

地圏環境の物質・システムの理解と有効利用

教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya



Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere

We focus on physical and chemical properties of geomaterials (rocks/soils/geofluids), water-rock (soil) interaction, mass-transport in surface and crustal environments. For seeking the frontier of geothermal energy, we started to research on the deeper part of the geothermal area, "beyond brittle" region ($T > \sim 350^{\circ}\text{C}$). For this purpose, we carried out various experiments on thermoluminescence of minerals from the geothermal area, on hydrothermally derived fracturing, spectroscopic studies on geofluids in supercritical states, and silica-water interaction. We investigated transport and deposition of rare metals and heavy metals in the rivers around the volcanic and mining area in the Tohoku district. We also carried out the geochemical characterization of the historical Tsunami sediments (Jogan earthquake) for determining the Tsunami immersion area.

主な研究テーマ

- ・地熱地帯深部の物理・化学的システム
- ・超臨界地殻流体のキャラクタリゼーション
- ・岩石-水相互作用による岩石破壊・化学反応
- ・岩石亀裂における流体移動
- ・表層における元素の移動・拡散・濃集プロセス
- ・ジオリアクターのための反応プロセス設計
- ・津波堆積物の判別とリスク評価

地殻エネルギー・フロンティアに関する基礎研究 "Beyond Brittle"

既存の地熱貯留層よりも深部かつ高温 ($>350^{\circ}\text{C}$) の領域では、岩石は延性変形して、流体は超臨界状態で存在する。私たちはこのような領域を "Beyond Brittle" (脆性の向こう側) とよび、次世代の地熱フロンティアとして研究を進めている (Fig. 1)。本年度は、詳細な地質調査と地震波速度構造などにより東北地方の有望な深部地熱資源の評価を進めた。また、人工的に放射線を照射した鉱物 (石英や長石) の熱発光強度を測定することで、熱水活動の影響を評価する方法の開発を進めている。さらに、地殻岩石の延性領域において亀裂を発生させるため、これまで進めてきた熱水誘起割れ (岩石に温度差のある熱水を接触させることで引き起こす破壊) の現象解明にむけて新たな実験とモデリングを進めた (Fig. 2)。特に、急減圧による水の沸騰により、接触した岩石に亀裂が発生することを明らかにし、熱応力解析を進めている。さらに、葛根地熱地帯におけるシリカ-水相互作用を詳細に検討し、水の臨界点近傍の条件下でシリカが選択的に析出し、水理学的システムをコントロールすることを明らかにした。

地殻流体の物性・流動と岩石-水相互作用

地殻流体は C-H-O 組成に電解質がとけ込む複雑な組成をしており、その状態方程式が確立していない。本研究室では、窓付き超臨界オートクレーブを用いた地殻流体の分光計測によって、臨界点近傍で光を通しにくくなる性質を見だし、また水、二酸化炭素、エタノールについて透過する光量の最小値から臨界点を決定できることを明らかにした。地殻-マントル境界部を模擬した水熱実験では、地殻物質か

らの元素移動 (特にシリカ) が熱水変質の反応経路と速度を強くコントロールすることを明らかにした。潜水艇「しんかい6500」によるトンガ海溝の潜航 (Fig. 3)、深度6450mの海洋性島弧下部に同種の変質岩 (蛇紋岩) をサンプリングしており、実験との対比を予定している。

また、岩石亀裂中の2相流の流体流動の実験および数値シミュレーションを進め、油-水系では岩石の亀裂間隙幅と岩石のぬれ性に依存して相対浸透率曲線のタイプが変化することを見出した (Fig. 4)。この結果は石油の回収などに非常に重要であるとともに、気相-水系やメルト-水系などの異なる系への展開が期待できる。

津波堆積物調査

仙台平野においてジオスライサーによる歴史津波堆積物の採取を行った (Fig. 5)。本年度は、合計10本の連続土壌試料を仙台平野圃場から採取し、主に砂で形成された津波堆積物層を見つけることができた (Fig. 6)。放射性炭素年代測定を実施し、一部の砂層について約1000年前の貞観地震・津波の年代に一致することを明らかにした。本研究室では、採取された貞観津波堆積物の化学的特徴を明らかにして、これまで発見されなかった泥質津波堆積物の検出方法の開発を進めている (Fig. 5)。加えて、静岡大学との共同研究として、静岡平野から採取された約3000年前の津波堆積物の地球化学分析を進め、他地域にも適用可能な津波堆積物検出方法の開発を進めている。

表層における元素の移動・濃集プロセス

東北地方には多くの温泉、変質帯、鉱床があり、河川水にはレアメタルや有害な重金属やヒ素が含まれる。本年度もひきつづき秋田県玉川温泉水からレアメタル (In, Ga など) を回収するための吸着実験を行い、表面の形状や電荷によって回収に適した材料の探索を行った。また、秋田県小坂川流域において、水質および土壌サンプルの採取と分析を行い、重金属の移動、濃集について GIS を用いた解析を進めている。

【参加国際学会・会議】

- ・ Water-Rock interaction, Avignon, French (6/10-14)
- ・ The 6th International Symposium on In-Situ Rock Stress, Sendai



准教授
岡本 敦
Associate Professor
Atsushi Okamoto



助教
渡邊 隆広
Assistant Professor
Takahiro Watanabe



助教
木崎 彰久
Assistant Professor
Akihisa Kizaki



研究員
山田 亮一
Researcher
Ryoichi Yamada



研究員
山崎 慎一
Researcher
Shinichi Yamazaki



研究員
宇野 正起
Researcher
Masaoki Uno

- (8/20-22)
- ・ Gold Schmidt Conference, Florence, Italy (8/25-30)
- ・ Geothermal Resources Council 2013 Annual Meeting, Las Vegas, USA (9/29-10/2)
- ・ 2nd G-EVER International Symposium and the 1st IUGS & SCJ International Workshop on Natural Hazards, Sendai (10/19-20)
- ・ American Geophysics Union, San Francisco, USA (12/9-13)
- ・ The 11th Water Dynamics, Sendai (3/12-16)
- 【研究プロジェクトおよび主な外部獲得資金】
- ・ 科研費・助成金：特別推進研究 (土屋)、若手研究 A (岡本)、挑戦的萌芽研究 (渡邊)、新学術公募研究 (岡本)、JST・戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発) 研究開発成果 実装支援プログラム (土屋)、JST 震災復興 A-step (岡本)、JOGMEC 石油 o 天然ガス基

礎研究委託事業 (土屋)

【教育】

環境学外実習 (秋田県小坂町)
オープンキャンパス公開講座「岩石の中をのぞいてみる」「水で石を切る」
現在の在籍生：D3 3名 (1名インドネシア国費留学生)、D2 2名 (1名中国人留学生)、M2 3名、M1 5名、B4 5名、B3 3名
日本学術振興会特別研究員：D3 最首花恵 (DC1)、D3 石橋拓也 (DC2)

研究室ホームページ

<http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/>

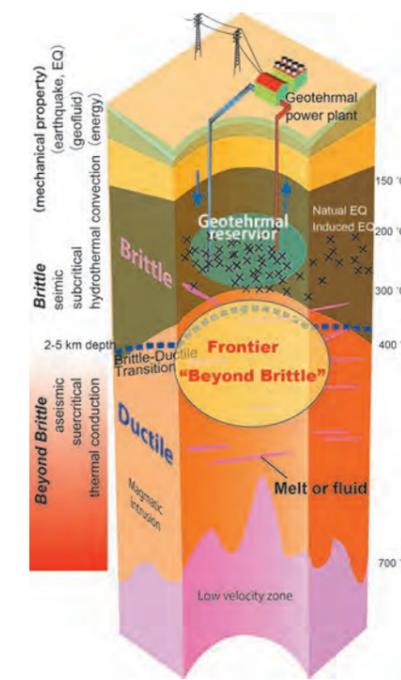


Fig.1 Concept of Beyond Brittle Project.



Fig.2 Visible-type autoclave for observation of hydrothermally derived fracturing by decompression at high temperature.

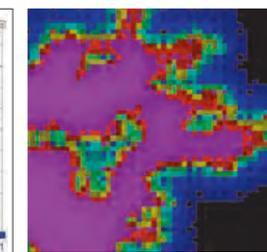
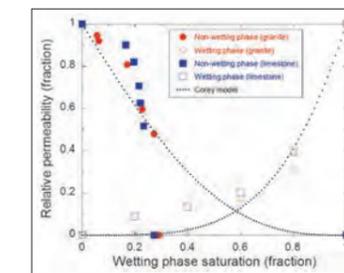


Fig.4 Results of two-phase flow simulation in fracture. Relative permeability (left) and saturation ratio of non-wetting fluid (right).

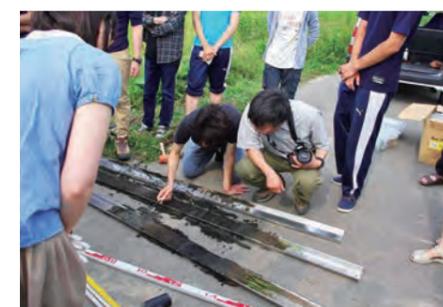


Fig.5 Sampling of the historical Tsunami deposits by using geoslicer.

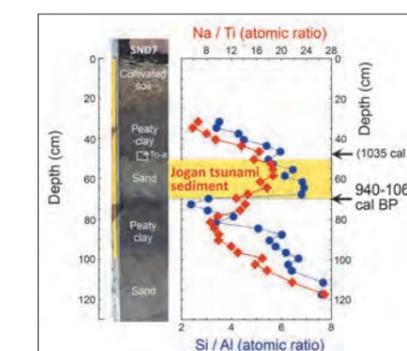


Fig.6 Geochemical signature of the Jogan tsunami sediments.