

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質および観測に基づく大規模噴火の準備過程と噴火様式遷移の解明

（英文）Preparation processes and eruptive style transition of large-scale eruptions based on geological and geophysical observations

(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

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

火山

(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

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）

(5) 本課題の5か年の到達目標：

プリニー式噴火に代表される大規模噴火は、噴出物を広範囲に飛散させるため、深刻かつ多様な災害を広域で引き起こす。しかし近代的火山観測網によるVEI4クラス以上の大規模噴火の観測事例は、遠隔で発生した2021年福德岡ノ場噴火を除き国内にはなく、マグマ蓄積などの準備過程や噴火開始後の表面現象とその遷移、それらに関連する物理化学パラメータの解明や想定される災害の種類や規模の評価は不十分である。とくに大規模噴煙を伴う噴火では、噴煙柱形成に続き火砕流や溶岩噴出など、異なる現象に噴火が遷移する場合があります、ハザードの種類も時間とともに変わり得る。このような噴火様式遷移は歴史時代のさまざまな大規模噴火で記録されており、そのメカニズムは主に理論的モデルを基に研究されてきた経緯がある。例えば火道径の増大に伴う噴出率増大やマグマ中の含水量低下などは、噴火様式遷移において重要な役割を担うと考えられる。このような前兆・前駆的現象を含めた噴火に関連する諸現象とその時空間発展の解明および災害の評価には、理論的研究や地球物理観測に加えて、噴出物が持つ情報が大きな制約になる。また、小中規模噴火も含めた噴火履歴を明らかにし、噴火事象系統樹を構築することも重要である。

そこで本課題では以下を目的として研究を進める。過去に大規模噴火の実績がある火山を対象に、地質調査や物質科学的解析、史料データをもとにした噴火推移の再構築、噴出量・噴出率の推定、マグマ溜りの物理化学条件の推定、これらの中長期における変遷を解明する。噴火様式遷移が確認できている大規模噴火については、火砕物の発泡・結晶化組織や粒子物性・空隙構造を層序毎に明らかにし、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマ蓄積条件や上昇過程に関連する物理化学量とその変化を抽出する。とくに富士山については、各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを収集し、噴火履歴を高精度で解明し、これらのデータをもとに噴火事象系統樹をより精緻化する。また、地球物理学的観測データと合わせて、前兆現象や噴火に伴う諸現象の検出および位置特定に関わる手

法を検討する。これらの研究をもとに大規模噴火における事象分岐の要因について考察し、研究火山の事象系統樹へ反映させることを目指す。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

伊豆大島、浅間山、霧島山について、東大地震研が中心となって研究を進める。第2次計画により基礎データが集まりつつある大規模噴火（伊豆大島有史時代噴火、浅間山有史時代噴火、霧島山文暦および享保噴火など）を基軸として、噴火様式遷移を引き起こした要因として可能性があるデータに注目して研究を進める。地質データを拡充し、現象推移の再構築を行うとともに、マグマ蓄積条件やマグマ上昇過程に関わる温度、圧力、含水量、減圧率などのパラメータの変化およびそれらが噴火様式変化に及ぼす影響について火道流モデルを用いた理論的研究も併用し、定量的に明らかにすることを目指す。また、噴火推移については地質記録だけでなく歴史記録、および海外の観測データのある事例も活用し、噴火推移に制約を与えることを試みる。

富士山については富士山科学研究所が中心となって研究を進める。富士山は噴火回数が多く、未だ詳細が明らかになっていない堆積物も多く存在する。そこでトレンチ調査を含む地質調査等を実施し、各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを継続して収集する。同時に、マグマ供給系の解明に向けた研究も実施する。これらの噴火データから噴火履歴を高精度で解明し、その結果をもとに噴火事象系統樹の精緻化に取り組む。地球物理観測については、深部低周波地震のモニタリングを進めるとともに、その発生メカニズムの解明および噴火の予兆としての地殻内流体の移動検出を目的として、多点における重力連続観測を継続する。噴火に伴う諸現象の位置特定については、効果的な空振観測配置を検討し、空振観測データと地震観測データを組み合わせた特定手法を検討する。

・令和6年度 浅間山と霧島では大規模噴火の堆積物の地表踏査・試料採取を行い、地質学的研究を始める。噴出物の年代学的解析、歴史記録の収集・検討も始める。また、これまでの研究を基礎として噴火の推移やマグマ供給系を明らかにするための物質科学的データを取得し、解析に着手する。富士山については、噴火事象系統樹を精緻化するための地質調査およびマグマ供給系解明のための岩石学的データの取得を開始する。地球物理観測について、重力観測を継続、地震観測・空振観測を開始する。

・令和7年度 浅間山と霧島については地質・物質科学的調査・解析を継続し、噴火推移の推定、噴出量、噴出率およびその変化の解明を進める。とくに粒子物性分析と岩石組織分析を組み合わせ、マグマ上昇過程の解明を目指す。海外の地球物理観測のある事例について、物理化学パラメータの整理を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。

・令和8年度 浅間山と霧島については地質・物質科学的調査、解析を継続する。また、年代学的解析、歴史記録の調査を継続する。伊豆大島では有史の大規模噴火（S1以降）の研究に着手し、噴火履歴・推移の解明、物質科学的データの取得と解析を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測では落石や花火等、頻度の見込める事象の観測データの解析から、観測デザインや精度向上に繋げる。低周波地震については波形による分類を進める。重力データ複数年の蓄積データから潮汐パラメータの推定を進める。

・令和9年度 浅間山、霧島、伊豆大島において地質・物質科学的調査、解析を継続する。各火山において、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマの蓄積・移動・上昇の時間スケール、火砕流等の付随現象の時期、噴火の継続時間についても考察する。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測は前年度同様の観測網の改善に取り組む。地震観測についても前年度同様波形の分類を進める。重力観測については潮汐以外の長周期変動成分の解析に着手する。

・令和10年度 これまでの研究を総括し、前兆・前駆的現象を含めた大規模噴火の物理化学パラメータとその推移、付随現象の時期や継続時間など噴火推移のパターン、それを駆動するマグマの蓄積条件等の中長期的時間変化をまとめる。また小中規模噴火の位置付け、大規模噴火の準備過程および噴火発生後の事象分岐の要因について考察し、噴火事象系統樹へ反映させることを目指す。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

大規模噴火を駆動するマグマの蓄積条件や上昇過程およびそれらと地表面現象との対応関係に着目し、大規模噴火における噴火様式遷移の支配要因を明らかにすることを目的とした研究を進めている。

浅間山については、18世紀天明噴火の噴煙柱および火砕流由来の噴出物の粒度・密度・連結空隙率等の物性の分析、鉱物化学組成分析および気泡数密度や気泡サイズ分布等の岩石組織の解析を行った。また、顕微赤外分光計により石基ガラスの含水量を定量し、これらの結果をもとにマグマ溜まり条件（温度、含水量）や噴火時の水収支（脱ガス量）を明確化した上で、マグマ上昇過程と地表面現象との対応関係について考察した。結果として、火砕流由来の噴出物で気泡数密度や石基ガラス含水量が顕著に大きな値を示すこと、すなわちマグマの減圧率が増加し破碎深度が増加した可能性を示した。このことは大規模噴火時の噴火様式遷移が、マグマの減圧率（上昇速度）や上昇過程での脱水プロセス（水収支）に強く影響を受けていることを示す。この結果をまとめ国際誌に投稿、査読・改訂中である（Mizuno et al., in revision）。

また、浅間山16 ka大規模珪長質火砕噴火の一連の活動のうち、2つのプリニー式噴火（YP、YPk）について地質学的、物質科学的研究を進め、それぞれの噴火の推移やマグマ溜まり条件、マグマ上昇過程を明らかにする研究を進めた。火砕物の粒径変化と異質岩片量変化の関係からは、YP噴火では火道壁の破壊と共に噴火強度が減少した一方、YPk噴火では火道径を拡大しながら噴火強度が増していった可能性が示唆された。マグマ蓄積条件はわずかに異なるが、その違いは主に斑晶量とマグマ粘性であり、これらの物理量と噴火推移（火砕流発生の有無等）や粒子物性（密度等）に密接な関係がある可能性を示した。

霧島火山韓国岳16 ka大規模珪長質火砕噴火は、上記の浅間山16 kaプリニー式噴火と噴火の規模（VEI 5クラス）やマグマ組成の点で類似性がある。この韓国岳16 ka噴火の降下軽石堆積物および火砕密度流堆積物の分布、層序、構成物の調査を行い、噴火様式および推移の解明や浅間山16kaプリニー式噴火との比較研究を念頭に置いた地質データの取得を行った。また、複数のユニットから試料を採取し、マグマ供給系解明のための物質科学的データの取得を行った。

富士山については、テフラ層序を精緻化するために、馬伏川岩屑なだれ堆積物、山頂火口周辺の地質調査を実施した。重力観測については、超電導重力計と絶対重力計による3ヶ月程度の並行観測や、多くの参加機関を集めた相対重力計の合同検定観測を実施した。また、低周波地震解析については、DLイベントについて波形のグループ分けを実施した。空振については、火口の即時特定に繋げるための効果的な空振観測デザインを構築中である。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

霧島火山群や浅間山については、大規模噴火を引き起こすマグマ溜まりの蓄積条件や上昇過程、噴火様式遷移（噴煙中から火砕流への遷移）に関係するマグマの減圧率等の物理化学パラメータが明らかになりつつあるが、これらの成果はとくに安山岩質火山における噴火推移パターンや事象分岐条件、マグマシステムをどのように結び付けて活動推移を理解できるのかを示すモデルケースと捉えることができ、課題1 (4) や (5)、課題2 (3) に貢献する。富士山の噴火履歴研究や地球物理観測についても着実な進展が見られ、課題1 (4) や (5) に貢献する成果が得られている。

(8) 令和6年度の成果に関連の深いもので、令和6年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

図子田和典・前野 深, 2024, 浅間16 kaプリニー式噴火の気泡組織と減圧過程, 日本火山学会2024年秋季大会, P39.

前野 深, 2024, 海域での爆発的噴火による表面現象とハザードー国内外の事例比較にもとづく検討ー. 日本地質学会第131年学術大会, T12-O-1.

池永有弥・前野深・安田敦, 2024, 玄武岩質マグマによる伊豆大島の大規模噴火のマグマシステムと火道ダイナミクス. 日本地球惑星科学連合大会, SVC30-P10.

安田裕紀・前野深, 2024, 火口近傍プリニアン降下堆積物の基底に発達するフルートマークに似た侵食

痕. 日本地球惑星科学連合大会, SVC30-P01.

春田悠祐・前野 深・鈴木雄治郎, 2024, 7.3 ka鬼界カルデラ噴火（アカホヤ噴火）におけるカルデラ形成に先行するフェーズ：噴火堆積物と噴煙モデルを用いた解析. 日本地球惑星科学連合大会, SVC31-01.

(9) 令和6年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和7年度実施計画の概要：

浅間山と霧島についてはそれぞれ18世紀、16 kaのプリニー式噴火について地質・物質科学的調査・解析を継続し、マグマ溜まり条件や噴火推移の解明を進める。基礎的な岩石鉱物学的分析を進めるとともに、粒子物性分析と岩石組織分析を組み合わせ、マグマの蓄積・上昇過程の解明を目指す。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化を目指した噴火履歴研究およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の岩石学的研究、活動把握のための地球物理観測を継続する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

前野 深（東京大学地震研究所）, 安田 敦（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉本充宏（富士山科学研究所）, 本多 亮（富士山科学研究所）

(12) 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：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：
e-mail：
URL：<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/>

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前野 深
所属：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター