

# 「安全・安心」な地熱エネルギー・地殻の利用を目指して

Studies in the utilization of safe and secure geothermal energy and the earth crust

当講座には国立研究開発法人産業技術総合研究所・福島再生可能エネルギー研究所 (FREIA)・再生可能エネルギー研究センター (福島県郡山市) および地質調査総合センター・地圏資源環境研究部門 (茨城県つくば市) 所属の研究者が兼務し、教育・研究活動を行っている。現在、本講座では先進社会環境学専攻および先端環境創成学専攻の教員・学生と連携し研究教育活動を行うとともに、経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、エネルギー・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 等からの委託を受け研究を実施している。

The Environmental Risk Assessment (AIST Collaborative Laboratory) team members carried out studies to enhance the safe and secure utilization of geothermal resources in collaboration with researchers in GSJ, AIST, and GSES at Tohoku University. Major research activities in 2023 included (a) modeling and potential evaluation of subduction-origin “supercritical geothermal systems” based on a geophysical and geological survey; (b) simulation, microseismic monitoring, and rock mechanical studies for monitoring and managing enhanced geothermal systems (EGS); (c) developing an AI system for stable steam production and reservoir management; and (d) risk management of soil and groundwater contamination. Furthermore, we developed technology to simulate industries in areas of Japan stricken by the 2011 earthquake.

## 超臨界地熱発電に関する研究

本講座設立以来、国内外の研究者と連携して、沈み込み帯に起源を有する超臨界地熱システムを利用した発電 (超臨界地熱発電) の可能性を探ってきた。2021年度から NEDO からの委託を受け、3年間の計画で国内有望地点での詳細事前評価および調査井の仕様策定等を行い、2020年代後半における調査井掘削・試験等を通じて超臨界地熱資源の存在実証を目指す。その後、2040年以降に国内総容量数 10 GW 以上の商用発電を実現し、2050 脱炭素社会の実現やエネルギーセキュリティの向上に寄与する。

## 微小地震や自然電磁波による地熱貯留層の高度モニタリング技術開発

本講座では 2015 年以来、福島県柳津西山地熱フィールドで、貯留層への涵養注水時の微小地震を連続実施し、これにより、貯留層への注水の効果をモニタリングし、貯留層内部の高透水性ゾーンの検出等を実現してきた。これらに加え、2024年度には AI による地震波到来時刻検出法の開発を実施した。また、地熱地帯における自然電磁波を用いた貯留層高度評価に関する研究も実施中である。

## Research on supercritical geothermal power generation

Members of this laboratory have been investigating the feasibility of establishing several tens of gigawatts of power generation in total using supercritical geothermal resources, which originate in the subduction layers of oceanic plates, in cooperation with scientists and engineers worldwide. We are leading a three-year, NEDO-funded project for detailed modeling and potential evaluation of supercritical geothermal systems in the most promising area and are formulating drilling and testing plans. Members of the laboratory aim to contribute directly to a carbon-free society by 2050 through realizing supercritical geothermal power generation.

## Microseismic and magneto-telluric monitoring of geothermal reservoirs

We have carried out microseismic/microearthquake (MEQ) monitoring of geothermal reservoirs associated with treatment injection at the Yanaizu-Nishiyama Geothermal Area in Fukushima since 2015 in order to determine the reservoir's response to water injection. In addition, we developed in 2024 a method to detect the arrival time of earthquake waves using AI. The lab has also carried out high-resolution reservoir characterization using naturally existing electromagnetic waves.

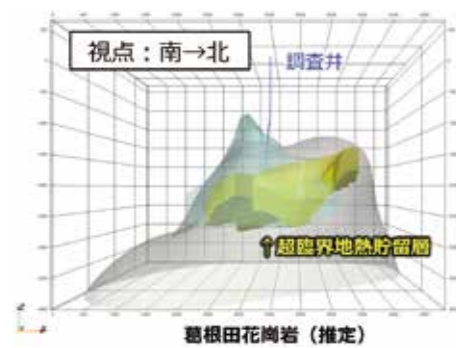


Fig. 1 Supercritical geothermal system at a Japanese geothermal site



Fig. 2 Passion fruit grown using hot spring heat

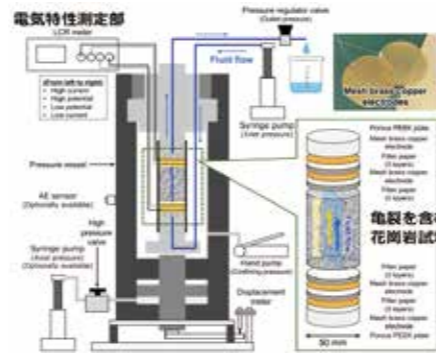


Fig. 3 Rock hydraulic, mechanical, and electrical properties simultaneous measurement system



客員教授 浅沼 宏  
Professor Hiroshi Asanuma



客員教授 坂本靖英  
Professor Yasuhide Sakamoto

## 生分解性キレート剤を用いた CO<sub>2</sub> 地中貯留・鉱物固定促進に関する研究

エネルギー資源学講座・エネルギー資源リスク評価学分野 (渡邊研究室) との連携の下で、CO<sub>2</sub> 地中貯留・鉱物固定促進を目的として、室内試験の結果に基づき、生分解性キレート剤の利用による鉱物溶解挙動に関する数値解析モデルの構築に取り組んでいる。

## 被災地企業の技術支援

F-REI からの委託事業として、被災地企業が有する地熱関連技術シーズの実用化支援を実施している。

## 国際貢献、社会貢献、他研究機関との連携等

- 国際貢献  
ドイツ、米国、イタリア、アイスランド、ニュージーランド等の国立研究所、大学、民間企業との国際共同研究等を実施中。国際陸上科学掘削プログラム (ICDP) への国際共同提案・WS 開催等。
- 社会貢献・社会連携  
浅沼：環境省委員、福島県温泉部会委員、J-DESC 陸上掘削部会執行部委員、JOGMEC 委員、日本地熱学会評議員、同総務委員等
- 他研究機関との連携  
GNS、GFZ、LBNL、LLNL、BNL、SNL、USGS、BRGM、ベルリン自由大学、チューリッヒ工科大学、MIT、PSU、ITB、ISOR 等
- 自治体、NPO 等との連携  
福島県、宮城県、山形県、郡山市、雲仙市等
- 小中学校等との連携  
浅沼：中学校でのエネルギー環境教育カリキュラム・教材作成支援

## Research on the promotion of CO<sub>2</sub> geological storage/CO<sub>2</sub> fixation by mineral matter via the utilization of the biodegradable chelating agent

Through collaboration with the Laboratory for Resources and Energy Security (Watanabe lab.), for the purpose of promoting CO<sub>2</sub> geological storage/CO<sub>2</sub> fixation by mineral matter, on the basis of the results of laboratory experiments, we are developing the numerical analysis model for the dissolution behavior of mineral components through the utilization of a biodegradable chelating agent.

## Technological support of local industries

We provided technological support for startups in local industries in areas damaged by the 2011 earthquake and tsunami. Geothermal-related technologies have been commercialized under this scheme.

## Contributions to international society and collaboration with other organizations

- International contributions  
International contributions have been made with partners in Germany, the US, Italy, New Zealand, and Iceland, mainly in the area of ultra-high-temperature geothermal development.
- Social contributions  
Prof. Asanuma has been a board member of international and domestic scientific drilling projects. He has also served as an evaluation/advisory committee member for governmental agencies and local communities.
- Collaboration with other organizations  
The laboratory collaborates with domestic and foreign laboratories, universities, and industries. Mutual visits, web communication, and joint publications are actively done.
- Collaboration with local communities  
We have collaborated with local communities, mainly in northeast Japan (Tohoku), in the area of education of children.

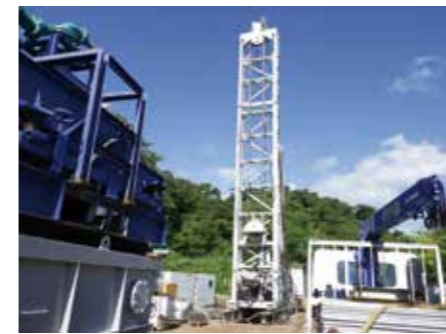


Fig. 4 Exploration drilling of hot spring in Fukushima

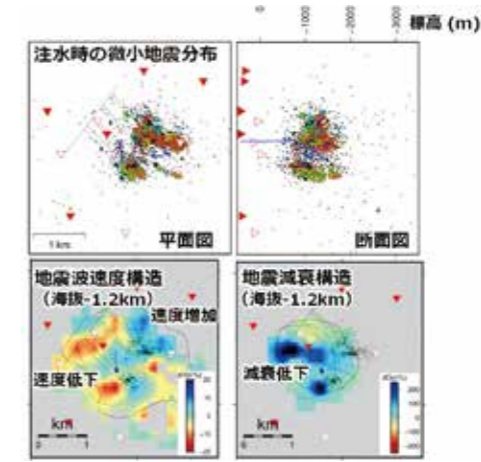


Fig. 5 Distribution of velocity and attenuation around microearthquake hypocenters in a geothermal area



Fig. 6 International collaboration with geothermal researchers in NZ