

2023年  
10月号

IEVG ニュースレター  
Vol.10 No.4

# NEWS LETTER



[特集]

## 産総研つくばセンター 2023年度一般公開における展示ブースの紹介

産総研つくばセンターでは、新型コロナウイルス感染症拡大防止に伴い2020年度から中止していた一般公開を、4年ぶりに開催することとなりました。例年は夏休みに開催していましたが、今年度は11月11日（土）に開催します。

一般公開では、当部門からも以下にご紹介する2つの体験ブースを出展予定です。実際に実験を体験していただき、地震や火山について楽しみながら学ぶことのできる良い機会ですので、ご来場いただければ幸いです。一般公開の全容については、産総研ホームページ <https://www.aist.go.jp/aist/j/2023openhouse/index.html> をご覧ください。

### 1. 模型実験で断層の動きを観察してみよう

私たちは、模型を使って、断層面の姿勢の違いが断層の動きやすさに影響する様子を観察するアナログ実験を企画しています。実際に模型を横から押してみることによって、「どんな姿勢の断層がどのように動くのか」、を見学者の皆さんに体験していただくのがこのブースでの目的です。

断層面の姿勢、とくに傾斜が変化することで、断層の動きやすさが変化します（この動きやすさのことを「スリップテンデンス」と言います）。そこで、地下の断層面の傾斜の違いが断層の動きやすさに影響を与えることを視覚的に理解しやすいように、色々な角度で二つに切ったキューブ状の発砲スチロールを透明ケースに敷き詰めた模型を作成します。そして、この模型をある方向から押した時に傾

### Contents

- 01 特集 産総研つくばセンター 2023年度一般公開における展示ブースの紹介
- 04 研究グループ紹介 (第2回) 地震テクトニクス研究グループ・マグマ活動研究グループ・深部流体研究グループ
- 09 新人研究紹介 …… 細野日向子 (地質変動研究グループ)
- 12 国際会議報告 International Conference of Continental Scientific Drilling 25<sup>+</sup>: ICDP in the Second Quarter of its First Century  
参加報告 …… 藤原 治
- 14 ワークショップ International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2023 参加報告 …… 矢部 優
- 15 学会参加報告 SCEC 2023 Annual Meeting 参加報告 …… 椎名高裕
- 17 学会参加報告 INQUA 2023 (Rome, Italy) 参加報告 …… 大上隆史
- 22 外部委員会活動報告 2023年8月～9月

斜が緩い断層が動きやすく、傾斜が急な断層が動きにくいことを、見学者の皆さんに実感していただくというのがねらいです。また、傾斜が急な断層でも、断層面に「潤滑剤」を塗ることで簡単に断層が活動しやすくなる様子も体験していただく予定です(図1)。

私たちが日常生活をしている日本列島の地下には、多くの断層が存在します。現在活動をしている断層は「活断層」として地表で観察できることもあります。地下に、どんな傾斜の断層が存在すると、活動しやすいのか、もしくは活動しにくいのか、を今回の模型で触れることが出来ます。私たちのグループでは、断層面に働く力(応力)や断層の傾斜を調べて、断層の活動しやすさを研究しています。一般公開当日では、模型を動かしながら、断層の活動のしやすさについて見学者の皆さんとお話できればと考えています。

(文責：地質変動研究グループ 大坪 誠・朝比奈大輔・細野日向子)

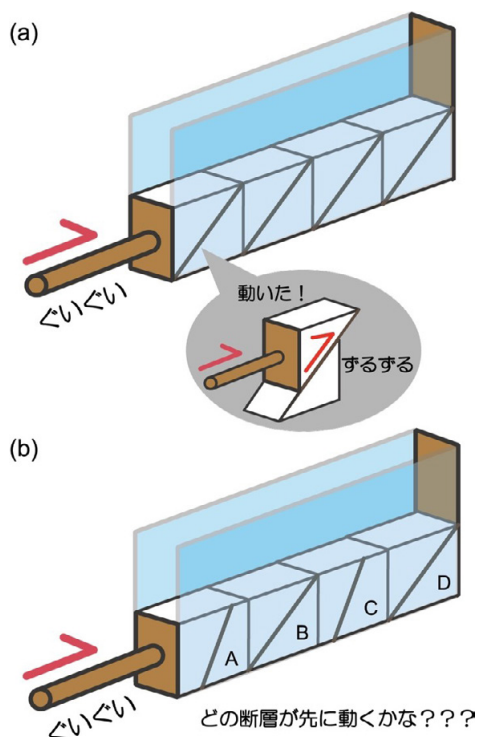


図1 模型実験のイメージ。(a) 45°の傾斜をもつ断層を想定した模型の例。横から「ぐいぐい」と押すと断層が逆断層として「ずるずる」と動きます。(b) 傾斜を変えた場合の例。この場合はどの断層が先に動くのでしょうか？

## 2. キッチン火山で噴火体験!

世界には約1500の活火山があり、毎年世界のどこかで火山の噴火が起こっています。日本では、御嶽山で2014年に水蒸気噴火が発生し、63名の犠牲者が出ています。また、1792年の雲仙では山体崩壊とそれに伴う津波によって、15,000名の犠牲者が出ています。火山災害の犠牲者を最小限にするためには、火山の噴火がどのように起こるのかを理解することが重要です。しかし、噴火のプロセスを直接観察することは難しいのが現状です。そこで、今年の高校生を対象とした火山の体験ブースでは、身近な材料を使った火山の噴火体験を行います。(1)ゼラチン、ジュース、コーラ等を使ったマグマの噴火実験、(2)チョコレート・アイスクリーム・パンを使った、氷河がつくる溶岩地形の実験、(3)火山灰の観察と火山灰データベースの紹介等を行います。

マグマの噴火実験では、半透明の容器に入ったゼラチンに下部からジュースやコーラを少しずつ注入します。ゼラチンには砂糖を混ぜていて、ジュースやコーラの密度よりもやや重くなるようにしています。そうするとジュースやコーラは密度差によってゼラチンの内部を割りながら、少しずつ上昇していきます。割れ目の形態や、容器に横から変形を加えたときの割れ目の向き、噴火するときの表面の状況、ジュースとコーラとの違いなどを観察し、火山の地下からマグマがどのように上昇して噴火するかの体験を行います(図2)。

氷河がつくる溶岩地形の実験では、パンで作った火山に氷河に見立てたアイスクリームを配置し、溶岩に見立てた溶かしたチョコレートを流す“キッチン火山実験”を行います。氷河の有無で溶岩地形がどのように変わるのか、ぜひ観察してみてください。実験で再現した溶岩地形の特徴を知れば、かつては存在していた氷河の痕跡を野外で発見できるかもしれません。

火山灰の観察コーナーでは、桜島や阿蘇、福岡ノ場などの最近の噴火で発生した火山灰を実体顕微鏡で観察します。それぞれの火山灰の特徴や、中に入っている鉱物や軽石の発泡の形態などを観

察します（図3）。また、火山灰データベースで国内の1000以上の噴火の火山灰を検索して見てみましょう。10,000以上の火山灰の写真も閲覧できます。

火山灰をお土産に持って帰ることもできます。

（文責：大規模噴火研究グループ 宝田晋治，松本恵子，火山活動研究グループ 古川竜太）



図2 過去の噴火実験の様子。ゼラチンとお茶による噴火体験を観察しています。



図3 過去の実体顕微鏡による火山灰観察の様子。

## 研究グループ紹介 (第2回)

活断層・火山研究部門では、地形・地質調査や各種観測を基に、地震・火山や数十万年単位の長期的な地質変動に関する地質情報の整備・将来予測の研究を行っています。この目的を達成するため、地震関係5グループ、火山関係3グループ、長期地質変動関係3グループの体制で実施しています。

前号からスタートした研究室紹介の第2回目は、地震関係から地震テクトニクス研究グループ、火山関係からマグマ活動研究グループ、長期地質変動から深部流体研究グループについてご紹介します。研究グループのメンバーは、<https://unit.aist.go.jp/ievg/member.html> をご覧ください。

### 地震テクトニクス研究グループ

こんにちは。地震テクトニクス研究グループ (<https://unit.aist.go.jp/ievg/group/seismotec/index.html>) です。このグループは、物理モデルに基づく規模・時期予測手法の確立を目指しています。

将来起こりうる大地震の発生規模・時期は、活断

層の活動履歴や地表トレースによる活断層の長さなどをもとに推定されています。しかし、発生時期の評価においては、野外調査で得られる情報の精度の限界のために人間の寿命の中で必要とされる精度にはなかなか届かないのが現状です。また、規模の評価においても、隣り合う断層と一緒に破壊して規模が大きな地震になってしまうのか、それとも連動せずに破壊が止まって地震の規模が大きくなりずに済むのかを、断層の配置関係だけで判断するのは難しいことです。よって、従来の経験的な方法とは異なる視点で規模・時期予測手法を確立することが必要になってきます。地震テクトニクス研究グループはこの課題を解決する上で、地震の発生の物理を明らかにすることを重要視し、研究に取り組んでいます。

一口に「地震の発生の物理」といっても、その解明へのアプローチは実に様々です。地震波の観測・解析から、各地域にかかっている力（応力）の方向や、断層の位置を探索する技術の開発、さらに地震

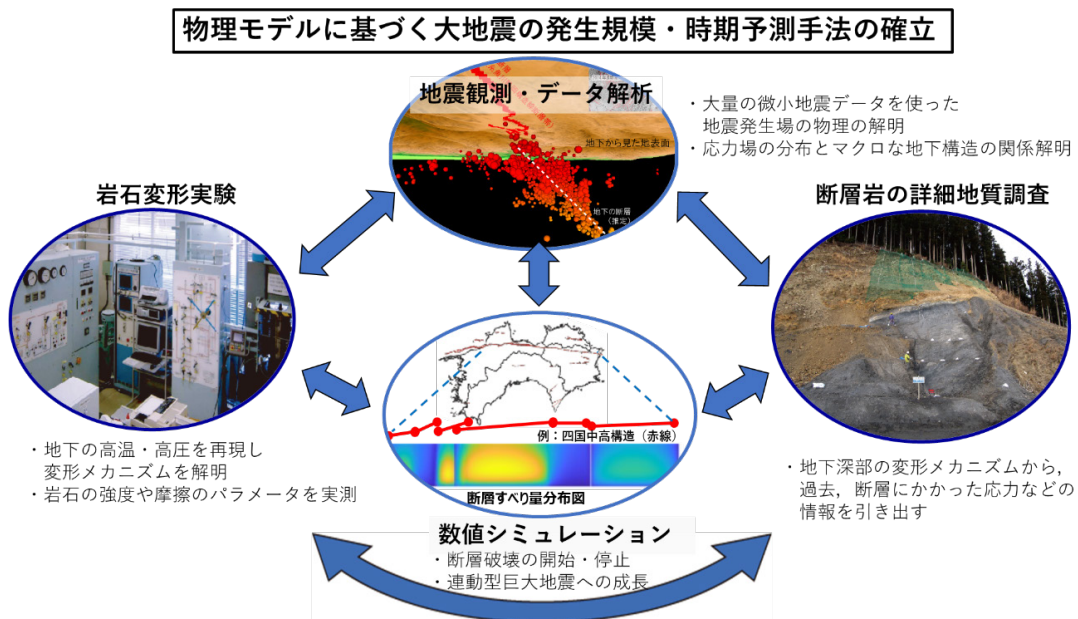


図1 地震テクトニクス研究グループの取り組んでいる研究のイメージ。多様な手法を組み合わせ、物理モデルに基づく規模・時期予測手法の確立を目指しています。

の特徴をあらゆる各種物理量の推定、地質調査をもとに断層を構成する岩石の詳細な観察から、岩石が安定的にゆっくり変形していた状態から破壊へ至るまでの岩石の変形メカニズムの解明、地下深部高温・高圧条件を室内の変形装置で再現し、地質調査から得られる変形の証拠との対比、断層の強度などの定量的な情報の獲得、そしてこれらの情報を統合し、シミュレーションの手法を用いて断層における岩石の変形をモデル化し破壊の広がりを数値的に再現し防災・減災対策へとつなげる研究などなど、このグループが担う研究課題は多岐にわたっています（図1）。メンバーはそれぞれの課題に専門家として取り組むと同時に異なる専門家と議論して、有機的な連携を常に模索しています。私たちはグループの中だけにとどまらず多くの研究者と協働し、地震の発生時期と規模の予測技術の確立に向けて研究を進めています。

（文責 高橋美紀）

## マグマ活動研究グループ

マグマ活動研究グループでは、火山噴火の発生や推移の予測を目指し、火山現象のモデル化に関する研究を関係2グループ（火山活動研究グループ、大規模噴火研究グループ）などとも協力しながら実施しています。メンバーは2023年10月現在、常勤職員6名、テクニカルスタッフ1名、外国人ポスドク（JSPS外国人特別研究員）1名、その他の外来研究員若干名、と小粒ですが、研究内容は多様です。

最近の主要なテーマの一つは、実験岩石学や火山岩岩石学に基づくマグマ供給系および噴火過程の研究です。当グループには内熱式ガス圧装置2組（最高圧力が196MPa、および481MPaと850MPa；最高温度がいずれも1500℃）、常圧雰囲気炉1台（最高1600℃）、および関連設備があり、地下のマグマ溜まりの条件を再現する高温高圧岩石融解相平衡実験や、マグマの上昇や冷却を再現する減圧実験・降温実験などを実施しています。たとえば、これま

で十和田カルデラや阿蘇カルデラで巨大噴火を起こしたマグマの蓄積条件の推定に活用されてきました。上記装置のうち481MPaと850MPa（2台1組；図2）の装置は東京工業大学から以前に移設したのですが、マグマの実験に使えるガス圧装置でこれほどの高圧（地殻最下部に相当）まで出せるものは日本でここでしか稼働していません。これら装置は、国内外から来所したJSPSのポスドク、RA（リサーチアシスタント）、技術研修生、イノベーションスクール生、といった方々にも活用いただいています。このほか、天然の火山岩の分析によって、マグマ溜まりでの噴火準備過程や火道でのマグマ上昇過程を調べる研究も進めています。火山岩中の鉱物の組織や化学組成をEPMA（電子線マイクロアナライザ）などで観察・分析し、熱力学的モデルと組み合わせることで、その鉱物ができたときのマグマの温度・圧力・化学組成を推定します。また、鉱物に記録されたゾーニング（累帯構造）を詳しく読み取ることで、温度・圧力・化学組成の時間変化やマグマ混合（高温マグマの注入）過程を調べ、そのマグマがどのように噴火に至ったかを調べます。さらに鉱物中の元素拡散時間を見積もることでマグマ過程の時間スケールを推定します（図3）。

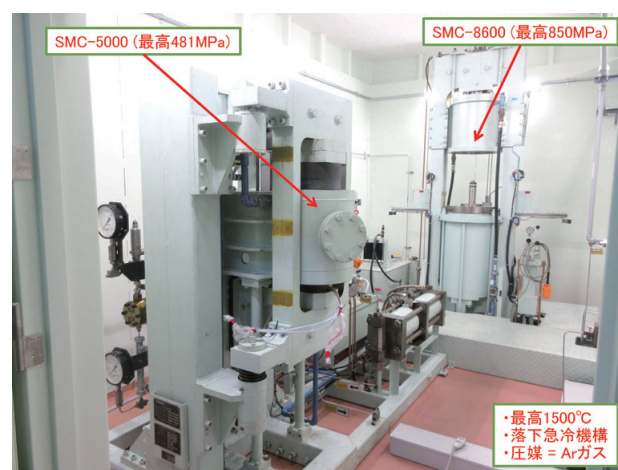


図2 高温高圧岩石融解実験を行うための内熱式ガス圧装置。手前が最高圧力481MPa、奥が同850MPaのもの。

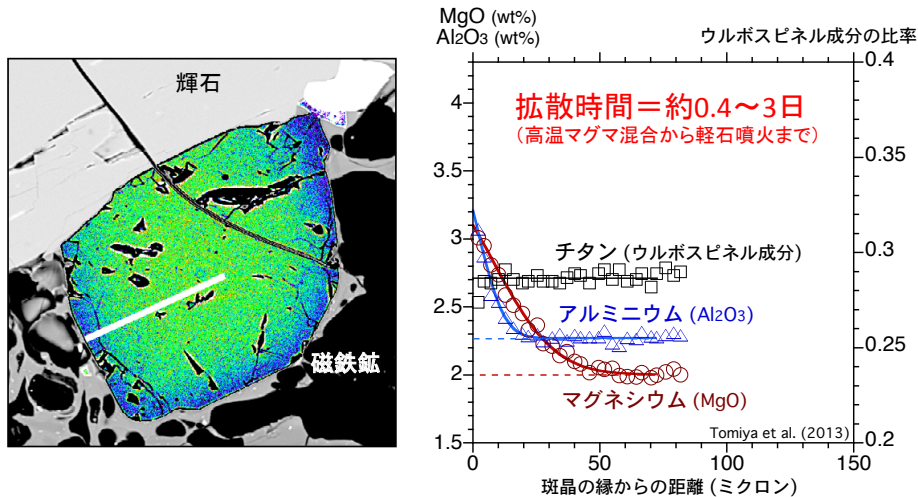


図3 火山岩中の鉱物（ここでは磁鉄鉱）のゾーニングを解析して霧島山新燃岳 2011 年準プリニー式噴火直前のマグマ過程とそのタイムスケールを推定した例 (Tomiyama et al., 2013: Bull. Volcanol. より).

もう一つの主要なテーマは、火山ガスの観測・分析 (図4) や地球物理学的観測による火山のモニタリングと、関連現象のモデル化や手法開発に関する研究です。火山ガスの分析は、噴気孔から採取したガスを持ち帰って化学分析するのが従来の方法でしたが、近年では当グループで開発された携帯型のガス観測用センサー「Multi-GAS」(マルチガス)を用いるようになってきました。また、マルチガスを用いた新たな観測手法開発や機能向上および日本国内での普及活動にも力を入れています。火山ガス組成の変化は地下のマグマ過程の変化を反映し得るため、噴火の開始や推移の予測につながるものと期待されています。また、地球物理学的観測に関しては、電磁気的な方法 (MT法; Magnetotelluric method; 図5) で火山下の比抵抗構造を調べて地下のマグマあるいは熱水の存在や水蒸気爆発の発生場などを推定したり、地下水流動の数値シミュレーションにより比抵抗構造の変動要因を調べたり、干渉 SAR (synthetic aperture radar) のデータを用いた地殻変動解析、地殻熱流量の解析など、さまざまな研究を行っています。

こうした平時の研究のほか、火山噴火が起これば他グループなどと協力して緊急の調査・分析を行い、火山噴火予知連絡会などを通じて防災・減災に資する情報を提供します。また、地質調査総合センターが公表する火山地質図類や各種データベース

の作成へ協力したり、広報・アウトリーチ活動にも携わったりしています。このように、マグマ活動研究グループでは、火山噴出物の地球化学的・岩石学的分析、火山ガス・電磁気・地殻変動の観測や室内・数値実験など、様々な研究手法を用いて火山現象のモデル化の研究を進めることにより、噴火活動推移予測手法の開発を目指すとともに、その社会への発信にも貢献しています。マグマ活動研究グループに関する詳細は下記ページなどをご覧ください。

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

(文責 東宮昭彦)



図4 可搬型 FT-IR 観測装置を用いて阿蘇中岳の火山ガス組成を遠隔観測している様子。

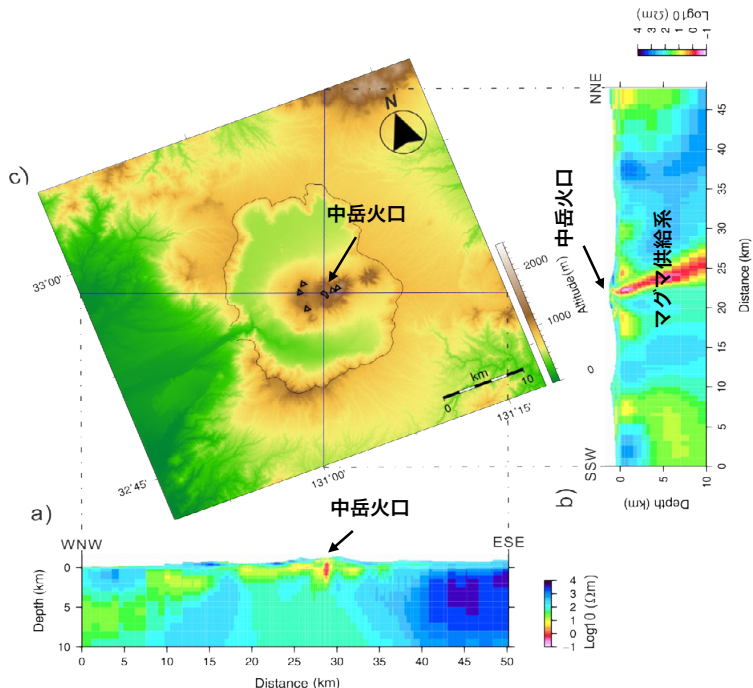


図5 広帯域MT法により高密度電磁探査を行って得られた、阿蘇火山周辺の地下の比抵抗構造 (Matsushima et al., 2020: EPS より).

### 深部流体研究グループ

深部流体研究グループでは、日本列島の地下深部に存在する流体の成因・流動状態を解明するため、地下水、温泉水、温泉ガス、火山岩などを用いた地球化学的な調査や、鉱物脈などの調査を行っています。沈み込む海洋プレート内の間隙水や、含水鉱物として存在する水が、沈み込みとともに排出され、日本列島地下深部に供給され続けます。「深部流体」とは、この海洋プレートに由来する水を含め、深部から上昇してくる水を指します。深部流体は、マントルにおいてマグマ溶融を引き起こし、マグマとともに上昇したり、非火山地域においては、マグマを介さずに水の状態で断層や構造線を通して表層付近まで上昇します(図6)。また、深部流体は高温・高塩濃度・高炭酸濃度であることが多いため、変形や変質といった、平たく言うと岩盤の「腐食」を引き起しやすい流体であるので、長期的な流体の供給により表層の地質や断層などに影響を与えます。従って、深部流体の分布や性質を把握することで、日本列島の表層・地殻の長期的な安定性、地下

環境に与える影響を評価する研究を行っています。そのほか、地下水や温泉水だけでなく、マグマの産物である火山岩や過去の熱水流動の痕跡である鉱物脈の成因も用いて、地下深部での流体の起源・量を把握する研究などを行っています。

これらの研究は以下のような社会問題の解決や基礎研究に反映されます。

- ・放射性廃棄物地層処分の実施に関して、国の規制機関が審査基準を設けるために必要な地下水・熱水活動に関する知見整備としての技術的支援
- ・深部流体の上昇に関係する地震やマグマ活動への影響の実態解明に向けた研究の推進

私たちのグループでは、主に地球化学を専門とする研究員で構成されており、日本全国の野外での温泉水調査とその分析により精度の良い化学・同位体データを生産し、膨大な温泉の化学データを整備しています(図7)。また分析手法の改良や、新たな化学指標の開発、深部流体のみならず地層中に長く閉じ込められた化石海水と呼ばれる塩水や表層の地下水そのものの研究も精力的に行っています。

文 献

高橋正明・風早康平・安原正也・塚本 斉・佐藤 努・  
 高橋 浩・森川徳敏・清水 徹・宮越昭暢・戸崎  
 裕貴・東郷洋子・稲村明彦・半田宙子・仲間純  
 子・中村有理・竹内久子・大丸 純・清水日奈子・

尾山洋一・大和田道子・切田 司, 2018, 深層  
 地下水データベース (第2版). 地質調査総合  
 センター研究資料集, no.653, 産業技術総合研  
 究所地質調査総合センター

(文責 森川徳敏)

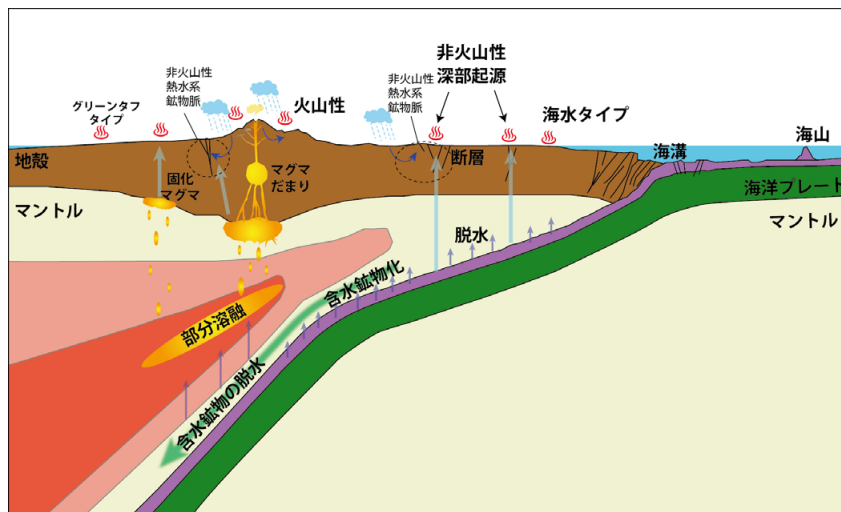


図 6 島弧における深部流体の循環図.

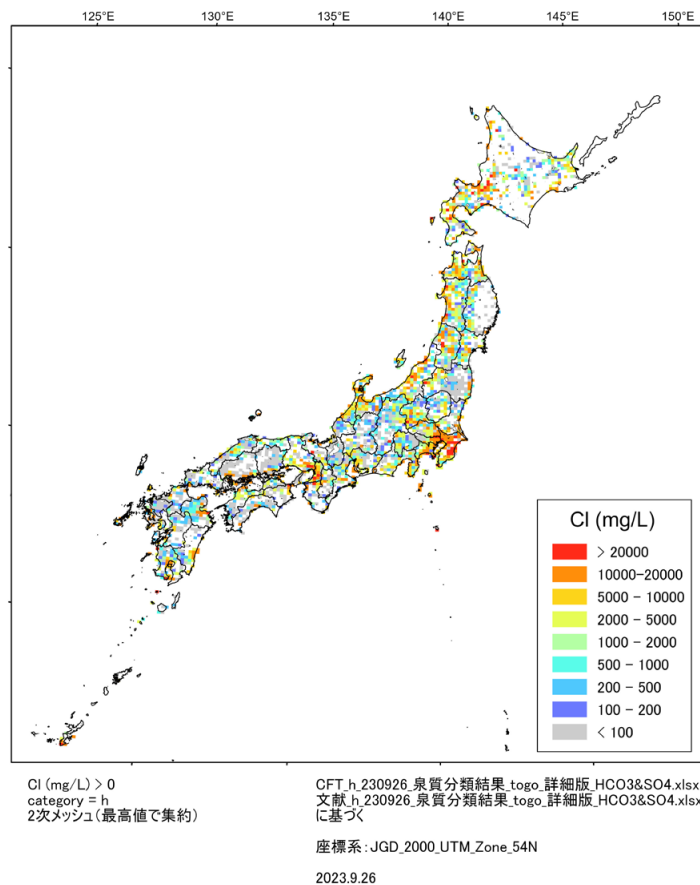


図 7 日本全国の温泉中の塩化物イオン (Cl⁻) 濃度分布. 高橋ほか (2018) を改変.



## 新人研究紹介

細野日向子（地質変動研究グループ）

### はじめに

南海地震のような沈み込むプレートで発生する海溝型地震は様々な条件が重なることで発生します。たとえば流体圧の上昇に伴う有効応力の低下は地震の発生に大きく関係します。これは有効応力が低下することで、岩石が破壊しやすくなるためです。実際に沈み込み帯の地震発生域では高い流体圧が観測されている（Tsuji *et al.*, 2014）ほか、流体圧のモニタリングも進められており（Ariyoshi *et al.*, 2021）、流体圧の変化をとらえることで、次に地震がどこで発生するか予測することにつながると考えられています。

### 延岡衝上断層：巨大分岐断層の陸上アナログ

私はこれまで宮崎県にある延岡衝上断層を対象に研究を行ってきました。延岡衝上断層は四万十帯を北帯と南帯に分ける構造線で、その全長は約90 kmと本州までつながっています。古第三紀の千枚岩を主とする北側の北川層群が上盤、同じく古第三紀の玄武岩質ブロックの混じったメランジュからなる南側の日向層群が下盤を構成します（e. g., Murata 1996）。延岡市の海岸では、露頭調査やボーリング掘削により地質的な背景が解明されています（図1）。岩石中に含まれる炭質物のビトリナイ

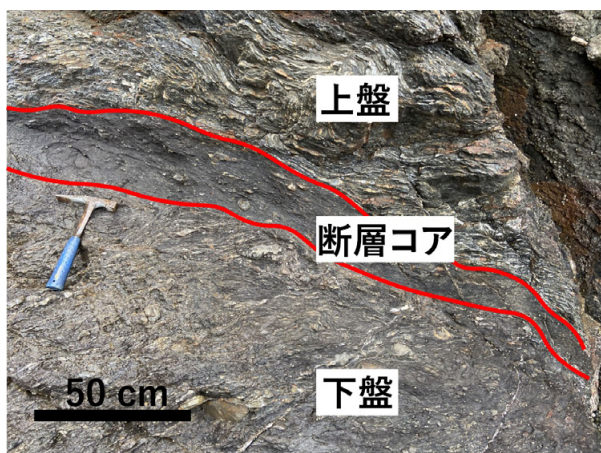


図1 延岡衝上断層の断層コア。

トや、粘土鉱物のイライトによってその最高被熱温度が推定され、地温勾配からそれぞれの深度が求められています。さらにこの深度から断層のすべり変位量は約10 kmであったとされています（e. g., Kondo *et al.*, 2005）。ここで求められた温度圧力条件が、現在の南海トラフでの震源域とされている巨大分岐断層と等しいことから、延岡衝上断層は巨大分岐断層の陸上アナログとして研究されています。

### 浸透率と流体挙動

地震の発生要因の一つである流体圧の上昇は地震の発生サイクル中の流体の供給や応力場、岩石の浸透率の変化が大きく関係しています（図2）。浸透率とは岩石の持つ流体の流れやすさを表します。流体の挙動は主に、任意の2地点間の流体の圧力差とその経路となる岩石の浸透率によって決まります。地震発生域のような岩盤中に大きな亀裂が存在する場所では、この亀裂と平行な方向に浸透率は大きく上昇します。つまり、亀裂を含む岩盤の浸透率を3次元で評価することができれば、

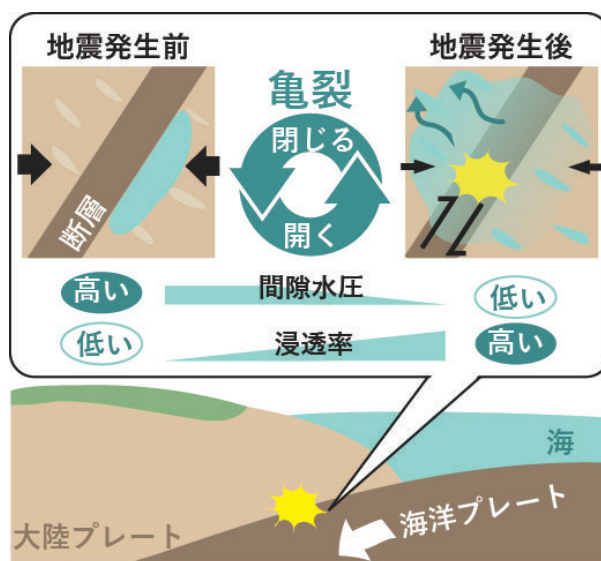


図2 地震サイクルに伴う断層周辺の亀裂の開閉挙動。

より詳細に地震発生域の流体挙動を知ることができます。

浸透率は一般的に、ボーリングの掘削孔を用いた現場透水試験や採取したサンプルを用いた室内透水試験を行うことで求めることができます。しかし、地震発生域は深度が深く掘削が困難であること、また、大きな亀裂を含む岩石試料を用いた室内透水試験を行うことが技術的に困難であることから、従来求められてきた浸透率の値は亀裂の閉じた母岩の値であることがほとんどです。そこで本研究では地震サイクルに伴い変化する断層周辺の巨視亀裂を含む岩盤の浸透率を3次元で求めることを目的としました(図3)。

### 断層周辺の鉱物脈

先述の通り、地下の流体が存在する場所では亀裂はしばしば水みちとなります。特に断層周辺では(図2)のように地震の発生に伴って亀裂が開口し、次の地震までに鉱物で充填されることや、応力によって閉口することでその浸透率が変化することが考えられます(Sibson, 1992)。また断層周辺に形成される亀裂はその姿勢がある方向に卓越することが多く、その浸透率は異方性を持つことが想定されます。鉱物脈はこのような亀裂に流れた流体中の鉱物が晶出し隙間を充填することで形成されるため、流体の組成といった化学的な情報のみならず、浸透率などの物理的な情報を保存していると言えます。

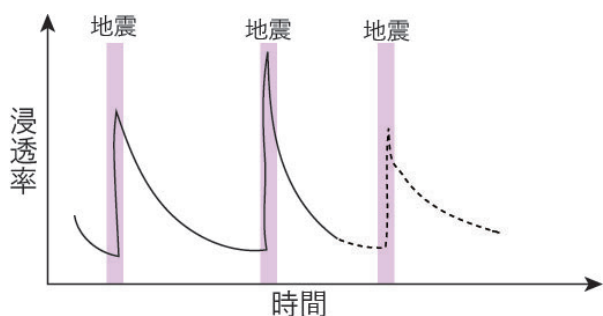


図3 地震サイクルに伴い変化する浸透率のイメージ。

### 古浸透率テンソル

水を通さない母岩に円盤状に近似した亀裂が水みちとなることを仮定すると、亀裂の幾何学情報から浸透率を求めることができます(e.g., Oda, 1982; 1983; Oda *et al.*, 1987)。この手法には主に二つの利点があります。一つ目はテンソル量で浸透率を求めることができるため、物性の異方性を考慮に入れられる点です。そして二つ目は、透水試験を行わずに亀裂の幾何学情報の測定から浸透率を決定できるため、亀裂が鉱物で充填されていても開いていた当時の浸透率を再現することができる点です。実際に、過去の亀裂である鉱物脈を用いて古浸透率テンソルを求めました。延岡衝上断層の下盤にて全8か所で古浸透率を求めたところ、その値はおおよそ $10^{-10}$ から $10^{-9} \text{ m}^2$ となりました(Hosono *et al.*, 2022)。四国の付加体中の断層周辺での岩石の浸透率は不均質で、 $10^{-20}$ から $10^{-15} \text{ m}^2$ であることが室内透水試験の結果から分かっています(Kato *et al.*, 2004)。このことから、亀裂が開口すると、閉じている時よりも約108倍水が流れやすくなることが示唆されました。またこの時、断層に対して平行な方向よりも高角な方向に最大で3倍ほど浸透率が高いこともわかりました。このことから、従来よりも地震発生時の流体の移動が容易であることが示唆されます。ただし、Hosono *et al.* (2022)で求めた値は鉱物脈となった亀裂がすべて同時に開いたことを仮定しているため、実際よりも過大に見積もっていると考えています。

### おわりに

これまで過去の地震発生域で地震発生時に上昇した浸透率を3次元で求めてきました。このことから従来考えられている以上に地震発生直後は水を通しやすいことが示唆されています。一方で、この研究ではすべての鉱物脈が一斉に開口した場合の浸透率を求めているため、大きく見積もっていることが考えられます。単一イベントでの値を求めるためには地震のイベントごとに鉱物脈を分類するなどの工夫が必要です。またこれからの業務では、より浅い深度での亀裂の水理挙動に焦点を当て、ボー

リングの孔壁で観察される亀裂などから浸透率を求められるよう手法の改善を行っていきたいです。

## 引用文献

- Ariyoshi K, Kimura T, Miyazawa Y, Varlamov Sergey, Inuma T, Nagano A, Gomberg J, Araki E, Miyama T, Sueki K, Yada S, Hori T, Takahashi N, Kodaira S (2021) Precise Monitoring of Pore Pressure at Boreholes Around Nankai Trough Toward Early Detecting Crustal Deformation. *Frontiers in Earth Science* 9.
- Hosono H, Takemura T, Asahina D, Otsubo M (2022) Estimation of paleo-permeability around a seismogenic fault based on permeability tensor from observable geometric information of quartz veins. *Earth, Planets and Space* 74, 141.
- Kato A, Sakaguchi A, Yoshida S, Yamaguchi H, Kaneda Y (2004) Permeability structure around an ancient exhumed subduction-zone fault. *Geophysical Research Letters* 31(6).
- Kondo H, Kimura G, Masago H, Ohmori-Ikehara K, Kitamura Y, Ikesawa E, Sakaguchi A, Yamaguchi A, Okamoto Sy (2005) Deformation and fluid flow of a major out-of-sequence thrust located at seismogenic depth in an accretionary complex: Nobeoka Thrust in the Shimanto Belt, Kyushu, Japan. *Tectonics* 24 (6).
- Oda M (1982) Fabric tensor for discontinuous geological materials. *Soils and Foundations* 22(4), 96-108.
- Oda M (1983) A new method for evaluating the effect of crack geometry on the mechanical behavior of cracked rock masses. *Mechanics of Materials* 2(2), 163-171.
- Oda M, Hatsuyama Y, Ohnishi Y (1987) Numerical experiments on permeability tensor and its application to jointed granite at Stripa Mine, Sweden. *Journal of Geophysical Research Solid Earth* 92(B8), 8037-8037.
- Sibson RH (1992) Implications of fault-valve behaviour for rapture nucleation and recurrence. *Tectonophysics* 211(1), 283-293.

## 国際会議報告

International Conference of Continental Scientific Drilling 25<sup>+</sup>: ICDP in the Second Quarter of its First Century 参加報告

藤原 治 (研究部門長)

標記の会議が2023年7月21日から23日まで、ドイツ連邦共和国ポツダムにあるGFZ（ドイツ地球科学研究センター）で開催されました。ICDP（International Continental Scientific Drilling Program；国際陸上掘削計画）は2021年に迎えた25周年を、新型コロナウイルス感染症の拡大のために祝うことができませんでした。今回の会議では2年遅れで自らの節目の祝福と、近年の調査研究ハイライトの紹介、そして国際掘削プログラムの今後の方向性などが議論されました（図1）。

この会議には23か国から若手研究者（Early Carrier Researchers）30名を含む139名が参加しました。主な参加者のバックグラウンドは、ICDPプロジェクトの過去と現在のPI、ICDP事務局、ICDP参加機関の代表、ドイツのファンディング・エージェンシーの担当者です。日本からの参加者は10名でした（文部科学省の担当者、ICDPの各種委員会メンバー、およびPIである大学研究者）。報告者（藤原）はJ-DESC（日本地球掘削科学コンソーシアム）のICDP部会長としてICDP事務局から招待されました。7月下旬のポツダムは最高気温が20度前半のことが多く、湿度も低いので、快適な環境下で会議が開催されました（図2）。

会議は4つの中核的研究テーマと5つのクロス・トピックが報告・議論されました。4つの中核的研究テーマは“ICDP Science Plan 2020-2030”に示された地殻変動プロセス、自然災害、地質資源、環境変化です。各テーマがどのようなものかは“ICDP Science Plan 2020-2030”の和訳版（[https://j-desc.org/wp/wp-content/uploads/2023/07/icdp\\_ScPlan\\_JP\\_web.pdf](https://j-desc.org/wp/wp-content/uploads/2023/07/icdp_ScPlan_JP_web.pdf)）をご覧ください。

各テーマに関連する掘削プロジェクトについて、過去数年間のハイライトと現在進行中またはICDPに採択されて準備中の計画が紹介されました。「地殻変動プロセス」では、プレートテクトニクスはいつどのように始まり、マントルと地殻はどのように進化してきたか？生命はどのように発生し、環境の変化にどのように影響してきたか？などが主たるテーマでした。「自然災害」については地震と火山がメインテーマでした。断層の地下深部で何が起きているかなどが掘削や各種の観測から議論され、巨大ダム建設に伴う誘発地震も扱われていました。

「地質資源」は地熱の研究が多く発表されました。また、成功例としてブッシュフェルド・モデルが紹介されました。これは南アフリカ共和国のブッシュフェルド地域にある世界最大級の貫入岩体（生成は約20億年前）に伴う大規模な白金族鉱床などの開発サイトで既存の情報を政府や企業も巻き込んで活用し、掘削調査によって地球科学的価値を付加すると言うものでした。「環境変化」では、近未来の地球環境を予測するための過去の温暖期の研究、地下の生物圏の働き、人類の分散、太古の生命活動などが紹介されました。

5つのクロス・トピックはICDPの組織的な方向性や科学戦略に関するもので、1) 資金調達（Comingled funding）、2) 研究運営支援の組織体制、3) 研究イニシアチブ、4) Early Carrier Researchersの育成と支援、5) アウトリーチ活動、からなります。特に資金調達に関しては、ICDP本体からはプロジェ

クト総額の2割程度の出資が通常であり、様々な分野のファンディング・エージェンシーや企業から資金を集める必要があることが改めて説明されました。どこから、どのようにして資金を集めたかという成功事例が紹介されましたが、PIから出された「資金を集めるにはできるだけ多くのカジノで、できるだけ多くのカードをプレイする」という言葉は納得でした。また、ファンディング・エージェンシーが提案されたプロジェクトのどのような点を審査しているかという”投資者”の視点が説明されました(科学の成果と並んで、社会的、企業的利益・見返りが大事)。ファンディング・エージェンシーの担当者の「There is no such thing as free lunch (ただ飯はない)」という言葉は印象的でした。

また、科学的ブレイクスルーのために陸上掘削と海底掘削の連携も強調されました。これは Land to Sea (L2S) あるいは海陸横断掘削調査とも呼ばれます。同じテーマに陸と海の両方から迫ると言った意味ですが、過去に海底掘削 (IODP) が行われた近くで陸上掘削 (ICDP) を行ってデータを統合するだけでなく、海と陸の境界に近い浅い海 (大陸棚) で掘削することも含みます。

ここしばらく、日本からの ICDP プロジェクトの提案が少ない状況が続いています。今回の会議での情報をもとに、J-DESC ICDP 部会では提案を増やすための取り組みを強めていきます。



図1 会議の開幕。スクリーンに25+とあるのは、新型コロナウイルス禍のために本当の25周年(2021年)から2年遅れでの開催という意味。



図2 ウェルカムパーティーの様子。会議場の屋上で地元料理などを楽しみました。北緯52度と高緯度に位置するので、夜9時を過ぎても明るいですが(この写真の撮影時間は午後8時前)。パーティー中に、この地では珍しく強い通り雨がありました。

## ワークショップ

## International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2023 参加報告

矢部 優（地震地下水研究グループ）

## はじめに

2023年9月13日から15日まで東京大学伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールにて開催された、International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2023（以下SFWS23）に参加しました（写真1）。本国際ワークショップは学術変革領域研究（A）「Slow-to-Fast地震学」（通称SF地震学）が主催するものですが、前身の研究プロジェクトである新学術領域研究「スロー地震学」の時代以前の2012年から引き継がれて毎年開催されてきています。Slow（＝ゆっくり）地震が環太平洋を中心に世界各地で検出されるようになったことに加えてプロジェクトの研究対象が（Fast＝通常の速い）地震や先端的な観測機器開発や解析手法開発にも拡大されたことで、アメリカ・フランス・ドイツ・イタリア・台湾・韓国・インド・サウジアラビア・ペルー・チリ・イスラエルなど、まさに世界各地の研究機関からの参加者が参加者名簿に名を連ねる大きな国



写真1 ワークショップが開催された東京大学伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールの入口付近に設置されたワークショップのポスター。

際学会となっています。産総研からも10名以上の研究者が参加しました。

## SFWS23の内容

今回のSFWS23では、「Convergentology on Slow-to-Fast Earthquake Science」・「Connecting Geophysical and Geological Timescales of Slow and Fast Earthquakes」・「Slow-to-Fast Earthquakes around Metropolitan Areas」の3つのトピックがあらかじめ設定され、それぞれ2名ずつの基調講演が行われました（写真2。プログラムはSFWS23のサイト <https://sites.google.com/view/slow2fast-earthquake-workshop/japanese> を参照）。1つ目のトピックでは、沈み込み帯に限らないさまざまなテクトニクス環境におけるスロー地震の新たな検出などが報告され、テクトニクス環境による地震活動の違いなどが議論されました。2つ目のトピックでは、地質学的観察や岩石実験、地下構造解析などから変形・変化に関する様々な時定数が報告され、地球物理学的に観察される地震現象の時定数との関係が議論されました。3つ目のトピックでは、大きな被害をもたらした大地震の解析結果やそ



写真2 学術変革領域「Slow-to-Fast地震学」の領域代表を務める東京大学井出哲教授によるワークショップ開催挨拶の様子。

のような大地震の予測可能性について報告・議論されました。私は「Evaluating uncertainties in CMT inversion to estimate non-double couple components of earthquakes」(訳：地震の非ダブルカップル成分を推定するための CMT 解析における誤差評価) というタイトルでポスター発表を行いました。スロー地震にはその発生メカニズムにおいて流体の関与が示唆されており、地質学的な震源断層の観察でも開口成分の存在が指摘されています。地震波の解析からどの程度そのような開口成分を制約することができるかを理論波形を用いた解析で検討したものです。また、活断層・火山研究部門が西南日本において展開している歪観測がその解析に有用であることも合わせて示しています。地質学の研究者にも

本発表に興味を持っていただき、地質学との協働を進める上でも重要な研究テーマであることを再確認できました。

### おわりに

私自身にとって、SFWS23 はコロナ禍以降初めての本格的対面国際研究集会となり、久しぶりに会う海外研究者と旧交を温めることができました。同時に、研究を進めていく上で海外研究者を含めた多角的な意見を聞くことが重要だと改めて実感しました。今後は 2023 年 12 月にアメリカ・サンフランシスコで開催される AGU (アメリカ地球物理学連合大会) を皮切りに、海外研究者との交流を積極的に進めていきたいと思えます。

## 学会参加報告 SCEC 2023 Annual Meeting 参加報告

椎名高裕 (地震テクトニクス研究グループ)

### はじめに

2023 年 9 月 10 日から 12 日まで、アメリカ合衆国カリフォルニア州パームスプリングス市で開催された南カリフォルニア地震センター (Southern California Earthquake Center) 2023 年年次総会 (SCEC 2023 Annual meeting, 以下 SCEC2023) について紹介します(写真 1)。この年次総会は、主に南カリフォルニア地域を対象に、地震に対する理解を深め、地震災害のリスクを軽減することを目的として、南カリフォルニア地震センターが毎年開催しています。COVID-19 によりしばらくオンライン開催となっていました。今年度は 4 年ぶりに対面での開催となりました。日本からの参加者は 2 名 (うち、産総研からは筆者のみ) でした。



写真 1 SCEC2023 Annual Meeting の案内看板 (アメリカ合衆国カリフォルニア州パームスプリングス市)。

## SCEC2023 への参加

SCEC2023 では、16 件の基調講演と 215 件のポスター発表（写真 2）が行われました（プログラムは <https://www.scec.org/meetings/2023/am> を参照）。サンアンドレアス断層や今年 2 月にトルコ南部で発生した地震の話題を中心に、断層帯内部構造や機械学習を用いた自動処理に関する研究など、多岐にわたる興味深い発表がありました。また、カルフォルニア州周辺における断層形状や地下構造などのコミュニティモデルについて紹介があり、今後の利活用に関する議論が行われました。

私は 9 月 11 日と 12 日に「S-wave reflector and crustal fluid deep beneath seismically active area in the north Ibaraki area, northeastern Japan（茨城県北部の地殻内地震活動域深部における S 波反射面と流体分布）」のポスター発表を行いました（写真 3）。本発表では、後続波（直達 P 波や直達 S 波以外の波群の総称）を用いた地殻内反射面の検出を通して、地殻流体の分布を調べ、茨城県北部および福島県浜通り周辺の地殻内地震活動に対する地殻流体の影響を検討しました。また、流体分布の時空間変化やそれらと地震活動との関係に関する質問を多くいただき、それらを制約するための方策について議論することができました。

## おわりに

SCEC2023 に参加し、特に海外の同世代の研究者と知り合いができたこと、そして、お互いの研究についてしっかりと議論できたことは大きな収穫で

した。コロナ禍が落ち着き、対面での学会開催が復活してきていますので、国内外の研究者と積極的に交流し、地震と地下の不均質構造に関する研究を進めていきたいと考えています。



写真 2 ポスターセッションの様子。

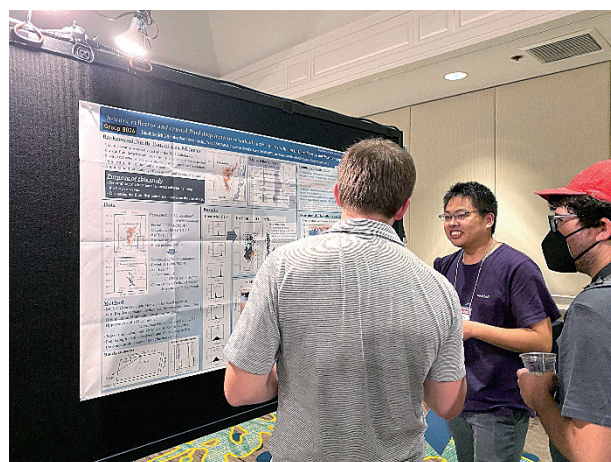


写真 3 ポスターセッションでの発表の様子（真ん中が筆者）。



## 学会参加報告 INQUA 2023 (Rome, Italy) 参加報告

大上隆史（地震災害予測研究グループ）

### はじめに

国際第四紀学連合（INQUA: International Union for Quaternary Research）の第21回大会（XXI INQUA Congress）が、2023年7月13日～20日にイタリア・ローマにおいて開催されました。INQUA Congressは第四紀学（約258万年前以降の諸現象を対象とした総合的な学問分野）を代表する国際的な学術大会で、4年に1度のペースで開催されています。INQUAの発表によれば、今大会の参加者は約3,000人（うち、1,300人以上が若手研究者）で、1,480件の口頭発表と2,114件のポスター発表が行われました。本部門からは吾妻、大上が、GSJの他部門からは池原、田村、佐藤、羽田などが参加して研究発表を行いました。今大会は、私にとっては久しぶりに現地で参加する国際学会で、COVID-19流行前にアイルランド・ダブリンで開催されたINQUA Congress以来、ちょうど4年ぶりの渡航でした。

### ローマについて

本大会はローマ市内にあるローマ・サピエンツァ大学を会場に開催されました。交通の拠点であるローマ・テルミニ駅から会場までは徒歩圏内にあり、バスや地下鉄を利用すれば、市内の主要な遺跡・美術館等にアクセスできます。今年の7月のローマは日本と同様に酷暑で、最高気温が40℃を超える厳しい気候（7月18日に42.9℃の観測史上最高を記録）でしたが、バケーションの時期ということもあり、遺跡等の観光地は賑わっていました。ローマは治安があまり良くないようで、学会参加者の中には財布、パスポート、リュック（!）のスリ被害にあった方も少なくなかったようです。

ローマはイタリアの首都であり、古代ローマ以来2,700年以上の歴史を持つ都市で、コロッセオを初めとする遺跡群や、カンピオーネ美術館・バチカン美術館などの見所が盛りだくさんです。ローマの町の中央を南北にテベレ川が流れています（図1）。ローマの低地部は洪水が頻発していたことが知られており、低地の縁辺に位置するスペイン広場（映画『ローマの休日』で有名）には、「洪水時に流されてきた舟」を模した噴水型オブジェが設置されています（図2）。丘陵には凝灰岩が露出していて、火山の影響を強く受けて発達した土地であること



図1 ローマ中央を流れるテベレ川。



図2 スペイン広場。

もわかります。学会初日にはテベレ川右岸にある大学植物園にて受付+アイスブレイカーが開催されました(図3)。

### 学会の様子

大会のテーマは「Time for Change」。会場には「Unraveling the recent geological past to understand the present natural process and shape a long-lasting future(最近の地質記録を読み解いて現在の自然現象を理解し、長続きする未来を作ろう)」と書かれた横断幕が掲げられていました(図4)。「過去は未来への鍵」とは言い古されたフレーズですが、気候変動を初めとする喫緊の社会課題解決に対する科学の責任を全面に出していることにハッとさせられました。

発表会場はキャンパス内に点在していますが、私が参加したセッションの多くは地球科学(Scienze

della Terra)棟で行われました(図5)。建物内をぶらぶらしていても、講義室に張りだされたイタリアの大判地質図・鉱物資源図を見たり(図6)、新設の地球科学博物館に立ち寄りたりして(図7, 8)、楽しむことができます。口頭発表の会場は小さめの



図5 会場の様子(地球科学棟入口)。



図3 大学植物園(受付+アイスブレイカー会場)。



図6 講義室の地質図・鉱物資源図。



図4 会場に掲げられた横断幕。



図7 大学内の地球科学博物館。

講義室から大ホールまで、バラエティに富んでいました(図9, 10)。セッションは大きく7グループに分けられていましたが、13~14の会場で同時に口頭発表が行われるため、近接した内容のセッションが同じ時間帯に開催されることがしばしばあり

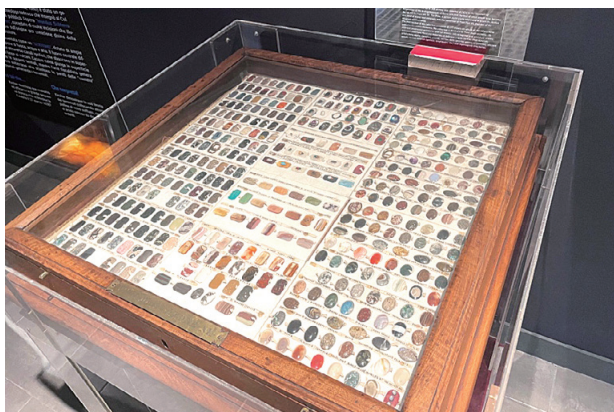


図8 法王から大学に寄贈されたコレクション。



図9 口頭セッション会場。



図10 式典や基調講演の会場となった大ホール。

ました(規模の大きな学会では仕方のないことです)。また、暑さのためか、エアコン・プロジェクタ等の機材の不調が度々発生し、会場が変更されました。変更等のお知らせはスマートフォン等にインストールした大会アプリに配信されるのですが、大学構内は複雑で、新しい会場の場所を探すのに苦労することもありました(セッション参加者みんなで部屋を探してうろうろしてしまう場面もありました)。ポスター会場(図11)は、コアタイムには大変な混雑で熱気にあふれていました。

学会期間中は、毎日午後2時から基調講演があります。Brigham-Grette博士による基調講演では、過去400万年における極域の気候変動に関するデータにもとづいて、現在進行中の温暖化の進行によって、中期更新世以降の10万年周期の気候変動サイクルが保てなくなる可能性があること等、最新の研究成果が紹介されていました。この中で印象的だったのは、こうした古気候解明に向けた調査研究が急務であり、特にベーリング海峡周辺における海底掘削調査が必要とされるなかで、ロシアによるウクライナへの軍事侵攻を受けてIODPの掘削調査が中止になるなどの影響で研究がストップしてしまっている、ということでした。本大会でもプログラムを見る限りウクライナからの発表エントリーがありました。少なくとも私が参加したセッションにおいては、ウクライナからの発表はすべてキャンセルになってしまっていました。

私は大会3日目の「From Natural Process to



図11 ポスター会場。

Geohazards: Session 179: From coastal geomorphology to earthquake hazard (F-Coast2EHZ): new perspectives and multidisciplinary approaches」というセッションで口頭発表を行いました。このセッションでは、沿岸域を対象にした古地震・地殻変動・地質災害に関する幅広い発表が行われました。この中で、私は島原湾において進めている海底活断層調査で取得したデータにもとづいて、海底活断層の過去の活動や、新しい探査手法によって明らかになった海底活断層の位置や形状について発表しました。最新の音波探査のデータ取得・解析技術を導入したり、海上ボーリング調査を実施したりすることによって、海底活断層近傍における最終氷期極相期(約2万年前)以降の堆積環境の変遷や地質構造について精度良く解明できることを紹介しました。

今大会では、活断層・地震に関係した発表がたくさんありました。例えば、活断層に関係する発表としては、大地震で地表に生じた断層崖の風化に関する発表があり、地震の発生間隔が短いほど(発生頻度が高いほど)断層崖が保存されやすく、地震時に現れる断層崖の規模による影響はほとんどない、ということを示すことが試みられていました。また、原子力施設の計画に関連して、チリにおける(活断層かもしれない)断層帯で生じる地震災害リスクに対する提言をまとめた発表がありました。活断層以外のセッションは、気候変動、火山、海洋、植生等の一般的なものから、約12万年前(海洋酸素同位体ステージ5)の事象にフォーカスしたINQUAならではのセッションもありました。

INQUAの大会で特徴的なのは、大会本部から昼食が提供されることです。ランチボックスが配られることが多い印象ですが、本大会では立食形式で食事が提供されました。屋外のテントに並んで、パスタ等の食事を盛り付けてもらったり、ソフトドリンクを注いでもらったりして、外で自由に食事をとります。屋外は本当に暑く、快適とは言えませんが、久しぶりに会う研究仲間と会って近況を話したり、ローマの会場で知り合った人と話をしたり、貴重な機会だったと思います。

## 巡検・その他

学会は7月13日(木)から7月20日(木)の1週間でしたが、INQUAでは多くの地質系の学会と同様に、学会の前後等には巡検が企画されます。しかし、私が参加予定だった学会後の巡検は、残念ながらキャンセルになってしまいました。そのため、帰国予定日までの時間を使って、ローマ市内の博物館等を訪問したり、ナポリ郊外のエルコラーノ遺跡(図12)やポンペイ遺跡を見学したりして過ごしました。

エルコラーノ遺跡・ポンペイ遺跡は、西暦79年のヴェスヴィオ火山の噴火によって埋没したローマ帝国時代の遺跡で、どちらもユネスコの世界遺産に登録されています。有名なポンペイ遺跡については多数の解説があるので、本稿ではエルコラーノ遺跡について簡単に紹介させていただきます。エルコラーノ(ヘラクラーネウム)は、ヴェスヴィオ火山の南西麓の海岸沿いに発達した都市で、西暦79年のヴェスヴィオ火山噴火の初期の火砕流によって埋没したことが知られています。エルコラーノの噴火前・噴火時の様子は、漫画『プリニウス』(ヤマザキマリ、とり・みき著)にも登場します。現在のエルコラーノは火砕流堆積物の堆積面(遺跡付近の堆積面の標高は約20m)に発達していますが、エルコラーノ遺跡では、かつての船着き場(海岸線、標高0m)が、層厚約20mの一連の火砕流堆積物に



図12 エルコラーノ遺跡。右下はかつての船着き場(海岸)。左上はヴェスヴィオ火山の山頂。

埋積されていることを観察することができます (図 12, 13). 船着き場の遺跡から現在の海岸線までは 500 m ほど離れていることから, 地形変化の規模についても実感することができます. 残念ながら一部は整備中で近寄れなかったり, 火砕流堆積物の壁が重機で人工的に削られてしまっていて岩相がよく分からなかったりする部分もありましたが, ナポリやポンペイを訪れる機会があれば, エルコラーノ遺跡も訪問することをお勧めいたします (公共交通機関を利用して, ローマから日帰りで訪問可能です). もちろん, 火砕流堆積物に埋もれていたローマ帝国時代の建築や絵画等も見られます (図 14, 15).

### おわりに

今回は 3 回目 (前回: ダブリン, 前々回: 名古屋) の INQUA への参加となりました. 参加にあたっては, 共同研究者の皆様, 部門の皆様には大変お世話になりました. コロナ禍における国際学会への参加



図 13 遺跡を埋める一連の火砕流堆積物 (崖の高さ: 約 20 m). 崖の基底面はかつての海岸 (標高 0 m).

はオンライン形式ばかりでしたが, 現地参加の大会は発表者・参加者との距離が近く, とても刺激的でした. 学会によってはオンライン (またはハイブリッド) への移行を積極的に進めているようですが, 巡検等を含めて, 今後も現地開催での学会も存続して欲しいと願います. 次回の第 22 回大会 (XXII INQUA Congress) は 2027 年にインドで開催される予定です.



図 14 遺跡の全体の一部だけが発掘されており, 写真の右側 (複数回の火砕流で埋められている) はほぼ手つかずのまま.



図 15 発掘された建築物とその壁画.

外部委員会等 活動報告 (2023年8月~9月)

8月-9月

2023年8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 (北川・板場出席 /web 会議)

2023年8月9日

第389回地震調査研究推進本部地震調査委員会(宮下・岡村 /web 会議)

2023年8月21日

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 (第88回) (田中出席 /web 会議)

2023年8月23日

東京都環境影響評価審議会令和5年度第5回第二部会 (宮越出席 /web 会議)

2023年8月25日

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 (第89回) (田中出席 /web 会議)

2023年8月29日

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 (第78回) (田中出席 /web 会議)

2023年8月29日

第240回地震予知連絡会 (今西・北川・松本出席 / 国土地理院関東地方測量部 & web 会議)

2023年8月31日

令和5年度大分県防災会議 (吉見出席 / 大分県庁)

2023年9月11日

第390回地震調査研究推進本部地震調査委員会(宮下・岡村 /web 会議)

2023年9月19日

火山調査研究推進本部の設置に向けた準備会 (第1回) (篠原・田中・石塚吉出席 / 文科省, web 会議)

IEVG ニュースレター Vol.10 No.4 (通巻58号)

2023年10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>