

## (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）多項目観測と解析高度化による火山活動の定量的理解

（英文）Quantitative understanding of volcanic activity through multi-observation and improved analysis

## (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) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

## (4) その他関連する建議の項目：

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 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

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) 本課題の5か年の到達目標：

本課題では、「火口近傍での多項目観測」、「火山活動評価のための解析高度化」、「衛星データ解析手法の高度化」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの項目について、以下に示す計画のもと実施する。

## 1. 火口近傍での多項目観測

比較的短かい間隔で噴火を繰り返す活動的な火山は噴火の全過程にわたるデータが得られるほか、現在活動中もしくは噴火準備過程にある火山は噴火過程やマグマ蓄積過程に関する理解を得る重要なデータを提供してくれる。ここでは、浅間山・霧島・伊豆大島などを対象とし、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・火山ガス等の多項目の観測を実施しデータを取得する。加えて、噴火が発生している桜島を中心に空振計アレー、空中電界変動計、可視・赤外カメラを設置する。噴火発生前後に現れる観測データの特徴を把握し、噴火発生検知のアルゴリズムを構築する。また、周辺の定常観測点の地震・地盤変動データも活用し、火道・マグマ溜まり内と噴煙過程の関連性を調べ、噴火ダイナミクスの理解を得る。また、空中電界変動計による観測例は少ないため、前建議で設置した阿蘇山、霧島、浅間山で継続し、活動の活発化が見られた際は、できるだけ多項目の観測を展開する。浅間山、伊豆大島及び阿蘇において、超伝導重力計、絶対重力計、および相対重力計を用いた精密重力観測を行う。これにより、活動的な火山における重力観測技術を向上させるとともに、マグマの動きに関連した信号をとらえることを目指す。特に感度の高い重力計である超伝導重力計を用いた観測を浅間山で初めて実施し、かつてない高精度での密度変化のモニタリングを試み、火山活動にかかわる地下の物質移動機構の解明に資するデータを取得する。霧島火山では、2008年以降の噴火活動の準備過程を明らかにするため、1980年代から2011までの地震データを整理し、1991年、1992年に新燃岳で発生した微噴火の前から現在の噴火活動に至るまでの地震活動の特徴を明らかにする。

## 2. 火山活動評価のための解析高度化

火山浅部で起きる火山構造的な地震や低周波地震などの活動様式を機械学習などの手法をもとにリアルタイムで把握するとともに、詳細な活動特性を通して現象の発生メカニズムの解明やマグマ供給過

程などの噴火現象につながる過程との関連性についての理解を深めていく。霧島、浅間山、伊豆大島、富士山などを対象領域として、火口近傍の高密度観測で取得されたデータを活用し、高精度な地震の検出及び震源決定、イベント分類を各火山で実施、活動特性の把握を行う。さらに群発地震活動について、地震活動様式や地殻変動データ等をもとに、マグマ性流体との関係などの発生メカニズムの理解を深める。火山深部での深部低周波地震についても、地震検出やメカニズム解推定を通して火山深部でのマグマ供給過程の解明につなげる。非噴火時から噴火や噴火未遂などの長期的な火山活動の推移を、ノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出するSeismic Background Level (SBL)の解析や、地震・空振統合解析手法を発展させ、噴火発生の検知や推移の把握、噴火機構解明に役立てる。

### 3. 衛星データ解析手法の高度化

これまで開発・運用を行ってきたアジア太平洋域のリアルタイム火山観測システム (RealVOLC) の運用を継続しつつ、観測機能の拡張と観測結果を用いた噴火発生機構の解明とモデル化を行い、防災への応用を検討する。観測機能の拡張として、1) AHIの赤外面像を用いた火山灰・火山ガス (二酸化硫黄) の解析システムの開発、2) 国外機関が運用する衛星 (Sentinel-5P/TROPOMI、GEO-KOMPSAT-2B/GEMS等) による二酸化硫黄放出量の解析システムの構築、3) SGLI等を用いた海域火山の変色水モニタリングシステムの開発等を実施する。さらにひまわり9号が2029年度に設計寿命を迎えることから、後継機のデータを用いたモニタリングが継続できるように、現行システムの改良を実施する。上記の運用で得られる観測結果 (熱異常、火山灰噴出量、二酸化硫黄放出量等) を用いて高時間分解能を持つ時系列データを提供し、商用衛星等で観測される高分解能画像 (地上分解能1m以下) や他の観測項目と合わせて、噴火推移の詳細な把握を行う。特に、溶岩ドーム形成やブルカノ式噴火、プリニー式噴火などの熱異常や火山灰・火山ガス放出量が顕著なイベントに対し、噴火推移の詳細な復元と各種観測量による定量的なモデル化を行い、噴火発生機構の解明を目指す。一方TROPOMIなどの人工衛星データの活用には、大規模な噴火を継続しているときは定量が可能であるが、活動度が低下し噴煙規模が下がってきたとき、どのような活動レベルまで推定できるのかが明確になっていない。これは、TROPOMIの解析による定量値が、二酸化硫黄量だけでなく、噴煙の高度、表面 (海面) の状況、大気エアロゾルの分布や雲の状況に大きく左右されるためである。このため、TROPOMIデータの海域火山における非噴火時の二酸化硫黄放出の定量性を把握するため、TROPOMIデータ検証や実測データとの比較が不可欠である。現行建議で確立された定期フェリーを用いた海上からの紫外分光測定による火山ガス (二酸化硫黄) 放出率のモニタリングネットワークによる南西諸島の離島火山の海上からの実測測定データとTROPOMIデータを比較し、海面状況や気象条件などの様々なパラメータを検討することで、二酸化硫黄検出の特性を明確にし、定量性を検証する。

### 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。そのため、ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進め、空中磁気測量等をさらに進める。噴火活動が近いことが予測される伊豆大島や三宅島などでマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。霧島新燃岳では、前回噴火後の冷却過程を捉えるとともに、将来起こりうる噴火活動に備えて磁場変化を測定する。火山活動に伴って山体から放出されるラドン・トロン濃度の時間変化を安定して観測するため、アルファ線スペクトル法による土壌ラドン・トロン濃度の超小型観測装置を開発し、山体に面的に設置して観測を行い火山活動のモニタリングを行うことを試み、火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。伊豆大島・阿蘇山・桜島などで実証観測を行い、火山活動とラドン・トロン濃度比の時間変化を比較する。

### 5. モデル実験

多項目観測データから背景にある物理・化学過程の理解を進めるための室内実験を実施し、現有の火山噴火模擬実験システムを運用改良し、噴火推移や振動メカニズムを明らかにする。

## (6) 本課題の5か年計画の概要：

### 令和6年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。長野県松代に設置されている2台の超伝導重力計の1台 (小型のiGravタイプ) を浅間火山観測所に移設し、連続観測を実施する。松代における超伝導重力計観測も連動させ、可搬型相対重力計による結合や、ローカルな気圧観測アレイの構築などにより、観測精度のさらなる向上を図る。超伝導重力計の検定するために、1年に2回程度 (1回あた

り3日程度)の頻度で、同観測所において絶対重力計による測定を行う。さらにスーパーハイブリッド重力測定を2回程度の頻度で実施する。霧島観測所において1980年～1994年の紙記録として残っている読み取り値と震源データをデジタル化する。また1994年～1999年のWINシステムにより磁気テープに収録された連続データを読み出し、トリガー処理・震源決定を行う。

各火山での観測データを整備するとともに、火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習手法の開発検討を進める。

衛星データ解析による火山灰・火山ガスのモニタリングシステムの試作を進める。過去のフェリーデータを再度点検し、必要があれば再解析を行う。その後、TROPOMIデータと詳細に比較検討し、どのような条件であれば、TROPOMIデータで二酸化硫黄が検出されるのか、海域火山におけるTROPOMIの二酸化硫黄検出特性を明確にする。また同様な作業を新規のフェリーデータにも行う。この際、衛星「ひまわり」の可視画像や赤外画像と合わせつつ検証していく予定である。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進める。1秒サンプリングで7200秒までのスペクトル変化を記録することでラドン濃度とトロン濃度の時間変化と放出率を同時に求めることができる装置を製作する。

#### 令和7～8年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリッド重力測定を実施する。霧島火山での個々の地震イベントとモニター紙記録の波形を紐付けし、可能な限り波形の分類を行う。前年度に得られた読み取りデータを用いて精密相対震源決定法による震源再決定を行い、他の観測データ(主に地殻変動)と比較検討しながら、霧島火山群の噴火準備過程の考察を行う。

火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習アルゴリズムの開発検討を進めるとともに、浅間山、霧島、伊豆大島などを対象に火山性地震検出を実施、群発地震や深部低周波地震の活動特性の検証を進める。各火山におけるSBLと火山活動との関係についても検証を進める。

試作した火山灰・火山ガスモニタリングシステムの評価によるシステムの改善と、変色水モニタリングシステムの試作・改善・実装を進める。過去のフェリーデータの再度点検、再解析を行うとともに、令和8年度はTROPOMIデータとフェリー観測データで独立に活動評価を行い、TROPOMIの活動把握の能力を検証する。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進めるとともに、令和7年度に霧島で、令和8年度に霧島または口永良部島でマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。土壌ラドン・トロン濃度測定装置機能の実証実験を行うため、装置を火山山体に面的に設置する。令和8年度以降は、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

#### 令和9～10年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリッド重力測定を実施する。

火山性地震活動様式やSBL変動と火山活動との関係やその発生原因検証を進めるとともに、開発された手法による自動での火山性地震モニタリングや火山異常検出などの実装につなげる。

衛星データ解析システムの評価・改善を行い、さらに顕著なイベントのあった火山での観測結果にもとづく、噴火推移把握のためのパラメータの抽出・評価を行う。それまでに得られた海域火山でのTROPOMIの二酸化硫黄検出特性の知見を元に、他の海域火山の活動時にどのような活動把握が可能になるか明らかにしていく。

令和10年度に伊豆大島または三宅島でドローン観測を実施し、解析・とりまとめの実施、必要に応じて補充観測を行う。ラドン・トロン濃度観測を継続し、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

また、各年度において多項目観測で観測された現象の物理過程の理解をするための室内実験、モデリングを実施し、背景にある物理・化学過程の理解を進める。

#### (7) 令和6年度の成果の概要：

- ・今年度の成果の概要

### （前計画における成果の概要）

火口近傍の多項目観測により、マグマ蓄積過程や噴火過程の理解が進み、さらに空中電界変動計測により地震計や空振計で確かに検知できていない噴火を検知することが可能となった。絶対重力測定を複数の火山で実施しGNSSデータと組み合わせることにより、長期的な重力増加が検出され地下の圧力ソースをモデリングすることが可能となった。データ解析の高度化を進め、機械学習を用いた火山性地震検出手法やノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出する解析手法を確立させた。噴火等の表面現象に伴う空振をより簡便に精度よく計測するため、空振観測方法を確立し実用化させた。衛星画像解析を進め、GCOM-C（しきさい）SGLI画像の処理とその情報公開システムを完成させ、ひまわり8号の観測と空振・地震等の観測、噴出物の検討結果等を併せ、福岡ノ場2021年噴火やトンガ2022年噴火の解析を進めた。フェリーを用いた海上からの紫外分光測定による火山ガス測定を実施し、口永良部島の測定に加え、南西諸島の諏訪之瀬島、中之島、薩摩硫黄島火山での二酸化硫黄フラックスの繰り返し測定法を確立した。空中磁気測量を伊豆大島・三宅島・霧島火山で実施し、伊豆大島カルデラ、三宅島、霧島火山では、マグマ活動に関連する磁気変化を検出することに成功した。ラドン観測システムの開発及び長期観測を通して、地震に伴うラドン濃度の変動について検出した。

### （今年度の成果の概要）

本研究課題では、新たな観測項目開発を含む多項目観測の実施、解析手法の高度化及び噴火物理過程理解を通して、火山活動予測の高度化を目指している。それを踏まえて実施している、「火口近傍での多項目観測」、「火山活動評価のための解析高度化」、「衛星データ解析手法の高度化」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの項目について、今年度は下記の成果が得られた。

#### 1. 火口近傍での多項目観測

浅間山、霧島、伊豆大島などを対象とし、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・火山ガス等の多項目の観測を継続しデータの取得を行った。浅間山と霧島において空中電界変動観測を実施しデータ取得を進めた。絶対重力観測については小型超伝導重力計iGravを浅間山観測所に設置して観測を開始した（図1）。使用した重力計は、当初予定していたもの（シリアルナンバー028）ではなく、令和6年度に東北大学より東京大学へ移管されたもの（シリアルナンバー003）である。浅間山観測所における設置作業は順調であったが、初期の動作に不安定な部分が見られるため、引き続き調整作業を慎重に進めている。また、これに先立ち、同機を山梨県富士山科学研究所に設置し、約4ヶ月にわたりテスト観測を行った。またデジタル記録として保存されていない過去の火口近傍観測データを解析に活用するため、霧島火山観測所に紙記録として残っている読み取り値と震源データのデジタル化を進めた。さらに2008年霧島新燃岳噴火前の地震カタログの整備を進め、噴火前後のb値の時間変化を明らかにした。空振観測については機動的に空振観測を行うための極小アレイ(Very-Small-Aperture Array)手法を開発してきたが、見かけスローネスが周波数によって大きくなり、信号の到来方向を実際よりも上に推定してしまうという問題があった。これが、アレイ周辺の地形の影響であることを確認するために、有限要素ソフトウェア(COMSOL Multiphysics)を用いた数値計算を実施した。

#### 2. 火山活動評価のための解析高度化

ノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出するSeismic Background Level (SBL)の解析を、草津白根山・伊豆大島・霧島山・および、活発な噴火活動を行っているカムチャッカの火山に対して実施した。草津白根山やカムチャッカのKlyuchevskoy 火山において、SBLの盛衰と他の観測項目が示す火山活動が調和的な事例が確認された（図2）。機械学習を用いた火山性地震タイプについて、自然言語処理などで利用されている、Transformer Encodersを用いた火山性地震分類のためのアーキテクチャ（図3）を開発した。このモデルをもとに、浅間山で過去20年間にわたり整備された火山性地震のカタログ及び観測波形データをもとに、モデルの訓練及びValidationを行った。その結果、従来の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)に基づいた手法と比較して、大幅な性能向上が認められた（表1）。また、PhaseNet (Zhu and Beroza, 2019)によるPhase pickingによる火山性地震検出フレームを霧島火山へのデータに適用し、2024年日向灘地震により誘発された詳細な火山性地震活動の描像が明らかになった。

#### 3. 衛星データ解析手法の高度化

RealVOLCの運用を継続し、アジア太平洋域の火山の熱異常モニタリングを継続した。詳細な検討事例として、西之島の2021年以降の活動をピックアップし、ひまわりおよびしきさいによる赤外画像

とTROPOMIのデータを用いた熱異常・二酸化硫黄放出量の評価を行った(図4)。火山ガスのモニタリングシステム構築のため、GEMSのデータについて浅間山・十勝岳・桜島等の二酸化硫黄放出量の多い火山について解析を実施した。その結果、GEMSは日本域においてはS/N比が悪い事例が多く、二酸化硫黄放出量の準リアルタイム解析にはTROPOMIの使用が好ましいことが分かった。南西諸島の海域離島火山のフェリーによる二酸化硫黄放出率測定フラックスデータの再度確認を行うとともに、現在継続しているフェリー観測の装置の修理を行った。また、この観測手法の社会実装に向けての技術移転についての検討を開始した。該当する火山におけるTROPOMIの二酸化硫黄データを確認した(図5)。

#### 4. 新たな観測手法の開発

今年度の目標である、火山山体に埋設できるラドン同位体比連続測定装置を開発すること、が達成できた(図6)。この装置は市販の装置と同等以上の応答性能を持ちながら、市販品の4倍のスペクトル分解能を実現することでラドン同位体比を連続的に測定して評価でき、1/20での低コストで製作できるという性能を実現した。

#### 5. モデル実験

浅海の噴火において、海中の噴煙が周囲の水を取り込む量は、噴煙の到達高度など、噴火の重要なパラメータに影響を与える。大気中噴煙については多くの理論・実験・数値計算による研究結果があるが、海中噴煙に対しては理解が進んでいない。本研究では、水槽実験によってその効率を推定したところ、大気中の効率よりも一桁小さいことが明らかになった。その値を用いて、福徳岡ノ場およびトンガにおける浅海火山噴火を想定した一次元噴煙シミュレーションを行ったところ、現実的な噴煙挙動を得ることができた。

・「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

1. 火口近傍での多項目観測について、非常に高感度な超伝導重力計を用いた連続観測を実施することにより、活動的火山の地下で起きる微小な密度変化を、重力変化の信号の形でとらえることができる可能性がある。今年度は、浅間火山の中腹に超伝導重力計を設置して観測を開始したところであり、今後蓄積されるデータを解析することにより、この火山の静穏時における重力変化を特徴づける基礎データが得られると期待される。空振アレイ解析に対する地形の影響の評価は、「6(1)イ. 観測・解析技術の開発」である。また、空振の音源位置をより正確に求めることにつながるため、「1(4) 噴火機構の解明とモデル化」に対して観測からの制約を与えることになる。2. 火山活動評価のための解析高度化について、SBL解析による結果は、これまで検出できていなかったゆっくりとしたマグマの上昇による浅部への熱供給を反映していると考えており、その事例研究を重ねることにより、「1(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化」「2(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)」へとつながる。これまで、霧島火山のみで報告されていた現象に対し、新たに2例が付け加わったこと、さらに、反例も見つかったことは、この目的達成に大きな意義を持つと考える。機械学習に基づく火山性地震検出手法開発は、2(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に大きな寄与を果たしており、今後システムの開発を進めていくことにより詳細な火山性地震活動のモニタリングを通じた火山活動予測精度の向上に大きな役割を果たす。3. 衛星データ解析手法の高度化について、フェリーによる火山ガス観測については、これまで蓄積したフェリーによる南西諸島海域離島火山の二酸化硫黄フラックスデータは、これらの火山の活動機構の解明や評価に資する基礎データとなり、建議項目1(4)の目標に不可欠であるとともに、火山活動評価の高度化を通して「災害の軽減に貢献する」内容となっている。4. 新たな観測手法の開発について、ラドン観測の最終目標は、火山山体において複数点のラドン同位体比の連続測定を行うことにより火山の活動推移を評価することである。市販品と同等以上で1/20の低コストで計測装置が作れたことは、複数点計測を容易に実現できることになる。このような面的な観測は火山活動・噴火機構の解明に貢献できると考えている。5. モデル実験について、乱流噴煙が周囲流体を取り込む効率は、噴煙の挙動を決めるもっとも重要なパラメータで、噴煙の到達高度と「噴出率」の関係に影響を与える。そのモデルの見直しを行うことは、「1(4) 噴火機構のモデル化」の一部である。また、「5(5) 大規模火山噴火」の研究にも貢献する。

以上、本研究課題は、多項目観測の拡充、火山活動評価及び衛星データ解析の高度化、観測手法開

発、モデル実験をとおして、噴火機構解明とモデル化、火山活動推移の定量的評価、手法開発につながるものであり、今後研究課題を推進していくことで火山活動予測の高度化につながることを期待される。

(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

Kawai, T., Y. Yukutake, R. Doke, and R. Honda, 2024, Contribution of aseismic slips to earthquake swarms at the Hakone volcano, Earth, Planets and Space, 76(1), 152, doi:10.1186/s40623-024-02098-1, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

Galina, N., Ichihara, M., Yukutake, Y., et al., 2024, Exploration of the seismic background level (SBL) as a precursor of volcanic eruptions: cases of Izu-Oshima and Kirishima complex volcanoes (Japan), ERI-IPGP Workshop, IPGP Paris,

Ichihara, M., and Ozaki, T., 2024, Application of the 1-D plume model to a shallow-sea eruption, ERI-IPGP Workshop, IPGP Paris

小林宰, 市原美恵, 行竹洋平, 野上健治, 寺田暁彦, 2024, 草津白根山（湯釜付近）の2014, 及び2018年の火山活動活発化とSeismic Background Level (SBL)の時間変化, 2024年日本火山学会, P37

鈴木 悠悟・金 垂伊・山崎 眞見・行竹 洋平, 2024, Transformerエンコーダーを用いた火山性地震分類における解釈可能性向上の検証, JPGU 2024

行竹洋平, 2025, 機械学習を活用した火山性地震活動の監視、研究集会「箱根山噴火から10年-水蒸気噴火の前兆把握と防災対応の到達点-」

森俊哉, 2024, 火山ガス観測の進展と火山活動評価：現状と課題, 令和6年度 京都大学防災研究所共同利用一般研究集会 2024WS-06 「火山活動評価研究の現状と今後の展望」

及川・田島, 2024, 新燃岳2008年噴火の以前, 噴火直前及び以後に発生した火山性地震の深度とb値の特徴, 火山学会2024年秋季大会

金子隆之, 2024, 衛星を使った西之島の観測, 西之島の分野横断研究を加速するための研究集会,

森田雅明, 森俊哉, 金子隆之, 2024, TROPOMIによる西之島の二酸化硫黄放出率測定, 西之島の分野横断研究を加速するための研究集会,

金子隆之, 森田雅明, マム・マネル, 安田敦, 2024, ひまわり・GCOM-Cによる西之島2021年から2023年の活動観測, 日本火山学会2024年度秋季大会

(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：

浅間火山においては、重力への降雨の影響が顕著であることが、過去の研究から明らかになっている。そこで、地下水の影響を調べるため、観測所の近傍に浅井戸を設置して、湧水量の観測を開始する。また、超伝導重力計の器械的なドリフトを検定するため、絶対重力測定を実施する。令和6年度デジタル化した読み取りデータ等をもとに1990年代の新燃岳噴火活動に伴う火山性地震活動を明らかにし、2008年以降の火山活動と比較し、霧島火山群の噴火準備過程、噴火過程の考察を行う。火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習アルゴリズムの開発検討を進めるとともに、浅間山、霧島、伊豆大島などを対象に火山性地震検出を進める。フェリー測定したスペクトルデータの解析方法の再検討を行う。また、TROPOMIデータの比較を継続して進めていく。ハイスペックかつローコストなラドン計を開発できたことから、来年度は、大島三原山にある地殻化学実験施設の大島観測点のそば、お

よび山頂付近の地熱地帯など、複数点に観測装置を設置して可能な限り長期の観測を行うとともに、火山活動との関連を評価する。さらに、桜島など活動的な火山においても同様の観測を試みる。2011年・2018年にマグマ噴火を起こした新燃岳において、2011年以降繰り返し無人ヘリ空中磁気測量を行っており、溶岩流出・冷却固化による磁化変化を検出し、2018年噴火で磁化変化のトレンドが変化したことを確認してきた。令和7年度予定の観測では、その後の磁場変動トレンドの変化を求め、2011年噴火後の変化との比較から、2011年・2018年マグマ噴火の相違点を主眼に研究を実施し、今後の推移予測また噴火前兆検出の可能性に資する情報を得ることを目的とする。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

市原 美恵（東京大学地震研究所）,今西 祐一（東京大学地震研究所）,及川 純（東京大学地震研究所）,大湊 隆雄（東京大学地震研究所）,金子 隆之（東京大学地震研究所）,小山 崇夫（東京大学地震研究所）,森田 雅明（東京大学地震研究所）,行竹 洋平（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

角森 史昭（東京大学大学院理学系研究科）,名和 一成（産業技術総合研究所）,西村 太志（東北大学大学院理学研究科）,森 俊哉（東京大学大学院理学系研究科）

(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：

電話：

e-mail：

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：行竹洋平

所属：東京大学地震研究所



図1 浅間火山観測所に設置された小型超伝導重力計iGrav #003

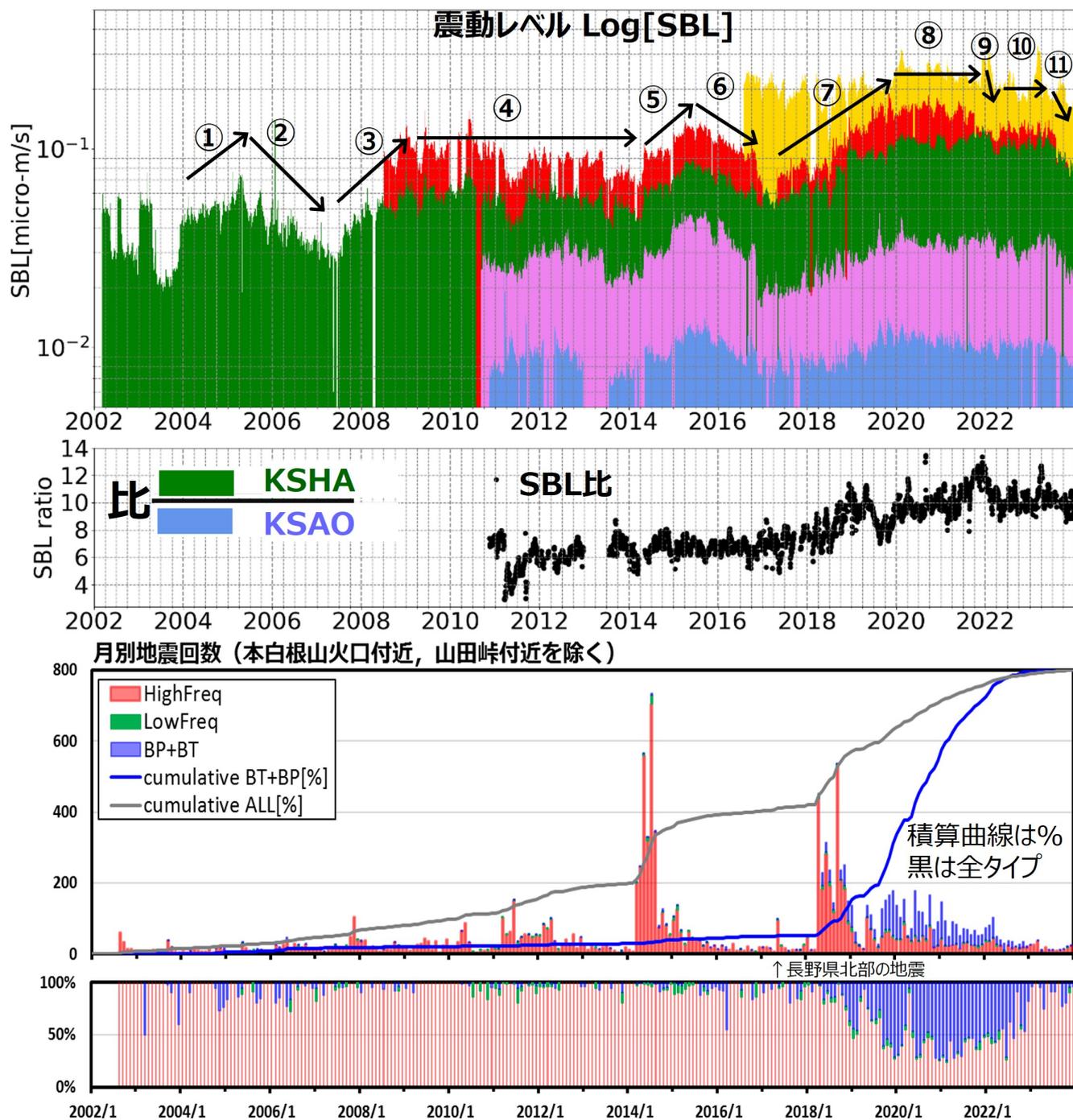


図2 草津白根山（湯釜付近）の観測点におけるSBLの時間変化と地震活動との比較（小林ほか、2024、火山学会）。（上段）草津白根山湯釜付近観測点のSBLの時系列変化。（中段）KSHA観測点とKSAO観測点におけるSBLの比。（下段）草津白根山における火山性地震の時系列変化。

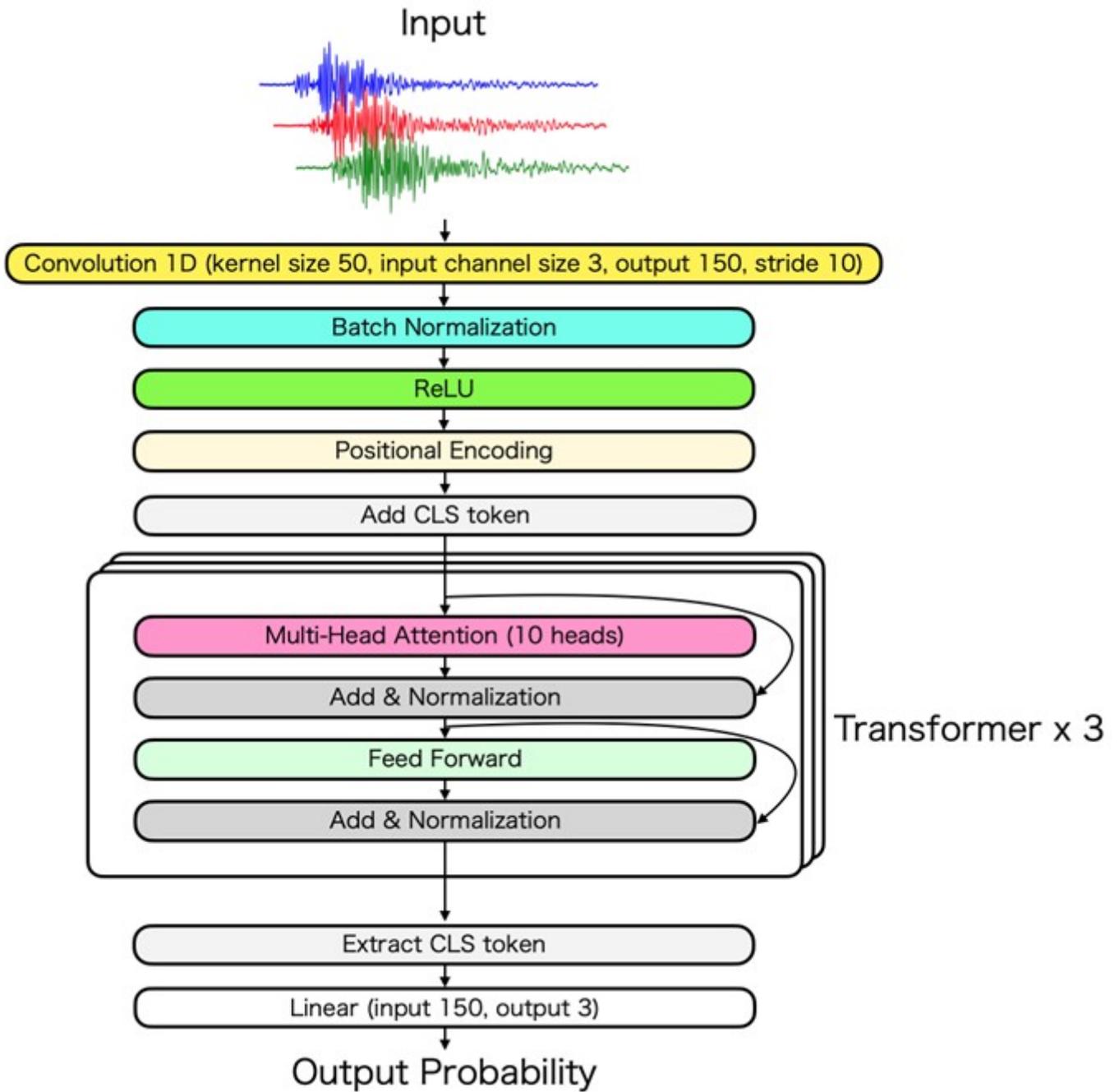


図3 Transformer Encodersを用いた火山性地震分類のためのアーキテクチャ (Suzuki et al., 投稿中)

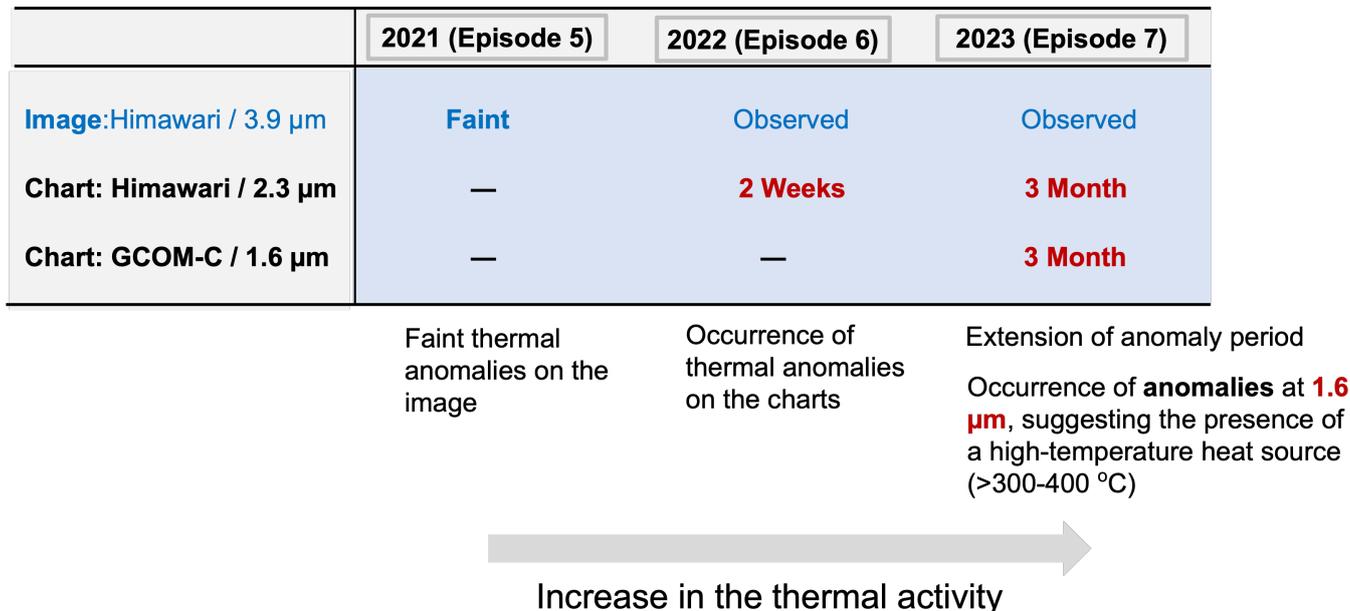


図4 ひまわりおよびしきさいによる、赤外画像とTROPOMIのデータを用いた西之島の2021年以降の熱異常・二酸化硫黄放出量の評価

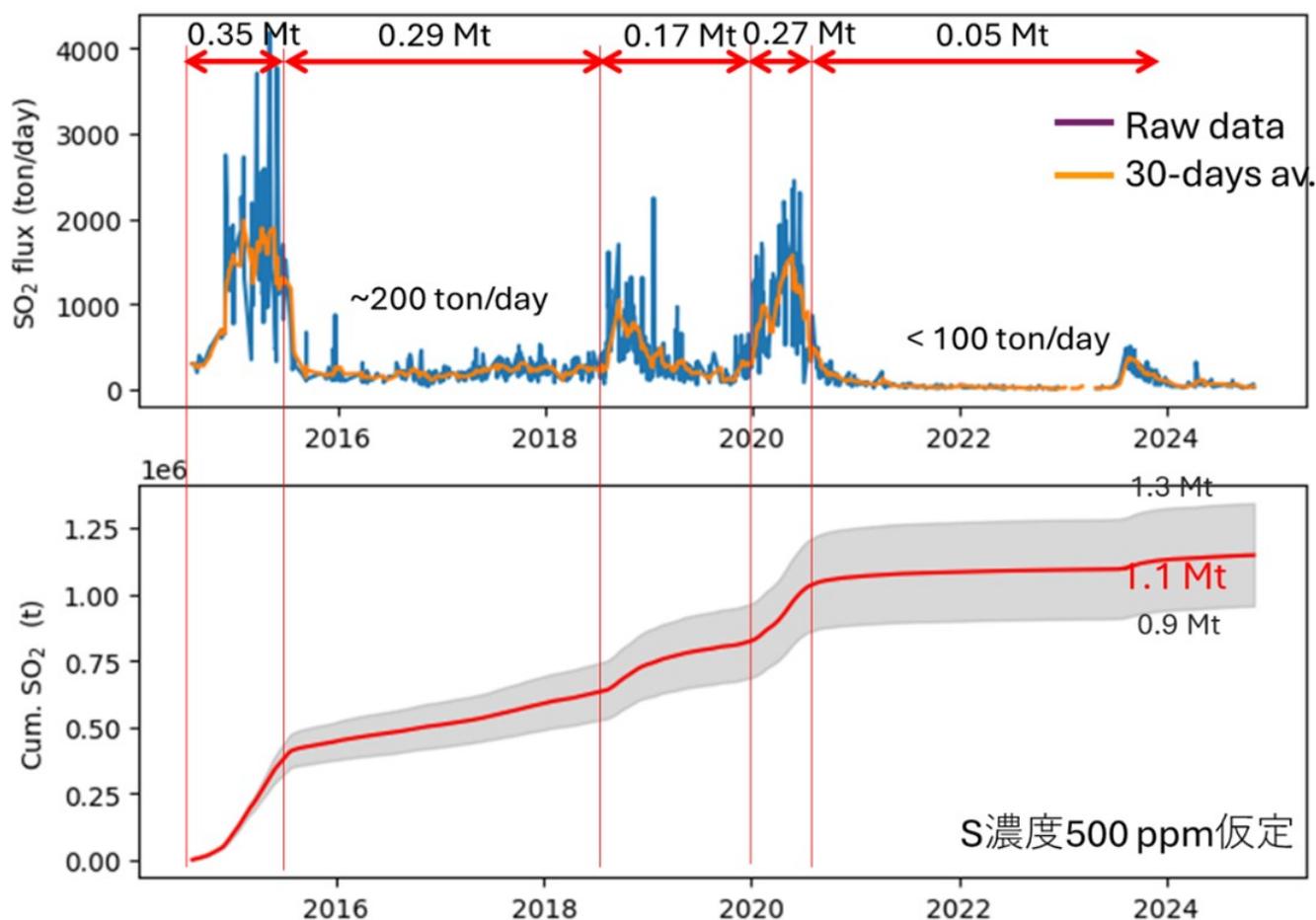


図5 口永良部島2014年8月の噴火以降の一連の活動における二酸化硫黄フラックスと総放出量。

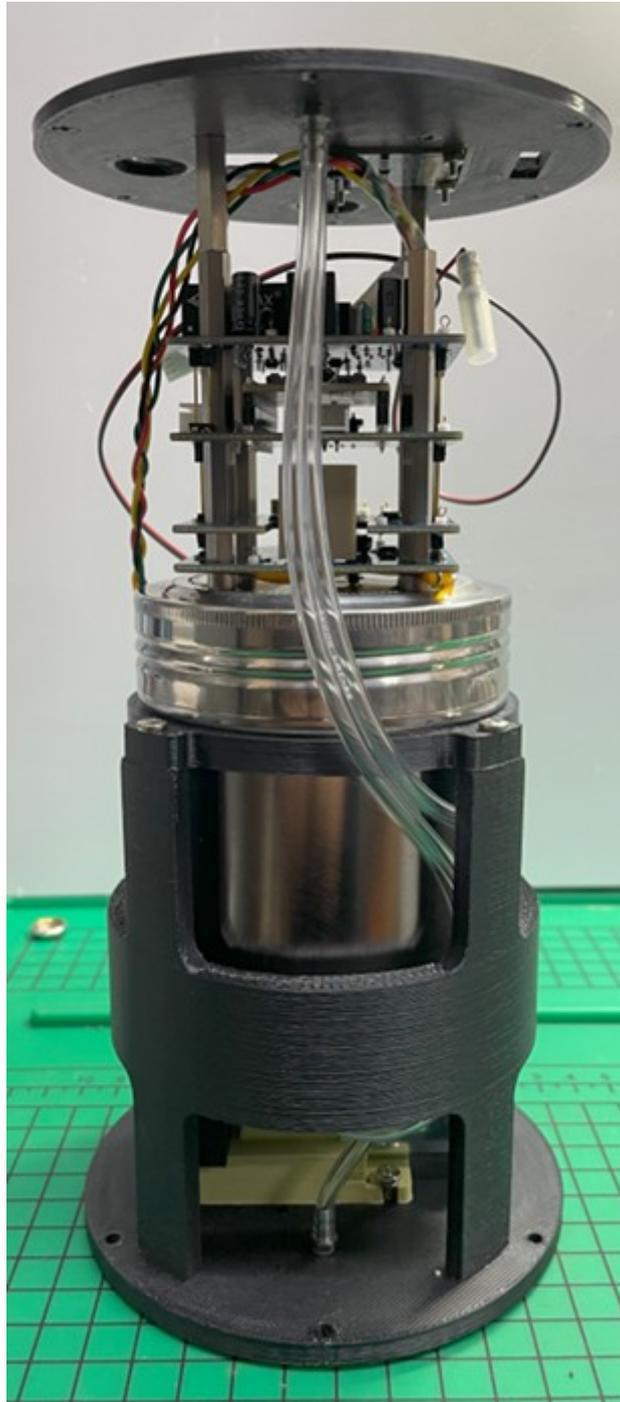


図6 火山山体に埋設可能なラドン同位体比測定装置の構成と外観（外套を外した状態）。

Model	This Study			CNN <sup>a</sup>		
<b>BACC</b>	0.968			0.918		
<b>Event Type</b>	A	B	Noise	A	B	Noise
<b>Precision</b>	0.935	0.975	0.993	0.784	0.962	0.984
<b>Recall</b>	0.984	0.940	0.982	0.977	0.826	0.953
<b>F1 score</b>	0.959	0.957	0.987	0.870	0.889	0.968

表 1 CNN modelとのパフォーマンスの比較 (Suzuki et al., 投稿中)