SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

低粘性の玄武岩質マグマの爆発的噴火メカニズムの解明

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 静岡大学 公開日: 2020-04-13 キーワード (Ja): 爆発的噴火, マイクロライト, マグマ, 減圧結晶作用, レオロジー, 粘性-脆性遷移, 苦鉄質, 斜長石 キーワード (En): 作成者: 石橋, 秀巳 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/00027329

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　元 年　 ６ 月 １３ 日現在

機関番号：１３８０１
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2016～2018
課題番号：１６Ｋ０５６０５

研究課題名（和文）低粘性の玄武岩質マグマの爆発的噴火メカニズムの解明

研究課題名（英文）A mechanism of explosive eruption of low-viscosity mafic magma

研究代表者
石橋　秀巳（Ishibashi, Hidemi）

静岡大学・理学部・准教授

研究者番号：７０４５６８５４

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では，熱力学シミュレーションおよび天然火山噴出物の観察・分析によって，苦鉄質マグマの噴火ダイナミクスに強い影響を及ぼすマイクロライトの減圧結晶作用が，マグマの温度によって主にコントロールされることを明らかにした．また，室内でのマグマの結晶作用実験によって，結晶作用のカイネティックな遅れが残液メルトの組成変化経路の実効的冷却速度依存変化をもたらすが，メルト-斜長石間の元素分配関係そのものは実効的冷却速度に依存しないことを示した．したがって，含水・流動条件下で結晶作用が促進され，カイネティックな遅れが無視できる場合，平衡条件下で定式化されたメルト-斜長石温度計を適用可能と考えられる．

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究では，苦鉄質マグマの噴火ダイナミクスの多様性の原因とされるマイクロライト減圧結晶作用が，マグマの温度によって本質的にコントロールされることを明らかにした．この成果は，苦鉄質マグマの噴火ダイナミクスを理論モデル化するうえで温度が極めて本質的な要素であることを示唆する．また，マグマ温度の本質的重要性を明らかにしたことから，今後，火山噴出物の物質科学的研究を進めるうえでの指針を示したと言える．加えて，火山防災的な観点では，初期に噴出したマグマの温度を調べることで，同じ条件のマグマが噴出した時におこる現象を推測できる可能性を示した．

研究成果の概要（英文）：We performed thermodynamic simulation of degassing-driven crystallization of mafic melts. The results suggest that the behaviors of crystallization are primarily controlled by the temperature of melt and the temperature-dependent change of crystallization behavior is responsible for the variation of eruption style of mafic magmas. In addition, we analyzed run samples of cooling-driven crystallization experiments of a high-Al basaltic melt from Hawaii. The results suggest that kinetic delay of crystallization induces the change of liquid line of descent and overestimation of melt-plagioclase geothermometers against quenched temperatures whereas melt-plagioclase partition coefficient of anorthite component does not depend on substantial cooling rate. Therefore, plagioclase-melt thermmeters can be applied to estimate temperature of natural mafic magmas if kinetic delay is minimum due to the effects of shear flow and/or H2O in melt.

研究分野：マグマ科学

キーワード：爆発的噴火　マイクロライト　マグマ　減圧結晶作用　レオロジー　粘性-脆性遷移　苦鉄質　斜長石

１．研究開始当初の背景

「高温で低粘性の苦鉄質マグマは破砕しにくいため，激しい爆発的噴火をおこしにくく，比較的穏やかな噴火様式となりやすい」という従来の認識は，この研究課題開始時に既に疑問視されていた．この頃，過去におこった玄武岩質マグマのプリニー式噴火の証拠が世界中から報告されたためである．この当時における爆発的噴火のメカニズムに関する我々の理解は，低温で結晶に乏しいケイ長質マグマに関する知見に基づいていた．マグマの粘性率は，温度やメルト化学組成，結晶量などに依存して 10 ケタ近い変動を示す．低温のケイ長質マグマは，その粘性率の大きさ故に天然で実現可能な歪速度条件でも流動破砕することができ，爆発的噴火をおこすことができる．しかし，およそ数千 Pas 以下の粘性率を持つ高温の苦鉄質マグマは，現実的な歪速度では流動破砕することができない．故に低温の珪長質マグマと同じメカニズムで爆発的噴火をおこすことが難しいと考えられ，苦鉄質マグマに特有の未知の爆発的噴火メカニズムがあると考えられていた．

２．研究の目的

本研究課題の目的は，比較的高温で低粘性の苦鉄質マグマの爆発的噴火メカニズムを理解することである．そこで我々が注目したのは，含水苦鉄質マグマが火道上昇する際にしばしばおこる減圧結晶作用の影響である．含水苦鉄質マグマでは，火道上昇時の減圧によってメルトから H_2O が離溶すると，斜長石や輝石のリキダスが上昇する．このリキダス温度がマグマの温度を上回ると過冷却が発生し，結晶作用をおこすことがある．このプロセスを減圧結晶作用とよぶ．スコリア中の石基部分に含まれる数十～百ミクロン大の結晶は，この減圧結晶作用によって形成したものと考えられ，“マイクロライト”とよばれる．火道上昇中におこるマイクロライトの結晶作用は，メルトの化学組成を変化させるとともにマグマの結晶量を増加させ，結果としてマグマ全体の粘性率を急速に上昇させる．また，珪長質マグマの爆発的噴火による軽石にはマイクロライトがあまり含まれない．このことは，減圧結晶作用が苦鉄質マグマに特有におこる現象であることを示唆している．以上から，火道上昇中におこる急速な粘性率の増加が，苦鉄質マグマが激しい爆発的噴火をおこす鍵ではないかと我々は考えた．そこで本研究課題では，①苦鉄質マグマの減圧結晶作用のふるまいを支配する要因と，②マイクロライトがマグマの噴火ダイナミクスに及ぼす影響について検討することを目的とした．

３．研究の方法

本研究課題では，(1)苦鉄マグマの減圧結晶作用の熱力学シミュレーション，(2)天然の苦鉄質マグマの爆発的噴火による噴出物（スコリア）中のマイクロライトの微細組織観察・化学組成分析，(3)玄武岩質マグマの冷却結晶作用に伴う結晶成長カイネティクス実験によって，火道上昇過程でのマイクロライト形成とそのマグマ物性および噴火ダイナミクスへの影響を検討した．

(1)苦鉄マグマの減圧結晶作用の熱力学シミュレーション

SiO_2-TiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3-FeO-MnO-MgO-CaO-Na_2O-K_2O-P_2O_5-H_2O 系においてリーズナブルな熱力学相平衡計算ができるフリープログラム“Rhyolite-MELTS”(Gualda et al., 2012) を用い，富士山 1707 年宝永噴火の玄武岩質メルトと伊豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩メルトを出発メルト組成とする等温減圧結晶作用シミュレーションを行った．この際，ひとつの出発メルト組成に対して，様々な初期温度・含水量条件でシミュレーションを行い，マグマの初期条件が減圧結晶作用のふるまいに及ぼす影響を検討した．

(2)苦鉄質スコリア中のマイクロライトの微細組織観察・化学分析

東京大学地震研究所の FE-EPMA を用いて，スコリア中のマイクロライトの微細組織観察を行った．また，東京大学地震研究所の EPMA を用いて，マイクロライトの化学組成分析を行った．

(3)玄武岩質マグマの結晶作用カイネティクス実験

常圧電気炉を用いた玄武岩質マグマの冷却結晶作用実験を行った．ハワイの高アルミナ玄武岩質メルトを出発物質とし，10℃/分から 0.1℃/分の 2 桁に渡る範囲で冷却速度を変化させ，冷却されたサンプルの温度がリキダス下 30℃，60℃，90℃，120℃に到達した瞬間に実験試料を水中急冷することで，各冷却速度での結晶作用の進行を再現した．この実験試料について東京大学地震研究所の FE-EPMA および EPMA を用いて組織観察・化学分析を行い，結晶の形態，成長カイネティクス，残液メルトの組成変化経路，斜長石-メルト間元素分配の冷却速度依存性を検討した．

本研究の進行とともに,噴火ダイナミクスに及ぼすマイクロライトの影響を検討するうえで，マグマの初期温度の重要性を強く認識した．そこで，上の 2 つの方法による研究の他にオリビンや角閃石の斑晶の化学組成に基づいてマグマの温度を決定する方法の実用化および天然試料

への適用も試みた.

４．研究成果

(1)苦鉄質マグマの減圧結晶作用シミュレーション

富士山宝永噴火の玄武岩質メルトおよび伊豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩メルトを出発物質とする等温減圧結晶作用の熱力学シミュレーションを行った．初期圧力条件を一定とし（富士山宝永噴火で 150MPa，伊豆大島 1986 年噴火で 200MPa)，初期メルト含水量をおよそ 0.5～4wt.%の間で変化させ,与えられた含水量でのリキダス温度をシミュレーション温度条件とした．また，比較のためにリキダス以上の温度を初期条件とする実験も行った．富士山宝永噴火の玄武岩質メルトと伊豆大島 1986 年噴火の玄武岩質安山岩メルトでは,以下のような似たふるまいが見られた.

① 減圧結晶作用のふるまいは,初期メルト含水量やオーバーヒーティングの程度の関係なく,メルトの温度のみに依存して変化した.
② メルト温度の低下に伴い,減圧結晶作用の開始圧力は数 MPa から約 30-50MPa 程度まで増加した.
③ メルトの温度低下に伴い，最終的に到達する結晶量は数 wt.%から約 40wt.%まで増加した.
④ メルトの温度低下に伴い，はじめに晶出する結晶の種類が斜長石から輝石，磁鉄鉱へと変化した.
⑤ メルトの温度低下に伴い，はじめに晶出する斜長石の An 値[=Ca/(Ca+Na)]が減少した.
⑥ メルトの温度低下に伴い，最終的に到達するメルトの SiO_2 量が増加した.
⑦ メルトの温度低下に伴い，メルト粘性率および相対粘度がともに増加し，結果としてマグマのバルク粘性率が 3 ケタ程度増加した.

以上のような結果から，高含水量で低温のメルトは火道上昇に伴う脱ガスの過程でより多量のマイクロライトを晶出し，これによってマグマの粘性率が著しく増加することがわかった．このマグマの粘性率の増加は，マグマからの気泡の脱ガスを阻害すると考えられる．加えて，マイクロライトが約 40vol.%をこえると，マグマの脆性的なレオロジー挙動が発現することが実験的に示された(Namiki & Tanaka, 2017)．これらの結果から，苦鉄質マグマの噴火挙動（特に爆発的噴火となるか非爆発的噴火となるか）は，マグマの温度に強く制約を受けていることを示唆する.

以上の成果は，下に示す発表論文リストの[4]および[5]によって公表済である.

(2)苦鉄質スコリア中のマイクロライト組織・化学組成

伊豆大島1986年のB火口プリニー式噴火噴出物に含まれる斜長石マイクロライトについて化学分析を行なった.その結果,斜長石マイクロライトの An 値がおよそ 0.77 から 0.67 の範囲を示し，その最大 An 値が(1)の熱力学シミュレーションから示唆される値より低いことがわかった．これは，斜長石マイクロライトの結晶作用のカイネティックな遅れが原因であると考えられ，熱力学的に計算した遅れの大きさは圧力で約 5MPa（深さで約 200m）であった．このことから，玄武岩質安山岩メルト中での減圧結晶作用開始のカイネティックな遅れは比較的小さく，(1)のシミュレーションの結果が概ね天然に適用可能であることがわかった.また,同噴出物中に含まれる斜長石および輝石のマイクロライト量を調べたところ,(1)のシミュレーション結果と整合的であることがわかり，カイネティックな遅れは結晶作用初期だけにおこることが示唆された．この成果は，学会発表リストの[1]で公表した.

富士山の爆発的噴火によるスコリア中のマイクロライトの微細組織を観察した．その結果，オリビン・斜長石については一粒の中でほとんど組成ゾーニングを示さないのに対し，単斜輝石マイクロライトは複雑な波動累帯ゾーニングを示すことがわかった．この単斜輝石の組成ゾーニングは,ストロンボリ式噴火だけでなくプリニー式噴火の噴出部中でも見られることから,斑晶について一般に考えられるようなマグマ混合によるメルト組成-温度の変動の結果では説明できない．近年，急速成長したオリビンについて同様の形状を示すリンの組成ゾーニングが報告され（Welsch et al., 2014; Shea et al., 2015），高い過飽和度の下での急速なデンドライト成長の結果と解釈されている．今回発見された輝石の組成ゾーニングも同様のデンドライト成長の結果かもしれないが，詳細については今後の継続研究が必要である.

(3)玄武岩質マグマの冷却結晶作用に伴う結晶成長カイネティクス実験

ハワイのオアフ島ワイアナエ地域に産する高アルミナ玄武岩を出発物質とし，冷却に伴う結晶成長と斜長石-メルト間元素分配の冷却速度依存性を検討した.実験試料中の結晶量は低温ほど増加するが，同じ急冷温度の試料間では冷却速度の増加とともに結晶量が減少した．また，高温・高冷却速度から低温・低冷却速度に向かって斜長石の形態がホッパー状から自形へと変化し，低温・低冷却速度の条件のみで輝石の樹枝状結晶が形成された．さらに，高冷却速度の実験では晶出した結晶の周りのメルト組成境界層（MBL）が形成し，特に輝石のまわりの方が斜長石より低冷却速度で MBL が形成した．メルトの組成変化曲線は，低冷却速度条件では熱力学的分別結晶作用シミュレーションの結果と整合的であったが，高冷却速度条件では斜長石コントロールラインに沿った組成変化を示した．これは，斜長石に比べて輝石の晶出がカイネティ

ックに遅れたためであり，このカイネティックな遅れを生じた原因は，メルト中での反輝石成分の拡散が遅いためと考えられる．更に，斜長石リキダス温度計と斜長石-メルト An 分配温度計を適用して温度を見積もったところ，両者は整合的な値を示したが，いずれも急冷温度よりも系統的に高温を示した．このことは，斜長石-メルト間の An 分配関係が冷却速度に依存しないことを示唆し，急冷温度より系統的に高い温度を示したのは，冷却に対して斜長石の成長がカイネティックに遅れたためと考えられる．したがって，斜長石-メルト温度計の示す温度は，急冷温度ではなく閉鎖温度と考えられる．ただし，この結果は無水・非流動条件下でのものであることに注意が必要である．天然のマグマで一般的な含水・流動条件での結晶作用では，無水・非流動条件下に比べて結晶作用が促進されるため，本実験で見られたカイネティックな遅れは生じないかもしれない．一方で，斑晶鉱物中に含まれるメルト包有物の捕獲プロセスは非流動条件で進行すると考えられるので，本実験で見られた現象が実際におこるかもしれない．

以上の成果の一部は，下に示す学会発表リストの[3]で公表した．

(4)斑晶鉱物の化学組成に基づく地質温度計の実用化と適用

(1)の結果から，マグマの温度が噴火ダイナミクスに著しい影響を及ぼすことが示唆され，火山噴出物からマグマの温度を見積もることの重要性が明らかとなった．そこで，火山噴出物中の斑晶鉱物の化学組成からマグマの温度を見積もる方法のうち，近年新たに開発された 2 つの地質温度計(Al-in-olivine 温度計と角閃石単相温度計)の実用化を目的とした研究を行った．

Al-in-olivine 温度計 (Coogan et al., 2014)は，スピネルと共存するオリビン中の Al 溶解度に基づく地質温度計である．1200℃以上のマグマでは普通，スピネルとオリビン以外の鉱物が含まれることは稀であり，Al-in-olivine 温度計はこのような高温マグマの温度を見積もることができる唯一の方法である．この温度計を，静岡市に産するおよそ 2000 万年前の付加体堆積物に含まれるメイメチャイト溶岩中のオリビンに適用した．その結果，オリビンの晶出温度としておよそ 1450℃が得られた．この温度は，全岩および鉱物化学組成から見積もった起源マントルポテンシャル温度～1600℃のマグマが上昇過程で断熱膨張冷却したとするとうまく説明できる．この研究結果は，2000 万～1 億年前の間に北西太平洋プレート下で未知のマントルプルーム活動があったことを示唆するとともに，Al-in-olivine 温度計が信頼できることを明らかにした．この成果は，下の論文リストの[1]によって公表した．

角閃石単相温度計 (Putirka, 2016) は，広い組成・温度・圧力範囲でのケイ酸塩メルト-角閃石平衡実験データから回帰した経験式であり，マグマ中で晶出した角閃石単相の化学組成のみからその晶出温度を見積もることを可能とした．この温度計を用いて，鶴見火山最新のマグマ噴火による山頂溶岩と,阿蘇火山最新のカルデラ形成噴火である Aso4 噴火のテフラに含まれる角閃石の晶出条件を見積もった．その結果，鶴見岳火山においては，角閃石の晶出条件が同火山地下に見られる地震空白域および低周波地震発生域の条件と一致し，同火山におけるマグマ供給システムの描像が明らかとなった．一方で Aso4 テフラでは，角閃石の晶出温度がホストメルトのそれと一致せず，明確な非平衡を示した．この結果から，Aso4 マグマだまり中でのクリスタルマッシュの累帯構造とその崩壊を伴うカルデラ形成噴火の過程を提案した．これらの成果は，下の論文リストの[2]，[3]で公表した．

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計６件)

[1] Yoshihiro Nakamura, Hidemi Ishibashi*, Atsushi Yasuda, Natsumi Hokanishi, Junji Yamamoto (2018) Ultra-magnesian olivine-bearing ultramafic lava blocks within Cenozoic accretionary sediments at Shizuoka, Japan: implications for young, hot pkume activity beneath the western Pacific Plate. *Lithos*, 324-325, 315-324.(査読有)

[2] Hidemi Ishibashi*, Yukiko Suwa, Masaya Miyoshi, Atsushi Yasuda, Natsumi Hokanishi (2018) Amphibole-melt disequilibrium in silicic melt of the Aso-4 caldera-forming eruption at Aso Volcano, SW Japan. *Earth, Planets and Space*, 70, 137. (査読有)

[3] 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. (査読無)

[4] Shiho Nagasaki, Hidemi Ishibashi*, Yukiko Suwa, Atsushi Yasuda, Natsumi Hokanishi, Takahiro Ohkura, Keiji Takemura (2017) Magma reservoir conditions beneath Tsurumi volcano, SW Japan: Evidence from amphibole thermobarometry and seismicity. *Lithos*, 278-281, 153-165. (査読有)

[5] 石橋秀巳*, 天野大和 (2017) 玄武岩質マグマの減圧結晶作用と噴火ダイナミクスに及ぼすプレ噴火条件の影響:富士山 1707 年噴火玄武岩質マグマの例.静岡大学地球科学研究報告, 44, 17-29. (査読無)

[6] 菅野拓矢*, 石橋秀巳 (2017) 斑晶鉱物の元素拡散モデリングに基づく噴火準備タイムスケールの研究の現状. 静岡大学地球科学研究報告, 44, 47-64. (査読無)

*は責任著者

〔学会発表〕(計２７件)

[1] 石橋秀巳*，種田凌也，安田敦，外西奈津美（2018）苦鉄質マグマの噴火様式に及ぼす温度の影響：伊豆大島 1986 年噴火の例．日本火山学会 2018 年秋季大会　（口頭）

[2] 諏訪由起子*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2018）角閃石-斜長石共存関係から探る流紋岩質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．日本火山学会 2018 年秋季大会　（口頭）

[3] 種田凌也*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2018）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．日本火山学会 2018 年秋季大会　（ポスター）

[4] 岩橋くるみ*，安田敦，石橋秀巳，外西奈津美（2018）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．日本火山学会 2018 年秋季大会　（ポスター）

[5] 辻原諒*，小木曽哲，佐野貴司，石橋秀巳（2018）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．日本火山学会 2018 年秋季大会　（ポスター）

[6] 石橋秀巳*，諏訪由起子，三好雅也，安田敦，外西奈津美（2018）Aso4 珪長質マグマ中の角閃石-ホストメルト間非平衡．日本鉱物科学会 2018 年年会（口頭）

[7] Ryoya Oida*, Hidemi Ishibashi, Takahiro Miwa, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2018) Plagioclase-hosted melt inclusions of the 1986 eruption at Izu-Oshima volcano, Japan: Implication for pre-eruptive process. JPGU 2018 Meeting (poster in International Session)

[8] Yukiko Suwa*, Hidemi Ishibashi, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2018) Pre-eruptive magmatic process of silicic monogenetic volcano inferred from amphibole phenocrysts: A case study of Izu-Kawagodaira volcano. JPGU 2018 Meeting (poster in International Session)

[9] Kurumi Iwahashi*, Hidemi Ishibashi, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2018) Pre-eruptive process of the 1991-1995 eruption at Unzen volcano, Japan: constraints from amphibole phenocrysts. JPGU 2018 Meeting (poster in International Session)

[10] Yuji Nakajima, Hidemi Ishibashi*, Yuki Kakihata, Natsumi Hokanishi, Katsuyoshi Michibayashi, Atsushi Yasuda (2018) An EBSD study of plagioclase glomerocrysts in Aokigahara lava flow from Fuji volcano, Japan: Implication for their formation process. JPGU 2018 Meeting (Oral in International Session)

[11] 石橋秀巳*，鈴木琉斗（2018）Rhyolite-MELTS プログラムを用いたメルト粘性スケールの再現性の検討．日本地球惑星科学連合大会 2018 年大会（ポスター）

[12] 辻原諒*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2017）箱根火山 60ka カルデラ形成噴火の準備過程．日本火山学会 2017 年秋季大会　（ポスター）

[13] 井上智未*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2017）斜長石斑晶の化学的組織的特徴が示す富士火山のマグマ供給系の異方性．日本火山学会 2017 年秋季大会　（ポスター）

[14] 諏訪由起子*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2017）伊豆半島，カワゴ平火山における噴火の準備過程：溶岩流中の角閃石斑晶からの制約．日本火山学会 2017 年秋季大会　（ポスター）

[15] 菅野拓矢*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2017）富士火山，2500 年前の S-18 サブプリニー式噴火のプレ噴火プロセス．日本火山学会 2017 年秋季大会　（口頭）

[16] 菅野拓矢*，石橋秀巳（2017）斑晶の元素拡散モデリングに基づく噴火準備タイムスケール研究の現状．日本火山学会 2017 年秋季大会　（ポスター）

[17] 石橋秀巳*（2017）減圧過程における玄武岩質マグマの粘性率変化：等温過程 vs. 断熱過程．日本火山学会 2017 年秋季大会　（ポスター）

[18] 石橋秀巳*，種田凌也，千葉達朗，外西奈津美，安田敦（2017）伊豆大島 1986 年 B 火口噴火のガブロ捕獲岩にみられる粒間メルト混合．日本火山学会 2017 年秋季大会　（口頭）

[19] 石橋秀巳*，種田凌也，千葉達朗，外西奈津美，安田敦（2017）伊豆大島 1986 年噴火の安山岩質メルトを含む斑レイ岩ゼノリス．日本地球惑星科学連合大会 2017 年大会（ポスター）

[20] 石橋秀巳*，天野大和　（2017）　減圧結晶作用に伴う玄武岩質メルトの粘性率変化：富士山宝永噴火玄武岩質マグマの例．日本地球惑星科学連合大会 2017 年大会（ポスター）

[21] 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．日本火山学会 2016 年秋季大会　（口頭）

[22] 井上智未*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2016）斜長石斑晶組織から探る富士火山のマグマ供給系．日本火山学会 2016 年秋季大会　（ポスター）

[23] 天野大和*，石橋秀巳，外西奈津美，安田敦（2016）富士火山宝永噴火の玄武岩質マグマの上昇過程：斜長石マイクロライトからの制約．日本火山学会 2016 年秋季大会　（口頭）

[24] Takahiro Miwa*, Hidemi Ishibashi (2016) Redox variation of erupting magma during Strombolian activity. Goldschmidt Conference 2016（ポスター）

[25] Yoshihiro Nakamura, Hidemi Ishibashi*, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2016) Extremely hot plume origin of ultramafic lava in the late Paleogene accretionary prism from shizuoka, Japan. Goldschmidt Conference 2016（ポスター）

[26] Yukiko Tanaka, Hidemi Ishibashi*, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2016) Melt

inclusions in gabbroic xenoliths from Fuji volcano; implication for criptic silicic magma chamber. Goldschmidt Conference 2016（ポスター）
[27] 石橋秀巳*, 三輪学央, 三井雄太（2016） 3相系マグマのレオロジー則と粘性-脆性遷移：桜島昭和溶岩の例. 日本地球惑星科学連合大会2016年大会（ポスター）
*は発表者

〔図書〕（計０件）

〔産業財産権〕
○出願状況（計０件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計０件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

６．研究組織

(1)研究分担者
研究分担者氏名：奥村 聡
ローマ字氏名：Okumura, Satoshi
所属研究機関名：東北大学
部局名：理学研究科
職名：准教授
研究者番号（8桁）：40532213

研究分担者氏名：三井 雄太
ローマ字氏名：Mitsui, Yuta
所属研究機関名：静岡大学
部局名：理学部
職名：講師
研究者番号（8桁）：80717950

(2)研究協力者
研究協力者氏名：安田 敦
ローマ字氏名：Atsushi Yasuda

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。