

令和4年度 研究船共同利用研究申込書

2021年 8月20日

研究船共同利用運営委員会 委員長 殿

研究代表者 (申込者)

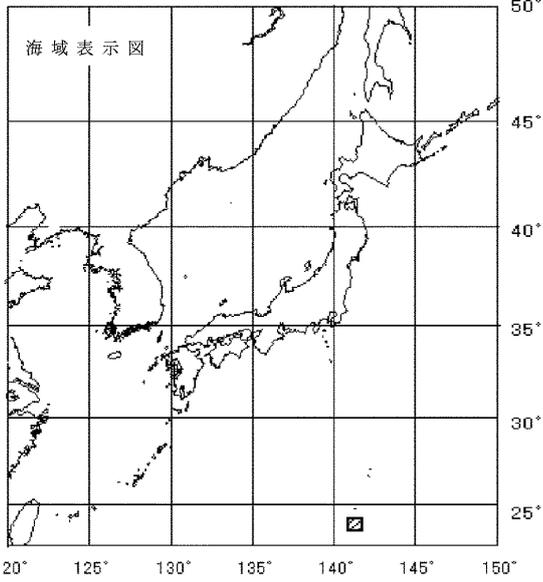
所属機関 国立科学博物館
職名 研究主幹
氏名 谷 健一郎

研究船を利用した研究を下記のとおり申し込みます。

研究課題		福徳岡ノ場 2021年8月噴火の緊急調査：浅海爆発的噴火のダイナミクス解明に向けて				
	氏名	所属機関・職名	研究分担内容	旅費負担	乗船・非乗船	期間及び海域等
研究代表者・分担者	谷 健一郎	国立科学博物館・研究主幹	岩石学・研究総括	無	乗船	1. 必要観測日数 計7日間 (4日間+3日間) 2. 観測希望時期 R4年4~11月・R5年3月 3. 観測海域 伊豆小笠原弧 (福徳岡ノ場) 4. 希望船舶 (○で囲む) (新青丸) よこすか 5. 乗合航海の可否 可 6. 震災関連研究航海 (該当する場合は○で囲む)
	石塚 治	産業技術総合研究所・首席研究員	コア解析・火山噴火履歴	無	乗船	
	前野 深	東京大学・准教授	コア解析・噴煙推移解明	無	乗船	
	安井 真也	日本大学・教授	記載岩石学・噴火推移解明	無	乗船	
	中村 美千彦	東北大学・教授	噴出物の破碎組織解析	無	非乗船	
	南 宏樹	海上保安大学校・准教授	地球物理航走観測・地形解析	無	乗船	
	佐野 貴司	国立科学博物館・グループ長	全岩化学組成・マグマ成因	無	乗船	
	嶋野 岳人	常葉大学・教授	火山地質・噴火推移解析	無	乗船	
	角野 浩史	東京大学・准教授	熱水・火山岩貴ガス分析	無	乗船	
	長井 雅史	防災科学技術研究所・特別研究員	コア解析・長期火山形成史	無	乗船	
	池上 郁彦	University of Tasmania (AUS)・大学院生	海底地形・映像解析	無	乗船	
	Murch Arran	国立科学博物館・JSPS 外国人特別研究員	火山灰の微細構造解析	無	非乗船	
	McIntosh Iona	海洋研究開発機構・研究員	マグマ揮発性成分分析	無	乗船	
小松 浩典	国立科学博物館・研究主幹	底生生物の分類	無	乗船		

* 受付年月日		* 採否		* 整理番号	
---------	--	------	--	--------	--

*印欄は記入しないでください。

<p>震災との関連、国連海洋科学の10年との関連</p>	<p>震災と本課題は直接の関係はないが、爆発的・海底噴火は火山噴出物による災害に加えて津波を引き起こす可能性がある。もし福徳岡ノ場 2018 年噴火と同規模の噴火が北部伊豆小笠原弧で起こったならば、9 世紀の新島・神津島の噴火に匹敵する大災害が本州沿岸域で発生する可能性が高い。本研究によって海底噴火に伴う噴火素過程の理解が進むことで、周辺陸域への災害リスク評価に資する。これは国連海洋科学の 10 年において重点的に行う取組み例として提言されている「海洋に関する事故・災害によるリスク低減」に関連する。</p> <p>海底火山噴火は、低頻度ながら我が国の海洋安全にとっても重要な意味を持ち、実際、伊豆小笠原弧明神礁では、1952 年に海上保安庁の船舶が噴火に巻き込まれた。福徳岡ノ場は、北福徳カルデラ内の中央火口丘であり、鬼界カルデラなど大規模噴火を発生した南九州のカルデラ研究に対する波及効果もある。</p>	
<p>観測希望時期等</p>	<p>季節風の影響が少ない R4 年 4 月～11 月あるいは R5 年 3 月を希望。しかし線表次第で実施困難な場合はその他の時期でも可能。マルチナロービーム海底地形調査 (XBT 観測含む) において技術支援を希望する。</p>	
<p>使用観測設備・機器</p>	<p>申込者が持込む観測機器 (名称・数量・重量)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オンライン温度計付高温熱水保圧採水器・1 式・1.5 kg ・細粒火山灰採集用ネット・6 式・各 0.8 kg ・プッシュコアラー・3 式・各 1.2 kg ・深海カメラシステム・2 式・5 kg ・スラップガン・1 式・約 95 kg ・ドローン・1 式・約 10 kg <p>重量は全て水中重量。</p> <hr/> <p>搭載を希望する可搬型機器 (添付「利用の手引き」参照) (大型の可搬型機器の搬入搬出には、多額の経費を必要とするため、採択後の運航計画作成に当りご相談させていただく場合があります。)</p> <p>無人探査機「ハイパードルフィン」</p> <hr/> <p>搭載を希望する共同利用観測機器</p> <p>「ピストンコアラー」</p>	<p>観測海域 (枠で囲んでハッチをつけてください。)</p> <p>(この地図からはみ出す場合は、適宜別の地図と入れ替えてもかまいません。)</p>  <p>海域表示図</p>
		<p>研究代表者の連絡先</p> <p>所属機関 国立科学博物館 職名 研究主幹 氏名 谷 健一郎</p> <p>住所 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1</p> <p>TEL : 029-853-8162 FAX : e-mail : kentani@kahaku.go.jp</p>

●研究目的・内容

〔研究目的〕

1. 伊豆小笠原弧福徳岡ノ場火山において2021年8月に発生したプリニー式噴火について緊急調査を実施し、噴火堆積物の特徴やその分布域について、無人探査機による海底観察・サンプリングとピストンコアラールによるコア試料から明らかにする。さらに衛星画像などに基づく噴火の時系列と比較研究することで、噴火の全容を解明する。
2. 本噴火に伴って放出された軽石などの火山砕屑物を系統的にサンプリングし、その全岩化学組成・岩石学的分析から、マグマ成因・噴火前のマグマ温度圧力条件を推定する。さらには噴出物粒子の形態・三次元内部構造から、爆発的噴火を引き起こした火道内でのマグマ破碎過程を明らかにする。これを陸上プリニー式噴火の火山砕屑物と比較することで、まだ未解明な部分が多いマグマの破碎条件を包括的に理解することを目指す。

〔研究内容〕

福徳岡ノ場は南部伊豆小笠原弧に位置する活動的な海底火山であり、2021年8月13日に11年ぶりに噴火しているのが気象衛星や海上保安庁航空機の観測から確認された。本噴火では噴煙高度が16 kmと対流圏界面に達し(気象庁火山活動解説資料8月13日13時半発表)、また衛星写真から、噴火開始と同時に海面下に変色域が出現し、その後海面上に軽石が浮上しているのが観察された。さらには15日の航空機観測によって直径約1 kmの新島が誕生し、浮遊軽石が北西方向に漂流していることが判明した(気象庁火山活動解説資料8月16日14時発表)。浮遊軽石はその後、海流に乗って広がりながら拡散しつつあり、現時点で約200 km²の面積に達している(図1)。

本噴火による噴出物量は0.1 km³以上と推定され、噴煙高度を合わせて考えると火山爆発指数(VEI)4クラスの

プリニー式噴火であった可能性が高い。これは21世紀に入ってから日本国内で発生した噴火としては、陸上火山を含めても最大規模である。特に観測網が不足している海底噴火としては、ケルマディック弧 Havre 火山2012年噴火(業績2, 5, 6)に次いで、海底噴火の時系列をリアルタイム観測データと比較して詳細に研究できる千載一遇の貴重なチャンスである。Havre 火山2012年噴火は水深500 m以深の噴火であったのに対し、福徳岡ノ場2021年噴火は噴火前の山頂水深が約30 m(伊藤・他, 2011 海洋情報部研報)と浅海で発生しており、水圧がマグマの発泡や破碎に与える影響を定量的に理解する上でも比較研究対象として非常に重要である。

本研究では福徳岡ノ場の周辺海域において緊急調査を実施し、無人探査機とピストンコアラールを用いた系統的な火山地質調査と試料採集を提案する。これは2021年8月噴火の堆積物が二次的に乱されてしまう前に観察や試料採集を行うためである。無人探査機による海底観察から、2021年噴火噴出物の空間的な広がりやその産状を把握し、ピストンコアラールによるコア試料から、その地点での噴火の詳細な時系列を理解する。これらの情報と衛星・航空機で観察された噴煙柱・海水変色域・浮遊軽石の流向・流域の時空間変遷を統合することで、2021年8月噴火の全容を海面下における噴出物の拡散・堆積機構を含めて明らかにする。さらには採集した軽石や火山灰の表面形態・発泡度・微細組織などの三次元内部構造解析を行い、それを陸上のプリニー式噴火のもの(業績1, 4など)と比較することで、マグマ-水の相互作用や爆発的噴火を駆動するマグマ破碎過程を定量的に理解する。

海底火山噴火に伴って軽石がどういった条件で浮遊、あるいは沈積するのかについては様々な議論がある(例えば業績5)。浮遊軽石の漂流や沿岸域への漂着は、海運・漁業などへの大きな打撃となりうる一方で、海流に乗って長距離を移動するため、島嶼間における生物拡散の重要な「乗り物」となっている可能性も指摘されている(Bryan et al. 2004 EPSL)。福徳岡ノ場においても1986年噴火に伴う浮遊軽石が数か月後に琉球諸島に漂着した例が報告されており(加藤, 1988 火山)、2021年噴火によって放出された浮遊軽石も継続的にモニターして別途採集を行い、その形態・発泡度などを海底で採集したものと比較することで、軽石の浮遊・沈積を決める条件を検討する。

福徳岡ノ場やその北側に位置する硫黄島などの伊豆小笠原弧南端部の火山フロントではアルカリ岩系列のマグマが卓越することが知られており、これは沈み込む太平洋プレート上に存在するアルカリ元素に富んだ海台の影響が指摘されている(業績3, 7)。本研究において採集される2021年噴出物についても、全岩・鉱物化学組成分析を行い、過去の噴火で採集された火山岩類と比較することでマグマ組成や噴火前マグマ温度圧力条件の時間変化を検討する。

●研究計画

〔調査計画〕

本課題の上記研究目的を達成するために、無人探査機による海底観察・試料採集を4潜航、ピストンコアラールによるコア試料採集を12地点希望する(図2)。途中ウインチ・機材の積み替え作業が必要であるため、1航海を2レグに分けるか、あるいは時期を分けて2航海で実施したい。各潜航では広範囲の露頭観察、岩石・堆積物・熱水・生物試料採取を行う為、各潜航には1観測日を要する。ピストンコアラールは浅海(<水深1,000 m)であるため、1観測日4測点を見込み、計7日間(4日間+3日間)の観測日を見積もった。

無人探査機では噴火中心である福徳岡ノ場の斜面を広域的に観察する(図2: R1~4)。8月13日噴火では噴煙の流下

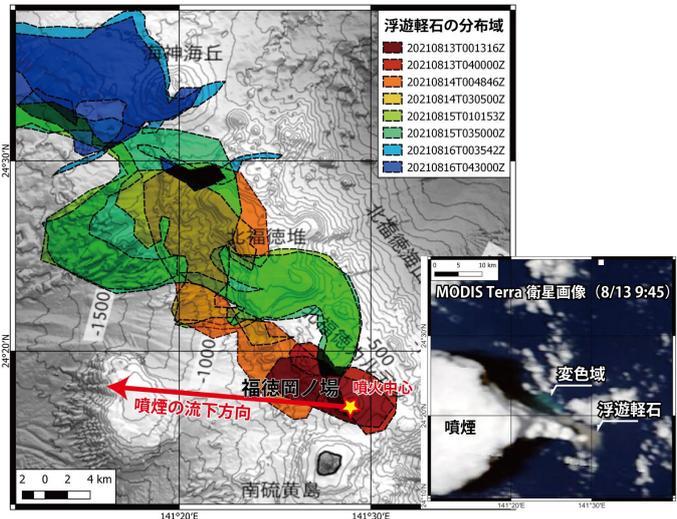


図1. 2021年8月噴火の時間推移。浮遊軽石の時間分布と噴煙の流下方向を示す。

方向（西側）の海面には浮遊軽石は存在せず、火口の北西側に軽石が浮いているのが観察された（図 1）。これは細粒火山灰が噴煙により運搬された一方、粗い軽石粒子は火口近傍に集積し、海流の影響を強く受けて運搬されたことを示唆する。この仮説が正しければ西側斜面（R1）と北西斜面（R2, R3）では堆積物の粒子構成・粒度が異なることが期待され、無人探査機での観察・堆積物採集で検証する。大型の軽石や溶岩が分布していた場合は産状を観察した上で採集する。2021 年噴火の影響が少ないと考えられるエリアをバックグラウンドとして比較するために、東側斜面（R4）でも 1 潜航実施する。また熱水活動や底生生物が確認された場合は、サンプリングを行い、火山活動と熱水組成、生態系の相互作用についても検討を行う。

ピストンコアラによるコア採集は火口から約 4 km 間隔で設定し、噴煙伸長方向（P1~5）と横断方向（P6, 3, 7）で 7 点、浮遊軽石の漂流方向（北西）で 5 点（P8~12）の計 12 点を実施し、噴火堆積物の空間分布を明らかにする。また無人探査機での海底観察によって斜面が粗い粒子で構成されていることが判明した場合は、大口径コアラの使用も検討する。

噴火前後の火口近傍の地形変化は重要な情報であるが、浅海かつ警戒区域内であり調査船での航走観測は難しい。研究分担者（海上保安庁）らによる無人船を使った地形調査が航海前に実現した場合にはその地形データを活用し、噴火前の火口地形（伊藤・他, 2011）との比較を行う。夜間は周辺海域の航走観測を行い、地形データを補完し、マルチビームのウォーターカラムデータから火山ガスの噴出等を音響的に検出する。また航海実施の時点で 2021 年噴火の新島が残っていた場合は、ドローンを用いた山体構造観察と岩石試料採集を試みる。この作業は西之島での調査で実績がある専門業者に依頼する。航海実施に際しては、その時点での気象庁火山警戒情報に従うと共に、研究分担者が所属する防災科学技術研究所から周辺地震計（硫黄島）のリアルタイムデータを手入手するなど、可能な限り安全に配慮する。

【陸上研究】

海底調査から判明した噴出物の構成・分布と噴火時の映像を比較し、噴火の全容を把握する（嶋野・前野・安井）。軽石などの火山岩については、全岩・鉱物の化学組成・同位体分析を実施し、2021 年噴火マグマの地球化学的特徴と温度圧力条件を制約し、マグマ成因を推定する（佐野・谷）。ガラスの揮発性成分分析から、マグマ含水量を制約する（McIntosh）。堆積物コアはまず詳細な記載を行い、測線間での水平変化を検討した上で、噴火推移・履歴解明（前野・石塚・安井）、長期火山活動史解明（長井）をそれぞれ行う。火山灰の破碎・変形構造からマグマ-水の相互作用を解明する（Murch）。軽石の X 線 CT 観察から三次元内部構造を明らかにしてマグマ破碎条件を検討し、陸上噴火との比較研究を行う（中村）。海底地形については既存データとの統合を行い、噴火前後の地形変化を検出する（南）。無人探査機の実験映像と海底地形を比較し、火山地質学的検討を行う（池上・嶋野）。熱水の貴ガス同位体分析からマグマ-熱水系の地球化学的特徴を明らかにする（角野）。底生生物についても熱水生態系を含めて分類学的研究を行う（小松）。

●他航海への応募

「四国海盆海洋下部地殻・最上部マントルへの水の流入の時空間変動の解明（代表者：小原泰彦）」：伊豆小笠原弧の背弧海盆形成初期における海洋コアコンプレックスの調査であり、明確に研究テーマが異なる。「西フィリピン海盆上での伊豆小笠原島弧創成の可能性—島弧—拡大軸会合部潜航調査—（代表者：石塚治）」：始新世の伊豆小笠原弧の島弧創成期におけるテクトニクス解明が目的であり、明確に研究テーマを異なる。

【研究代表者の最近の航海採択・不採択状況】

- ・2021 年度：新青丸共同利用研究 採択 KS-21-22 航海：背弧リフト拡大に伴う珪長質海底火山活動のマグマ成因
- ・2017 年度：白鳳丸共同利用研究 採択 KH-20-6 航海：花東海盆・Gagua 海嶺の形成発達史解明
- ・2016 年度：新青丸共同利用研究 採択 KS-16-6 航海：大室ダシ海底火山の火山地質・噴火活動史解明

●研究業績

- [1] N. Araya, M. Nakamura, A. Yasuda, et al. (2019) Shallow magma pre-charge during repeated Plinian eruptions at Sakurajima volcano. *Sci Rep* 9, 1979.
- [2] R. Carey, S.A. Soule, M. Manga, J. White, J. McPhie, R. Wysoczanski, M. Jutzeler, K. Tani, D. Fornari, F. Caratori-Tontini, B. Houghton, S. Mitchell, F. Ikegami, C. Conway, A. Murch, K. Fauria, M. Jones, R. Cahalan, W. McKenzie (2018) The largest deep ocean silicic volcanic eruption of the past century. *Sci Adv*, 4.
- [3] O. Ishizuka, M. Yuasa, Y. Tamura, H. Shukuno, R.J. Stern, J. Naka, M. Joshima, R.N. Taylor (2010) Migrating shoshonitic magmatism tracks Izu-Bonin-Mariana intra-oceanic arc rift propagation. *EPSL*, 294, 111-122.
- [4] F. Maeno, S. Nakada, M. Yoshimoto, T. Shimano, N. Hokanishi, A. Zaennudin, M. Iguchi (2019) A sequence of a plinian eruption preceded by dome destruction at Kelud volcano, Indonesia, on February 13, 2014, revealed from tephra fallout and pyroclastic density current deposits. *JVGR*, 382, 24-41.
- [5] M. Manga, K.E. Fauria, C. Lin, S.J. Mitchell, M. Jones, C.E. Conway, W. Degruyter, B. Hosseini, R. Carey, R. Cahalan, B.F. Houghton, J.D.L. White, M. Jutzeler, S.A. Soule, K. Tani (2018) The pumice raft-forming 2012 Havre submarine eruption was effusive. *EPSL*, 489, 49-58.
- [6] A.P. Murch, J.D.L. White, R.J. Carey (2019) Unusual fluidal behavior of a silicic magma during fragmentation in a deep subaqueous eruption, Havre volcano, southwestern Pacific Ocean. *Geology*, 47, 487-490.
- [7] T. Sano, M. Shirao, K. Tani, Y. Tsutsumi, S. Kiyokawa, T. Fujii (2016) Progressive enrichment of arc magmas caused by the subduction of seamounts under Nishinoshima volcano, Izu-Bonin Arc, Japan. *JVGR*, 319, 52-65.

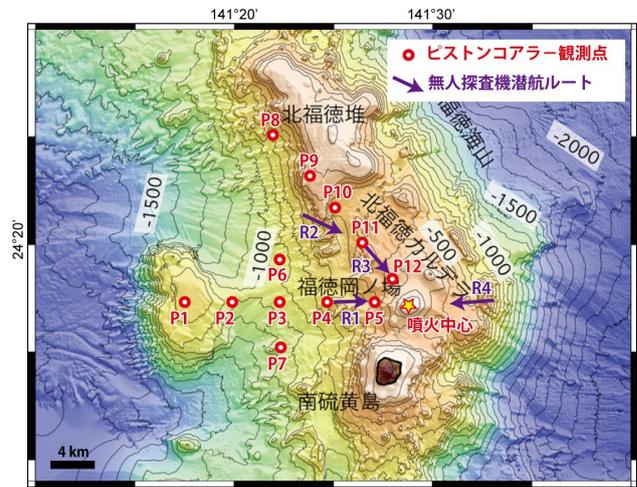


図 2. 観測予定点（海上保安庁海域火山データベース地図を改変）