

平成25年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)
(特定共同研究(B))

1. 課題番号または共同利用コード 2013-B-02

2. 研究課題名 (データベース化のため英訳を加えてください。)

和文：火口近傍における多項目観測による噴火機構の解明

英文：Research on a dynamics of volcanic eruption based on multidisciplinary observations nearby a crater

3. 研究代表者所属・氏名 武尾 実

(地震研究所担当教員名) 市原美恵

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
武尾 実	東京大学・地震研究所・教授	共同研究の総括
市原美恵	東京大学・地震研究所・准教授	共同研究の取り纏め
森田裕一	東京大学・地震研究所・教授	伊豆大島観測網の検討
大湊隆雄	東京大学・地震研究所・准教授	広帯域・強震観測網の検討及び火口近傍記録の解析
青木陽介	東京大学・地震研究所・助教	地殻変動観測網の検討及び地殻変動データの解析
金子隆之	東京大学・地震研究所・助教	リモートセンシング観測の解析
綿田伸吾	東京大学・地震研究所・助教	空振観測の検討と解析
青山 裕	北海道大学・大学院理学研究院・助教	火口近傍地震記録の解析
斎藤 務	室蘭工業大学・もの創造系領域	火口近傍記録の検討
西村太志	東北大学・大学院理学研究科・教授	火口近傍記録の解析
後藤章夫	東北大学・東北アジア研究センター・助教	多項目観測データの検討
篠原宏志	産業技術総合研究所・地質情報研究部門・マグマ活動研究グループ・グループ長	火山ガス観測と解析, 多項目観測との融合
森 俊哉	東京大学・大学院理学系研究科・准教授	火山ガス観測と解析, 多項目観測との融合
嶋野岳人	富士常葉大学・大学院環境防災研究科・准教授	噴出物分析
松本 聡	九州大学・大学院理学研究院・准教授	アレイ観測網の検討と解析

松島 健	九州大学・大学院理学研究院・准教授	多項目観測網の検討
風早竜之介	産業技術総合研究所・地質情報研究部門・マグマ活動研究グループ・研究員	火山ガス観測と解析
横尾亮彦	京都大学・大学院理学研究科・助教	地震・空振データの解析
David Shelly	U.S. Geological Survey (USA)・研究員	地震データの解析
Patrick Allard	IPGP (France)・教授	火山ガス観測と多項目観測の融合
Roberto Carniel	University of Udine (Italy)・講師	時系列データ解析
Maurizio Ripepe	Firenze University (Italy)・教授	空振観測網の検討と解析
Giorgio Lacanna	Firenze University (Italy)・研究員	空振観測網の検討と解析
小野幸治	気象庁火山課・噴火予知防災係	火山防災への応用
碓井勇二	気象庁火山課・火山調査官	火山防災への応用
井出和彦	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
長山泰淳	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
藤松淳	気象庁火山課・技術専門官	火山防災への応用
加藤幸司	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
平松秀行	気象庁火山課・技術専門官	火山防災への応用
吉開裕亮	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
小林宰	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
松浦茂郎	気象庁火山課・技術専門官	火山防災への応用
宮下誠	気象庁火山課・火山調査官	火山防災への応用
篠原英一郎	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
近江克也	気象庁火山課・技術専門官	火山防災への応用
藤原善明	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
長門信也	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
池田啓二	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
菅野智之	気象庁火山課・火山活動評価解析官	火山防災への応用
安齋太朗	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
高畑一成	気象庁火山課・技官	火山防災への応用
後藤進	気象庁火山課・技術専門官	火山防災への応用
三輪学央	九州大学・島原観測所・研究員	噴出物分析
小園誠史	東北大学・大学院理学研究科・助教	噴火モデリング
並木敦子	東京大学・大学院理学系研究科・助教	観測データと実験の比較

5. 研究計画の概要（800字以内でご記入ください。計画調書に記載した「研究計画」から変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。）

火山の噴火機構を明らかにするためには、地震・地殻変動・空振・全磁力などのみならず、火山ガス・可視及び赤外映像・噴出物等の多項目観測を火口近傍で行うことが重要であることが、国内外の火山観測で実証されつつある。特に、規模の大きな噴火や爆発的噴火を行う火山では、噴火開始前に適切な観測網を整備し、噴火に至るまでの観測データを取得することが非定常で一過性の現象である噴火機構の多様な形態を解明する鍵となる。地震研究所では、浅間山、霧島・新燃岳に火口近傍の観測網を整備し、国内外の研究機関と共同して多項目観測を実施しつつある。本共同研究では、この観測拠点をさらに多くの国内外の研究者との共同研究の場として提供するとともに、噴火様式の異なる伊豆大島における火口近傍多項目観測拠点の整備を進め、多様な噴火様式の機構解明を目指す。同時に、海外の観測網の充実した火山を対象に研究している研究者を招聘し、様々な火山の比較研究を行うことを目的とする。

2013年度には、これまでの国内外の様々な火山における火口近傍観測による研究成果の情報交換を行うと同時に、伊豆大島における多項目観測の検討、1000m深の深井戸活用の方策などについて検討会を開催した。2014年度は浅間山、霧島新燃岳においては2013年度に検討を進めた観測項目の拡充と観測データの有効利用による噴火機構の解明を進めた。特に、浅間山においては噴火シナリオの検討と合わせて、火山ガス噴出イベント(VLP)を2004年噴火前から系統的に調査した。また、桜島の噴火に伴う空振観測のためのアレイをイタリアの研究者と共同で展開した。伊豆大島においては、1000m深の深井戸再活用のためのケーブル引き上げに取り組んだ。2015年度には伊豆大島における観測網の整備に目処を付け、この新たな多項目観測データの有効活用方策と、噴火が開始した場合を想定した臨時観測網の展開計画の検討も行う。

6. 研究成果の概要 (図を含めて1~2頁で記入してください。)

キーワード (3-5程度) : 火山噴火, 火口近傍, 多項目観測, 伊豆大島,

2013年度には、地球物理観測、地球化学観測、噴火モデル等の研究者が集まって、既存の火口近傍観測網のより有効な活用と観測の多項目化、次の噴火が切迫していると考えられている伊豆大島における火口近傍多項目観測網の展開について検討を行った。この研究集会にはフランス及びイタリアの研究者も参加し、特に、火山ガス観測と地球物理観測の連携によりどのような新たな展開が期待されるかについての検討を進めた。さらに、伊豆大島における広帯域地震観測網の整備計画やより多様な噴火様式を念頭に置いたアレイ観測網の検討も進めてきた。また、2014年3月に伊豆大島に次の噴火を視野に入れた観測網の構築をより具体化するため、本研究計画には参加していない期間・研究者も交えた検討会を開催し、さらに、九州大学のグループが中心となって現地での臨時アレイ観測網の展開と、地震研究所のグループが中心となった広帯域・強震観測網の調査を実施した。また、現在観測が停止している三原山カルデラ内の1000m深の深井戸観測井の再活用について、検討会の中で多方面の研究者からアイデアや提案が出され、計画の具体化に向けた進展があった。2014年度には、伊豆大島の1000m深の深井戸ケーブル引き上げ作業を行ったが、当初の予定通りには引き上げを行う事が出来なかったため、再度の引き上げ作業を2015年度に持ち越した。また、活発な活動を続ける桜島の近傍で、噴火に伴う空振を観測するためのアレイ観測網をイタリアの研究グループと共同で設置し、現在、順調に観測を継続している。

火口近傍の観測データによる噴火過程の理解に関しては、2011年霧島山新燃岳噴火の際に火口近傍で記録された広帯域地震計と傾斜計の記録を解析することにより、準プリニー式噴火、マグマ湧出期、及びブルカノ式噴火という異なる噴火に先行する火道浅部での圧力増加現象を明らかにし、特に、ブルカノ式噴火では、噴火に先行してどのような現象が火道内部で発生しているかを明らかにした。火道内部ではブルカノ式噴火に先行して、海拔約600m付近で火道深部から供給される火山ガスがトラップされてガスポケットが形成され、その圧力の増加と共に次第により深いところまで圧力の増加領域が広がっていく。これが噴火に先行して観測される2箇所の傾斜変動比の変化から推察される。火道内部の強度は不均質であるため、最も強度の強いマグマフレーム内に蓄積されたガス圧は、火道壁に力学的に大きな圧力を及ぼすことなく増加し、最終的にこの最も強度の強いマグマフレームを破壊することによりブルカノ式噴火が発生した。また、この圧力増加の先行時間は、噴火の推移と共に指数関数的に長くなり、傾斜変動の時間変化はより複雑になった。この事は、このブルカノ式噴火の時期に、火道深部からの火山ガスの供給が指数関数的に減少していたことを示唆している。この研究成果はJGRに掲載された。

噴火初期の3回の準プリニー式噴火の際に記録された地震、空振、傾斜変動を比較検討することにより、1回目と3回目の準プリニー式噴火は、火道浅部での圧力減少によりトリガーされたのに対し、2回目の準プリニー式噴火はこの様な浅部の圧力減少を伴わず、供給されたマグマ自身の内因的な要因によりトリガーされたと考えられる。

霧島に展開した空振観測網で捉えられた桜島の爆発的噴火に伴う空振を、桜島周辺に展開した空振観測網の記録と合わせて解析することにより、その伝播の特性を明らかにする事に成功した。この研究成果は、JGRに掲載された。さらに、霧島の地震及び空振観測データを利用して地震データから空振によるノイズを除去する新しい解析手法をイタリアの研究者と共同で開発し、SRLに公表した。また、チリの火山のデータにも適用した研究成果を別の論文として取り纏めた。

また、伊豆大島で想定するアレイ観測網の検討に関連して、2011年霧島新燃岳噴火の際のアレイ観測データと空振データを統合して解析する試みを進め、多項目観測によるアレイ観測の有効性とそのさらなる

活用範囲の拡張可能性を示した。この成果は、本共同研究に参加している研究者[松本(九大・理)]が指導する学生の博士論文として、取り纏められた。

また、火口近傍観測データの有効活用のため、浅間山と霧島新燃岳の火口近傍観測データに本共同研究に参加している研究者がアクセスできるシステムを整備した。この火口近傍データを活用して、2009年浅間山噴火前後の火山ガス噴出量とVLP地震の寄与を調べることで、噴火前後の火山ガス供給系の変化を見いだす成果を、本共同研究に参加する研究者[風早・篠原(産総研)・森(東大・理)・武尾]がまとめ、EPSLに受理され、今年度中に印刷公表される予定である。

7. 研究実績 (論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無)

Takeo, M., Y. Maehara, M. Ichihara, T. Ohminato, R. Kamata, and J. Oikawa, Ground Deformation Cycles in a Magma-effusive Stage, and Sub-Plinian and Vulcanian Eruptions at Kirishima Volcanoes, Japan, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1002/jgrb.50278, 2013.

Giuseppe, C., R. Carniel, J.P. Jones, and M. Takeo, Reducing wind noise in seismic data using Non-negative Matrix Factorization: an application to Villarrica volcano, Chile, *Geofisica Internacional*, 53, 1, 77-85, 2014

Carniel, R., C. Giuseppe, M. Ichihara, and M. Takeo, Filtering wind in infrasound data by Non-negative Matrix Factorization, *Seismological Research Letter*, 85, 5, 1056, 2014

Lacanna, G., M. Ichihara, M. Iwakuni, M. Takeo, M. Iguchi, and M. Ripepe, Influence of atmospheric structure and topography on infrasonic wave propagation, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1002/2013JB010827, 2014

Kazahaya, R., Y. Maeda, T. Mori, H. Shinohara, and M. Takeo, Changes to the volcanic outgassing mechanism and very-long-period seismicity from 2007 to 2011 at Mt. Asama, Japan, *Earth and Planetary Science Letters* (in press), 2015