

キッチン地球科学者のための物性測定：簡易落球法と画像解析を用いたレオロジー測定

Fluid property measurement for Kitchen Earth Scientists: rheological measurements using DIY falling-ball viscometer combined with image analysis

*熊谷 一郎¹、市村 典敬¹

*Ichiro Kumagai¹, Noritaka Ichimura¹

1. 明星大学理工学部

1. School of Science and Engineering, Meisei University

We propose a simple rheological measurement using a DIY (Do It Yourself) falling-ball viscometer coupled with image analysis. The simple viscometer consists of a transparent plexiglass cylinder, a rubber plug, and a commercial video camera that we can easily buy on the internet. The rheological properties of not only Newtonian fluid but also Non-Newtonian fluid are obtained in this rheometer. An image sequence of the falling ball in a fluid was captured by the video camera, and the spatio-temporal image was created by a free software, ImageJ. The obtained image could provide the information of rheological properties such as shear rate dependent viscosity, elastic property, and yields stress. In this presentation, we will show some examples: sugar syrup as Newtonian fluid; a mixture of gel beads and water as Non-Newtonian fluid.

We will also demonstrate the flow behavior of a buoyant fluid, whose viscosity is unknown, in a viscous fluid. The apparent viscosity of the buoyant fluid is estimated through the image analysis of its flow motion. Our homemade viscosity measurement using a falling-ball viscometer will provide fruitful information of the rheological properties of the fluid and be useful for the Kitchen Earth Scientists.

キーワード：レオロジー、落球法、実験

Keywords: Rheology, falling-ball viscometer, experiment

実習・実演のための寒天ゲルを用いた室内地震探査実験

Laboratory Seismic Exploration Experiment for Education and Demonstration

*桑野 修¹、仲西 理子¹、山下 幹也¹、柳澤 孝寿¹

*Osamu Kuwano¹, Ayako Nakanishi¹, Mikiya Yamashita¹, Takatoshi Yanagisawa¹

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球物理学の中でも大気海洋物理や火山分野に比べて、地震学で扱う現象は視認しにくく、断層破壊や波動伝播に関する動的な実験教材は非常に少ない。地震の源たる断層も、中学高校の教科書では静的なイメージで語られがちである。そこで我々は寒天を利用して地震波伝播を実際に見て触って実感できる室内地震探査実験装置を開発した(桑野, 2015, 東レ理科教育賞受賞作品集)。本実験装置では模擬地殻物質としてアガロースゲル(寒天の成分)を用いる。アガロースゲルは透明なので、光弾性の性質を利用することで歪みを可視化できる。濃度約1wt%のアガロースゲルのS波速度はおよそ4-5m/sなので、波動伝播の様子を肉眼で観察することができる。ゲルの濃度によって弾性波速度が変わるので、任意の速度構造をデザインすることもできる。例えば水平2層構造で実験をすると、屈折波の波面を観察することができる。高速度カメラで撮影した画像の任意の点の輝度の時間変化を書き出せば波形が得られる。すなわち画像上の任意の点に仮想的な地震計を設置できる。この波形データは実際の地震波データと同様に解析できる。従来の地震探査実験は屋外の広い場所と多くの機器類が必要であるし、実験(実習)中にハンマーで起こした地震波を見ることはできないが、この室内模型実験を利用した実習は手軽だけでなく、地震波が伝わる様子をその場で一目で容易に把握する事が可能になる。この装置を用いた新たな室内地震探査実験によって地殻を伝わる波と地殻の構造の関係を理解しやすくなる事が期待される。開発した実験方法による実習授業を高校生や大学生を対象に実施した。その教育的効果についても報告する。

キーワード：アナログ実験、ハイドロゲル、地震探査、画像解析

Keywords: Analog experiment, Hydrogel, Seismic exploration, Image analysis

アウトリーチ活動のための水あめ噴火噴火実験

Introduction of a laboratory syrup eruption experiment for outreach activity

*菅野 洋¹、市原 美恵¹

*Yo Kanno¹, Mie Ichihara¹

1. 東京大学地震研究所

1. The Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

我々は2014年から、既存のアウトリーチ用室内噴火模擬実験(竹内, 2006)を参考にして水あめ噴火実験を行い、地震研究所一般公開を中心に実演を行いながら、改良を重ねてきた。火山研究分野におけるアナログ実験では、噴火の素過程を取り出して実験することが多いが、本実験では火山噴火のダイナミクスにおいて想定されるような個々のメカニズムを集積した実験系になっている。身近な材料でできる実験と、その観察・測定を同時に行うことで、一般の方々にも噴火のダイナミクスをイメージしてもらい、また観測の重要性なども示唆できる実験となっている。

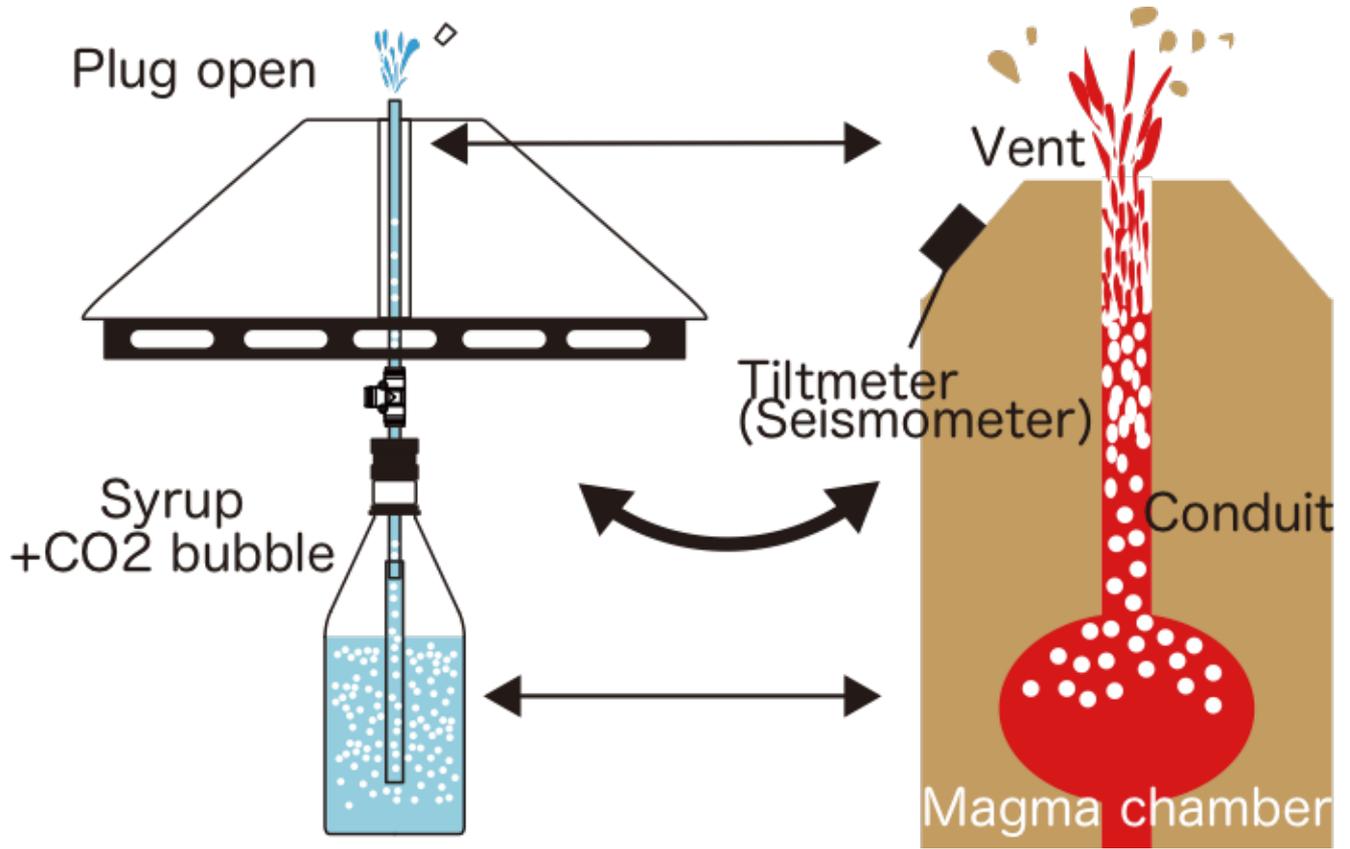
実験流体には、水あめとクエン酸、重曹を用いる。水あめを2つにわけておき、一方にはクエン酸を、一方には重曹を混ぜ込む。この二つの流体を、ペットボトルの中で混ぜ合わせることで、化学反応により発泡が開始する。ペットボトルのふたには、空気漏れを防ぐため、独自に設計したアダプタを用いて、チューブを接続しており、チューブの上端にはゴム栓でふたをしておく。発泡によって容器内の内圧が上がると、チューブ上端のゴム栓を吹き飛ばして、勢いよく噴出が始まる。これらの実験を、圧力計とマイク、ウェブカメラを使って、疑似的に多項目観測を行い、実演と同時にリアルタイムでディスプレイに生中継し、実験終了後もデータをすぐに見直せるようなシステムを構築した。

実験では開栓後、勢いよく水あめがチューブから吹き出し、その後間欠的にチューブから水あめを吹き上げるように噴出を繰り返す。圧力が下がっていくと、水あめを吹き上げる力がなくなり、水あめはチューブからの溢流的へと遷移する。圧力計に置いては、開栓にかけてゆっくりと圧力が上昇し、開栓と同時に急激に圧力が下がる波形が計測され、噴火前後の山体の傾斜変動を彷彿とさせる。また、マイクには吹き上げるような噴出と同時に波形が記録され、水あめ噴出活動の激しさを記録している。

今後も今回開発した水あめ噴火模擬実験システムを使ってアウトリーチ活動を展開し、観測の大切さ、防災の意識、そしてなにより、火山噴火ダイナミクスのおもしろさを広く伝えていきたい。

キーワード：火山噴火ダイナミクス、アウトリーチ活動、防災、室内アナログ実験、水あめ

Keywords: Dynamics of volcanic eruptios, Outreach activity, Disaster prevention, laboratory analogue experiment, starch syrup



科学技術を用いた防災教育の効果に関する検討

A Study on the Effect of Education for Disaster Prevention using Science and Technology

*宮鍋 慶介¹、熊谷 裕太²、新谷 直己³、佐々木 隼相⁴、長谷川 翔²、久利 美和⁵

*Keisuke Miyanabe¹, Yuta Kumagai², Naoki Araya³, Shunsuke Sasaki⁴, Sho Hasegawa², Miwa Kuri⁵

1. 東北大学大学院情報科学研究科、2. 東北大学大学院工学研究科、3. 東北大学大学院理学研究科、4. 東北大学大学院文学研究科、5. 東北大学災害科学国際研究所

1. Graduate School of Information Science, Tohoku University, 2. Graduate School of Engineering, Tohoku University, 3. Graduate School of Science, Tohoku University, 4. Graduate School of Arts and Letters, Tohoku University, 5. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

2011年に発生した東日本大震災は私たちに大きな影響を与え、防災に対する意識や知識の改善・向上に向けたリテラシーの基盤づくりは安全・安心な社会を実現する上で最も重要な課題の一つとなった。そこで本研究では東北大学のグローバル安全学トップリーダー育成プログラムの一環として、防災に対する意識向上のための教育活動を行った。ここでは、複数の専門分野から多面的に防災に関して考察することで、より広い視野と知識を習得可能な防災教育を実施した。

本研究では異なる専門分野を持ったメンバーで異なったスタイルの防災教育を行い、それぞれの活動で得られた成果に関して報告する。2016年度は、次の4つの活動を行った：（1）古川黎明高校課題研究計画相談会、（2）サイエンスデイ「G-Safetyミニ講義:東北大学院生に学ぶグローバル安全学!」、（3）須崎工業高校出前講義・実習講義、（4）リーディングプログラム高知県立大学・東北大学合同企画。課題研究相談会では高校生と一緒に研究の方針や進め方について検討を行った。生徒の持つ知識と院生の専門性を合わせたディスカッションを行うことで広い視野をもって研究を進めることが出来た。サイエンスデイでは、文理それぞれの講座を開講し、子供から大人までを対象に実験装置に実際に触れてもらうことで科学技術がどう防災に活かされているかを解説した。また、参加者との質疑応答も実施し、一般の方に向けた災害時の行動などについても議論を行った。高知県立須崎工業高校の出前講義では、高校生に向けて災害に対する意識向上のため、災害時の情報発信の現状と課題について講義した。ここでは実際にスマートフォンを用いた実習を行うことで、身近に触れているものを通して、災害に対する意識の向上に貢献した。高知県立大学・東北大学合同企画では、リーディングプログラムに所属する災害看護の学生と意見交換を通して、医療の視点から見た災害対応について理解を深めた。工学と災害看護学のそれぞれの観点から意見をぶつけることで異分野交流を図った。

いずれの活動でも、科学技術が防災に役立つこと、さらにその科学技術を適切に使うことが大切であるということを実際に感じてもらうことが出来た。また、出前講義のアンケートでは、今後起こることが予想されている南海トラフ地震に対する意識が高まったという意見が寄せられた。本研究での活動を通して、受講者が過去の災害事例についての理解を深め、また、今後起こりうる災害への対処法を考える機会となったため、防災意識の向上に貢献したと考えられる。

キーワード：防災教育、科学技術

Keywords: Education for Disaster Prevention, Science and Technology

赤色立体地図模型を使用したアナログモデル実験

The analog experiments on the 3D RRIM model

*千葉 達朗¹、岸本 博志¹、吉本 充宏²

*Tatsuro Chiba¹, Kishimoto Hiroshi¹, Mitsuhiro Yoshimoto²

1. アジア航測株式会社、2. 山梨県富士山科学研究所

1. Asia Air Survey Co., Ltd., 2. Mount Fuji Research Institute

1.はじめに

赤色立体地図（千葉ほか2006など）は、航空レーザ計測によって取得された、富士山の青木ヶ原溶岩流の表面の微地形を可視化するために開発された方法である。1枚で、微地形と大地形を同時に、かつ立体的に表現できることから、様々な場面での利用が進んできた（千葉、2011）。

2.赤色立体3D模型

従来、地形模型の表面の着色は、上空から撮影した写真に基づく、植生被覆があるものを再現することが多かった。しかし、航空レーザ計測による、樹木の影響を排除した地形データの利用の場合は、厳密には不適切である。そこで、地形模型の表面に赤色立体地図を立体的に印刷する試みが行われてきた。赤色立体地図の微地形表現と、模型による立体表現の相乗効果で、非常にわかりやすい地形模型となる。この手法の開発以降、約10年が経過したが、これまでに、伊豆大島、有珠山、御嶽山、磐梯山、岩手山、吾妻山、安達太良山、三宅島、桜島、富士山で作成を行ってきた。

3.アナログモデル実験

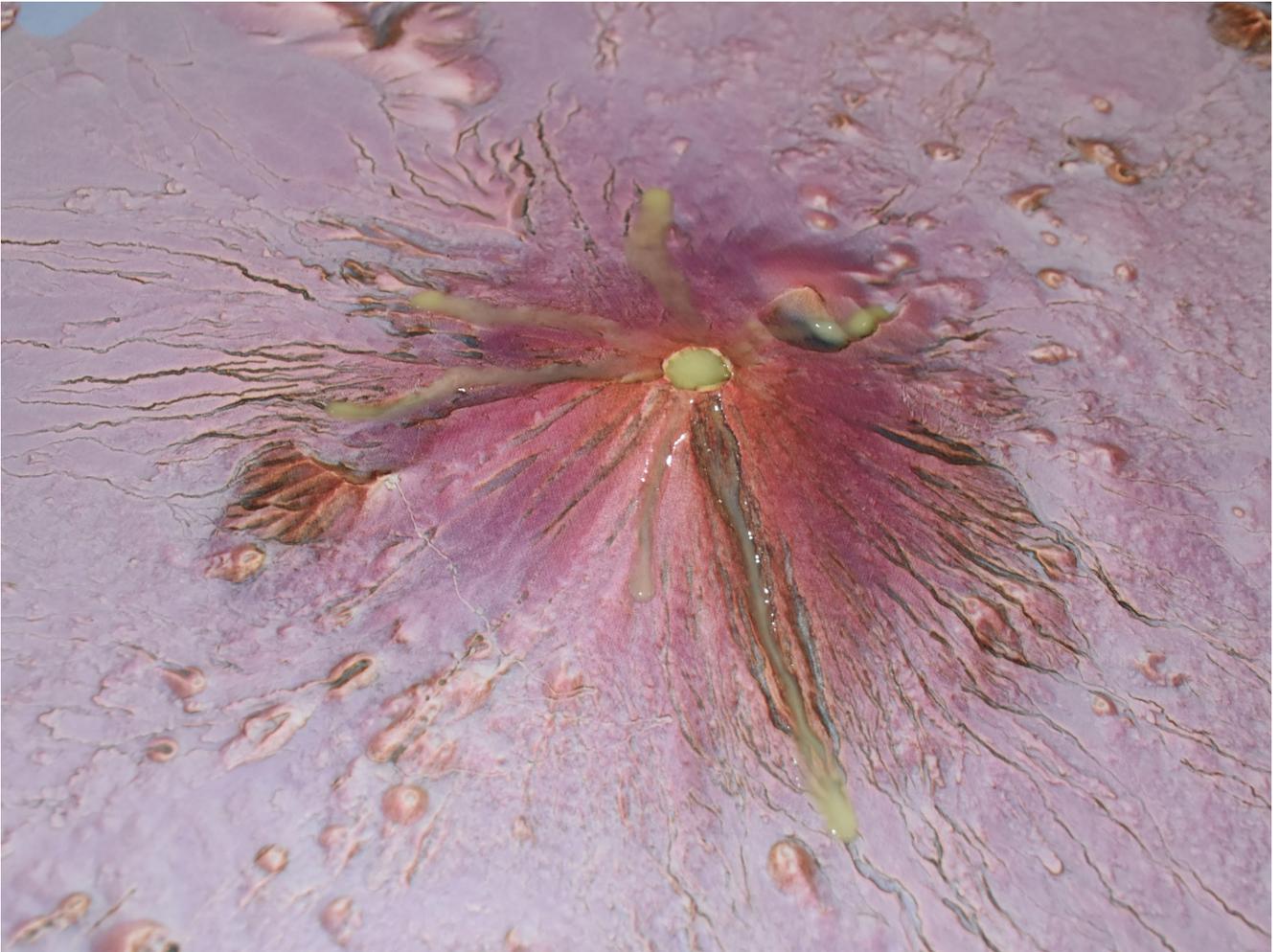
この地形模型は、耐水性や耐熱性に優れているため、その上に液体を流してアナログモデル実験を行うことが可能である。土石流や溶岩流はリンスインシャンプーの水割りでも再現し、水の割合を変えることで粘性を容易に調整することができる。また、山体復元や崩壊は湿った砂でも再現が可能で、様々な防災計画の検討や防災教育・アウトリーチの活動に利用されてきた。しかしながら、実験のたびに微妙に結果が異なり、定量的な評価には課題があった。

4.タイムラプス記録

そこで、模型実験の際に、三脚を使用した1眼レフでのタイムラプス撮影を行い、記録をとることを試みた。使用した模型は、富士山科学研究所の入り口に設置した、縮尺5万分の1の富士山模型である。タイムラプス撮影は1秒に1枚のペースで行い、再生の際には1秒に30枚で再生した。30倍の高速度撮影とすることができる。定量的な評価の手法を検討したので、動画とあわせて紹介したい。

キーワード：アナログモデル実験、地形模型、赤色立体地図、防災教育

Keywords: Analog, terrain model, red relief image map, disaster prevention



Review on rheology of complex fluids usable in kitchen earth science

*栗田 敬¹

*Kei Kurita¹

1. 東京大学地震研究所

1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Some kinds of fluid, which are known as complex fluids in the field of soft matter physics exhibit peculiar behavior in many occasions. Because of this unexpected behavior these fluids have been widely used as an effective demonstration evangelist to represent fascinating nature of science. In spite of high popularity nature of this peculiar behavior has not been well understood and it is still hot subject under investigation. Overall rheology is tightly coupled with the internal structure, which evolves with time and deformation. This makes the fluid complex.

In this presentation we review the rheology of various types of complex fluids, which can be used in demonstration experiments of kitchen earth science. We selected target fluids under the criteria below,

1. Safety. Safe to throw into a waste box after the experiment without any special treatment. This is an important must in kitchen earth science. Hopefully not into a waste box but into our stomach is desirable.
2. Easy to prepare without any sophisticated device. This makes the experiments open to everybody.
3. Low cost. Although this is not chicken science but kitchen earth science, low cost is essential to start up experiments immediately.

The fluids we focus here are KELZAN, sodium arginate, thermogel, methyl cellulose, LUDOX and various kinds of yogurt. Some of these are used as a thickener in food additives. We will summarize rheological characteristics which significantly control the peculiar behaviors. Among rheological parameters yield stress plays most important role in bifurcation of solid and liquid behavior. In complex fluids yield stress is not uniquely defined but exhibits multivalued nature. This means the value depends on various environmental parameters. Coupled with the existence of yield stress negative dependence of flow stress with strain rate enhances local instability. Furthermore ageing is another important parameter. In the presentation we present various examples of curious behaviors coupled with the rheology.

キーワード：複雑流体、レオロジー

Keywords: complex fluid, rheology