

2017 年
10 月号

IEVG ニュースレター
Vol.4 No.4

NEWS LETTER



[緊急調査報告]

2017 年 10 月 霧島新燃岳噴火の緊急現地調査

中野 俊・及川輝樹・石塚吉浩・篠原宏志・森田雅明

1. 噴火開始と部門の対応

活断層・火山研究部門は霧島山^{しんもえ}新燃岳（図 1）の 2017 年 10 月 11 日から開始した噴火に対応し、噴火当日から現地調査チームを派遣しました。

気象庁発表資料によると、9 月 23 日頃から火山性地震が増加、10 月 5 日には小規模な噴火の恐れがあるとして噴火警戒レベルが 1（活火山であることに留意）から 2（火口周辺規制）へ引き上げられました。10 月 6 日からは火山性微動も発生、そして 10 月 11 日早朝 5 時 34 分に噴火が発生したことにより、噴火警戒レベルが 3（入山規制）に引き上げられました。新燃岳の噴火は 2011 年 9 月以来です。



図 1 霧島火山地質図（井村・小林，2001，地質調査所発行）の陰影図。日本の火山データベース（<https://gbank.gsj.jp/volcano/>）にて公開中。

Contents

- 01 緊急調査報告 2017 年 10 月 霧島新燃岳噴火の緊急現地調査 …… 中野 俊・及川輝樹・石塚吉浩・篠原宏志・森田雅明
- 06 研究現場紹介 実験室で考える津波堆積物 …… 澤井祐紀
- 08 新人研究紹介 音波探査を用いた海域における横ずれ断層の評価手法の検討 …… 八木雅俊
- 12 海外滞在記 オレゴン州立大学での在外研究報告－IAVCEI 2017 と巡検に参加して－ …… 山崎誠子
- 15 海外滞在記 アメリカ地質調査所（USGS）での在外研究報告（その 3）：USGS での応力、クラック形成、流体移動の相互作用に関する議論 …… 大坪 誠
- 19 セミナー報告 International Seminar to Promote Earthquake Disaster Countermeasure－One Year After 9.12 Earthquake－参加報告 …… 丸山 正
- 20 学会報告 第 14 回加速器質量分析国際学会 …… 高橋 浩
- 22 ワークショップ CCVG-IAVCEI 13th Gas Workshop Ecuador 2017 …… 森田雅明
- 24 ワークショップ 第 16 回水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての日台国際ワークショップ報告 …… 松本則夫
- 25 外部委員会活動報告 2017 年 8 月～9 月

部門内の火山関係者は噴火開始当日の午前、最初の対応会議を行いました。ガス観測班2名は即日現地入りして航空機を利用したガス観測を決定し、火山灰調査班を派遣するか否かは、もう少し噴火の状況を見てから決めることになりました。その後も継続した黒色噴煙を出す状態等を見た結果、火山灰調査班2名が翌日午前中に現地入りすべきと判断しました。噴火は断続的に継続したため、火山灰調査は途中で1名が交代して続行しました。その後17日未明以降噴火が停止したことで、今後の火山灰採取と回収方法の目処が立ったことから、17日に現地調査班をいったん撤収しました。その後の噴火の推移次第では、再び直ちに調査チームの派遣を検討することになりました。

また、現地で火山灰調査を実施する以外に、最初に採取できた火山灰が翌々日に産総研まで届くように気象庁に依頼し、火山灰解析の担当者を割り振りました。火山灰試料については、地元の気象台で採取した現物が届く前にまず顕微鏡写真を送ってくるので（今回は噴火当日の夕方）、その時点である程度の概要がわかります。これはここ何年か、気象庁と連携して実現してきた共同作業です。実際の火山灰試料は噴火発生の翌日夕方に別ルートから提供を受け、早速、構成粒子の分析作業（検鏡・化学分析・岩石学的解析）が開始されました。なお、調査にあたり、現地の各自治体・関係者、気象庁ほか他機関にご協力いただいています。

調査結果はホームページ等で随時公表していきます。第1報は13日に、第2報は16日に、現地から送られた写真（噴火状況、降灰状況）を中心に公開しました。ここでは、これまでの現地での観測及び調査の様子を紹介しています。火山灰の構成粒子の解析結果もすでに火山噴火予知連絡会に報告していますが、これについてはここでは触れないことにします。

2. ガス観測・上空観察

ガス観測班は噴火開始翌日の12日と翌々日13日の2回、鹿児島空港からセスナ機を使い（写真1）、火山ガス組成と二酸化硫黄の放出率の観測を行い

ました（写真2）。ガス観測の前後には上空からの火口観察を行いました（写真3）。1日目は激しく火山灰を放出する灰色噴煙でした（写真4）。その火孔は新燃岳火口の東縁に近い部分です（ここでは仮に主火孔と呼びます）。2日目は白色噴煙となっていたことから、ほとんど火山灰が含まれないと思われます。主火孔からの白色噴煙の放出のほか、2011年に新燃岳火口底を埋めた溶岩の東側縁付近の主火孔から北側にかけての一帯で弱い噴気が上がっていました（写真5）。また、新燃岳火口縁西側の



写真1 ガス観測用のセスナ機。パイロットと打ち合わせ中。



写真2 ガス観測のモニター画面。



写真3 上空からの噴煙観察（10月12日）。灰色噴煙が勢いよく上がっている。

割れ目火口列付近からの噴気も認められました（写真6）。ガス観測班は2日間にわたる観測を終え、つくばに戻りました。



写真4 新燃岳火口東縁付近から勢いよく上がる灰色噴煙（10月12日）。



写真5 上空からの噴煙観察（10月13日）。この日は白色噴煙で、ほとんど火山灰は放出されていないようだ。主火口周辺にインパクトクレーター（新しい噴石落下痕）は確認されず、今回の噴火では細粒の火山灰のみが放出されたようだ。



写真6 上空からの観察（10月13日）。新燃岳火口の西斜面の割れ目火口列付近から上がる噴気（2ヶ所）。

3. 降灰調査

火山灰調査班は噴火翌日12日の昼前に鹿児島空港に到着。午前中にガス観測を終えた2名と合流し、情報交換を行いました。また、先に現地入りしていた東京大学地震研究所や防災科学技術研究所のチームとも連絡を取り合い、その結果、観測を終えたガス観測班に東方遠方（小林市野尻町付近）での降灰量調査を依頼し、火山灰調査班はより火口に近い北東山麓^{ひなもり}の夷守台（宮崎県小林市）や皇子原公園^{おうじぼる}（宮崎県高原町）付近の調査に向かいました。この日は10数ヶ所で火山灰を採取し、宿に帰って重量を測定し、その地点での単位面積あたりの降灰量を算出しました。この結果を他機関の調査データと合わせて全体の噴出量を計算することになります。

翌13日は新燃岳の北から東にかけての山麓の降灰量調査を継続しました。20ヶ所ほど、定面積で火山灰を採取しました（写真7）。この日はほとんど降灰がなく、噴火は一段落したかと思われました。ひととおりの降灰調査を終え、各種分析用の火山灰試料も採取できたこともあり、翌14日は天候も悪くなる予報でしたので、関係機関に挨拶をしてつくばに戻る予定でした。

ところが翌朝、宿を出てまず霧島市市役所に挨拶に行くと、ネット上で公開されている気象庁のライブカメラ映像を見せながら「また噴火しましたよ」と。挨拶もそこそこに2人は市役所を飛び出し、即座につくばに連絡、駐車場でズボンだけ調査作業



写真7 火山灰調査。一定面積内で火山灰を回収する。ここでは橋の欄干から（高原町）。ここでは1m²あたり600g程度だった（10月13日）。

用に着替えてそのまま火山灰採取に向かいました。この日の噴煙も新燃岳火口から東側へ流れているようでした。気象庁の発表では朝8時23分から噴火が始まり、噴煙高度は最高2300m。一連の噴火の中でこれまでいちばん高く上がっています。しかし、雲が厚く、今にも雨が降りそうです。北東側の小林市に入ると噴煙が見えるようになりました（写真8）。しばらく見ていると火山灰が降ってきたのでフロントガラスから火山灰採取。その後、少し山に上がって夷守台に向かいましたが、降灰量も増えてきました。しかし、雨もぼちぼちと。一時は火山灰混じりの泥雨です。夷守台のキャンプ場に着くと先日よりも大量の火山灰が積もっています（写真9）。今朝上がってきたキャンプ場職員の車のフロントガラスは真っ黒です（写真10）。キャンプ場の管理棟に行き話を聞くと、噴火が始まった頃は空振や鳴動がもっとはっきりしていたとのこと。火山

灰調査班2名がいる間も建物の火口側のシャッターがガチャガチャとわずかに振動し、火口方面からはゴロゴロと音が聞こえました。火口方面から火山灰を含んだ噴煙が高く上がり、東側上空を覆うのがよくわかります（写真11）。つくばの残留組とも相談し（土曜日ですが昼前11時に会議招集）、1名はこの日のうちにつくばに火山灰を持ちかえることに、交代の1名がその日のうちに現地入りすることになりました。夷守台に設置した火山灰採集バケツの袋を交換し、下山をはじめましたが、ずいぶんと雨も強くなりました。途中で火山灰の厚さを測ると3mm程でした。今回の火山灰はどこでもごく細粒です。道路に積もった火山灰が濡れ、車がスリップしそうになるので、安全運転でゆっくりと車を走らせました。気象庁によるとこの日は14時台に噴火がいったん停止しましたが、15時台に再び始まりました。



写真8 小林インターチェンジ南方より見た10月14日の噴煙。右手前の山は夷守岳。まもなく火山灰が降ってきた。



写真10 夷守台キャンプ場に朝、出勤してきた職員の車（10月14日）。



写真9 夷守台キャンプ場の管理棟の手すりに積もった火山灰（10月14日）。まだ雨は激しくなっていない。



写真11 夷守台キャンプ場の駐車場から見た10月14日の噴煙。風下側なので大量の火山灰が降り、火口方面から鳴動も聞こえる。

15日は時々小雨でしたが北東～東側で火山灰調査、さらに追加で2ヶ所（皇子原公園、御池青少年自然の家）に火山灰採集バケツを設置しました。翌16日は、15日以降に新たに降灰した西側のえびの高原から霧島温泉郷（写真12）にかけて火山灰調査を行い、やはり1名が当日の採取火山灰を持って夜につくばに帰りました。17日は朝から雨です。17日未明には噴火は一旦やみ、またバケツ設置以降、東風だったため、3ヶ所の定点バケツに火山灰は入っていません。ここ数日強い雨が降ったためバケツの半分程には雨がたまっており、それをきれいにしつくばへの帰路につき、これで現地調査を一区切りとしました。14日から16日にかけての降灰量調査の結果は図2の通りです。調査範囲内で多いところでは、 1m^2 あたり1kgを超えていました。

今後の現地調査派遣は噴火の推移次第ですが、降灰があるごとに地元の气象台から火山灰が送付されてくることになっています。ただ、これは発送か

ら配達まで時間がかかる（おおよそ翌々日）ことが難点です。今後は現地派遣での降灰量調査・火山灰採取を含め、火山灰構成物の時間変化を観察していきます。今後の現地調査結果や解析結果等は以下のサイトに公開されます。<https://www.gsj.jp/hazards/volcano/kirishima/2017/index.html>



写真12 新燃岳の西側の霧島温泉郷でも降灰で温泉街が灰色になった（10月16日）。



図2 10月14日から16日にかけての降灰分布（火山噴火予知連提出資料、暫定版）。基図は地理院地図を使用。

研究現場紹介 実験室で考える津波堆積物

澤井祐紀（海溝型地震履歴研究グループ）

非常に大きな津波が発生したとき、海岸の土砂が侵食され、削られたものは陸上まで運搬されます。こうした堆積物を「津波堆積物」と呼び、過去の津波堆積物を使って当時の浸水範囲を復元したり、津波の再来間隔を調べたりします。過去の津波堆積物を調べる研究は、2011年東北地方太平洋沖地震が発生した後にテレビや雑誌で大きく報道されました。それらの中では、野外調査で簡単に津波堆積物が見つかるように紹介されることがあります。しかしながら、実際の研究現場では、野外調査の後に非常に多くの時間を費やして分析を行い、その結果から「これは津波堆積物だ」と判断しています。今回は、こうした室内作業について紹介したいと思います。

そもそも、なぜ「これが津波堆積物だ」と決めるのに室内作業が必要なのでしょう。意外かもしれませんが、これまでに多くの研究論文が発表されているにもかかわらず、過去の地層中から津波堆積物を識別する方法は、いまだに確立されていません。津波のように海から大量の海水が運ばれてくる出来事として、高潮や高波があります。また、洪水も津波のように大量の土砂を運搬します。こうした多くの“候補者”から津波だけを選ぶには、野外で見つけたイベント堆積物（短時間に堆積したもの）の特徴をなるべく客観的に捉えて評価していく必要があります。

イベント堆積物の特徴を捉える第一段階は、その産状を記録・記載することです。たとえば、「この地点の深さ XX cm～YY cm には淘汰の悪い砂層が見られる」という情報です。こうした情報はしばしば主観的になってしまいますが、デジタル画像として残すことによって後の検証が可能になります。このとき、肉眼では確認しにくい堆積構造を確認する方法として、軟 X 線による写真撮影を行います。また、最近では、非破壊検査方法として医療用 CT

を利用して内部構造を確認・記録するようにしています。CTによる撮影は、画像データを残すことができるというだけでなく、堆積物試料を分割する前にその構造を確認することができるため、撮影後の分析手法の方向性を決める手段として活用しています（写真1）。

堆積物の観察には、はぎ取り標本の作製を行います。標本作製の際に使用する親水性ポリウレタン樹脂は堆積物粒子の隙間に浸透していく際に、樹脂が入りやすいところ（砂層）と入りにくいところ（泥層）でコントラストができ、堆積構造がよりはっきりと観察できます。作製した標本は、強化剤を塗ることによって展示にも耐えられるような頑丈なものになります（写真2）。標本を保管することによって、「この地層の解釈は違うのではないか」といった外部からの問い合わせに対応することができません。すべての地層について標本作製・保管することは時間的・空間的な点から不可能ですが、代表的な地層についてはなるべく残すようにしています。

堆積物の粒度を記載するためには、粒度分析を行います。粒度分析は、その対象物質の大きさによってアプローチを変えていく必要があります。たとえば、泥サイズの粒子を計測するためにはレーザー式の粒度分析装置を用いる必要がありますし、礫サイズ（石ころ）にはふるいを用います。私たちの研究グループでは砂サイズの粒子を扱うことが多く、砂サイズに特化した方法を採用しています。砂サイズの粒子は、対象物を落として計測するのが基本です。水を入れたパイプ（沈降管）に落として重量を計測する方法や、粒子を落とした際の画像を撮影して解析する方法（カムサイザー）などがそれに相当します。これらの方法は、砂より大きいあるいは小さいサイズの粒子を取り除く必要があるため、泥粒子の洗い出しや有機物や貝殻片の除去などを前処

理として行います。この作業には多くの手間がかかるため、テクニカルスタッフの補助が不可欠です。

堆積物がどこから来たのか、堆積物がどのような環境でたまったのか、といった情報を抽出するために、化石の観察を行うことがあります。たとえば、珪藻類^{けいそう}という植物は、淡水から海水までのあらゆる環境に適応して生育し、さらにそれぞれの種が異なる生育範囲を持っているため、堆積物中の珪藻化石を見ることで当時の環境を推定することができます。この研究方法は、珪藻の化石を分析することから「珪藻分析」と呼ばれます。珪藻分析のほかには、「有孔虫分析」や「花粉分析」もあります。こうした化石の分析にも前処理が必要です。珪藻分析の前処理には、次亜塩素酸ナトリウム、過酸化水素水、有機溶剤などを用います。処理された試料は光学顕微鏡を用いて観察します。珪藻類は、変種や化石種をあわせると数万種存在すると言われているため、その同定作業は大変です。

年代測定のためには、堆積物中から測定に適した植物化石を拾い出す必要があります。『植物化石を拾い出す』と言うと簡単に聞こえますが、実際には

実体顕微鏡と精密ピンセットを使った緻密な作業が求められ、非常に多くの時間が必要です。拾い出した試料は分析のために外部機関に送られ、得られた年代から、津波堆積物の堆積年代や再来間隔を求めます。

以上のような作業は、私たちが行っている実験室作業の一部です。今回は紹介しませんでした。グループのメンバーには化学分析を行っている研究者もいます。得られた分析データについては、総合的に解釈し、現地で観察したものが津波堆積物であるのかどうかを判断します。

今回ご紹介した内容を読んでいただき、どのように感じたでしょうか？想像していたより多くの室内作業が行われていると感じたのではないのでしょうか。研究者にもよりますが、2週間の野外調査で採取した試料を、およそ1年かけて分析するのは珍しくありません。長い分析作業は、時には楽しく、時には苦しく感じますが、なるべく多くのデータを取得し、信頼性の高い成果を責任をもって公表することを心がけています。



写真1 高知大学海洋コア総合研究センターにおけるCT画像の撮影風景。CT画像撮影の際には、現地スタッフの方々にお世話になっています。平成29年度は、採択番号17A008, 17B008として利用させていただいています。

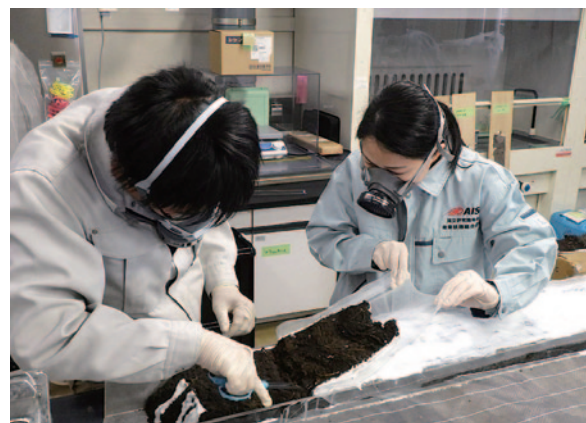


写真2 はぎ取り標本の作製風景。はぎ取り標本は、観察の証拠として残されることもあるため、はく離がうまくいくように細心の注意を払います。また、使用する薬品は危険物であるため、保護具の着用は必須のうえ、薬品使用のための講習会には積極的に参加するようにしています。

新人研究紹介 音波探査を用いた海域における横ずれ断層の評価手法の検討

八木雅俊（地震災害予測研究グループ）

1. はじめに

2017年4月1日より、活断層・火山研究部門の地震災害予測研究グループに産総研特別研究員として配属になりました八木雅俊です。学部から博士課程までを東海大学で過ごし、2017年3月に学位を取得しました。学生時代は、漁船や大型の研究船に乗船し、水深数十mの浅海から水深数千mの外洋を対象とした多数の調査・研究に参加する機会に恵まれました。その中で海底活断層に興味を持ち、修士論文・博士論文では音波探査に基づいた海底活断層の研究に取り組んできました。現在はその経験と専門性を活かして、海底活断層調査の研究に携わっています。この場をお借りして、私が博士論文で取り組んだ「日奈久断層帯海域部」を対象とした研究を紹介させていただきます。

2. 音波探査による海底活断層調査の課題

活断層調査の手法として、陸上では溝（トレンチ）を掘って断層を直接観察するトレンチ掘削調査が用いられています。しかし、海域では陸上と違いトレンチを掘ることが出来ません。そのため、海底活断層調査では、海底面下の地層境界で反射する性質を持ち、海水中でも減衰しづらく遠くまで伝わる音波を用いた探査を実施しています。音波探査は上下方向にずれる正断層や逆断層を捉えるには非常に有効です。その一方で、音波探査で得られる2次元の記録断面からは、水平方向にずれる横ずれ断層を捉えることは原理的に困難です。こうした背景のもと、音波探査に基づいて海底下の3次元的地質構造を解明し、断層の上下方向と水平方向の両方の変位を評価するための手法開発に取り組んできました。すなわち、陸上におけるトレンチ掘削調査に代わる手法、いわば“サイスマックトレンチング”の確立を目指したものとなります。

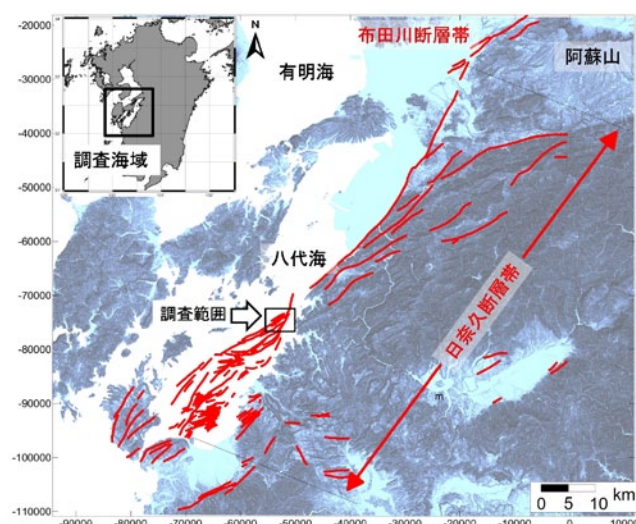


図1. 調査海域周辺と日奈久断層帯の分布図。本研究で対象としたのは、日奈久断層帯の海域延長部である四角の範囲。

3. 日奈久断層帯

日奈久断層帯は九州中西部に位置する全長約81kmの活断層帯で、熊本地方に甚大な被害を生じさせた平成28年熊本地震の震源断層の1つです（図1）[1]。ただし、平成28年の地震では日奈久断層帯の全体が活動したわけではなく、日奈久断層帯海域部は活動しませんでした。この活断層帯には未解明の部分が多く残されており、特に海域活断層の調査は不十分な状況です。そのため、今後の防災・減災へ向けより詳細に調査を行っていく必要があります。

4. 調査・解析手法

海底面下40mまでの地層を対象として、高い分解能を持つ音波探査装置を漁船に取り付けて調査を実施しました（図2）。その鉛直分解能は20～30cm、水平分解能は2.5m以内です。海底面下の



図2. 漁船を用いた現地観測の様子。

地質構造を3次的に捉えるためには、極めて緻密に設定した面的な測線網で探査を実施する必要があります。そこで、本研究では、3 km×3 kmの範囲を対象として、測線間隔（20～50 m）の高密度な測線網で探査を実施しました（図3）。こうして得られた高密度な探査データを基に、以下の手順で解析を行うことで海底面下の3次元地質構造を解明しました。

1) 取得したばかりの探査データは海況の影響でノイズや系統誤差を含みます。そのため、潮位補正（潮汐の影響で時間により海面の高さが変化する影響を取り除く）、動揺補正（波などにより船や機器が傾く影響を取り除く）音速補正（海水中や堆積物中を伝わる音波の速さを設定する）などの処理を行います。非常に高い分解能で地質構造を検討するためには、これらの処理を注意深く行う必要があります。

2) 音波探査記録断面上には、地層の堆積構造が縞模様として表現されます（図4）。この中から重要な反射面をトレースし、その座標値（緯度経度、深度）を抽出します。さらに各反射面は同時に形成された面（同時面）と解釈され、その音響反射パターンから地層が形成された環境も推定できます。

3) 調査測線沿いに得た反射面の座標値をもとに、測線間のデータ空白域を補間により埋めることで、地質構造を3次的に復元します。こうして復元した3次元地質構造をもとに、地層が受けた断層変位を3次的に解明できます。

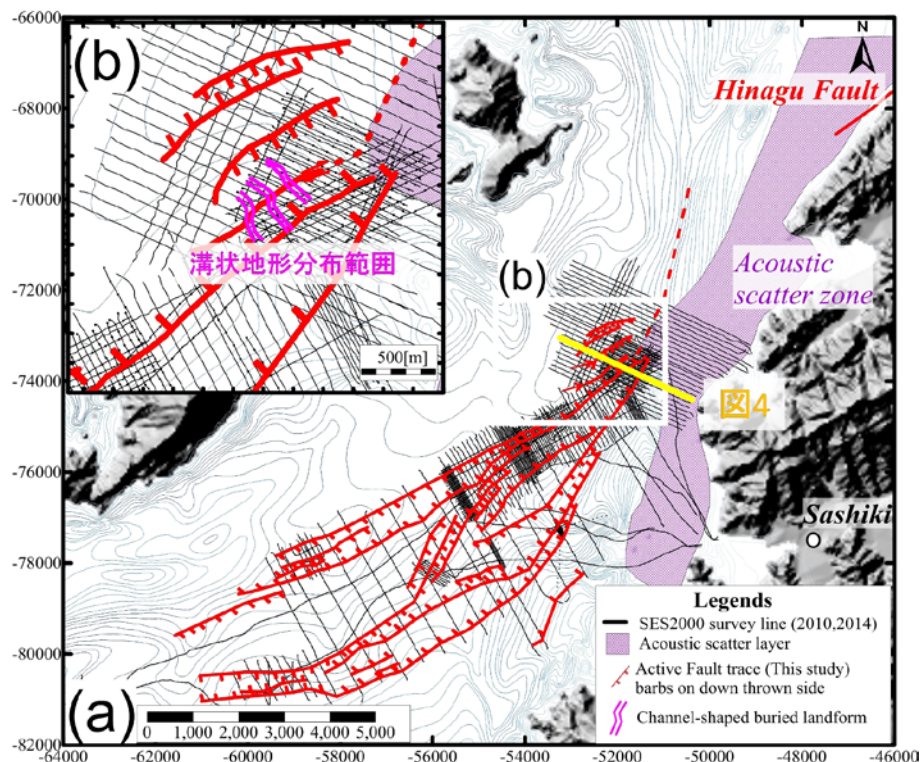


図3. 調査対象範囲の拡大図。黒線は高分解能音波探査の調査測線（計277本）、赤線は本研究における断層分布、マゼンダは後に示す溝状地形が認められた位置、紫は音響散乱層の分布をそれぞれ示す。

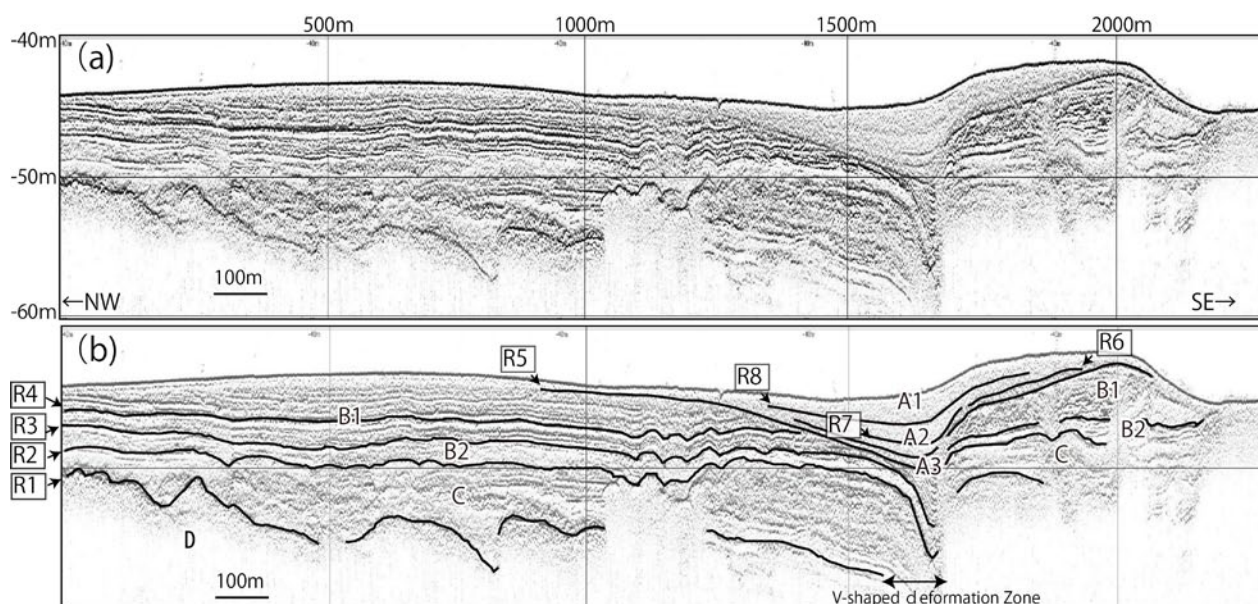


図4. 本研究で取得した代表的な音波探査記録断面. 図3黄色線的位置を横断する測線であり, 左側が西, 右側が東を示す. 図中の A1 ~ 7 は層序区分, R1 ~ 8 は特徴的な反射面を選定したもの.

5. 結果

約1万2千年前に形成された反射面の3次元構造に着目すると, 断層に斜交する溝状地形を3本認識できます(図5). さらに, これらの溝状地形は, 断層を境にして一様に右側に変位しています. これらの溝状地形が元々は直線的に形成されたものだとすると, この変位は約1万2千年前から現在までに累積した断層の変位量を示すものと解釈できます. 溝状地形の変位量に基づいて, 27~56mの水平変位量を見積もることができ, この値から平均水平変位速度(千年あたりに見込まれる変位量)を2.1~4.3 m/千年と算出できます. この値は日奈久断層帯がA級の活断層(平均変位速度>1.0 m/千年)であることを示唆します. 一方で, この値は陸上の日奈久断層で報告されている値(0.7 m/千年[1])との差が大きいので, 差が大きい原因の検討が今後の課題です.

6. おわりに

本研究では, 高密度で取得した音波探査記録断面から反射面(同時面)の3次元構造を復元す

る手法を確立し, さらに3次元地質構造から日奈久断層帯海域部の水平変位量を読み取ることに成功しました. この研究成果は, これまで困難であった海底横ずれ断層を対象とした活動性評価の可能性を示すものです. 今後は音波探査をベースに海底活断層の研究に取り組み, 陸上の活断層と同等の精度での活動性評価を可能にすることにより, 防災・減災に貢献していきたいと思っています.

引用文献

- [1] 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013): 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂), 66p.
- [2] 八木雅俊・坂本 泉・田中博通・横山由香・井上智仁・光成魁・アイダンオメル・藤巻三樹雄・根元謙次(2016): 高分解能地層探査およびコアリング調査に基づく沿岸海域における活断層の活動履歴の解明—八代海における日奈久断層帯を例として—, 活断層研究, 45号, 1-19.

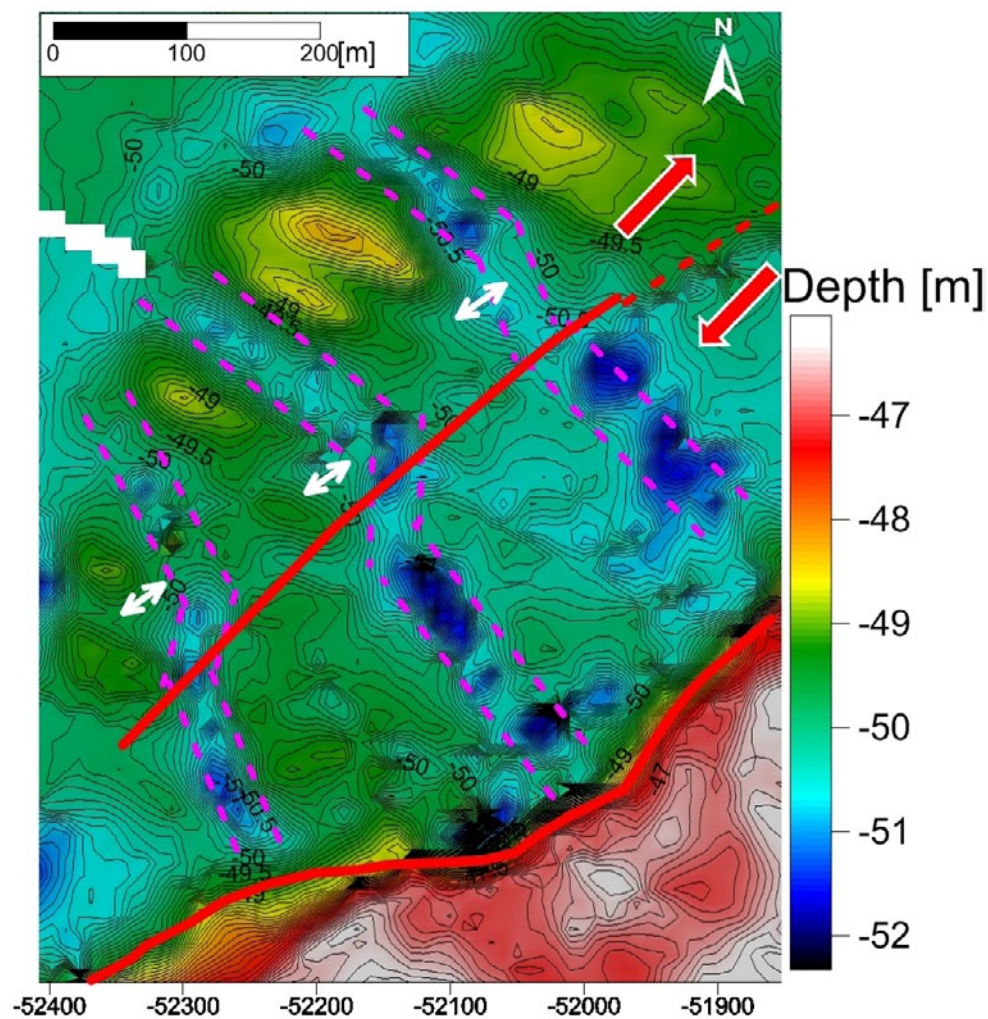


図5. 約1万2千年前に形成されたと推定される反射面の形状復元. 北東-南西方向に分布する断層に斜交するように3本の溝状地形が北西-南東方向に延びる. 3本の溝状地形はさらに並走する断層により、一様に右ずれ変位を被っている.

海外滞在記

オレゴン州立大学での在外研究報告
ー IAVCEI 2017 と巡検に参加してー

山崎誠子（火山活動研究グループ）

はじめに

オレゴン州立大学での滞在も残すところ2ヶ月をきり、最後の試料調製とデータ整理に追われています。冬から春までの雨季とは打って変わり、夏の期間は雨がほとんど降らず、夜9時半ころまで明るかったので、街の雰囲気は全く違うものでした。今年の夏は例年より暑かったようで、一時期は日中43℃まで上がる日もあり、乾燥して広範囲で起こった山火事で天気予報に「Smoke」と出る日があるほど、街中が煙に包まれた週もありました。今回は8月14～18日にポートランドで開催された国際火山学および地球内部化学協会（IAVCEI）2017年大会と、Pre-Meetingのクレーターレイク&ニューベリー火山巡検について紹介します。

IAVCEI 2017 年大会

IAVCEIは火山学と火山防災、また火山関連分野の研究を目的とした国際学会で、近年は4年に一度、火山の近くの都市で開催されています。2017年大会は東方約80kmにMt. Hood（標高3429m）、北東約85kmにはMt. St. Helens（標高2549m）があり、アメリカ国内で最も火山災害が懸念される都市であるポートランドで開催されました。今回のIAVCEIの大会中には、70のセッションに分かれて約600の口頭発表と約750のポスター発表がありました。明るい会場の廊下にはアメリカの各火山の航空写真を引き伸ばした迫力あるパネルと美しい地質図が並べてディスプレイされ、雰囲気を盛り上げていました（写真1）。学生や若手も多い印象で、火山に関連する様々な切り口の研究成果はどれも興味深く、学会としてちょっどいい規模だと感じました。私が専門とする年代学の研究発表も多く、同手法による研究を進めているフランスのグループ



写真1 IAVCEI 2017の会場のディスプレイの様子。

の研究者3名と初めて会って議論できたこと、また、Pre-Meeting巡検で知り合った研究者と改めて情報交換ができ、今後の共同研究も視野に入れた議論ができたことは大変有意義でした。

クレーターレイク&ニューベリー火山巡検

IAVCEI 2017年大会では、12のPre-Meeting巡検、4つのMid-Conference巡検と7つのPost-Meeting巡検が企画されました。この巡検に合わせて纏められた全ての巡検ガイドはUSGSのホームページから見る事ができます（<https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20175022>, 2017年10月確認）。そのうち8月8～12日に実施されたクレーターレイク&ニューベリー火山の巡検に参加しました。約30人の参加者は8日お昼にポートランド空港で4台のバンに乗り込み、南へ約5時間、宿泊地のダイヤモンドレイクロッジ（クレーターレイクから20km北）に向かいました。USGSのCharlie BaconさんとHeather Wrightさん（写真2）の案内で丸2日間をクレーターレイクで過ごし、その後1.5日はUSGSのJulie Donnelly-NolanさんとUS Forest ServiceのRobert Jensenさん（写真3）にニューベリー火山を

案内してもらい、ポートランドに戻るという日程です。Heatherさんは若手ですが、他3名の案内者は、長年この2火山を調査してきたベテラン地質学者です。付近で起きた山火事の煙で視界が悪く、また西側のカルデラリム道路が閉鎖されたため巡検ルートが変更され移動時間が多くなったことは残念でしたが、USGSの若手4名が運転や様々な手配まで臨機応変にバックアップし、とても充実した5日間でした。



写真2 HeatherさんとCharlieさん。



写真3 JulieさんとRobertさん。



写真4 クレーターレイクと巡検参加者。

クレーターレイクは約7700年前に起きたマザマ山の大規模な噴火と崩壊によって形成された直径8～10 kmのカルデラ湖です(写真4)。主要な巡検ポイントは東宮ほか(2015a, b)で報告されたものと重なる部分がありますので、年代学の観点から印象に残ったことを紹介します。8日夕方に立ち寄った路頭では、カルデラを形成したクライマックス噴火に伴う流紋デイサイトの火砕流堆積物を見学しました(写真5)。クレーターレイクから北東約35 kmの道路沿いで厚さ5 m以上の非溶結の火砕流堆積物が観察できるのですが、数センチサイズの軽石とともに、保存状態のいい数十cmサイズの木炭がごろごろ含まれているのです(写真6)。木炭は放射炭素法による年代測定の重要な試料となりますが、この大きな木炭は年輪もくっきり残っているため年輪1枚ごとに細かく分析することが可能で、ウイグルマッチング法と呼ばれる高精度の年代測定が実施されたということでした。9日にカルデ



写真5 マザマ山のクライマックス噴火の火砕流堆積物。



写真6 写真3の路頭の火砕流堆積物中に見られる木炭の一部。

ラ壁の観察をした際には Charlieさんから、調査の際にロッククライマーに協力してもらってカルデラ壁のサンプリングをしたことや、K-Ar や Ar/Ar 年代測定を数多くのユニットで実施したが、古い手法によるため、今後の再測定で年代値が変わる可能性があるという話も聞けました。マザマ山の噴出物には K_2O 濃度の高いサニディンという鉱物が含まれていないので、数十万年前～数万年という手法適用範囲ぎりぎりの年代幅はなかなか難しいのです。世界的に有名で古くから研究が進められた火山でも、年代学として今後やるべきことが多くあることを再認識しました。

クレーターレイク（マザマ山）が島弧火山列上にあるのに対して、ニューベリー火山は火山列から約 60 km 東（背弧）側に位置するカスケード山脈最大の火山です。カスケード山脈の多くが成層火山であるのに対し、この火山は盾状火山で、約 7.5 万年前の噴火により形成されたカルデラの中に 2 つの湖があり、湖の一部で温泉が湧いている場所も見ることができました。有名な最も若い黒曜石溶岩流（Big Obsidian Flow；写真 7）はため息が出るほ

どの迫力です。下位の火山灰層の放射炭素年代から約 1300 年前とされていますが、黒曜石の水和層の厚さや Ar/Ar 法を用いた直接年代を測定する試みも（Ar/Ar 法は OSU にて）最近行われています。周辺には多くの単成火山が存在し、それらは Julieさんと Robert さんが「1 日 1 火山」を目標として調査したそうです。USGS の Ar 年代ラボで多くの年代測定が実施されたということでしたが、「年代値の数字が気に入らない」と測定し直してもらったこともよくあったと Julie さんは笑いながら話され、USGS 内でお互いの立場で議論しながら地質調査を進めて来られたことが垣間見えた気がして、とても印象的でした。

参考文献

東宮昭彦・宮城磯治・斎藤元治（2015）米国カスケード火山ワークショップ報告・前編，IEVG ニュースレター，Vol.2，No.3，13-17.

東宮昭彦・宮城磯治・斎藤元治（2015）米国カスケード火山ワークショップ報告・後編，IEVG ニュースレター，Vol.2，No.4，8-13.



写真 7 ニューベリー火山の黒曜石溶岩流。

海外滞在記 アメリカ地質調査所 (USGS) での在外研究報告 (その 3): USGS での応力, クラック形成, 流体移動の相互作用に関する議論

大坪 誠 (地質変動研究グループ)

はじめに

2017 年 3 月から約 9 ヶ月の予定で, 米国西海岸メンロパーク市にある「アメリカ地質調査所 (U. S. Geological Survey, 以下 USGS)」に滞在しています (大坪, 2017a). 10 月に入り, アメリカ西海岸では 3 月頃から続いた乾季が終わりつつあり, まもなく雨季の時期に入ります. 3 月に渡米して以降, 土砂降りを 1, 2 回見た程度で, ほとんど雨粒一滴も落ちてこない日が半年ほど続いています. 8 月には北米大陸を横断する形で皆既日食が観測され, 全米は盛り上がりました (カリフォルニア州では 70% ほど欠けた太陽を観ることができました, 写真 1). 前回は, 6 月下旬にコロラド州ゴールデンにあるコロラド鉱山大学で開催されたワークショップの様子を報告しました (大坪, 2017b). 今回は, USGS で私が取り組んでいる研究内容を少し紹介したいと思います.

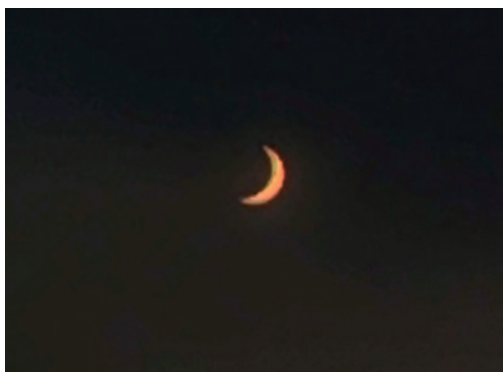


写真 1 8 月 21 日 (日本時間 22 日未明) に北米大陸を横断するように観測された皆既日食. カリフォルニア州では約 70% 欠けた太陽を観ることができました. 北米大陸を横断するのは約 100 年ぶりだったそうです.

研究のターゲット

日本海溝や南海トラフのようなプレートが沈み込んでいる場所では, マグニチュード 8 を超える巨大地震が発生しています. そのような巨大地震が起これば, 沈み込むプレートを受け止める側のプレートでは地殻内の力のかかり方 (地殻内の応力状態) が一時的に変化することが知られています. 例えば, 2011 年東北地方太平洋沖地震 (マグニチュード 9, 以下東北沖地震) の発生では, 東北日本での地殻内の力のかかり方が変化したことが報告されています. 具体的には, 東北沖地震発生によって逆断層型地震が卓越する力のかかり方から, 正断層型地震が多く発生する力のかかり方に変化しました (Hasegawa et al., 2012).

Fault-valve モデル (断層バルブモデル) で有名なニュージーランド・オタゴ大の Sibson 教授は巨大地震発生後の正断層型地震が起こるような状況では開口亀裂や正断層のように地殻が水平に引っ張られるセンスで形成される変形構造によって, プレート境界の高間隙圧の流体が浅い方に流れるモデルを提唱しています (図 1). この高間隙圧の流体は断層 (ここではプレート境界) の強度を下げて断層をすべりやすくする効果があります. 地震発生後の力のかかり方が変化した際, 高間隙圧の流体が亀裂に沿って浅い方に流れることで, Sibson 教授は断層周辺の流体の圧力が低下して断層の強度が回復する可能性を提案しています (Sibson, 2013). なお, Sibson 教授はこのことを Drainage asperity (排水によって形成されるアスぺリティ) と呼んでいます. それでは, 「具体的に巨大地震発生後に発生する亀裂に沿って流体の高い圧力はどの程度下がるのか?」というのが私の研究対象です.

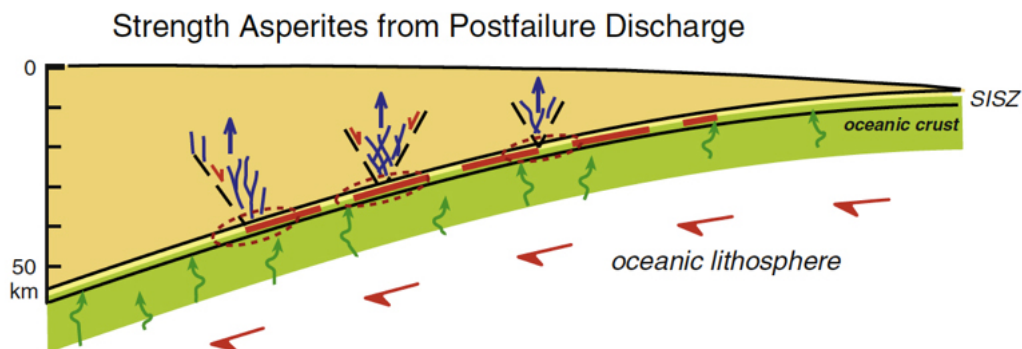


図1 巨大海溝型地震が発生した後に生じる引っ張り割れ目と正断層 (Sibson, 2013 を一部改変). 2011 年東北地方太平洋沖地震 (マグニチュード 9) のような巨大地震が発生すると、一時的に上盤側プレート内で正断層や引っ張り割れ目が生じやすい力のかかり方に変わることが報告されています (例えば, Hasegawa et al., 2012). これらの亀裂は流体の通路となると考えられています.

岩石中に流体が流れた痕跡：鉱物脈

実際に開口亀裂や正断層を、それらが発生している深さ数キロ～20 キロメートルで直接調査することは現時点で難しいため、陸上露頭をナチュラアナログとして研究対象にすることにします. 陸上露頭では、過去に流体が開口亀裂や正断層に沿って流れた痕跡として、「鉱物脈」を観察することができます (図2). 露頭では、石英や方解石が開口亀裂を埋めていたり、正断層のすべり面に付着していたりするのを観察することができます.

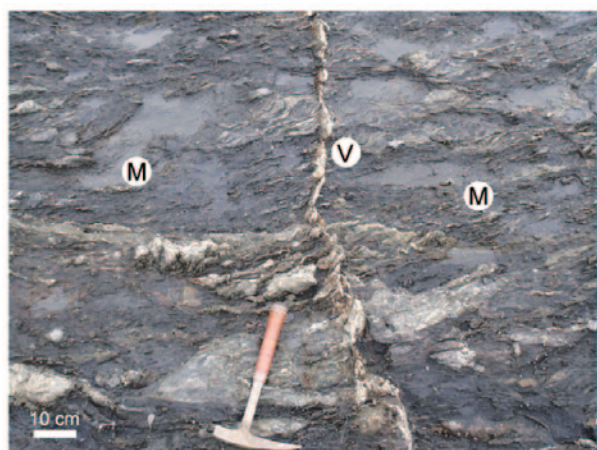


図2 宮崎県延岡衝上断層周辺で認められる、引っ張り亀裂を充填する石英脈 (Otsubo et al., 2016). 写真のvが石英脈です. 四万十帯の砂岩や泥岩で構成されているメランジュを切るように形成された引っ張り割れ目を石英が充填しています. 鉱物脈は岩石中の流体移動の化石と言われており、鉱物脈は過去の岩石中の流体移動を知る手がかりとなります.

亀裂内を流体が流れる力学条件

上記のような鉱物脈が形成する力学的な条件を考えてみます. ここでは単純に、「亀裂を満たしている流体の圧力が、最小主応力 σ_3 (三つの主応力のうち最も小さいもの) と引っ張り強度 T_s を足した値より大きい時に亀裂内やすべり面沿いに流体が流れる」というモデルを採用します (図3). これは「亀裂の空隙内の流体の圧力が亀裂を閉じようとする力より大きい状態の時に流体は亀裂沿いを流れる.」ということです. 流体の圧力が σ_3 と

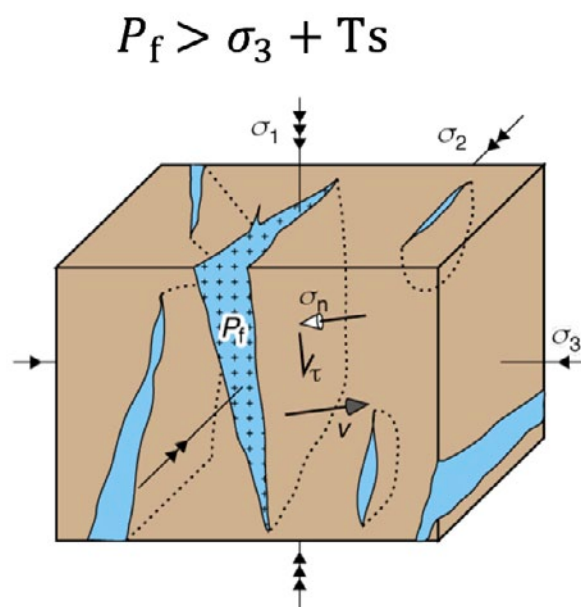


図3 岩石中に鉱物脈が形成される際の岩石への力のかかり方と岩石の空隙に入っている流体の圧力 (間隙流体圧) の関係図 (Sato et al., 2013 を一部改変).

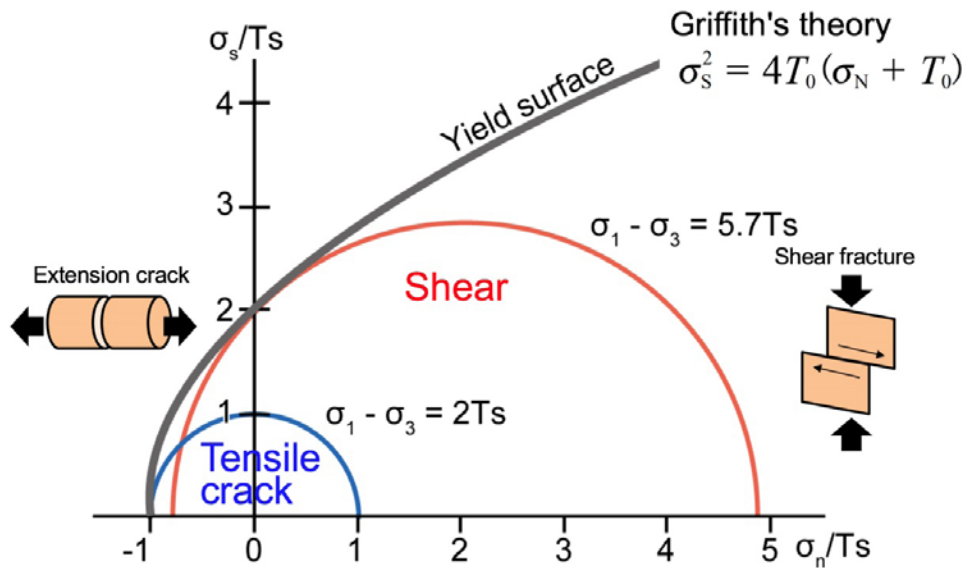


図4 亀裂発生時の差応力と亀裂の種類の関係を示したモール円。横軸が垂直応力、縦軸が剪断応力。ここでは、縦軸、横軸、ともに引っ張り強度 T_s で規格化している。

T_s を足した値よりも小さい場合には岩石にかかっている力で亀裂が閉じてしまって流体が流れないと考えます。ここで取り扱う開口亀裂（引っ張り亀裂）や正断層形成については、一般的なグリフィス理論（Griffith's Theory）に従うことにします。この理論によると、開口亀裂や正断層が形成される際の差応力（ $\sigma_1 - \sigma_3$ ）が T_s （おおむね 10 MPa 程度）のおおよそ 4 倍以内ならば引っ張り割れ目が、おおよそ 5.7 倍以上ならば剪断すべりが発生します（図4）。その間の差応力であれば、亀裂が広がりながらすべる、「Hybrid open share」が発生します（開口剪断すべりと呼ぶことにします）。引っ張り割れ目、Hybrid open share が生じる際に流体は面にそって通りやすくなります。

ここでは、岩石への力のかかり方（応力の主軸の方向）と亀裂の向き（走向傾斜）の関係に注目します（図5）。一つの応力の下で亀裂が一同に開こうとする時の亀裂の方向のばらつき具合で岩石の間隙に入っている流体の圧力の程度を読み取ることができます。ある一つの応力状態をモール円で表現すると、その応力で形成される亀裂の走向傾斜はモール円の中の一点で表現することができます（詳しくは、構造地質学の教科書で確認してください）。

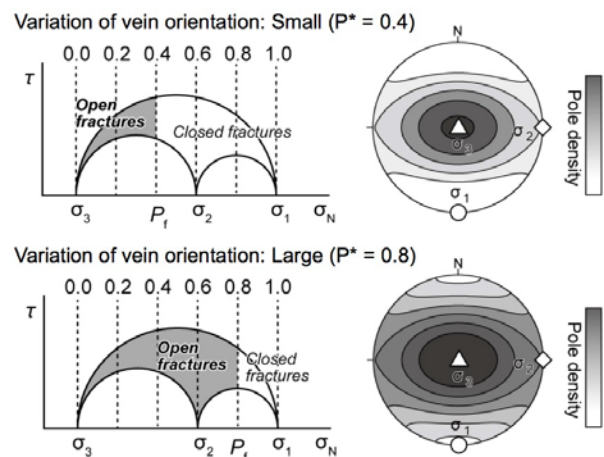


図5 引っ張り割れ目の向きのばらつきによって必要な間隙流体圧の程度が異なることを示すモール円。モール円の右にはその時の引っ張り割れ目の面の極を下半球等積投影で示しています（色が濃いところが引っ張り割れ目の面の極が集中しているところ）。ここでは差応力に対する余剰間隙流体圧の比率として P^* を採用します。（上） $P^*=0.4$ 、（下） $P^*=0.8$ 。

モール円の左側に点がある状態は亀裂の面の極が σ_3 周辺にあることを示していて、亀裂が σ_3 の方向に直交する面で開くことを意味します。これは、亀裂は σ_3 の方向に直交する面が最も開きやすいからです。そのため、一般的には亀裂の面の極は σ_3 周辺に集中します。一方で、モール円の右の方に点が

くる場合があります。これは、亀裂が σ_3 の方向に直交する面とは異なる方向の面で開いていることを意味しており、亀裂は σ_3 の方向に直交する面が最も開きやすいことと矛盾します。このような亀裂の開きを許すためには岩石中の間隙流体圧が一般的な値よりも高い状態であると考えます。これは、間隙流体圧が高いと亀裂は開くための強度が低下するためです。この時の力学的な関係を式で表現すると、 $P^* = (P_f - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ となります(P_f は間隙流体圧)。さて、ここで亀裂が開く時の間隙流体圧のうち、亀裂の向きのバリエーションに影響を与える分の流体圧(図5のグレーで示される分の圧力)を「余剰流体圧(Pore fluid overpressure)」と呼ぶことにします。この余剰流体圧を正確に求めることができれば、開口亀裂に沿って流体が流れる際の流体圧を把握することができます。

現在、この余剰流体圧の求め方について、ホストのHardebeck博士やUSGS内の地震学および水文学の研究者と議論を重ねています。今回取り扱っているのは地質データ(石英脈)ですが、アメリカで盛んに研究されている誘発地震(Induced Seismicity)のような、人工的に過剰な圧力を持った流体を地下に注入した時に発生する亀裂や地震の観測結果などは今回の研究を進める上で大きなヒントになると考えています。「観察と観測を繋げて地殻変動を考えたい!」というのが私の研究のモチベーションです。

おわりに

このニュースレター記事が公開される頃には、私は上記で紹介した研究内容をアメリカ地質学会(10/22-25, ワシントン州シアトルで開催)で発表しています。アメリカ滞在は残り2ヶ月となりました。残りの期間、「やりきった!」と納得したアメリカ滞在になるよう、研究に邁進したいと思います(写真2)。

参考文献

Hasegawa, A., Yoshida, K., Asano, Y., Okada, T., Iinuma, T., Ito, Y. (2012) Change in stress field after the

2011 great Tohoku-Oki earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*, 355–356, 231–243.

大坪 誠 (2017a) アメリカ地質調査所(USGS)での在外研究報告(その1): 渡米から3ヶ月が過ぎて. *IEVG ニュースレター*, vol.4, No.2, 7-10.

大坪 誠 (2017b) アメリカ地質調査所(USGS)での在外研究報告(その2): 2017 Crustal Deformation Modeling Tutorial and Workshopへの参加. *IEVG ニュースレター*, vol.4, No.3, 5-7.

Otsubo, M., Miyakawa, A., Kawasaki, R., Sato, K., Yamaguchi, A., Kimura, G. (2016) Variation of stress and pore fluid pressure using vein orientation along seismogenic megasplay fault - example of Nobeoka Thrust, southwestern Japan. *Island Arc*, 25, 421–432.

Sato, K., Yamaji, A., Tonai, S. (2013) Parametric and non-parametric statistical approaches to the determination of paleostress from dilatant fractures: Application to an Early Miocene dike swarm in central Japan. *Tectonophysics*, 588, 69–81.

Sibson, R.H. (2013) Stress switching in subduction forearcs: implications for overpressure containment and strength cycling on megathrusts. *Tectonophysics*, 600, 142–152.



写真2 シリコンバレーのスーパーマーケットでハロウィン用に販売されているカボチャたち。アメリカのスーパーマーケットには様々なカボチャが並んでいます(中にはカボチャじゃないものも混じっている??)。10月に入り、アメリカではすっかりハロウィン一色です。See you next report!

セミナー International Seminar to Promote Earthquake Disaster Countermeasure – One Year After 9.12 Earthquake – 参加報告

丸山 正（活断層評価研究グループ）

9月7、8日の2日間、大韓民国（韓国）慶州市の Wooyang Museum of Contemporary Art 内セミナー室を会場として Ministry of the Interior and Safety 主催により開催された上記セミナーに活断層・火山研究部門の吉見、近藤、丸山が話題提供者として招待されました（丸山は宮下グループ長の代理）（写真1）。

韓国では昨年9月12日に発生した慶州地震（気象庁マグニチュード5.8）の際に国内の活断層図が存在しなかったことが大きな問題となり、国家プロジェクトとして今後5年～10年程度で国内の活断層図の作成を目指すそうです。その立ち上げに際して、慶州地震1年を迎えるこの時期に、韓国内の活断層、地震、耐震工学の研究者に加えて、米国、イタリア、台湾、日本の研究者を招待して、各国での研究の取り組みや課題を共有することが本セミナー開催の趣旨です。

セミナーはセッション I（Seismic reinforcement：耐震補強）、II（Investigation for 9.12 earthquake：慶州地震の究明）、III（Fault:活断層）からなり（セッション I と II は9月7日、セッション III は9月8日）、吉見はセッション II において、“Earthquake hazard assessment and active fault” と題して、1995年兵庫県南部地震を契機として進展した強震動予測研究を紹介し、より信頼性の高い予測のためにはさらなる活断層のマッピングや地下構造に関する質の高いデータの取得の重要性を指摘しました（写真2）。また、近藤はセッション III において、“Active fault mapping and paleoseismological studies in Japan” と題して、日本の活断層研究の歴史、活断層図・活構造図の整備状況、活断層に関する未解決の課題などについて紹介しました。丸山はセッション III において、“Emergency surveys just after the 2016 Kumamoto earthquake (M6.5 and M7.3) by Geological Survey of Japan, AIST” と題して、産総研活断層・火山研究部

門による2016年熊本地震の緊急調査について、緊急調査の意義、迅速な調査体制確立の重要性、被災地での調査の困難さなどを紹介しました。

韓国の活断層図のプロジェクトには、地質調査総合センターと MOU を締結している KIGAM（韓国地質資源研究院）も参画しており、技術交流や人材交流を通して少しでもプロジェクトの遂行に協力できれば幸いです。



写真1 セミナー会場となった Wooyang Art Contemporary Museum。垂れ幕は本セミナーの案内。同博物館ホームページによると、セミナー会場の座席数は150であり、セミナー初日の要人挨拶の際には会場はほぼ満席でした。



写真2 吉見主任研究員による講演風景。

学会報告

高橋 浩（深部流体研究グループ）

カナダ・オタワにて開催された加速器質量分析計 (AMS) に関する国際学会 (The 14th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry) に参加しました。この学会は、母体となる学術団体の定期大会という位置づけではなく、3年に1度のペースで、その都度の主催者が International AMS Conference の名称を用いて開催します。今回は、オタワ大学の主催で2017年8月14日～18日の日程での開催でした。著者は参加しませんでした。会期前後の2日間 (合計4日間) には、トピックを絞ったワークショップも設定されましたので、全日程を参加した人は9日間という長丁場となる大会で、考古学、地球科学、物理学、医学といった幅広い分野のセッションが設けられました。参加者は340名で、日本からの参加者は31名と聞いております (産総研からは1名のみ)。

AMS は、粒子加速を行う加速器を用いて質量分析を行う装置で、主として非常に存在度が低い同

位体分析に用いられます。今回の学会では、発表の多かった核種を順に並べると、放射性の炭素 (^{14}C)、ヨウ素 (^{129}I)、ベリリウム (^{10}Be)、アルミニウム (^{26}Al)、ウラン (^{236}U) となっています。これらの核種の分析結果を利用した応用研究だけではなく、装置開発といった分析装置そのものについての発表も多く、各機関の所有する AMS のステータスレポート (コンディション、測定精度、測定数、利用核種、故障とその解決方法等の報告) があるのも、この学会の特徴のひとつです。私は応用研究の一例として、水試料の長期保管と ^{14}C 濃度の変化についての発表を行いました。長期変化についての発表だったのですが、試料採取後の ^{14}C 濃度の変化は短い時間で起こってしまい、その後の緩やかな変化のみという結果であったためか、最初の変化までの日数や、保管容器の違いといった点についての質問や意見が多かったです。



学会が開催されたオタワ大学のホール。1 階には屋内プールがあって、その階上のフロアが学会会場になっています。

世界には AMS を製造しているメーカーは 2 社しかありませんでした。しかし、今回、第 3 のメーカーである Ionplus 社の装置を利用した発表が多くあり、目を引きました。装置が優れているのはもちろんなのだと思いますが、スイス ETH 研究所が全面的に利用を開始したことが、大躍進の理由のようでした。結局のところ、装置を利用する研究者やサポートを行う研究所に依るところが大きいのだと強く印象に残りました。ところで、今回の発表のなかで最も興味深かったのは、レーザーと分光技術を利用したキャビティーリングダウン分光法による ^{14}C 分析についての報告でした。この手法を利用した水や二酸化炭素等の安定同位体測定を行う装置は、数年前から製品化されています。今回の試みは、その装置を改造して実施したもので、ターゲットとする ^{14}C のピークを検出するために、通常より大きなミラー部を備えていました。後から聞いた話では、分析結果を解析するプログラムも、大きなバックグラウンドに埋もれたピークを分離するための処理ができるようになりつつあるそうです（こちらは、

従来製品の情報です）。まだ誤差が大きくて、AMS による分析には及ばない状況でしたが、近い将来には、そういった問題も解決されていくことでしょう。AMS の学会なのに、AMS 以外の発表が最も印象的だったのは妙ですが、会場は大盛況で、注目度が高い発表のひとつでした。これまでとは全く違う分析手法として、今後の発展が注目されます。



市内でたまたま出会った衛兵の行進。1km ほど離れた国会議事堂まで行って、衛兵交代式に望むそうです。

ワークショップ CCVG-IAVCEI 13th Gas Workshop Ecuador 2017

森田雅明（マグマ活動研究グループ）

はじめに

エクアドルで2017年9月24日～10月4日に開催された標記の研究集会に、本部門の篠原宏志氏、風早竜之介氏とともに参加しました。CCVG（Commission on the Chemistry of Volcanic Gases）は、IAVCEI（International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior）の火山ガス研究に関する分科会であり、そのメンバーが一堂に会する研究集会としてGas Workshopを3年ごとに開催しています。13回目の開催となる本年は、エクアドルのキトおよびバニョス・デ・アグア・サンタを拠点として、CCVG、IAVCEI、エクアドル国立工科大学、およびガラパゴス国立公園の共催で開催されました。参加者数はヨーロッパやアメリカを中心とした19カ国から67名であり、日本からの参加は3名でした。

本研究集会の特色は、通常の学会のように研究発表を行うだけではなく、各国の研究者が同じフィールドで観測を行い、互いの観測手法および解析手法を比較することにあります。本稿では、その様子についても紹介いたします。

研究発表

まず、最初の3日間は、火山ガスとその周辺分野に関する研究発表がありました。口頭発表は1件につき30分で23件、ポスター発表は42件でした。口頭発表会場の様子を写真1に示します。発表内容は、分光学的手法を用いた火山噴煙中の水の定量や噴気中のハロゲン、微量元素のサンプリングといった観測手法や装置の開発に関するものから、各火山での観測事例とその解釈について、また、火山ガスと物質科学的観測あるいは地球物理学的観測との統合的な研究についてなどまで、多岐にわたっ

ていました。特に、ドローンなどの無人航空機を用いた観測が積極的に行われ始めていることが印象に残りました。

筆者は、大学院時代から継続している阿蘇山での土壌ガス連続観測の結果についてポスターで紹介しました。日本国内では同様の研究をしている事例が少ないので、海外の同じ手法を用いている研究者と意見交換できたことは研究上大きな進展を得られました。また、世界の最先端の研究について、その研究者とポスター発表の時間や休憩時間などにじっくりと意見交換できたことで、大いに刺激を受けました。

フィールドワーク

フィールドワークは、トゥングラワ火山、グアグア・ピチンチャ火山、コトパクス火山、プル라우ワ火山で行われました。参加者は、噴気サンプリングおよび噴気近傍での組成その場測定を行うグループ、噴煙のリモートセンシングを行うグループ、土壌ガスの測定を行うグループに分かれ、それぞれの手法が適用できる火山で別々に観測を行いました。



写真1 発表会場の様子。休憩中にはコーヒー・軽食を片手に活発な議論が行われました。

筆者は、グアグア・ピチンチャ火山（写真2）での噴気組成のその場測定を火山ガス組成観測装置であるマルチガス（写真3）を用いて行いました。同様の装置を用いているイタリア・アメリカ・ドイツのグループと合わせて4台を同じ噴気の同じ場所に設置し、噴気の組成観測を行いました。解析はこれからですが、装置や解析手法の違いによる結果の差異について詳しく確認する方針を立てました。この噴気は標高4,000メートル付近にあったのですが、アプローチするために山体崩壊のリム（標高4,700メートル付近）から険しい崖を行きは下り、帰りは登らねばなりませんでした。筆者だけではなく、多くの参加者が高山病に苦しめられましたが、引率した現地の観測チームの手厚い対応により、怪我や事故もなく無事に観測を終えることができました。また、プレ巡検およびポスト巡検が、レベントドール火山とガラパゴス諸島の火山で行われましたが、筆者は参加しませんでした。

セミナー・会議

フィールドワークの後、最終日は若手・学生向けのセミナーおよび全体での総括が行われました。セミナーでは、噴気サンプリング・リモートセンシング・土壌ガス測定の3グループに分かれ、そのノウハウや技術的背景について、各分野の世界的なトッ

プから教を請うまたとない機会となりました。また、全体統括では、次の3年間に向けて、分科会の役員の選出や次回の研究集会開催地の決定が行われました。我々日本チームは、風早竜之介氏が提案者となり次回開催地として立候補し、多くの賛成を得て次回の開催地と相成りました。また、次回研究集会の実行委員長として、風早氏は分科会の役員にも就任しました。

おわりに

筆者は、今までAGU（アメリカ地球物理学連合）などの大きな国際学会に参加したことはありませんでしたが、人数の少ない国際研究集会に参加したのは今回が初めてでした。多くの研究者と、研究のことはもちろんのこと、日常的な事柄についても活発に話をすることができ、顔を知った関係を築くことができました。また、同じフィールドで観測することで、論文には載らない細かなノウハウなどを共有することもでき、非常に実りの多い研究集会でした。

次回2020年は日本の北海道での開催となります。これは、日本の火山ガス研究を世界の研究者にアピールする絶好の機会です。本部門の火山ガス関係者だけではなく、日本の火山ガス関係者の力を結集し、研究集会が成功となるよう尽力してまいります。



写真2 グアグア・ピチンチャ火山。中央に見える噴気孔群にアプローチしました。

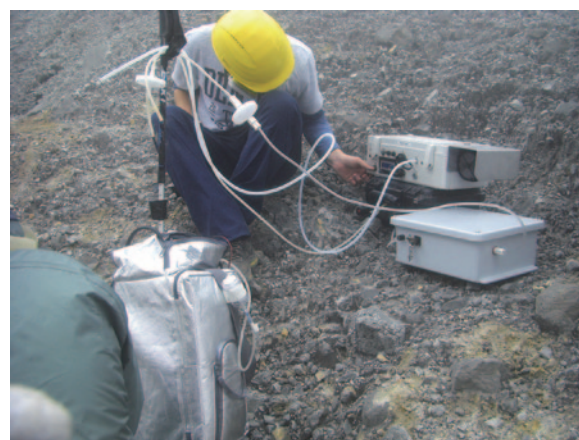


写真3 噴気組成の観測の様子。手前の銀色のケースに入っているのが、我々産総研チームの観測装置です。

ワークショップ 第16回水文学的・地球化学的手法による地震予知研究 についての日台国際ワークショップ報告

松本則夫（地震地下水研究グループ）

活断層・火山研究部門と台湾成功大学防災研究センターとのMOU（継続：2015～2020）に基づき、2017年9月5日～7日に表記ワークショップが台湾・台北にある交通部中央気象局・国際会議場ほかで開催されました。9月5日と6日午前にワークショップ、9月6日午後から7日に台北郊外および宜蘭市への地質巡検でした。今回は中央気象局が主催する“The International Workshop of Technology of Earthquake Monitoring and Geophysical data Analysis Application”と同時開催となりました。本ワークショップの主催は中央気象局で、共催は台湾成功大学防災研究センターと活断層・火山研究部門です。本ワークショップの台北市での開催は初めてです。

台湾における水文学的・地球化学的手法による組織的な地震予知研究は2001年からスタートしました。地質調査総合センターは2001年の同研究スタート時から協力しています。2002年から毎年、日本と台湾における地下水や地殻変動等の観測・実験などを通じた地震予知研究に関する情報交換を主な目的として、日本と台湾で交互にワークショップを行なってきました。

ワークショップの冒頭、中央気象局の辛在勤局長および松本が挨拶を行ないました。引き続いて午前・午後の口頭発表セッションおよびポスター発表が、また、6日午前にも口頭発表セッションおよびポスター発表が行なわれました。口頭発表は30件、ポスター発表は17件でした。参加者は約200名（うち、日本からの参加者が10名）で、本ワークショップではこれまでで最大の規模となりました。

2つのワークショップの共同開催ということもあり、発表の内容は台湾側では地震学的研究が13講演、測地学的研究が3講演、水文学・地球化学的研究が2講演、地球電磁気学的研究が2講演でした。特に水文学・地球化学的研究と地震学との融合研究や台湾でも今後重要性を増す海底地震観測・緊急地震速報などの研究発表が印象に残りました。一方で日本側からは地震学的研究が2講演、測地学的研究が2講演、水文学・地球化学的研究が6講演でした。平成28年熊本地震後の水文学的・地球化学的データの内容の紹介や、「考古地震地下水学」と呼ぶべき古文書から地下水の変化を読み解く研究が印象的でした。



写真1 写真1 ワークショップの集合写真（講演者・主催者のみ）。



写真2 ワークショップの会場の様子。

地質巡検は、9月6日午後から9月7日にかけて、台湾北部の大屯火山観測所を訪問し、さらに台湾北東部の宜蘭県の火山島である亀山島と萊萊地区の貫入したダイクを見学しました。巡検参加者は12名でした。

今回および過去のワークショップのプロシーディングスは以下のホームページからダウンロード可能です。<https://unit.aist.go.jp/ievg/tectonohydr-rg/topics/workshop/2017/16thWorkshop.html>



写真3 大屯火山観測所での説明を行なう Lin 所長（左側）。

外部委員会等 活動報告（2017年8月～9月）

5-7 月追加分

2017 年 5 月 19 日

第 215 回地震予知連絡会（今西・松本出席 / 国土
地理院関東地方測量部）

2017 年 2～4 月の地震活動や地殻変動等の観測結
果、重点検討課題「海域モニタリングの進展」

2017 年 7 月 26 日

長期評価部会（岡村出席 / 文科省）

千島海溝・日本海溝の評価、四国地方の活断層評価。

8-9 月

2017 年 8 月 8 日

地震調査研究推進本部第 73 回活断層分科会（岡村・
近藤出席 / 文科省）

- (1) 四国地域の活断層の長期評価について
- (2) その他

2017 年 8 月 14 日

日本海溝・千島海溝の巨大地震モデル検討会（岡村
出席 / 内閣府）

千島海溝の巨大地震モデルについて

2017 年 8 月 21 日

第 216 回地震予知連絡会（今西・松本出席 / 国土
地理院関東地方測量部）

2017 年 5～7 月の地震活動や地殻変動等の観測結
果、重点検討課題「首都圏直下地震」

2017 年 8 月 28 日

地震防災対策強化地域判定会（松本（則）出席 / 気
象庁）

東海地方周辺の最近の 1 ヶ月のデータを持ち寄っ
て検討し、東海地震の発生可能性について協議し
た。

2017 年 8 月 29 日

地震調査委員会長期評価部会（岡村出席 / 文科省）
中央構造線断層帯および四国地方の長期評価

2017 年 9 月 11 日

地震調査委員会（桑原，岡村出席 / 文科省）
8 月の地震の評価，中央構造線の評価など

2017 年 9 月 13 日

新基本施策レビュー委員会（岡村出席 / 文科省）
海溝型地震及び活断層に関する調査研究のレビュー

2017 年 9 月 21 日

地震調査研究推進本部第 74 回活断層分科会（岡村・近藤出席 / 文科省）
(1) 四国地域の活断層の長期評価について
(2) その他

2017 年 9 月 25 日

地震防災対策強化地域判定会（北川出席 / 気象庁）
東海地方周辺の最近の 1 ヶ月のデータを持ち寄って検討し，東海地震の発生可能性について協議した。

2017 年 9 月 26 日

海域活断層評価手法等検討分科会（岡村出席 / 文科省）
対象海域の区分け，海域活断層の評価手法及び命名方法など

2017 年 9 月 27 日

長期評価部会（岡村出席 / 文科省）
海溝型地震及び活断層の長期評価について

IEVG ニュースレター Vol.4 No.4（通巻 22 号）

2017 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>