙活動 (2013 年 12 月~2015 年 2 月), 火山噴火予知連絡会会報, 120, 127-129.
- ・ 気象研究所, ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島における SAR 干渉解析結果, 第 136 回火山噴火予知連絡会 (2016/10/4) .
- ・ Ando, S., S. Okuyama, K. Fukui, Ground Deformation of Nishinoshima Island Associated with Volcanic Activity using ALOS-2/PALSAR-2, CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016 (2016/9/9, Adachi-ku, Tokyo).
- ・ 安藤忍・奥山哲・福井敬一, ALOS-2/PALSAR-2 データ解析による西之島の火山活動推移, 日本火山学会 2016 年度秋季大会 (2016/10/13, 山梨県富士吉田市) .
- ・ 福井敬一・安藤忍・奥山哲, 西之島噴火における溶岩流の流出方位変化, 日本火山学会 2016 年度秋季大会 (2016/10/13, 山梨県富士吉田市) .
- ・ 福井敬一, 衛星搭載光学センサーを用いた西之島 2013~2015 年噴火時の噴煙活動評価, 日本リモートセンシング学会第 61 回 (平成 28 年度秋季) 学術講演会 (2016/11/2, 新潟県新潟市) .

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

西之島火山を中心に, 無償で入手できる光学センサーのデータも活用し, 火山活動の状況推移について解析を進めた. 今後は, CIRC などの熱センサーも活用していきたい.

来年度以降の課題・計画:

- ・ 引続き, 国内外の火山を含めた地形変化の検出について, 光学センサーも利用しながら解析を進める.

代表研究者 氏名(所属機関): 夏秋 嶺 (宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

共同研究者 氏名(所属機関): 島田 政信 (東京電機大学 理工学部)

大木真人 (宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

渡邊学 (東京電機大学 理工学部)

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:

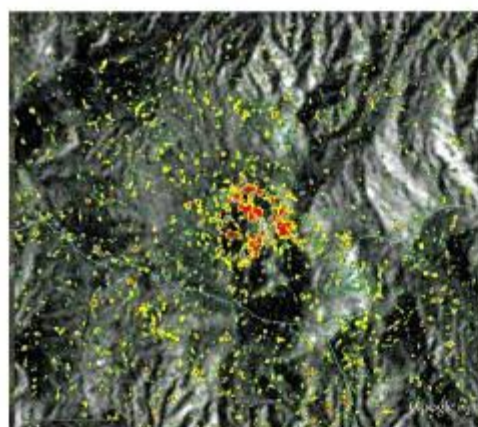
航空機 SAR を利用し樽前山、浅間山、蔵王山、口永良部島、桜島、霧島山を観測した。

2016 年 10 月 8 日に噴火した阿蘇山の、噴火前と噴火後のレーダ後方散乱係数の変化から、降灰厚さの推定を行い、山頂付近で 30cm から 1m 程度の降灰があると推定された。

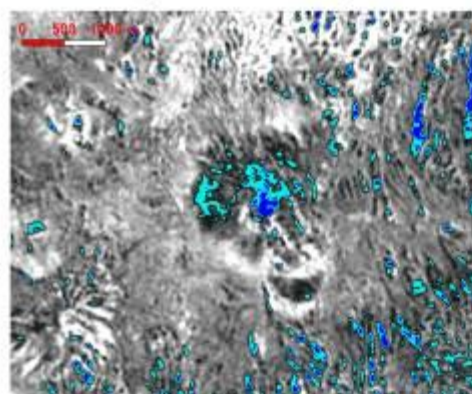
火口付近の降灰について、気象庁が九州地方整備局の協力を得て 10 月 8 日午前中に上空から撮影した写真を、産業技術総合研究所が判読した結果、『中央火口南西部の拡大』の写真から、『退避壕や木柵(丸囲い内)の埋もれ具合から噴出物の層厚は 1m 未満(おそらく 50cm 以下)である。』との見解が出ており、その見解とよく一致している事が分かった。一方で、L-band SAR 後方散乱係数データで、数 cm 程度の降灰を検知する事は難しいことが明らかになった。

PALSAR-2/ $\Delta\sigma_{HH}^0$
による降灰厚推定

阿蘇山 Google Earth画像



$\Delta\sigma_{HH}^0$, 2015年 7/6-9/14
(2015年9月14日噴火)



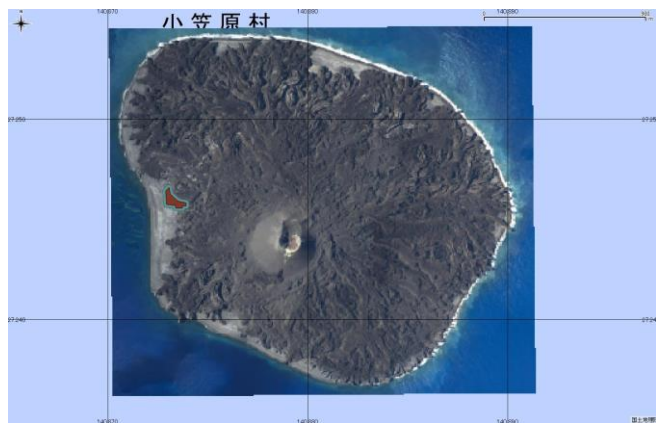
$\Delta\sigma_{HH}^0$, 2015年 8/2-2016年10/9
(2016年10月8日噴火)



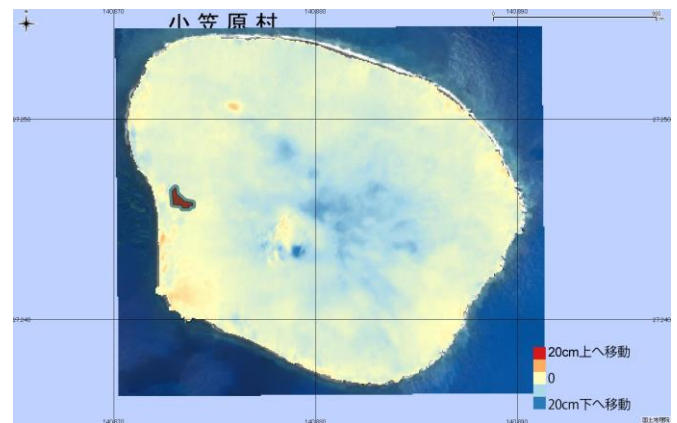
- 降灰は山頂付近で30cm~1m程度?
- 阿蘇市街地で有意な σ_{HH}^0 変化は見られず
→数cm程度の降灰検出は難しい?

2016 年 7 月から 9 月にかけて、イタリアの Cosmo-SkyMed と ALOS-2 による西之島の集中的な観測を行った。昇交右、降交右および降交左からの独立した 3 方向からの観測により、この期間の西之島の 3 次元的な変動を計測した。解析に際しては、西之島には変動量が既知の点が存在しないため、島の西部に存在する旧島を変動量ゼロと仮定した。

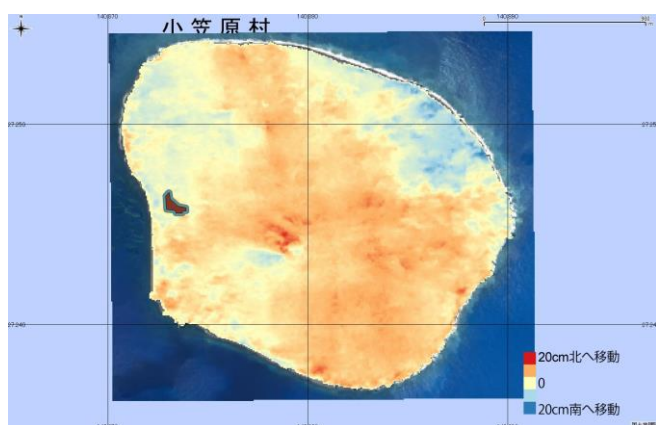
解析結果によれば、同島北西部に 3 か月間で 10cm 程度隆起した箇所が存在するほか、火砕丘東側の箇所では 10cm 以上沈降した箇所が検知された。また、火砕丘南部の崩落した箇所では 40cm 近くの沈降が検知され、一方で北側の崩落箇所では 5cm 程度の隆起が検知された。



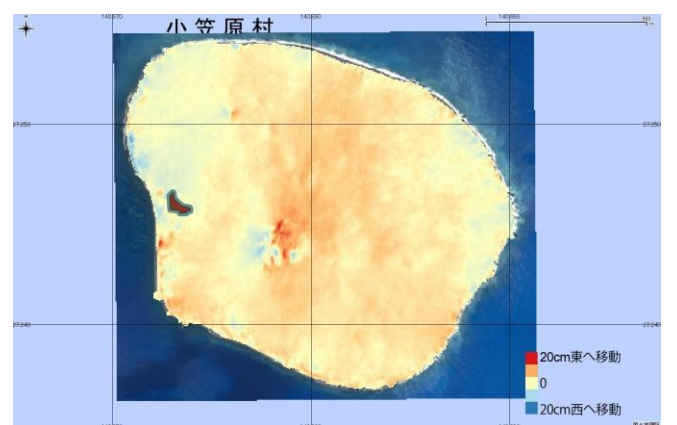
西之島正射画像(枠内が旧島に該当)



解析結果より得られた上下成分



解析結果より得られた南北成分



解析結果より得られた東西成分

南北成分については島の北東部で南向きの変位、南東部で北東向きの変位がそれぞれ 10cm 程度検知された。ただし、南北方向の変位については ALOS-2 および Cosmo-SkyMed の軌道進行方向の特性上、干渉 SAR の感度が南北方向では弱いために大きな誤差を含んでいると考えられる。一方で東西方向については島の中央部で広い範囲に東向きの変位が 5cm 程度検知された。これら解析結果の意味については今後の議論ないしは調査が必要であるが、下方への変位と合わさっているものと考えられる。

本解析には国土地理院殿による 7 月 25 日撮影の西之島正射画像および標高データ(技術資料 C1-No.463)を使用したほか、Cosmo-SkyMed による観測はイタリア宇宙庁(ASI)と JAXA の協定により提供された。両機関に対し厚く御礼を申し上げる。

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。):

- TRIAL OF VOLCANIC ASH DETECTION USING L-BAND SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR), Manabu Watanabe, Masashi Sonobe, Ryo Natsuaki, Shinichi Suzuki, 2016 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium, Beijing/China, Jul. 10-15, 2016
- 阿蘇山での火山灰降灰厚さ推定の試み, 渡邊学, 平成 28 年度 第 2 回 大規模災害衛星画像解析ワーキンググループ会合, 平成 29 年 1 月 10 日, TOKYU REIT 虎ノ門ビル 2 階 RESTEC 本社 コンファレンスルーム 1
- 夏秋 嶺、渡邊 学、大木 真人、島田 政信、鈴木新一, “ALOS-2 PALSAR-2 SAR 干渉処理により検知された西之島の変動,” 地球惑星科学連合大会(2016), STT54-P03

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

航空機 SAR による観測だけでなく、箱根山や西之島で生じる局所的な変動を高頻度の観測で計測する研究目標をおおむね達成している。

来年度以降の課題・計画:

継続して PALSAR-2, Pi-SAR-L2 を利用し、火山における変動量の抽出をおこなう。

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: 2016 年 10 月の阿蘇山噴火に伴って実施された緊急調査について, 衛星解析グループを通じてご提供頂いた PALSAR-2 データを使用し, ISCE (InSAR Scientific Computing Environment, https://winsar.unavco.org/isce.html) を用いて SAR 干渉解析を実施した. 他機関で迅速に公開された結果と調和的な結果が得られた.
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.): 日本地球惑星科学連合 2016 年大会や IGARSS 2016 (http://www.igarss2016.org/) の講演における共著者として, 衛星解析グループにおける活動などを通じて得たノウハウの一部を利用した.
平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題: ご提供いただいた緊急観測のデータの処理を行い, 他機関より迅速に公開された結果との比較を行う, というところまでしか実施することができなかった. 今後は, それだけではなく, 時系列解析や, Sentinel-1a のデータとの相補的な解析の実施や, PALSAR-2 の wide swath/strip map のペアを用いた解析にも取り組みたい.
来年度以降の課題・計画: 衛星搭載の SAR データを用いて, 地表変動を捉えることのできる可能性のある事例についての解析を行う. アーカイブデータを利用し, 時系列解析にも取り組む. また, Sentinel-1a のデータとの相補的な利用も考慮する.

代表研究者 氏名(所属機関): 道家涼介 (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 (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:

2015 年水蒸気噴火以降の大涌谷の地表面変位

箱根火山では、2015 年 4 月末から地震活動が活発化し、同年 6 月 29 日～7 月 1 日に水蒸気噴火が発生した。同年 5 月 3 日以降、大涌谷の温泉供給施設で噴気異常が認められ、その周囲では、ALOS-2/PALSAR-2 データの干渉 SAR 解析により、局所的な膨張を示す地表面変位が認められた。水蒸気噴火以降は、新たに形成された火口・噴気孔群の周囲において、衛星から遠ざかる変位が観測されている(図 1～3)。東側上空からの視線方向(図 1)と、西側上空からの視線方向(図 2、3)で、変位が顕著となる箇所が異なることから、単純な沈降ではなく、水平成分を伴う変位(例えば、地すべり)が生じていると考えられる。

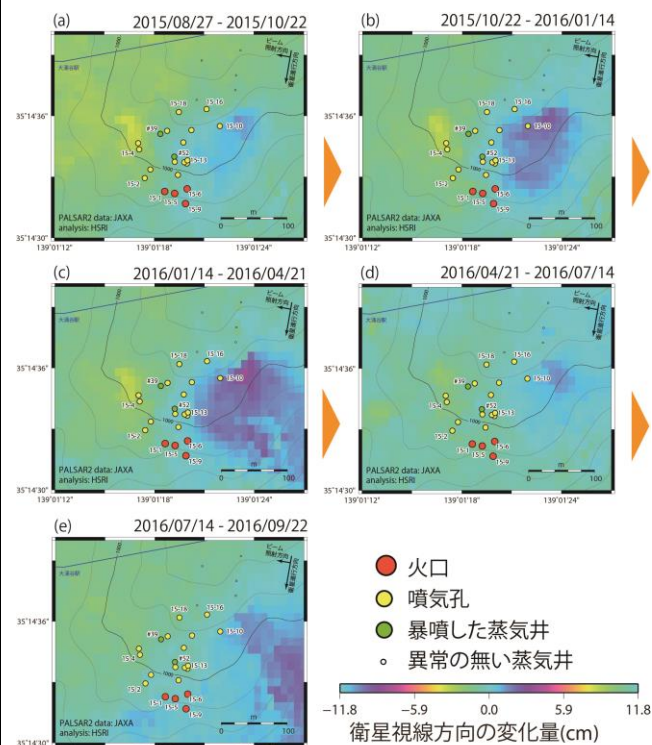


図 1 Path 18 (南行軌道・右観測) における干渉 SAR 解析結果。オフナディア角は 38.2°、大涌谷付近における入射角は 42.8°である。図中の等高線の間隔は 25m。青線は箱根ロープウェイの索道を示す。火口および噴気孔の位置は、神奈川県温泉地学研究所・伊豆ジオパーク推進協議会(2015)による。局所的な変位を比較するため、火口および噴気孔群の中心付近から N60E 方向に 200m の地点を仮の不動点としている。

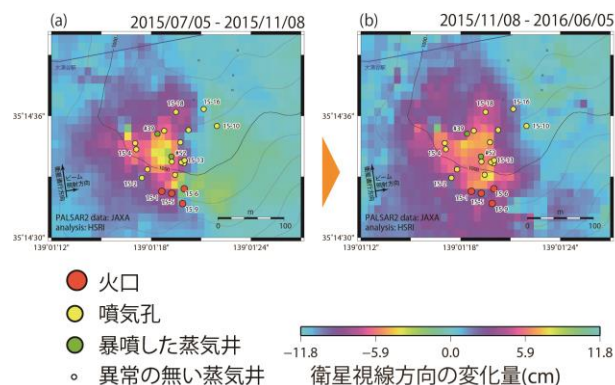


図 2 Path 125 (北行軌道・右観測) における干渉 SAR 解析結果。オフナディア角は 29.1°、大涌谷付近における入射角は 33.4°である。

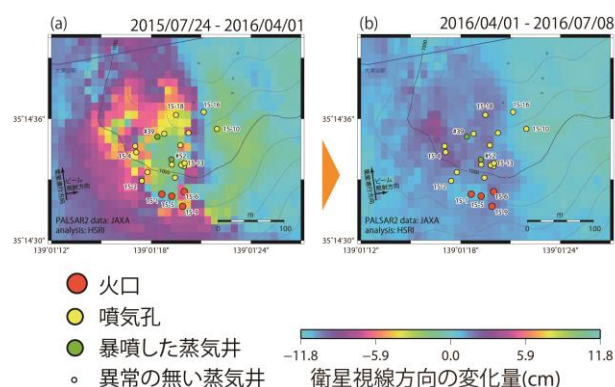


図 3 Path 126 (北行軌道・右観測) における干渉 SAR 解析結果。オフナディア角は 38.2°、大涌谷付近における入射角は 43.6°である。

※解析には、防災科学技術研究所が開発した SAR 干渉解析ツール (RINC) を使用した。

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。):

火山噴火予知連絡会での報告

第 135 回、第 136 回、第 137 回 箱根山

紀要

道家涼介・原田昌武・竹中 潤 (2016) 干渉 SAR による 2015 年 9 月から 2016 年 9 月の大涌谷の地表面変位, 神奈川県温泉地学研究所報告, 48, 25-32.

学会などでの発表

道家涼介・原田昌武・本多 亮・行竹洋平・萬年一剛・竹中 潤 (2016) 干渉 SAR データから推定される箱根火山 2015 年噴火に伴う開口割れ目, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, SSS32-P14.

道家涼介 (2016) 干渉 SAR による箱根火山の地殻変動～2015 年の活動を対象とした解析結果～, SAR カンファレンス.

道家涼介・原田昌武・本多 亮・行竹洋平・萬年一剛・竹中 潤 (2016) ALOS-2/PALSAR-2 データによる箱根火山 2015 年水蒸気噴火に伴う地殻変動, 日本地震学会 2016 年度秋季大会, S03-P15.

道家涼介・原田昌武・本多 亮・行竹洋平・萬年一剛・竹中 潤 (2016) 干渉 SAR 解析による箱根火山 2015 年噴火以後の地表面変位, 日本火山学会 2016 年度秋季大会, A2-25.

平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

当該期間においては、2015 年に、本研究が対象とする箱根火山において、火山活動の活発化が認められた。その間、ALOS-2 による多数の緊急観測が行われ、それにより、大涌谷における局所的な地表面の変位の時間的な推移が明らかとなった。また、同年 6 月末の水蒸気噴火時には、開口割れ目の形成に伴う変位も認められ、箱根火山の浅部における膨張源の位置・体積変化量などに関わる情報を得ることができ、同火山の活動の理解に繋がった。加えて、現在も進行する地表面の変位が確認されていることから、今後も継続して、同火山を対象に干渉 SAR 解析を実施していく必要がある。

来年度以降の課題・計画:

2015 年の水蒸気噴火以降、大涌谷では衛星から遠ざかる変位が継続していることから、引き続き箱根火山を対象とした ALOS-2/PALSAR-2 データの干渉解析を実施していく。加えて、地上に設置している GNSS などの観測データと合わせて、地表面変位の原因、メカニズムなどを明らかにする。

また、過去のデータ (ALOS/PALSAR) の解析結果においては、箱根火山の浅部の熱水活動に関連する可能性がある地表面の変位が抽出されている。これについても他の観測データとの比較を行い、その原因、メカニズムを明らかにしていく。

代表研究者 氏名(所属機関): 島田政信 (東京電機大学)

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 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: 研究概要: Pi-SAR-L2 は国内唯一の L-band 多偏波航空機 SAR であり、高い分解能、高い SNR、良質なポラリメトリ、高精度の繰り返し観測を可能とする SAR である。JAXA は本 SAR を用いた火山観測を毎年度計画として実施しており、それらは 1) 特定火山の変化抽出、2) 航空機 SAR による干渉能力の確認を目的としている。本研究は、平成 27 年度から主研究者が研究勤務地を JAXA から東京電機大に移すことがきっかけとなって、新規に生じたものであるが、火山と航空機 SAR について(工学的な研究も含めて)の研究テーマを提案する。本研究では、航空機 SAR の干渉能力と火山変化を中心テーマとして研究を行う。合わせて、(必要に応じて) PALSAR-2 も研究に使用する。観測対象火山は、1) 桜島、2) 樽前山、を中心とした干渉解析とする。近年の火山活動の変化に伴い、対象力域を増やすことも考慮に入れる。

としたが、本年度は、阿蘇山に対して以下の 2 点の成果を得た。

1) 2015 年 9 月 21 日と 9 月 7 日間での阿蘇山近辺の変動計測: ALOS-2/PALSAR-2 のデータを用いて DinSAR 処理により火口近辺の変動状況を検出した。図 1 が得られた変動図(位相変動量)である。火山噴火が同年 9 月 14 日に起こっており、火口は干渉性が下がったことから火山噴火しているものと推測される。図中赤く囲ったところ(①、②、③)が約 5 cm 程度(5.5~6.5cm)沈降していることがわかる。データは、防災科研や国土地理院から入手した GPS データで校正している。

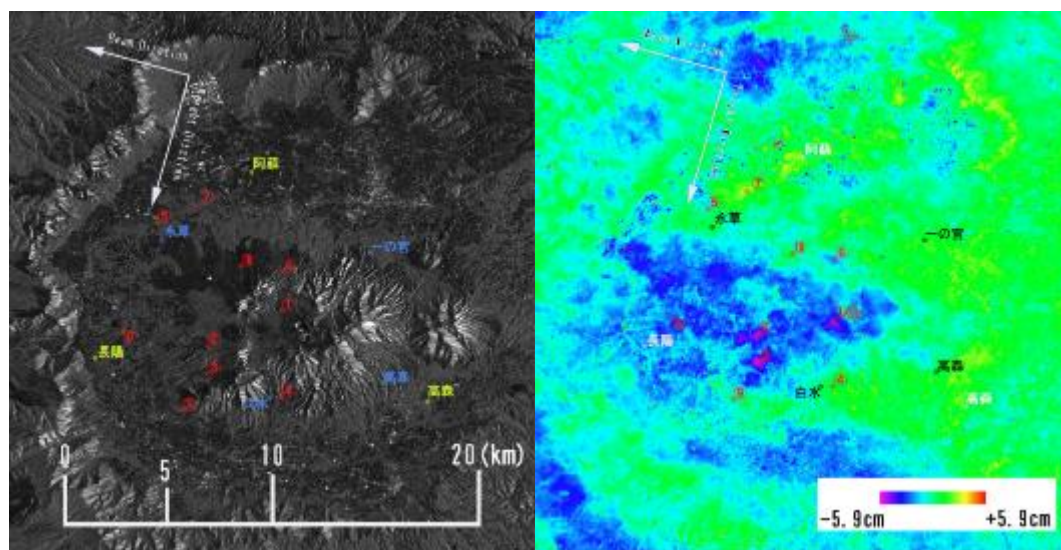


図 1 2015/9/21-2015/9/7 の阿蘇火口周辺の拡大画像

2) 阿蘇山山頂火口の 2012 年 10 月 5 日から 2016 年 8 月 4 日までの変化(火山灰の堆積)

Pi-SAR-L2 の約 4 年間の変化を表示した。図 2 は 20121005 の画像と 20160804 の火口付近の画像を比較したものである。ともに、HH-HV-VV のカラー合成である。この図より、火口内部が微妙に変化していることがうかがえる。色が暗い紫色を基調にしていることから、表面散乱が支配的なこと、火山灰に覆われた小さい反射係数なことがわかる。さらに図 3 に HH-VV のコヒーレンスを示す。全体に白色系であることから、全体に表面散乱が支配的なことがうかがえる。その中でも、火口内の暗い場所は堆積散乱、つまり、火山灰の堆積が予測される。特に、4 年間に真ん中の火口での火山灰堆積が予測される。

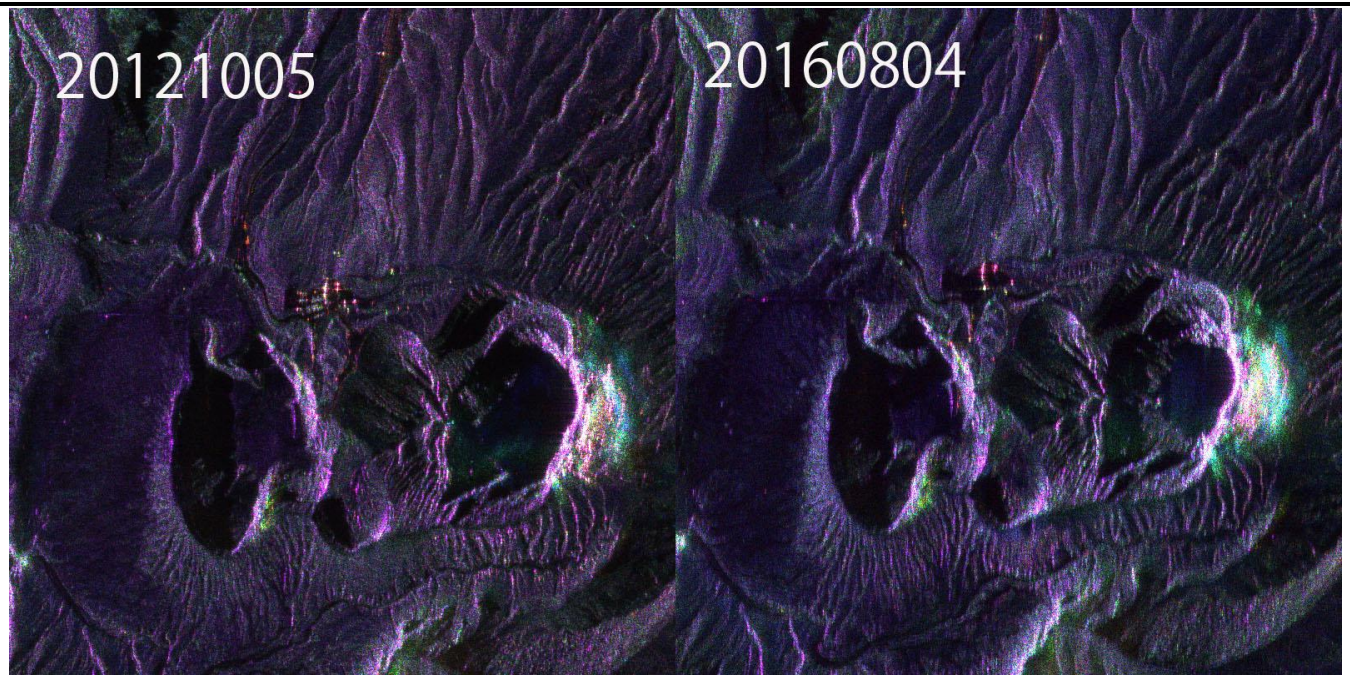


図2 Pi-SAR-L2 の20121005の画像(左)と20160804の画像(右)

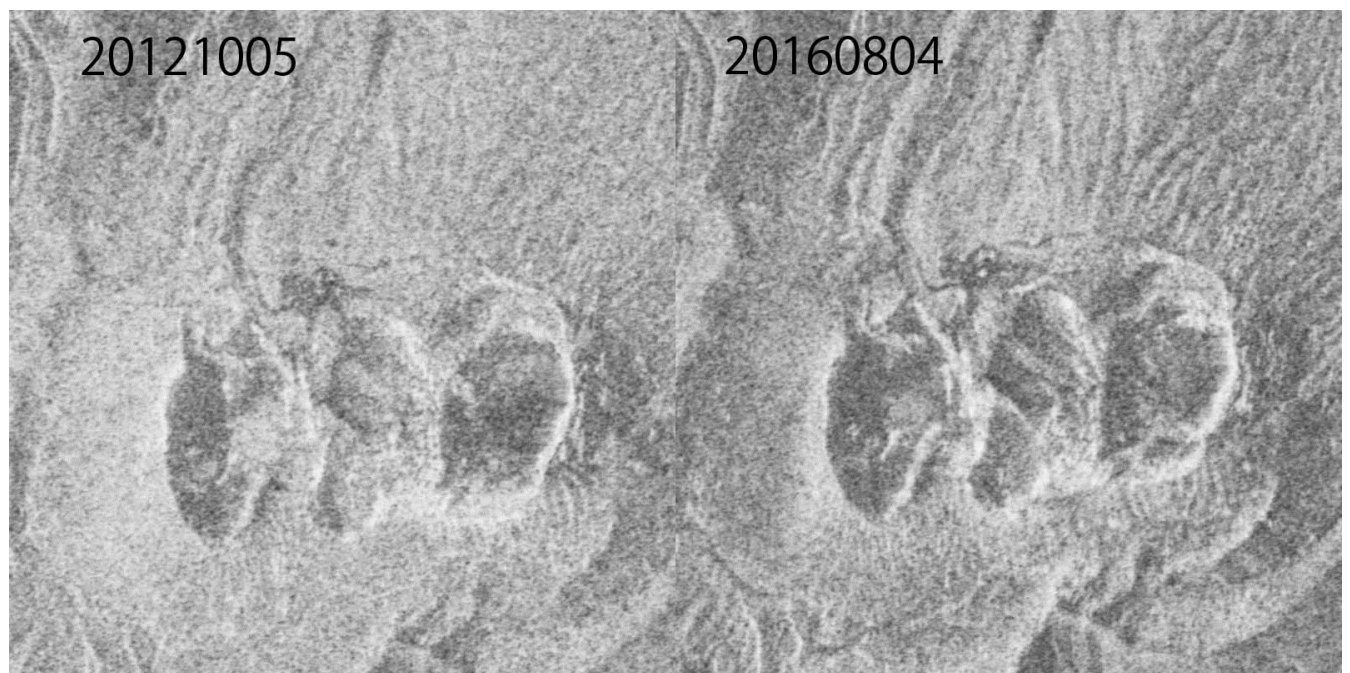


図3 Pi-SAR-L2 の20121005の HH-VV コヒーレンス(左)と20160804(右)

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。

本年度の解析は阿蘇山の火山部の時間変化の解析と一部ソフトウェアの改修にとどまった。Pi-SAR-L2 の干渉解析は行っていない。

なお、本成果1)は東京電機大学 理工学部 建築都市環境学系 島田研究室の卒業研究として実施した。(高橋清明氏、宮崎晃輝氏実施)、今後関連学会で発表を計画したい。

平成 26(27)年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題:

平成27年度から、東京電機大学として参加した。それまでは、JAXA で参加。

振幅画像の解析として以下を実施した。

1) 2015年12月9日の航空機 SAR の画像の取得：火口全体に紫色の領域が広がり、中腹以下の緑領域と様相が異なる。火山特有の見え方であり、裸地か火山灰の被覆の可能性が考えられる。

2) 2013-2014-2015の時系列解析：3時期の桜島の Pi-SAR-L2 画像を表示。

3) 山頂の拡大：昭和火口を拡大し、比較する。以下の画像の中心領域が明るくなっている。電波は左上方向に照射されており、シャドウにより暗かったのが、隆起による明るくなったと考えられる

今後、Pi-SAR-L2 の干渉を時間処理で行いたい。

来年度以降の課題・計画：

Pi-SAR-L2 は国内唯一の L-band 多偏波航空機 SAR であり、高い分解能、高い SNR、良質なポラリメトリ、高精度の繰り返し観測を可能とする SAR である。JAXA は本 SAR を用いた火山観測を毎年度計画として実施しており、それらは 1) 特定火山の変化抽出、2) 航空機 SAR による干渉能力の確認を目的としている。本研究は、平成 27 年度から主研究者が研究勤務地を JAXA から東京電機大に移すことがきっかけとなって発生したものであるが、新規に火山と航空機 SAR について（工学的な研究も含めて）の研究テーマを提案するものである。本研究では、航空機 SAR の干渉能力と火山変化を中心テーマとして研究を行う。合わせて、（必要に応じて）PALSAR も研究に使用する。観測対象火山は、1) 桜島、2) 樽前山、を中心とした干渉解析とする。

代表研究者 氏名(所属機関):三浦 哲 (東北大学大学院理学研究科)
共同研究者 氏名(所属機関):福島 洋 (東北大学災害科学国際研究所), 小川 佳子 (会津大学コンピュータ理工学部兼先端情報科学研究センター), 出村裕英 (会津大学コンピュータ理工学部兼先端情報科学研究センター), 久田泰広 (会津大学コンピュータ理工学部)
課題名称: 総合測地観測による火山噴火準備過程の研究
今年度の成果概要: 2014 年 9 月以降の吾妻山周辺の地殻変動を干渉 SAR により推定し、GNSS 観測と比較した。その結果、既に他機関による報告済みの 2015 年夏にかけての大穴火口付近の膨張を確認し、その膨張量が GNSS 観測と良い一致が得られることを定量的に示した。さらに、2015 年夏から秋にかけて吾妻山山体西側の広域にわたる沈降の可能性を検出し、その後大きな変動は見られていないことを確認した。[GNSS 観測については気象庁観測点 6 箇所のデータを使用させて頂いた。]
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。): 武藤大樹, 小川佳子, 久田泰広, 出村裕英, 三浦 哲, 小澤 拓, SARデータを用いた吾妻山地表面変動量の推定, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016年5月.
平成 26 年度から平成 28 年度にかけての研究の進展および今後に向けての課題: 今後、吾妻山における干渉 SAR 解析結果から、地下のマグマだまりの形状、分布、規模の推定まで発展させていきたいと考えている。マグマ貫入モデルの適用、有限要素法を用いた数値シミュレーションにも取り組む予定である。
来年度以降の課題・計画: 今年度までと同様に、干渉 SAR 解析と GNSS 観測を用いて、今後も継続的に準リアルタイムでの吾妻山モニタリングに取り組む。なお、火山のモニタリングにあたっては、干渉 SAR 解析と GNSS による地殻変動量の制約の他に、火山活動の活発化を表す指標として火山ガスの影響による植生変化検出も 1 つの可能性として考えられる。よって、その適用性の評価に、新たに取り組む予定である。そのために光学データを用いて吾妻山の火口付近の植生の変化を解析する。また、植生の時系列変化を、干渉 SAR 解析による地表面の隆起・沈降の時系列変化と統合し、可視化する GIS ツールの開発にも、来年度以降ぜひ取り組んでいきたいと考える。GIS を用いた火山活動の三次元可視化を目指す。 干渉 SAR 解析処理は一般的に計算機・時間コストがかかるため、その解決策の 1 つとして、処理の高速化・並列化の評価・導入を検討する。