

(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：

多項目観測データの比較研究に基づく噴火過程の理解とモデル構築

(3) 関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山現象の解明とモデル化

ア. 火山現象の定量化と解明

(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) 火山現象の解明とモデル化

イ. マグマ溜まりと火道内過程のモデル化

2 地震・火山噴火の予測のための研究

(4) 中長期的な火山活動の評価

イ. モニタリングによる火山活動の評価

(5) 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

5 研究を推進するための体制の整備

(2) 総合的研究

工. 桜島大規模火山噴火

オ. 高リスク小規模火山噴火

(5) 総合的研究との関連：

桜島大規模火山噴火

高リスク小規模火山噴火

(6) 平成 30 年度までの関連する研究成果(または観測実績)の概要：

関連する研究課題：「地球物理・地球化学統合多項目観測および比較研究によるマグマ噴火を主体とする火山の定量化とモデル化」

成果： これまでに様々な火山で実施した火口近傍多項目観測により、噴火に至るプロセスや噴火現象そのものに関する多くの知見が得られている。2011年の新燃岳噴火に関しては、マグマ噴出率と微動のパワーの間の比例関係を見出した [1]。火口直上の空中磁気測量により、火口内を埋めたマグマの冷却過程の理解が進んだ [2]。2015年の口永良部噴火においては、火口近傍に設置した地震観測網により、噴火直前の地震活動の変化が捉えられた [3]。浅間山の火口近傍でのガス観測により活動状況と

ガス組成の変化に関する理解が進んだ [4]。このように、多項目観測網による観測と比較研究を実施する素地は十分に備わっている。衛星データの活用や観測技術開発に関しても既に多くに実績がある [3],[5]。マグマに関するアナログ実験もこれまでに多くの重要な成果を得ている [6]。

[1] Ichihara et al., JGR, 121, (2016)

[2] Koyama et al., EPS, 65, 657-666, (2013)

[3] Ohminato et al., JNDS, 38, 85-104, (2017)

[4] Shinohara et al., JVGR, 303, 199-208,(2015)

[5] Kaneko et al., EPS, 70, 1-9, (2018)

[6] Kameda et al., Scientific Reports, 7, (2017)

(7) 本課題の5か年の到達目標 :

これまでの観測研究計画を通じて火山周辺の多項目観測網が徐々に充実し、火山活動に関するデータの蓄積が進んできた。近年では、阿蘇山、霧島新燃岳、浅間山、口永良部島などの噴火時に火口近傍の観測点による重要なデータが得られ、噴火現象の理解が大きく進んだ。しかしながら、個々の火山に関する理解はある程度進んだものの、火山現象の根底にある物理メカニズムの理解はまだ十分とは言えず、火山活動の予測は未だに経験に頼る部分が多い。多くの火山で得られたデータを比較して共通点・相違点を詳細に検討するとともに、実験や理論的考察とも比較することにより、物理メカニズムの理解が進むことで初めて、物理的理解と観測に基づく火山活動の予測が可能となる。

観測点が整備されており火山現象の観測データが豊富である浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島および、最近顕著な活動があった諏訪之瀬島・西之島などを主たる観測研究の対象火山とし、全国連携で多項目観測の継続・拡充を図ると共に、得られたデータの解析を進め比較研究を行う。多項目観測データに基づき、マグマ蓄積およびマグマ上昇等の噴火準備過程、噴火中の火道内プロセス、噴火が終息に向かう噴火過程のそれぞれの段階について、物理過程のモデル化を進める。得られたそれぞれの過程に関するモデル間の関係を把握し、それらを有機的に結合することにより、火山活動推移全体を記述する火山活動推移モデルの構築に資する。

(8) 本課題の5か年計画の概要 :

本計画は、「火口近傍での多項目観測」、「比較研究」、「衛星データの活用」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの柱からなる。その狙いと実施内容は以下の通り。

1 . 火口近傍での多項目観測

数年程度の比較的短い間隔で噴火を繰り返す火山は噴火の全過程にわたるデータが得やすい。また、現在活動中の火山もデータを得る貴重な機会を提供してくれる。これらを踏まえ、本研究では、浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島・西之島などを主たる対象とする。対象とする火山において、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・ガス等の多項目の観測を実施する。また、実施期間中に新たな顕著な火山活動があった場合は観測資源を投入し貴重なデータの獲得を目指す。

2 . 比較研究

観測データを蓄積し、国内外の火山における観測・解析事例との比較研究を進めることにより、マグマの蓄積・上昇等の噴火の準備過程から噴火そのものの物理機構、噴火が終息する条件の理解など、噴火準備段階から終息までを含む火山活動全体像の各段階を記述する物理モデルの構築を目指す。例えば、地震・地殻変動・重力・電磁気・火山ガス観測等を統合的に解析することにより、マグマの蓄積位置、蓄積量、マグマ溜まりから地表へのマグマ上昇経路、マグマ流量を把握し、マグマ供給系のモデル化を進める。また、噴火時の地震・地殻変動・空振データの解析に基づき、噴火時の火道プロセスのモデル化を進める。空中磁気データからはマグマの上昇・下降に伴う山体の温度変化の検出や噴火後のマグマの冷却過程の理解を進める。その際、異なる火山のデータ同士の比較や、文献調査による、国内外の火山活動との比較も進める。

3 . 衛星データの活用

解析およびモデル化にあたっては、InSAR や赤外画像などの衛星データの活用が有効である。次世代 SAR 衛星の打ち上げに伴うデータ量の加速度的増大に備え、SAR データ解析を自動的に行うシステムを開発する。また、SAR で面的に得られる地殻変動場は複雑であり、モデルパラメータの自由度の少ない茂木モデルやダイクモデルでは十分に表現できないことから、地形・複雑な地下構造・複雑な力源の形状などを考慮し、有限要素法などの数値的手法を用いたモデルを開発し、適用する。

衛星赤外画像による東アジア活火山リアルタイム観測・情報発信システムの運用と、噴火データの収集・解析を進め、次世代衛星データへの対応などの高度化を進めるとともに、衛星データを用いた噴火推移の多様性の把握および類型化や火山防災に資する情報発信手法の開発を進める。

4．新たな観測手法の開発

火口近傍は SN が高く良質なデータが得られるが、観測の実施は容易ではない。火口近傍観測に適した観測装置の開発や、飛行体の活用など観測に必要な様々な技術開発も進める必要がある。近傍観測手法としてドローンなどの飛行体を用いた火山観測手法の開発を進める。具体的には、マルチコプターやペイロードの大きい無人ヘリコプターを用いた空中磁気測量、赤外画像撮影、火山ガスサンプリング、GNSS や地震計モジュールの火口近傍設置手法等の開発を進める。

また、観測が困難な火山を対象とする観測技術開発も必要である。そのために、機動型観測装置として、地震計・空振計・ハイドロフォン・カメラなどのセンサーを任意に選択でき、衛星通信により定期的なモニタリングやデータダウンロードも可能とする可搬性の高いパッケージを開発する。陸上観測のみならず海上観測も想定し、機器開発を進める。

5．モデル実験

噴火がさらに成長するのか、あるいは減衰して終わるのかは、噴火中のある瞬間に噴出するマグマ（噴出マグマ）とその後に続いて噴出するマグマ（駆動マグマ）それぞれの性質や、2つのマグマの関係等によって決まると考えられる。従って、マグマ模擬物質を用いた室内実験やモデリングを行い、噴火開始前のマグマ状態の空間分布が駆動マグマと噴出マグマの挙動や噴火推移に与える影響を明らかにする。さらに、噴出物からマグマ挙動の履歴を読み解くためのモデル構築を行う。そして、噴火開始前のマグマ状態の空間分布を推定するための効果的な観測方法の検討や、噴出推移事例の背後にある共通プロセスの理解につなげる。

以下に、各年度ごとの実施内容をまとめる。

令和元年（2019年）

- ・浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島等での火口近傍多項目観測を実施
- ・浅間山についてデータの再解析を進め、他火山との比較研究を実施
- ・SAR データの自動解析システム開発の開始
- ・衛星赤外画像火山観測システムの機能拡張（新衛星への対応）
- ・無人飛行体による空中磁気観測
- ・無人飛行体用観測モジュール開発
- ・難地域観測用観測機器のプロトタイプ作成
- ・マグマのアナログ物質によるモデル実験

令和2年（2020年）

- ・浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島等での火口近傍多項目観測を実施
- ・霧島についてデータの再解析を進め、他火山との比較研究を実施
- ・SAR データの自動解析システム開発の継続
- ・衛星赤外画像火山観測システムの機能拡張（観測域の拡大）
- ・無人飛行体による空中磁気観測、機器設置実験
- ・難地域観測用観測機器のプロトタイプ作成
- ・マグマのアナログ物質によるモデル実験

令和3年（2021年）

- ・浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島等での火口近傍多項目観測を実施

- ・阿蘇についてデータの再解析を進め、他火山との比較研究を実施
- ・ SAR データ解析のための有限要素モデルの開発
- ・衛星赤外画像火山観測システムの解析結果を用いた噴火推移の解析
- ・高飛行高度・高ペイロード型無人ヘリに向けた観測モジュールの開発と改良
- ・難地域観測用観測機器の現場テスト
- ・駆動マグマの推定モデルの構築と効果的な観測手法の検討

令和4年(2022年)

- ・浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島等での火口近傍多項目観測を実施
- ・伊豆大島についてデータの再解析を進め、他火山との比較研究を実施
- ・ SAR データ解析のための有限要素モデルの開発
- ・衛星赤外画像火山観測システムの解析結果を用いた噴火推移の解析
- ・無人飛行体による空中磁気観測結果の解析
- ・難地域観測用観測機器の改良
- ・駆動マグマの推定モデルの構築と効果的な観測手法の検討

令和5年(2023年)

- ・浅間山・霧島・阿蘇・伊豆大島・諏訪之瀬島等での火口近傍多項目観測を実施
- ・諏訪之瀬島についてデータの再解析を進め、他火山との比較研究を実施
- ・ SAR データ解析のための有限要素モデルの開発
- ・衛星赤外画像火山観測システムに Web ベースのシミュレーションシステムを追加
- ・無人飛行体用観測モジュールの設置実験
- ・難地域観測用観測機器の改良と現場テスト
- ・噴火推移事例データの収集調査

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

大湊隆雄、金子隆之、市原美恵、小山崇夫、青木陽介

他機関との共同研究の有無：有

寅丸敦志(九州大学)、杉岡裕子(神戸大学)、中道治久(京大防災研)

大倉敬宏(京大理)、西村太志(東北大学)

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：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：03-5841-5787

e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp

URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

(11) この研究課題(または観測項目)の連絡担当者

氏名：大湊隆雄

所属：東京大学地震研究所