

エネルギー戦略および 新しい低炭素技術の普及に向けた舵取り

Governing energy strategies and the diffusion
of new low-carbon technologies



教授 土屋 範芳
Visiting Professor
Noriyoshi Tsuchiya

地球温暖化による気候変動とエネルギー危機への対応はこれまで以上に急務となっている。本研究室は、地熱や水素エネルギー、評価技術開発、地震と破砕メカニズム、資源セキュリティ、二酸化炭素の迅速削減など、自然科学的および社会科学的手法を融合させて、持続可能な社会の実現に向け、総合的かつ体系的なエネルギー資源学の研究を進めている。

As tackling the ever-increasing climate change and energy crises becomes a critical and urgent call, our group strives to conduct various research combining natural and social sciences on geothermal and hydrogen energy, seismic events and fracturing mechanisms, resource security, and carbon emission reduction. We expect these meaningful research and essential developments to serve a carbon-neutral society for long-term sustainability.

地熱エネルギーと社会

地熱エネルギーは世界的に有望な再生可能エネルギー資源であり、日本は豊富な地熱資源を保有している。しかし、関係者の反対などの社会的な問題により、地熱発電所や地域の地熱エネルギーへの取り組みが停滞している。そこで、社会的ネットワークの中で、人がどのように行動するかをモデル化し、地熱エネルギーとその開発の社会的受容性を分析している (SLO, Social License to Operate)。

また、従来型の地熱資源に加えて、超臨界地熱システムを熱源とする超臨界地熱貯留層 (SGR: Supercritical Geothermal Reservoir) へのアプローチは未来技術として多くの関心が寄せられている。SGRの天然アナログとして花崗岩と斑岩システムを研究し、マグマ-熱水システムの流体進化を明らかにするために熱水角礫岩を研究している。この研究は、地震と流体との関係に関わる新しい知見を与えてくれる。

超臨界地熱開発に係る人材育成、産学連携等の展開

現在、NEDOの事業として超臨界地熱発電の有望地域に対する発電量の見積もりや掘削可能性の検討が進められている。超臨界地熱発電はCO₂排出量が非常に少ない電力の大量供給が見込まれる一方、その熱源は高温・高圧下にあるため開発に必要とされる科学的知見及び技術は従来の範囲を大きく超えており、より高度な専門性を

Geothermal energy and society

Geothermal energy is an accessible and renewable resource globally. Our research team studies not only conventional geothermal systems but also future and potential systems. However, given the abundant geothermal resources, the development of geothermal power plants and local geothermal energy initiatives in Japan still stagnates due to social issues such as opposition from relevant stakeholders. To solve these problems, we analyze social acceptance (social license to operate (SLO)). In addition to conventional geothermal resources, accessing SGRs is currently an expanding and critical research field of geothermal development for power generation. We study granite porphyry systems as the natural analogues for SGRs and investigate brecciation textures to reveal the fluid evolution of the magmatic-hydrothermal system, which helps explore more potential energy. These studies provide novel insights into the earthquake and fluid relationship.

Human resources development and industry-academia collaboration for supercritical geothermal development

Estimations of power generation amount and drilling potential have been carried out in promising areas for supercritical geothermal power generation as a NEDO project. Whereas the supercritical geothermal system is expected to provide a large supply of electricity with very low CO₂ emissions, the scientific knowledge and technology required for its development are far beyond the conventional scope as the heat source is under high temperature and pressure. Thus, it is essential to train



Fig. 1 Drilling site of geothermal field



Fig. 2 Field survey in West Mongolia



特任准教授
窪田 ひろみ
Associate Professor
Hiromi Kubota



助教 末吉 和公
Assistant Professor
Kazumasa Sueyoshi



助教 アレクセイコトフ
Assistant Professor
Alexey Kotov



助手 山岸 裕幸
Research Associate
Hiroyuki Yamagishi

研究員

- ・バヤルボルド マンズシル
- ・ゲリ アグロリ

有する人材の育成が不可欠である。そこで、超臨界地熱発電の実現・普及を目指し、超臨界地熱に関する基礎、応用を体系的に教授するオンデマンド講義、現場実習を行った。また、超臨界地熱資源の産学官関係者らとともにセミナーまたはシンポジウムを開催し、人的交流を促進するとともに超臨界地熱の解説、啓発活動を実施した。

流体に関する地質学的プロセスと災害科学研究

流体移動は沈み込み帯における様々な地質学的プロセスにおいて重要な要素であり、火山活動をはじめとする地殻の変動現象、鉱床形成過程、地熱エネルギー推定、誘発地震発生に大きく影響する。そこで、地殻内部における流体の実態を理解することが重要であると考え、地震への流体の寄与、熱水破砕とそれに伴う角礫発生機構、地殻における流体フラックス推定方法確立、岩石学的観点による地震活動の理解、温泉水に含まれる希土類元素の沈殿挙動の解明など幅広い地質学的テーマについて研究を行っている。本研究室では、野外観察、室内実験、数値解析など多角的なアプローチを用いて岩石と流体との相互作用を解明する世界的研究拠点として研究活動を推進する。

2024年研究テーマ

- ・地熱エネルギー利用の社会受容性解析
- ・沈み込み帯での地熱資源の形成プロセスと超臨界地熱資源
- ・岩石-流体反応帯のフラックス解析による地震活動のモデルの構築
- ・熱水条件下の減圧破砕による岩石の脆弱化作用
- ・金属資源・鉱物のトレーサビリティ技術の開発

野外調査

- ・地熱地帯の探査 (エルサルバドル)
- ・地熱資源のフィールド調査 (モンゴル)
- ・能登半島沿岸の津波堆積物調査 (災害研究)

personnel with higher levels of expertise. To achieve this objective, on-demand lectures and onsite practical training were conducted with the aim of systematically teaching the fundamentals and applications of supercritical geothermal systems. In addition, seminars and symposia were organized together with industry, academia, and government officials to promote human exchange and to provide explanations and educational activities on supercritical geothermal energy.

Fluid-related geological processes and disaster science

Aqueous fluid flow in the subduction zone plays an essential role in crustal deformation, ore formation, energy transfer in geothermal systems, and earthquake triggering. Our group's research interests cover a wide range of interconnected geological topics: hydrothermal fracturing and brecciation mechanisms, fluid flux estimations from rock samples and approximating seismic magnitudes, rare-earth mineralization from hot springs water, and so on. Understanding fluid and rock properties is important to provide a comprehensive fluid flow model from the lower to the shallow crust. Our lab provides a representative base of water-rock interactions.

Research Topics in 2024

- ・Analysis of social acceptance of geothermal energy
- ・Geothermal energy system in the subduction zone and supercritical geothermal energy
- ・Construction of seismic activity model by a flux analysis of the rock-fluid reaction zone
- ・Rock fragilization by decompression fracturing under hydrothermal conditions
- ・Development of traceability for metal resources and minerals

Field Survey

- ・Geothermal exploration (El Salvador)
- ・Field survey of geothermal resources (Mongolia)
- ・Survey of tsunami deposits along the Noto Peninsula coast

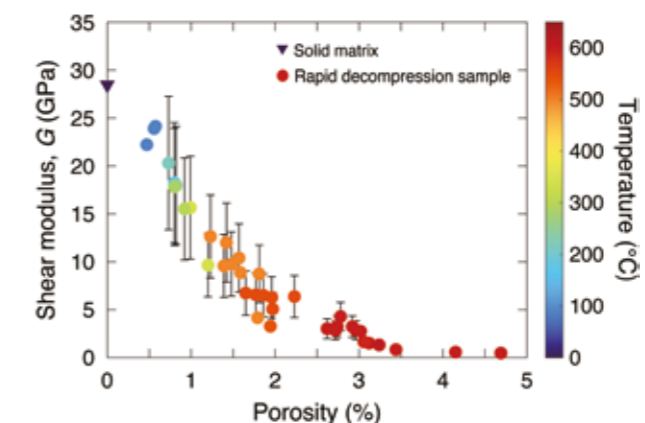


Fig. 3 Effect of rapid decompression fracturing on the physical properties of granites (Sueyoshi et al., 2025, under review).