

資源・エネルギーの持続的開発と環境の持続の可能性

Sustainable development of resource and energy as well as sustainable possibility of environment



教授 駒井 武
Professor
Takeshi Komai



准教授 渡邊 則昭
Associate Professor
Noriaki Watanabe



助教 中村 謙吾
Assistant Professor
Kengo Nakamura



Group Photo

エネルギー資源リスク評価学分野は、環境と資源・エネルギーの相互作用に関する様々な研究成果をもとに、地球環境における物質循環に根ざした地圏システムの理解、資源・エネルギー開発に伴う安全保障および環境リスク管理、人の健康と自然環境との関係、地圏環境における土壌や地下水等の汚染問題、さらには有害化学物質のリスク評価に関する総合的な教育・研究を実施する。

本研究室の特色は、地球科学と資源・エネルギー開発の学術を基礎として、地球環境および地域環境の保全に関する技術やシステムの研究開発を実施し、教育および研究を通じて学術や社会に貢献することである。学術集会や開発手法の技術公開、プレス発表等を通じて、研究成果を広く学術界および社会に発信している。

We have conducted various research in energy and environmental sciences and engineering, such as environmental risk assessments, geosciences/geoengineering in light of energy and resource productions, and geo-informatics, for our sustainable future. We have investigated hydraulic, mechanical, and chemical properties of high-temperature rocks and ways to control/utilize them, particularly for sustainable and profitable productions of petroleum and geothermal resources. Recently, we initiated a research on a new method for CO₂ mineralization, in which an environmentally friendly chelating agent is applied and recycled to dissolve calcium silicate efficiently and produce high-purity calcium carbonate and silica in an alkaline aqueous solution. Furthermore, we initiated new research on risk assessment of new hazardous chemicals, flax method of soil-water boundary conditions, reality of fluid flows in pore systems of soils, and risk assessments of coal and metal mines in developed countries. We have developed new knowledge and several innovative methods for data-driven environmental analyses.

環境情報の高度解析による歴史津波堆積物調査 (AIST, JAMSTEC との共同研究 / 科研費基盤研究 (A))

環境中の情報は、無限であり、その情報の中から有益な情報を抽出する手法が重要となる。本研究では、歴史津波堆積物や土壌の吸着係数に着目し、情報を抽出することで、複雑化するプロセスの解明を行った (駒井 et al., 環境地質学シンポ)。

有害物質の地圏環境移動現象の解明 (AIST との共同研究 / 環境省特別推進費、科研費若手研究)

有害物質の大気・土壌中の流れや分布メカニズムが不透明であり、環境動態などの解析に大きな課題が残されている。本研究では、土壌中流路の可視化や吸着性を考慮した健康リスク評価モデルの開発を行った (近藤 et al., 環境フォーラム、土田 et al., 資源素材学会)。

Survey of paleo-tsunami deposits driven by environmental data

Environmental information is infinite and complex, so it is important to identify which factors are beneficial. In our study, we examined paleo-tsunami deposits and soil adsorption coefficients. Through data-driven analysis, we elucidated a complex and wide variety of environmental processes.

Research on the geo-environmental transfer of topical materials

Recently, air and soil contamination have become serious problems. Elution tests are the best-known method for the evaluation of the behavior of heavy metals and volatile organic compounds from contaminated soil. Such tests are very complex, both in soil and in water. The purpose of this study is to assess human health risks using a self-made model that considers the adsorption coefficient.



Fig.1 Paleo-tsunami deposits core sampling in Sanriku coast, Iwate



Fig.2 Geochemical survey in Hokkaido

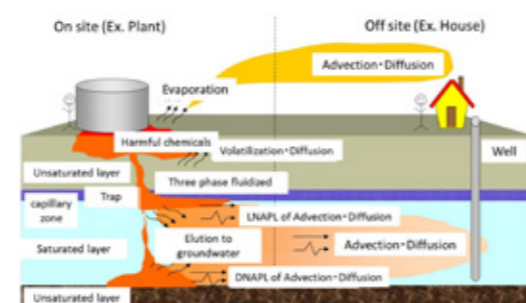


Fig.3 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area

地下水や鉱山の元素挙動の解析 (JICA との共同研究)

日本国外の調査 (ボツワナ) を通じて、地域住民の重金属類のリスク評価や飲用・工業に用いられる地下水の再供給のメカニズムを明らかにした (Arie et al., Chemosphere)。

超臨界 / 超高温地熱貯留層の造成および維持 (JSPS 科研費基盤研究 (B), 科研費挑戦的研究 (萌芽), ドイツとの国際共同研究)

発電に利用可能な超臨界水や過熱蒸気の生産が期待される 400°C 以上の地下環境での貯留層造成法として期待される高密度透水性き裂ネットワークの形成をとまなう水圧破碎のメカニズムに関する国際共著論文 2 編を Rock Mech. Rock Eng. 誌に投稿した (査読中)。また、超高温地熱貯留層からの熱抽出時に生じると予想される、き裂の圧力溶解にとまなう透水性低下の速度を明らかにするとともに、透水性低下を抑制することが可能であることも明らかにした (Watanabe et al., Appl. Energy, 2020)。さらに抽熱時には、水の相変化にとまなうアモルファスシリカ・ナノ粒子の形成によるき裂の透水性低下が生じうることを見出し、透水性低下の速度を明らかにするとともに抑制法を提案した (Watanabe et al., Sci. Rep. under review)。

地熱貯留層等の化学的刺激法 (JAPEX との共同研究)

在来型の地熱貯留層や高温油ガス貯留層の新しい刺激法として、環境調和型キレート剤を用いた選択的鉱物溶解による貯留層の浸透性改善手法を着想し (特願 2020-189791)、その効果とメカニズムを明らかにした (Watanabe et al., Commun. Earth Env., under review)。

二酸化炭素の鉱物固定法 (土屋研究室との共同研究)

キレート剤とケイ酸塩鉱物を用いた新たな二酸化炭素固定法を着想し (特願 2020-217738)、実現可能性を明らかにした (Wang, et al., J. Cleaner Prod., under review)。

Assessment of trace elements in groundwater and mining

We referred to surveys conducted outside of Japan (in Botswana) to clarify the mechanisms behind groundwater recharge and the transfer of trace elements. This increased our understanding regarding the local peoples' real lives.

Creation and control of geothermal reservoirs in supercritical/superhot geothermal environments

We have submitted two international collaborative papers on the mechanism of hydraulic fracturing that can produce dense networks of permeable fractures (i.e., geothermal reservoirs) in supercritical/superhot geothermal environments (above ca. 400°C) to Rock Mech. Rock Eng. Additionally, we have clarified reduction rate of fracture permeability due to the pressure solution that may occur in producing superhot geothermal energy and the possibility and method of reducing the risk of permeability reduction (Watanabe et al., Appl. Energy, 2020). Moreover, we have found another risk of permeability reduction by amorphous silica nanoparticles that may occur due to the phase changes of water but have proposed possible ways to reduce the risk (Watanabe et al., Sci. Rep. under review).

Chemical stimulation for geothermal reservoirs

We have proposed a new chemical stimulation for geothermal and high-temperature hydrocarbon reservoirs, utilizing selective mineral dissolution with an environmentally friendly chelating agent (pending patent), and have clarified the effectiveness and mechanisms (Watanabe et al., Commun. Earth Env., under review).

Mineralization of carbon dioxide (CO₂)

We have proposed a new method to mineralize CO₂, using a chelating agent and silicate minerals (pending patent), and have demonstrated its feasibility (Wang et al., J. Cleaner Prod., under review).

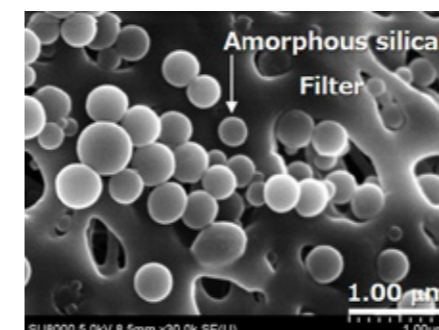


Fig.4 Silica nanoparticles produced under superhot geothermal conditions

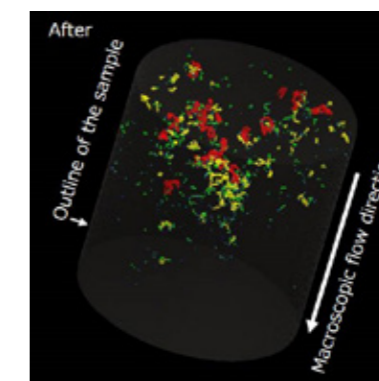


Fig.5 Voids created in granite by the selective mineral dissolution

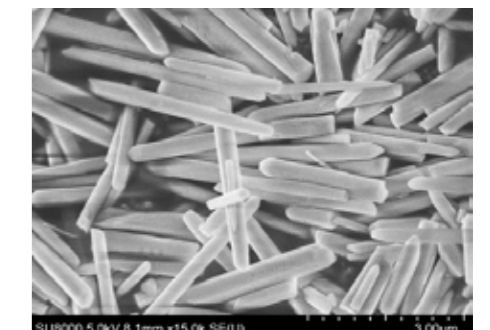


Fig.6 CaCO₃ produced by the new CO₂ mineralization method