

地圏環境の物質・システムの理解と有効利用

Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere



教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya

Our research targets are properties of various geomaterials (rocks/soils/geofluids), water-rock interaction and mass-transport in surface and crustal environments, and their impacts on our human society such as geothermal energy and mineral deposits. Especially, we are focusing on deep geothermal system, called "beyond brittle". We carried out the field survey on the Shirasawa Caldera and the granite-porphry body near Tazwa-lake, as natural analogue of supercritical reservoir. Various experiments on water-rock interaction under hydrothermal conditions were carried out, including decompression boiling-induced fracturing, two-phase flow, fracture sealing, hydration of rocks, hydrogen production, and formation of artificial mineral deposits. We also carried out statistical analyses of geochemical data of the Tsunami sediments of historical earthquakes and of the river water in the Mining areas.

主な研究テーマ

- ・超臨界地熱システムと地熱探査
- ・地殻流体-岩石の相互作用:破壊、反応、流動
- ・ジオリアクターと人工鉱床
- ・表層における元素の移動・拡散・濃集プロセス
- ・津波堆積物の判別と環境リスク評価

地殻エネルギー・フロンティア "Beyond Brittle" の研究

今なお未到達のフロンティアである地殻深部 ("beyond brittle" $T > 350^\circ\text{C}$; 脆性の向こう側) に胚胎する超臨界地熱貯留層のシステムを理解し、開発するために、フィールド調査と岩石-水相互作用に関する室内実験を精力的にすすめた。本年度は、超臨界地熱貯留層のナチュラルアナログとして、仙台市近郊の白沢カルデラと田沢湖周辺の花コウ岩-斑岩複合岩体の調査を行ってきた。石英の熱発光強度測定、メルト包有物の化学組成分析や含水量測定などから、それぞれが流体に富むシステムと高温のシステムであることを示し、地熱ポテンシャルを評価した (Fig.1)。また、高温地熱環境を再現する新しい実験装置

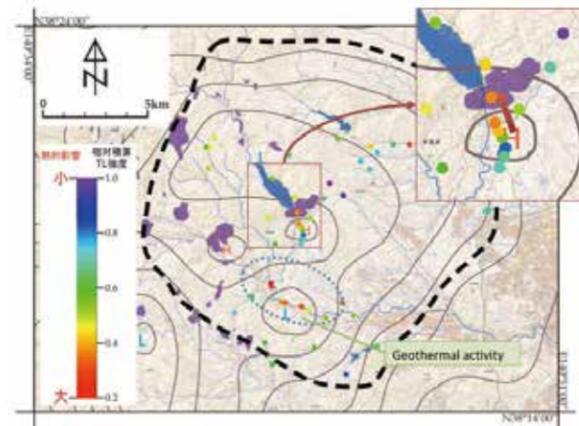


Fig.1 Thermoluminescence intensity of quartz in volcanic rocks from Shirasawa Caldera, Sendai.

により、減圧沸騰により効果的にマイクロクラックが形成し、岩石の弾性波速度が非常に大きく低下することを見だし (Fig.2)、地殻の延性領域の開発する新たな手法としての有効性を検討している。

水熱条件下の岩石-水相互作用の研究

地球内部の大規模な水循環を理解するために、モンゴルのオフィオライト、三波川変成帯、南極のセルロンダーネ山地における調査と岩石の分析により、地殻とマントルにおける加水反応と物質移動メカニズムの研究を進めている。また、実験的にマントルの加水反応の経路がシリカの付加によって大きく変化し、地球内部の流体圧に変化を与えることを示した。

岩石-水相互作用を支配するミクロなプロセスである、鉱物表面の水の挙動について分子動力学シミュレーションを行い、その自己拡散係数が石英の表面ではバルクとは大きく異なることを見出した。超臨界・亜臨界条件におけるシリカの溶解-析出実験を行い、析出によって亀裂が閉塞する際には特徴的な流体圧の振動が起こること、未飽和な流体が亀裂を流れるときは石英の選択的な溶解によって複雑な流路が発達することを示した。また、熱応力による亀裂ネットワーク中を流れる気相-液相の二相流の相対浸透率曲線を明らかにした。

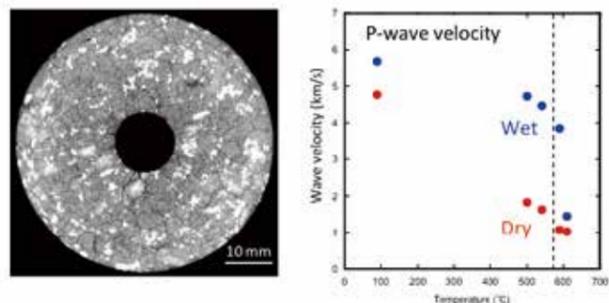


Fig.2 X-ray CT image (left) and P-wave velocity (right) of granite sample after decompression experiments.



准教授 岡本 敦
Associate Professor
Atsushi Okamoto



助教 宇野 正起
Assistant Professor
Masaaki Uno



研究員 山田 亮一
Researcher
Ryoichi Yamada



研究員 山崎 慎一
Researcher
Shinichi yamasaki

ジオリアクターと人工鉱床

地球内部のエネルギー・反応システムを有効利用する研究を進めている。温泉水と廃アルミニウムを用いた水素製造では、速度論的解析を行うとともに実際の玉川温泉水を用いた長期試験を行い、その有用性を実証した。また、海洋底熱水鉱床や浅熱水性金鉱床の形成メカニズムについて研究し、人工的に作り出す試みにチャレンジしている。

津波堆積物と河川水の統計学的解析

将来的な津波浸水域を推定するために、歴史的な大地震による貞観津波堆積物の分析を行った。東日本大震災の津波堆積物を教師データとした機械学習により最適9元素で判別図を作成し、これまで困難だった「泥層」から津波堆積物を判別することに成功した (Fig.4)。また、大館市周辺の鉱山地域の河川水の主成分分析により、人為的な影響を抽出している。

参加国際学会・会議

- ・The 12th Water Dynamics, Sendai (3/12-14) 主催
- ・Goldschmidt conference, Prague, Czech Republic (8/16-21)
- ・Short Courses in Regional Geothermal training Program, San Salvador, El Salvador

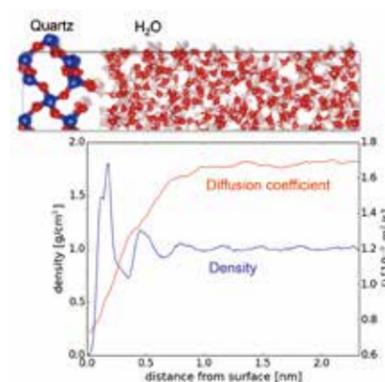


Fig.3 Structure and self-diffusion coefficient of H₂O on quartz surface revealed by molecular dynamics simulation.

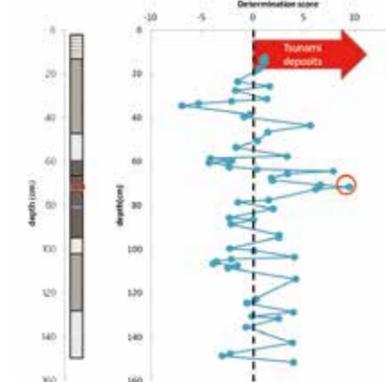


Fig.4 Discrimination of the historical Tsunami deposits along the core sampled from the Sendai dynamics simulation.



Fig.5 Field excursion for undergraduate students on the landslide outcrop (Arato-zawa, Miyagi).