

Coexistence

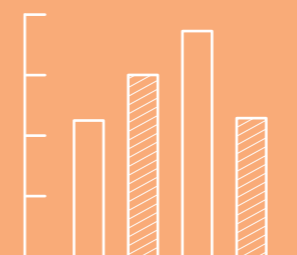
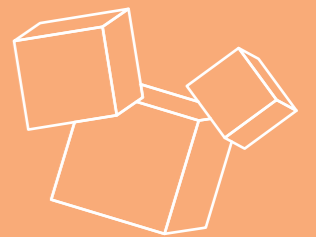
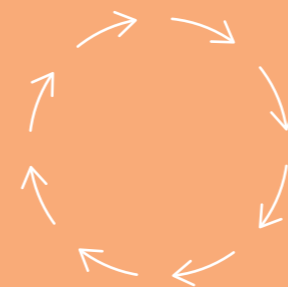


東北大学大学院環境科学研究科
アクティビティレポート 2021

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University
Activity Report 2021

Coexistence Activity Report 2021

東北大学大学院環境科学研究科 アクティビティレポート 2021 | Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University





土屋 範 芳

Professor

Noriyoshi Tsuchiya

東北大学大学院環境科学研究科長
Dean, Graduate School of Environmental Studies,
Tohoku University

ごあいさつ

日頃より、東北大学大学院環境科学研究科の研究・教育活動に深いご理解と温かいご支援を賜り、心から御礼申し上げます。

2020、2021年度は、新型コロナウイルスにほんとうに振り回された年でした。日本で、はじめて新型コロナ患者が確認されたのが、2020年1月16日。2022年の年があけて2年がたちましたが、いまこのあいさつを書いているときには、オミクロン株による第6波が日本全体に広がってきています。いまだにコロナ禍のまっただ中で、第19号のアクティビティレポートを出すタイミングとなりました。

研究科は、国、県や市の指針、大学の指針などに基づいて感染対策を講じてきました。学生と教職員の健康と安全を守ることを第一に、そして、教育と研究の質を落とさないことに腐心してきたところです。コロナ禍の先はまだ見通せていません。この先も、不自由な生活が続くことを覚悟せざるを得ません。

当研究科は、従来の環境問題に対して鳥瞰的かつ国際的な視座を有し、先端的環境技術による対策を行える人材、ならびに、文理横断型の環境思考を基盤としたソリューションの創出とディレクションの提示を行える人材の育成をすすめております。まさしく、ポストコロナの世界を考える人材を育てていきたいと考えています。

環境科学研究科では設立時からグローバル化を常に標榜しており、2014年度からは、文部科学省国費留学生優先配置プログラムに採択され、IELP: International Environmental Leadership Programを実施して参りましたが、第三期目としてISELP: International Security Environmental Leadership Programが採択されました(修士3名、博士5名)。このプログラムによりASEAN諸国を中心として、毎年コンスタントに留学生を受け入れております。さらに2019年度からは、本研究科が世話役となっている災害科学・安全学国際共同大学院が設立され、学生の受け入れも本格化するとともに、他の国際共同大学院ならびに卓越大学院へも積極的に参画しております。

研究組織として環境研究推進センターの機能強化を進め、地域連携、産学連携を基礎に「資源」、「エネルギー」問題の研究を推進しております。2022年度の4月からは、新たに「資源戦略研究センター」を研究科内組織として立ち上げて、「資源」問題への取り組みを強化するところでございます。

感染症の広がりや環境問題は、強く連動しています。人類の存亡にも関わる、まさしくヒューマンセキュリティ(人間の安全保障)を強く意識していかねばなりません。グローバリゼーションが、文字どおり世界全体を覆い尽くしているこの現状が、ポストコロナでどう変わるのか、どう変えていかねばならないのか、人類の英知が試されていると感じています。希望はあります。環境科学研究科には、高度な先進的環境研究を進め、新しい未来社会を創造し、また環境問題を生み出す社会自体を変革したいという学生諸君がいます。彼らに期待し、また彼らはその期待にきっと応えてくれると信じています。

今後とも、ご指導、ご鞭撻を賜りますよう、お願い申し上げます。

Prefatory Note

First, on behalf of the Graduate School of Environmental Studies at Tohoku University, I would like to express our deepest gratitude for your continued understanding and support for our research and education programs.

The fiscal years 2020 and 2021 were dominated by COVID-19. On January 16, 2020, the first COVID-19 patient was recorded in Japan. Although it has already been two years as we have now entered 2022, at the time of this writing, the sixth wave of infections driven by the omicron variant is spreading across Japan. Thus, we are publishing this 19th Activity Report still amid the pandemic.

Our graduate school has implemented measures against the spread of infection based on guidelines set by the national government, the prefectural government, and Tohoku University. We have made the health and safety of our students, faculty, and staff members our priority, while making every effort to maintain the quality of our research and education. What will follow after the pandemic is still uncertain. We have no choice but to accept life with restrictions for the foreseeable future.

We aim to nurture human resources with a bird's eye, global perspective on existing environmental issues and the ability to implement countermeasures with cutting-edge environmental technologies and human resources capable of creating solutions based on humanity-science interdisciplinary environmental thought and freely assuming directorial roles in a variety of positions and contexts. In other words, we aim to nurture human resources who can take a leading role in the post-COVID-19 world.

Since its foundation, the Graduate School of Environmental Studies has emphasized globalization and has conducted various international programs. Since fiscal year 2014, the school has consistently been selected as an International Priority Graduate Program, and with support from the Ministry of Education, Culture, Sports, and Technology (MEXT), it has implemented

the International Environmental Leadership Program (IELP). As the program's third term, the International Security Environmental Leadership Program (ISELP) has been selected (with three students in the master's program and five in the doctoral program). This program enables the school to host international students every year, focusing on those from ASEAN countries. In addition, fiscal year 2019 saw the founding of the International Graduate Program in Resilience and Safety Studies, for which the school will assume a facilitator role. Students have already begun enrolling. We are also actively involved in other international, collaborative programs at graduate schools and WISE Programs.

As a research organization, we are strengthening the functions of the Environmental Research Promotion Center to promote research on issues related to resources and energy, with an emphasis on collaboration with the community and industry-academia collaboration. Starting in April 2022, we are launching the Resource Strategy Research Center as an organization within the graduate school to enhance our activities on issues related to resources.

There is a strong correlation between the spread of infectious disease and environmental problems. We need to be keenly aware of human security, which can be a matter of life or death for the human race. How will the global environment—which currently sees globalization literally covering the entire world—change, or how should it change, in a post-COVID-19 world? I feel that human wisdom itself is being tested. We do have hope. In the Graduate School of Environmental Studies, we are blessed with students who aspire to research advanced environmental studies and create a new society for the future, changing the society that has produced so many environmental issues. I believe we can expect a lot from them, and I am confident that they are capable of living up to our expectations. We greatly appreciate your further and continued help and your encouragement of our research and education programs.

CONTENTS

ページ					
1	ごあいさつ	環境科学研究科長	Prefatory Note	Dean, Graduate School of Environmental Studies	

先進社会環境学専攻 Department of Environmental Studies for Advanced Society

資源戦略学講座	Resources Strategies	
4	地圏環境計測・分析学分野 地圏環境の正確な観察・計測・分析と記録、またそのための装置・技術・方法の開発 平野伸夫 助教	Geo-environmental Measurement and Analysis Measurement, observation and equipment development for understanding of various geosphere information
6	環境複合材料創成科学分野 次世代への持続可能なライフスタイルのための機能性非金属軽元素材料の開発 佐藤義倫 准教授	Nanocomposite Science and Interfacial Materials Design Development of High-Functional Non-Metal Light Element Materials for a Next-Generation Sustainable Life Style
8	環境素材設計学分野 環境や生命に調和する材料デザインを求めて 上高原理暢 教授	Design of Environment-Friendly Materials Design of materials harmonizing with environment and life
10	環境修復生態学分野 環境調和型バイオテクノロジーによる汚染浄化と資源回収技術の開発 井上千弘 教授 / グラウゼギド 准教授	Geoenvironmental Remediation The Development of Environmentally Friendly Biotechnologies for Pollution Remediation and Resource Recovery
12	地球物質・エネルギー学分野 岩石―流体反応が駆動する地圏環境システム 岡本敦 教授	Geomaterial and Energy Geo-environmental systems driven by fluid-rock reactions
14	地球開発環境学分野 環境調和型開発システムに関する研究 高橋弘 教授	Earth Exploitation Environmental Studies Studies on environment-friendly development systems
16	地球開発環境学分野 地殻環境・エネルギー技術の新展開 坂口清敏 准教授	Earth Exploitation Environmental Studies Toward Advanced Environmental Geomechanics and Energy Technology

エネルギー資源学講座	Energy Resources	
18	分散エネルギーシステム学分野 サステイナブルなエネルギーシステム実現に向けて 川田達也 教授 / 八代圭司 准教授	Distributed Energy System Toward the development of sustainable energy system
20	エネルギー資源リスク評価学分野 / 環境社会動態学分野 (環境政策学講座) 地圏環境科学の深化と持続可能な資源・エネルギー開発 駒井武 教授 / 渡邊則昭 教授	Resources and Energy Security / Socio-Environmental Dynamic Analysis (Environmental Policies) The Deepening of Geo-Environmental Science and Sustainable Resource and Energy Development
22	環境共生機能学分野 環境との共生・エネルギーの創製を担うナノ機能素材開発 高橋英志 教授 / 横山俊 准教授	Designing of Nano-Ecomaterials Development of functional nano-ecomaterials for energy and environment in the environmentally benign systems
24	国際エネルギー資源学分野 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 土屋範芳 教授 / 窪田ひろみ 准教授	International Energy Resources Governing energy strategies and the diffusion of new low-carbon technologies

環境政策学講座	Environmental Policies	
26	環境・エネルギー経済学分野 サプライチェーンを通じた資源利用と関連するリスクの可視化 松八重一代 教授	Environmental and Energy Economics Resource logistic approach to visualize supply chain risks behind resource use

寄附講座 (DOWA ホールディングス)	Endowed Division (Dowa Holdings Co., Ltd.)	
28	環境材料政策学分野 高橋英志 教授 / 鳥羽隆一 教授 環境循環政策学分野 白鳥寿一 教授 / 齋藤優子 准教授 環境物質政策学分野 駒井武 教授 / 上高原理暢 教授	Study of Functional Materials Study of End of Life Materials Control Control of Environmental Materials
	環境調和型新素材の開発と、持続的な資源循環システムの構築を目指して	Towards developing new, environmentally friendly materials and constructing sustainable systems for resource recycling

連携講座	Collaborative Divisions	
30	環境リスク評価学分野 (産業技術総合研究所) 「安全・安心」な地熱エネルギーの利用を目指して 浅沼宏 教授 / 張銘 教授	Environmental Risk Assessment (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) Studies for utilization of safe and secure geothermal energy

先端環境創成学専攻 Department of Frontier Sciences for Advanced Environment

都市環境・環境地理学講座	Urban Environment and Environmental Geography	
32	環境地理学分野 地理学的視点から多様な人間 - 環境関係を解明する 中谷友樹 教授 / 樋淵知哉 准教授	Environmental Geography Understanding Diverse Human-Environment Relationships from Geographical Perspectives

太陽地球システム・エネルギー学講座	Solar and Terrestrial Systems and Energy Sciences	
34	資源利用プロセス学分野 / 資源分離・処理プロセス学分野 資源の高度利用・環境保全のためのプロセス研究 葛西栄輝 教授 / 村上太一 准教授	Process Engineering for Advanced Resources Utilization / Resource Processing and Recovery Engineering Process Engineering Research for Advanced Resource Utilization and Environmental Conservation

36	地球システム計測学分野 大気中のオゾン等微量成分の変動の研究 村田功 准教授	Earth System Monitoring and Instrumentation Variations of ozone and related trace species in the atmosphere
----	---	---

38	水資源システム学分野 水資源と水環境に関する研究 久保田健吾 准教授 / 李玉友 教授 (工学研究科) / 佐野大輔 教授 (工学研究科) / 小森大輔 准教授 (工学研究科)	Urban and Regional Environmental Systems Researches on Water Resources and Environments
----	---	---

自然共生システム学講座	Environmentally Benign Systems	
40	資源再生プロセス学分野 資源・物質循環型社会の実現を目指して 吉岡敏明 教授 / 亀田知人 准教授 (工学研究科) / 齋藤優子 准教授	Recycling Chemistry Aimed on the realization of a resources-material recycling society

42	環境分析化学分野 環境系・生体系物質計測への展開を目指した新しい化学分析 モチーフの開発 壺岐伸彦 教授	Environmental Analytical Chemistry Development of Chemical Motifs for Environmental and Biomedical Analysis
----	---	---

44	環境生命機能学分野 マイクロ・ナノ電極を利用する環境・医工学バイオセンサデバイス および材料評価システムの開発 珠玖仁 教授 (工学研究科) / 伊野浩介 准教授 (工学研究科) / 井上久美 准教授 (山梨大学) / 熊谷明哉 准教授 (材料科学高等研究所、物質・材料研究機構)	Environmental Bioengineering Development of Environmental/Biomedical Sensors and Visualization Systems for Material Functions with Micro/Nano Electrodes
----	---	--

資源循環プロセス学講座	Sustainable Recycle Process	
46	環境グリーンプロセス学分野 環境調和型化学プロセスの開発 スミスリチャード 教授	Environmental Green Process Study Green Process Development

48	複合材料設計学分野 環境に配慮したマルチファンクショナル複合材料の設計・開発・評価 成田史生 教授	Mechanics and Design of Composite Materials Design, development and evaluation of multi-functional composite materials
----	--	--

50	複合材料設計学分野 循環型社会を目指した材料製造プロセスの研究 コマロフセルゲイ 教授 / 吉川昇 准教授	Mechanics and Design of Composite Materials Environment-friendly Material Processing
----	--	--

環境創成計画学講座	Ecomaterial Design and Process Engineering	
52	環境分子化学分野 自然環境に順応する Chemical Engineering Technology の創製 大田昌樹 准教授	Environmentally-Benign Molecular Design and Synthesis Innovative experimental and theoretical technologies on chemical engineering for creating sustainable society
54	環境材料表面科学分野 低環境負荷社会に資する新しい触媒材料の表面設計指針 和田山智正 教授 / 轟直人 准教授	Environmental Materials Surface Science Atomic-level design of novel catalyst materials for eco-friendly society

寄附講座 (フロンティア・ラボ)	Endowed division (Frontier Laboratories Ltd.)	
56	反応解析機器開発学 世界最先端の熱分解分析機器および分析技術の開発を目指して 吉岡敏明 教授 / 渡辺杏 准教授	Innovative Analytical Pyrolysis Towards Development of Innovative Analytical Pyrolysis Technologies

連携講座	Collaborative Divisions	
58	環境適合材料創製学分野 (日本製鉄株式会社) 安全・安心な高機能鉄鋼の製造技術を通して、持続可能な社会に貢献 森口晃治 教授 / 松村勝 教授 / 大村朋彦 教授	Process Engineering for Environmentally Adapted Materials (Nippon Steel Corporation) Development of manufacturing technology for safe and secure high performance steels contributing to sustainable society

60	地球環境変動学分野 (国立環境研究所) グローバルな大気環境や炭素循環の変化を捉える 中島英彰 教授 / 町田敏暢 教授	Global Environment (National Institute for Environmental Studies) Observation of Global Atmospheric Environment and Carbon Cycle Changes
----	---	--

環境研究推進センター	Environmental Research Promotion Center (ERPC)	
62	環境研究推進センターの取組み 土屋範芳 教授 / 松原秀彰 特任教授 / 大庭雅寛 特任准教授	Activities of Environmental Research Promotion Center

64	業績レポート	80	博士・修士論文題目一覧 (令和3年3月・9月修了)	86	進路状況	88	TOPICS	96	索引	97	環境科学研究科事務室職員
----	--------	----	---------------------------	----	------	----	--------	----	----	----	--------------

トピックス

地圏環境の正確な観察・計測・分析と記録、 またそのための装置・技術・方法の開発

Measurement, observation and equipment development for understanding of various geosphere information



助教 平野 伸夫
Assistant Professor
Nobuo Hirano

本研究室では、地圏の様々な情報の理解に焦点を当てており、そのために必要な手法や装置の開発をおこなっている。主なターゲットは、熱水-岩石相互作用、地球内部の水熱条件下での岩石状態の把握、石英や長石など鉱物の自然および人工熱発光 (NTL、ATL) 計測、酸性温泉排水と金属アルミニウムを用いた水素の発生技術等である。

主に地熱および温泉資源の開発と有効活用を目的としたものであり、これらの研究成果を最終的には社会に還元したいと考えている。また、オートクレーブ等を用いる実験や測定方法などについて、可能性の検討やアイデアなどの提供もおこなうことが可能である。

The objective of the laboratory studies is to focus on measurements and observations to understand different geosphere information, for which we are developing apparatuses. Our main targets are water-rock interaction, the destruction of rocks under hydrothermal conditions at Earth's interior, natural and artificial thermoluminescence (NTL, ATL) of minerals such as quartz and feldspar, and hydrogen production from the reaction of strong acid hot spring drainage and aluminum metals.

Our main focus is the development and utilization of geothermal resources, and we will use these research results for social purposes. In addition, we will demonstrate the possibilities of and provide ideas for high-temperature/pressure experiments and measurement methods using autoclaves.

流体相変化に伴う岩石鉱物の破壊現象

これまでの研究で、花崗岩類を 400°C 以上の超臨界状態水中に設置し、急減圧をおこなうと内部流体の沸騰と断熱膨張に伴う温度低下によって、岩石に顕著なき裂を生じさせることが可能であり、数値シミュレーションの結果とも併せて、花崗岩内部に存在する石英の関与が大きいことを報告してきている。この現象は地殻深部や火山近傍における岩石き裂発生原因を考える上で重要となる。そこで、花崗岩以外の岩石、特に石英がほとんど存在しないはんれい岩をもちいた実験をおこなった。この結果、はんれい岩では花崗岩と同じ減圧条件において、花崗岩よりもき裂の発生量が少ないことを空隙率や P 波速度の観察結果から確認できた。これは、これまでの考察から得られた推測どおり、外部からの熱応力によるき裂発生のためには岩石内部にある程度の石英を含有する必要がある事を裏付けている (Fig.1)。

鉱物の熱発光を用いた地熱兆候探査

岩石を構成する鉱物、特に石英および長石では鉱物熱発光 (Thermoluminescence, TL) と呼ばれる現象が観察される。これは鉱物内に蓄えられた自然放射線を起源とするエネルギーが、鉱物が加熱されることにより解放され、エネルギー蓄積量が発光強度として観察される

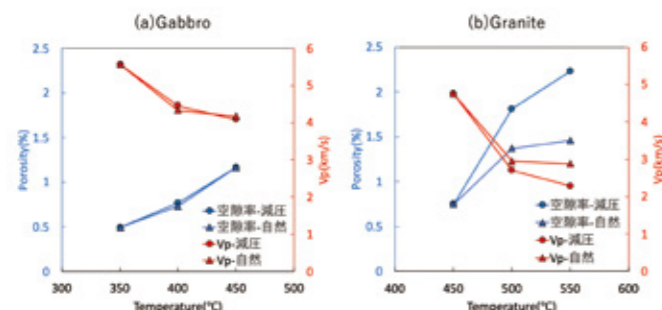


Fig.1 Changes in porosity and p-wave velocity of gabbro and granite after experiments.

Fracturing of rocks by fluid phase change

In previous studies, we have reported that the rapid decompression of granitic rocks in supercritical water at temperatures above 400°C can induce significant cracks in the rock due to the temperature drop caused by the boiling of the internal fluid and the adiabatic expansion. In addition, we showed the involvement of quartz in the granite is significant, together with the results of numerical simulations. Moreover, we have reported that the quartz in the granite is largely responsible for this phenomenon. This phenomenon is important for understanding the causes of rock fractures in the Earth's deep crust and/or near volcanoes. In this study, we conducted experiments using rocks other than granite, especially gabbro, in which quartz is almost absent. As a result, it was confirmed from the observation of porosity and P-wave velocity that the degree of fracture initiation was lower in the gabbro than it was in the granite under the same pressure reduction conditions. This result suggests that a certain amount of quartz content in the rock is necessary for fracture initiation by external thermal stress, as inferred from the previous discussion (Fig.1).

Preliminary geothermal exploration using thermoluminescence

A phenomenon called thermoluminescence (TL) has been observed in minerals constituting rock, especially quartz and feldspar, whereby energy originating from natural radiation stored in minerals is released when the minerals are heated and then energy accumulation is observed as emission light intensity. In other words, once heated, minerals emit less light, so minerals that have been in a geothermal environment should emit relatively less light. Therefore, by observing the degree of luminescence, it is possible to screen promising geothermal resource sites from the minerals in the rock samples obtained during surface exploration. In 2021, we mainly investigated the behavior of spontaneous thermoluminescence of feldspar using the apparatus developed in the previous year. As a result, we found that although the luminescence intensity of feldspar is much smaller than that of quartz, it could be observed sufficiently with the developed apparatus. In addition, we found the luminescence behavior is generally the same as that of quartz and that the luminescence behavior differs slightly depending on the type of feldspar (Fig.2). From these results, it can be said that feldspar TL can be used for geothermal exploration in the same way as quartz TL.

現象である。これは、一度加熱された鉱物は発光量が小さくなることを意味しているため、地熱環境にあった鉱物は相対的に発光量が小さくなるはずである。これを利用すれば、大規模な物理探査前の地表踏査などで得られた岩石試料中の鉱物から、地熱資源有望地のスクリーニングがある程度可能である。今年度は昨年度までに開発した装置を用い、主に長石の自然熱発光挙動について検討をおこなった。その結果、長石の発光強度のそのものは石英と比較して非常に小さいが、開発した装置では十分に観察可能であること、発光挙動は概ね石英と同様であること、長石の種類によって発光挙動の若干異なっている事などが判明した (Fig.2)。これらの結果から長石 TL についても石英 TL と同様の方法で地熱探査に利用できる展望が開けたと言える。

玉川温泉酸性排水を用いた水素発生および発電実験

これまでの実験から、金属アルミニウムを 50-60°C 程度の pH1-2 の強酸性溶液や pH13-14 の強アルカリ溶液を反応させた場合、水素を発生させる事が可能であることが判明している。これは、従来の水熱反応による水素生成の方法よりも非常に低い温度であり工業的な利用が期待できる。今年度は秋田県仙北市の玉川酸性水中和処理施設において、昨年度までに開発した反応装置を用い、強酸性温水とアルミニウムを利用した水素生成実験および水素燃料電池を用いた発電実験をおこなった (Fig.3)。その結果、反応装置から取り出した水素を水素燃料電池に導入することにより、連続的な発電をおこなう事に成功した。これにより、玉川酸性温泉とアルミニウムを用いて水素燃料電池を稼働させる発電システムの目処が立ったと言える。

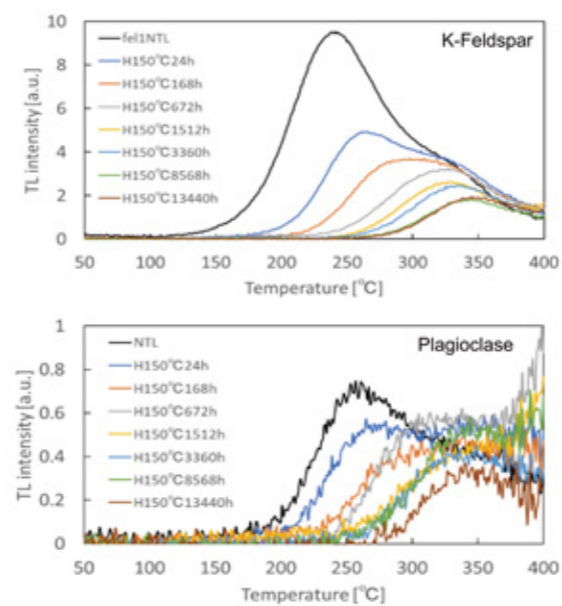


Fig.2 Results of TL observations of K-feldspar and plagioclase. TL intensity is larger in K-feldspar than in plagioclase.

Hydrogen generation and power generation from aluminum with acid hot spring water at low temperature

Hydrogen is generated when a strongly acidic solution at pH 1-2 and metallic aluminum react at about over 50-60°C. This is a much lower temperature than is used in the conventional hydrogen production method by hydrothermal reaction, and industrial applications can be expected. In 2021, we conducted a hydrogen production experiment using strongly acidic hot water and aluminum and a power generation experiment using a hydrogen fuel cell at the Tamagawa Acidic Water Neutralization Facility in Senboku City, Akita Prefecture, as well as using the reaction system developed in the previous year. As a result, we succeeded in generating electricity continuously by introducing the hydrogen extracted from the reactor directly into the hydrogen fuel cell (Fig.3 and Fig.4). As a result, it can be said that the power generation system using Tamagawa acidic hot spring water and aluminum to operate the hydrogen fuel cell has been successfully established.



Fig.3 Power generation experiment by hydrogen fuel cell using produced hydrogen.



Fig.4 Illuminated lamp operated by hydrogen fuel cell.

次世代への持続可能なライフスタイルのための 機能性非金属軽元素材料の開発

Development of High-Functional Non-Metal Light Element Materials for a Next-Generation Sustainable Life Style



准教授 佐藤 義倫
Associate Professor
Yoshinori Sato

ナノ物質の機能を最大限に活かした高次機能性を持つ集合体・複合材料・有機/無機ハイブリット材料を創成することは、最も魅力的な研究の1つである。本研究室では、表面・界面設計に基づいて、ナノ物質の特性をバルクまで持ち合わせた集合体・複合材料・有機/無機ハイブリット材料の設計・合成・評価を行い、「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs)」にも関わる次世代のクリーンエネルギー分野に必要な軽量かつ高機能なエネルギー材料 (特に非金属軽元素材料) の創成に挑戦している。研究を遂行するにあたり、軽元素のホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素、硫黄、リンを用いた高機能な表界面を持つ非金属軽元素材料の開発を行っている (Fig.1)。

Our laboratory is in the research area of advanced nanomaterials for clean energy (alternative energy and hydrogen energy). To fabricate, assemble, and composite organic/inorganic materials with high-performance functions created from combinations of each material's properties is one of the most fascinating and necessary areas of research. In this laboratory, we design, synthesize, and characterize the assembly, composites, and organic/inorganic materials based on surface/interface design to apply nanomaterials' properties to bulky materials (Fig. 1). In particular, we have challenged ourselves to create and develop highly functional nonmetal light element materials (carbon-based materials including boron, nitrogen, oxygen, fluorine, sulfur, and phosphorus) with high-performance surfaces and interfaces. Such materials are necessary for the field of next-generation clean energy, which in turn is needed to meet sustainable development goals (SDGs).

カーボンナイトライドへの硫黄ドーピング

カーボンナイトライド (CN_x) は尿素やメラニン色素などの窒素含有有機化合物の熱処理によって合成される。その電気物性は半導体特性を持ち、水を分解して水素を発生する光触媒として期待されている。しかし、CN_x はキャリア密度の改善、太陽光に対する最適バンドギャップの調整が必要である。この問題に対して、我々は尿素と硫黄含有有機化合物を熱処理によって、CN_x に硫黄ドーピングを行っている (Fig.2)。本研究は、硫黄ドーピングを精密制御することで、硫黄ドーピング CN_x の電子物性をコントロールすることを目指している。

固体高分子形燃料電池に使用する炭素系材料触媒の開発

新しいエネルギーシステムとして、様々な方法で生成でき貯蔵・輸送が可能な水素エネルギーが考えられている。その水素エネルギーの利用で使用されるデバイスとして期待されている固体高分子形燃料電池

Sulfur doping of carbon nitrides

Carbon nitrides (CN_x) are synthesized by thermal treatment of nitrogen-containing organic compounds such as urea and melanin pigment. Their electrical properties are semiconducting, and they are expected to be used as photocatalysts for decomposing water to produce hydrogen. However, CN_x require improvement in carrier density and tuning of their optimal band gap for sunlight. To address this issue, we have doped CN_x with sulfur via heat treatment of a mixture of urea and sulfur-containing organic compounds (Fig.2). The goal of this study is to control the electrical properties of sulfur-doped CN_x by precisely controlling sulfur doping.

Development of carbon-based material catalysts for use in polymer electrolyte fuel cells

Hydrogen energy is a candidate for a new alternative energy system because hydrogen molecules can be generated from various resources, stored, and transported. Although hydrogen energy-harnessing polymer

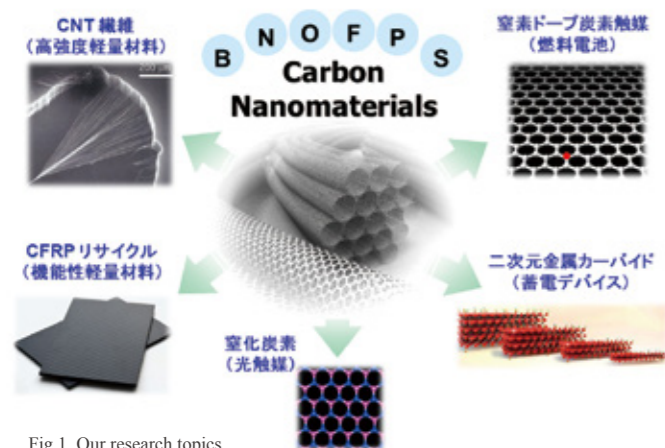


Fig.1 Our research topics.

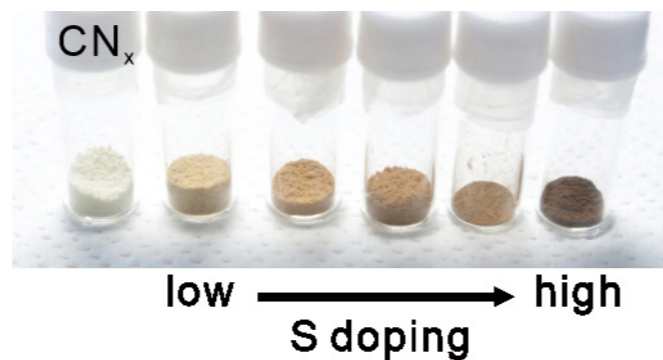


Fig.2 Photograph of sulfur-doped CN_x. As the amount of sulfur doping increased, the color of the sample changed to blackish brown.

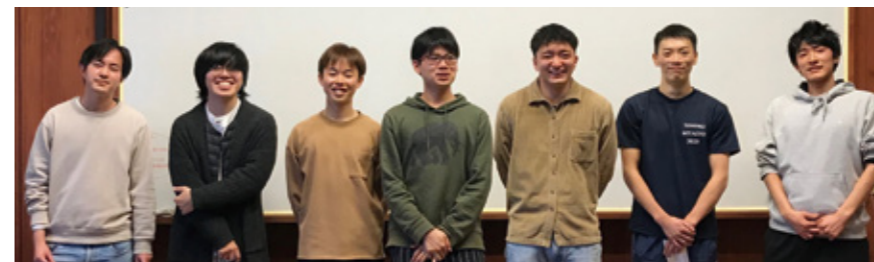


Fig.S1 Lab members (2021).



Fig.S2 New crew. Kyosuke Miyamoto (B3).

(polymer electrolyte fuel cell: PEFC) は、様々な課題のため広い普及には至っていない。その課題の1つが酸素還元反応 (oxygen reduction reaction: ORR) 触媒として使用されている白金触媒である。白金は埋蔵量が少なく、寿命が短い。そこで、白金を使用しない炭素ナノ材料触媒が埋蔵量や耐久性の点で注目されている。特に窒素ドーピング炭素ナノ材料は高い触媒活性を示す。しかし、そのメカニズムは解明されておらず、高活性な ORR 触媒に求められる条件を満たす触媒を未だに作製できていない。本研究では、窒素ドーピング炭素材料の ORR 触媒活性メカニズムの解明のために、フッ素化-脱フッ素化を経由することにより、様々な窒素種を選択的に炭素材料へドーピングを行っている。

2次元チタン化合物 (MXene) の合成と表面化学修飾

PEFC では、負極での水素酸化反応 (hydrogen oxidation reaction: HOR)、正極での ORR によって発電される。電解質には酸性水溶液が使用されるため、耐酸性の電極触媒が要求される。2次元材料 MXene は、遷移金属 (Ti, V, Nb, Mo) と非金属軽元素 (C, N) から構成される層状化合物である。Ti₃C₂ は代表的な MXene であり (Fig.3)、耐酸性に優れている。本研究では、高性能な HOR 触媒や ORR 触媒を目指し、Ti₃C₂ の化学表面修飾によって電子物性の変調を行っている。

研究費

- JSPS 科学研究費補助金 18H04145 (基盤研究 (A)/代表)
- JSPS 科学研究費補助金 19K21911 (挑戦的研究 (萌芽)/代表)
- 共同研究費 (ステラケミファ株式会社 / 代表)

共同研究

- ステラケミファ株式会社 (研究部)

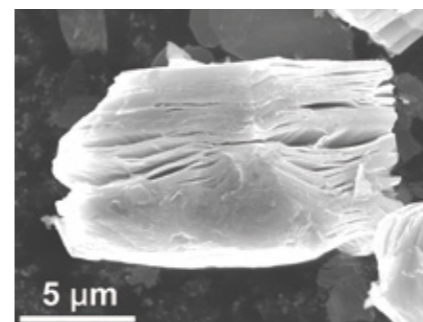


Fig.3 SEM photograph of Ti₃C₂ MXenes.



Fig.4 Pizza party.

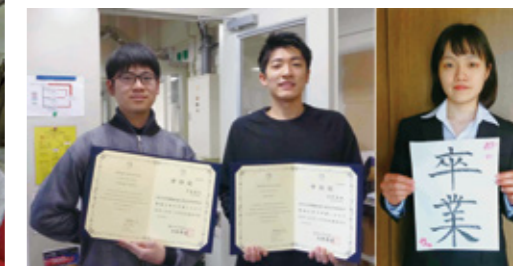


Fig.5 Graduation photo (March 2021). From left, Ryudai Tsukidate (B4), Yuto Sano (B4), and Minoru Kokubo (M2).

electrolyte fuel cells (PEFCs) have been created, they are not yet widely used. Platinum, which is used as an oxygen reduction reaction (ORR) catalyst, is an expensive and non-abundant resource, and it has poor durability for ORR activity. Therefore, metal-free carbon nanomaterials have been developed as alternative platinum catalysts. Nitrogen-doped carbon nanomaterials have been reported to exhibit especially high ORR catalytic activity. However, the ORR mechanism has not been clarified. To achieve highly efficient ORR activity, doping nitrogen species should be precisely controlled in the carbon framework. In this study, we tried to selectively dope carbon nanomaterials with nitrogen atoms via a fluorination-defluorination process to clarify the ORR catalytic activity mechanism for nitrogen-doped carbon materials.

Synthesis and surface chemical modification of two-dimensional titanium compounds (MXenes)

PEFCs are operated by hydrogen oxidation reaction (HOR) at an anode and ORR at a cathode. Since acidic aqueous solutions are used as an electrolyte, acid-resistant electrocatalysts are required. Two-dimensional material MXenes are layered compounds composed of transition metals (Ti, V, Nb, and Mo) and nonmetallic light elements (C and N). Ti₃C₂ is a typical MXene (Fig.3) and has excellent acid resistance. In this study, we modulated the electronic properties of Ti₃C₂ using chemical surface modification to achieve high-performance HOR and ORR catalysts.

Grants

- JSPS KAKENHI 18H04145 (Scientific Research (A)/PI)
- JSPS KAKENHI 19K21911 (Challenging Research (Exploratory)/PI)
- Collaboration grant (STELLA CHEMIFA Corporation/PI)

Collaborators

- STELLA CHEMIFA Corporation (Research Division)

環境や生命に調和する材料デザインを求めて

Design of materials harmonizing with environment and life



教授 上高原 理暢
Professor
Masanobu Kamitakahara



助教 梅津 将喜
Assistant Professor
Masaki Umetsu



Group Photo

現在、我々は様々な材料を利用して生活を営んでいる。持続可能な社会を構築するためには、環境科学の観点からの材料のデザインが必要である。本分野では、材料と自然・生命現象の相互作用についての基礎学術に立脚し、環境科学の観点から、生命や環境と調和し、さらには積極的に生命や自然に働きかけて新しい調和を生み出す材料のデザインの探求を行っている。具体的には、生体を修復するための材料、微生物を利用したバイオリアクターのための担体材料、環境を浄化するための材料、環境に調和するセラミックスコーティングなどの開発を行っている。

Nowadays, we are using many materials in our daily lives. From the viewpoint of environmental science, materials design helps to build a sustainable society. In this laboratory, based on the fundamental science of the relationship between materials and phenomena in nature and life, we study the design of materials that produce harmony between the environment and human life from the viewpoint of environmental science. We are studying and developing biomaterials to repair our bodies, materials for bioreactors, materials to clean the environment and materials that are in harmony with the environment.

骨再生を目指したリン酸カルシウムセメントの作製

代謝に組み込まれる骨修復材料の創製を行っている。骨再生を促す注入可能なセメント状の人工骨の開発が求められている。これまでに、生体内で吸収され骨の代謝に組み込まれるリン酸カルシウム球状多孔体の作製に成功している。これらの球状多孔体をリン酸カルシウム骨セメントに組み込むことにより、細胞や骨組織の進入可能なマクロ気孔と体液やタンパク質の進入可能なミクロ気孔の両方を有する新規な多孔質リン酸カルシウム骨セメントの開発を進めている。リン酸カルシウム球状多孔体の種類や硬化に寄与する反応の工夫により、骨再生能力の高いセメントの作製を目指している。

薬剤を担持した骨修復材料の作製

人工骨に薬剤を担持して機能を付与しようという試みが多くなされている。担持した薬剤を有効的に機能させるためには、薬剤の放出挙動を制御する必要がある。そのためには、薬剤の担持方法が重要であると考えられる。本研究では、薬剤の担持方法が薬剤の放出挙動に与える影

Preparation of calcium phosphate cement for bone regeneration

We are preparing bone repair materials that are incorporated into metabolism. Development of injectable artificial bone cements that promote bone regeneration is desired. We have succeeded in preparing spherical porous calcium phosphate ceramics that are incorporated into bone metabolism. By incorporating these spherical porous bodies into calcium phosphate bone cement, we developed a new porous calcium phosphate bone cement that has macropores that allow cells and bone tissue to enter as well as micropores that allow body fluid and protein to enter. We aim to produce cement with high bone regeneration ability by selecting the type of calcium phosphate spherical porous ceramics and the reaction that contributes to hardening.

Preparation of drug-loaded bone repair materials

Many attempts have been made to load drugs on artificial bones to impart a function. To induce a drug's function effectively, it is necessary to control the drug's release behavior. For that purpose, we think the drug-loading method is important. In this study, we are investigating the effect of the drug-loading method on the release behavior of the drug. It was revealed that when a spherical porous body of octacalcium phosphate

響を調べている。骨再生能力の高いリン酸八カルシウム球状多孔体を溶解析出反応により作製する際に、薬剤を共存させることで強固に薬剤を担持することができることを明らかにした。一方で、リン酸八カルシウム球状多孔体の作製後に薬剤を担持すると、高濃度で担持はできるが早期に放出してしまうことを明らかにしている。

微生物を利用したバイオリアクターのための担体材料の作製

微生物を利用したバイオリアクターによる金属回収や環境浄化などが注目されている。バイオリアクターの構築のためには、微生物を安定に担持できる材料が求められる。微生物の担持のためには、微生物が接着しやすい表面を持つ材料の開発が重要であると考えられる。本研究では、親水性の高い酸化チタンを表面に形成させることのできるチタン金属に注目した。種々の条件で酸化処理したチタン金属基板を作製し、その基板上での微生物の接着挙動について調べている。

超臨界地熱発電への適用を想定したセラミックスコーティングに関する研究

超臨界地熱発電においては、従来の地熱発電に比べより高温・高圧の水を利用できるので、より大きな発電容量が期待できる。しかし、従来よりも高温高圧の水を利用するので、使用する部材により高い耐食性が求められる。そこで、超臨界水環境で耐食性が高いと期待できるセラミックスコーティングの可能性について調べた。アルミナおよびジルコニアを炭素鋼にコーティングした材料を作製した。これらのコーティングを施した炭素鋼は、コーティングをしていない炭素鋼よりも腐食が抑えられることを明らかにしている。

学会等での活動

上高原理暢：日本バイオマテリアル学会評議員、日本セラミックス協会生体関連材料部会幹事、無機マテリアル学会評議員等

having high bone regeneration ability is produced by a dissolution-precipitation reaction, the drug could be firmly loaded by coexisting the drug. On the other hand, it was also revealed that when a drug is supported after the production of octacalcium phosphate spherical porous body, it can be supported at a high concentration but is released at an early stage.

Preparation of scaffold materials for bioreactors using microorganisms

Attention is being paid to metal recovery and environmental purification by bioreactors using microorganisms. To construct a bioreactor, a material capable of stably supporting microorganisms is required. To support microorganisms, it is important to develop a material with a surface on which microorganisms can easily adhere. In this study, we focused on titanium metal, which can form highly hydrophilic titanium oxide on the surface. Titanium metal substrates that have been oxidized under various conditions have been prepared, and the adhesion behavior of microorganisms on the substrates has been investigated.

Research on ceramic coatings for application to supercritical geothermal power generation

In supercritical geothermal power generation, higher temperature and higher pressure water can be used compared to conventional geothermal power generation, so a larger power generation capacity can be expected. However, because water with higher temperature and pressure is used, high corrosion resistance is required depending on the materials used. Therefore, we investigated the possibility of ceramic coating, which is expected to have high corrosion resistance in supercritical water environments. Carbon steels coated with alumina and zirconia were prepared. It has been shown that these coated carbon steels are less corrosive than uncoated carbon steels are.

Activities in academic societies

M. Kamitakahara: Committee Member of the Japanese Society for Biomaterials, Committee Member of Division of Ceramics in Medicine, Biology and Biomimetics of the Ceramic Society of Japan, Council of the Society of Inorganic Materials, Japan, etc.

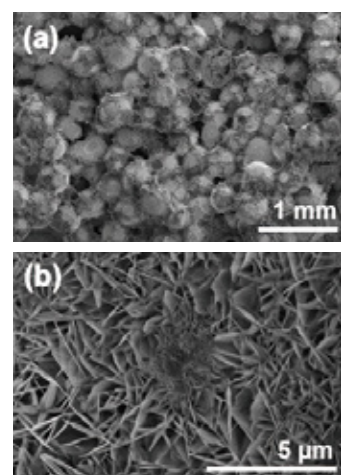


Fig.1 Cross section of the porous calcium phosphate cement containing spherical calcium phosphate granules. (a) Low magnification and (b) High magnification.

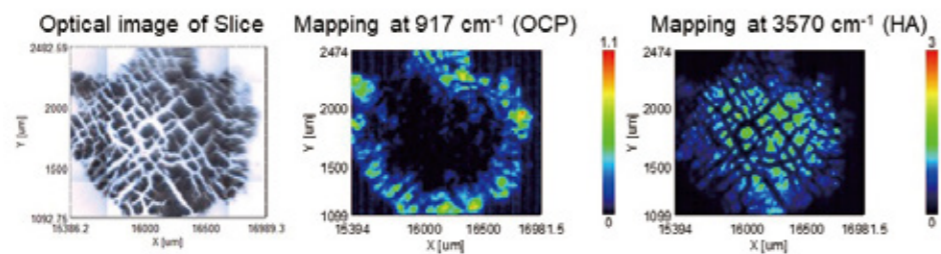


Fig.2 FT-IR mapping of the cross section of calcium phosphate granules with drugs which promote bone formation. The surface is rich in octacalcium phosphate (OCP) and the interior is rich in hydroxyapatite (HA).

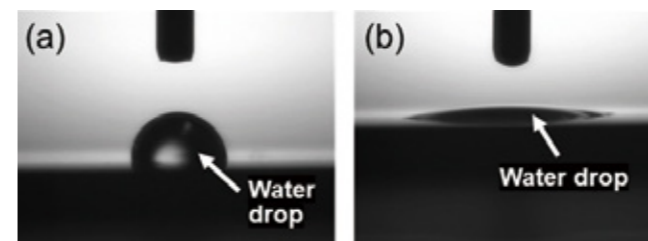


Fig.3 The surface-treated titanium to improve the hydrophilicity.

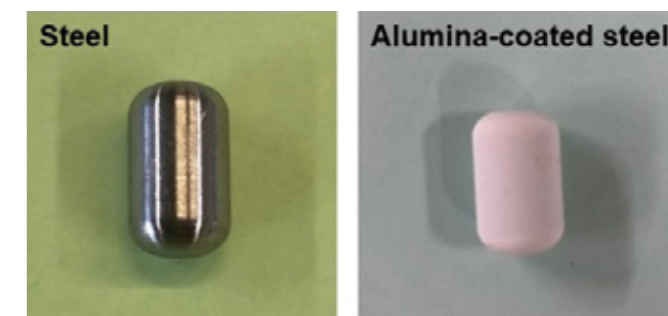


Fig.4 Alumina coating on carbon steel for corrosion resistance.

環境調和型バイオテクノロジーによる 汚染浄化と資源回収技術の開発

The Development of Environmentally Friendly Biotechnologies for Pollution Remediation and Resource Recovery



教授 井上 千弘
Professor
Chihiro Inoue



准教授 グラウゼ ギド
Associate Professor
Guido Grause



助教 簡 梅芳
Assistant Professor
Mei-Fang Chien

博士研究員 黄田 毅
技術補佐員 山本 麻理
事務補佐員 工藤 悦子



Group Photo

当研究室は、深刻化している重金属や難分解性有機化合物による土壌・地下水の環境汚染および、地下資源への需要増加による資源不足問題を解決する有効な手法として、生物機能を活かした低コスト・低環境負荷の環境修復技術や資源回収技術により解決することを目指し、これらの技術開発に関する研究を行っている。以下 2021 年の主な研究活動を紹介する：(1) 植物・微生物を用いた有害重金属化合物による土壌・水環境汚染の修復に関する研究、(2) 生物機能を利用した環境技術の開発に関する研究、(3) 土壌環境中のマイクロプラスチックの実態およびその分解プロセスに関する研究

The contamination of soil and groundwater by heavy metals and persistent organic pollutants, such as petroleum hydrocarbons, has been a serious environmental issue of global concern. Moreover, demand for underground mineral resources is growing. However, effective pollution removal and resource recovery methods with low environmental burdens have not been successfully developed and thus they remain a challenge. Our target is to develop remediation and resource recovery technologies that reduce costs, energy demands, and environmental loads. Here, we introduce our major scientific activities in 2021: (1) phyto- and bioremediation of heavy metals from polluted soil and water, (2) development of biotechnologies by using complex biological systems, and (3) investigation of the distribution and degradation process of microplastic in soil.

植物・微生物を用いた有害重金属化合物による土壌・水環境汚染の修復に関する研究

ヒ素(As) やカドミウム(Cd) による土壌・水環境汚染の修復について、それぞれの高蓄積植物 (As: モエジマシダ、Cd: ハクサンハタザオ) を用いた基礎研究及び実証試験を継続し、今年は (1) 宮城県内三つの圃場にて栽培試験を行った。(2) ハクサンハタザオの根におけるトランスポーター遺伝子の *HMA4* は Cd と Zn に応答し、*IRT3* は恒常的に転写することを確認し、植物全体の Cd/Zn 輸送経路に新たな情報を提供した(Fig.1)。(3) 本学サイクロトロラジオアイソトープセンター、量子科学技術研究開発機構高崎量子応用研究所との共同研究として、短寿命放射性同位体を用いた PETIS 測定により高蓄積植物の体内における対象金属輸送過程の追跡を行い、ヒ素輸送過程を動画像として世界で初めて撮影した結果をプレスリリースした (Fig.2)。

複合生物系を利用した環境技術の開発に関する研究

複合生物系・生物機能による環境技術の実用化に必要な環境・生物間相互作用の解明および機能予測に、ネットワーク解析および機械学習を含むデータサイエンスの手法を取り入れた。この手法を導入した

Phyto- and bioremediation of heavy metals from polluted soil and water

Regarding the phytoremediation of arsenic (As) and cadmium (Cd) from contaminated soil or water, we have continued the basic research and demonstration on hyperaccumulators *Pteris vittata* (As) and *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* (Cd). First, in 2021, we continued the field trials in three fields in Miyagi Prefecture. Second, we confirmed the transporter gene *HMA4* is expressed in response to Cd and Zn, and *IRT3* is constitutively transcribed in the roots of *A. halleri* ssp. *gemmifera* (Fig.1). Third, as a collaboration with the Cyclotron Radioisotope Center of Tohoku University, Takasaki Advance Radiation Research Institute, and the National Institutes for Quantum Science and Technology, we have traced the process of target metal in *P. vittata* by PETIS measurement using short-living radioisotopes. In addition, we have issued a press release on the results of the world's first moving image of the As transport process (Fig.2).

Development of biotechnologies by using complex biological systems

For the practical application of complex biological system to environmental technologies, we have applied data science approaches, including network analysis and machine learning, to elucidate and predict the functions and

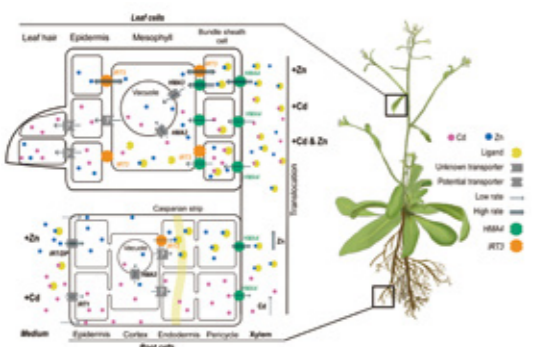


Fig.1 Proposed roles of *HMA4* and *IRT3* during Cd and Zn absorption by *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera*

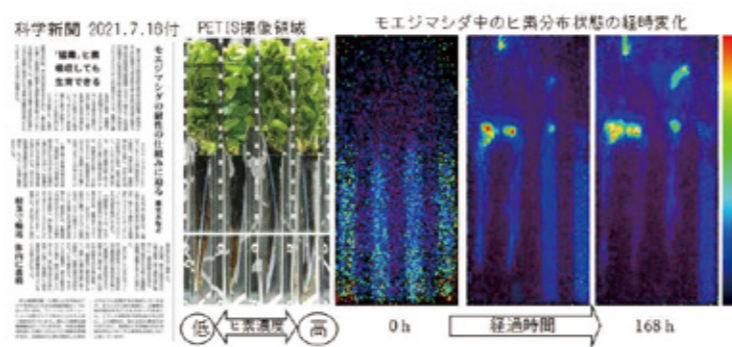


Fig.2 Illustration of the As hyperaccumulator *Pteris vittata*.

ヒ素の生物学的除去の研究テーマが理研-東北大学科学技術共同研究プログラムに採択され、その遂行により、根圏中特定の代謝産物がヒ素の生物利用可能性および微生物活動の診断指標になりうることを見出した (Fig.3)。12月にシンポジウム「環境研究とデータサイエンスの接点とそれから見えるもの」を主催し、さらなる連携のきっかけを作った (Fig.4)。他の生物学環境技術について、1,4-ジオキサンを分解するコンソシアムから、分解菌と非分解菌の役割を解明し、他の汚染物と共存しても高効率で1,4-dioxaneを分解できる合成コンソシアムの構築に成功した。

土壌環境中のマイクロプラスチックの実態およびその分解プロセスに関する研究

土壌からのマイクロプラスチックの分析法について、フェントン反応により有機物を除去し、エルトリエーションと遠心機を用いた分離後、さらに蛍光染色によりプラスチックを定量評価する方法を確立した。ポリエチレンを主成分とした農業用プラスチック資材の長期間暴露実験では、プラスチックの表面酸化およびその過程に微生物活動が関与していることを明らかにした。

国際交流、学会発表、その他活動

簡助教は国際学会 International Conference on Biotechnology and Healthcare Industry に基調講演を行った (オンライン)。井上教授は「QST 高崎サイエンスフェスタ 2021」で招待講演を行った。国内学会では環境バイオテクノロジー学会、農芸化学会、生物工学会、土壌地下水汚染集会において、D3 Tusher, Park, D2 黄, D1 韓, 工藤, M2 佐藤、志村により計8件の発表を行った。簡助教が「環境調和型バイオテクノロジーの創出を目指した生物機能と生物間作用の解明」を題目として、日本微生物学連盟野本賞を受賞した (Fig.5)。3月に6名、9月に4名の修了・卒業生を送り出し (Fig.6)、10月に1名の新学生を迎え、現在所属学生は21名になった。

interactions among organisms in the system, which is necessary for practical use. This study was adopted as a joint research program of RIKEN-Tohoku University Kagi-hub collaboration program, and through this study, we found that some sugar-like metabolites identified from the rhizosphere could be used as indicators of arsenic concentration in plants (Fig.3). We hosted a symposium in December that created an opportunity for further collaboration (Fig.4). We also elucidated the roles of degrading and non-degrading bacteria from a 1,4-dioxane-degrading consortium and found the importance of non-degraders. In addition, we successfully constructed a synthetic consortium that can efficiently degrade 1,4-dioxane with coexistent of other pollutants.

Investigation of the distribution and degradation process of microplastic in soil

For the assessment of microplastic in soil, we separated the microplastic through elutriation and centrifugation, including the removal of organic material by the Fenton reaction, and we identified plastic particles by staining and visualization by fluorescence microscopy at several wavelengths. We confirmed the involvement of microbial activity in the surface oxidation of plastics by long-term exposure experiments of agricultural plastic materials made of mainly polyethylene.

International exchange and other activities

Dr. Chien provided a keynote lecture at the International Conference on Biotechnology and the Healthcare Industry. Professor Inoue gave an invited lecture at the QST Takasaki Science Festival 2021. Mr. Tusher (D3), Miss Park (D3), Mr. Huang (D2), Miss Han (D1), Mr. Kudo (D1), Mr. Shimura (M2), and Miss Sato (M2) gave presentations at domestic conferences. Dr. Chien and her research, entitled "Elucidation of biofunctions and interactions among organisms toward to develop environmentally friendly biotechnologies," received the Nomoto award from the Federation of Microbiological Societies of Japan (Fig.5). We sent out six graduates in March and four in September (Fig.6) and welcomed three new students in April and one in October, bringing the number of affiliated students to twenty-one.

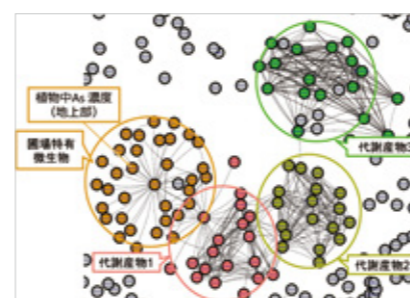


Fig.3 Clusters of factors obtained through network analyzing on data from field trails



Fig.4 Poster of the symposium "The interface between environmental research and data science and what we can see from it"

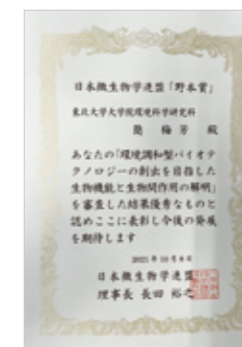


Fig.5 Certificate of Nomoto Award won by Assist. Prof. Chien from FMS Japan



Fig.6 The "INOUE-LAB" cake designed by Dr. Tusher for the graduation ceremony

岩石一流体反応が駆動する地圏環境システム

Geo-environmental systems driven by fluid-rock reactions

教授 岡本 敦
Professor
Atsushi Okamoto助教 宇野 正起
Assistant Professor
Masaaki Uno研究員 ダンダル オトゴンバイル
Researcher
Dandar Otgonbayar

Group Photo

地圏環境において流体は化学反応や物質・エネルギー移動を促進し、岩石一流体反応はグローバルな物質循環、表層環境、資源形成など、人間社会にも大きな影響を与える。当研究室では、地殻やマントルにおける「流体」を介した岩石の反応やエネルギー・物質移動に着目し、超臨界地熱資源や熱水性鉱床の開発に向けた基礎研究、水や二酸化炭素の固定・循環プロセスとその有効利用、断層・亀裂での鉱物溶解・析出、地震と流体の関係などについての研究を進めている。さらに、多次元化学組成と複雑な空間構造（組織）で特徴づけられる地圏物質（岩石や流体）を対象として、データ駆動型解析や数値モデリングを行い、地圏環境における動的システムの情報抽出を試みている。

In the geo-environments, fluids facilitate chemical reactions and mass and energy transfer, and fluid-rock reactions have a significant effect on human society, including global geochemical cycles, surface environments, and resource formation. In our laboratory, we focus on the reaction of rocks and energy as well as mass transfer through “fluids” in the crust and mantle and conduct fundamental research on the development of supercritical geothermal resources and hydrothermal deposits, and H₂O and CO₂ fixation and circulation processes as well as their effective utilization. In addition, we examine the mineral dissolution and precipitation in faults and fractures and the relations between fluid and earthquakes. Furthermore, we are attempting to extract information on dynamic systems in geo-environments through data-driven analyses and numerical modeling of geo-environmental materials (rocks and fluids) that are characterized by multidimensional chemical composition and complex spatial structure (textures).

超臨界地熱資源の地化学および熱水性鉱床の形成

超臨界流体資源を持続的に開発・利用していくためには、地熱流体の地化学的性質を評価する必要がある。本年度は、低密度領域における溶存種の熱力学的データを地化学計算ソフトに実装し、地熱流体の減圧、冷却過程によるモデリングを行い、腐食性の低 pH 流体の生成機構を明らかにした。また、深成岩体周辺において、斜長石粒子にマイクロスケールの空隙が存在することを見出した。室内実験により、特徴的な流体が関与する長石の熱水変質により空隙が形成することを明らかにし、超臨界地熱貯留層における流体の新しい存在様式を示唆した (Fig.1)。

黒鉱鉱床のチムニーに産する両錐形の石英粒子の形状や流体包有物の解析を行い、海底において 300°C 以上の熱水が毎秒数 cm—数十 cm の速度で噴出したことを明らかにした。さらに、熱水噴出孔を模擬した流通式析出実験を進め、上昇する流体の中で、シリカ粒子が形成し、浮遊しながら成長し、石英粒子へと変化する過程を明らかにした。

[受賞] 杉岡純平 (修士課程 1年) JpGU 学生優秀発表賞 2021 年 6 月 6 日

Geochemistry of supercritical geothermal resources and formation of hydrothermal ore deposits

For sustainable development and utilization of supercritical fluid resources, it is necessary to evaluate geochemical properties of geothermal fluids. In 2021, we implemented the thermodynamic data of dissolved species in the low-density region into the geochemical calculation software, modeled the fluid chemistry during depressurization and cooling, and clarified the formation mechanism of corrosive low-pH fluids. We also found a large amount of microporosities in plagioclase grains around a plutonic body. Laboratory experiments revealed the porosities are formed by hydrothermal alteration of feldspar under certain fluid chemistries, suggesting a new mode of fluid existence in supercritical geothermal reservoirs (Fig.1).

We have analyzed the shape of bipyramidal quartz particles and fluid inclusions in the chimney of the black ore deposit and have found that hydrothermal fluids above 300°C were ejected at the seafloor at a rate of several cm/s to several tens of cm/s. In addition, we conducted hydrothermal flow-through experiments simulating a hydrothermal vent and clarified the processes of silica particle formation, growth, and transformation into quartz particles in the ascending fluids. [Award: J. Sugioka (M1) JpGU Best Student Presentation Award, June 6, 2021.]

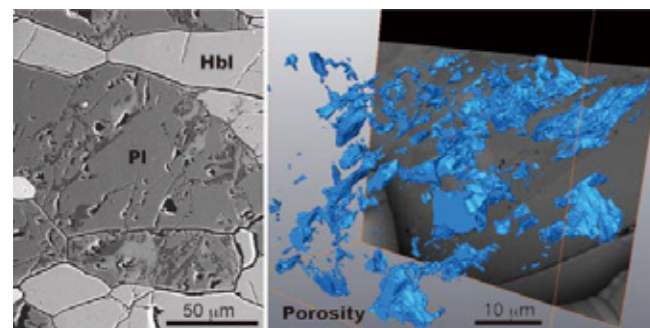


Fig.1 Porosity generation during the replacement of feldspar in metamorphic rocks in the Kinkasan Island. Right = BSE image, Left = FIB-SEM.

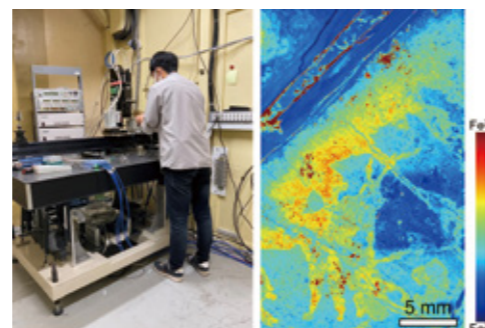


Fig.2 XAFS analyses at KEK (Tsukuba), and Fe³⁺/Fe²⁺ map of serpentinite from the Oman ophiolite.

水や二酸化炭素の岩石への固定化プロセス

岩石への水や二酸化炭素の固定化は、グローバルな物質循環や表層環境に大きな影響を与える重要なプロセスである。本年度は、「しんかい 6500」の小笠原海溝の潜航調査で得られたマントル岩石の同位体分析から、海水が数万年かけて循環することで二酸化炭素を固定化することを明らかにした。また沈み込み帯深部から上昇した三波川変成帯のマントル岩石の解析から、沈み込み帯でのマントルウェッジの二酸化炭素の起源と固定化プロセスを明らかにし、スロー地震に関与している可能性を示唆した。

[プレスリリース] 2021 年 8 月 3 日、2021 年 12 月 3 日

また、流体（水や二酸化炭素）を吸収する反応が、空隙の少ない地下でどのように持続的に進むかは明らかではなかった。アナログ物質の MgO 焼結体を用いた吸水反応—透水実験により、岩石一流体反応によって岩石が破壊し、流体の流れが促進することを実験室で実証した。これにより、二酸化炭素を地下へ効率的に固定するための技術への応用が期待される。

[プレスリリース] 2022 年 1 月 18 日

岩石一流体反応に伴う物質移動とエネルギー発生

岩石一流体相互作用は、大きな物質移動を伴う。オマーンオフィオライトの鉱物脈周囲の反応帯の解析により、マントルに熱水が流れてシリカが溶脱するプロセスから流体移動のタイムスケールを推定した。また、マントルの変質による水素エネルギー生成条件を海洋底岩石と実験生成物の Fe(III) のマッピングと磁気測定により、温度やシリカによる影響を明らかにしている (Fig.2)。

昨年度開発した、玄武岩化学組成データを学習させた機械学習モデルを海洋底変質岩や沈み込み帯変成岩に適用し、特定の反応時期に大量の物質移動が起こっていることを明らかにした (Fig.4)。

[受賞] 田中修平 (修士課程 1年) 地球惑星科学連合大会学生優秀発表賞 2021 年 6 月 6 日、日本地質学会優秀ポスター賞 2021 年 9 月 4 日、吉田一貴 (博士課程 1年) 日本鉱物科学会 研究発表優秀賞 2021 年 9 月 18 日



Fig.3 Field excursion of the Sanbagawa belt, Shikoku (Aug. 2021).

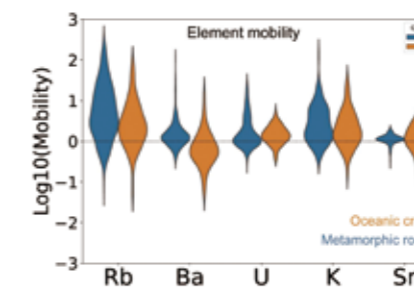


Fig.4 Analyses of element transport of oceanic crust and metamorphic rocks revealed by machine-learning approaches.



Fig.5 Best Poster Award at the 3rd Academic Forum on Environmental Studies (Nov. 2021, Matsuno (M2), Sugioka (M1)).

環境調和型開発システムに関する研究

Studies on environment-friendly development systems



教授 高橋 弘
Professor
Hiroshi Takahashi



助教 里見 知昭
Assistant Professor
Tomoaki Satomi



特任助教 劉曉東
Assistant Professor
Xiao Dong Liu



Group Photo



本研究室では、環境調和型開発機械施工システムの構築を目指し、建設副産物の再資源化、開発機械の知能化、土砂災害現場における地盤情報取得技術の開発などを行っている。特に土砂災害現場における地盤情報取得においては、4月より「多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット」のムーンショットプロジェクトに参加し、「掘削抵抗力を用いた地盤強度推定」をテーマとした研究を開始した。また繊維質固化処理土工法の高度展開に関しては、(1) パーライト副産物を用いた繊維質固化処理土の強度特性、(2) Empty Fruit Bunch (EFB) を用いた繊維質固化処理土の強度特性に関する研究を実施した。さらに UAV を用いた土砂サンプリングに関しては、反力を取りながら 30cm の深さまでスクリーを貫入させ、地中の土砂をサンプリングする装置を作成し、屋内・屋外実験を通して、その有効性を検証した。

The research activities of this laboratory are as follows. To measure ground information at landslide disaster sites, we have participated in the Moonshot R&D project "Collaborative AI robots for adaptation of diverse environments and innovation of infrastructure construction" since 2021. We have begun research on estimation of ground strength using excavating resistive force, as well. Next, we are interested in the advanced development of a fiber cement-stabilized soil method. We have evaluated (1) strength characteristics of the fiber cement-stabilized soil using perlite byproducts, and (2) strength characteristics of fiber cement-stabilized soil using empty fruit bunches (EFBs). We have also conducted soil sampling using an unmanned aerial vehicle (UAV). We developed a device to sample soil with a screw penetration depth of 30 cm while applying a reaction force, and we tested its effectiveness through indoor and outdoor experiments.

掘削抵抗力を用いた地盤強度推定に関する研究

本研究室では、2021年度より、「多様な環境に適応しインフラ構築を革新する協働AIロボット」のムーンショットプロジェクトに参加し、「掘削抵抗力を用いた地盤強度推定」をテーマに研究を開始した。本年は以下の研究を行った。

- (1) バケットに作用する掘削抵抗力を用いた砂質地盤の強度推定：珪砂 6 号、9 号および真砂土を用いて砂質地盤を作成し、バケットモデルにより地盤を掘削し、抵抗力を測定するとともに、平均掘削抵抗力と地盤強度（コーン指数）との関係について検討した (Fig.1)。
- (2) ブレードに作用する掘削抵抗力を用いた砂質地盤の強度推定：(1) と同じ土砂を用いて砂質地盤を作成し、ブレードモデルにより地盤を掘削し、抵抗力を測定するとともに、平均掘削抵抗力と地盤強度（コーン指数）との関係について検討した (Fig.2)。
- (3) 旋回時に履帯に作用する回転トルクを用いた砂質地盤の強度推定：(1) と同じ土砂を用いて砂質地盤を作成し、その地盤上で履帯模型を回転させ、その際のトルクを計測するとともに、平均トルクと地盤強度（コーン指数）との関係について検討した (Fig.3)。

Estimation of ground strength using excavating resistive force

We participated in the Moonshot R&D project "Collaborative AI robots for adaptation of diverse environments and innovation of infrastructure construction" beginning in 2021. We have also begun research on estimation of ground strength using excavating resistive force. The following studies were conducted:

- (1) Strength estimation of sandy soil using excavator bucket: Sandy ground (silica sand #6, #9, and decomposed granite soil) was excavated using a bucket, and the excavating resistive force was measured. We investigated the relationship between the average excavating resistive force and the cone index (Fig.1).
- (2) Strength estimation of sandy soil using a blade: The same sandy soil as in (1) above was excavated using a flat blade, and the excavating resistive force was measured. Once again, we investigated the relationship between the average excavating resistive force and the cone index (Fig.2).
- (3) Strength estimation of sandy soil using rotating torque acting on crawler during turning: The crawler model was rotated on the same sandy soil as in (1) above, and we measured torque during rotation. We determined the relationship between average rotating torque and the cone index (Fig.3).



Fig.1 Apparatus for bucket excavation

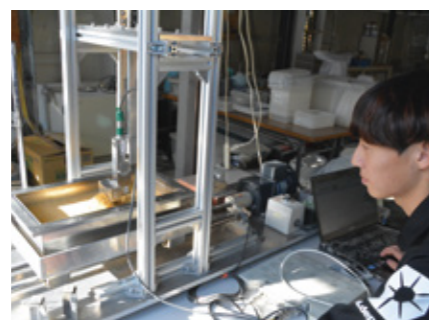


Fig.2 Apparatus for blade excavation



Fig.3 Apparatus for rotation torque

(4) ミニショベルを用いたフィールド試験：宮城県大崎市三本木町のフィールドにおいて、3トンのミニショベルを用いた地盤掘削実験を行った。実験では、ミニショベルのシリンダに圧力センサおよびストロークセンサを設置し、掘削に伴う圧力変化を計測するとともに、シリンダに作用する力から地盤強度を推定する手法について検討した (Fig.4)。

繊維質固化処理土工法の高度展開に関する研究

本研究室では、未利用高含水比泥土の新しい再資源化工法である繊維質固化処理土工法を開発し、本工法の高度展開を目指した研究を行っている。本年は、以下の検討を行った。

- (1) パーライト副産物を用いた繊維質固化処理土の強度特性：昨年はパーライト副産物を泥土に混合することにより、繊維質固化処理土工法に必要な古紙の量を削減できることを確認した。本年は、パーライト副産物と水溶性ポリマーを混合した安価な中性固化材の開発に関する研究を行い、その有効性を確認した。
- (2) Empty Fruit Bunch (EFB) を用いた繊維質固化処理土の強度特性：インドネシアの地滑り災害現場への繊維質固化処理土工法の適用を目指し、インドネシアの代表的な農業廃棄物である EFB を用いた繊維質固化処理土の強度特性について検討した (Fig.5)。本研究成果は「地球科学技術に関する国際シンポジウム 2021」にて発表し、優秀論文賞を受賞した。

UAV を用いた土砂サンプリング装置の開発

2019 年よりスクリー式土砂サンプリング装置の開発を目指した研究を行っているが、本年は反力を取りながら 30cm の深さまでスクリーを貫入できる装置を作成し (Fig.6)、スクリー貫入試験を行った。その結果、装置を地面に設置した後、反力を取りながら目標の 30cm までスクリーを貫入し、土砂をサンプリングできることを確認した。また実際の海岸で試験を行い、屋外でも稼働することを確認した。



Fig.4 Filed experiment using mini-shovel



Fig.5 Modified soil by EFB



Fig.6 Screw type soil sampling device

(4) Field experiment using a mini-excavator: We conducted soil excavation experiments using a 3-ton mini-excavator in a field located in Sanbongi, Osaki City, Miyagi Prefecture. Pressure and stroke sensors were installed in the excavator's cylinder to measure the pressure changes caused by excavation. We investigated a method for estimating ground strength from the force acting on the cylinder (Fig. 4).

Advanced study on fiber cement-stabilized soil method

We conducted the following studies to achieve advanced development of the fiber cement-stabilized soil method to recycle unused high water content mud.

- (1) Evaluation of strength characteristics of fiber cement-stabilized soil using perlite byproducts: Last year, we confirmed that mixing perlite byproducts with mud could reduce the additive amount of paper debris required for the fiber cement-stabilized soil method. This year, we developed an inexpensive neutral solidifying material by mixing perlite byproducts with a water-soluble polymer and confirmed its effectiveness.
- (2) Evaluation of strength characteristics of fiber cement-stabilized soil using empty fruit bunch (EFB): The strength characteristics of the fiber cement-stabilized soil with EFB (a typical agricultural waste product in Indonesia) were investigated with the aim of applying the fiber cement-stabilized soil method to landslide disaster sites in Indonesia (Fig.5). The results were presented at the International Symposium on Earth Science and Technology 2021, and we won the best paper award there.

Development of soil sampling device using UAV

We have conducted research and development of a screw-type soil sampling device since 2019. This year, we conducted a screw penetration experiment using a device that can penetrate a screw to a depth of 30 cm while applying a reaction force (Fig. 6). As a result, the screw can penetrate to the target depth of 30 cm and sample soil. The experiment was also conducted on an actual seashore to confirm that the device could operate outdoors.



准教授 坂口 清敏
Associate Professor
Kiyotoshi Sakaguchi

地殻環境・エネルギー技術の新展開

Toward Advanced Environmental Geomechanics and Energy Technology

2021年に当研究室で行った主な研究は以下のとおりである。

- 1) 堆積軟岩体の水没鉛直井における高精度地圧計測法の開発 (Fig.1、2)
- 2) 花崗岩のマクロ破壊靱性とマイクロ破壊靱性 (Fig.3、4)
- 3) 大きな地殻変動に伴う鉛直地圧の時空間変動
- 4) 封圧下高温延性岩石の水圧破砕き裂の生成過程に関する研究 (Fig.5、6)
- 5) 線形弾性論に基づく応力測定法の測定精度に及ぼす非線形性の影響
- 6) 水没鉛直井の深度数百mの孔底における高感度多点ひずみ測定に関する研究

In 2021, our research activities are as follows:

- 1) Development of high-precision rock stress measurement method for submerged vertical borehole in soft rock mass
- 2) Macro- and microfracture toughness of granite
- 3) Spatiotemporal fluctuation of vertical rock stress due to large crustal movement
- 4) Formation process of hydraulic fracturing of high-temperature ductile rock under confining pressure
- 5) Effect of nonlinearity on the accuracy of the rock stress measurement method based on linear elastic theory
- 6) Study on high-sensitivity multipoint strain measurement at the bottom of a submerged vertical borehole at a depth of several hundred meters

堆積軟岩体の水没鉛直井における 高精度地圧計測法の開発

堆積軟岩体に対して、地表から削孔された鉛直井で地圧測定が可能新たな高精度地圧測定法の開発を行った。本研究では、信頼性が高く、実績の多い応力解放法を採用することとし、円錐孔壁ひずみ法を提案した。まず、想定される測定環境から、原位置測定に際して考慮すべき種々の課題を抽出した。さらに、数値解析により、提案する測定方法の理論測定精度を検証し、従来の円錐孔底ひずみ法 (CCBO法) よりも高い理論測定精度を有することを明らかにした。また、測定に使用する 24 素子ひずみセンサ (Fig.1) を接着剤で円錐孔壁面に貼付する方法を採用し、接着剤を選定した上で、水没した円錐孔壁面に接着できる新たな接着方法を提案した。提案した接着方法で貼付したひずみセンサのひずみ測定感度への影響を評価するため

Development of high-precision rock stress measurement method for submerged vertical borehole in soft rock mass

We have developed a high-precision rock stress measurement method that can measure rock stress in vertical borehole drilled from the ground surface for sedimentary soft rock masses. We decided to adopt the stress relief method, which is highly reliable and has a proven record; and proposed a conical borehole wall strain method. Various issues to be considered for in-situ measurement were extracted from the assumed measurement environment. We verified the theoretical measurement accuracy of the proposed measurement method through numeric analysis, confirming that our method had greater theoretical measurement accuracy than the conventional CCBO method. We adopted a method of attaching a 24-element strain sensor (Fig.1) to the wall surface of a conical borehole with an adhesive. After selecting an adhesive, we proposed a new bonding



Fig.1 24-elements strain sensor

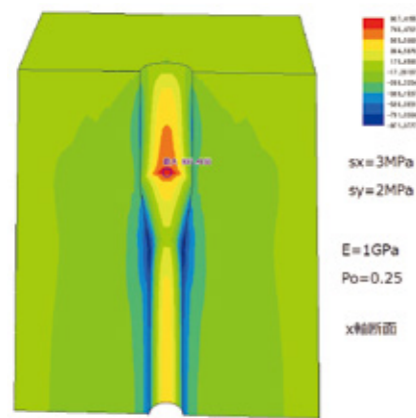


Fig.2 3D-FEM simulation of laboratory experiment

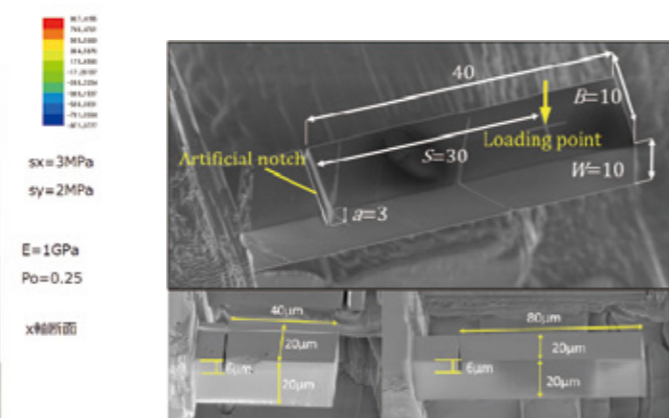


Fig.3 Three scale specimens

に、所定の孔壁形状を作成した一辺 300mm の硬岩ブロックにひずみセンサを接着し載荷実験を行った (Fig.2)。その結果、十分なひずみ測定感度であることを確認した。

花崗岩のマクロ破壊靱性とマイクロ破壊靱性

微細な鉱物粒子を持つ不均質体である岩石の破壊現象を、その微視的な観点を含めて評価・解明することを目的として、稲田花崗岩を構成する鉱物 (石英、カリ長石、斜長石、黒雲母) を対象にしたマイクロ破壊靱性 (MFT) 試験を実施した。MFT の寸法依存性についても検討するため、カンチレバー型の供試体を用いて、3 種類の寸法の供試体 (10 μm × 10 μm × 50 μm、20 μm × 20 μm × 50 μm、20 μm × 20 μm × 100 μm) で試験を行った (Fig.3、4)。各鉱物の MFT は、その値の大きいほうから石英、斜長石、カリ長石、黒雲母の順であった。それらは SCB 試験で評価した岩石のマクロな破壊靱性よりも小さく、石英 (72%)、斜長石 (53%)、カリ長石 (50%)、黒雲母 (9.2%) であった。MFT 自身には顕著な寸法依存性は示されなかった。マクロな破壊靱性との差は、鉱物の粒界による影響や、花崗岩では組成割合が大きく MFT も大きい石英が全体の破壊靱性を支配している可能性などが示唆された。

封圧下高温延性岩石の水圧破砕き裂の 生成過程に関する研究

水圧破砕き裂がボアホール水圧上昇過程のどの段階で発生、進展するのかを実験的に明らかにした。封圧下の高温延性岩石の場合、水圧破砕き裂の発生は、ブレークダウンと呼ばれる現象直後に発生し進展するのではなく、水圧上昇過程において順次進展し、き裂ネットワークを形成していくことが確認された (Fig.5、6)。

受賞

- 1) 坂口清敏：環境科学研究科長教育賞

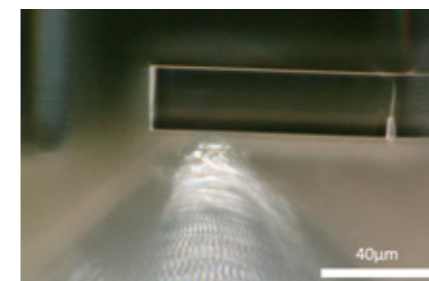


Fig.4 Specimen immediately after the experiment

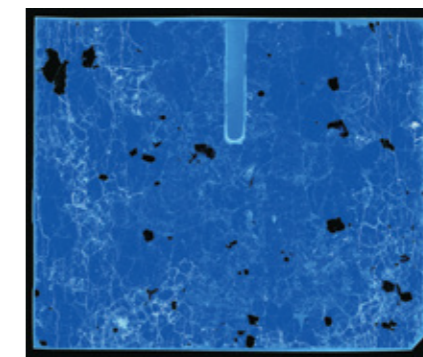


Fig.5 Fracture formation after breakdown pressure

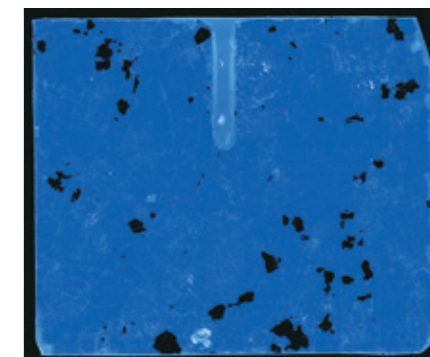


Fig.6 Fracture formation at about half the breakdown pressure

method that can adhere to the wall surface of a submerged conical borehole. In a laboratory experiment (Fig.2), we confirmed sufficient strain measurement sensitivity.

Macro and microfracture toughness of granite

We conducted microfracture toughness (MFT) tests on the minerals that compose Inada granite (quartz, K-feldspar, plagioclase, and biotite) to evaluate and elucidating the fracture phenomenon of rock, which is an inhomogeneous body with fine mineral particles. To evaluate the scale dependence of the MFT, we conducted MFT tests with three cantilevered specimens (10 μm × 10 μm × 50 μm, 20 μm × 20 μm × 50 μm, 20 μm × 20 μm × 100 μm) (Fig.3,4). The MFT of mineral was in the order of quartz, plagioclase, K-feldspar, and biotite from the largest value. Those MFT were lesser than the macroscopic fracture toughness of the rocks evaluated in the SCB test: quartz (72%), plagioclase (53%), K-feldspar (50%), and biotite (9.2%). We found no significant scale dependence for the MFT itself. The difference from the macrofracture toughness was suggested by the influence of mineral grain boundaries and the possibility that quartz, which has a large composition ratio and a large MFT in granite, controls the overall fracture toughness.

Formation process of hydraulic fracturing of high-temperature ductile rock under confining pressure

We experimentally clarified at what stage hydraulic fracture occurs and progresses as the hydraulic pressure of a borehole increases. In high-temperature ductile rock under confining pressure, we confirmed that hydraulic fracture does not occur immediately after breakdown, but gradually progresses during the process of increasing hydraulic pressure to form a crack network (Fig.5, 6).

Awards

- 1) Kiyotoshi Sakaguchi received Graduate School of Environmental Studies Education Award

サステナブルなエネルギーシステム 実現に向けて

Toward the development of sustainable energy system



教授 川田 達也
Professor
Tatsuya Kawata

当分野の研究方針は、環境調和型社会の実現に向けた社会的要請の高い課題の解決である。現在はその中でも特に、高温電気化学デバイスによるエネルギー高効率利用に不可欠なエネルギー変換技術、およびエネルギー貯蔵技術、また地球環境保全に必要な環境技術の基盤技術および学理構築を重点課題としている。環境・エネルギー問題の解決には、化石燃料の高効率利用と再生可能エネルギーの安定供給のための新しい技術の普及が不可欠と考え、その技術基盤として、高効率、高耐久性の固体酸化物形燃料電池 (SOFC) および固体酸化物形電解セル (SOEC) の実現に必要な技術課題を取り上げ、学内外の機関との協働し、システムに用いられる材料の使用環境における物理化学的、機械的挙動について、熱力学、固体化学、電気化学を基礎とする解析によって明らかにする。

Our research target is to develop environmentally friendly energy-conversion systems. Our special focus is on high-temperature electrochemical devices such as solid oxide cells, which are useful for high-efficiency energy conversion between chemical and electric energy. Research studies on the mechanical reliability of solid oxide fuel cells (SOFCs) and solid oxide electrolysis cells (SOECs), which are tightly linked with physicochemical and thermodynamic properties, have been performed through collaboration with other research groups inside and outside the university. A simulation code was developed to evaluate the deformation based on transient distribution of chemical potential inside the materials. The mechanical and physicochemical properties of the constituent materials have been measured at elevated temperatures in controlled atmospheres to be used for the simulation.

固体酸化物形燃料電池スタックの高度評価・解析技術の研究開発および強靱化技術の開発

NEDO 委託事業「固体酸化物形燃料電池スタックの高度評価・解析技術の研究開発」が 2020 年度より開始し、同プロジェクトに参画している。発電効率の高い固体酸化物形燃料電池 (SOFC) において、65% (LHV) の超高効率化、耐久時間 13 万時間以上に貢献する技術の確立を目指し、スタックの高度評価・解析技術の開発を行っている。学内外との連携を含めて共同で研究を進めており、東京大学、京都大学、九州大学、産業技術総合研究所、電力中央研究所で基盤コンソーシアムを形成し、SOFC 開発各社とも密接に連携して事業を推進している。高効率化では高い燃料利用率に起因してセル内各所での運転状態が異なり、劣化挙動にも大きな分布が生じる可能性があるため、セル内の局所的な劣化を詳細に評価検討する必要がある。当研究室はセルの機械的信頼性評価に関する開発を担っており、SOFC の強靱性を改善して適用分野を拡大するための過酷試験装置の開発なども行っている (Fig.1)。

高温共電解を利用した液体燃料製造の基礎技術開発

2050 年までにカーボンニュートラルを達成するには、電力供給だけでなく、原料・燃料として使用される一次エネルギーのカーボンニュートラル化が必要となる。そこで CCUS 等で回収した CO₂ を使い、再生可能エネルギーを利用した燃料製造プロセスが注目されている。このプロセス前段では再生可能エネルギー由来の余剰電力を固体酸化物電解セル (SOEC) で二酸化炭素と水蒸気の共電解することで液体燃料製造に必要な合成ガスを高効率に生成する方式が提案されている。当研究室では NEDO 委託事業「次世代 FT 反応と液体合成燃料一貫製造プロセスに関する研究開発」に 2021 年度より参画し、SOEC 共電解用セルに必要な基本特性の評価・検討を行っている。

Development of advanced evaluation and analysis technologies for the durability of solid oxide fuel cell stacks and the development of a high-toughness cell

NEDO's project involving the development of advanced evaluation and analysis technologies for the durability of solid oxide fuel cell (SOFC) stacks was launched in FY2020. It aimed to develop advanced stack-evaluation techniques to achieve super-high efficiency of 65% LHV (lower heating value) and a lifetime longer than 130,000 hours. In this project, a research consortium organized by the University of the Tokyo, Kyoto University, Kyushu University, AIST, CRIEPI, and Tohoku University collaborates with companies that have developed SOFCs. Under high-output conditions, high fuel utilization causes various operating conditions at different places within a cell. The degradation behavior may also differ from the average operating conditions. Therefore, the cell's local degradation should be evaluated. Our lab contributes to the development of the mechanical reliability evaluation method. A stress test apparatus has been developed to achieve high toughness, which extends the application range of SOFCs (Fig.1).

Fundamental technologies for liquid fuel production using high-temperature co-electrolysis

To achieve carbon neutrality by 2050, not only electricity generation but also chemical-industry feed stocks and fuels for transportation must be decarbonized. Much attention has been given to a new fuel production process using captured carbon dioxide and renewable energy. A co-electrolysis of carbon dioxide and steam by solid oxide cells is proposed to produce a syngas for liquid fuel production. Our laboratory has participated in the NEDO project since FY2021 to realize this technology. In the project, we have evaluated the basic properties of co-electrolysis cells. A specific model electrode cell was designed for the analysis of co-electrolysis reaction to extract critical issues of cells (Fig.2). The results of



准教授 八代 圭司
Associate Professor
Keiji Yashiro

Fig.2 に示すような共電解反応の解析のために専用に設計したモデル電極セルを用いて共電解時のセルレベルでの課題の抽出を行い、その結果を多孔性の実用電極の設計にフィードバックするために、モデル電極と実用電極の 2 つのタイプの電極の相補的な評価を行うことで、迅速に共電解セルの開発を行うことを目指している。

教育活動

2021 年度の当研究室のメンバーは、教授 1 名、准教授 1 名、研究員 1 名、技術補佐員 1 名の教職員 4 名、修士学生 10 名、学部学生 8 名の学生 18 名の延べ 22 名で構成され、3 月には修士課程を 4 名が修了し、学部生 4 名は卒業後修士課程に進学した。

the model cell analysis were fed back to a design of a practical porous electrode. This scheme contributes to rapid development of co-electrolysis cells at high temperature.

Educational activities

Lab workers consist of four staff members (a professor, an associate professor, a researcher, and a technical staff member) and 18 students (10 master's students and eight undergraduates). Four graduate students and four undergraduate students graduated in March.

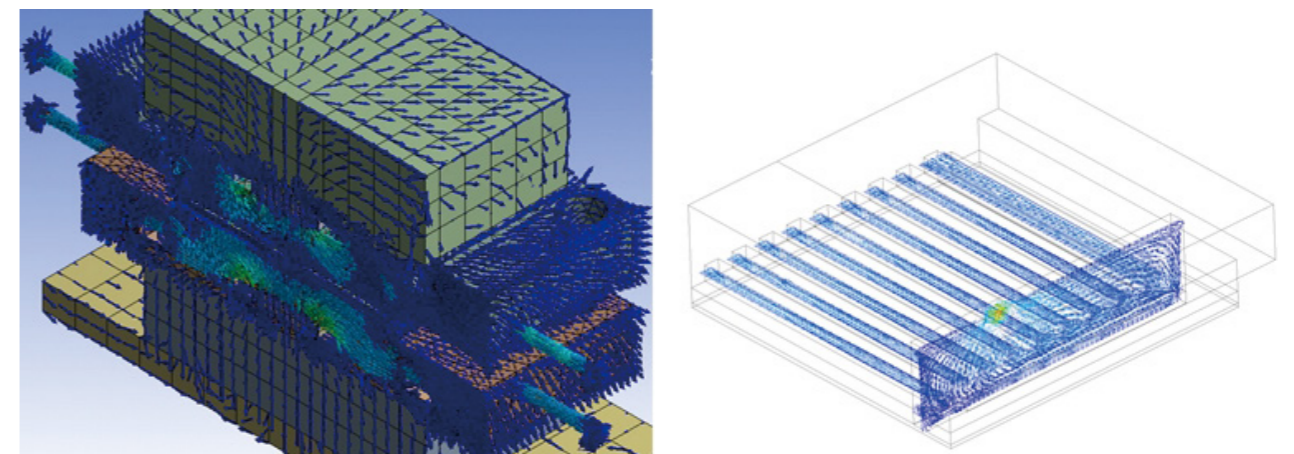


Fig.1 Apparatus design and simulation of robustness evaluation for SOFCs.

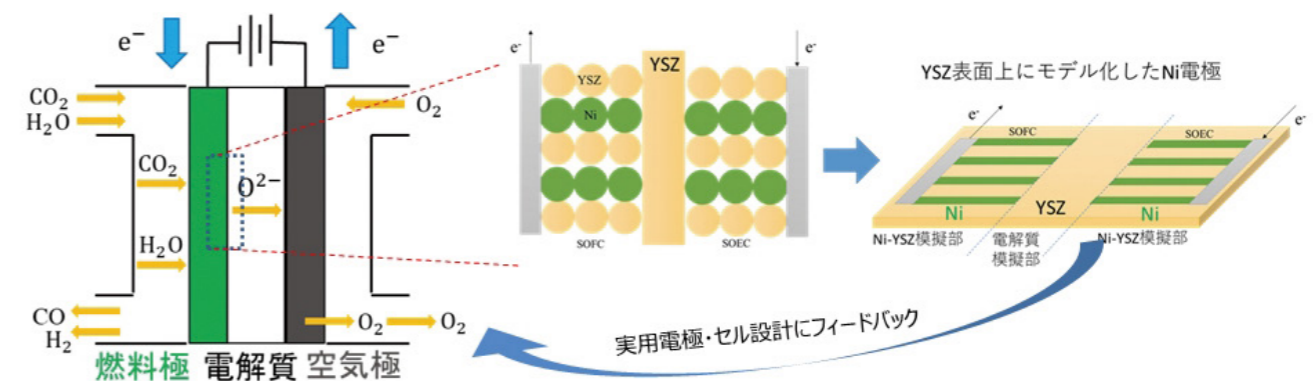


Fig.2 Specific model electrode cell for analysis of co-electrolysis.

地圏環境科学の深化と持続可能な資源・エネルギー開発

The Deepening of Geo-Environmental Science and Sustainable Resource and Energy Development



教授 駒井 武
Professor
Takeshi Komai



教授 渡邊 則昭
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判定判別手法の開発や休廃止鉱山の回帰プロセスの解明 (AIST、JAMSTEC との共同研究)

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、歴史津波堆積物の判定判別手法の開発 (佐藤 et al., 環境地質学シンポ) や休廃止鉱山の回帰プロセス (Nakamura et al., Heliyon) 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。

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、土壌表面及び土壌内部のフラックスの移送モデルの開発を行った (Kondo et al., Environmental Modeling & Assessment;

Development of discrimination methods for paleotsunami deposits and elucidation of the regression process of closed mines via environmental data-driven analysis

Environmental information is infinite and complex, so it is important to identify which factors are beneficial. In our study, we developed methods to discriminate paleotsunami deposits and described the regression process of closed mines. Through data-driven analysis, we elucidated a complex and wide variety of environmental processes.

Research on the geoenvironmental transfer of topical materials

Recently, air, water, and soil contamination have become serious problems worldwide. The transportation and distribution mechanisms of hazardous substances in the air, water, and soil are still unclear. The purpose of this study was to assess transporter phenomena in the geo-environment using

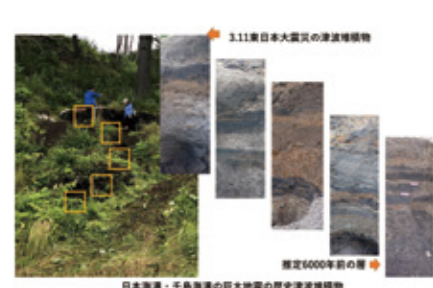


Fig.1 Paleo-tsunami deposits core sampling in Sanriku coast, Iwate

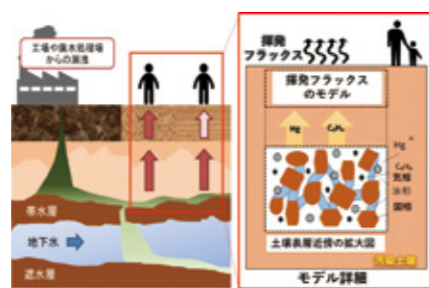


Fig.2 Image of volatilization flux model in geotechnical environment

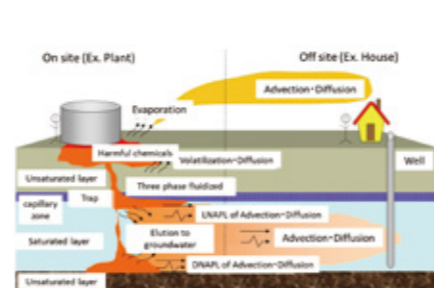


Fig.3 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area

Parlin et al., SUSTAINABILITY)。また、不法投棄現場の地盤中に存在した有害物質の長期移送モデルを開発し、浄化対策手法を提案した (Pongritsakda et al., Applied Science)。

超臨界 / 超高温地熱貯留層の造成・維持法 (JSPS 科研費基盤研究 (B)、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水圧破砕のメカニズムに関する国際共著論文 3 編を発表した (Goto et al., Rock Mech. Rock Eng.; Pariso et al., Sci. Rep.; Goto et al., Geothermics)。また、抽熱時に生じる可能性のある、き裂のせん断すべり挙動とその透水性への影響を明らかにした (武山ら, 地熱学会誌, 2021)。さらに抽熱時に生じるシリカ・ナノ粒子による透水性低下の特徴とその抑制方法を明らかにした (Watanabe et al., Sci. Rep.)。

CO₂ 利用・誘発地震抑制型の地熱貯留層造成法 (JSPS 科研費挑戦的研究 (開拓)、JOGMEC 地熱発電技術研究開発事業受託研究)

高温地下環境に貯留した CO₂ を発電に用いる CO₂ ブルーム地熱発電の実現に向けて、CO₂ による岩石破砕の特徴と利点を明らかにした (Pramudyo et al., Geothermics)。また、破砕法と併用することで誘発地震発生リスクを低下させることが可能な、キレート剤を用いた岩石の透水性改善手法を発明した (Watanabe et al., Sci. Rep.)。

CO₂ 鉱物化技術および CO₂ 削減技術

再生利用可能なキレート剤を用いた CO₂ とケイ酸カルシウム系鉱物/廃棄物からの炭酸カルシウム製造技術を発明した (Wang et al., Sci. Rep.; Wang et al., J. Environ. Chem. Eng.)。また、農耕地でのケイ酸塩型土壌改良材と土壌間隙水との反応を利用した CO₂ 削減技術に関する研究を開始した。

a self-made model. We developed a model for the long-term transport of toxic materials in the ground at illegal dumping sites, and proposed a remediation method.

Creation and control of supercritical/superhot geothermal reservoirs

We have published three international collaborative papers on the mechanism of hydraulic fracturing in supercritical/superhot geothermal environments (above approximately 400°C) in *Rock Mech. Rock Eng., Sci. Rep., and Geothermics*. Additionally, we have clarified the shear slip behaviors of fractures that may occur during geothermal energy production and their impacts on reservoir permeability. We have clarified the characteristics of permeability reduction due to the formation of silica nanoparticles during energy production, as well as ways to inhibit such reduction (Watanabe et al., *Sci. Rep.*).

CO₂ utilization and suppressing induced seismicity in creating geothermal reservoirs

We determined the characteristics and advantages in fracturing of rocks by CO₂ injection, which may be applied to create future CO₂ plume geothermal systems (Pramudyo et al., *Geothermics*). Additionally, to avoid frequent fracturing (i.e., greater risk of induced seismicity), we have proposed a new method to improve reservoir permeability using a chelating agent (Watanabe et al., *Sci. Rep.*).

CO₂ mineralization and CO₂ removal technologies

We proposed a sustainable process for CO₂ mineralization using a recyclable chelating agent and calcium silicate-type minerals and wastes (Wang et al., *J. Environ. Chem. Eng.*). Additionally, we have initiated new research on CO₂ removal technology based on reactions of calcium silicate-type soil modifiers with water.

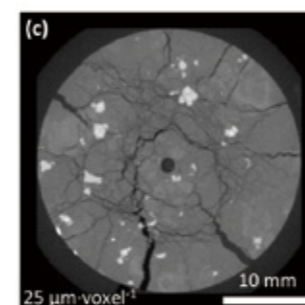


Fig.4 Fractures created in granite by CO₂ injection

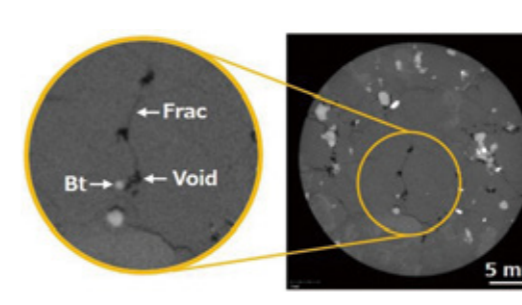


Fig.5 Voids created in granite by chelating agent flooding by CO₂ injection

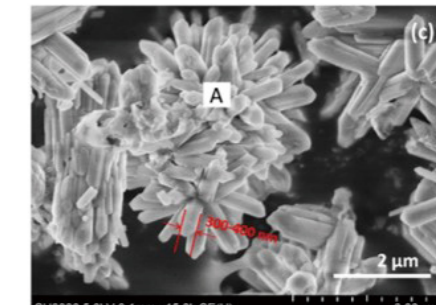


Fig.6 CaCO₃ produced by the new CO₂ mineralization process

環境との共生・エネルギーの創製を担うナノ機能素材開発

Development of functional nano-ecomaterials for energy and environment in the environmentally benign systems



教授 高橋 英志
Professor
Hideyuki Takahashi



准教授 横山 俊
Associate Professor
Shun Yokoyama



助教 横山 幸司
Assistant Professor
Koji Yokoyama



技官 本宮 憲一
Technical Engineer
Kenichi Motomiya

ナノ材料は省資源で最高性能を発現する材料として期待されているが、真の意味で次世代環境対応型材料とするためには、目的とする機能を最大限に発現できる組成・結晶系・形態に制御する必要がある。この様な観点から、本研究室では、原材料中での材料の状態を計算及び X 線構造解析等の機器分析を通じて厳密に制御し、その反応機構を電気化学的手法や質量分析等を利用して解明する事で、高効率且つ均質な状態のナノ材料を開発する手法を開発している。また、高性能を発現するための状態制御法の開発を行っている。研究は (A) 自然エネルギー変換材料 (化合物太陽電池用ナノ材料、熱電変換合金ナノ粒子、光触媒、など)、(B) 機能性ナノ-エコ材料 (均質合金ナノ粒子、高機能性電子用金属ナノ材料 (Cu ナノ粒子, Cu ナノワイヤなど)、固体高分子燃料電池用機能性ナノ触媒材料、など)、(C) 難溶性レアメタル等の抽出を可能とするための錯体制御技術、等に分類できる。

Hideyuki Takahashi Laboratory's research has focused on developing and using well-defined nanomaterials in our daily lives. In particular, we have developed methods for synthesizing and utilizing useful nanomaterials with specific morphology.

Our research objectives can be classified into (a) natural energy conversion materials, such as alloy nanoparticles for compound solar cells, thermoelectric alloy nanoparticles, and photocatalysts with specific morphology; (b) functional nano-eco materials, such as uniform and well-crystallized alloy nanomaterials, well-defined electric integration nanomaterials (Cu nanoparticle, Cu nanowire, etc.), and precise control of nanocatalysts for fuel cells; and (c) development of novel methods for extracting rare metals with precise control under complex conditions.

研究概要

遷移金属等の貴金属ではない金属のナノ材料を実用化することを念頭に、様々な金属/合金ナノ粒子を、環境負荷が少ない手法で合成する研究開発を行っている。特に、材料の特性の均質化や、高特性を発現する相の選択的合成、長寿命化、を達成するためには、均質で結晶性が高い金属/合金ナノ粒子であることが必要である。更に、工業的応用を念頭におくと耐酸化性が高くかつ表面被覆材の使用は限界まで低減する必要である。この様な全ての条件をすべて満たした金属/合金ナノ粒子を、ピーカー等の簡単な装置のみを用い、常温~70°C 程度の水溶液中で、合成するという“現代の錬金術”と言える手法を開発している。

その為には、原料となる水溶液中において、金属の状態を均質化すること、合金を合成する様な場合には還元析出させるためのポテンシャルを単一化及び均質化することが必要である (合成する材料により、酸化および硫化をさせる場合もある)。そこで我々の研究室では計算

Research

To achieve industrial applications of transition metal/alloy nanoparticles instead of precious metal nanoparticles, various procedures for synthesizing these materials have been developed under low environmental loading conditions. In particular, a method of synthesizing “uniform” and “well-crystallized” metal/alloy nanoparticles should be developed to utilize the uniform properties, selective and high-performance, suitable phase, and long lifetime. Moreover, materials synthesized for commercial applications should have specific properties, such as high oxidative resistivity and low addition of surfactants. We have developed a method of synthesizing metal/alloy nanoparticles with the properties mentioned above using simple equipment and low energy conditions (RT-70°C) in the aqueous phase.

To synthesize “uniform” and “well-crystallized” metal/alloy nanoparticles, the condition of metals in the aqueous phase should be restricted to the homogeneous phase, and the reduction potential of both metal complexes should be equal. Sometimes, oxide materials and sulfide materials are also synthesized.

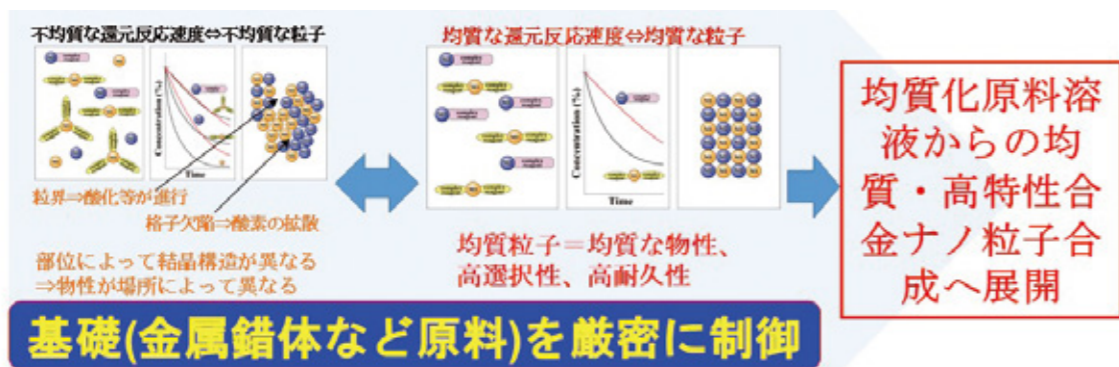


Fig.1 Schematic drawing of researches in H. Takahashi Lab (concept).

手法を用いて水溶液中の金属錯体の種類等を制御し、その上で還元析出させる手法を開発した。

例えば、化合物太陽電池材料となる Cu-In 合金ナノ粒子や Cu-In-S ナノ粒子、Cu-In-Sn 合金ナノ粒子、Cu-Zn-Sn-S ナノ粒子を水溶液中で合成し、塗布することで太陽電池を形成させる技術を開発した。また、導電性が高く耐酸化性が高い Cu ナノ粒子や Cu ナノワイヤ、透明導電性材料用の特異な形状制御を行った Cu 粒子、構造材料を低温で焼結するための Fe ナノ粒子、等の合成と実用化を試みている。更に、エネルギー材料として、熱電変換材料や燃料電池材料、特異な形状で高性能を発現するストラティファイド光触媒材料、を開発している (Fig.1)。

学生諸君の国際及び国内会議発表、その他の活動

高橋 (英) 研究室所属では、学生諸君の研究開発能力や意識、コミュニケーション能力に対するグローバル化を促進することにも重点を置いており、学生諸君の国際会議での発表や博士課程学生の留学を精力的に行っている。2021 年度は、残念ながら、COVID-19 の影響で例年より大幅に少ない 9 件の学会発表を行った。当該期間では、6 月開催の資源・素材学会東北支部春季大会にて MC2 の梅本雄太さん、MC1 の荒谷優馬さんおよび福岡薫さんがオンラインで、9 月に開催された 2021 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会にて MC2 の梅本雄太さん及び小野薫さん、MC1 の荒谷優馬さん、古賀広見さん、福岡薫さんがオンラインで、11 月に仙台で開催された第三回環境科学討論会にて MC1 の荒谷優馬さん、古賀広見さん、福岡薫さんが発表を行っている。また、本年度は、学生諸君が関わる 3 件の論文を報告した。

COVID-19 の影響が低減すれば、次年度以降は、ECS や MRS、資源・素材学会、資源・素材学会東北支部大会、応用物理学会、など、国内外の学会にも積極的に参加し、成果の発表を行う予定である。また、自然エネルギーに関する周知活動や高大連携に係る東北大学講師派遣における出前授業なども再開する。

Therefore, we introduced our idea for a particle synthesis system based on the predicted concentration of metal complexes in an aqueous solution as a function of pH.

For solar cell application, we developed methods of synthesizing Cu-In alloy nanoparticles, Cu-In-S nanoparticles, Cu-In-Sn alloy nanoparticles, and Cu-Zn-Sn-S nanoparticles, and we applied these synthesized materials to the formation of printable solar cells. Moreover, we tried to synthesize Cu nanoparticles and/or Cu nanowire with high conductivity and oxidative resistivity, Cu materials with specific morphology, and Fe nanoparticles with low melting point to apply as bonding materials. Thermoelectric materials, fuel cell materials, and stratified photo catalysts with specific morphology were also developed to apply these synthesized materials to environmentally friendly energy materials (Fig.1).

Student activity (conferences, prizes, etc.)

Students from our laboratory attended up to 20 international and domestic conferences in usual year. To develop members' abilities, we recommended joining international conferences and studying abroad (DC course students). However, we only attended nine meetings in 2021 because of the COVID-19 pandemic.

This year, Mr. Yota Umemoto (MC2), Mr. Yuma Araya (MC1), and Ms. Kaoru Fukuoka (MC1) joined MMIJ's Tohoku branch meetings (May, online meeting). Mr. Yota Umemoto (MC2), Mr. Kaoru Ono (MC2), Mr. Yuma Araya (MC1), Mr. Hiromi Koga (MC1), and Ms. Kaoru Fukuoka (MC1) joined the 2021 MMIJ meetings (June, online meeting). Mr. Yuma Araya (MC1), Mr. Hiromi Koga (MC1), and Ms. Kaoru Fukuoka (MC1) joined the third Meeting of Environmental Studies, held in Sendai (December, poster). Three papers related to the students' research were published in 2021.

After the COVID-19 pandemic, we will join the Electrochemical Society Conference (ECS), Materials Society Meetings (MRS), MMIJ's spring and fall meetings, and Tohoku branch's spring MMIJ meeting, as well as the Japan Society of Applied Physics (JSAP) and others. Moreover, we will participate in various social activities, such as events addressing natural energy, public lectures, and so forth.

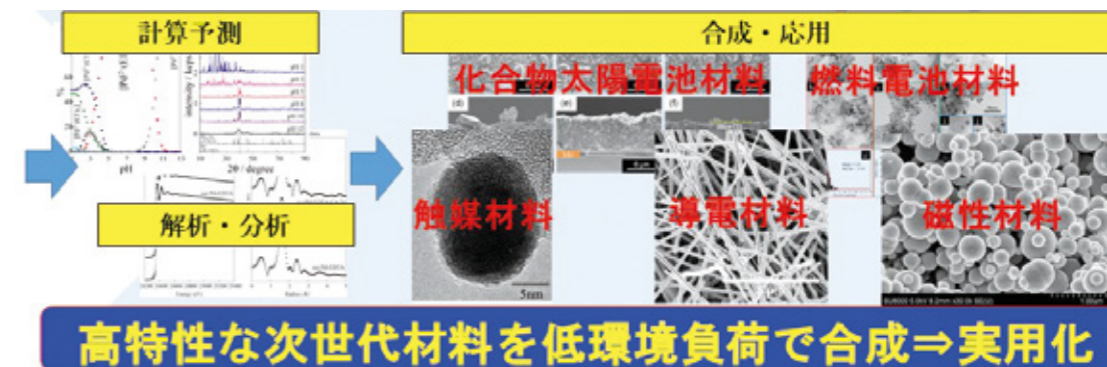


Fig.2 Schematic drawing of researches in H. Takahashi Lab (target).

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するには、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



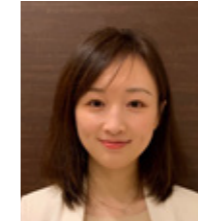
Fig.1 Volcanic and Geothermal activities in Mt. Zao



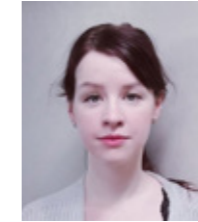
Fig.2 Social acceptance of geothermal energy



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

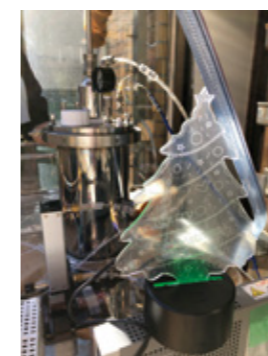


Fig.3 Hydrogen production by using waste Aluminium with acidic hot spring



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

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)

化学分析



識別のための
AI開発



歴史津波堆積物

サプライチェーンを通じた資源利用と関連するリスクの可視化

Resource logistic approach to visualize supply chain risks behind resource use



教授 松八重 一代
Professor
Kazuyo Matsubae

新興国の人工増大ならびに経済成長に伴う鉱物資源需要、先進国におけるグリーンエコノミーを実現するための革新技術を支える希少資源需要はそれぞれ増大傾向にある。世界有数のレアメタル消費国である我が国は、消費・生産活動を支える多くの一次資源の調達を海外に依存している。資源供給の上流における様々な地政学的リスクは経済活動に対してしばしば大きな影響をもたらすことは知られているものの、サプライチェーンを通じた資源の流れの定量化、関連するリスクの可視化はリスク情報の抽出方法が未確立であること、マテリアルフロー情報が不足していること等々、課題が多いのが現状である。本研究分野では、これらの課題を解決し、資源利用に関わるサプライチェーンリスク情報を集約的・戦略的に管理する基盤構築を目指す。

With the increased global concerns about resources and environmental constraints in recent years, the role of mining, as a constituent of social responsibility associated with resource extraction and usage, is becoming increasingly important in science, technology, and innovation policy. Under increasing public and shareholders' concerns of social and environmental sustainability, the fabrication industries require careful attention owing to their own risks related to the resources and materials that are used in their products and services. The material flow analysis (MFA) tool and input-output technique provide useful perspectives and valuable evidence for avoiding or minimizing the social and environmental risks related to the demand of resources.

We analyzed the risk-weighted flow by combining the resource logistics database and Input Output model. The estimated results shed light on how resource logistics prepare policy makers and research and development (R&D) engineers to confront the risks behind resource usage and how the information should be shared among stakeholders.

製品ベースのアプローチに基づく鉱物利用に誘発された多地域間土地攪乱分析 - 日本の自動車生産を例に -

最終需要国の資源利用は、資源開発を通じて他の遠い国や地域に様々な環境影響を及ぼす。関与物質総量を用いて、ある国における特定の製品の製造により誘発された遠隔結合の土地攪乱を評価する方法が提案される。この製品に着目する方法は、特定の製品の在庫データと国際貿易統計の統合に基づくハイブリッドアプローチである。日本の自動車生産の事例研究を通して、日本の自動車技術の変遷は、遠隔結合された土地攪乱に最も曝される国や地域の変化を生じることを明らかにした。例えば、日本で電気自動車を生産する場合に遠隔地の土地攪乱にチリ (6%) からオーストラリア (14%)、インドネシア (11%) が貢献される。開発されたアルゴリズムは簡易化されており、他の遠い国や地域との鉱物取引において持続可能な相互作用を実現するために、どの国のどの製品に関連する遠隔結合された土地攪乱の確定に直ちに適用可能である (Fig.1-2)。

Multiregional land disturbances induced by mineral use in a product-based approach: A case study of vehicle production in Japan

Resource use in the country of final demand has severe environmental impacts in other distant countries and regions through resource exploitation. Using the total material requirement (TMR), we proposed a methodology for evaluating telecoupled land disturbances induced by manufacturing a given product in a given country. This product-focused method is a hybrid approach based on the integration of inventory data of a given product and the international trade statistics. Through a case study of vehicle production in Japan, we found that the transition to next-generation vehicles in Japan results in changes in the countries and regions most exposed to the telecoupled land disturbances: i.e., from Chile (27%) to Australia (14%) and Indonesia (11%) for battery electric vehicles. The algorithm we developed is relatively simplified so that it can be readily implemented to determine the telecoupled land disturbances associated with any product in any country for a sustainable interaction in their mineral trades with other distant countries and regions (Fig.1-2).



Fig.1 Multi-regional land disturbances (kg-TMR/kg) induced by vehicles production in Japan. Derived from Kosai et al. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106093>

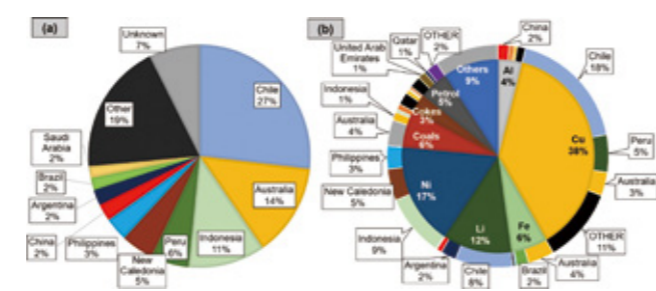


Fig.2 Multi-regional land disturbances induced by gasoline cars production in Japan, by country per vehicle (in percentage). Adapted from Kosai et al. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106093>



助教 張 政陽
Assistant Professor
Zhengyang Zhang

鉱滓ダム決壊に着目した鉱物資源のサプライチェーンリスク解析

世界における鉱物資源の需要は、脱炭素社会への転換などを背景に増え続けている。一方、鉱物資源のサプライチェーンには、鉱山周辺の土地変化や生物多様性の喪失など様々なリスクが潜んでいる。その中でも、採掘工程で生じるスラグを堆積する鉱滓ダムの決壊による供給寸断は甚大な影響を及ぼす。本研究では、鉱物資源のサプライチェーンリスクを定量的に評価し、災害弾力性の高いサプライチェーンの構築および持続可能な資源消費に向けた新たな物差しを提示する。分析に際して、サプライチェーンを寸断するリスク情報を包括的に分類・整理されるデータベースを構築したうえで、一国の生産活動が他地域の経済・環境に与える影響が推計できる多地域間産業連関モデルに接続することにより行う (Fig.3)。

湾岸協力理事会加盟国における屋内・垂直農業による食料自給率向上の可能性探求 - クウェート国の事例を通じた課題と機会 -

湾岸協力会議 (GCC) 諸国は、人口の食料需要を満たすために十分な食料を輸入する能力を持っている。一方、輸入食品への過度依存は、GCC 諸国に国際的な生産出荷の混乱に伴う食糧不足に対する脆弱性をもたらす。屋内・垂直農業技術は、農業生産効率を最適化し、土地利用を最小化に抑えつつ、野菜類の収穫量を高めることによって食料自給率を向上させる可能性を有している。本研究から約 15km² の屋内農場または 0.1km² 未満の垂直農場が、クウェート国における 6 種の野菜の輸入需要をいかに減らせるかが示唆された。また、地域および世界的な脅威による食料供給の脆弱性を踏まえて食糧自給率向上の必要性が述べられたとともに、GCC 諸国が屋内・垂直農業技術を採用する際に直面する特有の課題、ならびに現在の法的・政策的枠組みに内在する機会も明示された (Fig.4)。



Fig.3 Diagram of supply chain risks analysis

Supply chain risk analysis for mineral resources focusing on tailing dam failures

The worldwide demand for mineral resources continues to increase alongside the transition to a carbon-neutral society. However, various risks such as land changes and biodiversity losses at mining sites are present in the mineral supply chain. Among them, supply chain disruptions due to the collapse of tailing dams that accumulate as byproducts of the mining process has a significant effect. We evaluated the mineral supply chain risks and proposed a new benchmark for constructing a high-risk resilient supply chain along with sustainable resource consumption. To achieve this, we created a database that classifies supply chain disruption risks comprehensively, and then connected it to a multiregional input-output model that can estimate the economic and environmental influence of production activities across the supply chain (Fig.3).

Potential for food self-sufficiency improvements through indoor and vertical farming in the Gulf Cooperation Council: Challenges and opportunities in the case of Kuwait

The Gulf Cooperation Council (GCC) countries have the ability to import sufficient food to meet their populations' demand. However, overreliance on imported food leaves GCC countries vulnerable to food shortages during crises that disrupt international production and shipping. Indoor and vertical farming technologies have the potential to improve food self-sufficiency by multiplying vegetable crop yields while optimizing the efficiency of agricultural inputs and minimizing land requirements. Our study demonstrated how approximately 15 km² of indoor farms or less than 0.1 km² of vertical farms could reduce the need to import six vegetable crops in Kuwait (Fig.4). We also contextualized the need for improved food self-sufficiency in light of vulnerabilities resulting from regional and global threats, illuminated unique challenges faced by GCC countries that are considering adopting such technologies, and summarized opportunities inherent in the current legal and policy framework.

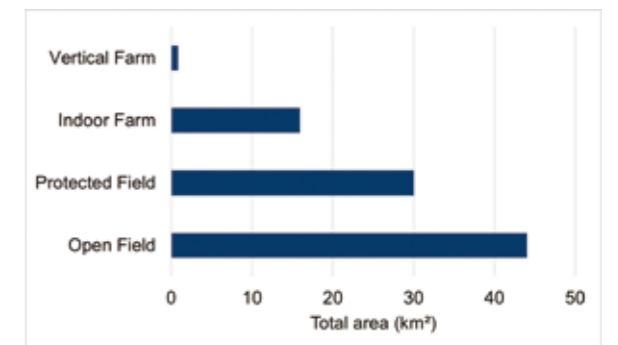


Fig.4 Comparison of total land area required to achieve 100% self-sufficiency using different cultivation scenarios. Adapted from Meshal et al. (2021). <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12553>

環境材料政策学分野 Study of Functional Materials
 環境循環政策学分野 Study of End of Life Materials Control
 環境物質政策学分野 Control of Environmental Materials

環境調和型新素材の開発と、持続的な資源循環システムの構築を目指して

Towards developing new, environmentally friendly materials and constructing sustainable systems for resource recycling

DOWA 寄附講座は環境科学研究科と DOWA ホールディングス株式会社の包括的共同研究契約のもと 2004 年に開設した。我々は、工業化と高度消費社会の両方の観点において我々を取り巻く環境問題を解決するべく、

- ・環境負荷低減を目指すエネルギー削減に特化した機能性材料およびそれらを用いた機構構造の創製に関する研究
 - ・循環型社会を構築するべく電子電気機器廃棄物等からの資源リサイクル技術および社会システム構築などに関する研究
 - ・循環の実施に伴って発生する管理すべき物質への対処法の研究
- を研究テーマにして研究活動を推進する。

The DOWA Holdings Co., Ltd. Sponsored laboratory was inaugurated in FY 2004 and comes under the endowed division of the Graduate School of Environmental Studies. The main study aim of our laboratory is to solve problems of environmental conservation while taking into consideration the viewpoints of manufacturers and the high-consumption society. Research in this division is categorized mainly into (a) establishing processes of valuable material resources released in society and controlling, recycling, and disposing of them efficiently and safely; (b) inventing the preparation of functional materials that can nurture environmentally friendly engineering applications, such as electronic devices with less impact on the environment; and (c) methods for dealing with substances to be controlled in circulation.

[環境材料政策学分野] 環境調和型材料の開発と応用研究

環境調和型材料を中心とする研究開発、ならびに大学で行われている様々な研究情報収集を通じて、次世代の材料・デバイスの研究シーズの探索や、大学研究シーズと企業ニーズのマッチングを推進させる、ことを目的とした研究室である。例えば、溶液中に拡散したウイルスや重金属イオンなどは簡単に回収できず、拡散により環境に対して大きな影響を及ぼす。このような対象に対して、簡単簡便に回収する手法の一つとして磁気ビーズが開発されている。この材料は、Fig.1 に示す様に、特定の官能基等を表面に付着させた磁性粒子の形態を有し、官能基等の種類を変更することで様々な物質を対象とすることが可能である。我々の研究室では、この材料を更に高機能化するために、水溶液中にて金属錯体の状態を制御し、還元反応電位と速度を制御する技術開発を通じて、低環境負荷で簡単簡便な装置のみを用いて、コアとなる高特性材料を常温で開発することを試みている。今後、本材料を用いて、

[Study of Functional Materials] Development of Environmentally Friendly Materials and Their Applications

Our laboratory mainly focuses on the development of environmentally friendly materials and their applications. Moreover, we research and match academic and company needs. For example, viruses and/or heavy metal ions, which are widely scattered among environmental conditions, seriously affect by our society because they are difficult to collect. To solve these problems, magnetic beads were recently developed. As shown in the schematic drawing in Fig. 1, the specific functional groups, which are attached to the new material's surface, interact with the specific substance. In our laboratory, to develop the highly effective magnetic beads, well-stabilized, high-performance core materials are synthesized under room temperature conditions using simple equipment and by controlling the reaction potential through the management of the metal complex condition in an aqueous phase. We are planning to check these abilities for the collection of various pollutant materials and present the results in international/domestic conferences beginning next year.

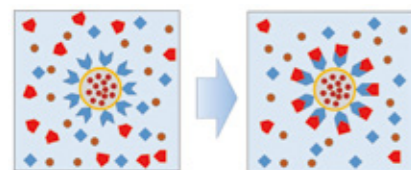


Fig.1 Schematic drawing of the mechanism of magnetic bead

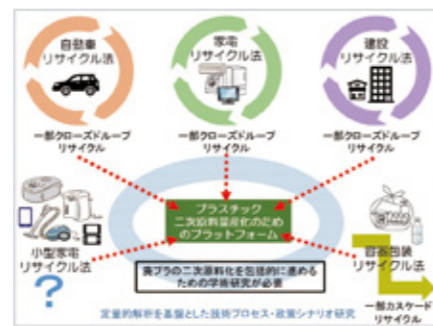


Fig.2 Building a platform for secondary raw materials

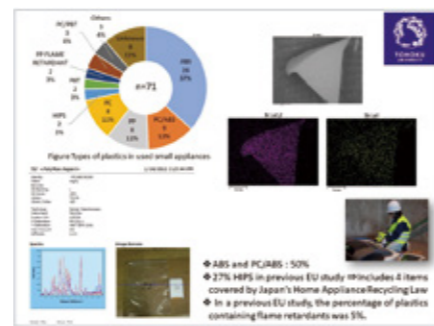
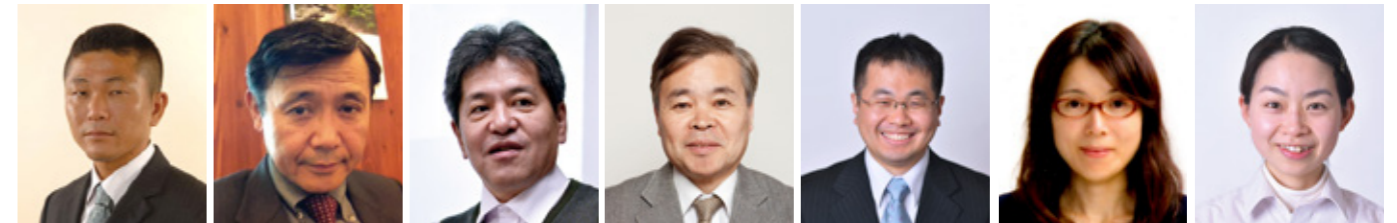


Fig.3 Survey analysis of used small home appliances



教授 高橋 英志 Professor Hideyuki Takahashi
 教授 鳥羽 隆一 Professor Ryuichi Toba
 教授 白鳥 寿一 Professor Toshikazu Shiratori
 教授 駒井 武 Professor Takeshi Komai
 教授 上高原 理暢 Professor Masanobu Kamitakahara
 准教授 齋藤 優子 Associate Professor Yuko Saito
 助教 簡 梅芳 Assistant Professor Mei-Fang Chien

様々な対象物質を回収可能な材料を開発し、実際に環境負荷物質等の回収試験等を試みる。また、本年度はコロナウィルスの影響で学会等での発表は出来なかったが、次年度以降は広く発信していく予定である。

[環境循環政策学分野] 循環型社会構築に関わる研究

本分野では、循環型社会を構築する上での資源リサイクル技術およびそれを実現するための社会システムに関する研究を中心に行っている。具体的には、適正に処理されなければ環境を汚染してしまう可能性のある電気・電子製品スクラップ (E-Scrap) や廃太陽光パネル (廃 PV)、あるいは使用済みリチウム電池 (廃 LiB) に代表される廃棄物は、今後の大量廃棄が予想されながら我が国では明確なリサイクルルートが決まっていない状況にある。これらの処理を考える場合には、適切な収集システムと処理技術が必要となる。またそれに加えて、循環資源量の増大のためには、分別等の処理により発生する金属類やプラスチック類といった素材も二次資源として使えるよう、有害物質や忌避物質を除去することが必要である。当研究室では、適正な制度設計のための基盤研究を実施し、実際に国内で循環する対象物質のフロー調査や分析、情報類型化によりプラットフォームの構築を目指している。自治体 (仙台市や宮城県) との連携や国の検討委員会等への参画を通じ研究推進すると共に、欧米等の最新動向の把握や情報発信にも注力し、グローバルな資源循環に関わる研究も行っている。

[環境物質政策学分野] 環境負荷低減に関わる研究

2021年度より新たな体制で研究活動を開始した本分野は、資源開発や製錬事業に係る環境政策の提案を目指して、環境浄化、特に製錬事業に関わる環境修復技術の開発とその展開を進めると共に、環境調和的な資源開発に貢献する研究開発を進めることを検討している。具体的には、非鉄金属製錬過程の排水中に含まれる金属を、微生物による除去・回収する新しいプロセス開発に取り組みでいる (Fig.4)。12月に小坂製錬所において現地調査を行った (Fig.5)。

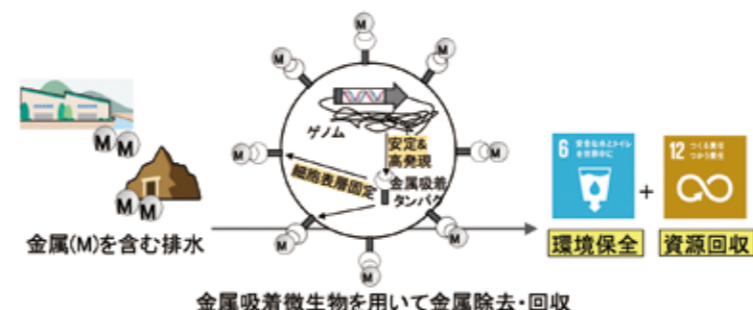


Fig.4 Image of metal recovery by microorganisms

[Study of End-of-Life Materials Control] Research toward the Construction of a Recycling-Oriented Society

We are conducting research on recycling in society that focuses on resource-recycling technologies and social systems for building a recycling-oriented society. Specifically, wastes such as electrical and electronic scrap, photovoltaic panel waste, and used lithium batteries, which have the potential to pollute the environment if not disposed of properly, are expected to undergo mass disposal in the future. However, because a clear strategy has not been established in Japan, to establish these processes, proper social systems for collection and processing technologies are required. In addition, to increase the quantity of secondary materials, it is necessary to remove harmful, toxic, and repellent substances so that materials such as metals and plastics generated by sorting and other processing can be safely used as secondary resources. We are conducting basic research to design an appropriate policy and are working to build an informative platform through flow surveys and analyses of target substances circulating in Japan. These studies are progressing through collaboration tests with municipalities (Sendai City and Miyagi Prefecture) and participation in national investigation committees. We also focus on understanding and disseminating information on the latest trends in the other countries and on conducting research related to global resource recycling.

[Control of Environmental Materials] Reducing the Environmental Impact of Raw Material Production

Our lab members were renewed from FY2021 while we kept researching toward proposing environmental policies related to remediation, especially regarding smelting operations and contributing to environmentally friendly resource development. Particularly, we are studying the development of new processes to remove and recover metals contained in the wastewater produced by the nonferrous metal-smelting industry using microorganisms (Fig.4). We conducted a field survey of the Kosaka Smelter and Refinery in December (Fig.5).



Fig.5 Group photo in front of the third drainage adit at Kosaka Smelting & Refining Co., Ltd

「安全・安心」な地熱エネルギーの利用を目指して

Studies for utilization of safe and secure geothermal energy

当講座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 (FREA)・再生可能エネルギー研究センター (郡山市)、および地圏資源環境研究部門 (つくば) 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)、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 等からの委託を受け共同研究を実施している。

The members of the Environmental Risk Assessment (AIST Collaborative Laboratory) team carried out studies to enhance safe and secure utilization of geothermal resources in collaboration with researchers in GSI, AIST, and GSES at Tohoku University. Major research activities in 2021 included (a) modeling and potential evaluation of subduction-origin "supercritical geothermal systems" based on geophysical and geological survey; (b) simulation, microseismic monitoring, and rock mechanical studies for monitoring and managing enhanced geothermal systems (EGS); and (c) developing an AI system for stable steam production and reservoir management. Furthermore, we developed technology to simulate industries in areas of Japan stricken by the 2011 earthquake.

超臨界地熱開発に関する研究

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資源による発電の可能性を探ってきた。本年度から NEDO からの委託を受け、4 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による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 10GW 以上の商用発電を実現し、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

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。これに加え、2021 年度には常時微動の偏波情報を用いて地下での熱水流動を検出することに成功した。また、地熱地帯における自然電磁波を用いた貯留層評価に関する研究も実施している。

Research on supercritical geothermal development

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 have started a new four-year NEDO-funded project for detailed modeling and potential evaluation of supercritical geothermal systems in the most promising area and are making drilling/test plans. Members of the laboratory aim to contribute directly to a carbon-free society in 2050 by 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 Yanaizu-Nishiyama Geothermal Site in Fukushima since 2015 to determine the reservoir's response to water injection. The dynamic flow of high-temperature fluid inside the geothermal reservoirs has been successfully inferred using polarization states caused by microtremors. Reservoir characterization using naturally existing electromagnetic waves has also been carried out in the lab.

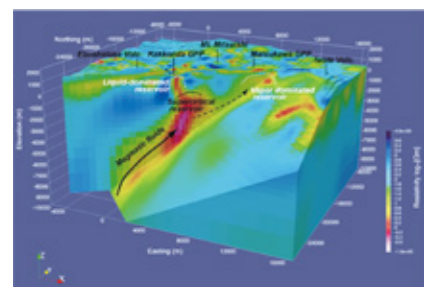


Fig.1 Model of supercritical geothermal system in Japan

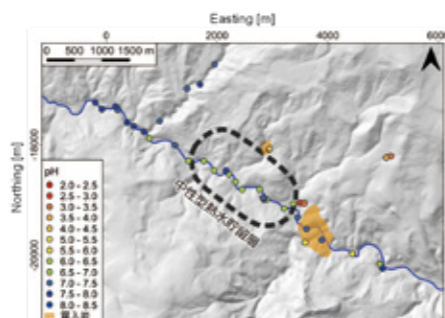


Fig.2 Distribution of pH of surface water

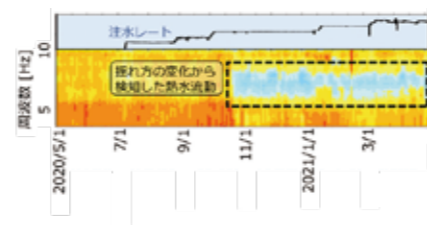


Fig.3 Change in frequency characteristics of tremor



客員教授 浅沼 宏
Professor
Hiroshi Asanuma



客員教授 張 銘
Professor
Ming Zhang

適正な地熱開発手法に関する研究

本年度から NEDO からの委託を受け、蒸気生産変動の AI による評価 / 予測技術の開発、および地熱井内部の可視化システム・AI 処理に関する研究開発を開始した。これらを通じて持続的かつ安定した地熱エネルギー生産に寄与する。

被災地企業の技術支援

復興予算を使用して、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を行っている。
- 社会貢献・社会連携
浅沼：環境省委員、福島県温泉部会、J-DESC 陸上掘削部会執行部委員、JOGMEC 委員、JAMSTEC 技術検証委員会委員、日本地熱学会評議員、同総務委員等
- 他研究機関との連携
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、気仙沼市等
- 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教材作成支援、リモート授業 (1 回)



Fig.4 Field test of small-scale hot spring power generation system

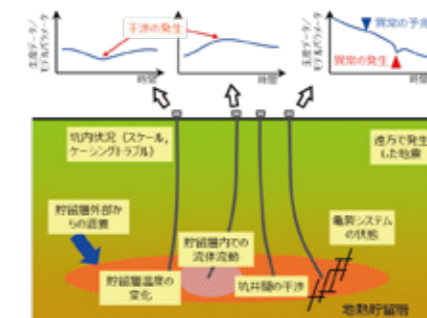


Fig.5 Concept of AI steam production monitoring



Fig.6 Scanning head of borehole scanner for geothermal well

地理学的視点から多様な人間 -環境関係を解明する

Understanding Diverse Human-Environment Relationships
from Geographical Perspectives



教授 中谷 友樹
Professor
Tomoki Nakaya



准教授 埴淵 知哉
Associate Professor
Tomoya Hanibuchi



助教 関根 良平
Assistant Professor
Ryohei Sekine

本研究分野では、様々な空間スケールにおいて変化を続ける地域社会の実態を、地理情報科学の分析技法や社会調査、フィールドワークを通して明らかにし、そこに展開する人間-環境関係のあり方や、地域的課題の発生メカニズムについて検討している。ただし、対象を自然環境に限定せず、むしろ社会的に形成されてきた建造環境、社会環境に着目し、健康、犯罪、貧困、食等の地域的課題における人間-環境関係の地理学的研究を実施している。加えて、地理情報科学における空間統計分析、空間的数理モデル、地理的視覚化、データ融合等に関する諸技法の方法論的研究を行っている。

In this research group, we study diverse conditions and the changing states of local human societies at various spatial scales; we use spatial-analysis techniques from geographic information science, social survey methods, and fieldwork to understand the development of human-environment relationships and the mechanisms that generate local challenges. However, it should be noted that this environment is not limited to the natural environment; rather, we focus on the built and social environments. We conduct studies on the associations that regional problems (e.g., health, crime, poverty, and food access) have with the many facets of such environments. In addition, we conduct methodological studies of the analytical techniques that are used in geographic information sciences, including spatial statistics, spatial mathematical modeling, geographic visualization, and data fusion.

健康地理学

本研究分野では、地理的な環境との関連性や空間的な社会格差の視点から、健康の地理学的な分析を実施している (Fig.1)。2021 年では、近隣の騒音と睡眠障害の関連 (Hanibuchi et al., 2021)、Walkability と社会関係資本 (Koohsari et al., 2021)、道路の幾何的構造と身体活動 (McCormack et al., 2021)、大気汚染のがん死亡への寄与 (Hori et al., 2021) など多様な居住地域の環境特性と健康の関連に関する研究成果を得た。また、特に COVID-19 流行による影響を、様々な環境要因にも着目して分析した結果、自殺念慮と都市化度・地理的剥奪 (Okubo et al., 2021)、「夜の街」の人の動きと感染拡大 (Nagata, Nakaya et al., 2021)、流行による歩数減少や座位行動の増加に関する社会経済的地位や居住地の剥奪度の関連 (Nagata, Adachi et al., 2021) を明らかにした。

地域・社会調査の方法論

調査方法論に関しては、Web 調査による個票データの収集方法と、公的統計調査の信頼性に関する基礎研究を進めた。Web 調査については、迅速性と非接触性という利点を最大限活用し、コロナ禍に

Health geographies

This research lab has conducted a geographical analysis of health in terms of its relationship to the geographical environment and the spatial aspects of social inequality (Fig.1). Published studies consider associations of health with various environmental aspects of a neighborhood including neighborhood noise and insomnia (Hanibuchi et al., 2021), walkability and social capital (Koohsari et al., 2021), street layout and physical activity (McCormack et al., 2021), and air pollution and cancer deaths (Hori et al., 2021). We also analyzed the impact of the COVID-19 pandemic, with particular attention to various environmental factors, and found associations of suicidal ideation with urbanization and geographical deprivation (Okubo et al., 2021), the spread of infection and human movement in “nightlife” areas (Nagata, Nakaya et al., 2021), and changes in walking and sedentary behavior (Nagata, Adachi et al., 2021).

Methodology of regional and social surveys

We carried out a methodological study on the collection of individual data using a web-based survey and a reliability study of an official statistical survey. We took advantage of the rapidity and contactless nature of the web-based survey format to investigate changes in the outings, lifestyle, and health of local residents retrospectively during the coronavirus

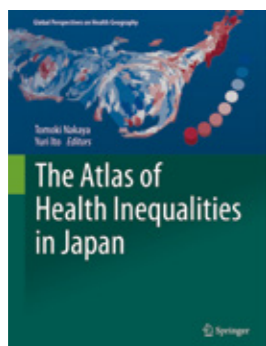


Fig.1 Book cover of “the Atlas of Health Inequalities in Japan” (Nakaya, T. and Ito, Y. eds., Springer, 2019)

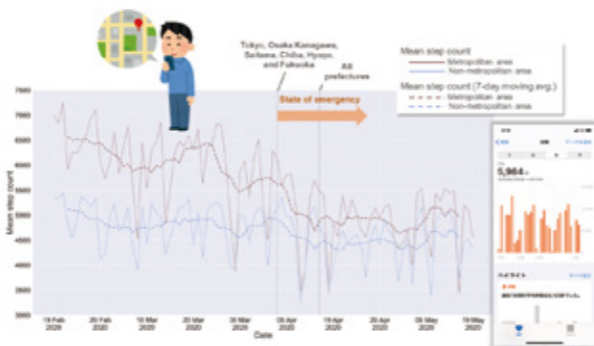


Fig.2 Changes in step counts around the first wave of COVID-19 in Japan

における地域住民の外出や生活行動、健康の変化を遡及的に調査した (Hanibuchi et al. 2021, Yabe et al. 2021)。また、同調査ではスマートフォンに自動記録されている歩数データを画像として収集し、それを機械的に読みとることで歩数を客観的かつ遡及的に把握する方法を開発した (足立ほか 2021) (Fig.2)。また公的統計調査については国勢調査の「不詳」問題に継続して取り組み、将来の国勢調査において「不詳」がさらに増加した場合の地域分析における問題点を示した (山本ほか 2021)。

空間解析

本研究分野では空間データ解析の技術開発を含む方法論的な研究とその各種の事例研究も実施している。時空間的なイベントの発生傾向を 3 次元的に視覚化する時空間カーネル密度推定を応用して、クラウド GIS 上で配信する「新型コロナ時空間 3D マップ」(JX 通信社との共同研究) (Fig.3) は、ESRI User Conference で 2 部門の最優秀賞を受賞した。また、インドネシアの範囲を対象とした外邦図の 3 次元マップ閲覧システムである Gaihozu Viewer (Fig.4) も ESRI User Conference において表彰された。このほか、地理的加重回帰法 (GWR) を応用したジェントフィケーションの分析 (Ogas et al., 2021) や GWR を含む地理的加重アプローチの展望など、基礎的な地理学的分析研究を蓄積した。

東北地方の農業と農山村地域の構造変動

2021 年は、新型コロナウイルスの感染拡大により、フィールドワークを伴う研究の遂行は極めて困難となった。そのため、2021 年度から逐次公表されはじめた 2020 年度農林業センサスを使用して、日本および東北地方の農業と農山村地域の構造変動についてデータの分析を開始し、その成果の一部は中学生向けの参考書に執筆した (関根 2021)。

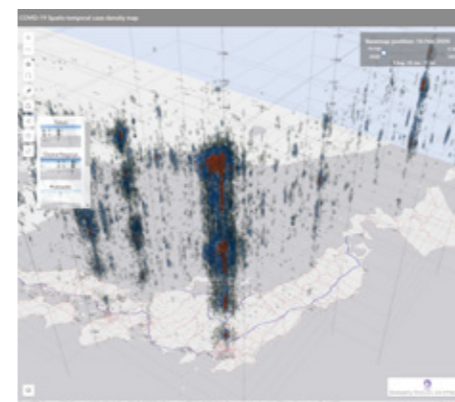


Fig.3 Screenshot of the COVID-19 Space-time 3D Map (https://nakaya-geolab.com/covid19-stkd/japan/)

pandemic (Hanibuchi et al. 2021; Yabe et al. 2021). In the same survey, we developed an objective retrospective method to measure the number of steps taken by collecting images of the number of steps automatically recorded by smartphones and reading them mechanically (Adachi et al. 2021)(Fig.2). In the field of official statistics, we continued to work on the problem of unknowns in the national census, and showed the problems in regional analysis that could occur if the number of unknowns increases further in future censuses (Yamamoto et al., 2021).

Spatial Analysis

This lab also carries out methodological research, including the development of techniques for spatial data analysis and their empirical applications. The “COVID-19 Space-time 3D Map” (Fig.3), in collaboration with JX PRESS Corporation, which applies spatiotemporal kernel density estimation to visualize the tendency of spatiotemporal events in 3D and disseminates it through a cloud GIS, was awarded the top prize in two sections at the ESRI User Conference. Gaihozu Viewer (Fig.4), a 3D map-viewing system for the former imperial Japanese army maps covering current Indonesian territory, also received an award at the ESRI User Conference. In addition, we accumulated spatial analysis studies, such as the analysis of gentrification, by applying GWR (geographically weighted regression) models (Ogas et al., 2021).

Structural changes in agriculture and rural areas in the Tohoku region

Due to the COVID-19 pandemic, carrying out fieldwork became extremely difficult. We therefore began to analyze data on the structural changes in agriculture and rural areas in Japan and the Tohoku region using the 2020 Census of Agriculture and Forestry, which began publication in 2021, and we wrote some of the results in a reference book for junior high school students (Sekine, 2021).

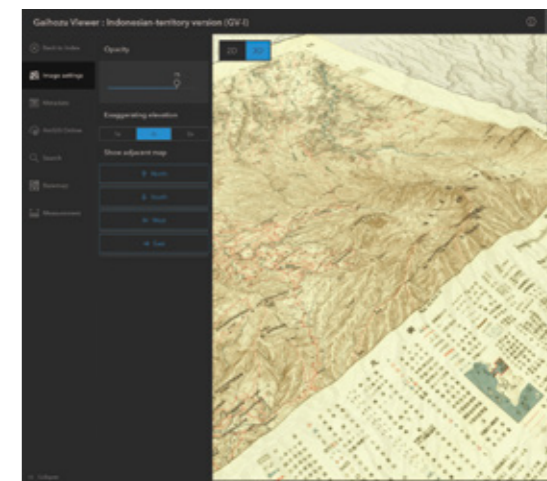


Fig.4 Screenshot of Gaihozu Viewer : Indonesian-territory version (https://nakaya-geolab.com/GaihozuV/)

資源の高度利用・環境保全のためのプロセス研究

Process Engineering Research for Advanced Resource Utilization and Environmental Conservation



教授 葛西 栄輝
Professor
Eiki Kasai



准教授 村上 太一
Associate Professor
Taichi Murakami



助教 丸岡 大佑
Assistant Professor
Daisuke Maruoka

本研究室では、社会的インパクトが大きい基幹素材の製造やリサイクルプロセスに対して、高効率化と低環境負荷化を同時達成可能な革新的技術原理の探索を目的としている。特に高温反応が関与する製鉄プロセス (Fig.1) において、基礎から実機レベルに至る幅広いテーマについて研究を推進している。例えば、低品位化、劣質化する製鉄原料への対応技術や、製鉄プロセスのカーボンニュートラル化、微小粒子状物質 (PM2.5) 排出削減等に関する研究を行っている。さらに、多孔質鉄材料の製造や自己治癒セラミックス等に関する研究開発も行っている。

The laboratory aims to develop innovative technological principles leading to simultaneous achievements of higher process efficiency and lower environmental load in the manufacturing and recycling processes of base materials, which will have significant effects on our future society. The laboratory investigates a wide range of research from fundamental to practical levels of the ironmaking process (Fig.1), such as efficient utilization of low-grade iron ore resources, carbon-neutral ironmaking technologies, and reduction of PM2.5 emissions. Further, the research and development relating the fabrication of porous iron materials and self-healing ceramics are performed.

高炉内融着帯における金属鉄への浸炭促進技術

二酸化炭素排出量抑制への社会的要求を背景に、鉄鋼業における炭素系エネルギー資源の高効率利用が求められている。高炉製鉄法においては、コークスや微粉炭などの炭材は、熱源や還元材としてだけでなく還元で生成した鉄の浸炭のための炭素源としても用いられる。浸炭は鉄の融点を下げスラグと分離させるため、高炉内で重要な現象である。鉄の浸炭では、固体炭素の直接接点による浸炭の方がCOガスによる浸炭よりも浸炭速度が大きいことが知られている。さらに、鉄と浸炭材の直接接点にはスラグの存在が重要とされる。本年は、鉄への浸炭に対する鉄鉱石種および共存するスラグの影響について調査した。

Fig.2 に異なる鉄鉱石を用いた試料の浸炭実験後の外観写真を示す。脈石が比較的多く含まれている鉄鉱石を用いた試料 (High gangue) では、液相となった金属鉄が凝固して生成した粒状金属鉄が認められ、低脈石成分の試料 (Low gangue) よりも浸炭が進行している。High gangue 試料断面の光学顕微鏡観察より、金属鉄と炭材との直接接点が多く見られた。Fig.3 に各スラグ組成を有する試料の浸炭実験後の外観写真を示す。H0 から H15 の数字はスラグ相の割合を示し、スラグ相割合の多い試料の方が粒状金属鉄を多く生成する。また Fig.4 に示す結果から、鉄中の炭素濃度はスラグの SiO₂ および Al₂O₃ 相の割合に比例している。したがって、スラグの割合に

Technology to promote carburization of metallic iron in cohesive zone in blast furnace

Because reduction of carbon dioxide emissions has been required against the current social background, efficient utilization of carbon-based energy resources is needed in the steel industry. In the blast furnaces ironmaking, carbon materials such as coke and pulverized coal are used not only as a heat source and reducing agent, but also as a carbon source for carburizing the reduced iron. Carburizing is an important phenomenon in the blast furnace ironmaking, because it decreases the melting point of reduced iron and separates it from the slag. It was reported that carburization through direct contact with solid carbon is more preferential than that with CO gas. Furthermore, the presence of slag is important for the direct contact between reduced iron and carburizing material. In 2021, the effects of iron ore type and coexistence of slag on carburization behavior were investigated.

Fig.2 shows the appearance of samples made from different iron ores after carburization experiments. The metallic iron in the liquid phase solidifies to form spherical metallic iron particles in high-gangue sample. Carburization proceeds in the sample using iron ores containing relatively high-gangue minerals (high gangue) than in the sample that with low-gangue minerals (low gangue). From the cross-sectional observation of the high-gangue sample using an optical microscope, a high degree of direct contact between the metallic iron and the carbon materials was observed. Fig.3 shows the appearance of the samples with various slag phase contents after the carburization experiment, where the numbers H0 to H15 indicate the slag

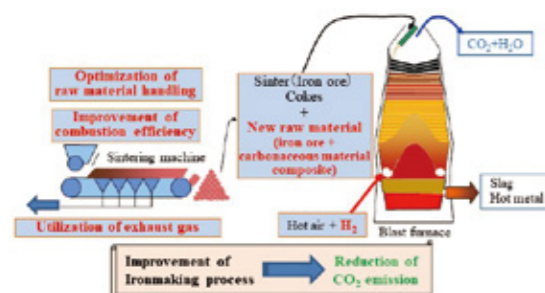


Fig.1 Strategy to reduce CO₂ emissions from the ironmaking processes.

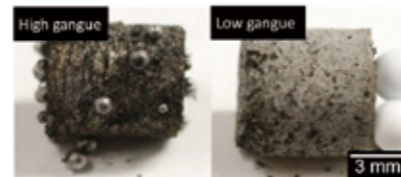


Fig.2 Appearances of the composite using High gangue and low gangue iron ores after carburizing experiment.

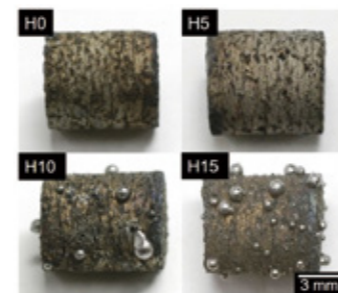


Fig.3 Appearances of the composite (H0, H5, H10 and H15) after carburizing experiment.

対して浸炭が進行し、特に SiO₂ および Al₂O₃ 相の割合に相関があることを明らかにした。

鉄系凝結材の利用による鉄鉱石塊成化プロセスの二酸化炭素排出削減

高炉装入原料である焼結鉄を製造する焼結プロセスでは、凝結材である粉コークスの燃焼に由来する二酸化炭素が大量に排出される。そこで、鉄スクラップをはじめとするリサイクル原料の酸化熱を用いて鉄鉱石を塊成化する手法が提案されている。これらのリサイクル原料は鉄系凝結材と呼ばれているが、使用時の課題として、焼結時の通気性悪化が挙げられる。粉コークスと異なり、鉄系凝結材では酸化反応後も残存し、さらに体積膨張するため通気性悪化を促進させる。加えて、コークスの燃焼により、焼結層中の酸素濃度 (酸素分圧) は大気中よりも低くなることが予想され、鉄系凝結材の酸化挙動に影響を与える。そのため金属鉄の酸化挙動に対する雰囲気の影響を把握することが重要である。そこで本年は、金属鉄の酸化反応に対する酸素分圧の影響について検討した。

Fig.5 に 1200°C において各雰囲気中で酸化させた金属鉄試料の酸化率を示す。大気中雰囲気 (21% O₂-N₂) で酸化させた試料の酸化率は放物線的に増加する。一方、低酸素雰囲気 (0.01% O₂-N₂) では酸化率は直線的に増加しており、金属鉄表面への酸素の供給が律速していることを示唆する。また N₂ ガスを二酸化炭素に置き換えた雰囲気 (0.01% O₂-CO₂) では、0.01% O₂-N₂ より酸化が促進される。これは CO₂ の分解反応に伴う酸化物 / ガス界面における酸素供給量の増加によるものと考えられる。Fig.6 に 1200°C で酸化中の試料表面のその場観察画像を示す。大気中雰囲気で酸化した試料では、試料表面全体に均一な酸化物層が形成される。一方、低酸素雰囲気で酸化した試料では一部酸化の進行が遅い領域が残存し、凹凸状の酸化層が形成されている。

以上のことから、鉄系凝結材の使用に際して基礎的な知見を得ることができた。

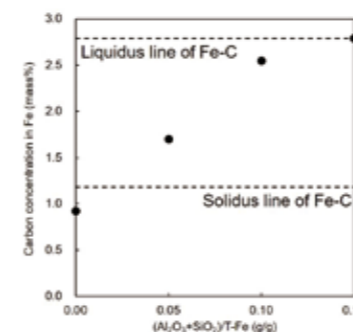


Fig.4 Relation between carbon concentration in metallic iron of the composite after carburizing experiment and gangue content ratio.

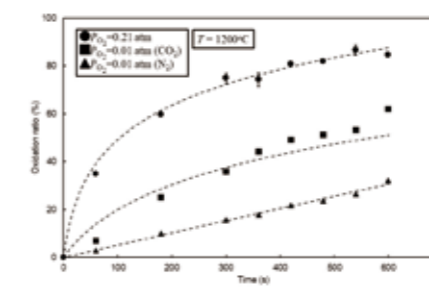


Fig.5 Changes in oxidation ratio of samples with time oxidized at 1200°C.

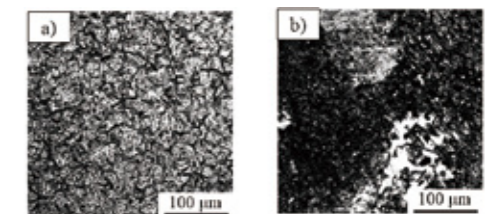


Fig.6 Sample surfaces oxidized under a) 21%O₂-N₂ and b) 0.01%O₂-N₂ at 1200°C.

phase content. The sample with a higher slag phase ratio produces metallic iron particles that are more spherical. Furthermore, the carbon concentration in the iron is proportional to the SiO₂ and Al₂O₃ phase contents as shown in Fig.4. Therefore, it is clear that the carburization progresses faster relative to the percentage of slag, especially SiO₂ and Al₂O₃ phases.

Reduction of carbon dioxide emission for iron ore agglomeration process by using iron-bearing materials

In the sintering process to produce sintered ore, a large amount of carbon dioxide is emitted by the combustion of coke. Therefore, a method to agglomerate iron ore that uses the oxidation heat of iron-bearing materials such as iron scrap has been proposed. One of the issues in their usage is the degradation of air permeability during sintering. Unlike coke, the iron-bearing materials remain after the oxidation reaction and they expand, which accelerates the degradation of air permeability. In addition, the oxygen concentration (oxygen partial pressure) in the sintering bed is expected to be lower than that in the air due to the combustion of coke, which affects the oxidation behavior of the iron-bearing materials. Therefore, it is important to understand the effect of atmosphere on the oxidation behavior of metallic iron. In 2021, the effect of partial oxygen pressure on the oxidation of metallic iron was investigated.

Fig.5 shows the oxidation rates of metallic iron samples oxidized at 1200°C in various atmospheres. The oxidation rate of the samples oxidized in the air atmosphere (21%O₂-N₂) increases parabolically. On the other hand, the oxidation rate linearly increases in a low-oxygen atmosphere (0.01% O₂-N₂), suggesting the supply of oxygen to the metallic iron surface controls the rate. The oxidation rate of the sample oxidized in the low-oxygen with carbon dioxide condition (0.01% O₂-CO₂) is more accelerated than it is at 0.01% O₂-N₂. This result indicates that oxygen supply is increased in the oxide/gas interface by the CO₂ decomposition reaction. Figure 6 shows in situ images of the sample surface during oxidation with different partial oxygen pressure at 1200°C. The oxide layer is uniformly formed on the sample surface oxidized in air. On the other hand, oxidation progress is slow in a part of the sample oxidized in a low-oxygen atmosphere, resulting in the formation of an uneven oxide layer.

Finally, basic knowledge on the utilization of iron-bearing materials is obtained.

大気中のオゾン等微量成分の変動の研究

Variations of ozone and related trace species in the atmosphere



准教授 村田 功
Associate Professor
Isao Murata

当研究室では、「グローバルな大気環境変動」をキーワードに、オゾン減少問題や地球温暖化など、地球規模の環境変動に関わる大気中の微量成分の観測的研究を行っている。2021 年は、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) 観測によるオゾンの経年変化の解析や、NO₂、HNO₃、N₂O の高度分布導出などを行った。

Temporal variation of the height profile of ozone was observed with a Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) at Tsukuba. We also retrieved profiles of NO₂, HNO₃, and N₂O.

我々は国立環境研究所との共同研究として、つくばにおける FTIR による観測を 1998 年より行っている。FTIR では太陽光の 2-15 μm の赤外領域のスペクトルから大気中の多くの微量成分の高度分布等を調べることができる。同様の観測を行っている国際的な研究グループ NDACC/IRWG (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change/Infrared Working Group) では、各観測ステーションの結果を総合して地球規模の変動要因を解明する研究を進めており、これまでも HCl、HCHO 等についての論文を共同で発表している。今年では O₃ の経年変化を解析するとともに新たに NO₂、HNO₃、N₂O の解析も行った。

オゾンについては、昨年に 2019 年の観測結果について気象庁高層気象台のオゾンゾンデ観測と比較し、0-9.8 km、9.8-18.3 km、18.3-27.7 km の各高度領域で数 % から 10% 程度で一致することを確かめた。そこで今年では 2014-2020 年について全量および高度領域毎の経年変化を調べた。図 1 に高度毎の経年変化を示す。27.7 km 以上と 9.8-18.3 km で減少傾向が見られ、18.3-27.7 km と 0-9.8 km ではほとんど変化がないことが分かる。これらを積分した全量でも減少傾向となり、これは高層気象台のオゾン全量観測でも同様である。この減少傾向の原因については解析中であるが、世界各地のオゾン全量の経年変化を調べたところ日本を含めた東アジア地域では同様に減少傾向が見られ、大気循環場との関連などを調べているところである。

今年では NO₂、HNO₃、N₂O の解析を進めたが、ここでは二酸化窒素 (NO₂) について紹介する。NO₂ は主に成層圏に分布する活性な窒素酸化物のひとつで、オゾン破壊等の反応に関わる重要な成分である。また、都市域では大気汚染成分として地表付近の濃度も高くなり、光化学スモッグの要因となる。図 2 につくばにおける 2 つの高度領域での 2012 - 2020 年の NO₂ の経年変化を示す。地上赤外分光では NO₂ に関しては主に成層圏成分 (上図) に感度があり対流圏成分 (下図) に対する感度は低いため対流圏成分についてはばらつきが大きい、全体としては特に大きな経年変化は見られず、季節変化については成層圏と対流圏で位相が異なることがわかる。このデータは現在ヨーロッパの共同研究者に提供し TROPOMI 衛星の検証に使われている。

村田は今年 11 月から 2022 年 3 月まで第 63 次南極地域観測隊に夏隊員として参加し、スーパープレッシャー気球を用いた大気重力波の観測を行っている。大気重力波は、大気中の運動量輸送を担い、中層大気の子午面循環の駆動を通じて成層圏・中間圏の温度・物質分布の

In collaboration with the National Institute for Environmental Studies, we have been investigating the temporal and spatial variations of atmospheric trace species with solar infrared spectroscopy using FTIR at Tsukuba since 1998. We have contributed to the activity of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change/Infrared Working Group (NDACC/IRWG) and collaborated on HCl, HCHO, and so on. In 2021, temporal variation of ozone profile was analyzed and NO₂, HNO₃, and N₂O profiles were newly analyzed.

In 2020, we have compared the retrieved ozone profiles by FTIR with ozonesonde observations by JMA's aerological observatory for 2019 and confirmed the good agreements within ~10 % for 0 - 9.8 km, 9.8 - 18.3 km, and 18.3 - 27.7 km partial columns. The temporal variations of total and partial columns from 2012 to 2020 were investigated in 2021. Fig. 1 shows temporal variations of partial columns for ozone at Tsukuba. We can see decreasing trends for over 27.7 km and 9.8-18.3 km and almost no trends for 18.3-27.7 km and 0-9.8 km. Total ozone shows a decreasing trend and agrees with the results by the aerological observatory. We also investigated total ozone data in the world and many stations in East Asia including Japanese stations show decreasing trends. We are investigating the relation with atmospheric circulation, etc.

NO₂, HNO₃, and N₂O profiles were analyzed. The results for NO₂ are shown here. NO₂ is one of the active nitrogen species and it is mainly distributed in the stratosphere. It is important for the chemical reactions of ozone depletion. It also shows high concentrations in the urban troposphere as a pollutant and causes photochemical smog. Fig.2 shows temporal variations of partial columns for NO₂ at Tsukuba. The fluctuation is high for the tropospheric column (lower panel) because the sensitivity to NO₂ by ground-based infrared spectroscopy is low for the tropospheric column but there are no significant trends for both partial columns, and the phases of seasonal variation are different between the stratosphere and troposphere. These NO₂ results are used for the validation of the TROPOMI instrument on board the Sentinel-5 Precursor satellite.

Associate Professor Murata is participating the 63rd Japanese Antarctic Research Expedition as a summer member from November to next March and carrying out the observation of atmospheric gravity waves with a super-pressure balloon. Atmospheric gravity waves transport momentum in the atmosphere and play an important role in determining temperature and material distribution through driving the meridional circulation in the middle atmosphere. However, the observational constraint on the momentum transport due to gravity waves is insufficient in the Antarctic. The super-pressure balloon can stay at a certain altitude (19 km at this time) for more than 10 days and observe momentum transport due to gravity waves in all frequency bands, and its horizontal distribution is clarified as well. By

決定に重要な役割を果たす。しかし、南極地域では大気重力波の観測情報が不十分である。スーパープレッシャー気球は一定高度 (今回は 19km) を 10 日以上浮遊することが可能で、2 次元風速と気圧の観測により重力波の運動量輸送を全周波数帯域で定量的に測定でき、その水平分布もとらえることができる。これを昭和基地の PANSY レーダー観測および最新の気象再解析データと組み合わせることにより、大気重力波による運動量輸送の 3 次元的描像を捉えることが目的である。今回は 3 回の観測を計画しているが、12 月中には天候その他の理由で放球・観測は行えず初回は 1 月となった。ここでは図 3 に南極観測船「しらせ」から撮影した「沈まぬ太陽」の写真を掲載しておく。中央から左にかけて見えるのが長頭山とラングホブデ氷河、手前に見えるのはしらせが海氷を砕いて進んだ航跡である。

成果発表としては、地球環境変動学分野 (国立環境研究所) 博士課程の武田君、中島教授と HFC-23 の解析結果を昨年 Atmospheric Measurement Techniques 誌に投稿していたが、無事受理され掲載された (Takeda et al., 2021)。

村田は 2015 年から宮城県保健環境センターの評価委員をしており、今年も 1 回の評価委員会に出席して県保健環境センターが行っている研究の評価を行った。また、2020 年から宮城県環境影響評価技術審査会委員となり、近年申請の増えている風力発電事業を中心に 10 回以上の審査会に出席している。

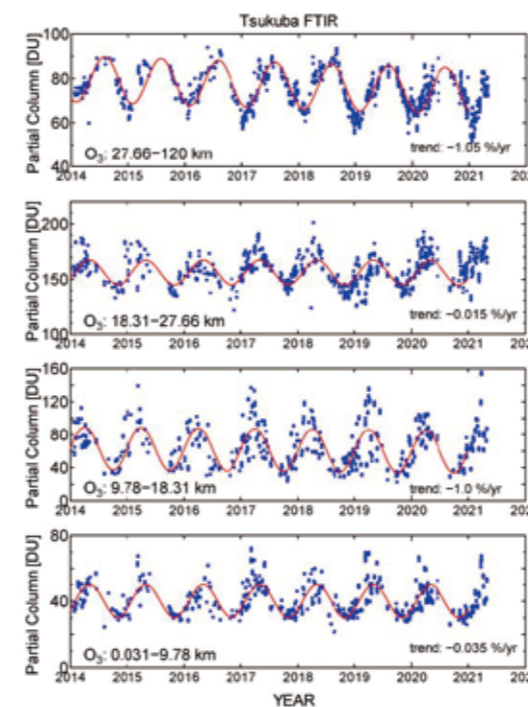


Fig.1 Temporal variations of partial columns for ozone at Tsukuba.

combining it with the PANSY radar observation at Syowa station and the state-of-the-art meteorological reanalysis data, a 3D picture of momentum transport due to gravity waves is acquired, which contributes to the improvement of the future prediction by the climate model. A maximum of three balloon observations will be carried out at Syowa Station in the Antarctic. A photograph from Antarctica is shown in Fig.3. It is the multiple exposure of the midnight sun taken from the ice-breaker ship SHIRASE near Syowa station. One can see Mt. Choto-zan and the Langhovde glacier in the center and left side. One can also see the trajectory of SHIRASE in the lower side.

Analysis of the HFC-23 in cooperation with Mr. Takeda and Professor Nakajima in the Global Environment Division was published in Atmospheric Measurement Techniques (Takeda et al., 2021).

Associate Professor Murata serves as an evaluation committee member for the Center for Health and Environment, Miyagi Prefectural Government, and he attended one committee meeting. He also serves as a member of the environmental assessment technology examination committee, Miyagi Prefectural Government, and he attended more than 10 committee meetings.

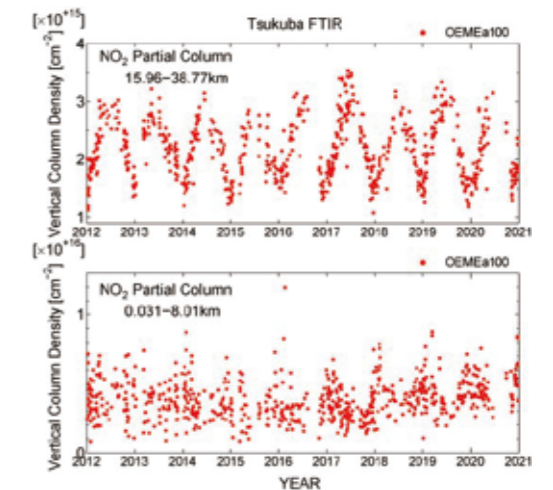


Fig.2 Temporal variations of partial columns for NO₂ at Tsukuba.

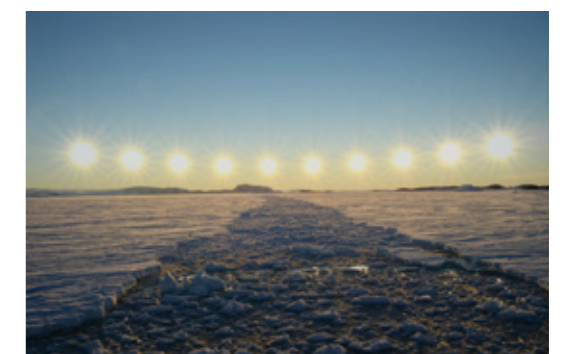


Fig.3 Multiple exposure of the midnight sun taken from the ice-breaker 'SHIRASE' near Syowa station, Antarctica.

水資源と水環境に関する研究

Researches on Water Resources and Environments



准教授 久保田 健吾
Associate Professor
Kengo Kubota



教授 李玉友
Professor (協力教員)
Yu-You Li



教授 佐野 大輔
Professor
Daisuke Sano



准教授 小森 大輔
Associate Professor
Daisuke Komori

水資源システム学分野では、世界の水問題を解決することを目指し、以下の研究に取り組んでいる。

- 1) 脱炭素型下水処理システムの開発
- 2) 下水疫学的アプローチによる COVID-19 早期検知システムの構築
- 3) 気候変動と土地利用変化が自然環境に与える影響評価手法の開発
- 4) 地球温暖化と林業の衰退など森林の荒廃による流木発生メカニズムの解明
- 5) 嫌気性バイオテクノロジーを用いた排水・廃棄物処理と微生物群集の解明

Our research topics in 2021 were as follow:

- 1) Development of a self-sustainable sewage treatment system
- 2) Development of an early warning system for COVID-19 centered on wastewater-based epidemiology
- 3) Development of evaluation approaches for the effect of climate change and land utilization change on natural environments
- 4) Mechanisms of flood wood generation caused by global warming and forest industry declination
- 5) Waste and wastewater treatment using anaerobic biotechnologies and microbial community analysis

下水処理の脱炭素化に向けて

第26回気候変動枠組条約締結国会議 (COP26) では世界が1.5°C目標に向かって努力することが正式に合意されるなど、世界的な脱炭素化の流れを後押しする成果が得られたと考えられる。洞爺湖サミットで、日本は低炭素社会を目指すと言ったのが約10年ほど前であることを踏まえると、まさに待ったなしである。人間活動に伴って排出される下水を処理する下水道は、安心・安全な水環境を支える上で重要な社会インフラである一方で、そこから排出される地球温暖化ガスは日本全体の約0.7%に相当すると言われている。そのうち約70%が水処理プロセスに起因すると報告されており、水処理プロセスの脱炭素化は下水道における重要な課題の1つになっている。

水資源システム学分野では、省エネルギー・創エネルギー型の下水処理プロセスを開発することで、下水処理の脱炭素化に取り組んでいる。下水処理の標準法として用いられている活性汚泥法は、微生物に酸素を供給するために曝気する必要があり、この曝気に要する電力使用量が大きい。一方で下水中には有機物や窒素、リンといったものがミネラルと共に含まれており、例えば有機物はメタンへ、窒素・リンはバイオマス生産のための肥料として用いる事ができるため、下水には潜在的なエネルギーが多く含まれていると考えることができる。下水処理の脱炭素化においては、省エネ型の水処理プロセスに加えて、これらをうまく利用してエネルギーを生み出すことが1つの鍵となっている。アプローチの1つとして、最初沈殿池とウキクサ栽培とdownflow hanging sponge (DHS) による水処理と、最初沈殿池で発生する生汚泥と栽培したウキクサの嫌気性消化によるエネルギー生産による水処理プロセスのエネルギー的な自立を可能にするシステムの開発を行っている。DHSは散水床法の担体をスポンジにしたもので、省エネ型下水処理技術としてインドやエジプトなどにも導入さ

Toward Decarbonization of Sewage Treatment

At the 26th Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP26), the world formally agreed to work toward a 1.5°C target, an achievement that is believed to have helped drive the global trend toward decarbonization. Considering it was only about 10 years ago that Japan declared at the G8 Hokkaido Toyako Summit that it would aim for a low-carbon society, there is truly no time to wait. Sewerage systems, which treat sewage discharged by human activities, are an important social infrastructure in supporting a safe and secure water environment, but it is said that the global-warming gases emitted from sewerage systems are equivalent to about 0.7% of Japan's total. About 70% of the emissions is reportedly caused by the water treatment process, and decarbonization of the water treatment process has become one of the important issues in sewerage.

In Urban and Regional Environmental Systems laboratory, we are working on decarbonization of sewage treatment by developing energy-saving and energy-creating sewage treatment processes. The activated sludge process used as the standard method for sewage treatment requires aeration to supply oxygen to the microorganisms, and the amount of electricity required for this aeration is large. On the other hand, sewage contains organic matter, nitrogen, and phosphorus, along with minerals. For example, organic matter can be converted into methane, and nitrogen and phosphorus can be used as fertilizer for biomass production, so sewage can be considered to contain a great deal of potential energy. In addition to introducing energy-saving water treatment processes, one key to decarbonizing sewage treatment is to generate energy by using these nutrients. Currently, we are developing a system that enables energy independence of the sewage treatment process. For wastewater treatment, processes of primary sedimentation, cultivation of duckweed, and downflow hanging sponge (DHS) are combined. Anaerobic digestion of raw sludge and cultivated duckweed is for energy generation. DHS, which uses sponge as a carrier in a trickling filter process, has been introduced in

れている。この DHS を最初沈殿池と組み合わせる技術は有機物除去においては優れているものの窒素やリンといった栄養塩を除去することができない。そこで最初沈殿池と DHS の間にウキクサバイオマスを生産するプロセスを設けた。これにより窒素やリンがウキクサの増殖に伴って除去される。ウキクサは地球上で増殖速度が早い植物の1つであり、バイオマス生産も活発に行われる。また最初沈殿池で除去される汚泥は何らかの形で処理しなければならないが、焼却処理などは化石燃料の添加が必要のため脱炭素化の流れにおいては好ましくない。嫌気性消化はエネルギー生産を伴うため魅力的な処理方法になりうるが、生産したウキクサと一緒に嫌気性消化することでバイオエネルギー増産という付加価値を付けることができる。これにより水処理に要するエネルギーを削減し、またエネルギーを増産することが可能となり、水処理プロセスの脱炭素化に近づけると考えている。現在はウキクサ栽培が及ぼす水処理効率(処理性能)への影響評価、最初沈殿池処理下水を用いたウキクサ生産の評価を下水処理場に設置したシステム (Fig.1) を用いて行うと共に、ウキクサ添加が最初沈殿池汚泥の嫌気性消化に与える影響の評価を実験室で行っている (Fig.2)。今後は、それらのデータを元に処理システム全体の評価を行っていく予定である。

India and Egypt as an energy-saving sewage treatment technology. The technology of combining the DHS with a primary sedimentation tank is excellent at removing organic matter, but it cannot remove nutrients such as nitrogen and phosphorus. Therefore, a process to produce duckweed biomass is installed between the primary sedimentation and the DHS. In this way, nitrogen and phosphorus are removed as the duckweed grows. Because duckweed is one of the fastest growing plants on earth, biomass production is very active. The sludge removed from the primary sedimentation tank must be treated in some way, but incineration is undesirable because it requires the addition of fossil fuels. Anaerobic digestion can be an attractive treatment method because it involves energy production. Digesting the produced duckweed together with raw sludge from a primary sedimentation tank will produce additional energy. Reducing energy required for wastewater treatment and increasing the energy produced will bring us closer to decarbonization of the sewage treatment process. Currently, we are evaluating the effect of the cultivation of duckweed on wastewater treatment efficiency (treatment performance) and the production of duckweed using sewage treated by a primary sedimentation tank. To accomplish this, we have installed a system in a sewage treatment plant (Fig.1) and we are evaluating the effect of the addition of duckweed on the anaerobic digestion of raw sludge from the primary sedimentation tank (Fig.2). In addition, the entire system will be evaluated based on the obtained data.



Fig.1 On-site experiment of the wastewater treatment system.



Fig.2 A laboratory-scale methane fermentation reactor.

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aimed on the realization of a resources-material recycling society



教授 吉岡 敏明
Professor
Toshiaki Yoshioka



准教授 亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda



准教授 齋藤 優子
Associate Professor
Yuko Saito



助教 熊谷 将吾
Assistant Professor
Shogo Kumagai

当研究室は、資源・物質循環型社会の実現を目指し、環境保全技術の研究・開発を行っている。例えば、高分子系廃棄物を付加価値の高い化学原料に転換する化学リサイクルプロセス、塩化揮発法により焼却灰から重金属等の忌避物質を除去して資源化するプロセス、粘土化合物を用いた環境負荷となる排水・排ガス中の無機及び有機物質の除去および排水からの選択的レアメタル回収、錯形成物質およびイオン会合体を用いた放射性 Cs 汚染水および土壌の浄化プロセス等に注目している。

Our laboratory is engaged in the research and development of environmental preservation technologies to realize recycling of materials and resources recycling in society. For example, we are focusing on a chemical recycling process for converting polymer wastes such as plastics into highly value-added chemical feedstocks, a process for recovering heavy metals from incinerated fly ash using chloride volatilization, a process for removal of inorganic and organic substances from wastewater and exhaust gas and for selective recovery of rare metals from wastewater using clay minerals, and a process for radioactive Cs-contaminated water and soil purification using complex-forming substances and ionic association.

研究テーマ

- ・プラスチックの持続可能な資源循環と海洋流出制御に向けたシステム構築に関する総合的研究 (Fig.1)
- ・環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化 (Fig.2)
- ・層状複水酸化物または酸化物による CO₂ の選択的吸着および吸着後材料からの有用化学品合成の反応系の開発 (Fig.3)
- ・共熱分解シナジー効果制御による有機炭素資源利用高度化 (Fig.4)
- ・熱分解法によるプラスチック、バイオマス、ゴム、石油資源等有機炭素資源の化学原料化
- ・廃電子基板に含まれる臭素系難燃剤の湿式脱臭素処理
- ・プラスチック添加剤除去プロセスの開発
- ・使用済みワイヤーハーネスからのポリ塩化ビニル及び銅回収プロセスの開発
- ・ポリマーの熱分解反応解析に用いる熱分解 - ガスクロマトグラフ / マルチ検出器の開発
- ・太陽電池モジュール封止材の紫外線劣化解析
- ・直鎖および環状スルホン酸修飾層状複水酸化物の合成とその吸着特性
- ・MnO₂/Mg-Al 系層状複水酸化物の創製と酸性ガス処理への応用
- ・有機修飾 TiO₂ によるビスフェノール A の吸着および分解
- ・乳酸吸着材を用いた培地再生処理

Research topics

- ・ Comprehensive study on the system development of plastics for sustainable resource circulation and control of leakage into the ocean (Fig.1)
- ・ Systematization of halogen control technologies toward environmental impact reduction (Fig.2)
- ・ Selective adsorption of CO₂ using layered double hydroxides/oxides and reaction system development of useful chemical synthesis from adsorbed material (Fig.3)
- ・ Highly efficient utilization of carbon resources by the control of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis (Fig.4)
- ・ Chemical feedstock recovery through pyrolysis of plastics, biomass, rubber, and crude oil
- ・ Debromination of brominated flame retardants in waste printed-circuit boards
- ・ Development of polymer additive removal processes from plastics
- ・ Development of poly(vinyl chloride) and copper recovery process from waste wire harnesses
- ・ Development of a pyrolysis-gas chromatograph/multi-detector system for the analysis of polymer pyrolyzates
- ・ Study on the characterization of the UV aging of PV module encapsulant
- ・ Synthesis of linear and cyclic sulfonic-acid-modified layered double hydroxides and their adsorption properties
- ・ Synthesis of MnO₂/Mg-Al layered double hydroxides and evaluation of their acid-gas removal performance
- ・ Adsorption and decomposition of bisphenol A by organic-acid-modified TiO₂
- ・ Study of lactic acid adsorption for culture medium treatment

◇ 受賞 (計 4 件)

熊谷将吾

- ・ 第 70 回進歩賞 難リサイクル性プラスチック廃棄物を化学原料に転換する熱分解プロセスの開拓 日本化学会
- ・ JMCWM Outstanding Paper Award 2020 Journal of Material Cycles and Waste Management

久須美諒

- ・ 第 3 回環境科学討論会 Best Poster Award

和泉希恵

- ・ 無機マテリアル学会第 143 回講演会
- ・ 無機マテリアル学会講演奨励賞

◇ 基調・招待講演 (計 8 件)

吉岡敏明

- ・ 化学サミット「Science to Enable Sustainable Plastics」の概要とプラスチック廃棄物の化学資材への再資源化
- ・ 20-5 ポリマーフロンティア 21 地球と共循環する高分子
- ・ 我が国のプラスチック技術の最新動向 循環・3R リレーセミナー 等

熊谷将吾

- ・ Latest Trends and Challenges in Feedstock Recycling Technologies for Waste Plastics The 14th Biennial International Conference on EcoBalance 等

◇ 査読付き原著論文 (計 22 報)

および 著書・総説・解説 (計 4 報)

- ・ Enhanced production of phenol and debromination by co-pyrolysis of the non-metallic fraction of printed circuit boards and waste tire, C. Ma, S. Kumagai, Y. Saito, T. Kameda, T. Yoshioka, Green Chemistry, 23(17), 6392-6404 (2021)
- ・ Sustainable Advance of Cl Recovery from Polyvinyl Chloride Waste Based on Experiment, Simulation, and Ex Ante Life-Cycle Assessment, J. Lu, S. Kumagai, Y. Fukushima, H. Ohno, S. Borjigin, T. Kameda, Y. Saito, T. Yoshioka, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9, 14112-14123 (2021)
- ・ Bench-scale PVC swelling and rod milling of waste wire harnesses for recovery of Cu, PVC, and plasticizers, H. Kumar, S. Kumagai, T. Kameda, Y. Saito, T. Yoshioka, Journal of Material Cycles and Waste Management (2021)
- ・ プラスチックのケミカルリサイクル技術 吉岡敏明 (監修)、熊谷将吾、齋藤優子 シーエムシー出版 (2021)

◇ 実施中のプロジェクト (計 13 件)

科研費 3 件

「環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化」基盤研究 (S) (Fig.1) 等

受託研究 (NEDO・ERCA 等) 6 件

「プラスチック資源循環の展開とバイオ素材導入のための技術開発」 ERCA 戦略的研究開発 (I) (Fig.2)
「大気中 CO₂ を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発」 NEDO ムーンショット型研究開発事業 (Fig.3)
「共熱分解シナジー効果制御による有機炭素資源利用高度化」 JST 創発的研究支援事業 (Fig.4) 等

その他共同研究等 計 5 件

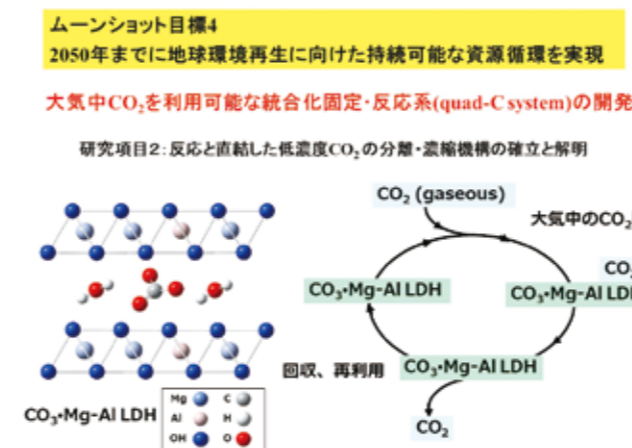


Fig.3 Establishment of a low-concentration CO₂ separation/concentration process using Mg-Al layered double hydroxide



Fig.1 Systematization of halogen control technologies toward environmental impact reduction

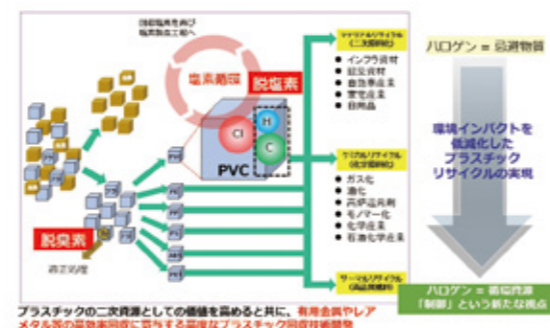


Fig.2 Comprehensive study on the system development of plastics for sustainable resource circulation and control of leakage into the ocean



Fig.4 Highly efficient utilization of carbon resources by the control of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis

環境系・生体系物質計測への展開を目指した新しい化学分析モチーフの開発

Development of Chemical Motifs for Environmental and Biomedical Analysis



教授 壹岐 伸彦
Professor
Nobuhiko Iki



助教 鈴木 敦子
Assistant Professor
Atsuko Masuya-Suzuki



助教 唐島田 龍之介
Assistant Professor
Ryunosuke Karashimada



Group Photo

当研究室では、環境や医療分野における課題を解決することを目指し、分子認識に基づく新しい分析手法の開発を行っている。分子認識化学に基づき新しい化学モチーフを開発し、実際の分析手法に応用していくことは、分析技術の飛躍的な発展につながると考えている。今年度得た主な成果の中から以下の2点について報告する。1. Tb₁Yb₂TCA₂ 錯体の発光特性、2. 結晶化に基づく高度で簡素な Nd/Dy 分離法。

The aim and goal of this division is to develop analytical methods based on molecular recognition, which provides solutions for environmental problems and tasks in medicine. We believe that breakthroughs in analytical technology will be facilitated through the development and application of chemical motifs capable of recognizing materials and through the establishment of methodology for separation/preconcentration and detection/determination methods for materials of environmental and biological importance. Among such chemical motifs that we studied this year, two examples will be described: 1) The luminescence properties of Tb₁Yb₂TCA₂ complex, 2) Highly selective and simple Nd/Dy separation method based on crystallization.

Tb₁Yb₂TCA₂ 錯体の発光特性

複数のランタニド (Ln) を持つ多核 Ln 錯体は Ln 間でのエネルギー移動が期待できる。我々はチアカリックスアレーン (TCA) を配位子として単一の異核 Ln 錯体 (Tb₁Yb₂TCA₂) の選択的合成に成功し、発光特性と Ln 間エネルギー移動を調査した。発光スペクトルにおいて、Tb₁Yb₂TCA₂ 錯体は中心 Ln (Tb, Yb) の f-f 遷移に由来する2種類の発光スペクトルを示した。同濃度の同核錯体 (Ln₃TCA₂) と比較して発光強度が大きく異なり、Ln = Tb では約 0.08 倍 (Tb 当たり約 0.24 倍) に減少し、Ln = Yb では約 1.39 倍 (Yb 当たり約 2.09 倍) に増加していた (Fig.1)。さらに、Tb₁Yb₂TCA₂ 錯体の Tb 発光の寿命は 0.85 ms と、Tb₃TCA₂ 錯体の 1.15 ms と比較して減少しており、この寿命の違いから Tb → Yb エネルギー移動効率が 26% と明らかになった (Fig.2)。以上より、Tb₁Yb₂TCA₂ 錯体の発光特性および Tb → Yb エネルギー移動の存在を明らかにした (分析化学, in press)。

結晶化に基づく高度で簡素な Nd/Dy 分離法

ネオジム磁石には、ネオジム (Nd) と共に希少なジスプロシウム (Dy) が含まれる。現代技術におけるネオジム磁石の利用が増加する一方、Dy の供給リスクが近年懸念されており、ネオジム磁石スクラップから Dy を回収することが注目されている。同じランタニド系列に属す

The luminescence properties of Tb₁Yb₂TCA₂ complex

Polynuclear lanthanide (Ln) complex can show energy transfer between Ln centers. Our laboratory succeeded in the synthesis of a single heteronuclear complex (Tb₁Yb₂TCA₂) using thiacalix[4]arene-*p*-tetrasulfonate (TCA) ligand and investigated the luminescence properties of the Tb₁Yb₂TCA₂ complex. The emission spectra of Tb₁Yb₂TCA₂ complex exhibited two types of f-f transition of Ln (Tb and Yb) centers. The Tb luminescence was diminished about 0.08 times (0.24 times per Tb) and the Yb luminescence was enhanced about 1.39 times (2.09 times per Yb) as compared to Ln₃TCA₂ complex at the same concentration (Fig.1). In addition, the lifetime of Tb luminescence for Tb₁Yb₂TCA₂ (0.85 ms) was shorter than that of Tb₃TCA₂ (1.15 ms), allowing estimation of the Tb→Yb energy-transfer efficiency to be 26% (Fig.2). According to the above results, we revealed the luminescence properties and Tb→Yb energy transfer for Tb₁Yb₂TCA₂ complex (*BUNSEKI KAGAKU*, in press).

Highly selective and simple Nd/Dy separation method based on crystallization

Neodymium magnets contain highly scarce dysprosium (Dy) as well as neodymium (Nd). Despite growing use of Nd magnets in modern technology, serious concerns about the Dy supply chain exist. Therefore, interest in recovery of Dy from Nd magnet scrap is significant. Generally, both Nd and Dy elements adopt trivalent oxidation states in the solution.

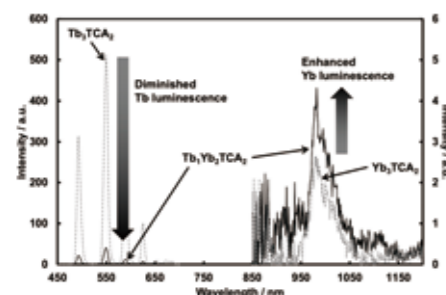


Fig.1 Emission spectra for Tb₃TCA₂, Tb₁Yb₂TCA₂, and Yb₃TCA₂.

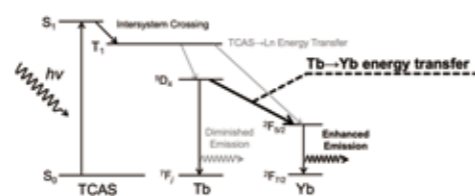


Fig.2 Energy diagram for Tb₁Yb₂TCA₂.

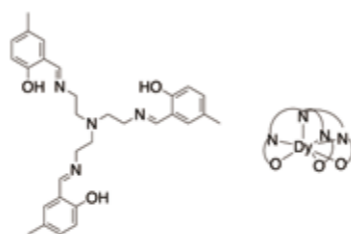


Fig.3 Structure of tripodal Schiff base ligand and outline drawing of the Dy complex.

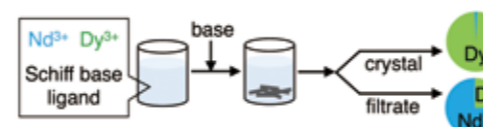


Fig.4 Representation of the selective crystallization procedure.

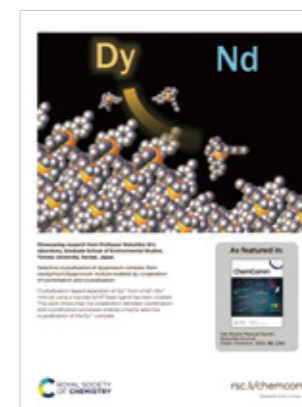


Fig.5 Back cover of ChemComm.



Fig.6 Certificate of Shigeru Terabe Award.

る Nd と Dy は溶液中で 3 価の酸化状態をとり、互いに類似した化学的性質を示すため分離することが難しく、高度で簡素な Nd³⁺/Dy³⁺ 分離法を開発することが望まれている。今回、我々は三脚型シッフ塩基 (Fig.3, 左) を配位子として用い、Nd³⁺ と Dy³⁺ を含む溶液から一段階で Dy³⁺ 錯体 (Fig.3, 右) の結晶を 99% の純度で回収できることを示した (Fig.4)。従来の分離法で必要であった多段階の分離プロセスが不要であり、配位子の合成も簡易であることから、この方法は高度で簡素な Nd³⁺/Dy³⁺ 分離法として、ネオジム磁石スクラップからの Dy 回収への展開が期待できる (*Chem. Commun.*, 2022, **58**, 2283–2286, outside back cover)。

その他の活動

- (シンポジウムの主催)
 - ・第 81 回分析化学討論会 シンポジウム「SDGs と分析化学」、オンライン、5 月 22 日
- (化学教育事業の主催)
 - ・第 43 回教師のための化学教育講座、オンライン、8 月 10・11 日
 - ・第 4 回 ジュニア化学への招待 ～楽しい化学実験室～「ケミカルライトをつくらう」仙台市科学館、12 月 4 日
- (受賞)
 - ・化学系学会東北大会 ポスター賞「Development of near-infrared-absorbing Pt^{II} complexes toward cancer photothermal therapy agents」D2 澤村 瞭太、10 月 2 日
 - ・日本分析化学会 第 70 年会 若手ポスター発表賞、「がんの中性子捕捉療法を志向した Gd(III)-チアカリックスアレーン錯体搭載アルブミンナノ粒子の創製」M2 小宮 未来、9 月 23 日
 - ・日本分析化学会 電気泳動分析研究懇談会、第 8 回 寺部 茂 賞、「CE 分離に基づく金属錯体・分子複合体の速度・機能・構造解析」、壹岐 伸彦、12 月 10 日

The similar chemical properties of these ions impede their separation. In this context, it is desirable to develop a highly selective and simple Nd³⁺/Dy³⁺ separation technique. In this work, we showed that a using a tripodal Schiff base ligand enabled a one-step crystallization of the Dy³⁺ complex with 99% Dy³⁺ purity from the Nd³⁺ and Dy³⁺ mixture. This simple separation procedure without multistep separation processes, in addition to the simplistic ligand synthesis, could become a highly selective and simple Nd³⁺/Dy³⁺ separation system for the Dy recovery from the Nd magnet scrap. (*Chem. Commun.*; 2022, **58**, 2283–2286, outside back cover)

Other Activities

- [Symposium organizer]
 - ・81st Analytical Chemistry Conference Symposium, “Sustainable Development Goals and Analytical Chemistry,” online, May 22
- [Organizer of chemistry education-related projects]
 - ・The 43rd Chemistry Education Course for Teachers, online, August 10-11
 - ・The 4th Invitation to Chemistry for Juveniles, “Let’s Make a Chemical Light,” Sendai City Science Museum, December 4
- [Awards]
 - ・Poster Award, Joint Meeting of the Tohoku Area Chemistry Societies, “Development of near-infrared-absorbing Pt^{II} complexes toward cancer photothermal therapy agents,” Ryota Sawamura (D2), October 2
 - ・Young Poster Award, 70th Annual Meeting, Japan Society for Analytical Chemistry, “Creation of Gd(III)-Thiacalixarene Complex-Installed Albumin Nanoparticles for Cancer Neutron Capture Therapy,” Miku Komiya (M2), September 23
 - ・The 8th Shigeru Terabe Award, Division of Electrophoresis, Japan Society for Analytical Chemistry, “Analysis of kinetics, functions, and structures of metal and molecular complex systems by using CE,” Nobuhiko Iki, December 10

マイクロ・ナノ電極を利用する環境・医工学バイオセンサデバイスおよび材料評価システムの開発

Development of Environmental/Biomedical Sensors and Visualization Systems for Material Functions with Micro/Nano Electrodes



教授 珠玖 仁
(工学研究科 兼任)
Professor
Hitoshi Shiku



准教授 伊野 浩介
(工学研究科 兼任)
Associate Professor
Kosuke Ino



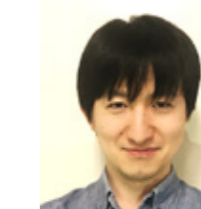
准教授 井上 久美
(山梨大学 兼任)
Associate Professor
Kumi Y. Inoue



准教授 熊谷 明哉
(材料科学高等研究所、
物質・材料研究機構 兼任)
Associate Professor
Akichika Kumatani



助教 梨本 裕司
(学際科学フロンティア研究所、
工学研究科 兼任)
Assistant Professor
Yuji Nashimoto



助教 井田 大貴
(学際科学フロンティア研究所、
材料科学高等研究所 兼任)
Assistant Professor
Hiroki Ida

秘書
高野 聡美

研究補佐員
大宮 明子
渡辺 梨乃

現在、微小なデバイスのバイオ応用・環境モニタリングに大きな期待が寄せられている。これらのデバイスを用いることで、これまで難しかった生体現象を観察することや、簡便かつ迅速な環境評価・医療用検査が可能になっている。また、生体を模倣した微小な細胞チップを作製することで、再生医療応用や生体内での化学物質のモニタリングが可能になる。このような目的のために、我々はマイクロ・ナノシステムを組み込んだ電気化学デバイスの開発を行った。

Micro/nano-devices are in continual demand in biological science and engineering, as well as achieving in accurate analytical information. We have developed micro/nano-electrochemical systems for environmental/biomedical applications and the evaluation of battery materials. We are also investigating the role of the tissue microenvironment, utilizing a microfluidic device, and scanning probe microscopy. These devices are useful in environmental monitoring, medical, and engineering applications.

生体モデル（細胞凝集塊、血管）用センサの開発

細胞凝集塊（スフェロイド）は、生体内環境を部分的に再現可能な培養法として期待されている。スフェロイドの呼吸活動を定量的に評価可能なセンサとして、電気化学発光を利用した新たなシステムを報告した (*Biosensors and Bioelectronics*, 181, 113123 (2021), Fig.2)。本成果は、簡便な操作で複数の細胞組織の同時評価を実現したものであり、今後臨床現場への展開が期待される。

また、血管モデル用のセンサシステムを複数報告した。多孔性のメンブレンやハイドロゲル表面に血管内皮細胞をシート状に培養し、透過性や血管の形成過程を評価するモデルに利用されている。この血管のシートを、血流を模した流れが付与可能なマイクロ流体デバイス内に構築し、走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SICM)、走査型電気化学顕微鏡 (SECM) で表面状態、透過性を評価可能なシステムを報告した (*Adv. Healthcare Mater.*, 10, 2101186 (2021), Fig.3)。さらに、バイオ LSI と呼ばれる多点電極上に細胞シートを配置することで、簡便、迅速にシート内の透過性の相違を可視化するシステムを構築した。さらに、本システムの、がん細胞の血管外漏出過程の評価への利用可能性を示した (*ACS Omega*, in press, Fig.4)。

血管モデルのセンサとして、他にイオン電流を指標とした血管内腔の高精度検出 (*Anal. Chem.*, 93, 4902 (2021))、血管同士の吻合、管腔形成を評価するシステムを報告した (*Micromachines*, 12, 1491 (2021))。

Development of biosensors for tissue-mimetic models (cellular aggregate and vascular models)

A Multi-cellular aggregate, a spheroid is promising for predicting human responses to drug candidates because it mimics the cellular activity in the body. Utilizing electrochemiluminescence (ECL), we developed a novel imaging system to evaluate respiratory activities of spheroids in a high-throughput manner (Fig.2; *Biosensors and Bioelectronics*, 181, 113123, 2021).

Endothelial cell sheets cultured on a porous membrane or hydrogel are widely used for vascular microphysiological models. We developed several sensing platforms for the vascular models. For the endothelial cell sheet in a microfluidic device, we showed that scanning ion conductance microscopy (SICM) and scanning electrochemical microscopy (SECM) are effective means to evaluate the changes in the morphology and the permeability (Fig. 3; *Adv. Healthcare Mater.*, 10, 2101186, 2021). Bio-LSI is another electrochemical imaging device and it could provide spatial information about the changes in the permeability in a high-throughput manner, which is applicable to evaluating the cancer extravasation process (Fig. 4; *ACS Omega*, in press).

In addition, by monitoring the change of ion current in the microphysiological systems, we reported techniques to detect a vascular lumen at micrometer-scale precision (*Anal. Chem.*, 93, 4902, 2021) as a sensing system to evaluate anastomosis (vascular perfusability; *Micromachines*, 12, 1491, 2021).



Fig.1 Lab members 2021

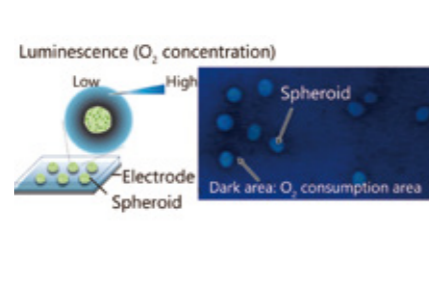


Fig.2 Electrochemiluminescence analysis for respiratory activities of spheroids

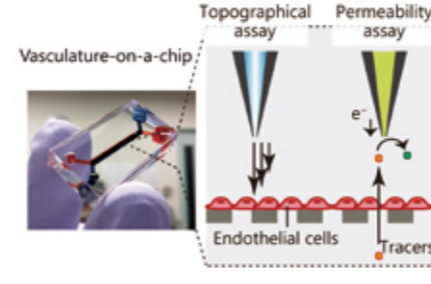


Fig.3 Application of scanning probe microscopy to vascular microphysiological system

生体分子の高感度、高解像度検出用センサの開発

尿中のたんぱく質を検出する新たなセンサを開発した (*Electrochemistry*, 89, 409 (2021))。電極上にグルタミン酸オキシダーゼ、プロテアーゼを修飾し、ヒトアルブミンを 0.1 mg/mL の感度で 30 min 以内に計測可能であることを示した。さらに、カスケード反応とレドックスサイクルによる二つのシグナル増幅システムを有するイムノアクセスシステムを開発し、ヤギイムノグロブリン G を 470 aM の感度で測定に成功した (*ACS Applied Nano Materials*, 4, 12393 (2021))。

また、還元反応により発光を生じる cathodic ルミノフォアを用いることで、従来のバイポーラ電極システムでは検出できなかったドーパミンの検出を実現した (*ChemElectroChem*, 8, 3492 (2021))。本成果により、昨年度報告した、配線不要な電気化学イメージングシステム(バイポーラ電気化学顕微鏡, BEM) の応用範囲が拡張された。他方、BEM の量産化、および高解像度イメージングを実現するため、熱延伸法の実用を行った。熱延伸法により、BEM 電極素子の量産化に世界で初めて成功した (*Adv. Mater. Technol.*, in press, Fig.6)。同手法で作製された電極素子は、先端がすばまった形状のテーパード形状を有し、小さな領域を大きく拡大された光イメージとして可視化する「拡大イメージング」を可能とする。拡大イメージングにより、今後光の回折限界を克服する高解像度イメージングへの応用が期待される。

その他の研究活動

ハイドロゲルの新たなプリンティング技術として、チオール修飾ポリエチレングリコールの電気化学的な析出技術を開発した (*Chem. Lett.*, 50, 256 (2021))。また生体分子のセンサ、加工技術に関する総説記事を複数出版した (*Electroanalysis*, in press, *Electrochem. Sci. Adv.*, e2100089 (2021), 月刊バイオインダストリー)。

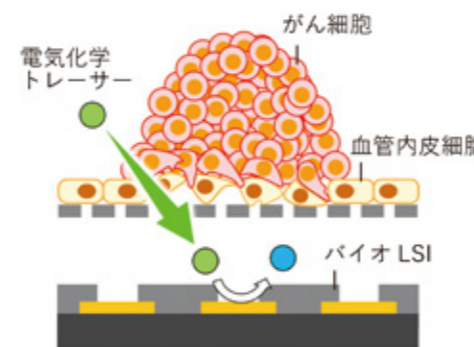


Fig.4 Bio-LSI assay for cancer extravasation

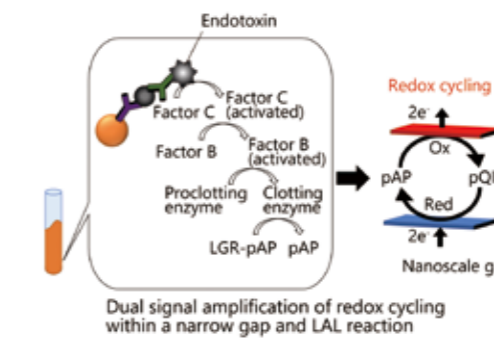


Fig.5 Dual signal amplification for immunoassay

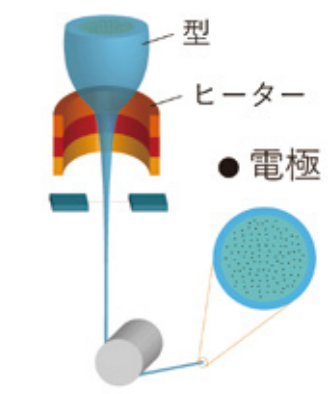


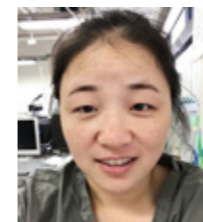
Fig.6 Thermally-drawn multi-electrode fibers for bipolar electrochemistry

環境調和型化学プロセスの開発

Green Process Development



教授 スミス・リチャード
Professor
Smith Richard Lee Jr.



助教 郭海心
Assistant Professor
Haixin Guo

我々が持続可能な生活を送るために必要となるエネルギーの全ては、地球に降り注ぐ太陽エネルギーによって賄うことができる。水と二酸化炭素を使って、地球環境に優しくクリーンな化学プロセスを開発することは可能である。圧力と温度を制御することで水と二酸化炭素は有機溶媒に近い性質を発現できるため、プロセスの高効率化や環境負荷の軽減を達成することが可能となる。私たちの研究室では、環境調和型溶媒である水「CO₂」「イオン液体」を研究の中心に据え、バイオマス変換、材料合成、廃棄物のリサイクル、合成化学、高分子加工及び分離プロセスの研究を行っている。また、化学工学的な視点から、プロセスの高効率化に向けた基礎物性の測定やモデル化などにも取り組んでいる。

Solar energy provides all the energy that our society needs for sustainable living. Water and carbon dioxide can be used to develop chemical processes that are clean and friendly to our environment. In the supercritical state, both water and carbon dioxide can be made to mimic the properties of many organic liquids that provide both performance and advantages and environmental benefits. With these solvents, our laboratory studies biomass conversion, material synthesis, waste recycling, synthetic chemistry, polymer processing and separation processes.

太陽エネルギーにより、年間 950 億トンの炭素循環が可能となる。このエネルギーのうちわずか 10% を利用するだけで、人類は自然と調和した持続可能な生活を送ることができる。水と二酸化炭素、特にそれらの超臨界状態を利用することで、低環境かつクリーンな化学プロセスを構築できる (Fig.1)。

The energy from the sun can drive 95 billion tons of carbon a year. Using only 10% of this solar energy, we can live a sustainable life in harmony with nature. Both water and carbon dioxide, especially in the supercritical state, can be used to develop chemical processes that are clean and friendly to our environment (Fig.1).

水と二酸化炭素 (CO₂) は、超臨界状態において有機溶媒に近い性質を持ち、操作性と環境調和性の双方に優れた溶媒となる。化学プロセスの例としてバイオマス分解、材料合成、廃棄物リサイクル、合成化学、高分子加工がある。例えば当研究室では、イオン液体と超臨界 CO₂ を用いたセルロース系バイオマス (セルロース、ヘミセルロース、リグニン) の反応・分離プロセス (Fig.2) を検討している。イオン液体にバイオマスを溶解・反応させ、温度・圧力を操作することで超臨界 CO₂ の物性を操作し、選択的に反応生成物の反応・分離を行うものである。イオン液体は蒸気圧が極めて低いため大気への飛散の恐れが小さく、環境調和型プロセスとして期待される。

Supercritical water and carbon dioxide (CO₂) have properties close to those of organic solvents, which are excellent in both operability and environmentally friendly (Fig.2). Such chemical processes include biomass conversion, material synthesis, waste recycling, synthetic chemistry, and polymer processing. For example, our laboratory studies the reaction and separation process of cellulose-based biomass (cellulose, hemicellulose, and lignin) using supercritical CO₂ combined with ionic liquids (Fig.3). The reaction and separation of biomass dissolved in ionic liquids can be controlled by manipulating physical properties of supercritical CO₂ using temperature and pressure. Ionic liquids can be easily separated and recovered after the reaction due to their extremely low vapor pressure, and therefore they are attractive as alternative environmentally friendly solvents.

当研究室では、主に環境調和型の溶媒を用いた化学システムおよび化学プロセスの開発に関して研究を進めている。その多くが超臨

界流体、特に超臨界 CO₂ と超臨界水の特長を利用するものである。具体的には、高温高圧水中でのバイオマス・プラスチック・炭化水素・重質油の改質反応、水熱合成による無機複合酸化物微粒子の合成、ハイドレート形成を利用した効率的な水素貯蔵システムがある。これらの研究は、世界中の大学等との共同研究としても行っている。

such as supercritical fluids, especially carbon dioxide and water. Our research topics are reforming of biomass, plastics, hydrocarbons, and heavy oil in high-temperature and high-pressure water, synthesis of fine inorganic oxide particles by hydrothermal synthesis, and development of hydrogen storage in clathrate hydrates. We now collaborate with researchers around the world.

Research

A green chemical process is one that sustainably transforms renewable raw materials into products for society using safe, fast (efficient), and clean (non-polluting) operations and methods. A green chemical process uses the fundamental principles of Green Chemistry and Green Engineering and exists in harmony with the environment. Students use their own ingenuity to conduct research on

- (1) creating new CO₂-free energy sources (carbon-neutral electricity),
- (2) developing new chemistries processes for selective amination or hydrogenation of biomass-related compounds,
- (3) proposing new safe solvent mixtures to replace the hazardous solvents used in pharmaceutical industries,
- (4) developing new functional biocarbon catalysts from biomass with hydrothermal methods,
- (4) creating new green synthesis routes and separation methods to produce biofuels,
- (6) developing new materials with supercritical fluids.

Key to many green chemical processes is the conceptual idea for of converting renewable materials into energy or products through the choice of solvents, catalysts, conditions, and operations along with safety of safe materials and methods and attention to the 3Rs (Reduce, Recycle, and Reuse) in each conceptual step.

International exchange and conference

- [1] K. Oshima, K. Nakamura, N. Sato, H. Guo, R.L. Smith Jr., Application of analytical centrifugation to chemical systems for measurement of properties and phase equilibria, *The 9th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation (Invited Lecture)* 09/2021
- [2] H. Guo, Y. Abe, R. L. Smith Jr., Synthesis of ethyl levulinate from C5/C6 carbohydrates with amino- sulfonated functional carbon materials, *The 7th International Solvothermal and Hydrothermal Association Conference (Invited Lecture)* 10/2021.

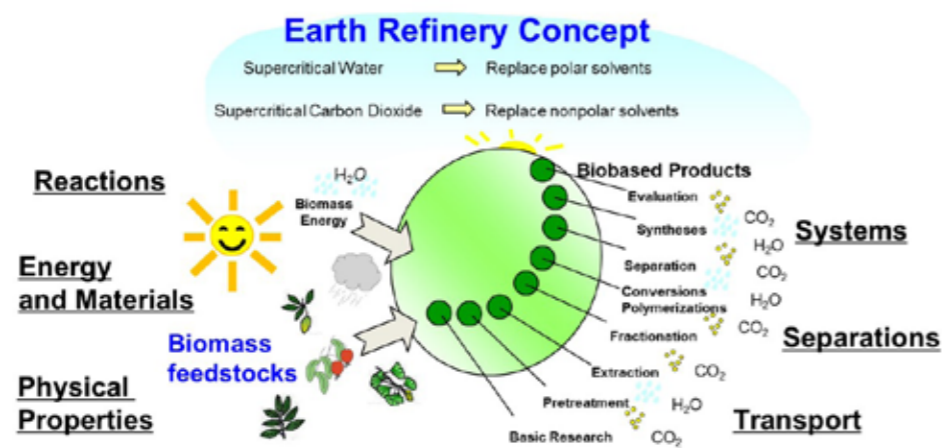


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

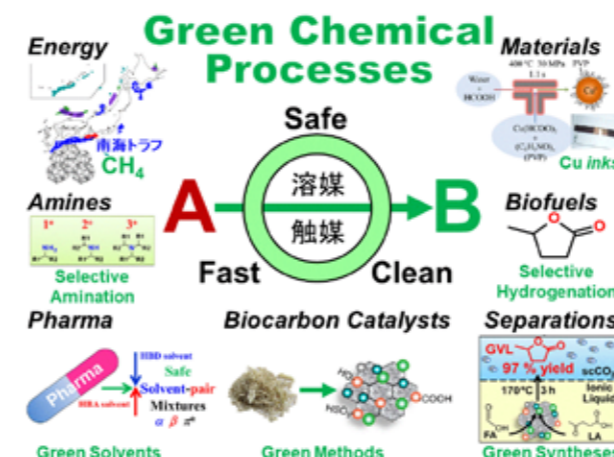


Fig.2 Green Chemical Process



Group Photo

環境に配慮したマルチファンクショナル複合材料の設計・開発・評価

Design, development and evaluation of multi-functional composite materials



教授 成田 史生
Professor
Fumio Narita



助教 栗田 大樹
Assistant Professor
Hiroki Kurita

本研究室では、IoT (モノのインターネット) 社会の実現に導く環境発電 (エネルギーハーベスティング) 材料やセンサ材料の設計・開発・評価に取り組んでいる。特に、圧電セラミック粒子や磁歪合金ワイヤを利用した複合材料に注目し、強度・機能特性と信頼性・耐久性の向上を目指して理論的・実験的研究を進めている。また、環境汚染を食い止めるための極低環境負荷構造材料の創製を目指し、セルロースナノファイバー強化ポリマー複合材料や機能性絹糸を設計・開発して、力学・物理特性と微細構造との関係を評価している。

Our laboratory is engaged in research to design and develop composite materials for energy-harvesting and sensor applications, which helps realize an internet of things (IoT) society. We focus on composite materials with piezoelectric ceramic particles or magnetostrictive alloy wires and address improving their strength, function, reliability and durability. Furthermore, we are studying cellulose nanofiber reinforced polymer composites and evaluating the relationship between their mechanical/physical properties and microstructures to prevent environmental pollution.

圧電複合材料

圧電セラミックスは脆く、また、高圧電特性のチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) には有害物質 (鉛) が含まれているため、柔軟な非鉛系圧電材料の開発が要望されている。本研究室では、鉛フリー圧電ナノ粒子分散ポリマーを作製し、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を積層して電極として用い、コロナ放電分極に成功している。また、ポリマー内部の圧電粒子体積含有率を段階的に変化させた傾斜機能圧電粒子分散ポリマーの作製方法を提案し、構造を制御して試作後、圧縮衝撃・曲げ振動発電機能と傾斜組成分布との相関を解明している (Fig.1)。今後の展開が期待される。

磁歪複合材料

超磁歪特性を示す Tb-Dy-Fe 合金は、脆さや渦電流発生などが問題となっており、高価格であるという欠点も有している。Fe-Ga 合金も同様に超磁歪特性を示すが、加工の難しさが製品化の障害となっている。本研究室では、Fe-Co ワイヤ/樹脂複合材料を開発し、振動・衝撃発電に成功している。また、Fe-Co ワイヤを擦ってアルミニウム合金に埋め込む技術を確立し、衝撃を電気に変換する軽金属複合材料を開発して、高出力化も実現している。さらに、物質が付着した際の磁歪複合材料の共振周波数・出力電力変化に着目し、磁歪ウイルスセンサの実現に向けた研究を進めている (Fig.2)。

Piezoelectric Composites

The poling of carbon-fiber-reinforced polymer (CFRP) composites with a function such as piezoelectricity is difficult due to the conductivity of carbon. Here, we prepared a lead-free piezoelectric nanoparticle dispersed epoxy resin with laminated CFRP electrode layers on the upper and lower surfaces. A large electric field was applied by corona discharge, which polarized the composite successfully. We fabricated the piezoelectric particle-dispersed polymers with controlled structures, the correlation between the compressive impact and bending vibration power generation functions and the graded composition distribution was clarified (see Fig.1). Future developments are expected.

Magnetostrictive Composites

Magnetostrictive Tb-Dy-Fe and Fe-Ga alloys have a wide variety of applications due to their great capability as sensors and energy-harvesting devices. However, the difficulty in machinability and the fabrication cost inhibit their applications as magnetostrictive devices. We have developed Fe-Co wire/resin composites and have succeeded in generating vibration and impact. We have also established a technology to embed twisted Fe-Co wires in aluminum alloy and developed a light metal composite material that converts impact into electricity. Furthermore, we developed magnetostrictive virus sensors using the change in resonant frequency and output power of magnetostrictive composites.

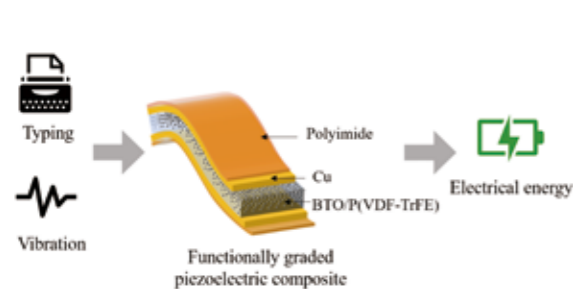


Fig.1 Schematic illustration of functionally graded piezoelectric composites for energy harvesting.

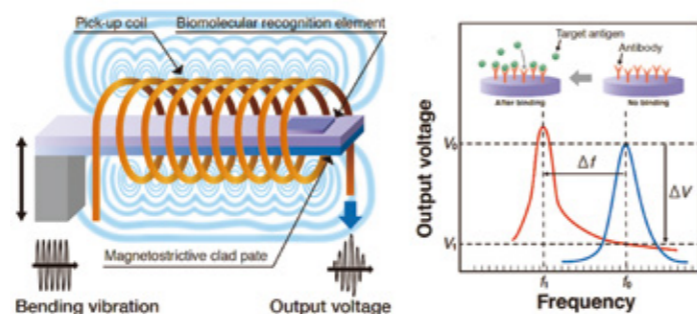


Fig.2 Schematic illustration of magnetostrictive virus sensor mechanism.

低環境負荷複合材料

本研究室では、木質繊維を極限まで破碎して得られるセルロースナノファイバーや、岩石と同成分のバサルト繊維と生分解性ポリマーを組み合わせた高強度・低環境負荷複合材料の開発に取り組んでおり、分解過程における力学特性変化に注目した研究も進めている。また、蚕にセルロースナノファイバーを給餌し、高強度絹糸の創製に成功しており (Fig.3)、衰退しつつある日本の養蚕業復活への貢献と日本の絹製品の海外展開 (Fig.4) が期待されている。

その他の活動

<国際交流>

・JSPS 研究拠点形成事業 A. 先端拠点形成型「IoT 社会を実現するマルチ環境発電材料・デバイス 国際研究拠点形成」

<受賞>

・傾斜機能材料研究会オンラインフォーラム FGMs2021 FGM 奨励賞「圧電傾斜機能材料の設計と電気力学特性の有限要素解析」(丸山 衡平、王真金、成田 史生)

<報道>

- ・2021年2月26日 Asia Research News “Changing the Silkworm's Diet to Spin Stronger Silk”
- ・2021年2月17日 日経産業新聞 「蚕の餌に CNF、糸の強度 2 倍 生分解性プラの用途拡大へ」
- ・2020年12月7日 日経産業新聞 「コロナ社会の安心提供 電源不要のウイルスセンサー」
- ・2020年11月19日日刊工業 「衝撃発電高効率に 軽金属複合材料を開発」



Fig.3 Cellulose nanofiber reinforced cocoon of a silkworm.

Eco-friendly Composites

We develop high-strength, low-environmental-impact composites by combining cellulose nanofibers, which are obtained by crushing wood fibers to the utmost limit, and basalt fibers, which are similar in composition to rocks, with biodegradable polymers. We also conduct research focusing on changes in mechanical properties during the degradation process and research focusing on changes in mechanical properties during the degradation process.

Other Activities

<International exchange>

・JSPS Core-to-Core Program, “Establishing an International Research Center for Multi-Energy Harvesting Materials and Devices to Realize an Internet-of-Things Society”

<Award>

・Functionally Graded Materials Online Forum, FGM Award for Encouragement of “Design of Piezoelectric Gradient Functional Materials and Finite Element Analysis of Their Electromechanical Properties” (Kohei Maruyama, Zhenjin Wang, and Fumio Narita)

<Media coverage>

- ・Asia Research News, “Changing the Silkworm's Diet to Spin Stronger Silk,” February 26, 2021
- ・Nikkei Business Daily, “CNF for Silkworm's Diet to Spin Stronger Silk,” February 17, 2021
- ・Nikkei Business Daily, “Corona: Providing peace of mind to society with a virus sensor that requires no power source,” December 7, 2020
- ・The Daily Industrial News, “Development of Light Metal Composite Material for High Efficiency Impact Power Generation,” November 19, 2020.

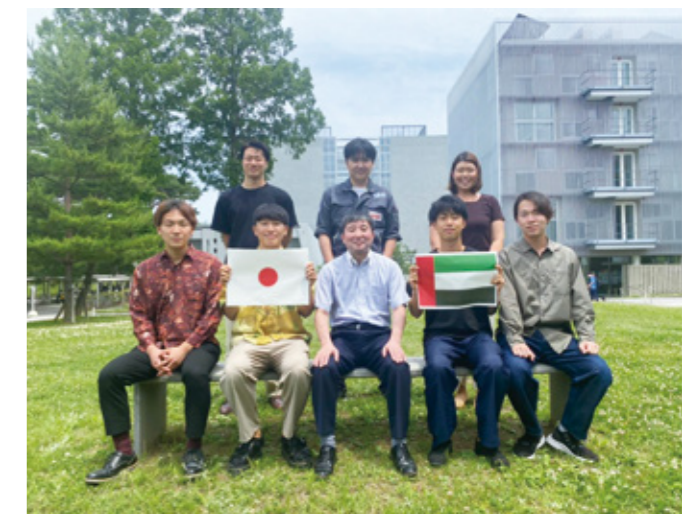


Fig.4 Picture of bachelor students and staff.

循環型社会を目指した 材料製造プロセスの研究

Environment-friendly Material Processing



教授 コマロフ・セルゲイ
Professor
Sergey Komarov



准教授 吉川 昇
Associate Professor
Noboru Yoshikawa



助教 山本 卓也
Assistant Professor
Takuya Yamamoto

本研究グループの研究目的は、環境調和型の材料プロセスを開発し、持続可能な社会を実現することである。この目的を達成するために、物理作用や波の効果を利用して伝統的な材料プロセスを変革することに挑戦する。物理場は処理される物質に選択的にエネルギーを供給する。エネルギーを供給する手法が極端に限られた高温プロセスに対しては、このような物理場や波は特に有効である。本研究グループの別の研究は物理モデルと数値シミュレーションである。この分野では、溶湯処理や金属 casting、排水処理といったプロセス内での、単相流、混相流に対する流動、熱、物質輸送を解明する基礎研究を行なっている。

The purpose of our group is to develop environmentally friendly material processes in order to contribute to building a sustainable society. To achieve this purpose, we are trying to break the barriers of traditional materials processing with the help of physical fields and waves. Physical fields offer an effective way to selectively supply energy to the materials being processed. Physical fields and waves are especially attractive for high-temperature processes, for which the choice of techniques available for supplying energy are severely limited. Another field of our research activity is physical modeling and numerical simulation. In this area, fundamental studies are performed to clarify the fluid dynamics and the heat and mass transport phenomena in single and multiphase flows in such processes as melt treatment, metal casting, and waste processing.

超音波を利用した材料プロセッシング

超音波は気体や液体、固体のような弾性体中での超音波伝播能力や必要とされる場所へ超音波のエネルギーを伝播させる能力に影響される。本研究での目的は、超音波に関連した現象を調査し、溶融金属、排水、排気ガスに対するより効率的で持続可能な処理プロセスを開発することである。具体的には、金属表面へナノ構造の複合層を作製する超音波援用プロセス Fig.1(a) を開発した。本プロセスを UMCA 法と名付け、常温常圧で処理可能、且つ、幅広い材料の組み合わせが可能である。Figures 1(b,c) は Al 基板と Fe₂O₃ 粒子と微細組織の例を示す。また、他の研究として、超音波定在波は気相中のマイクロサイズの粒子凝集に効率的であることを見出した。Fig.2(a) に示すように、粒子は Acoustic wake 効果と放射力によって定在波の節に強制的に移動させる。結果として、粒子は凝集し、チャンバーの下に落下する、もしくは、気流と共に移動し、カスケードインパクトによって捕集される。Fig.2(b) に示されるように処理後に捕集された粒子サイズはより粗大になり、その捕集量も減少した。

Ultrasonic Processing: Fundamentals and Applications

The effects of ultrasound waves are associated with the ability of ultrasound to propagate through such elastic mediums as gases, liquids, and solids and, thus, to transfer energy to where it is needed. The purpose of our research is to investigate the ultrasound-related phenomena and to develop more efficient and sustainable processes for the treatment of solid and liquid metals, wastewater, and exhaust gases. Particularly, we have developed an ultrasound-assisted process (Fig.1a) for fabrication of a nanostructured composite layer on metal surfaces. This process, called UMCA, can be realized at ambient temperature and pressure and can be extended to a wide range of material combinations. Fig.1(b,c) shows an example for Al substrate and Fe₂O₃ particles and its microstructure. In another study, a standing ultrasound wave was found to be very effective for agglomeration of micron-sized particles in gas phases. As shown in Fig.2(a), particles are forced to move to standing wave nodes due to acoustic wake and radiation force effects. As a result, particles form agglomerates that fall down the chamber or they are carried out of it with gas and are trapped by a cascade impactor. The results revealed that the size of trapped particles becomes much coarser after treatment and their quantity decreases as shown in Fig.2(b).

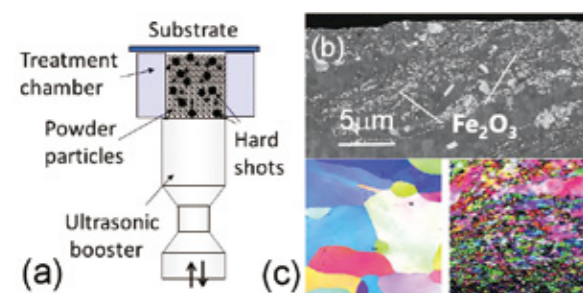


Fig.1 UMCA process. (a) Representation of treatment chamber, (b) Surface composite layer in Al matrix, (c) Microstructure analyzed by EBSD before (left) and after (right) treatment

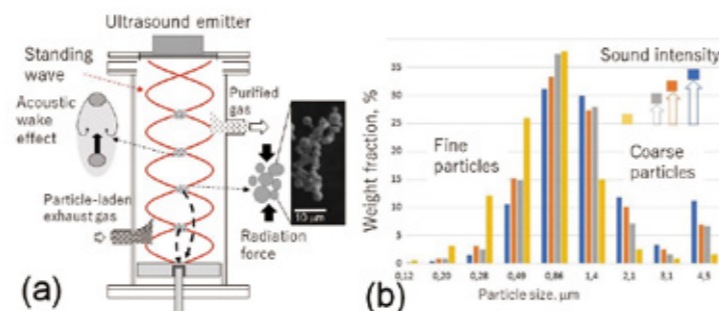


Fig.2 Particle agglomeration in a standing wave. (a) Mechanism explanation, (b) Distribution of trapped particles in weight fraction at different ultrasound intensities

電磁場を利用した環境 / 材料プロセッシング

本研究室では、kHz から GHz に至る周波数の電磁波を利用した材料プロセッシングについて研究を行なっている。GHz 域 (マイクロ波) プロセッシングの一例として NiO の炭素還元におけるマイクロ波加熱の影響に関する研究について紹介する。Ni はステンレス鋼の原料、種々のメッキに利用されているが、これら廃棄物を焙焼し酸化物にした後、炭素による還元を経て金属 Ni の再生を行うことができる。マイクロ波加熱を用いた NiO の炭素還元プロセスでは、炭素によるマイクロ波エネルギー吸収、金属粒子の電磁波との特殊な相互作用による粗大化などの効果により、有効に還元反応を進行させることが可能である。ところがマイクロ波磁場は NiO の加熱には作用せず、マイクロ波電場の影響が大きいかを報告している。これは NiO の電気伝導度が低く、高温にならないと加熱が起こりにくいことと関係している。図 3 に示す NiO の誘電率損失 (ε_r') の温度依存性により説明することができる。

環境調和を考慮した金属製造・加工プロセス

アルミニウムの溶湯処理プロセスにおいてはハロゲン化物を利用して不純物を除去するが、環境負荷低減のためその使用量を低減させる必要がある。この使用量を低減するため、物理的な効果を用いて反応効率を向上させる。具体的には、ハロゲンガス吹き込み処理に代替するプロセス技術開発を行っている。これらは、水モデル実験、アルミニウム攪拌、スーパーコンピュータを利用した攪拌シミュレーションを用いて総合的に研究を行っている。例えば、水モデル実験を利用することで、図 4 に示す容量物質移動係数を算出することで製造現場におけるスケールアップを提案し、プロセスの制御指針を示している。

Application of Electromagnetic Field to Environment/Material Processing

In our laboratory, we have been studying material processing using electromagnetic waves in the frequency range from kHz to GHz. Here, research on microwave application to carbothermic reduction of NiO is presented. Ni is used as a raw material for stainless steel and various types of plating. Metallic Ni can be regenerated through carbon reduction, after roasting these wastes to oxides. In the carbon-reduction process of NiO using microwave heating, the reduction reaction occurs effectively due to the microwave energy absorption by carbon and the coarsening of metal particles by special interaction with electromagnetic waves. However, we have reported that the microwave magnetic field does not act on the heating of NiO. This is related to the low electrical conductivity of NiO, which makes it difficult to heat NiO unless it is under high temperature. This phenomenon is explained by Fig.3, which shows the temperature dependence of the dielectric loss factor (ε_r') of NiO.

Environmentally Friendly Metallurgical Processing

In the aluminum purification process, halides are used to remove impurities, but it is necessary to reduce the amount of halides and to reduce the environmental impact. To reduce the amount of halides, physical effects are used to improve the reaction efficiency. Specifically, we are developing processing technology to replace the conventional process of halogen gas injection. These studies are being carried out comprehensively using water model experiments, aluminum stirring, and stirring simulations with a supercomputer. For example, as shown in Fig.4, the volumetric mass transfer coefficient is calculated by water model experiment, the scaling law is developed based on this experiment, and the guideline for the process control is created.

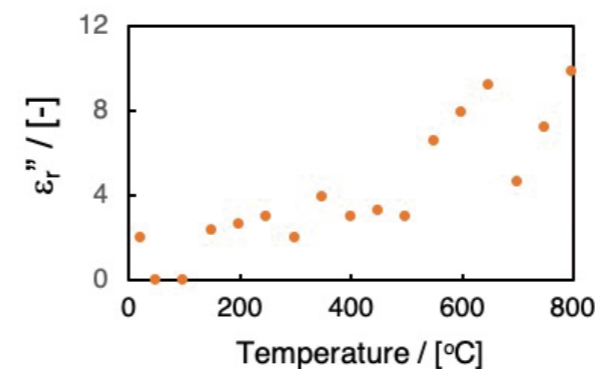


Fig.3 Temperature dependence of dielectric loss factor of NiO at 2.45 GHz.

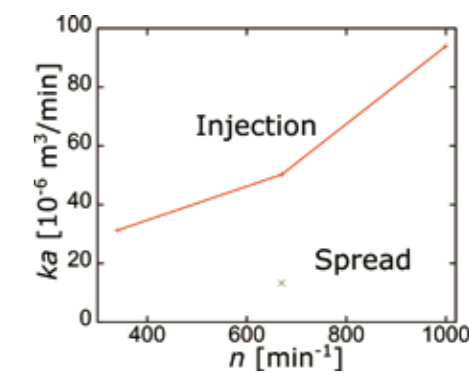


Fig.4 Volumetric mass transfer coefficient in the water model experiment for the rotary flux injection.

自然環境に順応するChemical Engineering Technology の創製

Innovative experimental and theoretical technologies on chemical engineering for creating sustainable society



准教授 大田 昌樹
Associate Professor
Masaki Ota

従来の医薬食品製造分野においては、ときに高環境負荷の有機溶媒が使用されることで人体への副作用の問題などが懸念されてきた。これに対し我々は、安心かつ安全な経口・経皮物質の製造に向けて、二酸化炭素の他、エタノール、水等のグリーン溶媒を用いた高圧流体、特に超臨界・亜臨界流体の利用による環境調和型製造技術の開発に関する応用研究を推進している。特に最近では、Hildebrand 溶解度パラメータを独自に拡張したエントロピー型溶解度パラメータを理論的背景に、化学を基盤において地球環境や生態系保全に向けた持続可能な社会構築を目的として、天然資源や合成化合物の有効利用を可能とする工学技術の開発に関する研究について付加価値順のカスケード利用を可能とするための分離工学、安心安全な物質選定のための高圧溶液化学、超臨界流体抽出・亜臨界溶媒分離技術の社会実装のためのプロセスシステム等において知識と経験を深めてきた。これらの研究を推進するための基礎学問は化学工学にあり、基礎物性の測定からモデル化まで実験・理論の両面から研究を進めている。

Green processing and engineering are required for the chemical engineering of pharmaceuticals, foods, beverages, cosmetics, chemicals, and so on. For this purpose, we aim to use only non-toxic solvents such as carbon dioxide, ethanol, and water for extraction and separation processes, instead of harmful or potentially toxic solvents. Recently, we developed an entropy-based solubility parameter—an extended Hildebrand solubility parameter—for high-pressure fluids (sub/supercritical fluids) and have applied it to designing extraction and separation techniques in order to achieve sustainable green chemistry. We are promoting these experimental and theoretical approaches based on chemical engineering to study and develop new environmental sciences and technologies.

エントロピー型溶解度パラメータ (eSP) の応用

医薬食品素材の環境調和型抽出分離を設計するにあたり、1930年代に Hildebrand が提唱した溶解度パラメータ (SP 値) は極めて便利な指標である。これは、分子の配置配向は完全にランダムかつ混合による体積変化、さらには過剰エントロピーがそれぞれ無視できるとした正則溶液論に基づく物性であり、溶剤選定の他、高分子材料の設計などに広く用いられている。このパラメータは通常、医薬食品素材の抽出・分離において標準状態で使用されてきたが、最近になって著者は、超臨界・亜臨界流体のような高温高圧状態でも計算できるように理論的手法を新たに展開することができた (Fig.1)。この物性値は、SP 値と互換性のある熱力学量であることからエントロピー型溶解度パラメータ (Fig.2) と名付けたが、この理論が開発されたことにより理論予測をしながら高温高圧下の抽出分離実験が実施できるようになり、試行錯誤に要する実験のコストを大幅に削減できるようになった。(平成 30 年度文部科学大臣表彰・若手科学者賞の受賞内容) 今年はその延長線上の実証研究を検討することができた。

$$\delta_H = \sqrt{\frac{\Delta H_{vp} - RT}{v_L}}$$

Hildebrand Solubility Parameter

$$\delta_S \equiv \sqrt{\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T} = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v}$$

Entropy-based Solubility Parameter (Original)

Fig.1 Hildebrand solubility parameter (SP) and entropy-based solubility parameter (eSP)

Application of our entropy-based solubility parameter

The Hildebrand solubility parameter (SP) is useful for chemical engineering processing, such as for extraction and separation techniques. Selecting suitable solvents for production of targeted functional natural resources is usually difficult for high-pressure processing.

Although the SP has been widely used under ambient temperature and pressure conditions, we recently extended its value for high-pressure fluids such as sub-/supercritical fluids (Fig.1). This parameter is termed the entropy-based solubility parameter (eSP), which extends the regular solution theory (Fig.2). Now that our thermodynamic property has been made available, we can more easily predict high-pressure extraction and separation processes and drastically reduce the economic and time costs for trial-and-error experiments. Thus, people would choose these things using the eSP as a tool for selecting a suitable solvent or mixtures for

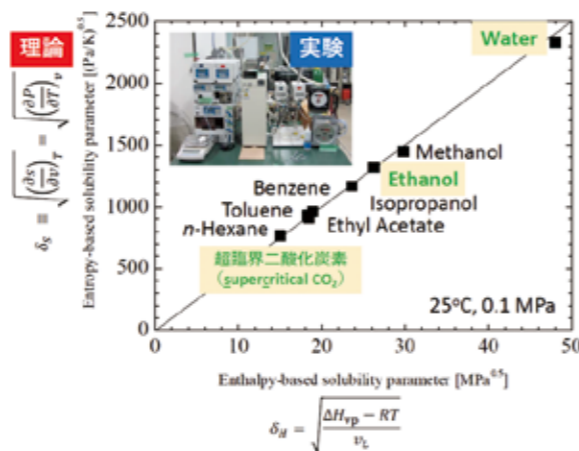


Fig.2 Correlation between SP and eSP

流通式亜臨界溶媒分離技術の開発

最近、我々は関連企業と共同で連続式亜臨界溶媒分離装置 (向流接触型高圧抽出装置) のオリジナル開発に成功している (Fig.3)。2013年には、この装置に搭載した連動式自動背圧弁が市販されている。オリジナルティーは、複数台の自動背圧弁を内蔵タイマーにより交互に吐出する機構そのものにある。2021年は、昨年に引き続きホップエキスやシソなどの天然資源を中心に、高密度流体を利用した亜臨界溶媒分離による分離効率に関する研究を推進してきた。まだ、この連動弁搭載型の流通式亜臨界分離装置はパッケージとして普及していないが、需要が拡大すれば将来的には具現化される可能性があるものと期待している。

2021年の研究活動

所属する化学工学会において東北支部宮城化学工学懇話会第 23 回先端研究発表会および化学工学会秋田大会に参加した。このうち前者では、本研究科修士 1 年 栗原歩大 氏が奨励賞を受賞した。後者の学会においても優秀学生賞を受賞し、同時に松田修汰 氏も学生奨励賞を受賞するなど実りある一年となった。

ここで、現在進めている超臨界クロマトグラフィーの保持因子の予測の 1 例を Fig.4 に示す。関連して、化学系学協会東北大会では、化学工学分野において依頼講演を行った。研究助成を受けた公益財団法人ひと・健康・未来研究財団の研究発表会では優秀賞を受賞することができた。

分担執筆として、著書「藻類培養技術 ~ 屋内外大量生産・各種処理評価 / トラブル対応・商業化に向けた取り組み」にて、藻類の培養法や分析法を紹介することができた。

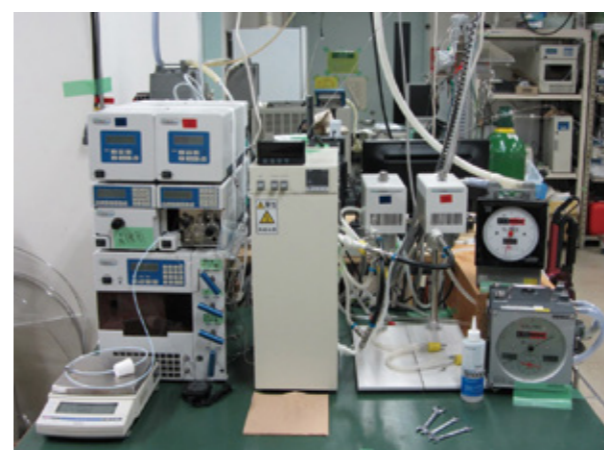


Fig.3 Flow-type subcritical fluid separation apparatus

designing high-pressure extraction and separation processes. These contents are based on “The Commendation for Science and Technology by the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology: The Young Scientists’ Prize (2018).”

Development of flow-type subcritical fluid separation

Recently, we developed a flow-type subcritical fluid separation apparatus for separating colors, flavors, and so on from targeted natural resources (Fig.3). The JASCO Corporation collaborated to make interlocking back-pressure regulators and another related setup based on our time-programming regulation concept. This year, the subcritical fluid separation apparatus was used to separate hop extract and perilla components. Although the apparatus has not been widely used in other research, we would like to conduct PR activities to promote the green separation processes.

Activities in 2021 (Publications)

- [1] 星野友貴, 上野裕介, 大田昌樹ら, 化学工学論文集, 47, 17-22 (2021).
- [2] 上野裕介, 星野友貴, 大田昌樹ら, 化学工学論文集, 47, 23-27 (2021).
- [3] 大田昌樹, 藻類培養技術 ~ 屋内外大量生産・各種処理評価 / トラブル対応・商業化に向けた取り組み, 第8節, 情報機構 (2021).
- [4] 大田昌樹, 藻類培養技術 ~ 屋内外大量生産・各種処理評価 / トラブル対応・商業化に向けた取り組み, 第10節, 情報機構 (2021).

Activities in 2021 (Awards)

- [1] 栗原歩大, 化学工学会東北支部宮城化学工学懇話会主催第23回先端研究発表会, 奨励賞 (2021).
- [2] 栗原歩大, 化学工学会秋田大会, 優秀学生賞 (2021).
- [3] 松田修汰, 化学工学会秋田大会, 学生奨励賞 (2021).
- [4] 大田昌樹, 公益財団法人ひと・健康・未来研究財団研究発表会, 優秀賞 (2021).

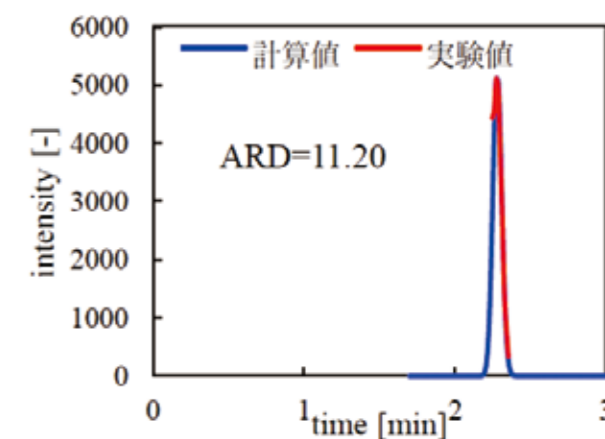


Fig.4 Results of prediction of retention time with separated chemicals on supercritical fluid chromatography.

低環境負荷社会に資する 新しい触媒材料の表面設計指針

Atomic-level design of novel catalyst materials for eco-friendly society



教授 和田山 智正
Professor
Toshimasa Wadayama



准教授 轟 直人
Associate Professor
Naoto Todoroki



Group Photo

ゼロカーボン社会の実現に向けて、関連する新規材料の開発やその機能向上は必須の技術課題であり、そのための学理解明が求められている。触媒材料を例にとれば、金属や合金、酸化物や炭素系材料表面における水素や酸素などの関連する表面反応を基礎的に理解することが、高効率触媒開発へ向けて必須となる。触媒活性とその反応が進行する材料表面の安定性(耐久性)の機構解明には、材料表面を原子レベルで構造規整する必要がある。本研究分野では、よく規定された(well-defined)金属や合金の単結晶表面に加えて、構造規整したナノ粒子を触媒のモデルとし、超高真空(UHV)下における分子線エピタキシ(MBE)法やアークプラズマ堆積(APD)法を駆使して気相合成し、そのミクロ構造を走査型プローブ顕微鏡(SPM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、X線光電子分光(XPS)、低速イオン散乱分光(LE-ISS)などの表面科学的手法を用いて議論するとともに、ポルトンメトリーやオンライン電気化学質量分析(OLEMS)、走査型電気化学顕微鏡(SECM)で評価した触媒特性との関係を精査し、次世代触媒材料開発に向けたナノ構造設計指針を得ることを目指している。

Comprehensive understandings of surface reactions on nano-sized, metal- (alloy), oxide-, and carbon-related materials are essential for developing novel nanomaterials with superior catalytic properties. Our approach to the subjects involves (a) preparations of well-defined single-crystal surfaces and nanoparticles of alloys and metal compounds through dry processes (molecular beam epitaxy; MBE and arc-plasma deposition; APD) in ultra-high vacuum (UHV) and (b) electrochemical evaluations of catalytic properties for the UHV-prepared nanostructural catalyst models aimed at developments of practical electrocatalysts. We have routinely used UHV-MBE, UHV-APD, scanning probe microscopy (SPM), scanning transmission electron microscope combined with energy dispersive X-ray spectroscopy (STEM-EDS), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), low-energy ion-scattering spectroscopy (LE-ISS), electrochemical (EC) voltammetry, gas-chromatography (GC), on-line electrochemical mass spectrometry (OLEMS), scanning electrochemical microscope (SECM), and so forth to clarify the nanomaterial's surface reactions. Our research accomplishments directly relate to a true zero-carbon society.

原子構造制御燃料電池触媒モデル

固体高分子形燃料電池(PEMFC)のカソードおよびアノードでは、それぞれ酸素還元反応(ORR)および水素酸化反応(HOR)が進行している。その触媒開発に向けて、現在Ptを中心とする合金ナノ粒子の合成とその特性評価が精力的に行われている。触媒メカニズムの解明には、活性・耐久性と触媒ナノ構造との関係を原子レベルで明らかにする必要がある。しかし、最表面近傍のミクロ構造や担体界面と触媒特性の関係性については未解明の部分が多い。我々は、モデル触媒の気相合成(UHV; $\sim 10^{-8}$ Pa中)とその特性解明を行っている。

Well-defined model catalyst studies for fuel cells

Pt-based alloy nanoparticles are effective catalysts for cathodes and anodes for proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs). Under the operating condition of a PEMFC, oxygen reduction reaction (ORR) and hydrogen oxidation reaction (HOR) proceed at the cathode and anode, respectively. For comprehensive understandings of ORR and HOR mechanisms, complex nano-structures of the metal(alloy) nanoparticle surfaces as well as nanoparticle/support interfaces should be modeled and investigated. In 2021, we fabricated Pt-based and Ir-based model catalysts in UHV ($\sim 10^{-8}$ Pa) and discussed the correlation between the topmost surface atomic structures and catalytic properties.

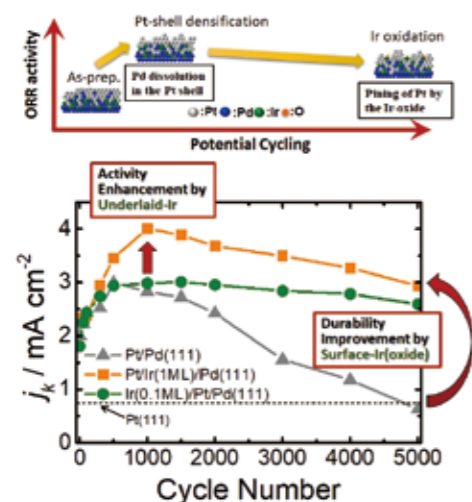


Fig.1 ORR Durability Improvement of Ir-Modified Pt/Pd(111).

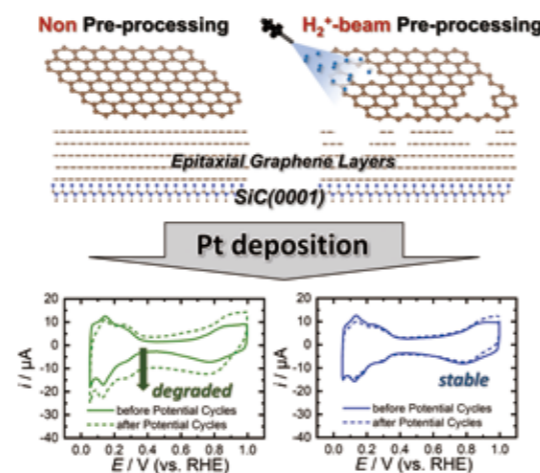


Fig.2 ORR Durability Improvement of Pt/EGLs/SiC(0001) by H_2^+ -beam Pre-processing.

○ Ir 添加 Pt/Pd(111) 表面系の ORR 特性

清浄な Pd(111) 基板上に Pt を堆積した Pt/Pd(111) に対して、Ir を中間層 (Pt/Ir/Pd(111)) および表面 (Ir/Pt/Pd(111)) に配置した積層構造を作製し、その ORR 触媒特性を検討した。Fig.1 にそれぞれの試料について、電位サイクル負荷時の ORR 活性推移をまとめた。STEM-EDS および XPS 分析結果と合わせ、中間層 Ir は電荷移動を通じて表面 Pt 層を高活性化し、また電位サイクル負荷により生成する Ir 酸化物は耐久性を向上させることがわかった。

○ Pt/EGLs/SiC(0001) 表面系の ORR 特性

SiC(0001) 基板上にエピタキシャル成長したグラフェン層 (EGLs) 上、さらに EGLs 層に H_2^+ イオンビームを照射した EGLs 上に Pt を蒸着した試料 (Pt/EGLs/SiC(0001) および Pt/H_2^+ -EGLs/SiC(0001)) の ORR 特性を調査した。Fig.2 に試料作製シーケンスを模式的に示した。得られた試料の ORR 活性や電位サイクル負荷特性を検討した結果、 Pt/H_2^+ -EGLs/SiC(0001) の ORR 耐久性は H_2^+ イオンビーム未照射の EGLs 上の Pt 層に比較して向上することがわかった。

ステンレス鋼電極表面の酸素発生

水電解による水素製造時にアノードでは酸素発生反応(OER)が進行する。OER 過電圧低減に向けステンレス鋼電極が検討されているが、表面酸化皮膜の構造・組成や OER に対する影響は未解明である。本年は、アルカリ浴中における SUS316 ステンレス鋼電極表面の OER 耐久性を検討した。Fig.3 に示すように、Ni-Fe 水酸化物の生成が OER 耐久性向上に対して有効であることがわかった。

研究プロジェクト、受賞

NEDO、JSPS 基盤研究 (B)、挑戦的研究、JST さきがけ、次世代研究者挑戦的研究プログラムなどの研究プロジェクトを実施し、学生は成果報告を 16 件行った。(内 4 件受賞; Fig.4)

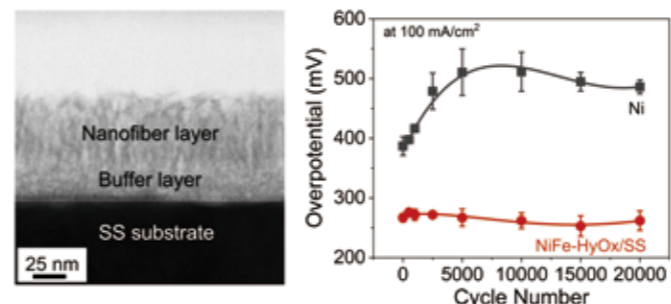


Fig.3 Cross-sectional ABF-STEM image and OER Overpotential changes of the NiFe-HyOx/SS.

○ Interlayer- and surface-Ir-modified Pt/Pd(111) model catalyst surfaces Pt/Ir/Pd(111) and Ir/Pt/Pd(111) were synthesized as surface structural models for practical core-shell type Pd@Pt catalysts by vacuum depositions of Ir and Pt on the Pd(111) substrate surface. Fig. 1 shows ORR activity trends while applying potential cycle loadings. Considering STEM-EDS and XPS results, the ORR behavior suggests that Ir located in the Pt(111) shell layers contributed to ORR activity enhancement via charge transfer between Ir and Pt surface atoms, while surface Ir-oxides generated by PC loadings are correlated with ORR durability improvement.

○ Pt nanostructures on epitaxial graphene layers (EGLs) were generated via the thermal annealing of SiC(0001) substrates (Pt/EGLs/SiC(0001)). Furthermore, Pt nanostructures were fabricated separately on a hydrogen-ion-beam (H_2^+ -beam) irradiated EGLs/SiC(0001) (Pt/H_2^+ -EGLs/SiC(0001)). Fig.2 shows schematic ball models for the sample. The ORR properties of the vacuum-synthesized Pt/EGLs/SiC(0001) samples were evaluated, and the Pt/H_2^+ -EGLs/SiC(0001) surface revealed improved electrochemical structural stability; that is, the enhanced ORR durability relative to the non- H_2^+ -irradiated Pt/EGLs/SiC(0001) surfaces.

Oxygen evolution reaction on stainless-steel electrode surface

Water electrolysis is one of the key technologies for achieving a zero-carbon society. To reduce overpotential of oxygen evolution reaction, stainless-steel electrodes are investigated, although the electrode surface morphological and compositional changes during the electrolysis are yet to be clarified. As shown in Fig.3, the superior oxygen evolution reaction property is originated from the NiFe-HyOx surface catalyst layer on the stainless-steel substrate.

Research project, award

We have performed NEDO, JSPS KAKENHI, JST PRESTO, and JST SPRING. Our students have presented six papers in international conferences and 10 papers in domestic conferences and received four awards (Fig.4).



Fig.4 Certificates of academic awards.

世界最先端の熱分解分析機器および分析技術の開発を目指して

Towards Development of Innovative Analytical Pyrolysis Technologies

熱分解 - ガスクロマトグラフィー / 質量分析法 (Py-GC/MS 法) による高分子のキャラクタリゼーション、廃プラスチックのリサイクルやバイオマス資源の有効利活用に向けた高分子の分解反応評価、これらを可能とする新しい分析手法および分析機器開発 (熱分析装置、ガスクロマトグラフ、質量分析装置、それらの周辺機器など) を行っている。また、フロンティア・ラボが有する海外拠点を通じて研究成果を世界に発信、海外との研究交流や共同研究を実施することで、グローバル人材の育成にも積極的に取り組む。

We are developing innovative pyrolysis technologies, such as pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry (Py-GC/MS), and the related equipment for polymer characterization and development of pyrolysis processes for feedstock recovery from waste plastics and biomass resources. We are also trying to develop human resources capable of global perspectives through international collaborative researches and seminars with Frontier Laboratories' global branch offices.

オンライン紫外線照射 / 熱分解 -GC/MS による太陽電池封止剤の紫外線劣化生成物の in-situ 分析を実現

本講座では、ポリマーの構造解析および廃プラスチックやバイオマス化学原料に転換するための手法として、熱分解法に着目している。熱分解法は不活性ガス雰囲気下において「熱」によって種々の化学結合を切断する手法である。本講座では、小型熱分解装置 (通称: パイロライザー) を用いてポリマーを熱分解し、熱分解によって生じる揮発生成物をガスクロマトグラフ / 質量分析装置 (GC/MS) により直接分析するアプローチを研究している。

今年、本講座では、オンライン紫外線照射 / Py-GC/MS (UV/Py-GC/MS) と呼ばれる、熱分解 -GC/MS (Py-GC/MS) に紫外線照射装置を組み合わせたシステム (Fig.1) を用いて、太陽電池封止材をパイロライザー内で加速劣化させ、その劣化生成物を GC/MS によりその場分析することに成功した。太陽電池封止材のみならず、様々な高分子材料の紫外線劣化機構の解明に貢献するパワフルな分析手法として、今後大きく期待される。本研究成果は、Elsevier の Polymer

Combined UV-irradiation and Py-GC/MS approach for evaluating the deterioration behavior of PV encapsulant

Pyrolysis is considered a promising method for polymer characterization (in the field of analytical pyrolysis) and chemical feedstock recovery from polymeric wastes (in the area of applied pyrolysis) because it can decompose any polymeric material into smaller molecules by applying heat alone in an inert atmosphere. Pyrolysis-gas chromatography (Py-GC) involves pyrolyzing polymeric materials in a micro-pyrolyzer and a subsequent direct GC analysis of pyrolyzates. Py-GC has immense potential for applications in the fields of analytical and applied pyrolysis because it allows rapid and accurate analysis of pyrolyzates. This is beneficial for elucidating the microstructure and composition of polymers and for rapid screening of pyrolysis conditions for designing feedstock-recycling processes.

We employed a micro-UV irradiator combined with Py-GC/MS (UV/Py-GC/MS) (Fig.1). This system facilitates the UV irradiation of the samples inside the pyrolyzer at the desired temperatures and gas flow rates, and the subsequent analysis of the deteriorated samples by Py-GC/MS or evolved gas analysis (EGA)-MS. Furthermore, it facilitates the simultaneous UV

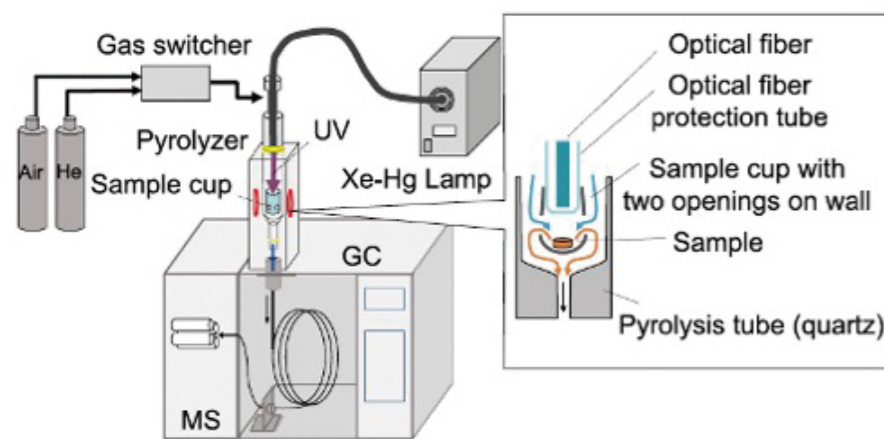


Fig.1 Schematic illustration of UV/Py-GC/MS system.

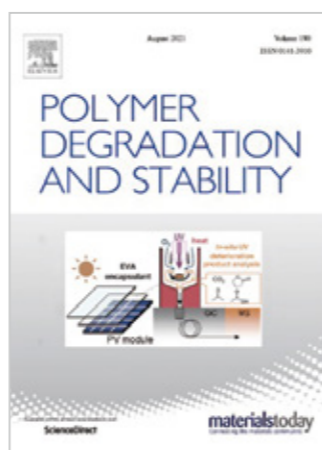
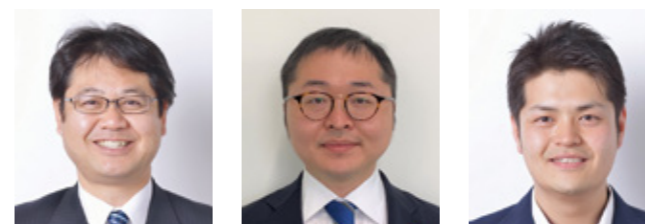


Fig.2 Selected journal cover image by Polymer Degradation and Stability



教授 吉岡 敏明
Professor (兼務)
Toshiaki Yoshioka

准教授 渡辺 壱
Associate Professor
Atsushi Watanabe

助教 熊谷 将吾
Assistant Professor (兼務)
Shogo Kumagai

Degradation and Stability 誌へ掲載され、本研究のイメージが volume 190 (2021 年 8 月号) の表紙を飾った (Fig.2)。なお、本研究成果は、同研究科吉岡研究室および環境循環政策学分野 (DOWA ホールディングス寄附講座) との共同成果である。

国際セミナー「Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology」の開催

熱分解法は、環境科学、材料科学、生物学、薬学、法科学、考古学、食品科学、地質学など、非常に幅広い分野に活用されている手法である。本年は、2021 年 4 月 30 日に、国際セミナーとして、Research & Innovations WEBINARS “Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology” をフロンティア・ラボ株式会社が主催し、熊谷助教が「Characterization of Engineering Plastics using Pyrolysis under Helium, Air and UV」と題して講演を行った (Fig.3)。ウェビナーの講演動画はフロンティア・ラボの YouTube チャンネルにて現在公開中であり (<https://www.youtube.com/watch?v=7cTlY4qeTck&t=1628s>)、高分子材料の熱分解分析における熱分解 -GC/MS のアプリケーションや研究開発の最前線を学ぶことが可能。

査読付原著論文

- [1] **S. Kumagai*** and **T. Yoshioka**, “Latest Trends in Pyrolysis Gas Chromatography for Analytical and Applied Pyrolysis of Plastics”, *Anal. Sci.*, 37, 145 (2021). **Invited paper**
- [2] **S. Kumagai*** and **T. Yoshioka**, “Chemical Feedstock Recovery from Hard-to-Recycle Plastics through Pyrolysis-Based Approaches and Pyrolysis-Gas Chromatography”, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 94, 2370 (2021). **Invited paper**
- [3] K. Yamada, **S. Kumagai***, T. Shiratori, T. Kameda, Y. Saito, **A. Watanabe**, C. Watanabe, N. Teramae, T. Yoshioka, “Combined UV-irradiation and pyrolysis-GC/MS approach for evaluating the deterioration behavior of ethylene vinyl acetate”, *Polym. Degrad. Stab.*, 190, 109623 (2021). **Journal Cover Picture**
- [4] T. Ishimura, I. Iwai, K. Matsui, M. Mattonai, **A. Watanabe**, W. Robberson, A.-M. Cook, H. L. Allen, W. Pipkin, N. Teramae, H. Ohtani, C. Watanabe, “Qualitative and quantitative analysis of mixtures of microplastics in the presence of calcium carbonate by pyrolysis-GC/MS”, *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 157, 105188 (2021).

irradiation of the samples in the pyrolyzer and the in situ analysis of the gases evolved during UV irradiation using GC/MS. This work was published in *Polymer Degradation and Stability*, and the image of this system was selected as a cover image of this journal (Fig.2).

Hosting an International Webinar: “Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology”

Pyrolysis is widely applied in broad fields, such as environmental, biological, medical, forensic, cultural heritage, food, geochemical, polymer, and materials science.

Frontier Laboratories Ltd. held an international webinar, “Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology,” on 30 April 2021, and Dr. Shogo Kumagai delivered a lecture, “Characterization of Engineering Plastics Using Pyrolysis under Helium, Air and UV” (Fig.3). The lecture video has been uploaded on the F_Lab’s YouTube channel (<https://www.youtube.com/watch?v=7cTlY4qeTck&t=1628s>). The lecture provided the latest trends in Py-GC/MS for analytical pyrolysis of engineering plastics.

招待講演

- [1] **A. Watanabe**, “A new searching algorithm for identification and quantification of environmental microplastics by Py-GC/MS”, *International Symposium on Environmental Microplastics*, November 10, 2021.
- [2] **熊谷将吾, 吉岡敏明**, “プラスチックリサイクルのための熱化学的変換および化学的分離アプローチ”, 第70回高分子討論会, 2021年9月8日
- [3] **S. Kumagai**, “Characterization of Engineering Plastics using Pyrolysis under Helium, Air and UV”, *Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology*, April 30, 2021.



Fig.3 Research & Innovations WEBINARS “Polymer Characterization by Analytical Pyrolysis Technology”

安全・安心な高機能鉄鋼の製造技術を通して、持続可能な社会に貢献

Development of manufacturing technology for safe and secure high performance steels contributing to sustainable society

高機能鉄鋼製品は主原料として鉄鉱石から製造される。これらの製品は使用した後に、スクラップにされて、再度鉄原料に戻される。鉄は何度も再使用可能な環境にやさしい材料である。同時に鉄鋼製造工程は大量の資源とエネルギーが必要で、地球環境に大きく関わるので、環境負荷を低減することが必要である。最近ではさらに建築物や自動車の軽量化のため高強度鉄鋼材料が要求されている。私たちは持続可能な社会や産業を構築することを使命として、この講座では環境に適応する特に安全・安心な高機能な金属材料とその製造プロセスと社会制度を探究し、計算科学を用いた基礎研究から企業研究のメリットを生かした大規模実験に基づく応用研究と高度な教育を行っている。

High-performance steels are made primarily from iron ore. At the end of steel products' lives, they are scrapped and recycled as raw iron resources. Iron is therefore a reusable and environmentally friendly material. The steel manufacturing process, however, requires large amounts of resources and energy and affects the environment worldwide. It is therefore necessary to reduce its environmental impact at all stages of production. Additionally, demand for high-strength steels are increasing for weight reduction of infrastructure or automobiles. We aim to establish a sustainable society and industry, so we are studying safe, secure, environmentally adaptable materials and their production processes, as well as related social systems. We undertake education and research via a fundamental study that applies computational science and application research to large-scale experiments owing to resources of the company.

社会の安全・安心を担う環境配慮型構造用鉄鋼材料

私たちは、水素用途や建築・自動車用高強度鋼などのように、地球環境に配慮した高機能鉄鋼材料の研究開発を行っている。これは国連で定めたSDGs (Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標) にも整合する。クリーンエネルギーである水素を燃料として走行する燃料電池自動車 (FCV) や FCV に水素を供給する水素ステーションでは高圧の水素ガスが用いられるが、これらの高圧水素システムに使われる鋼材には高強度かつ優れた耐水素脆化特性が要求される。また、建築物や自動車の軽量化のため高強度鋼の需要が増しているが、高強度鋼では水素による脆化が問題となる。本研究室では鋼中の主要合金元素の Cr と Mo の影響を検討している。焼入れまおよび焼入れ焼戻しマルテンサイト鋼において、Cr と Mo は水素拡散係数 D を低下させること (Fig.1) や、さらには Cr, Mo による D の低下が水素脆化を促進することを明らかにした。これらの結果は、水素脆化を防止するための最適鋼材の選定や新規鋼材の開発に活用できる。

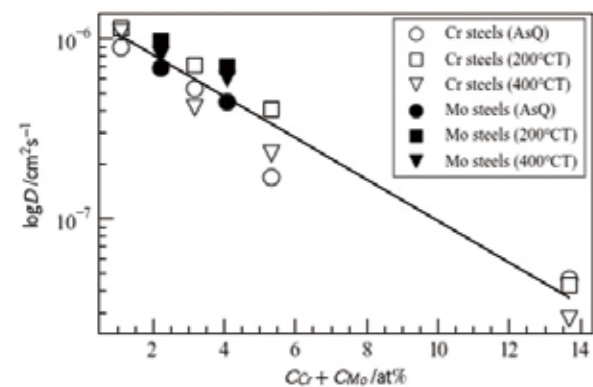


Fig.1 Hydrogen diffusion coefficient D as function of alloy concentration.

Adapting structural steels to the environment for a safe and secure society

We have conducted research and development of high-performance steels from the blast furnace process, such as high-strength steels for hydrogen systems, infrastructure, or automobiles, which are friendly to the global environment. This complies with the United Nations' Sustainable Development Goals. High-pressure gaseous hydrogen, a clean energy carrier, is used in fuel cell vehicles (FCV) and hydrogen stations that supply hydrogen to FCVs. Steels used for highly pressurized hydrogen systems should have both high strength and sufficient resistance to hydrogen embrittlement (HE). Additionally, demand for high-strength steels is increasing for weight reduction of infrastructure and automobiles. An increase in strength may cause embrittlement due to hydrogen absorption. In this study, effects of Cr and Mo, the main alloying elements in steel, were investigated. Our work clarified that Cr and Mo decrease the hydrogen diffusion coefficient D in water-quenched and subsequently tempered martensitic steels. Furthermore, we confirmed that the decrease in D by adding Cr and Mo promotes HE. These results lead to selection of appropriate steels or development of new steels that are resistant to HE.



客員教授 森口 晃治 Professor Koji Moriguchi
客員教授 松村 勝 Professor Masaru Matsumura
客員教授 大村 朋彦 Professor Tomohiko Omura

金属系ポリタイプの形成機構に関する理論物性研究

Mg 合金では、積層多形 (ポリタイプ) をベースとするシンクロ型 LPSO 構造、キンクバンド強化機構の発見といった新しい材料科学的知見が我が国から発信され、構造材料としての実用化のみならず、他の材料での機能創出への横展開につながることを期待される。ポリタイプの相安定性予測は、物性物理学や材料科学における永年の未解決問題でもある。これは、ポリタイプの原子論的相互作用が、その幾何学的構造の単純さにもかかわらず、驚くほど複雑で繊細であるという事実に起因する。我々は、10H-LPSO 型 Mg-Zn-Y 合金における侵入型 Mg 原子の安定サイトをベイズ最適化も利用した第一原理計算で探索。実験で観測されている $L1_2$ クラスタ中心が最安定な Mg 侵入位置であることが分かった (Fig.2)。

鉄鉱石焼結プロセスにおけるバイオマス炭利用

高鉄品位な微粉鉄鉱石およびバイオマスを使用することが環境負荷低減に結び付く。従来熱源である粉コークスと比較して、バイオマス炭は燃焼速度が高いことが知られているが、焼結組織に及ぼす影響に関する検討は少ない。そこで、まず、焼結層を模擬した充填層燃焼試験より、バイオマス炭使用における温度履歴が、高到達温度かつ急速降温の特徴を示した。それを踏まえ、焼結原料組成に調整した試薬タブレットの電気炉焼成実験において、到達温度を高めても冷却速度が速ければ、焼成後タブレット中に多くの気孔を分散配置できることを知見した (Fig.3)。気孔数増加は、高炉における還元反応を高める効果が期待される。

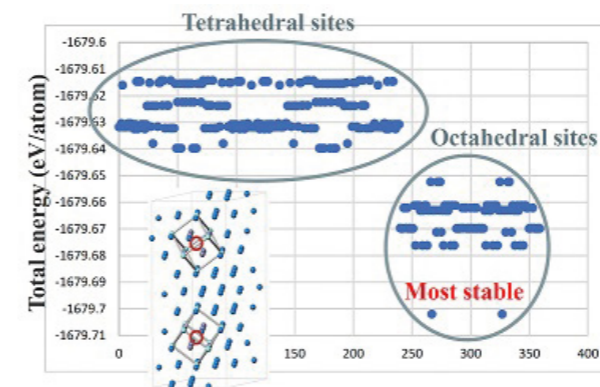


Fig.2 Theoretical search for the most stable site of interstitial Mg atom in 10H-LPSO Mg-Zn-Y alloy based on first-principles calculations.

Theoretical study on formation mechanisms of metallic polytypes

Synchronized long-period stacking-ordered (LPSO) structures (i.e., polytypes) and their kink-band strengthening mechanism for Mg alloys have been discovered in Japan. The knowledge of recent Mg-based alloys is not only expected to be adapted for practical applications but also used for horizontal development to create new functions in other materials. Predicting polytype phase stability for a material has been a long-standing issue in condensed matter physics and materials science. This situation stems from the fact that the atomistic interactions on polytype energetics, surprisingly, might be quite complex and delicate, despite the simplicity of the geometrical structure. We have searched for the most stable site for the interstitial Mg atom in the 10H-LPSO Mg-Zn-Y alloy based on the first-principles calculation along with Bayesian optimization. The center site in the $L1_2$ cluster is found to be the most stable site for the interstitial Mg atom, which was actually pointed out by the experiment observation (Fig.2).

Utilization of biomass char in iron ore sintering process

Using high-grade fine iron ore and biomass is effective to reduce environmental load. It has been clarified that biomass char has a higher combustion rate than coke breeze, but there are few studies on its effect on the sinter mineral matrix. First, it was found that temperature profile using biomass char showed the characteristics of reaching a higher temperature and higher cooling rate, from the packed bed combustion test simulating the sintering layer. Based on the findings from the electric furnace test, which involves sintering the reagent tablet adjusted to a sinter raw material chemical composition, many pores were found to remain in the tablet at the high cooling rate, even if the temperature reached is high (Fig.3). The high number of pores in sinter is expected to have high reducibility in a blast furnace.

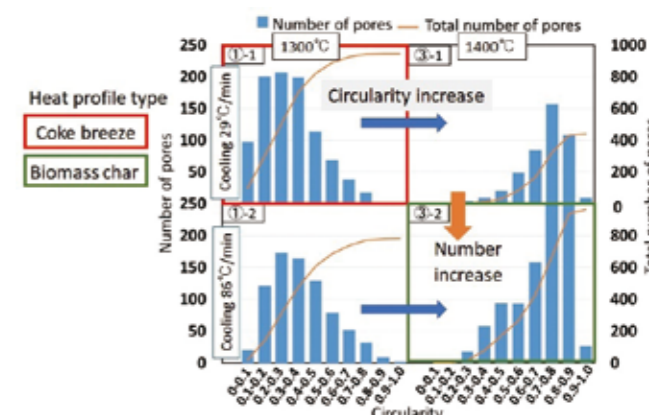


Fig.3 Influence of heat profile on characteristic of pore in sinter (electric furnace experiment)

グローバルな大気環境や炭素循環の変化を捉える

Observation of Global Atmospheric Environment and Carbon Cycle Changes

当講座では地球規模の大気環境変動に関わる大気化学成分の分布や経時変化を計測する観測技術、陸域における炭素収支の観測技術、ならびに地球温暖化を含めたグローバルな大気環境変動解析に関する研究と教育を行っている。具体的には、人工衛星、航空機、船舶、地上観測による大気成分や雲、エアロゾル、ならびにそれらの地表プロセスの観測技術、地上からの各種の遠隔計測技術の開発、アジアや南極、シベリアを含む北極など世界各地における観測活動ならびに取得したデータの処理アルゴリズム、データ解析を行うことによって地球規模での大気環境変動の原因究明に向けた研究を実施している。

In cooperation with the National Institute for Environmental Studies, we are carrying out research on the global atmospheric environment, such as global warming and air pollution. For that purpose, we are developing measurement techniques on atmospheric composition changes and terrestrial carbon budgets. We conduct research and education on measurement principles, data processing algorithm, field experiments, and data analysis on the basis of specific cases of remote sensing and in situ technologies. We also develop applications for atmospheric compositions/clouds/aerosols and their surface processes, utilizing such instruments as satellite-borne, air-borne, ship-borne, and ground-based sensors. We conduct field measurements in Asia, Antarctica, and the Arctic including Siberia, and we study global atmospheric environmental change by analyzing these data.

つくばにおける 2010 年以降の FTIR 観測による バイオマス燃焼由来 CO 発生源の推定

我々は、つくば (36.1°N, 140.1°E) における 2010 年～2019 年の FTIR 観測データから、CO (一酸化炭素) 及び HCN (シアン化水素) の高度分布を導出し、CO の発生源の推定を行った。CO は主に化石燃料の燃焼やバイオマス燃焼、炭化水素の酸化等によって生成される。大気中では数週間～2ヶ月程度の寿命を持ち、その存在量や発生源には地域的な大きな偏りが存在する。近年アジア地域からの CO の放出が全球的な濃度変化に大きな影響を与えていることが分かっており、その発生源の推定の高度化が望まれている。本解析では、主にバイオマス燃焼によって生成し、数年程度の寿命を持つ HCN をバイオマス燃焼のプロキシとして用いた。つくばの FTIR 観測スペクトルをインバージョン解析プログラム SFIT4 を用いて解析し、CO と HCN の高度分布を 0-5 km と 5-18 km の 2 層についてパーシャルカラムを求め、

Estimation of emission source of carbon monoxide from biomass burning observed with ground-based Fourier transform infrared spectrometer at Tsukuba since 2010

Carbon monoxide (CO) is mainly produced by fossil fuels, biomass burning, and oxidation of hydrocarbons. It has a lifetime of several weeks to 2 months in the atmosphere, and its regional abundance and source are not uniform. In recent years, it has been found that the emission of CO from Asia has a great influence on the global concentration, and it is desired to improve the estimation of its source. We have retrieved atmospheric abundances of CO and hydrogen cyanide (HCN) with a ground-based Fourier transform infrared spectrometer (FTIR), and we have analyzed the spectra observed at Tsukuba, Japan (36.1°N, 140.1°E), from April 2010 to May 2019. In this analysis, the source of CO was estimated using CO-HCN correlation. HCN has a lifetime of several years and it is mainly produced by biomass burning. HCN was used as a proxy for biomass burning. The FTIR retrievals were carried out with the SFIT4

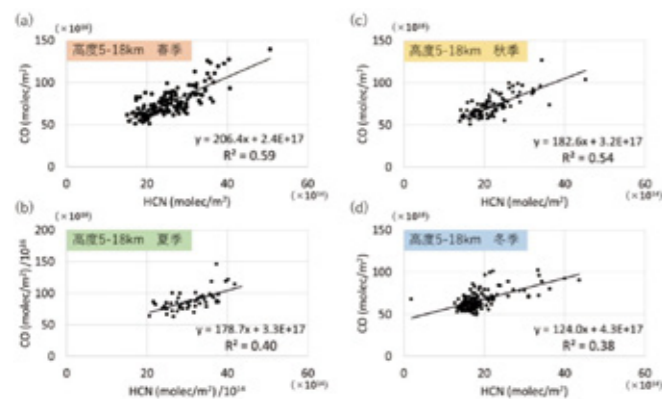


Fig.1 (a) Correlation between partial column of CO and HCN at 5-18 km in spring. (b) Same as (a) but for summer. (c) Same as (a) but for fall. (d) Same as (a) but for winter.

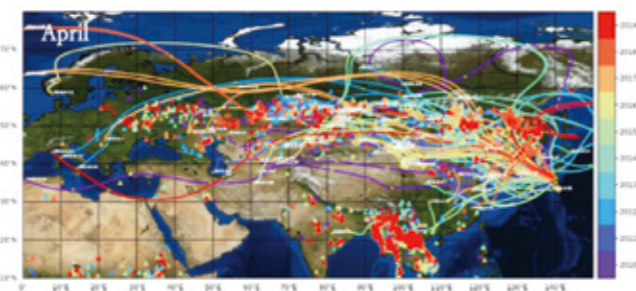
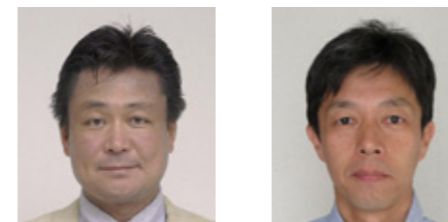


Fig.2 5-days backward trajectory analysis for FTIR analyzed air mass at Tsukuba for altitude of 4 km overlapped with forest fire locations observed MODIS satellites. The color represents the year of observation.



客員教授 中島 英彰
Professor
Hideaki Nakajima

客員教授 町田 敏暢
Professor
Toshinobu Machida

それらの間の相関を解析した。その結果、春季の 5-18 km の CO と HCN カラム量の間に関連関係が確認された。相関解析から得られた CO/HCN 比から、大気中 CO パーシャルカラムにおけるバイオマス燃焼起源 CO の割合を求めた結果、3-5 月の平均で約 70% という値を得た。またこの空気塊の後方粒跡線解析を行った結果、春季の高度 5-18 km において中国東北部からロシアの緯度 50-60°N 帯の地域の森林火災を起源とする CO である可能性が示唆される結果を得ることができた。

航空機と船舶の観測から推定した赤道アジア域における 2015 年の森林火災からの CO₂ 放出

大気輸送モデルの逆解析を利用して 2015 年の強いエルニーニョ現象によって引き起こされた赤道アジア域における泥炭・森林火災からの二酸化炭素 (CO₂) 放出量をトップダウン法で推定した。この逆解析には民間航空機を使った CONTRAIL プロジェクトで得られた高精度の CO₂ 観測データが用いられている (Fig.3)。またこれとは独立した観測である同地域を航行する船舶を使ったプロジェクトでの測定値 (特に CO 濃度) を利用して火災起源 CO₂ の検証を行った。航空機と船舶の観測から推定された 2015 年 9-10 月の火災による炭素放出量は 273 Tg であった (Fig.4)。この 2 ヶ月の放出量は当該地域における年間の火災による放出量の 75%、年間の正味炭素放出量の 45% に相当する。このことは森林火災が赤道アジア域における炭素フラックスの年々変動の主たる要因であることを意味する。感度テストを行ったところ、航空機観測のデータは確実に火災の情報を含んでいるものの、(ボトムアップ法で推定された) 初期値の情報にも逆解析の結果が左右されうることもわかった。逆解析の計算値はボトムアップ法の推定値より低めの値を示すが、この原因の一部は船舶観測の CO と CO₂ の濃度比に起因していると考えられる。将来の地球温暖化の進行によって赤道アジア域は乾燥化が進むと予想され、さらなる泥炭・森林火災が大気への炭素放出を加速する危険性がある。(Niwa et al., *ACP*, 2021)

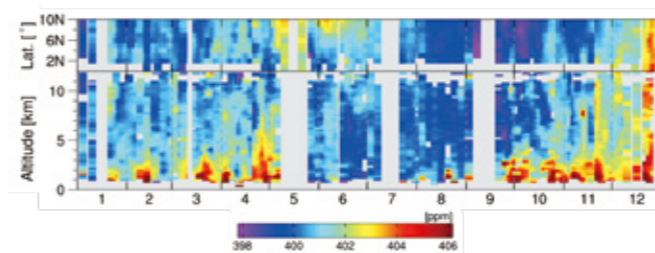


Fig.3 CO₂ mole fractions in the free troposphere around Equatorial Asia observed by CONTRAIL. Upper panel presents a time-latitude cross section from cruising mode data within the longitude range of 90-130 E and the lower panel shows a time-altitude cross section from ascending and descending data over Singapore.

retrieval program. Vertical profiles of CO and HCN were retrieved, and partial column amounts in two layers, 0-5 km and 5-18 km were obtained. Using correlation analysis between CO and HCN, significant positive correlation was found between them at 5-18 km in spring. From the CO:HCN ratio, the biomass burning-derived CO was estimated to be about 70% from March to May. From the backward trajectory analysis of the air mass, it was confirmed that the biomass burning-origin air mass mainly originated from forest fires in northeastern China to Russia in the area of 50-60°N.

Estimation of fire-induced carbon emissions from Equatorial Asia in 2015 using in situ aircraft and ship observations

Inverse analysis was used to estimate fire-induced carbon emissions in Equatorial Asia due to the big El Niño event in 2015. This inverse analysis is unique because it extensively used high-precision atmospheric mole fraction data of carbon dioxide (CO₂) from the commercial aircraft observation project CONTRAIL (Fig.3). Through comparisons with independent shipboard observations, especially carbon monoxide (CO) data, the validity of the estimated fire-induced carbon emissions was demonstrated. The best estimate, which used both aircraft and shipboard CO₂ observations, indicated 273 TgC for fire emissions from September-October 2015. This 2-month period accounts for 75% of the annual total fire emissions and 45% of the annual total net carbon flux within the region, indicating that fire emissions are a dominant driving force of interannual variations of carbon fluxes in Equatorial Asia. Several sensitivity experiments demonstrated that aircraft observations could measure fire signals, though they showed a certain degree of sensitivity to prior fire-emission data. The inversions coherently estimated smaller fire emissions than the prior data did, partially because of the small contribution of peatland fires indicated by enhanced ratios of CO and CO₂ observed by the ship. In future warmer climate conditions, Equatorial Asia may experience more severe droughts, which risks releasing a large amount of carbon into the atmosphere (Niwa et al., *ACP*, 2021).

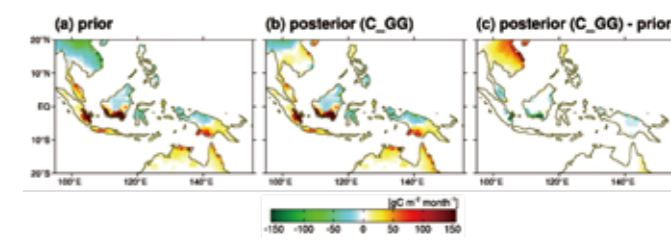


Fig.4 Prior (a) and posterior (b) surface CO₂ flux distributions averaged for September 2015. Differences between prior and posterior fluxes (c) is also shown.

環境研究推進センターの取組み

Activities of Environmental Research Promotion Center

環境研究推進センターは2017年7月に設立され、本学の環境教育研究活動の推進・地域連携・産学官連携の取組み等を通じて環境に関する研究成果の社会実装を図ることを目的とし活動している。環境科学研究科では、地球温暖化・自然共生・エネルギー・資源循環といった、環境に深く関わる世界最先端の研究が進められているが、これらの研究分野は人々の暮らしや価値観と密接な関係があることから、個々の研究の推進と共に、研究分野間相互に連携しながら人と社会に影響を与えていく「研究成果の体系化」を図っていくことが重要である。

環境研究推進センターは、環境に関する研究推進、地域連携・産学官連携等を通じて研究成果の社会実装の実現を図るとともに、研究のアウトリーチ活動・環境教育の推進・研究成果の普及啓発等を積極的に行っている。

The Environmental Research Promotion Center (ERPC) was founded in July 2017. Through its activities, such as in promoting environmental education and our university's research activities, as well as various projects in coordination with the area or with industry, academic, and governmental organizations, its aim is to apply the results of environmental studies to society. The Graduate School of Environmental Studies works on up-to-date studies that are deeply related to the environment, namely global warming, symbiotic relationships with nature, energy, and resource recycling. Since these study fields are closely related to people's lives and values, it is important for us to coordinate studies among different fields and systematize study results while proceeding with individual studies.

Also, the ERPC is accelerating its environmental studies and projects to materialize actual application of study results to society in coordination with area organizations as well as industry, academic, and governmental organizations. At the same time, the ERPC makes positive efforts through publicity activities, promoting environmental education, and spreading study results.

宮城県との連携

環境科学研究科は、2004年に宮城県と連携協定を締結した。本年度は宮城県環境生活部との意見交換会を10月に行い、今後の展望について意見を交わした。今年度新たに開講した、県職員の派遣による「環境行政論」を2学期に実施した。

仙台市との連携

仙台市とは、2009年連携協定を締結したが、2021年3月に、連携目的を更新し、協力体制をさらに強化した新たな協定を締結した(Fig.1)。また2021年7月には情報交換会を行い、今後の展望について意見を交わした。宮城県との連携と同様に、今年度新たに開講した、仙台市職員の派遣による「環境行政論」を2学期に実施した。

Cooperation with Miyagi Prefecture

The Graduate School of Environmental Studies has had a cooperation agreement with Miyagi Prefecture since 2004. A roundtable discussion with the Environmental and Community Affairs Department, Miyagi Prefectural Government, was held in October. Environmental Administration was a new class in 2021, and it was offered with the prefecture staff as a lecturer in the second semester.

Cooperation with Sendai City

Our graduate school has had a cooperation agreement with Sendai City since 2009. In March 2021, a new agreement was signed to renew the purpose of cooperation and further strengthen the cooperation system (Fig.1). In July, an information exchange meeting was held with the Environmental Bureau of the City of Sendai. Environmental Administration was a new class in 2021, and it was offered with the city staff as a lecturer in the second semester.



Fig.1 Signing ceremony of GSES - Sendai City partnership agreement.

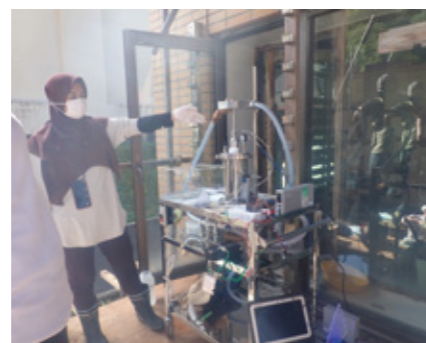


Fig.2 Hydrogen production through aluminum-hot spring water reaction in the Tamagawa hot springs.



Fig.3 Signing ceremony of GSES - Shima City partnership agreement.



教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya



特任教授 松原 秀彰
Professor
Hideaki Matsubara



特任准教授 大庭 雅寛
Associate Professor
Masahiro Oba



特任助教 寺坂 宗太
Assistant Professor
Sota Terasaka



特任助教 三橋 正枝
Assistant Professor
Masae Mitsuhashi

その他の地方自治体との連携

2017年に連携協定を締結した仙北市では、今年度も、土屋研究室が「玉川強酸性温泉水と廃アルミニウムを用いた水素製造の実証実験」の研究を実施し、環境研究推進センターが実験に協力した(Fig.2)。

2019年に和泊町との連携協定を締結し、2021年度も事業推進アドバイザーとして事業の監修を務めた。

2021年度は三重県志摩市と連携協定を締結した(Fig.3)。2019年に連携協定を締結した東松島市との2地域を拠点にJSTの共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)「美食地政学に基づくグリーンジョブマーケットの醸成共創拠点」プロジェクトが採択され活動を開始した(Fig.4)。

エネルギー価値学創成研究推進拠点

2019年4月に学際研究重点拠点として「エネルギー価値学創成研究推進拠点(拠点長:土屋範芳研究科長)」が認定された。10月7日に東北大学エネルギーシンポジウムを開催した(Fig.5)。第1部では国や地域から始まるカーボンニュートラルの現状と未来への展望を、第2部では東北大学における新しいエネルギー技術研究の最前線を紹介した。

プラスチックスマート戦略のための超域学際研究拠点

2019年に拠点認定された「プラスチックスマート戦略のための超域学際研究拠点(拠点長:松八重一代教授)」の活動の一環で、3月にウェビナーを開催し、その後、プラスチックスマートに関する啓発ビデオを制作した。また、12月は仙台市のたまきさんサロンと連携し、マイクロプラスチックのワークショップを開催した(Fig.6)。



Fig.4 Meeting of JST's COI-NEXT program in Shima City.



Fig.5 Tohoku University Energy Symposium.



Fig.6 Microplastic workshop in Tamaki-san Salon.

Cooperation with other local governments

The Tsuchiya Laboratory conducted the research project "Demonstration experiment of hydrogen production from waste aluminum and Tamagawa Hot Spring acid water" in Senboku City, with which our graduate school has concluded its 2017 cooperation agreement. The ERPC also cooperated in the experiment for this research project (Fig.2).

In 2021, we supervised the project as a business promotion advisor for the plan.

In 2021, our graduate school concluded cooperation agreements with Shima City (Fig.3). JST's COI-NEXT program adopted our project, "Green job market fostering co-creation base based on gastronomy geopolitics." We began activity based in two regions with Higashi Matsushima City, which signed a cooperation agreement in 2019, and Shima City (Fig.4).

Interdisciplinary Studies of Novel Values on Energy for Sustainable Development Society

The Interdisciplinary Studies of Novel Values on Energy for Sustainable Development Society was recognized as an interdisciplinary research group in April 2019. The Tohoku University Energy Symposium was held on October 7 (Fig.5). The first part of symposium introduced the current state and future prospects of carbon neutrality originating in the country and region, and the second part introduced the frontline research on new energy technology at Tohoku University.

TU-TRIPS : Tohoku University Transdisciplinary Research Initiative for Plastic Smart

Tohoku University Transdisciplinary Research Initiative for Plastic Smart was launched as a collaborative research group in 2019. TU-TRIPS held a webinar in March and produced an educational video about being "plastic smart." In December, we held a microplastic workshop in collaboration with Tamaki-san Salon in Sendai City (Fig.6).

業績レポート

先進社会環境学専攻

基幹講座

資源戦略学講座

地圏環境計測・分析学分野

【論文】

- Local initiative hydrogen production by utilization of aluminum waste materials and natural acidic hot-spring water. [Applied Energy, 293(1), (2021), 116909] Vani Novita Alviani, Nobuo Hirano, Noriaki Watanabe, Masahiro Oba, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya

環境複合材料創成科学分野

【論文】

- Functionalization of primary amine groups to single-walled carbon nanotubes by reacting fluorinated SWCNTs with ammonia gas at a low temperature. [Carbon, 172, (2021), 360-371] Koji Yokoyama, Yoshinori Sato, Masashi Yamamoto, Tetsuo Nishida, Takashi Itoh, Kenichi Motomiya, Yoshinori Sato
- Slippage-inhibiting effect of interfacial cross-linking of nanotubes by defluorination on the mechanical properties of free-standing multi-walled carbon nanotube yarns: Comparison with individual multi-walled carbon nanotubes. [Carbon, 179, (2021), 1-12] Hikaru Nishizaka, Tatsuhito Kimura, Yoshinori Sato, Masashi Yamamoto, Tetsuo Nishida, Kenichi Motomiya, Yoshinori Sato
- Corrigendum to “Slippage-inhibiting effect of interfacial cross-linking of nanotubes by defluorination on the mechanical properties of free-standing multi-walled carbon nanotube yarns: Comparison with individual multi-walled carbon nanotubes” [Carbon 179 (2021) 1-12]. [Carbon, 182, (2021), 865-866] Hikaru Nishizaka, Tatsuhito Kimura, Yoshinori Sato, Masashi Yamamoto, Tetsuo Nishida, Kenichi Motomiya, Yoshinori Sato

【総説・解説】

- フッ素化 - 脱フッ素化を用いた炭素ナノ材料の表面改質とその機能 . [日本無機薬品協会会報, 546, (2021), 21-24] 佐藤義倫
- 脱フッ素化により架橋結合させた多層カーボンナノチューブの機械的性質 . [NEW DIAMOND, 37, (2021), 20-23] 佐藤義倫

環境素材設計学分野

【論文】

- Electricity Generation by a Methanogen Cathode Microbial

Fuel Cell. [Journal of Animal Production Environment Science, 19/20(1), (2021), 23-33] Masaki UMETSU, Yasuhiro FUKUDA, Hideyuki TAKAHASHI, Chika TADA

- Enhancement of aragonite mineralization with a chelating agent for CO₂ storage and utilization at low to moderate temperatures. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 13956] Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Kosuke Inomoto, Masanobu Kamitakahara, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Fabrication and evaluation of ascorbic acid phosphate-loaded spherical porous hydroxyapatite/octacalcium phosphate granules. [Journal of the Ceramic Society of Japan, 129(1), (2021), 60-65] Masanobu KAMITAKAHARA, Airi ISHII, Hideaki MATSUBARA, Masakazu KAWASHITA, Maiko FURUYA, Hiroyasu KANETAKA
- Incorporation of tetracarboxylate ions into octacalcium phosphate for the development of next-generation biofriendly materials. [Communications Chemistry, 4, (2021), Article number: 4] Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Mitsuo Hara, Tohru Sekino, Takahiro Seki, Masanobu Kamitakahara, Chikara Ohtsuki, Satoshi Kitaoka, Seiji Takahashi, Masakazu Kawashita
- アルミナの焼結と粒成長に関するモンテカルロ・シミュレーションと実験の研究 . [粉体および粉末冶金, 68(7), (2021), 271-277] 寺坂宗太, 松原秀彰, 青木英彦, 野村浩, 木村禎一, 上高原理暢

環境修復生態学分野

【論文】

- Biodegradation of binary mixtures of octane with benzene, toluene, ethylbenzene or xylene (BTEX): insights on the potential of Burkholderia, Pseudomonas and Cupriavidus isolates. [World Journal of Microbiology and Biotechnology, 37(7), (2021), 122] Hernando P. Bacosa, Jhonamie A. Mabuhay-Omar, Rodulf Anthony T. Balisco, Dawin M. Omar, Chihiro Inoue
- Biomimetic antibiofouling oil infused honeycomb films fabricated using breath figures. [Polymer Journal, 53, (2021), 713-717] Shimura, R., Abe, H., Yabu, H., Chien, M.-F., Inoue, C.
- Effects of Growth Stage and Cd Chemical Form on Cd and Zn Accumulation in *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera*. [International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(8), (2021), 4214] Hiroshi Kudo, Chihiro Inoue, Kazuki Sugawara
- Elucidation and application of environmental pollution purifying mechanisms by plants and microorganisms—examples of microbe-assisted phytoextraction against arsenic pollution and rhizodegradation against polycyclic aromatic hydrocarbons—. [Journal of Environmental Biotechnology, 21(2), (2021), 1-7] Mei-Fang Chien, Chongyang Yang, Shujun Wei, John Jewish A. Dominguez, Ying-Ning Ho, Chihiro Inoue

- Expression of *PvPht1;3*, *PvACR2* and *PvACR3* during arsenic processing in root of *Pteris vittata*. [Environmental and Experimental Botany, 182, (2021), 104312] Wei, S., Kohda, Y.H.-T., Inoue, C., Chien, M.-F.
- HMA4 and IRT3 as indicators accounting for different responses to Cd and Zn by hyperaccumulator *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera*. [Plant Stress, 2,(2021),100042] Christine D.A.P. Wiyono, Chihiro Inoue, Mei-Fang Chien
- Influence of low temperature on comparative arsenic accumulation and release by three *Pteris* hyperaccumulators. [Journal of Environmental Science and Health, Part A, 56(11), (2021), 1179-1188] Farzana Rahman, Kazuki Sugawara, Shujun Wei, Yi Huang-Takeshi Kohda, Mei-Fang Chien, Chihiro Inoue
- Isolation and characterization of novel bacteria capable of degrading 1,4-dioxane in the presence of diverse co-occurring compounds. [Microorganisms, 9(5), (2021), 887] Tusher, T.R., Shimizu, T., Inoue, C., Chien, M.-F.
- Leaching of As and Se from coal fly ash: fundamental study for coal fly ash recycling. [Environmental Monitoring and Assessment, 193(4), (2021), 225] Seki, T., Nakamura, K., Ogawa, Y., Inoue, C.
- New evidence of arsenic translocation and accumulation in *Pteris vittata* from real-time imaging using positron-emitting ⁷⁴As tracer. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 12149] Yi Huang-Takeshi Kohda, Zhaojie Qian, Mei-Fang Chien, Keisuke Miyauchi, Ginro Endo, Nobuo Suzui, Yong-Gen Yin, Naoki Kawachi, Hayato Ikeda, Hiroshi Watabe, Hidetoshi Kikunaga, Nobuyuki Kitajima, Chihiro Inoue
- Separation of microplastic from soil by centrifugation and its application to agricultural soil. [Chemosphere, 288, (2021), 132654] Guido Grause, Yamato Kuniyasu, Mei-Fang Chien, Chihiro Inoue.

地球物質・エネルギー学分野

【論文】

- 1-D inversion analysis of a shallow landslide triggered by the 2018 Eastern Iburi earthquake in Hokkaido, Japan. [Earth, Planets and Space, 73, (2021), Article number: 116] Jun Kameda, Atsushi Okamoto
- Albite-K-feldspar-quartz equilibria in hydrothermal fluids at 400, 420°C and 20-35 MPa: Experimental measurements and thermodynamic calculations. [Geothermics, 94, (2021), 102109] Atsushi Okamoto, Hajime Ishii, Ryosuke Oyanagi, Noriyoshi Tsuchiya
- Cataclastic and crystal-plastic deformation in shallow mantle-wedge serpentinite controlled by cyclic changes in pore fluid pressures. [Earth and Planetary Science Letters, 576(15), (2021), 117232] Ken ichi Hirauchi, Yurina Nagata, Kengo Kataoka, Ryosuke Oyanagi, Atsushi Okamoto, Katsuyoshi Michibayashi
- Experimental fracture sealing in reservoir sandstones and its relation to rock texture. [Journal of Structural Geology,

153, (2021), 104447] Benjamin Busch, Atsushi Okamoto, Krassimir Garbev, Christoph Hilgers

- Formation of amorphous silica nanoparticles and its impact on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 5340] Noriaki Watanabe, Hikaru Abe, Atsushi Okamoto, Kengo Nakamura, Takeshi Komai
- Generation of oxidising fluids by comminution of fault rocks. [Geochemical Perspectives Letters, 19, (2021), 32-35] J. Kameda, A. Okamoto
- Hadal aragonite records venting of stagnant paleoseawater in the hydrated forearc mantle. [Communications Earth & Environment, 2, (2021), Article number: 243] Ryosuke Oyanagi, Atsushi Okamoto, Madhusoodhan Satish-Kumar, Masayo Minami, Yumiko Harigane, Katsuyoshi Michibayashi
- Local initiative hydrogen production by utilization of aluminum waste materials and natural acidic hot-spring water. [Applied Energy, 293, (2021), 116909] Vani Novita Alviani, Nobuo Hirano, Noriaki Watanabe, Masahiro Oba, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
- Multi-stage infiltration of Na- and K-rich fluids from pegmatites at mid-crustal depths as revealed by feldspar replacement textures. [Lithos, 388-389, (2021), 106096] Astin Nurdiana, Atsushi Okamoto, Kenta Yoshida, Masaaki Uno, Takayoshi Nagaya, Noriyoshi Tsuchiya
- Multi-stage serpentinization of ultramafic rocks in the Manlay Ophiolite, southern Mongolia. [Mongolian Geoscientist, 26(53), (2021), 1-17] Amarbayar Nomuulin, Noriyoshi Tsuchiya, Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Undarmaa Batsaikhan, Jiajie Wang
- Redistribution of magnetite during multi-stage serpentinization: Evidence from the Taishir Massif, Khantaishir ophiolite, western Mongolia. [Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 116(3), (2021), 176-181] Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaaki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
- Rupture of wet mantle wedge by self-promoting carbonation. [Communications Earth & Environment, 2, (2021), Article number: 151] Atsushi Okamoto, Ryosuke Oyanagi, Kazuki Yoshida, Masaaki Uno, Hiroyuki Shimizu, Madhusoodhan Satish-Kumar
- マントル掘削でのみ解明される地球科学問題：生命惑星海洋プレート の今を理解する . [地学雑誌, 130 (4) , (2021), 483-506] 森下知見, 藤江剛, 平内健一, 片山郁夫, 瀧野佑衣, 黒田潤一郎, 岡本 敦, 小野重明, 道林 克禎, 諸野祐樹, 山本伸次

地球開発環境学分野 (高橋弘研)

【論文】

- Experimental Investigation on Flow Suppression and Modification of High Water Content Soil Using Water Absorbent Polymer and Fiber Cement Stabilization. [Advanced Experimental Mechanics, 6, (2021), 99-103] Kohei UENO, Kazumi RYUO, Tomoaki SATOMI, Hiroshi TAKAHASHI

- Study on Mechanical Properties of Cemented Soil Reinforced by Empty Fruit Bunch (EFB). [Proc. of International Symposium on Earth Science and Technology 2021, 1, (2021), 65-70] Delima Canny Valentine Simarmata, Tomoaki Satomi, Hiroshi Takahashi
- Study on Stability of Slope Covered by Modified Landslide Sludge. [Advanced Experimental Mechanics, 6, (2021), 104-109] Delima Canny Valentine, SIMARMATA, Thomas Teguh WIJAYA, Tomoaki SATOMI, Hiroshi TAKAHASHI
- スクリュウ式土砂サンプリング機構の試作およびその性能評価. [テラメカニクス, 41, (2021), 7-12] 石田真英, 里見知昭, 高橋弘
- 吸水材添加による高含水泥土の流動性低減と再利用性に関する研究. [テラメカニクス, 41, (2021), 17-22] 上野耕平, 里見知昭, 高橋弘
- 掘削バケットによる土の掘削抵抗力および地盤強度に及ぼす礫の影響. [テラメカニクス, 41, (2021), 1-6] 塩田浩平, 里見知昭, 高橋弘

地球開発環境学分野（坂口研）

【論文】

- A laboratory study of hydraulic fracturing at the brittle-ductile transition. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 22300] Francesco Parisio, Keita Yoshioka, Kiyotoshi Sakaguchi, Ryota Goto, Takahiro Miura, Eko Pramudyo, Takuya Ishibashi, Noriaki Watanabe
- CO₂ injection-induced complex cloud-fracture networks in granite at conventional and superhot geothermal conditions. [Geothermics, 97, (2021), 102265] Eko Pramudyo, Ryota Goto, Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Kengo Nakamura, Takeshi Komai
- Creating Cloud-Fracture Network by Flow-induced Microfracturing in Superhot Geothermal Environments. [Rock Mechanics and Rock Engineering, 54, (2021), 2959-2974] Ryota Goto, Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Takahiro Miura, Youqing Chen, Takuya Ishibashi, Eko Pramudyo, Francesco Parisio, Keita Yoshioka, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Flow-Induced Microfracturing of Granite in Conventional and Superhot Geothermal Environments. [Paper presented at the SPWLA 26th Formation Evaluation Symposium of Japan, Virtual, September 2021, SPWLA-JFES-2021-K, (2021)] Goto Ryota, Pramudyo Eko, Watanabe Noriaki, Sakaguchi Kiyotoshi, Chen Youqing, Takeshi Komai
- Fracturing of granite rock with supercritical water for superhot geothermal resources. [Renewable Energy, 184, (2022), 56-67] Bailong Liu, Anna Suzuki, Noriaki Watanabe, Takuya Ishibashi, Kiyotoshi Sakaguchi, Takatoshi Ito (Available online 19 November 2021.)
- 高温環境における岩石き裂のすべり特性と透水性. [日本地熱学会誌, 43(2), (2021), 53-64] 武山詳, 後藤遼太, 渡邊則昭, 坂口清敏, 土屋範芳

エネルギー資源学講座

分散エネルギーシステム学分野

【論文】

- Comparison of Residual Stress Measurement Methods in Solid Oxide Fuel Cell. [ECS Transactions, 103(1), (2021), 1251-1260] Kento Oshima, Takumi Komaya, Keiji Yashiro, Fumitada Iguchi, Minfang Han, Yige Wang, Tatsuya Kawada
- Corrigendum to evaluation of electrochemical properties of LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_{3-δ}-Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{1.95} composite as air electrode for SOFC solid state ionics, 332, 2019, 70-76. [Solid State Ionics, 363, (2021), 115608] R.A. Budiman, S. Hashimoto, Y. Fujimaki, T. Nakamura, K. Yashiro, K. Amezawa, T. Kawada
- Effect of pinholes in electrolyte on re-oxidation tolerance of anode-supported solid oxide fuel cells. [Fuel Cells, 21(4), (2021), 398-407] Keigo Kumada, Kazuhisa Sato, Tatsuya Kawada, Hirofumi Sumi, Hiroyuki Shimada, Toshiyuki Hashida
- Evaluation of Reaction Mechanism of PCFC Composite Cathodes by Utilizing Patterned Thin Film Model Electrodes. [ECS Transactions, 103(1), (2021), 1745-1751] Zhuo Diao, Katsuya Nishidate, Takaaki Imaizumi, Yuta Kimura, Takashi Nakamura, Yuichi Mikami, Tomohiro Kuroha, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa
- Experimental Evaluation of Influence of Stress on Li Chemical Potential and Phase Equilibrium in Two-phase Battery Electrode Materials. [Electrochemistry, 89(4), (2021), 355-362] Yuta KIMURA, Keita FUNAYAMA, Mahunnop FAKKAO, Takashi NAKAMURA, Naoaki KUWATA, Tatsuya KAWADA, Junichi KAWAMURA, Koji AMEZAWA
- Modulating Reaction Pathways on Perovskite Cobaltite Nanofibers through Excessive Surface Oxygen Defects for Efficient Water Oxidation. [Energy & Fuels, 35(17), (2021), 13967-13974] Qiuyu Liu, Chenghao Jia, Mengzhen Zhou, Zuyun He, Zhiheng Gong, Yihan Ling, Xinxin Wang, Keiji Yashiro, Yan Chen
- Performance and stability analysis of SOFC containing thin and dense gadolinium-doped ceria interlayer sintered at low temperature. [Journal of Materiomics, In Press, (2021),] Yige Wang, Chuan Jia, Zewei Lyu, Minfang Han, Junwei Wu, Zaihong Sun, Fumitada Iguchi, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada
- Relationship between microstructure and deformation of porous Ni-based cermets under redox cycling. [SN Applied Sciences, 3, (2021), Article number: 810] Kazuhisa Sato, Satoshi Watanabe, Yihui Huang, Taihei Miyasaka, Toshiaki Matsui, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Koji Amezawa, Keigo Kumada, Koichi Eguchi

エネルギー資源リスク評価学分野

【論文】

- A laboratory study of hydraulic fracturing at the brittle-ductile transition. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 22300] Francesco Parisio, Keita Yoshioka, Kiyotoshi

Sakaguchi, Ryota Goto, Takahiro Miura, Eko Pramudyo, Takuya Ishibashi, Noriaki Watanabe

- Applicability of silty material brought by black tsunami to estimation of inundation area. [Japanese Geotechnical Society Special Publication, 9(5), (2021), 180-185] Kousuke Nakamura, Takeshi Komai
- CO₂ injection-induced complex cloud-fracture networks in granite at conventional and superhot geothermal conditions. [Geothermics, 97, (2021), 102265] Eko Pramudyo, Ryota Goto, Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Kengo Nakamura, Takeshi Komai
- Consideration of strength development by three-dimensional visualization of porosity distribution in coal fly ash concrete. [JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING, 35, (2021), 101948] Kengo Nakamura, Yuusuke Inoue, Takeshi Komai
- Creating Cloud-Fracture Network by Flow-induced Microfracturing in Superhot Geothermal Environments. [ROCK MECHANICS AND ROCK ENGINEERING, 54(6), (2021), 2959-2974] Ryota Goto, Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Takahiro Miura, Youqing Chen, Takuya Ishibashi, Eko Pramudyo, Francesco Parisio, Keita Yoshioka, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Data-driven analysis for source apportionment and geochemical backgrounds establishment of toxic elements and REEs in the Tohoku region, Japan. [Chemosphere, 263, (2021), 128268] A.Pujiwati, J.Wang, K. Nakamura, Y. Kawabe, N. Watanabe, T. Komai
- Development of a Model for Predicting the Volatilization Flux from Unsaturated Soil Contaminated by Volatile Chemical Substances. [Environmental Modeling & Assessment, 26(6), (2021), 9796] Monami Kondo, Yasuhide Sakamoto, Yoshishige Kawabe, Kengo Nakamura, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Dynamic evaluation method for planning sustainable landfills using GIS and multi-criteria in areas of urban sprawl with land-use conflicts. [PLOS ONE, 16(8), (2021), e0254441] Chelsea Langa, Junko Hara, Jiajie Wang, Kengo Nakamura, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Enhancement of aragonite mineralization with a chelating agent for CO₂ storage and utilization at low to moderate temperatures. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 13956] Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Kosuke Inomoto, Masanobu Kamitakahara, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Experimental and Numerical Studies on Dissociation of Methane Hydrate by Simultaneous Injection of Nitrogen and Hot Water. [International Journal of Offshore and Polar Engineering, 31(2), (2021), 186-198] Yasuhide Sakamoto, Yusuke Nakano, Fuyuki Kaneko, Kengo Nakamura, Takeshi Komai
- Formation of amorphous silica nanoparticles and its impact on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 5340] N. Watanabe, H. Abe, A. Okamoto, K. Nakamura, T. Komai

- Fracturing of granite rock with supercritical water for superhot geothermal resources. [Renewable Energy, 184, (2021), 56-67] Bailong Liu, Anna Suzuki, Noriaki Watanabe, Takuya Ishibashi, Kiyotoshi Sakaguchi, Takatoshi Ito
- Leaching of As and Se from coal fly ash: fundamental study for coal fly ash recycling. [ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT, 193(4), (2021), 225] Tsugumi Seki, Kengo Nakamura, Yasumasa Ogawa, Chihiro Inoue
- Local initiative hydrogen production by utilization of aluminum waste materials and natural acidic hot-spring water. [Applied Energy, 293, (2021), 116909] Vani Novita Alviani, Nobuo Hirano, Noriaki Watanabe, Masahiro Oba, Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
- Novel chemical stimulation for geothermal reservoirs by chelating agent driven selective mineral dissolution in fractured rocks. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 19994] Noriaki Watanabe, Kaori Takahashi, Ryota Takahashi, Kengo Nakamura, Yusuke Kumano, Kohei Akaku, Tetsuya Tamagawa, Takeshi Komai
- Potential Modification of Groundwater Arsenic Removal Filter Commonly Used in Nepal: A Review. [Groundwater for Sustainable Development, 16, (2021), 100549] Haribansha Timalina, Bandita Mainali, Michael J. Angove, Takeshi Komai, Shukra Raj Paudel
- Prediction and Remediation of Groundwater Pollution in a Dynamic and Complex Hydrologic Environment of an Illegal Waste Dumping Site. [Applied Sciences, 11(19), (2021), 9229] Thatthep Pongritsakda, Kengo Nakamura, Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Sustainable process for enhanced CO₂ mineralization of calcium silicates using a recyclable chelating agent under alkaline conditions. [Journal of Environmental Chemical Engineering, 10(1), (2021), 107055] Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Kosuke Inomoto, Masanobu Kamitakahara, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Using data-driven analysis of geochemical environmental information to infer the environmental impact of closed mines. [Heliyon, 7(5), (2021), e06927] Kengo Nakamura, Yoshishige Kawabe, Takeshi Komai
- Water-Enhanced Flux Changes under Dynamic Temperatures in the Vertical Vapor-Phase Diffusive Transport of Volatile Organic Compounds in Near-Surface Soil Environments. [Sustainability, 13(12), (2021), 6570] Asma Akter Parlin, Monami Kondo, Noriaki Watanabe, Kengo Nakamura, Mizuki Yamada, Jiajie Wang, Takeshi Komai
- Water-Induced Inverse Correlation between Temperature and Flux Changes in Vertical Vapor-Phase Diffusive Transport of Volatile Organic Compounds in Near-Surface Soil Environments. [Applied Sciences, 11(8), (2021), 3489] Asma Akter Parlin, Noriaki Watanabe, Kengo Nakamura, Mizuki Yamada, Jiajie Wang, Takeshi Komai
- Wellbore stability in high-temperature granite under true triaxial stress. [Geothermics, 100, (2021), 102334] R. Goto, K. Sakaguchi, F. Parisio, K. Yoshioka, E. Pramudyo, N. Watanabe

- カンブリア系日立火山深成複合岩体赤沢層の変成凝灰岩から発見された杏仁状集合組織 . [茨城県自然博物館研究報告 , 24, (2021), 1-17] 田切美智雄 , 塙勝利 , 及川晃 , 渡邊則昭 , 安藤寿男
- 還元気化法を利用した水晶振動子による液相中の水銀測定 . [電気学会論文誌 E, 141(2), (2021), 50-54] 野田和俊 , 児玉谷仁 , 富安卓滋 , 丸本幸治 , 駒井武 , 愛澤秀信
- 高温環境における岩石き裂のすべり特性と透水性 . [日本地熱学会誌 , 43(2), (2021), 53-64] 武山詳 , 後藤遼太 , 渡邊則昭 , 坂口清敏 , 土屋範芳
- 石油系炭化水素を対象とした発光バクテリアを用いた簡易土壌汚染評価手法の開発 4. [地下水学会誌 , 63(3), (2021), 119-136] 杉田創 , 駒井武

環境共生機能学分野

【論文】

- Control of galvanic replacement reaction between Cu nanowires and Ag species under vacuum filtration for transparent conductive films with long-term durability. [COLLOIDS AND SURFACES A-PHYSICOCHEMICAL AND ENGINEERING ASPECTS, 611(20), (2021), 125809] Shun Yokoyama, Yuta Umemoto, Kenichi Motomiya, Takashi Itoh, Hideyuki Takahashi
- Flexible and adhesive sintered Cu nanomaterials on polyimide substrates prepared by combining Cu nanoparticles and nanowires with polyvinylpyrrolidone. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 625, (2021), 126907] Shun Yokoyama, Junpei Nozaki, Yuta Umemoto, Kenichi Motomiya, Takashi Itoh, Hideyuki Takahashi
- Functionalization of primary amine groups to single-walled carbon nanotubes by reacting fluorinated SWCNTs with ammonia gas at a low temperature. [Carbon, 172, (2021), 360-371] Koji Yokoyama, Yoshinori Sato, Masashi Yamamoto, Tetsuo Nishida, Takashi Itoh, Kenichi Motomiya, Yoshinori Sato
- One-step synthesis of CuInS₂ nanoparticles using aqueous chelated metal complexes as a starting material. [Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 32(7), (2021), 9531-9539] Mitsuo Goto, Kouhei Sato, Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi
- Precise composition modulation for optimizing NiWO₄ / Pt/CdS Z-scheme system. [Nano Select, 2(10), (2021), 1974-1985] Mingjie Li, Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, Keyou Yan, Kazuyuki Tohji
- Pt distribution-controlled Ni-Pt nanocrystals via an alcohol reduction technique for the oxygen reduction reaction. [New Journal of Chemistry, 45(25), (2021), 11183-11191] Kaneyuki Taniguchi, Jhon L. Cuya Huaman, Daichi Iwata, Shun Yokoyama, Takatoshi Matsumoto, Kazumasa Suzuki, Hiroshi Miyamura, Jeyadevan Balachandran

国際エネルギー資源学分野

【論文】

- Albite-K-feldspar-quartz equilibria in hydrothermal fluids at 400, 420 °C and 20-35 MPa: Experimental measurements and thermodynamic calculations. [Geothermics, 94, (2021), 102109] Atsushi Okamoto, Hajime Ishii, Ryosuke Oyanagi, Noriyoshi Tsuchiya
- Characteristics of trace elements compositions of tephros (B-Tm and To-a) for identification tools. [Geochemical Journal, 55, (2021), 117-133] Fumiko Watanabe Nara, Tatsunori Yokoyama, Shin-ichi Yamasaki, Masayo Minami, Yoshihiro Asahara, Takahiro Watanabe, Kazuyoshi Yamada, Noriyoshi Tsuchiya, Yoshinori Yasuda
- Creating Cloud-Fracture Network by Flow-induced Microfracturing in Superhot Geothermal Environments. [Rock Mechanics and Rock Engineering, 54, (2021), 2959-2974] Ryota Goto, Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Takahiro Miura, Youqing Chen, Takuya Ishibashi, Eko Pramudyo, Francesco Parisio, Keita Yoshioka, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Data-driven analysis for source apportionment and geochemical backgrounds establishment of toxic elements and REEs in the Tohoku region, Japan. [Chemosphere, 263, (2021), 128268] Arie Pujiwati, Jiajie Wang, Kengo Nakamura, Yoshishige Kawabe, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Dynamic evaluation method for planning sustainable landfills using GIS and multi-criteria in areas of urban sprawl with land-use conflicts. [PLOS ONE, 16(8), (2021), e0254441-e0254441] Chelsea Langa, Junko Hara, Jiajie Wang, Kengo Nakamura, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Enhancement of aragonite mineralization with a chelating agent for CO₂ storage and utilization at low to moderate temperatures. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 13956] Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Kosuke Inomoto, Masanobu Kamitakahara, Kengo Nakamura, Takeshi Komai, Noriyoshi Tsuchiya
- Geochemical characteristics of paleotsunami deposits from the Shizuoka plain on the Pacific coast of middle Japan. [Geochemical Journal 55, (2021), 325-340] Takahiro Watanabe, Noriyoshi Tsuchiya, Akihisa Kitamura, Shin-ichi Yamasaki, Fimiko W Nara
- High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials. [Journal of Volcanology and Geothermal Research, 418, (2021), 107346] Sergey Smirnov, Ildar Nizametdinov, Tatyana Timina, Alexey Kotov, Viktoriya Sekisova, Dmitry Kuzmin, Elena Kalacheva, Vladimir Rashidov, Alexander Rybin, Andrey Lavrenchuk, Alexander Degterev, Ivan Maksimovich, Adam Abersteiner
- Local initiative hydrogen production by utilization of aluminum waste materials and natural acidic hot-spring water. [Applied Energy, 293(1), (2021), 116909] Vani Novita Alviani , Nobuo Hirano , Noriaki Watanabe , Masahiro Oba , Masaaki Uno, and Noriyoshi Tsuchiya

- Method for Determining Water Content in Natural Rhyolitic Melts by Raman Spectroscopy and Electron Microprobe Analysis. [Petrology, 29, (2021), 386-403] Alexey Kotov, Sergey Smirnov, Pavel Plechov, Eduard Persikov, Nadezhda Chertkova, Ivan Maksimovich, Nikolay Karmanov, Pavel Buhtiyarov
- Multi-stage infiltration of Na- and K-rich fluids from pegmatites at mid-crustal depths as revealed by feldspar replacement textures. [Lithos, 388-389, (2021), 106096] Astin Nurdiana, Atsushi Okamoto, Kenta Yoshida, Masaoki Uno, Takayoshi Nagaya, Noriyoshi Tsuchiya
- Multi-stage serpentization of ultramafic rocks in the Manlay Ophiolite, southern Mongolia. [Mongolian Geoscientist, 26(53), (2021), 1-17] Amarbayar Nomuulin, Noriyoshi Tsuchiya, Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaoki Uno, Undarmaa Batsaikhan, Jiajie Wang
- MXenes and their derivatives as nitrogen reduction reaction catalysts: recent progress and perspectives. [Materials Today Energy, 22, (2021), 100864] Amrillah Tahta; Hermawan Angga, Alviani Vani Novita, Seh Zhi Wei, Yin Shu
- Prediction and Remediation of Groundwater Pollution in a Dynamic and Complex Hydrologic Environment of an Illegal Waste Dumping Site. [Applied Sciences, 11(19), (2021), 9229] Thatthep Pongritsakda, Kengo Nakamura, Jiajie Wang, Noriaki Watanabe, Takeshi Komai
- Quantitative and semi-quantitative analyses using a portable energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer: Geochemical applications in fault rocks, lake sediments, and event deposits. [Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 116(3), (2021), 140-158] Takahiro WATANABE, Chikako ISHII, Chika ISHIZAKA, Masakazu NIWA, Koji SHIMADA, Yuki SAWAI, Noriyoshi TSUCHIYA, Tetsuya MATSUNAKA, Shinya OCHIAI, Fumiko W. NARA
- Redistribution of magnetite during multi-stage serpentization: Evidence from the Taishir Massif, Khantaishir ophiolite, western Mongolia. [Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 116(3), (2021), 176-181] Otgonbayar Dandar, Atsushi Okamoto, Masaoki Uno, Noriyoshi Tsuchiya
- Water-Enhanced Flux Changes under Dynamic Temperatures in the Vertical Vapor-Phase Diffusive Transport of Volatile Organic Compounds in Near-Surface Soil Environments. [Sustainability, 13(12), (2021), 6570-6570] Asma Akter Parlin, Monami Kondo, Noriaki Watanabe, Kengo Nakamura, Mizuki Yamada, Jiajie Wang, Takeshi Komai
- Water-Induced Inverse Correlation between Temperature and Flux Changes in Vertical Vapor-Phase Diffusive Transport of Volatile Organic Compounds in Near-Surface Soil Environments. [Applied Sciences, 11(8), (2021), 3489-3489] Asma Akter Parlin, Noriaki Watanabe, Kengo Nakamura, Mizuki Yamada, Jiajie Wang, Takeshi Komai
- 秋田県三途川カルデラ南部域の地熱資源評価 . [日本地熱学会誌 , 43, (2021)] 布原啓史 , 岡野宏樹 , 山田亮一 , 平野伸夫 , 土屋範芳
- 【著書】
- FORUM EYE INTERVIEW 地熱発電の普及に向けて研究実施「地上」

- 「地下」「社会」の課題解決を支援 . [月刊エネルギーフォーラム , 804, (2021), 82-83, 株式会社エネルギーフォーラム] 窪田ひろみ
- おだやかな革命を観る . [災害ドキュメンタリー映画の扉 , 高倉浩樹・是恒さくら 編 , (2021), 96-105, 新泉社] 土屋範芳

環境政策学講座

環境・エネルギー経済学分野

【論文】

- A Review of Challenges and Opportunities for End-of-Life Vehicle Recycling in Developing Countries and Emerging Economies: A SWOT Analysis. [Sustainability, 13(9), (2021), 4918-4918] Solange Numfor, Geoffrey omosa, zhengyang zhang, Kazuyo Matsubae
- Evaluation of Environmental and Economic Benefits of Land Reclamation in the Indonesian Coal Mining Industry. [Resources, 10(6), (2021), 60-60] Imam Eko Setiawan, Zhengyang Zhang, Glen Corder, Kazuyo Matsubae
- Evaluation of resource use in the household lighting sector in Malaysia considering land disturbances through mining activities. [Resources, Conservation and Recycling, 166, (2021), 105343] Kosai, S., Badin, A.B., Qiu, Y., Matsubae, K., Suh, S., Yamasue, E.
- Impact of remanufacturing on the reduction of metal losses through the life cycles of vehicle engines. [Resources, Conservation and Recycling, 170, (2021), 105614] Zhengyang Zhang, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima
- Natural resource use of gasoline, hybrid, electric and fuel cell vehicles considering land disturbances. [Resources, Conservation and Recycling, 166, (2021), 105256] Kosai, S., Matsui, K., Matsubae, K., Yamasue, E., Nagasaka, T.
- Nutrient-extended input-output (NutriIO) method for the food nitrogen footprint. [Environmental Research Letters, 16, (2021), 115010] Azusa Oita, Kiwamu Katagiri, Tetsuya Eguchi, Ryoko Morioka, Junko Shindo, Kentaro Hayashi, Kazuyo Matsubae
- Potential for Food Self-Sufficiency Improvements through Indoor and Vertical Farming in the Gulf Cooperation Council: Challenges and Opportunities from the Case of Kuwait. [Sustainability, 13(22), (2021), 12553] Meshal J. Abdullah, Zhengyang Zhang, Kazuyo Matsubae
- The Effect of Religious Dietary Cultures on Food Nitrogen and Phosphorus Footprints: A Case Study of India. [Nutrients, 13(6), (2021), 1926] Aurup Ratan Dhar, Azusa Oita, Kazuyo Matsubae
- プロセス鉱物学的特性に基づく銅コバルト硫化物鉱石の浮選と尾鉱の廃棄 . [Minerals, 11(10), (2021), 1078] Wentao Hu, Kai Tian, zhengyang zhang, Jiuchuan Guo, Xinwei Liu, Hongdong Yu, Huajun Wang

寄附講座 (DOWAホールディングス)

環境物質政策学講座

地圏環境政策学分野

【論文】

- Combined UV-irradiation and pyrolysis-GC/MS approach for evaluating the deterioration behavior of ethylene vinyl acetate. [Polymer Degradation and Stability, 190, (2021), 109623] Kanako Yamada, Shogo Kumagai, Toshikazu Shiratori, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Atsushi Watanabe, Chuichi Watanabe, Norio Teramae, Toshiaki Yoshioka
- Estimation of recoverable resources used in lithium-ion batteries from portable electronic devices in Japan. [Resources, Conservation and Recycling, 175, (2021), 1-9] Yoshinori Morita, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka, Toshikazu Shiratori
- 二, 三の集積培養菌による銅精鉱からの黄銅鉱または黄鉄鉱の選択的浸出実験. [日本鉱業会誌, 104(1209), (2021), 789-794] 鴻巣あきら, 千田ただし, 酒井昇, 白鳥寿一, 井上千弘, 下飯坂潤三
- 資源の循環に関する国際的動向—EUの二次資源関連制度を中心に—. [金属, 91(10), (2021), 806-812] 白鳥寿一, 齋藤優子

連携講座

環境リスク評価学分野

【論文】

- Bayesian and neural network approaches to estimate deep temperature distribution for assessing a supercritical geothermal system: Evaluation using a numerical model. [Natural Resources Research, 30(5), (2021), 3289-3314] Ishitsuka, K., Kobayashi, Y., Watanabe, N., Yamaya, Y., Bjarkason, E., Suzuki, A., Mogi, T., Asanuma, H., Kajiwar, T., Sugimoto, T., Saito, R.
- Characterization of hydrothermal alteration along geothermal wells using unsupervised machine-learning analysis of X-ray powder diffraction data. [Earth Science Informatics, (2021), <https://doi.org/10.1007/s12145-021-00694-3>] Ishitsuka, K., Ojima, H., Mogi, T., Kajiwar, T., Sugimoto, T., Asanuma, H.
- Effects of ferrous iron supplementation on reductive dechlorination of tetrachloroethene and on methanogenic microbial community. [FEMS Microbiology Ecology, 97(5), (2021), fiab069] Miho Yoshikawa, Ming Zhang, Yoshishige Kawabe, and Taiki Katayama
- Effects of Silicic Acid on Leaching Behavior of Arsenic from Spent Calcium-Based Adsorbents with Arsenite. [Sustainability, 13(23), (2021), 12937] Hajime Sugita, Terumi Oguma, Junko Hara, Ming Zhang, and Yoshishige Kawabe
- Estimation of Casing Material Corrosion Rates in Supercritical Geothermal Development. [Geothermics, 96,

(2021), 102149] Yanagisawa, N., Masuda, Y., Asanuma, H., Osato, K., Sakura, K.

- Fluid activity detection in geothermal areas using a single seismic station by monitoring horizontal-to-vertical spectral ratios. [Scientific Reports, 11, (2021), Article number: 8372] Okamoto, K., Asanuma, H.
- Geoenvironmental properties of industrially contaminated site soil solidified/stabilized with a sustainable by-product-based binder. [Science of The Total Environment, 765(15), (2021), 142778] Feng, Y., Du, Y., Zhou, A., Zhang, M., Li, J., Zhou, S., Xia, W.
- Shadow effect of the pH distribution of surface waters around the Kakkonda geothermal field, Japan. [Geothermics, 95, (2021), 102111] Suzuki, Y., Ioka, S., Muraoka, H., Asanuma, H.
- Short-term variation and discharge mechanism of the Futamata hot spring estimated by continuous monitoring data. [Water, 13(7), (2021), 977] Suzuki, Y., Asanuma, H.
- Thermal Monitoring of the Lithosphere by the Interaction of Deep Low-Frequency and Ordinary High-Frequency Earthquakes in Northeastern Japan. [Energies 14(6), (2021), 1546] Suzuki, Y., Muraoka, H., Asanuma, H.

先端環境創成学専攻

基幹講座

都市環境・環境地理学講座

環境地理学分野

【論文】

- A longitudinal residential relocation study of changes in street layout and physical activity. [Scientific Reports, 11, (2021), 7691] Gavin R McCormack, Mohammad Javad Koohsari, Jennifer E Vena, Koichiro Oka, Tomoki Nakaya, Jonathan Chapman, Ryan Martinson, Graham Matsalla
- Acceptance of a COVID-19 vaccine in Japan during the COVID-19 pandemic. [Vaccines, 9(3), (2021), 1-11] Masaki Machida, Itaru Nakamura, Takako Kojima, Reiko Saito, Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Tomoko Takamiya, Yuko Odagiri, Noritoshi Fukushima, Hiroyuki Kikuchi, Shiho Amagasa, Hidehiro Watanabe, Shigeru Inoue
- Associations between the sense of accessibility, accessibility to specific destinations, and personal factors: A cross-sectional study in Sendai, Japan. [Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 12, (2021), 100491] Ryo Tanimoto, Tomoya Hanibuchi
- Associations between the traditional and novel neighbourhood built environment metrics and weight status among Canadian men and women. [Canadian Journal of Public Health = Revue canadienne de sante publique, 112(1), (2021), 166-174] Vikram Nichani, Mohammad Javad Koohsari, Koichiro Oka, Tomoki Nakaya, Ai Shibata, Kaori Ishii, Akitomo Yasunaga,

Liam Turley, Gavin R McCormack

- Associations of insomnia with noise annoyance and neighborhood environments: A nationwide cross-sectional study in Japan. [Preventive Medicine Reports, 23, (2021), 101416] Tomoya Hanibuchi, Tomoki Nakaya, Tsuyoshi Kitajima, Hiroshi Yatsuya
- Burden of cancer attributable to air pollution in Japan in 2015 [GHM Open, 1(2021), 76-84] Megumi Hori, Kota Katanoda, Kayo Ueda, Tomoki Nakaya, Eiko Saito, Sarah Krull Abe, Mayo Hirabayashi, Tomohiro Matsuda, Manami Inoue, the Cancer PAF Japan Collaborators
- Changes in Workers' Sedentary and Physical Activity Behaviors in Response to the COVID-19 Pandemic and Their Relationships With Fatigue: Longitudinal Online Study. [JMIR Public Health and Surveillance, 7(3), (2021), e26293] Mohammad Javad Koohsari, Tomoki Nakaya, Gavin R McCormack, Ai Shibata, Kaori Ishii, Koichiro Oka
- Coastal exposure and residents' mental health in the affected areas by the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. [Scientific Reports, 11(1), (2021), 16751] Ai Tashiro, Mana Kogure, Shohei Nagata, Fumi Itabashi, Naho Tsuchiya, Atsushi Hozawa, Tomoki Nakaya
- Dog ownership, dog walking, and social capital. [Humanities & Social Sciences Communications, 8, (2021), Article number: 126] Mohammad Javad Koohsari, Akitomo Yasunaga, Ai Shibata, Kaori Ishii, Rina Miyawaki, Kuniko Araki, Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Gavin R. McCormack, Koichiro Oka
- Domain-specific active and sedentary behaviours in relation to workers' presenteeism and absenteeism. [Journal of Occupational and Environmental Medicine, 63(10), (2021), e685-e688] Mohammad Javad Koohsari, Akitomo Yasunaga, Gavin R McCormack, Ai Shibata, Kaori Ishii, Tomoki Nakaya, Koichiro Oka
- Eradication of the mongoose is crucial for the conservation of three endemic bird species in Yambaru, Okinawa Island, Japan. [Biological Invasions, 23(7), (2021), 2249-2260] Tsutomu Yagihashi, Shin Ichi Seki, Tomoki Nakaya, Katsushi Nakata, Nobuhiko Kotaka
- Evidence for urban design and public health policy and practice: Space syntax metrics and neighborhood walking. [Health & Place, 67, (2021), 102277] Gavin R McCormack, Mohammad Javad Koohsari, Liam Turley, Tomoki Nakaya, Ai Shibata, Kaori Ishii, Akitomo Yasunaga, Koichiro Oka
- Geographical socioeconomic inequalities in healthy life expectancy in Japan, 2010-2014: An ecological study: Geographical socioeconomic inequalities in healthy life expectancy in Japan. [The Lancet Regional Health - Western Pacific, 14, (2021), 100204] Aoi Kataoka, Keisuke Fukui, Tomoharu Sato, Hiroyuki Kikuchi, Shigeru Inoue, Naoki Kondo, Tomoki Nakaya, Yuri Ito
- How frequently do ordinary citizens practice hand hygiene at appropriate moments during the COVID-19 pandemic in Japan. [Japanese Journal of Infectious Diseases, 74(5), (2021), 405-410] Masaki Machida, Itaru Nakamura, Reiko Saito, Tomoki

- Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Tomoko Takamiya, Yuko Odagiri, Noritoshi Fukushima, Hiroyuki Kikuchi, Shiho Amagasa, Takako Kojima, Hidehiro Watanabe, Shigeru Inoue
- Kernel-based formulation of intervening opportunities for spatial interaction modelling. [Scientific Reports, 11(1), (2021), 950-950] Masaki Kotsubo, Tomoki Nakaya
- Mobility Change and COVID-19 in Japan: Mobile Data Analysis of Locations of Infection. [Journal of Epidemiology, 31(6), (2021), 387-391] Shohei Nagata, Tomoki Nakaya, Yu Adachi, Toru Inamori, Kazuto Nakamura, Dai Arima, Hiroshi Nishiura
- Quantitative Environmental Equity Analysis of Perceived Accessibility to Urban Parks in Osaka Prefecture, Japan. [Applied Spatial Analysis and Policy, 14(2), (2021), 337-354] Shinya Yasumoto, Tomoki Nakaya, Andrew P. Jones
- Relationship between Internet use and out-of-home activities during the first wave of the COVID-19 outbreak in Japan. [Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, (2021), 100343] Naoto Yabe, Tomoya Hanibuchi, Hiroki M. Adachi, Shohei Nagata, Tomoki Nakaya
- Relationships among changes in walking and sedentary behaviors, individual attributes, changes in work situation, and anxiety during the COVID-19 pandemic in Japan. [Preventive Medicine Reports, 24, (2021), 101640] Shohei Nagata, Hiroki M Adachi, Tomoya Hanibuchi, Shiho Amagasa, Shigeru Inoue, Tomoki Nakaya
- Strong, weak, or reversed: The spatial heterogeneities in the effects of squatter settlements on house prices. [Cities, 117, (2021), 103304] Alberto Federico Ogas-Mendez, Yuzuru Isoda, Tomoki Nakaya
- Survey on usage and concerns of a COVID-19 contact tracing application in Japan. [Public Health in Practice, 2, (2021), 100125] Masaki Machida, Itaru Nakamura, Reiko Saito, Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Tomoko Takamiya, Yuko Odagiri, Noritoshi Fukushima, Hiroyuki Kikuchi, Shiho Amagasa, Takako Kojima, Hidehiro Watanabe, Shigeru Inoue
- The relationship between walk score® and perceived walkability in ultrahigh density areas. [Preventive Medicine Reports, 23, (2021), 101393] Mohammad Javad Koohsari, Gavin R McCormack, Ai Shibata, Kaori Ishii, Akitomo Yasunaga, Tomoki Nakaya, Koichiro Oka
- Traditional and novel walkable built environment metrics and social capital. [Landscape and Urban Planning, 214, (2021), 104184] Mohammad Javad Koohsari, Tomoki Nakaya, Gavin R. McCormack, Ai Shibata, Kaori Ishii, Akitomo Yasunaga, Tomoya Hanibuchi, Koichiro Oka
- Trends in COVID-19 vaccination intent from pre- to post-COVID-19 vaccine distribution and their associations with the 5C psychological antecedents of vaccination by sex and age in Japan. [Human Vaccines & Immunotherapeutics, 17(11), (2021), 3954-3962] Masaki Machida, Itaru Nakamura, Takako Kojima, Reiko Saito, Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Tomoko Takamiya, Yuko Odagiri, Noritoshi Fukushima, Hiroyuki Kikuchi, Shiho Amagasa, Hidehiro Watanabe, Shigeru Inoue

● Urbanization level and neighborhood deprivation, not COVID-19 case numbers by residence area, are associated with severe psychological distress and new-onset suicidal ideation during the COVID-19 pandemic. [Journal of Affective Disorders, 287, (2021), 89-95] Ryo Okubo, Takashi Yoshioka, Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi, Hiroki Okano, Satoru Ikezawa, Kanami Tsuno, Hiroshi Murayama, Takahiro Tabuchi

● Who is staying home and who is not? Demographic, socioeconomic, and geographic differences in time spent outside the home during the COVID-19 outbreak in Japan. [Preventive Medicine Reports, 21, (2021), 101306] Tomoya Hanibuchi, Naoto Yabe, Tomoki Nakaya

● Working from home after the COVID-19 pandemic: Do company employees sit more and move less? [Sustainability (Switzerland), 13(2), (2021), 1-8] Mohammad Javad Koohsari, Tomoki Nakaya, Ai Shibata, Kaori Ishii, Koichiro Oka

● COVID-19 流行の空間疫学：コロナ禍の地理学 [学術の動向, 26(11)(2021), 60-67] 中谷友樹, 永田彰平

● Gaihozu Viewer:Indonesian-territory version (GV-I) の公開. [外邦図ニューズレター, 11, (2021), 43-47] 星田侑久, 中谷友樹, 永田彰平, 磯田弦, 関根良平

● iPhone のヘルスケアアプリとインターネット調査を用いた歩数計測の新しい方法の開発：COVID-19 流行に対する緊急事態宣言前後の歩数変化調査を事例に. [運動疫学研究, Advance Published, (2021),] 足立浩基, 埴淵知哉, 永田彰平, 天笠志保, 井上茂, 中谷友樹

● アメリカの大学図書館に収蔵されている外邦図—ハワイ大学およびワシントン大学の訪問記録—. [外邦図ニューズレター, 11, (2021), 37-42] 関根良平, 山本健太

● オープンスペースへの認知的近接性が健康格差に与える影響—大阪府の事例—[人文地理, 73(4)(2021), 445-465] 安本 晋也, 中谷 友樹

● 「外邦図デジタルアーカイブ」の利活用状況—2015 年以降の動向—. [外邦図ニューズレター, 11, (2021), 48-53] 関根良平

● 国勢調査の「不詳」増加をもたらす統計地図の歪みの可視化. [E-journal GEO, 16(2), (2021), 1-14] 山本涼子, 埴淵知哉, 中谷友樹, 山内昌和

【総説・解説】

● COVID-19 流行と災害の地理学 (特集 防災教育を活かす「地理総合」へ) . [科学, 91(5), (2021), 468-473] 中谷友樹

● COVID-19 流行を GIS で追う. [Precision Medicine = プレジジョンメディシン, 4(7), (2021), 615-618] 永田彰平, 中谷友樹

● 感染症の災害地理学. [地理, 66(9) (2021), 47-63] 中谷友樹

【著書】

● Geographic Disparities in Health. [Health in Japan: Social Epidemiology of Japan since the 1964 Tokyo Olympics, (2021), 265-280, Oxford University Press] Tomoki Nakaya, Tomoya Hanibuchi

● 日本の米どころ東北地方. [新・日本のすがた 6 東北地方, 帝国書院編集部 編, (2021), 帝国書院] 関根良平

太陽地球システム・エネルギー学講座

資源利用プロセス学分野

資源分離・処理プロセス学分野

【論文】

● Effect of Ore Type and Gangue Content on Carburization and Melting Behavior of Carbon-Iron Ore Composite. [ISIJ International, 61(6), (2021), 1808-1813] Ryota Higashi, Kanae Owaki, Daisuke Maruoka, Taichi Murakami, Eiki Kasai

● Effect of Silica in Ash of Coke on Carburization and Melting of Iron. [ISIJ International, 61(5), (2021), 1479-1487] Taichi Murakami, Daisuke Maruoka, Eiki Kasai

● 焼結機での複合焼成を目指した炭材核ペレットの設計. [鉄と鋼, 107(6), (2021), 483-493] 岩瀬一洋, 樋口隆英, 山本哲也, 村上太一

● 炭材共存下の鉄鉱石焼結層内における鉄系凝結材の酸化反応促進. [鉄と鋼, 107(6), (2021), 439-446] 昆野友城, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● 低スラグ GP (グリーンペレット) の焼結層下層配置による焼結生産性および品質向上. [鉄と鋼, 107(6), (2021), 471-482] 松村勝, 山口泰英, 樋口謙一, 村上太一, 前田敬之

● 鉄鉱石焼結層内における鉄系凝結材の酸化反応に及ぼす酸素分圧の影響. [鉄と鋼, 107(6), (2021), 431-438] 丸岡大佑, 嶋翼, 村上太一, 葛西栄輝

● 微粉造粒物の焼結後強度に及ぼす鉱石種および脈石成分の影響. [鉄と鋼, 107(6), (2021), 463-470] 村上太一, 中村周矢, 丸岡大佑, 葛西栄輝

地球システム計測学分野

【論文】

● First ground-based Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer observations of HFC-23 at Rikubetsu, Japan, and Syowa Station, Antarctica. [Atmospheric Measurement Techniques, 14(9), (2021), 5955-5976] Masanori Takeda, Hideaki Nakajima, Isao Murata, Tomoo Nagahama, Isamu Morino, Geoffrey C. Toon, Ray F. Weiss, Jens Mühle, Paul B. Krummel, Paul J. Fraser, Hsiang-Jui Wang

● Intense Zonal Wind in the Martian Mesosphere During the 2018 Planet-Encircling Dust Event Observed by Ground-based IR Heterodyne Spectroscopy. [Geophys. Res. Lett., 48(11), (2021), e2021GL092413] Miyamoto, A, H. Nakagawa, T. Kuroda, K. Takami, I. Murata, A. S. Medvedev, N. Yoshida, K. Toriumi, S. Aoki, H. Sagawa, Y. Kasaba, N. Terada

● 南極域における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画. [宇宙航空研究開発機構研究開発報告：大気球研究報告, 20(9), (2021), 19-33] 富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 吉田理人

水資源システム学分野

【論文】

● A successful start-up of an anaerobic membrane bioreactor

(AnMBR) coupled mainstream partial nitrification-anammox (PN/A) system: A pilot-scale study on in-situ NOB elimination, AnAOB growth kinetics, and mainstream treatment performance. [Water Research, 207, (2021), 117783] Jiang Wu, Zhe Kong, Zibin Luo, Yu Qin, Chao Rong, Tianjie Wang, Taira Hanaoka, Shinichi Sakemi, Masami Ito, Shigeki Kobayashi, Masumi Kobayashi, Kai-Qin Xu, Takuro Kobayashi, Kengo Kubota, Yu-You Li

● Achieving superior nitrogen removal performance in low-strength ammonium wastewater treatment by cultivating concentrated, highly dispersive, and easily settleable granule sludge in a one-stage partial nitrification/anammox-HAP reactor. [Water Research, 200, (2021), 117217] Yan Guo, Chenglei Xie, Yujie Chen, Kampachiro Urasaki, Yu Qin, Kengo Kubota, Yu-You Li

● Efficient phosphorus recovery by enhanced hydroxyapatite formation in a high loading anammox expanded bed reactor at 15°C. [Chemical Engineering Journal, 425, (2021), 130636] Haiyuan Ma, Yuanfan Zhang, Yi Xue, Kengo Kubota, Yu-You Li

● Evaluation of microbial community succession and trophic transfer using microscopic, molecular and stable isotope ratio analysis in a sponge-based sewage treatment system. [Biochemical Engineering Journal, 171, (2021), 108002] Takashi Onodera, Yasuyuki Takemura, Kengo Kubota, Rina Kato, Tsutomu Okubo, Gen Kanaya, Kazuaki Syutsubo, Shigeki Uemura

● Important effects of temperature on treating real municipal wastewater by a submerged anaerobic membrane bioreactor: Removal efficiency, biogas, and microbial community. [Bioresource Technology, 336, (2021), 125306] Jiayuan Ji, Jialing Ni, Akito Ohtsu, Naoko Isozumi, Yisong Hu, Runda Du, Yujie Chen, Yu Qin, Kengo Kubota, Yu-You Li

● Niche differentiation of phenol-degrading microorganisms in UASB granular sludge as revealed by fluorescence in situ hybridization. [Engineering, In Press, (2021)] Kengo Kubota, Kei Igarashi, Masayoshi Yamada, Yasuyuki Takemura, Yu-You Li, Hideki Harada

● Sequence-Specific Capture of Oligonucleotide Probes (SCOPE): a Simple and Rapid Microbial rRNA Quantification Method Using a Molecular Weight Cutoff Membrane. [Applied and Environmental Microbiology, 87(20), (2021), e01167-21] Yasuyuki Takemura, Yuji Sekiguchi, Kazuaki Syutsubo, Hideki Harada, Tatsuo Omura, Yu-You Li, Kengo Kubota

● The impact of calcium supplementation on methane fermentation and ammonia inhibition of fish processing wastewater. [Bioresource Technology, 337, (2021), 125471] Eli Hendrik Sanjaya, Hui Cheng, Yu Qin, Kengo Kubota, Yu-You Li

● PMA-PCR 法を用いた高温嫌気性消化汚泥の微生物群集構造の解明. [土木学会論文集 G(環境), 77(7), (2021), III_103-III_109] 阿部天磨, 佐藤幹子, 矢口淳一, 李玉友, 久保田健吾

● 食品廃棄物を対象とした省エネルギー型小規模メタン発酵施設の物質・エネルギー収支の評価. [土木学会論文集 G(環境), 77(7), (2021), III_367-III_373] 丹野淳, 佐川剛史, 久保田健吾, 李玉友

【総説・解説】

● Microbial community dynamics in anaerobic digesters treating organic fraction of municipal solid waste. [Environmental Technology & Innovation, 21, (2021), 101303] Vinay Kumar Tyagi, Akansha Bhatia, Kengo Kubota, Ankur Rajpal, Banafsha Ahmed, Abid Ali Khan, A.A. Kazmi, Manish Kumar

自然共生システム学講座

資源再生プロセス学分野

【論文】

● Ammonia adsorption by L-type zeolite and Prussian blue from aqueous and culture solutions. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 622, (2021), 126595] Tomohito Kameda, Hanako Kikuchi, Fumihiko Kitagawa, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Masayuki Kondo, Yoichi Jimbo, Toshiaki Yoshioka

● Bench-scale PVC swelling and rod milling of waste wire harnesses for recovery of Cu, PVC, and plasticizers. [Journal of Material Cycles and Waste Management, 24, (2021), 12-23] Harendra Kumar, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka

● Chemical Feedstock Recovery from Hard-to-Recycle Plastics through Pyrolysis-Based Approaches and Pyrolysis-Gas Chromatography. [Bulletin of the Chemical Society of Japan, 94(10), (2021), 2370-2380] Shogo Kumagai, Toshiaki Yoshioka

● Combined UV-irradiation and pyrolysis-GC/MS approach for evaluating the deterioration behavior of ethylene vinyl acetate. [Polymer Degradation and Stability, 190, (2021), 109623] Kanako Yamada, Shogo Kumagai, Toshikazu Shiratori, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Atsushi Watanabe, Chuichi Watanabe, Norio Teramae, Toshiaki Yoshioka

● Continuous treatment of abandoned mine wastewater containing As and Fe using Mg-Al layered double hydroxides with flocculation. [International Journal of Environmental Science and Technology, 18, (2021), 4037-4042] X. Yang, H. Osawa, T. Kameda, Y. Masaki, Y. Saito, S. Kumagai, T. Yoshioka

● Direct dimethyl carbonate synthesis from CO₂ and methanol catalyzed by CeO₂ and assisted by 2-cyanopyridine: a cradle-to-gate greenhouse gas emission study. [GREEN CHEMISTRY, 23(1), (2021), 457-469] Hajime Ohno, Mahdi Ikhlayel, Masazumi Tamura, Kenji Nakao, Kimihito Suzuki, Kentaro Morita, Yuzuru Kato, Keiichi Tomishige, Yasuhiro Fukushima

● Enhanced production of phenol and debromination by co-pyrolysis of the non-metallic fraction of printed circuit boards and waste tires. [Green Chemistry, 23(17), (2021), 6392-6404] Chuan Ma, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

- Estimation of recoverable resources used in lithium-ion batteries from portable electronic devices in Japan. [Resources, Conservation and Recycling, 175, (2021), 1-9] Yoshinori Morita, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka, Toshikazu Shiratori
- Evolution of carbon nanostructure during pyrolysis of homogeneous chitosan-cellulose composite fibers. [Carbon, 185, (2021), 27-38] Hilda Zahra, Daisuke Sawada, Shogo Kumagai, Yu Ogawa, Leena-Sisko Johansson, Yanling Ge, Chamseddine Guizani, Toshiaki Yoshioka, Michael Hummel
- Investigation of the mechanism of Cu(II) removal using Mg-Al layered double hydroxide intercalated with carbonate: Equilibrium and pH studies and solid-state analyses. [Inorganic Chemistry Communications, 132, (2021), 108839] Xinyi Yang, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Shogo Kumagai, Toshiaki Yoshioka
- Kinetic and equilibrium analyses of lactate adsorption by Cu-Al and Mg-Al layered double hydroxides (Cu-Al LDH and Mg-Al LDH) and Cu-Al and Mg-Al layered double oxides (Cu-Al LDO and Mg-Al LDO). [Nano-Structures & Nano-Objects, 25, (2021), 100656] Tomohito Kameda, Kazuya Horikoshi, Hanako Kikuchi, Fumihiko Kitagawa, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Masayuki Kondo, Yoichi Jimbo, Toshiaki Yoshioka
- Kinetics and adsorption isotherm of ammonia uptake by cation exchange resins and treatment of mixed aqueous lactate-ammonia by Mg-Al layered double oxide and the resins. [Journal of Water Process Engineering, 41, (2021), 102027] Tomohito Kameda, Kazuya Horikoshi, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
- Lactate adsorption by layered double hydroxides in aqueous solution and cell culture medium. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 612, (2021), 125975] Tomohito Kameda, Hanako Kikuchi, Fumihiko Kitagawa, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Masayuki Kondo, Yoichi Jimbo, Toshiaki Yoshioka
- Latest Trends in Pyrolysis Gas Chromatography for Analytical and Applied Pyrolysis of Plastics. [Analytical Sciences, 37(1), (2021), 145-157] Shogo KUMAGAI, Toshiaki YOSHIOKA
- Low-temperature catalytic upgrading of waste polyolefinic plastics into liquid fuels and waxes. [Applied Catalysis B: Environmental, 285, (2021), 119805] Yosuke Nakaji, Masazumi Tamura, Shuhei Miyaoka, Shogo Kumagai, Mifumi Tanji, Yoshinao Nakagawa, Toshiaki Yoshioka, Keiichi Tomishige
- Mitigation of bromine-containing products during pyrolysis of polycarbonate-based tetrabromobisphenol A in the presence of copper(I) oxide. [Journal of Hazardous Materials, 409, (2021), 124972] Sylwia Oleszek, Shogo Kumagai, Mariusz Grabda, Kenji Shiota, Toshiaki Yoshioka, Masaki Takaoka
- One-pot wet ball-milling for waste wire-harness recycling. [Journal of Material Cycles and Waste Management, 23(2), (2021), 461-469] Harendra Kumar, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
- Prediction of pyrolyzate yields by response surface methodology: A case study of cellulose and polyethylene co-pyrolysis. [Bioresource Technology, 337, (2021), 125435]

- Shengyu Xie, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
- Preparation of Zn-Al layered double hydroxide intercalated with carboxymethyl-β-cyclodextrin by anion exchange method and its Ni²⁺ adsorption property. [Soft Materials, 19(2), (2021), 139-147] Tomohito Kameda, Mao Takaizumi, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
 - Quantification of Cellulose Pyrolyzates via a Tube Reactor and a Pyrolyzer-Gas Chromatograph/Flame Ionization Detector-Based System. [ACS Omega, 6(18), (2021), 12022-12026] Shogo Kumagai, Yusuke Takahashi, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
 - Regeneration of carbonate-intercalated Mg-Al layered double hydroxides (CO₃-Mg-Al LDHs) by CO₂-induced desorption of anions (X) from X-Mg-Al LDH (X = Cl, SO₄, or NO₃): A kinetic study. [Chemical Engineering Research and Design, 165, (2021), 207-213] Tomohito Kameda, Hiroki Uchida, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Keiichi Mizushina, Ichiro Itou, Tianye Han, Toshiaki Yoshioka
 - Removal of cesium ions from A-type zeolites using sodium tetrakis(4-fluorophenyl)borate and sodium tetraphenylborate. [Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 327(1), (2021), 337-344] Yuko Saito, Shota Shimizu, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
 - Removal of sulfate from wastewater via synthetic Mg-Al layered double hydroxide: An adsorption, kinetics, and thermodynamic study. [Journal of the Indian Chemical Society, 98, (2021), 100185] Mir Tamzid Rahman, Tomohito Kameda, Takao Miura, Shogo Kumagai, Toshiaki Yoshioka
 - Sustainable Advance of Cl Recovery from Polyvinyl Chloride Waste Based on Experiment, Simulation, and Ex Ante Life-Cycle Assessment. [ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9, (2021), 14112-14123] Jiaqi Lu, Shogo Kumagai, Yasuhiro Fukushima, Hajime Ohno, Siqingaowa Borjigin, Tomohito Kameda, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
 - Synthesis of layered double hydroxide nanosheets in an aqueous solvent and their Ni²⁺ uptake characteristics. [Applied Clay Science, 200, (2021), 105911] Tomohito Kameda, Daichi Ikeda, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka
 - Synthesis of MnO₂/Mg-Al layered double hydroxide and evaluation of its NO-removal performance. [Journal of Alloys and Compounds, 867, (2021), 159038] Yuriko Takahashi, Hiroki Uchida, Tomohito Kameda, Shogo Kumagai, Yuko Saito, Keiichi Mizushina, Ichiro Itou, Tianye Han, Toshiaki Yoshioka
 - 資源の循環に関する国際的動向—EUの二次資源関連制度を中心に—. [金属, 91(10), (2021), 806-812] 白鳥寿一, 齋藤優子
- 【総説・解説】
- 10th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (10th ISFR 2019) 報告. [プラスチックリサイクル化学研究会ニュースレター, 36, (2021), 15-22] 熊谷将吾
 - プラスチックリサイクルで活躍する熱分解分析法. [MATERIAL STAGE, 21(5), (2021), 52-58] 熊谷将吾, 吉岡敏明
 - 海洋プラスチック問題とリサイクル. [生活と環境, 766, (2021), 61-67] 吉岡敏明

- 使用済みプラスチックの熱分解による化学原料化. [化学工学, 85(3), (2021), 160-163] 熊谷将吾, 齋藤優子, 吉岡敏明
 - 大規模災害時における災害廃棄物処理の備え. [消防防災の科学, 146, (2021), 17-20] 吉岡敏明, 遠藤守也
 - 日本化学会第70回進歩賞(複合領域分野):難リサイクル性プラスチック廃棄物を化学原料に転換する熱分解プロセスの開拓. [化学と工業, 74(3), (2021), 184-184] 熊谷将吾
 - 複合材料・製品の化学的手法によるリサイクルの可能性. [機能材料, 41(1), (2021), 4-11] 吉岡敏明, 熊谷将吾
- 【著書】
- 第II編 第8章 熱分解法によるプラスチックのケミカルリサイクルの研究開発動向., 第III編 第2章 異種ポリマーまたは金属との複合プラスチック製品の化学的素材分離., 第III編 第6章 湿式法を用いたハロゲン含有プラスチックの化学リサイクル. [プラスチックのケミカルリサイクル技術, 吉岡敏明 監修, (2021), シーエムシー出版] 吉岡敏明, 熊谷将吾, 齋藤優子

環境分析化学分野

【論文】

- Enhanced Tb(III)-centered Luminescence due to Elongated Methylene Arms of Tripodal Schiff Base Ligand. [Chemistry Letters, 50(7), (2021), 1382-1384] Ryunosuke Karashimada, Takafumi Kambe, Chikai Igarashi, Atsuko Masuya-Suzuki, Nobuhiko Iki
- Short Radiative Lifetime and Non-Triplet Sensitization in Near-Infrared-Luminescent Yb(III) Complex with Tripodal Schiff Base. [ChemistryOpen, 10(1), (2021), 46-55] Atsuko Masuya-Suzuki, Satoshi Goto, Takafumi Kambe, Ryunosuke Karashimada, Yasuhiro Kubota, Nobuhiko Iki

環境生命機能学分野

【論文】

- Detection and 2D imaging of dopamine distribution using a closed bipolar electrode system by applying cathodic luminophore. [ChemElectroChem, 8(18), (2021), 3492-3498] Tomoki Iwama, Mayo Komatsu, Kumi Y. Inoue, Hitoshi Shiku
- Electrochemical imaging of endothelial permeability using a large-scale integration-based device. [ACS Omega, 6(51), (2021), 35476-35483] Kosuke Ino, Hao-Jen Pai, Kaoru Hiramoto, Yoshinobu Utagawa, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
- Electrochemical Immunoassay with Dual Signal Amplification for Redox Cycling within a Nanoscale Gap. [ACS Applied Nano Materials, 4(11), (2021), 12393-12400] Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Takahiro Ito-Sasaki, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
- Electrochemical Sensor to Detect Proteinuria Using Peptidases and Glutamate Oxidase Jointly Immobilized on a Prussian Blue-modified Electrode. [Electrochemistry, 89(5), (2021), 409-414] Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Tsubasa Miura, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
- Electrochemiluminescence imaging of respiratory activity of cellular spheroids using sequential potential steps. [Biosensors

- and Bioelectronics, 181, (2021), 113123] Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Keika Komatsu, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
- Electrodeposition of thiolated polymer-based hydrogels via disulfide formation using electrogenerated benzoquinone. [Chemistry Letters, 50, (2021), 256-259] Kosuke Ino, Ayako Tamura, Kaoru Hiramoto, Mika T. Fukuda, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
 - Ion conductance-based perfusability assay of vascular vessel models in microfluidic devices. [Micromachines, 12(12), (2021), 1491] Rise Akasaka, Masashi Ozawa, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
 - Micropipette-based navigation in a microvascular model for imaging endothelial cell topography using scanning ion conductance microscopy. [Analytical Chemistry, 93, (2021), 4902-4908] Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hiroki Ida, Takuto Imaizumi, Akichika Kumatani, Yasufumi Takahashi, Hitoshi Shiku
 - Thermally-drawn multi-electrode fibers for bipolar electrochemistry and magnified electrochemical imaging. [Advanced Materials Technologies, in press] Tomoki Iwama, Yuanyuan Guo, Shoma Handa, Kumi Y. Inoue, Tatsuo Yoshinobu, Fabien Sorin, Hitoshi Shiku
 - Topography and Permeability Analyses of Vasculature-on-a-Chip Using Scanning Probe Microscopies. [Advanced Healthcare Materials, 10, (2021), 2101186] Yuji Nashimoto, Minoru Abe, Ryota Fujii, Noriko Taira, Hiroki Ida, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Javier Ramon-Azcon, Hitoshi Shiku
 - Nanoscale Visualization of Morphological Alteration of Live-Cell Membranes by the Interaction with Oligoarginine Cell-Penetrating Peptides. [Analytical Chemistry, 93(13), (2021), 5383-5393] Hiroki Ida, Yasufumi Takahashi, Akichika Kumatani, Hitoshi Shiku, Tomo Murayama, Hisaaki Hirose, Shiroh Futaki, Tomokazu Matsue
 - 多点液滴デバイスを用いるレドックスサイクリングによるメチレンブルーの電気化学計測. [分析化学, 70(3), (2021), 183-189] 平本薫, 小松慶佳, 山田祐大, 梨本裕司, 末永智一, 伊野浩介, 珠玖仁
 - 多点電気化学測定によるゼブラフィッシュ胚の酸素消費量と運動の同時リアルタイム評価. [分析化学, 70(9), (2021), 535-540] 鈴木雅登, 岩木ゆか, 寺尾和輝, 國方亮太, 須田篤史, 井上(安田)久美, 伊野浩介, 末永智一, 安川智之
- 【総説・解説】
- Bipolar-electrode-based electrochromic devices for analytical applications – A review. [Electroanalysis, accepted] Siti Masturah, binti Fakhruddin, Kosuke Ino, Kumi Y. Inoue, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
 - In vitro electrochemical assays for vascular cells and organs. [Electrochemical Science Advances, (2021), e2100089] Yoshinobu Utagawa, Kaoru Hiramoto, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
 - 電気化学反応を使ったハイドロゲルのバイオフィアブ리케이션. [月刊バイオインダストリー, 38(10), (2021), 40-48] 伊野浩介, 宇田川喜信, 梨本裕司, 珠玖仁
 - バイポーラ電極を用いるバイオセンサの開発. [月刊 Bioindustry, 38(5), (2021), 57-67] 井上(安田)久美

資源循環プロセス学講座

環境グリーンプロセス学分野

【論文】

- Additive-free hydrothermal leaching method with low environmental burden for screening of strontium in soil. [Environmental Science and Pollution Research, 28(39), (2021), 55725-55735] Takuma Kato, Mika Nagaoka, Haixin Guo, Hiroki Fujita, Taku Michael Aida, Richard Lee Smith
- Amino-functional biocarbon with CO₂-responsive property for removing copper(II) ions from aqueous solutions. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 616, (2021), 126304] Yuto Inoue, Haixin Guo, Tetsuo Honma, Richard Lee Smith
- Direct one-pot synthesis of ordered mesoporous carbons from lignin with metal coordinated self-assembly. [Green Chemistry, 23(21), (2021), 8632-8642] Xiaoqi Wang, Xiaoning Liu, Richard Lee Smith, Yining Liang, Xinhua Qi
- High-capacity structured MgO-Co adsorbent for removal of phosphorus from aqueous solutions. [Chemical Engineering Journal, 426, (2021), 131381] Xiaoning Liu, Yicong Wang, Richard L. Smith, Junyan Fu, Xinhua Qi
- Mg-coordinated self-assembly of MgO-doped ordered mesoporous carbons for selective recovery of phosphorus from aqueous solutions. [Chemical Engineering Journal, 406, (2021), 126748] Xiaoning Liu, Junyan Fu, Yiwei Tang, Richard L. Smith, Xinhua Qi
- Role of impurity components and pollutant removal processes in catalytic oxidation of o-xylene from simulated coal-fired flue gas. [Science of the Total Environment, 764(10), (2021), 142805] Yuting Wang, Xiao Zhang, Boxiong Shen, Richard Lee Smith, Haixin Guo
- Role of virgin coconut oil (VCO) as co-extractant for obtaining xanthenes from mangosteen (*Garcinia mangostana*) pericarp with supercritical carbon dioxide extraction. [Journal of Supercritical Fluids, 176, (2021), 105305] Siew Lee Kok, Wan Jun Lee, Richard Lee Smith, Norhidayah Suleiman, Kriskamol Na Jom, Kanithaporn Vangnai, Amir Hamzah Bin Sharaai, Gun Hean Chong
- Selective conversion of furfuryl alcohol to levulinic acid by SO₃H-containing silica nanoflower in GVL/H₂O system. [Renewable Energy, 171, (2021), 124-132] Ruoqing Wang, Feng Shen, Yiwei Tang, Haixin Guo, Richard Lee Smith, Xinhua Qi
- Supercritical water pretreatment method for analysis of strontium and uranium in soil (Andosols). [Applied Radiation and Isotopes, 168, (2021), 109465] Mika Nagaoka, Hiroki Fujita, Taku Michael Aida, Haixin Guo, Richard Lee Smith

【総説・解説】

- Critical assessment of reaction pathways for conversion of agricultural waste biomass into formic acid. [Green Chemistry, 23(4), (2021), 1536-1561] Feng Shen, Richard Lee Smith, Jialu Li, Haixin Guo, Xiao Zhang, Xinhua Qi

複合材料設計学分野（成田研）

【論文】

- A Review of Piezoelectric and Magnetostrictive Biosensor Materials for Detection of Covid-19 and Other Viruses. [Advanced Materials, 33, (2021), 2005448] Fumio Narita, Zhenjin Wang, Hiroki Kurita, Zhen Li, Yu Shi, Yu Jia, Constantinos Soutis
- Design and Finite Element Simulation of Metal-Core Piezoelectric Fiber/Epoxy Matrix Composites for Virus Detection. [Sensors and Actuators A, 327(15), (2021), 112742] Y. Wang, Y. Shi, F. Narita
- Effect of Silk Fibroin Concentration on the Properties of Polyethylene Glycol Dimethacrylates for Digital Light Processing Printing. [Advanced Engineering Materials, 23(9), (2021), 2100487] Satoshi Egawa, Hiroki Kurita, Teruyoshi Kanno, Fumio Narita
- Electric polarization and crystal orientation of lead zirconate titanate under mechanical stress due to embedding in a metal matrix. [SN Applied Sciences, 3, (2021), Article number: 807] Tetsuro Yanaseko, Hiroshi Sato, Fumio Narita, Hiroshi Asanuma
- Evaluation of Electromechanical Properties and Conversion Efficiency of Piezoelectric Nanocomposites with Carbon-Fiber-Reinforced Polymer Electrodes for Stress Sensing and Energy Harvesting. [Polymers, 13(18), (2021), 3184] Yaonan Yu, Fumio Narita
- Fabrication, Tensile Properties, and Photodecomposition of Basalt Fiber-Reinforced Cellulose Acetate Matrix Composites. [Polymers, 13, (2021), 3944] Yuxi Shen, Alia Gallet-Pandellé, Hiroki Kurita, Fumio Narita
- Mechanical properties of mechanically-defibrated cellulose nanofiber reinforced epoxy resin matrix composites. [Journal of Composite Materials, 55(4), (2021), 455-464] Hiroki Kurita, Ryugo Ishigami, Chen Wu, Fumio Narita
- Nanocellulose reinforced silkworm silk fibers for application to biodegradable polymers. [Materials & Design, 202, (2021), 109537] Chen Wu, Satoshi Egawa, Teruyoshi Kanno, Hiroki Kurita, Zhenjin Wang, Eiji Iida, Fumio Narita
- On the Possibility of Developing Magnetostrictive Fe-Co/Ni Clad Plate with Both Vibration Energy Harvesting and Mass Sensing Elements. [Materials, 14(16), (2021), 4486] Kotaro Mori, Yinli Wang, Kenichi Katabira, Daiki Neyama, Ryuichi Onodera, Daiki Chiba, Masahito Watanabe, Fumio Narita
- Structural design and performance evaluation of FeCo/epoxy magnetostrictive composites. [Composites Science and Technology, 210, (2021), 108840] Zhenjun Yang, Zhenjin Wang, Kenya Nakajima, Daiki Neyama, Fumio Narita
- Tensile Properties of Mechanically-Defibrated Cellulose Nanofiber-Reinforced Polylactic Acid Matrix Composites Fabricated by Fused Deposition Modeling. [Transactions of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 38(1), (2021), 68-74] H. Kurita, C. Bernard, A. Lavrovsky, F. Narita

複合材料設計学分野（コマロフ研）

【論文】

- Characterization of acoustic streaming in water and aluminum melt during ultrasonic irradiation. [Ultrason. Sonochem., 71, (2021), 105381] Takuya Yamamoto, Kazuki Kubo, Sergey V. Komarov
- Enhancement of oscillation amplitude of cavitation bubble due to acoustic wake effect in multibubble environment. [Ultrason. Sonochem., 78, (2021), 105734] Takuya Yamamoto, Sergey V. Komarov
- Fabrication of Al-Bi frozen emulsion alloys due to high-intense ultrasound irradiation. [J. Alloys Comp., 859, (2021), 158231] Sergey V. Komarov, Takuya Yamamoto, Jincheng Sun
- High-speed imaging of ultrasonic emulsification using a water-gallium system. [Ultrason. Sonochem., 71, (2021), 105387] Takuya Yamamoto, Ryo Matsutaka, Sergey V. Komarov
- Incorporation of powder particles into impeller-stirred liquid bath through vortex formation. [Materials, 14, (2021), 2710] Sergey V. Komarov, Takuya Yamamoto, Hirotada Arai
- Influence of Thomson effect on amorphization in phase-change memory: Dimensional analysis based on Buckingham's Π theorem for Ge₂Sb₂Te₅. [Mater. Res. Exp., 8, (2021), 115902] Takuya Yamamoto, Shogo Hatayama, Yun-Heub Song, Yuji Sutou
- Influence of ultrasound irradiation on transient solidification characteristics in DC casting process: Numerical simulation and experimental verification. [J. Mater. Process. Technol., 294, (2021), 117116] Takuya Yamamoto, Sergey V. Komarov
- Investigation on three-dimensional morphology of channel-type macrosegregation in DC cast Al-Mg billets through numerical simulation. [JOM, 73, (2021), 3838-3847] Takuya Yamamoto, Keisuke Kamiya, Takashi Kubo, Masanori Tsunekawa, Sergey V. Komarov
- Numerical prediction of channel-type segregation formation in DC casting of Al-Mg billet. [Metall. Mater. Trans. B, 52B, (2021), 4046-4060] Takuya Yamamoto, Keisuke Kamiya, Keita Fukawa, Shohei Yomogida, Takashi Kubo, Masanori Tsunekawa, Sergey V. Komarov
- Optical and electrical properties of InxGa1-xSe mixed crystal grown from indium flux by the traveling heater method. [J. Elect. Mater., 50, (2021), 2649-2655] Y. Sato, C. Tang, K. Watanabe, M. Nakajima, T. Yamamoto, N. Tezuka, T. Tanabe, Y. Oyama
- Physical modeling of rotary flux injection in an aluminum melting furnace. [Metall. Mater. Trans. B, 52B, (2021), 3363-3372] Takuya Yamamoto, Hanako Takahashi, Sergey V. Komarov, Masaya Shigemitsu, Ryosuke Taniguchi, Yasuo Ishiwata

【総説・解説】

- アルミニウム生産プロセスにおける OpenFOAM の活用 . [伝熱 , 60(July), (2021), 34-39] 山本卓也 , コマロフセルゲイ
- アルミニウム溶湯処理プロセス中の環境負荷低減技術開発 . [までりあ , 60, (2021), 347-350] 山本卓也
- 回転円筒による高効率熱交換技術—伝熱面への無機マテリアル生成による伝熱性能低下を抑制—. [無機マテリアル学会学会誌 , 28, (2021), 215-218] 丸岡伸洋 , 小野寿光 , 遠藤聡 , 相澤直信 , 山本卓也 , 佐々木裕 , 高島正 , 小山克博 , 前田圭一郎

- 機械攪拌中浮遊油膜巻き込みメカニズムの解明 . [京都大学学術情報メディアセンター・センター全国共通 [広報] , 20(1), (2021), 2-3] 山本卓也
- 超音波処理におけるシミュレーション : キャビテーション気泡ダイナミクスと音響流 . [化学工業 , (2021), 454-459] 山本卓也 , コマロフセルゲイ
- 伝熱面を機械的に更新する、熱交換技術 . [クリーンエネルギー , 30(9), (2021), 22-28] 丸岡伸洋 , 山本卓也 , 小野寿光 , 遠藤聡 , 佐々木裕 , 高島正 , 小山克博 , 前田圭一郎
- 【著書】
- 攪拌時に生成する表面渦形成と気泡分裂挙動に対する数値シミュレーション . [攪拌技術とスケールアップ、シミュレーションの活用、技術情報協会 , (2021), 320-327] 山本卓也 , コマロフセルゲイ

環境創成計画学講座

環境分子化学分野

【論文】

- Dimethyl carbonate (DMC) synthesis from methanol and carbon dioxide in the presence of ZrO₂ solid solutions and yield improvement by applying a natural convection circulation system. [Chemical Engineering Journal, 429(1), (2022), 132378] Qingxin Zheng, Ryo Nishimura, Yoshiyuki Sato, Hiroshi Inomata, Masaki Ota, Masaru Watanabe, Séverine Camy (Available online 11 September 2021.)
- Experiments and Simulation of Counter-Current Extraction (Subcritical Fluid Separation) by Supercritical CO₂ with Hops-Extract Ethanol Solution. [KAGAKU KOGAKU RONBUNSHU, 47(2), (2021), 23-27] Yusuke Ueno, Yuki Hoshino, Masaki Ota, Yoshiyuki Sato, Hiroshi Inomata
- Measurement and correlation of vapor-liquid distribution coefficients of compounds contained in hops-extract ethanol solution with supercritical CO₂. [Kagaku Kogaku Ronbunshu, 47(2), (2021), 17-22] Yuki Hoshino, Yusuke Ueno, Masaki Ota, Yoshiyuki Sato, Hiroshi Inomata
- Removal of chlorophyll and pheophorbide from *Chlorella pyrenoidosa* by supercritical fluid extraction: Potential of protein resource. [Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 85(7), (2021), 1759-1762] Taiki Miyazawa, Ohki Higuchi, Masato Sasaki, Masaki Ota, Tsutomu Aida, Hideo Takekoshi, Hiroshi Inomata, Teruo Miyazawa

環境材料表面科学分野

【論文】

- Activity for the ORR on Pt-Pd-Co ternary alloy electrodes is markedly affected by surface structure and composition. [Electrochemistry Communications, 125, (2021), 107007] Mashu Torihata, Masashi Nakamura, Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama, Nagahiro Hoshi
- Atomically resolved interface structures of vacuum-

deposited Pt on SnO₂(110), (101), and (111). [Journal of Vacuum Science & Technology A, 39(6), (2021), 60402] Yoshihiro Chida, Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama

● Electrochemical stability of stainless-steel-made anode for alkaline water electrolysis: Surface catalyst nanostructures and oxygen evolution overpotentials under applying potential cycle loading. [Electrochemistry Communications, 122, (2021), 106902] Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama

● Hydrogen Peroxide Generation and Hydrogen Oxidation Reaction Properties of Ir(111)-, (100)-, and (110)-Low-Index Single-Crystal Surfaces. [The Journal of Physical Chemistry C, 125(39), (2021), 21481-21487] Kenta Hayashi, Takeru Tomimori, Yoshihiro Chida, Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama

● Oxygen Reduction Reaction of Third Element-Modified Pt/Pd(111): Effect of Atomically Controlled Ir Locations on the Activity and Durability. [ACS Catalysis, 11(3), (2021), 1554-1562] Keisuke Kusunoki, Daisuke Kudo, Kenta Hayashi, Yoshihiro Chida, Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama

連携講座

環境適合材料創製学分野

【論文】

● A consideration of total energetics for close-packed polytypes from viewpoint of atomistic interaction distance. [MRS Advances, 6, (2021), 170-175] Shinya Ogane and Koji Moriguchi

● A computational experiment on deducing phase diagrams from spatial thermodynamic data using machine learning techniques. [Calphad, 74, (2021), 102303] Kazumasa Tsutsui and Koji Moriguchi

● Analysis of hydration effect based on standard redox potential of metals calculated by density functional theory combined with the reference interaction site model. [MRS Advances, 6, (2021), 583-587] Yuta Tanaka and K Moriguchi

● ANNNI model descriptions on structural energetics for a wide variety of metallic polytypes composed of close-packed layers. [MRS Advances, 6, (2021), 163-169] Koji Moriguchi, Taku Miyakawa, Shinya Ogane, Riku Sato, Kazumasa Tsutsui, Yuta Tanaka

● Theoretical Relation between Polytype Energetics and Effective Atomistic Interaction Based on Interlayer Partial Energy Model. [ECS Meeting Abstracts, MA2021-02, (2021), 1721] Shinya Ogane, Riku Sato, Taku Miyakawa, Yuta Tanaka, Kazumasa Tsutsui, Koji Moriguchi

● 炭材共存下の鉄鉱石焼結層内における鉄系凝結材の酸化反応促進 . [鉄と鋼, 107(6), (2021), 439-446] 昆野友城, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● 低スラググリーンペレットの焼結層下層配置による焼結生産性および品質向上 . [鉄と鋼, 107(6), (2021), 471-482] 松村勝, 山口泰英, 樋口謙一, 村上太一, 前田敬之

地球環境変動学分野

【論文】

● Seasonal variations of SF₆, CO₂, CH₄, and N₂O in the UT/LS region due to emissions, transport, and chemistry. [Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 126(4), (2021), e2020JD033541] Bisht, J. S. H., T. Machida, N. Chandra, K. Tsuboi, P. Patra, T. Umezawa, Y. Niwa, Y. Sawa, S. Morimoto, T. Nakazawa, N. Saito and M. Takigawa

● New approach to evaluate satellite derived XCO₂ over oceans by integrating ship and aircraft observations. [Atmos. Chem. Phys., 21(10), (2021), 8255-8271] Müller, A., Tanimoto, H., Sugita, T., Machida, T., Nakaoka, S., Patra, P. K., Laughner, J., and Crisp, D.

● Technical note: A high-resolution inverse modelling technique for estimating surface CO₂ fluxes based on the NIES-TM-FLEXPART coupled transport model and its adjoint. [Atmos. Chem. Phys., 21(2), (2021), 1245-1266] Maksyutov, S., Oda, T., Saito, M., Janardanan, R., Belikov, D., Kaiser, J. W., Zhuravlev, R., Ganshin, A., Valsala, V. K., Andrews, A., Chmura, L., Dlugokencky, E., Haszpra, L., Langenfelds, R. L., Machida, T., Nakazawa, T., Ramonet, M., Sweeney, C., and Worthly, D.

● Estimation of fire-induced carbon emissions from Equatorial Asia in 2015 using in situ aircraft and ship observations. [Atmos. Chem. Phys., 21(12), (2021), 9455-9473] Niwa, Y., Sawa, Y., Nara, H., Machida, T., Matsueda, H., Umezawa, T., Ito, A., Nakaoka, S.-I., Tanimoto, H., and Tohjima, Y.

● Measurement report: Regional characteristics of seasonal and long-term variations in greenhouse gases at Nainital, India, and Comilla, Bangladesh. [Atmos. Chem. Phys., 21(21), (2021) 16427-16452] Nomura, S., Naja, M., Ahmed, M. K., Mukai, H., Terao, Y., Machida, T., Sasakawa, M., and Patra, P. K.

● First ground-based Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer observations of HFC-23 at Rikubetsu, Japan, and Syowa Station, Antarctica. [Atmos. Meas. Tech., 14(9), (2021), 5955-5976] Takeda, M., H. Nakajima, I. Murata, T. Nagahama, I. Morino, G. C. Toon, R. F. Weiss, J. Mühle, P. B. Krummel, P. J. Fraser, and H. -J. Wang

博士・修士論文題目一覧（令和3年3月・9月修了）

博士論文

【令和3年3月修了】11名

●武田 智子

“Governance of Wastewater Management to Minimize the Impact of Disasters and Epidemics (災害や感染症の被害を軽減する排水管理のガバナンス)”

指導教員：李 玉友 教授

●武山 詳

「高温延性地殻のき裂のすべり挙動に関する研究」

指導教員：土屋 範芳 教授

研究指導教員：坂口 清敏 准教授

●Sandia Primeia

“Potential of a microbial consortium to degrade petroleum hydrocarbons in correlated with biosurfactants production (生物界面活性剤の産生を伴う効果的な石油炭化水素分解微生物コンソーシアム)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●青木 英彦

「セラミックス粉末成形・焼結のシミュレーションに関する研究」

指導教員：松原 秀彰 教授

研究指導教員：上高原 理暢 教授

●宮坂 聡史

「直流電界下における熔融ソーダライムシリケートガラス中のイオン移動現象の理解と板ガラスの機能化への応用に関する研究」

指導教員：小俣 孝久 教授

●泉 佑太

“Processing Methodologies of Time-Series Dataset in Ground-Based Radar for Near-Real-Time Terrain Change Monitoring(準リアルタイム地表面変化観測のための地表設置型レーダ時系列データ処理手法)”

指導教員：佐藤 源之 教授

●銭 照杰

“Analysis of cadmium and zinc absorption processes in a hyperaccumulator *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* (高蓄積植物ハクサンハタザオのカドミウムと亜鉛吸収プロセスの解析)”

指導教員：井上 千弘 教授

●仲本 龍一郎

“Integration of material synthesis and recycling process to construct an eco-friendly platinum circulation (材料合成とリサイクルの融合によるエコフレンドリーな白金循環の構築)”

指導教員：高橋 英志 教授

●谷 占勇

“Modification of polymeric carbon nitride based photocatalysts for enhanced photocatalytic NO removal performance (NO 除去光触媒性能を向上させるためのカーボンナイトライドベース光触媒修飾)”

指導教員：殷 澍 教授

●叢 鳴

「都市における有機性廃棄物の分散型処理とエネルギー回収システムに関する研究」

指導教員：李 玉友 教授

●田代 藍

“Post-disaster coastal environments and human health (被災地の沿岸環境と人の健康との関連)”

指導教員：中谷 友樹 教授

【令和3年9月修了】13名

●魏 書君

“Molecular biological analysis on arsenic transport and accumulation in *Pteris vittata* (モエジマシダのヒ素輸送と蓄積の分子生物学的解析)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●Astin Nurdiana

“Fluid-rock reactions and porosity generation induced by infiltration of pegmatitic fluids at mid-crustal depths (中部地殻におけるペグマタイト質流体の侵入に起因する岩石-流体反応と空隙形成)”

指導教員：岡本 敦 教授

●Christine Dwi Ariani Wiyono

“Molecular approaches to elucidate cadmium and zinc accumulation mechanism in *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* (ハクサンハタザオのカドミウムと亜鉛蓄積機構解明の分子生物学的アプローチ)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●Kevin Muhamad Lukman

“Blue carbon perceptions by locals deriving from coastal ecosystem services: A proposal for sustainable community-based managements in Indonesia (沿岸部生態系サービスに由来するブルーカーボンに関する地域住民の認識：インドネシアにおけるコミュニティ・ベース管理への提案)”

指導教員：松八重 一代 教授

●Jay Mar Dioquito Quevedo

“Social and policy science of blue carbon ecosystems assessment: Local perceptions towards global benefits and contributions in the Philippines (ブルーカーボン生態系評価の社会・政策科学的研究：フィリピンにおけるグローバルな便益と貢献に関する地域住民の認識)”

指導教員：松八重 一代 教授

●Tanmoy Roy Tusher

“Evaluation of a stable 1,4-dioxane-degrading microbial consortium in the presence of co-occurring compound: Role

of microbial coexistence and interplay (共存化合物存在下で安定な1,4-ジオキサン分解コンソーシアムの評価－微生物共存と相互作用の役割－)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●Chelsea Adelina Langa

“Appropriate site selection method of waste disposal site based on analytic hierarchy process reflecting dynamic social data and geo-informatics (動的な社会データと地理情報を反映した階層解析法に基づく廃棄物処分場の適地選定法)”

指導教員：駒井 武 教授

●Tsogtbaatar Amarsaikhan

“Quantitative Characterization of Subsurface Environment by Ground Penetrating Radar (地中レーダによる地下環境の定量的性状評価)”

指導教員：佐藤 源之 教授

●何 星融

“Carbon Capture and Utilization via Mineral Carbonation of Alkaline Wastes without CO₂ Purification and Pressurization(二酸化炭素の高純度化及び圧縮を必要としない塩基性廃棄物の炭酸塩鉱物化による二酸化炭素の有効利用)”

指導教員：柴田 悦郎 教授

研究指導教員：飯塚 淳 准教授

●Motswaiso Fiona Segolame

“Geochemical characteristics of superficial sediment and brine of the Sua Pan saline lake; environmental and sustainability implications (スワパン塩湖の表層堆積物と塩水における地球化学的特性：環境および持続可能性の示唆)”

指導教員：駒井 武 教授

●Duong Thanh Nga

“Study on Mechanical Properties of Fiber-Cement Stabilized Soil Produced by Using Agricultural By-Products (農業廃棄物を用いた繊維質固化処理土の機械的特性に関する研究)”

指導教員：高橋 弘 教授

●遠藤 守也

「東日本大震災における仙台市の取り組みから観る災害廃棄物処理の迅速化に関する研究」

指導教員：吉岡 敏明 教授

●Ardiansyah Taufik

“Crystal-phase and surface-structure engineering of MoS₂ for improving gas sensor performance at room temperature (室温でのガスセンサー性能の向上に資するMoS₂の結晶相と表面構造エンジニアリング)”

指導教員：殷 澍 教授

修士論文

【令和3年3月修了】93名

●Agni Lili Ariyanti

“Characterization of root exudates from *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* and its leaching potential for cadmium and zinc from contaminated soil (ハクサンハタザオ根分泌物の特徴づけと汚染土壌からのカドミウムと亜鉛浸出能力の検討)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●阿部 光

“Formation of amorphous silica particles and its influence on permeability in superhot geothermal environments (超高温地熱環境におけるアモルファスシリカ粒子の形成と透水性への影響)”

指導教員：駒井 武 教授

研究指導教員：渡邊 則昭 准教授

●石井 肇

「熱力学データの拡張に基づく超臨界地熱システムにおける鉱物-流体平衡モデリング」

指導教員：岡本 敦 教授

●一戸 遼太

「戻りコンクリートを用いた地盤材料の生成と強度特性に関する研究」

指導教員：高橋 弘 教授

研究指導教員：里見 知昭 助教

●今泉 冴香

「水滴振動法を用いた溶融Co-Cr-Mo系合金の表面張力測定」

指導教員：福山 博之 教授

研究指導教員：大塚 誠 准教授

●大塚 駿

「多孔質シリカ真空断熱技術と相変化/化学蓄熱材を用いた熱利用システムに関する研究」

指導教員：松原 秀彰 教授

研究指導教員：上高原 理暢 教授

●岡崎 匡輝

「CaドーピングしたHxWO3の中温域における相安定性及び電子伝導性」

指導教員：小俣 孝久 教授

研究指導教員：鈴木 一誓 助教

●韓 凝

“Role of functional rhizobacteria during arsenic phytoremediation process (ヒ素のファイトレメディエーションにおける機能性根圏細菌の位置づけ)”

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●木村 ほのか

「Cu ナノワイヤとZnOの複合化による高安定性透明導電膜形成の試み」

指導教員：高橋 英志 教授

研究指導教員：横山 俊 准教授

●工藤 克之

「小径ショット状アノードを用いた高不純物粗銅の電解精製に関する研究」

指導教員：柴田 悦郎 教授

研究指導教員：飯塚 淳 准教授

●国安 大和

「遠心分離を使用した土壌からのマイクロプラスチック分離と画像処理によるその定量方法の開発」

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：グラウゼ ギド 准教授

●熊澤 明信

「二重解放コア変形原理による地殻応力測定法の基礎研究」

指導教員：伊藤 高敏 教授

●小久保 美乃里

「フッ素化－脱フッ素化プロセスで合成されたピリジン型窒素ドーピンググラファイトの酸素還元反応触媒活性」

指導教員：松原 秀彰 教授

研究指導教員：佐藤 義倫 准教授

●駒谷 拓己

「固体酸化物形燃料電池のその場残留応力計測」

指導教員：八代 圭司 准教授

●近藤 萌波

“Transport phenomena of volatile chemical substances at boundary layer between atmosphere and soil (大気 - 土壌境界層における揮発性化学物質の輸送現象の解明)”

指導教員：駒井 武 教授

●後藤 空

「セラミックス粉末の成形および焼結のシミュレーションに関する研究」

指導教員：松原 秀彰 教授

研究指導教員：上高原 理暢 教授

●後藤 光生

「塗布型太陽電池形成を目的とした水溶液中 CuInS2 粒子一段階合成の試み」

指導教員：高橋 英志 教授

研究指導教員：横山 俊 准教授

●佐藤 憲太

「歴史津波堆積物の地球化学データの統計モデルと判別分析」

指導教員：土屋 範芳 教授

●佐藤 隆太

「プロトン導電性酸化物の熱 - 化学 - 機械特性」

指導教員：川田 達也 教授

●塩田 浩平

「礫混じり砂質土のバケツ掘削における抵抗力解析と地盤強度評価に関する研究」

指導教員：高橋 弘 教授

研究指導教員：里見 知昭 助教

●清水 拓也

「新規 1,4- ジオキサン分解細菌 *Variovorax* sp. TS13 株の特徴づけ」

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●鈴木 佳弥

「ジェットミル内碎料粒子の運動と粉碎場の解析」

指導教員：加納 純也 教授

●高橋 香於里

“A new chemical stimulation for geothermal reservoirs : Selective mineral dissolution by chelating agent flooding (地熱貯留層の新化学的刺激法：キレート剤圧入による選択的鉱物溶解)”

指導教員：駒井 武 教授

研究指導教員：渡邊 則昭 准教授

●高橋 裕介

「軟弱地盤のバケツ掘削時における抵抗力と地盤強度との関係に関する研究」

指導教員：高橋 弘 教授

研究指導教員：里見 知昭 助教

●張 溶昌

「メタンハイドレート開発にフラクチャリングを応用するための流路維持方法の検討」

指導教員：伊藤 高敏 教授

●中刈 智郎

「DEM-SPH を用いた転動造粒プロセスにおける核生成現象のモデル化」

指導教員：加納 純也 教授

●中村 夏歩

「多孔質セラミックスに固定した酵母による金属回収の検討」

指導教員：井上 千弘 教授

研究指導教員：簡 梅芳 助教

●波瓦 陽之

「微細構造を制御した SOFC 空気極の電極反応解析」

指導教員：川田 達也 教授

●野崎 純平

「Cu ナノ材料による高接着かつフレキシブルな電子回路形成」

指導教員：高橋 英志 教授

研究指導教員：横山 俊 准教授

●原田 真聖

「SOFC 用 Ni 燃料極の化学状態の電気化学的評価」

指導教員：八代 圭司 准教授

●藤田 一輝

「AlN 結晶の液相成長技術の開発に向けた Ni-Al 融体の熱物性測定と熱流体解析」

指導教員：福山 博之 教授

研究指導教員：安達 正芳 助教

●古橋 龍

「固体酸化物セルにおけるニッケル電極の形態安定性」

指導教員：八代 圭司 准教授

●不破 彰吾

「混合導電性酸化物における高温光電気化学」

指導教員：川田 達也 教授

●宮本 淳生

「遊星ボールミリングにおける媒体表面温度の推算」

指導教員：加納 純也 教授

●山形 武史

「Fe-Al 融液を用いた AlN 結晶成長技術の構築に向けた熱力学的検討とその場観察」

指導教員：福山 博之 教授

研究指導教員：安達 正芳 助教

●楊 徳毅

「オイルサンド開発のためのダイレーションによる浸透性改良の室内実験による検討」

指導教員：伊藤 高敏 教授

●吉田 一貴

“Enhanced fluid infiltration by reaction-induced fracturing within the oceanic lithosphere (反応に起因した破壊が促進する海洋リソスフェアの流体浸透プロセス)”

指導教員：岡本 敦 教授

●龍尾 一海

「繊維質固化処理土のせん断強度特性に関する研究」

指導教員：高橋 弘 教授

研究指導教員：里見 知昭 助教

●渡邊 竜也

「熱流体シミュレーションに基づくミスト CVD 装置の開発とβ-NaGaO₂の薄膜作製」

指導教員：小俣 孝久 教授

研究指導教員：鈴木 一誓 助教

●荒瀬 堯

「強磁性共鳴によるマイクロ波加熱とその応用」

指導教員：セルゲイ コマロフ 教授

●遠藤 亘

「Li5MoH11 の高純度試料合成と物性評価」

指導教員：折茂 慎一 教授

研究指導教員：高木 成幸 准教授

●大金 真也

「金属系積層多形のエネルギー論を考慮した原子間ポテンシャルの開発」

指導教員：森口 晃治 客員教授

●金内 貴文

「金属集電体上に気相合成した SnO₂ のオゾン生成特性」

指導教員：和田山 智正 教授

研究指導教員：轟 直人 准教授

●木村 杜倫

「構造用鋼のひずみ時効による脆化」

指導教員：大村 朋彦 客員教授

●篠原 宝来

「錯体水素化物カルシウムイオン伝導体の合成と特性評価」

指導教員：折茂 慎一 教授

研究指導教員：高木 成幸 准教授

●千田 祥大

「Pt/ スズ酸化物界面原子構造と酸素還元反応特性」

指導教員：和田山 智正 教授

研究指導教員：轟 直人 准教授

●橋本 涉

「カソードルミネッセンス法を用いた酸化物 / 窒化物被膜の迅速かつ簡便な分析評価」

指導教員：我妻 和明 教授

研究指導教員：今宿 晋 准教授

●原 大智

「石灰石添加焙焼による鉄鉱石脱リンプロセスの開発」

指導教員：葛西 栄輝 教授

研究指導教員：村上 太一 准教授

●福士 柔

「多孔質鉄粉の酸化・還元サイクルにおける水素発生特性」

指導教員：葛西 栄輝 教授

研究指導教員：村上 太一 准教授

●増田 行矩

「超音波援用プロセスにおけるアルミニウム基板へのショット衝突による表面複合層形成機構の解明」

指導教員：セルゲイ コマロフ 教授

●三浦 駿

「Boudouard 反応による還元鉄ペレットの炭化速度に及ぼす硫黄の影響」

指導教員：葛西 栄輝 教授

研究指導教員：村上 太一 准教授

●室井 涼

「低温高速燃焼材活用が焼結温度プロフィールおよび焼結鉱組織・品質に及ぼす効果」

指導教員：松村 勝 客員教授

●白 皓仁

“Electrochemical imaging systems for detection of cell permeability (細胞透過性の電気化学イメージングシステムの構築)”

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：伊野 浩介 准教授

●阿部 充里

「走査型イオンコンダクタンス顕微鏡を用いたフロー環境下の組織界面の観察」

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：梨本 裕司 助教

●井上 雄斗

「バイオマス由来の機能性炭素材料による金属廃液の処理プロセスの構築に向けた検討」

指導教員：リチャード リー スミス 教授

●今泉 拓斗

「灌流可能な血管網を備えた三次元組織モデルの構築法と電気化学的活性評価法の開発」

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：梨本 裕司 助教

●岩立 祐太

「機械的処理を用いたバイオマスから有機酸への効率的な反応に関する検討」

指導教員：リチャード リー スミス 教授

●大友 真由

「YMnO₃ 系材料の合成と酸素貯蔵能 (OSC) 評価」

指導教員：殷 澍 教授

研究指導教員：朝倉 裕介 助教

●笠高 宏洋

「スギ/ ポリエチレン共熱分解におけるシナジー効果増強およびその機構解析」

指導教員：吉岡 敏明 教授

研究指導教員：熊谷 将吾 助教

●加藤 匠馬

「土壌中 90Sr の分析・除染にむけた水熱浸出法の開発および反応メカニズムに関する検討」

指導教員：リチャード リー スミス 教授

●倉持 慧

「キャピラリー電気泳動を用いたランタニド - チアカリックスアレーン錯体の分子認識能の調査」

指導教員：壹岐 伸彦 教授

研究指導教員：唐島田 龍之介 助教

●柴山 泰弘

「硫黄を配位原子に持つチオビスフェノールを用いた新規ランタニド錯体の合成と発光機能評価」

指導教員：壹岐 伸彦 教授

研究指導教員：唐島田 龍之介 助教

●須藤 れな

「キレート反応による汚染土壌中鉛の抽出および濃縮」

指導教員：吉岡 敏明 教授

研究指導教員：亀田 知人 准教授

●曹 婧頤

“Synthesis of B and N co-doped anatase, rutile and brookite TiO₂ with various optical properties (異なる光学特性をもつ B と N 共ドーブした酸化チタンの合成と性能評価)”

指導教員：殷 澍 教授

研究指導教員：長谷川 拓哉 助教

●高橋 裕紀

「超臨界水熱合成法による二硫化モリブデンの合成と電極触媒特性」

指導教員：本間 格 教授

研究指導教員：岩瀬 和至 助教

●高橋 由莉子

「MnO₂/Mg-Al 系層状複水酸化物の創製と酸性ガス処理への応用」

指導教員：吉岡 敏明 教授

研究指導教員：亀田 知人 准教授

●田村 綾子

「電気化学的手法によるハイドロゲル形成法の開発」

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：伊野 浩介 准教授

●張 旭陽

“Evaluation of human mesenchymal stem cell osteogenic differentiation using scanning ion conductance microscopy (走査型イオンコンダクタンス顕微鏡を用いたヒト間葉系幹細胞骨分化の評価)”

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：梨本 裕司 助教

●友野 正也

「TBAB セミクラスレートハイドレートをを用いた CO₂-N₂ 混合ガスにおける CO₂ 分離回収プロセス構築に向けた検討」

指導教員：リチャード リー スミス 教授

●中根 隆太

「MRI 造影剤への応用を志向した配位不飽和サイトを有する多孔性配位高分子の創製」

指導教員：壺岐 伸彦 教授

●根谷 温

「細孔径の異なる Ce 導入多孔質シリケートの合成およびメタン転換活性評価」

指導教員：村松 淳司 教授

●廣崎 勇多

「イオン液体 - 超臨界 CO₂ 二相系における γ -パレロラクトンの合成と抽出に向けた検討」

指導教員：リチャード リー スミス 教授

●藤井 遼太

「走査型電気化学顕微鏡による血管モデルのイオン透過性評価」

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：梨本 裕司 助教

●藤田 尚輝

「ポリ塩化ビニルを用いた焼却飛灰からの重金属塩化揮発」

指導教員：吉岡 敏明 教授

研究指導教員：熊谷 将吾 助教

●細堀 浩司

「ランタニド - 三脚型シッフ塩基錯体の選択的結晶化を利用したランタニドの相互分離」

指導教員：壺岐 伸彦 教授

研究指導教員：鈴木 敦子 助教

●堀井 郷史

「速度論的安定性の向上を目指したリンカー付き白金 (II) ジラジカル錯体の合成と特性評価」

指導教員：壺岐 伸彦 教授

●山田 加奈子

「エチレン - 酢酸ビニル共重合体の紫外線劣化解析への熱分解 -GC/MS の応用」

指導教員：吉岡 敏明 教授

研究指導教員：熊谷 将吾 助教

●横崎 理花

「Mg 二次電池正極材料としてのスピネル MgMn₂O₄ ナノ粒子の合成と電極特性評価」

指導教員：本間 格 教授

研究指導教員：小林 弘明 助教

●芳田 元洋

「メカノケミカル反応を活用した金属導入ゼオライトの合成および酸化的メタン転換触媒としての応用」

指導教員：村松 淳司 教授

●LIANA BINTI MOHD ZULKIFLY

“Electrochemical devices for capture and detection of cell secretion from cell spheroids (電気化学デバイスをを用いた細胞スフェロイドの分泌物の捕捉と計測)”

指導教員：珠玖 仁 教授

研究指導教員：伊野 浩介 准教授

●赤平 朋代

「アルカリ金属タングステン酸フッ化物の合成とそのカーバイドへの転換」

指導教員：殷 澍 教授

研究指導教員：朝倉 裕介 助教

●檜和田 拓努

「現代ロシアにおけるナショナリズムの諸相—愛国主義から見た不滅の連隊に着目して」

指導教員：高倉 浩樹 教授

●曲 倩

「都市生活ゴミ分別制度の日中比較」

指導教員：明日香 壽川 教授

●今川 諒

「労災による中皮腫発生の特徴と地理的分布」

指導教員：中谷 友樹 教授

●王 美雯

「災害復興支援と博物館の役割についての文化人類学的研究」

指導教員：高倉 浩樹 教授

●郭 広澤

「嫌気性 MBR による下水汚泥の嫌気性消化に及ぼす前熱処理の影響」

指導教員：李 玉友 教授

●小沼 千紘

「薬剤耐性遺伝子による生活環境の汚染に対する WASH 介入効果の評価」

指導教員：佐野 大輔 准教授

●古山 良典

「東日本大震災の被災地における医療機関へのアクセシビリティの変化と予測」

指導教員：中谷 友樹 教授

●佐川 大輔

「都市圏内における小地域単位での人口増減に居住地域環境が及ぼす影響」

指導教員：中谷 友樹 教授

研究指導教員：磯田 弦 准教授 (理学研究科)

●佐藤 重吾

「場所概念からみた現代東北における野生食物採集活動の人類学的研究—秋田県南西部におけるヤマノモノ採集を事例として」

指導教員：高倉 浩樹 教授

●鈴木 大将

「つくばにおける FTIR 観測による微量気体高度分布の解析：CO 発生源の推定」

指導教員：中島 英彰 客員教授

●石 堯文

「生ごみ、下水汚泥及び古紙の中温高濃度混合メタン発酵に及ぼす古紙比率の影響」

指導教員：李 玉友 教授

●新田 しおり

「グラニユール方式—槽型アナモックスプロセスによる下水の高度処理に関する研究」

指導教員：李 玉友 教授

【令和 3 年 9 月修了】 9 名

●Amarbayar Nomuulin

“Multi-stage alteration of serpentization, carbonation and Ca-metasomatism of ultramafic rocks (超苦鉄質岩の多段階の蛇紋岩化作用、炭酸塩鉱物化作用および Ca 交代作用)”

指導教員：土屋 範芳 教授

●近藤 智洋

「フルポーラリメトリック MIMO 地中レーダ開発のための基礎的研究」

指導教員：佐藤 源之 教授

●謝 江昊

「大豆根分泌物がハクサンハタザオによる Cd 吸収に及ぼす影響」

指導教員：井上 千弘 教授

●Zhou Xinyu

“In-situ observation of AlN crystal formation on Ni-Al droplets by electromagnetic levitation technique (電磁浮遊法を用いた Ni-Al 液滴上における AlN 結晶成長のその場観察)”

指導教員：福山 博之 教授

●Pei Shiyu

“Adsorption characteristics of Diuron in biochar-soil-water system and its application to pollution prevention (ジウロンの土壌吸着特性および汚染防止のためのバイオ炭の活用)”

指導教員：駒井 武 教授

●Luis José Salalá Santos

“Selective mineral dissolution and permeability enhancement of fractured volcanic rocks by chelating agent flooding in geothermal environments (地熱環境下におけるキレート剤流入による火山岩の選択的鉱物溶解と浸透率の増進)”

指導教員：土屋 範芳 教授

●上村 匠道

「レーザー誘起プラズマ発光分光法を用いた水素原子の空間分布解析」

指導教員：折茂 慎一 教授

研究指導教員：今宿 晋 准教授

●Amalia Nafisah Rahmani Irawan

“Correlation Analysis of Agricultural Drought Risk on Wet Crop and Meteorological Drought Index in Tropical Humid Region (熱帯湿潤地域の水稲の旱魃リスクと気象学的指標の相関分析)”

指導教員：小森 大輔 准教授

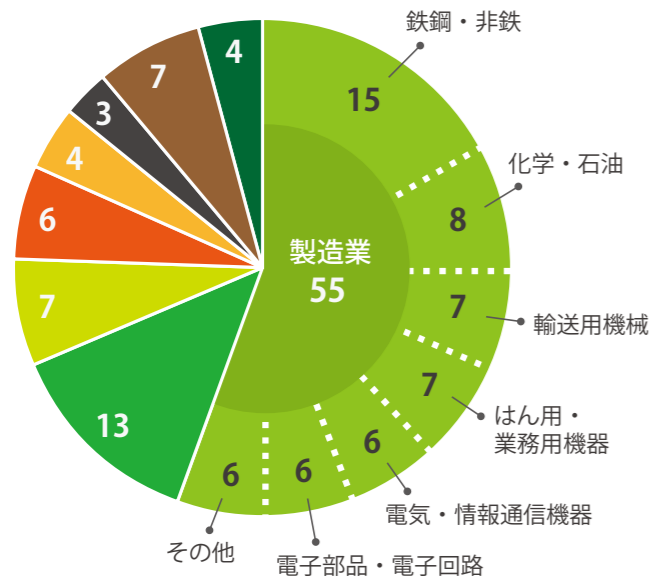
●Palihana Rallage Chathurika Sewwandi Bandara

“Quantitative effectiveness evaluation of the non-pharmaceutical interventions on COVID-19 in an evacuation center (災害時避難所における COVID-19 の非医学的介入効果の定量的評価)”

指導教員：佐野 大輔 教授

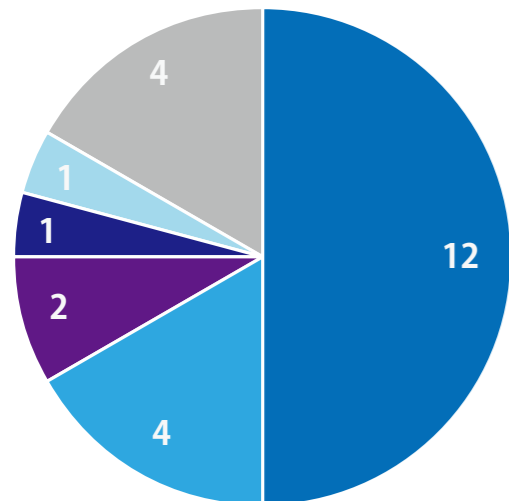
進路状況

公益財団法人地球環境戦略研究機関, 吉林農業科技学院, 株式会社白石中央研究所, 株式会社 ASIM, AGC 株式会社,
 山田コンサルティンググループ株式会社, 国立研究開発法人物質・材料研究機構, 株式会社仙台環境整備公社, 大日本印刷株式会社,
 ANA ウイングス株式会社, 帝人株式会社, 日立金属株式会社, アズビル株式会社, SANEI 株式会社, 環境省, DOWA ホールディングス株式会社,
 日本イー・エス・エム株式会社, キヤノン株式会社, 三菱重工業株式会社, 東京ガス株式会社, 日本ガイシ株式会社,
 マイクロンメモリジャパン合同会社, 株式会社野村総合研究所, 東北電力株式会社, 株式会社日立製作所, 日立建機株式会社,
 株式会社サイバーコア, JFE スチール株式会社, 東日本旅客鉄道株式会社, 大阪ガス株式会社, 原子力規制庁, 株式会社豊田自動織機,
 東京電力ホールディングス株式会社, 株式会社デンソー, 株式会社小松製作所, NEC (日本電気株式会社), キオクシア株式会社,
 西日本旅客鉄道株式会社, アルプスアルパイン株式会社, 日本発条株式会社, ダイキン工業株式会社, トーカロ株式会社, 日本精工株式会社(NSK),
 住友金属鉱山株式会社, ヤマハ発動機株式会社, パナソニック株式会社, 三菱マテリアル株式会社, 株式会社神戸製鋼所,
 石福金属興業株式会社, サッポロビール株式会社, 積水メディカル株式会社, 株式会社カカクコム, 株式会社コーセー,
 一般財団法人電力中央研究所, JXTG エネルギー株式会社, 古河電気工業株式会社, 出光興産株式会社, 住友精化株式会社, YKK 株式会社,
 株式会社ニコン, ENEOS グローブ株式会社, 株式会社信濃公害研究所, 日産車体株式会社, 住友電気工業株式会社,
 富士ゼロックス株式会社, デロイト トーマツ ファイナンシャルアドバイザー合同会社, 本田技研工業株式会社, 古河電気工業株式会社,
 日本製鉄株式会社, 株式会社 ADEKA, 川崎化成工業株式会社, 日産自動車株式会社, ドコモ・システムズ株式会社, 株式会社日水コン,
 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構, 国土地理院, 石油資源開発株式会社, オルガノ株式会社, 三菱重工業株式会社, 双日株式会社,
 国立大学法人東北大学, 国立大学法人東京大学, 国立大学法人徳島大学, 国立大学法人名古屋大学, 石家庄学院 (中国),
 上海市政工程設計研究総院 (集団) 有限公司 (中国), 四川地質工学調査研究所 (中国), Oyu Tolgoi LLC (モンゴル)



2021年 修了者進路状況 (MC)

- 製造業
- 東北大学進学 (博士課程)
- 電気・ガス・熱供給・水道業
- 学術研究 (学術・開発研究機関・専門技術サービス等)
- 運輸業・郵便業
- 国家公務等
- その他 (情報通信業、鉱業、建設業、卸売業)
- 帰国・進学準備・国家試験準備等



2021年 修了者進路状況 (DC)

- 学校教育
- 学術・開発研究機関
- 製造業
- 学術研究・専門・技術サービス業
- サービス業
- その他 (就職活動・帰国等)

東北大学エネルギーシンポジウム 「東北から変えるエネルギーの価値 地域から始めるゼロカーボン社会」

当研究科は、2013年に発足した全学組織「エネルギー研究連携推進委員会」の代表部局として、東北大学のエネルギー研究の集合体としての価値を高める活動を主導してきた。その成果をもとに2019年4月1日に設立されたのが、学際研究重点拠点「エネルギー価値学創生研究推進拠点」（拠点長：土屋範芳研究科長）である。この拠点は、新しい学問としての「エネルギー価値学」創生に向けて、理想とする持続可能社会からのバックキャストによる目標値を設定し、エネルギー研究を戦略的に推進し、自然科学、人文・社会科学を融合した新たなパラダイムを創出することを目的としている。この活動の一環として、

2021年は二酸化炭素の排出量削減をテーマとするシンポジウム「東北から変えるエネルギーの価値 地域から始めるゼロカーボン社会」を開催した。コロナ禍での開催となったが、産学官それぞれの分野から、会場60名、オンライン100名の参加を頂いた。

日時：2021年10月7日 13:30-16:14
会場：環境科学研究科本館 大講義室 (Webで同時配信)
参加者：160名

第50回 環境フォーラム 「温泉と地熱」

東北地方は地熱資源に恵まれた土地柄である。地熱の恩恵である温泉が、観光資源として広く認知され人気を博する一方、温泉を含む地熱エネルギーは再生可能エネルギーとしての活用にも大きな期待が寄せられている。しかし、地熱開発を推進することで、各地で古くから親しまれ愛されてきた温泉への影響がしばしば心配されることも事実である。第50回を迎えた今回の環境フォーラムでは、地熱開発や温泉を活用した地域振興にあたってきた専門家の報告を通じて、温泉利用と地熱利用の両立の可能性を探った。

日時：2021年10月26日 13:30-16:00
会場：環境科学研究科本館 大講義室 (Webで同時配信)
参加者：173名



仙台市・宮城県との環境教育に関する連携活動

本研究科は、一般市民を対象とした環境教育の一環として、自治体による小学生向けの環境学習講座開催に協力している。2021年は前年に引き続きCOVID-19の影響を受け、仙台市との連携に基づく「せんだい環境学習館 たまきさんサロン」を中心としたアウトリーチ活動である「サロン講座」も2件の実施に留まった。宮城県による「夏休み環境学習教室」は例年と同じく1回の開催であった。各講座名と実施日、担当教員は下記の通りである。

【仙台市実施 たまきさんサロン講座】

○ 2021年6月26日

廃泥土のリサイクル～お花を植える土に変えよう～ / 高橋弘 教授

参加者：15名

○ 2021年12月4日

プラスチックとのつきあいかた～マイクロプラで親子で万華鏡づくり～ / 松八重一代 教授

参加者：12名

【宮城県実施 夏休み環境学習教室】

○ 2021年8月5日

岩石の中の世界を覗いてみる / 平野伸夫 助教

参加者：5名

ことし なつやすみ

今年の夏休みは

かんきょうがくしゅうきょうしつ

環境学習教室へ行こう!

No.	日時	テーマ・内容	対象	定員
1	2021年 7/28 (木) 13:30～15:30	3R (スリーアール) ってなに? 身のまわりの環境で、どんなことが行われているか学びます。廃棄物と私たちの関わりを学びます。	小学校 3, 4年生	5人
2	7/30 (金) 13:30～15:30	きれいな水をまもるために カブトムシのふ化 (CO2) を観察し、動物からの糞尿が環境に与える影響を学び、ペットボトルの再利用による資源のリサイクルによる効果を確認して、環境負荷低減による資源循環の大切さを学びます。	小学校 5, 6年生	5人
3	8/2 (月) 13:30～15:30	お家で楽しむ! 夏休みの環境学習教室 お家での環境学習教室について、お家での環境学習のやり方、夏休みの環境学習教室の楽しみ方を学びます。	小学校 4～6年生	5人
4	8/5 (木) 13:30～15:30	夏休みの環境学習教室 夏休みの環境学習教室について、お家での環境学習のやり方、夏休みの環境学習教室の楽しみ方を学びます。	小学校 3～6年生	5人
5	8/12 (木) 13:30～15:30	夏のふしや ～ふしやがわかるのはなぜ? 夏のふしやがわかるのはなぜか? 夏のふしやがわかるのはなぜか? 夏のふしやがわかるのはなぜか?	小学校 4～6年生	5人
6	8/18 (木) 13:30～15:30	おのちの環境学習教室 おのちの環境学習教室について、おのちの環境学習のやり方、おのちの環境学習教室の楽しみ方を学びます。	小学校 5, 6年生 とその他学年	10人
7	8/20 (金) 13:30～15:30	身のまわりの環境学習、見えてくるか? 身のまわりの環境学習について、身のまわりの環境学習のやり方、身のまわりの環境学習教室の楽しみ方を学びます。	小学校 4～6年生	5人

申し込み方法

お申し込みは、お申し込みのうえ、次の①～⑦の事項を記載の上、掲載日の1週間前までに下記のFAXまたはEメールにてお申し込みください。

住所【仙台市環境学習教室申込み】
No.6以外の施設に参加を希望する方は...

参加希望者の①氏名 (ふりがな) ②学年 ③住所
④電話番号
参加希望者数⑤日数 ⑥テーマ
結果等を利用される方は ⑦電話番号利用 とご記入ください。

No.6の施設に参加を希望する方は...
参加希望者(2人1組の)
①2人分の氏名 (ふりがな) ②学年 ③児童の学年
④住所 ⑤電話番号
参加希望者数⑥日数 ⑦テーマ
結果等を利用される方は ⑧電話番号利用 とご記入ください。

FAX : (022) 352-3866
Eメール : iphe-kikaku@pref.miyagi.lg.jp
(宮城県環境センター 企画課)

注意事項

・参加費は無料です。
・申し込みは先着順に受け付け、申込人数が定員に達した場合は、募集を締め切らせていただきます。
・参加の可否については、申し込みをいただいた方法 (FAXまたはEメール) で3日以内 (土日祝日を除く) に連絡いたします。
・参加申し込み時に提供いただいた個人情報、夏休み環境学習教室参加に必要最低限の個人情報 (お申し込みの記入用紙をのぞく) 以外では使用しません。
・新型コロナウイルス感染症の流行状況により、開催日の変更や中止する場合があります。
・新型コロナウイルス感染症拡大防止のためのことをご留意ください。
○お申し込みを希望して参加してください。
○お申し込みには手洗い、非接触による体温測定を行っていただきます。
○体調不良の場合は参加をご遠慮ください。
○お申し込みを希望する場合は、No.6以外の施設に参加はできません。
○お申し込みを希望する場合は、No.6以外の施設に参加はできません。
○お申し込みを希望する場合は、No.6以外の施設に参加はできません。

みやぎ県民大学 大学開放講座 「環境へのケミカルアプローチ」

「みやぎ県民大学」は、宮城県が県民の生涯学習の場として運営しているもので、「趣味教養」「自然環境」「製作実験」「健康食育」といった幅広いテーマで講義が行われている。当研究科では、県の依頼を受けて例年「自然環境」のテーマで講座を開講している。今年度は、「環境へのケミカルアプローチ」と題し、環境理解に資する環境分析や持続可能な循環型社会形成に資するリサイクル・材料・エネルギー技術の実際を取りあげ、環境への化学的なアプローチの可能性について講義した。



日 時：2021年8月18日、20日、9月1日、8日 17:30-19:00

会 場：環境科学研究科本館 たまきさんサロン

内 容：第1回 (8月18日)：化学反応を利用した環境保全と資源循環 / 吉岡敏明 教授

第2回 (8月20日)：化学分析による環境理解 / 壹岐伸彦 教授

第3回 (9月1日)：高性能二次電池のフロンティア / 本間格 教授

第4回 (9月8日)：環境無機材料化学 / 殷澍 教授

参加者：7名

みやぎ県民大学 大学開放講座
東北大学大学院 環境科学研究科
環境へのケミカルアプローチ

本講座では、環境理解に資する環境分析や持続可能な循環型社会形成に資するリサイクル・材料・エネルギー技術の実際を取りあげ、環境への化学的なアプローチの可能性を考えます。

日時
令和3年
8月18日 (水)～9月8日 (水)
17時30分～19時00分
全4回

会場
東北大学大学院 環境科学研究科 本館
仙台市宮城下区南高師 青葉山9-13-3分
(奥側 会議室1010)

●講義：1名講義上の定員 15名程度
●申込：FAXまたはEメール
●申込期間：令和3年7月30日 (金)
●申込・問い合わせ先：
東北大学大学院環境科学研究科 教務係
〒980-8572 仙台市青葉区電子青葉 466-1
TEL 022-752-2215 FAX 022-752-2230
MAIL kankyo@ipc.miyagi-u.ac.jp

講座内容 (全4回)

① 8月18日 (水)
17:30～19:00
化学反応を利用した環境保全と資源循環
教授・吉岡敏明

② 8月20日 (金)
17:30～19:00
化学分析による環境理解
教授・壹岐伸彦

③ 9月1日 (水)
17:30～19:00
高性能二次電池のフロンティア
教授・本間格

④ 9月8日 (水)
17:30～19:00
環境無機材料化学
教授・殷澍

第3回 環境科学討論会

3rd Academic Forum on Environmental Studies

2015年より、環境科学研究科は発足以来続いた1専攻体制を改組し「先進社会環境学専攻」と「先端環境創成学専攻」の2専攻体制となった。この変革にあたり、専攻間やコース間の研究交流を促進し、専門分野間の情報交換を活性化させて研究科内の良好な融合と境界領域の開拓を目指すため、年2回のペースで「研究交流会」を開催してきた。これまでの開催で、すべての研究室から発表頂いたことを受け、2019年からは新しい試みとして学生のポスター発表を中心に「環境科学討論会」として新たにスタートを切ることとした。第3回目となる今回は、前回と同様コロナ禍での開催となったが、前年を上回る78件のポスター演題応募があり、感染対策を慎重に講じた上で、137名が参加し研究交流を行った。開催日時ほか、各賞受賞者を以下に記す。

日 時：2021年11月5日 13:00-16:45

会 場：環境科学研究科本館 展示スペース2、大会議室

発表数：78演題

参加者：137名

受賞者：

○ 研究科長賞：鈴木太久哉、足立浩基

○ 優秀ポスター賞：豊島菜々子、野上大一、久須美諒、杉岡純平、
近藤萌波、松野哲士、佐藤梨奈、井ノ本航介、平野杜萌、
堰合亮太、千田祥大、小松慶佳、吉岡里奈、設楽悠太



コロキウム環境

本研究科では2004年より「コロキウム環境」と名付けられた研究集会を実施している。これは、従来研究室ごとあるいは研究グループごとに行われてきた内外の研究者の講演や研究集会等を、研究科のオーソライズされた形式自由な研究集会として研究科内外に広く公開するものである。講演者は海外研究者、学外研究者等多彩で、いずれも活発な討論が行われており、科内の環境科学研究の活性化に寄与している。2021年に開催されたコロキウム環境は下記の通りである。

第131回 環境研究とデータサイエンスの接点とそれから見えるもの (R3 理研 - 東北大科技ハブ共同研究プログラム採択課題によるシンポジウム)

日時: 2021年12月14日 13:30-16:30

会場: 環境科学研究科本館 大会議室 (Webで同時配信)

発表: 簡梅芳 助教、横山大稀 特別研究員 (理研)、

Gissela Pascual Pariona 助教 (東北大・工)、

須田互 副チームリーダー (理研)、近藤倫生 教授 (東北大・生命研)

参加者: 32名

環境科学研究科オープンキャンパス

オンラインでの開催となった2021年のオープンキャンパスでは、本研究科を構成する53の研究室のうち、27の研究室が動画と特設サイトを通じて研究内容を紹介したほか、ミンダリョア ディアナ 助教が講師となってオープン講義「あつまれ! 環境の杜 - グローバル化社会における環境問題とエネルギーについて」を配信した。参加研究室は下記の通りである。

- エネルギー環境群: 坂口研、高橋 (弘) 研、土屋研、岡本研、井上研、高橋 (英) 研、佐藤 (義) 研、上高原研、駒井・渡邊研、柴田研、加納研、福山研、小俣研、伊藤研
- 化学・バイオ群: 吉岡研、壺岐研、珠玖研、スミス研、大田研
- マテリアル群: 葛西研、成田研、コマロフ研、和田山研
- 環境・地理群: 李研、小森研
- 人文・社会科学系群: 高倉研、明日香研

学位記伝達式・入学式

新型コロナウイルス感染症の世界的な流行は、2020年に引き続き2021年の教務関係行事にも大きな影響を及ぼした。3月と9月の学位記伝達式は、会場入場者を減らし、出席者間のソーシャルディスタンスを確保するために、列席者を教職員ならびに修了生に限定して開催された。式典の様子はYouTubeの環境科学研究科公式チャンネルで配信され、平均300回視聴されている。また、4月と10月の入学式における研究科長祝辞も研究科公式チャンネルを通じて配信された。入学式に続く新入生オリエンテーションはオンデマンドの動画配信で行われた。

入試説明会

2021年は、入試説明会を4月と11月の2回オンラインで開催した。参加者にはまず研究科のウェブサイト上で、入試実行委員長中谷教授による研究科全体の特色と入試制度についての説明動画を視聴頂き、その後、個別に指定された日時にzoom上で担当教員が希望するコースに応じた説明を行った。

- 開催期間：4月16日～24日（日曜除く）
各日とも9:00-20:00
参加者：13名
- 開催期間：11月26日～12月4日（日曜除く）
各日とも9:00-20:00
参加者：2名

第44回 国立大学法人大学院環境科学関係研究科長等会議

本研究科は、環境関連研究者ネットワークの構築を図るために環境科学関係の研究科長等により組織される「国立大学法人大学院環境科学関係研究科長等会議」に参画している。金沢大学が幹事校を務めた2021年の第44回会議は、COVID-19の状況を鑑みZoomによるオンライン会議となった。

日時：2021年7月8日 14:00-17:00

- 協議事項1：組織変更に伴う「国立大学法人大学院環境科学関係研究科長等会議規程」及び「国立大学法人大学院環境科学関係研究科長等会議運営要項」の改正について
- 協議事項2：次回本会議の開催について

- 承合事項1：
 - (1) コロナ禍での国際プログラムの実施について
特に、オンラインでの講義やシンポジウム以外の取組事例について
 - (2) コロナ禍での学生（特に留学生）への経済的支援について
 - (3) 渡日できない留学生（特に正規生）への対応について
- 承合事項2：COVID-19への感染対策下における環境科学に特有の教育研究活動（例えば、学外実習、フィールド観測、海外大学との学術交流など）への影響と対応状況について
- 承合事項3：各大学のSDGs関連活動に対する研究科としての対応状況について

国際協力・交流関連

2021年6月25日、本研究科ならびに本学理学研究科はユトレヒト大学地球科学科と部局間学術交流協定を締結した。ユトレヒト大学とは、本研究科土屋範芳教授、岡本敦教授が主催する国際シンポジウム「Water Dynamics」への講演者招聘以来、科研費共同研究等の研究連携を行なっている。本協定は、本研究科および本学理学研究科を実地部局とする「環境・地球科学国際共同大学院プログラム」の学生派遣をはじめとした双方の学生交流、教職員交流、共同研究の促進を目的とする。コロナ禍において調印式の開催は叶わず国際郵便での署名交換となったが、オンラインでの交流は継続しており、今後の交流に期待したい。

当研究科が学術交流協定締結に中心的な役割を果たしている海外機関

国	大学 / 協定の種別	
インドネシア	バンドン工科大学	🏛️👤👤
	ガジャマダ大学 農学部	🏛️👤👤
エルサルバドル	エルサルバドル大学 工学・建築学部	🏛️👤👤
オランダ	ユトレヒト大学地球科学科	🏛️👤👤
スペイン	バリャドリッド大学	🏛️👤👤
タイ	カセサート大学 工学部	🏛️👤👤
中国	西安建築科技大学 環境・市政工程学院	🏛️👤👤
	上海交通大学 環境科学与工程学院	🏛️👤👤
台湾	国立成功大学	🏛️👤👤
マレーシア	マレーシア工科大学 土木工学研究科	🏛️👤👤
ロシア	ロシア科学アカデミー・極東支部	🏛️👤👤
国際機関	国連大学 サステイナビリティ高等研究所	🏛️👤👤
	国連大学 環境・人間の安全保障研究所	🏛️👤👤

- 凡例
- 🏛️ 大学間協定
 - 🏛️👤 部局間協定
 - 👤👤 リエゾンオフィス

当研究科が学術交流協定締結に参加している海外機関

国	大学 / 協定の種別	
アメリカ	コロラド鉱山大学	🏛️
イタリア	ミラノ工科大学	🏛️
インドネシア	ブラウィジャヤ大学	🏛️
	ボゴール農科大学	🏛️
カナダ	ウォータールー大学	🏛️
韓国	ソウル大学校	🏛️
スウェーデン	チャルマース工科大学	🏛️
タイ	アジア工科大学院	🏛️
中国	同済大学	🏛️
	東北大学（瀋陽）	🏛️
北京航空航天大学	北京航空航天大学	🏛️
	蘭州大学	🏛️
台湾	国立成功大学	🏛️
	国立台北科技大学	🏛️
ニュージーランド	オークランド大学	🏛️
フランス	ボルドー大学	🏛️
	セントラルスピレック	🏛️
	国立中央理工科学校 ナント, マルセイユ, リール, リヨン	🏛️
ベトナム	チュイロイ大学	🏛️
	ホーチミン市工科大学	🏛️
モンゴル	モンゴル科学技術大学	🏛️



索引

	氏名	職階	ページ		氏名	職階	ページ	
あ	浅沼 宏 (産業技術総合研究所)	客員教授	30	た	高橋 英志	教授	22, 28	
	壹岐 伸彦	教授	42		高橋 弘	教授	14	
	井田 大貴	助教	44		張 政陽	助教	26	
	(学際科学フロンティア研究所、材料科学高等研究所)				張 銘 (産業技術総合研究所)	客員教授	30	
	伊野 浩介 (工学研究科)	准教授	44		土屋 範芳	教授	24, 62	
	井上 久美 (山梨大学)	准教授	44		寺坂 宗太	特任助教	62	
	井上 千弘	教授	10		轟 直人	准教授	54	
	宇野 正起	助教	12		鳥羽 隆一	教授	28	
	梅津 将喜	助教	8		な	中島 英彰 (国立環境研究所)	客員教授	60
	王 佳婕	助教	24			中村 謙吾	助教	20
	大田 昌樹	准教授	52			中谷 友樹	教授	32
	大庭 雅寛	特任准教授	62			梨本 裕司	助教	44
	大村 朋彦 (日本製鉄株式会社)	客員教授	58			(学際科学フロンティア研究所、工学研究科)		
	岡本 敦	教授	12			成田 史生	教授	48
	か	郭 海心	助教		46	は	埴淵 知哉	准教授
葛西 栄輝		教授	34	パニー ノビタ アルピアーニ	助教		24	
上高原 理暢		教授	8, 28	平野 伸夫	助教		4	
亀田 知人 (工学研究科)		准教授	40	ま	町田 敏暢 (国立環境研究所)	客員教授	60	
唐島田 龍之介		助教	42		松八重 一代	教授	26	
川田 達也		教授	18		松原 秀彰	特任教授	62	
簡 梅芳		助教	10, 28		松村 勝 (日本製鉄株式会社)	客員教授	58	
久保田 健吾		准教授	38		丸岡 大佑	助教	34	
窪田 ひろみ		特任准教授	24		三橋 正枝	特任助教	62	
熊谷 将吾		助教	40, 56		ミンダリョフ ディアナ	助教	24	
熊谷 明哉		准教授	44		村上 太一	准教授	34	
(材料科学高等研究所、物質・材料研究機構)					村田 功	准教授	36	
グラウゼ ギド		准教授	10		森口 晃治 (日本製鉄株式会社)	客員教授	58	
栗田 大樹		助教	48	や	八代 圭司	准教授	18	
駒井 武		教授	20, 28		山岸 裕幸	助手	24	
コマロフ セルゲイ	教授	50	山本 卓也		助教	50		
小森 大輔 (工学研究科)	准教授	38	横山 幸司		助教	22		
さ	齋藤 優子	准教授	28, 40		横山 俊	准教授	22	
	坂口 清敏	准教授	16		吉岡 敏明	教授	40, 56	
	佐藤 義倫	准教授	6	吉川 昇	准教授	50		
	里見 知昭	助教	14	ら	李 玉友 (工学研究科)	教授	38	
	佐野 大輔 (工学研究科)	教授	38		劉 曉東	特任助教	14	
	珠玑 仁 (工学研究科)	教授	44		わ	渡辺 吉	准教授	56
	白鳥 寿一	教授	28	渡邊 則昭		教授	20	
	鈴木 敦子	助教	42	和田山 智正		教授	54	
	スミス リチャード	教授	46					
	関根 良平	助教	32					

環境科学研究科事務室職員

事務室長 高橋 哲也

総務係 係長 松田 悦子
 根本 貴徳
 石田 有美
 加藤 智
 鹿野 美里
 舘 智恵
 二階堂 敦子
 林 睦
 村岡 響子

教務係 係長 菅田 宙
 阿部 友香
 赤坂 葉子
 佐々原 裕子
 伊藤 則子

発行：東北大学大学院環境科学研究科

企画：情報広報室

教授 壹岐伸彦

准教授 坂口清敏

准教授 大田昌樹

助手 物部朋子

発行日：2022年3月31日

制作：株式会社コミュニナ

デザイン：小林知博デザイン室

お問い合わせは下記に

[環境科学研究科 総務係]

TEL 022-752-2233

FAX 022-752-2236

〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

<http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/>