# 令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI11

（1）実施機関名：

京都大学防災研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山噴出物による災害の軽減のための総合的研究
（英文）Integrated study for disaster mitigation by ejection of volcanic products

（3）関連の深い建議の項目：

５分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

１地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
２地震・火山噴火の予測のための研究
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
４地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究
(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究
６観測基盤と研究推進体制の整備
(1) 観測研究基盤の開発・整備
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

インドネシアの火山において噴火に前駆する地殻変動とそれに続く群発地震が定量化され，マグマ貫入に伴い地殻の変形から，応力の岩石破壊強度超過による脆性破壊を経て噴火に至るモデルが提示された。これにより，桜島大正噴火の前駆現象の理解が進んだ。そして，2015年桜島群発地震においてマグマ貫入による応力変化による岩石破壊強度超過が桜島の極浅部から深部へと進行したことを明らかにした。2017年以降の桜島南岳活動期において，姶良カルデラから桜島へのマグマ移動は顕著ではないが継続し，この間にgas-richな噴火と火山ガス放出が卓越している。また，重力観測から桜島直下において質量増加が進行していることが明らかになった。これらのことからマグマからの脱ガスが進行していると解釈した。次世代火山研究推進事業にてディスドロメータや気象レーダーによる降下火山灰のモニタリングネットワークの構築を進めた。2020年6月の桜島の噴石落下を受けて火山情報に関するアンケート調査をまとめ，火山情報の発信に関する課題の検討を進め，火山灰拡散シミュレーションによる大規模噴火時における広域避難の意思決定システムの検討を進めた。

Hotta, K. and M. Iguchi, 2021, Tilt and strain change during the explosion at Minami-dake, Sakurajima, on November 13, 2017, Earth, Planets and Space 73, 70.
井口正人, 2019, 桜島火山噴火の発生予測―非地震性地盤変動から地震活動を伴う地盤変動への推移, 自然災害学会，38, 306-317.

Iguchi, M. et al., 2020, Integrated study on forecasting volcanic hazards of Sakurajima volcano, J. Disaster Res. 15, 174–186.
Koike, M. and H. Nakamichi, 2021, Dike inflation process beneath Sakurajima volcano, Japan, during the earthquake swarm of August 15, 2015, Front. Earth Sci. 8, 600223.
Nakamichi et al., 2019, Differences of precursory seismic energy release for the 2007 effusive dome-forming and 2014 Plinian eruptions at Kelud volcano, Indonesia, J. Volcanol. Geotherm. Res., 382, 68–80.
Rahadianto, H. et al., 2022, Long-term ash dispersal dataset of the Sakurajima Taisho eruption for ashfall disaster countermeasure, Earth Sys. Sci. Data, 14, 5309–5332.
Tanaka, H. et al., 2022, Applying the particle filter to the volcanic ash tracking PUFF model for assimilating multi-parameter radar observation, J. Disaster Res., 17,5, 791–804.

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山噴出物による災害の軽減のためには，火山噴火の理解にもとづく予測，災害誘因となる火山噴出物の挙動の把握と予測，そしてリスク評価，さらには火山観測情報や災害誘因予測およびリスク評価を社会の共通理解として，災害の軽減のための意思決定につなげる必要がある。そのために，火山活動と噴火機構の解明とモデル化，また火山噴火を支配する地下構造の解明を行い，観測とモデルによる火山噴出物放出の予測手法を高度化する。同時に，火山噴出物の把握手法の高度化とモニタリングを行う。火山観測情報や研究成果を社会へ発信する方法を検討するとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法を検討する。また，大規模噴火の発生を想定しての観測研究の継続のための方策を検討する。
これらの目的のため，大規模噴火の発生が懸念され噴火が頻発している桜島と，国内において噴火が最も頻発しており，噴火災害時には桜島と同様に全島避難となりうる諏訪之瀬島を対象とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究は，項目5(5)「大規模火山噴火」の中核的研究課題に位置づける。本研究では，大規模噴火の想定にもとづき広域避難計画が立案されつつある桜島を対象として，大規模火山噴火の予測に資する観測研究を行うとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法，大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発や，噴火にともなう災害誘因手法の開発を行う。したがって，5(5)「大規模火山噴火」の各研究項目を擁する総合的研究課題であり、以下の項目の研究を実施する。

1.火山現象の解明のための観測研究
1.1.噴火機構の解明とモデル化
桜島および諏訪之瀬島において，地震，地殻変動，空気振動，映像，電磁気などの観測から噴火機構の解明とモデル化を進める。桜島においては，噴火に伴う傾斜および歪みの時空間変化と，地震アレイおよびDASで得られた地震波動から火口直下から深部への減圧過程を反映した噴火機構モデルを構築する。諏訪之瀬島においては，地震，空気振動，気象レーダ観測により，火山灰放出卓越噴火と岩塊・ガス放出噴火の特徴量を定量化し，両者の噴火機構の違いを明らかにする。噴火機構の解明により，観測データからの火砕物及び火山ガスの放出量（率）の推定の高度化を進める。
1.2.構造解析によるマグマ供給系の解明と時間変化の検出
桜島島内および周辺領域において稠密広帯域MT観測を実施し，高分解能の3次元比較抵抗構造を推定する。推定された構造を基準にして，火山流体の移動に伴う構造変化を想定した最適モニタリング手法を検討し，長期電磁気連続観測から構造変化検出を試みる。これにより，後述のマグマ溜まりなどでの密度変化の成因の理解を深化させる。
1.3.マグマ貫入に伴う地震・地盤変動の解明
若尊および周辺の地震活動が活発な場所において毎年繰り返しOBS観測を行う。そして，定常地震観測と併合データ処理を行い，３次元速度構造を用いて震源とメカニズム解を決定する。また，桜島・姶良カルデラ周辺の地殻変動と震源およびメカニズム解変化との対応を明らかにすることで，マグマ貫入に伴う火山構造性地震の群発機構を明らかにする。これにより大規模噴火に前駆する地震活動の想定をする。

2.噴火発生と活動推移の定量的評価
2.1.脱ガス卓越期における火山体とマグマ溜まりの密度変化と噴火活動推移の関係
桜島の中央部および北部を中心に水準測量を行い，姶良カルデラ周回路および桜島周回路の水準測量データと併合して姶良カルデラ直下おける膨張ならびに，桜島の中央部直下の収縮を定量的に評価する。また，桜島の複数箇所での複数回の相対重力測定と，相対測定と同じ期間における有村観測坑道内の定点およびハルタ山観測室で絶対重力測定を行う。そして，地下水および上下変動による重力変動効果の補正を行い，マグマ溜まりの質量・密度の時空間変化を明らかにする。
2.2.物理・化学データからの定量的火山活動指標の試作
地震，地殻変動，重力，火山ガス，火山灰水溶性付着成分，火砕物の色彩・形状の測定を進めデータベース化する。そして，現在の桜島の脱ガス卓越期を特徴づける定量的火山活動指標を試作する。例えば，深部低周波地震と火山構造性地震の地震モーメントの推移と，地殻変動量，重力変化量，二酸化硫黄放出率との比較を行うことで，深部低周波地震が火山活動指標となり得るかどうか議論する。

3.火砕物による災害誘因ハザード評価手法の高度化
3.1.マルチセンシングによる火砕物のモニタリング手法の開発
桜島に展開されている複数周波数帯のレーダ，光学式ディスドロメータ，ライダーなどを用いて，広範なサイズ分布をもつ火砕物のモニタリング手法の開発を進める。そのために，火砕物の採取によるモニタリング結果の検証を進める。
3.2. 火山岩塊の飛散距離の評価手法の開発
噴火災害誘因である火山岩塊の最大到達距離を空気振動からの評価手法を開発する。
3.3.土石流評価手法の開発
土石流頻度の高い桜島の河川流域を対象に光ファイバーを用いたDAS観測と，近傍の傾斜観測から土石流流下過程を明らかにする。

4.火山噴火災害に関する災害誘因とリスクの認識向上と避難意思決定のあり方検討
4.1.大規模噴火を想定した広域避難意思決定システムの検討
桜島における大規模噴火を想定した噴火火口と噴出率変化を仮定し，季節毎の平均的気象場を与えて，火山灰移流拡散シミュレーションから想定火砕物堆積分布を求める。堆積分布から被害を想定して，事前避難区域とタイミング設定を含めた広域避難のための意思決定システム化を検討する。
4.2.オープンサイエンス拠点形成と火山災害に関する情報提供方法の検討
阿武山観測所など既存の取り組みを参考に，桜島を対象に火山学のオープンサイエンス拠点を構築し，火山災害に関する災害誘因とリスクについて市民ならびに行政の認識度を向上させるために効果的な情報提供方法やコミュニケーション手法を開発する。

5.大規模災害時における観測研究継続のための方策の検討
5.1.大規模災害時の通信・データ伝送手段確保と迅速な観測網構築に資する手法開発
V-High帯，LoRa等新たな無線通信手法についての技術開発動向を関係機関にて情報交換をし，大規模災害時の通信・データ伝送に適した手法候補を選定する。そして，火山および地震観測に適した技術検討をして，桜島・姶良カルデラ周辺等にてフィールド試験を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所）,吉村令慧（京都大学防災研究所）,為栗健（京都大学防災研究所）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,山田大志（京都大学防災研究所）,畑真紀（京都大学防災研究所）,多々納裕一（京都大学防災研究所）,矢守克也（京都大学防災研究所）
**他機関との共同研究の有無：有**
青山裕（北海道大学理学研究院）,西村太志（東北大学理学研究科）,岡田知己（東北大学理学研究科）,山本希（東北大学理学研究科）,内田直希（東北大学理学研究科）,太田雄策（東北大学理学研究科）,吉田圭佑（東北大学理学研究科）,廣瀬郁（東北大学理学研究科）,田口貴美子（東北大学理学研究科）,森俊哉（東京大学理学系研究科）,今西祐一（東京大学地震研究所）,西山竜一（東京大学地震研究所）,野上健治（東京科学大学）,前田裕太（名古屋大学環境学研究科）,大倉敬宏（京都大学理学研究科）,風間卓仁（京都大学理学研究科）,松島健（九州大学大学院理学研究院）,相澤広記（九州大学大学院理学研究院）,江本賢太郎（九州大学大学院理学研究院）,中尾茂（鹿児島大学理工学研究科）,嶋野岳人（鹿児

島大学理工学研究科）,八木原寛（鹿児島大学理工学研究科）

（9）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所
電話：099-293-2058
e-mail：nakamiti@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中道治久
所属：京都大学防災研究所