

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



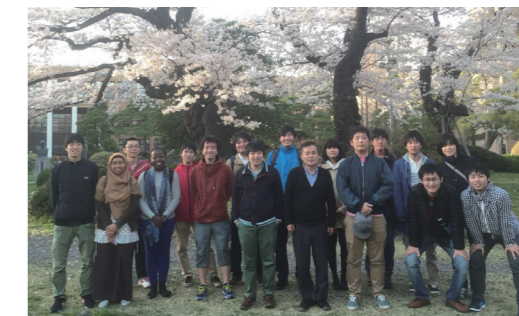
教授 駒井 武
Professor Takeshi Komai



准教授 渡邊 則昭
Associate Professor Noriaki Watanabe



助教 中村 謙吾
Assistant Professor Kengo Nakamura



集合写真

We have conducted various researches in environmental sciences, such as environmental risk assessment, hydrogeology in light of reservoir engineering, and geo-informatics, for our sustainable future. We have investigated on hydraulic properties of vuggy carbonate rocks, and hydraulic and mechanical properties of high-temperature fractured granite, particularly for effective developments of petroleum and geothermal resources. Additionally, we have conducted a research on a new hydrogen production method using a hot spring water-aluminum reaction. Furthermore, we have initiated new researches on risk assessment of new hazardous chemicals, in-situ heating method to produce methane hydrate resources, reality of fluid flows in pore systems of soils, risk assessment of coal and metal mining in developed countries, and groundwater origin in field scale. We have developed new knowledges and several innovative methods for data-driven environmental analyses.

研究概要

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と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・エネルギー開発の基礎学術を基礎として、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。学術集会の主催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。

具体的には、以下のような特徴的な内容の研究と教育を行っている。

- ・地球科学に基づいた数値情報解析および地圏情報整備
- ・先進国の石炭・金属鉱山における環境アセスメント
- ・地球化学的な視点に基づいた地下水サイクル評価
- ・鉱物資源およびエネルギー資源の開発に伴う環境リスク軽減
- ・地熱や石油・天然ガス、メタンハイドレート等の開発促進
- ・岩石や土壌の水理学や貯留層工学に基づいた流体流動解析
- ・震災復興支援に向けた技術開発およびリスク管理の実践
- ・温泉とアルミニウム廃棄物を利用した水からの水素製造

以下、本年実施した研究内容を紹介します。

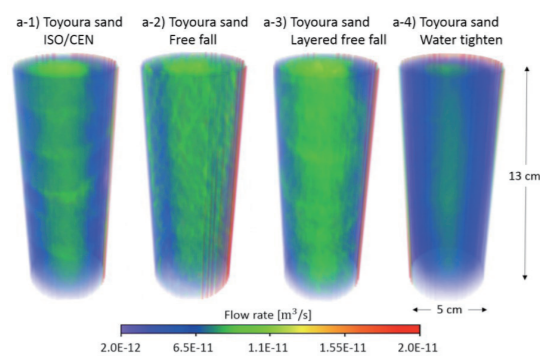


Fig. 1 3D images of flow path by soil up-flow percolation test

環境情報の高度解析による環境汚染調査及び対策技術の提案

■ 河川流域における元素挙動の解析

JAMSTEC との共同研究として、重金属類の由来(人為・自然)判別手法の開発にデータ科学を用いた。河川流域は、人類にとって古来より最も重要な生活・活動の場であり、河川流域における重金属類元素の移動・濃集プロセスを理解することは、環境や健康リスクを考えるうえで非常に重要である。本研究室では、宮城県名取川・広瀬川流域において、稠密な水質・堆積物サンプルの採取と分析を行い、地理情報システム(GIS)と情報科学技術を用いて地球化学的解析を進めている。

■ 土壌中の流体流動

土壌に含まれる有害物質の評価方法のカラム試験(Fig.1)は、今後様々な現場で実施される。しかし、カラム試験は、土壌の物理的・化学的メカニズムを同時に評価することができる反面、どのメカニズムが優先されるか不透明な試験方法である。本年度は、これまで個別に評価されてきた土壌中に形成される卓越流路の形成メカニズム及び有害物質の溶出メカニズムを、3次元可視化手法を用いて同時に評価する手法を提案した。3次元可視化手法に関する学会発表にて、修士課程学生が、資源・素材学会東北支部春季大会のポスター賞(銀賞)を受賞した。

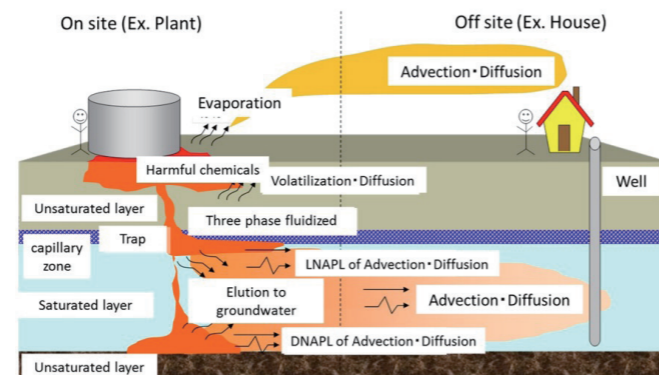


Fig. 2 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area

環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的解析

■ 新規有害物質のリスク評価と地圏移動現象の解明

国際航業との共同研究として、土壌中の新規有害物質の調査法の開発を実施している。有害化学物質による土壌汚染対策は急務の課題であり、健康リスクが高いとされる新規の化学物質に対する法規制への適用が求められている。1,4-ジオキサンは、土壌に対する吸着性などメカニズムが不透明であるため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、様々な土壌の吸着性を考慮した健康リスク評価モデルを開発し、健康リスク評価を行った。(Fig.2)。

地熱および石油・天然ガス資源の開発と水素製造

■ 炭酸塩岩貯留層における流体流動特性(東北大-JAPEX共同研究)

炭酸塩岩貯留層は石油・天然ガス貯留層の大部分を占め、CO₂地中貯留の貯留層候補でもあるが、溶脱孔隙(バグ)を有する炭酸塩岩の流体流動特性の理解は進んでいない。そこで炭酸塩岩の孔隙特性、これに起因して生じる水と油などの二相系の流動特性(相対浸透率曲線)を明らかにした(Fig.3)。

■ 地熱貯留層における流体流動特性(科研費・特別推進研究)

高橋・坂口研究室、土屋研究室あるいは産総研と共同で以下を実施した。水-水蒸気二相流動のν-X型相対浸透率曲線を新たに発見し、国際学術誌 Geothermics 上で発表した。き裂のせん断すべりにともなう微小地震のマグニチュードと浸透率変化との関係を見出し、国際学術誌 Geophysical Research Letters 上で発表し、加えて

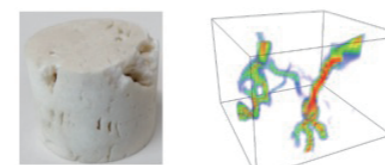


Fig. 3 Numerical determination of relative permeability curves for a vuggy limestone.

専門図書 Crustal Permeability (Wiley Works) の一部として発表した。また高温高压下の花崗岩における水圧刺激・破碎挙動や、水-岩石反応存在下の浸透率挙動を室内実験により検討した。水圧破碎挙動の成果により、修士課程学生が、資源・素材学会東北支部春季大会のポスター賞(銅賞)と、Asian Rock Mechanics Symposium の Scholarship Winner を受賞した。さらに昨年までに実施した延性地殻内の超臨界地熱資源の存在可能性に関する研究成果をまとめた論文(Potentially exploitable supercritical geothermal resources in the ductile crust)が国際学術誌 Nature Geoscience に受理された。

■ 温泉水を用いた水素製造(東北大-産総研-北日本電線(株)共同研究) 土屋研究室とともに、温泉水を用いた水素製造を山形蔵王温泉において実証し(Fig.4)、発生した水素を吸蔵合金や燃料電池に供給するためのガスプスターを開発した。また本水素製造法を地熱学会誌上で発表した。

特筆すべき業績

We have won several awards for our environmental and engineering studies. Research results on fluid flow characteristics through soil columns by Professor Takeshi Komai, Associate Professor Noriaki Watanabe, and Assistant Professor Kengo Nakamura and a master course student have received the best poster presentation award from Tohoku Branch of the Mining and Materials Processing Institute of Japan. Research results on high-temperature hydraulic fracturing of granite by Associate Professor Noriaki Watanabe and co-workers received the best poster presentation award and a scholarship winner, respectively, from Tohoku Branch of the Mining and Materials Processing Institute of Japan and Asian Rock Mechanics Symposium. We have also published papers in leading journals such as Geophysical Research Letters and Geothermics. Additionally, a paper entitled "Potentially exploitable supercritical geothermal resources in the ductile crust" by Associate Professor Noriaki Watanabe et al. has been accepted by Nature Geoscience.

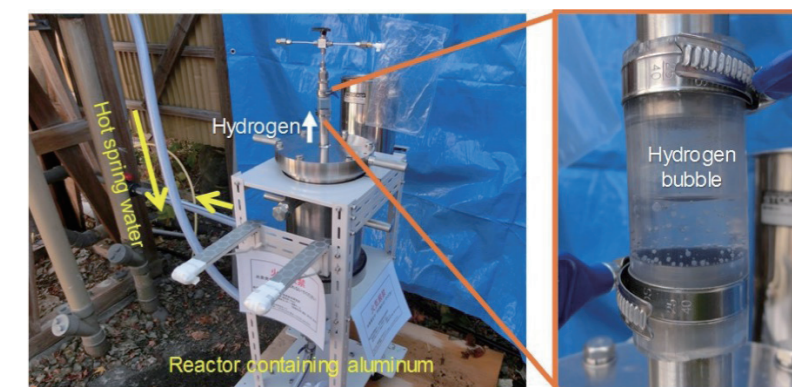


Fig. 4 Demonstration of a hydrogen production by a hot spring water-aluminum reaction.