

2015年
6月号

NEWS LETTER



IEVG ニュースレター
Vol.2 No.2

[特集]

産総研つくばセンター 2015年一般公開における展示の紹介

産総研では、広く一般の方々に我々の日頃の研究成果に接して頂くために、毎年夏休みの土曜日につくばセンターの一般公開を開催しています。本年度は7月18日（土）に開催の予定です。一般公開では、研究者が成果を分かりやすく説明すると同時に、来場された方々に実際に簡単な実験を体験して頂く企画も行われます。一般公開では、当研究部門からも以下にご紹介するように5つの体験デモを出展する予定です。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、ご来場頂ければ幸いです。一般公開の全容については、産総研ホームページ (<http://www.aist.go.jp/tsukuba/ja/pr/2015/index.html>) をご覧下さい。



1. チャレンジコーナー 「実験で学ぶ火山の噴火」の見どころ

最近になって日本各地で火山が噴火しているため、心配している人も多いことでしょう。噴火の推移を予想する上で、火山研究者をととても悩ませているのは火山の地下がどうなっているのかということです。様々な科学的手法によって地下の構造が推測されていますが、産総研が開発した「シースルー火山」を使えば地下の様子をイメージすることが出来ます。実験に使う材料は家庭によくあるビニール袋と洗剤です。洗剤（重曹とクエン酸）を混ぜることで起こる発泡は爆発的噴火でマグマが発泡する現象とよく似ています。本物の噴火では家族連れで避難したり、時には命を奪われることもあります。実験では安全に噴火を疑似体験できます。夏休

Contents

- 01 特集 産総研つくばセンター 2015年一般公開における展示の紹介
- 05 大規模噴火研究グループの新設 …… 下司信夫
- 06 新人研究紹介 地殻変動から大規模噴火の前兆（準備過程）を評価する試みに向けて …… 山崎 雅
- 09 研究現場紹介 地殻変動データによる西南日本のプレート間固着・スロースリップの推定 …… 落 唯史
- 12 ワークショップ ロシア・サハリンでの国際ワークショップ参加報告 …… 石川有三
- 14 海外滞在記 オレゴンから在外研究報告～研究生活編 …… 東宮昭彦
- 16 受賞報告
- 19 お知らせ 平成27年度地震・津波・火山に関する自治体職員用研修プログラム
- 20 外部委員会活動報告 2015年4月～5月

みの自由研究もこれでバッチリです。火山のことについての質問にもなんでも答えます。

「地震・雷・火事・親父」ということわざには「噴火」が含まれていません。これは火山の認知度が低いことを示しており、日本には火山の研究者が足りないという指摘もあります。実験に参加した人の中から、未来の火山研究を背負って立つ若者が現われることを願っています！

(文責：火山活動研究グループ 古川竜太)



実験の様子。小さな子供でも安全に楽しめます。

2. チャレンジコーナー 「地震の起きる様子を目の前で見よう」の見どころ

本コーナーは岩石の破壊実験を通して、ミニ地震の発生を目で見て、音で聞いて、岩石を壊すための力の変化を感じ、地震とは地下深くの岩石の破壊の衝撃が波になって地表を揺らす現象であると、体感的に理解していただくことを目的にしています。実験では岩石や岩石に似た性質を持つコンクリートブロックを試料に、手押しポンプで力を加えて壊します。ご希望の方には実際に手押しポンプを漕いで試料に力をかけていただきます。力を加えていくと内部で小さな破壊とそれに伴うミニ地震が発生します。これらミニ地震をセンサーで検知して波をモニターに表示するとともに、ミニ地震の発生の際に短いブザー音に変換しています。破壊が進むにつれてブザー音が頻繁に鳴る様子をご覧ください。

本コーナーの出展は今年で5年目となり、毎年多くの方にご来場いただき、ありがたく思います。例年の傾向で、午前中の一般公開が始まってすぐの時

間帯にお越しの来場者には破壊実験をじっくり取り組んでいただけるのですが、午後になりますと来場者も多くなり、試料に力を加える作業も交代で体験していただくことになります。じっくりと実験に取り組みたい方は午前中お早めにお越しいただくのがおすすめです。

実験はB会場・第7事業所1階ロビーにて行います。皆様のお越しをお待ちしております。

(文責：地震テクトニクス研究グループ 高橋美紀)



過去の一般公開の様子。ミニ地震を検知したセンサーの波形をモニターに映しています。どんなふうに岩石が壊れるか、みなさん興味津々です。

3. チャレンジコーナー 「地盤の揺れるようすを目の前で見よう！」の見どころ

このコーナーでは地震の揺れをテーマにして、3つの企画を行います。

- ①板で作った硬い地盤とスポンジで作った軟らかい地盤の模型を使って、揺れ方の違いを見る企画(写真1)。
- ②地面を飛び跳ねて大きい震度をたたき出す挑戦企画(写真2)。なかなか大きい震度は出ません。
- ③2011年東北地方太平洋沖地震の際に記録された地震波形データを音と動画にしたものを聞いて、見る企画。

どの企画も休みなく行っています。今年は第7事業所本館と地質標本館の間の通路脇にテントを構えてお待ちしております。写真は昨年一般公開の様子です。

(文責：地震テクトニクス研究グループ 内出崇彦)



写真1 地盤模型で揺れ方の違いを測る実験。木の板でできた硬い地盤（左；青色屋根がった家の下）とスポンジでできた柔らかい地盤（右）の模型を使います。地盤模型の上に置いてある家は、実はプロが使う本物の地震計です。家の揺れ方は左の画面に表示されます。机をゆすると、どちらの家が大きく揺れるでしょうか？



写真2 飛び跳ねて震度を計測する実験。地震計が赤い柵に囲まれて置いてあります。こちらもプロ仕様です。地震計で測った揺れは画面に表示されます。

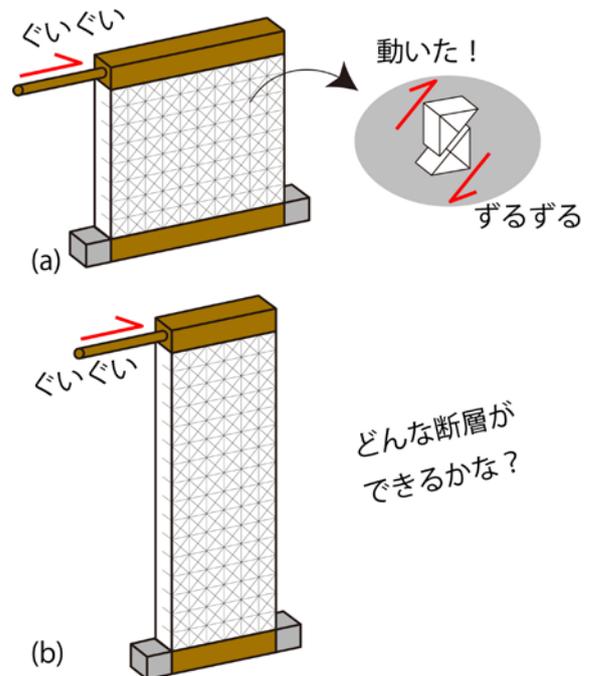
4. チャレンジコーナー 「断層はどちらに動く？ 模型で実験しよう」の見どころ

私たちが住んでいる日本列島の地下には、多くの断層が存在します。断層の仕組みを理解するためには、どのような力によってどのような変形が起こり、どのような破壊（断層）に至るのか、を知ることが大切です。

このコーナーでは、発泡ウレタンを用いた簡単な模型を使って、断層のメカニズムを再現し、どのような変形が起こるのかを観察します。実際に模型を

横から押してみることによって「どんな断層があらわれて、どちらの方向に動くのか？」を体験していただきたいと思います。

（文責：水文地質研究グループ 朝比奈大輔）



発泡ウレタンを使った断層模型のイメージ。(a) 横から押すと、切り込みが開き断層面が現れます。(b) 材料の寸法を変えた場合、断層はどこに現れるでしょうか？



去年の一般公開の様子。

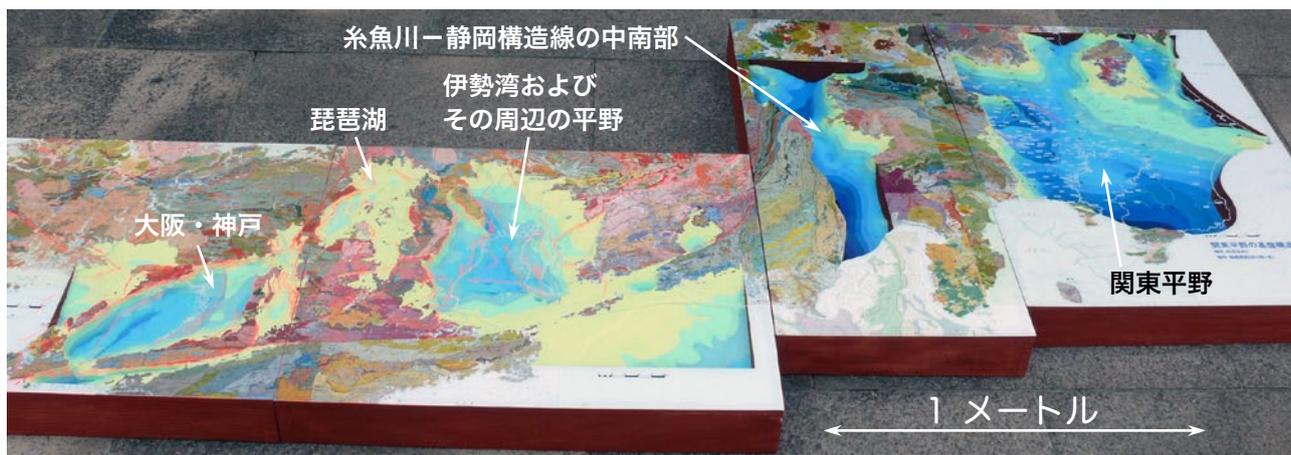
サイエンスコーナー 「堆積平野の基盤深度模型」の見どころ

高橋雅紀・堀川晴央

大きな平野の地下には、砂や泥からなるやわらかい地層が数千メートルの厚さでたまっています。このやわらかい地層を取り除き固い岩盤だけにすると、いつも見ている地形と全く違うデコボコが見られます。このデコボコ自体や、デコボコを埋めて

いるやわらかい地層が、地震のゆれに大きく影響することがわかっています。今回は、関東から大阪・神戸にかけて皆さんが暮らしている足下のデコボコの模型（基盤深度模型）を展示します。各地域の生い立ちの違いを反映して、それぞれがきわめて個性のあることがよくわかりいただけると思います。

（文責：地震災害予測研究グループ 堀川晴央）



展示予定の基盤深度模型。関東から大阪・神戸にわたるもので、模型の全長は4メートルほど。

活断層・火山研究部門 展示コーナー

産総研一般公開 7/18土 9:30 ~ 16:00

B会場・7-1棟・地質標本館 「チャレンジコーナー」



- 5 実験で学ぶ火山の噴火
- 7 地盤の揺れるようすを目の前で見てみよう！
- 9 断層はどっちに動く？ 模型で実験しよう！
- 10 地震の起きるようすを目の前で見てみよう！

D会場・本部・情報棟 「サイエンスコーナー」



- 24 堆積平野の基盤深度模型

お知らせ 大規模噴火研究グループの新設



グループ長 下司信夫

噴火の頻度と規模にはある一定の範囲で反比例の関係があり、小規模な噴火ほど頻度が高く、規模が大きな噴火ほど頻度が低いという傾向が知られています。そのため、実際の噴火の観測によって蓄積できる知見は、必然的に噴火の規模が大きなものになるほど実際の噴火の観察頻度が少なくなり、噴火の観測データやそれに基づく知見は乏しいものとなります。たとえば、桜島の大正噴火（1914年）や浅間山の天明噴火（1783年）など、0.1～1立方キロメートル程度のマグマが噴出する「大噴火」になると、わが国でも平均的には1世紀に1～2回程度しか発生しないため、近代火山学の観測によるデータはほとんど蓄積されていません。さらに、これらの「大噴火」よりも桁違いに大きな火山噴火が過去幾度も発生してきたことが過去の噴出物の地質学的な解析から明らかにされています。特に、カルデラを形成するような巨大噴火は、ごく短時間で数10～数100立方キロメートルのマグマを噴出する破局的な噴火で、このような噴火が発生した場合には、火山の周囲数10kmの地域が火砕流で覆い尽くされるほか、大量の火山灰や火山ガスを大気圏に注入し全地球規模の気候変動を引き起こすと考えられています。

幸いにも近代社会はこのような巨大噴火を経験していません。しかしそのため、実際の巨大噴火をリアルタイムで観測したデータを人類は持っていません。このような大規模な噴火がどのように準備され、どのようなプロセスを経て発生し、どのような影響をもたらすのかについては、先史時代に発生した噴火の地質学的・岩石学的な解析によってはじめて明らかにすることができます。また、そのような大規模な噴火を発生させることができるマグマ

システムは地質学的な時間をかけて準備されるため、次なる大規模噴火を引き起こしうるマグマシステムは現在もどこかで準備されつつあると考えることができます。そうした現在発達中のマグマシステムを検知できるかどうか、大規模噴火を考える上では重要な課題です。大規模噴火研究グループは、こうした問題点に組織的に取り組むために新設され、5名の常勤研究職員と2名の非常勤研究職員で発足しました。このグループでは、国内では主に九州や北海道のカルデラ火山やそのほかの大規模な噴火を引き起こしてきた火山を対象に、産総研内外の研究者と協力しながら地質学的・岩石学的手法を中心に巨大噴火の準備過程や発生プロセス、噴火推移等の解析を進めています。本年度は、4回の巨大噴火を繰り返した阿蘇火山や、我が国では最新の巨大噴火の一つである始良カルデラの入戸火砕流や鬼界カルデラの噴火など主な対象に研究を進める予定です。



大隅半島に分布する、始良カルデラの巨大噴火によってもたらされた軽石層の野外調査。

新人研究紹介 地殻変動から大規模噴火の前兆(準備過程)を評価する 試みに向けて

山崎 雅 (大規模噴火研究グループ)

はじめに

平成 27 年度から研究テーマ型任期付研究員として大規模噴火研究グループに配属になりました山崎雅です。私はこれまで、リフティングから大陸分裂、第四紀変動、そして余効変動・地震間変動と、さまざまな時間スケールの地学現象について研究してきました。リソスフェアのダイナミクスを反映するこれら地殻変動は、それを生み出す駆動力と岩石のレオロジーとの相互作用の産物である、という視点を持って、数値実験の予測量と観測量との比較検討により研究をすすめてきました。これからは、これまでの経験を活かして、地殻変動の観点から大規模噴火の前兆(準備過程)を理解していくことに取り組んでまいります。ここでは、これからの研究に備えて予め行った簡単な数値実験を紹介したいと思います。

火山性地殻変動の数値実験モデル

衛星測地学的観測技術(GPSやInSAR)の発達により、地殻変動のメカニズムを検証する精密な制約条件が与えられるようになってきました。しかし、詳細に捉えられた地殻変動から大規模噴火の前兆(準備過程)を評価するには、その前兆が観測量の中にどのように現れうるのかを理解しなければなりません。その理解に欠かすことができないのが定量的な理論モデル(数値実験モデル)です。それによってのみ、地殻内のマグマの挙動と地表面変動の両者を、ある特定の变形様式を仮定した条件下ではありますが、客観的に結びつけることができ、マグマ溜まりの概要を地殻変動観測から窺い知れるようになります。その数値実験モデルとして、私がこれまでの研究[Yamasaki & Houseman, 2012ab; Yamasaki et al., 2014; Yamasaki & Houseman, 2015]においても使っていた3次元の有限要素モデルを、ここでも使うことにします。

今回の予備的実験に用いたモデルの模式図を図1に示しています。地殻の0.25倍という厚さを持つ弾性層の下に粘弾性層が地殻の2.5倍の深さまでであるという二層モデルです。境界条件は次の通りです:モデル上面は全ての方向のトラクションを0,その他の境界面はスライディング境界条件とし、それぞれの面に直行する方向の変位を0,水平方向のトラクションを0とします。

このようなモデルの領域内において、回転楕円体の形状を仮定したマグマ溜まり(シル)を膨張させ、それに伴う地表面変動の時間変化を記述します。シルの膨張は、Melosh & Raefsky [1981]により開発されたスプリット・ノード法という方法を有限要素コードに組み込んで、導入しています。また、簡単化のため、地殻とマントルは同じ粘性率を持つと仮定します。さらに、重力の効果は無視し、単純にマグマ溜まりの膨張のみに対する粘弾性応答を観察します。

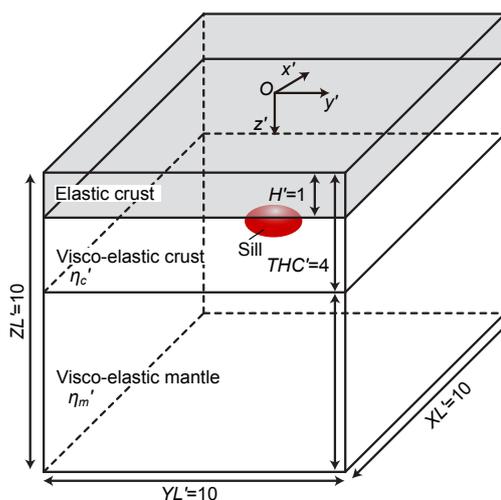


図1 予備的数値実験で用いた3次元有限要素モデルの模式図。変数は全て無次元化されている;長さスケールは基準長さ,変位はシルの厚さ,時間は地殻のマクスウェル緩和時間(η_c/μ ,ここで η_c は地殻の粘性率, μ は剛性率),粘性率は地殻の粘性率でそれぞれ無次元化。

マグマの蓄積に対する地殻・マンツルの粘弾性応答

水平広がり地殻の厚さの0.25倍であるシルが、地殻の厚さの0.25倍の深さに、非常に短い時間スケールで（つまり瞬間的に）成長した場合を考えてみましょう。図2に地表面変動の時間変化の様子を垂直変位（隆起）の等高線で示しています。時間はそれぞれ地殻のマックスウェル緩和時間（粘性率を剛性率で割ったものです）の(a)0倍、(b)1倍、(c)5倍、(d)10倍です。隆起量は膨張したシルの厚さの何%かで示しています。

シルの膨張にともなう初期弾性変位は、シルの中心位置を真っ直ぐ地表面まで伸ばした場所で最大となり、その値はシルの最大厚みの~20%に相当します。また、変位は、シルの形状を素直に反映して、同心円状の空間分布を見せています。

この初期弾性変位は、粘弾性緩和により時間とともに減じられていきます。緩和時間の1倍、5倍、10倍と時間が経過するにつれ、隆起量はそれぞれシルの最大厚みの~16%、~8.5%、~5%となっていきます。

シルが成長する深さを少し変えてみましょう。図3は、地表面の垂直変位のプロファイルの時間変化が、シルの深さにどう依存するのかを示しています。シルの深さは、地殻の厚さの(a)0.125倍、(b)

0.25倍、(c)0.5倍の場合です。シルの膨張にともなう地表面の隆起は、シルが膨張する深さに依存していき、シルが地表面に近いほど、隆起は大きくなります。また、隆起の波長も、シルの深さに依存することも分かります。シルが深い場合ほど、隆起の波長が大きくなります。

粘弾性緩和による隆起の減少の仕方もシルの深さに依存しているようです。シルの深さが、地殻の厚さの(a)0.125倍、(b)0.25倍、(c)0.5倍のそれぞれの場合、地殻の緩和時間の10倍に相当する時間が経った頃までの隆起の減少量は、初期弾性変位の~18%、~75%、~50%となっています。

シルが粘弾性層内に形成される場合（弾性層と粘弾性層の境界に形成される場合も含む）、シルが深いほど粘弾性緩和による隆起の減少量は小さくなりますが、隆起の減少量が最も小さくなるのは、シルの形成が弾性層内で行われた場合です。これは、弾性層が粘性緩和を一切許さないからです。

図3に示された変位プロファイルの時間変化のもう一つの大切な特徴は、粘弾性緩和による隆起量の変化が負（減少）ではなく、正（増加）になる距離範囲があるということです。その距離範囲はシルの深さに依存しており、シルが深いほどより遠方で増加が見られます。

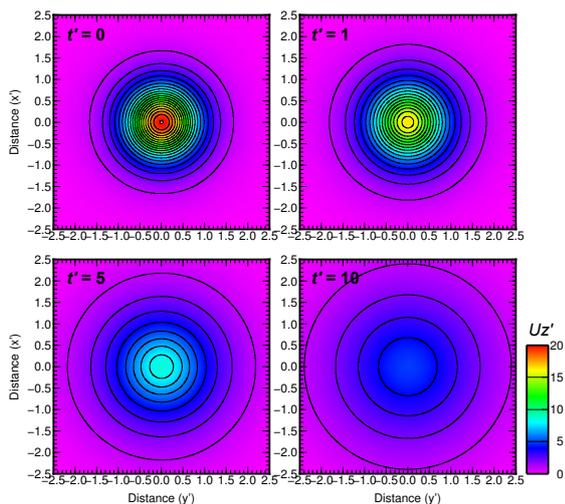


図2 シルの膨張に伴う地表面垂直変位の等高線。水平広がり地殻の厚さの0.25倍のシルが、地殻の0.25倍の深さで膨張した場合で、時間は地殻の緩和時間の(a)0倍、(b)1倍、(c)5倍、(d)10倍。変位はシルの厚さの何%であるかで示している。水平距離は地殻の厚さを4とした場合のスケールに準じている。

マグマの蓄積を地殻変動から捉えられるか？

今回の予備的数値実験は、マグマ溜まりの様子を規定するそれぞれの変数に依存して、地表面変動の振る舞いが有意に異なってくることを明らかにしました。この結果は、有限要素モデルの予測量と衛星測地観測量との比較・検討を通して、マグマ溜まりの様子を捉えていくことが十分に可能であることを我々に教えてくれています。

地殻の中でシルが膨らむと地表面は隆起しますが、シルの膨らみがそのままでも、地表面の隆起は粘弾性緩和により時間とともに消えていってしまいます；マグマ溜まりが出すサインは、時間とともに消失していってしまうのです。しかし、その消え行く過程の中にこそ、我々が最も知りたいマグマ溜まりの様子を捉える絶好の機会があるのかもしれない。

これまでの火山性地殻変動に関する定量的モデルの多くは、マグマ溜まりが非常に活動的になり余

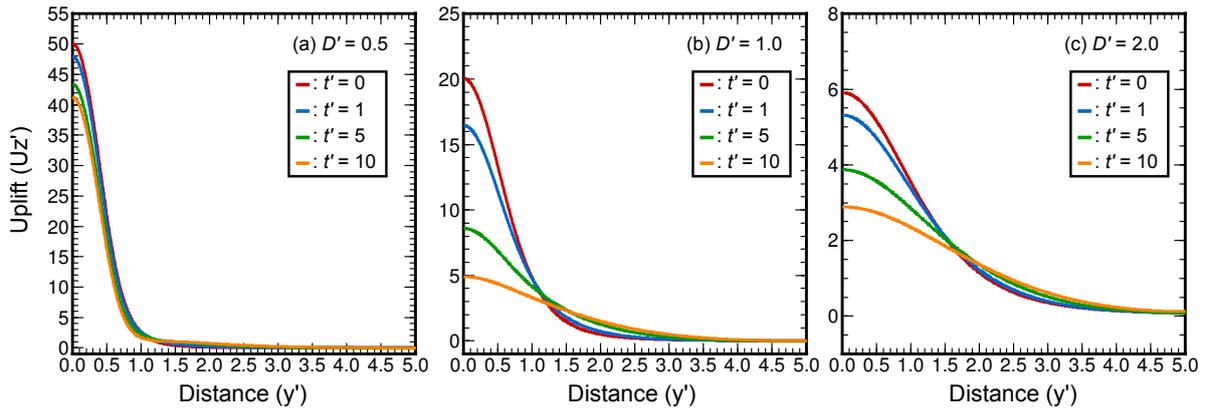


図3 シルの膨張に伴う地表面垂直変位のプロファイル。水平広がり地殻の厚さの0.25倍のシルが、地殻の厚さの (a) 0.125倍、(b) 0.25倍、(c) 0.5倍の深さで膨張した場合で、時間は地殻の緩和時間の (赤) 0倍、(青) 1倍、(緑) 5倍、(橙) 10倍。変位はシルの厚さの何%であるかで示している。水平距離は地殻の厚さを4とした場合のスケールに準じている。

剰圧力が変化した場合の、その変化に対する地表面変動を予測するようなものでした [例えば, Mogi, 1958; Dieterich & Decker, 1975; Dragoni & Magnanensi, 1989; Fialko et al., 2001; Pritchard & Simons, 2002; Del Negro et al., 2009]。つまり、マグマ活動が非常に活発になってからその様子を捉えようとする研究です。しかし、我々が理想とするのは、マグマ活動が活発になる前に地殻の中にマグマが溜まっているか否かを知ることです。すでに溜まっているマグマの存在を知るには、むしろ静穏期の変動ともいえる粘弾性緩和過程に注目し、その振る舞いからマグマ溜まりの時空間スケールの概要を制約することに取り組んでいかねばなりません。

おわりに

マグマ溜まりの様子を地殻変動観測から捉えるには、数値実験モデルにおける変数依存性を詳しく評価し、それぞれの変数の役割を正しく理解する必要があります。今回紹介した検証実験は、あくまでも予備的なものでありますが、そのことに向けた重要な第一歩になるものでした。今後少しずつモデルの設定を複雑にしていかなければならないかもしれませんが、地殻変動を支配する変数を減らすかということも大切になります。火山地質学的研究、火山岩石学的研究、地震学的・電磁気学的構造探査研究の成果を取り入れた数値実験モデルの改良も積極的におこない、火山性地殻変動予測をより尤もらしく

していかなければなりません。このような学際的研究を遂行することにより、マグマの挙動変化を捉えるために必要となる変動観測地点の空間的な広がりについても言及できるようになるかもしれないと期待しています。

引用文献

Del Negro, C., Currenti, G., Scandura, D., 2009, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 172, 299-309.
 Dieterich, J.H., Decker, R.W., 1975, *J. Geophys. Res.*, 80, 4094-4102.
 Dragoni, M., Magnanensi, C., 1989, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 56, 316-328.
 Fialko, Y., Khazan, Y., Simons, M., 2001, *Geophys. J. Int.*, 146, 181-190.
 Melosh, H.J., Raefsky, A., 1981, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 1391-1400.
 Mogi, K., 1958, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 26, 99-134.
 Pritchard, M., Simons, M., 2002, *Nature*, 416, 167-170.
 Yamasaki, T., Houseman, G.A., 2012a, *Geophys. J. Int.*, 190, 769-784.
 Yamasaki, T., Houseman, G.A., 2012b, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 351-352, 105-114.
 Yamasaki, T., Houseman, G.A., 2015, *J. Geodyn.*, in press.
 Yamasaki, T., Wright, T.J., Houseman, G.A., 2014, *J. Geophys. Res.*, 119, 3678-3699.

研究現場紹介

地殻変動データによる西南日本のプレート間固着・スロースリップの推定

落 唯史 (地震地下水研究グループ)

はじめに

本年度4月より地震地下水研究グループに研究員として在籍しております，落唯史です．私は東京大学理学系研究科で博士号を取得した後，2012年5月より産総研特別研究員としてお世話になってきました．学生時代から現在に至るまで，私は数日～数年の時間スケールの地殻変動を研究テーマとしてきました．

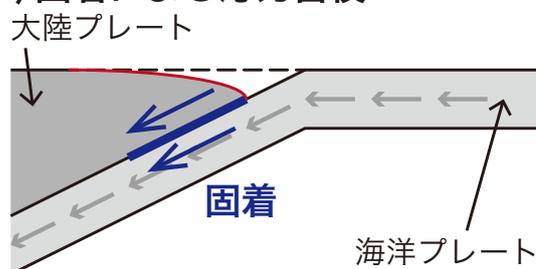
現在の所属である地震地下水研究グループでは，南海トラフの巨大地震の短期・中期予測をめざして，地下水および地殻変動観測およびその解析を実施しています．私はこのグループの目標の中の地殻変動の部分を担当しています．今回は新人研究紹介として，私がこれまで行ってきた研究の中から Ochi and Kato(2013)の内容を中心に，少し内容を追加してご紹介いたします．

研究の背景

地球の表面は複数のプレートと呼ばれる“板”のようなもので構成されており，それぞれのプレートが地球表面をゆっくり移動している，というプレートテクトニクスの考え方は現在広く受け入れられています．日本列島は複数のプレートが接するプレート境界に位置しており，東側からは太平洋プレートが，南側からはフィリピン海プレートが，それぞれ大陸のプレートの下に沈み込んでいます．静々と沈み込めば何事も起こらないのですが，実際にはプレートが沈み込むときには大陸のプレートと固着しつつ沈み込んでゆくため，大陸のプレートには変形（歪）が生じ，応力が蓄積していくことになります（図1a）．ある程度までは耐えますが，限界を超えると大陸のプレートは大きく反発します（図1b）．これがプレート境界で発生する大きな地震です．

ではこの巨大地震を予測するのはどうすればよいでしょうか．様々なアプローチが考えられますが，一つのアプローチは応力の蓄積過程（図1a）を精確に推定し，現状を把握することです．これまでもこのような研究は数多く行われてきており，プレート境界面における固着の状態が明らかになってきました．さらに現在では，プレート境界面では単純な固着が進行しているだけではなく，固着よりも深い部分で図2に示すような様々なすべり現象が発生していることも明らかになっています．私はこの図の中にある「固着」と「長期的スロースリップ（SSE）」の関係に注目しました．

(a) 固着による応力蓄積

100-150年
間隔

(b) 地震による応力解放

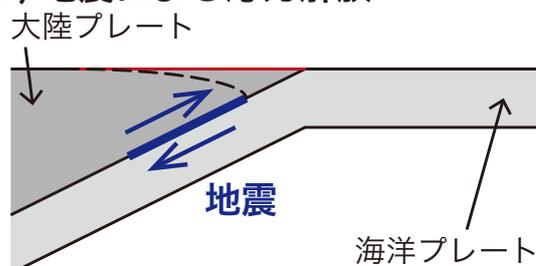


図1 沈み込む海洋プレートと大陸プレートの模式図。(a)が地震間の状態，(b)が地震時の状態を表す。

長期的 SSE に対する新しい見方の提唱

この研究を説明するためには、そもそも長期的 SSE が発見された歴史から説明しなければいけません。日本では 1990 年代中盤以降、GEONET とよばれる 1200 点を超える GNSS 観測網が整備されました。この観測網は国土院によって現在まで運用が続けられ、日本列島の地殻変動を日々の時間スケールで明らかになっています。図 3 の黒線は静岡県藤枝市にある GEONET 観測点の座標の東西・南北成分を示したものです。この点は 2000 年以前には北西方向に移動していつていることがわかります。これは前の節で述べたプレートの沈み込みに伴う固着の影響であると考えられます。しかし 2000 年から 2005 年の間に目を移すと、北西方向への移動が小さくなっていることがわかります。2005 年以降はまた元の状態に戻っているようです。北西方向への変位が小さくなるということは、原因となる固着が弱くなっているということを示します。固着が弱くなるということは、逆にすべりが発生しています。地震と同じことです。ただし、このすべりは地震のように短時間ですべり終わるのではなく、たとえばこの東海地方の場合であれば 5 年間も継続し、ゆっくりと進行したものです。この 5 年間という時間スケールに注目し、主に数か月から数年スケールで進行する現象を長期的 SSE と呼びます。これに対して主に数日程度の継続時間で進行するような SSE もあり、この現象は短期的 SSE と呼ばれます。

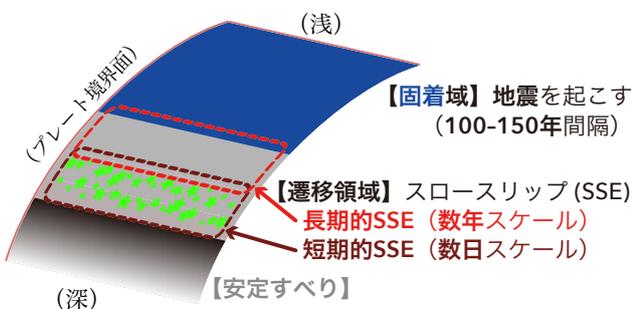


図 2 プレート境界面で発生する様々な現象。

前置きが長くなりましたが、この論文で私は長期的 SSE に対する新しいモデルを提唱しました。このモデルを一言で表現すれば、「固着と長期的 SSE の時間変化を同時推定する」というものです。従来の研究では固着は定常的に進行していると仮定し、その固着からの変化量を長期的 SSE と定義していました。しかし、長期的 SSE が発生しているときに固着が定常的である（時間変化しない）という保証はなく、むしろ長期的 SSE の発生に伴って固着分布も変化する可能性もあります。この固着が変化するか否か、という疑問に答えるのはそれほど難しいことではなく、単純に固着と長期的 SSE の時間変化を同時に推定してしまえば良いのです。ただし、このように推定量を増やすためには精度の良いデータが密に必要になります。GEONET の運用開始から 10 年以上が経過し、安定したデータが得られるようになったことで可能になった解析方法であるといえます。

使用したデータと解析結果

解析には上記した GEONET のデータのほかに、水準測量の観測結果も取り込みました。一般に GNSS の鉛直成分は水平成分と比較して精度が劣りますので、水準データはこの鉛直成分を補う役割があります。東海地方のデータを使って解析した結

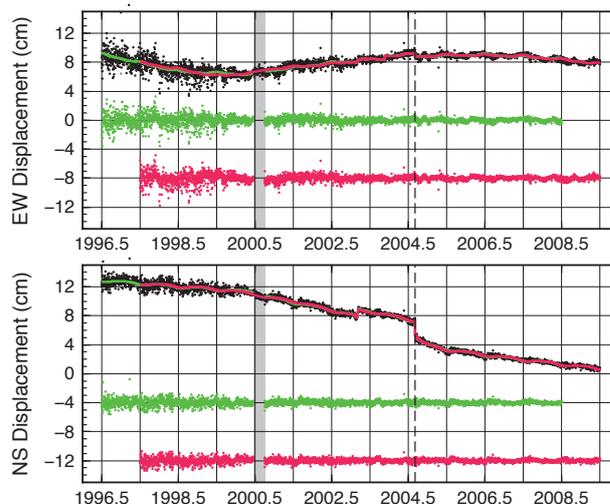


図 3 静岡県藤枝市にある GEONET 観測点の日々の座標値の時系列 (黒)。上が東西成分、下が南北成分。

果を、先行研究の解析結果と合わせて図4(a)と(b)に示します。ここで青色の領域は固着領域、赤色の領域は長期的SSEの発生している領域を表しています。先行研究では固着は定常であるとして推定はしていませんので、図4(b)では青色の点線で等値線を書いています。この2つの図を比較すると、長期的SSEは先行研究と比較して場所が深く、また規模は小さくなるのがわかります。また固着の部分と比較すると、長期的SSEの発生にともなって固着分布もプレートの沈み込み方向に狭くなっているのがわかります。将来の地震に対して固着は規模を大きくする影響を、長期的SSEは規模を小さくする影響をもっているわけですから、この結果は地震の予測に対して修正を要請する可能性を示しています。また固着分布が変わるという結果は、将来の地震の発生する場所の推定にも制約を加えられるということがわかりました。

まとめと展望

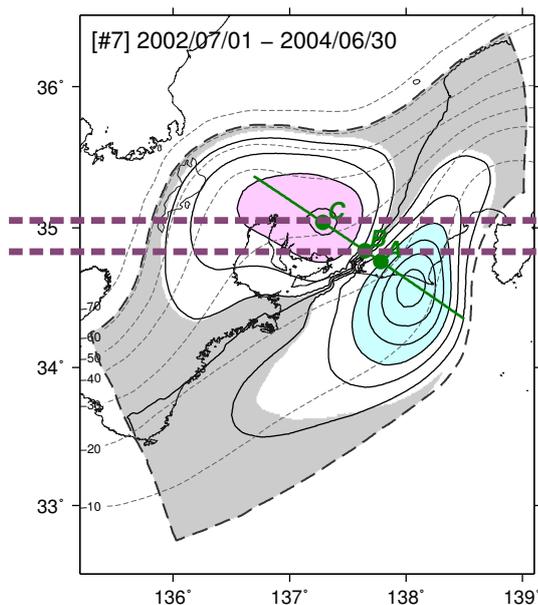
今回詳細にご紹介した論文の研究結果は東海地域に関するものでしたが、東海地方は南海トラフの東側の一部分にすぎません。全体の状況の把握には紀伊半島から四国沖の、東南海・南海地域の解析も

必要になります。特に四国と九州の境界にある豊後水道でも長期的SSEが発生していることがわかっています。この長期的SSEは5年間継続した東海地方の場合と異なり、継続時間は1年程度で6~7年程度で繰り返していることがわかっています。この豊後水道の長期的SSEを本論文で提唱した同時推定のモデルで推定すると、東海地方とは異なり先行研究の結果とほとんど変化しないことがわかってきました。一連の南海トラフの東側（東海地方）と西側（豊後水道）で固着と長期的SSEの関係が異なる可能性があるということです。この違いが何を反映しているのか、東側と西側のどちらのタイプが標準的なのか、あるいはそもそも標準的なタイプなどなく地域によってそれぞれ異なるものなのか、などなど疑問点は尽きません。さまざまな地域や時期の現象を解析することで、このような疑問に迫っていきます。

引用

Ochi T., and Kato T., 2013. Depth extent of the long-term slow slip event in the Tokai district, central Japan: A new insight. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 118, 4847-4860

(a) Ochi & Kato (2013)の結果



(b) 先行研究の結果

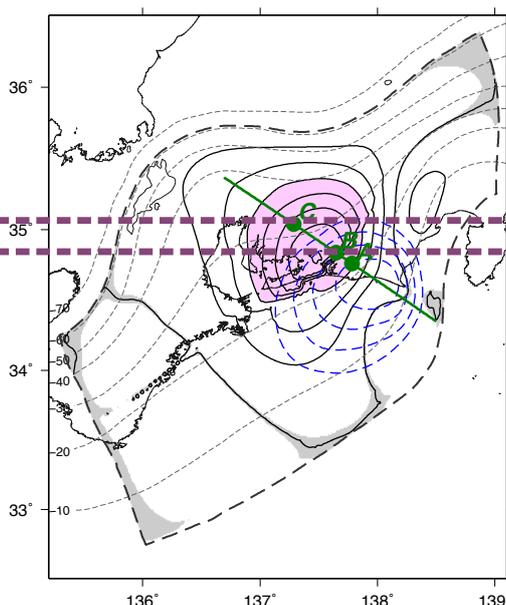


図4 (a)本研究による固着(青)・長期的SSE(赤)の分布。(b)先行研究の見方による長期的SSE(赤)の分布と、定常的な固着領域(青の点線)。

Workshop

ロシア・サハリンでの国際ワークショップ参加報告

石川有三 (地震地下水研究グループ)

サハリンのユジノサハリンで 5/26 日 (火) から 30 日 (土) まで開かれた「Geodynamical Processes and Natural Hazards. Experience of Neftegorsk」というロシア科学アカデミー極東支部の Institute of Marine Geology and Geophysics (海洋地質 & 地球物理研究所) などが主催した国際ワークショップに参加してきました。小生はフライトの関係で 28 日と 29 日だけの参加でした。

このワークショップは、現地時間 1995 年 5 月 28 日 1 時 3 分 (日本時間 5 月 27 日 22 時 03 分) にロシア、サハリン州北部のネフチェゴルスク (ロシア語: Нефтегорск) 付近を震源として発生した M7.5 (Mw7.0) の地震の 20 周年として開かれました。この地震では、死者・行方不明者 1989 人の犠牲者が出ています。日本では平成 7 年サハリン北部地震とも呼ばれています。この地震で最大の被害を出した都市のネフチェゴルスクは壊滅状態となり、住民など約 3200 名のうちおよそ 2/3 が死亡、生存者は約 800 名とされています (嶋本ほか, 1996)。嶋本ほか (1996) によると、この町は新第三系が地表付近まで分布していて悪い地盤では無く、地震動も木造家屋にほとんど被害を与えない程度であったにも関わらず大惨事が起きたのは、1967 年から 1971 年にかけて建てられた粗悪な 17 棟のアパートが完全に倒壊したため、としています。

この地震が起きた 1995 年は、1 月 17 日に兵庫県南部地震 M7.3 がおき、4 月 1 日に新潟県北部の地震 M5.6、5 月 23 日に北海道北竜町の地震 M5.9 と神戸-新潟変動帯から日本海東縁のプレート境界

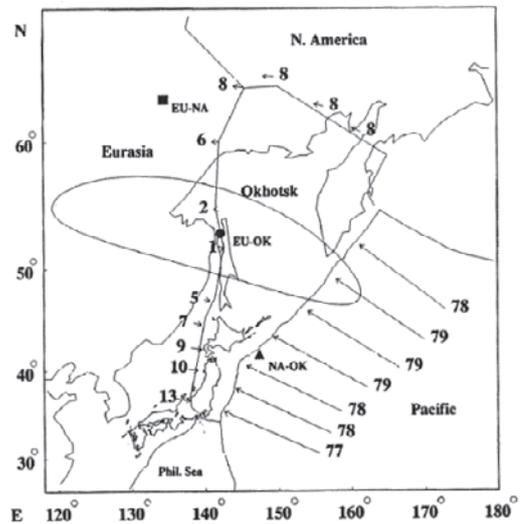


図1 Seno(1996)によるプレートの配置. 数字はオホーツクプレートの対する周りのプレートの相対速度. サハリン北部にある黒丸がユーラシアプレートとオホーツクプレートの相対運動の回転極の位置.

(図1ではユーラシアプレートとオホーツクプレートの境界) にそって北上するように地震が続発しました。ただ、日本海東縁からサハリン南部にかけてはほぼ東西圧縮のプレート収束帯であったので、この地震が起きた直後は東西方向に圧縮軸をもつ逆断層であろうと推定されましたが、実際は東北東-西南西方向の圧縮軸をもつ左横ズレ地震でした。そのため当初この地震は、北米プレート内部の活断層の活動と考えられました。しかし、その後西側のユーラシアプレートと東側のオホーツクプレートとの間の相対運動の回転極がこの地震の震源から非常に近い場所に推定され、両プレート間の地震と結



図2 海洋地質&地球物理研究所の玄関.



図3 発表会場の様子.



図4 ポスター発表会場

論されました（瀬野，1995，Seno et al., 1996）。

国際ワークショップは，初日 26 日だけはサハリ
ン州政府庁舎で英語の同時通訳付きで行われたが，
27 日以降は，海洋地質&地球物理研究所で行われ
ました。この研究所は，ユジノサハリンスク市の北
部に位置し，日本統治時代の旧樺太庁豊原農事試験
場（旧豊北村）を利用したものです。本館建物は外
装こそ一新されていましたが，元のままのよう
でした。ここではロシア人の発表は，ロシア語で行
われ，質疑もロシア語であったため，お手上げで
した。日本からは，主に北海道大学からの参加者
でした。北海道大学の高井伸雄准教授の発表では，
最近起きたネパール地震の被害状況も紹介してい
ました。また，1994 年北海道東方沖地震の後につ
くばの気象研究所に見学に来られた日本語が話せ
る KIM Choon Ung さんにも約 20 年ぶりに会いま
した。

小生は，29 日の午後のセッションで「Try to draw
the volcanic eruptions and earthquake activity in the
same figure along Kuril and Kamchatka」と題する発表
を行いました。その後，北海道大学名誉教授の笠原
稔さんに連れられてユジノサハリンスク地震観測
所を見学させて貰いました。そこには千島列島を含

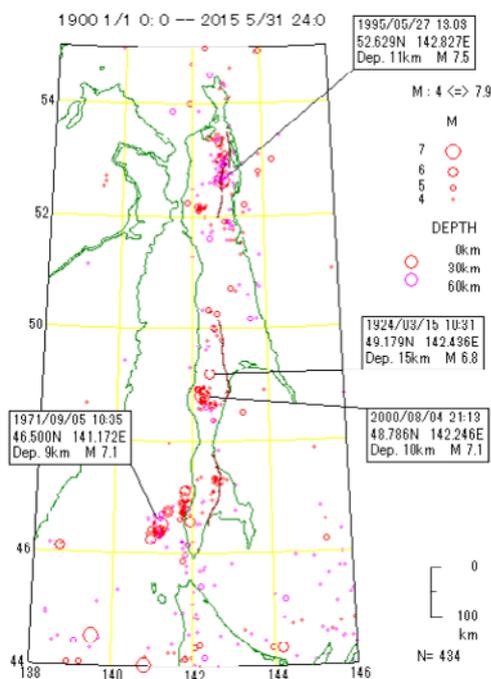


図 5 サハリンと周辺の震源分布と地表活断層（鈴木康
弘，私信）。震源データは，1900～1963 年は国際地震
センター，1964 年以降は米国地質調査所によります。
主な地震のパラメータは図中に示してあります。

む極東海域の津波警報センターもあり，監視室で働
いていた人が女性ばかりだったのには驚きました。
24 時間交代の仕事で夜勤もあり，小生が以前勤め
ていた日本の気象庁ではほとんど男性ばかりでし
たから。そのほか，日本統治時代に中央気象台が開
設した豊原臨時地磁気観測所の位置の調査も行い
ました。これについては，別に報告があります（石
川，2015）。

今回のワークショップ参加に当たり笠原稔さん
と一柳昌義さんにはお世話になりました。感謝いた
します。

参考文献

- 石川有三，2015，サハリンでの地磁気観測履歴，京
都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料
解析センターニュース（投稿中）。
- 瀬野徹三，1995，1995 年 5 月 27 日サハリン北部地
震—そのテクトニックな背景—，地質ニュー
ス，490，56-60。
- Seno, T., 1996, The Neftegorsk earthquake as an interplate
event - from a tectonic viewpoint -, 笠原稔編「平
成 7 年サハリン北部地震とその被害の調査研
究」，平成 7 年度文部省科学研究費突発災害研
究成果報告書，北海道大理学部，259-263。
- Seno, T., T. Sakurai, and S. Stein, 1996, Can the Okhotsk
plate be discriminated from the North American
plate? J. Geophys. Res. 101 11305-11315.
- 嶋本利彦・渡辺満久・鈴木康弘・A.I. コズーリン・
M.I. ストレイツォフ・E. ロゴージン，1996，
1995 年ネフチェゴルスク地震の地震断層と被
害，地質学雑誌，Vol.102, No.10, 894-907.



図 6 ユジノサハリンスク地震観測所の中の津波
監視センターの様子。

海外滞在記 オレゴンから在外研究報告～研究生生活編

東宮昭彦（マグマ活動研究グループ）

はじめに

2014年11月より約1年間の予定で、長期海外派遣制度「国際的な研究拠点化の推進に向けた人材育成」により、米国オレゴン州立大学（OSU）に滞在中です。現地報告をとのことで、これまでに派遣制度、OSUやコーバリス市（キャンパスがある）、研究グループ"VIPER"について書かせていただきました。今回はこちらの研究生生活についてご紹介します。

日本と米国の火山研究

私は主に日本の活火山を対象に火山学的研究をしてきました。日本の火山研究者の多くがそうだと思います。頻繁に噴火が発生し、噴火観測や噴出物分析等をする機会が多いからでしょう。日本（少なくとも産総研地質調査総合センター）の火山研究者にとって、噴火対応は日常的なものと言えます。毎年数百回も爆発的噴火をする桜島は極端な例ですが、ここ数年を振り返っても、箱根山、浅間山、口永良部島、御嶽山、阿蘇中岳、西之島、霧島山新燃岳、など多くの火山が噴火し、その中には社会的に大きな影響を与えた噴火もありました。日本の火山研究者が日本の火山を研究するのは、社会の要請でもあり、また必然的なことでもあったでしょう。

一方、米国はどうでしょうか？米国では、ハワイのキラウエア火山が1983年以来噴火を続けていて、溶岩流がときどき集落等に被害を与えることがあります。しかし、米国本土で火山の噴火が社会的影響を与えることはめったにありません。オレゴンの人に最近の噴火の記憶について聞くと、1980年のセントヘレンズ山大噴火にまで遡らなければならないでしょう。実際、こちらに来て半年間、米国本土で噴火が起きてその対応を迫られた、ということはありませんでした（その間に私は日本の噴火に何

度も対応しましたが）。こうした事情からか、米国の火山研究者は米国以外のフィールドを対象にするケースが多いようです。たとえば、私の受入教官のShanaka de Silva教授の下の大学院生・ポストクの研究対象は、トバ・カルデラ（インドネシア）、雲仙（日本）、長白山/白頭山（中国/北朝鮮）、プーナ高原（アルゼンチン）、といった具合です。米国の学会（米国地球物理学連合）の発表などを聞いていると、これはオレゴン州立大学に限らず米国一般にいえる傾向のように思います。

研究対象だけでなく、研究のアプローチも日米で違いがありそうです。私の専門である火山岩岩石学の場合ですが、日本の研究は精緻で手が込んでいるのに対し、米国のものは粗っぽいビッグピクチャーを描こうとする傾向が多い印象があります。これは国民性の違いが大きいのだと思います。

研究生生活

こちらの研究生生活は比較的平穩で、予算さえ潤沢ならば研究に集中できる良い環境だと思います。一方で、予算が無いとほとんど何もできません。共同利用の分析装置（電子線マイクロアナライザーなど；写真1）は高額の利用料金が必要です。高額な

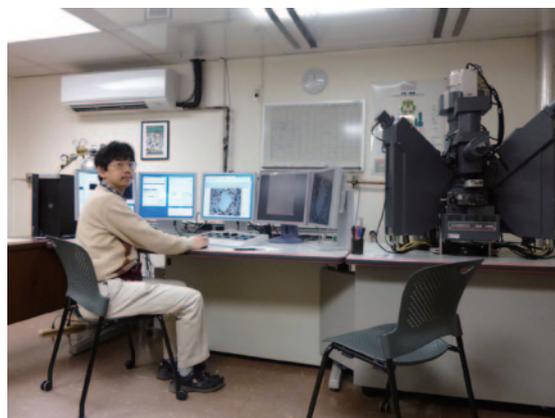


写真1 OSUの共同利用の電子線マイクロアナライザーで分析中の筆者。

代わりに、装置のメンテナンスや分析の下準備のためのスタッフ・補助体制が充実しており、短時間で効率的にデータを得ることができます。これは、産総研地質調査総合センターの共同利用施設の運営とは対照的なやり方で、一長一短あるかと思いますが、これが米国流の考え方かと思いました。

ところで、火山関係研究グループ VIPER (Volcanology, Igneous Petrology and Economic geology Research group) の春学期 (4~6月) のセミナーが "マグマプロセスの時間スケール" だということは前回ご報告しました。そのうちの1回、6月3日に私の研究発表の時間をいただくことができました (写真2)。霧島山新燃岳 2011年噴火の前にマグマ溜まりで何が起きてどのように噴火に至ったのかを、噴出物中の磁鉄鉱 (という鉱物) などの化学組成分析によって、時間スケールを含めて明らかにした研究 (Tomiyama et al., 2013) の紹介です。合わせて、産総研や地質調査総合センターの紹介、私のこれまでの研究の簡単な紹介もさせていただきました。詳細な岩石学的解析とともに、噴火時の観測データ (地殻変動など) と組み合わせて議論した点がなかなか好評だったようで、日本の火山学のお家芸 (?) の一端を紹介できて良かったと思いました。

参考文献

- Tomiyama, A., I. Miyagi, G. Saito, and N. Geshi, 2013. Short time scales of magma-mixing processes prior to the 2011 eruption of Shinmoedake volcano, Kirishima volcanic group, Japan. *Bulletin of Volcanology*, 75:750. doi:10.1007/s00445-013-0750-1



写真2 VIPER セミナーでの発表の様子。

受賞報告

石田瑞穂客員研究員が2015年度日本地球惑星科学連合
フェローを受賞

活断層・火山研究部門の石田瑞穂客員研究員が、2015年度日本地球惑星科学連合フェローを受賞しました。同フェロー制度は、地球惑星科学において顕著な功績を挙げた方を高く評価し、名誉あるフェローとして処遇することを目的として設置されたものです。2015年3月に行われた日本地球惑星科学連合理事会で承認され、同連合の2015年大会が開催されている幕張メッセ国際会議場で5月27日に授賞式が行われました。

石田氏は、3枚のプレートが複雑に沈み込む関東～東海地域において、地震の震源分布・メカニズム解・地震波速度構造を詳細に分析してフィリピン海プレートのモデルを構築し、1980年後半～1990年台の一連の論文で発表しました。このプレートモデルは、この地域のテクトニクスを理解するスタンダードモデルとなり、広く理学・工学の分野で活用されました。また、石田氏は、広帯域地震観測網の整備にも貢献しました。石田氏の尽力により、日本の広帯域地震観測点は飛躍的に増大しただけでなく、世界中の研究者が利用しやすいフォーマットでデータを公開したことで、グローバルな地震研究の活性化につながっています。以上のことが高く評価されて今回の受賞となりました。

受賞者のコメント

この度、日本地球惑星科学連合からフェローという名称を頂き、とても戸惑っています。私自身は研究者仲間に支えられて、何とか役割を果たしてきました。まだ関東地域と東海地域とで地震観測が別々の機関で成されていた頃、関東・東海地域は一つのテクトニクス場として観測されるべきとし、微小地震観測網構築の第一歩がスタートしたのは、1977年頃です。その後は、当初の目的である関東・東海地域のプレートモデルの構築のための研究を、次に災害軽減を目指し、大地震の発生メカニズムを即時解析し発信するため、広帯域地震観測網の全国整備とデータのオープン化を進めました。1995年兵庫県南部地震後全てが一変し、観測網整備は加速されました。私の成果は、常にグループとして従事してきたことに基づいています。改めて、仲間の研究者に感謝致します。

2015年度地球惑星科学連合フェローのリスト
(<http://www.jpogu.org/jpogu-fellowship/2015/2015fellow.html>)

受賞報告 2014 年度日本地震学会論文賞を受賞



活断層・火山研究部門今西和俊グループ長，武田直人テクニカルスタッフ，桑原保人部門長が，2014 年度日本地震学会論文賞を受賞しました。同賞は雑誌「地震」あるいは「Earth, Planets and Space」に掲載された論文の中から優れた論文に贈られるものです。日本地球惑星科学連合 2015 年大会での日本地震学会定時社員総会に合わせて授賞式が行われ，加藤照之会長より賞状とメダルが授与されました。

今西グループ長らの受賞対象は「2011 年東北地方太平洋沖地震の発生後に活発化した霞ヶ浦南端直下の正断層型地震活動」（地震第 2 輯，第 66 巻，3 号，47-66，2013）です。2011 年東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）後に霞ヶ浦南端付近で活発化した地震活動が，東北沖地震前から地殻内に局在していた正断層応力場に起因することを明らかにしたものであり，巨大地震による誘発地震の発生メカ

ニズムを理解する上で重要な結果である（日本地震学会 HP より）ことが高く評価されました。

受賞者のコメント

この度は学会誌『地震』に掲載された論文が 2014 年度地震学会論文賞に選ばれ，大変光栄です。2011 年東北地方太平洋沖地震の発生後，日本列島ではこれまでとは異なるタイプの地震が発生するようになり，その発生メカニズムについて興味を持ちました。受賞対象となった霞ヶ浦南端直下の地震活動もその一連の研究の一つです。どちらかと言うと地味な研究と思っておりましたが，このような評価をいただき，うれしい限りです。今回の受賞を励みにして，今後も地震研究に少しでも貢献していけるよう日々努力してまいります。



授賞式に於いて（左から桑原，加藤地震学会会長，今西，武田）。



受賞報告 伊藤順一副部門長他が 2015 年度日本火山学会論文賞を受賞

活断層・火山研究部門伊藤順一副部門長，星住英夫研究主幹，川邊禎久主任研究員が 2015 年度日本火山学会論文賞を受賞しました。同賞は雑誌「火山」あるいは「Earth, Planets and Space」に掲載された論文中，火山学に関する独創的で特に優れた論文の著者に贈られるもので，受賞年の前 3 年間に出版された論文が対象となります。日本地球惑星科学連合 2015 年大会での日本火山学会総会（5 月 26 日）で承認され，その後に行われた授賞式で，井口正人会長より賞状が授与されました。

受賞対象論文は伊藤順一・星住英夫・川邊禎久「最近 5000 年間の九重火山における水蒸気噴火の発生履歴」（火山 59 巻，241-254 頁，2014 年）です。この論文は，火口付近にしか痕跡が残りにくい水蒸気噴火について，長年にわたる調査の継続と丹念な年代測定により活動履歴を明らかにした研究論文であり，水蒸気噴火履歴研究のスタンダードとなり得る論文として火山学上の意義を高く評価されました。

受賞者のコメント

論文賞を頂いたのは，九重火山の 1997 年噴火を契機として過去の噴火履歴調査を行った研究成果をまとめたものです。これは，自分自身がそれまで興味を持っていたものとは研究テーマが若干異なっていましたが，調査を進めるにつれ，火山に対する見方や研究志向がかなり変わっていき，九重山以降の研究にも繋がりました。このような研究の幅を広げる好機を与えて頂き，またご指導・ご支援を下さった皆様方に心より感謝申し上げます。今回論文賞を頂いたことを励みとして，研究所の職員としてこれからも頑張っていきたいと思っています。



日本火山学会各賞歴代受賞者のリスト (<http://www.kazan-g.sakura.ne.jp/J/doc/jyushoulist.html>)

お知らせ 平成 27 年度地震・津波・火山に関する自治体職員用研修プログラム

地震・津波・火山についての研究成果を実際の防災に活かすためには、自治体の防災担当者と研究者との連携が不可欠です。このため、活断層・火山研究部門は、地質調査総合センターのプログラムの一環として、地質情報研究部門や地質情報基盤センター（地質標本館）の協力も得て、平成 21 年度（2009 年度）から自治体の防災担当の職員を受け入れて研修を行っています。今年度は、下記の日程・プログラムで実施します。申し込みは 6 月 12 日で締め切りました。今年の参加者は 7 つの県から 9 名の予定です。過去の参加者数については下記をご覧ください。

記

日時：平成 27 年 7 月 13 日(月)13 時～15 日(水)17 時

なお、オプションとして 7 月 16 日に野外巡検

場所：産業技術総合研究所つくば中央第 7 事業所・他

プログラム

2015年度地震・津波・火山に関する自治体職員用研修プログラム							
	日付	9時半～10時半	10時45分～11時45分	13-14時	14時15分～15時15分	15時半～16時半	16時45分～17時45分
初日	7/13 月			受講者到着	日本列島の地質と地震・火山	海岸の地形や地質の発達史	歴史資料をよみ解いてわかる過去の地震と津波
2日目	7/14 火	地下構造調査について	地震の揺れについて	2014年御嶽山噴火について	日本の火山データベースの解説と使い方	自治体による地震・火山防災の取組の紹介(*1)	自治体による地震・火山防災の取組の紹介(*1)
3日目	7/15 水	活断層データベースの解説と使い方	地質標本館見学(地質標本館)	地質図の利活用	地震に関連する地下水観測データベースの解説と使い方	本研修に関する感想・意見交換	
4日目(オプション)	7/16 木	巡検：房総半島の海岸段丘と関東地震(予定)					
*1: 研修参加者による発表です。							

参考：過去の参加状況

年度	21	22	23	24	25	26
参加者	1	1	3	6	7	14
参加都道府県	1	1	3	5	6	8

外部委員会等 活動報告 (2015年4月～5月)

2015年4月3日

地震調査研究推進本部地震調査委員会第213回長期評価部会 (吉岡出席 / 東京)

2015年4月9日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

3月の地震活動の評価、関東地域の活断層評価など。

2015年4月27日

地震防災対策強化地域判定会 (小泉出席 / 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、東海地震発生可能性について協議した。

2015年5月8日

第5回千葉県地震被害想定調査検討会議 (宍倉出席 / 千葉県自治会館)

- (1) 地震被害想定調査の進捗状況について
- (2) 平成27年度の被害想定調査の計画について
- (3) その他

2015年5月14日

地震調査委員会 (岡村出席 / 文科省)

4月の地震活動の評価

2015年5月18日

地震防災対策強化地域判定会 (小泉出席 / 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、東海地震発生可能性について協議した。

2015年5月20日

地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会第46回海溝型地震分科会 (第二期) (宍倉出席 / 文科省)

議題: (1) 千島海溝・日本海溝の地震活動の長期評価について, (2) その他

2015年5月22日

第207回地震予知連絡会 (宍倉, 小泉, 松本出席 / 国土地理院関東地方測量部)

2015年2～2015年4月の地震活動や地殻変動等の観測結果, 重点検討課題「予測の根拠となるモニタリングデータと処理方法」

2015年5月26日

強震動評価部会 (栗田出席 / 東京)

第144回部会に出席して, 今後の強震動評価のあり方, その他について審議した。

2015年5月30日

火山噴火拡大幹事会 (篠原, 下司, 伊藤出席 / 気象庁, 鹿児島地方気象台)

口永良部島火山活動評価

IEVG ニュースレター Vol.2 No.2 (通巻8号)

2015年6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>