

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
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、資源循環、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 run various research projects combining natural and social sciences on geothermal and hydrogen energy, resource recycling, and carbon emission reduction. We expect these meaningful studies 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す。また、従来型の地熱資源に加えて、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ます。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ます。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ます。

豊富な地熱資源を持つ日本では、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ます。そこで、Agent Based Modeling (ABM) を用いて社会的ネットワークの中で、エージェント (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ます (SLO, Social License to Operate)。

流体に関する地質学的プロセスと災害科学研究

沈み込み帯での地殻流体は、地殻変動、鉱床形成、地熱系のエネルギー、地震の誘発に大きな影響を与えています。当研究室では、地震と流体、熱水破砕と角礫化のメカニズム、地殻中を移動する流体フラックスの推定、地震活動の岩石学的知見、温泉水からの希土類元素の回収など、幅広い地質学的テーマについて研究を行っています。地殻下部から浅部までの包括的な流体モデルを構築には、流体と岩

Geothermal energy and society

Geothermal energy is a globally accessible and renewable resource. Our research team studies not only conventional geothermal system, but also future and potential system. Accessing supercritical geothermal reservoirs (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 fluid evolution of the magmatic-hydrothermal system, which helps explore additional potential energy. These studies provide novel insights into the earthquake-fluid relationship.

However, given its abundant geothermal resources, the development of geothermal power plants and local geothermal energy initiatives in Japan has nevertheless stagnated due to social issues such as opposition from relevant stakeholders. To solve these problems, we use agent-based modelling to simulate real-world social network behaviors and analyze social acceptance (i.e., SLO, social license to operate).

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 research interests cover a wide range of interconnected geological topics: hydrothermal fracturing and brecciation mechanisms, fluid flux estimations from rock samples and discovering seismic activity evidence, rare-earth mineralization from hot spring water, etc. Understanding fluid and rock properties is important to provide a



Fig.1 Volcanic and Geothermal activities in Mt. Zao



Fig.2 Social acceptance of geothermal energy

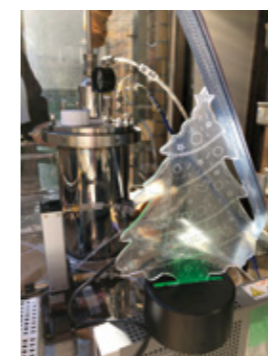


Fig.3 Hydrogen production by using waste Aluminium with acidic hot spring



Fig.4 Historical tsunami sediments along the Pacific Ocean (Noda Village)

化学分析
↓
識別のための
AI開発
↓
歴史津波堆積物



准教授 窪田 ひろみ
Associate Professor
Hiromi Kubota



助教 王 佳婕
Assistant Professor
Jiajie Wang



助教 ミンダリョウ
ディアナ
Assistant Professor
Mindaleva Diana



助教 バニー ノビタ
アルビアニ
Assistant Professor
Alviani Vani Novita



助手 山岸 裕幸
Research Associate
Hiroyuki Yamagishi



研究員 アスティン
ヌルディアナ
Researcher
Astin Nurdiana

石の特性を理解することが重要です。本研究室では、野外観察、実験、そして数値解析をカップリングさせた研究を進めており、岩石と流体の相互作用に関する世界的研究拠点です。また、当研究室はビッグデータ分析による津波堆積物の特定などの災害科学研究も行っています。

ゼロカーボン社会の実現に向けた水素生成と CCUS

日本は 2050 年までに完全なカーボンニュートラルを達成すると宣言するなどを背景とし、大気中の CO₂ 削減はますます急務となっています。この目標を達成するためには、水素エネルギーなどの再生可能エネルギー生産や、CO₂ の回収・利用・貯留 (CCUS) に関する新技術の開発が不可欠です。当研究室では、酸性温泉やアルミニウム廃棄物を利用した再生可能な水素エネルギー製造の地熱直接利用を地域規模で展開している (例: 秋田県仙北市玉川温泉)。また、セメント、スラグなどの産業廃棄物とリサイクル可能なキレート剤を用いて、CO₂ を効率的に回収・貯蔵し、価値のある高純度炭酸塩にする先進的かつ産業利用可能な CCUS プロセスを開発した。

2021年研究テーマ

- ・温泉水と廃アルミニウムによる水素製造
- ・地熱エネルギー利用の社会受容性解析
- ・歴史津波堆積物の識別のための AI 開発
- ・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
- ・産業廃棄物と回収可能なキレート剤を利用して CO₂ 固定化

野外調査

- ・蔵王火山の活動調査
- ・地熱地帯の探査
- ・太平洋沿岸の歴史津波堆積物調査 (災害研究)
- ・福島県土湯温泉と宮城県鳴子温泉地域での温泉利用と SLO (Social License to Operate) 調査

comprehensive fluid flow model from the lower to the shallow crust. Our lab is one of representative bases of water-rock interaction. We are also interested in disaster prevention, such as identifying historical tsunami deposits using big data analysis.

Towards a carbon-neutral society: Hydrogen energy and CO₂ capture, utilization, and storage

Efficiently reducing atmospheric CO₂ is becoming more urgent than ever because global warming is speeding up and Japan has pledged to reach complete carbon neutrality by 2050. To achieve this goal, the development of new technologies regarding renewable energy production and CO₂ capture, utilization, and storage (CCUS) is essential. Our group has extended direct geothermal use for green hydrogen production via acidic hot springs and aluminum wastes at a local scale (e.g., Tamagawa hot spring, Senboku City, Akita Prefecture). We have also developed an advanced and industrial-applicable CCUS process with the use of industrial wastes/resources (e.g., cement, slag, and fly ash) and recyclable chelating agents, during which CO₂ can be efficiently captured and stored as valuable high-purity carbonates.

Research Topics in 2021

- ・Hydrogen production using waste aluminum and hot spring
- ・Analysis of social acceptance of geothermal energy
- ・AI for identification of historical tsunami deposits
- ・Geothermal energy system in the subduction zone and supercritical geothermal energy
- ・Construction of seismic activity model by flux analysis of rock-fluid reaction zone
- ・CCUS using industrial wastes and recyclable chelating agents

Field Survey

- ・Volcanic activity (Zao active volcano)
- ・Geothermal exploration
- ・Historical tsunami deposits (coast line of Pacific Ocean)
- ・Social survey for analysis of SLO of geothermal energy (Tsuchiyu Onsen and Naruko Onsen)