

資源・エネルギーの持続的開発と環境の持続的調和

Sustainable development of resource and energy as well as sustainable harmony 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, reservoir engineering and geoinformatics, for our sustainable future. We have conducted laboratory investigations on mechanical and hydraulic characteristics of sandstone, carbonate, and granite reservoirs, for safe geologic sequestration of CO₂, and effective developments of petroleum and geothermal resources. Additionally, we have conducted on laboratory investigations on a new hydrogen production method using acidic hot springs and aluminum wastes. Furthermore, we have initiated new researches on risk assessment of new hazardous chemicals, in-situ heating method to produce methane hydrate resources, and reality of fluid flows in pore systems of soils. We have already developed new knowledges and several innovative methods for environmental analysis.

研究室概要

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
- ・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
- ・鉱物資源および燃料資源の開発に伴う環境リスク軽減
- ・環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的解析
- ・現場の調査や観測に基づいた資源環境問題の把握
- ・自然科学と社会科学の融合（リスク認知・伝達）
- ・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。

河川流域における元素挙動の解析

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 (Fig. 1)、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 (JAMSTEC との共同研究)。

新規有害物質のリスク評価と地圏移動現象の解明

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、難分解性の合成化合物であり、環境中に蓄積され易く、人への毒性は発ガン性 (グループ 2B) が疑われている。1.4-ジオキサンの土壌層や帯水層における環境動態には不明な点が多く、特に土壌への吸着、土壌からの地下水への移行、土壌ガス挙動などに関するパラメータの収集及び解析に大きな課題が残されている (Fig. 2) (国際航業との共同研究)。

砂岩貯留層のポロメカニクス

CO₂ 地中貯留においては、砂岩貯留層の多孔質弾性体としての力学 (ポロメカニクス) を特徴づける多孔質弾性パラメータの把握が求められる。本年は、多孔質弾性パラメータを封圧、間隙圧、温度および CO₂ 飽和率の関数として定式化し、石油技術協会誌上で公表した (高橋・坂口研との共同研究)。



Fig.1 Sampling of sediments and water in the Hirose River

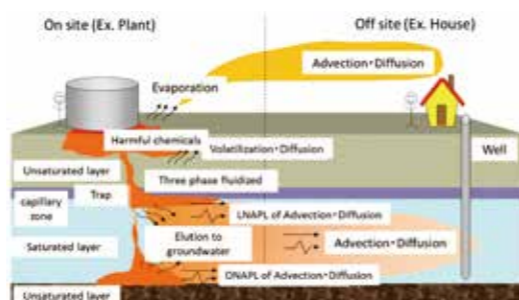


Fig.2 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area

炭酸塩岩貯留層における流体流動

炭酸塩岩貯留層は世界の石油・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。本年は、炭酸塩岩の孔隙率分布の特性、これに起因して生じる卓越流路の特性および浸透率の関係を明らかにした (JAPEX との共同研究)。

超臨界地熱貯留層における流体流動

将来の超臨界地熱資源開発へ向けた先導的な研究として、高温 (500 °C まで) のき裂性花崗岩の浸透率に関する研究を実施している。本年は、浸透率の有効応力依存性が変化する温度依存型の弾性・塑性遷移応力 (Fig. 3) が存在すること、相対浸透率曲線が既存のものとは全く異なる $\nu-X$ 型であることを見出した (土屋・岡本研、高橋・坂口研、産総研との共同研究)。

温泉を利用した水からの水素製造

地産地消・小規模分散型の水素製造法の開発のため、温泉水 (酸性泉) - アルミニウム廃棄物反応を用いた水素製造 (Fig. 4) の特性評価およびプロセス設計を実施している。本年は、反応式と反応速度式を明らかにし、水素製造シミュレータを作成した (土屋・岡本研、産総研との共同研究)。

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. 5) 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。この問題を解決するため、本年はまず、土壌中の流体流動を、特に卓越流路の形成に着目して、可視化・評価することに挑戦している。

研究室ホームページ: <http://www2.kankyo.tohoku.ac.jp/komai/>

特筆すべき業績

We have won several awards for our environmental and engineering studies. Professor Takeshi Komai and his colleagues received the 41th Environmental Award from the Hitachi Environment Foundation for their outstanding achievement in the research and development of GERAS (Geo-environmental risk assessment system). Associate professor Noriaki Watanabe and co-workers received best presentation awards from Geothermal Resources Council (USA), Geothermal Research Society of Japan (for two presentations), and Tohoku Branch of the Mining and Materials Processing Institute of Japan, for their researches on absolute permeabilities at high temperatures, and relative permeabilities, of fractured granite.

We have also published many papers in leading journals, including *Chemosphere*, *Water Resource Research* and *Journal of Geophysical Research*.

外部資金費獲得状況

科研費: 新学術領域計画研究 (駒井)、新学術領域総括班 (駒井 [代表: 東大・岡田])、若手研究 B (渡邊)、特別推進研究 (渡邊 (代表: 東北大・土屋))、基盤研究 B (渡邊 (代表: 東北大・岡本))、基盤研究 B (渡邊 (代表: 東北大・坂口))、スタートアップ (中村)

受託: 環境省環境研究総合特別推進費 (駒井・中村)、AIIST (駒井・渡邊・中村)、受託・共同研究: JAPEX (渡邊)、産総研-東北大マッチング研究支援事業 (駒井・中村)、産総研-東北大マッチング研究支援事業 (渡邊)

助成金: クリタ水・環境科学振興財団 (渡邊・中村)

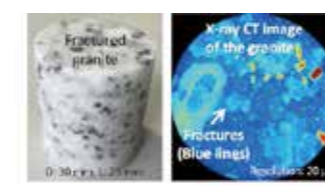


Fig.3 Discovery of elastic-plastic transition stress of fractured granite.



Fig.4 New hydrogen production method using hot spring water.

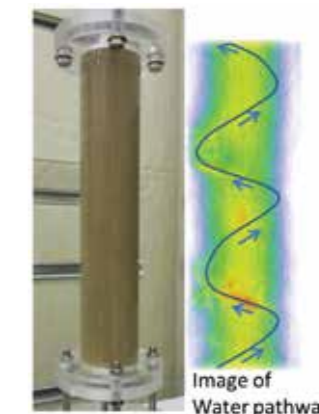


Fig.5 Column test using soil and image of water pathway in soil