## 3. 研究報告

3.1 火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発

# 目次

# (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 10 か年の年次実施計画
- (e) 平成 30 年度業務目的

## (2) 平成30年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の成果
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウエア開発、仕様・標準等の策定

# (3) 令和元年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

火山噴火の予測技術の開発

「火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発」

# (b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人東京大学	准教授	安田 敦	yasuda@eritokyo.ac.jp
地震研究所			
	技術専門職員	外西奈津美	hokanisi@eri.u-tokyo.ac.jp
	修士1年	岩橋くるみ	
学校法人早稻田大学	准教授	鈴木由希	yksuzuki@waseda.jp
	修士2年	戸枝百合香	
	学部4年	大河内駿	
	学部4年	岡野百花	
	学部4年	木谷悟郎	
	学部4年	高瀬正義	
	学部4年	福島涼人	
	学部4年	丸山照頼	
学校法人常葉大学	教授	嶋野岳人	shimano@sz.tokoha-u.ac.jp
	学部4年	上山尋暉	
国立大学法人静岡大学	准教授	石橋秀巳	ishibashi.hidemi@shizuoka.ac.
			jp
国立大学法人熊本大学	教授	長谷中利昭	hasenaka@kumamoto-u.ac.jp
	修士2年	川口允孝	
	修士2年	永石良太	
	修士1年	谷崎咲織	
	修士1年	十川翔太	
国立大学法人東北大学	教授	中村美千彦	michihiko.nakamura.e8@tohoku. ac.jp
国立研究開発法人産業	主任研究員	東宮昭彦	a.tomiya@aist.go.jp
技術総合研究所			
	主任研究員	宮城磯治	miyagi.iso14000@aist.go.jp
山梨県富士山科学研究	主任研究員	吉本充宏	myoshi@mfri.pref.yamanashi.jp
所			

(c) 業務の目的

火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法の開発のために、以下の5項目を10カ年 で実施する。(ア)効率良くかつ正確に火山噴出物を分析できる分析装置環境を整備する。

(イ)分析データから様々な物理量を迅速に取り出すためのデータ解析環境を整備する。
(ウ)分析データや解析結果を随時取り出して再利用可能とするようなデータ保存環境を整備し、データの有効利用を促進する。加えて、主要な火山噴火については噴出物や噴火の特徴を一覧できるカタログ機能を付加する。上記の分析及び解析環境(以下、「分析・解析プラットホーム」という。)を使って、(エ)噴火の過程が既知である歴史時代の噴火の噴出物の解析を11火山についておこない、深度(圧力)・温度・含水量といったマグマ溜りの状態、噴火に先立つマグマ混合から噴火までのタイムスケール、マグマの上昇開始から噴火開始までのタイムスケールを明らかにするとともに、噴出物の特徴や噴出物から推定される噴火の特徴を概観できるカタログを作成し公開する。得られたデータを整理し、噴火事象分岐を判断する可能性の検討をおこなう。(オ)分析・解析プラットホームを広く火山研究者や学生に開放するための利用環境の整備をおこなう。

(d) 10 カ年の年次実施計画

1) 平成28年度:成果目標項目(ア)に対応して、火山噴出物の分析にすぐれた、迅速・ 高精度・高分解能のフィールドエミッション型電子線マイクロプローブ装置を設置し、装 置の立ち上げ作業を実施した。項目(イ)に対して、解析用PCに整備する解析プログラム の選定と解析用PCの立ち上げをおこなった。項目(ウ)に対して、データサーバーの仕様 について課題参加者間で協議をおこなった。項目(エ)に対して、噴火の鍵となる要素の 抽出に適した11火山を選び、先行研究を参照しつつそれら火山についての現状での理解を 整理し、今後必要となる作業の検討をおこなった。いくつかの火山については、試料採取 と分析を開始した。

2) 平成 29 年度:成果目標項目(ア)に対しては、分析効率の向上のためエネルギー分 散型(EDS)検出器を EPMA 装置に追加した。前年度に引き続き、最適な分析条件と分析手順 の確立について作業し,12 kV および 15 kV の加速電圧で標準的な ZAF 補正法定量分析が 行えるようした。項目(イ)に対しては、相同定,グラフの自動作成,反射電子線像の自 動処理等の解析用プログラムを作成し、分析から解析までを連続して実行できる PC 環境を 構築した。項目(ウ)に対しては、分析データから公開するデータの仕様を満たすような必 要項目を、自動的に抽出する環境を構築する作業を行なった。項目(エ)に対しては、有珠 山、榛名山、富士山、伊豆大島、阿蘇山、桜島、霧島山、諏訪之瀬島について火山噴出物 の解析に着手し、噴火事象分岐の鍵となる要素として着目しているマグマ溜り環境やマグ マの上昇速度についてデータを集めるとともに、解析方法についての検討も行った。

3) 平成 30 年度:成果目標項目(ア)に対しては、分析効率の向上のため分光器1台を EPMA 装置に追加した。前年度に引き続き、最適な分析条件、分析手順の確立に努めた。項 目(イ)と(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業を行った。項目(エ)に対しては、 該当する火山について、主としてマグマの上昇速度を明らかにするためにマグマ溜り環境 やマグマの上昇速度についてのデータを収集した。加えて、噴火の特徴を噴火発生時に迅 速に把握するための手法開発を継続し、桜島と霧島新燃岳での試験を実施した。

4) 令和元年度:成果目標項目(ア)に対しては、分析効率の向上のため分光器1台を EPMA装置に追加する。前年度に引き続き、最適な分析条件、分析手順の確立に努める。項 目(イ)と(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなう。項目(エ)に対しては、 該当する火山について、主としてマグマ混合から噴火に到る時間間隔を明らかにするため の研究をおこなう。

5) 令和2年度:成果目標項目(ア)に対しては、分析効率の向上のため分光器1台を EPMA装置に追加する。前年度に引き続き、最適な分析条件、分析手順の確立に努める。項 目(イ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなう。項目(ウ)に対しては、データ ベースにデータの受け入れをおこなうとともに、インターネット経由でデータベースにア クセスできるように整備する。項目(エ)に対しては、4年次までに得られた分析・解析 結果を統合して整理し、噴火事象分岐予測をする基準について検討する。項目(オ)に対 しては、装置の利用規約を整備する。

6) 令和3年度:成果目標項目(ア)に対しては、前年度に引き続き、最適な分析条件、 分析手順の確立に努める。項目(イ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなう。項 目(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなうとともに、データベースにデータ の受け入れをおこなう。利用規約に基づき、データベースのデータ公開を開始する。項目 (エ)に対しては、5年次までに得られた分析・解析結果を統合して整理し、噴火事象分 岐予測をする基準について検討する。初年度に選定した11火山の中で、計画前半で取り扱 わなかった火山噴火の試料や課題Cサブテーマ2による採取試料の分析を開始する。項目 (オ)に対しては、装置の利用者環境を整備する。研究組織外からの分析・解析プラット ホーム利用の受け入れを開始する。

7) 令和4年度:成果目標項目(ア)に対しては、前年度に引き続き、最適な分析条件、 分析手順の確立に努める。項目(イ)と(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこ なう。項目(エ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなうとともに、6年次までに 得られた分析・解析結果を統合して整理し、噴火事象分岐予測をする基準について検討す る。データベースに設けたカタログ機能を用いて、噴火の特徴を概観できるカタログを作 成する。本事業で研究対象とした火山噴火のうち、少なくとも5つの火山の代表的な噴火 についてカタログを完成させる。項目(オ)に対しては、前年度に引き続き研究組織外か らの分析・解析プラットホーム利用を受け入れる。

8) 令和5年度:成果目標項目(ア)に対しては、前年度に引き続き、最適な分析条件、

分析手順の確立に努める。項目(イ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなう。項 目(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこなうとともに、噴火の特徴を一瞥でき るカタログのフォーマットを検討し、カタログを自動作成する機能を付加する。項目(エ) に対しては、前年度に引き続き作業をおこなう。項目(オ)に対しては、前年度に引き続 き研究組織外からの分析・解析プラットホーム利用を受け入れる。

9) 令和6年度:成果目標項目(ア)に対しては、前年度に引き続き、最適な分析条件、 分析手順の確立に努める。項目(イ)(ウ)(エ)に対しては、前年度に引き続き作業を おこなう。項目(オ)に対しては、前年度に引き続き研究組織外からの分析・解析プラッ トホーム利用を受け入れる。前年度の利用者の意見を取り入れ、より使いやすい装置環境 の構築に努める。

10) 令和7年度:成果目標項目(ア)に対しては、前年度に引き続き、最適な分析条件、 分析手順の確立に努める。項目(イ)(ウ)に対しては、前年度に引き続き作業をおこな う。項目(エ)に対しては、本事業で選定した11の火山については代表的な噴火の火山噴 出物の特徴や噴出物から推定される噴火の特徴を概観できるカタログを完成させ、成果の とりまとめをおこなう。項目(オ)に対しては、前年度に引き続き研究組織外からの分析・ 解析プラットホーム利用を受け入れる。

(e) 平成 30 年度業務目的

火山噴出物分析による噴火事象分岐予測手法を開発するには、分岐の鍵となる要素を理 解し、対象とする火山の大量の火山噴出物の分析を通じて、それらの要素を読み出す作業 が必要となる。このための業務として、成果到達目標(ア)に対しては、平成28年度に東 京大学地震研究所に設置されたフィールドエミッション型電子線マイクロプローブ装置に 対して、分析効率の向上のため分光器1台を追加し、前年度に引き続き、最適な分析条件、 分析手順の確立に努める。項目(イ)に対しては、データ解析用のプログラムの整備を継 続する。項目(ウ)に対しては、メンバーで協議して機器利用と分析データの公開に関す るデータポリシーを策定する。項目(エ)に対しては、有珠山、榛名山、富士山、伊豆大 島、伊豆東部火山群、雲仙普賢岳、阿蘇山、桜島、霧島山、諏訪之瀬島について、適当な 火山噴出物について分析を行い、マグマ溜りの環境(温度、圧力、酸素雰囲気、含水量) を明らかにするとともに、これらの火山でのマグマの上昇速度の検討を開始する。また、 課題 C-1 の総合推進として、研究集会を実施する。

なお、研究期間中に国内の火山で、噴火の予兆が把握された場合もしくは噴火が発生し た場合において、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトのプロジェクト・リーダー が当該火山を対象とした緊急観測の実施を決定した際は、必要に応じてその火山噴出物の 分析・解析も実施する。

#### (2) 平成 30 年度の成果

(a) 業務の要約

火山噴出物の迅速かつ高精度分析環境の構築(目標項目(ア)と(イ))に対しては、平成 29年3月に東京大学地震研究所に導入されたフィールドエミッション型電子線マイクロプ ローブ装置に波長分散型分光器1台を追加し、分析効率の向上を図った。データ解析用の プログラム整備の一環として、熱力学温度計の計算と図化機能の整備を行った。項目(ウ) に対しては、公開するデータ項目を分析データから自動的に抽出する環境を構築する作業 を行なった。項目(エ)に対しては、有珠山、榛名山、富士山、伊豆大島、伊豆東部火山群、 雲仙普賢岳、阿蘇山、桜島、霧島山、諏訪之瀬島について火山噴出物を分析し、噴火事象 分岐の鍵となる要素として着目している、マグマ溜り環境やマグマの上昇速度についての データを収集した。また、熱力学計算によって個々の火山についてマグマ状態を得るため のソフトウエアを活用する環境の整備を行った。加えて、噴火の特徴を噴火発生時に迅速 に把握するための手法開発を継続し、桜島と霧島新燃岳での試験を実施した。

(b) 業務の成果

1)分析・解析プラットホームの構築(成果到達目標(ア)、(イ)に対応)(東京大学) 平成28年度に設置したフィールドエミッション型電子線マイクロプローブに、波長分 散型(WDS)検出器を追加し、より迅速な分析が行えるようした。また、解析用PC上で動か す様々な解析用スクリプトおよびデータ保存用スクリプトの作成を行い、効率的にデータ 解析を行うとともに、Webによるデータ管理等、適切にデータ保存が行える環境を構築し た。具体的には、次のi)-v)の作業を行った。

i)標準的な定量分析ルーチンの最適化

新たに波長分散型検出器を追加したことに対応して、標準的な定量分析ルーチンの最適 化を行った。具体的には、12 kV の加速電圧で標準的な ZAF 補正法定量分析が行えるよう に、分光結晶配置と分析時間を決定し、標準試料の強度測定を行った。

ii) 多数の画像の連結

電子線マイクロプローブで多数の電子線像を連続的に撮影した際に、複数画像の連結を 行い1枚のパノラマ画像(図1)にまとめるスクリプトを作成した。大きなサイズの気泡 など1枚の写真ではとらえられないような全体的な噴出物粒子の特徴把握に有効であり、 利用例は iv)で紹介する。前年度に作成した分析点座標と分析点を含む画像の紐つけを行 う機能とあわせて(ウ)のデータ保存環境の整備も兼ねている。



図1 パノラマ画像の例。(a)光学顕微鏡による岩石薄片の cross nicol 像。(b) 同じ 試料の反射電子線像。倍率40倍で撮影した画像を継ぎ目無く連結することによって、数ミ リサイズの気泡や斑晶の形状が正確に把握できる。(c) 写真(b)の一部の拡大画像。個々の 画像は十分な空間分解能(1ピクセルの大きさが約2ミクロン)を有するので、定量分析 を行った分析点の記録に利用できる。黄色十字線と数字は、定量分析点位置を、反射電子 線像に重ね書きしたもので、反射電子線像と定量分析を連続して実施した場合には、この ような分析点の記録画像が自動的に作成される。

iii) スライドマップの作成と画像のデータベース化

分析データを適切に保存し、後年においてもデータの利用が適宜行えるようにするため に、電子線画像と薄片上の位置情報の紐つけを行うスクリプトの開発を行った。具体的に は、ii)で作成したパノラマ画像をインデックスとして個別の画像にアクセスしたり、個別 に取得した電子線画像の位置を薄片上に投影したりする(図2)。データアクセスの利便 性を考慮し、webブラウザで閲覧するようにデータインデックスを生成するスクリプトを 作成した。これにより、保存データとしての質を大きく向上させることができた。これは、 成果到達目標項目(ウ)のデータ保存環境の整備にも関連している。



図2 Web 閲覧用のデータインデックスの例。画面上部に薄片内部での画像撮影範囲を表示。画面中部には画像撮影範囲内での各画像の撮影場所を表示(一部は画像のサムネイルを表示)、画面下部には撮影した個別の画像を一定サイズで表示するとともに、拡大画像を別ページで表示するためのリンクを付け加えている。

iv)反射電子線像の自動処理による火砕物の特徴量抽出

噴火の特徴を火山噴出物の電子線像解析から迅速に捉えることができるよう、様々な特 徴量を抽出するスクリプトを作成した。気泡量、気泡サイズ分布、石基の結晶度などの諸 量は、マグマの上昇速度や破砕深度などを反映して変化すると考えられており、これらを 画像から定量的に読み出すことによって、噴火の特徴や推移の把握に役立てられる(図3)。



図3 特徴量抽出の例。新富士火山のSシリーズと呼ばれる降下火砕物17枚を分析し、その中で S-13 砂沢噴火の噴出物と S-16-3 噴火の噴出物をとりだしてそれらの特徴を比較している。(a) S-13 噴火噴出物と S-16-3 噴火噴出物の反射電子線像。これらを自動解析して、(b) に特徴量抽出を行った。(b) 横軸:気泡径の中央値、縦軸:気泡の真円度。

v)熱力学温度計の整備と評価

同じデータセットを使っても、適用する熱力学温度計が異なるとマグマの温度評価も変 わってしまう。使用する温度計の違いから生じるこうした「系統誤差」を防ぐため、本プ ロジェクトでは分析から温度評価までを自動的に行うシステムを構築している。ただし、 どの温度計がより正確かについては、この分野での評価が定まっていないこともあり、一 つの温度計に絞って利用環境を整備するのでは無く、比較的よく用いられている複数の温 度計を使って、それらの結果を一望して比較できるようグラフ化して表示する機能を設け ている(図4)。例えば、磁鉄鉱とイルメナイトの平衡を用いて温度を計算する手法とし ては ILMAT (Lepage, 2003)<sup>[1]</sup>と QUILF (Anderson et al., 1993)<sup>[2]</sup>という2つのプログラムが 普及しているが、両者の指示温度は微妙に異なる。鉱物の分析値の同じセットを2つの計 算方法で温度に換算すると、およそ 900℃あたりでは2つの方法で求められた温度には差 がないが、それより低温になるに従って、ILMAT のほうが高温の評価を与える。こうした 作業に伴い、個々の温度計の性質や適用上の注意点などが明らかになってきている。



図4 熱力学温度計の計算値の比較例。点の色は試料を採取した火山噴火の違いを表し、 系の全岩組成が異なる。

2) データ保存環境の整備(成果到達目標(ウ)に対応)(東京大学)

装置利用者および課題参加者と協議して、「次世代火山研究・人材育成プロジェクトに おける岩石・鉱物分析データの取り扱いに関する基本方針(データポリシー)」を策定し た。このデータポリシーは、分析・解析データの公開内容とデータの著作権について定め たもので、今後、次世代火山研究プロジェクトが生産する火山噴出物の分析・解析データ が有効利用される仕組みを立ち上げるとともに、プロジェクト外部の火山研究者にも分析 装置の利用を公開する際のルールとなるものである。

3)火山噴出物の解析と手法の検討(成果到達目標(エ)に対応)

i) 有珠山(產業技術総合研究所)

噴火事象分岐判断手法の開発に向け、噴火前のマグマ過程やそのタイムスケールを明ら かにするため、日本有数の活火山である有珠火山を対象として、噴火過程が既知である歴 史時代の噴出物の解析を行っている。有珠火山の歴史時代の活動は、1 万年以上という長 い休止期間の後、1663年の大規模噴火(プリニー式;流紋岩質マグマ)で始まり、以後数 十年おきに爆発的噴火(典型的には、準プリニー式噴火、火砕流噴火、溶岩ドーム形成; デイサイト質マグマ)を繰り返している(曽屋・他, 2007<sup>[3]</sup>; Goto et al., 2019<sup>[4]</sup> など)。

2018 年度は、最も新しい 2000 年噴火の噴出物 (デイサイト質軽石 Us-2000pm; 東宮・ 宮城, 2002)<sup>[5]</sup>について、噴火直前のマグマ溜まりの温度・圧力(深さ)・含水量等を実 験岩石学的に推定することを行った。この手法では、高温高圧実験装置によって実際のマ グマ溜まりと同様の温度・圧力において試料(岩石粉末+水)を融解・相平衡させたのち、 試料を急冷・回収する(例えば Toniya et al., 2010)<sup>[6]</sup>。高温高圧下で実験産物中に晶 出した結晶は天然の岩石試料では斑晶に相当し、実験産物中で融解していた部分(ガラス として回収される)は天然試料では石基に相当する。実験の温度・圧力等が実際のマグマ 溜まりと同じであれば、実験産物中の結晶は天然試料中の斑晶と同じ相と化学組成を再現 し、また実験産物中のガラスの組成は天然試料の石基組成と一致するはずである。このよ うにして、さまざまな条件で実験を行い、実験産物と天然試料を比較することで、マグマ 溜まりの温度・圧力を推定できる。有珠火山 2000 年噴出物に関する高温高圧岩石融解相平 衡実験は、東宮(2002)<sup>[7]</sup> や Suzuki et al. (2007)<sup>[8]</sup> によって行われている。しかし、 マグマ溜まりの温度・圧力条件はうまく制約できていなかった。そこで、これら実験結果 を再検討し、追加実験も行った。

今回得られた解析結果をもとに作成した、有珠火山 2000 年噴出物(デイサイト)の相 図を図5に示す。これにより、有珠火山 2000 年噴火直前のマグマ溜まりの圧力・温度は約 100~125MPa (深さ4~5km程度)・900~930℃、含水量は4wt.%程度と推定された(水 に飽和していることを仮定)。得られたマグマ溜まりの深さは、2000 年噴火当時の様々な 地球物理学的観測結果とも整合的である。

これらの成果は、2018年9月の火山学会秋季大会において学会発表した(大西・東宮, 2018)<sup>[9]</sup>。



図 5 高温高圧岩石融解相平衡実験の結果をもとに作成した有珠火山 2000 年噴出物(デイ サイト)の相平衡図。2000 年噴火直前のマグマ溜まりの圧力・温度は、約 100~125MPa (深 さ4~5km 程度)・ 900~930℃と推定される。

ii) 榛名山(早稲田大学)

**榛名火山新期活動と、前年度までの研究状況**:新期の活動(45ka~)は、古期の活動後、 約 20 万年間の休止期を経て開始した(下司・竹内, 2012)<sup>[10]</sup>。4万5千年前の榛名カル デラを形成する爆発的噴火の後、1万年前までの間に、榛名富士・蛇ヶ岳、相馬山、水沢 山の溶岩ドームが生成した。最新の活動は二ツ岳の2回の爆発的噴火・溶岩ドーム形成噴 火である。それらは5世紀末~6世紀初頭の渋川噴火と、6世紀後半~7世紀初頭の伊香 保噴火である。榛名火山の活動史の理解は、下司・竹内(2012)<sup>[10]</sup>の地質図幅の研究と年 代測定(下司・大石, 2011)<sup>[11]</sup>で進展した。しかし鉱物組成分析を伴う詳細な岩石学的研 究は、二ツ岳伊香保噴火を対象とした Suzuki and Nakada (2007)<sup>[12]</sup>を除き存在していな かった。さらに新期噴出物の全岩組成は下司・竹内(2012)<sup>[10]</sup>や高橋・他(2016)<sup>[13]</sup>が 報告したが、噴火毎・火山体毎の特徴は理解されているとはいえなかった。 H29 年度までは 45~10ka の溶岩を検討した。その結果、この時期にも、二ツ岳伊香保噴 火と同様に、マッシュ状珪長質マグマが活動していたこと、それが高温マグマと混合、も しくは高温マグマに加熱されることで噴火に至ったことが判明した。珪長質マグマの含有 する鉱物は、45~10ka で斜長石+斜方輝石+角閃石+Fe-Ti 酸化物+石英であるのに対し、 二ツ岳伊香保噴火では石英が存在しない。このことは珪長質マグマのバルクの SiO<sub>2</sub>含有量 が、二ツ岳伊香保噴火で相対的に低いこととも調和的であった。これに対し、高温マグマ のバルク組成の新期の活動を通じた変化は不明であったので、これを H30 年度の課題の一 つにした。また、未着手であった榛名カルデラ形成噴火と二ツ岳渋川噴火について、網羅 的に野外調査・サンプリングを実施することを H30 年度の別の課題とした。合計 17 日間の 野外調査を実施した。

二ツ岳渋川噴火: 既報の露頭に加え、研究代表者が新たに発見した露頭や、研究協力者 から紹介された露頭も含め、合計 18 露頭を調査した(図6)。そのうち9 露頭にてサンプ ルを採取した。早田(1989)<sup>[14]</sup>は、二ツ岳渋川噴火は、水蒸気マグマ噴火で始まり、水蒸 気爆発を挟みつつ火砕流の発生を繰り返し、終期に無層理の厚い火砕流堆積物を発生させ る活動があったとした。この研究においては、無層理の厚い火砕流堆積物は二ツ岳の東麓 ~北東麓のみに分布するとされていた。下司・大石(2011)<sup>[11]</sup>の年代測定により南東麓の 榛名白川沿いにも無層理の厚い火砕流堆積物の存在が確認されたので、この地域の露頭も 検討した。



図6 調査地点

9 露頭は、A)ブロック・アンド・アッシュ・フロー主体で火山灰を一部挟在させる露頭 と、B) 細粒火砕物(火山灰〜火山礫)の露頭、に分類される。前者が河谷に近い箇所に、 後者が離れた箇所に分布する。細粒火砕物の露頭については、合計3箇所で基底部を確認 することができた。ブロック・アンド・アッシュ・フローのブロック(軽石状)や、細粒 火砕物露頭の火山礫サイズの軽石は、双方とも、白色・灰色・縞状の色彩を呈していた。 火山礫~ブロックサイズの軽石、合計44個の全岩組成はSi0<sub>2</sub>=60.6~61.9 wt.%にある(45ka ~10ka の溶岩に比べ狭い範囲に集中;図7)。また軽石の色彩・露頭・層位による系統差 はない。斑晶組み合わせは、斜長石+斜方輝石+角閃石+Fe-Ti 酸化物であり、斑晶の体 積比が高い。全ての斑晶種は集斑晶で共存するので、それらは同一のマッシュ状珪長質マ グマからもたらされたといえる。斑晶の組織より、珪長質マグマは噴出前に高温マグマの 影響を受けたことが推定された。ブロック・アンド・アッシュ・フローの露頭と細粒火砕 物の露頭との間で、本質物質の岩石学的特徴は全く同じである。このことは2種類の堆積 物が、共通の火砕流から同時に生成したことを示唆する。雲仙普賢岳の噴火では、流走す る火砕流内部での密度成層の発達や、その結果生じる火砕物の層相の側方変化が議論され た (Fujii and Nakada, 1999)<sup>[15]</sup>。

**榛名カルデラ形成噴火:**白川火砕流堆積物(広義)と八崎降下軽石を噴出した。大石・ 他(2011)<sup>[16]</sup>は斜長石の屈折率に基づき、火砕流堆積物を、白川火砕流堆積物(狭義)と 里見火砕流堆積物に分類した。H30年度の調査では、既報で記載のある20 露頭(うち八崎 降下軽石1 露頭)を調査し(図6)、そのうち12 露頭(八崎降下軽石を含む)にてサンプ ルを採取した。火砕流堆積物については、大多数の地点において、植生やその他の理由に より、一部の層準でしか堆積物を観察することができない。例外は、基底と最上部を含む 多くの層準を観察することのできる、火山体南麓の荒神露頭(図6)である。H30年度は、 白川火砕流堆積物(広義)の本質軽石を検討した。軽石には白色に加え灰色のものも確認 された。合計55個の軽石の全岩化学組成分析を行ったところ、Si0<sub>2</sub>=61.9~66.3 wt.%であ った。また軽石の色彩・露頭・層位による系統差は確認されなかった。斑晶組み合わせは、 斜長石+斜方輝石+角閃石+カミングトン閃石+石英+Fe-Ti酸化物であり、斑晶の体積 比は高い。二ツ岳渋川噴火と同様の理由により、斑晶は全てマッシュ状珪長質マグマから もたらされたものである。また同様に、噴火の誘発において高温マグマが関与したことも 推定された。さらに上記の岩石学的データにより、白川火砕流堆積物(狭義)と里見火砕 流堆積物とを、互いに区別することはできないことも明らかになった。

北東麓、はるな平和墓苑東方(図6)にて発見した火砕流堆積物:二ツ岳渋川噴火の堆 積物の下位に存在し、白川火砕流堆積物(広義)と岩相が類似していた。上部は侵食を受 けているが、コンパクトな露頭であるために基底部から連続観察が可能で、構成粒子の粒 径等の岩相変化もある。そのため、この火砕流堆積物の起源を層序学的に検討した。火砕 流堆積物の上位約1.8mにバブルウォール型ガラス含む層準を確認した。ガラスの組成は始 良 Tn 火山灰(29 ka)の報告値と一致した。姶良 Tn 火山灰の直上で As-BP(浅間板鼻褐色 軽石;20-25ka)も確認した。姶良 Tn 火山灰から火砕流堆積物最上部までの層厚は、火山体 南麓の高崎市十文字付近での結果(下司・竹内,2012)<sup>[10]</sup>とも似ている。以上のことから、 この火砕流堆積物を白川火砕流(広義)と結論づけた。この露頭の本質軽石は変質が顕著 で斜長石が消滅していたが、斜方輝石+角閃石+Fe-Ti 酸化物+石英といった白川火砕流 堆積物(広義)と共通する斑晶を確認した。前述の荒神露頭の検討により、榛名カルデラ 噴火について噴出マグマの時間変化を確認した場合には、その裏付けを取るのに、この露 頭を活用できる可能性がある。

45~10ka 噴火の溶岩に含まれる暗色包有物: 榛名富士・水沢山の溶岩 4 サンプルに確

認された。暗色包有物には様々な成因がある。この暗色包有物については、高温マグマから形成された苦鉄質包有物であることが、ホストより未分化なバルク組成(SiO<sub>2</sub>=50.9~55.1 wt.%)や、カンラン石斑晶の存在などにより確認された。またマッシュ状珪長質マグマに由来する結晶が含有されていることや、その体積比に応じて暗色包有物のバルク組成が系統的に変化することも明らかになった。

まとめと今後の課題:二ツ岳渋川噴火の本質軽石の組成は、二ツ岳伊香保噴火における 珪長質端成分マグマの組成と非常に良く似ている(図7)。2噴火が50~100年以内に起 きたことを考慮すると、2噴火の珪長質マグマは、マグマ供給系の全く同一の領域に起源 を持つ可能性が高い。これが正しいとすると、二ツ岳渋川噴火の本質軽石は、珪長質マグ マが高温マグマに加熱され発生したか、もしマグマ混合が発生していれば高温マグマの混 合比は非常に低かったということになる。これは二ツ岳伊香保噴火において、高温マグマ の混合の顕著な灰色軽石や溶岩(~58 wt.% SiO<sub>2</sub>;図7)が噴出していることと対象的で ある。二ツ岳における2度の爆発的噴火は、二ツ岳伊香保噴火でプリニー式噴火、二ツ岳 渋川噴火でスフリエール型の火砕流発生というように、様式が異なり、また噴出物の総量 は伊香保噴火が2倍程度大きい(山元,2013)<sup>[17]</sup>。今後、斑晶鉱物組成の分析により、50 ~100年間のマグマ供給系の進化を調べる。Suzuki and Nakada (2007)<sup>[12]</sup>は、伊香保噴火 の噴出物について、珪長質マグマー高温マグマの相互作用は伊香保噴火の直前に起きたと 考えた。しかし今後、斑晶鉱物の元素拡散記録を解読することで、伊香保噴火の産物に記 録された相互作用の発生時期を決定し、50~100年前の渋川噴火との時間的関係も考える。

H30年度の研究により、二ツ岳渋川火砕流堆積物と白川火砕流堆積物(広義)の本質軽 石は、全岩組成により区別が可能であることが初めて分かった。45~10ka 噴火の溶岩の暗 色包有物のうち、マッシュ由来の結晶の影響のないものの組成はSiO<sub>2</sub>=50.9~52.8 wt.%で あり、それはSuzuki and Nakada(2007)<sup>[12]</sup>が二ツ岳伊香保噴火に対して推定した高温マグ マの組成(SiO<sub>2</sub>=51.4~52.7 wt.%)とほぼ一致する。約5万年に渡り、供給されている高 温マグマの組成に大きな変化がなかった可能性を示唆する。



図7 新期榛名火山の噴出物の全岩化学組成

マッシュ状の珪長質マグマに高温マグマが供給され、噴火が誘発されるという現象は、 過去約5万年に渡り継続的に起きている。Suzuki and Nakada (2007)<sup>[12]</sup>は二ツ岳伊香保 噴火について、粘性の低下した混合マグマ・加熱された珪長質マグマが、そうでない元の マッシュ状珪長質マグマ本体よりも先に噴出したことを発見した。二ツ岳渋川噴火や榛名 カルデラ噴火に関しても、基底部から上位層に向けて連続的に観察できる露頭の試料を(火 山灰を含め)を丹念に解析し、似たような時間変化があるのかを確認していく必要がある。

**謝辞:**大石雅之博士と早田勉博士には、いくつかの重要な露頭を、ご案内いただいた。

iii)富士山

(ア) 富士山宝永噴火の斑レイ岩に見られるカタクレーサイト状組織の分析による火山 体深部構造の推定(静岡大学)

富士山宝永噴火の噴出物中には斑レイ岩の捕獲岩が含まれることが知られている。これ らの斑レイ岩には、粒間にガラスが見られるものもあり、富士山地下に存在する"生きた マグマだまり"の破片であると考えられる。本研究では、この宝永噴火の斑レイ岩捕獲岩 300 試料程度について薄片を作製し、その岩石組織観察を行った。その結果、ごく少数で はあるが明瞭なカタクレーサイト状組織を伴う斑レイ岩捕獲岩を発見した。

本研究の斑レイ岩捕獲岩には、カタクレーサイト化の程度にバリエーションが見られ、 試料全体が破砕しているものから、試料を横切る割れ目に沿う一部分だけ破砕しているも のまで確認できる。未破砕部の岩石学的特徴は、通常の斑レイ岩試料と同様であるのに対 し、破砕した細粒部では斜長石にキンクバンドやジグソー状の割れ目が見られた。更に、 鉱物粒子中に広がる割れ目には、発泡した流紋岩質ガラスが見られることがあり、加えて このガラスとオリビンの境界には細粒の輝石が形成されていた。この組織は、斑レイ岩の 変形の過程で流紋岩質メルトが流入し、鉱物の破砕と同時にメルトとの化学反応も進んで いたことを示唆する。流紋岩質メルトの化学組成は、田中・他(2016)<sup>[18]</sup>で報告した斜長 石中の流紋岩質メルト包有物の化学組成と一致し、宝永噴火のマグマとは組成が異なる。 カタクレ―サイト中に含まれる Fe-Ti 酸化物から見積もられた温度はおよそ 790℃で、他 の斑レイ岩捕獲岩と同程度の温度であり、かつ含水の流紋岩質メルトが安定に存在できる 温度である。一方でこの温度は、テクトニックな地震が発生する一般的な温度(<~350℃) よりも高温である。この温度と粒間メルトの化学組成から見積もったメルト含水量は約 8wt.%であり、そのH20飽和深度は約11kmである。この深さは、富士山の地下で低周波微 動の発生する領域の最浅部と概ね一致する。また、2011 年3月 15 日に発生した静岡県東 部地震の余震域の深さとも同等である。静岡県東部地震の余震域は北東-南西方向の走行を 持っており(Fujita et al., 2013)<sup>[19]</sup>、その北東端は宝永火口直下に位置する。

カタクレーサイトは一般に、断層運動に伴うせん断によって岩石が脆性破砕すること で形成されると考えられている。この考えに基づくと、本研究の結果は、富士山地下でマ グマ供給系と断層が互いに切り合っている可能性を示唆する。一方で、この斑レイ岩につ いて見積もられた平衡温度で脆性破壊がおこるためには、通常のテクトニック地震に比べ て大きい歪応力が必要と考えられ、テクトニックな断層でこれを実現できるかには疑問が 残る。カタクレーサイトを形成した断層の実態については、今後の継続研究での鉱物化学 組成分析と岩石組織解析によって検討を試みる。以上の成果は、JpGU Meeting 2019 で学 会発表予定である。

(イ) 斑レイ岩試料の分析による玄武岩質マグマ溜まり環境とマグマの上昇速度の推定 (東京大学・山梨県富士山科学研究所)

協力機関である山梨県富士山科学研究所と共同で富士山の焼野西丸尾溶岩流中に捕獲 された斑れい岩試料の分析を行い、火山体の地下でマグマの滞留しやすい深度について検 討した。深さ数 km 以浅にマグマが結晶化している場がある一方、深部マグマ溜まり近くの 深さ 10km から 16 km あたりの複数箇所にもマグマが滞留する場があることがわかった。前 者は噴火時に形成された岩脈、後者は深部マグマ溜まりから一旦上昇を開始したものの噴 火には至らなかった噴火未遂マグマの存在する場であると考えられる。斑レイ岩が上昇す るマグマに取り込まれて地表に現れる条件の計算から、マグマの上昇速度は毎時十数 m を 下回らないことが明らかになった。

iv)伊豆大島:伊豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩メルトの減圧結晶作用シミュレーション(静岡大学)

伊豆大島 1986 年噴火では、三原山山頂火口(A火口)と、カルデラ床および外輪山北麓 に新しく開いた割れ目火口(B・C火口)からマグマが噴出したが、A火口噴火は比較的穏 やかなストロンボリ式噴火であったのに対し、B 火口噴火は激しいサブプリニー式噴火で あった(AおよびB火口からそれぞれ噴出したマグマをAおよびBマグマと呼称する)。A およびBマグマは互いに似た玄武岩質安山岩質の全石基化学組成を有するが、一方でAマ グマはマイクロライトに乏しく、Bマグマはマイクロライトに富むという違いが見られる。 近年の研究では、減圧結晶作用で形成するマイクロライトが火道上昇中のマグマのレオロ ジーに強い影響を及ぼし、その結果として苦鉄質マグマの破砕がおこり、爆発的噴火が引 き起こされるという考えが提示されている(例えば Namiki and Tanaka, 2017<sup>[20]</sup>; Moitra et al., 2018<sup>[21]</sup>)。これに基づくと、A および B マグマの噴火様式の違いは、マイクロライト 結晶作用の過程違いを反映したものと考えられる。では、このマイクロライト結晶作用過 程のちがいを引き起こした要因は何であろう?これを検討するため、マグマの熱力学相平 衡シミュレーター"rhyolite-MELTS"(Gualda et al., 2012)<sup>[22]</sup>を用いて、B マグマの全 岩化学組成を出発組成とした等温減圧結晶作用シミュレーションを行った。シミュレーシ ョンの際、出発圧力は200MPa、fO2条件はNi-NiOバッファとし、初期メルト含水量を1~ 4 wt.%の範囲で変動させ、温度は各含水量でのリキダス温度(1132~1079℃)とした。 マイクロライト結晶作用のふるまいは温度に依存して変化し、温度低下とともに結晶作用 の開始圧力、減圧に対する結晶量増加率と最終的に到達する結晶量が増加した。最終的な 結晶量と温度の関係は、AおよびBマグマそれぞれについて、実際の噴出物の特徴と概ね 一致した。また、晶出する結晶相の組み合わせ、順序、晶出量も温度に依存して変化し、 その結果として、残液メルトの SiO2含有量が低温ほど増加する傾向がみられた。メルトの 化学組成、結晶量と温度はいずれもマグマのレオロジーに強い影響を及ぼす要素である。 減圧に伴うマグマの粘性率変化を見積もったところ、初期条件では各温度におけるマグマ

の粘性率の差はわずかで、より低温のマグマほど含水量が多いために低粘性であったが、 結晶作用の進行とともに紺関係が逆転し、マグマの温度が低いほど粘性率が高くなり、1 気圧では 1132℃と 1079℃のマグマの間で3ケタ以上の粘性率差が生じた(グラビア 図 1)。この粘性率差が、高温のAマグマと低温のBマグマの間での噴火様式の違いを生んだ 原因であると考えられる。本研究のシミュレーション結果では、最も低温の場合でも、マ イクロライト量が増加する圧力はおよそ 30MPa 以下であった。地殻密度を 2500kg/m<sup>3</sup>とし て静岩圧換算すると、この圧力は深さ約 1200m に相当する。本研究のシミュレーションは 結晶作用のカイネティックな遅れや非平衡の効果を考慮していないので、実際の噴火の際 には結晶作用の進行する圧力はより低圧側にシフトする可能性がある。したがって、火道 上昇過程でマグマの物性が著しく変化するのは約 1200m よりも浅部に限られると考えられ る。以上の結果は、石橋・種田(2018)<sup>[23]</sup>にまとめて公表済みである。

v) 伊豆東部火山群:斑晶鉱物とメルト包有物から探る伊豆大室山噴火のマグマ供給システム(静岡大学)

伊豆大室山は、約 4000 年前に発生した玄武岩質安山岩マグマの単成火山噴火で形成し た、東伊豆単成火山群で最大の火砕丘である(大室山を形成した噴火を"大室山噴火"と よぶ)。大室山のような単成火山は、マグマ供給システムが形成してはじめての噴火で形 成されると考えられ、したがってその噴出物中の斑晶は、形成初期のマグマ供給系の情報 を有すると期待できる。そこで、大室山噴火の噴出物に含まれるメルト包有物とそのホス ト斑晶鉱物について組織観察・化学組成分析を行い、この単成火山のマグマ供給システム について検討した。

大室山噴火の噴出物中の斑晶はオリビン・斜長石と微量の石英からなり、輝石・磁鉄鉱 斑晶はみられない。オリビン斑晶のほとんどはリム付近を除いて均質であり、リム付近で はノーマルゾーニングを示す。斜長石斑晶のほとんどはコアとリムの間に汚濁帯を持ち、 リムはコアよりも An 成分に富む。斜長石コアは清澄なものから蜂の巣状のものまであり、 融食構造をしばしば示す。石英は融食構造を示し、石基との境界は輝石で囲まれている。 オリビンと斜長石はともに、コア部分にメルト包有物を含む。石基は、オリビン・斜長石 の微斑晶と、その間を埋めるマトリクスから構成され、マトリクスはほぼガラス質のもの から輝石・斜長石のマイクロライトに富むものまでバリエーションがみられる。オリビン・ 斜長石の微斑晶はともに粒内で均質であり、斜長石斑晶のリムと微斑晶の組成は同じであ る。オリビン中のメルト包有物は玄武岩質安山岩~安山岩質組成を示し、安山岩質メルト 組成は石基ガラスとほぼ同等である。これに対し、斜長石中のメルト包有物のほとんどが 流紋岩質であるが、一部のものは安山岩質までバリエーションを示す。このバリエーショ ンは、流紋岩質組成と石基メルト(安山岩質)組成を端成分とする混合で説明できる。加え て、ホスト斜長石の Fe0 と K20 量から見積もられたメルト組成は、流紋岩質メルト包有物 組成と概ね一致することから、斜長石中のメルト包有物に見られる組成バリエーションは、 もともと斜長石中に包有物として含まれていた流紋岩質メルトと、割れ目等を通して浸透 した石基メルトとの混合によると考えられる。

本研究の結果は、大室山噴火の発生前から、その地下には流紋岩質メルトが存在してい

20

た可能性を示唆する。東伊豆単成火山群ではじめて珪長質マグマが噴出するのは、約3100 年前のカワゴ平噴火であり、それ以前に噴出したマグマは玄武岩質〜安山岩質のものに限 られる。しかし、本研究の結果は、カワゴ平噴火より約900年前には既に、同火山群の地 下で流紋岩質メルトが存在していたらしい。ただし、カワゴ平火山で噴出した流紋岩質マ グマとは岩石学的・化学的性質がやや異なっていることから、その形成過程が異なると考 えられる。以上の成果は、JpGU Meeting 2019で学会発表予定である。

vi) 雲仙普賢岳(東京大学,静岡大学)

1991-1995 年噴火の噴出物の EPMA 分析を実施した。この平成噴火は、従来は2つのマグマが混合した活動と考えられていたが、角閃石組成の組成頻度分布から噴火に関与したマグマが3種類あることが明らかになった。現在、3つのマグマの混合した割合やそれぞれのマグマの温度や圧力についての検討を進めており、JpGU Meeting 2019 で発表予定である。

vii) 阿蘇山(熊本大学)

(ア)先阿蘇火山岩類の岩石学的特徴および年代測定

阿蘇大橋の大崩壊地および周辺の地質、崩壊岩石の物質科学について現地踏査、試料採 集、薄片観察、全岩および鉱物化学分析を行い、岩石、鉱物学的特徴を明らかにした。当 地域の K-Ar 年代測定と公表値から 30 万年~80 万年前に先阿蘇の火成活動があったことが わかった。

当地域に産出する先阿蘇火山岩類は全て安山岩組成を示し、鉱物組合せから 01-Cpx タイ プ、01-2Px タイプ、01-Hb-2Px タイプが認められた(01=かんらん石、Cpx=単斜輝石、2Px= 単斜輝石+直方輝石、Hb=角閃石)。本来、逆相関を示す Mg0 と SiO<sub>2</sub>の関係が成り立たな い岩石グループがあった。通常の結晶分化作用で関連づけるのは難しく、多様な起源を持 つマグマが活動したことが示唆された。

(イ)メルト包有物分析による阿蘇、後カルデラ期のマグマ溜り深度の推定

上米塚、往生岳のかんらん石に捕獲されたメルト包有物から未分化で硫黄に富むマグマ を発見した。完新世噴出物(中岳~米塚、往生~杵島岳)のメルト包有物の大部分が、分 化して硫黄に乏しいのとは異なり、深部起源のマグマの存在を示す。これらの岩石が示す、 かんらん石→単斜輝石→斜長石という晶出順序を再現するには、6wt.%近い高い含水量が 必要であることがわかった。得られた含水量幅を与えて MELTS で斑晶鉱物の晶出深度を求 めたところ3~9km に相当する圧力での結晶分化作用が起こったことが推定された(図 8)。

この結果は電磁気探査で得られた草千里ヶ浜火口直下の C1 異常域(2~6 km: Hata et al., 2016)<sup>[24]</sup>地震波および測地データから求めた草千里ヶ浜火口直下の低速度域(3~9 km: Sudo and Kong, 2001)<sup>[25]</sup>と整合的である。

21



図8 左: 阿蘇火山噴出物中の硫黄含有量 右: 阿蘇火山噴出物中の鉱物のリキダス温度推定

(ウ) 後カルデラ期の珪長質テフラのメルト包有物組成の変遷

後カルデラ期の珪長質テフラ ACP1 から ACP4(1.0, 3.0, 5.1, 5.4 万年前)について構 成鉱物に含まれるメルト包有物およびホスト鉱物の EPMA 分析、FT-IR 分析を行い、メルト 組成の変遷、他の時期のメルト組成との比較を行った(図9)。メルト包有物組成は以下 の3パターンに分類できた。a)非常にばらつくタイプ(ACP1)、b)直線的なトレンドを 示すタイプ、c)狭い範囲に組成が集中するタイプである。

メルト組成の変遷は概ね c) --> a) --> b)、となり、c) 均質な組成で安定した珪長 質マグマ溜り -->a) 地下深部由来の玄武岩質マグマと浅部地殻の多様な反応 -->b)地下 深部由来の玄武岩質マグマと浅部の珪長質マグマ溜りの安定した混合、と変わってきたこ とを示した。



図9 メルト包有物組成の分布パターンの時間変化

viii) 霧島山(新燃岳): 2017 年噴火の火山噴出物の分析(常葉大学)→ xiii)参照。

ix) 桜島:桜島火山の歴史時代プリニー式噴火に共通した噴火前駆過程(マグマの "Pre-charge"現象)の研究(東北大学)

桜島火山で歴史時代に発生した三回のプリニー式噴火(大正・安永・文明噴火)の噴出 物について、斜長石・輝石斑晶に含まれるメルト包有物の含水量を、東大地震研究所にお いて反射法 FT-IR により分析した。その結果、含水量は 1.5~3wt%程度であり、想定さ れるマグマの初期含水量より明確に低かった(図 10)。これは、いずれの噴火でも、マグ マがプリニー式噴火の直前に火道に相当する深さ(1~3km)まで上昇したのち、その圧 力で再平衡した結果であると考えられる。実際、斜長石斑晶のメルト包有物は、形成後の 明瞭な母結晶の成長が見られ、この部分とメルト組成の化学平衡(分配係数)に斜長石含 水量計を適用した圧力は、メルト包有物の飽和含水量の圧力依存性から見積もった値と良 く一致する。



図 10 噴出物の分析から明らかにしたメルト包有物含水量の頻度分布と斜長石の化学組 成から計算したメルト含水量の範囲。上側の横軸には含水量から換算した深さを示してい る。

この深さは姶良カルデラ直下の主要マグマ溜まり(深さ約10km)や桜島直下の副次的な マグマ溜まり群(深さ4~5km)よりも明瞭に浅く、噴火直前に多量のマグマが火道相当 深度に上昇して来る現象が、桜島のプリニー式噴火においては繰り返し発生していること が明らかとなった(グラビア図2)。この現象を"Pre-charge"と命名して、論文として 発表した(Araya et al., 2019)<sup>[26]</sup>。将来、プリニー式噴火がこれまでと同様のプロセス で発生する場合は、噴火に先立って桜島直下に想定される爆発地震の発生領域に相当する 部分に多量のマグマが上昇して来る可能性があり、観測によってこの前駆現象が捉えられ る可能性がある。 x) 諏訪之瀬島(常葉大学)

前年度に引き続き、斑晶鉱物の EPMA による分析を行った。より長期間にわたるマグマ 供給系の時代変化を理解するため、前年度の試料に加えて、1884 年溶岩流、ほぼ同時期の スコリア、約4千年前および2-3万年前の軽石噴火の噴出物についても分析を進めた。

その結果、斑晶鉱物組成(斜長石、両輝石)の噴出物間の比較から、軽石噴火では著し いマグマ混合の認められる場合とほぼ珪長質端成分マグマのみが噴出する場合があること が明らかとなった。前年度の結果も踏まえて判断すると、およそ1万年前以降からマグマ の含水量が徐々に低下傾向にあることが示唆された。一方で、数千年前までは混合マグマ の組成差が大きく、特に珪長質側の寄与が大きかったのに対して、数千年前以降では珪長 質側の寄与が減少したことが分かった(図11)。すなわち、諏訪之瀬島火山の主要部を構 成する御岳火山の数万年間の噴火史上で、An60を下回るような斜長石を含まず、より Mg# の高い輝石を含む苦鉄質端成分組成に近いマグマが噴出するようになったのは、ちょうど 現在のような断続的灰噴火活動を始めたと考えられる約4千年前以降であり、活動様式の 変化とマグマ供給系の変化が同時期であったことが示唆された(分析は現在も継続中)。

2019年度は、小規模な噴火により連続的に火山灰層を堆積させたと考えられる約4千年 前以降のテフラ試料の分析を行い、より連続性の高いデータを用いてマグマ供給系の進化 過程を解明する予定である。



図 11 過去数万年間の代表的な諏訪之瀬島火山噴出物の輝石および斜長石の組成層序 変化(左:単斜輝石 Mg#、中:斜方輝石 Mg#、右:斜長石組成 An)の層序変化(上位ほど 新しい) xi) 西之島(東京大学)

突発的な噴火への対応として、2017年西之島噴火のスコリア試料(2018年5月にドロ ーンを使って採取された 2017年噴火の最終期のもの)の XRFによる全岩組成分析と EPMA



による局所分析を行った。全岩組 成は、2013-15 年時の試料とほぼ 同じ組成で、同一のマグマ供給源 の関与が示唆される。一方、スコ リア試料の石基ガラス組成は、 2013-15 年時の試料と比べて SiO<sub>2</sub> 量が高く結晶化が進行しており、 マグマが温度低下していることを うかがわせるものであった(図 12)。

図 12 石基ガラスの組成 青色が 2018 年 5 月に採取され た 2017 年噴火の最終期の試料。

xii) 解析手法の検討(産業技術総合研究所)

噴火事象分岐予測手法の開発に向け、噴火前のマグマの温度・圧力・含水量を明らかに するための手法開発として、マグマの熱力学計算ソフトウエア(Rhyolite-MELTS; Gualda et al., 2012)<sup>[22]</sup>の活用方法を継続して改良した。2018 年度は MELTS のソースコードを入手 し、若干手を加えることにより「rhyolite-MELTS v. 1. 2.0 (mixed fluid version optimal for mafic and alkalic melts) - new H<sub>2</sub>O model」の計算を文字ユーザーインターフェー スから直接制御できるようにした。従来の MELTS プログラムは X11 ウインドウシステムの グラフィックユーザーインターフェースを介して起動・終了を行なっていたため、数値の 入力やメニュー選択などを擬似的に再現する制御スクリプトを使用していた。そのため、 計算に使用している PC の CPU の能力ではなく、X11 ウインドウシステムのボトルネックが、 MELTS の計算を律速していた。今回の改良によりこのボトルネックが回避されたため、複 数の CPU コアを持つ高性能な PC の能力をフルに使うことが可能になった。

中川・他(1988)<sup>[27]</sup>が記載した東北日本弧の代表的な第四紀玄武岩(12 種類)を対象に MELTS の計算を行ったところ、完了まで8日を要した。これは従来の計算方法と比較して 約10倍の速さである。したがって今年度の改良により MELTS の計算は画期的に高速化され たと言える。X11 ウインドウシステムの不具合に起因するトラブルも避けることができた ことも、計算の高速化に寄与した。しかしながら、若干の不具合は残されているため(分別 結晶モードの計算を行うと MELTS が落ちる)、引き続きこの問題の原因究明と修正を行う必 要がある。中川・他(1988)<sup>[27]</sup>による東北日本弧の代表的な第四紀玄武岩の計算結果を、温 度・圧力平面上に等高線図に描いた(図13)。ほぼシリカ濃度が同じ(~50wt.%SiO<sub>2</sub>)玄武 岩質メルトのチタン濃度の温度圧力依存性が、東北日本弧のフロント側から背弧側にかけ て、系統的に変化していることが示された(図 13)。具体的には、メルトのチタン濃度が高 まる圧力がフロント側の火山では高く、背弧側の火山では低い。これらの等高線図と、描 画に用いた数値データのテキストファイルを 107881 個のハイパーテキストで相互リンク させたものを、Nakagawa1988.dmgという名称のアーカイブにとりまとめた。このアーカイ ブファイルの容量は大きいので(46GB)、もし適切な配布方法があれば、提供を検討する。



図 13 中川・他(1988)<sup>[27]</sup>による東北日本弧の代表的な第四紀玄武岩メルトのチタン濃度 の温度圧力依存性。a:青麻火山(霜鳥・他, 1983)<sup>[28]</sup>、b:岩手山(石川・他, 1984)<sup>[29]</sup>、c: 南蔵王火山(酒寄・他, 1984)<sup>[30]</sup>、d:目潟火山(Yoshida and Aoki, 1984)<sup>[31]</sup>について結果 を示す。全岩含水量は 0.7wt%、酸素分圧は FMQ+1 ログユニットに設定した。縦軸は圧力 (x100MPa)、横軸は温度(℃)である。

xiii) 噴火のモニタリング手法の開発(常葉大学)

前年度に引き続き、桜島では火山灰試料の測色データ解析を行った。桜島の火山灰については、粒径分離を行って測色測定を行い、データの蓄積を進めた。

また、比較的粗粒な粒径(500-250µ)の測色値と肉眼鑑定に基づく粒子構成比の関係 から、主要構成粒子種については、迅速なデータ取得が可能な分光測色分析によって構成 比が推定できることを示した(図14)。なお、今年度は前年度終盤に発生した霧島新燃岳 の噴火による噴出物についても同様な解析を行った(火山学会秋季大会で発表、詳細な解 析は継続中)。



図 14 測色値と粒子比率の関係(br:褐色ガラス質発泡粒子;赤丸:a\*値、黄四角:b\*値)

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 30 年度の目標はおおむね順調に達成できている。今後も、様々な分析を正確かつ 効率的に実施できるように、引き続き分析・解析プラットホームの整備を進めるとともに、 生産した分析データを活用するためのデータベース化に向けた取り組みを行っていく。調 査対象とした 11 火山については順調にデータが集まりつつある。また、解析手法について も検討が進んでおり、計画当初では考慮していなかったデータ解析法が噴火の推移予測に 重要なことが示された。今後は、各火山について噴火事象分岐予測手法の開発に向けたデ ータ検討や整理とデータの蓄積を継続するとともに、必要に応じて柔軟に作業内容を拡充 して、より信頼性が高く迅速な事象分岐予測ができるよう手法の開発に務める。

(d) 引用文献

 [1] Lepage, L. D. (2003) ILMAT: an excel worksheet for ilmenite--magnetite geothermometry and geobarometry, Computers and Geosciences, doi:10.1016/S0098-3004(03)00042-6.

- [2] Andersen, D. J., Lindsley, D. H. and Davidson, P. M. (1993) QUILF: A pascal program to assess equilibria among Fe-Mg-Mn-Ti oxides, pyroxenes, olivine, and quartz, Computers and Geosciences, 19 (9), 1333-1350.
- [3] 曽屋龍典・勝井義雄・新井田清信・堺幾久子・東宮昭彦(2007): 有珠火山地質図(第 2版)1:25,000.火山地質図2,産総研地質調査総合センター,9p.
- [4] Goto, Y., Danhara, T. and Tomiya, A. (2019) Catastrophic sector collapse at Usu volcano, Hokkaido, Japan: failure of a young edifice built on soft substratum. Bulletin of Volcanology, in press.
- [5] 東宮昭彦・宮城磯治(2002) 有珠火山 2000 年 3 月 31 日噴火の噴出物とマグマプロセス.火山: 47, 663-673.
- [6] Tomiya, A., Takahashi, E., Furukawa, N. and Suzuki, T (2010) Depth and evolution of a silicic magma chamber: melting experiments on a low-K rhyolite from Usu volcano, Japan. Journal of Petrology, 51: 1333–1354. https://doi.org/10.1093/petrology/egq021.
- [7] 東宮昭彦(2002) 有珠火山 2000 年噴出物の融解相平衡実験. 日本火山学会講演予稿 集 2002 年度秋季大会, p. 75-75.
- [8] Suzuki, Y., Gardner, J.E. and Larsen, J.F. (2007) Experimental constraints on syneruptive magma ascent related to the phreatomagmatic phase of the 2000AD eruption of Usu volcano, Japan. Bulletin of Volcanology, 69: 423-444. https://doi.org/10.1007/s00445-006-0084-3.
- [9] 大西里佳·東宮昭彦(2018) 有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程. 日本火山学会講演 予稿集 2018 年度秋季大会, p. 146-146.
- [10] 下司信夫・竹内圭史(2012) 榛名山地域の地質.地域地質研究報告(5万分の1地質 図幅).産総研地質調査総合センター,79p.
- [11] 下司信夫・大石雅之(2011) 榛名火山の後期更新世及び完新世噴出物から得られた炭素 14 年代.地質調査研究報告, 62, 177-183.
- [12] Suzuki, Y. and Nakada, S. (2007) Remobilization of highly crytalline felsic magma by injection of mafic magma: Constratins from the middle sixth century eruption at Haruna Volcano, honshu, Japan. Jour. Petrol., 48, 1543-1567.
- [13] 高橋 正樹・渡辺 由美子・関 慎一郎・金丸 龍夫・竹本 弘幸(2016) 榛名火山噴出 物の全岩化学組成 — 分析データ 235 個の総括一. 日本大学文理学部自然科学研究 所研究紀要, 51, 179-219.
- [14] 早田 勉(1989)6世紀における榛名火山の2回の噴火とその災害. 第四紀研究, 27, 297-312.
- [15] Fujii , T. and and Nakada, S. (1999) The 15 September 1991 pyroclastic flows at Unzen Volcano (Japan): A flow model for associated ash-cloud surges. Jour. Volcanol. Geotherm. Res., 89(1), 159-172, DOI: 10.1016/S0377-0273(98)00130-9.
- [16] 大石 雅之・下司 信夫・下岡 順直(2011) 斜長石斑晶の屈折率を用いた火山噴出物の識別-榛名火山南麓を中心に分布する噴出物を例に. 第四紀研究, 50(6), 295-308.

- [17] 山元孝広(2013) 栃木-茨城地域における過去約 30 万年間のテフラの再記載と定量 化.地質調査研究報告,64 (9/10),283-288.
- [18] 田中佑希子・石橋 秀巳・外西 奈津美・安田 敦(2016) 富士火山の斑レイ岩捕獲岩 に含まれるメルト包有物.火山学会秋季大会予稿, https://doi.org/10.18940/vsj.2016.7
- [19] Fujita, E., Kozono, T., Ueda, H., Kohno, Y., Yoshioka, S., Toda, N., Kikuchi, A. and Ida, Y. (2013) Stress field change around the Mount Fuji volcano magma system caused by the Tohoku megathrust earthquake, Japan. Bull Volcanol, 75:679, DOI 10.1007/s00445-012-0679-9.
- [20] Namiki, A. and Tanaka, Y. (2017) Oscillatory rheology measurements of particle and bubble-bearing fluids: Solid-like behavior of a crystal-rich basaltic magma. Geophys. Res. Lett., https://doi.org/10.1002/2017GL074845.
- [21] Moitra, P., Gonnermann, H. M., Houghton, B. F. and Tiwary, C. S (2018) Fragmentation and Plinian eruption of crystallizing basaltic magma. Earth Planet. Sci. Lett., 500, 97-104.
- [22] Gualda, G. A. R., Ghiorso, M. S., Lemons, R. V. and Carley, T. L. (2012) Rhyolite-MELTS: a Modified Calibration of MELTS Optimized for Silica-rich, Fluid-bearing Magmatic Systems. J. Petrol., 53(5), 875-890.
- [23] 石橋秀巳・種田凌也(2018) 苦鉄質マグマの温度が減圧結晶作用と噴火ダイナミクス に及ぼす影響:伊豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩メルトの例.静岡大学地球科学 研究報告,45,55-66.
- [24] Hata, M., Takakura, S., Matsushima, N., Hashimoto, T. and Utsugi, M. (2016) Crustal magma pathway beneath Aso caldera inferred from three-dimensional electrical resistivity structure. Geophysi. Res. Lett., 43(20): 10,720-10,727, http://hdl.handle.net/2115/65174.
- [25] Sudo, Y. and Kong, L. (2001) Three-dimensional seismic velocity structure beneath Aso Volcano, Kyushu, Japan. Bull. Volcanol., 63 (5), 326-344.
- [26] Araya, N., Nakamura, M., Yasuda, A., Okumura, S. Sato, T. Iguchi, M., Miki, D. and Geshi, N. (2019) Shallow magma pre-charge during repeated Plinian eruptions at Sakurajima volcano, Scientific Reports, https://doi.org/10.1038/s41598-019-38494-x.
- [27] 中川光弘・霜鳥洋・吉田武義(1988) 東北日本弧,第四紀玄武岩組成の水平変化.岩 鉱,83,9-25.
- [28] 霜鳥洋・吉田武義・青木謙一郎(1983) 那須火山帯,青麻火山の地球科学的研究.東 北大学核理研研報,16, 301-308.
- [29] 石川賢一・吉田武義・青木謙一郎(1984) 那須北帯,第四紀岩手火山におけるマグマの結晶分化作用.東北大学核理研研報,17,330-345.
- [30] 酒寄淳史・吉田武義・青木謙一郎(1984) 那須北帯,南蔵王火山噴出物の地球科学的 研究.東北大学核理研研報,17,346-355.

[31] Yoshida, T. and Aoki, K. (1984) Geochemistry of major and trace elements in the Quaternary volcanic rocks. Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. III, 16, 1-34.

著者	題名	発表先	発表年月 日
Y. Nakamura,H. Ishibashi, A. Yasuda N. Hokanishi, J. Yamamoto	Ultra-magnesian olivine-bearing ultramafic lava blocks within Cenozoic accretionary sediments at Shizuoka, Japan: Implications for young, hot plume activity beneath the western Pacific Plate	Lithos, 324-325, https://doi.o rg/10.1016/j. lithos.2018.1 1.009, 315-324	2018
H. Ishibashi, Y. Suwa, M. Miyoshi, A. Yasuda, N. Hokanishi	Amphibole-melt disequilibrium in silicic melt of the Aso-4 caldera-forming eruption at Aso Volcano, SW Japan	Earth, Planets and Space, 70,137, DOI: 10.1186/s4062 3-018-0907-4	2018
前野 深・安田 敦・中 野 俊・吉本 充宏・大 湊 隆雄・渡邉 篤志・ 金子 隆之・中田 節 也・武尾 実	噴出物から探る西之島の新火山島形 成プロセス	海洋理工学会 誌, Vol.24,No.1, 35-44	2018
S.P. Obrochta, Y. Yokoyama, M. Yoshimoto, S. Yamamoto,Y. Miyairi, G. Nagano, A. Nakamura, K. Tsunematusu, L. Lamair, A. Hubert-Ferrari, B.C. Lougheed, N. Hokanishi,A. Yasuda, V.M.A. Heyvaert, M. De Batist, O. Fujiwara, the QuakeRecNankai Team	Mt. Fuji Holocene eruption history reconstructed from proximal lake sediments and high-density radiocarbon dating	Quaternary Science Reviews, 200,395-405	2018
石橋秀巳・種田凌也	苦鉄質マグマの温度が減圧結晶作用 と噴火ダイナミクスに及ぼす影響:伊 豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩 メルトの例	静尚大学地球 科学研究報告, 45, 55-66	2018
原田智代・飯塚毅・浜田盛久・安田敦・吉本充宏	微量元素・同位体地球化学から読み解く富士火山マグマの化学進化	月刊地球 島弧 火山への沈み 込んだスラブ の影響(上)」, vol. 40, No. 4, 234-241	2018
ハンティニ,長谷中利 昭,柴田知之, Agung Harijoko,森康,渡邊 公一郎	島弧マクマのモテリンクー島弧横断 方向におけるスラブ痕跡の変化を解 読する-	月刊地球 島弧 火山への沈み 込んだスラブ の影響(下)」, vol. 40, No. 5, 295-301	2018
N. Araya, M. Nakamura, A. Yasuda, S. Okumura, T. Sato, M. Iguchi, D. Miki, N. Geshi	Shallow magma pre-charge during repeated Plinian eruptions at Sakurajima volcano	Scientific Reports, https://doi.o rg/10.1038/s4 1598-019-3849 4-x	2019
A. K. Kurokawa, T. Miwa, H. Ishibashi	A simple procedure for measuring magma rheology	Journal of Disaster	2019

(e) 成果の論文発表・口頭発表等 (論文 12 編, 発表 43 件)

Vol. 14, No. 5, in pressVol. 14, No. 5, in pressIn press planal of Disaster Research, 14, 20192019F. Maeno, S. Nakada, Nokanishi, A. Zaemudin, M. IguchiFruption Scenarios of Active Volcances in IndonesiaJournal of Disaster Research, 14, 20192019S. Nakada, F. Maeno, A. Zaemudin, M. IguchiFruption Scenarios of Active Volcances in IndonesiaJournal of Disaster Research, 14, 40-502019Y. Goto, A. TomiyaInternal Structures and Growth Style of a Quaternary Subserial Rhyodacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, JapanJournal of Disaster Research, 14, 40-502018 £9Y. Suda, S. Nakada, M. IguchiSpectroscopic colorimetry of volcance store of colorimetry of volcanic store of the style edge 20182018 £9M. IguchiSpectroscopic colorimetry of volcanic styleCities on volcanic style edge 20182018 £9M. IguchiApd angle Cryptodome at ogariyama, Usu Volcano, Style 2018Cities on volcanic style edge 20182018Miff R., Kohno, A. Signe D., Style 2018Apd angle Cryptodome at preconstructing cruption style edge 2018Cities on volcance style volcance style2018Miff R., Kohno, A. Signe D., Style 2018Apd angle Cryptodome at preconstructing cruption style edge 201820182018Miff R., Schark Grame R.Mpd angle Cryptodome Cryptodome Active style 2018Cities on volcance volcance preconstructing cruption style2018Miff R., Schark Grame R.Mpd angle Cryptodome Cryptodome Cryptodome Cryptodome Cryptod			Research,	
T. Maeno, S. Nakada, M. Yoshimoto, T. Shimano, N.         Eruption Pattern and a Long-Term Mazaa Discharge Rate over the Past Nazaa Discharge Rate over Discharge Rate over Discharge Rate Nazaa Discharge Rate Nazaa Discharge Rate Over Discharge Rate Nazaa Disc			vol.14, No.5,	
M. Yoshimoto, T. J. Magna Discharge Rate over the Past Bokanishi, A. Iguchi S. Nakada, F. Maeno, M. Yoshimoto, N. Bokanishi, T. Shimano, A. Juchi Y. Goto, A. Tomiya Janani and S. Sakada, Japani Japani Japani Japani Japani Japani J	F. Maeno, S. Nakada、	Eruption Pattern and a Long-Term	Journal of	2019
Shinaho, N. Zaennudin, M. Iguchi         100 rears at keiud voicano, Indonesia         Research, 14, 27-39         27-39           Kakada, F. Maeno, M. Yoshimoto, N. Hokanishi, T. Shinano, A. Zaennudin, M. Iguchi         Internal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Rhyodacite Cryptodane at Nacoatic Cryptodane Nacoatic Cryptodane at Nacoatic Cryptonos N	M. Yoshimoto, T.	Magma Discharge Rate over the Past	Disaster	
Taennudin, W. Luecht         Instance         Distance           Nakada, F. Mseno, H. Yoshimoto, N., Shimano, A.         Eurption Scenarios of Active Volcanoes in Indonesia         Journal of Journal of Visaster         2019           Asanudin, M. Lguchi         Internal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan         Forntiers in Science, 7 (66), 1-14         2019           T. Shimano, A.         Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and reconstructing eruption style         Cities on Volcanoes, Nap Japan         2018 年 9 volcanic ash for monitoring and reconstructing eruption style         2018           Biff 深, Cu gt         第0D for ApEd apt converting eruption style         Vuleres 2018         2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         2018           Taemaking, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         Zuleres 2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         Zuleres 2018           Tempskie, Scul gt         #DE         Zuleres 2018         Zuleres 2018           Tempskie, Scul gt         #DE	Shimano, N. Hokanishi A	100 Years at Kelud Volcano, Indonesia	Research, 14, 27-39	
S. Nakada, F. Maeno, W. Yoshinoto, N. Hokanishi, T. Shimano, A. Zaennudin, M. Iguchi         Eruption Scenarios of Active Volcanoes in Indonesia         Journal of Disaster Research, 14, 40-50         2019           Y. Goto, A. Tomiya         Internal Structures and Growth Style of a Quaternary Subarial Rhydacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan         Frontiers in Science, 7 (66), 1-14         2018 年 9           Yasuda, S. Nakada, W Iguchi         Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and reconstructing eruption style         Vile'se 2018 Wule'se 2018         2018 年 9           Tambed Birst, Schut Bir Vasuda, S. Nakada, M. Egychi Birst, Edy Bir Hattania         Applic Active Birst, Schut Birst, Schut Bir volcanic active remaine         Vile'se 2018         2018           Tambed Birst, Schut Bir Hattania         Spectroscopic colorimetry of volcances, Nap Jet 27, 1966 4regt/ooff         Vile'se 2018         2018           Tambed Birst, Schut Bir Hattania         Birst Colorimetry of volcances, Nap Jet 27, 1966 4regt/ooff         Vile'se 2018         2018           Tambed Birst, Charge State Science, Tambed Science, Tambed Sc	Zaennudin, M. Iguchi		21 00	
M. Yoshimoto, N. Jusakter Research, 14. 40-50       Shimano, A. Zaennudin, M. Iguchi     Internal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan     Frontiers in Earth Science, 7 (66), 1-14       T. Shimano, A. Yaenudi, S. Nakada, N. Iguchi     Internal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan     Coll Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan     2018 年 9       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan     2018 年 9       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcanos, Hokkaido, Japan     2018 年 9       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcanos, Hokkaido, Japan     2018 年 9       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcanos, Hokkaido, Japan     2018 2018 2018       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcanos, Hokkaido, Japan     2018 2018       Wister Constrained Style of a Quaternary Subaerial Rhyddacite Rhy	S. Nakada, F. Maeno,	Eruption Scenarios of Active	Journal of	2019
Inclusion 1.         Production 1.           Zaennodin, M. Iguchi         Internal Structures and Growth Style of Quaternary Subarrial Rhyodacite Cryptodome at Rhyodacite Cryptodome at Nyodacite Cryptodome at Nyodacite Cryptodome at Rhyodacite Cryptodome at Nyodacite Crypt	M. Yoshimoto, N, Hokanishi T	Volcanoes in Indonesia	Disaster Research 14	
Zaenuqin, M. IguchiInternal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Rhyodacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, IapanZort Structures and Growth Science, 7 (66), 1-14T. Shimano, A. Yasuda, S. Nakada, might A. Spectroscopic colorinetry of reconstructing eruption style might A. Sock at a structure region of the synthesis of the	Shimano, A.		40-50	
Y. Goto, A. TomiyaInternal Structures and Growth Style of a Quaternary Subaerial Baydoacite Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, JapanProntiers in Science, 7 (66), 1-142019T. Shimano, A. Yasuda, S. Nakada, M. IguchiSpectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and preconstructing eruption style of the system at attraction of the system at and the system at based system at and the system at and the system at teconstructing eruption style and the system at attracting eruption style of the system at teconstructing eruption style of the system at teconstructing eruption style teconstructing eruption style teconstructing eruption style attracting attracting at the system at teconstructing eruption style teconstructing eruption style teconstruction eruption erupti	Zaennudín, M. Iguchi			
Style of a quaternary sougernary Rhyodactic Cryptodome at Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan         Science, 7 (66), 1-14           T. Shimano, A. Yasuda, S. Nakada, M. Jauchi         Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and reconstructing eruption style         Cities on volcanic ash for monitoring and processing eruption style           前野 丁澤輪突央, 長井雅史・ 中田節也 電筋田超子・石橋秀 古代、四家 妻・安田 文告、香菜美、安田 文告、四家 大田島葉内、 大田之、古木文 電子、四家 大田島葉内、 大田美谷中和 Bisequilibrium features found anong Janoo scoria, Akamizu Iava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcarism of AS volcano, SW Japan         2018 年秋季大会 中 年秋季大会 中 2018 年秋季大会 中 2018 年秋季大会 P029         2018           岩橋、石橋秀巳・外西奈 津美 公・石橋秀巳・外西奈 津美 の一石橋秀巳・外西奈 津美 の 古名をが10cano, SW Japan         丁二 昭 い戸石素・長谷中和 Bisequilibrium features found anong Janoo scoria, Akamizu Iava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of AS volcano, SW Japan         2018         2018           岩橋 大田島 子文 和 古 子 (日石葉 大田島 子文 大田 大山 大田 大田 古 子 (日 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田 大田	Y. Goto, A. Tomiya	Internal Structures and Growth	Frontiers in	2019
0gariyama, Usu Volcano, Hokkaido, Japan         (66), 1-14           T. Shimano, A. Yasuda, S. Nakada, M. Iguchi         Spectroscopic colorimetry of volcanics ash for monitoring and volcanic ash for monitoring and volcanics ash for monitoring and set ash for monitoring and volcanics ash for monitoring and volcanics ash for monitoring and volcanics ash for monitoring and volcanics ash for monitoring and set ash volcanics ash for monitoring and set ash volcanics ash for monitoring and dolcanics ash for monitoring and set ash volcanics ash volcani prevention volcani proposition of ash volcanics ash		Rhyodacite Cryptodome at	Science 7	
山東四市         13pan         Cities on volcanic ash for monitoring and neconstructing eruption style         Cities on Volcanes, Nap Dil, Italy           M. Jguch         (iter on volcanic ash for monitoring and neconstructing eruption style         Cities on Volcanes, Nap Dil, Italy         2018 年 9 Dil, Italy                im Fight im Fight		Ogariyama, Usu Volcano, Hokkaido,	(66), 1-14	
1. Shinano, A.         Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and volcanic ash for monitoring and volcanic ash for monitoring and volcanics, Nap oli, Italy         2018 年3           M. Iguchi         Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and volcanics, Nap oli, Italy         01; Italy         12-71           Sigst Link         Spectroscopic colorimetry of volcanics, Nap oli, Italy         01; Utles on Volcanics, Nap oli, Vulce         01; Utles on Volcanics, Nap oli, Vulce         01; Utles on Volcanics, Nap oli, Vulce           Sigst Ash State         Spectroscopic colorimetry of volcanics, Nap oli, Vulce         Vulcescopic         01; Utles on Vulces, Nap oli, Vulcescopic           The Bab State         Spectroscopic colorimetry of volcanics, Nap oli, Vulcescopic         Vulcescopic         2018           The Bab State         Agg and State St		Japan	<u>.</u>	
M. Tauchi, C. Makada, Fecunitation for might of monophysical constructing eruption style     Signature (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	T. Shimano, A. Vasuda S. Nakada	Spectroscopic colorimetry of volcanic ash for monitoring and	Cities on Volcanoes Nan	2018年9 日 2-7 日
imp 広、・鈴木 由希・ imp 深、安田 妻・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp 深・ imp and bit imp	M. Iguchi	reconstructing eruption style	oli, Italy	)] <b>2</b>   µ
副野 深・安田 数・         測色値変化についく         単秋季大会           中田節也:         第該助臣之子・右橋秀         角閃石-斜長石共存関係から探る流紋         火山学会 2018         2018           宮藤寺民・種田浸也・         万使豆刀ワゴΨ火山の例         年秋季大会         2018           女田 数・外西奈津美・安田         一次の部本         火山空火小口の例         火山学会 2018         2018           安田 数・外西奈津美、愛の影響:         伊豆大島 1986 年噴火の例         火山学会 2018         2018           房田習代・歌塚 数・         選品截笏から読み所家 富士火山空水         火山学会 2018         2018           宮田太久、吉本充         噴火のマグマ進化及び噴火過程         火山学会 2018         2018           電水の西奈津美、安田         第富士火山のアブラガ比用データベ         火山学会 2018         2018           雪田島靖久、         新富士火山のアブラガ比用データベ         火山学会 2018         2018           電がのマグや準化及び噴火過程         一、スの構築について         一、スの構築について         火山学会 2018         2018           市野市駅・長弁理         一、スの構築について         一、スの構築について         火山学会 2018         2018           日島靖介、中田節也・         万酸・大価損害の地質学的要因         火山学会 2018         2018         2018           日本合人中和         法による小山灰堆積量         小山の岩・豆い素         次しい学会 2018         2018           日本教・人田印         動の回転目に、原本の小山         勤務たし、クロンタレアシーシー         アロン         2018           日島靖久、中田         副の回転回         このおのの方のシレア・クロシーシを用         火山学会 2018	嶋野岳人・鈴木由希・	霧島火山新燃岳 2018 年 3 月の火山灰	火山学会 2018	2018
一種面配 一種面配 電話 電話 第 <b< td=""><td>  削野 深·安田 牧・   三輪受血・長世雅由・</td><td>測色値変化について</td><td>牛秋李大会</td><td></td></b<>	削野 深·安田 牧・   三輪受血・長世雅由・	測色値変化について	牛秋李大会	
諏訪由起子・石橋秀 日、外西奈津美・安田 教預因石和長石共存関係から探ろ流紋 先買単成火山のマグマだまりプロセ ス:(伊豆カワゴ平火山の例 (伊豆カワゴ平火山の例 (女田学会2018)2018石橋秀巳・種田浸也・ 安田 教・外西奈津美 清水健二・牛久保孝 イ・浜田盛久・吉本充 宏・安田 要・町島潜久、 市、田島澤久、 古本充宏・西澤文勝、 市 大・安田 教・田島澤久、 市本定室・西澤文勝、 市 大山学会2018201820182018 生秋季大会 市 (中田節也・ 市 <br< td=""><td>中田節也</td><td></td><td></td><td></td></br<>	中田節也			
日、外西奈津美・安田         岩質単成火山のマグマだまりプロセ ス:伊豆カワゴア火山の例         年秋季大会           石橋秀巳・植田凌也・ 安田 数・外西奈津美 安田         変の影響:伊豆大島1986 年噴火の例         年秋季大会         2018           度田習代・飯塚 数・ 清水健二・牛人保考         近晶鉱物から読み解く置士火山至余         火山学会2018         2018           万:浜田屋久・吉本充         噴火のマグマ進化及び噴火過程         火山学会2018         2018           安田 数・日島澤久・ 等田最大・金子隆文・ 古本充法・西澤文勝・ 海井敏嗣         新富士火山のテフラ対比用データベ ースの構築について         火山学会2018         2018           長井真之・佐藤源之         万:口藤大橋崩落の地質学的要因         火山学会2018         2018           長井真之・佐藤源之         万:三崎素大橋小西湾大会         第二日島市女・ 市本元法・西澤文勝・ 海子敏嗣         2018           日島靖久・中田節也・ 長井幕史・長々中利         南阿蘇大橋崩落の地質学的要因         火山学会2018         2018           日島靖久・中田節也・ 長子中和昭・川口元孝・宮縁育 夫・前野深・Q川輝樹         Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan         火山学会2018         2018           予備<てるみ・安田 教・外西奈津美         町蘇牧地平立リアンクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の         火山学会2018         2018           市日島靖久・安田 教・外西奈津美         町蘇牧山、新紫田 2018 年噴火噴出物         火山学会2018         2018           市田園市・安田 教・外西奈津美         丁三大和和秋海湾         アロジ         2018           東秋・大会        「約         アレン学会2018         2018           東市         「単数         「二大二、丁丁         「二大二         2018	諏訪由起子・石橋秀	角閃石-斜長石共存関係から探る流紋	火山学会 2018	2018
3A         A・ビデュンジューイ、山の四         ア、田学会 2018         2018           安田 教・外西奈津美         度の影響:伊豆大島 1986 年噴火の例         火山学会 2018         2018           原田智代・飯塚         第         斑晶鉱物から 読み解え 宮土火山         火山学会 2018         2018           第木健二・牛久保孝         噴火のマグマ進化及び噴火過程         火山学会 2018         2018           安田 教・田島靖久・吉本充         第         第富士火山のテフラ対比用データベ         火山学会 2018         2018           「藤野岳人・金子隆之・         -スの構築について         年秋季大会         2018         2018           長谷中利昭・丁川翔太         南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩         火山学会 2018         2018           長井東之・佐藤源之         類:阿蘇大橋崩落の地質学的要因         午秋季大会         2018           日島靖久・空田         家         安田山         2018         年秋季大会           日島市第な・市和昭・一川翔太         南阿蘇村立野地区の先崎繁正噴火の配         火山学会 2018         2018           「おい川口た孝・高な常さ         一方の本橋敷について         アは学会 2018         2018           「おい川口た孝・白海山         志による火山灰堆積量         火山学会 2018         2018           「おい川口た孝・白山         周回の国の回ののさのゴム Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan         アロジ         P071           「お石橋秀ヒ・外西奈         第島火山、新燃石のガリズクルクロットを用 切着山の加 きっのアンマリズのボッシントを見         アロ学会 2018         2018           アレた愛田         アムに富を除した会, 物着ム化学会 2018	日・外西奈津美・安田	岩質単成火山のマグマだまりプロセ	年秋李大会	
安田数・外面奈津美度の影響:伊豆大島 1986 年噴火の例年秋季大会原田習代・飯塚避晶鉱物から読み解く富士火山宝水 噴火のマグマ進化及び噴火過程火山学会 2018 年秋季大会2018行・浜田盛久・吉本充 宏・安田 要第富士火山のテフラ対比用データベ ースの構築について火山学会 2018 年秋季大会2018福野岳人・金子隆之・ 吉本充宏・西澤文勝・ 藤井敏嗣第富士火山のテフラ対比用データベ ースの構築について火山学会 2018 年秋季大会2018長谷中利昭・十川翔太 見井貫之・佐藤源之 東子、佐藤源之第回蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 安島井貞之・佐藤源之 法による火山灰堆積量火山学会 2018 年秋季大会2018日島靖久・中田節也 長井健全・ 吉本充宏 大部所深・及川輝樹第島水山、2018 年新燃岳噴火の EAI 法による火山灰堆積量火山学会 2018 中秋季大会、 P0292018ア 市町二日・長谷中 教・石橋秀巳・外西奈 津美Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akanizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan火山学会 2018 年秋季大会 P0712018 年秋季大会、 P071岩橋くるみ・安田 教・石橋秀巳・外西奈 津美阿蘇 な力ボラブルウロットを用 いた雲仙平成噴火のブレ噴火過程の の岩石学的特徴火山学会 2018 年秋季大会 P0702018 年秋季大会 P070アロテラ 取約 水石泉菜美安田 文・女田 文・外西奈 津美朝長石の組織・化学和成に及ぼす冷却 ケンスに富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会 20182018 年秋季大会 201811中国 安田 教 クシス石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成小日学会 2018 年秋季大会 20182018 年秋季大会12東国 渡也・石橋秀巳・ 教の子和空谷市 文化 文と安田 安田 安第長石の組織・化学和成噴火北杉の雨敷水ドの一 の光能谷の再検討 2018火山学会 2018 年秋季大会13日本会 大会第長石の組織・化学和成噴火水杉の動的冷 年秋季大会2018 年秋季大会14日本会 大会第長石の組織・化学和成噴火水杉の動的冷 年秋季大会2018 年秋季大会15日本会 大山学会の目線 大山学会の前後2018 年秋季大会14日本会 大会 <td< td=""><td>  <del>双</del>     石橋秀巳・種田凌也・</td><td>  ろ:伊豆カジュ半穴山の例   苦鉄質マグマの噴火様式に及ぼす温</td><td>火山学会 2018</td><td>2018</td></td<>	<del>双</del>      石橋秀巳・種田凌也・	ろ:伊豆カジュ半穴山の例   苦鉄質マグマの噴火様式に及ぼす温	火山学会 2018	2018
原田智代・飯塚 豪・ 清水健二・牛久保孝 行・浜田盛久・吉本充         斑晶鉱物から読み解く富士火山室永 噴火のマグマ進化及び噴火過程         火山学会 2018         2018           第二次山のデフラ対比用データベ 安田 歌 田島靖久・ 吉本充宏・西澤文勝・ 藤井敏嗣         新富士火山のデフラ対比用データベ ースの構築について         火山学会 2018         2018           長谷中利昭・十川翔太 長井真之・佐藤源之 見、井真之・佐藤源之 長井報史・長谷中利 昭・川口元孝・宮縁育 夫・前野深・及川輝樹         南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 次山学会 2018         2018         2018           日島靖久・中田西也・ 長井報史・長谷中利 郡・川口元孝・宮縁育 夫・前野深・及川輝樹         南阿蘇村立野地区の先阿蘇大山岩 宇藤子、山灰堆積量         火山学会 2018         2018           ア・日子教・宮縁育 夫・前野深・及川輝樹         Disequilibrium features found anog Janoo scoria, Akamizu lava and ACPI tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan         火山学会 2018         2018           岩橋 くるみ・安田 教・石橋秀巳・外西奈 津美         有閃石斑晶・クリスタルクロットを用 人火山学会 2018         2018         2018           加口文孝・長谷中和 昭・田島靖久・安田 教・石橋秀巳・外西奈 津美         南岡太山、新燃岳 2018 年噴火噴出物         火山学会 2018         2018           加口文孝・長谷中和 昭・島貴久、安田 教・石長大山口文孝・ 大山学会 2018         2018         年秋季大会         2018           加丁日之孝・長谷中和 昭・鳥井真 之・安田 敦・外西奈 津美         朝蘇石の組織・化学組成に及ぼす冷却 物・メルト包有物組成         火山学会 2018         2018           市田 教西奈津美・安田 敦         新長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 力化と噴火進移の再検討         火山学会 2018         2018           地子会の影響: 玄武当質メルトの動的冷 力能品化実験         年秋季大会         2018         年秋季大会           地田 安山で会 影         小山学会 2018        年秋季大会        2018           東谷 小西奈 之谷        新田 大山 子会 2018	安田 敦・外西奈津美	度の影響:伊豆大島 1986 年噴火の例	年秋季大会	2010
消水健二・牛次保孝 行、浜田盛久、吉本充 宏・安田 敷噴火のマクマ進化及び噴火適程牛秋季大会第田 数・田島靖久、 藤井敏嗣新富士火山のデフラ対比用データベ ースの構築について火山学会 20182018藤野岳人・金子隆之・ 吉本充宏・西澤文勝・第富大水山のデフラ対比用データベ ースの構築について火山学会 20182018唐井真之・佐藤源之 馬井真之・佐藤原之南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 策,下阿蘇大衛崩落の地質学的要因火山学会 20182018島井真之・佐藤源之 馬井雅史・長谷中利 中田節也・ 表・前野深、皮川輝樹南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 牧山学会 2018火山学会 20182018ア ア ア 中田節也・ 大市野深、皮川雄樹南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 牧山, 2018 年新然岳噴火の EAI 法による火山灰堆積量火山学会 20182018日島靖久、中田 和昭・川口元孝・宮緑育 土・前野深、及川輝樹Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan火山学会 20182018岩橋くるみ・安田 教・石橋秀巳・外西奈 津美角茂石斑晶・クリスクレクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の の岩石学的特徴火山学会 20182018アロアな・ シン石に富む降下スユリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 20182018東田凌也・石橋秀巳・ 水石寮洋美・安田 文 シン石に富む降下スユリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 20182018推田凌也・石橋秀巳・ 水石紫、前町 深・ 山岩会記新景石の組織・化学組成に及ぼす冷却 中秋季大会火山学会 20182018推田夜也・石橋秀巳・ 水西奈津美・安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 安田 文と変化小田学会 20182018推出 文化学会2018第長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 中秋季大会火山学会 20182018東田 教生 大の田奈津美・安田 安田新長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 中秋季大会20182018東田 文 文化学会2018第長石 中秋季大会20182018東田 文・安田 文・安田 文・安田 文・安田 文・安田 大山第長谷 中村 中村20182018東田 大	原田智代・飯塚 毅・	斑晶鉱物から読み解く富士火山宝永	火山学会 2018	2018
日、町田本久         第富士火山のテフラ対比用データベ         火山学会 2018         2018           (第野岳人・金子怪之・ 吉本充宏・西澤文勝・         第富士火山のテフラ対比用データベ         火山学会 2018         2018           (第野岳人・金子怪之・ 吉本充宏・西澤文勝・         南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩         火山学会 2018         2018           (第十報範囲)         東阿蘇大橋崩落の地質学的要因         火山学会 2018         2018           (日本教主)         (日本教主)         第島火山、2018 年新然田噴火の EAI         火山学会 2018         2018           (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         2018         2018           (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         2018           (日本)         (日本)         (日本教主)         (日本教主)         (日本教主)         2018           (日本)         (日本)         (日本)         (日本)         (日本)         (日本)         (日学会 2018)         2018           (日本)         (1)	淯水健二·午人保孝    行·近田成九·吉太东	噴火のマクマ進化及び噴火適程	年秋李大会	
安田 敦・田島靖久・ ・金子隆之・ 吉本充宏・西澤文勝・ 藤井敏嗣 長谷中利昭・十川翔太 東音文・佐藤源之 東三の藤葉大協力 第富士火山のデフラ対比用データベ ースの構築について火山学会 2018 年秋季大会2018市岡蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 	安田一教			
唱野協人、望子隆之・ 吉本充宏・西澤文勝・ 藤井敏嗣ースの構築について年秋季大会日本充宏・西澤文勝・ 藤井敏嗣南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 	安田 敦・田島靖久・	新富士火山のテフラ対比用データベ	火山学会 2018	2018
副本用数日本 日本 大山学会四福大橋崩落の地質学的要因火山学会 2018 年秋季大会2018長谷中利昭・十川翔太 鳥井真之・佐藤源之 長井雅史・長谷中利 昭・川口允孝・宮縁育 吉前野深・及川運樹南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 安川学会 2018 朱山学会 2018 大山学会 2018 年秋季大会、 P0292018ア日島靖久・中田節也・ 表井雅史・長谷中利 忠はよる火山灰堆積量火山学会 2018 年秋季大会、 P0292018アアDisequilibrium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan火山学会 2018 年秋季大会, P0712018岩橋くるみ・安田 取・石橋秀巳・外西奈 津美角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のブレ噴火過程の 制約火山学会 2018 年秋季大会2018川口元孝・長谷中利 取・石橋秀巳・外西奈 よ谷中利昭・鳥井真 之・安田 シイムに富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会, P0702018福田浸也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 空の阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ッレンロ学中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会2018福田漠也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 空の影響: 玄武岩質メルトの動的冷 力化と噴火淮移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018他永有弥・前野 安田 安田 安田 力化と噴火推移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018地水有弥・前野 音司 安田 安田 方化と噴火淮移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018七、雪歌の噴火準備過程 方火砕流の噴火準備過程午秋季大会2018大西望 方火砕流の噴火準備過程午秋季大会2018大西望 名田 安田 安部有珠水本官客・佐 う火砕流の噴火準備過程2018大西望 名田 安田 女田 名田有珠水本官客・佐 名田 名田 久化と噴火花谷2018 年秋季大会2018 本官部・ 大西雪 安田 大西 名田 大古有珠水小小口 名田	鳴野缶人・金子隆乙・   吉木去安・西澤立勝・	ースの構築について	牛秋李大会	
長谷中利昭・十川翔太 鳥井真之・佐藤源之南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩 類:阿蘇大橋崩落の地質学的要因火山学会 2018 年秋季大会2018期島靖久・中田節也 	藤井敏嗣			
局井具之・佐藤源之         類:阿蘇大橋崩洛の地賀字的要因         年秋季大会           田島靖久・中田節也・ 長井雅史・長谷中利 昭・川口允孝・宮縁育 夫・前野深・及川輝樹         霧島火山,2018 年新然岳噴火の EAI 法による火山灰堆積量         火山学会 2018 年秋季大会、 P029         2018           ア Brouillet・長谷中 和昭・川口允孝・西山 忠男         Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan         火山学会 2018         2018           岩橋くるみ・安田 軟・石橋秀巳・外西奈 津美         角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約         火山学会 2018         2018           町口元孝・長谷中和 歌・田島靖久・安田 教・外西奈津美         角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約         火山学会 2018         2018           ア石積大・川口充孝・ 長谷中利昭・鳥井真 之・安田 敦・外西奈 津美         「阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成         火山学会 2018         2018           雅田遠復也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 敦         「朝長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 海島化と噴の影響: 玄武岩質メルトの動的冷 却結晶化実験         火山学会 2018         2018           池水有弥・前野 深・ 伊豆大鳥安永噴火における層序の細 分化と噴火推移の再検討         火山学会 2018         2018           池水有弥・市野 深・ 子鳥安永噴火10 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程         火山学会 2018         2018           大田学会 2018         年秋季大会         2018           大田 室         有珠火山 60ka カルデラ形成噴火正学会 2018         2018           大西葉本大会        「如子会 2018         2018           北谷大会         有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程         午秋季大会         2018	長谷中利昭·十川翔太	南阿蘇村立野地区の先阿蘇火山岩	火山学会 2018	2018
<ul> <li>日高靖人、中田島で、秋島人口,2013年利点部で見入びとK1 法による火山灰堆積量</li> <li>た前野深・及川輝樹</li> <li>ド. Brouillet・長谷中 利昭・川口允孝・宮緑育 夫・前野深・及川輝樹</li> <li>P. Brouillet・長谷中 利昭・川口允孝・西山</li> <li>忠男</li> <li>Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan</li> <li>岩橘くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈</li> <li>神約</li> <li>川口允孝・長谷中利 昭・田島靖久、安田 敦・小西奈津美</li> <li>加口九孝・長谷中利</li> <li>昭・田島靖久、安田 敦・外西奈津美</li> <li>加石和学的特徴</li> <li>水山奈波本大会, の岩石学的特徴</li> <li>ア071</li> <li>2018</li> <li>2018</li></ul>	鳥井具乙・佐滕源乙   田阜靖九・山田筋山・	類:阿穌大橋崩洛の地貨字的要因    霧阜火山 2018 年新概兵噴火の FAT	<u> </u>	2018
昭・川白允孝・宮緑育 夫・前野深・及川輝樹Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akanizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW JapanP029岩橋くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈 津美荷閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約火山学会 20182018町九龙孝・支田 敦・石橋秀巳・外西奈 文・安田 敦・外西奈津美万丁石に富む降下スコリア中の鉱 ヤ・メルト包有物組成火山学会 20182018北市北市 四方万丁石に富む降下スコリア中の鉱 シン石に富む降下スコリア中の鉱 やバン火山学会 20182018北市 ア万丁石に富む降下スコリア中の鉱 ウン石に富む降下スコリア中の鉱火山学会 20182018北市 ア第長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 力結晶化実験火山学会 20182018地 ア第長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 力結晶化実験火山学会 20182018地 ア第日 ア第日 ア20182018市 安田 安田 第新長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 大山学会 201820182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア第日 ア20182018市 ア第日 ア第日 ア ア20182018市 安第日 ア ア <td>長井雅史・長谷中利</td> <td>  接高八山, 2010 年初悠田噴八の [A1</td> <td>年秋季大会、</td> <td>2018</td>	長井雅史・長谷中利	接高八山, 2010 年初悠田噴八の [A1	年秋季大会、	2018
夫・前野深・及川輝樹Disequilibrium features found among Janoo scoria, Akanizu lava among Janoo scoria, Akanizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan火山学会 2018 年秋季大会, P0712018岩橋くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈 津美角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約火山学会 2018 年秋季大会2018川口九孝・長谷中利 敦・石橋秀巳・外西奈 末名良太・川口九孝・ 泉谷中利昭・鳥井真 之・安田 文・安田 教・メルト包有物組成房田 花 中の鉱 っメルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会, P0702018加田元孝・長谷中利 取・分西奈津美藤氏山、新燃岳 2018 年噴火噴出物 の岩石学的特徴火山学会 2018 年秋季大会, P0702018加田茂也・高井真 之・安田 之・安田 教・メルト包有物組成阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会, P0722018檀田凌也・石橋秀巳・ 安田 空斜長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 大の動的冷 年秋季大会2018池木育弥・前野 安田 安 田 安田 安田 安 台・石橋秀已Disequilibrium features found 中 大地下ラ 大田学会 ア 方形成噴火水 方形成噴火水 安形成噴火山学会 2018 年秋季大会2018 年秋季大会大田学会 安 市 方 大田学会 大田学会 大会2018 年秋季大会2018 年秋季大会大田安 	昭・川口允孝・宮縁育		P029	
P. Broullilet・皮育中 利昭・川口允孝・西山 忠男       Disedulfilorium features found among Janoo scoria, Akamizu lava and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan       欠山子云 2018       2018         岩橋くるみ・安田 教・石橋秀巳・外西奈 津美       角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約       火山学会 2018       2018         川口允孝・長谷中利 歌・田島靖久・安田 教・外西奈津美       万田元孝・長谷中利 の岩石学的特徴       火山学会 2018       2018         アロ元素・大会、 約       万二石に富む降下スコリア中の鉱 か・メルト包有物組成       火山学会 2018       2018         推動 アム市奈津美・安田 教       科長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 水水育弥・前野 安・ 安田 安田 安田 安田 安田 安       火山学会 2018       2018         池水有弥・前野 安・ 子西葉佳・東宮昭彦       科氏石の組織・化学組成に及ぼす冷却 分化と噴火推移の再検討       火山学会 2018       2018         大西里佳・東宮昭彦       有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程       火山学会 2018       2018	<u>夫・前野深・及川輝樹</u>	Discouilibrium fratures frond	レンジン 2010	2010
志男山口山口志男and ACP1 tephra, precursory event of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan $P071$ 岩橋くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈 津美角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約火山学会 20182018別口九孝・長谷中利 敦・外西奈津美病燃 タカルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 20182018花田酸也・石橋秀巳・ 水西奈津美・ 安田 之・安田 教阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 20182018種田凌也・石橋秀巳・ 次西奈津美・安田 安田 支科長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 水桂名の再検討火山学会 20182018地詰晶化実験 注原諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳和結晶化大田 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程 年秋季大会20182018	F. Broulliet・長谷中 利昭・川口允孝・西山	among Janoo scoria. Akamizu lava	贝田子云 2018 年秋季大会	2018
of Holocene basaltic volcanism of Aso Volcano, SW Japan岩橋くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈 津美角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 制約火山学会 20182018加口允孝・長谷中利 හ・外西奈津美霧島火山、新燃岳 2018 年噴火噴出物 の岩石学的特徴火山学会 20182018家石良太・川口允孝・ 長谷中利昭・鳥井真 之・安田 文・外西奈 主美m蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 シノレト包有物組成火山学会 20182018種田凌也・石橋秀巳・ 安田 安田 取 大西奈津美・安田 安田 	忠男	and ACP1 tephra, precursory event	P071	
Aso volcano, sw JapanAso volcano, sw JapanAso volcano, sw Japan岩橋くるみ・安田 敦・石橋秀巳・外西奈 津美角閃石斑晶・クリスタルクロットを用 いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の 		of Holocene basaltic volcanism of		
1) </td <td>岩橋くろみ・安田</td> <td>Aso volcano, Sw Japan</td> <td>火山学会 2018</td> <td>2018</td>	岩橋くろみ・安田	Aso volcano, Sw Japan	火山学会 2018	2018
津美制約人口学会 2018川口允孝・長谷中利 හ・田島靖久・安田 敦・外西奈津美霧島火山、新燃岳 2018 年噴火噴出物 の岩石学的特徴火山学会 2018 年秋季大会、 P0702018永石良太・川口允孝・ 長谷中利昭・鳥井真 之・安田 文・安田 教・外西奈 津美阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 やメルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会、 P0722018種田凌也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 教 空の影響: 玄武岩質メルトの動的冷 お結晶化実験斜長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 水本季大会火山学会 2018 年秋季大会2018池永有弥・前野 安田 安田 文化と噴火推移の再検討伊豆大島安永噴火における層序の細 分化と噴火推移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018池京諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程火山学会 2018 生秋季大会2018	敦·石橋秀巳·外西奈	いた雲仙平成噴火のプレ噴火過程の	年秋季大会	2010
川口元孝・長谷中利 昭・田島靖久・安田 敦・外西奈津美 永石良太・川口允孝・ 長谷中利昭・鳥井真 之・安田 敦・外西奈 津美 種田凌也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 敦 地永有弥・前野 深・ 安田 敦 七原諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳 大西里佳・東宮昭彦 有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程 次山学会 2018 年秋季大会, P072 2018 年秋季大会, P072 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 年秋季大会 2018 2018 2018 2018 2018 2018 2018 2018	津美	制約		0010
初   	川   兀 孝 • 長 谷 中 利   阪 • 田 阜 靖 Δ • 安 田	霧島火山, 新燃出 2018 年噴火噴出物  の 男石学的特徴	火田字会 2018   在秋季士会	2018
永石良太・川口允孝・ 長谷中利昭・鳥井真 之・安田 敦・外西奈阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン ラン石に富む降下スコリア中の鉱 物・メルト包有物組成火山学会 2018 年秋季大会, P0722018種田凌也・石橋秀巳・ 	前 日間4月八 女日 敦・外西奈津美	07月7日于15161国	平秋手八云, P070	
長谷中利昭・鳥开具 之・安田 文・外西奈 津美ラン右に富む降下久ヨリア中の弧 物・メルト包有物組成年秋季大会, P072種田凌也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 	永石良太・川口允孝・	阿蘇後カルデラ期約 5 万年前のカン	火山学会 2018	2018
津美1012種田凌也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 敦斜長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 速度の影響:玄武岩質メルトの動的冷 却結晶化実験火山学会 2018 年秋季大会2018池永有弥・前野 深・ 安田 敦伊豆大島安永噴火における層序の細 分化と噴火推移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018注原諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018	長谷屮利昭・烏井具   ク・安田 - 敦・外西本	フン石に畠む降下スコリチ甲の弧   物・メルト句有物組成	年秋孚て会,   P072	
種田凌也・石橋秀巳・ 外西奈津美・安田 敦斜長石の組織・化学組成に及ぼす冷却 速度の影響:玄武岩質メルトの動的冷 却結晶化実験火山学会 2018 年秋季大会2018池永有弥・前野 深・ 安田 敦伊豆大島安永噴火における層序の細 分化と噴火推移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018芝原諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 				
外四余澤美・女田       靫       速度の影響: 幺武宕賀メルトの動的常       牛秋季大会         地永有弥・前野 深・       伊豆大島安永噴火における層序の細       火山学会 2018       2018         安田       敦       分化と噴火推移の再検討       年秋季大会       2018         迂原諒・小木曽哲・佐       箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴       火山学会 2018       2018         野貴司・石橋秀巳       う火砕流の噴火準備過程       年秋季大会       2018         大西里佳・東宮昭彦       有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程       火山学会 2018       2018	種田凌也・石橋秀巳・	斜長石の組織・化学組成に及ぼす冷却	火山学会 2018	2018
池永有弥・前野 深・伊豆大島安永噴火における層序の細 分化と噴火推移の再検討火山学会 2018 年秋季大会2018安田 敦分化と噴火推移の再検討年秋季大会辻原諒・小木曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018	外四佘禈美・安田 敦		牛朳李大会	
安田敦分化と噴火推移の再検討年秋季天会迂原諒・小木曽哲・佐箱根火山 60ka カルデラ形成噴火に伴火山学会 20182018野貴司・石橋秀巳う火砕流の噴火準備過程年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程火山学会 20182018	池永有弥・前野 深・	伊豆大島安永噴火における層序の細	火山学会 2018	2018
过原訳・小不曽哲・佐 野貴司・石橋秀巳箱根火山 60ka カルテフ形成噴火に伴 う火砕流の噴火準備過程火山学会 2018 年秋季大会2018大西里佳・東宮昭彦有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程 年秋季大会火山学会 2018 年秋季大会2018	安田教	分化と噴火推移の再検討	年秋季大会	0.012
古真山山間汚し フハールの噴八半曲過程 中秋学八云 大西里佳・東宮昭彦 有珠火山 2000 年噴火の噴火準備過程 火山学会 2018 2018 年秋季大会 2018	辻原諒・小木曽哲・佐   野豊司 - 五埼禾口	箱根火山 60ka カルテラ形成噴火に伴	火山学会 2018   <del>年秋季十</del> 今	2018
ヘ四里注・果呂昭彦   月林火山 2000 年噴火の噴火準偏適程   火山字会 2018   2018   年秋季大会	お貝り・4 個労し		十八子八云	0010
	八四生住・果呂昭彦	1 坏八山 2000 午頃八の頃火华慵適産	八田子云 2018   年秋季大会	2018

石橋秀巳・諏訪由起	Aso4 珪長質マグマ中の角閃石-ホス	日本鉱物科学	2018
子・三好雅也・安田  敦・外西奈津美	トメルト間非平衡	会	
長谷中利昭・鳥井真	南阿蘇村立野地域の先阿蘇火山岩	国際火山噴火	2018
え・十川翔太・佐藤原   之	類:  構成物から推定しに火田活動の符   微	史 侑 報 研 先 集   今 (2018-1)	
		2-42	
鳥井真之・北園芳人・	南阿蘇村河陽地区における 2016 年熊	国際火山噴火	2018
長谷中利昭・奥野充・	本地震とテフラ層との関係	史情報研究集	
速田首次・四山貢一・   横田修一郎		$\Xi(2018-1),$ 2-09	
鳥井真之・長谷中利	テフラ層序にもとづく阿蘇カルデラ	国際火山噴火	2018
昭・永石良太・遠田晋	の活断層と斜面崩壊の編年:熊本地震	史情報研究集	
次・奥野充	を例として	会 $(2018-1)$ ,	
· 永云自士, 巨公山到			2018
昭・鳥井真之・川口允	カンラン石に富む降下スコリア 層中	史情報研究集	2010
孝・安田敦・外西奈津	の鉱物・メルト包有物化学組成	会(2018-1),	
美		1-35	
十川翔太・長谷中村   収・皀共百之・杰 康		国際火田噴火	2018
品 局开莫之 林 承	の化学組成との比較	(2018-1),	
		2-43	
長谷中利昭・鳥井真	先阿蘇火山岩類の岩石と年代:カルデ	国際火山噴火	2018
~ 十川翔太	フ朝への移行は何か要因となったか	史情報研先集   今 (2018-2)	
		1-02	
十川翔太・長谷中利	南阿蘇村立野に分布する先阿蘇火山	国際火山噴火	2018
昭・鳥井真之・森康	岩類の鉱物化学組成	史情報研究集	
		$\pm (2010^{-2}),$	
永石良太・長谷中利	   阿蘇中央火口丘軽石(ACP1 - 4) 組成	国際火山噴火	2018
昭・鳥井真之・安田	の時間変化	更情報研究集	
取・外四余津美		(2018-2), 1-03	
口允孝•長公由利	メルト今有物からみた阿蘇火山支武	国際水山噴水	2018
昭・安田敦・外西奈津	岩質マグマの噴火準備過程と揮発性	史情報研究集	2010
美・森康	成分含有量		
		1-04	0010
Shiihara, A. Yasuda.	leading to Aso-4 caldera-forming	57039-03, InGU	2018
N. Hokanishi, Y.	eruption	51000	
Mori			
A. K. Kurokawa, H. Jehihachi T. Miwa	Rheological changes of aphyric	SCG63-P11, Inclu	2018
ISHIDASHI, I. MIWA	experiments of 1986 Izu-Oshima lava	1000	
	1		
Y. Nakajima, H.	An EBSD study of plagioclase	SVC39-06,	2018
Ishibashi, Y. Kakibata N	glomerocrysts in Aokigahara lava flow from Fuji volcano Japan:	JpGU	
Hokanishi, K.	Implication for their formation		
Michibayashi, A.	process		
Tasuda Y. Suzuki, Y. Toeda	Temporal changes of magmas that	SVC39-P06.	2018
S. Kimura, R. Tanaka	caused lava dome forming eruptions	JpGU	
	in Haruna volcano in past 45,000		
V Suzuki K	years Magma plumbing system in the	SVC30-05	2018
Taguchi, A. Yasuda	Yufune-2 scoria eruption, Fuii	JpGU	2010
, <u> </u>	volcano-Constraints from MELTS	- *	
	calculations and water contents in		
Y. Yanagida, M.	Hydrous magma differentiation in	SVC39-P02.	2018
Nakamura, A. Yasuda,	deep crust recorded in melt	JpGU	

T. Kuritani. M.	inclusions in hornblende-bearing		
Nakagawa, T. Yoshida	cumulate xenoliths from		
Hanagawa, 1. Tobilida	Ichinomegata Maar. NE Japan		
Y Suwa H	Pre-eruntive magmatic process of	SVC39-P04	2018
Ishibashi N	silicic monogenetic volcano	InGU	2010
Hokanishi A Vasuda	informed from amphibale	1000	
nokanishi, A. Tasuda	phonoarysts: A appointed of		
	Jau-Kawagadaina yalaana		
N Areas M	Verse al aller merere atomore denthe	CVC20 DOO	9010
N. Araya, M.	very shallow magma storage depths	SVC39-P09,	2018
Nakamura, S.	at Sakurajima Volcano revealed from	ЈрбО	
Okumura, A. Yasuda,	melt inclusions and		
D. Miki, M. Iguchi,	plagioclase-melt hygrometer		
N. Geshi			
R. Oida, H.	Plagioclase-hosted melt inclusions	SVC39-P08,	2018
Ishibashi, T. Miwa,	of the 1986 eruption at Izu-Oshima	JpGU	
N. Hokanishi, A.	volcano, Japan: Implication for		
Yasuda	pre-eruptive process		
K Iwahashi, H.	Pre-eruptive process of the	SVC39-P13,	2018
Ishibashi, N.	1991-1995 eruption at Unzen	JpGU	
Hokanishi, A. Yasuda	volcano, Japan : constraints from	01	
,	amphibole phenocrysts		
C. Harada, T.	Chemical evolution of magma at Fuji	SVC44-P03.	2018
Tizuka M Hamada	volcano constrained from	InGU	2010
A Vasuda M	geochemistry of the 1707 Hoei	3600	
Voshimoto	eruntion		
上川 翔大•長公中 利	立野地域に分布する先阿蘇水山岩頪	SVC43-06	2018
	の地質と思る	Incli	2010
	V 地 貝 C 石 石 Det malegies l above at a mighting of		2019
F. Droutifiet, I.	Tence products of Helecone control	37C39 - F03,	2010
nasenaka, M.	Janoo products, a notocene scorta	Jban	
Nawaguchi, I.	cone, precursory to the 4-3.3 ka		
Nishiyama	basaltic events in the NW part of		
	Aso central cones, Kyushu	01041 00	0.01.0
Y. Ikenaga, F.	Reconstruction of stratigraphy and	SVC41-28,	2018
Maeno, A. Yasuda	time-series variation in	JpGU	
	composition of ejecta of the An´ ei		
	eruption, lzu-Oshima		
T. Shimano, A.	Spectroscopic colorimetry of	SVC41-30,	2018
Yasuda	volcanic ash particles for	JpGU	
	estimating ash componentry and		
	eruption styles		
S. Ohnishi, A.	Magmatic conditions prior to the	SVC39-P11,	2018
Tomiya	2000 eruption of Usu volcano, Japan	JpGU	
安田敦・嶋野岳人	揮発性成分定量による活火山爆発力	災害の軽減に	2019年2
	ポテンシャル評価とマグマ溜まり深	貢献するため	月 28 日
	度の再決定	の地震火山観	
		測研究計画水	
		山部会	

(f)特許出願、ソフトウエア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウエア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

#### (3) 令和元年度業務計画案

(a) 分析・解析プラットホームの構築

前年度に引き続き、分析・解析プラットホームの機能の向上をはかるとともに、分析・ 解析プラットホーム及びデータベース公開の準備を進める。分析効率の向上のため分光器 1台を EPMA 装置に追加し、分析効率の向上をはかる。前年度に引き続き、画像解析機能の 強化を行い、マグマの上昇速度の定量的検討に必要な拡散プロファイルの解析機能、石基 微結晶の組成とサイズを自動解析する機能を向上させる(東京大学)。

熱力学解析に関わる研究開発や膨大なデータ保管や検索方法についての検討を行う(産 業技術総合研究所)。

#### (b) データの保存と利用環境の整備

前年度に引き続き、分析・解析プラットホームのデータベース連携プログラムの整備と データベース構築の準備を行う(東京大学)。

#### (c) 火山噴出物の解析

前年度に引き続き、各火山について火山噴出物分析を進め、マグマ溜り環境の実体化、 マグマの上昇速度、マグマ混合から噴火に到る時間などの噴火事象分岐予測に必要な要素 の取得を継続する。

1) 有珠山

前年度に引き続き、有珠火山の歴史時代噴火に関する追加分析を実施する(産業技術総 合研究所)。

2) 榛名山

前年度に引き榛名火山のマグマ供給系の変化についての検討を行う。榛名火山二ツ岳の 2つの噴火については、斑晶組成分析・メルト包有物含水量分析によって、マグマ貯蔵状 態や噴火誘発プロセスの解明を行う。榛名カルデラ噴火については、斑晶組成分析・メル ト包有物含水量分析に加え、八崎降下軽石の網羅的採取と、その全岩組成分析・薄片観察 を行うとともに、新たに北東麓にて発見した火砕流堆積物と白川火砕流堆積物(広義)の 比較を行い、榛名カルデラ噴火の推移について検討する(早稲田大学)

3) 富士山

連携機関の富士山科学研究所と共同して、新富士火山の代表的な溶岩試料について斑晶 組成分析を行い、マグマ溜まりの温度と含水量を調べる(東京大学)。

前年度に引き続き、富士山 1707 年噴火のガブロ捕獲岩の分析・解析を行う。特に、ガ ブロ捕獲岩中の粒間ガラスの分析に重点を置き、富士山のケイ長質マグマの噴火準備過程 について検討する(静岡大学)。

前年度に引き続き大沢火砕流本質岩塊の噴出条件の検討を行う。平成 30 年度分に加え

てデータ蓄積を行い、噴出温度等の推定を行う(常葉大学)

4) 伊豆東部火山群

前年度に引き続き、伊豆東部火山群の噴出物の試料分析・解析を行う。本年度は特に、 伊豆大室山噴火のスコリアの石基組織解析を行い、マグマの火道上昇プロセスを詳細に検 討する(静岡大学)。

(5) 雲仙・普賢岳

雲仙平成噴火において、前年の研究によってこれまで知られていなかった第三のマグマ の関与が明らかになった。そこで、試料の分析を継続し、噴火に関与したマグマ溜まりの 温度・圧力環境について再検討を行うとともに、地球物理的手法で決定されたマグマ溜ま り深度との対比を行う(東京大学)。

#### 6) 阿蘇山

阿蘇4噴火およびその前後の噴火に注目して、一連の阿蘇中央火口丘軽石試料(ACP-1、 2、3、4)、および、後カルデラ期、完新世玄武岩試料の分析・解析を行うとともに、 先カルデラ期からカルデラ期へのマグマ供給系の変化について検討する。加えて、現在の 後カルデラ期マグマ供給系におけるカルデラ噴火可能性の評価を行う(熊本大学)。

7) 霧島山

前年度に引き続き新燃岳 2018 年 3 月噴出物の解析を行う。桜島における測色値と構成比の 関係およびその粒径依存性を参考に同様の分析を進め、噴火推移との対応関係を明らかに する。(常葉大学)。

8) 桜島

桜島火山のブルカノ式噴火噴出物のメルト包有物分析を継続し、昭和期(南岳火口)と 平成期(主に昭和火口)の噴火の違いやその原因について、地球物理学的観測量もあわせ て考察し、爆発のメカニズム(マグマの上昇速度と爆発強度の関係など)を明らかにする (東北大学)。

桜島火山での連続試料採取と噴火の特徴を迅速に把握するためのモニタリング手法の 開発を継続する。噴火様式判定手法としてより迅速な測色データ導出法の検討を行う。粒 径依存性についてさらに検討し、粒子構成比の連続推定のためのデータ整備を行う(常葉 大学)。

9) 諏訪之瀬島

前年度に引き続き諏訪之瀬島火山のマグマ供給系の岩石学的検討を行う。約3万年、1 万年、4千年前、1813年、1884年、20世紀以降の噴出物の斑晶組成データを整備すると ともに、これらを用いて、噴出温度等の推定を行う(常葉大学)。

## 10) その他

研究期間中に国内の火山で、噴火が発生した場合には、必要に応じてその火山噴出物の 分析・解析を行い、火山噴出物と噴火形態や物理観測との対応関係についての知識の集積 をはかる。

(d) 課題の総合推進

7月までに、幾つかの火山について先行してマグマ溜まり環境(温度、圧力、組成、含水量)のとりまとめを行い、課題 C-3のシミュレーショングループと情報共有する。12月 に課題 C-1の研究集会を開催し、研究の進捗の確認、情報共有を行う。また、今後の研究 の方法について意見交換する。12月に開催予定の課題 C 全体集会に向けた準備を行う。