

# GSJ

地球をよく知り、地球と共生する

# 地質ニュース

2024

4

Vol.13 No.4



# 4月号

- 
- 63 **阿蘇 4 火砕流堆積物分布図 – わが国最大の巨大噴火による火砕流の分布とその地質情報–**  
星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫
- 
- 69 **令和 5 年度廣川研究助成事業報告 (1)**  
**Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes 参加報告, および沈み込み帯の内部構造復元とその形成プロセス解明に向けた国際共同研究のための事前協議** 志村侑亮
- 
- 73 **令和 5 年度廣川研究助成事業報告 (2)**  
**沖積低地のジオアーケオロジーに関する動向調査と国際共同研究に向けた情報収集** 佐藤善輝
- 
- 79 **令和 5 年度廣川研究助成事業報告 (3)**  
**International Geomechanics Symposium 2023 での成果発表および情報収集** 児玉匡史
- 
- 82 **令和 5 年度廣川研究助成事業報告 (4)**  
**火山噴出物による噴火駆動メカニズムの解明に向けた国際共同研究の事前打ち合わせ** 岩橋くるみ
- 
- 85 **CEATEC 2023 参加報告**  
小松原純子・宍倉正展・金子翔平・荒井晃作・三澤文慶・  
新井和乃・野々垣 進・長 郁夫・米岡圭弥・中澤 努
- 
- 87 **書籍紹介 「深掘り誕生石」**

# 阿蘇 4 火砕流堆積物分布図

## —わが国最大の巨大噴火による火砕流の分布とその地質情報—

星住 英夫<sup>1)</sup>・宝田 晋治<sup>1)</sup>・宮縁 育夫<sup>1)2)</sup>・宮城 磯治<sup>1)</sup>・  
山崎 雅<sup>1)3)</sup>・金田 泰明<sup>1)4)</sup>・下司 信夫<sup>1)</sup>

※本稿は 2023 年 4 月に行ったプレス発表 ([https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2023/pr20230412/pr20230412.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2023/pr20230412/pr20230412.html)) に加筆修正したものです。

### 1. はじめに

産総研地質調査総合センター(GSJ)活断層・火山研究部門大規模噴火研究グループでは、国内で発生した過去最大級の噴火である阿蘇 4 噴火により噴出した大規模火砕流である阿蘇 4 火砕流堆積物の分布図を 2023 年 4 月に公開しました(星住ほか, 2023)。従来の地質図では把握が困難であった阿蘇 4 火砕流堆積物の詳細な分布、層厚及び特徴、日本列島とその周辺の海域に堆積した阿蘇 4 火山灰の分布などをデジタルデータで提示することによって、阿蘇 4 噴火の全体像とその影響の範囲を明らかにしています。ここではこの阿蘇 4 火砕流堆積物の分布図について紹介します。

### 2. 開発の社会的背景と大規模火砕流分布図

わたしたちは、低頻度大規模災害の要因となり得る巨大噴火について、国内の代表的な事例研究を進めています。巨大噴火は広大な地域を火砕流により壊滅させ、また国土のほぼ全域に及ぶ火山灰災害を引き起こすと予想されます。縄文時代早期にあたる約 7 千年前以降、日本国内ではこのような巨大噴火は発生していませんが、地質学的証拠からこのような巨大噴火は将来必ず発生すると考えられます。

大規模火砕流噴火の影響範囲を予測するためには、基礎資料として過去に発生した巨大噴火の噴出物の分布を把握する必要があります。しかし、噴火後の侵食などにより噴出物は失われ、また噴火後の新しい地層に覆われているため、既存の地質図では噴出物の正確な分布を把握することが困難です。そこで、巨大噴火による火砕流や降下テフラが到達した範囲を地図上に示すだけでなく、さまざまな地質学的な解説も加えた「大規模火砕流分布図」シリーズを順

次作成し公表しています。

この「大規模火砕流分布図」シリーズは、過去約 13 万年間に国内で発生した巨大噴火に着目し、その火砕流堆積物や降下テフラの分布や層厚などの情報を統一的な基準や縮尺(25 万分の 1)で示しています。伝統的な地質図(20 万分の 1 や 5 万分の 1 地質図、火山地質図など)では、基本的に表層に露出する地質体を表示し、伏在する地質体や、地質図に図示できないような狭い小規模分布についてはあまり示してきませんでした。そこで「大規模火砕流分布図」シリーズでは、火砕流堆積物の伏在確認地点や小規模な分布域を記号などで表示することにより、その広がりを分かりやすく示しています。これまでに「始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図」(宝田ほか, 2022a)及び「支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図」(宝田ほか, 2022b)を出版しています。

### 3. 阿蘇 4 火砕流分布図の内容

阿蘇 4 火砕流は、約 9 万年前に阿蘇カルデラで発生した、第四紀におけるわが国最大級の巨大噴火による火砕流です。阿蘇 4 火砕流堆積物は、九州中部から北部を広く覆い、さらにその一部は山口県内にも分布しています。しかし、火砕流堆積物の詳細な分布範囲やその構成物の特徴、とくに小規模な分布地や地下の伏在地点の情報は散在してまとまっていませんでした。GSJ ではこの巨大噴火の全体像を明らかにするため、火砕流堆積物の分布情報の集約と現地調査の結果を「阿蘇カルデラ阿蘇 4 火砕流堆積物分布図」(第 1 図)として取りまとめて公開しました。これにより、これまで概略でしか明らかにされていなかった阿蘇 4 火砕流堆積物の詳細な分布が明らかになりました。

阿蘇 4 火砕流堆積物は噴火地点である九州中部の阿蘇カルデラを中心として、北東方向では約 170 km 離れた山口

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

2) 熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター 〒 860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1

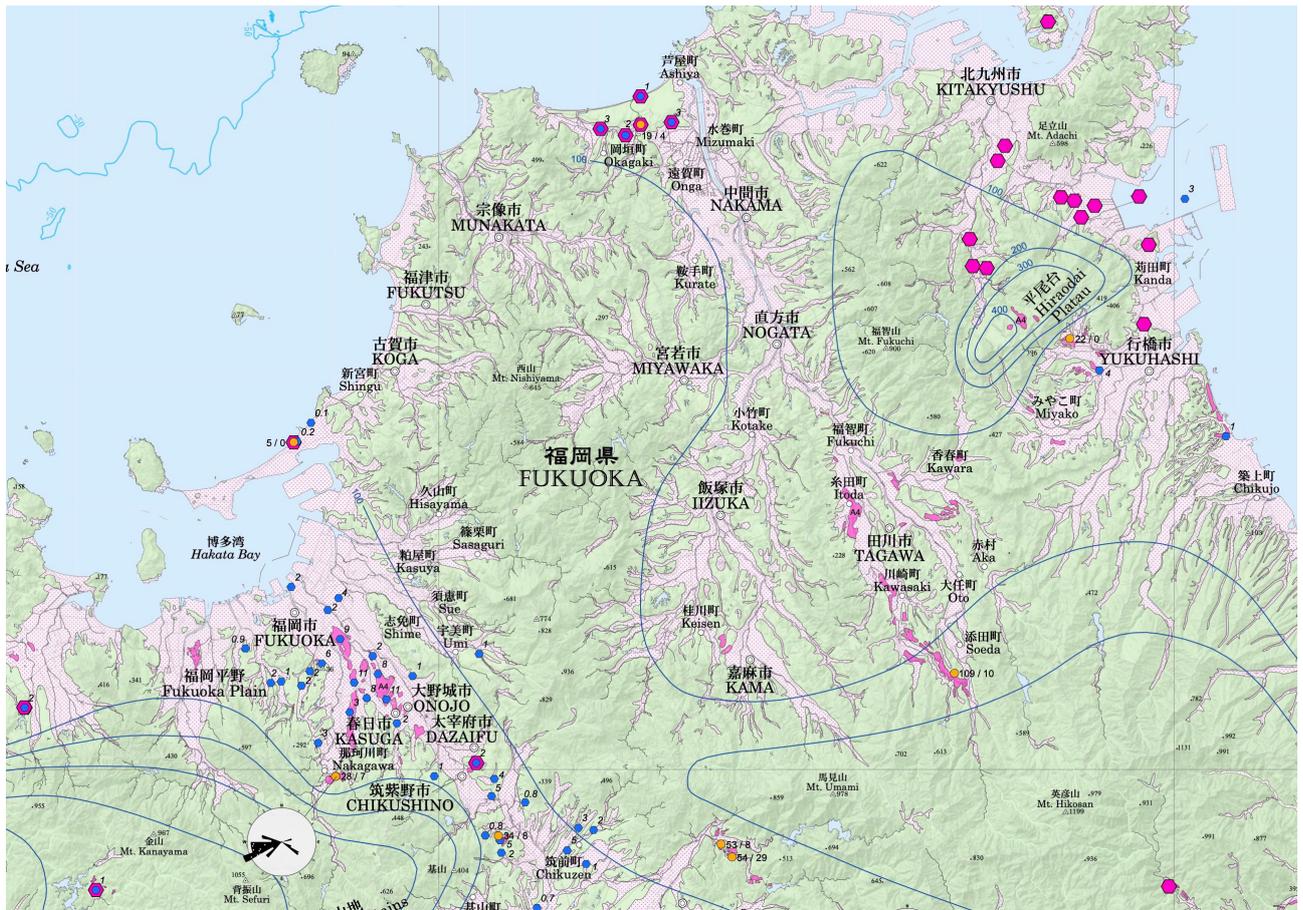
3) 現所属：原子力規制庁 〒 106-8450 東京都港区六本木 1-9-9

4) 茨城大学 理学部 〒 310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1

キーワード：阿蘇 4 火砕流、大規模火砕流、巨大噴火、カルデラ、広域火山灰



阿蘇 4 火砕流堆積物分布図



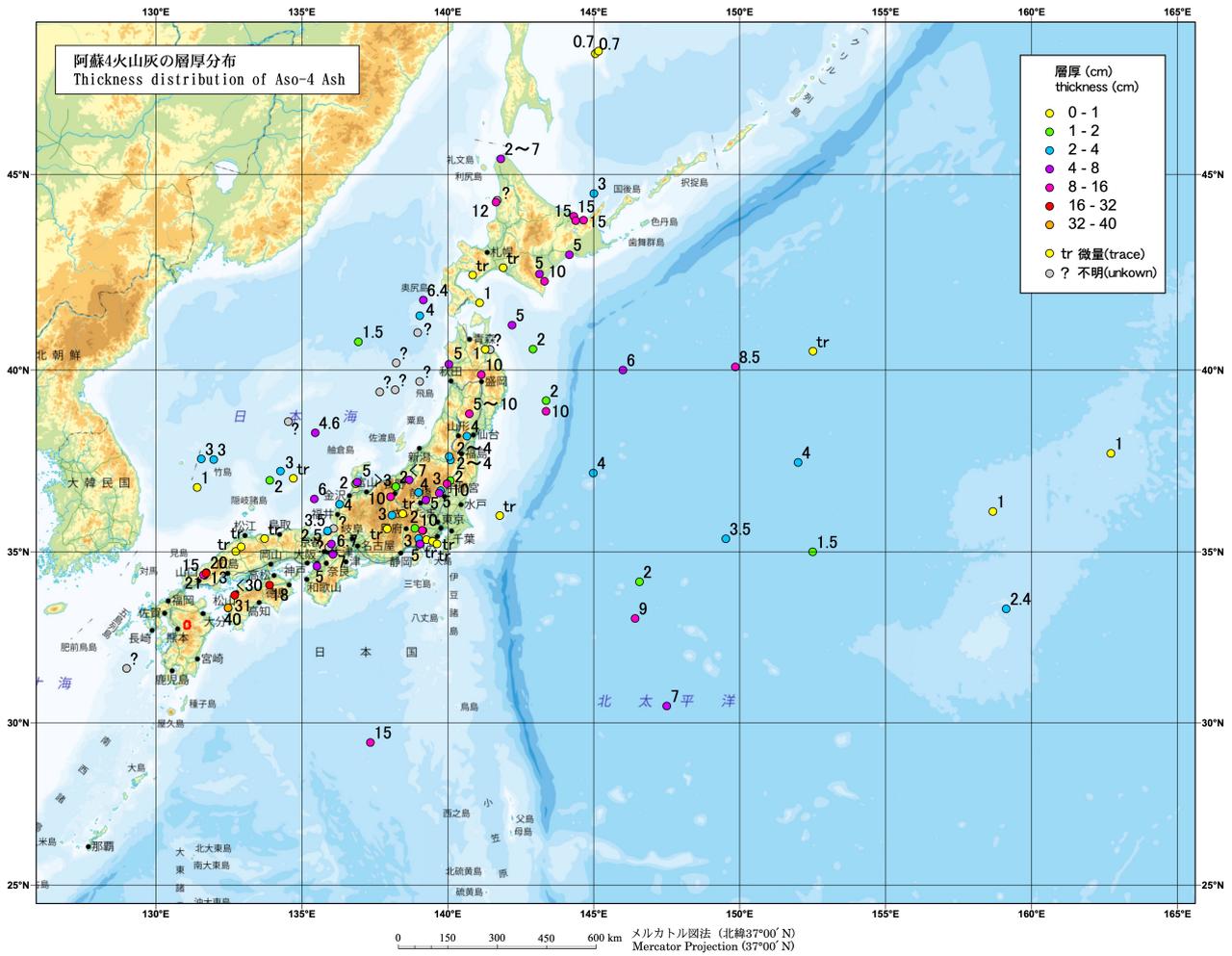
第 2 図 阿蘇カルデラ阿蘇 4 火砕流堆積物分布図(福岡県及び北九州市付近の拡大図; 星住ほか, 2023)

濃い桃色は阿蘇 4 火砕流堆積物の分布範囲, 薄い桃色は阿蘇 4 火砕流堆積物が地下に分布している可能性のある分布範囲を示しています. 濃い桃色の六角形は小規模な分布地点. 青い丸はボーリングで伏在が確認された地点(数字は層厚, m)です. 阿蘇カルデラから約 100 km 離れた福岡市では, 火砕流堆積物の地表分布は断片的ですが, 地下では広く確認されています. また北九州市南部の平尾台では標高 400 m 付近の高いところにも阿蘇 4 火砕流堆積物が分布しています.

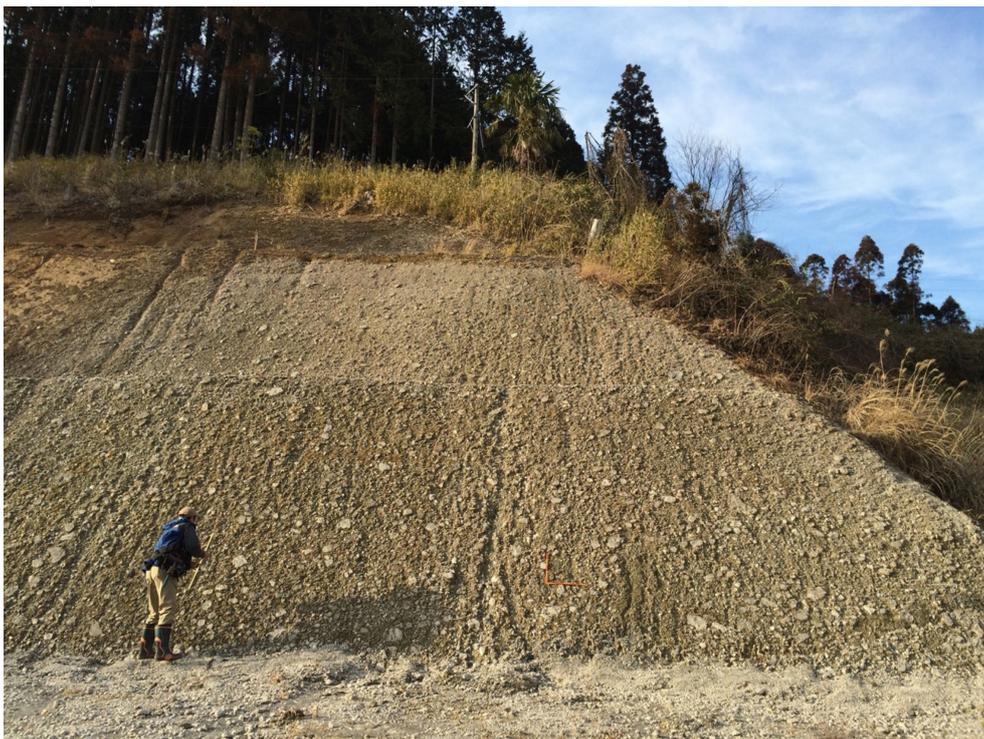
県中部, 北西方向では約 120 km 離れた佐賀県西部や長崎県内, 南西・南東方向では約 100 km 離れた熊本県天草諸島や宮崎平野南部まで火砕流堆積物の分布が確認できます. 本分布図では, 地質調査で判明した地表における火砕流堆積物の分布に加え, 地下に火砕流堆積物が埋没している可能性のある場所や過去に存在した可能性がある地域についても推測し図示しています. これにより, 九州中部から北部にかけての平野部の大部分に火砕流が到達したことがわかります. また本分布図では, 火砕流堆積物の上面高度を分布図上にプロットし, 原面高度の等高線を描画しています. これにより, 火砕流は低所を埋めるだけでなく, 福岡県北部の平尾台などの高所にも堆積していることがわかります(第 2 図). また, 本分布図には阿蘇 4 火砕流堆積物の層厚も記載されています. これにより, 火砕流堆積物の層厚は, 阿蘇カルデラに近い熊本県・大分県内では厚いところで 50 ~ 100 m 以上, 佐賀県・福岡県・宮崎県内では厚いところで 10 m 以上であることがわかります.

さらに, 阿蘇 4 火砕流から舞上がった広域火山灰である阿蘇 4 火山灰の主な確認地点と層厚も図示しました. それによると, 阿蘇カルデラから約 1,700 km 以上離れた北海道東部で層厚 15 cm 以下, 約 2,900 km 離れた北太平洋において層厚 1 cm の火山灰層が確認されていることがわかります(第 3 図).

本分布図の解説書では, 阿蘇 4 火砕流堆積物の分布のほか, 阿蘇カルデラの長期的な活動や阿蘇 4 巨大噴火の推移, 火砕流堆積物の特徴を解説しています. また, 火砕流堆積物の堆積原面高度, 層厚分布, 軽石や異質岩片の最大粒径, 火砕流の流向を示すと考えられる軽石の長軸配列方向を示した図などを掲載しています. さらに, 各地の火砕流堆積物の露頭写真(第 4 ~ 6 図)も示しました. これらの阿蘇 4 火砕流分布図とその解説書は, PDF ファイル及び GIS データとして GSI のウェブサイトからダウンロードできます(<https://www.gsj.jp/Map/JP/lvi.html>). 電子媒体での特性を活かし, 修正点など変更点が生じた場合, 随時



第3図 阿蘇4火砕流に伴う阿蘇4火山灰の分布図(星住ほか, 2023)  
北海道東部で厚さ15 cm以下の火山灰層が確認されるなど広範囲に阿蘇4火山灰が分布しています。



第4図 阿蘇4火砕流堆積物の非溶結部(星住ほか, 2023)  
阿蘇カルデラ北方の熊本県小国町での阿蘇4火砕流堆積物です。灰白色の軽石と同質の火山灰基質から構成されています。



第 5 図 阿蘇 4 火砕流堆積物の溶結部と柱状節理 (星住ほか, 2023)  
阿蘇カルデラ東方, 大分県豊後大野市での阿蘇 4 火砕流堆積物です。ここでは全体に強く溶結し, 柱状節理が発達しています。崖の中程やや上よりの節理が細かく不規則に見える部分は, エンタブラチャーと呼ばれる部分です。



第 6 図 阿蘇 4 火砕流堆積物の溶結部の本質ガラスレンズ (星住ほか, 2023)  
阿蘇カルデラ東方, 大分県竹田市での阿蘇 4 火砕流堆積物です。溶結部に黒色の本質ガラスレンズが観察できます。本質ガラスレンズは火砕流堆積物中の軽石が圧縮されて形成されたものです。スケールの長さは 1 m です。

アップデートしていく予定です。

なお、本火砕流分布図の内容の一部は原子力規制庁の受託研究(巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究)として行われました。

**補遺**：この研究は令和5年度地質調査総合センター研究奨励賞(GSJ Research Award)を受賞しました。

## 文 献

星住英夫・宝田晋治・宮縁育夫・宮城磯治・山崎 雅・金田泰明・下司信夫(2023)阿蘇カルデラ阿蘇4火砕流堆積物分布図. 大規模火砕流分布図, no. 3, 産総研地質調査総合センター.

宝田晋治・西原 歩・星住英夫・山崎 雅・金田泰明・下司信夫(2022a)始良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図. 大規模火砕流分布図, no. 1, 産総研地質調査総合センター.

宝田晋治・中川光弘・宮坂瑞穂・山元孝広・山崎 雅・金田泰明・下司信夫(2022b)支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図. 大規模火砕流分布図, no. 2, 産総研地質調査総合センター.

---

HOSHIZUMI Hideo, TAKARADA Shinji, MIYABUCHI Yasuo, MIYAGI Isoji, YAMASAKI Tadashi, KANEDA Yasuaki and GESHI Nobuo (2024) Distribution map and geological information of the Aso-4 Ignimbrite - product of one of the largest eruptions in Japan.

---

(受付：2023年10月5日)

## 令和5年度廣川研究助成事業報告（1）

Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes  
参加報告，および沈み込み帯の内部構造復元とその形成  
プロセス解明に向けた国際共同研究のための事前協議志村 侑亮<sup>1)</sup>

## はじめに

令和5年度廣川研究助成事業により，2023年10月16～17日にかけてフランスオルレアン大学に在籍する Hugues Raimbourg 博士と，沈み込み帯の内部構造復元とその形成プロセス解明に向けた国際共同研究のための事前協議を行った。また，事前協議に先立ち，学術変革領域研究(A)Slow-to-Fast地震学の支援により，10月7～13日にかけてフランスのコルシカ島で開催された Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes に参加した。これらの概要について報告する。

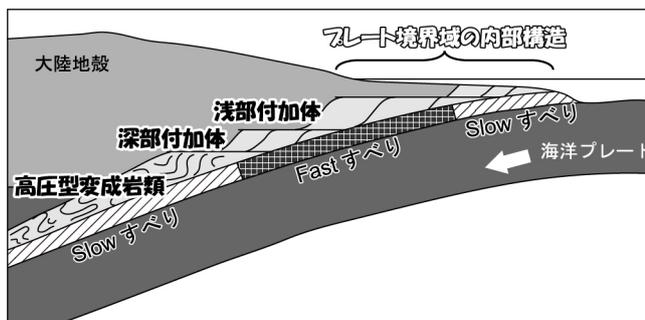
## 背景と目的

これまでの地震学的・測地学的研究により，沈み込み帯プレート境界域では Slow から Fast までのすべりが観測されている (Obara and Kato, 2016) (第1図)。これら多岐にわたるすべり現象は互いに関連しており，Slow すべりの進行によりひずみが蓄積され，地震を伴う Fast すべりが生じるとされている。そのため近年では，地震を引き起こす Fast すべり領域のみならず，Slow すべり領域から Fast すべり領域までの全体を網羅した，プレート境界域の総合

的・包括的な現象理解が重要視されているといえる。特にプレート境界域内部の構造は，Slow から Fast までの“すべりの痕跡”を記録したものであり，その構造復元が重要であることは言うまでもない。

著者は現在，陸域地質図プロジェクトの一環として，紀伊半島南西部に位置する5万分の1地質図幅「川原河」の調査・研究を実施している。また，令和4～5年度の学術変革領域研究(A)Slow-to-Fast地震学の公募研究を通じ，野外調査に立脚した研究を実施している。これらの研究地域には，白亜紀～古第三紀当時のプレート境界域で形成された付加体やその深部相にあたる高圧型変成岩類が広く分布している。すなわち，本地質図幅の整備や公募研究での野外調査に基づいた付加体の岩相や地質構造の把握は，当時のプレート境界域における内部構造の復元とその長期的な形成プロセスの解明を可能にする。本研究遂行のため，著者は地質学の分野に限らず，地震学・測地学・ジオダイナミクス・モデリング・シミュレーションなどあらゆる分野の研究者と議論できる国際的な交流機会を必要としていた。

コルシカ島カルジェーズで開催された Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes は，沈み込み帯で生じる地震に焦点を当てて研究する研究者がスクール・巡検を通じて議論できる貴重な機会である。また，オルレアン大学に在籍する Raimbourg 博士は，著者が対象とする付加体を長年研究し，付加体の構造から読み取れる地震現象に関して多数の成果を報告している (例えば，Raimbourg et al., 2014, 2019)。そこで著者は，沈み込み帯の内部構造復元とその形成プロセス解明に向け，コルシカ島 Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes およびオルレアン大学で研究発表と議論を行い，今後の国際共同研究のための事前協議を実施した。



第1図 沈み込み帯プレート境界域の模式断面図。

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：廣川研究助成事業，沈み込み帯，コルシカ島，オルレアン，フランス

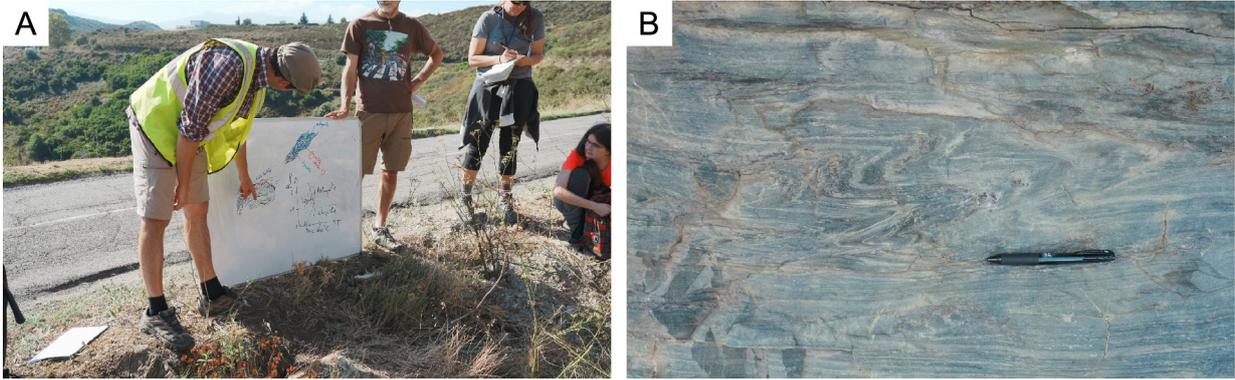


写真1 2023年10月7～8日, Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes 巡検。(A) 案内者が解説している様子, (B) プレート境界域での延性変形を記録した高圧型変成岩類。

### 10月7～8日, コルシカ島巡検

コルシカ島は、総面積約 8700 km<sup>2</sup> で日本の四国の約半分ほどであるが、標高 2500 m を越える急峻な山岳地帯を有している。コルシカ島は、大きく西側のバリスカンコルシカと東側のアルパインコルシカに分けられる (Durand-Delga, 1984)。バリスカンコルシカは石炭紀～ペルム紀の火成複合岩類からなる大陸基盤で (例えば, Rossi *et al.*, 2015), アルパインコルシカは中生代以降の高圧型変成岩類からなる沈み込み帯プレート境界域の深部物質で構成されている (例えば, Beaudoin *et al.*, 2017)。これらの地質体は、古第三紀～新第三紀頃の引張応力場によりヨーロッパ大陸からコルシカ島が分離したことによる変形作用を受けたと考えられている。Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes における 2 日間の巡検では、アルパインコルシカの高圧型変成岩類や変成した大陸地殻 (テンダ地塊) を中心に、プレート境界域における高圧変成作用と延性変形作用、そしてその後のコルシカ島形成に関連した引張応力場に伴う変形プロセスについて、実際に現地でも露頭を観察しながら議論を行った (写真 1)。

著者が最も印象に残っているのは、1 日目で観察した高圧型変成岩類である。岩石の露出が極めて良好であったため、高圧型変成岩類の岩相・地質構造・延性変形構造を詳しく観察することができた (写真 1B)。特に、高圧型変成岩類の岩相変化からプレート境界域深部の構造層序が復元されていたことには大変感銘を受けた。また、高圧型変成岩類中の青色片岩が石英脈に沿って緑色片岩に置き換わっている露頭も観察した。これは、プレート境界中に存在する流体が青色片岩と反応し、より安定な変成相 (緑色片岩相) に移り変わったことを示しており、プレート境界域における形成プロセスを理解する上で流体の影響は切り離せない

ことを著者に強く印象付けた。

今回の巡検で受けたもう一つの印象として、日本とヨーロッパの研究文化の違いが挙げられる。日本の研究者は、対象岩石の特定プロセスに着目して深く研究を行う文化があるように感じるが、ヨーロッパの研究者は既存研究を集約・評価することで総合的なプロセス理解・モデル構築に取り組む文化があるように感じた。ヨーロッパの研究者との野外での議論は、今後の著者自身の研究方針を決める上でも大いに参考になった。

### 10月9～13日, コルシカ島スクール

Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes における 5 日間のスクールでは、地震学・測地学・地質学・ジオダイナミクス・モデリング・シミュレーションなど様々な専門分野を持つ研究者や大学院生らが口頭・ポスター発表を行った。口頭発表では、毎日 10 名程度の演者が keynotes (45 分), intermediate talks (30 分), short talks (15 分) に分けられ研究紹介を行った。ポスター発表は、地中海性気候のコルシカ島ならではのことで、野外にポスターが掲示され (写真 2A)、午前中と夕方にコアタイムが設けられた。

著者は、2 日目のジオダイナミクスのセッションで口頭発表を行った (写真 2B)。今回の発表では、日本列島の白亜紀～古第三紀付加体における岩相・地質構造・年代・被熱温度に着目し、海嶺が沈み込み帯に接近し沈み込むことでプレート境界域の構造や形成プロセスへどのような影響を及ぼしたのか検証し、その成果を報告した。発表後には、地質学者のみならず、モデリング・シミュレーションの研究者から、コスタリカやチリなど現在も海嶺が衝突する沈み込み帯で生じている現象を紹介してもらった。著者自身の考察の妥当性を検証できたと共に、モデリングやシミュ



写真2 2023年10月9～13日, Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes スクール。(A) 地中海性気候のコルシカ島ならではの、野外に掲示されたポスター。1日2回のコアタイムが設けられ、研究者たちが白熱した議論をしていた。(B) 著者の口頭発表の様子。

レーションで得られた時空間スケールとの整合性を議論できたことは、著者にとって貴重な機会であった。

スクール中の昼休みには、グループディスカッションの時間が設けられ、世界の最先端で研究する研究者が今後着目すべき研究テーマや国際的な共同研究連携の可能性について活発に議論していた。いつかこのような場で率先して議論できる研究者になりたいと強く感じた。

### 10月16～17日, オルレアン大学訪問

オルレアン大学訪問は、東京大学大気海洋研究所の山口飛鳥博士、国立研究開発法人海洋研究開発機構高知コア研究所の奥田花也博士、地質情報研究部門の宮川歩夢博士と共同で実施した(写真3A)。まず、オルレアン大学に設置されている摩擦試験機、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代測定装置、簡易式カソードルミネッセンス(CL)付属の偏光顕微鏡(写真3B)、および高分解能CL付属のEPMAなどの分析機器を見学し、その後 Raimbourg 博士と今後の国際共同研究や外部資金獲得について議論した(写真3C, 3D)。この議論の場では、Raimbourg 博士を含めた5名の研究者が研究連携を組むことで、プレート境界の内部構造やその形成プロセス、そして地震発生との関連性についてどのような貢献が可能なの

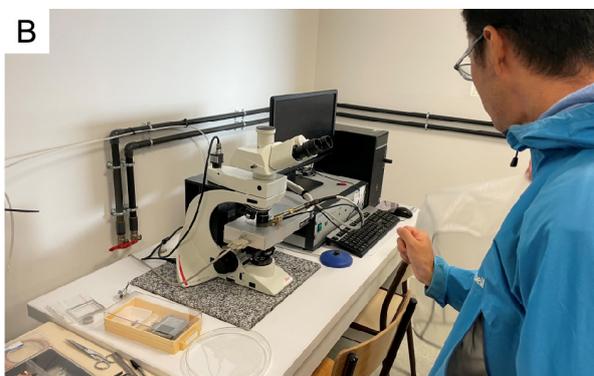


写真3 2023年10月16～17日, オルレアン大学訪問。(A) オルレアン大学訪問の様子。(B) オルレアン大学に設置されている簡易式カソードルミネッセンス付属の偏光顕微鏡を見学している様子。(C) 著者が研究紹介と国際共同研究の可能性について議論している様子。(D) 集合写真。左から JAMSTEC の奥田博士, 地質情報研究部門の宮川博士, オルレアン大学の Raimbourg 博士, 著者, 東京大学の山口博士。

か、多くの話し合いがされた。また、数年以内のフランス長期海外滞在による国際共同研究推進など、具体的な案も打ち出すことができ、今後の研究において大変貴重な足がかりとなった。

## おわりに

今回の渡航では、著者自身の研究発表のみならず、現地の地質を観察できたこと、世界の第一線で研究する研究者との議論により視野を広げることができたこと、今後の国際共同研究に向けた具体的な打ち合わせができたこと、海外のコミュニティ形成への足がかりとなったことなど非常に大きな成果を得ることができた。本渡航に際しては、学術変革領域研究(A) Slow-to-Fast 地震学、および旧地質調査所 OB である廣川 治氏のご遺族から地質調査総合センターへ寄付いただいた資金(廣川研究助成金)の一部を使用させていただいた。関係者の方々へ深く感謝申し上げる。

## 文 献

- Beaudoin, A., Augier, R., Jolivet, L., Jourdon, A., Raimbourg, H., Scaillet, S. and Cardello, G. L. (2017) Deformation behavior of continental crust during subduction and exhumation: Strain distribution over the Tenda massif (Alpine Corsica, France). *Tectonophysics*, **705**, 12–32.
- Durand-Delga, M. (1984) Principaux traits de la Corse alpine et corrélations avec les Alpes Ligures. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, **28**, 285–329 (in Italian).
- Obara, K. and Kato, A. (2016) Connecting slow earthquakes to huge earthquakes. *Science*, **353**, 253–257.
- Raimbourg, H., Augier, R., Famin, V., Gadenne, L., Palazzin, G., Yamaguchi, A. and Kimura, G. (2014) Long-term evolution of an accretionary prism: The case study of the Shimanto Belt, Kyushu, Japan. *Tectonics*, **33**, 936–959.
- Raimbourg, H., Famin, V., Palazzin, G., Yamaguchi, A., Augier, R., Kitamura, Y. and Sakaguchi, A. (2019) Distributed deformation along the subduction plate interface: The role of tectonic mélanges. *Lithos*, **334–335**, 69–87.
- Rossi, P., Cocherie, A. and Fanning C. M. (2015) Evidence in Variscan Corsica of a brief and voluminous Late Carboniferous to Early Permian volcanic-plutonic event contemporaneous with a high-temperature/low-pressure metamorphic peak in the lower crust. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **186**, 171–192.
- SHIMURA Yusuke (2024) Report on the 2023 Hirokawa Research Grant Project: The participation in the Cargèse 2023 School on Subduction Zone Processes, and preliminary arrangements of cooperative research to reconstruct the internal structure of the subduction zone and to understand its formation process.

(受付：2023年12月11日)

# 令和5年度廣川研究助成事業報告(2)

## 沖積低地のジオアーケオロジーに関する動向調査と 国際共同研究に向けた情報収集

佐藤 善輝<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

日本列島の臨海部には多くの「沖積低地」が分布している。沖積低地とは、最終氷期最盛期(約2万年前)よりも後の後氷期に形成された、謂わば「最新の地形」である。最終氷期が終わって気候が温暖化するにしたがい、大陸氷床が融解することで汎世界的な海水準上昇が生じた。その結果、それまでの低海水準(現在よりも100~120m程度低下)に応じて河川が下刻した谷に沿って、海域が拡大することになった。沖積低地とは、この陸側に拡大した海域に、河川などから供給された土砂が堆積して形成された地形である(海津, 1994)。低平な土地が広がる沖積低地は人々の居住や経済活動の場として適しており、東京低地や濃尾平野、河内平野などには、大都市が数多く立地している。

沖積低地を構成する地層は「沖積層」と呼ばれる。約46億年の長い地球史のなかで、沖積層が形成された時代は最近のわずか0.0004%に過ぎない。これは地球史を1年365日に置き換えると、大晦日の23時58分以降の2分間にほぼ相当する。紅白歌合戦はどうに放送を終え、気の早い人は新年の挨拶をしている頃かもしれない。

しかし、沖積層の分布や層相は重要な地質情報である。沖積層は未固結で含水率が高く、泥質な堆積物を多く含む。このため軟弱で、地震時に揺れを増幅しやすい。また、現在も「形成中の地層」であるため、沖積低地は河川氾濫や高潮などの自然災害の影響を強く受ける場でもある。このような理由から、物性・分布といった沖積層に関する地質情報は、インフラ整備や防災施策など、人々の生活・経済活動を支える知的基盤情報として重要となる。地質調査総合センター(GSJ)では、沿岸域の地質・活断層調査や三次元地質地盤図などのプロジェクトを通して、沖積低地の軟弱層分布に関する地質情報整備を実施している。

他方で、沖積低地が人類活動の舞台であるのは現代に限ったものではない。沖積低地は、古代の人びとも居住・生活の場を提供してきた。日本列島ではハイドロアイソス

タシーの影響によって後氷期の海水準が6,000~7,000年前頃にピークとなった地域が多く、その後、海岸線が海側に移動(海退)することで沖積低地が拡大した。沖積低地では地形・水文環境が変化し、沖積低地やその周辺に住む人々の生活に少なからぬ影響を与えたと推察される。また、後氷期前半の急激な海水準上昇が当時の人びとに与えた影響は、近年の地球温暖化の類型として重要であろう。沖積低地における人類活動の痕跡の一部は、考古遺跡として残されている。沖積低地・沖積層に関する研究は、古代の人類活動と自然環境との関連に関する探求にも貢献する。

考古遺跡に関連して、過去の人類活動と自然環境について探求する学問分野を「ジオアーケオロジー(geoarchaeology)」という(Butzer, 1982; Waters, 1992; Brown, 1997など)。ジオアーケオロジー研究は地球科学と考古学との境界領域に位置し、地形や動・植物相、気候、景観などの諸要素の変遷と人々の生活との関連について、地形・地質学的なアプローチによる解明を目指す。本分野は主に欧米で盛んであるが、国内でも安田(1980)の「環境考古学」や古田(2005)の「環境歴史学」、寒川(1992)の「地震考古学」など、類似の考えが提唱されている。一般の考古遺跡発掘調査でも、微化石分析や年代測定など、地球科学的手法が用いられることは決して珍しくない。しかしながら、それらは遺跡やその近傍といったローカルな環境に関する議論にとどまることが多く、その成果も個別の発掘調査報告書のみで公表される場合が多い。考古遺跡の発掘調査では、土器編年などを手掛かりとして、時空間的に極めて精緻な議論を行っている。地球科学がより積極的に考古遺跡の発掘調査成果を参照したり、さらには協働したりすることで、詳細な環境変遷を解明し、それらと人類活動との関わりについて探求できると期待される。

これまで筆者は、駒澤大学の小野映介教授らと共同で、静岡県や青森県などの考古遺跡発掘調査に関連して、ジオアーケオロジー研究を実施してきた(佐藤・小野, 2013, 2019など)。ここ数年は青森県東部の小川原湖を対象と

1) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

キーワード：廣川研究助成事業報告, 国際学会, ジオアーケオロジー, 沖積低地, 第四紀



写真1 ローマ・サピエンツァ大学の学会受付ブース。奥には大会ロゴにも描かれている巨大なマンモス像が設置されており、多くの参加者が記念撮影をしていた。

して調査を実施しており、湖沿岸の沖積低地における地形・水文環境の変化と人類活動との関連性について新たな知見が得られつつある。この度、その成果発表と海外におけるジオアーケオロジー研究の現状を把握するため、国際第四紀学会(International Union For Quaternary Research; INQUA)の第21回研究集会(XXI INQUA 2023)に参加する機会をいただいた。

## 2. XXI INQUA 2023 への参加

INQUAは1928年に設立された国際学会である。第四紀(Quaternary)とは、現在から約258万年前以降の地質時代を指す。周期的な氷期・間氷期サイクルによって特徴づけられ、人類は現生人類へと進化を遂げ、世界中にその分布を広げた。第四紀は11,700年前を境として更新世と完新世に細分され、沖積低地が形成されたのは更新世最末期から完新世に該当する。

INQUAでは4年に1度、研究集会を開催している。その開催年にあたる2023年、イタリアのローマ・サピエンツァ大学を会場として、7月13～20日にXXI INQUA 2023が開催された(写真1)。ポスター会場には、イタリア地質調査所が中心になって作製が進められている「50万分の1第四系地質図(Quaternary Map of Italy)」(Geological

Survey of Italy, 2023, 2024)が展示されていた(写真2)。この地質図をみても、ローマは沖積低地と深い縁があることが分かる。ローマ市街地は、溶結凝灰岩から成る台地・丘陵と、それらを開析して発達するテヴェレ川の沖積低地に立地している(写真3)。この沖積低地は都市国家ローマの誕生神話の舞台になっており、テヴェレ川に流された双子の赤ん坊ロムルスとレムスが雌狼の乳を飲む場面は殊に有名である(写真4)。史実でも、元老院などの国家中枢が置かれたフォロ・ロマーノは沖積低地内の湿地を開発したものであるし、湿地に生息する蚊を媒介とするマラリアは長らくローマ市民を悩ませた。

ケッペンの気候区分で、ローマは地中海性気候の典型例として紹介される。空港に降り立つと暑く乾燥した地中海らしい夏の空気が広がり、額にじわりと汗が滲んだ。蒸し暑い濃尾平野で生まれ育ち、地中海性気候の「カラッとした夏」にある種の憧れを抱いていた私はその空気に心地良さすら感じていたが、その後、それはただの幻想であったと知ることになる。7月15～20日頃にかけて地中海沿岸一帯を猛烈な熱波が襲い、ローマでも最高気温は連日42℃前後に達したのである。テレビでは疾走する救急車の映像が繰り返し流され、早口でまくし立てるイタリア語はさっぱり分からないが、とにかく気象が異常であることはよく分かる。街中の至る所に設けられた公共水道(ナザーネ)で



写真2 ポスター会場に展示された第四紀地質図。右側がイタリア全土の50万分の1地質図 (Geological Survey of Italy, 2023, 2024), 左側がヨーロッパおよびその周辺域の250万分の1地質図 (IQUAME2500: Asch and Reitner, 2024)。



写真3 テヴェレ川河畔から望むサン・ピエトロ寺院。映画「ローマの休日」でお馴染みのスペイン広場からサン・ピエトロ寺院までの間は、テヴェレ川の沖積低地が広がっている。

ゾンビのように水を汲みながら、古代ローマが水道網の整備を重要視した背景を体感した。

そうした記録的な酷暑にも関わらず、XXI INQUA 2023には100か国以上の国々から3,000名以上の第四紀研究者が参加し、活発な議論がなされた。大会では6つのトピック(① Natural Processes to Geohazards, ② Landforms, facies architecture & sequence stratigraphy, ③ Quaternary environments & Human evolution, ④ Ecosystems & biogeography from latest Pliocene to “Anthropocene”, ⑤ Climate record, processes & models, ⑥ The Quaternary

time machine)が設けられ、それぞれに4～7のサブトピックが付されている。今回の大会では、これらのトピックあるいはサブトピックに紐づけられる形で、計208ものセッションが実施された。昼休みには、屋外のテントでパスタやピザなどが振る舞われた。とてつもない酷暑ではあるが、湿度は低く日陰に入ると(比較的)快適である。地中海のオリーブやフルーツの酸味が束の間、暑さを忘れさせてくれた。大会前後および期間中(16日)には、イタリア国内や周辺地域を巡る多数の地質巡検が開催され、いずれも盛況であった。



写真4 雌狼の乳を飲むロムルスとレムスの像(カピトリニ美術館蔵)。神話ではこの二人が都市国家ローマの建設者とされる。奥に見えるのは五賢帝の一人であるマルクス・アウレリウスの騎馬像。

### 3. ジオアーケオロジー研究の動向

200を超えるセッションのなかで、ジオアーケオロジー研究あるいはそれに関連するセッションとして少なくとも10セッションが設けられ、口頭・ポスター発表ともに100件以上の発表が行われた。母数が多いことはあるものの、日本国内の学会での発表が極稀であることを考えると、海外でのジオアーケオロジー研究の活発さを実感した。

海外におけるジオアーケオロジー研究を概観すると、その裾野の広さを強く印象付けられた。ジオアーケオロジー研究では、議論の対象となる事象のスケールを考慮することが肝要である(Butzer, 1982, 2008)。すなわち、個別の考古遺跡・コア試料から、その周辺域、大陸規模まで、ミクロ・メソ・マクロスケールで自然環境と人類活動(=考古遺跡・遺物)との関わりについて、そのそれぞれのスケールを意識し探求を試みる。日本国内では、考古学が主導的に展開するミクロスケールの研究と、地質学者・自然地理学者などが主導するマクロスケールの環境変遷史に関する研究との間に乖離があるように感じられる。一方、海外では、個別の考古遺跡だけでなく、文明の勃興や盛衰、農耕文化の伝播といった人類活動を前提として、それらと自然環境との相互作用に着目する研究が幅広く「ジオアーケオロジー研究」として認識され、様々なスケールでの議論が精力的になされていた。特に、メソ～マクロスケールでの研究については、多くの国際共同プロジェクトが展開さ

れている。これには、欧州やオリエント地域の文明史が数1,000年前まで遡り、環境変遷史研究との親和性が高いことが背景としてあるのかもしれない。とはいえ、2021年に世界遺産となった北海道・北東北の縄文遺跡群をはじめ、日本国内でも縄文文化の起源は古く、そのジオアーケオロジー研究は世界的にみても遜色のないものであろう。地質学者・自然地理学者が主導的に考古学者と協働し、日本のジオアーケオロジー研究を発展させていく必要性を強く感じた。

また、近年、気候変動などの地球環境問題との関連で語られることの多い「人新世(Anthropocene)」に関しても、ジオアーケオロジー研究の枠組みで議論する研究が目立った。人新世は第二次世界大戦以降とされることが一般的であるが、産業革命による影響が検出され始める17世紀初頭にその開始年代を設定する説もある。また、「古人新世(palaeo-Anthropocene)」として、古代における農耕・牧畜・土地改変といった人類活動による自然改変に着目し、完新世を細分する考えも提唱されている。このような視点から、(古)人新世もまた、ジオアーケオロジー研究を彩るキーワードとして重要である。沖積低地に立地する低湿地遺跡は、河川などの堆積作用によって拡大した未開地を人類が切り拓いていった痕跡として捉えることもできる。種々の環境変動のなかで、古代の人びとがどのように自然と向き合い、相互に作用してきたのかは、今後の持続可能な人類活動を考えていく上でも大いに参考になる。

加えて、多種多様な研究・分析技術を適用して、ジオアーケオロジー研究を展開していることも印象的であった。具体的には、遺跡発掘調査やボーリング調査に加えて、珪藻や有孔虫などの微化石分析、火山灰分析、地球化学、地球物理学的手法などである。生物学的手法（バイオマーカーや環境 DNA など）やリモートセンシング技術（衛星情報、LiDAR, UAV 技術など）は、特に発展の著しい技術として、それぞれ個別のセッションが設けられていた。これらの調査手法では、人新世における人類活動の影響評価や考古遺跡の破壊・保存の問題についても議論がなされている。上記した調査・分析技術は、現在の国内の考古遺跡発掘調査でも広く用いられているものであり、決して目新しいものではない。しかし、その成果は発掘調査報告書のなかで分析手法ごとに記載されるにとどまることが多く、統合的な解釈やメソ〜マクロスケールの視点で論じられることは稀である。近年、従来のインフラ整備・災害対策に加えて、地球環境問題の枠組みにおいても沖積低地や沖積層に関する研究の重要性が増してきている。沖積低地を対象とするジオアーケオロジー研究は、高い時空間分解能で自然環境と人類活動の関係性を提示でき、その果たすべき役割は大きい。GSJにはジオアーケオロジー研究の調査技術の専門家が数多く在籍しており、本分野におけるプレゼンスを向上させていくことも重要であると考える。

筆者は、沿岸域のジオアーケオロジー研究と環境変遷に関するセッションにおいて、青森県小川原湖で実施した研究成果を発表した(写真5)。小川原湖の湖畔には、貝塚や集落跡など、縄文時代の遺跡が多数分布する。これらは時代によって分布が移動する傾向があり、また貝塚の貝化石の組成にも変化がみられる。例えば、湖東岸には縄文時代早期末葉〜前期の古い貝塚遺跡が集中的に分布し、ハマグリなどの砂地の海域を好む貝が多産する。筆者らは遺跡周辺で掘削したボーリングコア試料の珪藻・貝化石などを分析することで完新世の環境変遷を復元し、縄文人が環境変化に応じて居住地や食料を選択してきた可能性を示した。完新世の環境変化には、海水準変動だけでなく、上流域の火山活動による土砂供給量の増減が影響している可能性もあり、ポスター発表には幅広い分野の研究者に興味を持っていただけた。また、ジオアーケオロジー研究者であり、日本での研究経験もあるベルギー地質調査所の Vanessa Heyvaert 博士に本成果を紹介し、日本におけるジオアーケオロジー研究を共同で実施することを提案し、前向きな回答を得た。

XXI INQUA 2023 への参加により、海外における最先端のジオアーケオロジー研究の事例を学び、またその多様さ



写真5 ポスター発表をする筆者(小野映介氏撮影)。

と活発さに刺激を受け、大いに勇気づけられた。今後、日本の沿岸域では沖積低地の地質情報の精度向上が求められる、ジオアーケオロジー研究の視点や技術がますます重要になると考えている。今回得られた知見と経験を大切に、今後の自身の研究に役立てていきたい。今回の渡航にあたり、廣川研究助成金の一部を使用させて頂いた。このような貴重な機会を頂いたことに対して、関係者の皆さまに心よりお礼申し上げる。

## 文 献

- Asch, K. and Reitner, J. M. (2024) The International Quaternary Map of Europe and Adjacent Areas: Results from mapping of extreme environments inclusive. No. EGU24-19240. Copernicus Meetings.
- Brown, A. G. (1997) *Alluvial geoarchaeology: Floodplain Archaeology and Environmental Change (Cambridge Manuals in Archaeology)*. Cambridge University Press, Cambridge, 401p.
- Butzer, K. W. (1982) *Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach*.

- University of Chicago Press, Chicago. 364p.
- Butzer, K. W. (2008) Challenges for a cross-disciplinary geoarchaeology: The intersection between environmental history and geomorphology. *Geomorphology*, 101, 402–411.
- 古田 昇 (2005) 平野の環境歴史学. 古今書院, 東京, 278p.
- Geological Survey of Italy (2023) QUATERNARY MAP OF ITALY Scale 1:500000 (DRAFT VERSION PRINTED FOR XXI INQUA CONGRESS) Explanatory Note. 24p. [https://sgi.isprambiente.it/metiq/METIQ\\_Explanatory\\_Note.pdf](https://sgi.isprambiente.it/metiq/METIQ_Explanatory_Note.pdf) (閲覧日: 2024年4月1日).
- Geological Survey of Italy (2024) The preliminary version of the Quaternary Map of Italy. [https://sgi.isprambiente.it/metiq/METIQ\\_500k\\_draft.zip](https://sgi.isprambiente.it/metiq/METIQ_500k_draft.zip) (閲覧日: 2024年4月1日確認).
- 寒川 旭 (1992) 地震考古学—遺跡が語る地震の歴史. 中央公論社, 東京, 251p.
- 佐藤善輝・小野映介 (2013) 鳥取平野北西部, 湖山池周辺における完新世後期の地形環境変遷. 地理学評論, A86, 270–287.
- 佐藤善輝・小野映介 (2019) 珪藻化石分析からみた伊場大溝周辺における縄文海進高頂期以降の地形環境変遷. 「梶子遺跡 19・20 次 古環境調査編」, 浜松市教育委員会, 1–17.
- 海津正倫 (1994) 沖積低地の古環境学. 古今書院, 東京, 270p.
- Waters, M. R. (1992) *Principles of Geoarchaeology: A North American Perspective*. The University of Arizona Press, Tucson, 398p.
- 安田喜憲 (1980) 環境考古学事始—日本列島 2 万年. NHK 出版, 東京, 270p.

---

SATO Yoshiki (2024) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2023 fiscal year: Trend survey of geoarchaeology of alluvial lowlands in the XXI INQUA 2023 (Rome).

---

(受付: 2024年1月9日)

# 令和5年度廣川研究助成事業報告 (3)

## International Geomechanics Symposium 2023 での 成果発表および情報収集

児玉 匡史<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

令和5年度第2回廣川研究助成事業により、2023年10月30日から11月2日にかけて、サウジアラビア王国の都市アルコバールにて開催された国際シンポジウム、International Geomechanics Symposium (IGS) 2023に参加しました。シンポジウムでは、大手石油企業や海外の大学に所属する参加者の発表を聴講し、最新の研究動向について理解を深めるとともに、自らも口頭発表を行い、参加者との情報交換を行いました。これらの内容について報告します。

### 2. 背景

弾性波探査は資源探査などの様々な分野で利用される重要な物理探査技術です。その探査において弾性波速度分布を推定することもあります。弾性波速度は複数の物性値から構成される複合的パラメータです。等方性や均質性、線型性を仮定すると、2種類の弾性定数と密度という物性値で表されます。もしも密度が分かれば、弾性波速度を弾性定数と密度へ分離して解釈することができます。重力探査といった密度推定手法もありますが、弾性波速度を弾性定数と密度とに分離するアプローチは確立されていません。宇宙線ミュオンを利用した密度推定手法も近年利用が進み、物理探査として弾性波との融合利用が期待されます。この融合利用によって弾性定数や密度が明らかになれば、地下の力学的変動評価(ジオメカニクス)への貢献が期待できます。ジオメカニクスは流体圧入に伴う間隙圧変化によって地下の岩盤の変形や破壊を取り扱うことができ、石油天然ガス採掘や二酸化炭素地中貯留などに適用可能です。ジオメカニクスを扱う研究者の前で弾性波とミュオンの融合利用に関して発表を行うことで、物理探査の専門家とは異なる観点からの意見を頂くことができるのではないかと考えました。IGSは世界各国のジオメカニクスの専門

家が一堂に会し、資源・環境など様々なターゲットに対するジオメカニクスの研究発表を行いますので、今回の発表を行う上で適当だと考えました。さらに数多くの発表を通じてジオメカニクス分野の最新の研究動向について理解を深めることも本訪問の目的でした。

### 3. IGS2023 への参加

IGSは2018年から始まり、今回で5回目の開催を迎えています。前回はUAEのアブダビで開催されました。今回の開催地であるアルコバールはサウジアラビアの東海岸沿いに位置し、東はペルシャ湾に面しています。一年を通じて気温が高く、夏場には40度を超える大変な猛暑が続きます。訪れたのは10月末でしたが、気温は30度を超えていました。しかしながら湿度がそれほど高くないおかげか、比較的過ごしやすく感じました。最寄りのキング・ファハド国際空港からアルコバールまでは幹線道路が通っていますが、その道中では一面に広がる砂漠を眺めることができます。私はここまで広大な砂漠を初めて目にしましたが、その光景に思わず圧倒されました。アルコバール市内に入ると、それまでの見通しの良かった砂漠とは打って変わり、一気に建造物ばかりが目につくようになります。が、歩行者を見かけることはほとんどなく、街中は車の往来が非常に激しかったため、まさに車社会といった印象でした。本シンポジウムの会場(写真1)となった5つ星ホテルであるグランドハイアットアルコバールには、計26か国から300人余りの参加者が集いました。4日間にわたり、全185件の口頭・ポスター発表が行われました。各セッションのテーマは、地熱等の新エネルギーおよび石油資源などに関するジオメカニクス、二酸化炭素地中貯留・利用(CCUS)、水圧破碎法、機械学習/AIなど多岐にわたっていました。特にCCUSのセッションでは合計で26件もの口頭発表が行われ、本シンポジウムでもとても関心の高いテーマであることが伺えました。口頭発表会場を出ると、

1) 産総研 地質調査総合センター地圏資源環境研究部門

キーワード：廣川研究助成事業、物理探査、ミュオン、弾性波、ジオメカニクス



写真1 会場入り口



写真2 講演ホール内壇上

壁際に民間企業や公益法人などによる展示ブースが立ち並んでおり、各組織の活動紹介や測定機器の展示などが行われていました。また通路中央のテーブルには美味しそうなおサンドイッチやマフィンなどの軽食が常時陳列されておりましたので、つつい手を伸ばしてしまいました。

初日はゲストスピーカーによる講演、2日目以降に参加者による口頭・ポスター発表が行われました(写真2)。3つの発表会場にて、質疑応答も含めて20分の口頭発表が同時進行で行われました。こちらはこれまでに参加した国内学会と同様だったのですが、ポスター発表は私が知る様式とは大きく異なり、通路に設置された幅50cm、高さ2m程度のタッチパネルが利用されました。まるでスクリーンが小さくなった口頭発表のようでしたが、発表者がポスターを持参する手間がなくなる点において、特に海外で開催される学会では便利なシステムだと感じました。

発表についてはいずれも興味深い内容ばかりで、非常に勉強になりました。CCUSに関して数多くの発表があったのですが、その中でも二酸化炭素地中貯留サイトにおける干渉合成開口レーダ(InSAR)観測結果に関する発表は非常に興味深く感じました。発表ではサイトによって地表変動が発生する場合とそうでない場合とを紹介し、興味深い点として変動と浸透率との関連を指摘していました。発表後の質疑応答では、会場からはっきりなしに手が上がり非常に白熱した議論が繰り広げられました。時間が経過しているにもかかわらず、その勢いは留まる気配がなく、ついには司会進行役の方までも議論に参加する事態となってしまいました。ここまで多くの関心を集め、議論を巻き起こした発表は他には見られなかったもので、その意味でも非常に示唆的な発表だったのではないかと思います。

私自身は宇宙線ミュオンと弾性波の融合探査について、密度と弾性波速度の相関関係を利用した逆解析手法の数値実験に関して口頭発表を行いました(写真3)。発表後には、アメリカの非営利組織 Society of Petrophysicists and Well Log Analysts (SPWLA) 会長のジェニファー・マーケット氏から今後の展望に関して質疑を頂き、現在取り組んでいる室内実験も含めて今後の展望を説明しました。この時は色々と議論する時間がなかったのですが、のちに再び同氏と話す機会があり、改めて室内実験に関して説明できました。また宇宙線ミュオンの屋外測定の話にもなったのですが、ジェニファー氏はミュオグラフィを利用したプロジェクトに携わっていたようで、そのために興味を持って頂けたのだと後から納得しました。そのプロジェクトでは鉱物資源をターゲットとしていたようですが、密度コントラストが大きいほどミュオンの観測個数の変動も大きく



写真3 筆者の口頭発表  
(IGS2023公式HP ; <https://www.igs2023.org/> 閲覧日: 2023年12月22日)

なるはずですので、流体などに比べると金属は有望なターゲットではないかと興味深く聞いていました。のちに調べてみたところ実際に小型検出器を坑井に挿入し、密度分布推定結果から鉱物の存在を示唆する高密度域の推定までがなされており、今後も動向を注視すべきだと感じました。

IGS2023 においては、東京大学新領域創成科学研究科の松島 潤先生も口頭発表を行っておられました。その発表は、宇宙線ミュオンと超音波の測定データから対象物体の弾性定数推定を行ったラボ実験に関するものでした。この室内実験には私も参加しており、共著者にも含まれています。発表後の質疑応答では複数の参加者から質問を頂きました。その中にはフィールド測定に関する質問もあり、実際にどのようなジオメトリで観測を行うか、実験室と屋外との測定環境の違いにどう対応するかといったことは考えていかなければならない課題だと思いました。

3 日目の夜には The King Abdulaziz Center for World Culture (Ithra) と呼ばれる文化センターの見学会に参加しました(写真 4)。Ithra はアラビア語で「豊かにするもの」という意味で、高さ 90 m の巨大モニュメントを擁する広大な敷地の中には、ミュージアム、ライブラリー、エネルギー館など多くの施設があります。特に印象的だったのがエネルギー館です。そこでは開発に使われるドリルビットや処理過程の原油、タンカーの模型、旧式の四輪車等々、興味深い展示品を目にすることができ、技術の進化を視覚的に体験することができました。帰り際に同じグループで見学していたマレーシアの国営石油企業ペトロナスの参加者と少し話すことができましたが、私の発表を聞いて宇宙線ミュオンを用いた物理探査技術に興味を抱いてもらえたようでした。その方が翌日の CCUS セッションにてジオメカニクスの観点からのリスク評価について口頭発表を行っていましたが、宇宙線ミュオンを利用することで岩盤の力学特性を評価できれば貢献できるのではと思いました。

また今回のシンポジウムには、日本から東京大学や石油資源開発株式会社の先生方も参加しており、食事の席や講演会場などでお話する機会がありました。ジオメカニクスや物理探査に関して自分が知らない話題が会話に上るので、非常に興味深く勉強になりました。本シンポジウムでの私自身の発表内容や宇宙線ミュオンを用いたジオメカニクス分野への今後の貢献についてもお話をすることができ、非常に貴重な機会だったと感じています。



写真 4 Ithra の外観

#### 4. おわりに

IGS2023 に参加し、ジオメカニクス分野の最新の研究動向について情報収集を行い、複数の参加者と直接対話を行うことができ、自身の口頭発表に関して有益なコメントを頂くことができました。特に SPWLA 会長との対話では宇宙線ミュオンのフィールド測定に関する貴重な話も聞くことができ、大変有意義な機会だったと感じています。今後は本訪問で得た知識や考え方を活かして、資源、環境分野等での実利用を見据えた宇宙線ミュオンおよび弾性波の融合利用について検討を進めていきたいと思っています。

#### 5. 謝辞

今回の訪問に際しまして廣川研究助成の支援を頂きました。助成事業を通じて大変貴重な機会を与えてくださった旧地質調査所 OB である廣川 治氏とそのご親族の方々に謝意を表します。

---

KODAMA Masashi (2024) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2023 fiscal year: Oral presentation and information gathering at International Geomechanics Symposium 2023.

---

(受付：2024 年 1 月 19 日)

# 令和5年度廣川研究助成事業報告 (4)

## 火山噴出物による噴火駆動メカニズムの解明に向けた国際共同研究の事前打ち合わせ

岩橋 くるみ<sup>1)</sup>

### 1. はじめに

私は、令和5年度廣川研究助成事業として、2023年7月4日～7日の期間にスイス連邦に滞在し、チューリッヒ工科大学を訪問した。チューリッヒ工科大学では、Olivier Bachmann 教授、Răzvan-Gabriel Popa 博士らと、火山噴出物の解析による噴火駆動メカニズムの解明に向けた国際共同研究の事前打ち合わせを実施した。本稿では、この事前打ち合わせについて報告する。また、この事前打ち合わせの後、7月下旬にチューリッヒ工科大学主催の日本人若手研究者交流プログラム2023に採択され、2024年2月より同年7月まで約半年間チューリッヒ工科大学に滞在する権利を得た。これにより、現在はチューリッヒに滞在し、Bachmann 教授、Popa 博士と共同研究を行っている。

### 2. 研究および訪問の目的

火山は、ある時は爆発的噴火をし、またある時は非爆発的噴火をする。なぜ火山の爆発性にこのような多様性があるのか。これを明らかにすることは、火山噴火の推移を事前に予測し、噴火による被害を最小限にとどめるために不可欠である。火山噴火の爆発性を支配する主な要因の一つに、噴火前のマグマだまり中のマグマや、マグマだまりに貫入したマグマの温度・化学組成がある。そのため、これまでに多くの地質学・岩石学の手法 (Contreras *et al.*, 2022) や実験 (Namiki *et al.*, 2016)、数値計算 (Hodge and Jellinek, 2020) 等のアプローチにより、マグマだまり・マグマだまりへの貫入マグマの熱力学条件と、火山噴火の爆発性の関係の推定が行われてきている。特に筆者が専門とする岩石学の手法は、火山下のマグマだまりの温度・化学組成を推定できるという強みがあり、本問題を解決するための重要な手がかりをもたらす。例えば筆者は、火山噴出物中に存在する、マグマだまりの熱力学条件を記録する包有物を対象として、そこに含まれる鉱物からマグマだまりや貫入マ

グマの熱力学条件の推定を実施してきた (Iwahashi *et al.*, 2020)。

ところで近年、火山噴火の爆発性と火山下のマグマだまりの含水量条件の関連を示唆する結果が Bachmann 教授らのグループにより指摘されてきている (Popa *et al.*, 2021)。さらに、同教授のグループは、近年、含水量測定の新手法を開発している (Popa *et al.*, 2023)。この手法は、およそ  $0.5 \mu\text{m}$  という高い空間分解能を持ち、かつ分析誤差が  $\pm 0.35 \text{ wt.}\%$  という長所を持つ (Popa *et al.*, 2023)。そのため、噴出物中に含まれるマグマだまり由来の包有物を構成する結晶中の微小領域における含水量を正確に測定できる。

そこで筆者は、比較的最近噴火した国内の火山を対象として、爆発性の異なる噴火同士でマグマだまり由来の包有物中の含水量を測定することで、噴火の爆発性をもたらす含水量と、それがどのようなマグマだまり内部の変化によってもたらされるのかを明らかにするという着想を得た。この研究を実現させるべく、チューリッヒ工科大学の Bachmann 教授に受け入れ教員となってもらい、渡航に必要な資金の申請書を執筆した。さらには、執筆した申請書をもとに計画の内容を詰め、近い将来における共同研究の実現可能性をより高めるべく、今回の渡航を計画した。

Bachmann 教授は、岩石学の手法によるマグマ供給系の状態推定とその時間変化推定の研究における、世界でも第一線の研究者である。そのため、筆者は、Bachmann 教授との共同研究を通して、筆者の研究を推進・発展させ、日本ひいては世界における火山噴火の爆発性とマグマだまりの関係の解明に貢献したいと考えた。さらには同教授のグループが開発している新たな分析手法の習得により、国内における分析環境の高度化をもたらすことも期待できる。

チューリッヒは、スイス東部に位置するスイス国内で最も大きな都市である。市内には、教会をはじめとする歴史ある建造物が旧市街に数多く残っている (写真1)。チューリッヒ工科大学は1855年に設立されたスイス連

1) 産総研 地質調査総合センター活断層・火山研究部門

キーワード：廣川研究助成事業、火山、噴火、分析、岩石



写真1 チューリッヒ市内の風景。



写真2 チューリッヒ工科大学の The Department of Earth Sciences (D-ERDW) が入っている建物。

邦の国立大学であり、16の理工系の学科から成る。その1つが、今回筆者が訪問した The Department of Earth Sciences (D-ERDW) である。D-ERDW は、Geological Institute, Institute of Geochemistry and Petrology, Institute of Geophysics の3つの研究グループから構成されている。D-ERDW は、チューリッヒの中心部に位置するキャンパス内にあり、チューリッヒ駅からの距離は約1kmである。

### 3. 研究打ち合わせ

研究打ち合わせは、D-ERDW (写真2) 内の Bachmann 教授の研究室にて実施した。打ち合わせには、Bachmann 教授のほか、Bachmann 教授の研究グループの構成員である、Popa 博士にも同席して頂いた。打ち合わせの際は、自

分が実施したい研究内容の詳細を記した書類と予備分析の結果を持っていき、それらを示しながら、これからどういうことを一緒に実施してほしいかについてプレゼンテーションをした。それに対し、Bachmann 教授からは有益なコメントを複数頂くことができた。また、研究遂行にあたって有益な論文を複数紹介して頂くことができた。同席頂いた Popa 博士からも、研究の方向性や手法についての良い助言を頂き、また互いに議論することができた。その後、Bachmann 教授には、研究室のメンバーを紹介頂いた後、実験室や大学構内を案内して頂き、どのような設備があるのかを見せて頂いた。その際には、実験室の装置の配置やオペレーション、装置の使用頻度等を聞くことができ、大変参考になった。さらに、現在同研究室が進めている、鉱物を使った年代測定のために整備された実験室訪問時には、実験室のマネージャーの方から、同実験室での分析環境をどのように構築しているのかについて説明を受けることができた。

研究室が入っている建物の中には、Focus Terra という名前の博物館があった。博物館は、広い吹き抜けに設置されたタワー内に展示があるという形式をとっていた(写真3)。展示は地球のダイナミクス、地球の宝、地球のアーカイブの3つのトピックから成っており、それぞれ、太陽系や地球の形成と地球の内部構造およびプレートテクトニクスとそれに付随する表層現象の紹介、鉱物の結晶構造やその化学組成の紹介、堆積岩とその形成環境の紹介があった。博物館の入り口には、スイス・アルプスに産出する岩石が展示されていた(写真4)。

事前打ち合わせはお昼休憩を挟んで実施されたため、



写真3 Focus Terra という名前の博物館。写真中央のタワーの中に展示がある。

## 文献



写真4 Focus Terra のエントランス。

Bachmann 教授に紹介された日本食レストランでお昼ご飯を購入した。チューリッヒ工科大学付近には日本食を扱っているレストランがいくつかあった。

## 4. 訪問後の進展

今回の訪問後に、チューリッヒ工科大学主催の日本人若手研究者交流プログラム 2023 に採択され、2024 年 2 月から半年間、チューリッヒ工科大学 Olivier Bachmann 教授の研究室に滞在することが決まった。これにより、本渡航の目的であった、Bachmann 教授と議論・計画をしていた共同研究を進める機会を得ることができた。本渡航で事前打ち合わせ・顔合わせをしていたことにより、採択が決まった後のやり取りもスムーズに進めることができた。渡航期間は、火山噴火推移予測と実験室の高度化に貢献できる成果を出せるよう、半年間精一杯努力したい。

**謝辞：**私はこれまで外国の研究者との人脈をほとんど持っておらず、海外研究者との共同研究を始めるに当たって、一度も会ったことのない海外の研究者に打診する必要がありました。そのため、今回の訪問で Bachmann 教授と直接会って打ち合わせを実施できたことは、共同研究を実現する上で大きな追い風となりました。このような機会を与えてくださった地質調査総合センターの廣川研究助成事業および関係者の皆様に深く感謝いたします。

また、本訪問に際して、チューリッヒ工科大学の Olivier Bachmann 教授及び Răzvan-Gabriel Popa 博士には、事前打ち合わせの準備そして渡航決定後のやり取りに至るまで大変親切にご協力いただきました。

- Contreras, C., Cashman, K. V., Rust, A., and Cortés, M. (2022) The influence of magma storage and ascent conditions on Laguna del Maule rhyolite eruptions. *Journal of Petrology*, **63**, egac121.
- Hodge, K. F. and Jellinek, A. M. (2020) The influence of magma mixing on the composition of andesite magmas and silicic eruption style. *Geophysical Research Letters*, **47**, e2020GL087439.
- Iwahashi, K., Ishibashi, H., Yasuda, A. and 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*, **396**, 106833.
- Keller, F., Guillong, M., Popa, R. -G. and Bachmann, O. (2022) In Situ  $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$  Geochronology of Young Volcanic Rocks on Inclusion - Bearing Ilmenite. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **46**, 465–475.
- Namiki, A., Rivalta, E., Woith, H. and Walter, T. R. (2016) Sloshing of a bubbly magma reservoir as a mechanism of triggered eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **320**, 156–171.
- Popa, R.-G., Bachmann, O. and Huber, C. (2021) Explosive or effusive style of volcanic eruption determined by magma storage conditions. *Nature Geoscience*, **14**, 781–786.
- Popa, R.-G., Tollan, P., Hermann, J. and Bachmann, O. (2023) Degassed versus pristine: Evaluating melt inclusions with a new ATR-FPA-FTIR calibration and water imaging method in rhyolitic melts. *Chemical Geology*, **615**, 121217.

IWAHASHI Kurumi (2024) Report of the Hirokawa Research Fund in the 2023 fiscal year: Preliminary meeting on international collaboration to elucidate eruption-driven mechanisms by volcanic ejecta.

(受付：2024 年 1 月 22 日)

# CEATEC 2023 参加報告

小松原 純子<sup>1)</sup>・宍倉 正展<sup>1)</sup>・金子 翔平<sup>1)</sup>・荒井 晃作<sup>2)</sup>・三澤 文慶<sup>2)</sup>・  
新井 和乃<sup>2)</sup>・野々垣 進<sup>2)</sup>・長 郁夫<sup>2)</sup>・米岡 圭弥<sup>2)</sup>・中澤 努<sup>3)</sup>

CEATEC (シーテック: Combined Exhibition of Advanced Technologies) とは産業用電子機器の展示会に端を発する、IT 技術とエレクトロニクスに関する大規模な展示会です。毎年10月におこなわれており、CEATEC 2023 toward SOCIETY 5.0 (以下、CEATEC 2023) は2023年10月17日から20日までの4日間、千葉県の幕張メッセで開催されました(第1図)。幕張メッセの国際展示場の大規模な空間に、各種電子デバイス、Society 5.0 を実現するための技術、大学や国内外のスタートアップ等、計684団体の展示ブースが展開され、来場者は4日間で合計8万9千人(公式発表)と、大変多くの人で賑わっていました(第2図)。

産業技術総合研究所(産総研)は2005年からCEATECに出展しており、今回で13回目の出展となりました。産総研のブースではABC2.0、量子拠点、地質調査総合センター、サステナブルインフラ研究ラボの4つのテーマで展示がおこなわれました(第3図)。

地質調査総合センター(GSJ)がCEATECに参加するのは今回が初めてです。展示は3次元地質地盤図と海洋調査の2つのテーマについてでした。前者はパネル1枚と動画を流した大型モニタ1台と床貼りの埋没地形分布図、後者はパネル3枚とPCによるデモを用いて来場者に説明しました(第4図)。

開催期間中は多くの方がGSJの展示に立ち寄ったため、ほぼ休みなく説明などの対応をおこなうことになりました。これは産総研のブースが展示会場の入口に近く来場者が立ち寄りやすい場所であったことや、ブース内部を通り抜けられるような構造になっていたこと、また床貼りの埋没地形分布図が目を引きやすいため、好条件が重なったためと思われます。

地質の専門家以外への説明はこれまででも地質情報展などでおこなってきましたが、今回のCEATEC 2023では地質モデル作成に係る技術的な質問や、企業としてどう利用するかという視点からの質問を多くいただき、来場者層の違いを実感しました。特に、産総研ブースの中でもGSJの展示はおもむきが異なっていたようで、産総研において地質の研究はどのような位置づけなのかという質問を複数の方から受けたことは興味深かったです。

会場となった幕張メッセの国際展示場は、例年日本地球惑星科学連合(JpGU)の大会でポスターセッション会場となっている場所と同じで、会場自体にはなじみがありました。しかし展示会場はJpGUの5倍の広さがあり、(特に大企業の)ブースはきらびやかでインパクトのある派手な作りをしていて、これが同じ場所なのかと思うほどでした。

また、かつて展示会といえば各ブースに「御名刺



第1図 CEATEC 2023 会場入口。幕張メッセ国際展示場4～8ホールと国際会議場を使って開催された。



第2図 CEATEC 会場。会場全体はこの3倍程度の広さがある。中央左に産総研のブースが見える。

1) 産総研 地質調査総合センター連携推進室

2) 産総研 地質調査総合センター地質情報研究部門

3) 産総研 地質調査総合センター地質情報基盤センター

キーワード：CEATEC 2023、地質地盤図、海洋調査、幕張メッセ



第3図 産総研のブース。右手前が受付、正面にサステナブルインフラ研究ラボの展示、左外側に産総研の紹介、ABC12.0、量子拠点の展示がある。GSJの展示は左側のパネルの裏側になる。



第4図 地質調査総合センターの展示。手前では東京都区部の埋没地形分布図の説明、奥のパネルの前では海洋調査データの紹介をしている。左手奥はサステナブルインフラ研究ラボの展示。

入」の箱があったものですが、CEATECでは他のブースで自分の名刺を求められることは一切ありませんでした。事前登録をすると入場証が発行され、これに2次元バーコードが表示されています。各ブースにおいてこれをスキャナで読み取ってもらうことで、ブースを訪れた人の名前・所属・連絡先のデータが得られるようになっていました。会場で訪れたブースの企業からはポツポツと営業のメールが届きつつあります。こちらもブースに来ていただいた方のデータを元に連携へ発展させることができたらと考えています。

今回のCEATEC参加については岡本辰志氏を始めとするブランディング・広報部広報室の方々に準備段階から大変

お世話になりました。大型モニタで流した地質地盤図の説明動画の使用については企画本部 AIST Solutions 室に便宜を図っていただきました。心より御礼申し上げます。ブース出展料には令和5年度GSJ戦略的課題推進費を使用しました。

KOMATSUBARA Junko, SHISHIKURA Masanobu, KANEKO Shohei, ARAI Kosaku, MISAWA Ayanori, ARAI Kazuno, NONOGAKI Susumu, CHO Ikuo, YONEOKA Keiya and NAKAZAWA Tsutomu (2024) Report on CEATEC 2023.

(受付：2023年11月14日)

## 『深掘り誕生石』

奥山康子 [著]

築地書館  
発売日：2023年7月  
定価：2,400円（税別）  
ISBN：978-4-8067-1654-9  
四六判並製  
カラー口絵8ページ＋256ページ



誕生石を目にするのはどこであろうか。多くの人が目にする機会が多いのは、実は自然系博物館であるかもしれない。自然系博物館の岩石・鉱物の展示コーナーには、誕生石が展示されていることが多い。著者が以前所属していた地質標本館にももちろん展示されている。きれいな色や輝きに目を奪われ自分や家族の誕生石を探すなど、いつでも人気の展示のひとつである。本書は63年ぶりに改定された誕生石について、科学的な側面からアプローチしている。一般的に誕生石は一年の始まりである1月から紹介されることが多いが、本書は第一章「春」の4月から始まる。季節をめぐりながら第四章「冬」で12月を迎え、そして終章「春めぐり来て」で3月と、一年を渡っていく。季節と共に話が進んでいくところに新鮮さがあり、著者の豊かな表現あふれる文章から情緒を感じ取ることができる。

各章では誕生石ごとに鉱物名の由来、産地、化学組成、結晶構造等が詳しく紹介されている。なお、生物由来の真珠・サンゴについては本書では取り扱っていない。自分の誕生石や好きな誕生石から読むのも良いだろうが、内容によっては先に紹介されているものにつながる場合もあるため、順を追って読んでいくことをすすめる。また、本文にある鉱物写真は白黒のため、巻頭にあるカラー口絵で色

を確認するのが良いだろう。宝石は色が重要な要素であるが、本書では化学的な説明に大部分を割いている。そのため、周期表が理解できる年代からでないとは内容は少々難しく感じるかもしれない。

地質標本館の来館者から鉱物についてよく聞かれる質問は、「どうやってできたのか」「どこで採れるのか」「なぜこの色をしているのか」等である。本書は前述のような質問をほとんど網羅している内容となっている。本書を通して、誕生石についての科学的な理解をより深めてもらえるだろう。

本書を読んだあとには、是非実物を愛でに地質標本館へ来館して頂ければ幸いである。ちょうど誕生石コーナーがリニューアルし、改定時に追加された誕生石も展示している。著者がこよなく愛する天然の結晶はもちろんのこと、宝石としてカットされたカットストーンの両方が楽しめる。

(産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター

中村由美)



5月10日は  
**地質の日**



**5月10日を中心に全国でイベント開催**

地質の日事業推進委員会事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

E-mail : [geologyday-jimu-ml@aist.go.jp](mailto:geologyday-jimu-ml@aist.go.jp)

Web : <https://www.gsj.jp/geologyday/>

地質の日事業推進委員会：(一社)日本地質学会、(一社)日本応用地質学会、(一社)日本鉱物科学会、資源地質学会、日本堆積学会、日本古生物学会、日本第四紀学会、日本情報地質学会、(独)国立科学博物館、全国科学博物館協議会、神奈川県立生命の星・地球博物館、(国研)産業技術総合研究所、日本科学未来館、(地独)道総研エネルギー・環境・地質研究所、(公社)東京地学協会、(一社)全国地質調査業協会連合会、(NPO法人)日本ジオパークネットワーク、大阪市立自然史博物館、(公財)阿蘇火山博物館、兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科 (※不同：2024年2月現在)

撮影地：鳥根県日御崎 題字：高橋須葉

**GSJ 地質ニュース編集委員会**

委員長 宮地良典  
副委員長 戸崎裕貴  
委員 竹原孝  
児玉信介  
草野有紀  
宇都宮正志  
山岡香子  
森尻理恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター  
地質情報基盤センター 出版室  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ 地質ニュース 第 13 巻 第 4 号  
令和 6 年 4 月 15 日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
地質調査総合センター

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1  
中央事業所 7 群

印刷所

**GSJ Chishitsu News Editorial Board**

Chief Editor : MIYACHI Yoshinori  
Deputy Chief Editor : TOSAKI Yuki  
Editors : TAKEHARA Takashi  
KODAMA Shinsuke  
KUSANO Yuki  
UTSUNOMIYA Masayuki  
YAMAOKA Kyoko  
MORIJI Rie

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology  
Geological Survey of Japan  
Geoinformation Service Center Publication Office  
E-mail : g-news-ml@aist.go.jp

GSJ Chishitsu News Vol. 13 No. 4  
April 15, 2024

**Geological Survey of Japan, AIST**

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi, Tsukuba,  
Ibaraki 305-8567, Japan

## 標津町古多糠の橋上から望む忠類川上流域と知床第四紀火山群 [cover photo](#)



知床半島の付け根を南流する忠類川は、サマッケヌブリ山東麓を源流とする野趣溢れる河川である。標津町古多糠の橋上からは、この河道を通して知床連山と称される第四紀火山群を見渡すことが出来る。一方、この河川上流に位置する金山スキー場付近は明瞭な地形境界となっている。ここには上部中新統～鮮新統がほぼ直立して露出しており、地質断層が想定されていた。この付近は、現在も知床半島を隆起させるXランクの活断層（古多糠断層）として再活動している可能性があるが、その活動時期や変位量については、不明のままである。（写真・文：七山 太 産総研地質情報基盤センター／ふじのくに地球環境史ミュージアム）

Upper river basin of the Churui River and the Shiretoko Quaternary volcanoes viewed from the bridge in Kotanuka district, Shibetsu, eastern Hokkaido, Japan.  
Photo and caption by NANAYAMA Futoshi