

2021年
8月号IEVG ニュースレター
Vol.8 No.3NEWS
LETTER

[研究現場紹介]

和歌山県において新規観測点のボーリング孔の掘削を開始

ー南海トラフ地震モニタリングのための地下水等総合観測施設整備工事ー

松本 則夫（地震地下水研究グループ）

南海トラフ沿いでは今後 30 年以内に M8~9 クラスの地震が 70~80% の確率で発生するとされ（地震調査研究推進本部・地震調査委員会，2021），169 兆円を超える被害が内閣府によって推計されています。

産総研では，20 観測点で構成される南海トラフ地震モニタリングのための地下水等総合観測ネットワークの構築を計画し，2006 年以降，地下水・ひずみ観測点を 16 カ所整備しました。これらのデータは気象庁等とリアルタイムで共有されています。また，昨年 6 月からは，12 観測点のひずみ計データが気象庁の 24 時間監視の対象となり，南海トラフ臨時情報の発表に利用されています（気象庁・産総研，2020）。

現在，紀伊半島から四国にかけての観測点の整備が喫緊の課題であることから，令和 2 年度第 3 次補正予算で和歌山県日高郡日高川町に新規の地下水・ひずみ観測点 1 点（以下，日高川和佐観測点）の整備が認められました。

日高川和佐観測点の位置は図 1 に示す通りです。同観測点の直下では深部低周波微動や深部ゆっくりすべり（SSE）が発生しており，紀伊半島西部における深部 SSE 発生域をより高精度に把握するために重要な観測点となります。同観測点では深さ 30 m, 200 m, 600 m の 3 本のボーリング孔を掘削して水位計・ひずみ計などの観測装置を設置するほか，地上には観測小屋を建設してデータ通信装置などを設置します（図 2 参照）

Contents

- 01 研究現場紹介 和歌山県において新規観測点のボーリング孔の掘削を開始ー南海トラフ地震モニタリングのための地下水等総合観測施設整備工事ー …… 松本則夫
- 03 新人研究紹介 角閃石と集斑晶から探るマッシュ状マグマだまりでの噴火前駆過程 …… 岩橋くるみ
- 07 受賞報告 大上隆史主任研究員が 2020 年度日本地震学会論文賞を受賞
- 08 第 34 回地質調査総合センター（GSJ）シンポジウム開催予告
- 10 外部委員会活動報告 2021 年 6 月~7 月

日高川和佐観測点では、2021年7月下旬にボーリング孔の掘削を開始しました（写真1）。観測点整備に関して地元における関心も高く、同月28日にはNHK和歌山放送局による取材が行われ（写真2）、同局のニュースで放映されました。

当部門では地元自治体、地元住民の皆様のご理解を得ながら、安全第一で日高川和佐観測点における工事を進めてまいります。

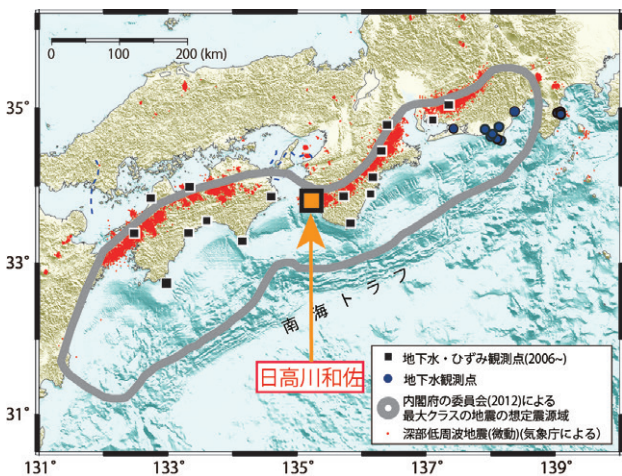


図1 産総研の地下水等総合観測ネットワークおよび日高川和佐観測点の位置。

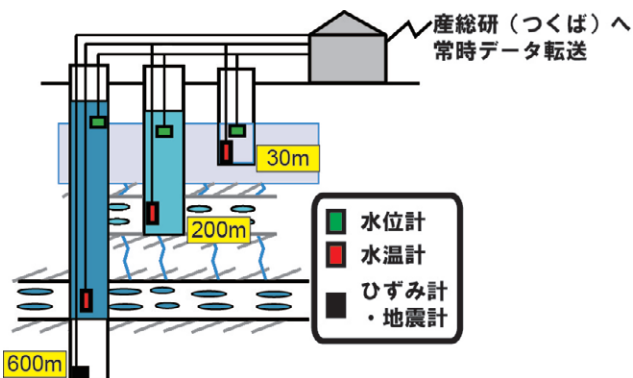


図2 日高川和佐観測点の概要。

参考文献

地震調査研究推進本部・地震調査委員会，2021，長期評価による地震発生確率値の更新について，地震調査研究推進本部・地震調査委員会報道発表資料，https://www.static.jishin.go.jp/resource/evaluation/long_term_evaluation/updates/prob2021.pdf，2021年8月23日閲覧。

気象庁・産業技術総合研究所，2020，南海トラフ沿いにおける地殻変動監視の強化について，気象庁報道発表資料，<https://www.jma.go.jp/jma/press/2006/23a/mate01.pdf>，2021年8月23日閲覧。

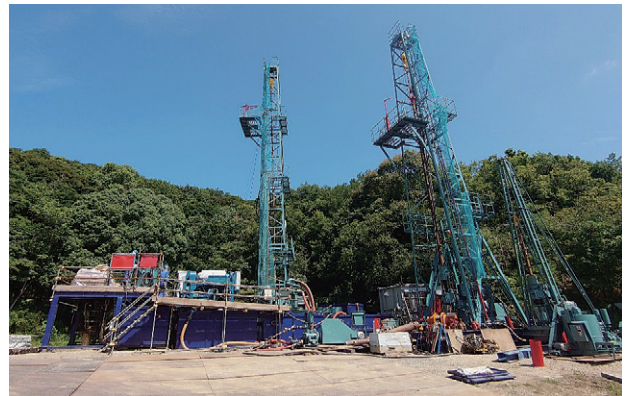


写真1 日高川和佐観測点の掘削開始時の写真（板場智史主任研究員提供）。



写真2 板場智史主任研究員へのNHK和歌山放送局による掘削開始の取材の状況（板場智史主任研究員提供）

新人研究紹介

角閃石と集斑晶から探るマッシュ状マグマだまりでの噴火前駆過程

岩橋くるみ（マグマ活動研究グループ）

はじめに

本稿執筆中の8月13日に、小笠原諸島の硫黄島付近にある海底火山、福徳岡ノ場で噴火が始まり、噴煙高度が約16 kmに達しました（気象庁，2021）。同火山の噴火は、現在（8月18日）も尚続いており、噴出物によって新島が形成されました（海上保安庁，2021）。福徳岡ノ場で噴火が確認されたのは約10年ぶりです（気象庁，2021）。福徳岡ノ場のように、火山はある日再び噴火を開始します。では、火山の噴火は何をきっかけに始まるのでしょうか。噴火が始まる主な「きっかけ」の一つとして考えられているものに、火山の下のマグマだまりへの新たなマグマの貫入があります（図1）。実際に、複数の火山の噴出物から、噴火の前にマグマだまりに高温のマグマが貫入したことを示唆する記録が見つかっています（e.g., Kumar *et al.*, 2010）。

マグマだまりに貫入したマグマはどのように噴火のきっかけをつくるのでしょうか。それを知るた

めには、貫入してくるマグマやマグマだまりのマグマがどのような温度や化学組成を持つのかを明らかにする必要があります。なぜなら、貫入してくるマグマがマグマだまりにもたらす熱や化学組成の変化は、マグマが上昇するための駆動力をもたらさうるためです。しかし、マグマ混合後の火山噴火の噴出物噴出物からマグマ混合前のマグマの状態を知ることは容易ではありません。そこで、本稿ではマグマ混合前のマグマの状態を知る手法として私たちが注目している「角閃石」と「集斑晶」を用いたマグマ温度・化学組成の推定手法をそれぞれ簡単に解説します。次いで、それらの手法を使って雲仙平成噴火のマグマ混合過程を推定した例（Iwahashi *et al.*, 2020）をご紹介します。

角閃石による温度・化学組成の推定

角閃石は、玄武岩質～珪長質の水を多く含むマグマ中にしばしば見られる含水鉱物です（図2）。角閃石の化学組成はマグマの温度や圧力に依存して

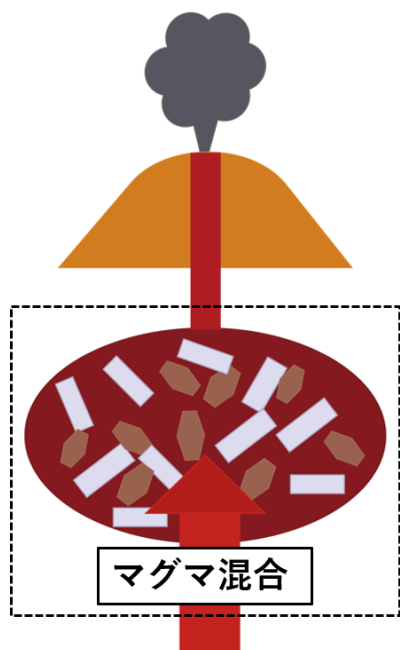


図1 火山下におけるマグマ混合。

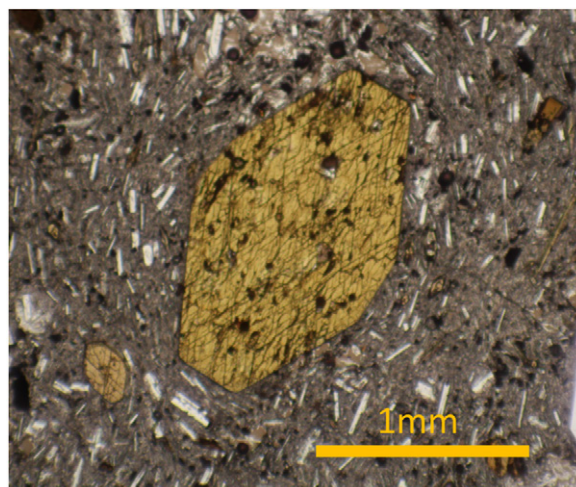


図2 角閃石の例（雲仙平成噴火の噴出物中の角閃石斑晶）。

変化することが知られており、これまでに複数の角閃石を使った温度計や圧力計が提案されてきました。それらの温度計・圧力計の多くは、角閃石と平衡共存するメルト（マグマの液相部分）や鉱物との元素分配を利用して温度や圧力を見積もっていました（*e.g.*, Molina *et al.*, 2015）。角閃石の化学組成のみを使った圧力計もいくつか提案されてきましたが（*e.g.*, Hammerstrom and Zen, 1986）、それらの精度は天然への適用に十分ではありませんでした。しかし近年、角閃石単相の化学組成のみを使用して精度よく共存メルトの温度や圧力、化学組成を見積もることのできる手法が複数提案されてきています（Ridolfi *et al.*, 2010; Ridolfi and Renzulli, 2012; Putirka, 2016）。これらの研究では、既出の論文の実験データをコンパイルした結果を使った経験式を提案しています。見積もりの精度に関しては、たとえば Putirka (2016) では温度を $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 、メルトの SiO_2 含有量を $\pm 3.6 \text{ wt.}\%$ の精度で見積もることが可能とされています。

これらの温度計・化学組成計・圧力計は角閃石単相の化学組成のみを温度や圧力の見積もりに使うことから、角閃石が周囲のメルトや鉱物と平衡共存していない場合でも、角閃石結晶化時の共存メルトの温度・化学組成・圧力を見積もることができます。これにより、マグマ混合前のマグマだまりのマグマ、そして貫入してきたマグマ中で晶出した角閃石からそれらのマグマの温度やメルトの化学組成条件を知ることが可能になります。そのため、角閃石がマグマ混合前のそれぞれのマグマ中で成長していれば、それぞれのマグマの温度やメルトの化学組成を知ることができると期待できます。このように、角閃石温度計・化学組成計・圧力計は噴火前のマグマ混合過程を知る上で有用な手法です。

集斑晶からのマッシュ状マグマだまり条件の推定

集斑晶は、複数の結晶が集まって形成された結晶の集合体です。火山噴出物中にはしばしば集斑晶が見られます。図3に、雲仙平成噴火（1991-95年）で噴出した溶岩中の集斑晶の例を示します。これらの集斑晶はどこから来たのでしょうか。雲仙平成噴

火の噴出物中の集斑晶を構成する鉱物の形状を見ると、周囲の急速に成長した石基鉱物とは明らかに異なり、比較的自形に近い形をしています。加えて、集斑晶の結晶同士の間には存在するガラスの組織は集斑晶の周囲の石基のそれとは明らかに異なっています。このことは、集斑晶がマグマだまりに由来することを示唆します。

ここで、近年火山の下のマグマだまりについて、結晶量の多い（結晶量 $>50 \text{ vol.}\%$ ）マッシュ（お粥）状マグマだまり像が広く受け入れられるようになってつつあります（*e.g.*, 東宮, 2016）。このマッシュ状マグマだまり内では、結晶量の多さゆえに結晶同士が密に接していると予想されます。そのため、結晶の集合体である集斑晶はマッシュ状マグマだまりの一部なのではないか、と予想されます。そこで、私たちは集斑晶を構成する斜長石とメルトが平衡共存すると仮定し、集斑晶の形成深度を見積もりました。その結果、集斑晶の形成深度は先行研究（*e.g.*, Kohno *et al.*, 2008）によって推定されているメインのマグマだまりの深度とおおよそ一致することがわかりました（Iwahashi *et al.*, 2020）これにより、集斑晶が確かにマッシュ状マグマだまりに由来することが明らかになりました。上記のことから、集斑晶からはマグマだまりの状態について多くの手がかりを得られると期待できます。例えば、集斑晶を構成する鉱物からは結晶化時のマグマだまりの温度やメルトの化学組成を推定することが可能です。結晶間のガラスからは、マグマ混合前のマグマだまり中のメルトの化学組成や含水量を見積もることができます。

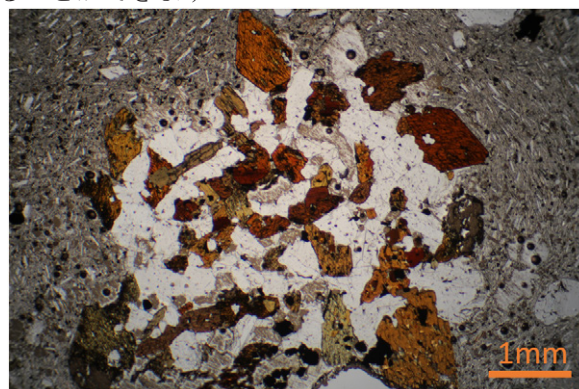


図3 集斑晶の例（茶色い鉱物は角閃石、白い鉱物は斜長石）。

角閃石・集斑晶による噴火前駆過程の見積もり

最後に、角閃石と集斑晶を使って噴火前のマグマ混合過程について推定した例をご紹介します。Iwahashi *et al.* (2020) では、雲仙平成噴火 (1991-95 年) の噴出物中の角閃石と集斑晶を対象として化学組成分析と組織解析を実施しました。

角閃石斑晶に対しては、EPMA (電子プローブマイクロアナライザー) による化学組成分析と組織解析を実施しました。その後、化学組成分析で得られた組成に対して Putirka (2016) の角閃石温度計・化学組成計を適用してマグマ混合前のそれぞれのマグマの温度・化学組成条件を見積もりました。その結果、平成噴火前のマグマ混合時には、それまでの研究で知られていた高温マグマ・低温マグマとは異なる温度で結晶化した角閃石が見つかりました。これにより、平成噴火の前のマグマ混合は、これまで考えられていた2種類のマグマが関与したマグマ混合 (e.g., Venezky and Rutherford, 1999) ではなく、高温マグマ・中温マグマ・低温マグマの3種類のマグマが関与したマグマ混合であったことが明らかになりました (図4)。

集斑晶に対しては、構成鉱物と結晶の間のメルトについて化学組成分析・組織解析を実施しました。集斑晶の間のメルトからは、マグマだまり中のメルトの主要元素すべてについて化学組成を決定することができました。

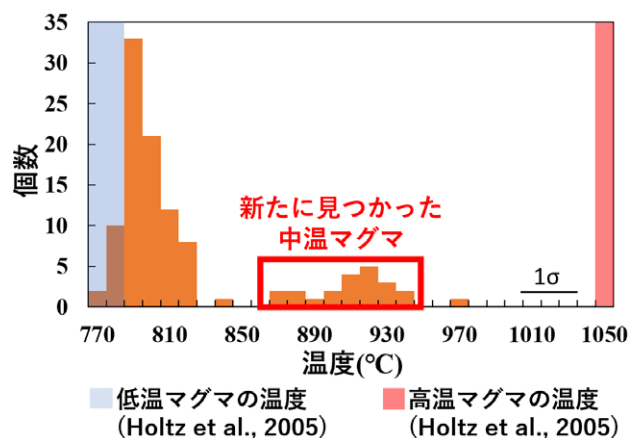


図4 Putirka (2016) の角閃石単相温度計から見積もられた雲仙平成噴火の噴出物中の角閃石斑晶結晶化時の温度分布。

さらに、集斑晶の組織解析からはマグマだまりの結晶量を見積もり、見積もった結晶量とメルトの化学組成・温度を使ってマグマだまりの粘性を推定することができました。その結果、マグマだまりの粘性は 10^7 Pa·s オーダーと推定されました。このことから、マグマ混合前のマグマだまり自体は液体のように流動することは困難であり、噴火を引き起こすためには噴火前の高温マグマ・中温マグマの貫入によるマグマだまりの粘性変化が必要であったと考えられます。

まとめ

本稿では、角閃石と集斑晶によるマグマ混合過程の見積もり手法を簡単にご紹介しました。さらに、角閃石と集斑晶を使って、雲仙火山の有史時代噴火のマグマ混合に関わったマグマを推定した例 (Iwahashi *et al.*, 2020) を示しました。角閃石による共存メルトの温度・化学組成・圧力の見積もり手法についてご興味を持たれた方は、石橋ほか (2021) により詳しくまとめられておりますのでご覧下さい。

現在私は、雲仙火山の平成噴火のみならず、1663年噴火、1792年噴火の噴出物にも上記の手法を適用しつつ、マグマ混合過程の見積もりを試みています。その結果、例えば1792年噴火においては、雲仙平成噴火の混合に関わった各マグマと比較して中温・低温マグマの温度がより高かったこと等がわかってきています。さらに、1663年噴火、1792年噴火、平成噴火の噴出物中の化学組成分析・組織解析からは、集斑晶が同じマグマだまりに由来することを示唆する結果が見えつつあり、集斑晶のさらなる解析によって各噴火の噴火前のマグマ混合過程のみならず、マグマだまりの結晶化が進む過程の解明に繋がるのではないかと期待して研究を進めています。また、集斑晶から各噴火におけるマグマだまりの粘性や加熱時間等を推定すること等によって、マグマ同士が混合して噴火に至るまでの具体的な物理過程にも制約を与えていければと考えております。

参考文献

- Iwahashi, K., Ishibashi, H., Yasuda, A., Hokanishi, N. (2020). Evidence for a ‘third’ endmember of the Unzen 1991–1995 eruption from amphibole thermometry and crystal clots, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106833
- Hammarstrom, J. M., & Zen, E. A. (1986). Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American mineralogist*, 71(11-12), 1297-1313.
- Holtz, F., Sato, H., Lewis, J., Behrens, H., and Nakada, S. (2005). Experimental petrology of the 1991–1995 Unzen dacite, Japan. Part I: phase relations, phase composition and pre eruptive conditions. *Journal of Petrology*, 46(2), 319-337.
- 石橋秀巳, 岩橋くるみ, 安田 敦, 諏訪由起子, 長崎志保, & 外西奈津美. (2021). 角閃石斑晶から探るマグマ溜まりプロセス: 鶴見岳・阿蘇・雲仙火山の例. *火山*, 66(2), 119-129.
- Iwahashi, K., Ishibashi, H., Yasuda, A., Hokanishi, N. (2020). Evidence for a ‘third’ endmember of the Unzen 1991–1995 eruption from amphibole thermometry and crystal clots, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 106833
- 「福岡ノ場にて新島を確認」, 海上保安庁, 令和3年8月16日 https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KIKAKU/press/2021/20210816_1.pdf
- 気象庁東京航空路火山灰情報一覧, 気象庁, 2021年8月18日 閲覧 https://ds.data.jma.go.jp/svd/vaac/data/vaac_listj.html
- Kohno, Y., Matsushima, T., & Shimizu, H. (2008). Pressure sources beneath Unzen Volcano inferred from leveling and GPS data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 175(1-2), 100-109.
- Kumar, S., (2010). Mafic to hybrid microgranular enclaves in the Ladakh batholith, northwest Himalaya: implications on calc-alkaline magma chamber processes. *J. Geol. Soc. India* 76, 5–25.
- Molina, J. F., Moreno, J. A., Castro, A., Rodríguez, C., & Fershtater, G. B. (2015). Calcic amphibole thermobarometry in metamorphic and igneous rocks: New calibrations based on plagioclase/amphibole Al-Si partitioning and amphibole/liquid Mg partitioning. *Lithos*, 232, 286-305.
- Putirka, K. (2016). Amphibole thermometers and barometers for igneous systems and some implications for eruption mechanisms of felsic magmas at arc volcanoes. *American Mineralogist*, 101(4), 841-858.
- Ridolfi, F., Renzulli, A., & Puerini, M. (2010). Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160(1), 45-66. 213-230.
- Ridolfi, F., & Renzulli, A. (2012). Calcic amphiboles in calc-alkaline and alkaline magmas: thermobarometric and chemometric empirical equations valid up to 1,130°C and 2.2 GPa. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163(5), 877-895.
- 東宮昭彦. (2016). マグマ溜まり: 噴火準備過程と噴火開始条件. *火山*, 61(2), 281-294.
- Venezky, D. Y., & Rutherford, M. J. (1999). Petrology and Fe–Ti oxide reequilibration of the 1991 Mount Unzen mixed magma. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 89(1-4).

受賞報告 大上隆史主任研究員が 2020 年度日本地震学会論文賞を受賞

地震災害予測研究グループの大上隆史主任研究員が 2020 年度日本地震学会論文賞を受賞しました。同賞は、雑誌「地震（学術論文部）」、「Earth, Planets and Space」あるいは「Progress in Earth and Planetary Science」に発表されたすぐれた論文により、地震学に重要な貢献をしたと認められる者を対象とした賞です。

受賞対象論文は、大上隆史・阿部信太郎・八木雅俊・森 宏・徳山英一・向山建二郎・一井直宏（2018）「角田・弥彦断層海域延長部の活動履歴－完新世における活動性と最新活動－」（地震第 2 輯, 第 71 巻, 63-85 頁. <https://doi.org/10.4294/zisin.2017-9>）です。この論文では、長岡平野西縁断層帯の北端を構成する角田・弥彦断層の海域延長部を対象として、その正確な位置・形状を明らかにし、活動性に関するパラメータ（平均上下変位速度、最新活動を含む活動履歴、1 回の上下変位量）を精度よく解明しました。地震災害の予測・軽減のために、沿岸海域に分布する活断層の位置形状を正確に把握し、それらの断層から発生する地震の規模や発生の可能性について評価することが求められています。そのため、文部科学省では委託事業「沿岸海域における活断層調査」・「内陸及び沿岸海域における活断層調査」を通じて沿岸海域の活断層調査を推進しており、本論文のデータはその一環で取得されました。IEVG ニュースレター 2018 年 8 月号 (https://unit.aist.go.jp/ievg/katsudo/ievg_news/vol.05/vol.05_no.03.pdf) でご紹介しましたように、海域では陸域活断層の調査のように地形・地質を直接的に観察できないため、船上から音波探査やコアリング等の調査を実施します。本論文では、調査海域の地質に応じて複数の高

分解能音波探査を併用して地質構造を明らかにし、コアリング調査・海上ボーリングデータから堆積環境・堆積年代を求め、これらのデータを対象にバランス断面法を含む総合的な解析を実施することにより、過去の断層活動により形成された緩やかな崖（撓曲崖）を構成する地層から高い信頼性・精度で活動性に関するパラメータを取得できることを実証しました。本論文の成果について、地震災害予測の精度向上に貢献する重要な知見を得たことに加えて、現状で考え得る調査・解析手法を網羅した研究を展開して今後の沿岸海域活断層調査のスタンダードを示したものと評価されました。

受賞者のコメント

この度は私たちの論文が日本地震学会の論文賞に選ばれ、大変光栄に思います。沿岸海域において大地震を発生させてきた海底活断層が注目を浴びていること、その評価が社会的に重要であることが、今回の受賞の背景にあると考えております。この場をおかりして、調査計画の立案や現地調査に御協力いただいた皆様をはじめ、お世話になった皆様に心より感謝を申し上げます。これを励みに、今後も地震災害予測の高度化に貢献できるよう研究活動に取り組んでまいります。

参考リンク

公益社団法人日本地震学会、2020 年度日本地震学会論文賞および若手学術奨励賞受賞者の決定について（2021 年 3 月 19 日掲載）、

https://www.zisin.jp/news/20210319_awards.html

第 34 回地質調査総合センター（GSJ）シンポジウム開催予告

活断層・火山研究部門が進めている地震と火山に関する研究をメインテーマに、来る 11 月 12 日に、第 34 回地質調査総合センターシンポジウムを開催します。

2011 年東北地方太平洋沖地震を契機として、国土強靱化が改めて強く意識されるようになりました。昨年 12 月に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策」では、活断層・火山情報の解析・評価、集約・情報提供が重要施策の一つとして取り上げられています。また、令和 3 (2021) 年 5 月 31 日に公表された経済産業省の「第 3 期知的基盤整備計画」においても、国土強靱化に向けて活断層・火山情報の収集・評価と情報提供が重点化・加速化すべき課題とされています。

産総研では地質調査総合センター（GSJ）が中核となって、国土強靱化に関する研究を実施しています。今回の GSJ シンポジウムでは、こうした社会の流れと GSJ が主に 2011 年以降に進めてきた地震・火山に関する研究を踏まえて、今後の研究の方向性について紹介します。また、国や自治体における取り組みについての基調講演も予定しています。

開催日：11 月 12 日（金）10 時～16 時

開催方法：Teams による Web 開催

プログラム案（時間は仮のものであり、質疑を含みます）

1. 開会あいさつ 10:00-10:05

2. 趣旨説明 10:05-10:15

3. 講演

3-1 活断層評価の研究：10:15-10:45

熊本地震の研究成果や活断層データベースの高精度化（縮尺 5 万分の 1）について。

3-2 海溝型地震評価の研究：10:45-11:25

海溝型巨大地震の長期予測および短期予測への取り組み。

3-3 地震災害予測の研究：11:25-11:55

地形・地質、地球物理学の融合研究による長大活断層の連動性評価について。

昼休み（11:55-13:00）

3-4 ポスターショートトーク（13:00-13:20）

3-5 火山地質図に関する研究：13:20-13:50

火山地質図の整備と新たな取り組みである噴火口図の整備について.

3-6 大規模噴火の準備過程及び火山噴火推移の研究：13:50-14:20

物質科学的・数理物理学的アプローチによる取り組みや大規模火砕流分布図について

3-7 基調講演

気象庁地震火山部：14:20-14:50

気象庁の地震・火山防災政策への取り組み

鹿児島市危機管理課：14:50-15:20

桜島の火山防災対策と自治体から見た GSJ への期待

4. 閉会あいさつ 15:20-15:25

確定したプログラムなどは、活断層・火山研究部門の HP などでご案内する予定です.

皆様のご参加をお待ちしています.

外部委員会等 活動報告 (2021年6月～7月)

5月追加分

2021年5月18日

原子力規制庁 地震・津波部会 第1回会合 (吾妻出席 /Web会議)

2021年5月19日

地震調査研究推進本部地震調査委員会地震動予測地図高度化WG (近藤出席 /Web会議)

6-7月

2021年6月7日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会, 地震防災対策強化地域判定会 (松本 (則), 板場出席 /Web会議)

2021年6月9日

第359回地震調査委員会 (宮下出席 /Web会議)

2021年6月16日

地震調査研究推進本部政策委員会 第3回予算調整部会 (藤原出席 /Web会議)

2021年6月17日

第170回強震動評価部会 (吾妻出席 /Web会議)

2021年6月21日

地震調査研究推進本部長期評価部会活断層分科会 (近藤出席 /Web会議)

2021年6月24日

東京都環境影響評価審議会第二部会 (宮越出席 /Web会議)

2021年6月24日

火山噴火予知連絡会口永良部島部会 (篠原出席 /Web会議)

2021年6月25日

火山噴火予知連絡会霧島部会 (篠原出席 /Web会議)

2021年6月29日

第11期科学技術・学術審議会 測地学分科会 地震火山観測研究計画部会 (第39回) (田中出席 /Web会議)

2021年6月30日

火山噴火予知連絡会 (伊藤/篠原出席 /Web会議)

2021年7月7日

南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会, 地震防災対策強化地域判定会 (松本 (則), 板場出席 /Web会議)

2021年7月14日

第11期科学技術・学術審議会 測地学分科会 火山研究推進委員会 (第4回) (田中出席 /Web会議)

2021年7月16日

第11期科学技術・学術審議会測地学分科会 地震火山観測研究計画部会 (第40回) (田中出席 /Web会議)

2021年7月20日

東京都環境影響評価審議会総会 (宮越出席 /Web会議)

2021年7月26日

地震調査委員会長期評価部会海域活断層評価手法等検討分科会 (岡村出席 /Web会議)

2021年7月27日

地震調査委員会強震動評価部会地下構造モデル検討分科会 (吉見出席 /Web会議)

2021年7月29日

地震調査委員会長期評価部会 (岡村出席 /Web会議)

IEVG ニュースレター Vol.8 No.3 (通巻45号)

2021年8月発行

発行・編集 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
活断層・火山研究部門

編集担当 黒坂朗子

問い合わせ 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803

URL <https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html>