

## 研究プロフィールシート（中間評価）

研究課題名：B7 火山ガス観測による火山活動監視・予測に関する研究

（副課題1）火山ガス放出量観測に基づく火山活動監視・予測の研究

（副課題2）火山ガス組成観測に基づく火山活動監視・予測の研究

研究期間：平成28年度～32年度

研究代表者：高木朗充（火山研究部）

研究担当者：堀口桂香（H30～）、谷口無我、福井敬一（H30から火山課）、森健彦、長岡優、石井憲介（H30～）、安藤忍（地震津波研究部）、北川隆洋（H29～、火山課）

### 1. 研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

平成26年9月27日に長野・岐阜県境の御嶽山において発生した水蒸気噴火では、火口周辺で多数の死者・負傷者が出るなど甚大な被害が発生した。この戦後最大の人的被害をもたらした噴火災害を踏まえ、火山噴火予知連絡会火山観測体制等に関する検討会から「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告」（平成27年3月）、中央防災会議防災対策実行会議火山防災対策推進ワーキンググループからは「御嶽山噴火を踏まえた今後の火山防災対策の推進について（報告）」（平成27年3月26日）という提言が出された。これらの中で、気象庁に対し、「水蒸気噴火を繰り返してきた火山の噴火の兆候をより早期に把握するための技術の開発を行うこと」、「火山ガス成分観測について技術開発を行うべき」とされた。

これらの報告を受け、気象庁では、御嶽山をはじめ水蒸気噴火が繰り返し発生している吾妻山、草津白根山などの火山に、多成分の火山ガスを連続観測する装置の整備を進めた。気象研究所はこれらの装置を活用した火山監視のための観測手法を確立するとともに、さらに水蒸気噴火の前兆をより早期に把握するための技術開発を進める必要がある。

（学術的背景・意義）

水蒸気噴火の先行現象の規模は小さく、地殻変動など地球物理的な観測項目では、その変動が現れるのは火口付近など狭い領域に限られる場合が多く、前兆的变化を捉えにくい。そのため、地磁気観測や火山ガス観測も含めた複合的な監視が有効である。特に、マグマや熱水から地表に到達する火山ガスの組成や放出量に前兆的な変化が現れた事例は多い。例えば、草津白根山の1976年水蒸気噴火の場合、地震活動に有意な変化は認められなかったが、噴火の1カ月程前に山頂および山腹の火山ガス組成が変化するなど明瞭な変化が現れ、事前に火山活動の高まりと、異常があるならば水釜火口であろうと予測された。この事例のように、水蒸気噴火の前兆を捉えるには火口

付近での地殻変動観測などとともに、火山ガス組成の観測など地球化学的手法が有望である。また、有珠山 2000 年噴火では地震活動は噴火直前にしか活発化しなかったが、土壌ガス (CO<sub>2</sub>) 放出量には数か月前に変化が現れており、マグマが関与する噴火においても、火山ガスなどの地球化学的観測によって早期に前兆を捉えることができる可能性がある。

従来、気象庁では、地震観測や地殻変動観測など地球物理学的な手法を中心に火山活動の監視・評価を行ってきたが、地球化学的な観測は必ずしも十分行われてこなかった。地球化学的な観測は無人連続観測が困難であったことが理由の一つである。しかし、近年、商用電源がない地域でも火山ガスの連続観測が可能になりつつあり、このような技術を活用した火山活動監視の実用化が可能となっている。

地殻変動や地震などの地球物理学的な現象はマグマや熱水の動きや山体への力学的作用に基づいて発生する。一方、火山ガスはマグマや熱水系の温度や圧力の変化に結びついて変化し、地球物理的観測データとはまったく異なる情報を与えてくれる。このため、両者を組み合わせて解析を行い、融合的に解釈することが、火山活動の理解を進めるために必要であり、火山活動評価・予測の高精度化に結びつく。

(気象業務での意義)

気象庁は、御嶽山、吾妻山、草津白根山などにおいて整備を進めている多成分火山ガス連続観測装置によって火山活動監視を行うとともに、さらに早期に前兆をとらえることを目指している。そのためには、本研究によって、これらの装置による観測手法を確立し、観測されたデータをより適切に解析するための技術開発が必要である。一方、火山ガス組成の微細な変動を捉えるためには、火山の現場(噴気孔)で火山ガスを採取し実験室に持ち帰り、その組成を精密に分析することも必要であり、各地の火山監視・情報センター等とも連携して技術開発に取り組む必要がある。

また、噴火の前兆や火山活動の変化は火山ガス組成のみならず火山ガス放出量にも現れるが、現状では火山ガス放出量の観測はリモートセンシング手法により人手を介して日中のみに行われている。夜間も含め自動連続観測が可能な火山ガス観測手法の開発によって、気象庁火山業務の 24 時間連続監視体制に取り込むことができる。

## 2. 研究の目的

(全体)

気象庁の噴火予警報業務の改善に資するために、火山ガスの観測によって水蒸気噴火など火山噴火の前兆を早期に把握する監視手法を開発し、火山活動予測の高度化を図る。

(副課題 1) 火山ガス放出量観測に基づく火山活動監視・予測の研究

火山ガスの放出量観測により、火山活動を監視し活動度を評価することが可能な手法を開発する。

(副課題 2) 火山ガス組成観測に基づく火山活動監視・予測の研究

火山ガス組成の微細な変化の把握によりガス組成変動機構を明らかにし、火山活動監視・予測技術の高度化を図る。

### 3. 研究の目標

#### (全体)

火山ガスによる昼夜連続監視が可能な観測手法を開発するとともに、火山ガス組成の精密分析などによる火山ガス放出機構のモデル化を進めることで、化学的手法に基づく火山活動監視・予測手法を確立する。

#### (副課題1) 火山ガス放出量観測に基づく火山活動監視・予測の研究

火山ガス放出量を昼夜連続監視可能な土壌ガス観測手法を開発するとともに、既存の火山ガス放出量観測データや地殻変動データなど多項目の観測データを組み合わせた解析によって火山ガス放出変動機構をモデル化し、火山活動監視・予測の改善を図る。

#### (副課題2) 火山ガス組成観測に基づく火山活動監視・予測の研究

火山ガス組成の連続観測と精密分析によって水蒸気噴火などの微細な前兆変動を検出するとともに、ガス組成変動機構のモデル化を行い、副課題1の成果と合わせ火山活動監視・予測技術の高度化を図る。

### 4. 研究の現状

#### (1) 進捗状況

土壌ガスの面的観測は吾妻山を含む複数の火山で繰り返し実施されたが、吾妻山の土壌ガスの連続観測は開始がやや遅れたためデータの蓄積が少なく、本格的な解析に至っていない。このため土壌ガス放出量観測から火山活動を評価する技術の研究はこれから本格的に行われる予定である。二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)放出量の観測では、西之島の火山活動に恵まれ、評価に資する貴重な観測データが取得できた。

火山ガスや熱水の化学分析は、分析装置が整備され稼働を始めた平成29年度から可能となった。霧島山新燃岳や硫黄山で興味深い分析結果を得られたほか、他火山でもデータの蓄積を進めているところである。

#### (2) これまで得られた成果の概要

##### (全体)

火山の化学的研究を行う機関の少ない中、気象研究所における全く新たな分野の研究としてスタートし、以下のような火山ガスの量的な観測・解析や組成の精密な分析による研究を立ち上げた。

吾妻山において土壌ガスの面的観測を実施し、二酸化炭素放出率が高い領域を把握し、その領域に観測装置を設営し連続観測を開始した。噴火活動が断続的に続く西之島においてSO<sub>2</sub>放出率観測を実施し、噴火活動期と噴火休止期の放出率の有無等を明らかにし、休止期であっても放出率が少ないながらもある場合には噴火活動の再開の可能性があることを示した。

ガスクロマトグラフ、イオンクロマトグラフ、原子発光分析装置等を設置・調整し、湿式分析が可能となる化学実験室環境を整備した。霧島山硫黄山、新燃岳、西之島等で採取した試料から、火山活動評価に資すべき分析結果を得た。また活動的火山等における火山ガスや火山灰、温泉水等の採取を機動的に実施した。

#### (副課題1) 火山ガス放出量観測に基づく火山活動監視・予測の研究

- ・海洋気象観測船の協力により、噴火活動を断続的に続ける小笠原諸島の西之島において、小型紫外分光計を用いた火山ガスの放出量の観測を継続した。SO<sub>2</sub>放出率を2015年以降のべ6回観測した結果、噴火活動期には400～500トン/日以上活発な放出活動を示していることがわかった。2016年6月の噴火休止期の観測では検知限界以下であったが、2018年5月の噴火休止期の観測では少ないながら130トン/日が観測され、この観測の約1か月後には噴火が再開した。このことから、噴火休止期においてもSO<sub>2</sub>放出率を把握することが、噴火再開の可能性を評価する有効な手段であることを確認した。

箱根山においても神奈川県温泉地学研究所と共同でSO<sub>2</sub>放出率の観測を実施し、2015年噴火後も二酸化硫黄の放出が継続していることを確認した。

また、2018年12月には、海洋気象観測船の協力により、硫黄島（沖縄県）でSO<sub>2</sub>放出率の観測を実施する予定である。

- ・2017年より土壌ガス（二酸化炭素、硫化水素）連続観測装置を吾妻山大穴火孔南方に設置し、観測を開始した。冬期においてもデータを連続的に取得することができることを確認した。

また、吾妻山、伊豆大島で土壌ガス（二酸化炭素）の面的観測を毎年1回以上実施し、空間分布と時間変化に関する研究のためのデータを取得した。伊豆大島では三原山火口原の一部で、吾妻山では大穴火口周辺の他、南側山腹に放出率が高い領域があることがわかった。この他、箱根山、草津白根山、高原山でも実施し、2018年10月には三宅島で観測が可能な基礎調査を実施する予定である。

- ・SO<sub>2</sub>放出率の連続観測化へ向けた取り組みの一環として、噴煙の一部分の濃度からSO<sub>2</sub>放出率の見積もりが可能かどうかの実証実験を諏訪之瀬島にて実施した。火山活動の変化によって生じる桁オーダーの放出率の違いは見積もることが可能であることが得られたが、より誤差を少なくするためには、より高度な噴煙拡散モデルとの融合が必要であることがわかった。

- ・地球観測衛星搭載光学センサーデータを用いて西之島の噴煙活動（放熱率、水蒸気（H<sub>2</sub>O）放出率）を評価した。2014年夏頃に低下し、2015年12月には噴煙は見られなくなった。また、2015年6～7月に見積もられたH<sub>2</sub>O放出率（2,800トン/日）と小型紫外分光計によるSO<sub>2</sub>放出率（900トン/日）からH<sub>2</sub>O/SO<sub>2</sub>重量比は約3と見積もられた。西之島と同程度あるいはそれより多量のマグマが関与したと考えられている三宅島の2000年以降の大規模脱ガス時のH<sub>2</sub>O/SO<sub>2</sub>重量比と同程度であることを示した。

#### （副課題2）火山ガス組成観測に基づく火山活動監視・予測の研究

- ・火山化学実験室にガスクロマトグラフ、イオンクロマトグラフ、原子発光分析装置等を設置し調整するとともに、湿式分析環境を整備した。
- ・気象庁の火山官署が20世紀に実施していた約45年分の火山ガス現地観測データを整理した。その結果、吾妻山では1977年噴火の前年にCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>Sの成分比が数多くの噴気孔で増大していたことを明らかにし、火山ガスの組成観測が活動評価に有効であったことを示した。
- ・機動観測用多成分火山ガス観測装置を用い、九重山、西之島や樽前山において、

可搬型の多成分火山ガス装置を用いた観測を行い、直接火山ガス採取による分析値との比較検討に着手した。また、これらのうち九重山では、気象庁が多成分火山ガス連続観測装置を設置しており、火山ガス組成比を精密に評価するための解析に着手した。

- ・霧島山（硫黄山）、箱根山、吾妻山、硫黄島、草津白根山、高原山、雌阿寒岳、アトサヌプリ、十勝岳、樽前山、焼岳、御嶽山において火山ガスを採取して化学組成の分析を実施した。このうち、気象庁が整備した御嶽山の火山ガス連続観測装置で得られた組成比が2つのグループに分かれている点に着目し、その原因が異なる二つの火口（1979年噴火と2014年噴火）由来であるという仮説を立て、現地で採取した火山ガスを分析したところ、その仮説が概ね正しいことを確認した。
- ・西之島と霧島山（新燃岳）では、採取した火山灰から水溶性火山ガスの付着成分の分析を実施した。西之島では、塩化物イオンと硫酸イオンのモル比 ( $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ ) が 2.0 と高く、高温の火山ガスが関与していることがわかった。また、2017年10月に噴火した霧島山(新燃岳)では、11～14日に採取した火山灰の分析では  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ モル比は 0.31～0.40 であったが、15、16日の火山灰の分析では 0.055、0.022 と漸減したことがわかった。この直後に噴火活動は停止したことから、これらの変化は噴火活動の低下の可能性をあらかじめ示していたものと思われる。この分析結果は噴火警戒レベルの引き下げの判断の一助となった。
- ・霧島山（硫黄山）、草津白根山、蔵王山、硫黄島では、火口湖水や熱水に溶存する火山ガス起源物質の分析を実施した。霧島山（硫黄山）では、 $\text{Cl}^-$ と  $\text{SO}_4^{2-}$  から計算される  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ モル比が2017年4～5月にかけて上昇し6月末にかけて減少する時間変化を明らかにし、地震活動等の推移と連動していることを示した。
- ・霧島山（硫黄山）、箱根山、吾妻山、高原山、アトサヌプリ、雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、焼岳、御嶽山、伊豆大島、九重山、雲仙岳において火山ガスを採取するとともに化学組成および水素・酸素安定同位体比の分析を実施した。

### (3) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

- ・火山活動と火山ガス放出量の関連に関する研究において、地上からの観測データその他、ひまわり8号などの衛星による観測データからも定量的な監視に活用する予定であったが、当面は検出できたかどうかの情報活用までに留めることとした。（理由：衛星では規模の大きな噴火時にしか検知できない。できたとしてもそれを定量的に検証するためのグランドツルースが必ずしも取得できるとは限らない。このため、定量的な監視技術の開発は時期尚早と考える。）
- ・他機関との共同研究等や外部資金の研究計画への参画が新たに増え、これらと有効に共同観測をすること可能となった。
- ・外部資金の獲得により、活発化した火山等への観測出張を機動的に行い、データを取得することが可能となった。

### (4) 成果の他の研究への波及状況

火山ガスの放出量活動や組成変化の推移は、地震、地殻変動や温度の物理観測と密接な関係があることが、いっそう明確になってきている。火山活動評価研究の高

度化を行うには、地球物理観測から火山活動評価研究を実施する重点研究 B5 課題と密接な関係があり、研究の進展には相互に重要な情報の共有が必要である。また、実際に一部の観測研究は共同で実施している。

#### (5) 事前評価の結果の研究への反映状況

(平成 27 年度事前評価の総合所見結果から)

- ・経験則だけからの噴火予測は、その信頼性に欠けるため、適切なモデル化による予測の信頼性向上が欠かせない。このため、研究計画に基づきしっかりとモデル化まで頑張ってもらいたい。

→火山ガスのモデル化は極めて困難な課題であり、一足跳びに実現できるものではないが、その実現のためにはまずデータと事象を着実に積み上げ、物理観測のデータも含めた現象の理解を深める研究を進める予定である。

- ・長期間にわたって多くの観測データを蓄積する必要があるため、観測体制を継続的に維持し、適宜高度化していく必要がある。

→分析や解析が可能な現実的なサンプリングや観測を再検討し、研究を着実に進められる観測体制を維持するよう努力していく。

- ・火山における地球化学的な手法は、これまで大学などで細々と研究されていた実績があるので、これら機関と上手に連携しながら研究を進めてほしい。

→東海大学と火山ガスに関する共同研究契約を締結して進めるとともに、次世代火山研究プロジェクト、東京大学地震研究所共同研究等において、他機関と連携して進めている。

- ・研究の進展に応じて、研究計画を見直すことが必要になると考えられる。必要に応じて柔軟に研究計画を見直しながら成果を上げていただきたい。

→取り組む項目に対してマンパワーが足りないところがあるため、今後、重点的に取り組む観測研究を設定し、それ以外は見直す可能性がある。

### 5. 今後の研究の進め方

現計画では、火山活動監視・予測の研究のために、火山ガス放出量観測に基づく手法と火山ガス組成観測に基づく手法の副課題を設定している。しかし、火山ガスによる火山活動監視・予測のためには、火山ガス活動のモデル化が将来的に必要なようになる。そのため、化学分析に基づく火山活動の理解の研究を行いつつ、火山ガス活動のモニタリングに関する研究の 2 本の柱として進めていきたい。

### 6. 自己点検

#### (1) 到達目標に対する進捗度

吾妻山の土壌ガスの連続観測は開始がやや遅れたためデータの蓄積が少なく、本格的な解析に至っていない。このため土壌ガス放出量観測から火山活動を評価する技術確立の研究はこれから本格的に行われる予定である。

また、火山ガスや熱水の地球化学的分析が可能な分析装置類が整備され、稼働を始めたのは平成 29 年度以降であり、現在は蓄積したサンプルの分析途中であるが、霧島山新燃岳や硫黄山の噴火等の活動を評価することが可能な興味深い分析結果

を得られており、概ね計画通りに進捗した。

## (2) 到達目標の設定の妥当性

本計画は、全く新たな分野の研究としてスタートしたことから、まずは研究対象となるデータの蓄積が重要である。また、取得した観測データやサンプルを解析・分析して進める研究であるので、噴火等の火山活動に依存する。幸いいくつかの火山が活発化して貴重なデータを取得できたものの、火山ガス変動機構のモデル化を行うには、化学分析等に基づく火山活動のよりいっそうの理解と、さらなる事象とデータの蓄積が必要であることが認識された。このため、火山ガス変動機構のモデル化を本5か年の目標に据えることはあまり妥当ではなかったと考える。

また、脱ガス機構のモデル化については、個別の火山の事例としては既往研究(例えば三宅島 2000 年噴火)において提案されてはいるが、火山全般に通用するような脱ガス機構のモデル化は、化学分析等に基づいて理解されるべき火山ガス変動機構のモデル化もふまえて研究がなされるべきものである。よって、個別火山の事例研究程度は達成の可能性があるものの、本格的なモデル化については、本5か年の目標に据えることは時期尚早であり、より長期的な到達目標であると考ええる。

## (3) 研究の効率性(実施体制、研究手法等)について

東海大学との共同研究「火山ガス等の化学的手法と物理観測データに基づく火山活動評価研究」、神奈川県温泉地学研究所との共同研究「箱根山における多項目観測データを活用した総合的火山活動評価に関する研究」、東京大学地震研究所共同利用研究「地球化学的観測手法を用いた箱根山等における熱水系の構造解明、地震活動評価、および火山ガスの化学的連続観測技術の高度化」、京都大学防災研究所一般共同研究「二酸化硫黄放出率の自動計測化へ向けた実証実験」を利用し、各研究機関との連携を図り、効率的に研究を推進してきた。

## (4) 成果の施策への活用・学術的意義

霧島山新燃岳、硫黄山、および西之島などについての観測・解析の結果は、速やかに気象庁火山課や火山噴火予知連絡会に報告しており、火山監視、火山活動評価に利用されている。とくに、霧島山新燃岳の 2017 年噴火の火山灰に付着した水溶性成分の分析結果は噴火警戒レベルの引き下げの判断の一助となった。

## (5) 総合評価

土壌ガス連続観測装置による観測を開始し、また、実験室に化学分析が可能な装置を整備し、データ蓄積と分析による成果が期待できるようになった。すでに、一部の火山の噴火活動に伴うデータを取得し、火山活動評価に利用されるなどの成果もあった。今後は、火山ガス活動の理解をいっそう深める研究を進め、水蒸気噴火など火山噴火の前兆や推移を早期に把握する監視技術を高度化していくことが期待できる。

本研究課題は気象研究所としては初めて取り組む分野であり、中間評価を行う時点の2年半では実験室や観測機器の整備、研究環境の整理等に多く費やされたものの、一定の成果があり目標の一部は達成されつつある。たとえば、噴火活動中の火山灰の水溶性付着成分の化学組成の変化が、噴火活動の評価に効果的であり、地殻変動の推移とも関係があったことがわかりつつある。このような成果も踏まえ、火

山の噴火の前兆や噴火後の活動推移を把握する監視技術の高度化には、地球物理観測との共同作業が重要であるという認識が深まった。

今後については、平成 31 年度より次期計画に基づく研究課題が火山分野全体で 1 課題始まる予定であり、上述の知見も踏まえると、本研究課題を次期計画に基づく研究課題の副課題として位置付けて、火山分野全体として一体的に研究を推進していくこととしたい。

## 7. 参考資料

### 7.1 研究成果リスト

#### (1) 査読論文：

1. Terada, A., Y. Morita, T. Hashimoto, T. Mori, T. Ohba, M. Yaguchi, and W. Kanda, 2018: Water sampling using a drone at Yugama crater lake, Kusatsu-Shirane volcano, Japan. *Earth, Planets and Space*, 70, 64.
2. Yaguchi, M., Y. Muramatsu, H. Chiba, F. Okumura, and T. Ohba, 2016: The origin and hydrochemistry of deep well waters from the northern foot of Mt. Fuji, central Japan. *Geochemical Journal*, 50, 227-239.
4. 村松容一, 谷口無我, 千葉仁, 奥村文章, 大場武, 2016: 糸魚川—静岡構造線南部およびその東域における高塩化物泉の成因—中央構造線に分布する鹿塩高塩化物泉の成因の類似性—. *温泉科学*.
5. 村松容一, 谷口無我, 大場武, 2016: 関東平野北部における温泉の水質および安定同位体比とその地質鉱物学的解釈. *温泉科学*, 66, 4-20.
6. 高木朗充, 谷口正実, 太田健治, 上田義浩, 松末伸一, 小窪則夫, 2018: 1950 年代から 2001 年までの気象庁のガス検知管法による火山ガス成分観測データの調査と解析. *験震時報* (投稿中) .
7. Yaguchi, M., T. Ohba, M. Sago, and A. Sekimoto, The Source of the Volcanic Ash during the 2015 Small Phreatic Eruption at Hakone Volcano, Central Japan, *Geochemical Journal* (投稿中) .

#### (2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説等)：

1. 大場武, 西野佳奈, 沼波望, 谷口無我, 2018: 草津白根山噴気の化学組成・安定同位体比 (2014 年 7 月~2017 年 4 月). *火山噴火予知連絡会会報*, 127, 71-77.
2. 谷口無我, 高木朗充, 大場武, 小窪則夫, 満永大輔, 稲葉博明, 山部美則, 池亀孝光, 河野太亮, 小枝智幸, 林幹太, 渡辺茂, 古田仁康, 山本光成, 2018: 霧島山硫黄山周辺の温泉水の化学組成 (2017 年 1-6 月). *火山噴火予知連絡会会報*, 127, 308-310.
3. 高木朗充, 2018: 観測船による西之島の噴火活動 (2017 年 5 月). *火山噴火予知連絡会会報*, 127, 183-188.
4. 大場武, 西野佳奈, 沼波望, 谷口無我, 高木朗充, 篠原宏志, 風早竜之介, 2018: 霧島硫黄山で採取した噴気の化学組成・安定同位体比 (2015 年 12 月~2017 年 11 月). *火山噴火予知連絡会会報*, 128, 335-342.
5. 谷口無我, 高木朗充, 大場武, 小窪則夫, 満永大輔, 稲葉博明, 山部美則, 池亀孝光, 河野太亮, 小枝智幸, 林幹太, 渡辺茂, 古田仁康, 山本光成, 角野浩史, 川名華織, 秋山良秀, 2018: 霧島山硫黄山周辺の温泉水の化学組成 (2016 年 8 月-2017 年 11 月). *火山噴火予知連絡会会報*, 128,

329-332.

6. 谷口無我, 福岡管区気象台, 鹿児島地方気象台, 2018: 霧島山新燃岳 2017 年 10 月噴火火山灰の水溶性付着成分. 火山噴火予知連絡会会報, 128, 327-328.
7. 長岡優, 2017: 西之島の二酸化硫黄放出量観測. 気象研究所技術報告, 78, 53-58.
8. 橋本武志, 長谷川健, 小園誠史, 萬年一剛, 中道治久, 隅田まり, 鈴木由希, 田島靖久, 高木朗充, 田中良, 上澤真平, 山田大志, 2017: IAVCEI (国際火山学地球内部化学協会) 2017 年大会参加報告. 火山, 62, 189-196.
9. 福井敬一, 2017: 衛星搭載光学センサーを用いた西之島火山における噴煙活動評価. 気象研究所技術報告, 78, 11-22.
10. 高木朗充, 長岡優, 福井敬一, 安藤忍, 木村一洋, 土山博昭, 2017: 2013-2015 年西之島噴火のモニタリングに関する研究. 気象研究所技術報告, 78, 1-72.
11. 山里平, 石原和弘, 2016: 火山防災・減災の仕組みと防災情報. 地盤工学会誌, 703, 76-83.
12. 山里平, 2016: 火山噴火ーそのメカニズムと減災. 気象年鑑 2016 年版, 1-23.

### (3) 学会等発表

#### ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等:

・国内の会議・学会等:

1. 角野浩史, 川名華織, 山根康平, 秋山良秀, 大場武, 谷口無我, 寺田 暁彦, Helium isotope ratios of fumaroles and hot-spring gases at Kusatsu-Shirane volcano, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
2. J. Okada, Integrated analysis of GNSS data for volcano surveillances in Tohoku region, Japan, JpGU meeting 2017, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
3. Ohba, T., Yaguchi, M. and Daita, Y., Volcanic Gas at Mt Hakone, Japan, Goldschmidt 2016, 2016 年 6 月, 神奈川県横浜市
4. Wirmvem, M. J., Ohba, T., Kamtchuengm, B. T., Fantong, W. Y., Yaguchi, M., Mimba, E. M., Bafon, T. G., Takem, G. E. and Ako, A. A., Hydrochemical and isotopic composition of groundwater in Douala, Cameroon: Effect of recharge and waste water on water contamination, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
5. 高木朗充, 谷口正実, 太田健治, 上田義浩, 松末伸一, 小窪則夫, 気象庁で行われていた検知管法による火山ガス観測のとりまとめ 吾妻山の事例等, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市
6. 大場武, 西野佳奈, 谷口 無我, 霧島硫黄山の火山ガスについて, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
7. 大場武, 西野佳奈, 沼波望, 谷口無我, 2018 年本白根山噴火の原因について, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市

8. 森健彦, 通山尚史, 赤穂大河, 松末伸一, 気象庁鹿児島地方気象台, 気象庁福岡管区気象台, 霧島火山における 2017 年 7 月以降の火山活動の推移, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
9. 森健彦, 篠原英一郎, 菅井明, 満永大輔, 橋本明弘, 山本圭吾, 移流拡散モデルを用いた二酸化硫黄放出率の推定, 平成 29 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2018 年 2 月, 京都府宇治市
10. 山里平, 気象庁における噴火警戒レベル判定基準の現状, 事象分岐・確率に関する勉強会, 2017 年 12 月, 東京都文京区
11. 高木朗充, 長岡優, 谷口無我, 気象庁海洋気象観測船「啓風丸」で観測された西之島の火山活動, 平成 29 年度気象研究所研究成果発表会, 2017 年 12 月, 東京都千代田区
12. 山里平, 火山災害における衛星観測の活用, 日本学術会議公開シンポジウム / 第 4 回防災学術連携シンポジウム, 2017 年 11 月, 宮城県仙台市
13. 高木朗充, 谷口無我, 新堀敏基, 安藤忍, 海洋気象観測船「啓風丸」で観測された西之島の噴火活動 2017 年 5 月, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
14. 大場武, 谷口無我, 代田寧, 火山ガス観測による火山活動の評価, 2017 年度日本地球化学会第 64 回年会, 2017 年 9 月, 東京都目黒区
15. 谷口無我, 大場武, 高木朗充, 小窪則夫, 満永大輔, 稲葉博明, 山部美則, 池亀孝光, 河野太亮, 小枝智, 林幹, 渡辺, 古田仁, 山本光, 森健彦, 角野浩, 川名華, 秋山良秀, 霧島山硫黄山周辺に湧出する温泉水の化学組成・安定同位体比と火山活動に伴う変化, 2017 年度日本地球化学会第 64 回年会, 2017 年 9 月, 東京都目黒区
16. 山里平, 2014-2016 年阿蘇山の噴火活動, 平成 29 年度土木学会全国大会研究討論会, 2017 年 9 月, 福岡県福岡市
17. 大場武, 谷口無我, 高木朗充, 霧島えびの高原硫黄山および新燃岳の火山ガスについて, 日本地球惑星科学連合 2017 年大会, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
18. 高木朗充, 篠原宏志, 福井敬一, 谷口無我, 鳥巢啓多, マルチガス連続観測装置による火山ガスの監視について, 日本火山学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 山梨県富士吉田市
19. 森健彦, 新堀敏基, 鹿児島地方気象台, 二酸化硫黄放出量の自動観測へ向けた基礎データの収集, 日本火山学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 山梨県富士吉田市
20. 谷口無我, 大場武, 左合正和, 関本安佐子, 箱根火山 2015 年 6 月 30 日降下火山灰の化学組成, 構成鉱物および水溶性付着成分, 2016 年度日本地球化学会第 63 回年会, 2016 年 9 月, 大阪府大阪市
21. 谷口無我, 大場武, 三五康介, 富士山麓地域の温泉水の水質と安定同位体比, 日本温泉科学会第 69 回大会, 2016 年 9 月, 富山県砺波市
22. 谷口無我, 大場武, 左合正和, 関本安佐子, 箱根火山大涌谷で 2015 年 6 月 30 日に降下した火山灰とその水溶性付着成分, 日本温泉科学会第 69 回大会, 2016 年 9 月, 富山県砺波市
23. 大場武, 谷口無我, 石田賢, 桑原宗一郎, 山岸将大, 代田寧, 箱根山の火山活動に伴う火山ガスの時間変化, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
24. 市原美恵, 篠原雅尚, 西田究, 酒井慎一, 山田知朗, 武尾実, 杉岡裕子,

浜野洋三, 長岡優, 高木朗充, 森下泰成, 西澤あずさ, 西之島火山の活動把握を目指した多項目観測, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市

25. 谷口無我, 大場武, 三五康介, 富士山麓の井水の安定同位体比および水質の特徴, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市

26. 大場武, 谷口無我, 桑原宗一郎, 寺田暁彦, 火山ガスと火口湖水の変動から推定する草津白根山の火山活動, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市

#### イ. ポスター発表

##### ・国際的な会議・学会等:

1. Takagi, A., Y. Nagaoka, K. Fukui, S. Ando, K. Kimura, and H. Tsuchiyama, Monitoring of the 2013-2015 Nishinoshima Eruption, Japan, IAVCEI 2017 Scientific Assembly, 2017 年 8 月, アメリカ, ポートランド

2. K. Seki, T. Ohba, H. Sumino, W. Kanda, M. Yaguchi and T. Tanbo, The chemical composition and isotopic ratios of the volcanic gases from the Jigokudani Valley, Tateyama Volcano, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市

3. Yaguchi, M., T. Ohba, M. Sago, and A. Sekimoto, The Nature of Volcanic Ash Erupted from Owakudani Fumarolic Area of Hakone Volcano on June 30, 2015, Goldschmidt 2016, 2016 年 6 月, 神奈川県横浜市

4. Yaguchi, M., Fukuoka Regional Hdqrs., JMA, Kagoshima Meteorol. Office., JMA, T. Ohba, N. Numanami, and A. Takagi, Observation of volcanic activity based on chemical analysis of ash leachate: an example of Shinmoedake volcano, southwest Japan, IAVCEI COV10, 2018 年 9 月, イタリア, ナポリ

##### ・国内の会議・学会等:

4. 森 健彦, 森 俊哉, 福岡管区气象台, The rapid increase of SO<sub>2</sub> emission rate observed in the Aso volcano before an explosive eruption on October 8, 2016., JpGU meeting 2017, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市

5. 谷口無我, 大場武, 西野佳奈, 外山浩太郎, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 霧島山硫黄山周辺の湯だまり・湧水・河川水の化学・安定同位体組成, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市

6. 北川隆洋, 高木朗充, 気象庁の多成分火山ガス観測装置による観測結果 (2015~2018 年), 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市

7. 福井敬一, 高木朗充, 吾妻山における土壌ガス放出量観測 (序報), 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市

8. 谷口無我, 気象庁福岡管区气象台, 気象庁鹿児島地方气象台, 大場武, 沼波望, 新燃岳 2017 年噴火および本白根山 2018 年噴火で放出された火山灰の水溶性付着成分, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市

9. 高木朗充, 谷口無我, 北川隆洋, 御嶽山の 2014 年噴火口と 1979 年噴火口のガス成分比, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市

10. 安部祐希, 原田昌武, 板寺一洋, 森健彦, 高木朗充, 長岡優, 箱根火山大涌谷

- における二酸化硫黄放出率の測定, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
11. 橋本明弘, 福井敬一, 高木朗充, 火山ガス移流拡散シミュレーションにおける解像度依存性, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
  12. 安田敦, 前野深, 中田節也, 外西奈津美, 馬場聖至, 武尾実, 高木朗充, 西之島近海の海底から採取されたガラス質の火砕物について, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
  13. 森健彦, 赤穂大河, 谷口無我, 大場武, 鹿児島地方気象台, 福岡管区気象台, 霧島硫黄山における 2016 年 12 月以降の火山活動の推移, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
  14. 谷口無我, 高木朗充, 福井敬一, 大場武, 気象研究所の地球化学的手法を用いた火山観測の取り組み, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
  15. 福井敬一, 気象庁遠望観測データから推定した火山ガス (H<sub>2</sub>O) 放出率, 日本火山学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 9 月, 熊本県熊本市
  16. 谷口 無我, 大場 武, 高木 朗充, 福井 敬一, 吾妻山一切経に噴出する火山ガスの地球化学的特徴, 日本地球惑星科学連合 2017 年大会, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
  17. 高木朗充, 福井敬一, 谷口無我, 気象庁火山ガス現地観測データの整理 1960 年代-2001 年, 日本地球惑星科学連合 2017 年大会, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
  18. 福井敬一, 衛星搭載光学センサーを用いた西之島 2013~2015 年噴火時の噴煙活動評価, 日本リモートセンシング学会第 61 回 (平成 28 年度秋季) 学術講演会, 2016 年 11 月, 新潟県新潟市
  19. 谷口無我, 大場武, 左合正和, 関本安佐子, 2015 年 6 月 30 日箱根火山大涌谷で放出された火山灰の起源, 日本火山学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 山梨県富士吉田市
  20. 橋本明弘, 福井敬一, 高木朗充, 御嶽山 2014 年噴火に関する火山ガス移流拡散シミュレーション, 日本火山学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 山梨県富士吉田市
  21. 谷口無我, Mimba Mumbfu, 網代卓也, 大場武, Tanyileke Gregory, Hell Joseph, カメルーン北西部ニオス湖の水質, 日本温泉科学会第 69 回大会, 2016 年 9 月, 富山県砺波市
  22. 大場武, 谷口無我, 霧島山えびの高原硫黄山噴気の化学組成と安定同位体比, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
  23. 谷口無我, Mimba Mumbfu, 網代卓也, 大場武, Tanyileke Gregory, Hell Joseph, カメルーンニオス湖の水質, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
  24. 谷口無我, 大場武, 左合正和, 関本安佐子, 箱根山大涌谷 2015 年 6 月 30 日噴出の火山灰およびその水溶性付着成分, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
  25. 高木朗充, 鳥巢啓多, 篠原宏志, 気象庁の多成分火山ガス連続観測装置の整備, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
  26. 萬年一剛, 菊川城司, 代田寧, 山口珠美, 大場武, 谷口無我, 箱根火山大涌谷噴気地域における噴気量・ガス組成・水質の連続観測 (2015-2016 年),

## 7.2 報道・記事

### (記事)

1. 信濃毎日新聞 平成 28 年 9 月 26 日朝刊 「火山と生きる 御嶽山噴火から 2 年 前兆察知への挑戦 火口付近に機器新設／ガス分析や地磁気活用」
2. 時事通信 平成 29 年 6 月 19 日「西之島噴火、14～15 年並みに活発 気象研が船で観測」、各新聞社多数 6 月 20 日朝刊他。
3. 産経新聞 平成 30 年 1 月 22 日朝刊 特集記事「火山ガスの常時監視で前兆検知」

### (報道)

1. NHK 平成 29 年 6 月 20 日 「西之島活発な噴火続く 今後も陸地拡大の可能性」
2. NHK 水戸放送局 平成 30 年 4 月 18 日 「気象研究所の一般公開 火山ガスの監視で噴火を予測する」