

環境科学研究科 アクティビティレポート 2016

著者	東北大学大学院環境科学研究科
雑誌名	環境科学研究科アクティビティレポート : Coexistence
発行年	2017-03-31
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123169

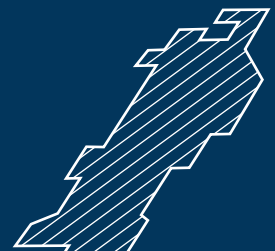
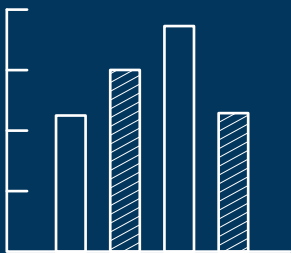
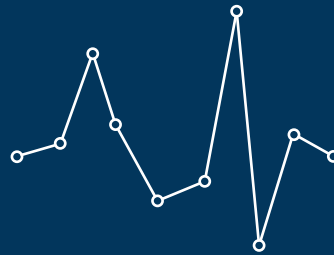
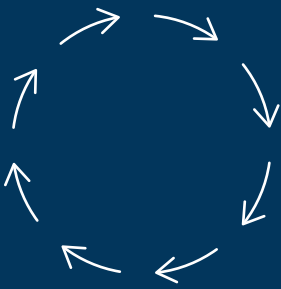
Coexistence



TOHOKU
UNIVERSITY

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 2016

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University
Activity Report 2016





吉岡敏明

Professor

T. Yoshikawa

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。

今年も一年を振り返って原稿執筆にあたり、アクティビティレポート第14号が完成いたしました。皆さまにご高覧頂きたく、お手元にお届け致します。

当研究科は2015年4月から、「環境科学専攻」という1つの専攻体制から、「先進社会環境学専攻」と「先端環境創成学専攻」の専攻体制へと移行しました。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（国際的T型人材）の育成も教育・研究目標の柱として磐石なものとしつつ、もう一つの柱として、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を行うとともに、自在に立ち位置を変えてディレクションを行える人材（国際的凸型人材）の育成にも着手するという新しい教育・研究目標を打ち立て、実現のための改組を進めた結果の、2つの専攻体制の出発でした。

この改組という新しい試みに続き、2016年は研究科本館（新棟）の竣工という大きな出来事がありました。環境科学研究科は「文理融合」の理念を掲げ、2003年に設立された東北大学で第4番目の独立研究科です。独立研究科として学部組織を持たないということは、研究科を構成する研究室がキャンパスに分散するということを意味します。この分散は、出自を異にする学生や教員のコミュニケーションを困難にするもので、文理融合の理念の実現のためには、分散化の解消が強く望まれていました。また、受け入れる学生の増加に伴う設備の狭隘化も大きな問題でした。こうした問題を解決するための大きな一歩が、2016年の本館竣工です。青葉山新キャンパスに誕生したこの新しい本館を拠点に、今後順次研究室を集約することで、学生教職員の利便性を向上させ、交流を促進し、研究科の統合を図っていく所存です。こうした設備整備により、2専攻体制の目指す“豊かな知識と優れた実務能力で組織や社会を導くジェネラリスト”と“先端的環境科学の研究で世界を牽引するスペシャリスト”の育成は、着実に加速していくことでしょう。

益々深刻化、複雑化する環境問題に対応できるリーダー的な人物が、社会からは強く求められています。こうした社会需要と、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の志に精一杯応えていく所存ですので、今後とも、変わらず見守って頂くとともに、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 of our research and education. We are very pleased to deliver you the 14th edition of our activity report, which covers our accomplishments in the previous year.

Since April 2015, we have restructured ourselves from a single-department system with the “Department of Environmental Science” to the “Department of Environmental Studies for Advanced Society” and the “Department of Frontier Sciences for Advanced Environment.” We have decided to develop a two-department system in order to realize our new goal, which features the two pillars of our research and education. The first pillar involves strengthening our conventional one. This means nurturing human resources that have a bird’s eye, global perspective on environmental issues and the ability to implement countermeasures with frontier environmental technologies (global “T-Type” human resources). The second new pillar involves nurturing human resources that are capable of creating solutions based on humanity-science interdisciplinary environmental thought and freely assuming directorial roles in a variety of positions and contexts (global “Convex-Type” human resources).

In addition to this new attempt at restructuring, we have seen a major event take place in the completion of the new main building in 2016. With the concept of “humanity-science fusion,” the Graduate School of Environmental Studies was established as the fourth independent

graduate school of Tohoku University in 2003. Being an independent graduate school without department organization means that the laboratories that form the graduate school are scattered across campuses. This makes communication among students and faculty members from different backgrounds difficult, leading to the shared hope of overcoming this scattering in order to realize the concept of humanity-science fusion. Another issue was the capacity of the facility as a result of the increasing number of students we accepted. The completion of the main building in 2016 is a giant step forward in solving those issues. This new main building, completed on the Aobayama New Campus, will be a base to accumulate laboratories over time, making it more convenient both for students and faculty members and facilitating more exchange and a more integrated operation of the graduate school. Through these developments, I am confident that our effort for the goal of the two-department system—nurturing “a generalist who leads organizations and society with a wealth of knowledge and an exceptional administrative ability” and “a specialist who leads the world in the research of frontier environmental science” will be further boosted.

Our society now has a strong demand for leaders who can address present and future environmental issues that are only becoming more serious and complex. We are committed to responding to such social demands and to the will of students to change society, which is producing environmental issues, itself. We will greatly appreciate your further and continued help and encouragement of our research and education.

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 equipments development for understanding of various geosphere information
6	環境複合材料創成科学分野 次世代型ライフスタイルの創成を担う高機能複合材料の開発 佐藤義倫 准教授	Nanocomposite Science and Interfacial Materials Design Development of High-Functional Composites for Constructing a Future Foundation to Create a Next Generation 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 松原秀彰 教授 / 上高原理暢 准教授	Design of environment-friendly materials Design of materials harmonizing with environment and life
10	環境修復生態学分野 環境思いの修復技術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 Development of Environmental Friendly Remediation Technology and Resource Recovery Technology
12	地球物質・エネルギー学分野 地圏環境の物質・システムの理解と有効利用 土屋範芳 教授 / 岡本敦 准教授	Geomaterial and Energy / Surface and Subsurface Instrumentation Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere
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 / 橋本真一 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 資源・エネルギーの持続的開発と環境の持続の可能性 駒井武 教授 / 渡邊則昭 准教授	Resources and Energy Security Sustainable development of resource and energy as well as sustainable possibility of environment
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 田路和幸 教授 / 高橋英志 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 より効率的なリソース利用による二酸化炭素の削減 金放鳴 教授 / グラウゼギド 准教授 / ヘルトゥイアリエスヤディ 准教授	International Energy Resources Carbon dioxide reduction through more efficient resource utilization
環境政策学講座		Environmental Policies
26	イノベーション戦略学分野 バックキャスト思考によるライフスタイル変革のイノベーション 古川柳蔵 准教授	Environmental Technology and Innovation Research on lifestyle innovation using backcast method
28	環境社会動態学分野 開発と環境 - 持続可能な未来を求めて 藤崎成昭 教授	Socio-Environmental Dynamic Analysis Development and the Environment – Toward a Sustainable Future
30	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	Environment and Energy Economics Resource logistic approach to visualize supply chain risks behind resource use
32	国際環境・自然資源マネジメント学分野 一緒にフィールドに出て、地域と考え、論文を書いて世界と対話しよう 香坂玲 教授	Natural Resource Management and Global Environmental Policy Act locally, think globally together with the community
寄附講座 (DOWA ホールディングス)		Endowed Division (Dowa Holdings Co., Ltd.)
34	地圏環境政策学分野 白鳥寿一 教授 環境材料政策学分野 鳥羽隆一 教授 環境物質政策学分野 下位法弘 准教授	Geosphere Environment Study of Functional Materials Control of Environmental Materials
	環境調和型新素材素子製造と新たな資源循環システムを目指して	Towards Establishing Environmentally Benign Material Synthesis and Devices and New Material Circulation Systems

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	
38	環境地理学分野 (自然 / 人間環境地理学) 地理学的視点から人間 - 環境関係の解明を目指す 境田清隆 教授	Physical and Human Environmental Geography Geographical Analyses on Human-Environmental Relations	
太陽地球システム・エネルギー学講座		Solar and Terrestrial Systems and Energy Sciences	
40	資源利用プロセス学分野 高度資源利用・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 Process Engineering Research for Advanced Resource Utilization and Environmental Conservation	
42	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	
44	水資源システム学分野 水資源と水環境に関する研究 風間聡 教授 (工学研究科) / 李玉友 教授 (工学研究科) / 小森大輔 准教授	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	
46	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)	Recycling Chemistry Aimed on the realization of a resources-material recycling society	
48	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 鈴木敦子 助教	Environmental Analytical Chemistry Development of Chemical Motifs for Environmental and Biochemical Analysis	
50	環境生命機能学分野 バイオ・ナノ電気化学計測システムの開発と応用に関する研究 末永智一 教授 (AIMR) / 珠久仁 教授 (工学研究科)	Environmental Bioengineering Development of Biomedical/Nanoelectrochemical Sensing Devices and Their Applications	
資源循環プロセス学講座		Sustainable Recycle Process	
52	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 / 渡邊賢 准教授 (工学研究科)	Environmental Green Process Study Green Process Development	
54	循環材料プロセス学分野 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	Material Process for Circulatory Society Material Process for Circulatory Society	
環境創成計画学講座		Ecomaterial Design and Process Engineering	
56	環境分子化学分野 環境に適合する高次機能物質システムの創成 壺岐伸彦 教授	Environmentally-Benign Molecular Design and Synthesis Design of environmentally benign molecular systems with high functionality	
58	環境材料表面科学分野 低環境負荷社会に資するナノ材料を中心とする表面設計指針 和田山智正 教授	Environmental Materials Surface Science Atomic-level surface design for eco-friendly, novel nano-materials	
連携講座		Collaborative Divisions	
60	環境適合材料創製学分野 (新日鐵住金) 鉄鋼製造技術を通して、資源・エネルギー問題に貢献する 佐藤有一 教授 / 岡崎潤 教授 / 楠一彦 教授	Process Engineering for Environmentally Adapted Materials (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation) Development of new steelmaking technology contributing to the sustainable society	
62	地球環境変動学分野 (国立環境研究所) グローバルな炭素循環の変化を捉える 中島英彰 教授 / 三枝信子 教授 / 町田敏暢 教授	Global Environment (National Institute for Environmental Studies) Observation of Changes in Global Carbon Cycle	
64	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 / 竹内美緒 准教授 / 坂本靖英 准教授 / 相馬宣和 准教授	Environmental Risk Assessment (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) Studies for utilization of safe and secure geothermal energy	
66	バイオエコマネジメント学分野 (電力中央研究所) バイオテクノロジー・バイオシステムを利用した地球温暖化の緩和・適応対策ならびに環境計測技術 渡部良朋 教授 / 松本伯夫 准教授	Biotechnical Eco-management (Central Research Institute of Electric Power Industry) Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation / adaptation measures and environmental measurement.	
東北復興次世代エネルギー研究開発機構		Next-generation Energies for Tohoku Recovery	
68	東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト	Tohoku Recovery Next-generation Energy Research and Development Project	
70	業績レポート	82 博士・修士論文題目一覧 (平成 28 年 3 月・9 月修了)	88 進路状況
89	TOPICS トピックス	99 索引	100 環境科学研究科事務室職員

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 equipments development for understanding of various geosphere information



助教 平野 伸夫
Assistant Professor
Nobuo Hirano

The objectives of this laboratory, we are focusing on measurement and observation for understanding to various geosphere information, and we develop the apparatus for that purpose. Our main targets are water-rock interaction, destruction of rocks under the hydrothermal condition at earth interior, Scale precipitation from hot spring water, Natural and artificial thermo luminescence (NTL, ATL) of quartz and/or feldspar. These are for geothermal developments mainly, and we'll use these research results for social purpose.

主な研究テーマ

- ・地殻深部環境下における岩石破壊現象の実験的検討とそのための実験装置の開発
- ・温泉発電等のための温泉スケール除去技術（メカニカルデスケーリング）の開発支援（スケール組成分析および物性・構造解析）
- ・鉱物熱発光（TL）を用いた地熱兆候探査技術のための実験的検討および現場用測定装置の開発とその利用

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、岩石類を 400°Cから 500°C超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ることを報告してきている。この現象は地殻深部における岩石き裂発生原因の解明や、地熱開発のための新たな掘削方法への応用が期待できる。これらの知見を得るため、岩石試験片を最高温度 600°C、圧力 60MPa の熱水に満たされた状態から急減圧する室内実験をおこなってきたが、この結果、実験後の岩石を透過する P 波速度が水を透過する P 波速度と同程度まで極端に低下するような現象が観察されている。これは、岩石内部に微細なき裂が大量に生じ非常に脆くなったことを示唆している (Fig.1)。

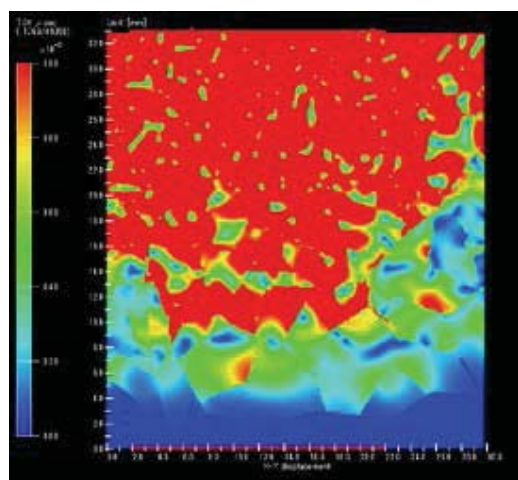


Fig.1 P-wave propagation in granite after decompression experiment.

メカニカルデスケーリングと温泉スケール

東日本大震災以降、再生可能エネルギーとしての地熱資源が見直されているが、その多くが温泉地域と重なっていることもあり両者の共存をいかにおこなうかが重要な課題である。その一つの解決として、既存の温泉井、あるいは温泉設備を利用した小規模発電が注目されつつあるが、これらの運用について基本的には大規模地熱発電と同様であり、効率低下の主な原因となる熱水スケール発生の問題からは逃れられない (Fig.2)。既存の温泉を利用する場合には発電後の温泉水を浴用などに利用するため地熱発電のような薬品などを使用した積極的なスケール対策はおこなえない。そのため一定期間ごとに温泉井を止め、配管内スケールの機械的な除去をおこなっているが、このためのコストが小規模な発電では負担となってくる。そこで、より安価におこなえるメカニカルデスケーリング方法および装置を開発できれば、温泉を利用した発電のためだけでなく通常の温泉としての運用コスト削減にも貢献が可能である。このデスケーリングに役立てるため、配管付着スケール等の解析をおこなっており、この結果カルサイトスケールでは針状結晶の成長方向に沿って剥離を起こしやすいことなど報告した (Fig.3)。



Fig.2 Pipe with Talc scale 3 month elapsed.

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(Thermo luminescence, 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現象である。このエネルギー蓄積量は自然放射線の年間強度と年数に比例するため、発光量を用いた年代測定法として応用されてきた。逆に、加熱により蓄積したエネルギーが解放されるということは、一度加熱された鉱物は発光しなくなるということを意味している。すなわち、同時代に結晶化した鉱物について、地熱環境にあった鉱物は地熱環境になかった鉱物よりも観察される発光量が少なくなる。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り、また、試掘井などの試料からは深度方向の地熱兆候の情報が得られる。これまで現場測定用の可搬型 TL 分析装置などの開発をおこなってきたが、この装置から得られた結果をもとに地熱兆候マップを作成した (Fig.4)。

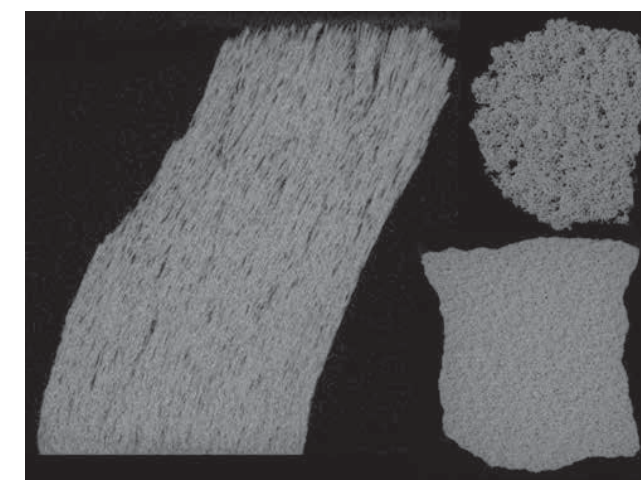


Fig.3 X-ray CT image of calcite scale. Left: Z-X axis cross-section. Right: X-Y axis cross-section.

参加学会

- 日本地球惑星科学連合大会 2016 年大会 (5/22-26、幕張メッセ)
- 日本鉱物科学会 2016 年年会 (9/23-25、金沢大学)
- 日本地熱学会平成 28 年学術講演会 (10/19-21、郡山市中央公民館)

関係する研究プロジェクトおよび主な外部資金

- 特別推進研究：地殻エネルギー・フロンティアの科学と技術（土屋範芳）
- NEDO：超臨界地熱開発実現のための革新的掘削・仕上げ技術の創出（土屋範芳）
- NEDO：バイナリー式温泉発電所を対象としたメカニカルデスケーリング法の研究開発（平野伸夫）

教育

- オープンキャンパス公開講座“岩石の中をのぞいてみる” 7月

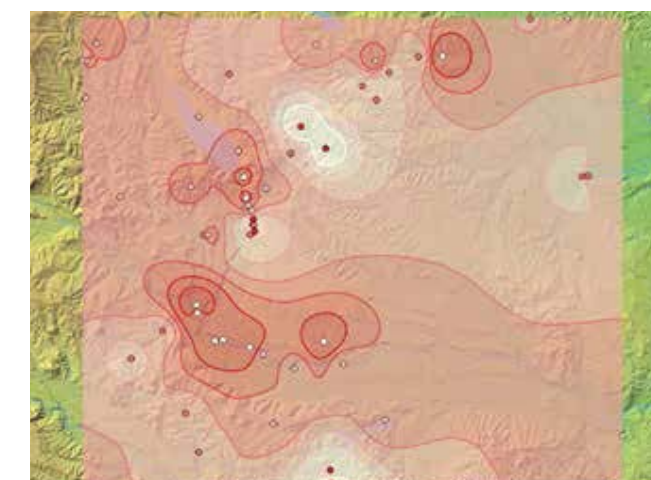


Fig.4 Geothermal indication map by TL observation at Rikuzen-shirasawa region. Map center is Okura-dam area. The indication is strong in dark red.

次世代型ライフスタイルの創成を担う 高機能複合材料の開発

Development of High-Functional Composites for Constructing
a Future Foundation to Create a Next Generation Life Style



准教授 佐藤 義倫
Associate Professor
Yoshinori Sato

In the past, many composites consisted of nanomaterials that possess excellent features in their own, have produced in basic researches. However, it is hard to design and produce composites of which the properties of nanomaterials are reflected to those. Because each nanomaterial in the composite assembles at random not to enhance the features of the nanomaterials. In this laboratory, the purpose of researches is to study and develop high-functional composites in an effort to expand the properties of nanomaterials to those of bulky composites.

研究概要

個々のナノ物質は小さいながらも、優れた特性を持っている。しかし、ナノ物質の特性を生かした複合材料の設計・合成は、ランダムに配置された個々のナノ物質の特性が打ち消されるため、極めて難しくなる。そこで、ナノ物質の特性を最大限に活かしたナノ複合界面設計に基づいた高次機能性複合材料が必要である。本研究室では、材料科学分野における課題である「ナノ物質の特性をバルクまで引き伸ばすための複合材料設計と材料開発およびその複合界面に関する研究」を目指している。研究を遂行するにあたり、新素材である炭素ナノ材料・ナノ粒子材料の単体特性や複合特性、あるいは自然の高次循環システムやメカニズムから学ぶ複合特性を利用し、「高機能性界面を持つ複合材料の開発を行っている。

2016年の研究室体制と活動

2016年4月に学部3年生の細見奨太くん、間宮一誠くんが新たに研究室配属され、学部4年生の香取優一くん、古賀一樹くん、修士1年生の黒田彬央くん、田ノ岡大貴くん、修士2年生の尾本洋次くん、木村達人くん、野々村怜くん、博士1年生の横山幸司くんを含め、学生10名、教員1名の研究室体制となりました。2016年も工明会運動会、オープンキャンパス (Fig.1)、飲み会などのイベントに研究室全体で積極的に参加しました。学業面では、ゼミ (週1回)、学会への参加を積極的に行いました。研究面では、信州大学 先鋭領域融合研究群 バイオメディカル研究所の齋藤直人研究室と引き続き、カーボン



Fig.1 Snapshot in front of our laboratory booth in the Open Campus 2016.



Fig.2 Deans' award for academic achievement of the School of Engineering, Tohoku University. (Taiki Tano-oka)

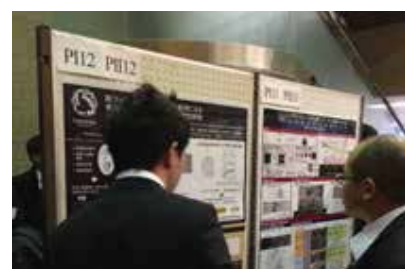


Fig.3 Poster presentation at the "The 43th Carbon Society of Japan". (Yoji Omoto)



脱フッ素化処理を経由したホウ素ドーブ単層カーボンナノチューブの合成に関する研究

燃料電池の酸素還元反応を促進する触媒として使用されている白金は希少金属であるため、白金代替触媒の研究が盛んに行われている。その1つに「ホウ素ドーブ炭素材料」があり、グラフェン骨格の炭素原子にホウ素原子が置換されると白金と同様な触媒効果が現れると言われている。しかし、グラフェン骨格にホウ素を骨格置換ドーピングできる手法はイオン注入法に限られており、効率の良いホウ素ドーピング法はないため、ホウ素ドーブ炭素材料の触媒効果は詳しく行われていない。本研究では、ホウ酸が担持されたフッ素化 SWCNT をアルゴン雰囲気下で高温処理することで、脱フッ素化を利用した骨格置換型ホウ素 SWCNT の合成を行い、その物性・電気化学特性について研究をしている。

国際学会発表

- ・MRS 2016 Fall Meeting & Exhibit (木村くん、横山くん、佐藤准教授がポスター発表)、Boston, USA, 11/26 - 12/1 (2016)
- ・AEM2016 (佐藤准教授がポスター発表)、Guildford, UK, 9/12-9/14 (2016)
- ・MRS 2016 Spring Meeting & Exhibit (横山くん、佐藤准教授がポスター発表)、Phoenix, USA, 3/28 - 4/1 (2016)

国内学会発表

- ・第26回日本MRS年次大会 (横山くんが口頭発表)、横浜市、神奈川県、2016. 12. 21
- ・第43回炭素材料学会年次大会 (尾本くん、木村くん、横山くんがポスター発表)、千葉市、千葉県、2016. 12. 7



Fig.4 Award on the "The 25th Annual Meeting of MRS-J". (Koji Yokoyama)

シンポジウム運営

- ・平成28年度カーボンバイオナノ、実行委員 (佐藤 義倫 准教授)

受賞

- ・横山 幸司、"第43回炭素材料学会年次大会 ポスター賞" (受賞日 2016. 12. 8)
- ・尾本 洋次、"第43回炭素材料学会年次大会 ポスター賞" (受賞日 2016. 12. 8)
- ・横山 幸司、"第25回日本MRS年次大会 奨励賞" (受賞日 2016. 1. 29)
- ・横山 幸司、"平成28年度 東北大学 大学院環境科学研究科 奨学賞" (受賞日 2016. 10. 1)
- ・田ノ岡 大貴、"平成27年度 東北大学 工学部長賞" (受賞日 2016. 3. 25)

研究プロジェクト

- ・日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (B) 平成28年度「脱フッ素による高結晶垂直配向カーボンナノチューブの表面制御改質とその電気化学特性」 (代表研究者: 佐藤 義倫)
- ・日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (S) 平成28年度「低炭素社会をもたらす単層カーボンナノチューブを利用した平面発光デバイスの開発」 (分担研究者: 佐藤 義倫)
- ・日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (B) 平成28年度「スマートナノバイオマテリアルの開発と口腔領域における臨床応用への展開」 (分担研究者: 佐藤 義倫)
- ・物質・デバイス領域共同研究拠点 平成28年度 次世代若手共同研究 (北海道大学 電子科学研究所 太田裕道 教授) (代表研究者: 横山 幸司)
- ・信州大学 先鋭領域融合研究群 バイオメディカル研究所 共同研究 (代表研究者: 佐藤 義倫)
- ・平成28年度 ステラ ケミファ株式会社 共同研究 (代表研究者: 佐藤 義倫)

特筆すべき業績

- ・Koji Yokoyama, Shun Yokoyama, Yoshinori Sato, Kazutaka Hirano, Shinji Hashiguchi, Kenichi Motomiya, Hiromichi Ohta, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato, "Efficiency and long-term durability of nitrogen-doped single-walled carbon nanotube electrocatalyst synthesized by defluorination-assisted nanotube-substitution for oxygen reduction reaction", *J. Mater. Chem. A* **4**, 9184-9195 (2016).
- ・Shin-ichi Ogino, Takashi Itoh, Daiki Mabuchi, Koji Yokoyama, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato, "In Situ Electrochemical Raman Spectroscopy of Air-Oxidized Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotube Bundles in Aqueous Sulfuric Acid Solution", *J. Phys. Chem. C* **120**, 7133-7143 (2016).
- ・Koichiro Yamakawa, Yoshinori Sato, Katsuyuki Fukutani, "Asymmetric and symmetric absorption peaks observed in infrared spectra of CO₂ adsorbed on TiO₂ nanotubes", *J. Chem. Phys.* **144**, 154703 (2016).

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 松原 秀彰
Professor
Hideaki Matsubara

Nowadays, we are using many materials to live our daily life. The material design from the viewpoint of environmental science is required in order to build a sustainable society. In this laboratory, based on the fundamental science about the relationship between materials and phenomena of the nature and life, the design of the materials that produce a harmony with the environment and life is studied from the viewpoint of environmental science. The designed materials are expected to produce a new harmony with the environment and life. We are developing the materials for energy saving, biomaterials to repair our bodies and materials to clean the environment and are studying computer simulations.

研究概要

現在、我々は様々な材料を利用して生活を営んでいます。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す。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ます。具体的には、省エネルギーのための材料、生体を修復するための材料や、環境を浄化するための材料の開発、コンピューターシミュレーションの研究を行っています。

省エネのための断熱・蓄熱システムの開発

エネルギー消費を抑え、化石燃料に依存しない暮らしへ移行するためには、自然・未利用熱(地中熱、太陽熱、雪氷、工場排熱等)の利用が重要となります。種々の熱源と蓄熱槽を組み合わせることにより、最小限のエネルギー消費で自然・未利用熱を有効利用するためのシステム構築が可能となります。特に夏の温熱を冬に、冬の冷熱を夏に利用したい場合には、これらの熱を長期間に蓄えておく断熱性能がそのまま利用可能熱量に直結します。本研究室では、季節間の熱利用を行うことを想定し、高性能の新規断熱材料を開発し(Fig.1)、断熱(熱保存)性能を評価するとともに、熱を蓄えつつ一定温度で放出可能な槽(熱池と呼称)と複数の熱源を組み合わせた回路によって熱利用システムの効率等を評価しています。

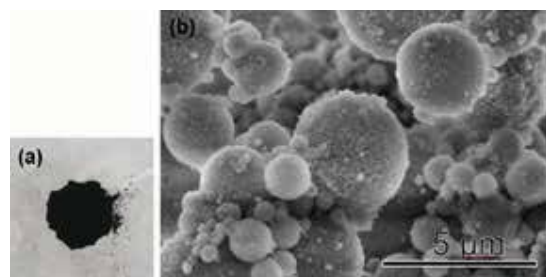


Fig.1 Heat insulation material composed of silica and carbon. (a) Appearance and (b) Scanning electron microscopic image.

材料組織形成のシミュレーション

モンテカルロ法、有限要素法、分子動力学法などを用いて、セラミックスや複合材料の組織形成のシミュレーションの研究を行っています。例えば、複数の固相、液相、気孔を含む材料の組織変化を、温度と時間との関係で追うことのできるシミュレーションを開発し、またモンテカルロ法と有限要素法を連成させることにより、焼結(収縮)による形状変化を予測できるシミュレーションを開発しました。最新の成果として、航空機エンジンに用いられる熱遮蔽コーティングでは金属基材上に多孔質のセラミックス膜を形成させますが、そのような多孔質セラミックスの組織形成をシミュレーションで再現することができています(Fig.2)。

生体に調和する材料の創製

代謝に組み込まれて生体機能に働きかける骨修復材料ならびに薬剤使用量を最小限にすることを可能とする薬剤担体の創製を行っています。これまでに、生体内で吸収され骨の代謝に組み込まれるCa欠損組成の水酸アパタイトや骨形成を促進するケイ酸含有リン酸三カルシウムからなる人工骨の作製に成功しています。リン酸三カルシウムにケイ酸を添加すると、早期に骨形成が起こることを明らかにしています(Fig.3)。共同研究としてこれらの材料が骨代謝を活性化するメカニズムの解明にも取り組んでいます。適切な部位に適切な量の薬剤を送り込むことにより薬剤の効用を向上させるとともに薬剤の使用量を

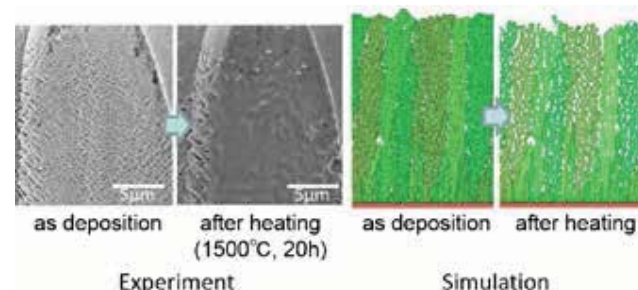


Fig.2 Experimental and computational studies on microstructure change in thermal barrier coating for jet engine application.



准教授 上高原 理暢
Associate Professor
Masanobu Kamitakahara

減らすことのできるドラッグデリバリーシステム(DDS)の担体として、リン酸八カルシウムと水酸アパタイトの複合相からなる顆粒の作製に成功しています。これらの材料の開発は、患者の生活の質(QOL)を向上させるだけでなく、医療廃棄物排出量や薬剤使用量の低減にもつながり、環境低負荷医療の実現に貢献できると考えています。これらの成果については、国際学会でも発表を行いました。

環境浄化材料の創製

骨の無機成分である水酸アパタイトは、有害陰イオン、重金属イオンや有機物に対して高い除去能力を有しており、環境から有害物質を除去するための材料として期待されています。そこで、医療用材料の創製において得られた水酸アパタイトに関する知見を活かし、廃棄される家畜骨やカキ殻を利用して作製した水酸アパタイト系環境浄化材料を作製し、これらの材料がフッ化物イオン(F-)に対して優れた除去特性を示すことを明らかにしています。カキ殻をリン酸イオンを含む溶液で処理するだけで、F-を除去できる材料が得られます(Fig.4)。水酸アパタイトへの炭酸含有がフッ化物イオン除去速度に与える影響が、水酸アパタイトの溶解速度と関連があることを明らかにしました。

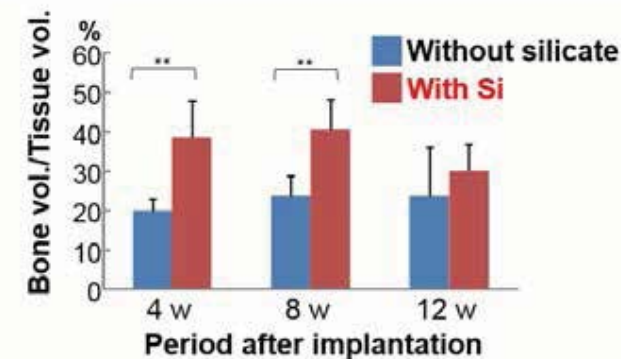
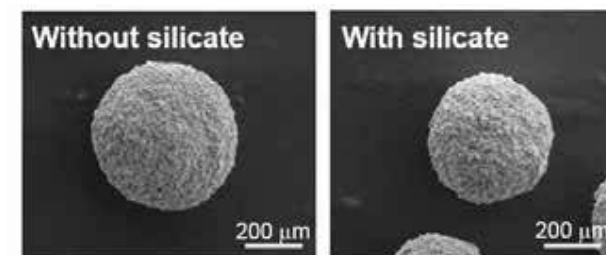


Fig.3 Porous granules of α -tricalcium phosphate with and without silicate, and the Bone- volume/Tissue-volume at the implanted area in rats for different periods.



Group photograph of our laboratory at graduation ceremony.

国際交流

・短期留学生受け入れプログラム(JYPE)で、中国からの留学生を受け入れました。

共同研究

・海外: University of Oxford (英国)、University of California Santa Barbara (米国)
・国内: ファインセラミックスセンター、物質・材料研究機構、慶應義塾大学、長崎大学、順天堂大学

学会、国際会議等での活動

松原秀彰:

粉体粉末冶金協会理事、同協会硬質材料分科会主査、粉体および粉末冶金編集委員長、日本セラミックス協会エンジニアリングセラミックス部会委員、日本セラミックス協会東北・北海道支部委員、賢材研究会幹事、3rd International Conference on Powder Metallurgy in Asia Organizing Committee、粉体粉末冶金協会第118回講演大会実行委員長等

上高原理暢:

Associate Editor of Journal of the Ceramic Society of Japan、日本セラミックス協会生体関連材料部会幹事、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第29回秋季シンポジウム特定セッションオーガナイザー(代表者)、第26回日本MRS年次大会シンポジウムオーガナイザー等

その他の活動

上高原准教授が、仙台市施設のせんだい環境学習館たまきさんサロンにて、仙台市企画講座『骨を修復するセラミックス～セメントが歯や骨になる?～』を実施しました。

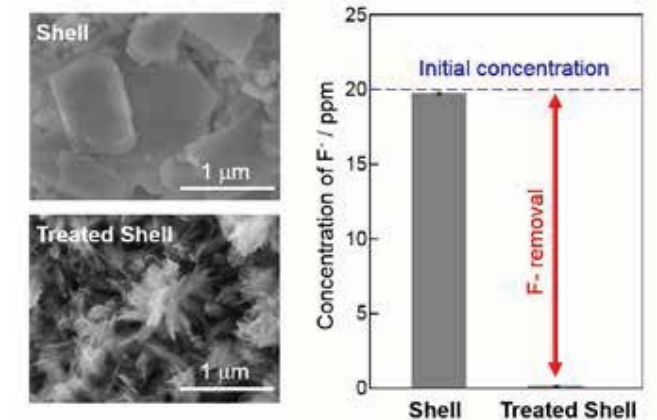


Fig.4 SEM images of oyster shell (Shell) and that treated with phosphate-containing solution (Treated Shell), and the concentration of F- after the immersion of samples Shell and Treated Shell in solution containing 20 ppm of F-.

環境思いの修復技術と資源回収技術の開発

Development of Environmental Friendly Remediation Technologies and Resource Recovery Technologies



教授 井上千弘
Professor
Chihiro Inoue

Nowadays, contamination of soil and groundwater by heavy metals and persistent organic compounds such as chlorinated organic compounds and petroleum hydrocarbons has been a serious environmental issue of concern. Besides, there is a growing demand of underground resources. However, effective methods to remove the dispersed pollutants and recover them as resources with low environmental burden have not been developed and thus remained a challenge. Our target is to develop remediation technologies and resource recovery technologies with reduced cost, less energy demand and reduced environmental load. Here we introduce our major scientific activities in 2016 as follows. (i) applicable phyto- and bio-remediation of heavy metals from the polluted soil, (ii) microbial degradation of chlorinated organic compounds and petroleum hydrocarbons, (iii) stabilization of coal ash to prevent elution of hazardous compounds and the creation of a microbial fuel cell for nitrogen removal, (iv) physical/chemical/bio-leaching methods from low-grade ore or bio-extraction technics for rare metals.

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

カドミウムによる土壌・水環境汚染の修復について、宮城県内の圃場においてカドミウム超蓄積植物のハクサンハタザオを用いた継続5年目の実証試験を行っている(東北学院大学、民間企業と共同研究)。また、ハクサンハタザオを用いたカドミウム含有鉱山廃水処理に関する研究を行っている(石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と共同研究)(Fig.1)。ヒ素による土壌・水環境汚染の修復では、ヒ素超蓄積植物のモエジマシダとイノモトソウの野外栽培試験を行い、寒冷地における栽培適性の検証と根圏微生物の添加によるシダのヒ素蓄積量の向上を調査し続けている。また、モエジマシダとオオパイノモトソウによるヒ素の環境基準を超過した浸出水の汚染修復試験も昨年度に引き続き行っている(民間企業との共同研究)。基礎研究として(a)超蓄積植物の各金属に対する吸収挙動および植物体内における金属の化学形態変化の時期・部位の解析(Fig.2)、(b)放射線同位体を用いた超蓄積植物体内の金属輸送機序の解明を開始している。また、(c)汚染除去に使用済みの植物バイオマスの有効利用についての研究も継続している。

難分解性有機化合物の生物分解に関する研究

有機塩素化合物の生物分解について、微生物の集積培養系からジクロロベンゼンを効率よく分解する微生物を6株単離・同定した。それ



Fig.1 A filed trial of leachate treatment by *Arabidopsis halleri* ssp., in which a closed-up photo of hydroponic cultivation is in bottom left.

ぞれの菌株は異なるジクロロベンゼンの構造異性体に分解能を示すことと、それらの菌株が所持する分解酵素は二つのグループに属することを把握した。また、1, 4- ジオキサンを含む地下水を用いて、1, 4-ジオキサンを分解する集積培養系の構築に成功し、分解能を示す微生物を取得中である(民間企業との共同研究)。

有害化合物の放出を低減する技術および 有用化合物の回収技術の開発に関する研究

石炭灰中の微量有害元素の溶出を防ぐ技術の開発においては、石炭灰試料の組成と養分効果との関係から溶出抑制のメカニズムについて解明を進めている(秋田大学・民間企業と共同研究)。また、廃水中の窒素成分除去を主目的とした微生物燃料電池の作製に関する研究を開始し、その評価を行っている。有用化合物の回収研究では、低品位黄銅鉱のヒープリーチングに有用な微生物の研究、および黄銅鉱の浸出メカニズムに関する研究を行っている(JOGMECと共同研究)。また、希少金属(レアメタル)の持続可能な資源利用を目指し、モリブデンを吸着する酵母の作製に成功し、吸着条件の検討を深めている。

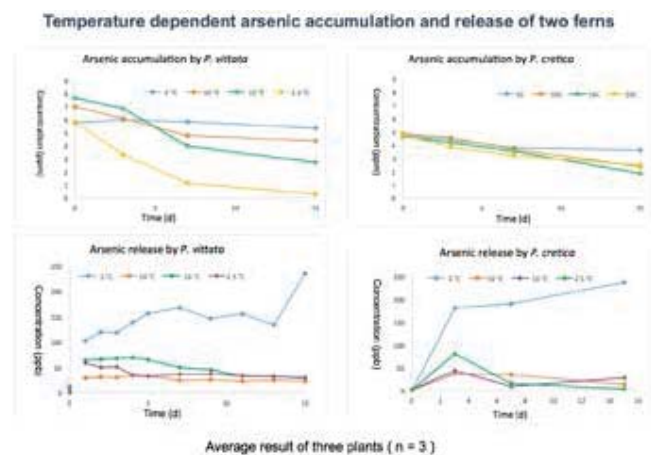


Fig.2 Temperature dependent As accumulation and release of two *Pteris* ferns.



准教授 グラウゼギド
Associate Professor
Guido Grause



助教 簡梅芳
Assistant Professor
Mei-Fang Chien



助教 中村公亮
Assistant Professor
Kousuke Nakamura
(until Sep. 2016)

国際交流および海外研究者・交換留学生受け入れ等

中国上海大学理学部、東華大学環境科学部訪問(井上教授、簡助教)。中国湖南省環境保護庁、中南大学冶金と環境学部訪問(井上教授、簡助教、学生3名)(Fig.3)。タイ工業省を訪問し土壌汚染修復に関する講演を行った(井上教授)。インドネシアのバンドンにて Institute Technology Bandung と共催のシンポジウムを開催した(Guido Grause 准教授)(Fig.4)。台湾 Academia Sinica Biodiversity Research Center、中興大学訪問(簡助教)。バングラデシュ Jahangirnagar 大学の副学長である Jasim Uddin Ahmad 教授が来訪。タイ Kasetsart 大学工学部環境工学科の Sanya Sirivithayapakorn 准教授が来訪(Fig.5)。中国国家留学基金管理委员会(CSC)の交流プログラムとして、中国吉林大学の張玉玲准教授と清華大学の章真怡助教を受け入れ、共同研究を行った(ともに2016年12月まで)。中国吉林地下科学研究所の劉子劍さんと李碩さんの学術訪問を受け入れた。同大学環境工学研究所の劉子劍さんを特別訪問研修生として受け入れた(2016年10月から3ヶ月)。

招待講演および学会発表、その他活動

【招待講演】
井上教授が中国上海大学、東華大学、中南大学にて、簡助教が韓国の土壌地下水環境学会主催の2016 Conference of Soil and Groundwater Environment 学会にて招待講演を行った。

【国際学会発表】
The 10th International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds (アメリカ・カリフォルニア)にて1件(D3 崔)、the 26th Goldschmidt Conference (日本・横浜)にて1件(M2 工藤)、the 13th International Phytotechnologies Conference(中国・杭州)にて3件(D2 Farzana, M2 牧田, M2 魏)の研究発表を行った(Fig.6)。

【その他活動】
簡助教が本学の女性研究者研究発表・交流会「第2回 TUMUG Forum」にて講演を行った。



Fig.3 Group photo of visiting Central South University, China



Fig.4 Group photo of the symposium under the Future Earth project

博士研究員 黄毅
研究支援者 趙成珍
技術補佐員 山本 麻理
事務補佐員 工藤 悦子



Group photo of Inoue lab members at year-end party 2016

教育

現在の在籍学生:D3 3名、D2 2名、D1 2名、M2 5名、M1 7名、研究生4名、B4 5名、B3 3名、このうち留学生:ハンガリー1名、中国7名、バングラデシュ1名、フィリピン1名、韓国1名、インドネシア1名、チリ1名、ペルー1名

奨学金採択・その他受賞

日本政府奨学金留学生:崔(D3)、Stari(M1)、Ascencio(B3)。インドネシア政府奨学金奨学生:Wiyone(M1)。中国国家留学基金管理委员会奨学生:楊(研究生)。佐藤陽国際奨学金:Dominguez(D1)。青葉工学振興財団奨学金:Farzana(D2)。グローバル安全学トップリーダー育成プログラム(東北大学)リーディング院生:関(M2)、魏(M2)。

池田直也(M1)が学部卒業時(2016年3月)に東北大学総長賞を受賞した。崔(D3)が環境科学研究科奨学賞を受賞した。John Jewish Arellano Dominguez(D1)はフィリピン大使館のPaghayo sa Taglagas 2016 イベントに招聘され、留学生として表彰状を受領した。簡助教が本学の「社の都女性研究者エンパワーメント推進事業」女性リーダー育成制度に採択された。

特筆すべき業績

We have won several scholarships and awards for our studies. There are 31 students in our lab from Bachelor to Ph.D. course including 14 foreign students, 9 of them with awarded scholarships. Naoya Ikeda(M1) was awarded from the president of Tohoku University for his bachelor thesis. Ge Cui(D3) earned a scholarship fund from the Graduate School of Environmental Studies. John Jewish Arellano Dominguez(D1) was invited to the Paghayo sa Taglagas 2016 held by the embassy of the Philippines and won a commendation certificate.

We have also published many papers in international journals and proceedings, which please refer to our achievement list in the end of this report.

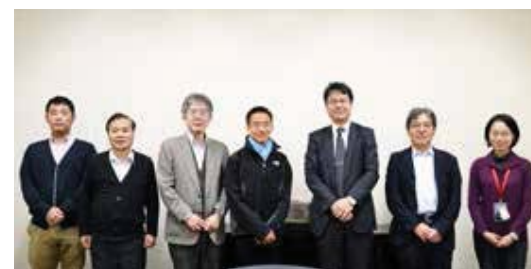


Fig.5 Group photo of receiving a visit from Kasetsart University, Thai

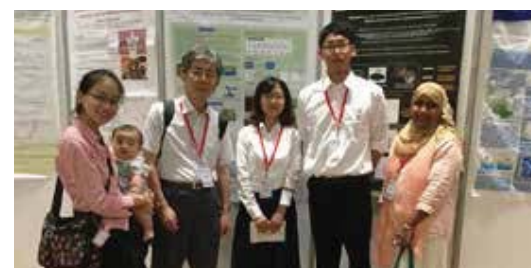


Fig.6 Group photo in the 13th International Phytotechnologies Conference

地圏環境の物質・システムの理解と有効利用

Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere



教授 土屋 範芳
Professor
Noriyoshi Tsuchiya

We have revealed the possibility of exploitable supercritical geothermal resources in the “beyond brittle” crusts, based on new permeability measurements of fractured granites under sub to supercritical conditions. We also investigated characteristics of magmatic-hydrothermal system on Shirasawa Caldera and granite-porphry body, as natural analogue of supercritical geothermal reservoir. Various types of fluid-rock interactions have been investigated based on field survey, laboratory experiments and numerical simulations, including hydration of mantle and crustal rocks, and its application to hydrogen production, formation of hydrothermal deposits within seafloor and continental crusts. In addition we have started a new project for approaching social problem on geothermal development on onsen-areas, by interviews on stakeholders and network modeling of local community for decision-making process.

主な研究テーマ

- ・超臨界地熱システムと地熱探査
- ・地殻流体と岩石-水相互作用
- ・ジオリアクターと人工鉱床
- ・元素の移動・濃集プロセスと環境リスク評価
- ・地熱開発の社会受容性についてのモデリング

そのエネルギーポテンシャルを評価した。また、石英の熱発光強度の減衰速度の温度依存性を実験的に制約し、葛根田地熱地帯に適用することで、地熱流体の空間分布とその温度を定量的に評価する手法を確立した (Fig.2)。

地圏環境の岩石-水相互作用

地圏環境を支配する地球規模の水循環プロセスは、様々な地質体の中にその痕跡を残している。モンゴル西部に露出するオフィオライト（海底の地殻-マントル断面）の地質調査と分析を行い (Fig.3)、沈み込み帯における水の循環の重要な過程である、島弧の下のマントルが変質する際（蛇紋岩化作用）の新しい反応メカニズムを見いだした。また、蛇紋岩化作用が進行する際に起こる体積膨張による変形と流体移動のカップリングについて、アナログ物質を用いた実験や数値シミュレーションによって明らかにした。

地震は、地震の断層が高速に滑ることによって発生する力学的なプロセスである。断層の基本的な性質を明らかにするために、鉱物の界面に水が存在する条件での、分子動力学による摩擦シミュレーションを行い、定常的な滑りと間欠的な滑り (stick-slip) への遷移における水分子の重要性を明らかにした (Fig.4)。

超臨界地熱システム “Beyond Brittle”

地熱開発のフロンティアである超臨界地熱貯留層 (>350°C) の性状と開発可能性を評価するために、亜臨界-超臨界条件でのき裂の透水性測定を可能にする新たな装置を開発して実験を行うことで、地下のき裂の透水特性を決める全く新たな条件（岩石き裂の閉じ方が弾性的な領域と塑性的な領域、Fig.1）を発見し、高温の延性地殻でも超臨界地熱資源の存在する可能性が高いことを明確に示した。この結果は国際誌 Nature Geoscience にアクセプトされた。ナチュラルアナログである仙台市近郊の白沢カルデラと田沢湖周辺の花コウ岩-斑岩複合岩体の野外調査では、メルト包有物や熱水鉱物脈の分布と化学組成分析などから、マグマ溜まりの深度分布と水の飽和度、そこから放出された超臨界流体の貯留形態を明らかにし、

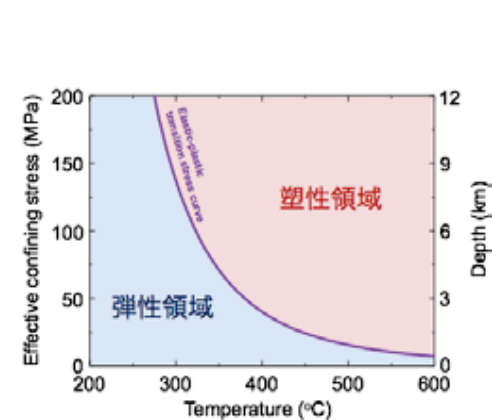


Fig.1 Elastic-plastic transition stress curve obtained from the permeability measurements of fractured granite under sub- to supercritical conditions.

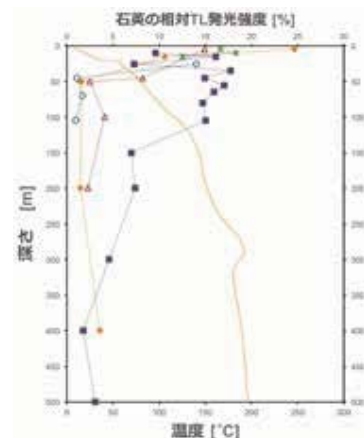


Fig.2 Relative intensity of thermoluminescence of quartz taken from the wells in the geothermal field.

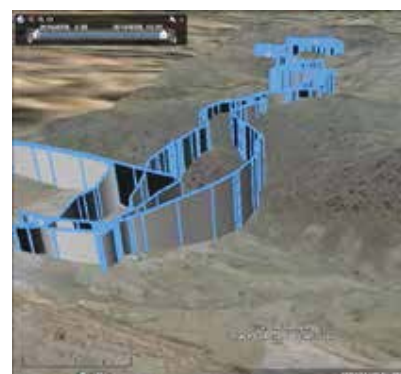


Fig.3 Drone photo of Hantaishir Ophiolite (hydrated mantle unit) in SW Mongolia with a trajectory of field survey.



准教授 岡本 敦 Associate Professor Atsushi Okamoto
助教 宇野 正起 Assistant Professor Masaaki Uno
研究員 山田 亮一 Researcher Ryoichi Yamada
研究員 山崎 慎一 Researcher Shinichi yamasaki
研究員 大庭 雅寛 Researcher Masahiro Oba
研究員 永治 方敬 Researcher Takayoshi Nagaya
研究員 東野 文子 Researcher Fumiko Higashino

ジオリアクターと人工鉱床

温泉水を利用した廃アルミニウムからの水素製造についての研究では、室内実験による検証を経て、蔵王温泉において実際の温泉水を用いた実証試験を進めており、その実用性を確認した。海洋底熱水鉱床についての研究では、天然の黒鉱の分析と、熱水噴出孔を模擬した水熱実験を進め、温度変化にตอบสนองして黄鉱から黒鉱へと変化するのを見いだした。

地熱開発の社会受容性

本年より、国内、国外のいくつかの温泉・地熱地域の人々に対して、地熱開発についてのインタビューを行い、統計的に解析することにより、地域社会のネットワーク構造を明らかにする研究を始めている。その解析に基づき、地域社会の合意に至るまでの意思決定プロセスについての数理モデルの構築を進めている (Fig.5)。

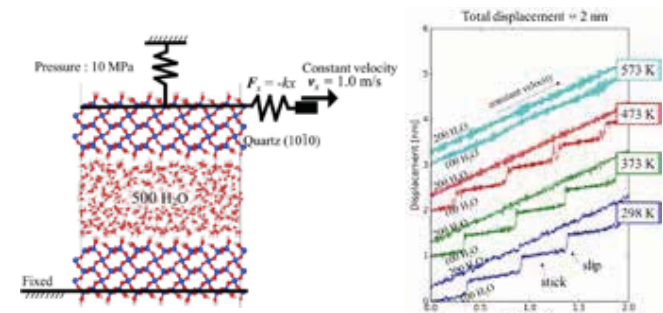


Fig.4 Molecular dynamics simulation on frictional behavior of quartz plates with water film.

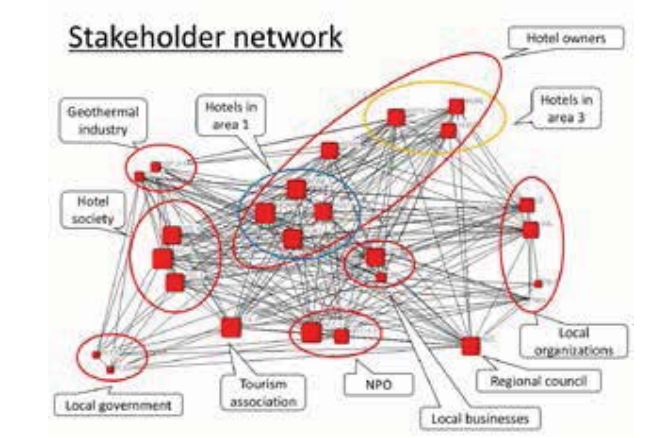


Fig.5 Analysis of network structure of the stakeholders in local community at an Onsen area.

参加国際学会・会議

- ・The 13th Water Dynamics, Sendai (3/15-18) 主催
- ・Goldschmidt conference, Yokohama (6/26-7/1)
- ・Crustal Dynamics 2016, Takayama (7/19-22)
- ・Water Rock Interaction 2016, Evora, Portugal (10/16-21)
- ・Fall Meeting of American Geophysical Union, San Francisco (12/12-16)

研究プロジェクトおよび主な外部獲得資金

- ・科研費：特別推進研究（土屋）、基盤研究B（岡本）、挑戦的萌芽研究（岡本）、若手研究B（宇野）、新学術領域公募研究（宇野）
- ・その他：JST 研究開発成果展開事業プログラム（土屋）、JSPS 自然共生・持続可能自然共生・持続可能システム分野に関する学術研究動向（土屋）、NEDO 環境新技術先導プログラム（土屋）

受賞

- 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 学生優秀発表賞 大柳 良介 (D2)
- 東北大学大学院環境科学研究科 奨学賞 石川 慧 (D2)

教育

- 環境学外実習（宮城県栗駒高原など）9月
- Geothermal Energy Pilot Class コロラド鉱山大学 8月
- オープンキャンパス公開講座 “岩石の中をのぞいてみる” 7月
- 現在の在籍生：D3 1名（中国人留学生1名）、D2 2名、D1 4名（モンゴル人留学生2名、エルサルバドル人留学生1名）、M2 7名（インドネシア人留学生2名、ロシア人1名）、M1 5名（インドネシア人留学生2名）、B4 4名、B3 4名
- 研究室ホームページ <http://geoserv.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/>

特筆すべき業績

The paper on the experimental studies on permeability measurement under sub- to supercritical- conditions will be published in Nature Geoscience (now accepted) with a title “Potentially exploitable supercritical geothermal resources in the ductile crust”.

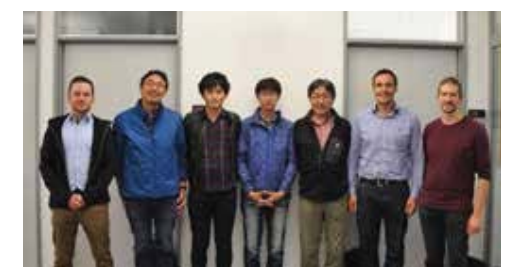


Fig.6 Meeting for international collaboration at Karlsruhe Institute of Technology, Germany.

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

In 2016, the research activities of this laboratory are as follows: 1) Development on recycling system of mud generated from disaster sites by Fiber-cement stabilized soil method, 2) Study on diggability of crushed stone using mining shovels, 3) Study on development of shovel bucket to reduce soil adhesion, 4) Study on soil sampling method using UAV (Unmanned Air Vehicle), 5) Development on soft mud stabilization material using paper sludge ash, 6) Study on strength property of Fiber-cement stabilized soil including granule made from disaster debris, 7) Study on stabilizing mud using geopolimer to apply a sediment disaster recovery, and 8) Study on improvement of strength of concrete using recycled concrete aggregates treated by pozzolanic materials.

1. 繊維質固化処理土工法による災害復旧対応型泥土処理システムの開発と環境修復への適用

近年、東日本大震災や度重なる大型台風の襲来など大規模自然災害が多発している。自然災害では大量の軟弱泥土が発生することが多く、この軟弱泥土が迅速な災害復旧の障害になっているのが現状である。本研究室では、これまでに軟弱泥土を盛土材などの地盤材料に再資源化する研究を行ってきたが、本年は軟弱泥土を緑化材に再資源化し、法面や堤防などの環境修復へ応用することを目的に、緑化材の土壌物理特性について検討した。本年は、木材チップ混合の緑化土の性能を調べるための装置を新たに開発し、実験を行った (Fig.1)。



Fig.1 New developed permeability test apparatus

2. Mining Shovel の掘削性に関する研究

資源開発現場では、岩盤を削孔し、爆薬を充填して発破を行い、破碎堆積物をショベルで掘削する作業を繰り返すが、最近では、破碎堆積物の粒度から発破成績を評価し、次の発破計画に役立てようという試みが行われている。しかし、発破成績の評価を画像処理から行うには長時間を有する。そこで、掘削作業中にショベルに作用する抵抗力から粒度を推定し、発破成績を評価することが本研究の目的である。本年は、掘削抵抗力と粒度の関係について実験的に検討し、粒度推定のために有効と考えられるパラメータの抽出を行った (Fig.2)。



Fig.2 Crushed stone digging test

3. 地中環形生物に学ぶ土粒子非付着性掘削バケットの開発に関する研究

建設機械の作業ツールに土が付着すると作業効率が大幅に低下することから、土の付着は建設機械にとって大きな課題である。昨年は、作業ツールの表面の小孔から水が染み出る構造を提案した。本年は、本研究で提案する構造の有効性を定量評価する実験を行った (Fig.3)。材料表面から水を染み出させた結果、水量の増加に伴い付着力は減少することから、本研究で提案する構造の有効性が検証された。また付着を軽減できる最小の加水量を定量的に把握することができ、実機への適用を可能にした。



Fig.3 Soil adhesion test apparatus

4. UAV を用いた土砂サンプリングに関する基礎的研究

土砂災害現場などにおいて、ドローンなどの UAV(Unmanned Air Vehicle) を用いた 3 次元形状計測は実用化の域にある。一方で、火山災害などでは土砂のサンプリングが必要とされているが、UAV による土砂サンプリングに関してはまだ課題が残されている。そこで、UAV による土砂サンプリングシステムの開発を目指した研究を行っている。本年は、筒状の採取装置を上空から落下させて土砂を内部に取り込む機構を提案した。実験の結果、軟弱泥土から比較的硬く締まった土まで幅広い性状の土砂を採取可能であることが確認された (Fig.4)。



Fig.4 Soil sampling test using developed device



助教 里見 知昭
Assistant Professor
Tomoaki Satomi

5. PS 灰を用いた新しい軟弱泥土固化材の開発

製紙工場から排出される PS 灰は、土質改良材としての有効利用が期待されているものの、フッ素の溶出が土壌環境基準を超えるため、実用化にまでは至っていないのが現状である。そこで、食品廃棄物を用いてフッ素の溶出を抑え、PS 灰から軟弱泥土用の新しい固化材を作成する研究を行っている (Fig.5)。本年は、主として PS 灰からのフッ素の溶出抑制について実験的に検討した。



Fig.5 Making of insolubilizing material for fluorine

6. がれき類を主原料とする造粒物を含む繊維質固化処理土の強度特性に関する研究

がれき類の再資源化技術の一つに、がれきを粉砕し、固化材により造粒させる工法がある。造粒物は再生骨材の一部として利用されているが、これでは再利用される量が少なく、単体としての利用が求められている。そこで、造粒物の吸水性の高さを利用して、繊維質固化処理土工法における吸水材としての利用に関する研究を実施した。実験では、泥土の見かけの含水比が低下するため、固化材および古紙破砕物の添加量を削減することができ、コスト的にメリットがあることが確認された (Fig.6)。



Fig.6 Measurement of strength property of Fiber-cement stabilized soil including granule (upper right side picture)



At Ecollab, Tohoku University



At KINOIE in Akiu-town, Sendai city

7. ジオポリマーを用いた泥土改良と土砂災害復旧への応用に関する研究

セメントは、その製造過程で大量の CO₂ を排出すると言われていたが、近年注目されているジオポリマーは CO₂ の排出量が少なく、環境に優しい次世代の固化材として期待されている。強度発現も早いので、災害現場における軟弱泥土の改良に利用すれば、早期の災害復旧が可能になると思われる。本研究室では、泥土に古紙破砕物とセメント系固化材を混合して良質な土砂に再資源化する「繊維質固化処理土工法」を開発しているが、本年はセメント系固化材の代わりにジオポリマーを用いて再資源化を行う「ジオポリマー繊維質固化処理土工法」の開発に関する研究を開始した (Fig.7)。

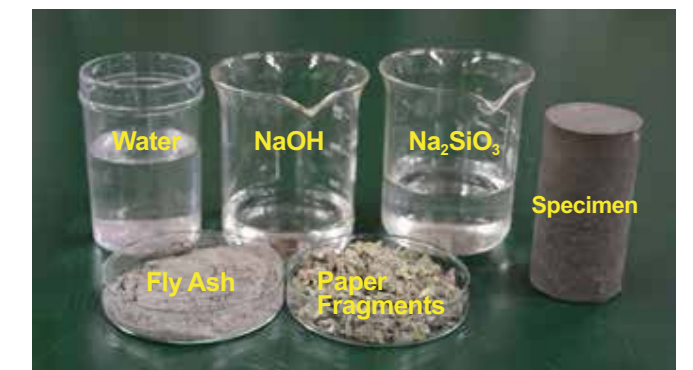


Fig.7 Some materials to create Fiber-geopolymer stabilized soil and the specimen

8. ポズラン物質による再生骨材の被覆とコンクリート強度の向上に関する研究

再生骨材 (RCA) の表面をポズラン物質でコーティングすることにより、この RCA を用いた再生骨材コンクリート (RAC) の強度がどのように変化するか実験的に検討した。その結果、何もコーティングしない骨材を用いたコンクリートの強度と比較して、ポズラン物質で被覆された骨材を用いたコンクリートの強度は増加することが確かめられた。

特筆すべき業績

As an attempt to improve the quality of recycled aggregate concrete was investigated by using surface treatment solution for recycled concrete aggregates with different of pozzolanic materials. Pozzolanic materials such as fly ash, silica fume and metakaolin combined with sodium silicate was recommended to pre-treat recycled concrete aggregate. This research was presented at International Symposium on Earth Science and Technology 2016, and best paper award was given for this research.

地殻環境・エネルギー技術の新展開

Toward Advanced Environmental Geomechanics and Energy Technology



准教授 坂口 清敏
Associate Professor
Kiyotoshi Sakaguchi

In 2016, our research activities are as follows:

- 1) To examine the change in in-situ stress between before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake, we performed stress measurements after the earthquake in the Kamaishi mine, located near the northern termination of the mainshock rupture. The in-situ stress measurement period was from 1991 to 2016.
- 2) To clarify the fracturing characteristics of granite in a ductile region, we stimulated granite specimens with water under brittle or ductile conditions and then observed cracks and measured permeability.
- 3) To clarify the slip characteristics of an artificial crack of granite sample in brittle-ductile condition, we performed slip experiments with increasing pore pressure under confining pressure at 350°C-400°C.

東北地方太平洋沖地震前後における 岩手県釜石地域の地殻応力場

2011年3月11日に発生したMw9.0の東北地方太平洋沖地震(以下、東北地震)によって、東北地方は水平方向と上下方向(沈下方向)に数メートルの地殻変動を履歴した。このような大きな地殻変動は、浅所(地表下数百m)地殻応力場にも大きな影響を及ぼしている。本研究では、東北地震前後の浅所地殻応力場の経年履歴を明らかにするため、岩手県釜石鉱山において地圧測定を繰り返してきた。今年度は、東北地震発生後の20年前から発生後5年目までの地圧の経年履歴について検討した。東北地震前後の主応力値には大きな違いが見られる。東北地震後1年目に主応力値は地震前に比べて大きく増加しているが、経年とともに地震前の値に近づいている(Fig.1)。Fig.2はYagi and Fukuhata (2011)による東北地震における5m以上のすべりの分布のコンター図にYe et al. (2012)に倣って三陸沖低地震滑活動域(SLSR)を重ねたものである。東北地震による滑りが小さな領域(5m未満の滑り)は釜石沖にコの字型に分布している。また、

この領域はSLSRに含まれている。釜石地域は東北地震の滑り域の西側外縁に位置しているが、釜石沖のコの字型の領域で滑りが止まったと推察される。Fig.3は、釜石沖で発生した地震の規模の経年変化を示している(Ariyoshi et al. 2014)。同図より、東北地震前は、約5.5年おきに釜石沖で地震が発生しており、その規模はM=4.7~5.1であった。しかしながら、東北地震の後数か月間はこれらの地震の発生間隔は短くなり(地震数の増加)、その規模は大きくなっている。さらに時間が経過すると、地震の発生間隔は次第に長くなり(地震数の減少)、その規模も東北地震前とほぼ同規模に戻っている。これらの事実から以下のようなことが推察された。「東北地震後1年目の応力値の増大の原因は、釜石沖の滑り挙動(滑りが止まった)に依るものである。こうして地殻応力が増加した結果、釜石沖での地震が増加した。頻発して発生した地震により地殻応力が解放され、釜石鉱山における東北地震後1年目以降の応力値は減少した。結果として、地震の数が減少した。」この推察は、釜石鉱山における地圧の経年変化の理由を完全に説明している訳ではないが、巨大地震と浅所地殻応力の関係を説明できる可能性を示唆している。

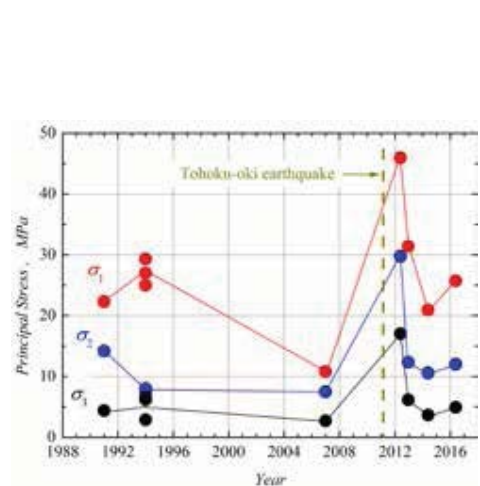


Fig.1 The annual trend for the magnitudes of the principal stress.

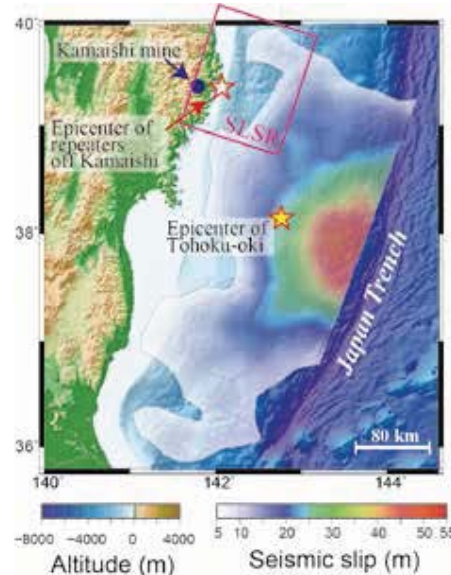


Fig.2 The total slip distribution of larger than 5 m of the 2011 Tohoku-oki earthquake from Yagi and Fukuhata (2011).

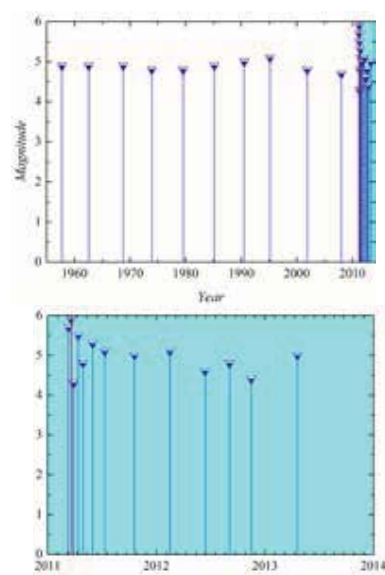


Fig.3 Magnitude-time plot for the off Kamaishi region (Up) with close-up in the sky-blue-colored time window (Down), from Ariyoshi et al. (2014).



Our laboratory members.



Scholarship winner!

水圧刺激き裂に及ぼす温度、 圧力および刺激流体の影響

既存の地熱貯留槽よりも深い領域での地熱エネルギー開発においては、貯留槽となる岩体は力学的に延性的性質(ここでは延性岩体と呼ぶ)を示すようになる。このような延性岩体に地熱貯留槽を創成する方法としては幾つかの方法が提案されているが、本研究では、水圧刺激によって延性岩体を部分的に破壊(き裂を生成)する方法に着目し、高温(450°C)・高圧(30 MPa)環境下において岩石に水圧刺激を与え、形成されるき裂の観察および透水性評価を行い、提案する方法の有効性について検討を行った。その結果、室温~450°Cの条件では、水圧刺激によって生成されるき裂の形態(一枚き裂、連続き裂、クラウドき裂)が異なることが明らかとなった。これは、対象とする岩石の初期浸透率および刺激流体の粘度の影響を受けた(Fig. 4)。我々が地熱エネルギー開発に都合の良いと考えているクラウドき裂は、温度450°Cの領域においても生成可能であり、延性岩体での地熱開発の実現可能性を示唆することができた。

脆性(弾性)領域から延性(塑性)領域における 岩石き裂のすべり特性と透水性

岩石の力学的特性に関して、その脆性-延性遷移温度(350°C~400°C程度)またはそれ以上の温度環境下における新しい地熱開発においては、既存の地熱開発に比較して困難も多くあるものの、より有利な特徴も指摘されている。その一つに、開発に伴う誘発地震の低減が挙げられる。この理由の一つとして、地震は岩石(岩体)の破壊現象、き裂(断層)の滑り現象であるが、延性岩体中に存在するき裂のすべり挙動は、非地震性すべりになる可能性が考えられることが挙げられる。本研究では、人工の一枚き裂を有する花崗岩供試体(Fig. 5)に対して、弾性挙動条件下(350°C)および塑性挙動条件下(400°C)

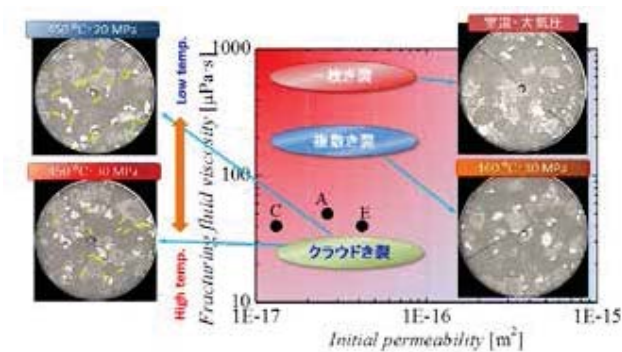


Fig.4 Relationship between fracture type with temperature condition.

において間隙圧上昇に伴うすべり実験を行い、すべり特性を検討するとともに透水性の評価を行った。その結果、弾性挙動条件下、塑性挙動条件下ともに、すべり挙動は非地震性となることが示唆された。また、すべり後の透水性は、弾性挙動条件下では約24倍、塑性挙動条件下では約2倍に増加していた。実験数そのものが少ないため今後の継続研究が必要ではあるものの、延性岩体を対象とする地熱開発の実現可能性を示唆できた。

外部資金の獲得

- ・科研費:特別推進研究(分担(代表:東北大・土屋)),基盤研究(B)(代表:坂口)
- ・共同研究等:応用地質(株),3D地科学研究所,立命館大学

受賞

- ・ポスター賞(銅賞)(資源・素材学会東北支部春季大会,2016年7月7日;江川(M2))
- ・Scholarship Winner (9th Asian Rock Mechanics Symposium, 2016年10月18日~20日;江川(M2))(Photo.2)

学会等での講演

- ・Water Dynamics 13 (2016年3月@仙台;博士学生1名)
- ・平成28年度 資源・素材学会春季大会 (2016年3月@東京大学;修士学生3名)
- ・7th Int. Symp. on In-Situ Rock Stress (2016年5月@タンペレ(フィンランド);坂口)
- ・日本地球惑星連合大会2016 (2016年5月@幕張メッセ;博士学生1名)
- ・資源・素材学会 東北支部春季大会 (2016年7月@仙台;博士学生1名, 修士学生1名)
- ・第51回地盤工学研究発表会 (2016年9月@岡山;坂口)
- ・資源・素材2016(盛岡) (2016年9月@盛岡;修士学生1名)
- ・9th Asian Rock Mechanics Symposium (2016年10月@バリ(インドネシア);修士学生1名)
- ・日本地熱学会都山大会 (2016年10月@郡山;博士学生1名)
- ・資源・素材学会 東北支部若手の会 (2016年10月@仙北市;修士学生1名)

その他のトピック

- ・子育てサポーター養成講座 講師 (2016年6月29日;坂口)



Fig.5 Granite specimen for slip experiment.

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

Our target is mainly to develop environmentally friendly energy-conversion systems. Special interest is put on high temperature electrochemical devices such as solid oxide fuel cells (SOFCs) which are the useful techniques for high efficiency energy conversion between chemical- and electric energy. Researches on mechanical reliability of SOFCs have been performed through collaboration with other research groups inside and outside the university as a part of research projects. During operation of SOFCs, chemical strain as well as thermal strain leads to macroscopic deformation of the cells and stacks, which can cause degradation of the performance and, in the worst case, destruction of the cell structures. Operando methods have been developed to observe cell deformation during startup/shutdown operations, and simulation code was developed to evaluate the deformation based on transient chemical potential distribution inside the materials. Mechanical properties of the constituent materials have been measured at elevated temperatures under controlled atmospheres to be used for the simulation.

研究概要

2016年の当研究室のメンバー (Fig.1) は、教授1名、准教授2名、助教1名、研究員2名、技術補佐員1名の教職員7名、博士学生2名、修士学生14名、学部学生11名の学生27名の計34名で構成され、うち韓国、中国、インドネシア、タイ、フランスから留学生7名が在籍している。

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、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。地球温暖化・エネルギー資源枯渇など環境・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、その技術基盤の一つとして、高効率、高耐久性の固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の実現に必要な技術課題を取り上げている。特に、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、学内の各部署の他、国内外の研究機関やメーカーと連携し、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ことで、材料の最適化の指針を与え、企業での技術開発をサポートしている。

SOFCの広範な普及には、運転中のセル・スタック挙動の把握、機械的信頼性を確保することは重要な課題である。SOFCは異種材料の積層体であるため、材料間での熱・化学膨張の差や温度・化学ポテンシャルの分布によって、構造体に応力や変形が生じ、これがセル・スタックの損傷や、接触の不良などの性能劣化を引き起こす要因となっている。特に、起動・停止や急激な負荷変動などはリスクを増大させる可能性がある。より信頼性の高いセル・スタックの設計のためには、単セルの変形挙動を把握するとともに、弾性率、破壊強度の他、クリープや疑弾性などの構成材料の動的な機械的特性も把握することが必要であり、さらには、セル運転に伴う温度・化学ポテンシャルの分布を明らかにする必要がある。このためNEDO委託事業の一環として、セル構造体の解析と、シミュレーションを用いた迅速評価法の確立を目指している。これまでに、各種形状のセルに対応したセル変形評価装置の作製、材料の基礎データの取得・解析、さらには、固体内の化学ポテンシャルの計算手法の汎用化に取り組んでいる。



Fig.1 Group photo of Kawada lab.



Fig.2 Evaluation system for deformation/temperature/AE of SOFC planer cell.



准教授 八代 圭司
Associate Professor
Keiji Yashiro



准教授 橋本 真一
Associate Professor
Shinichi Hashimoto



助教 村松 真由
Assistant Professor
Mayu Muramatsu

運転時セル変形のその場観察手法の整備

セル・スタックの機械的損傷のリスクの評価法として、運転状況下での単セル形状の変化を測定する手法を提案している。石英窓を有する電気炉にセルを設置し、外部に置いた種々のレーザー変位計を用いてセルの形状を測定するもので、セル形状に応じて種々の形式のものを作製した。

Fig.2は、平板セルの温度・形状同時測定のための装置であり、電気炉上部にレーザー変位計もしくは二色式温度カメラを配置している。さらにガス導入管等、セルと機械的接触をもつ部分にAEセンサを固定することで、セル損傷の同時評価も可能となる。同様の手法はアノード支持形のボタンセルや、円筒セルにも展開を図った。円筒形は中心線に対して対称な構造であるため一般的に機械的な信頼性は高い。ただし構成各層の熱・化学歪みが異なると亀裂や剥離の発生も考えられるため、セル直径測定装置を作製し評価を行った (Fig.3)。セルは上下移動および回転が可能なステージに固定され周囲は角柱型の石英製容器で覆われてセル内外のガス雰囲気制御が可能である。測定は計測対象物をラインレーザー投光器 / 受光器で挟みその影の部位を測長する方法をとった。

セル内部の酸素ポテンシャル分布シミュレーションの汎用化

SOFCのセル部材の一部には酸素不定比性酸化物が用いられており、化学歪み(還元膨張)が発生すること、また、その機械的特性も酸素分圧に依存する事から、セルの変形や応力の発生には、固体内

の局所酸素ポテンシャルの分布が深く関与している。当研究グループでは、これまでに、固体内部の酸素ポテンシャルとその変化を、災害研の寺田教授らと共同で物質輸送と酸素不定比性から計算する手法を開発してきた。このルーチンを汎用化・ロバスト化するとともに、ここから得られる化学歪みとその経時変化を汎用 FEM ソフトウェアを用いた構造解析につなぐツールへと拡張することを目指し、現在までに、Abaqus/AbaqusCAE の GUI を用いたポテンシャル解析ツールのプロトタイプを作成した。

応力・変形解析の手順を Fig.4 に示す。セルの変形解析と、模擬セルによる変形測定の結果を比較しながら、物性値と計算手法の最適化を進めている。

特筆すべき業績

During operation of SOFCs, chemical strain as well as thermal strain leads to macroscopic deformation of the cells and stacks, which can cause degradation of the performance and, in the worst case, destruction of the cell structures. Operando methods have been developed to observe cell deformation during startup/shutdown operations, and simulation code was developed to evaluate the deformation based on transient chemical potential distribution inside the materials. Mechanical properties of the constituent materials have been measured at elevated temperatures under controlled atmospheres to be used for the simulation.

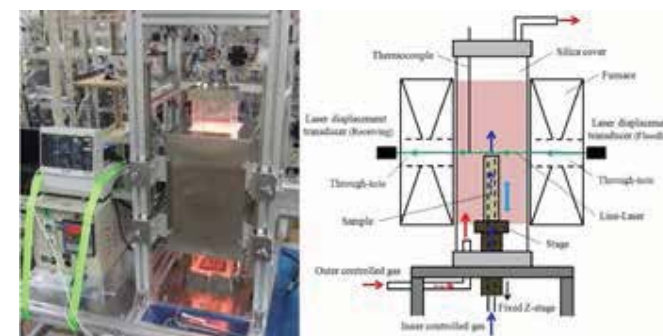


Fig.3 Measurement setup for diameter change of a tubular cell.

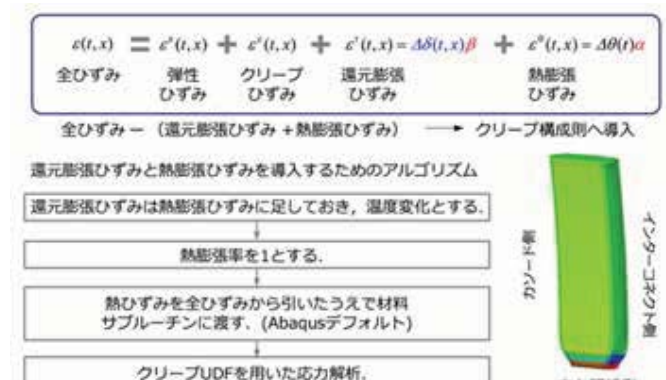


Fig.4 Calculation scheme of cell deformation based on chemical potential distribution in SOFC cell.

資源・エネルギーの持続的開発と環境の持続の可能性

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



教授 駒井 武
Professor
Takeshi Komai

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

研究概要

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

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

具体的には、以下のような特徴的な内容の研究と教育を行っている。

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

以下、本年実施した研究内容を紹介する。

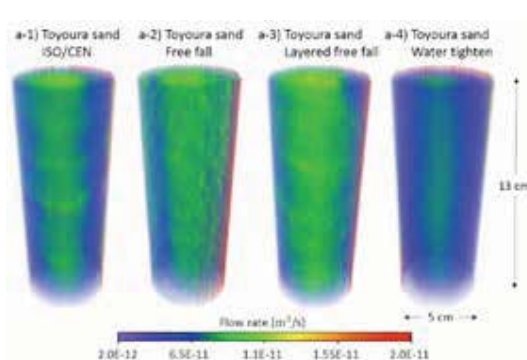


Fig.1 3D images of flow path by soil up-flow percolation test

環境情報の高度解析による環境汚染調査及び対策技術の提案

■ 河川流域における元素挙動の解析

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

■ 土壌中の流体流動

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

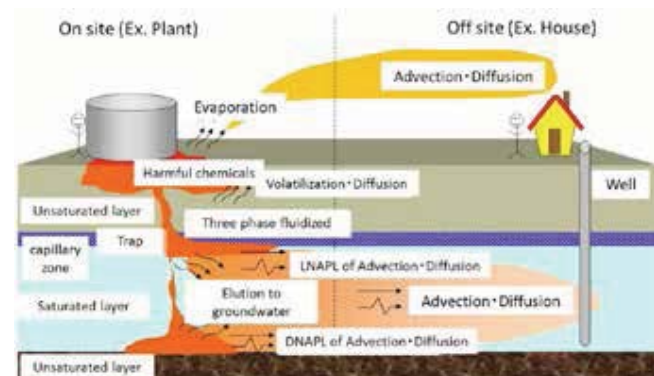


Fig.2 Risk assessment model image of new hazardous chemicals at our living area



准教授 渡邊 則昭
Associate Professor
Noriaki Watanabe



助教 中村 謙吾
Assistant Professor
Kengo Nakamura



集合写真

環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的解析

■ 新規有害物質のリスク評価と地圏移動現象の解明

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

地熱および石油・天然ガス資源の開発と水素製造

■ 炭酸塩岩貯留層における流体流動特性（東北大-JAPEX 共同研究）

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

■ 地熱貯留層における流体流動特性（科研費・特別推進研究）

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

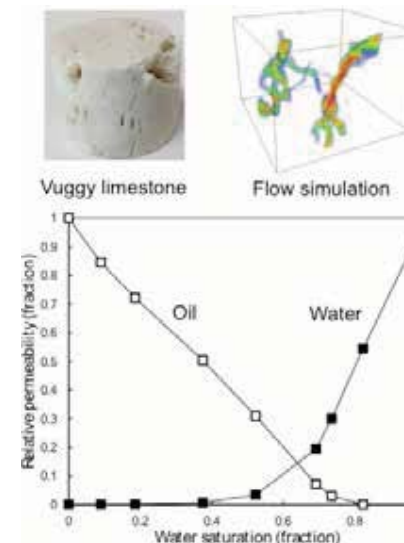


Fig.3 Numerical determination of relative permeability curves for a vuggy limestone.

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

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

特筆すべき業績

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

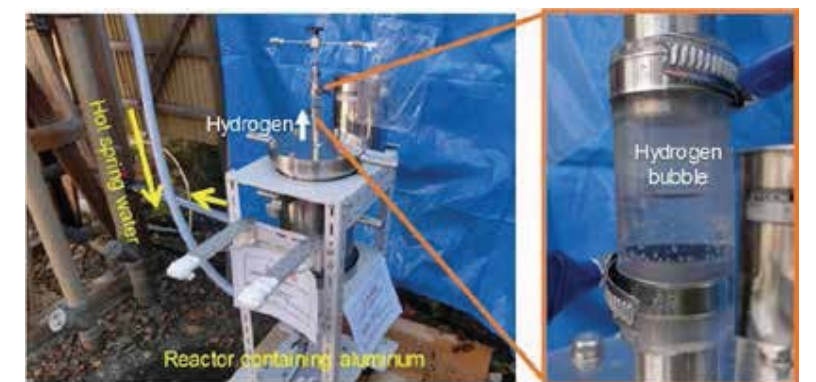


Fig.4 Demonstration of a hydrogen production by a hot spring water-aluminum reaction.

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 田路 和幸
Professor
Kazuyuki Tohji

The researches of Tohji Laboratory focused on how to develop the well-defined nano materials and how to utilize these materials to our life. Especially, we develop the synthesis and utilizing methods for useful nano material with specific morphology.

Our research objectives can be classified into (A) Natural energy conversion materials, such as photocatalysts with specific morphology (stratified photocatalysts), thermoelectric alloy nanoparticles, CIGS alloy nanoparticles for solar cell, and (B) Functional nano-eco materials, such as uniform and well crystallized alloy nano materials, and well defined electric integration nano materials, precise control of nano catalysts for fuel cell, carbon nano materials, and (C) Utilization of the precise control for metal complexes condition for developing novel extraction methods of rare metals.

環境に配慮したナノ材料開発

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(特異な形態を有するストラティファイド光触媒、熱電変換合金ナノ粒子、太陽電池用CIGSナノ粒子、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、固体高分子燃料電池用機能性ナノ触媒材料、炭素ナノ材料、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。

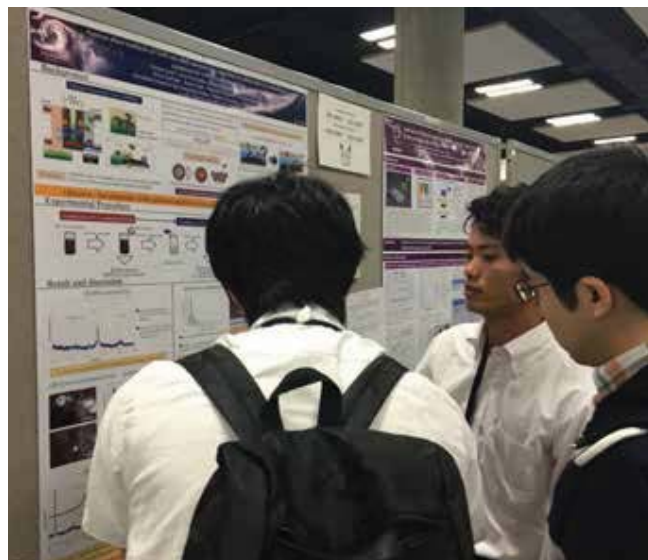
研究プロジェクト

- ・平成 26-30 年度 科研費補助金 基盤研究(S) 「低炭素社会をもたらす単層カーボンナノチューブを利用した平面発光デバイスの開発」
- ・平成 26-28 年度 科研費補助金 基盤研究(B) 「塗布でCIGS太陽電池を形成する技術の確立」
- ・平成 27-28 年度 科研費補助金挑戦的萌芽研究「安全且つ迅速にCl粒子をCIS太陽電池ナノ粒子化する技術の開発と太陽電池塗布形成」
- ・平成 27-28 年度 科研費補助金 若手研究(B) 「Cuナノ粒子を用いたAg集電電極代替によるSi太陽電池の低コスト・高効率化」
- ・平成 24年-29年 文部科学省 東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発推進事業「東北復興を目指した海洋・微細藻類等の次世代エネルギーと移動体を含むエネルギー管理システムの研究開発」
- ・平成 25年-28年度 (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 製錬副産物からのレアメタル回収技術開発事業 「難溶性アンチモン溶解技術開発」
- ・平成 25-29 年度 東北大学-パナソニック(株)革新的材料型生産技術共同研究プロジェクト 「ナノ粒子材料の太陽電池・燃料電池への適用に関する研究」

国際及び国内会議発表

その他様々な活動(学生諸君)

田路研究室所属の学生は、2016年4月-12月の期間に計17件の学会研究会発表を行った。本研究室では、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おいており、学生諸君の国際会議での発表と博士課程学生の留学を精力的に行っている。当該期間では、230th Meeting of The Electrochemical Society (Honolulu, USA)ではMC2照井洋輔君(写真1)とMC2鈴木一平君(写真2)、高城雅樹君(写真3)がポスター発表を行うなど、計4件の国際会議での報告を行っている。その他、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、様々な活動を実施している。資源・素材学会東北支部大会(鈴木一平君、高城雅樹君、照井洋輔君、仲本龍一郎君、岩間守弘君)、資源・素材学会(鈴木一平君、照井洋輔君)、応用物理学会秋季学術講演会(Hugo Erawan Fathur Rahman君、高城雅樹君)、X線分析討論会(岩間守弘君)、資源・素材学会東北支部若手の会(仲本龍一郎君、牛田勝也君、網島誠悟君)など、国内の学会にも積極的に参加し、成果を発表している。



照井君 学会発表の様子



准教授 高橋 英志
Associate Professor
Hideyuki Takahashi



助教 横山 俊
Assistant Professor
Shun Yokoyama



技官 本宮 憲一
Technical Engineer
Kenichi Motomiya

学会発表一覧

照井洋輔、横山俊、高橋英志、田路和幸、土田修三、関良平、谷口泰士、上山康博
錯体構造制御法を利用した燃料電池用炭素材料表面上へのCuコアPtシェルナノ触媒形成法の開発
資源・素材学会 東北支部 平成28年度春季大会 仙台 2016年7月7日

高城雅樹、横山俊、高橋英志、田路和幸
塗布型太陽電池形成を目的としたCIGS(Cu(In,Ga)Se₂)太陽電池材料の水溶液中合成法の開発に関する研究
資源・素材学会 東北支部 平成28年度春季大会 仙台 2016年7月7日

鈴木一平、横山俊、高橋英志、田路和幸
Ag配線代替を目指したCuナノ粒子の積層・微配線化技術の開発に関する研究
資源・素材学会 東北支部 平成28年度春季大会 仙台 2016年7月7日

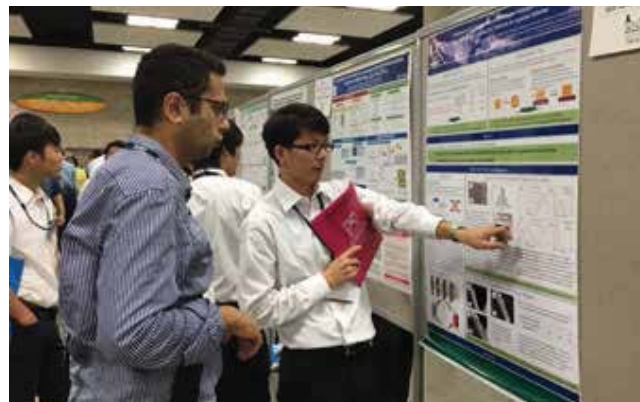
岩間守弘、横山俊、高橋英志、田路和幸
Ni-M(M=Cu, Co, Fe, Ni)系白金代替触媒の存在状態と光触媒活性の相関の解明
資源・素材学会 東北支部 平成28年度春季大会 仙台 2016年7月7日

仲本龍一郎、横山俊、高橋英志、田路和幸
Bi₂Te₃ナノ粒子の低環境負荷合成とバルク体化に関する研究
資源・素材学会 東北支部 平成28年度春季大会 仙台 2016年7月7日

鈴木一平、横山俊、高橋英志、田路和幸
微配線形成を目指した銅ナノ粒子の積層技術開発に関する研究
資源・素材学会秋季大会、盛岡、2016年9月13日

照井洋輔、横山俊、高橋英志、田路和幸、土田修三、関良平、谷口泰士、上山康博
燃料電池用CuコアPtシェルナノ粒子の合成および電気化学特性評価
資源・素材学会秋季大会、盛岡、2016年9月13日

高城雅樹、横山俊、高橋英志、田路和幸
CIGS(Cu(In,Ga)Se₂)塗布型太陽電池形成を目的としたCu-In-Ga合金ナノ粒子の水溶液中合成法の開発に関する研究
応用物理学会秋季学術講演会、新潟、2016年9月14日



鈴木君 学会発表の様子

Hugo Erawan, Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
Sulfurization of Cu-In particles in Aqueous Solution
応用物理学会秋季学術講演会、新潟、2016年9月14日

Morihiro Iwama, Shun Yokoyama, Kozo Shinoda, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
Ni/CdS系光触媒中のNi助触媒の存在状態のXANESによる分析と光触媒活性の相関
第52回X線分析討論会、東京、2016年10月26日

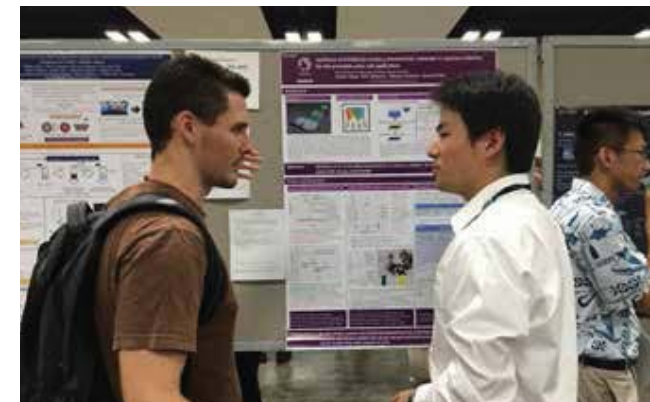
仲本龍一郎、横山俊、高橋英志、田路和幸
Bi₂Te₃ナノ粒子の低環境負荷合成と熱電特性評価に関する研究
資源・素材学会東北支部若手の会、秋田、2016年10月30日

牛田勝也、高橋英志、横山俊、田路和幸
錯体構造制御を利用したFeナノ粒子の水溶液中合成法開発の試み
資源・素材学会東北支部若手の会、秋田、2016年10月30日

網島誠悟、横山俊、高橋英志、田路和幸
Snの価数及び金属錯体構造の制御を利用したSnドーピングBi₂Te₃熱電変換合金ナノ粒子合成法開発の試み
資源・素材学会東北支部若手の会、秋田、2016年10月30日

日本学術振興会 特別研究員採択状況

本研究室では学生諸君の日本学術振興会特別研究員への応募を積極的に行っており、DC3の馬淵隆君が日本学術振興会特別研究員(平成27年度-28年度)に採択されている。これまでに本研究室で博士課程に進学した日本人学生諸君全員(社会人Drを除く)が日本学術振興会特別研究員に採択されている。



高城君 学会発表の様子

より効率的なリソース利用による 二酸化炭素の削減

Carbon dioxide reduction through more efficient resource utilization



教授 金放鳴
Professor
Fangming Jin

The environmental challenges of the 21st century require massive changes in industry, business, and life-style. The forthcoming end of fossil fuel use, which is necessary for stabilizing the earth's climate, will affect all sectors of life. However, changes can be achieved only by the cooperation of stakeholders and population. Managing the process of change with all its imponderables in the interaction of various groups is the main focus of this research.

The most challenging issue of our time is the rise of the atmospheric CO₂ level. With human activities burning fossil fuels, we affect the global carbon cycle over a time span that is much longer than our own life. The reduction of CO₂ emissions requires the termination of the use of gas, oil, coal.

1. Agent-based modeling and stakeholder analysis

In addition to the technical challenges to sustainable technology, there are many socio-economic issues that must be addressed in order to transition to a cleaner energy and material system for human development. At the core of those issues are human behaviors, which can be unpredictable and difficult to understand, especially on the individual level. In aggregate, however, it is possible to identify some underlying behaviors such as consensus building (or lack thereof), diffusion of information, network formation. These group behaviors emerge from individual interactions and decision making. Agent-based modeling is a computational tool designed specifically to explore emergent phenomena such as these, in order to understand the mechanisms by which they occur.

In order to create such a model, preliminary work is done to analyze individual stakeholder values, preferences, and behaviors. This is done through a stakeholder census, in which all parties who may

either affect or be affected by a given development project are interviewed using questions designed and tested to measure that project's social license to operate (SLO). The stakeholder network is also mapped by asking stakeholders about the quality of their relationships with other stakeholders during the interview. Figure 1 shows a partial stakeholder network built from interviews in an onsen town in the Tohoku region of Japan. This network, along with the associated SLO data is the topographic and mechanistic basis for an agent-based model of geothermal social license in Japan. This model will be used specifically to test policies for equitable development of geothermal resources or other stakeholder consensus as the case may be.

2. Ecopoint concept

The global resource consumption is not sustainable. Fossil fuel combustion increases the atmospheric CO₂ level endangering earth's climate. Alternative biomass production requires additional land areas, which are withdrawn from natural habitats. Ores of important metals might be depleted over the next 50 years.

The Ecopoint concept tries to reduce the effects of excessive resource consumption by limiting the use. Ecopoints work as an ecologic currency that is distributed to the world's population for purchasing resources incorporated in products. They are handed from

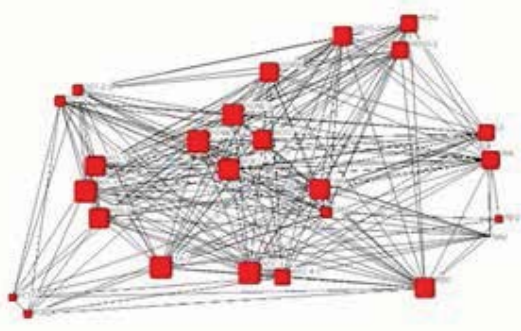


Fig.1 . Partial stakeholder network. Node size reflects the eigenvector centrality of that individual within the network.

Resource	Ecopoints/unit	unit
Natural gas	3.881	m ³
Crude oil	4.413	L
	701.7	bbl
Coal	3.690	kg
Arable land	0.3509	m ² a
Wood	1070	m ³
Aluminium	1.251	kg
Copper	10.24	kg
Gold	102800	kg
Iron	0.1181	kg
Phosphate	0.3245	kg

Tab.1 Resource prices at an annual income of 12 000 Ecopoints per person.



准教授 グラウゼギド
Associate Professor
Guido Grause



准教授 ヘルト ドウイ アリエスヤディ
Associate Professor
Herto Dwi Ariesyady



助教 パール カエル
Assistant Professor
Kyle Bahr

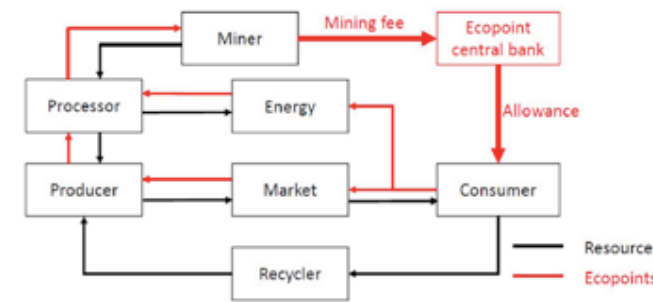


Fig.2 Resource and Ecopoint flow.

consumers to merchants and manufacturers down to resources producers, acting as mining fees (Fig.2). Every resources has its own Ecopoint value (Tab.1) and resource production cannot exceed the availability of Ecopoints. Furthermore, Ecopoints can be traded between individuals according to their personal requirements. After introduction of the Ecopoint system, resource consumption is reduced by rising resource prices using an intentional inflation rate. This concept allows individuals to gain full control over their own needs. Conflicts as between food crop and energy crop production is avoided since individuals will use their Ecopoints for food before investing in luxury good. This concept reduces CO₂ emissions, limits land use, and reduces poverty.

3. Capacity Building on Sustainable Environmental Management

Current environmental management practices especially in developing countries such as Indonesia are considered unsustainable. This is usually attributed to high population growth rate and poverty, especially in less developed areas. This is worsened by the climate change phenomena all over the regions. Increase intensity and frequency of environmental pollution, storms, drought, flooding, and precipitation variance have implications for environmental resilience for various uses and sectors.

Sustainable development and environmental management is seen worldwide as the solution to this problem. Although this concept has been accepted widely as an approach to manage environment for achieving public prosperity and sustainable environment worldwide, nevertheless the concept itself is not a common blue-print and so, it is still required comprehensive understanding and some adjustments

for the local condition. Ideally, this approach should account for interests relative to environmental conservation and use, for all existing constraints as well as for all major political, legal, administrative, economic, environmental, social and cultural aspects, and the most important things is that we should regard Water-Food-Energy nexus in order to accomplish global sustainable development.

Therefore, the capacity building on the sustainable environmental management is strongly important, such as for graduate program students as an agent of change for better environmental management. Three related subjects have been delivered during last period, namely Introduction to Sustainability, Sustainable Environmental Management and Business, and Environmental Energy System Studies. The approaches to deliver the course content covered a combination of classroom activities and group assignment. Besides, a separated field excursion was carried out to gain more wide-ranging understanding on the importance of environmental management in practical situations of industry and society in an integrated manner.



Fig.3 Classroom Activity of Introduction to Sustainability



Fig.4 Field Excursion on Water Management Practices

バックキャスト思考による ライフスタイル変革のイノベーション

Research on lifestyle innovation using backcast method



准教授 古川 柳蔵
Associate Professor
Ryuzo Furukawa



助手 三橋 正枝
Research Associate
Masae Mitsuhashi

Our department has started in April 2010 and pasted 6 years. We study the environmental issues in innovation process under environmental restriction, methodology of lifestyle design, research on the structure of sustainable life style, methodology of environmental problem solution, and application researches based on statistics and case studies in innovation. The lifestyle design project 'Creating a Fountain of Future Lifestyle Ideas' supported by JST-RISTEX has started in Toyooka city, Kitakami city, Okinoerabu-jima and Mie prefecture. In this project, lifestyle design method and '90 year-old hearing' method has been used by local government and companies.

研究概要

本分野は7年目を迎え、2015年4月に環境技術イノベーション分野からイノベーション戦略学分野と名称が変更された。環境制約下でイノベーションを促進するためには何をすべきかについて、社会科学を基盤とした統計手法を用いて、事例研究を行い、環境制約下におけるイノベーション・プロセス研究、持続可能なライフスタイル研究、ソリューション創出手法研究、及びこれらの実証研究を行っている。本年は、JST-RISTEXの「未来の暮らし方を育む泉の創造」プロジェクトのモデル地域(兵庫県豊岡市、岩手県北上市、沖永良部島、三重県伊勢志摩地域)を中心にライフスタイルデザイン手法や90歳ヒアリング手法を自治体や企業に導入し、実証研究を進めた。

環境制約下の心豊かなライフスタイル研究

エネルギー多消費機器の中のテレビのイノベーション・プロセスを分析し、環境規制の適切な制度設計の在り方について研究を行った。また、ライフスタイル・イノベーションのプロセスを研究するために、心豊かな暮らし方を評価する評価項目及び評価手法の研究を行っている。評価項目については評価グリッド法及びKJ法を用いて、評価指標を構築すると共に、評価手法についてはオントロジー工学を応用し、ライフスタイル実装を評価するためのツール及びソフト開発を北陸先

端科学技術大学院大学と共同で行っている。ライフスタイルの標準語彙やオントロジー工学を用いたライフスタイルの記述ルールが構築されつつある。

未来の暮らし方を育む泉の創造 実証研究

ライフスタイル変革の実証研究を行っている。2015年10月、これらのプロジェクトを基盤とした新たな研究として「未来の暮らし方を育む泉の創造」プロジェクトがJST-RISTEXの一つのプロジェクトとして採択された。このプロジェクトは、将来の環境制約を踏まえたバックキャスト思考及び90歳ヒアリング手法を用いて、地域独自の心豊かなライフスタイルを創出する基盤を構築することを目指すものである。研究を進めるにあたって、モデル地区を含めた協力自治体には「未来の暮らし方を育む泉の創造 研究室」なる古川研究室分室を秋田市、北上市、豊岡市、志摩市、沖永良部島(和泊町、知名町)に設置した。

<秋田市>

秋田市では、古川柳蔵准教授を座長とし、市職員等を塾生とした「未来の暮らし創造塾」を開設し、バックキャスト手法により「未来の秋田における心豊かな暮らし」を描き、実現に向けた事業立案を行っている。2月21日には第2回あきたシェアキッチンを農家民宿「重松の家」

にて開催した。また、5月からは第2期塾生が入塾し、ライフスタイルデザインを実施した。また、来年以降は、地域おこし協力隊と連携しながら、モデル地域を選定し、その地域の住民と連携しながら進めていくことになった。

<北上市>

北上市では、民間セクターワーキングを設置し、展勝地にかかわる民間セクターの人10名程度と共に、展勝地における心豊かなライフスタイルをデザインした。また、口内地区をモデル地区として選定し、「楽しみを自給する暮らし」を導入し、ライフスタイルを変革するための第一歩として、「愛宕山で学ぶ・遊ぶ・食べる」里山体験イベントを開催し、地区の子どもと一緒に小学校の裏に存在した愛宕山との関係が薄くなった現状から脱却するために「山に入る」機会を与えた。また、親子ネイチャーテクノロジーワークショップを開催し、背景にある概念をわかりやすく普及する活動を行った。

<豊岡市>

豊岡市では、中筋地区を中心に実証プロジェクトを進めた。中筋地区の子どもたちが地元の野菜を食べる暮らしに転換するために、雪室技術を導入し、ジャガイモと玉ねぎを雪室に保存し、給食センターの規格の野菜を供給できる体制を構築した。また、同地区の子どもたちのお母さんから構成されるお母さんWGを設置し、ライフスタイルデザインを行い、お寺を舞台にした新しい集いの空間づくりを進める提案がなされた。10月29日には第3回未来の暮らし方を育む泉の創造シンポジウム in 豊岡が豊岡市永楽館で開催され、中筋地区の取り組みを中心に発表がなされた。そこで、落語家の桂三四郎が創作した落語「こうのとりの日記」(古川監修)が披露され、バックキャスト思考や90歳ヒアリングの重要性について、楽しみながら多くの人の理解を深めることができた。

<志摩市>

志摩市では、東北大学大学院環境科学研究科と志摩市と地方創生とライフスタイル変革プロジェクトの実施に関する協定書を締結し、地方創生の総合戦略と連携していくライフスタイル変革プロジェクトが開始された。志摩市の職員から構成される職員WGとモデル地区として選定された波切地区の民間WGを設置し、地域において90歳ヒアリングを実施すると共に、バックキャストによるライフスタイルデザインを実施した。

<沖永良部島>

沖永良部島では、9月3日-4日に第2回未来の暮らし方を育む泉の創造シンポジウム in 沖永良部島をあしびの郷ちなにて開催し、島内外の参加者と未来の暮らし方の具体的な議論を分科会に分かれて実施した。島の酔庵塾は12の部会を設置し、ここで議論されていることを具体的に実行していくための方法を検討している。

普及・啓発

10月7日に名水サミット in 志摩が伊勢志摩ロイヤルホテルで開催された。志摩市にある天の岩戸から流れる水を舞台に、90歳ヒアリングを実施し、昔の暮らしの中でこの名水がどのような位置づけにあり、今、どのような関係を築いているのか、古川がパネルディスカッションでファシリテータを担当し、議論を展開した。

特筆すべき業績

Our research projects have been introduced 49 times in a year by newspapers (Yomiuri, Mainichi, Nikkanogyo, Sankei, Asahi, Chunichi, Ise, Kobe, Nankainichinichi), TV and other magazines to the public. Especially, the project 'Creating a Fountain of Future Lifestyle Ideas' was focused on.



90 year-old hearing Rakugo in Toyooka



Toyooka symposium



Furukawa lab branch office in Toyooka city



Kitakami LSD project



Okinoerabujima symposium



Nature Technology Workshop



教授 藤崎 成昭
Professor
Shigeaki Fujisaki

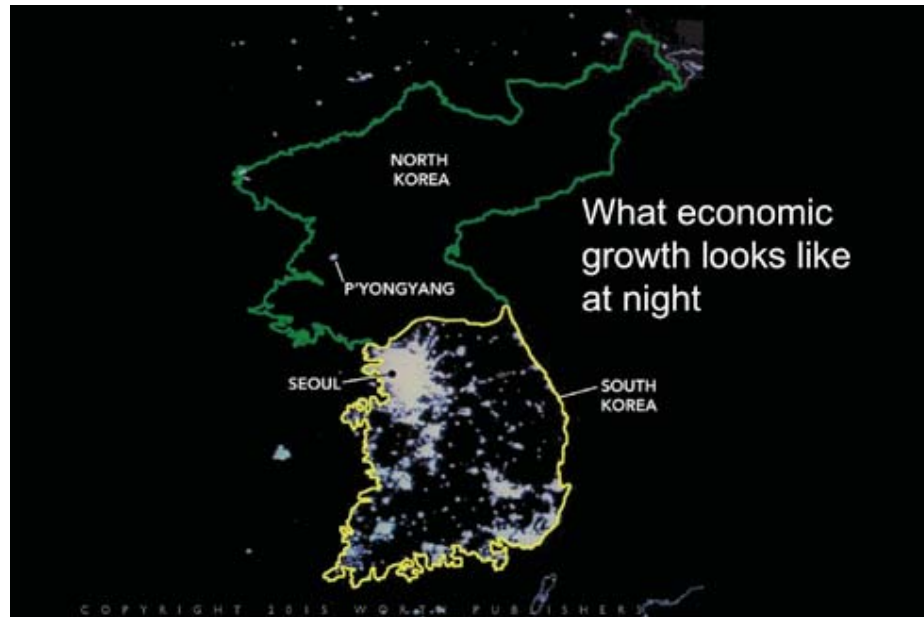
開発と環境—持続可能な未来を求めて

Development and the Environment – Toward a Sustainable Future

“Development and the environment” are the primary focus of our laboratory. We are exploring the path to a sustainable future through the resolution of north-south conflicts over the global environment.

学内、学外を問わず、また、日本人であれ、留学生であれ、講義中にほとんどの学生諸君の視線が映し出したスライドに集中する瞬間があります。夜間の朝鮮半島の姿を宇宙から捉えた写真 (What economic growth looks like at night)、これを見せた時です。このスライドは、世界的に使われているポール・クルーグマン教授のマクロ経済学の教科書 (第4版、2015年) の教材の一部ですが、同様の写真は、チャールズ・ジョーンズ教授の経済成長論の入門的教科書 (第3版、2013年) の表紙も飾っています。

ソウルを中心として、ほぼ全土にわたり光り輝く都市が連なる韓国 (大韓民国)、これとは対照的に漆黒の闇が覆う北朝鮮 (朝鮮民主主義人民共和国)。70 年前、日本の敗戦に伴って独立を回復し、共にほぼ同様の条件下でスタートを切った 2 つの国。同じ民族によって形成される南北 2 つの社会が、その後どういった経緯を経て、今日に至ったのか。長期の経済成長、これがマクロ経済学のもっとも重要な問題だと考えられる理由を、この写真は明快に物語っています。



気候変動と成長

この写真からはまた、例えば地球温暖化が何に起因するのかを、直感的に読み取ることも可能です。光り輝く都市群は、それだけ巨大なエネルギーの消費そして温室効果ガス排出の象徴とも言えるでしょう。第1図は、一人当たり CO₂ 排出量を、アメリカ、ヨーロッパ (欧州 OECD)、日本、韓国、中国、そして世界平均について見たものです。2000 年代に入って、韓国のそれが、ヨーロッパそして日本をも上回るようになったことにご注目下さい。一人当たりベースでは、日本と「豊かなアジア」 (韓国、台湾、シンガポール) の排出量は、ヨーロッパ

のそれを上回っています。2000 年代に入って、中国の CO₂ の総排出量がヨーロッパ、アメリカを凌駕したこと (第2図参照) を踏まえ、例えばクルーグマン教授は、上記の教科書の第2版 (2009年) 以降で、「長期の経済成長」の章に「世界経済の成長は持続可能か? (Is World Growth Sustainable?)」という新たな節を付け加えました。しかし、一人当たりで見れば、中国のそれは依然アメリカの半分以下、しかもそれは、「世界の工場」としての排出分も含めたものなのです。

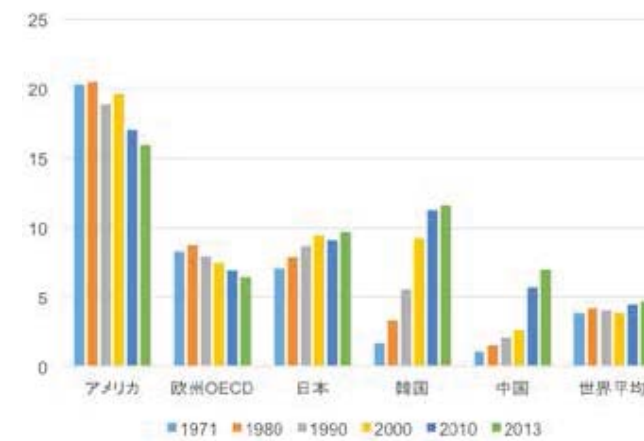
馬跳び (Leapfrogging) 式発展

経済成長は、二つの源泉による成長の和と考えられています。ひとつは、資本や労働・人的資本といった投入の増加、もうひとつは、投入単位当たりの産出 (総要素生産性) の増加です。次の式は、成長会計の基本式といわれるもので、一人当たりの所得 (y) の成長率 (左辺) をどのような要因が説明するかを示しています。

$$1/y \cdot dy/dt = 1/A \cdot dA/dt + \alpha \cdot 1/k \cdot dk/dt + (1-\alpha) \cdot 1/h \cdot dh/dt$$

右辺の第2項、第3項は、それぞれ一人当たり物的資本 (k)、一人当たり人的資本 (h)、つまり投入の増加率です。これに対して右辺の第1項が総要素生産性といわれるもの (A) の増加率です。総要素生産性の上昇は、技術進歩あるいはイノベーションを意味すると考えられ、例えば前述のジョーンズ教授の分析では、1948年から2010年にかけてのアメリカ経済の成長の54%を説明するとされています。そして近年、発展途上国とりわけ新興国での総要素生産性の上昇は、イノベーションの産物である知識の普及によって生じていると考えられるようになりました。

近年の中国やインドで観察されて来た年率7~10%という成長率も、この「知識の普及」のプロセスで生じていると考えれば、理解しやすいでしょう。これらの国々は「後発性の利益 (Advantages of backwardness)」を享受し、馬跳び式発展を遂げているわけです。例えば、携帯電話です。「中国は携帯電話の契約件数が13億件を超える最大のモバイル大国。日本や米国など先進国に比べて固定電話の通信網整備で遅れたことを逆手に取り、スマートフォン (スマホ) を使った電子決済など金融サービスや配車サービスなどを普及させた。モバイル関連サービスでは世界の最先端に立つ (日本経済新聞 2017年1月6日付朝刊)」。



第1図 1人当たりCO₂排出量(トン/人)

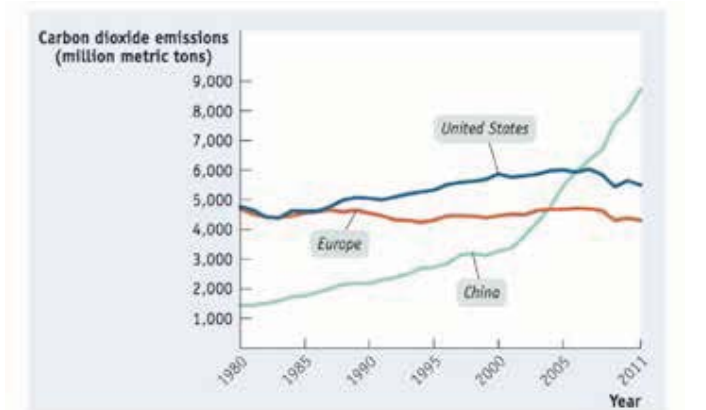
大収斂 (The great convergence) の環境的帰結

故村上泰亮教授はその遺著『反古典の政治経済学』(1992年、中央公論社)で次のように指摘しています。「地球上60億の人々すべてが、たとえば少なくとも1人当たり5000ドルの水準に達することもある程度考えておかなければならない。それがエネルギー消費や環境汚染の上でどのような巨大な結果を生むかを想像してみれば、誰もほとんど戦慄を禁じ得ないであろう」((上), p. 57)。四半世紀を経て、教授が予見した大収斂が広く語られる時代になりました。世界的な中産階級の拡大 (所得の平準化) とその環境的帰結という問題は、今や私たちに突き付けられている現実の課題です。

「われわれの惑星を守ることは、倫理にかなうことである。人々を貧困から救うことも、同じくらい、倫理にかなうことである (キシヨール・マブパニ著 (山本文史訳) [2015]、『大収斂 膨張する中産階級が世界を変える』中央公論新社, p. 203)」。この二つを両立させるとすれば、一人当たり CO₂ 排出量は日本や韓国の水準でも十分に高過ぎるのです。

(参考文献)

- Paul Krugman, Robin Wells [2015], *Macroeconomics* (Fourth Edition), Worth Publishers.
- Charles I. Jones, Dietrich Vollrath [2013], *Introduction to Economic Growth* (Third Edition), W.W. Norton & Company, Inc.
- 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット編 [2016]、『エネルギー・経済統計要覧』省エネルギーセンター。
- 藤崎成昭 [1996]、「地球環境と南北関係—地球の未来」考 (植田和弘、他『新しい産業技術と社会システム』日科技連出版社)。
- マイケル・スペンス (土方奈美訳) [2011]、『マルチスピード化する世界の中で』早川書房。



第2図 気候変動と成長 (Climate Change and Growth)(単位: 二酸化炭素 100万トン) (出所: Krugman/Wells(2015). *Macroeconomics* (Fourth ed.), Worth Publishers. P.271)

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

With the increased global concerns of resource and environmental constraints of recent years, the role of mining, as a constituent of social responsibility associated with resource extraction and usage, is becoming increasingly important in the 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 tool and Input output technique provide useful perspectives and valuable evidences for avoiding or minimizing the social and environmental risks related to the demand of resources.

We evaluated the risk weighted flow analysis by combining the resource logistics database and Global Link Input Output model. The estimated results shed light on how resource logistics prepares policy makers and R&D engineers to confront the risks behind resource usage and how the information should be shared among the stakeholders.

資源利用の背後にある サプライチェーンリスクの可視化

近年、新興国の人口増大ならびに経済成長に伴い、鉱物資源需要のさらなる拡大が予想されている。さらに先進国においてもICT(Information and Communication Technology)*1の普及、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の需要は今後ますます増大傾向にある。わが国は世界有数のレアメタル消費国である一方で、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おり、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。このテーマ

ではニッケル、銅、リンについて、マテリアルフローの観点から見た我が国の資源需給について概観し、未利用資源の賦存量と、リサイクルについて解説を行い、最後にサプライチェーンを通じた資源調達に関わる環境・社会的責任について研究を行った。

たとえば銅については、収集事例をテキストマイニング処理により分類分けを行い、日本の銅輸入国順に並べて解析を行った。日本に輸入される製品中の銅を含めた銅輸入量を国別に推算した結果、製品中の銅を含めた日本への銅輸入量として、チリ、インドネシア、中国で5割以上を占めることがわかった。また、世界各国から鉱石、素材以外の製品中に全体の約3割の銅が日本に流入していることがわかった (Fig.1)。

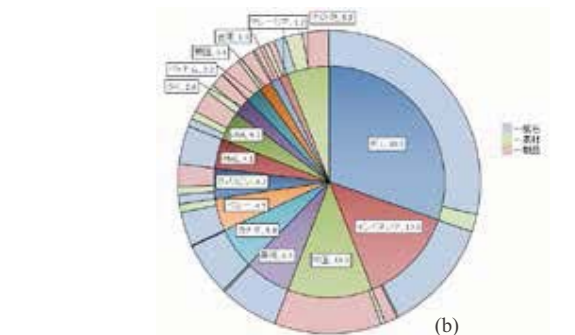
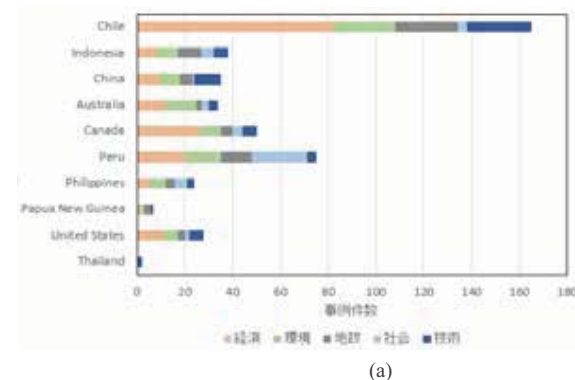


Fig.1 (a) Number of supply chain risk events on Cu
(b) Import of Cu in Japan by country and by form

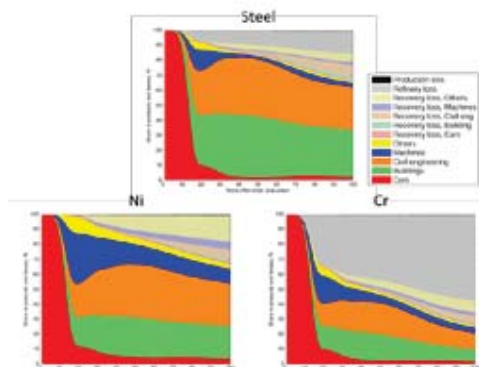


Fig.2 Transitions in the composition of stock of steel, Ni and Cr originally used for passenger cars in Japan



International workshop on Urban Mining

動的 MFA を用いた鉄鋼資源循環に伴う 合金フロー解析

鉄鋼材は世界で最大の消費量を誇る金属材料である。鉄は添加した元素によって様々な特性を発現する為、様々な元素が添加されている。そのため、鉄鋼業は様々な金属資源を大量に消費している。金属資源は有限資源であり、その採掘は様々な環境負荷や社会的影響を生じる可能性がある。一方で、人間の経済活動に伴う資源循環を通じて多くの金属素材が散逸している事が指摘されている。本研究では、動的 MFA モデルである MaTrace モデルを多元系へ拡張し、鉄鋼資源循環に伴う Ni と Cr の動的フローを解析する事で、Ni と Cr の散逸量と技術革新の散逸量削減可能性を論じた (Fig.2)。

中国広東省における建築廃棄物の持続可能な 管理に着目した廃棄物産業連関表の構築

1990年代から、中国の経済発展は著しく、同時に、環境汚染がますます深刻化してきた。近年、環境保護の重要性と持続可能な経済発展の必要性が経済発展と同時に求められるようになり、廃棄物の安定処理と再資源化が重要視されるようになってきた。しかしながら、

中国の廃棄物処理はまだ発展段階にあり、有効な監督システムと科学的な管理システムの更なる改善が求められている。特に、近年に急激な発展をした都市において大量の建築廃棄物排出は不適切な管理・廃棄が問題視されている。広東省は中国において最も経済発展した地方の一つであり、経済活動増加率が2012年に一位になった地域である。今後、広東省においてさらに増大する建築需要を背景として、建築廃棄物の排出と管理に関する分析を行うために、広東省の廃棄物産業連関表を作成し、広東省における建築廃棄物を含む都市廃棄物の発生と処理・再資源化のシナリオ分析を行った。

特筆すべき業績

Award: Dynamical material flow analysis of alloy elements associated with steel materials by using Matrace [Society and Materials International Conference (SAM), 2016,], Kentaro Takeyama, Hajime Ohno, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Yasushi Kondo, Shinichiro Nakamura, Tetsuya Nagasaka, Jean Sébastien Thomas Award, Best paper award

Keynote speech: Resource logistics of phosphorus focusing on the demand and supply structure in Asia [5th Sustainable Phosphorus Summit, 2016], Kazuyo Matsubae, 17-19, Aug, 2016, SPS2016, @Kunming, Yunnan Province, China



Poster session on International Conference on EcoBalance2016, Kyoto



Keynote presentation on Sustainable Phosphorus Summit, Kunming, China



Photo with Prof. Jianbo Shen at Sustainable Phosphorus Summit 2016

一緒にフィールドに出て、地域と考え、論文を書いて世界と対話しよう

Act locally, think globally together with the community



教授 香坂 玲
Professor
Ryo Kohsaka

Having a first hand experience at the United Nations Environmental Programme Secretariat to the Convention of Biological Diversity, Prof. Kohsaka analyze the international process of biodiversity, genetic resource, forest resource including REDD+. He is an CLA author of the IPBES Asia Pacific report. He has extensive experience with forest and agricultural resources including Japanese Satoyama.

研究概要

私たちの暮らしは、生態系や生物多様性に支えられている。農業に加え、その恵みは都市での快適な生活や防災、そして風土と文化にも関係している。さらに、目に見える恩恵だけではなく、微生物などは創薬やアイデアを得る源としての無形の資源の知財としての側面もある。

私たちの研究室では、国連生物多様性条約での生物多様性、遺伝資源をめぐる価値、利益配分、REDD+についての国際動向を分析している。香坂は生物多様性及び生態系サービスに関する政府間プラットフォーム(IPBES)のアジア地域報告や政策カタログなどで、生態系の傾向や政策について執筆をしている。現地のケーススタディでは里山を含む森林資源の活用について、地域社会とグローバルな影響について分析をしている。

国際的な資源マネジメントの問題は、グローバルからローカルの多様なアクターが関わる。具体的には、国連をはじめとした国際機関から、国、自治体、地区単位のコミュニティまで、様々なスケールにおいて、またスケール間で共同で問題に対応していく必要がある。本研究室では、スケールや対象の異なる下記の4つの観点から資源マネジメントの方法論の確立に向けてアプローチしており、2016年度の活動内容と合わせて紹介する。

国際的な地域認定制度

生物多様性の価値を可視化する方法の一つとして、国際的な地域認定がある。例えば、世界遺産、エコパーク、世界農業遺産、ジオパーク等の認定地域が日本にも各地に存在する。認定を受けるには、基本的に自然資源のみならず、その保全策を含む地域運営のあり方も高い評価を得る必要がある。本研究室では、国際機関等の制度運営側の視点と、制度を受けて地域を運営する自治体、現場レベルの視点の双方を分析することによって、地域認定を活用した地域戦略の策定や制度設計の課題を明らかにし、関係主体に具体的な提案を行っている。2016年度は、これまでの調査地でもある、世界農業遺産の能登地域、ジオパークの糸魚川市と連携して調査研究を実施し、同市からは研究室の学生が研究助成を受け、地域認定の社会・経済的な効果を、教育、観光等の側面から研究している。

伝統的知識と地理的表示保護制度

農林業の地域の生態系へのインパクトは大きく、農林業セクターにおける生物多様性保全と主流化は喫緊の課題である。先に紹介した世界農業遺産は、地域という面で農業において生物多様性保全に資する伝統的な営みを評価する制度である。一方で、個別の「産品レベル」でも、環境面を含め、その土地と産品の結びつきを制度的に登録する制度として、地理的表示保護制度(GI)がある。産品名に地名を冠す



Fig.1 Group photo at UN Conference Centre in Bonn with IPBES members



Fig.2 Visit to Noto GIAHS site with international research collaborators from Europe

る産品を、品質、生産プロセス、地域との結びつきの各観点から評価し登録、保護する制度である。登録された産品名は、同じ、品質、生産プロセス、地域との結びつき等を再現することができれば、マークを付して、その地域との結びつきを科学的な根拠やストーリー性をもって名称を用いることができ、地域での継承に貢献し得る。香坂は、農水省のGI活用に関する検討委員会の座長として、国の制度設計への提言を行うと同時に、登録の効果と申請プロセスのあり方を調査研究している。2016年度には、研究室の学生が、全国各地の林産品に注目した研究を論文として取りまとめる等の活動を行い、研究室として、制度設計側と、利用側のギャップの解消による、効果的な制度活用法の構築を目指している。

歴史的に培われた農法や産品の生産方法は、地域の社会・生態的な環境に根差しており、持続可能な取り組みとして評価できるものも多い。それらは、地域の共有財産として継承していくことが可能である。

生物多様性指標

生物多様性条約(COP9)において、自治体レベルの取り組みの重要性が明記されて10年が経とうとしている。国際交渉によって形成された方針を、自治体レベルにおいても共有し、具体的な実践へと移していくためのツールとして、生物多様性指標が提案されている。当初シンガポールより提案された指標は、各国で応用され、指標をベンチマークとして、施策を評価する取り組みが欧州を中心に広がりつつある。ただし、自治体の現場では、「生物多様性」自体の理解が進んでいないことや、都市部の緑地や、農地の評価の科学的な方法論の確立が途上にあること等により、必ずしも指標の活用は容易ではない。香坂は、国交省の生物多様性指標検討委員会の委員として、2016年度に発表された665自治体の評価等への提言を行い、具体的な評価方法として指標生物としてのカエルに着目した調査研究を行っている。



Fig.3 Survey of shiitake mushroom as NTFFs



Fig.4 International workshop of biodiversity hosted by UNESCO in Chiang Mai



Fig.5 Educational workshop in at one of the Super Global High School

生物模倣技術

生物多様性は技術開発のアイデアの源泉にもなっていると述べた。そこで生物模倣技術について、その社会実装のための調査研究を行っている。具体的には、日米欧や中国などの新興国での特許や論文発表の傾向を分析した。同時に、工学と生物学の言葉や発想をつなげるためのプラットフォームを構築する上での課題や潜在性を捉えるために企業の関係者を対象としたインタビュー等も実施している。また一般の期待やニーズを把握すべく、国立科学博物館での生物模倣の展示会においてヒアリング調査を行なった。いずれの調査も研究室のスタッフ、学生と共同で遂行し、学生も調査の設計段階から関わるかたちをとっている。

最終的には、技術の研究開発、製品化、技術利用等の各フェーズにおいて、多様な主体が関わる社会実装を円滑に進めるため、主体間の意識ギャップや、ニーズの差異を特定し、それらを克服する方策の提案を目指している。

以上、2016年から新しい一歩を踏み出した本研究室の4つ領域での活動を紹介した。社会科学の手法を用い、ローカルとグローバルの多層的な視点を持ち、実践的な環境問題に取り組みたい学生を大学院で迎え、共に議論し、切磋琢磨していけることをスタッフ一同、楽しみにしている。

特筆すべき業績

It was our first year at Tohoku University starting from October 2016. We were awarded with research funds from both governmental and private foundations which were used for field research, attendance to relevant international and UN conferences. We have published a special issue on biomimetic and current status with the Journal of Intellectual Property Association of Japan. Prof. Kohsaka was appointed as editor for two peer-reviewed prominent international journals. One of the paper written by Canadian collaborator won award as outstanding paper at the journal. The paper was under the special issues of Journal of Forest Research edited by Prof. Kohsaka. A supervised student won a scholarship from Itoigawa City for scientific research on Geopark in the area.

地圏環境政策学分野 Geosphere Environment
 環境材料政策学分野 Study of Functional Materials
 環境物質政策学分野 Control of Environmental Materials

環境調和型新素材素子製造と 新たな資源循環システムを目指して

Towards Establishing Environmentally Benign Material Synthesis and Devices and New Material Circulation Systems.



教授 白鳥 寿一
Professor
Toshikazu Shiratori

This DOWA Holdings Co., Ltd. Sponsored laboratory was inaugurated in FY 2004 and comes under the endowed division of Graduate School of Environmental Studies. The main study aim of our laboratory is to solve the problems for conservation of our environment taking the viewpoints of both manufacturer and high-consumption society into consideration. The researches in this division are categorized mainly into (a) establishing the process of valuable material resources released in the society and control, recycle and dispose of them efficiently and safely, (b) inventing the preparation of functional materials that can nurture environmental friendly engineering applications such as electronic devices to relieve impact on the environment.

地圏環境政策学分野 Geosphere Environment

[循環型社会構築に関わる研究]

本分野では、地圏環境における汚染物質の分離・分解、循環型社会を構築する上での電子・電気機器廃棄物等からの資源リサイクル技術・社会システムなどの研究を推進している。

循環型社会システムの観点からは、最新の EU の動きについての研究を継続している。本年はドイツ環境省 (Umweltbundesamt) を訪問し、改正 WEEE 指令 (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive) の国内法 (ElektroG2) への展開について調査した。また、循環経済パッケージ (Circular Economy Package) に関しても関連団体と意見交換を行った。

地圏環境における汚染物質に関し、本年のトピックとして、タイ王国で地下水監視を主体とする新法が施行されたことがあげられる。当研究科は土壌地下水汚染の知見を多く持っているため、タイの工業省 (DIW) より招かれて、白鳥教授らがバンコクにてセミナーを行った。セミナーではタイ王国のカセタート大学 (Kasetsart University) からも参加しており、今後、当研究科とこの分野で研究を相互に実施していくことで合意した。

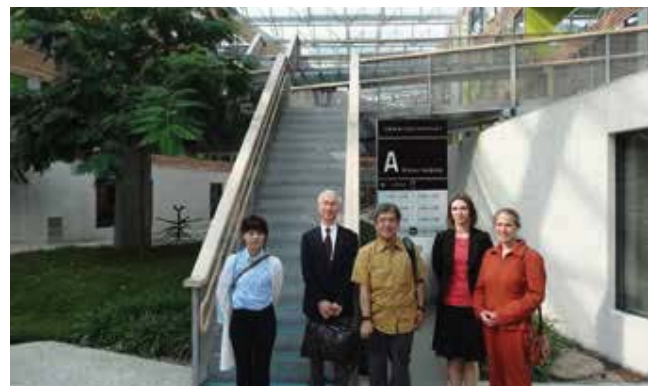


Fig.1 Ms. Regina in charge of WEEE Directive and Ms. Nicole in charge of Battery Directive joined our meeting at the German Ministry of the Environment.

We are mainly focusing on the degradation of contaminants in the geosphere environments and the development of recycling technology and social system of secondary resources.

From the viewpoint of the Circular Economy, we visited the German Ministry of the Environment, and investigated about the domestic WEEE system named "ElektroG2" that was amended after the enforcement of new WEEE Directive (Waste Electrical and Electronic Equipment). In addition, we have been contacting with some organizations about circular economy policy.

In the geopolitical environment, we have been concentrated to Thai-cooperation in this year. It was enforced the new law, mainly based on groundwater monitoring in Thailand, and they needs more information.

Our Graduate School has a lot of knowledge of soil and groundwater pollution, so we are invited by DIW (Department of Industry Works), and lectured to their members in the seminar with Kasetsart University's lecturers. Also, we have agreed to conduct the research and the cooperation in this field mutually.



Fig.2 Prof. Komai, Prof. Inoue and Prof. Shiratori lectured about the contaminated soil & groundwater to Thai DIW members.



教授 鳥羽 隆一
Professor
Ryuichi Toba



准教授 下位 法弘
Associate Professor
Norihiro Shimoi



助教 大橋 隆宏
Assistant Professor
Takahiro Ohashi



助手 白岩 佳子
Assistant
Yoshiko Shiraiwa

環境材料政策学分野 Study of Functional Materials

当研究室では、紫外線領域での受発光デバイスの研究開発を行っている。電子線励起型の発光デバイスでは、AIN 下地層の結晶性向上、MQW 発光層の平坦性向上を行い、発光効率は前年度に比べ 1.2 倍となった。内部量子効率としては、80% とほぼ上限に達しているため、光取出し効率向上のための各種基礎試験を開始した。図 3 は光取出し側のサファイア表面のテキスチャー構造の形成工程の一例を示す。パターンマスク形成は通常フォトリソならびにナノインプリント技術を用い、サファイアのエッチングは BC 13 系のガスをを用いた ECR ドライエッチングによる。

受光素子では、Al x Ga1-x N の Al 組成 X ならびに受光層の厚み、キャリア濃度をパラメータとして好適条件を探索した。分光受光感度評価 (Photo I-V)、Photo-Capacitance 法、で光応答度を評価した。結晶欠陥は受光特性に影響を与える懸念があるため、低温 PL 法や光吸収法での基礎評価も開始した。図 4 は殺菌効率が最大である 265nm 近傍の波長にのみ受光感度を有する試作素子の応答度特性を示したものである。バンドパスフィルタを用いた Si 受光素子よりも、高い受光感度を有することが示された。

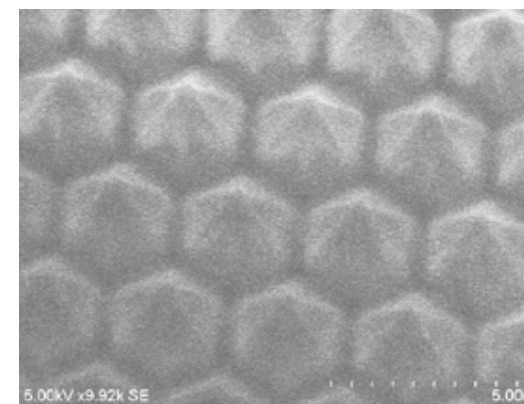


Fig.3 Texture formation of sapphire substrate by dry-etching.

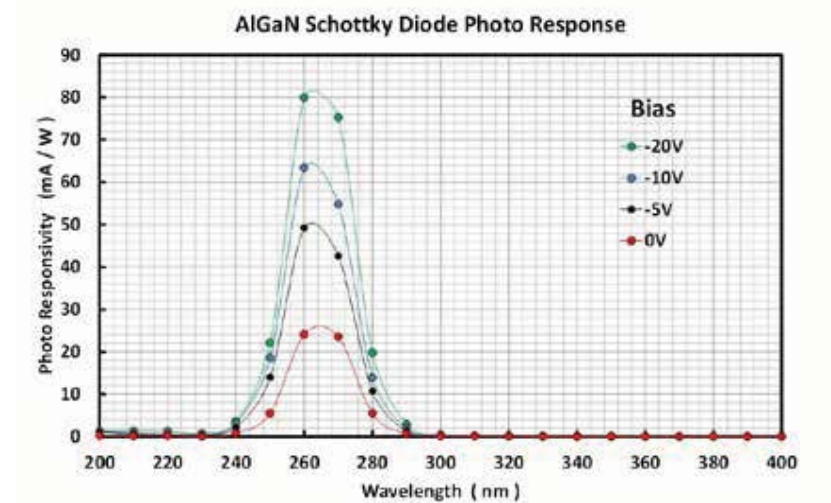


Fig.4 Photo responsivity of the AlGaIn photodetector.

[単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の平面発光デバイスへの応用]

照明デバイスの省エネ化への改善に対する要求は依然高く、我々は単層カーボンナノチューブ (SWCNT) を用いた電界電子放出 (Field Emission ; FE) 駆動による平面発光デバイスの実用化を検討している。

従来、FE 駆動型電子デバイスにおいてカーボンナノチューブの電子放出寿命の短さが実用化に対する阻害要因になっていた。高信頼性かつ省電力駆動を達成するため、高結晶化した SWCNT を均一に分散した塗膜を電子放出素子として用い FE 電子放出寿命を直流電圧駆動で 400 時間超を達成することに成功した。高結晶化 CNT の湿式均一分散は界面活性剤が CNT 表面に修飾せず、難易度が非常に高い。我々は、界面活性剤が修飾できる程度の結晶性を保った CNT を分散処理した薄膜を形成し、その後高温真空アニール処理で CNT の結晶化を改善する手法を見出した。CNT を用いた電子デバイス開発において本結果は非常に意義のある成果であり、今後高結晶化 CNT の電子デバイスへの応用開発が進展するものと期待する。

さらに我々は本研究成果の実用化を目指すべく、他研究機関と共同研究体制を立ち上げ、電子デバイスとして当該 FE 電子源が実用性に耐えられるか厳しく精査しながら素子としての特性改善を遂行している。

Our study theme in this division is to construct devices and produce new materials for saving or effective utilization of energy.

----- Invention of flat panel lighting device for saving energy
We focus on lighting devices with high power consumption in our living environment, and study to create new flat-type luminaires with lower power consumption than present devices. Carbon nanotubes (CNTs), as one electron emissive assembly in light emission materials, are applied into the flat lighting device. We attempt to introduce CNTs positively in electric device for the first time in a world.

[高容量・高速充放電対応リチウムイオン二次電池 負極活物質の創製]

本研究は、リチウムイオン二次電池の電極材として Si を利用し、コンポジット化によって理論的に導き出されている、容量限界までの高速充放電を何回でも可能にするための電気特性を持った二次電池を創製することを目的としている。

電池を大容量化し、かつ多数回の繰り返し充放電を可能にするためには Si を主材料として活用することは必要不可欠である。我々は Si、酸化銅 (II) CuO (or 銅 Cu)、酸化リチウム Li₂O をメカノケミカルプロセスで粉碎合成した活物質を用い、3500mAh/g 超の高容量で 800 サイクル以上安定した高速充放電を行う組成を発見した。当該合成物はナノ〜サブミクロン径 Si-Li&Si 合金-Si 酸化物コンポジット構造を形成している。負荷特性において、Si-CuO 粉碎型活物質と比較して高速充放電に適した組成の基礎構造構築に成功し、実用化に向けた特性評価を推進していく。

----- Construction of a charge system with high power output, long cycle property and microminiaturization.

We develop to construct an accumulation of electricity with good charge-discharge characteristics in order to save renewable energy or surplus power from co-operative energy. Active materials and anode/cathode electrodes in a lithium-ion secondary battery, which is a base system of energy storage system, are researched available to obtain a high capability and long charge-discharge cycle properties in our laboratory.

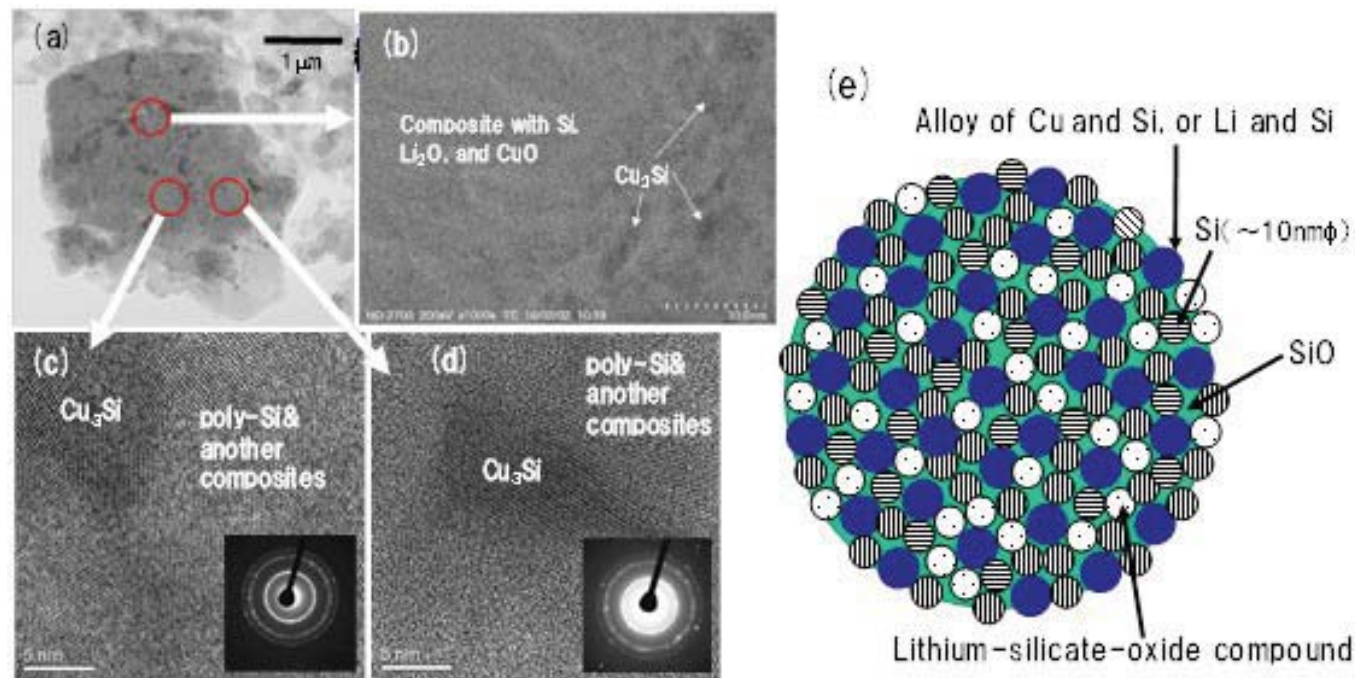


Fig.5 STEM images of the Si, Li₂O, and CuO composite. (a) SEM image showing the cross-sectional view of the microscale particles obtained by grinding Si, Li₂O, and CuO. (b) STEM cross-sectional view of the composite particle. (c),(d) Enlarged STEM images of the areas marked in (a). Black dots indicate Cu₃Si alloy grains in the composite particle. STEM image insets indicate the diffraction patterns of Si (110) and amorphous silicate compounds. (e) Structural image of the Si, Li₂O, and CuO composite as an aggregate of Si and Cu₃Si nanoscale grains on amorphous silicon monoxide with a Li-silicate oxide compound (likely Li₂SiO₃) and a Li-Si alloy (likely Li₄Si).

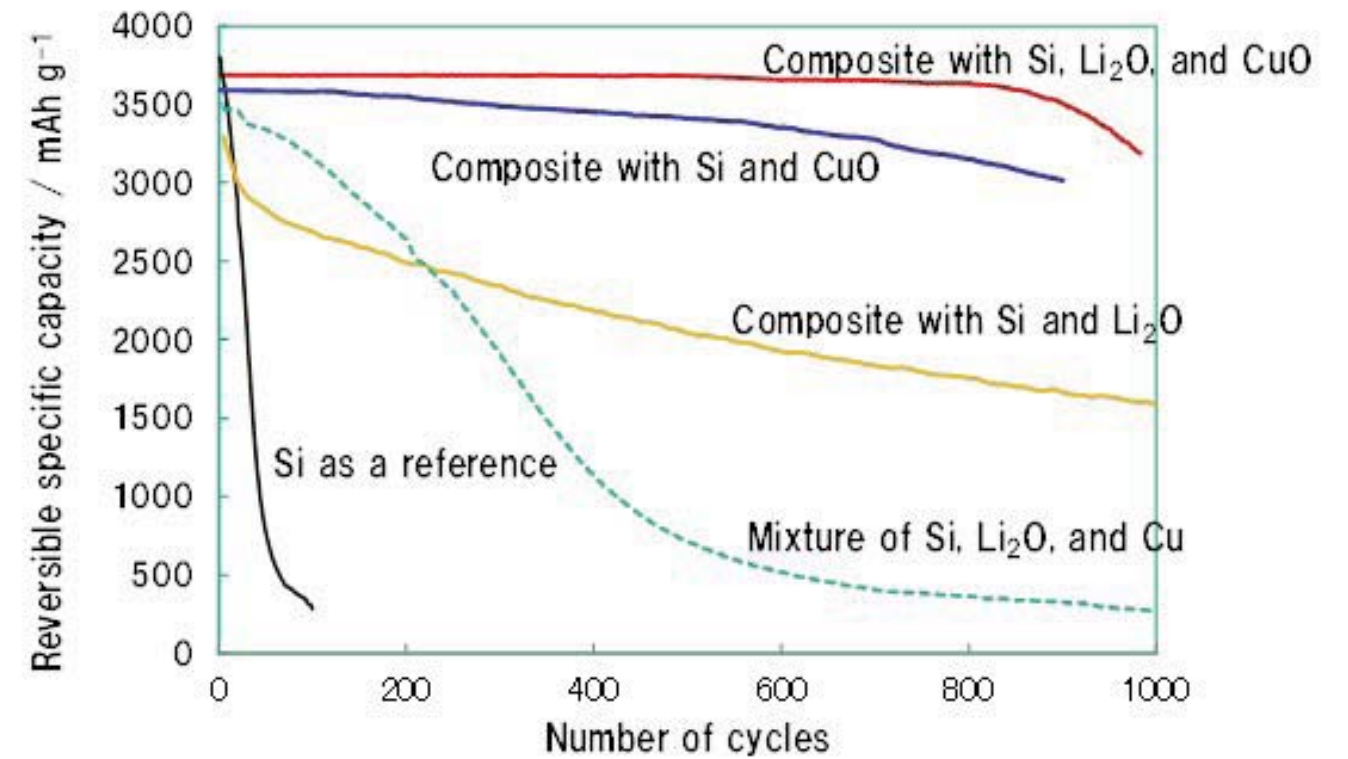


Fig.6 Comparison of cycling properties of an anode with the prepared composite of Si, Li₂O, and CuO (red line), a composite of Si and CuO (blue line), a composite of Si and Li₂O (green line), a mixture of Si, Li₂O, and CuO (dotted line), and Si particles as a reference (black line). The attenuation observed for the composite of Si, Li₂O, and CuO after 800 cycles is due to peeling of the film from the Cu foil.

地理学的視点から 人間-環境関係の解明を目指す

Geographical Analyses on Human-Environmental Relations



教授 境田 清隆
Professor
Kiyotaka Sakaida

Professor Sakaida (Physical-Environmental Geography) clarified the secular changes in the heat island of Sendai City, using twenty-five-years observation data at seventeen primary schools located in and around the center and suburbs of the city (Fig.1). His another research on the bacterial shot hole of peach in Koori town, Fukushima prefecture initiated the observation using the leaf wetness sensor (Fig.2). He also presented the results of research on desertification and dust storms in Inner Mongolia at Inner Mongolia Normal University, China. The AJG study meeting fall 2016 was held at Tohoku University Kawauchi Campus (Fig.3).

Assistant Professor Sekine (Human-Environmental Geography) carried out research on the three following themes. He elucidated into details the recovery process of the marine products industry and the regional economy from the Great East Japan Earthquake Disaster in Shiogama Port, Miyagi Prefecture and Onahama Port, Fukushima Prefecture substantially. In Shiogama Port, the function of the market restored comparatively soon, and thereby Shiogama port is able to maintain the commercial distribution course with the Tokyo metropolitan area. The main market of Onahama Port is Tokyo metropolitan area similarly. However, the commercial distribution course to the Tokyo metropolitan area is disconnected for a rumor. He researched the transformation of farming and cattle breeding activities in settlements in Inner Mongolia, China. In this study, he was going to carry out the fieldwork research for local inhabitants. However, the need to put off the fieldwork research after the next fiscal year occurred because of circumstances of the variety. Therefore, he collected about the social and economic statistics data related to China and reconsidered the research plan.

1. 境田は、以下の研究活動に従事した。

仙台のヒートアイランドに関する研究 (Fig.1)

仙台のヒートアイランドの特徴を、仙台とその近郊の小学校の気温と相対湿度のデータから整理した。仙台は東郊が海風の影響を受けることが多いので、東郊との気温差はヒートアイランド強度の指標とはならないこと、この点に留意したヒートアイランド強度は年々増大傾向にあるが、特に寒候季夜間のヒートアイランド強度の増大が著しいことが明らかになった。以上の結果をもとに、「気候変動事典（朝倉書店）」の「ヒートアイランド」項目を執筆した。

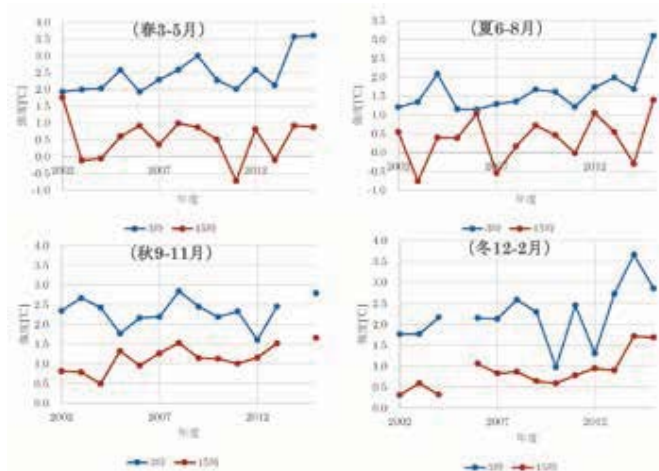


Fig.1 Heat island intensity of Sendai

福島県桑折町のモモせん孔細菌病調査 (Fig.2)

桑折町スマート農業実証協議会による「ICTを活用したスマート農業導入実証事業」のプロジェクトとして、今年度からモモせん孔細菌病の原因を気候学の立場から解析することになった。桃農家の圃場に気象観測装置を設置し6月下旬に予備観測、10月下旬から葉面濡れ計の観測を開始した。現在のところ、ヤマセよりもイナサという局地風が、葉面を濡らし、モモせん孔細菌病の蔓延に影響していることが明らかになった。今後数年間の被害データを得て、天候推移との関係を調べ、桑折町の地形などから被害と風の影響を解析していく予定である。



Fig.2 Meteorological observation using the leaf wetness sensor



助教 関根 良平
Assistant Professor
Ryohei Sekine

内蒙古の砂漠化に関する研究

名古屋大学の外国人共同研究員の資格で滞在中の咏梅（環境科学研究所で博士号授与）と共同で内蒙古の砂漠化研究を進めた。咏梅はモンゴル国でも砂漠化の研究を開始しており、人間の営為が大きく異なる両地域の砂漠化の進行を比較することは、人為影響を推量する点で重要である。9月上旬に内蒙古で短期の現地調査を実施し、9月2日に内蒙古師範大学で招待講演を行った。

日本地理学会秋季大会開催 (Fig.3)

日本地理学会の秋季大会（9月30日～10月2日、東北大学川内北キャンパス）の大会実行委員長を務めた。東日本大震災から5年半が過ぎ復興過程の検証が主要なテーマであり、懇親会に奥山仙台市長も臨席された。参加者600名と盛会であった。



Fig.3 At the social gathering of the AJG study meeting fall 2016

2. 関根は以下の研究課題について研究を遂行した。

1) 東日本大震災からの水産経済の回復プロセスを詳細に解明し、復旧さらには復興のあり方について水産業の連関構造をふまえて実証的に明らかにすることを目的として、昨年度より関根を代表として（公財）国土地理協会の研究助成を受け、宮城県塩竈港および福島県いわき市小名浜港を対象に研究を進めた。塩竈港は「ひがしもの」として付加価値の高い首都圏向け生鮮マグロが主力であるが、水揚げと市場の機能が約1ヶ月後には復旧したこと、近隣のマグロの取扱可能な漁港が軒並み被災したため早期に復旧した塩竈港にそれらが集中したこと、陸送による移入に加えマグロ漁船の入港数がそれほど落ち込まなかったことにより、生鮮マグロ流通チェーンが震災以前と同様に機能したことが大きく寄与した。一方、小名浜港では同じく首都圏で流通する常磐ものが沿岸漁業における試験操業継続のため回復しない要因の一つであるが、それよりも、放射能汚染とは関係しない近海・遠洋カツオの水揚げが今なお回復しないことが主たる要因であり、被災地の復旧・復興プロセスにみられる顕著な地域差を実証することができた (Fig.4)。



Fig.4 Onahama fish market which was built as reconstruction contracts from the Great East Japan Earthquake Disaster

2) 中国内蒙古自治区における住民高齢化と農牧業の変容に関する研究では、科学研究費の研究代表者として地域住民を対象としたフィールドワーク調査を実施する予定であったが、日中関係を反映した現地事情の変化により調査を来年度以降に先送りする必要性が生じたため、今年度は国内における統計データ収集と調査計画の練り直しを行った。

高度資源利用・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

Base materials industry are now facing several difficult issues, e.g., increasing demand to reduce CO₂ emissions, and property-degradations and price-fluctuations of the mineral and fuel resources. Our research group is mainly carrying out the studies to search for new process principles for base metal/material productions aiming at efficient utilization of lower grade mineral and energy resources also considering utilization of low-grade energies and recovery of waste energies. A number of unique ideas have been so far tried to apply such as high temperature and pressure conditions, and optimum process combinations. In addition, we are studying innovative researches, such as the production process of a new porous and fibrous metals, and development of unique self-healing ceramics applicable to extreme conditions.

研究概要

本研究分野では、資源・エネルギーの社会的および環境的インパクトが大きい基幹素材の製造・リサイクルプロセスに関して、その高効率化と低環境負荷化を同時達成するための新しい技術原理を探索する研究を行っている。特に高温反応が関与するプロセスの効率化と環境負荷低減に関するテーマに主眼を置き、波及効果の大きい製鉄プロセスの原料自由度の拡大や燃料のグリーン化、廃熱利用など、基礎から実機を想定した研究まで幅広くテーマを設定している。加えて、繊維状金属の形態制御に関する研究や極限環境で利用可能な自己治癒セラミックス材料の開発を行っている。

温室効果ガス排出量削減に資する 周期的製鉄プロセスにおける原料研究

我が国の鉄鋼産業は国内エネルギー使用量のおよそ15%を占めるため、CO₂ 排出量削減が求められている。さらに、良質鉄鉱石資源の枯渇や原燃料価格の高騰にも対応しなければならない。製鉄プロセスにおける重要な反応である酸化鉄還元反応や炭材ガス化反応の低温化、および還元された鉄への浸炭・溶融の高速化による問題解決を実現する具体的な方法として、高い反応性を有することが知られている鉱石-炭材コンポジット（炭材内装鉱）の使用が注目されている。しかし、これは高炉装入に耐える強度を有するためにセメント添加等の対応が必要であり、コスト増加および高炉スラグ成分設計における制約などの課題がある。そこで我々の研究グループでは、コークス核粒

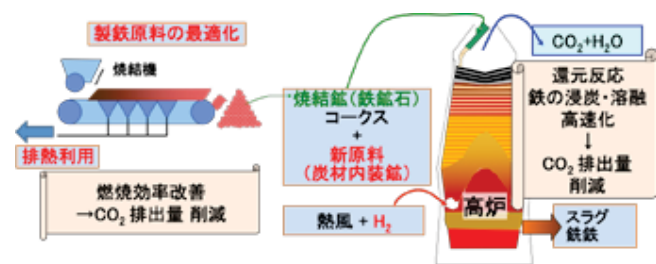


Fig.1 Methods of reducing CO₂ emission from ironmaking process.

子に微粉鉄鉱石を造粒し、短時間焼成した炭材核ペレット (CCP) に着目した。Fig.2 に CCP の X 線 CT 画像を示す。Fig.2 の赤色で示されている領域がコークス核粒子であり、黄色の部分はペレット内の空隙に相当する。この CCP は直径約 4mm のコークス粒子を有する直径約 15mm の球形酸化鉄ペレットであることがわかる。

本年は、CCP の還元挙動について、コークス粒子のない通常のペレットとの比較検討を行った。900-1100°C の保持温度で CO-CO₂ ガス中の還元実験を行ったところ、いずれの保持温度においても CCP が通常のペレットより高い還元率を示すことを明らかにした。これは、中心部のコークス粒子が被還元物でないこと、CO₂ ガスがペレット内の気孔を通じてコークス粒子表面まで到達するとコークスのガス化反応により還元ガスである CO ガスが発生することが理由として考えられる。

水素利用製鉄に適した 製鉄塊成原料製造原理の創成

高炉では鉄鉱石から粗鉄（鉄鉄）を製造するため、石炭を乾留して製造されるコークスを主な還元材および熱源として用いており、そのため大量の CO₂ ガスが発生する。還元材を部分的に水素で代替することができれば生成ガスは H₂O となり、その分 CO₂ 排出量が削減できる。水素は石炭乾留時に副次的に生成されるため、原料を一貫して製鉄所内で利用することができ、安全面、輸送面からも有効である。一方で、CO による還元は発熱反応であるが、水素の場合吸熱となるため、水素濃度増加による高炉内シャフト部の低温化が懸念される。そのため、

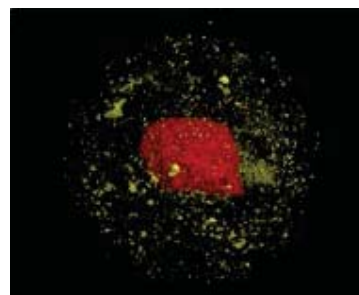


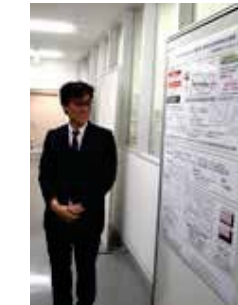
Fig.2 3D image of CCP obtained by the X-ray CT.



准教授 村上 太一
Associate Professor
Taichi Murakami



助教 丸岡 大佑
Assistant Professor
Daisuke Maruoka



低温でも高い被還元性を有する原料（塊成鉱）の製造が望まれる。本研究では、各種塊成鉱の被還元性を水素濃度の異なる高炉ガス条件において調査し、高水素濃度下で還元性状の良い塊成鉱が具備すべき鉱物相や気孔構造などの特性を調査している。得られた結果を用いて、高い被還元性を有する塊成鉱製造指針を提案するだけでなく、提案方法により試験製造した塊成鉱の被還元性の評価を行う。本年は、様々なガス組成・圧力に制御可能な還元装置を用い、数多くの焼結鉱について還元実験を行い、高水素条件および高雰囲気圧力条件における還元促進を達成するために有効な鉱物相を明らかにした。

多孔質鉄材料の比表面積、 細孔分布等に対する作製条件の影響

多孔質金属は軽量、高比表面積、高制振性などの特徴を有しているため、衝撃吸収材や電極材料などへ応用されている。鉄鋼系材料は原料が安価であり、鉄鋼系構造材料との接合性に優れる点から、多孔質金属素材としての潜在能力は高い。しかし、発泡剤のコスト高や複雑な製造プロセスを要する為、高気孔率多孔質鉄材料の安価な製造プロセスは開発されていない。そこで本研究グループでは、特定条件下での還元過程で認められる鉄鉱石ペレット等の異常膨張時に形成される繊維状金属鉄組織に着目し、酸化鉄の還元により高い気孔率を持つ金属鉄材料を作製した。本年は試料充填密度、還元温度や還元時間等の条件が、繊維状金属鉄組織や得られた多孔質体の比表面積、細孔分布等の性状に及ぼす影響について調査した。

Fig.3 に試料充填密度の異なる試料の還元後組織写真を示す。両試料とも直径約 1.5 μm の繊維状金属鉄の生成が確認できる。一方で繊維状金属鉄の長さや太さが異なり、繊維状鉄同士が集合、結合したような組織が観察された。この差は、還元前の試料充填密度の違いによる粒子間距離の差が、還元反応速度、生成した金属鉄の焼結速度等に影響を与えた結果であると考えられる。

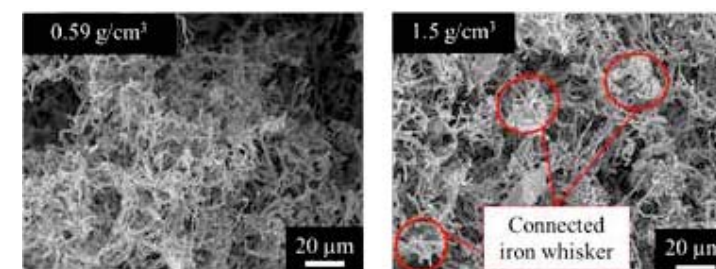


Fig.3 SEM images of iron whisker held at 900°C for 1h. Bulk density are 0.59 and 1.5 g/cm³ respectively.

極限環境における セラミック複合材料の自己治癒挙動

構造用セラミックスの強度信頼性を大幅に向上できる自己治癒セラミックスが開発され、ジェットエンジン用タービン翼部材への応用が検討されている。自己治癒セラミックスは、マトリックスに分散している非酸化物微粒子の酸化に伴い、き裂が消滅することにより、自発的に機械的強度が回復する機能を有する。自己治癒後、き裂の発生などにより強度が再度低下しても、非酸化物微粒子が存在すれば自己治癒は繰り返し発現するが、実際の環境では溶融塩による非酸化物微粒子及びマトリックスの高温腐食が起こりうる。そのため高温腐食環境にある自己治癒挙動について詳細に調査する必要がある。本年は Ni/Al₂O₃ セラミックスの自己治癒挙動における Na₂SO₄ 溶融塩の影響について検討した。

Fig.4 (a) に熱処理前、(b) に 1000°C、48h、溶融塩中熱処理後試料のき裂部の走査型電子顕微鏡像を示す。Fig4 (b) の矢印部が示すように、き裂は熱処理後に消滅している。したがって、Na₂SO₄ 溶融塩が存在する高温腐食環境においても、Ni/Al₂O₃ の自己治癒効果は機能することが明らかになった。

特筆すべき業績

Several research papers and conference proceedings, e.g., [C. Funada *et al.*, *ISIJ Int.* 56 (2016) 233-238] and [D. Maruoka *et al.*, *Tetsu-to-Hagane*, 102 (2016), 70-75] have been published. *ISIJ International* and *Tetsu-to-Hagane* are a top-journal in the research field of iron and steel, especially ironmaking process. Further, the students of the laboratory have presented over ten papers in oral and poster sessions of conferences, e.g., the meetings of the Iron and Steel Institute of Japan (Tokyo) and the Japan Institute of Metals (Osaka). On the other hand, we have organized annual workshop on the resources and processes for ironmaking and more than 30 researchers and engineers attended it held on 25-26th Jan. 2016. The laboratory also forward collaborative researches, such as the national project of "COURSE 50" and individual projects with several steel and relating companies.

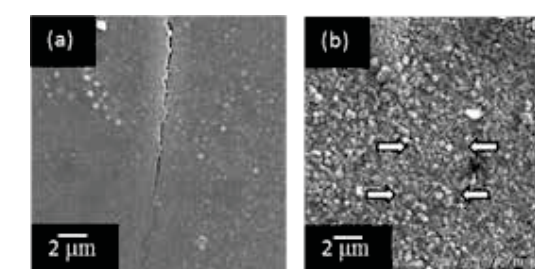


Fig.4 SEM images of samples (a) before and (b) after heat treatment with Na₂SO₄ molten salt at 1000°C for 48h in air



准教授 村田 功
Associate Professor
Isao Murata

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

Temporal variation of total column of ethane was observed with FTIR at Tsukuba. We participated in the NDACC/IRWG meeting held at Jeju, Korea on May 30 - June 3, 2016 and presented our results of ethane observation. Balloon observation of stratospheric ozone and nitrogen dioxide with optical ozone sensor was carried out at Taiki, Hokkaido on September 5.

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。2016年は、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) によるエタン観測結果の解析や NDACC/IRWG 会議参加、光学オゾンゾンデによる成層圏オゾン観測などを行った。

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。FTIR を用いた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、昨年解析したメタンについては、ベルギーのグループを中心に NDACC/IRWG の各観測点の最近の増加傾向について解析を進めた結果が論文として発表された (Bader et al., 2017)。今年度はエタン全量の経年変化を解析した。

エタンはメタンに次いで多く存在する炭化水素類であり、化学反応過程も類似した部分が多い。そのため、エタンがメタンの濃度に

影響することによる間接的な温室効果がある。また、PAN(Peroxy Acetyl Nitrate) の生成を通じて光化学スモッグ等の大気汚染、特に越境汚染として最近話題になっている長距離輸送を伴う発生源から離れた地域での汚染に寄与する。発生源は天然ガス、バイオ燃料、バイオマス燃焼等であるが、モデルが観測値を十分に再現出来ておらず、発生量を過小評価している可能性が高い。Fig.1・2 につくばで観測された 2001 - 2008 年および 2009 - 2015 年の経年変化を示す。これを見ると、2008 年まではほぼ一定値を示していたものが、2009 年以降には明らかな増加傾向を示していることがわかる。この増加の原因はまだ不明であるが、他の観測点でも増加が見られており、NDACC/IRWG で解析を進めている。

また、連携講座である地球環境変動学講座とともに昨年からは進めている南極昭和基地での FTIR 観測他によるオゾンホール最盛期から回復期の解析は、今年度も引き続き論文文化に向けての作業を協力して進めている。

NDACC/IRWG では、毎年世界各国から 20 以上の研究グループが集まって観測手法や最新の結果に関する情報交換を行う会議を行っているが、今年度は韓国の済州島で 5 月 30 日から 6 月 3 日に開催された (Fig.3)。我々もこの会議に参加し、エタンの初期解析結

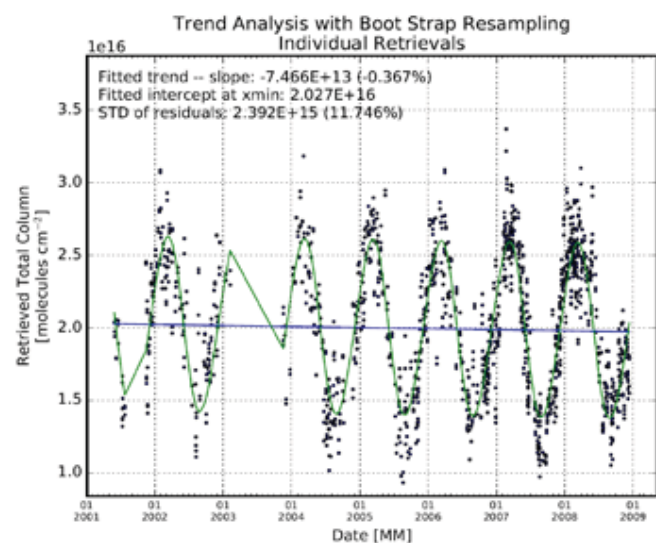


Fig.1 Temporal variations of the total column of ethane observed at Tsukuba from 2001 to 2008.

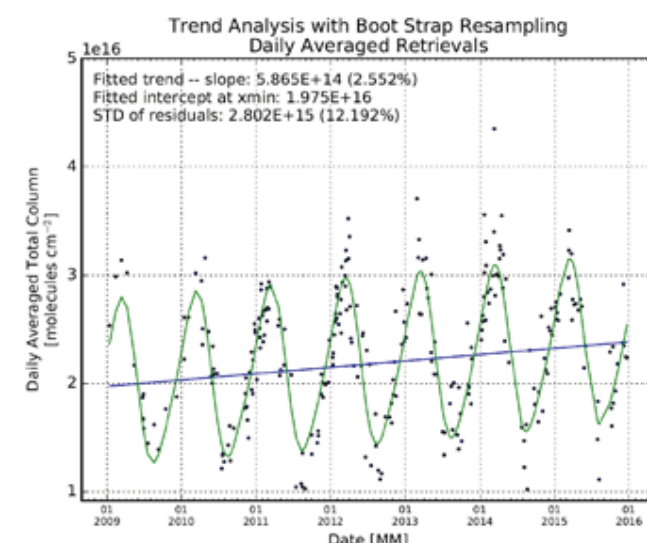


Fig.2 Temporal variations of the total column of ethane observed at Tsukuba from 2009 to 2015.

果の発表を行ったほか、解析手法の最適化などについて情報交換を行った。なお、FTIR の解析には NDACC/IRWG のメンバーが開発した SFIT というフィッティングプログラムを主に用いるが、これまで使用していた SFIT2 に代わる SFIT4 が開発され各グループの解析は SFIT4 に移行しつつあった。そこで、会議期間中に開発の中心メンバーである NCAR(National Center for Atmospheric Research) の Hannigan 氏と相談し、8 月に一週間ほど NCAR を訪問して SFIT4 の導入を行った。先のエタンの解析結果 (Fig.1・2) はこの SFIT4 を用いた解析の結果である。

光学オゾンゾンデは、本研究室が開発した紫外線強度の変化から成層圏オゾンの高度分布を観測する気球観測用の観測装置で、小型分光器を用いて 280-500nm のスペクトルを測定する。この装置を使った観測は宇宙科学研究所の大気球実験として以前から行っているが、前回 2013 年に観測した際には、気球上昇中の分光器温度変化により波長シフトが起こるなどいくつかの問題点があった。そこで、今回は凝固点が 5°C の保冷剤を用いた温度安定機構を構成するなどの改良を



Fig.3 Group photo of NDACC/IRWG meeting held at Jeju, Korea.

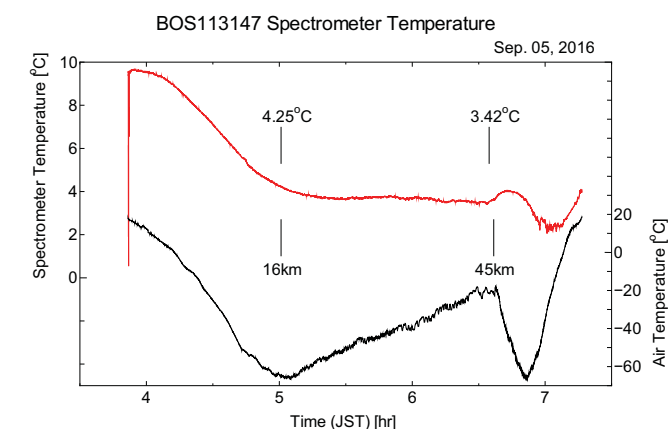


Fig.4 Temporal variations of air temperature (black) and spectrometer temperature (red) during balloon observation.

行い、2016 年 9 月 5 日に北海道大樹町の宇宙科学研究所大樹航空宇宙実験場において観測を行った。Fig.4 に観測時の外気温 (黒) と分光器温度 (赤) の時間変化を示すが、観測を行った高度 16-45 km では分光器温度はほぼ保冷剤凝固点付近で一定で 0.8°C 程度の変動に収まっていた。この結果、分光器の波長シフトや分解能変化もほぼなかったようで、Fig.5 に示す高度 15 - 16 km と 44 - 45 km のスペクトルを比較すると、15 - 16 km のスペクトルはまだ温度下降のためか若干シフトしているものの、ピクセル番号 2136 付近の太陽大気吸収線がほぼ一致していることがわかる。オゾンや二酸化窒素の解析は現在進行中であるが、かなり質のよいデータが取れているのでオゾン高度分布だけでなく二酸化窒素のカラム量なども出せると期待している。

また、村田准教授は昨年より宮城県保健環境センターの評価委員をしており、今年度もこれまでに 1 回の評価委員会に出席して県保健環境センターが計画している研究計画の評価を行った。

発表論文

W. Bader, B. Bovy, S. Conway, K. Strong, D. Smale, A. J. Turner, T. Blumenstock, C. Boone, M. C. Coen, A. Coulon, O. Garcia, D. W. T. Griffith, F. Hase, P. Hausmann, N. Jones, P. Krummel, I. Murata, I. Morino, H. Nakajima, S. O'Doherty, C. Paton-Walsh, J. Robinson, R. Sandrin, M. Schneider, C. Servais, R. Sussmann and E. Mahieu, The recent increase of atmospheric methane from 10 years of ground-based NDACC FTIR observations since 2005, Atmos. Chem. Phys., 17, 2255-2277, doi:10.5194/acp-17-2255-2017, 2017.

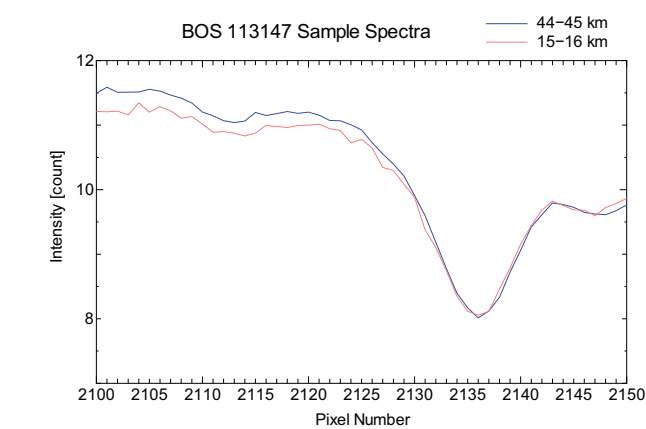


Fig.5 Spectra observed at the altitudes of 15 - 16 km (red) and 44 - 45 km (blue).

水資源と水環境に関する研究

Researches on Water resources and environments



准教授 小森 大輔
Associate Professor
Daisuke Komori

Water is the most abundant substance on earth, the principal constituent of all living things, and a major force constantly shaping the surface of the earth. It is also a key factor in air-conditioning the earth for human existence and in influencing the progress of civilization.

Changes in the distribution, circulation, or temperature of the earth's waters can have far-reaching effects; the ice ages, for instance, were a manifestation of such effects. Changes may be caused by human activities, in particular, since the latter half of 20th century. People cultivate the soil, irrigate crops, fertilize land, clear forests, pump groundwater, build dams, dump wastes into rivers and lakes, and do many other constructive or destructive things that affect the circulation and quality of water in nature. Besides, an expanding population and a rapidly growing economy especially in Asia and Africa are hindering sustainability on the globe.

Our studies and challenges have been focused on solving the world water issues by understanding water circulation, along with the following subjects: (1) Long-term heat, vapor and carbon dioxide fluxes observation for impact assessment on the interaction between land and atmosphere under the changing climate and the land use change; (2) Numerical study on water pollution in the inundation areas of the Mekong River; (3) Understanding requirements for sustainability of community-based program; (4) Mechanism of slope failure and wood debris by torrential rains; (5) Numerical study on Tsunami Propagation into a River; (6) Impact assessment of climate change on complex disaster (flood inundation, land slide, high tide, and coastal erosion); and (7) Value-based co-creation of technology and life style for a society based on a virtuous materials cycle.

研究概要

水の循環は、自然現象として時間的・空間的に偏在しており、また人間活動によって変化する。地球・地域・流域スケールの水循環の変化は、水資源賦存量の変化による水需給バランスの不均衡による水不足や水域汚染と水生生態系の悪化、渇水や豪雨など水災害ポテンシャルの増大につながる。水資源システム学分野では、この水の循環を理解して、世界の水問題を解決することを目指している。

当該分野は、主に日本国内や東南アジアを対象に、水循環や水資源を研究する水環境システム学研究室、都市水環境やバイオエネルギーを研究する環境保全工学研究室の二研究室で構成されている。さらに、本研究科、医学系研究科、農学研究科、国際文化研究科と連携した、ヒューマンセキュリティ連携国際教育プログラムの representative coordinator を 2014 年より務め、2015 年 3 月には第 3 回国連防災世界会議にて一般公開シンポジウムを開催するなど、従来の専門を越えた学際的な知と複合的な視点を備えた教育研究に取り組んでいる。なお、本プログラムはこれまでに日本を含めた世界 25 国から 93 名の学生を受け入れ、ヒューマン・インセキュリティの実態の解明と人々を中心に据えた問題解決をめざす新しい国際社会のあり方の実現に、知的側面から貢献してきたことが評価され、2015 年 3 月に総長教育賞を受賞した。

それ以外にも、仙台二華中学校・高等学校で取り組まれているスーパーグローバルハイスクールプロジェクトにおける調査・研究活動を通じた教育による国際社会で活躍できる人材育成を指導・支援しており、2016 年 5 月に土木学会東北支部長賞を受賞した。

2016 年度の研究成果

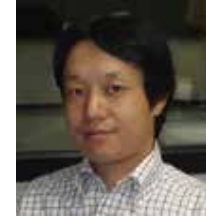
1. 気候変動・土地利用変化が水循環変動に与える影響評価

大気と陸面間の熱、水、二酸化炭素の交換量（フラックス）を監視するためのフラックス観測は、Monin-Obukhov 相似則（＝均一地表面上にて乱流状態にある風速や気温の各種統計量は摩擦応力や顕熱フラックスを用いてすべて同じように表されるという相似則；Monin and Obukhov, 1954）を基に飛躍的な発展を遂げている。近年、地球気候変化による陸上生態系への影響の懸念から、生物圏と大気圏の相互作用に関する研究が盛んにおこなわれるようになり、現在は世界中の 700 カ所以上の耕作地や森林など、種種の植生上でのフラックス観測サイトから乱流データが集められ、例えば、全球における炭素ストックの時空間変動の定量化などの研究が推進されている。

一方、野外において観測対象は常に植物生理的かつ物理的に不均一な地表面であり、不均一地表面がフラックス観測に及ぼす影響（ δ ）は明らかにされていない。そこで、不均一地表面上での δ を明らかにすることに取り組んでいる（Photo.1）。2016 年度は、タイ北部タク県にて、均一地表面であるキャッサバ畑および不均一地表面である森林を対象に設置されたフラックス観測サイトにおいて、観測されたフラックスの δ の評価を行った。また、乱流物理モデルを構築し、均一地表面と擬似不均一地表面におけるフラックスの δ を解析し、不均一地表面では δ が大きくなると結論付けた。



Photo.1 Constructing the tower flux observation system in Thailand (JST News, 2012)



教授 風間 聡
Professor (協力教員)
So Kazama



教授 李玉友
Professor (協力教員)
Yu-You Li

2. メコン河氾濫原における地表水中ヒ素濃度推定モデルの構築

自然由来の地下水ヒ素汚染は、上水道普及率が低い地域では地下水が生活用水として使用されるため世界各地で問題となっており、慢性ヒ素中毒患者数はアジアの国々を中心とし、さらに中南米も含め 5、000 万人以上と推定される (WHO, 2013)。そのため地下水ヒ素に関する研究は数多くされているが、地表水に関する研究は少ない。例えばカンボジアはまだ上下水道普及率が低く、生活用水として使用されたヒ素を含む地下水は下水処理されず地表や河川に排水され、地下水由来のヒ素が地表に蓄積することや、河川に流出することが推察される。さらに、毎年雨期に発生するメコン河の氾濫によって地表に蓄積した地下水由来のヒ素が溶出し、氾濫とともに広域に拡散する可能性が考えられる。稲作や魚の生息も氾濫水（地表水）を利用しているため、主食であるコメやの摂取は地下水の飲用と並ぶ曝露源となりうる。このように、ライフスタイルと地表水が密接な関わりを持つ地域においては、地表水中ヒ素に関する理解を深化することは重要である。

そこで、水理計算に基づく地表水中ヒ素濃度推定モデルを構築した。数値シミュレーションで 1 年間の地表水中ヒ素の推定濃度の時空間的变化を相対的に比較したところ、雨季では洪水氾濫とともにヒ素が拡散し、雨季后の乾季では洪水氾濫前よりも地表水中ヒ素濃度が増加することが示唆された (佐藤および小森, 2017; Fig.1)。毎年起きる洪水氾濫によって、カンボジアでは地表水中ヒ素濃度が今後増加することが懸念された。

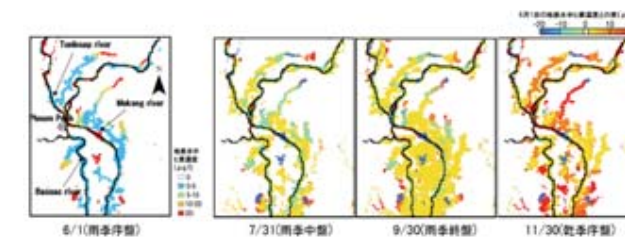


Fig.1 Differences of arsenic concentrations in surface water estimated by numerical model from actual arsenic concentration in June 1st, 2015.

3. 地域密着型バイオエネルギープログラムの持続可能性の検討

Community bases bioenergy（地域密着型バイオエネルギー）は、持続可能なエネルギーへのアクセス、気候変動への対処、そして貧困の撲滅、という点で、持続可能な開発目標 (SDGs) に資する重要な取り組みの一つである。既往研究や世界の Community bases bioenergy プログラムにおける課題をレビューし、それぞれの地域や文化により課題は異なるものの、生活の豊かさがプログラムへの参加率を高める共通の指標となり得ることを抽出した。そこで、エンゲル係数 (ECF; 家計の消費支出に占める飲食費の割合) がその指標となりえると考え、東ジャ

ワ州バンカンラン県における林産物によるバイオエネルギー利用プロジェクトを対象に、その実行可能性と効果を検討した。

対象プロジェクトの聞き取り調査より、ECF とプログラムへの参加意思の相関が確かめられ、ECF がプログラムへの参加率を高める指標となり得ることが確認された。そこで、ECF と参加率の関係をベースとしたモデルを構築し、①住民へのインセンティブ付加とプログラム参加による副収入による住民の ECF の改善、②プログラムによる温暖化ガス (CO₂) 削減効果、③プログラム運営に伴う費用便益の 3 指標より、プログラムの最適な効果を検討した。そして、②はどの条件下でもほぼ一定であることがわかり、①と③からインセンティブ付加を検討できると結論付けた。

4. 豪雨における流木発生メカニズムの解明

2016 年 8 月末に観測史上はじめて東北地方に上陸した台風 10 号は、多くの市町村に流木による洪水氾濫被害をもたらした (Photo.2)。河川における流木は、枯死、風倒、河岸侵食、斜面崩壊、土石流及び森林施業といった生物的・物理的・人為的要因が複合的に作用し発生し、有機物や土砂を貯留する他、魚類や底生生物の河川内生息場所となり種多様性に貢献する。一方で、流下過程における橋脚や堤防などの損傷、堰止めによる洪水氾濫被害が生じている。

そこで、流木が発生する要因の一つである斜面崩壊と流木流出量に良い相関が見られるのではないかと考え、日本全国 1103 か所のダムにおいて記録された流木流出量のデータを用いて流木発生メカニズムの解析を行った。流木流出量には森林面積と斜面崩壊の主要因である 5 年確率日降水量が関係することを明らかにした。



Photo.2 Wood debris at Iwate prefecture by Tohoku Heavy Rainfall Disaster in August 2016.

これら以外にも、⑤タイ国・チャオプラヤ川流域管理にかかる研究、⑥津波が河川環境・海岸堤防に及ぼす影響評価、⑦複合災害（洪水氾濫、土砂災害、高潮、沿岸侵食）の日本全国における気候変動リスクの推定、⑧（インドネシア・バンドン市を対象として）持続可能社会実現のための物質循環型社会に向けた技術と暮らしの価値観の共創、⑨下水処理場における温室効果ガス発生と最適な浄化機能の解析、⑩嫌気性消火槽にかかる排水処理と微生物群集動態の解明などに取り組んでいる。また、⑤に関して 2011 年チャオプラヤ洪水の実態を解析した Komori et al. (2012) が 2016 年 9 月に水文・水資源学会より Most Downloaded Article 賞を受賞した。

特筆すべき業績

International Post-Graduate Program in Human Security, which Assoc. Prof. Daisuke KOMORI is one of responsible coordinators, was awarded the Presidential Prize for Educational Excellence in FY2014 from Tohoku University. Super Global High-school program by Sendai Nika High-school, which Prof. So KAZAMA and Assoc. Prof. Daisuke KOMORI are join as one of core supervisors, was awarded the Presidential Prize in FY2016 from Tohoku branch of Japan Society of Civil Engineering. Komori et al. (2012) was continuously awarded "Most Downloaded Article" in FY2015 and FY2016 from Japan Society of Hydrology and Water resources.

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

We are developing and designing new chemical processes to convert polymeric wastes such as plastics and wood biomass into chemical feedstocks. For the purpose of this, pyrolysis mechanism of these polymeric materials, catalytic reaction, and dechlorination of chlorine-containing plastics have been widely investigated.

In addition, we are developing new environmental conservation and purification technologies aimed to reducing inorganic and organic burdened environmental substances in aqueous solution. For example, we are working on chemically modifying an inorganic compound having a layered structure to make it functional, and applying it to removing trace amounts of heavy metals and harmful organic matter in waste water. Material recovered from wastewater is oriented toward recycling as valuable material.

1. ポリエチレンテレフタレート（PET）のベンゼン化に及ぼす生石灰活性の検討

ポリエチレンテレフタレート（PET）は、樹脂純度の高いペットボトルにおいて効果的にリサイクルされている一方、他のプラスチックとの混合プラスチックや金属との複合物に対しては、効果的なリサイクル手法が確立していない。当研究室ではPETの水蒸気分解によりテレフタル酸を生成し、更に生石灰（CaO）の添加により選択的にベンゼンを回収することを報告している（Fig.1）。本年は、比表面積や表面塩基量等の活性の異なるCaOを用いて、PETのベンゼン化に及ぼすCaO活性の影響を検討した。その結果、活性が高いCaOを用いる程ベンゼンやビフェニル等の芳香族炭化水素の割合が増加し、一方、低活性のCaO程、反応性低下、テレフタル酸等有機酸の増加、および高活性のCaOでは起こらない副反応が進行することを明らかにした。

2. プナ / ポリエチレン混合物の共熱分解機構の解析

建設廃棄物等に由来する木材やプラスチック等の混合廃棄物は素材分離が困難であるため、再資源化の難しい廃棄物の一つである。本研究ではこれらの化学原料化を目的に、熱分解法に着目した。効果的な原料回収のためには原料成分の共熱分解機構の解明が重要である。本研究ではプナ（BW）及びポリエチレン（PE）を選択し、これらの

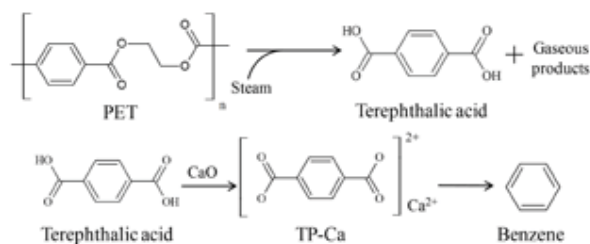


Fig.1 Benzene recovery process from PET in the presence of CaO

共熱分解機構を検討した。昇温速度 10 °C/min で室温から 650 °C まで低速熱分解実験を行った結果、レボグルコサン（LG）ラジカルが PE 由来生成物から水素ラジカルを引き抜き、安定化することによる低分子化合物への分解反応の抑制が確認された（Fig. 2）。また、チャー形成の際に生成する水素ラジカルを PE 由来生成物ラジカルが受け取ることによる停止反応が確認された。このことより、低速熱分解条件では水素ラジカルの授受が主な相互作用であると考えられる。

3. シクロデキストリン修飾 Zn-AI 系層状複水酸化物による Ni²⁺ の吸着

アニオン交換能を持つ層状複水酸化物（LDH）（Fig.3(a）に、錯形成を有するシクロデキストリン（CD）（Fig.3(b））をインターカレートして得られる複合体は、CD 由来の錯形成能を保持する吸着剤として期待される。本研究では、カルボキシメチル化シクロデキストリン（CMCD）型 LDH（Fig.3(c））を合成し、これを用いた Ni²⁺ 吸着実験を行うことで、金属イオン吸着剤としての応用を検討した。CMCD 型 Zn-AI LDH を 1 mM Ni²⁺ 溶液に投入した際、24 時間後の吸着率は 89% に達した。また吸着等温線が Langmuir 式に一致するため、化学吸着が示唆された。これは、CMCD と Ni²⁺ の錯形成が吸着に起因していると考えられるため、CMCD 型 Zn-AI LDH による Ni²⁺ 吸着の効果が確認できる結果が得られた。

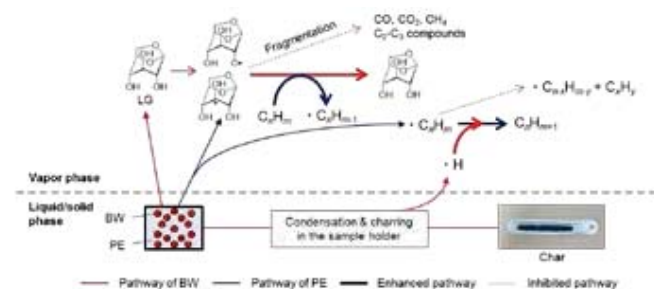


Fig.2 Interactions between cellulose and PE during co-pyrolysis



准教授 亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda



助教 熊谷 将吾
Assistant Professor
Shogo Kumagai



特任助教 齋藤 優子
Assistant Professor
Yuko Saito

4. イオン会合体を用いたモルデナイトからの Cs 脱着

福島第一原発事故により、¹³⁷Cs が多量に放出された。¹³⁷Cs は半減期が約 30 年と長い放射性物質であり、我々の生活を維持する上で大きな障害となっている。放出された ¹³⁷Cs は土壌中の鉱物に強く吸着されており、量が膨大であるため、土壌を適切に処分・減容することが必要となる。そこで本研究では、土壌に含まれる鉱物の一種であり、Cs を強く吸着することが知られているモルデナイトに Cs を吸着させ、その後イオン会合試薬を用いて Cs 脱着を検討した。Cs を 220 mg/g 吸着させたモルデナイトから、Sodium tetrakis(4-fluorophenyl)borate [NaTFPB] を用いることで、最大で Cs 脱着率 96 % が得られた。モルデナイトから Cs を脱着できたことから、本手法により ¹³⁷Cs に汚染された土壌を処理可能とすることが示唆された。

受賞

- ・井上科学振興財団第 32 回井上研究奨励賞 / 熊谷将吾（助教）
- ・第 8 回廃棄物資源循環学会東北支部研究発表会 / 最優秀発表賞 / 清水翔太 (M1)
- ・日本学術振興会第 8 回 HOPE ミーティング / JSPS HOPE Fellow 任命 / 熊谷将吾（助教）
- ・2016 Spring Scientific Conference by Korea Society of Waste Management / Award for Excellent Poster Presentation / 小野俊輔 (M1)
- ・第 19 回プラスチックリサイクル化学研究会 (FSRJ) 研究討論会 / 若手研究者賞 / 山崎僚太 (M1)
- ・平成 28 年度化学系学協会東北大会 / 優秀ポスター賞 / 矢吹良介 (M1)
- ・エヌエフ基金第 5 回研究開発奨励賞・選考委員会特別賞 / 熊谷将吾（助教）

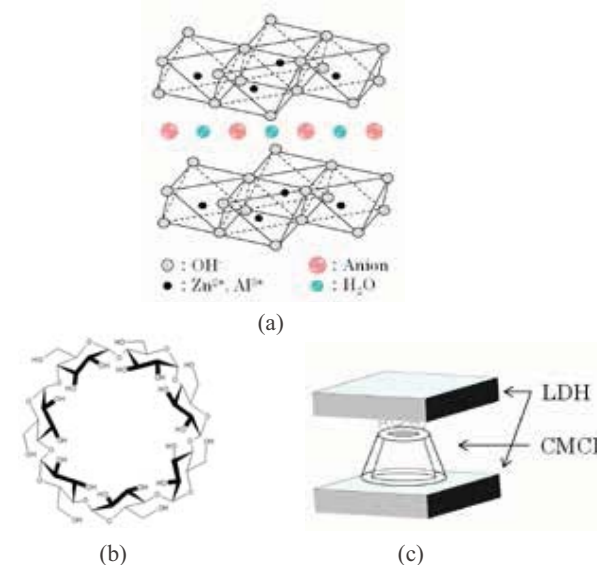


Fig.3 The structure of (a) Zn-AI LDH, (b) beta-cyclodextrin, and (c) CMCD-Zn-AI LDH

招待・基調講演

- ・Toshiaki Yoshioka, "The role of 3R action visible through the experiment of disaster waste treatment", The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management, 2016.3.9-11, Hà Noi, Vietnam
- ・Toshiaki Yoshioka, "Chemical processing for feedstock recycling of waste plastics", The 21st International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis, 2016.5.9-12, Nancy, France
- ・吉岡敏明, "工業化学におけるプラスチックリサイクルの位置付け", 第 10 回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム, 2016.10.13, 仙台

特筆すべき業績

- Effect of CaO activity on the formation of benzene from poly(ethylene terephthalate) (PET)
We have reported that organic acid produced by steam decomposition of PET was converted into benzene by using CaO. In this study, we performed characterizations of CaO which are calcined at different temperature and investigated the effect of CaO with different activities on the formation of benzene from PET.
- Co-pyrolysis behavior of beech wood and polyethylene mixtures
Interactions between woody biomasses and plastics during co-pyrolysis of these mixtures have been investigated to recover useful materials. In this work, we researched the interaction between beech wood (BW) and polyethylene (PE). The present work revealed that the interactions between BW and PE mainly involve H-exchange during slow pyrolysis.
- Adsorption of Ni²⁺ using Zn-AI layered double hydroxide intercalated with cyclodextrin
It is expected that composite of LDHs and cyclodextrin(CD) have effect on the adsorption of metal ions. In this work, adsorption of Ni²⁺ from aqueous solution was carried out using CMCD-Zn-AI LDH, resulting in maximum adsorption of 89%.
- Desorption of cesium from mordenite using ionic associate
Volume reduction of the radioactive cesium contaminated soil is one of the most important issue in Japan due to the lack of storage site. In this work, desorption of cesium from mordenite was carried out using an ionic associate, tetrakis(4-fluorophenyl)borate [NaTFPB], resulting in maximum removal of 96%.

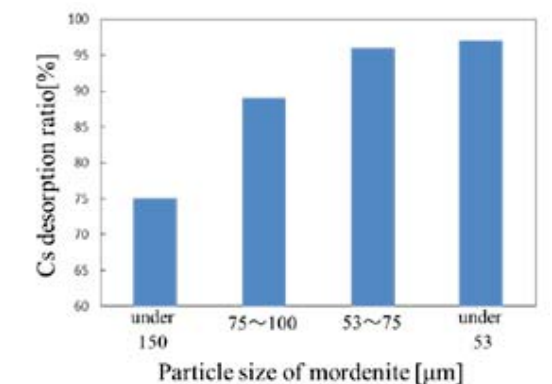


Fig.4 Cs desorption ratio from different particle size of mordenite using NaTFPB

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 Biochemical Analysis



助教 鈴木 敦子
Assistant Professor
Atsuko Masuya-Suzuki

The aim and goal of this division are to develop analytical and measurement methods, which serve as an essential technology to ensure public security via environmental assessment and integrity. The analytical technique of future will fulfill requirements such as (1) assessment of environment and safety, (2) support for health and medical treatment, and (3) accessibility of residents and citizens, and therefore will be designed on the basis of conditions such as (a) Real-life, (b) Real-time, and (c) Real-opportunity. Obviously sophistication of precise-made analytical instrument is not the only solution to satisfy these requirements. We believe that breakthrough in analytical technology will be brought by development and application of chemical motifs capable of recognizing materials and by establishing methodology for separation/preconcentration and detection/determination methods for materials of environmental importance. Among such chemical motifs that we studied this year, two examples will be described.

1. Diradical Pt(II) complex as a potential photoacoustic imaging probe
2. Flexible Ln(III) coordination polymer

1. ジラジカル Pt(II) 錯体の近赤外吸収の長波長化とジラジカル錯体内包ミセルの生成

光音響 (PA) イメージングは、近赤外 (NIR) 光の吸収と超音波の発生を利用する低侵襲なイメージング法である。高 S/N 比の PA 画像を得るためには、標的組織に取り込まれた時のみ PA シグナルを示すプローブを用いる必要があるが、シグナルスイッチングが可能な PA プローブはこれまでほとんど開発されていない。当研究室では、波長 700 nm 付近に強い NIR 光吸収を示し、酸化還元により NIR 光吸収の on, off スwitching ができる Pt(II) ジラジカル錯体 Pt(DBA)₂ (Fig.1(a)) をシグナルスイッチングが可能な新規 PA プローブとして用いることを目指し研究してきた。この錯体を PA プローブとして用いるためには、(i) PA イメージングレーザーの波長が > 750 nm のため吸収波長の長波長化、(ii) 錯体を腫瘍に選択的に送達する手法の確立が必要である。今年度は、(i) 吸収波長の長波長化に向け π 共役系を拡張した錯体 Pt(DANS)₂ と Pt(DANDS)₂ (Fig.1(b),(c)) を合成し、さらに (ii) EPR 効果による腫瘍への選択的送達を目指し、錯体を取り込んだミセルの生成と評価を行った。

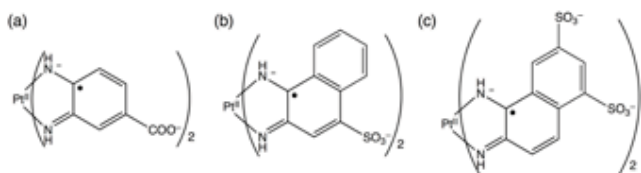


Fig.1 Chemical structure of (a) Pt(DBA)₂, (b) Pt(DANS)₂, (c) Pt(DANDS)₂.

合成した Pt(DANS)₂, Pt(DANDS)₂ の極大吸収波長はそれぞれ 756, 757 nm となり、吸収波長の長波長化に成功した (Fig.2)。また、pH を変化させることで NIR 光吸収がスイッチングすることを見出した。これは錯体の酸化二量体によるものである。

次に、Pt(DBA)₂ を含有するミセル溶液の吸収スペクトルを測定したところ、ジラジカル錯体由来の吸収は弱く、酸化二量体の吸収が強く観測された。したがって、Pt(DBA)₂ はミセル中では酸化二量体として存在することが示唆された。また、ミセルの粒径は約 20 nm で均一であり、EPR 効果によって悪性腫瘍に送達可能な粒径 (20-200 nm) であることが分かった。また、細胞懸濁液の吸収スペクトルでは、波長 700 nm 付近に Pt(DBA)₂ のジラジカル錯体由来の吸収が観測され、ミセルががん細胞内へ取り込まれることが分かった。さらに、このミセルは細胞に導入することでミセル内の錯体の NIR 光吸収が on になることが分かった。したがって、ミセルを利用することで細胞内環境を認識し吸収の on, off スwitching が可能な PA プローブになりうることを明らかにした。

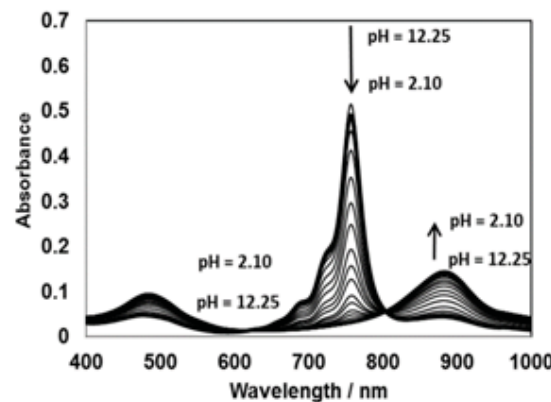


Fig.2 pH-dependent absorption spectra of aqueous solution of Pt(DANDS)₂.

2. 柔軟な骨格を持つ Ln(III) 配位高分子の発光スイッチング

活性炭やゼオライトなどの多孔性物質は分離やセンシングのための材料設計に広く用いられている。その中で、金属イオンと有機配位子から成る多孔性配位高分子 (PCP) は、自己集成的に組み上がるため合成が容易で、配位子と金属イオンそれぞれに由来した機能を付与できるため、新規材料として注目を集めている。これまで、剛直な配位子と d-ブロック遷移金属イオンから多くの PCP が合成されてきた。これに対し、柔軟な骨格と有する配位子と多様な配位構造をとり得る希土類金属イオンを構成要素とした場合、構造制御が難しくなるが、剛直な構成要素からは設計できない構造や性質が得られると期待できる。本研究室では、新しい分離・センシング材料としての利用を目指し、希土類金属イオンと柔軟な骨格を有する三脚型 Schiff 塩基配位子から PCP を新たに合成した (Fig.3)。さらに今年度は、その機能として発光スイッチングを見出した。

金属イオンとして Sm(III) を用いた PCP を合成し、その細孔と三脚型 Schiff 塩基配位子の T₁ 準位に着目した。プロトン化三脚型 Schiff 塩基配位子の T₁ 準位は 18181 cm⁻¹、脱プロトン化三脚型 Schiff 塩基配位子の T₁ 準位は 20619 cm⁻¹ である。PCP 細孔内で、塩基性ガスが配位子のプロトンを引き抜くことができれば、T₁ 準位が上昇し、

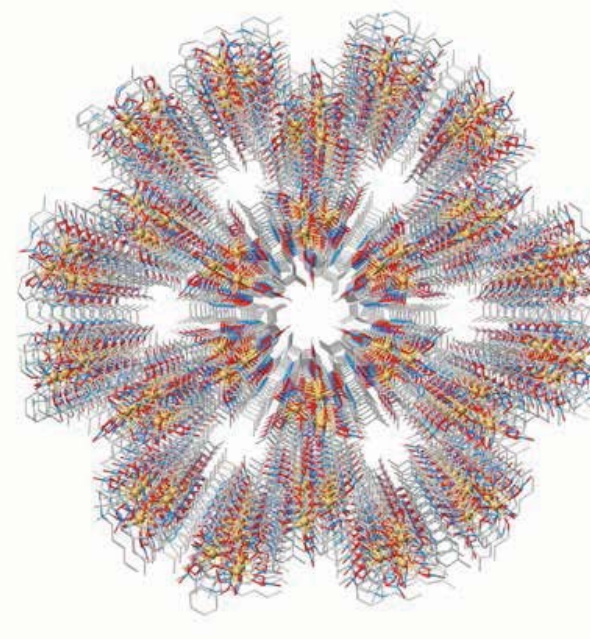


Fig.3 Porous structure of Ln(III) PCP constructed with flexible ligand.

エネルギー移動の促進による Sm(III) 発光強度の増大が期待できると考えた (Fig.4)。PCP 粉末をトリエチルアミン (NEt₃) ガスに曝露した前後の発光スペクトルを測定した。その結果、曝露前では配位子由来の緑色発光が見られるのに対し、曝露後では配位子由来の発光は減少し、Sm(III) 由来の赤色発光が増強することを見出した (Fig.5)。

特筆すべき業績

1. Photoacoustic imaging is a novel low-invasive imaging modality. In order to acquire photoacoustic images with high signal-to-noise ratio, it is desired that probes show signals only when they are taken up to the target tissues. Previously, we reported that the Pt(II) complex had an attractive feature to use them as a signal-switching photoacoustic probe. In this year, we synthesized the diradical Pt(II) complex showing near-infrared absorption at > 750 nm to meet the demand of the laser wavelength range. Furthermore, we prepared a micelle containing a diradical Pt(II) complex for selective delivery to the target tissues.

2. Coordination polymers have attracted considerable attention as a novel porous material. Many coordination polymers have obtained by using geometrically rigid ligands with d-block metal ions. On the other hand, the use of flexible ligands and Ln(III) ions is expected to yield a unique properties. In our previous study, we prepared a novel Ln(III) coordination polymer with a flexible Schiff base. In this year, we found that the Ln(III) coordination polymer show the luminescent switching by exposure to basic gas.

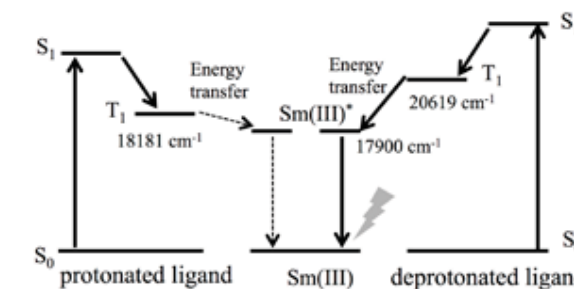


Fig.4 Energy diagram for switching of emission of Sm(III) PCP.

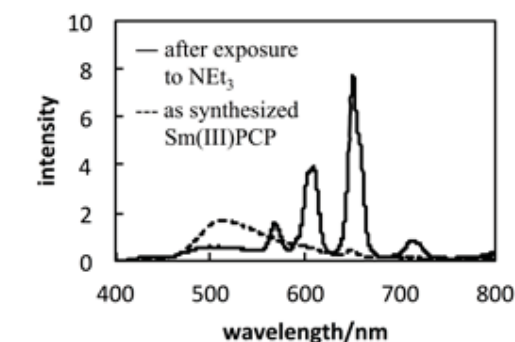


Fig.5 Switching of emission of Sm(III) PCP induced by NEt₃.

バイオ・ナノ電気化学計測システムの開発と応用に関する研究

Development of Biomedical/Nanoelectrochemical Sensing Devices and Their Applications



教授 末永 智一
Professor
Tomokazu Matsue

Micro/nano-devices address demands to a great extent in bioprocess science and engineering for fast and accurate analytical information. We have developed micro/nano-electrochemical systems for biomedical applications and evaluation of electrochemical energy materials including secondary batteries. We have achieved to develop highly sensitive chip devices with electrodes for bioanalysis. Further, our self-developed electrochemical microscope, called nanoSECCM, can characterize electrochemical properties in micro/nanometer scale as only one system with spatial resolved analytical system for electrochemical reactions. These devices greatly contribute to environmental, medical and electrochemical applications.

研究概要

本分野では、新規バイオ計測デバイスやナノ計測システムを創って、次世代医療・バイオテクノロジー・蓄電デバイス開発を支える研究を行っている。本年は、引き続きチップ型デバイスを開発し、細胞活性を含むバイオサンプルを計測した。また、独自開発した計測技術であるナノ電気化学顕微鏡を開発し、ナノメートルスケールで起こるエネルギー材料の界面反応機構の解明や細胞表面の動的変化の観察に成功した。これらの研究成果を多くの学会や学術論文で発表した。

1. ヘルスケア・安全安心のための簡易計測システムの開発

医療の安全を守るためのエンドトキシン検出デバイスの開発を企業との共同研究で実施した。また、尿中のたんぱく質および電解質をトイレで簡易に計測するための検出方法を COI プロジェクトで検討した。また、バイポーラ電極システムを応用し、カーボンナノチューブアレイや簡単な構造のチップでマルチ電気化学計測を行うことができる新しい手法を考案し、一部の技術について特許出願を行った。さらに、AMED プロジェクトでは、簡易な医療検査を目指したヤヌス粒子を用いるイムノアッセイシステムについて、AIMR・医学部・企業と共同で開発を進めた。また、タンパク質吸着の少ないダイヤモンド電極の微細パターンを作製して、細胞のアポトーシスを検出する方法の検討を

行った。また、薬学研究科との共同研究で、疾病に関連する血中プロテアーゼの検出方法について研究を行った。さらに、脳内のグルタミン酸とアセチルコリンを同時検出できる電気化学測定法の検討を行った。

2. バイオ LSI を用いるイメージングシステムの開発

マイクロシステム融合研究開発拠点で以前に開発をしたバイオ LSI を用いて、細胞の呼吸とドパミン放出など、複数の項目を同時に検出可能なマルチカラー検出システムを考案した。また、バイオ LSI 上に交互櫛形電極アレイを作製し、アスコルビン酸などの妨害物質の影響を排除してドパミンを選択的に検出するシステムを検討した。

3. ナノ電気化学顕微鏡システムの開発：エネルギー材料やバイオサンプルの局所機能性可視化

電気化学反応は、エネルギー材料からバイオサンプルまで幅広い分野で起こる現象であり、これらの反応機構をナノメートルスケールで評価可能な新奇ナノ電気化学顕微鏡システムの開発を行ってきた。JST-ALCA プロジェクトでは、低炭素化社会を実現へ向け、電気化学顕微鏡から得られる知見を高機能リチウムイオン電池の材料設計に反映することを狙い、研究を行った。電極表面で起こるリチウムイオンの脱挿入過程を局所領域で可視化するナノ電気化学セル顕微鏡を開発し、

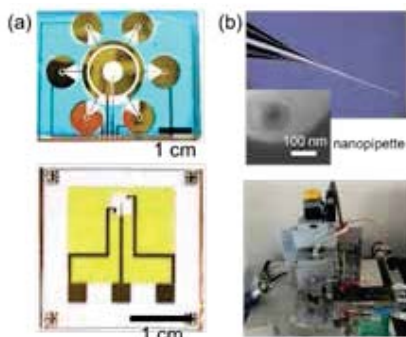


Fig1. Chip Devices with Electrode and Electrochemical Microscopy



Fig2. Cell Culture in Clean-bench



Fig3. Electrochemical Analysis by Micro/Nano-devices



教授 珠玖 仁 (工学部)
Professor
Hitoshi Shiku



講師 井上 久美
Senior Lecturer
Kumi Y. Inoue



助教 伊野 浩介
Assistant Professor
Kosuke Ino



助教 熊谷 明哉
Assistant Professor
Akichika Kumatani



客員研究員 李 菲 (研究アドバイザー) 松平 昌昭 (博士研究員) 伊藤-佐々木 隆広 (博士研究員) 佐藤 さつき (研究補佐員) 堀口 佳子 (研究補佐員) 上田 麻衣子 (研究補佐員) 古林 庸子 (研究補佐員) 寺崎 恵子 (研究補佐員) 吉田 梨江 (秘書) 沖 知子 (研究補佐員)

空間分解能を有する電気化学測定技術を確認し、バルク測定では捉えられない反応性を計測し、電極材料設計に新たな指針を示した。また、AMED プロジェクトでは、非侵襲・非接触で細胞表面の形状の動的変化を測定可能な高解像度走査型イオンコンダクタンス顕微鏡の開発を行った。これにより、細胞表面に負荷を与えることなくその動的変化を通常の約 50 倍の速度で観測可能となった。

社会貢献

平成 28 年 7 月 27 日 (水)、28 日 (木) にオープンキャンパスにおいて、参加実験「マイクロ・ナノデバイスによる細胞機能解析」を行った。

共同研究

平成 28 年は以下の機関と共同研究を行った。
学内：工学研究科、医学系研究科、薬学研究科、原子分子材料科学高等研究機構、流体科学研究所、多元物質科学研究所、マイクロシステム融合研究センター、大学病院、東北メディカルメガバンク機構、革新的イノベーション研究機構
学外研究機関：東北工業大学、兵庫県立大学、首都大学東京、金沢大学、東京理科大学、産業技術総合研究所、(独) 物質・材料研究機構、Imperial College London (英国)、University of Warwick (英国)、Harvard University (米国)、Florida International University (米国)、西安交通大学 (中国)

企業：電力中央研究所、クリノ、日本航空電子工業、トヨタ自動車、日立製作所、和光純薬、北斗電工、トッパンテックニカルデザイン、アイティリサーチ、大日本印刷、生化学工業、ナノコントロール、パナソニック、東芝、三井化学分析センター、日産化学工業、日本電波工業

学会発表等

平成 28 年は国内外の学会等で基調講演 2 件、招待講演 4 件、特別講演 1 件を含む、70 件以上の発表を行った。

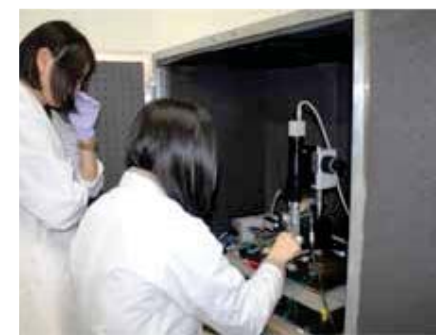


Fig4. Scanning Electrochemical Microscopic Analysis

主な継続中の研究事業

- ・AMED 先端計測分析技術・機器開発プログラム「抗原修飾ヤヌス粒子による簡易計測装置」(平成 28 - 31 年度)
- ・基盤研究 (A) 「マルチスケール化を実現するハイブリッド電気化学バイオイメージングシステム」(平成 28 - 30 年度)
- ・イノベーション創出プログラム (COI STREAM) 「さりげないセンシングと日常人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が導くモチベーション向上社会創生拠点」(平成 25 - 34 年度)
- ・JST ALCA 「界面イオン伝導顕微鏡を用いたリチウムイオンセンサーの in-situ 観察と高エネルギー密度 LIB の開発」(平成 25 年 - 31 年度)
- ・AMED 先端計測分析技術・機器開発プログラム「超高解像度電気化学イオンコンダクタンス顕微鏡の開発」(平成 24 - 28 年度)
- ・地域イノベーション戦略支援プログラム・次世代自動車宮城県エリア (文部科学省) (平成 24 - 28 年度)
- ・マイクロシステム融合研究開発拠点 (科学技術振興調整費、先端融合領域イノベーション拠点) (平成 19 - 28 年度)
- ・基盤研究 (B) 「多機能ナノピペット探針の電気化学的物質輸送制御と 1 細胞分析への応用」(平成 27 - 29 年度)
- ・若手研究 (A) 「分子電気化学スイッチ素子の開発と電気化学バイオイメージングへの応用」(平成 27 - 29 年度)
- ・若手研究 (A) 「ナノ電気化学イメージングによる二次元電子系材料の触媒活性の可視化」(平成 28 - 31 年度)

受賞

- ・菅野佑介 (D3)、科学計測振興基金、多元物質科学奨励賞
- ・孫思祥 (M2)、第 29 回東北若手の会 (電気化学会東北支部主催)、ポスター賞
- ・三浦千穂 (M1)、みちのく分析科学シンポジウム 2016 (日本分析化学会東北支部主催)、ポスター賞
- ・阿部博弥 (D1)、AsiaNano2016、Pan Stanford Publisher Poster Award
- ・坂本ちか (M2)、第 34 回化学とマイクロ・ナノシステム学会、優秀発表賞
- ・伊野浩介 (助教)、Early Career Analytical Electrochemistry Prize of ISE Division 1
- ・菅野佑介 (D3)、平成 28 年度東日本分析化学会若手交流会、優秀ポスター賞
- ・伊野浩介 (助教)、第 29 回安藤博記念学術奨励賞
- ・伊野浩介 (助教)、インテリジェント・コスモス奨励賞
- ・熊谷明哉 (助教)、応用物理学会春季学術講演会、Poster Award
- ・坂本ちか (M1)、電気化学会第 83 回大会、ポスター賞

特筆すべき業績

Our micro/nano-devices and microscopic systems are world-leading class in terms of sensitivity and resolution for analyzing electrochemical properties. With respect to chip devices with electrodes for biomedical analysis, we have established variety of electrochemical devices by using bipolar reaction or new functional electrodes with carbon nanomaterials for realization of unobtrusive sensing and daily health screening systems. Also, we have self-developed scanning electrochemical microscopes for analyzing nanoscale electrochemical reactivity. Scanning electrochemical cell microscopy with a single barrel nano-pipette (nanoSECCM) was applied to electrodes in lithium-ion batteries, revealing the inhomogeneity of ion transport on the electrodes for the first time. Our technology contributes to establish an environmental-friendly society with health-conscious human life.

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.

Solar energy provides all the energy that 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 lab studies biomass conversion, material synthesis, waste recycling, synthetic chemistry, polymer processing and separation processes.

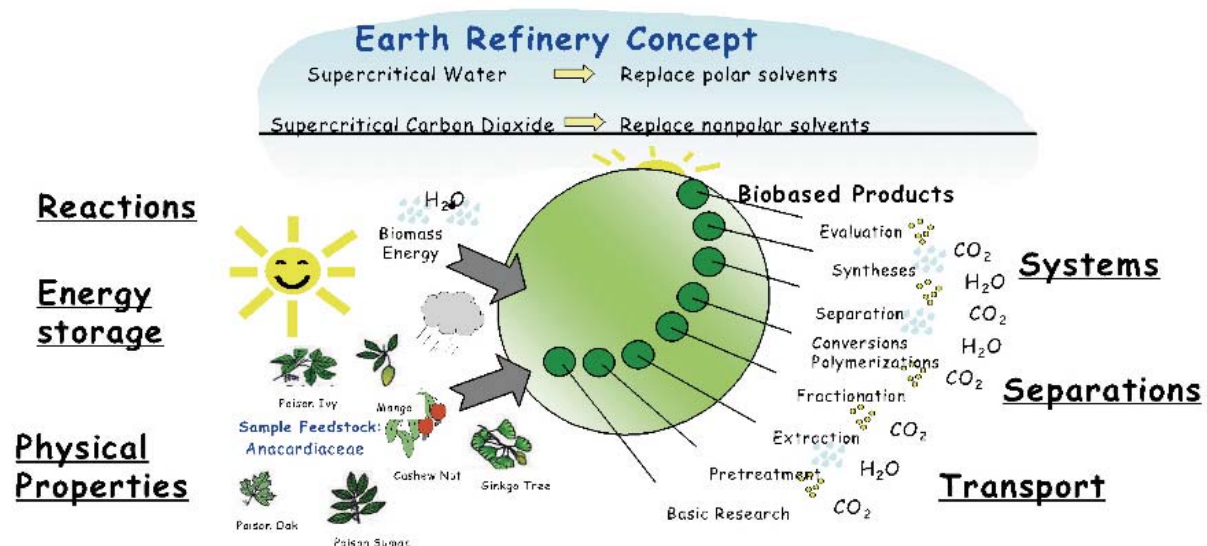


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

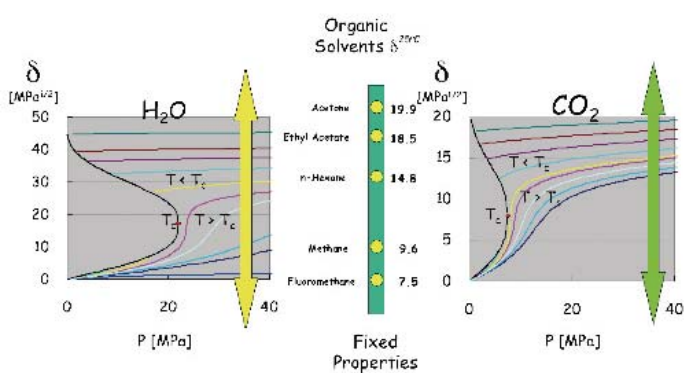


Fig.2 Solubility parameters of water and carbon dioxide as a function of temperature and pressure.

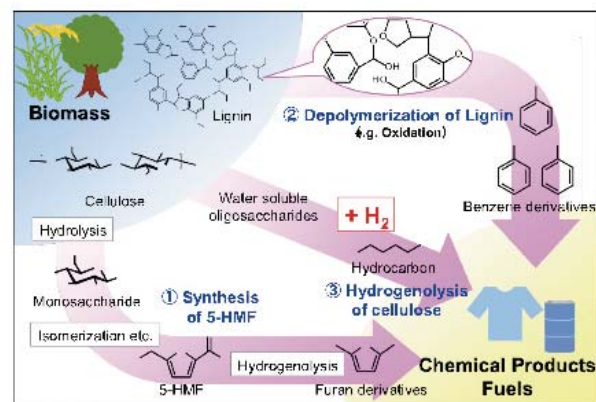
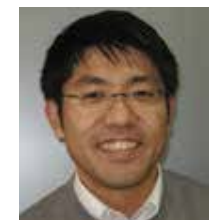


Fig.3 Conversion of biomass to chemical products and fuels with ionic liquids and supercritical CO₂.

研究概要

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、環境にやさしい新規化学プロセスが構築できる (Fig.1)。

水と二酸化炭素は、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 (Fig.2)。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、



准教授 渡邊賢
Associate Professor
Masaru Watanabe



助教 相田卓
Assistant Professor
Taku Aida



研究支援者 田中 宏一
Educational Associate
Hiroichi Tanaka



秘書 井口 弥月
Assistant
Mizuki Iguchi

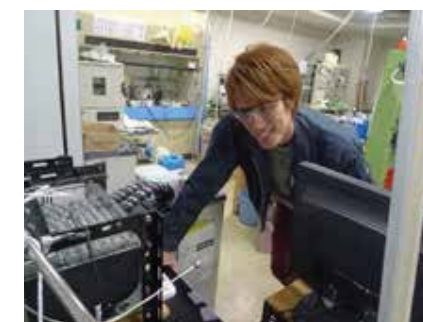
リグニン) の反応・分離プロセス (Fig.3) を検討している。イオン液体にバイオマスを溶解・反応させ、温度・圧力を操作することで超臨界 CO₂ の物性を操作し、選択的に反応生成物の反応・分離を行うものである。イオン液体は蒸気圧が極めて低いため大気への飛散の恐れが小さく、環境調和型プロセスとして期待される。

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。大部分の研究は超臨界流体、特に超臨界二酸化炭素と超臨界水の特長を利用するものである。他の研究として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。



Teach!



Learn!



Goal! Got it!

2016 年の活動

- 5月
 - 14th PPEPPD 2016(International Conference on Properties and Phase Equilibria for Product and Process Design), Portugal
 - 15th European Meeting on Supercritical Fluids (EMSF), Germany
- 6-7月
 - Algal Biofuels and Bioproducts San Diego, USA
 - ICIP2016(International Conference on Industrial Pharmacy), Malaysia
- 8月
 - 第 25 回エネルギー学会, Tokyo
 - 第 15 回サマースクール, Funabashi
- 9月
 - 超臨界ミニワークショップ, Ibaraki
 - 秋季大会, Tokushima
- 11月
 - 化学工学会福島大会 2016, Fukushima

【来訪 / 講演】

- 10-9月
 - Mindanao State University-Iligan Institute of Technology (the Philippines) COCON KAMYLL DAWN OPORTO 滞在 (JYPE 留学生)
- 9月
 - 平成 28 年度化学系学会東北大会の招待講演, Iwaki

論文・本

- [1] Y. Hiraga, Y. Sato, R. L. Smith, Jr., Measurement of infinite dilution partition coefficients of isomeric benzene derivatives in [bmim][Tf2N]-CO₂ biphasic system and correlation with the ePC-SAFT equation of state (2016) Fluid Phase Equilib., 420, 36-43.
- [2] H. Kitajima, Y. Higashino, S. Matsuda, H. Zhong, M. Watanabe, T. M. Aida, R. L. Smith, Jr., Isomerization of glucose at hydrothermal condition with TiO₂, ZrO₂, CaO-doped ZrO₂ or TiO₂-doped ZrO₂ (2016) Catal. Today, 274, 67-72.
- [3] T. M. Aida, T. Nonaka, S. Fukuda, H. Kujiraoka, Y. Kumagai, R. Maruta, M. Ota, I. Suzuki, M. M. Watanabe, H. Inomata, R. L. Smith, Jr., Nutrient recovery from municipal sludge for microalgae cultivation with two-step hydrothermal liquefaction (2016) Algal Res., 18, 61-68.



循環型社会を目指した 材料製造プロセスの研究

Material Process for Circulatory Society



教授 コマロフ・セルゲイ
Professor
Sergey Komarov

The purpose of our group is to develop environment-friendly material processes to realize 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. For example, ultrasonic processing is applied to molten metals to improve their mechanical properties and recyclability. Microwave is irradiated to recover valuable metals from the metal industries wastes such as slag and sludge. Electromagnetic force is applied to increase the efficiency of materials fabrication processes. Fundamental studies are performed to clarify the fluid dynamics, heat and mass transport phenomena in single and multiphase flows driven by the electromagnetic and acoustic fields.

研究概要

現在、地球規模で人類社会および生態系が直面している問題として、気候変動、資源の枯渇、廃棄物処理などの様々な環境問題が挙げられている。

そこで本研究室では環境維持・負荷低減を目的として材料プロセス学に基づく研究を行い、持続可能な循環型社会の構築に貢献することを目指している。例えば莫大な資源・エネルギーを消費する材料プロセスに対し、省資源やエネルギー利用の効率性の向上や、廃棄物の再利用と無害化、副産物の製造などに関する研究開発を行っている。またこのような観点から新規材料プロセスの設計も行っている。具体的には移動現象や物理的手法を基盤とした環境調和プロセスの開発として、以下に示すテーマの研究を行っている。

現行研究課題

- 環境調和を考慮した金属製造プロセス
 - 渦巻状旋回流を利用した溶融アルミニウムの攪拌過程の流動現象の解析
 - 金属間化合物組織制御による難処理アルミニウムスクラップの再生率向上 (Fig.1)
- 超音波プロセッシングの基礎と応用
 - 超音波照射によるアルミニウム合金凝固組織改善
 - 音響キャビテーションと音響流の同時制御 (Fig.2,3)
 - キャビテーション支援プラズマ照射の応用による浄水処理法の開発
- 電磁場エネルギー利用環境 / 材料プロセッシング
 - 金属ホウ化物のマイクロ波励起反応合成 (Fig.5)
 - ディーゼルエンジン由来 PM の迅速燃焼フィルターの開発
 - セラミック複合材料の誘電率測定に関する研究
 - 金属融体の高周波誘導加熱と流動に関する基礎研究 (Fig.4)

2016年の研究活動

1. アルミニウム合金における元素置換による金属間化合物組織制御

近年、輸送機器の軽量化に向けた部品のアルミ化に伴うアルミニウムスクラップの発生量が年々増え、さらに部品のアルミニウムと鉄系ベースのマルチマテリアル化が進みつつある。このため、近い将来、処理困難なアルミニウムスクラップの大幅な増加が予測され、高度リサイクルシステムの構築が必要となっている。本研究では、凝固時に晶出する金属間化合物の球状微細化を含む組織制御によるアルミニウムスクラップ溶湯の無害化処理技術、無害化剤 (Fig.1 に modifier) とその製造プロセス (Fig.1) の開発を行っている。開発にあたって「カスケード微細化」という新しい概念を提案し、ボールミルで合成したCr,Zr,Ti 珪化物粒子を溶融合金に添加することにより、珪化物中元素と合金中 Fe との置換反応と凝固核生成を促進し、Al-Fe 系化合物の微細化・形状制御の特性に対する諸要因の影響を明確にしている。今期目指しているのは①濡れ性の悪い粒子を溶湯中に効率よく混入分散させるプロセス、②凝固組織微細化と元素置換の機構

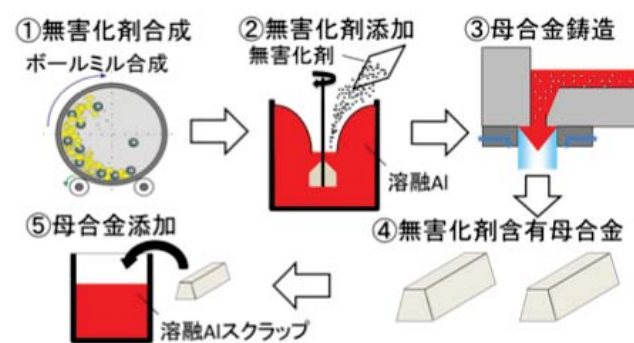


Fig. 1 Fabrication of intermetallic compound modifier Process flowchart



准教授 吉川 昇
Associate Professor
Noboru Yoshikawa

2. 音響キャビテーションと音響流の同時制御

音響キャビテーションは流体中の粒子分散、物質移動やラジカル生成、化学反応促進の原因となり、ソノケミストリー、超音波洗浄、超音波鋳造などの分野において重要な役割を果たしている。キャビテーションが発生すると超音波エネルギー消散によって音響流という現象も同時に起こり、上記のプロセスの効率に悪影響を与える場合が多い。本研究では、キャビテーションと音響流の同時制御を目的とし、それに対応できる超音波ホーン (Fig.2) を、ANSYS 構造解析ソフトを用い設計している。様々な形状を持つホーンを試作し、水中に超音波を照射した実験を行っている。実験では、粒子画像流速測定法 (PIV; Fig.3) による音響流を、Weissler 法によるキャビテーション強度を測定している。それらの結果を踏まえ、特にホーン先端形状が音響流パターンに及ぼす影響について調査を行っている。

3. 非金属融体の高周波誘導加熱と流動に関する基礎研究

ガラスや溶融塩等、高温である程度の導電率を有し、粘度が十分に低い場合には誘導加熱攪拌が可能である。金属融体の高周波誘導加熱攪拌に関しては、既に多くの研究があるが、非金属融体に関しては数が少ない。本研究においては非金属廃棄物の組成均一化や十分な溶込みの促進を目的として非金属融体の、高周波加熱 / 流動に関し、実験的及び数値計算手法を用いて解析を行っている。Fig.4 には、磁場分布のシミュレーション結果を示す。



Fig.2 Lengthwise amplitude distribution in dump-bell horn

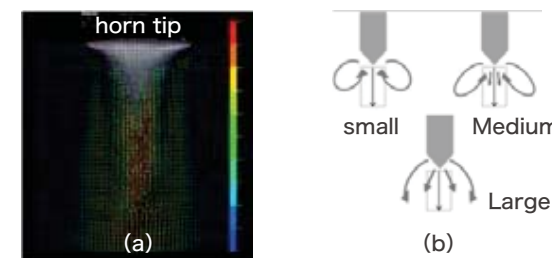


Fig.3 A typical velocity vector field (a) and acoustic streaming flow patterns (b) under cone horn tip at various amplitudes

4. 金属ホウ化物のマイクロ波励起反応合成

金属ホウ化物セラミックスは、耐熱性や耐熱性に優れ、金属程度の導電性を有している。このため高温で使用される電極等への応用があると共に、その他新規な応用拡大が期待されている。しかしながらその合成には高温プロセスが要求される。本研究ではプロセスの省エネルギー化を目的とし、マイクロ波励起反応合成法を用いて ZrB₂ セラミックスの作製に関する基礎研究を行っている。Fig.5 には 5.8GHz マイクロ波照射装置の写真を示す。

本研究室においては、以下の研究資金や共同研究体制等を有効に活用し、実験研究を行っている。

日本鉄鋼協会研究会助成、科学研究費 (挑戦的萌芽研究)、鉄鋼環境研究基金、共同研究 (日本軽金属、本田技研、豊田中研、中部大学等)。

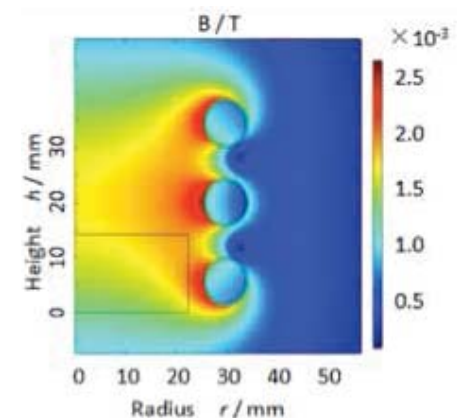


Fig.4 Simulated magnetic field distribution on a cross section of water-cooling coil (circles) and specimen with imposition RF (400kHz) EM field.



Fig.5 Microwave single mode applicator of 5.8GHz for rapid synthesis of ZrB₂ ceramics.

環境に適合する 高次機能物質システムの創成

Design of environmentally benign molecular systems
with high functionality



教授 壹岐 伸彦
Professor
Nobuhiko Iki

The ultimate goal of this division is to establish a scientific discipline in designing environmentally benign molecular systems exhibiting high functionality such as separation, sensing, imaging, catalytic conversion of substances and so on. Choices of the components such as metal ion, ligand, and "chemical field" is of key importance to build simple yet functional systems. Currently, we are studying the following systems: (1) multi-nuclear lanthanide complex with thiacalixarene (TCA) having luminescence and magnetic functions, (2) theranostic probe consisting of d8-metal ion and radical ligands, (3) kinetic differentiation (KD) mode separation and detection systems for ultra trace metal ions, (4) protein-metal ion conjugates. In 2016, the following achievements should be described in particular. For item 3, refer to the activity of Environmental Analytical Chemistry.

1. Self-assembly of tri-lanthanide cluster complex with TCA
2. f-f Communication on hetero-lanthanide cluster on TCA ligand
3. Theranostics for cancer on the basis of diradical complexes

研究成果

1. ランタニドクラスター錯体の自己組織化

ランタニド(Ln)はそのf電子に基づく発光や磁気的機能を有する。このためLn錯体は発光プローブやMRI造影剤として多用される。しかし一般的に錯体は1個のLnとそれを囲い込む配位子とから構成される。一方我々はチアカリックスアレーン(TCA)の簡便な合成法を見いだして以来、その機能開発に従事してきた。これは従来のカリックスアレーンとは異なり架橋硫黄を有しているため、総計8個の配位原子O₄S₄を有する。最近、Lnの一種NdとYbとTCAとを水溶液中で長時間反応させると高次の錯体Ln₃TCA₂を自己組織的に形成することを見いだした。本年はLn系列全体についてTCAとの錯形成挙動を精査した。いずれのLnについても始めに1:1錯体Ln₁TCA₁が生成し、ついで

Ln₁TCA₁同士が結合し2:2錯体Ln₂TCA₂を生成し、最終的にそこにLnが結合してLn₃TCA₂を生成した(Fig.1)。この自己組織化は非常に遅く、完了するのに1~4日かかった。Lnの種類や反応pHによって微量の副生成物(Ln₁TCA₁, Ln₂TCA₂およびLn₄TCA₂)が見られた。これらはLn-TCA化学種の安定性、配位水分子やLnイオンの大きさで解釈できた。Gd₃TCA₂水溶液についてXAFS解析を行い、そのLn配位構造を明らかにした。Ln₃TCA₂はランタニドクラスターを有するユニークな発光プローブやMRIやCEST造影剤として期待される(*Eur. J. Inorg. Chem.*, **2016**, 5020)。

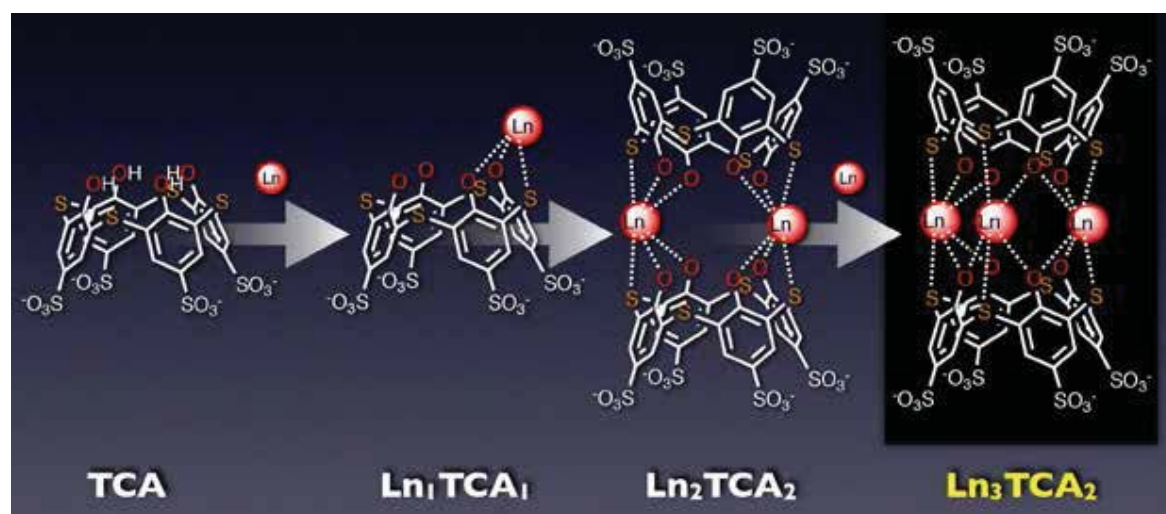


Fig.1 Self-assembly process of Ln₃TCA₂ complex



助教 唐島 龍之介
Assistant Professor
Ryunosuke Karashimada

2. 異核ランタニドクラスターにおける f-f communication

無機発光材料の領域では母材に複数の異種ランタニド(Ln, Ln')をドーピングし、それら間でのエネルギー移動すなわちf-f communicationを利用したアップコンバージョン(UC)やダウンコンバージョン(DC)、ダウンシフティング(DS)などの発光機能の高性能化がなされてきた。Ln-Ln'間の相互作用はその距離に依存するが、それは統計的に分布したもので制御されたものではない。一方錯体化学ではLn-Ln'対の距離は明確に制御でき、近接させることが可能である。しかし配位子の高エネルギー振動による失活によって錯体におけるf-f communicationの観測は難しい。我々は上記1のXAFSの結果と結晶構造からLn₃TCA₂クラスターでのLn間距離を3.57および4.75 Åと見積もった。これは過去に報告されたLnクラスターの中でもかなり近接しており、高効率なf-f communicationが期待できる。そこでTb-Yb-TCA混合系でTb_{3-x}Yb_xTCA₂ (x = 1, 2)を形成させた。その結果Tb→Ybエネルギー移動を観測することに成功した(Fig.2)。x = 0, 3の同核錯体との混合系ではあるが、見かけのエネルギー移動効率は0.45となった。これにより配位子励起の場合のYb中心発光強度がYb₃TCA₂に比べTb_{3-x}Yb_xTCA₂ (x = 1, 2)の方が向上しDSに成功した。以上のことからLn₃TCA₂はf-f communicationを誘起するプラットフォームであることが示された。今後、その他のLn種にLn-Ln'対の組み合わせを拡張し、UC, DC, DSに挑戦する計画である(*Chem. Commun.*, **2016**, 52, 3139)。

3. 近赤外吸収ジラジカル錯体のがんセラノスティクスに向けた検討

環境分析化学分野のページに記した。

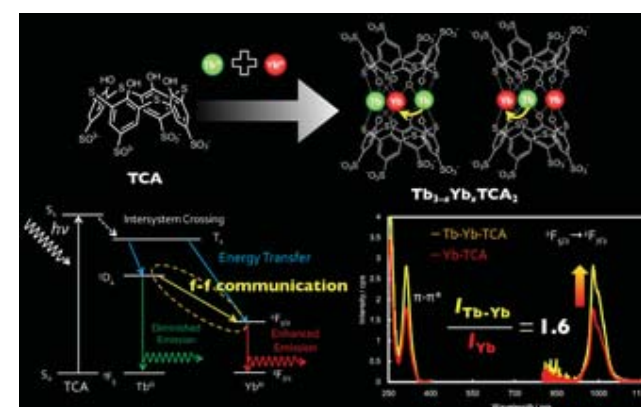


Fig.2 Tb-Yb-TCA complex enabling f-f communication



著書 (分担執筆)

1. Chap. 13, Thiacalixarenes, N. Iki, In: Neri P, Sessler LJ, Wang M-X, editors. Calixarenes and Beyond. Springer International Publishing; 2016. p. 335-362.
2. クリスマス分析化学 原書7版 I.基礎編「第9章 錯形成反応と滴定」、 「第10章 重量分析と沈殿平衡」丸善出版(株)。

シンポジウム・セミナーの主催

1. Symposium MD7: Advances in Lanthanide Materials for Imaging, Sensing, Optoelectronics and Recovery/Recycling, 2016 MRS Spring Meeting & Exhibit (Phoenix, AZ, USA).
2. 分離機能とセンシング機能の化学セミナー 2016、東北大学金属材料研究所、3月12日。

受賞

1. 環境科学研究科 研究科長賞、D3 唐島龍之介、3月25日。
2. みちのく分析科学シンポジウム、ポスター賞、「チアカリックスアレーン-ランタニド多核錯体の解離反応速度論」M2 多川友哉、10月22日。
3. 第6回CSJ化学フェスタ2016、優秀ポスター賞、「キャピラリー電気泳動反応器(CER)を利用した酵素-阻害剤複合体の解離速度論解析」M1 笹木友美子、11月14日。

招待・依頼講演

1. Lanthanide Clusters Assembled by Thiacalixarene, N. Iki, Rare Earths 2016 in Sapporo, 札幌, 6月6日。
2. 金属錯体の協働性に着目した分析試薬設計, 壹岐伸彦, 日本分析化学会 第65年会, 札幌, 9月16日。
3. Heterotrimeric Cluster Complex based on Thiacalixarene Enabling f-f Communication, R. Karashimada, ICET2016 (International Conference on Engineering and Technology), 富山, 10月13日。
4. 柔軟な骨格を持つ配位高分子を基盤とした分離・センシング機能材料の開発, 鈴木敦子, みちのく分析科学シンポジウム 2016, 仙台, 10月22日。
5. Capillary Electrophoresis as a Versatile Tool to Characterize Complexes in Aqueous Solutions, N. Iki, 16th Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis (APCE2016), Johor Bahru, Malaysia, 11月9日。
6. CEの解き明かす溶液内分子複合体の熱力学的・速度論的描像, 壹岐伸彦, SCE 2016, 徳島, 11月10日。

特筆すべき業績

Scientific papers on coordination chemistry of lanthanide thiacalixarene cluster complexes and Schiff-base lanthanide complexes. Book chapters on calixarene chemistry and analytical chemistry. Three post graduate students awarded.

低環境負荷社会に資するナノ材料を 中心とする表面設計指針

Atomic-level surface design for eco-friendly, novel nano-materials



教授 和田山 智正
Professor
Toshimasa Wadayama

Comprehensive understandings of surface reactions proceeding on nano-sized metal (alloy) particle surfaces are crucial for developing novel nano-materials with unique catalytic properties. Our approach for the subject is 1) preparations of well-defined single crystal surfaces and nano-particles of alloys through dry-processes (molecular beam epitaxy; MBE and arc-plasma deposition; APD) in ultra-high vacuum (UHV) and 2) electrochemical evaluations of the catalytic properties for the UHV-prepared nano-structural surface models of practical electro-catalysts. We have routinely use UHV-MBE, UHV-APD, scanning probe microscopy (SPM), scanning transmission electron microscope (STEM), X-ray photo-electron spectroscopy (XPS), low-energy ion-scattering spectroscopy (LE-ISS), electrochemical (EC) voltammetry, gas-chromatography (GC), on-line electrochemical mass spectrometry (OLEMS), etc., to clarify the nano-material's surface phenomena. We believe our research accomplishments directly link to future eco-friendly society.

研究概要

水素を媒体とする新たな物質・エネルギー循環システムの構築、すなわち、水素社会の実現へ向け、産学官を挙げた様々な取り組みがなされている。水素社会実現には、再生可能エネルギーによる水素製造、水素貯蔵と利用サイトまでの運搬、さらに燃料電池による化学-電気エネルギー変換などの技術課題の克服が不可欠であり、そのための新規材料開発や材料機能の向上に関する学問的・技術的アプローチが盛んに行われている。たとえば、金属や合金触媒表面上における水素などのエネルギー関係分子が起こす反応(触媒反応)を基礎的に理解することは、高効率触媒開発、ひいては水素社会実現に向け重要なピースの一つである。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)の包括的理解には、ナノ材料表面を原子レベルで明確化する必要がある。本研究分野では、よく規定された(well-defined)金属や合金単結晶表面に加えて、構造規制したナノ粒子を実触媒モデルとし、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)法によりモデル触媒を合成し、その構造評価を走査プローブ顕微鏡(SPM)、走査透過電子顕微鏡(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多角的に行っている。さらに、合成したモデル触媒の電極触媒能を評価し、高性能電極触媒材料開発に向けたナノ材料表面の構造設計指針を明確化することを目指している。

2016年度の研究成果

主な研究テーマとして次の1.~3.に取り組んだ。1.および2.は、固体高分子形燃料電池電極触媒開発を念頭とした白金合金ナノ構造のドライプロセス合成と酸素還元反応(ORR)特性評価に関するものでNEDOの委託により、また3.は、有機ハイドライドの脱水素や二酸化炭素電解還元過程における反応生成物のその場分析装置の構築を目指したもので科研費により行った。

1. Pt 合金ナノ粒子の APD 合成と 窒素処理による ORR 特性への影響

1-1. Pt-Co 系

窒素雰囲気(0.1Pa)下において、PtとCoをHOPG基板上に同時APDし、Pt-Co合金ナノ粒子に対して窒素原子を添加したPt-N-Co合金ナノ粒子を合成した。Pt-N-Co合金ナノ粒子のXPSスペクトル上にはN1sピーク(398.5 eV)が出現し、Co2pピークも高エネルギー側へシフトしており、窒素雰囲気下におけるPt、Coの同時APDによりPt-Co合金ナノ粒子内に窒化Coが生成することがわかる。Fig.1にPt-CoおよびPt-Co-Nナノ粒子のSTEM像と単位Pt重量あたりのORR活性(質量活性)を示す。両試料の質量活性は、市販のPt/C触媒と比較しPt-Coナノ粒子で約7倍、Pt-Co-Nナノ粒子では約10倍と評価され、Pt-Coナノ粒子への窒素添加により活性が向上することを明らかにした。またPt-Co-Nナノ粒子の場合、劣化加速試験後においてもPt/C触媒比で約4倍の活性を維持し、高活性・高耐久触媒として有用であることを示した。

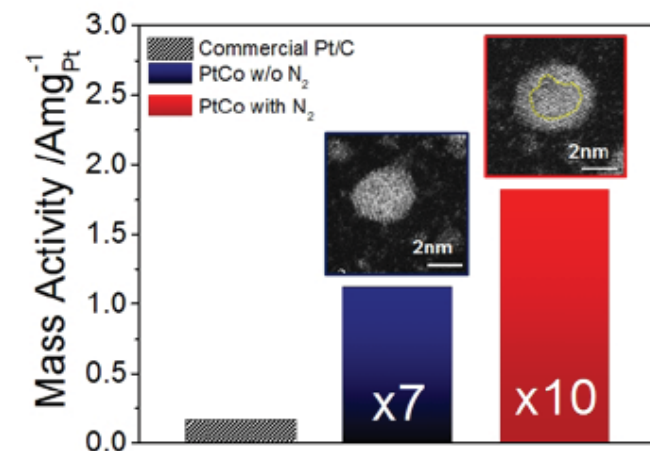


Fig.1 ORR activity and HAADF-STEM images for APD-synthesized Pt-Co and Pt-N-Co nano-particles.



助教 轟 直人
Assistant Professor
Naoto Todoroki

1-2. Pt-Ta 系

窒素雰囲気下においてTaをAPDするとTa-Nナノ粒子が合成可能であることをXPS測定から明らかにした。さらにTa-Nナノ粒子の合成基板温度を1173Kとすると、岩塩構造を有するTa-Nの結晶化が促進することがわかった。Ta-Nナノ粒子上にPtを電子ビーム蒸着して作製したPt-Ta-N試料のORR活性と加速劣化試験結果をSTMによるナノ構造分散状態に関する観察結果とともにFig.2にまとめた。未窒化Pt-Ta試料(黒)に比較して、Pt-Ta-N試料(赤)は活性、耐久性ともに向上した。とくにPt-Ta-N試料の場合加速劣化試験後の活性低下は15%程度にとどまり、今後作製条件を最適化することにより、より高活性・高耐久性を発現する触媒が得られると期待される。

2. モデル単結晶合金表面の MBE 構築と 酸素還元反応特性

本年はPt-Ir、Pt-Pd系に加え窒素ビーム照射Pt-Ni系モデル単結晶合金表面のORR活性および構造安定性(耐久性)を検討した。Pt/Ir(111)のCV曲線をPt(111)のそれと比較すると、OHの吸・脱着に起因する上下対称なピーク(バタフライ)が高電位側にシフトして観察され、基板Ir(111)との格子不整合の影響によりPtの表面酸化が抑制されることが示唆された。Pt/Ir(111)系のORR活性・耐久性を評価すると、Ptシェル厚を2原子層程度とした試料の初期活性はPt(111)に比較して約24倍の高活性を発現するが、電位負荷サイクルにより急激に失活し、5000サイクル後には対Pt(111)比で約2倍にまで低下した。一方、Ptシェル厚を4原子層程度とすると、5000サイクル後も約6倍の活性を維持し、Pt-Ir系はORR活性と耐久性に優れた合金系として有望であると結論した。

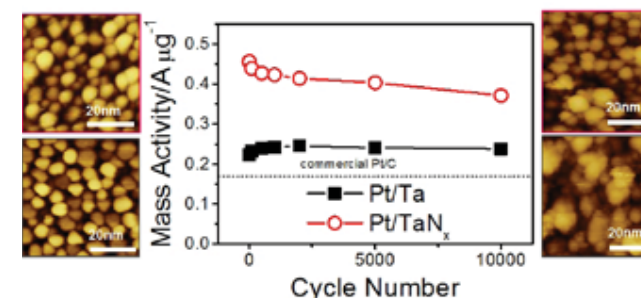


Fig.2 APD-synthesized Pt-N-Ta nano-structures (STM) and corresponding ORR properties.



3. 電極反応生成物その場分析装置の構築

四重極質量分析計(QMS)と真空排気系、電気化学セル、電極表面反応生成物採取するためのチップなどから構成されるオンライン電気化学質量分析計(OLEMS)を研究室内で試作した(Fig.3)。試作OLEMS装置を用い、メチルシクロヘキサンの脱水素反応、さらに二酸化炭素を原料として一酸化炭素、アルコール、メタンなどの燃料を電気化学的に合成するプロセスについて検討した。その結果、水素や一酸化炭素などの反応生成物の電位依存性(MSCV)を取得することに成功し、試作OLEMS装置の有用性を実証した。

特筆すべき業績

In this year, we have performed 1) investigations of oxygen reduction reaction properties for Pt-based bimetallic surface and nano-particles systems and 2) construction of an on-line electrochemical mass spectrometry system for in-situ detection of the electrochemical reaction products. The results have been published total 10 research papers including proceedings. Particularly, ACS catalysis (IF : 9.3) and Electrochimica Acta (IF : 4.8) are top-journals for catalysis and electrochemistry fields. Our students presented total 16 papers in international and domestic conferences, e.g., 2016 Pacific RIM Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Honolulu), Battery Symposium in Japan (Makuhari), The Electrochemical Society of Japan Meeting (Osaka), and The Japan Institute of Metals and Materials Meeting (Osaka). Among the presentations, H. Watanabe (M2) and M. Asano (M2) have received poster awards at The Electrochemical Society of Japan Meeting. H. Watanabe also won a poster prize at Catalysis Society of Japan, Fuel-Cell catalysts Seminar. (Fig.4)

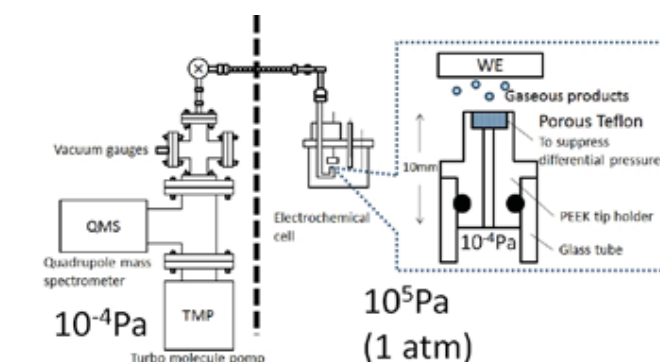


Fig.3 OLEMS set-up for in-situ analysis of electrochemical products.



Fig.4 Poster awards in The Electrochemical Society of Japan Meeting (Osaka) and Catalysis Society of Japan, Fuel-Cell Catalysts Seminar (Mishima).

鉄鋼製造技術を通して、 資源・エネルギー問題に貢献する

Development of new steelmaking technology contributing to the sustainable society

Steel products are made using iron ore as the main raw material. After these products have been used, they are scrapped and once again returned to iron material. In this way, iron, which is a basic material for daily life, can be reused time and time again, varying its form; thus, it is kind to the environment. At the same time, steelmaking process needs a large amount of energy and resources and it exerts a large influence on the environment. Then, it is necessary to reduce the impact on the environment at all stages, from the purchase of raw materials and equipment, manufacturing, technological development, transportation of products, to their use, recycling and disposal.

Based on such backgrounds, in our course teaching and research will be undertaken to develop new techniques related to the synthesis of various environmentally adaptable materials, especially metallic materials. Our mission is to develop novel material synthesis processes, which allow us to establish sustainable industries and social systems that utilize the environmentally adaptable-type materials.

連携講座（新日鐵住金）について

本連携講座は、2003年の環境科学研究科設立と同時に、環境適合材料創製学分野の教育と研究を行うことを目的として開設された。地球環境学コースに属し、鉄鋼メーカー（千葉県富津市）の技術開発部門内に開設されるという他の講座にはない特徴を有している（Fig.1）。

この特徴を最大限に活かし、実用を意識した環境技術・プロセス技術の習得に主眼を置いた学生教育と、基礎研究の早期社会還元を使命として取り組んでいる。また、大学と鉄鋼メーカーとの活発な人的交流・研究機器の共同利用を通じて環境に適合した材料・プロセスに関するプロジェクト型共同研究提案を目指している。

学生は富津市にある会社の独身寮で生活し、日夜、企業の人達と直接触れ合う環境にある。規則正しい日常を送ることで、心身共に健全な生活とすることを基本に置いている。優れた発想や正しい判断力は健全な精神から生まれ、教育や研究には重要な姿勢であると考えられている。さらに、受け身で研究をせず、常に自分で道を開いていく研究者を目指すことをモットーにしている。

本連携講座では、新日鐵住金に所属する3名の研究者が教員となり、これまで、修士学生25名、社会人博士8名を輩出し、2016年度は修士学生2名（2年生1名、1年生1名）が在籍している。



Fig.1 Nippon Steel & Sumitomo Metal R&E Center located In Futtsu, Chiba.

連携講座（新日鐵住金）の主な研究課題

本連携講座では、鉄鋼メーカーで長年培われた技術に基づき、省エネ高効率プロセスやマテリアルの設計・評価技術、環境負荷軽減を実現するための材料設計・プロセス等の研究に取り組んでいる。下記に主な研究を紹介する。

①Fe基アモルファス合金製高周波トロイダルコアのヒステリシス特性
アモルファス合金はその優れた軟磁気特性から商用周波数領域での電力トランスコアや高周波領域での各種コアとして用いられている。特に、高周波領域では渦電流損失が重視されることから、渦電流損失が低いアモルファス合金箔は有望視されている。高周波領域での用途は多岐に渡るが、ヒステリシスカーブを直線化して用いる用途が多く、コアをカットし、カットしたコア間に空気間隙を設けて磁気抵抗を導入してヒスカーブを直線化している。これに対して、カットしないままでも高温で焼鈍することでヒスカーブを直線化できることが経験的に知られている。本研究は、Fe基アモルファス合金製トロイダルコアでのこのヒスカーブの直線化の発現機構を解明するために行っている。

Fig.2に、本コアのヒスカーブの焼鈍温度依存性を示す。Fig.2からわかるように、昇温時間を1hr、保持時間を2hrとした場合、焼鈍温

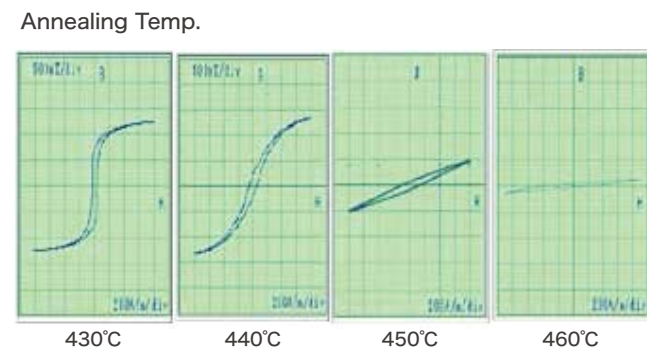


Fig.2 Dependence of hysteresis loop on annealing temperature



客員教授 佐藤 有一 Professor Yuichi Sato
客員教授 岡崎 潤 Professor Jun Okazaki
客員教授 楠 一彦 Professor Kazuhiko Kusunoki

度が450°C付近でヒスカーブが直線化している。一方、Fig.3に、本コアでの結晶化の焼鈍温度依存性を示す。アモルファス合金は過熱すると結晶化するが、Fig.3からわかるように、焼鈍温度の増加に伴い結晶化進む（デンドライト量が増加する）が、焼鈍温度450°C付近で結晶化がスタートしている。

これらの結果から、ヒスカーブの直線化はコアの結晶化と深い関係があると判断しており、この結晶化の観点からヒスカーブ直線化の発現機構を解明中である。

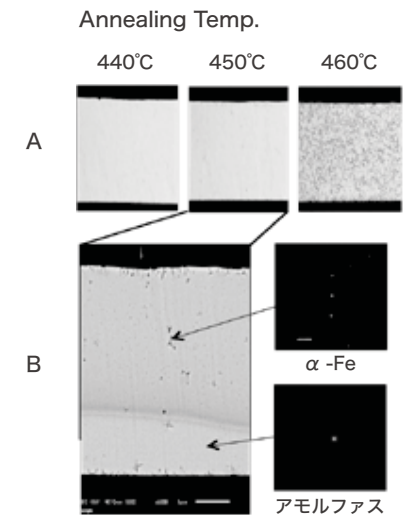


Fig.3 Crystallization procedure of amorphous core annealed
A: Optical micrograph, B:SEM micrograph, C:TEM micrograph

②単ロール PFC 法ロールメッキ種の薄帯形成に及ぼす影響
単ロール PFC 法はアモルファス合金薄帯の工業的規模での生産に用いられている液体急冷凝固方法であるが、得られる薄帯の表面性状の一層の改善が求められている。そこで、冷却媒体として用いるロール材質の薄帯性状に及ぼす影響を調査し、ロール材質として、Cu-Cr や Cu-Be が有望であることを把握している。本研究では、これらのロールに金属をメッキすることで更なる薄帯表面性状の改善を狙っており、当面は、メッキ種の薄帯形成に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究している。

これまで、Cu-Cr ロールで Ag、Fe、Ni の3種のメッキ種について実験したところ、薄帯形成自体に差異が生じることが判り、Ni メッキでは薄帯の形成は困難となる。一方、Ag、Fe では薄帯が形成するが、両者での薄帯の表面性状に差異があり、Ag メッキの方が表面性状は良好となる。

今後は更なる金属種について調査し、メッキ種による薄帯形成差異の発生原因について調査し、メッキ種の最適化を図りたい。

「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2016年度は8月に、本連携講座の特徴を活かして、連携講座教授陣に加え学外から専門技術者を非常勤講師として招聘し、集中講義を実施した。この講義では、産業の第一線で活躍している技術者からの生の声を学生に伝えることができると共に、その内容は以下に示すように法令からリサイクルまで多岐にわたり、鉄鋼製造プロセスを主としたエネルギー・環境の現状と実践的取り組みについて理解を深めてもらえたと考える。具体的な講義題目は下記の通りである。

- ・鉄鋼製造プロセスの概要と環境との関わり（導入）
- ・鉄鋼業における資源利用技術
- ・鉄鋼業における環境関連分析技術
- ・廃棄物と廃棄物リサイクルー法律・制度面からの解釈
- ・製鉄プロセスを活用したリサイクル技術
- ・鉄鉱石・石炭資源の現状と今後
- ・金属系エコマテリアルと製造プロセス技術
- ・鉄鋼業における公害防止技術（水質）
- ・先進半導体の機能と製造技術

業績

学協会発表実績（2016年1～12月）

- ①国内学協会
 - ・日本金属学会 H28 年秋期講演大会「Fe 基アモルファス合金の結晶化過程」(山田敦也)
- ②国際会議
 - ・ISMANAM2016 (International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials) "The crystallization process of iron based amorphous alloy" (山田敦也)
 - ・LAM2016 (International Conference on Liquid and Amorphous Metals) "Microstructure and thermal property of Fe based amorphous alloy during heating" (山田敦也)

グローバルな炭素循環の変化を捉える

Observation of Changes in Global Carbon Cycle

We, in cooperation with National Institute for Environmental Studies, carry out research on global atmospheric environment, such as global warming, and air pollution. For that purpose, we develop 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 the 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 at Asia, the Antarctica and the Arctic including Siberia, and study global atmospheric environment change by analyzing these data.

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。

衛星観測とモデルを用いた極成層圏雲がオゾン破壊に与える影響の定量化

国立環境研究所では、人工衛星 CALIPSO/CALIOP と Aura/MLS のデータを用いて、極域オゾン破壊の引き金を引く極成層圏雲 (PSC) が塩素化合物の活性化に与える影響の定量化を行った。PSC のタイプが同定できる CALIOP データから、2009/2010 北極初冬の PSC が初めて現れた空気塊を選び出し、5 日間の前方・後方粒跡線計算を行った。そのトラジェクトリーにマッチした MLS のデータから、HCl 及び ClO の変化の様子を解析した (Fig.1)。その結果、空気塊の気温が緩やかに低下するときは NAT タイプの PSC が、急速に低下するときは STS や Ice タイプの PSC が生成することを明らかにした。さらに、トラジェクトリー上での各種微量気体成分の変動の様子を、トラジェクトリー化学モデル ATLAS による結果と比較することにより、塩素化合物の活性化には T_{NAT} 4K の閾値温度が重要であることを明らかにした。以上研究の成果は、以下の論文に発表された。

Nakajima, H., et al. (2016): Polar stratospheric cloud evolution and chlorine activation measured by CALIPSO and MLS, and modeled by ATLAS, Atmos. Chem. Phys., 16, 3311-3325, doi:10.5194/acp-16-3311-2016.

地上観測とリモートセンシングによる陸域生態系の炭素収支の研究

国立環境研究所では、地上観測やリモートセンシングを活用し、森林での炭素収支、炭素の蓄積量などを広域で精緻に評価することにより、気候変動緩和策 (REDD+ や二国間クレジット制度等) の実現に資する研究を進めている。人工衛星から観測される植生の分光反射率は、世界の森林による CO₂ 吸収量の広域推定を行う上で有力なデータであることから、各地の CO₂ フラックス観測サイトでは、分光放射計を観測タワーに設置して衛星データの検証や広域手法の開発改良を行う研究が進められている。このたび、タワーなどの構造物や天空光の混入の影響を効果的に取り除き、植生のみ分光反射光を正確に測定することのできる遮蔽装置を開発した (Fig.2)。この装置を実際の森林 (国立環境研究所富士北麓フラックス観測サイト) に設置して長期的な影響評価を行ったところ、従来の方法 (非遮蔽時) の反射率は遮蔽時の最大約 3 倍になり、分光反射率から算出される植生指標が 8 ~ 22% 過小評価されるなど植生指数の値にも大きな影響が認めら

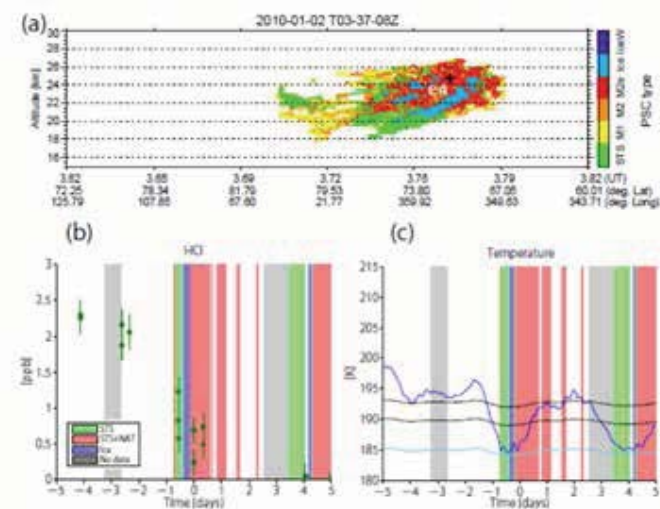


Fig.1 (a) Time-altitude plot of the PSC distribution measured by CALIOP, and HCl variation (b) along the forward trajectory starting at e4 (+) point in (a), as well as temperature history (c) along the trajectory.



客員教授 中島 英彰 Professor Hideaki Nakajima
客員教授 三枝 信子 Professor Nobuko Saigusa
客員教授 町田 敏暢 Professor Toshinobu Machida

れた。今後はこのような遮蔽装置の普及により、植生による分光反射率の精度向上が期待できる。この研究の成果は以下の論文に発表された。

Ide R., Hirose Y., Oguma H., Saigusa N. (2016) Development of a masking device to exclude contaminated reflection during tower-based measurements of spectral reflectance from a vegetation canopy. Agricultural and Forest Meteorology, 223, 141-150

温室効果ガスの地球規模観測

大気中の温室効果ガスのグローバルな循環を解明するためにはそれらのガスの空間分布や時間変動を知る必要があるが、世界の観測データはまだ十分ではない。特に地表以外の上空の観測値は決定的に不足している。われわれの研究室では地上ステーションや船舶を利用した観測に加えて航空機を使った温室効果ガスの3次元観測を推進している。

上空大気の観測データを高頻度で獲得するために、2005 年より定期旅客便に観測装置を搭載した観測プロジェクト (CONTRAIL プロジェクト) が国立環境研究所や気象研究所などのグループによって実施されている。定期旅客便を使った定常的な CO₂ 濃度の観測は世界で初めてである。これらのデータは上空における CO₂ 濃度の情報を著しく増やしつづあり、炭素循環の解明ばかりでなく、大気輸送モデルの検証、大気輸送メカニズムの解析、衛星観測データの検証にも大きく貢献している。

Fig.3 は日本の成田空港上空 (上図) とインドのデリー空港上空 (下図) で観測された二酸化炭素濃度鉛直分布の季節変化である。縦軸は高度を、横軸は月を表しており、年をまたがった季節変化がわかり

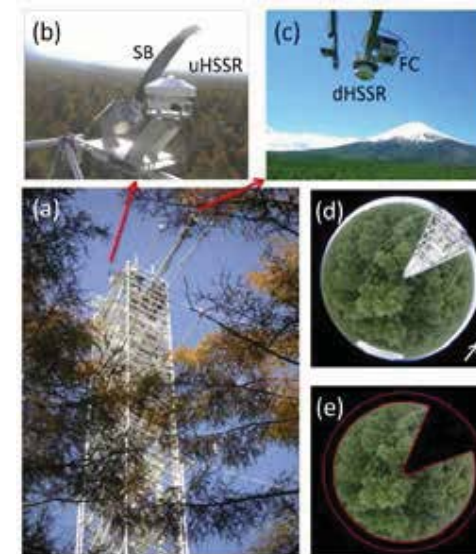


Fig.2 Flux tower and the spectral measurement system.

やすいように 2 年分の変動を示している。日本上空でもインド上空でも、二酸化炭素濃度は 8 月から 9 月にかけて陸上植物の光合成活動による吸収の影響を受けて非常に低い濃度を示し、さらに夏季は地表が暖まりやすく大気の下層混合が盛んになるため、地表から高度 12km 付近の上空までほぼ同時に濃度が下がっていることがわかる。夏が終わると、人為的な排出に加えて、植物の呼吸活動が光合成の活動を上回るため、二酸化炭素濃度は地表から上昇を始める。この季節は夏ほど大気の混合が活発ではないので、二酸化炭素は地表付近から蓄積していき、徐々に上空へと伝わっていく様子が日本上空のデータから明確に確認できる。日本以外でも、北半球の多くの観測サイトでこれに類似した季節変化が観測されている。これに対してインド上空では、10 月から 12 月にかけて濃度上昇が始まることは確認できるが、1 月から 3 月までは地表付近であっても非常に低い濃度が観測されている。デリー上空における二酸化炭素濃度の鉛直構造を解析した結果、デリー周辺では 1 月から地表付近での二酸化炭素吸収が強く、2 月から 3 月にかけて最大になることがわかった。デリー周辺には穀物地帯が広がっており、1 月から 3 月までは冬小麦の生育時期と一致していることから、Fig.3 下図の特徴的な季節変化は冬小麦の栽培によって作り出されることがわかった。さらに、この地域の陸上生態系が吸収した二酸化炭素の量は人為放出量の 2 倍近くに及ぶと推定できた。この結果によってインドを含む南アジア域における炭素循環の理解が大きく進むものと期待できる。この研究の成果は以下の論文に発表された。

Umezawa, T., Y. Niwa, Y. Sawa, T. Machida and H. Matsueda (2016), Winter crop CO₂ uptake inferred from CONTRAIL measurements over Delhi, India, Geophys. Res. Lett. doi: 10.1002/2016GL070939.

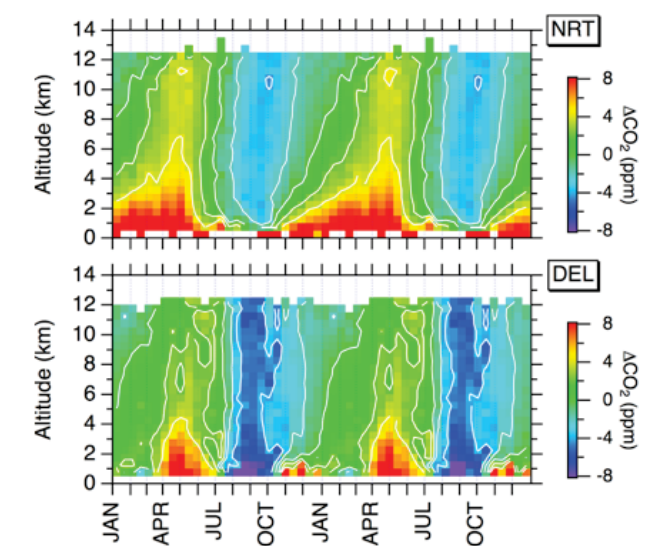


Fig.3 Seasonal variations of vertical profile in CO₂ mixing ratio observed over Narita (NRT), Japan (upper panel) and Delhi (DEL), India (lower panel).

「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

The members of the Environmental Risk Assessment (AIST Collaborative Laboratory) are carrying out studies to enhance safe and secure utilization of geothermal resources mainly by investigating technologies for ultra-resolution reservoir monitoring and rock-mechanical simulation of hydraulic fracturing/stimulation. Major research activities in 2016 include, (a) scientific and engineering studies for GW scale power generation from subduction-origin supercritical geothermal resources, (b) microseismic monitoring of treatment injection for production recovery at geothermal field, (c) development of monitoring system of environmental burden associated with geothermal development, and (d) innovative utilization of geothermal fluid for hydrogen production. Research and development to simulate industries in tsunami stricken area was also conducted.

当講座は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、本講座では環境科学専攻の博士課程学生1名をリサーチアシスタントとして雇用し、共同研究を実施している。

1. 沈み込み帯起源超臨界地熱資源開発に関する研究

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 GW スケールの発電可能性を探っている。様々な側面からの検討により 2050 年に大規模商用発電を実現するための一連の国家プロジェクトの企画立案を行った。さらに超臨界地熱資源開発時の岩体挙動の理解の深化とシミュレータの開発、高温坑井用坑内機器の開発等を実施している。

2. 微小地震による地熱貯留層の高精度モニタリング

岩手県八幡平および福島県柳津西山地熱フィールドにおいて、貯留層への注水時における微小地震および自然電磁波計測を実施している。これにより、貯留層への注水の効果をモニタリングしている。



Test facility of mechanical/hydrological behavior of rock

3. 地熱エネルギーの多様な利用法に関する研究

民間企業と連携して地熱水を利用した水素および素材の生成法等、地熱に関連した革新的技術の研究を実施している。

4. 適正な地熱開発手法に関する研究

地下や地域の特性に応じて総合的かつ柔軟に地熱システムの設計・開発を行うための方法論 (Overall System Design: OSD) や加圧注水による貯留層の能力改善に関する研究を実施している。また、温泉と地熱発電の関連に関する科学的基礎データ取得のための温泉モニタリングシステムの開発や温泉・地熱地域用硫化水素モニタリングシステムの開発を行っている。

5. 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技術シーズの実用化支援事業を実施している。



Development of H₂S monitoring system



客員教授 浅沼 宏
Professor
Hiroshi Asanuma



客員教授 張 銘
Professor
Ming Zhang



客員准教授 竹内 美緒
Associate Professor
Mio Takeuchi



客員准教授 坂本 靖英
Associate Professor
Yasuhide Sakamoto



客員准教授 相馬 宣和
Associate Professor
Nobukazu Soma

国際貢献

当研究室は国際レベルの研究・教育を強く意識し、研究の国際的展開を図っている。浅沼はスイスの企業と連携して、パズルで取得した A E の解析を行っている。また、ドイツ、米国、イタリア等の国立研究所との国際共同研究を行っている。

社会貢献・社会連携

浅沼: ICDP (International Continental Scientific Drilling Program) SAG (Science Advisory Group) 委員、J-DESC (日本掘削科学コンソーシアム) 陸上掘削部会執行部委員、Japan Formation Evaluation Society Board Member、JOGMEC 地熱貯留層探査技術推進委員会委員、NEDO Program Manager、福島県における地熱資源開発に関する情報連絡会専門家部会委員、日本地熱学会評議員、同企画委員会委員長、同総務委員等

他研究機関との連携

GFZ、LBNL、USGS、ベルリン自由大学、チューリッヒ工科大学、MIT、ITB、ISOR、海洋研究開発機構、埼玉県環境科学国際センター、北海道大学、東京大学、九州大学、東京工業大学、福島大学、弘前大学、宮城教育大学、室蘭工業大学

自治体、NPO等との連携

福島県、郡山市、気仙沼市

小中学校等との連携

浅沼: 出前授業 (4回)、公開講座 (1回)

招待講演

浅沼: 3回



Monitoring system of hot-springs



Development of downhole tools for HT/HP boreholes



Laboratory test system of hydrogen production system using hot springs



Seminar with RAs from Tohoku University

バイオテクノロジー・バイオシステムを利用した地球温暖化の緩和・適応対策ならびに環境計測技術

Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation / adaptation measures and environmental measurement.

We are engaged in Biotechnical Eco-management research for mitigation of Green House Gases (GHGs) and environmental analysis/monitoring.

1. Microbial metabolism can be induced by bioelectrochemical systems (BESs), depending on the redox processes at the working electrode. They have been used in various applications such as wastewater treatment, and in the production of energy rich chemicals so called as biofuels. In this year, we developed a BESs that allowed the increase in microbial growth and production of valuable chemicals. We used *Clostridium acetobutylicum* for butanol production, and *Acidithiobacillus ferrooxidans* for CO₂ fixation and chemical production. We are developing further, with the aim of converting and producing valuable chemicals.
2. We worked on the development of the catalyst to use for chemical conversion of the CO₂ as CCUS elemental technology development. We recently disclosed the hydrogenation of carbon dioxide to formate catalyzed by copper complexes. We have further studied the catalyst design attributed to the formation of the DBU-Cu species. We focused on polymeric ligands having DBU structure to develop immobilized copper catalysts. A range of aldehydes and ketones were effectively hydrogenated in the presence of catalytic amount of copper salt and polystyrene-bound DBU.
3. Under the environment that chemical corrosion was hard to be induced, the phenomenon "Microbial Induced Corrosion(MIC)" have come to be reported. The establishment of appropriate corrosion evaluation, measures is expected, but there is not the basic knowledge of that purpose despite ten minutes. Therefore, We analyzed corrosion of the carbon steel and correlation with the biofilm as a model in the MIC. As a result, with progress of the corrosion on the carbon steel surface, the biofilm developed. In addition, in the biofilm inside, the remarkable increase of methane bacteria was seen in addition to sulfate reducing bacteria. The possibility that these microbes which contacted with carbon steel greatly contributed to corrosion of the carbon steel was shown. We are going to search examples and investigate the mechanism of MIC.

国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 第 22 回締約国会議 (COP22 マラケシュ会議) が 2016 年 11 月 7 日から 18 日まで開催された。UNFCCC-COP22 に関するマスコミの報道は、何か熱意が低いように感じられた。何故だろうか。パリ協定では、世界共通の長期目標として 2°C 目標のみならず 1.5°C への言及がなされた。そのパリ協定は、2016 年 11 月 4 日に、批准する国等の条件が充足され発効した。COP22 ではパリ協定の「ルール作り」がスタートすることが「無事に」決まった。口さがない言い方をすれば、ルール作りが始まった/スケジュールを確認した、というのが結果である。そして、2016 年から 2017 年に立て続けに起こった/起こる世界の指導者の代変えの影響を見なければ、パリ協定に命が吹き込まれるか否かが分からない(と、皆感じていると思う)。

パリ協定の骨子はどうかであったろうか。ポスト京都議定書の議論が沸騰した 2010 年前後、COP16 カンクン合意 (2010 年) では、パリ協定につながる土台が示された。カンクンからパリに引き継がれた内容で重要なことは、「緩和」と「適応」のため、技術、資金、能力開発が必要で、透明性を確保した上で世界全体で進捗確認しながら Implementation することである。日本の役割が、世界から期待されている内容である。

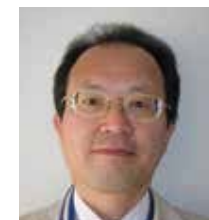
バイオエコマネジメント学分野では、再生可能エネルギー・省エネルギーや資源リサイクル等についてバイオテクノロジーやバイオシステムの適用を図っている。これらの技術・システムは、Implementation のベースとなる。

再生可能エネルギーの一つであるバイオマスエネルギーは、バイオマスの賦存が世界に広く・薄く・普遍的であるため、エネルギー利用の際の効率的な使い方・技術が肝要となってくる。2016 年度では、バイオマスを効率的にエネルギー化学物質へ変換する技術として電気培養法の開発を進めた。また、CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization & Storage) 要素技術開発の一環として触媒による CO₂ の化学物質への変換技術について取り組んだ。さらに、インフラの劣化抑制による低炭素化を目的として、微生物腐食に関する研究を行った。

1. バイオ電気化学的システム BESs によるバイオ燃料生産のための微生物代謝方法の促進

微生物の作用で有機物や二酸化炭素を変換・固定してエネルギー化学物質 (バイオ燃料) を生産するプロセスを電気化学的に促進することを目指し、2 種類の微生物に対して電気化学的還元反応を供した際の、微生物の代謝変化ならびに生成物、菌体増殖の変化について解明した。

バイオ電気化学的システム (bioelectrochemical systems: BESs) では、作用電極における酸化還元作用により、微生物代謝を促進することが可能である。我々は、(A) ブタノール生産のためのクロストリジウム属 *acetobutylicum* と、(B) 炭酸固定と化学産生のた



客員教授 渡部 良朋
Professor
Yoshitomo Watanabe



客員准教授 松本 伯夫
Associate Professor
Norio Matsumoto

めの *Acidithiobacillus ferrooxidans* に BESs を適用した (Fig.1)。(A) では炭素源としてのブドウ糖、電子伝達体としてのメチルピオローゲンを用いて *Acetobutylicum* を BES 培養装置で嫌氣的に培養した。電子供給により、電子供給なしの生産レベルと比較して、ブタノール生産効率が 3 倍に向上した。この生産効率向上のメカニズムを解明するために、代謝プロセスを解析した。その結果、BESs によりアミノ酸同化/ヌクレオチド生産プロセスの抑制と、ブタノール・エタノール・乳酸生産が促進されることを明らかにした。(B) では、BESs により細胞成長は 10 倍の増加を示し、電流値と通電量により成長量が制御されることを確認した。今後は、固定された CO₂ により化学製品を生産する応用を図る予定である。

2. CCUS 要素技術開発: CO₂ の化学的変換 / 有効利用技術 ~ 修飾高分子を配位子とする銅触媒による水素化反応 ~

CCUS 要素技術開発として、CO₂ の化学的変換に利用する触媒の開発に取り組んだ。これまで、銅塩と 1,8-ジアザビシクロ [5.4.0]-7-ウンデセン (DBU) からなる二元系触媒が二酸化炭素の水素化反応に有効であることを見だしている。そこで、DBU-Cu 種の形成を

鍵とする触媒設計として、ポリスチレン残基に DBU 構造を有する高分子への分子触媒の固定化を試みたところ、アルデヒドならびにケトンの水素化反応に有効な高分子銅触媒が得られることを見だした。

3. 炭素鋼表面のバイオフィーム形成と微生物腐食

インフラ構築には鋼鉄などの生産のために CO₂ を多く輩出する素材が使われ、これらを長持ちさせることは CO₂ 排出を抑制する効果がある。すなわちインフラの劣化抑制関連する技術は、低炭素化技術でもある。

近年、化学的な腐食が進行しづらい環境下において、微生物反応が作用する急速な腐食が進行する現象「微生物腐食」が報告されるようになった。微生物腐食による経済的損失は、世界累計で年間 30-50 億ドル規模とも試算される例があるほどである。適切な腐食評価・対策の確立が望まれるが、そのための基礎的な知見は十分とは言えない。このため、微生物腐食に関する知見を得る一環として、環境試料から獲得した腐食活性を有する微生物群集をモデルとして、炭素鋼の腐食とバイオフィームとの関連を解析した。その結果、腐食の進行に伴って、炭素鋼表面にはバイオフィームの発達し、バイオフィーム内部では、これまでに微生物腐食の主な原因菌と考えられてきた硫酸還元菌に加え、メタン菌の顕著な増殖が見られ、炭素鋼と接するこれら微生物種が炭素鋼の腐食に大きく寄与している可能性が示された。また、これら硫酸還元菌とメタン菌は単独時よりも共存時に腐食活性が向上することが明らかとなった。今後は微生物腐食事例の検索とメカニズムの解明に展開する。

招待講演等での活動

- ・学会のシンポジウム等での講演 (2 件、うち受賞講演 1 件)

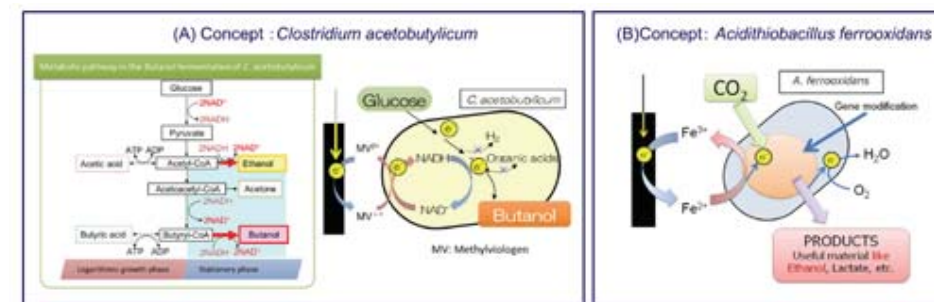


Fig.1 Concept of bioelectrochemical systems (BESs) for enhancing the microbial metabolism (quoted from N. Matsumoto et al (2016, The 3rd AP-ISMET 2016))

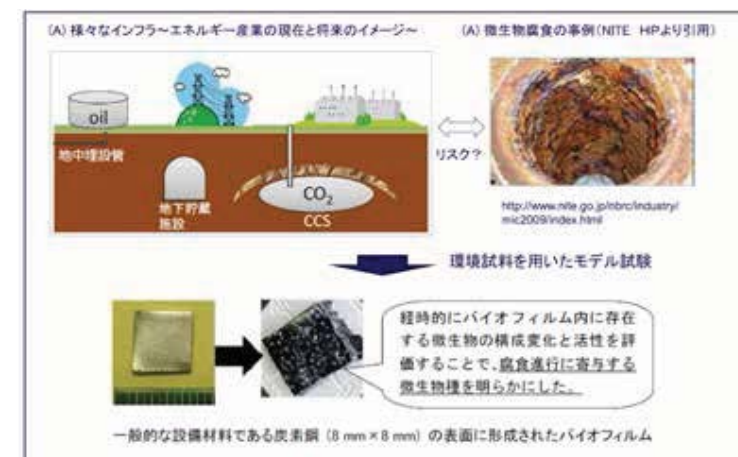


Fig.2 Microbial Induced Corrosion (MIC) (quoted from S. Hirano et al (2016, Agricultural Chemical Society of Japan annual convention))



東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト

Tohoku Recovery Next-generation Energy Research and Development Project

This project started in September 2012 with Tohoku University Graduate School of Environmental Studies playing the central role, together with the graduate School of Engineering, the graduate School of Agriculture Science Faculty of Agriculture and New Industry Creation Hatchery Center and also the University of Tokyo, etc., in a consortium of five national and public universities and relevant local governments. This year is the fifth since the project's launch and, supported by the relevant local governments and people in the community, the project's three R&D themes aimed at social implementation and industrialization in earthquake stricken areas are steadily nearing completion in visible forms, and many of them are already generally in use. Below we present the main achievements during 2016 and current status of each of the tasks.

研究概要

本プロジェクトは、本学環境科学研究科を中心に工学研究科、農学研究科、未来科学技術共同研究センターに加え、東京大学、筑波大学、岩手大学、秋田県立大学及び石巻専修大学と東日本大震災の被災地を中心とした関係自治体とのコンソーシアムにより、2012年9月にスタートした。今年度は発足から5年目の最終年度を迎え、プロジェクトを構成する3つの課題の研究開発成果は関係自治体及び地域住民等の協力の下、被災地での社会実装や産学連携による実用化・事業化の具体的成果が見えてきており、本プロジェクト終了後も多くの課題で研究開発の継続を予定している。また、本プロジェクトの推進に当たり、文部科学省、復興庁並びに外部評価委員の先生方の支援に感謝申し上げます次第であります。以下に28年度の本プロジェクトの活動状況及び各課題の主な研究開発成果を記載した。

プロジェクト全体の活動

本年度は、例年通り総合企画室会議、運営委員会の開催のほか、事業推進委員会を青森県八戸市での開催に加え、事業推進委員会の一環として岩手県久慈市の玉の脇漁港において、波力発電装置の実証試験の現場視察を行い、日本初の系統連系した波力発電装置の研究開発成果について、一層理解を深めた。

また、プロジェクトの実施状況及び研究開発成果を被災地等の市民への公開と再生可能エネルギーを中心に次世代エネルギーの研究開発を社会に発信するため、次世代エネルギーシンポジウム(最終報告会)を開催したほか、仙台市や石巻市において市民フォーラムを開催するとともに、潮流発電装置、波力発電装置等の実証試験の様子を市民等に公開したほか、環境エネルギーや産業振興関連の展示会に出展するなど、積極的に広報活動を展開した。

加えて、これまで本プロジェクトの研究開発や実証試験の様子を映像収録してきたものをまとめ、「NETプロジェクトの5年間の歩み」として完結版を製作し、ウェブサイトを通じて公開した。

主要課題の成果

本プロジェクトでは、東日本大震災の被災地を中心に地域に潜在的に有する自然エネルギーを活用する次世代エネルギーの研究開発を進めてきた。

課題1は「三陸沿岸へ土入可能な波力等の海洋再生可能エネルギーの研究開発」である。潮流発電装置及び波力発電装置はそれぞれ東京大学でのベンチ試験と各種許認可手続きを経て、地域の市民や企業の協力のもと設置を進めてきた。潮流発電装置(定格出力5kW)については、塩釜市浦戸諸島の寒風沢島に平成27年3月に日本初となる系統接続した潮流発電装置の設置が完了し、地元漁協が有する冷凍冷



Fig.1 The public forum in Ishinomaki city (11th November, 2016)



Fig.2 The Kuji Wave Power Plant is now approved for conducting power generation experiments (Task 1)



プロジェクトリーダー 教授
田路 和幸 (兼務)
Professor
Kazuyuki Tohji



特任教授
霜山 忠男
Specially Appointed Professor
Tadao Shimoyama



東北復興プロジェクト推進室長
熊谷 功
General Manager
Isao Kumagai



准教授
木下 睦
Associate Professor
Atsushi Kishita



助教
梅木 千真 (兼務)
Assistant Professor
Senshin Umeki

助手
物部 朋子
Research Associate
Tomoko Monobe

研究支援者
早川 昌子
Research Support Officer
Masako Hayakawa

事務補佐員
加藤 綾子
Clerical Assistant
Ayako Kato

事務補佐員
齋藤 智子
Clerical Assistant
Tomoko Saito

事務補佐員
日下 房子
Clerical Assistant
Fusako Kusaka

事務補佐員
吉田 和美
Clerical Assistant
Kazumi Yoshida

蔵庫に電力供給を開始した。これまで現地での観測結果を踏まえて、発電効率向上などの改良を加え、実証試験を進めている。また、波力発電装置(定格出力43kW)については、岩手県久慈市玉の脇漁港に設置を進めてきたが、平成28年10月に日本初となる系統接続した波力発電装置の設置が完了し、地元漁協へ電力の供給を開始した。今後は、これまでの成果をベースに全国的な普及展開が期待されている。

次に課題2は「微細藻類のエネルギー利用に関する研究開発」である。この課題では、東日本大震災における津波被害で壊滅的な打撃を受けた仙台市南蒲生浄化センターにおいて、下水を栄養源とする微細藻類の繁殖とオイル産出するシステムの基盤技術の確立を目指し、筑波大学や南蒲生浄化センター内でのベンチスケールでの試験を踏まえ、平成27年10月にパイロットプラントの完成を見た。これまでのパイロットプラントでの培養では、*Botryococcus braunii* BOT-22株を用いて実験を行った結果、炭化水素系オイル、ポトリオコクセンを蓄積、今後、下水による連続培養を構築。また、下水利用に適した微細藻類の優良株の単離も進めている。また、LCA(ライフサイクルアセスメント)では、藻類の培養に係る消費電力を30%削減、抽出溶媒の回収率を90%→95%まで向上、オイル産出に係る蒸留の消費電力53%削減を目指し、LCAを行いながら最適な微細藻類のエネルギー利用技術の確立を図っている。

3番目の課題は「再生可能エネルギーを中心とし、人・車等のモビリティ(移動体)の視点を加えた都市の総合的なエネルギー管理システムの構築のための研究開発」である。本研究開発の中心課題は、「EMSと地域エネルギー関連技術開発」及び「モビリティ関連技術開発」を統合する「エネルギー・モビリティ統合マネジメントシステム(EMIMS)」の創出にある。

これまで地域が潜在的に有する地域エネルギーを有効活用するため、仙台市内では太陽光を利用したEMS制御複数拠点間電力融通システ

ムの研究開発や青葉山キャンパスでの多目的給電ステーションの実証試験等を行ってきた。大崎市においては、家畜糞尿や食物残渣を利用したEMS制御バイオマスエネルギーシステムの研究開発及び温泉熱を利用したEMS制御利用バイオナリー発電システムの研究開発を行ってきた。また、石巻市においては、公共施設用のEMS太陽光発電システムの開発及び水産加工から排出される汚泥を利用したEMS制御バイオマスエネルギーシステムの研究開発並びにEMS制御地中熱エネルギーシステムの研究開発を行い、植物工場の温度管理システムの一部に利用されるなど地域に根差した成果を挙げてきた。

モビリティ関連技術開発では、これまで仙台市や石巻市の沿岸領域に加え、大崎市までの将来のEV普及による電力系統と交通状況への影響がシミュレーション可能なモビリティマネジメントシステムを構築するとともに、表現・情報提供システムの研究開発及び先進モビリティにおける人間行動システムの研究開発を行い、その成果は日本カーシェアリング協会や市民の協力により実証された。

これらEMS地域エネルギーとモビリティ情報を統合するEMIMSの創出では、27年度に整備した多目的給電ステーションと石巻市の鹿妻小学校に設置したV2Hイバータを統合してEMIMSの構築を進めた。その開発では、EMSサーバーとEVサーバーの情報を基に石巻市役所を起点に平時、非常時における地域エネルギー情報及びEV車のバッテリー情報及び運行情報等を運転者に提供するとともに、同時に市役所においても把握でき、非常時には避難場所等へEV車からV2Hを介して電力の供給を行うシステムを構築した。その結果は非常時を想定した模擬テストの結果、全ての機能が正常に機能したことを確認した。

以上の成果は今後の石巻市のまちづくりはもとより、東日本大震災の被災地や今後危惧される南海トラフ大地震の対象地域におけるまちづくりに大いに貢献できるものである。



Fig.3 The pilot plant for culturing microalgae at Minamigamo sewage plant (Task 2)



Fig.4 V2H system has been installed in Kazuma elementary school, Ishinomaki city (Task 3)

基幹講座

先進社会環境学専攻

資源戦略学講座

環境複合材料創成科学分野

【論文】

- In Situ Electrochemical Raman Spectroscopy of Air-Oxidized Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotube Bundles in Aqueous Sulfuric Acid Solution. [The Journal of Physical Chemistry C, 120, (2016), 7133-7143] Shin-ichi Ogino, Takashi Itoh, Daiki Mabuchi, Koji Yokoyama, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato
- Asymmetric and symmetric absorption peaks observed in infrared spectra of CO₂ adsorbed on TiO₂ nanotubes. [The Journal of Chemical Physics, 144, (2016), 154703(1)-154703(7)] Koichiro Yamakawa, Yoshinori Sato, Katsuyuki Fukutani
- Efficiency and long-term durability of nitrogen-doped single-walled carbon nanotube electrocatalyst synthesized by defluorination-assisted nanotube-substitution for oxygen reduction reaction. [Journal of Materials Chemistry A, 4, (2016), 9184-9195] Koji Yokoyama, Shun Yokoyama, Yoshinori Sato, Kazutaka Hirano, Shinji Hashiguchi, Kenichi Motomiya, Hiromichi Ohta, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato

環境素材設計学分野

【論文】

- Synthesis of layered double hydroxide coatings with oriented structure and controllable thickness on aluminium substrates. [Cryst. Eng. Comm., 18, (2016), 1207-1214] Taishi Yokoi, Mitsuo Hara, Takahiro Seki, Sota Terasaka, Masanobu Kamitakahara and Hideaki Matsubara
- Densification kinetics during isothermal sintering of 8YSZ. [Journal of the European Ceramics Society, 36, (2016), 1269-1275] Byung-Nam Kim, Tohru S. Suzuki, Koji Morita, Hidehiro Yoshida, Yoshio Sakka, Hideaki Matsubara
- Effects of carbonate inclusion on fluoride ion removal by hydroxyapatite: A discussion from the viewpoint of hydroxyapatite dissolution. [Journal of the Ceramic Society of Japan, 124 (12), (2016), 1211-1216] Sota Terasaka, Masanobu Kamitakahara, Taishi Yokoi, Hideaki Matsubara
- Adhesion behaviors of Escherichia coli on hydroxyapatite. [Mater. Sci. Eng. C, 61, (2016), 169-173] Masanobu Kamitakahara, Shohei Takahashi, Taishi Yokoi, Chihiro Inoue, Koji loku
- Spherical porous hydroxyapatite granules containing composites of magnetic and hydroxyapatite nanoparticles

for the hyperthermia treatment of bone tumor. [J. Mater. Sci.: Mater. Med., 27, (2016)] Masanobu Kamitakahara, Naohiro Ohtoshi, Masakazu Kawashita, Koji loku

- Effect of silicate incorporation on in vivo responses of α -tricalcium phosphate ceramics. [J. Mater. Sci.: Mater. Med., 27, (2016)] Masanobu Kamitakahara, Eri Tatsukawa, Yasuaki Shibata, Shota Umamoto, Taishi Yokoi, Koji loku, Tohru Ikeda
- Regulation and biological significance of formation of osteoclasts and foreign body giant cells in an extraskeletal implantation model. [Acta Histochem. Cytochem., 49, (2016), 97-107] Gazi Jased Ahmed, Eri Tatsukawa, Kota Morishita, Yasuaki Shibata, Fumio Suehiro, Masanobu Kamitakahara, Taishi Yokoi, Takehiko Koji, Masahiro Umeda, Masahiro Nishimura, Tohru Ikeda
- Diversity of multinucleated giant cells by microstructures of hydroxyapatite and plasma components in extraskeletal implantation model. [Acta Biomaterialia, 39, (2016), 180-191] Kota Morishita, Eri Tatsukawa, Yasuaki Shibata, Fumio Suehiro, Masanobu Kamitakahara, Taishi Yokoi, Koji loku, Masahiro Umeda, Masahiro Nishimura, Tohru Ikeda
- タングステンを含むチタン炭窒化物の熱伝導率と電気伝導率. [粉体および粉末冶金, 63 (10), (2016), 918-923] 松田哲志, 松原秀彰

環境修復生態学分野

【論文】

- Adhesion behaviors of Escherichia coli on hydroxyapatite. [Materials Science and Engineering C, 61, (2016), 169-173] Masanobu Kamitakahara, Shohei Takahashi, Taishi Yokoi, Chihiro Inoue, Koji loku
- Development of suitable hydroponics system for phytoremediation of arsenic contaminated water using an arsenic hyperaccumulator plant Pteris vittata. [Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 80 (3), (2016), 614-618] Yi Huang, Keisuke Miyauchi, Chihiro Inoue, Ginro Endo
- Arsenic contamination of groundwater and agricultural soil irrigated with the groundwater in Mekong Delta, Vietnam. [Environmental Earth Sciences, 75 (9), (2016), 757] Huang Y., Miyauchi K., Endo G., Don L.D., Manh N.C., Inoue C.
- Root exudates of Arabidopsis halleri ssp. gemmifera enhance Cd and Zn extraction in a contaminated soil. [Proceedings of Goldschmidt 2016, (2016)] Hiroshi Kudo, Kazuki Sugawara, Chihiro Inoue
- Phytofiltration Potential of Pteris multifida for Accumulating As, Pb, Cd and Se from Mixed Metal Solution. [Proceedings of 13th International Phytotechnologies Conference, (2016)] Farzana Rahman, Kazuki Sugawara, Mei-Fang Chien, Chihiro Inoue

- Phenotypic and genotypic analysis of arsenic accumulation and transformation in three Pteris ferns. [Proceedings of 13th International Phytotechnologies Conference, (2016)] Shujun Wei, Mei-Fang Chien, Kazuki Sugawara, Chihiro Inoue
- Analysis of bacteria in rhizosphere of two arsenic hyperaccumulators and their effects on phytoremediation of arsenic. [Proceedings of 13th International Phytotechnologies Conference, (2016)] Ryota Makita, Mei-Fang Chien, Hirohumi Nagayama, Chihiro Inoue
- Mercury resistance transposons in Bacilli strains from different geographical regions. [FEMS Microbiology Letters, 363 (5), (2016), fnw013] Kazuaki Matsui, Satoshi Yoshinami, Masaru Narita, Mei-Fang Chien, Le T. Phung, Simon Silver and Ginro Endo
- Biotechnological remedies for the estuarine environment polluted with heavy metals and persistent organic pollutants. [International Biodeterioration & Biodegradation, (2016), 1-12] Ganiyu Oladunjoye Oyetibo, Keisuke Miyauchi, Yi Huang, Mei-Fang Chien, Matthew Olusoji Ilori, Olukayode Oladipo Amund, Ginro Endo

地球物質・エネルギー学分野

【論文】

- Understanding of chromium and zirconium in soils by hydrofluoric acid digestion and induced coupled plasmamass spectrometry. [Soil Science and Plant Nutrition, 62 (2), (2016), 121-126] Shin-ichi Yamasaki, Akira Takeda, Kazuhiro Kimura and Noriyoshi Tsuchiya
- Contrasting geochemical signatures of Devonian and Permian granitoids from the Tseel Terrane, SW Mongolia. [Journal of Geosciences, 61, (2016), 51-66] Ulziiburen BURENJARGAL, Atsushi OKAMOTO, Noriyoshi TSUCHIYA, Masaaki UNO, Kenji HORIE, and Tomokazu HOKADA
- Supercritical geothermal reservoir revealed by a granite-porphry system. [Geothermics, 63, (2016), 182-194] Noriyoshi Tsuchiya, Ryoichi Yamada and Masaaki Uno
- Linking microearthquakes to fracture permeability. [Geophysical Research Letters, (2016)] Takuya Ishibashi, Noriaki Watanabe, Hiroshi Asanuma, and Noriyoshi Tsuchiya
- Development of Portable Thermoluminescence Measurement Equipmnet for Geothermal Exploration. [J. Geothermal Research Society of Japan, 38 (4), (2016), 127-131] Noriyoshi Tsuchiya, Hiroaki Ishikawa, Ryoichi Saito and Nobuo Hirano
- ν -X-type relative permeability curves for steam-water two-phase flows in fractured geothermal reservoirs. [Geothermics, 65, (2016), 269-279] Noriaki Watanabe, Takuma Kikuchi, Takuya Ishibashi and Noriyoshi Tsuchiya
- Linking microearthquakes to fracture permeability evolution. [Crustal Permeability, Wiley, (2017), 49-64] Takuya Ishibashi, Noriaki Watanabe, Hiroshi Asanuma and Noriyoshi Tsuchiya

- Reaction-induced rheological weakening enables oceanic plate subduction. [Nature Communications, (2016)] Hirauchi K-I, Fukushima K, Kido M, Muto J, Okamoto A
- Contrast in stress-strain history during exhumation between high- and ultrahigh-pressure metamorphic units in the Western Alps: Microboudinage analysis of piemontite in metacherts. [Journal of Structural Geology, (2016)] Omori Y, Barresi A, Kimura N, Okamoto A, Masuda T
- The roles of fluid transport and surface reaction in reaction-induced fracturing, with implications for the development of mesh textures in serpentinites. [Contributions to Mineralogy and Petrology, (2016)] Shimizu, H., Okamoto, A
- Bayesian inversion analysis of nonlinear dynamics in surface heterogeneous reactions. [Physical Review E, (2016)] Omori, T., Kuwatani T, Okamoto A., Hukushima K
- Secular changes in environmental stresses and eukaryotes during the Early Triassic to the early Middle Triassic. [Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 451, (2016), 35-45] Saito, R., Kaiho, K., Oba, M., Tong, J., Chen, Z.-Q., Takahashi, S., Chen, J., Tian, L. and Biswas, R.K.
- Effects of soil erosion and anoxic-euxinic ocean in the Permian-Triassic marine crisis. [Heliyon, 2, (2016), e00137] Kaiho, K., Saito, R., Ito, K., Miyaji, T., Biswas, R., Tian, L., Sano, H., Shi, Z., Takahashi, S., Tong, J., Liang, L., Oba, M., Nara, F., Tsuchiya, N. and Chen, Z.-Q.
- Seismic evidence for flow in the hydrated mantle wedge of the Ryukyu subduction zone. [Scientific Reports, 6, (2016), 29981, doi: 10.1038/srep29981.] Takayoshi Nagaya, Andrew M. Walker, James Wookey, Simon R. Wallis, Kazuhiko Ishii, J.-Michael Kendall
- 地熱地域の地殻の透水—不透水境界と水の状態変化にともなう鉱物析出の関係性. [日本地熱学会誌, 38 (1), (2016), 17-25] 最首花恵, 岡本敦, 土屋範芳
- スパースモデリングによる津波堆積物の判別—津波到達推定への応用—. [電子情報通信学会誌, 99 (5), (2016), 418-423] 駒井武, 桑谷立, 中村謙吾, 土屋範芳

地球開発環境学分野

【論文】

- Study on Recycling of Tsunami Sludge in the River as Banking Materials. [Proc. of the 6th Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2016), S3-1-1-S3-1-11] Masanori SATO, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI
- Study on Development of Placing Type Fiber-Cement-Stabilized Soil Method and Evaluation of Strength Properties of Modified Soil. [Proc. of the 6th Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2016), S3-2-1-S3-2-8] Subaru TACHIHANA, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI
- Study on Sludge Improvement by using Rica Husk. [Proc.

of the 6th Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2016), S3-3-1-S3-3-13] Phan Thanh CHIEN, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Study on New Combination Method for Replacing Recycled Concrete Aggregate in Concrete. [Proc. of the 6th Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2016), S3-4-1-S3-4-15] Bui Ngoc KIEN, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Study on Recycling of Tsunami Sludge Deposited on the Bottom of Rivers as Banking Materials. [Advanced Experimental Mechanics, 1, (2016), 196-201] Hiroshi TAKAHASHI, Masanori SATO and Tomoaki SATOMI

● Study on Sludge Reinforcement with Placing type Fiber-Cement-Stabilized Soil Method by using Raw Rice Husk. [Proc. of 11th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2016), USB] Phan Thanh CHIEN, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Study on Application of Geopolymer for Fiber-Cement-Stabilizes Soil Method to Improve the Sludge Generated in the Disaster Sites. [Proc. of 11th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2016), USB] Vu Minh Chien, Le Anh Tuan, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Study on Production of Spherical Aggregates using Dehydrated Cake Discharged from Various Crushed Stone Quarries. [Proc. of 11th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2016), USB] Yuji ICHINOSE, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● A Study on Characteristics of Soil Adhesion to Material Surface. [Proc. of 11th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2016), USB] Kohei MASUDA, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Study on Effect of Gravel Content on Resistive Forces Acting on the Bucket in Soil Excavation Works. [Proc. of 11th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2016), USB] Riki ICHIMURA, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Improvement of Recycled Aggregate Concrete Properties by Coating Pozzolanic Solutions Materials. [Proc. of International Symposium on Earth Science and Technology 2016, 1, (2016), 67-73] BUI Ngoc Kien, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● Experimental Evaluation on Strength Properties of Placing Type Fiber-Cement-Stabilized Soil. [Proc. of International Symposium on Earth Science and Technology 2016, 1, (2016), 79-84] Subaru TACHIHANA, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

● 地盤掘削時の抵抗力に及ぼす礫混入の影響に関する研究. [テラメカニクス, 1, (2016), 33-36] 市村力, 里見知昭, 高橋弘

● パケット掘削による地盤定数推定のためのニューラルネットワークモデル. [テラメカニクス, 1, (2016), 37-42] 里見知昭, 高橋弘

● 土粒子と材料表面の付着に関する研究. [テラメカニクス, 1, (2016), 49-54] 増田幸平, 里見知昭, 高橋弘

● 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進—災害調査部会における現場検証の紹介—. [日本ロボット学会誌, 34 (8), (2016), 196-201] 高橋弘

● 繊維質固化処理土工法に用いるセルローズ繊維の生分解性に関する実験的研究. [資源・素材学会誌, 132 (12), (2016), 182-189] 森勇人, 高橋弘, 加来伸夫, 西村宏之

● Periodic Measurement of In-Situ Rock Stress at Shallow Depth in the Vicinity of the Epicenter Before and After the 2011 Tohoku-Oki Earthquake. [Proc. of 7th International Symposium on In-Situ Rock Stress, (2016), 510-519] Kiyotoshi Sakaguchi, Motoki Egawa, Tatsuya Yokoyama

● Application and Integrated Evaluation of the Compact Conical-Ended Borehole Overcoring Technique in a Fractured Rock. [Proc. of 7th International Symposium on In-Situ Rock Stress, (2016), 593-599] T. Nayuki, T. Tanaka, K. Ando, K. Oka, N. Nishizaka, Y. Shimoguchi, H. Ogawa, K. Saito, K. Sakaguchi, M. Itamoto

● Hydraulic Fracturing in Inada Granite under Brittle-Ductile Condition. [9th Asian Rock Mechanics Symposium, (2016)] M. Egawa, N. Watanabe, K. Sakaguchi

● Stress Dependency of Permeability in High Temperatree Fractured Granite. [Proc. of 9th Asian Rock Mechanics Symposium, (2016)] N. Watanabe, M. Egawa, K. Sakaguchi

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】

● Electromotive force measurements of LiCoO₂ electrode on a lithium ion-conducting glass ceramics under mechanical stress. [SOLID STATE IONICS, 285 (SI), (2016), 75-78] Funayama, Keita Nakamura, Takashi Kuwata, Naoaki Kawamura, Junichi Kawada, Tatsuya Amezawa, Koji

● Determination of oxygen surface exchange constant of LaNi_{0.6}Fe_{0.4}O_{3-δ} coated with Ce_{0.9}Gd_{0.1}O_{1.95} by isotope exchange technique. [SOLID STATE IONICS, 286, (2016), 19-23] Budiman, R. A. Miyazaki, T. Hashimoto, S. Yashiro, K. Kawada, T.

● Electrochemical Impedance Spectroscopy of High-Efficiency Hydrogen Membrane Fuel Cells Based on Sputter Deposited BaCe_{0.8}Y_{0.2}O_{3-δ} Thin Films. [JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C, 120 (29), (2016), 15976-15985] Aoki, Yoshitaka Kobayashi, Shohei Yamaguchi, Tomoyuki Tsuji, Etsushi Habazaki, Hiroki Yashiro, Keiji Kawada, Tetsuya Ohtsuka, Toshiaki

● Oxygen nonstoichiometry and transport properties of LaNi_{0.6}Co_{0.4}O_{3-δ}. [SOLID STATE IONICS, 292, (2016), 52-58] Budiman, R. A. Uzumaki, Y. Hong, H. J. Miyazaki, T. Hashimoto, S. Nakamura, T. Yashiro, K. Amezawa, K. Kawada, T.

● Tailoring the chemical stability of cobalt-rich perovskite mixed conductor. [SOLID STATE IONICS, 288 (SI), (2016), 2-5] Wang, Fang Igarashi, Koki Nakamura, Takashi Yashiro, Keiji Mizusaki, Junichiro Amezawa, Koji

● Thermal properties of perovskite-type oxides La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{1-x}Fe_xO_{3-δ} (0 ≤ x ≤ 1.0). [ECS Transactions, 72 (7), (2016), 105-110] Shin, Y.-C., Hashimoto, S.-I., Yashiro, K., Amezawa, K., Kawada, T.

エネルギー資源リスク評価学分野

【論文】

● Linking microearthquakes to fracture permeability change: The role of surface roughness. [Geophysical Research Letters, 43, (2016), doi:10.1002/2016GL069478] T. Ishibashi, N. Watanabe, H. Asanuma, N. Tsuchiya

● Relative permeability curves for two-phase flows through heterogeneous vuggy carbonates. [Proceedings of the 22nd Formation Evaluation Symposium of Japan, (2016), Paper F] H. Kusanagi, N. Watanabe, T. Shimazu, M. Yagi

● Stress dependency of permeability in high temperature fractured granite. [Proceedings of the 9th Asian Rock Mechanics Symposium, (2016), PO14-P50] N. Watanabe, M. Egawa, K. Sakaguchi

● Hydraulic fracturing in Inada granite under brittle-ductile condition. [Proceedings of the 9th Asian Rock Mechanics Symposium, (2016), PO16-P66] M. Egawa, N. Watanabe, K. Sakaguchi

● 名取川水系の重金属類の環境評価に関する調査及び数理統計解析. [J of MMIJ, 132 (1), (2016), 22-30] 中村謙吾, 佐藤海里, 川辺能成, 桑谷立, 駒井武

● スパースモデリングによる津波堆積物の判別—津波到達推定への応用—. [電子情報通信学会誌, 99(5), (2016), 418-423] 駒井武, 桑谷立, 中村謙吾, 土屋範芳

● Applications of ITRAX XRF core scanning and PCA in palaeotsunami research. [Japan Geoscience Union Meeting 2016, (2016)] Catherine Chague-Goff, Patricia Gadd, Daisuke Sugawara, James Goff, Kazuhisa Goto, Takeshi Komai

● X線CTを用いた三次元間隙構造可視化による土壌充填カラムにおける間隙率分布の評価. [土木学会論文集 C, 72 (2), (2016), 190-195] 中村謙吾, 青木飛翔, 渡邊則昭, 駒井武

● 土壌汚染リスク評価システムの開発と社会実装. [環境と測定技術, 43 (10), (2016), 3-8] 駒井武

● 発光バクテリアを用いた重金属等の土壌汚染簡易評価手法の開発—メッキ金属に対する急性毒性評価—. [地下水学会誌, 58 (4), (2016), 417-430] 杉田創, 駒井武, 井本由香里, 原淳子

● 温泉水と廃アルミニウムを用いた水素生成システムの実験的検討. [日本地熱学会誌, 39 (1), (2016), accepted] 最首花恵, 小坂拓也, 土屋範芳, 渡邊則昭

【著書】

● Reconstruction and Restoration after the Japan 2011 Earthquake and Tsunami (執筆担当部分) Restoration measures 1 after the 2011 Tohoku-oki Tsunami and their impact on tsunami research. [SPRINGER, (2016)] Catherine Chagué-Goff, Kazuhisa Goto, Daisuke Sugawara, Yuichi Nishimura, Takeshi Komai

● Crustal Permeability (執筆担当部分) Chapter 7 (Linking microearthquakes to fracture permeability evolution) pp.49-64. [Wiley-Blackwell, (2016)] T. Ishibashi, N. Watanabe, H. Asanuma, N. Tsuchiya

環境共生機能学分野

【論文】

● In Situ Electrochemical Raman Spectroscopy of Air-Oxidized Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotube Bundles in Aqueous Sulfuric Acid Solution. [The Journal of Physical Chemistry C, 120, (2016), 7133-7143] Shin-ichi Ogino, Takashi Itoh, Daiki Mabuchi, Koji Yokoyama, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato

● Green Synthesis of Cu Micro/Nanoparticles for Low-Resistivity Cu Thin Films Using Ascorbic Acid in Aqueous Solution. [Journal of Materials Chemistry C, 4, (2016), 7494-7500] S. Yokoyama, K. Motomiya, H. Takahashi, and K. Tohji

● Efficiency and long-term durability of nitrogen-doped single-walled carbon nanotube electrocatalyst synthesized by defluorination-assisted nanotube-substitution for oxygen reduction reaction. [Journal of Materials Chemistry A, 4, (2016), 9184-9195] Yokoyama, S. Yokoyama, Y. Sato, K. Hirano, S. Hashiguchi, K. Motomiya, H. Ohta, H. Takahashi, K. Tohji, and Y. Sato

● A stand-alone flat-plane lighting device in a diode structure employing highly crystalline SWCNTs as field emitters. [DIAMOND AND RELATED MATERIALS, 65, (2016), 152-157] Shimoi, N; Abe, D; Tanaka, Y; Tohji, K

● Towards a designed synthesis of metallic nanoparticles in polyols – elucidation of the redox scheme in a cobalt-ethylene glycol system. [New Journal of Chemistry, 40, (2016), 8632-8642] Kazuma Takahashi, Shun Yokoyama, Takatoshi Matsumoto, Jhon L. Cuya Huaman, Hisashi Kaneko, Jean-Yves Piquemal, Hiroshi Miyamura and Jeyadevan Balachandran

● Formation of Closely Packed Cu Nanoparticle Films by Capillary Immersion Force for Preparing Low-Resistivity Cu Films at Low Temperature [Journal of Nanoparticle Research 18 : 326 (2016) in press] Shun Yokoyama; Kenichi Motomiya; Hideyuki Takahashi; Kazuyuki Tohji

【特許】

● US9324556 FIELD ELECTRON EMISSION FILM, FIELD ELECTRON EMISSION DEVICE, LIGHT EMISSION DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING THEM, Norihiro Shimoi, Kazuyuki Tohji, Yasumitsu Tanaka, Hiroyuki Kai. 2016

● US9258450 Field electron emission film, field electron emission device, light emission device, and method for producing them, Norihiro Shimoi, Kazuyuki Tohji, Yasumitsu Tanaka, Hiroyuki Kai. 2016

● 電界電子放出膜、電界電子放出素子、発光素子およびそれらの製造方法 [特許第 5926709 号] 下位法弘, 田路和幸, 田中泰光, 甲斐博之

● 電界電子放出膜、電界電子放出素子、発光素子およびそれらの製造方法 [特許第 5926750 号] 下位法弘, 田路和幸, 田中泰光, 甲斐博之

● コアシェル触媒の製造方法 [特願 2016-029288] 高橋英志, 横山俊, 田路和幸, 土田修三, 谷口泰士, 関良平, 上山康博

【著書】

● 地球とつながる暮らしのデザイン (執筆担当部分) 直流ワールドによる電力革命. [(2016)] 小林光, 豊貞加奈子

国際エネルギー資源学分野

【論文】

● Thermogravimetric Investigation of the Lead Volatilization from Waste Cathode-Ray Tube Glass. [Recycling, 1 (1), (2016), 111-121] Guido Grause, Kenshi Takahashi, Toshiaki Yoshioka

環境政策学講座

イノベーション戦略学分野

【論文】

● 生物模倣技術の最新動向と関連特許・イノベーションの分析 ～サステナビリティのための生物規範工学の構築と環境経営学との対話に向けて～. [サステナブルマネジメント, 15, (2016), 98-112] 香坂玲, 藤平祥孝, 古川柳蔵, 山内健, 小林秀敏, 石井大佑, 内山愉太

● 未来を創るあたらしいテクノロジーのかたち. [日本知財学会誌, 13 (2), (2016), 23-29] 石田秀輝, 古川柳蔵

【著書】

● 生物の形や能力を利用する学問 バイオミメティクス (執筆担当部分) 第5章「厳しい環境制約の中で心豊かな暮らしをつくるバイオミメティクス」, [東海大学出版部, (2016), 133-141.] 石田秀輝, 古川柳蔵, 山内健, 小林秀敏, 須藤祐子

● バイオミメティクスの本 (執筆担当部分) 「心豊かな暮らしを支えるバイオミメティクス」[B&Tブックス 日刊工業新聞社, (2016), p.150-151.] 古川柳蔵

【総説・解説】

● ふるさと中筋. [総合学習用教材, (2016)] 古川柳蔵, 中筋小学校・田村弘子, 豊岡市

● バックキャストリングで見える2030年の日本のライフスタイル. [月刊経団連, (2016), 36-37] 古川柳蔵

● 地球環境制約下における心豊かな暮らし方～自然環境が厳しい東北地方の戦前の暮らしを分析して～. [NETT, 94, (2016), 38-41] 古川柳蔵

● 生活者の視点から考えるスマートコミュニティ. [CEL, 114, (2016), 48-51] 加賀城俊正 ●伊勢志摩国立公園の再生と地方創生. [国立公園, 748, (2016), 21-22] 加藤倫之

環境・エネルギー経済学分野

【論文】

● Thermodynamic Considerations of Contamination by Alloying Elements of Remelted End-of-Life Nickel- and Cobalt-Based Superalloys. [Metallurgical and Materials Transactions B, 47 (1), (2016), 1785-1795] Xin Lu, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Shinichiro Nakamura, Tetsuya Nagasaka

● Product flow analysis using trade statistics and consumer survey data: a case study of mobile phones in Australia. [Journal of Cleaner Production, (2016)] Artem Golev, Tim Werner, Xuan Zhu, Kazuyo Matsubae

● Nitrogen footprints: Regional realities and options to reduce nitrogen loss to the environment. [Ambio, (2016)] Hideaki Shibata, James N. Galloway, Allison M. Leach, Lia R. Cattaneo, Laura Cattell Noll, Jan Willem Erisman, Baojing Gu,

Xia Liang, Kentaro Hayashi, Lin Ma, Tommy Dalgaard, Morten Graversgaard, Deli Chen, Keisuke Nansai, Junko Shindo, Kazuyo Matsubae, Azusa Oita, Ming-Chien Su, Shin-Ichiro Mishima, Albert Bleeker

● Revealing Final Destination of Special Steel Materials with Input-Output-Based Material Flow Analysis. [ISIJ International, 57 (1), (2016)] Ohno H.; Fukushima Y.; Matsubae K.; Nakajima K.; Nagasaka T.

● Total Material Requirement of Scrap Steel from End-of-Life Vehicles. [ISIJ International, (2016)] Eiji YAMASUE, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Ichiro Daigo and and Keiichi N Ishihara

● Sharing the Responsibility for Metal Use: The Case of Japan as a Distributor of Steel Alloying Elements. [Journal of Economic Structures, (2016)] Hajime Ohno, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Yasuhiro Fukushima, Tetsuya Nagasaka

● 責任あるサプライチェーンの実現に向けたニッケル資源利用に関わるリスク要因の整理と解析. [日本 LCA 学会誌, 13 (1), (2017), 1-10] 佐々木翔, 松八重一代, 中島謙一, 村上進亮, 長坂徹也

【総説・解説】

● 責任ある資源利用を目指した社会における未利用資源の活用. [化学と教育, (印刷中)] 松八重一代, 長坂徹也

国際環境・自然資源マネジメント学分野

【論文】

● Non-market food provisioning services via homegardens and communal sharing in satoyama socio-ecological production landscapes on Japan's Noto peninsula. [Ecosystem Services, (17), (2016), 185-196] Kamiyama, C. Hashimoto, S. Kohsaka, R. Saito, O.

● The Influence of Affiliations with Agricultural Collectives on Attitudes of Fisherman towards Conservation and Perceptions of the Local Environment. [Journal of International Fisheries, 15, (2016), 1-21] Kohsaka, R., Uchiyama, Y.

● Capturing the relationships between local foods and residents: A case in the Noto region, Japan. [Journal of Ethnic Foods, 3 (2), (2016), 86-92] Kohsaka, R., Matsuoka, H., Uchiyama,

● Cognitive value of tourism resources and their relationship with accessibility: A case of Noto region, Japan. [Tourism Management Perspectives, 19 (A), (2016), 61-68] Uchiyama, Y., Kohsaka, R.

● Analysis of the distribution of forest management areas by the forest environmental tax in the Ishikawa prefecture, Japan. [International Journal of Forestry Research, 2016, (2016), 1-8] Uchiyama, Y., Kohsaka, R.

● Tourist Perceptions of Traditional Japanese Vegetable Brands: A Quantitative Approach to Kaga Vegetable Brands and an Information Channel for Tourists at the Noto GIAHS Site. In Nakano, S., Yahara, T., Nakashizuka, T., Aquatic Biodiversity Conservation and Ecosystem Services. [Springer Singapore, (2016), 109-121] Kohsaka, R., Tomiyoshi, M., Matuoka, H.

● Why People Visit Zoos: An Empirical Approach Using the Travel Cost Method for the Higashiyama Zoo, Nagoya, Japan. In Nakano, S., Yahara, T., Nakashizuka, T., Aquatic Biodiversity Conservation and Ecosystem Services. [Springer Singapore, (2016), 101-107] Kohsaka, R., Naganawa, K., Shoji, Y.,

● 生物模倣技術に関する特許出願件数の変化および論文発表件数の一考察: 日本、中国、米国、欧州を対象として. [久留米大学商学研究, 21 (2), (2016), 53-68] 香坂玲, 藤平祥孝, 内山愉太

● 生物模倣技術の最新動向と関連特許・イノベーションの分析: サステナビリティのための生物規範工学の構築と環境経営学との対話に向けて. [サステナブルマネジメント, (15), (2016), 98-112] 香坂玲, 藤平祥孝, 古川柳蔵, 山内健, 小林秀敏, 石井大佑, 内山愉太

● 木材製品の産地を気にするのは誰か? ～小松市民を対象としたアンケート意識調査結果から～. [地域イノベーション: Journal for Regional Policy Studies, (8), (2016), 15-25] 香坂玲, 富吉満之, 藤平祥孝, 松岡光

● なぜ地域団体商標と地理的表示への申請をするのか: 石川県能登地域における農産品の事例と林産品への示唆. [久留米大学ビジネス研究所紀要, (1), (2016), 1-14] 香坂玲, 内山愉太

● 沖縄における環境協力税の導入に関する考察: 観光の基礎となる地域の社会経済状況に着目して. [観光科学, 8, (2016), 1-13] 下地芳郎, 内山愉太, 藤平祥孝, 香坂玲, 松本晶子, 平野典男,

● 世界農業遺産認定の効果と課題についての一考察 —能登地域の事例より. [農村計画学会誌, 35 (3), (2016), 361-364] 香坂玲, 内山愉太

【著書】

● ステークホルダーは誰だ? [トコトンやさしいバイオミメティクスの話, 下村政嗣・高分子学会バイオミメティクス研究会 (編著), 日刊工業新聞, (2016), 148-149] 香坂玲, 藤平祥孝, 内山愉太

● 遺産に関わる国際認定制度は産地にメリットがあるのか 世界農業遺産の能登半島における伝統野菜・地名を冠する農産品の価格動向の分析を中心として. [人としくみの農業—地域をひとから人へ手渡す六次産業化, 追手門学院大学ベンチャービジネス研究所編, 追手門学院大学出版会, (2016), 1-24] 香坂玲, 藤平祥孝, 内山愉太

● 日本酒の原材料からみる六次産業化: 北陸と東北の事例から. [人としくみの農業—地域をひとから人へ手渡す六次産業化, 追手門学院大学ベンチャービジネス研究所編, 追手門学院大学出版会, (2016), 95-126] 香坂玲, 又木実信, 佐藤淳, 内山愉太

寄附講座

環境物質政策学講座

(DOWA ホールディングス)

環境物資政策学分野

【論文】

● A stand-alone flat-plane lighting device in a diode structure employing highly crystalline SWCNTs as field emitters. [Diamond and Related Materials, 65, (2016), 152-157] Norihiro Shimoi, Daisuke Abe, Yasumitsu Tanaka, Kazuyuki Tohji

● Synthesis of 2-dim field emission cathode using solution dispersed highly-crystalline single-walled carbon nanotubes.

[The abstract of International conference on Diamond

and Carbon materials 2016, 1 (1), (2016), 246-246] Shoichi KUMON, Daisuke ABE, Norihiro SHIMOI

● Effect of increased crystallinity of single-walled carbon nanotubes used as field emitters. [化学系学協会東北大会 2016 Proceedings, 1 (2), (2016), 156-158] Norihiro Shimoi

● High efficiency plane luminescence device using highly-crystallized Single-Walled Carbon Nanotubes. [EcoDePS 2016 Proceedings, 1, (2016), 128-129] Shoichi KUMON, Norihiro SHIMOI, Daisuke ABE, Kazuyuki MATSUMOTO, Kazuyuki TOHJI

【特許】

● FIELD ELECTRON EMISSION FILM, FIELD ELECTRON EMISSION DEVICE, LIGHT EMISSION DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING THEM, 2013年8月12日出願 (14/424,074), 2015年8月13日公開 (20150228471), 2016年4月26日登録 (9324556)

● Field electron emission film, field electron emission device, light emission device, and method for producing them, 2013年8月12日出願 (PCT/JP2014-424,074), 2016年4月26日登録 (09324556)

● 電界電子放出膜、電界電子放出素子、発光素子およびそれらの製造方法, 2013年7月31日出願 (特願 2013-159542), 2016年4月28日登録 (特許第 5926709 号)

● 電界電子放出膜、電界電子放出素子、発光素子およびそれらの製造方法, 2014年1月10日出願 (特願 2014-002982), 2016年4月28日登録 (特許第 5926750 号)

基幹講座

先端環境創成学専攻

都市環境・環境地理学講座

自然環境地理学分野

【論文】

● 中国・内モンゴル渾善達克沙地における植生変動とその要因 — 1982年～2014年の衛星 データによる検討—. [季刊地理学, 68 (1), (2016), 15-30] 咏梅, 境田清隆

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

【論文】

● Reduction Mechanism of FexO - Graphite Composite under Elevating Temperature. [ISIJ International, 56 (2), (2016), 233-238] Chishiro Funada, Taichi Murakami, and Eiki Kasai

● Reduction Mechanism of Iron Ore – Plastic Composite at Lower Temperature. [5th International Conference on Process Development in Iron and Steelmaking (Scanmet IV), (2016)] Taichi Murakami, Yuki Takyu, and Eiki Kasai

● Acceleration of Carburizing and Melting of Reduced Iron in Carbon-Iron Ore Composite using Two Types of Carbonaceous Materials. [Proceedings of The Eleventh Korea-Japan Workshop on Science and Technology in Ironmaking and Steelmaking, (2016), 71-75] Taichi Murakami, and Eiki Kasai

● Disintegration Mechanism of Calcium Ferrite in Sinter by Reduction. [Proceedings of 7th European Coke and Ironmaking Congress, (2016), 534-540] Taichi Murakami, Daisuke Maruoka, and Eiki Kasai

● Improved Crack Healing and High-Temperature Oxidation Resistance of Ni/Al₂O₃ by Y or Si Doping. [Journal of the American Ceramic Society, 99, (2016), 2451-2457] Daisuke Maruoka and Makoto Nanko

● Influences of Al₂O₃ grain size on high-temperature oxidation of nano-Ni/Al₂O₃ composites. [Journal of Asian Ceramic Societies, 4, (2016), 120-123] Hai Vu Pham, Daisuke Maruoka, Makoto Nanko

● 鉱石・炭材の配置と反応性が高炉融着帯反応・通気特性に及ぼす影響. [鉄と鋼, 102 (9), (2016), 475-484] 砂原公平, 宇治澤優, 村上太一, 葛西栄輝

● 焼結プロセスへの鉄系凝結材酸化熱の有効利用. [焼結プロセスへの鉄系凝結材酸化熱の有効利用, 29, (2016), 7-8] 藤野和也, 村上太一, 葛西栄輝

● コークス共存下における鉄系凝結材の酸化挙動. [材料とプロセス, 29, (2016), 202-202] 藤野和也, 村上太一, 葛西栄輝

● プラスチックを用いた炭材内装鉱の低温還元機構. [材料とプロセス, 29, (2016), 222-222] 村上太一, 武弓侑樹, 丸岡大佑, 葛西栄輝

● 蓄熱体を用いるバイオマスの迅速炭化挙動. [材料とプロセス, 29, (2016), 228-228] 丸岡大佑, 中村拓正, 村上太一, 葛西栄輝

● 炭材核ペレットのガス還元挙動の検討. [材料とプロセス, 29, (2016), 582] 齋藤剛志, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● 予備還元鉱石を用いた炭材内装鉱の還元挙動に及ぼす炭材種とCaO添加の影響. [材料とプロセス, 29, (2016), 583] 四ノ宮裕士, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● 炭材内装鉱の還元および銑滓分離挙動に及ぼすリンの影響. [材料とプロセス, 29, (2016), 584] 山下晃司, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝, 孫相漢

● 焼結鉱の還元反応に及ぼす水素分圧および雰囲気圧力の影響. [材料とプロセス, 29, (2016), 589] 星野弘明, 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● Fe粒子の高温酸化を利用した Al₂O₃ 複合材料のき裂消滅特性. [第159回日本金属学会講演概要, (2016)] 丸岡大佑, 村上太一, 葛西栄輝

● 資源自由度拡大に資する焼結プロセスを目指して. [材料とプロセス, 29, (2016), 1-2] 村上太一

地球システム計測学分野

【論文】

● Estimation of spectral distribution of sky radiance using a commercial digital camera. [Applied Optics, 55 (2), (2016), 415-424] Saito, M., H. Iwabuchi, and I. Murata

● IR heterodyne spectrometer MILAHI for continuous monitoring observatory of Martian and Venusian atmospheres at Mt. Haleakalā, Hawaii. [Planet. Space Sci., 126, (2016), 34-48] Nakagawa, H., S. Aoki, H. Sagawa, Y. Kasaba, I. Murata, G. Sonnabend, M. Sornig, S. Okano, J. R. Kuhn, J. M. Ritter, M. Kagitani, T. Sakanoi, M. Taguchi, and K. Takami

【総説・解説】

● FTIR で観測されたつくばにおけるエタン全量の近年の増加. [第22回大気化学討論会講演要旨集, (2016), 38-38] 村田功, 中島英彰, 森野勇

● 改良されたスペクトル取得型光学オゾンゾンデによる成層圏オゾン、二酸化窒素の観測. [平成28年度大気球シンポジウム集録, (2016), isas-16-sbs-009] 村田功, 野口克行

水資源システム学分野

【論文】

● Numerical Study on Tsunami Propagation into a River. [Journal of Coastal Research, 75, (2016), 1017-1021] Yasuhisa Aoyama, Mohammad Bagus Adityawan, Wahyu Widiyanto, Yuta Mitobe, Daisuke Komori, and Hitoshi Tanaka

● Impact of dew deposition on water flux dynamics at a tropical rainfed paddy field in the dry season. [Journal of Agricultural Meteorology, 72 (1), (2016), 29-36] Daisuke KOMORI and Wonsik KIM

● Near Future Climatic Impact on Seasonal Runoff in Sri Lanka. [20th Congress of the Asia Pacific Division of International Association for Hydeo Environment Engineering & Research, (2016)] S.P. Chaminda, So, Kazama, Daisuke Komori

● 再現確率にもとづく洪水氾濫・高潮複合災害潜在被害額推定. [土木

学会論文集 B1(水工学), 72 (4), (2016), I_267-I_272] 秋間将宏, 風間聡, 小森大輔

● 河川遡上津波の数値計算精度に堤防越流が与える影響. [東北地域災害科学研究, 52, (2016)] 青山恭尚, 三戸部佑太, 小森大輔, 田中仁

● 水害危険性が地価に与える影響の変化時点推定 — 地域の水害危険性認識変容の把握に向けて—. [土木学会論文集 B1(水工学), 72 (4), (2016)] 井上亮, 永吉真也, 小森大輔

【総説・解説】

● Recent Activities of Water-related Disaster Group. [ICUS Newsletter article, (Vol.15-4), (2016)] R.A.Acierto, A.Kodaka, T.Shimozono, Y.Tajima, A.Kawasaki, D.Komori, N.Kohtake, Win Win Zin

自然共生システム学講座

資源再生プロセス学分野

【論文】

● Use of Mg-Al oxied for removal from an aqueous solution in rotation: Kinetics and equilibrium studies. [Journal of Environmental Management, 165, (2016), 280-285] Tomohito Kameda, Jumpei Oba, Toshiaki Yoshioka

● Synthesis of Li-Al layered double hydroxide intercalated amino tris (methylene phoaphonic acid) and kinetics and equilibrium studies of the uptake of Nd³⁺ and Sr²⁺ ions. [Applied Surface Science, 366, (2016), 523-528] Tomohito Kameda, Tetsu Shinmyo, Toshiaki Yoshioka

● Kinetics and equilibrium studies on the uptake of Nd³⁺ and Sr²⁺ by Li-Al layered double hydroxide intercalated with 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid. [Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 36, (2016), 96-101] Tomohito Kameda, Tetsu Shinmyo, Toshiaki Yoshioka

● Equilibrium and kinetics studies on the adsorption of substituted phenols by a Cu-Al layered double hydroxide intercalated with 1-naphtol-3,8-disulfonate. [Journal of Alloys and Compounds, 670, (2016), 322-328] Tomohito Kameda, Tomomi Uchiyama, Toshiaki Yoshioka

● Pyrolysis and hydrolysis behaviors during steam pyrolysis of polyimide. [Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 120, (2016), 75-81] Shogo Kumagai, Tomoyuki Hosaka, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

● Uptake of Nd³⁺ and Sr²⁺ by Li-Al layered double hydroxide intercalated with ethylenediaminetetraacetate. [Materials Chemistry and Physics, 177, (2016), 8-11] Tomohito Kameda, Tetsu Shinmyo, Toshiaki Yoshioka

● Treatment of hydrochloric acid using Mg-Al layered double hydroxide intercalated with carbonate. [Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 39, (2016), 21-26] Tomohito Kameda, Masahito Toczajni, Toshiaki Yoshioka

● Replacing conventional fuels in USA, Europ, and UK with plastic pyrolysis gases-Part I : Experiments and graphical interchangeability methods. [Energy Conversion and Management, 126, (2016), 1118-1127] Stanislav Honus, Shogo Kumagai, Ondrej Nemcek, Toshiaki Yoshioka

● Replacing conventional fuels in USA, Europ, and UK with plastic pyrolysis gases-Part II : Multi-index interchangeability methods. [Energy Conversion and Management, 126, (2016), 1128-1145] Stanislav Honus, Shogo Kumagai, Ondrej Nemcek, Toshiaki Yoshioka

● Interactions of beech wood-polyethylene mixtures during co-pyrolysis. [Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 122, (2016), 531-540] Shogo Kumagai, Kohei Fujita, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

● Feedstock Recycling via Waste Plastic Pyrolysis. [Journal of the Japan Petroleum Institute, 59 (6), (2016), 243-253] Shogo Kumagai and Toshiaki Yoshioka

● Production of bio-oil from fixed bed pyrolysis of bagasse pretreated with sulphuric acid and acetic acid. [9th International Conference on: Combustion, Incineration / Pyrolysis, Emission and Climate change, (2016)] Viliame Savou, Guido Grause, Shogo Kumagai, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

● New principals on the adsorption of alkyl compound by Mg-Al oxide: Adsorption kinetics and equilibrium studies. [Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 513, (2016), 348-354] Tomohito Kameda, Mami Umetsu, Shogo Kumagai, Toshiaki Yoshioka

● テトラフェニルホウ酸イオンによる水相セシウムの捕捉および有機イオン会合体相への濃縮. [環境放射能除染学会誌, 4 (3), (2016), 239-245] 熊谷将吾, 林航太郎, 亀田知人, 吉岡敏明

● 化成処理スラッジをリン源とした二次電池正極材の合成および電極特性評価. [廃棄物資源循環学会論文誌, 27, (2016), 188-195] 熊谷将吾, 佐々木薫, 亀田知人, 本間格, 吉岡敏明

【総説・解説】

● 難循環ガラス素材廃製品の適正処理に関する研究. [一般財団法人日本環境衛生センター 生活と環境, 61 (1), (2016), 61-64] 吉岡敏明

● 2015 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM 2015) #36 Recycling of Polymeric Materials: Challenges and Perspectives 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, 28, (2016), 13-15] 熊谷将吾

● 廃プラスチックの化学原料化のケミストリー—資源循環型社会の実現を目指して—. [日本化学会化学と工業, 69 (9), (2016), 738-739] 熊谷将吾

環境分析化学分野

【論文】

● Topological modulation of the porous structure of a coordination polymer constructed from a flexible building block via framework-guest interaction during self-assembly. [CrystEngComm, 18, (2016), 872-876] Atsuko Masuya-Suzuki, Nozomi Matsubara, Ryunosuke Karashimada, Hitoshi Hoshino, Nobuhiko Iki

● Crystal Structure of the cis-Bis(3-tert-butyl-o-diiminobenzosemiquinonato) platinum (II) Complex. [X-ray Structure Analysis Online, 32, (2016), 41-43] Atsuko Masuya-Suzuki, Nobuhiko Iki

自然共生システム学講座

環境生命機能学分野

【論文】

- Scanning Probe Microscopy for Nanoscale Electrochemical Imaging. [Anal. Chem., (2016), in press, DOI: 10.1021/acs.analchem.6b04355] Yasufumi Takahashi, Akichika Kumatani, Hitoshi Shiku, and Tomokazu Matsue
- Continuous collection and simultaneous detection of picoliter volume of nucleic acid samples using a mille-feuille probe. [Anal Bioanal Chem., (2016), in press, DOI: 10.1007/s00216-013-7430-z] Hidenori Ito, Motoki Tanaka, Yuanshu Zhou, Yuji Nashimoto, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue and Hitoshi Shiku
- Electrochemical hydrogel lithography of calcium-alginate hydrogels for cell culture. [Materials, 9 (9), (2016), 744.] Fumisato Ozawa, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Evaluation of RNA localization using double barrel scanning ion conductance microscopy. [ACS Nano., (2016), accepted, DOI: 10.1021/acsnano.6b02753] Nashimoto Yuji, Takahashi Yasufumi, Zhou Yuanshu, Ito Hidenori, Ida Hiroki, Ino Kosuke, Matsue Tomokazu, Shiku Hitoshi
- Liquid-junction-free system for substitutional stripping voltammetry using a closed bipolar electrode system. [T.Electrochem.Comm., 66, (2016), 34-37] Takano S, Inoue KY, Ikegawa M, Takahashi Y, Ino K, Shiku H, Matsue
- Molecular electrochemical switching element based on diffusive molecular competition for multipoint electrochemical detection of respiration activity of cell aggregates. [Sens. Actuator B-Chem., 234, (2016), 201-208] Kosuke Ino, Yuta Yamada, Yusuke Kanno, Shunsuke Imai, Hitoshi Shiku and Tomokazu Matsue
- Electrochemical imaging for single-cell analysis of cell adhesion using a collagen-coated large-scale integration (LSI)-based amperometric device. [Electrochemistry, 84 (5), (2016), 364-367] Hiroya Abe, Yusuke Kanno, Kosuke Ino, Kumi Y. Inoue, Atsushi Suda, Ryota Kunikata, Masahki Matsudaira, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Redox cycling-based electrochemical reporter gene assay for single cells using a scanning electrochemical microscope-microwell system. [Electrochemistry, 84(5), (2016), 308-311] Hiroki Ida, Kosuke Ino, Junya Suzuki, Yasufumi Takahashi, Hitoshi Shiku and Tomokazu Matsue
- Sequential monitoring of oxygen consumption rate of mouse embryo bodies in glucose-depleted solution. [Electrochemistry, 84 (5), (2016), 302-304] Hitoshi Shiku, Nana Aoki, Toshiharu Arai, Yuanshu Zhou, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino and Tomokazu Matsue
- Simultaneous real-time monitoring of oxygen consumption and hydrogen peroxide production in cells using our newly developed chip-type biosensor device. [Front. Physiol., 7, (2016),109] Ankush Prasad, Hiroyuki Kikuchi, Kumi Y. Inoue, Makoto Suzuki, Yamato Sugiura, Tomoya Sugai, Amano Tomonori, Mika Tada, Masaki Kobayashi, Tomokazu Matsue and Shigenobu Kasai

- Potentiometric bioimaging with a large-scale integration (LSI)-based electrochemical device for detection of enzyme activity. [Biosens. Bioelectron., 77, (2016),709-714.] Yusuke Kanno, Kosuke Ino, Chika Sakamoto, Kumi Y. Inoue, Masahki Matsudaira, Atsushi Suda, Ryota Kunikata, Tomohiro Ishikawa,d, Hiroya Abe, Hitoshi Shiku and Tomokazu Matsue
- Spearhead nanometric field-effect transistor sensors for single-cell analysis. [ACS Nano, 10 (3), (2016), 3214-3221] Yanjun Zhang, Jan Clausmeyer, Babak Babakinejad, Ainara López Córdoba, Tayyibah Ali, Andrew Shevchuk, Yasufumi Takahashi, Pavel Novak, Christopher Edwards, Max Lab, Sahana Gopal, Ciro Chiappini, Uma Anand, Luca Magnani, Charles Coombes, Julia Gorelik, Tomokazu Matsue, Wolfgang Schuhmann, David Klenerman, Elena Sviderskaya and Yuri Korchev
- Scanning electrochemical microscopy imaging during respiratory burst in human cell. [Front. Physiol., 7, (2016), 25.] Hiroyuki Kikuchi, Ankush Prasad, Ryo Matsuoka, Shigeo Aoyagi, Tomokazu Matsue and Shigenobu Kasai
- Hybrid hydrogel-aligned carbon nanotube scaffolds to enhance cardiac differentiation of embryoid bodies. [Acta Biomater., 31, (2016), 134-143] Samad Ahadian, Shukuyo Yamada, Javier Ramón-Azcón, Mehdi Estili, Xiaobin Liang, Ken Nakajima, Hitoshi Shiku, Ali Khademhosseini and Tomokazu Matsue
- Localized gene expression analysis during sprouting angiogenesis in mouse embryoid bodies using a double barrel carbon probe. [Anal. Chem., 88 (1), (2016), 610-613] Hidenori Ito, Yuji Nashimoto, Yuanshu Zhou, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Graphene induces spontaneous cardiac differentiation in embryoid bodies. [Nanoscale, 8, (2016), 7075-7084] Samad Ahadian, Yuanshu Zhou, Shukuyo Yamada, Mehdi Estili, Xiaobin Liang, Ken Nakajima, Hitoshi Shiku and Tomokazu Matsue
- Developing biomedical nano-grained beta-type titanium alloys using high pressure torsion for improved cell adherence. [RSC Adv., 6, (2016), 7426-7430] Hakan Yilmazer, Mustafa Sen, Mitsuo Niinomi, Masaaki Nakai, Liu Huihong, Ken Cho, Yoshikazu Todaka, Hitoshi Shiku and Tomokazu Matsue
- Local redox cycling-based electrochemical chip device with nanocavities and microwells for multi-electrochemical detection of alkaline phosphatase activity in embryoid bodies from embryonic stem cells. [Lab Chip, (2016), in press] Yusuke Kanno, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, and Tomokazu Matsue
- Three-dimensional Co-culture of C2C12/PC12 cells improved skeletal muscle tissue formation and function. [J. Tissue Eng. Regen. Med., (2016), in press] Serge Ostrovidov, Samad Ahadian, J. Ramón-Azcón, Vahid Hosseini, Toshinori Fujie, S. Prakash Parthiban, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue, Hirokazu Kaji, Murugan Ramalingam, Hojae Bae, Ali Khademhosseini
- Structure and Electrochemical Properties of Nitrogen Doped Diamond-like Carbon Film Synthesized by Low

Temperature Neutral Beam Enhanced Chemical Vapor Deposition. [J. Phys. D: Appl. Phys., (2016), in press] Chang, Xijiang; Kikuchi, Yoshiyuki; Inoue, Kumi. Y.; Kubota, Tomohiro; Matsue, Tomokazu; Nozawa, Toshihisa; Samukawa, Seiji

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】

- Synthesis of alkali niobate $K_{1-x}Na_xNbO_3$ nanoparticles using a supercritical water flow system. [J. Supercritical Fluids, 107, (2016), 3422] Toyama, S.a and Hayashi, H.b and Takesue, M.c and Watanabe, M.c and Smith, R.L., Jr
- Isomerization of glucose at hydrothermal condition with TiO_2 , ZrO_2 , CaO-doped ZrO_2 or TiO_2 -doped ZrO_2 . [Catalysis Today, 274, (2016), 67-72] Kitajima H., Higashino Y., Matsuda S., Zhong H., Watanabe M., Aida T.M., Smith R.L., Jr.
- Nutrient recovery from municipal sludge for microalgae cultivation with two-step hydrothermal liquefaction. [Algal Research, 18, (2016), 61-68] Aida T.M., Nonaka T., Fukuda S., Kujiraoka H., Kumagai Y., Maruta R., Ota M., Suzuki I., Watanabe M.M., Inomata H., Smith R.L.
- Efficient valorization of biomass to biofuels with bifunctional solid catalytic materials. [Progress in Energy and Combustion Science, 55, (2016), 98-194] Li H., Fang Z., Smith R.L., Jr., Yang S.
- Winterization of Vegetable Oil Blends for Biodiesel Fuels and Correlation Based on Initial Saturated Fatty Acid Constituents. [American Chemical Society, 30, (2016), 4841-4847] Zhong H., Watanabe M., Enomoto H., Jin F., Kishita A., Aida T.M., Smith R.L.
- Analysis of the Cybotactic Region of Two Renewable Lactone-Water Mixed-Solvent Systems that Exhibit Synergistic Kamlet-Taft Basicity. [American Chemical Society, 120, (2016), 4467-4481] Duereh A., Sato Y., Smith R.L., Inomata H.
- Antioxidation Properties and Surface Interactions of Polyvinylpyrrolidone-Capped Zerovalent Copper Nanoparticles Synthesized in Supercritical Water. [American Chemical Society, 8, (2016), 1627-1634] Morioka T., Takesue M., Hayashi H., Watanabe M., Smith R.L.
- Spectroscopic Analysis of Binary Mixed-Solvent-Polyimide Precursor Systems with the Preferential Solvation Model for Determining Solute-Centric Kamlet-Taft Solvatochromic Parameters. [American Chemical Society, 119, (2016), 14738-14749] Duereh A., Sato Y., Smith R.L., Inomata H.
- Efficient conversion of fructose into 5-ethoxymethylfurfural with hydrogen sulfate ionic liquids as co-solvent and catalyst. [Chemical Engineering Journal, (2016)] Haixin Guo, Xinhua Qi, Yuya Hiraga, Taku M. Aida, Richard Lee Smith Jr.
- Nutrient recycle from defatted microalgae (*Aurantiochytrium*) with hydrothermal treatment for microalgae cultivation. [Bioresource Technology, (2016)] Taku Michael Aida, Ryouma Maruta, Yuuhiko Tanabe, Minori Oshima, Toshiyuki Nonaka,

Hiroki Kujiraoka, Yasuaki Kumagai, Masaki Ota, Iwane Suzuki, Makoto M. Watanabe, Hiroshi Inomata, Richard L. Smith Jr.

【著書】

- Production of Biofuels and Chemicals from Lignin, Volume 6. (2016) Zhen Fang, Richard L. Smith, Jr., Xinhua Qi (Eds.)

循環材料プロセス学分野

【論文】

- Fabrication and TEM Characterization of Metal Composite Layers on Alumina Substrate. [23rd International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials (ISMANAM 2016), (I22), (2016)]S.V. Komarov,Y.C. Park and S.E.Romankov
- Mechanical Plating of Metal Matrix CNT Composite Coatings on Metal Substrates. [23rd International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials (ISMANAM 2016), (O73), (2016)]Renata Khasenova and Sergey Komarov
- Investigation of phosphorus-containing compounds in aluminum alloys with emphasis on the formation mechanism. [Material Science Forum, 877, (2016), 132-138] Sergey Komarov, Kazuki Miyamoto
- Formation of composite CuW/Ni layers on ceramic substrates under shot impact. [Journal of Alloys and Compounds, 689, (2016), 777-786] S.Romankov, Y.C.Park, S.V. Komarov
- Microwave Application to Annealing of Metal Thin Films. [Proc. 3rd Global Congress on Microwave Energy Applications (3GCMEA), USB, (2016), 133-136] N.Yoshikawa, A.Nagata, H.Taguchi and S.Komarov
- Selected Topics on Microwave Application to Green technology in our Research Group. [Proc. 3rd Global Congress on Microwave Energy Applications (3GCMEA), USB, (2016), 77-80] N.Yoshikawa , C.C.Lee, M. Sunako, K. Kawahira and S. Taniguchi
- 超音波照射によるアルミニウム合金における Al-Fe-Si 系化合物の異質核生成促進 . [鑄造工学 , 88 (1), (2016),3-10] 織田和宏 , コマロフセルゲイ
- 超音波鑄造におけるキャビテーション現象とその工業的応用 . [鉄と鋼 , 102 (3), (2016), 75-81] 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

【著書】

- Calixarenes and Beyond (執筆担当部分) Chap. 13, Thiocalixarenes, pp 335-362. [Springer International Publishing, (2016), 335-362] Nobuhiko Iki
- クリスマス分析化学原書7版, I. 基礎編(執筆担当部分) 第9, 10章. [丸善出版, (2016)] 今任稔彦, 角田欣一, 壹岐伸彦, 他

環境材料表面科学分野

【論文】

- Electrochemical Reduction of CO₂ on Ni- and Pt-Epitaxially Grown Cu(111) Surfaces. [Electrocatalysis, 7 (1), (2016), 97-103] N. Todoroki, N. Yokota, S. Nakahata, H. Nakamura, T. Wadayama
- Surface Structures and Electrochemical Stabilities for Pt/Pd(111) Model Electrocatalysts. [ECS Transactions, 75 (14), (2016), 741-746] N. Todoroki, Y. Bando, Y. Tani, S. Kaneko, H. Watanabe, and T. Wadayama
- ORR Properties for Model Pt-Shell LayORR Properties for Model Pt-Shell Layers Prepared on Nitrogen-Beam Irradiated Pt₂₅Ni₇₅ (111) Substrate. [ECS Transactions, 75 (14), (2016), 809-814] M. Asano, R. Kawamura, N. Todoroki, and T. Wadayama
- Oxygen Reduction Reaction Activity and Durability for Model Pt Shell Layers on Ir(111) Prepared by Molecular Beam Epitaxy. [ECS Transactions, 75 (14), (2016), 815-820] H. Watanabe, S. Kaneko, N. Todoroki, and T. Wadayama
- Oxygen Reduction Reaction Activity and Durability for Pt/TaNx Model Catalysts Fabrication in Ultra-High-Vacuum. [ECS Transactions, 75 (14), (2016), 821-826] S. Takahashi, N. Takahashi, N. Todoroki, T. Tanabe, T. Wadayama
- On-Line Mass Spectrometry for Ethanol Oxidation on Well-Defined Sn/Pt(hkl) Electrode Surfaces. [ECS Transactions, 75 (14), (2016), 1029-1033] H. Nakamura, T. Inoue, T. Matsuda, N. Todoroki, and T. Wadayama
- Highly Enhanced Oxygen Reduction Reaction Activity and Electrochemical Stability of Pt/Ir(111) Bimetallic Surfaces. [Electrochimica Acta, 222 (20), (2016), 1616-1621] Naoto Todoroki, Hirofumi Watanabe, Takayuki Kondo, Soma Kaneko, Toshimasa Wadayama
- Oxygen Reduction Reaction Activity for Strain-Controlled Pt-Based Model Alloy Catalysts: Surface Strains and Direct Electronic Effects Induced by Alloying Elements. [ACS Catalysis, 6, (2016), 5285-5289] Masato Asano, Ryutaro Kawamura, Ren Sasakawa, Naoto Todoroki, and Toshimasa Wadayama
- ORR activity and electrochemical stability for well-defined topmost and interface structures of the Pt/Pd(111) bimetallic system. [Electrochimica Acta, 212 (10), (2016), 822-827] Naoto Todoroki, Yohe Bando, Hirofumi Watanabe, Yuki Tani, Toshimasa Wadayama
- Dealloying of Nitrogen-Introduced Pt – Co Alloy Nanoparticles: Preferential Core – Shell Formation with Enhanced Activity for Oxygen Reduction Reaction. [ACS OMEGA, 1, (2016), 1247-1252] Shuntaro Takahashi, Naoki Takahashi, Naoto Todoroki, Toshimasa Wadayama

連携講座

環境適合材料創製学分野

【論文】

- Effects of solution drift on crystalline morphology in the solution growth of off-axis 4H-SiC crystals [Mater. Sci. Forum,

858, (2016), 65-68] Takashi Kato, Kazuhiko Kusunoki, Kazuaki Seki, Nobuhiro Okada, and Kazuhito Kamei

- Solution Growth on Concave Surface of 4H-SiC Crystal [Cryst. Growth Des.,16 (3), (2016), 1256-1260] Hironori Daikoku, Motohisa Kado, Akinori Seki, Kazuaki Sato, Takeshi Bessho, Kazuhiko Kusunoki, Hiroshi Kaidou, Yutaka Kishida, Koji Moriguchi, and Kazuhito Kamei
- 酸化鉄の還元挙動に与える木質バイオマス(木炭)の影響 [鉄と鋼, 102, (2016), No.8, 423-431]小暮聡, 横田恭平, 西村恒久, 国友和也, 岡崎潤
- 【特許】
- SiC 単結晶の製造方法 [特許第 587781 号] 楠一彦, 亀井一人, 大黒寛典, 加渡幹尚, 坂元秀光
- SiC 単結晶の製造方法 [特許第 5877813 号] 楠一彦, 亀井一人, 大黒寛典, 加渡幹尚, 坂元秀光
- SiC 単結晶の製造装置及び SiC 単結晶の製造方法 [特許第 5863977 号] 楠一彦, 亀井一人, 矢代将斉, 岡田信宏, 森口晃治, 大黒寛典, 加渡幹尚, 坂元秀光
- 単結晶の製造装置、それに用いられる坩堝及び単結晶の製造方法 [特許第 6028033 号] 亀井一人, 楠一彦, 矢代将斉, 岡田信宏, 森口晃治, 大黒寛典, 加渡幹尚, 坂元秀
- 炭化珪素単結晶の製造方法 [ドイツ特許 602005050016.2], [フランス特許 1806437] 楠一彦, 亀井一人, 矢代将斉, 八内昭博, 上田善久, 伊藤豊, 岡田信宏
- n 型 SiC 単結晶の製造方法 [中国特許 ZL201180054125.7], [ドイツ特許 602011025795.1], [フランス特許 2639344] 楠一彦, 亀井一人, 矢代将斉, 森口晃治, 岡田信宏
- 溶液成長法による SiC 単結晶の製造装置、当該製造装置を用いた SiC 単結晶の製造方法及び当該製造装置に用いられる坩堝 [中国特許 ZL201280027616.7] 亀井一人, 楠一彦, 矢代将斉, 岡田信宏, 大黒寛典, 加渡幹尚, 坂元秀光

地球環境変動学分野

【論文】

- An evaluation of IASI-NH₃ with ground-based FTIR measurements [Atmos. Chem. Phys., 16, 10,351-10,368, (2016), doi:10.5194/acp-16-10351] Dammer, E., M. Palm, M. Van Damme, C. Vigouroux, D. Smale, S. Conway, G. C. Toon, N. Jones, E. Nussbaumer, T. Warneke, C. Petri, L. Clarisse, C. Clerbaux, C. Hermans, E. Lutsch, K. Strong, J. W. Hannigan, H. Nakajima, I. Morino, B. Herrera, W. Stremme, M. Grutter, M. Schaap, R. J. Wichink Kruit, J. Notholt, P. -F. Coheur, and J. W. Erisman
- Development of a masking device to exclude contaminated reflection during tower-based measurements of spectral reflectance from a vegetation canopy. [Agricultural and Forest Meteorology, 223, (2016), 141-150] Ide R., Hirose Y., Oguma H., Saigusa N.
- Bias corrections of GOSAT SWIR XCO₂ and XCH₄ with TCCON data and their evaluation using aircraft measurement data. [Atmos. Meas. Tech., 9, 3491-3512, (2016), doi:10.5194/amt-9-3491-2016] Inoue, M., Morino, I., Uchino, O., Nakatsuru, T., Yoshida, Y., Yokota, T., Wunch, D., Wennberg, P. O., Roehl, C. M., Griffith, D. W. T., Velazco, V. A., Deutscher, N. M., Warneke, T., Notholt, J., Robinson, J., Sherlock, V., Hase, F., Blumenstock, T., Rettinger, M., Sussmann, R., Kyrö, E., Kivi, R., Shiomi,

- K., Kawakami, S., De Mazière, M., Arnold, S. G., Feist, D. G., Barrow, E. A., Barney, J., Dubey, M., Schneider, M., Iraci, L. T., Podolske, J. R., Hillyard, P. W., Machida, T., Sawa, Y., Tsuboi, K., Matsueda, H., Sweeney, C., Tans, P. P., Andrews, A. E., Biraud, S. C., Fukuyama, Y., Pittman, J. V., Kort, E. A., and Tanaka, T.
- A comprehensive estimate of recent carbon sinks in China using both top-down and bottom-up approaches. [Scientific Reports 6, (2016), Article number: 22130] Jiang, F., J. Chen, L. Zhou, W. Ju, H. Zhang, T. Machida, P. Ciais, W. Peters, H. Wang, B. Chen, L. Liu, C. Zhang, H. Matsueda and Y. Sawa
- Determining an effective UV radiation exposure time for vitamin D synthesis in the skin without risk to health: Simplified estimations from UV observations. [Photochemistry and Photobiology, 92, (2016), 863-869, doi:10.1111/php.12651] Miyauchi, M., and H. Nakajima
- Polar stratospheric cloud evolution and chlorine activation measured by CALIPSO and MLS, and modelled by ATLAS. [Atmos. Chem. Phys., 16, (2016), 3311-3325, doi:10.5194/acp-16-3311-2016] Nakajima, H., I. Wohltmann, T. Wegner, M. Takeda, M. C. Pitts, L. R. Poole, R. Lehmann, M. L. Santee, and M. Rex
- Inverse modeling of GOSAT-retrieved ratios of total column CH₄ and CO₂ for 2009 and 2010. [Atmos. Chem. Phys., 16, (2016), 5043-5062, doi:10.5194/acp-16-5043-2016] Pandey, S., Houweling, S., Krol, M., Aben, I., Chevallier, F., Dlugokencky, E. J., Gatti, L. V., Gloor, E., Miller, J. B., Detmers, R., Machida, T., and Röckmann, T.
- Algorithm update of the GOSAT/TANSO-FTS thermal infrared CO₂ product (version 1) and validation of the UTLS CO₂ data using CONTRAIL measurements. [Atmos. Meas. Tech., 9, (2016), 2119-2134, doi:10.5194/amt-9-2119-2016] Saitoh, N., Kimoto, S., Sugimura, R., Imasu, R., Kawakami, S., Shiomi, K., Kuze, A., Machida, T., Sawa, Y., and Matsueda, H.
- Inverse modeling of pan-Arctic methane emissions at high spatial resolution: what can we learn from assimilating satellite retrievals and using different process-based wetland and lake biogeochemical models?. [Atmos. Chem. Phys., 16, (2016), 12649-12666, doi:10.5194/acp-16-12649-2016] Tan Z., Zhuang Q., Henze D.K., Frankenberg C., Dlugokencky E., Sweeney C., Turner A.J., Sasakawa M., Machida T.
- Factors contributing to soil nitrogen mineralization and nitrification rates of forest soils in the Japanese archipelago. [Forest Ecology and Management, 361, (2016), 382-396] Urakawa R., Ohte N., Shibata H., Isobe K., Tateno R., Oda T., Hishi T., Fukushima K., Inagaki Y., Hirai K., Oyanagi N., Nakata M., Toda H., Kenta T., Kuroiwa M., Watanabe T., Fukuzawa K., Tokuchi N., Ugawa S., Enoki T., Nakanishi A., Saigusa N., Yamao Y., Kotani A.
- Top-down assessment of the Asian carbon budget since the mid 1990s, [Nature Communications 7, (2016), Article number: 10724] Thompson, R., P. Patra, F. Chevallier, S. Maksyutov, R. Law, T. Ziehn, I. van der Laan-Luijkx, W. Peters, A. Ganshin, R. Zhuravlev, T. Maki, T. Nakamura, T. Shirai, M. Ishizawa, T. Saeki, T. Machida, B. Poulter, J. Canadell and P. Ciais
- Winter crop CO₂ uptake inferred from CONTRAIL measurements over Delhi, India. [Geophys. Res. Lett., (2016),

doi: 10.1002/2016GL070939] Umezawa, T., Y. Niwa, Y. Sawa, T. Machida and H. Matsueda

- Vortex-wide chlorine activation by a mesoscale PSC event in the Arctic winter of 2009/10. [Atmos. Chem. Phys., 16, (2016), 4569-4577, doi:10.5194/acp-16-4569-2016] Wegner, T., M. C. Pitts, L. R. Poole, I. Tritscher, J. -U. Grooß, and H. Nakajima
- Technical note: Evaluation of three machine learning models for surface ocean CO₂ mapping. [Ocean Science Discussions, (2016), DOI: 10.5194/os-2016-73] Zeng J., Matsunaga T., Saigusa N., Shirai T., Nakaoka S., Hong Z.
- 【著書】
- 1-1 オゾンホール . [河村公隆(代表) 編, 低温環境の科学事典, 朝倉書店, (2016), 2-4.] 中島英彰
- 2-9 シベリア上空の温室効果ガス . [河村公隆(代表) 編, 低温環境の科学事典, 朝倉書店, (2016), 52-53.] 町田敏暢

環境リスク評価学分野

【論文】

- Linking microearthquakes to fracture permeability change: The role of surface roughness. [Geophysical Research Letter, 43, (2016), doi:10.1002/2016GL069478] Ishibashi, T., Watanabe, N., Asanuma, H., and Tsuchiya, N.
- Linking microearthquakes to fracture permeability evolution. [Crustal Permeability Book Chapter, (2016), pp472, Wiley-Blackwell] Ishibashi, T., Watanabe, N., Asanuma, H., and Tsuchiya, N.
- Pore pressure behavior at the shut-in phase and causality of large induced seismicity at Basel, Switzerland: Large induced events at shut-in phase. [J. Geophys. Res., (2016)] Mukuhira, Y., Dinske, C., Asanuma, H., Ito, T., H., Haring, M.
- Physics-based seismic evaluation method: Evaluating possible seismic moment based on microseismic information due to fluid stimulation. [Geophysics, (2016), KS195-KS205] Mukuhira, Y., Asanuma, Ito, T., H., Haring, M.
- Pore pressure behavior at the shut-in phase and causality of large induced seismicity at Basel, Switzerland: Large induced events at shut-in phase. [J. Geophys. Res., (2016)] Folesky, J., Kummerow, S., Shapiro, S., Haring, M., Asanuma, H.
- スケール付着とローカルイベントの影響評価に基づく温泉自動モニタリング装置の設計 [日本地熱学会誌, (2016)] 最首, 大月, 古賀, 渡邊, 福田, 梶原, 浅沼

バイオエコマネジメント学分野

【特許】

- 電気培養用電子メディアータ [特許公開番号 2016-140322] 平野伸一, 松本伯夫
- 燃料ペレット及びその製造方法 [特許公開番号 2016-065201] 土屋陽子, 松本伯夫
- 触媒又はその前駆体並びにこれらを利用した二酸化炭素の水素化方法及びギ酸塩の製造 [特許公開番号 2016-047487] 互理龍, 榎木啓人, 平野伸一, 松本伯夫, 碓屋隆雄
- 硝酸呼吸能を有する微生物の培養方法 [特許公開番号 2016-027832] 平野伸一, 松本伯夫, 大村直也

博士・修士論文題目一覧(平成28年3月・9月修了)

博士論文

【平成28年3月修了】10名

● 蔣 紅与

「A Comparision Study of Hydrogen Fermentation, Methane Fermentation and Hythane Fermentation of Cassava Residues (キャッサバ廃棄物の水素発酵、メタン発酵およびハイタン発酵に関する比較研究)」

指導教員：李玉友教授

● 濱井 昂弥

「硫酸還元菌を用いた鉱山坑廃水処理技術の効率化に関する研究」

指導教員：土屋範芳教授

● 中村 公亮

「SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)法に基づく固液混合シミュレーションに関する研究」

指導教員：高橋弘教授

研究指導教員：里見知昭助教

● 鄒 立龍

「Studies on Advanced and effective technology for deformation monitoring and imaging by GB-SAR(GB-SARによる変位計測とイメージングのための新しく効率的な技術に関する研究)」

指導教員：佐藤源之教授

● 阿部 教恩

「多機能性物質カリックスアレーンを活用する物質応答原理の創出とその分析化学的展開」

指導教員：壺岐伸彦教授

● 唐島田 龍之介

「異核化によるマルチモーダルな発光機能を志向したクラスター型希土類錯体の創製」

指導教員：壺岐伸彦教授

● 寺坂 宗太

「水酸アパタイトによる水溶液からのフッ化物イオン除去に関する研究」

指導教員：松原秀彰教授

研究指導教員：上高原理暢准教授

● 加藤 貴宏

「塩化揮発による二次資源からの有価金属の回収」

指導教員：柴田悦郎教授

● 樊 涌

「Recycling Technologies of Copper Smelter Slag for Iron Resource (銅製錬スラグの製鉄原料化に向けたリサイクル技術)」

指導教員：柴田悦郎教授

● 山本 通典

「DEM シミュレーションを用いた粉体混合メカニズム解析と混合装置設計に関する研究」

指導教員：加納純也教授

【平成28年9月修了】4名

● Nacer AZEGGAGH

「Damage mechanisms in silicon nitride materials under contact loading (窒化ケイ素系材料の接触負荷下における損傷機構に関する研究)」

指導教員：橋田俊之教授

研究指導教員：山本剛准教授

● 佐竹 正行

「仙台圏の小水力利用を目指した高効率水車の研究 ～偏回転型水車の開発～」

指導教員：田路和幸教授

研究指導教員：高橋英志准教授

● 李 関喬

「Hydrogen Storage Properties of Composite Materials between Boron Based- and Transition Metal Based-Complex Hydrides (ホウ素系錯体水素化合物と遷移金属系錯体水素化合物との複合材料の水素貯蔵特性)」

指導教員：折茂慎一教授

● 中村 光宏

「サステナブルデザインの視点からエネルギーマネジメントシステムと人間行動変容システムとの融合による統合的CO₂削減システムの研究～人間行動変容を促す新しいサステナブルデザイン～」

指導教員：田路和幸教授

修士論文

【平成28年3月修了】100名

● 井上 大嗣

「関東地方における暑さ指数(WBGT)の特徴と熱中症発生との関係」

指導教員：境田清隆教授

● 池添 敦

「鉄道高架化が周辺交通流動等に及ぼした影響の分析－小田急小田原線を事例に－」

指導教員：境田清隆教授

● 甲斐 智大

「規制緩和による保育労働市場の構造再編－東京都で就業する保育士のライフコースに着目して－」

指導教員：境田清隆教授

● 田中 謙一

「静岡県川根本町におけるエコツーリズム事業のコンジョイント分析を用いたツアー設計」

指導教員：境田清隆教授

● 宮川 卓士

「公共牧場草地の利用に対する農家のニーズ－岩手県北部を事例に－」

指導教員：境田清隆教授

● 小山 峻平

「乱流フラックスの不確実性の定量化によるデータ品質評価」

指導教員：風間聡教授

研究指導教員：小森大輔准教授

● 佐藤 大起

「運転方式の変化による下水処理施設の浄化機能への影響」

指導教員：李玉友教授

● 島田 祐輔

「実機嫌気性消化槽のリスタートアップ時における微生物群集動態の解明」

指導教員：李玉友教授

● 松井 鐘慶

「無動力攪拌型メタン発酵槽を用いたディスポーザー排水の処理とエネルギー回収」

指導教員：李玉友教授

● 若林 雄介

「農作業プロセスにおける経験の蓄積が人の心豊かさに及ぼす影響」

指導教員：古川柳蔵准教授

● 毛 昕平

「Impacts of China's Climate Change Policy on Iron and Steel Industry in China (中国における気候変動政策が中国の鉄鋼産業に与える影響)」

指導教員：明日香壽川教授

研究指導教員：石井敦准教授

● 中田 達大

「The Effect of Demand Response on Purchase Intention of Distributed Generation: Evidence from Japan (日本におけるデマンドレスポンスが分散型電源の購買意欲に与える影響の評価)」

指導教員：高橋弘教授

● 芳賀 健大朗

「ポスト電力自由化における電力需要家の電気事業者選択」

指導教員：高橋弘教授

● 菊地 拓馬

「き裂型地熱貯留層における二相流体流動の相対浸透率曲線」

指導教員：土屋範芳教授

研究指導教員：渡邊則昭准教授

● 細田 憲弘

「地球化学データを用いた仙台平野における歴史津波堆積物の統計的判別方法に関する研究」

指導教員：土屋範芳教授

● 鈴木 拓

「メルト包有物解析による火成活動と地熱資源評価に関する研究」

指導教員：土屋範芳教授

● 小坂 拓也

「温泉水と廃アルミニウムを用いた水素製造に関する研究」

指導教授：土屋範芳教授

研究指導教員：渡邊則昭准教授

● 青島 聡

「流体の相変化による岩石破壊に関する実験的研究」

指導教授：土屋範芳教授

● 諫田 貴哉

「災害現場における地盤強度の無人自動計測に関する基礎的研究」

指導教授：高橋弘教授

研究指導教員：里見知昭助教

● 佐藤 政則

「津波堆積浚渫土の築堤材への再資源化に関する研究」

指導教員：高橋弘教授

● 刘 朝成

「木屑を含む津波堆積土砂の機能性地盤材料への再資源化に関する研究」

指導教員：高橋弘教授

● 武山 詳

「脆性から延性挙動を示す条件下における岩石き裂の力学的・水理学的特性に関する研究」

指導教員：高橋弘教授

研究指導教員：坂口清敏准教授

● 沼倉 達矢

「封圧下350℃～500℃領域におけるき裂性岩石の透水試験と透水特性に関する研究」

指導教員：高橋弘教授

研究指導教員：坂口清敏准教授

● 岡本 悠祐

「混合導電性酸化物におけるカチオン不定比が欠陥構造・材料物性に与える影響」

指導教員：川田達也教授

● 須々田 一聖

「北日本地域における家庭用燃料電池の熱利用に関する研究」

指導教員：川田達也教授

● 武田 未来

「Ni/YSZ電極の特性と微細構造の相関」

指導教員：八代圭司准教授

● 朝木 美帆

「地熱貯留層設計を目的とした温度・圧カフィールドデータを用いた浸透率分布推定法に関する基礎的研究」

指導教員：橋田俊之教授

● 岩垣 巧
「地熱開発を目的としたトレーサー応答に基づく複雑地下き裂分布の推定法に関する研究」
指導教員：橋田俊之教授

● 佐藤 迪凱
「固体酸化物燃料電池の信頼性向上を目的とした燃料極材料 Ni-YSZ サーマットの空気酸化および電気化学的酸化の評価に関する基礎的研究」
指導教員：橋田俊之教授
研究指導教員：佐藤一准教授

● 中村 彰宏
「配向カーボンナノチューブ / エポキシ複合材料の作製とその機械的・熱的特性評価に関する研究」
指導教員：橋田俊之教授
研究指導教員：山本剛助教

● 吉田 尚生
「リチウムイオン二次電池用負極材料における機械的損傷のその場評価と電気化学的劣化に関する研究」
指導教員：橋田俊之教授
研究指導教員：佐藤一准教授

● 秋葉 貴仁
「二酸化炭素地中貯留層からの漏洩経路の減圧析出による閉塞効果に関する研究」
指導教員：伊藤高敏教授

● 松原 大樹
「未固結地層からの油・ガス生産に伴う出砂現象に関する実験的研究」
指導教員：伊藤高敏教授

● 渡邊 創
「粒状体個別要素法によるタイトオイル地層フラクチャリングのモデル化に関する研究」
指導教員：伊藤高敏教授
研究指導教員：清水浩之助教

● 寺澤 佑貴
「柳津西山地熱地域での涵養試験時に観測された微小地震の地震統計学的評価」
指導教員：浅沼宏教授

● 楊 萌
「クロロエチレン類脱塩素コンソーシアムの集積培養と遺伝子分析」
指導教員：井上千弘教授

● 佐藤 桂輔
「黄銅鉱バイオリーチングにおける Acidithiobacillus caldus の役割の推定」
指導教員：井上千弘教授

● 宋 陽
「Phytoremediation of Cd contaminated soil and water by Arabidopsis halleri ssp. gemmifera (ハクサンハタザオによる Cd 汚染土壌及び水のファイトレメディエーション)」
指導教員：井上千弘教授

● Dominguez John Jewish Arellano
「Isolation and characterization of aromatic hydrocarbon-degrading bacteria from petroleum contaminated soil samples in Japan (日本国内の石油汚染土壌からの芳香族炭化水素分解細菌の単離および特性評価)」
指導教員：井上千弘教授

● 村仲 友大
「セレン含有試料からのセレン溶出形態の分析に関する研究」
指導教員：井上千弘教授

● 井田 大貴
「高速走査型イオンコンダクタンス顕微鏡を用いた細胞表面の動態観察」
指導教員：末永智一教授
研究指導教員：珠玖仁准教授

● 伊藤 秀矩
「組織内ハイスループット局所遺伝子発現解析」
指導教員：末永智一教授
研究指導教員：珠玖仁准教授

● 猪又 宏貴
「ナノ電気化学セル顕微鏡を用いたエネルギー材料の局所電気化学測定」
指導教員：末永智一教授
研究指導教員：珠玖仁准教授

● 橋 由佳
「細胞呼吸活性測定のための高空間分解能バイオ LSI の開発」
指導教員：末永智一教授
研究指導教員：伊野浩介助教

● 阿部 博弥
「CMOS 型電気化学デバイスを用いた神経様細胞から放出される神経伝達物質の検出」
指導教員：末永智一教授
研究指導教員：伊野浩介助教

● 烏谷 昂希
「感染症を予防する人工骨開発のための銅イオン添加水酸アパタイトの作製と評価」
指導教員：松原秀彰教授
研究指導教員：上高原理暢准教授

● 梅津 まみ
「マグネシウム - アルミニウム酸化物による有機アニオン吸着に関する平衡論及び速度論的解析」
指導教員：吉岡敏明教授
研究指導教員：亀田知人准教授

● 遠藤 秋志
「化学修飾による塩素化ポリ塩化ビニルへの親水性の付与」
指導教員：吉岡敏明教授
研究指導教員：グラウゼ ギド准教授

● 平橋 賢
「ポリエチレンテレフタレート / ポリ塩化ビニルターポリンの化学的再資源化技術の開発」
指導教員：吉岡敏明教授
研究指導教員：グラウゼ ギド准教授

● 保坂 朋志
「ポリイミドの水蒸気分解による化学原燃料化」
指導教員：吉岡敏明教授

● 山本 祐介
「酸化マグネシウムを用いたホウ素及びフッ素の処理技術の開発」

指導教員：吉岡敏明教授
研究指導教員：グラウゼ ギド准教授

● 鯨岡 浩樹
「界面活性イオン液体および超臨界 CO₂ を用いた藻類オイル湿式抽出プロセスの検討」
指導教員：リチャード・リー・スミス教授
研究指導教員：渡邊賢准教授

● 後藤 武蔵
「バイオマス可溶性イオン液体への H₂ 単一ガスおよび H₂+CO₂ 混合ガス溶解度に関する研究」
指導教員：リチャード・リー・スミス教授
研究指導教員：渡邊賢准教授

● 小山 健人
「バイオマス利用プロセスの高効率化に向けた混合イオン液体の物性測定および相関」
指導教員：リチャード・リー・スミス教授
研究指導教員：渡邊賢准教授

● 沼賀 菜々美
「流通式超臨界水熱合成法による Cu ナノ粒子の合成および Cu ナノインク特性に表面修飾剤が与える影響の検討」
指導教員：リチャード・リー・スミス教授
研究指導教員：渡邊賢准教授

● 吉井 孝彰
「キチン系バイオマス有効利用に向けたイオン液体による改質・分解プロセスに関する検討」
指導教員：リチャード・リー・スミス教授
研究指導教員：渡邊賢准教授

● 松原 望
「柔軟な骨格を持つ配位子で架橋される新規希土類配位高分子の構造と発光機能」
指導教員：壺岐伸彦教授
研究指導教員：鈴木敦子助教

● 飯倉 大介
「水溶性ランタニド錯体と疎水性カチオンを利用した溶液プロセスに基づく発光材料の簡易合成」
指導教員：壺岐伸彦教授

● 吉田 瑞希
「酸化亜鉛の形態制御および化粧品への応用」
指導教員：佐藤次雄教授
研究指導教員：殷シュウ准教授

● 福井 早紀
「液相法による酸化亜鉛透明導電膜の作製および電気光学特性に関する研究」
指導教員：佐藤次雄教授
研究指導教員：殷シュウ准教授

● 浜中 諒
「Nb ドープ TiO₂ の合成と赤外遮蔽特性の評価」
指導教員：佐藤次雄教授
研究指導教員：殷シュウ准教授

● 岡村 優介
「水熱電気化学法によるグラフェン合成プロセスの研究」
指導教員：本間格教授
研究指導教員：苫居高明講師

● 川村 祥太郎

「1,2 族元素支持塩を添加した電解液中での quinone-cation 相互作用の影響」
指導教員：本間格教授
研究指導教員：苫居高明講師

● 北田 祐太
「キノン系有機材料の Redox 反応における電子状態変化の研究」
指導教員：本間格教授
研究指導教員：苫居高明講師

● 澁谷 仁彦
「管理型廃棄物最終処分場の内部環境に及ぼす微生物生態系の影響」
指導教員：白鳥寿一教授

● 今 冴登
「錯体制御を利用した Bi₂Te₃ 熱電変換ナノ粒子への Sn ドープ手法の開発」
指導教授：田路和幸
研究指導教員：高橋英志准教授

● 上野 峻矢
「難溶性スラグからのアンチモン湿式回収技術開発」
指導教授：田路和幸
研究指導教員：佐藤義倫准教授

● 駒口 暁海
「金属・半導体型単層カーボンナノチューブの電界電子放出特性に関する研究」
指導教授：田路和幸
研究指導教員：佐藤義倫准教授

● 杉山 将太
「ショットキー太陽光発電セル作製のための垂直配向カーボンナノチューブ両端部への異種金属 (Pd, Sn) 担持に関する研究」
指導教授：田路和幸
研究指導教員：佐藤義倫准教授

● 横山 幸司
「脱フッ素化による窒素含有単層カーボンナノチューブの制御合成とその酸素還元触媒活性に関する研究」
指導教授：田路和幸
研究指導教員：佐藤義倫准教授

● 高橋 和雅
「アルミニウムスクラップの再生率の向上を目指した金属間化合物の無害化処理」
指導教授：コマロフ セルゲイ教授

● 宮本 和紀
「熔融アルミニウムの脱リンに関する基礎研究」
指導教授：コマロフ セルゲイ教授

● 中村 拓正
「蓄熱体を用いるバイオマス迅速炭化プロセスに関する研究」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：村上太一准教授

● 俣岡 昌嗣郎
「4 元系カルシウムフェライトの被還元性に及ぼす鉱物組織の影響」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：村上太一准教授

● 松田 和歩
「炭材内装鉱の還元・浸炭に及ぼす硫黄の影響」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：村上太一准教授

● 井上 達彦
「電気化学質量分析装置の開発と金属単結晶表面における電極反応生成物分析」
指導教授：和田山智正教授

● 川村 隆太郎
「電気化学環境下における Pt-Ni₂ 元単結晶合金の最表面構造と触媒特性」
指導教授：和田山智正教授

● 番土 陽平
「よく規定された Pt-Pd 表面・界面構造が発現する酸素還元反応活性」
指導教授：和田山智正教授

● 杉山 晶宣
「ショット状アノードを用いた新規的な銅電解精製プロセスに関する基礎的研究」
指導教授：柴田悦郎教授

● 南 一成
「シミュレーションによる固気混相流の圧力損失に関する研究」
指導教授：加納純也教授
研究指導教員：石原真吾助教

● 岡田 舜
「鉄鉱石焼結機における付着性粒子偏析挙動の DEM シミュレーション」
指導教授：加納純也教授
研究指導教員：石原真吾助教

● 嶋崎 光佑
「中空陰極型グロー放電プラズマを用いた表面改質法の開発とその特性評価」
指導教授：我妻和明教授

● 戸谷 優介
「多波長同時測定高分解能分光器を用いたフレイム原子吸光分析法の高感度・高精度化」
指導教授：我妻和明教授

● 中畑 翔子
「レーザー誘起プラズマ発光分析法による鉄鋼中の介在物三次元分布評価法の開発」
指導教授：我妻和明教授

● 渡邊 学
「静磁場印加電磁浮遊法を用いた溶融 Fe-Ni 合金の熱物性測定」
指導教授：福山博之教授

● 藤原 圭吾
「アルミナ炭素熱還元法による AlN 単結晶成長条件の確立」
指導教授：福山博之教授
研究指導教員：大塚誠准教授

● 尾形 昂洋
「鉄系錯体水素化物の高圧合成と水素貯蔵特性」
指導教授：折茂慎一教授

● 神保 貴行
「非金属系錯体水素化物のイオン伝導特性」
指導教授：折茂慎一教授

● 徳尾 高宏
「バナジウム系固溶体合金の水素貯蔵特性」
指導教授：折茂慎一教授

● 野戸 大河
「単ロール PFC 法におけるロール材質の薄帯形成機構に及ぼす影響」
指導教授：佐藤有一教授

● 船田 千城
「焼結過程における CaO 源の同化挙動」
指導教授：岡崎潤教授

● 加藤 貴士
「SiC 単結晶成長における溶液ドリフトと結晶形態」
指導教授：楠一彦教授

● 岡本 善勝
「自然あふれる沿岸部におけるこころ豊かな「食」のライフスタイルを実現するビジネスシステムー逗子市を事例としてー」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

● 島田 聡
「2040 年に活躍する次世代リーダー開発ビジネス」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

● 松田 雪妙
「心豊かな暮らし方に求められる「伝承」という価値を高める要因分析」
指導教授：古川柳蔵准教授

● 三橋 亜紀子
「都市住宅地における自然と人をつなぐビジネス提案ー世田谷を事例にー」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

● 吉 俊輔
「自然素材を活用した包装容器による心の豊かさが溢れる物質循環の提案ー秋田を事例にー」
指導教授：葛西栄輝教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

● 菅原 玲
「仕事と暮らしの協働場がつくる活力ある地域再生への提案ー雄勝町の自然資源を利用してー」
指導教授：吉岡敏明教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

● 下村 瑞枝
「住まいの価値を高め持続する地域をつくるシステム提案」
指導教授：吉岡敏明教授
研究指導教員：古川柳蔵准教授

【平成 28 年 9 月修了】 15 名

● 志村 千紘
「近年の仙台におけるヒートアイランドの変化傾向ー 14 年間の小学校観測データによる分析ー」
指導教員：境田清隆教授

● 紀 佳淵
「Nitrogen Removal Performance and Operation Control of One-Stage Anammox Process (一槽型アナモックスの脱窒効果と運転制御)」
指導教員：李玉友教授

● 陳 黙
「UASB プロセスによるメタノール系廃水処理の長期運転特性」
指導教員：李玉友教授

● Robi Kurniawan
「Cross Countries Efficiency Measure Considering Inclusive Wealth as Input and Carbon Damages as Undesirable Output(新国富ベースの効率性分析研究)」
指導教員：高橋弘教授

● Arie Pujiwati
「Environmental Assessment of Trace Elements in Soil by Coal Mining in South Kalimantan, Indonesia (インドネシア南カリマタン地域の石炭鉱山における土壌中微量元素の環境影響評価)」
指導教員：駒井武教授

● Otgonbayar Dandar
「Multi-alteration processes of ultramafic units in the Hantaishir Ophiolite, Western Mongolia (モンゴル国西部のハンタイシル オフィオライトの超苦鉄質岩体の多重変質プロセス)」
指導教員：土屋範芳教授
研究指導教員：岡本敦准教授

● Phan Thanh CHIEN
「Study on Recycling of Sludge in Vietnamese Mekong Delta by Rice Husk-Cement-Stabilized Soil Method(もみ殻を用いた繊維質固化処理土工法によるベトナム・メコンデルタ地域の泥土再資源化に関する研究)」
指導教員：高橋弘教授

● VILIAME SAVOU
「Effects of acid-treatment on the pyrolysis of sugarcane bagasse (砂糖きびバガスの熱分解における酸処理の影響)」
指導教員：吉岡敏明教授

● Zaka Ruhma
「Nitrogen Solubility Measurement of Ga-Al Melts by a Chemical Equilibrium Method(化学平衡法による Ga-Al 融液の窒素溶解度測定)」
指導教員：福山博之教授

● 張 心月
「Fundamental Study on Ablation Sampling of Fe-based Binary Alloys in Laser-induced Breakdown Optical Emission Spectrometry (レーザー誘起プラズマ発光分析法における鉄系二元合金のアブレーション現象の解析)」
指導教員：我妻和明教授

● Hugo Fathur Rahman Erawan
「Synthesis of CuInS Nanoparticles from CuIn Nanoparticles in Aqueous Solution (水溶液中における Cu ナノ粒子からの CIS ナノ粒

子の合成)」
指導教員：田路和幸教授
研究指導教員：高橋英志准教授

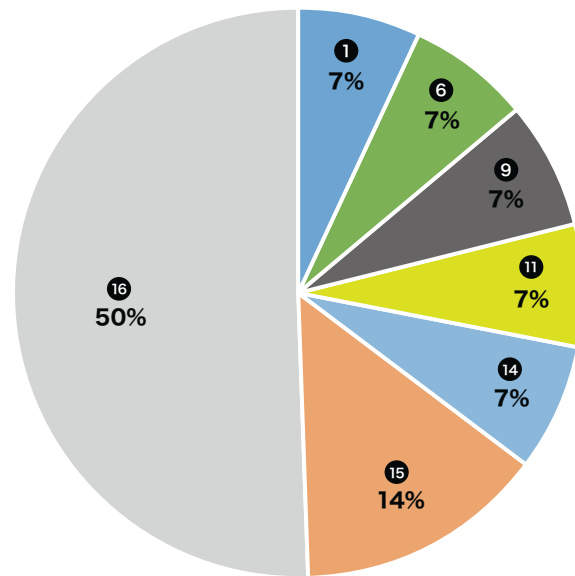
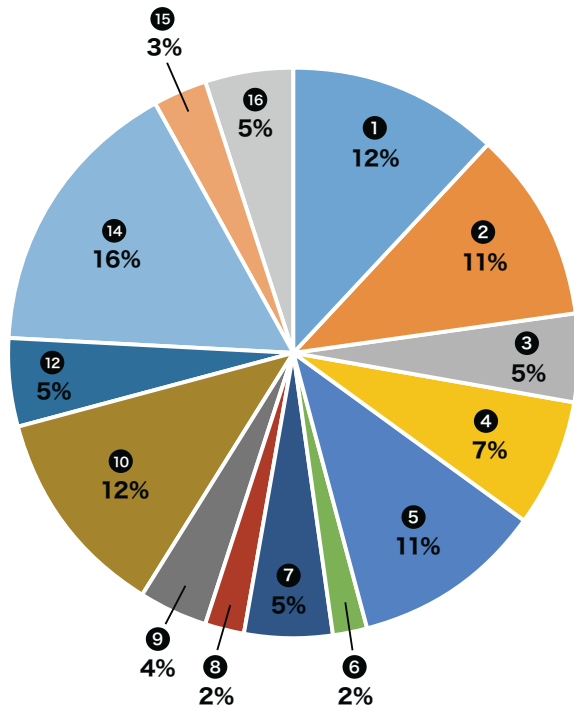
● KHASENOVA RENATA
「Development of novel composite coatings produced by ball impact treatment (ボールインパクト処理による新規複合コーティング法の開発)」
指導教員：コマロフ セルゲイ教授

● Ananya SRITAWAN
「The Impact of Heterogeneous Surface on Turbulence Characteristic of Surface Boundary Layer. (不均一地表面が接地境界層の大気乱流特性に及ぼす影響)」
指導教員：小森大輔准教授

● Gunawan Makkawaru SALIHUN
「Understanding requirements for sustainability of community-based environment sanitation program. (持続可能な公衆衛生システムのための要素解析)」
指導教員：小森大輔准教授

● Diah Pamulasari SUYANTO
「How Farmer's incentive affect success of community based bioenergy program(地域密着型バイオエネルギー創出とインセンティブの付与)」
指導教員：小森大輔准教授

国立大学法人秋田大学, アルプス電気株式会社, 石川県, いすゞ自動車株式会社, 宇部興産株式会社, エコサイクル株式会社, 大阪ガス株式会社, 株式会社キトー, 株式会社きらやか銀行, 株式会社建設技術研究所, 株式会社神戸製鋼所, 株式会社コメリ, 株式会社サステナブルデザイン研究所, カルチュア・コンビニエンス・クラブ株式会社, 沢井製薬株式会社, サントリーホールディングス株式会社, JXエネルギー株式会社, JXホールディングス株式会社, JFEエンジニアリング株式会社, 株式会社JTBCコーポレートセールス, JFEスチール株式会社, JFE物流株式会社, 株式会社資生堂, 新日鐵住金株式会社, スチールプランテック株式会社, 住友金属鉱山株式会社, 住友ベークライト株式会社, 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, ダイキン工業株式会社, 大日本印刷株式会社, 株式会社タムロン, 千代田化工建設株式会社, TDK株式会社, DIC株式会社, デロイト トーマツ コンサルティング合同会社, DOWAホールディングス株式会社, 東海カーボン株式会社, 東京海上日動火災保険株式会社, 東京製綱株式会社, 東京電力株式会社, 株式会社東芝, 東燃ゼネラル石油株式会社, 東部瓦斯株式会社, 学校法人東北文化学園大学 東北文化学園専門学校, 国立大学法人東北大学, 東北電力株式会社, 東洋紡株式会社, 東レ株式会社, トーカロ株式会社, トヨタ自動車株式会社, 株式会社豊田自動織機, 日揮株式会社, ニッセイ情報テクノロジー株式会社, 日本ウィルテックソリューション株式会社, 一般財団法人日本海事協会, 株式会社日本基礎技術, 一般社団法人日本森林インストラクター協会, 株式会社日本製鋼所, 日本冶金工業株式会社, パナソニック株式会社, 東日本高速道路株式会社, 東日本旅客鉄道株式会社, 日立アプライアンス株式会社, 日立化成株式会社, 富士通エフ・アイ・ピー株式会社, 株式会社ベネッセコーポレーション, 北海道電力株式会社, 本田技研工業株式会社, 三井金属鉱業株式会社, 三井造船株式会社, 三井物産株式会社, 三菱瓦斯化学株式会社, 三菱マテリアル株式会社, ヤマハ発動機株式会社, 有人家合同会社, ランドブレイン株式会社, 株式会社リケン, Kerinci Seblat National Park, Ministry of Forestry of Indonesia, Public Works Department of Kepulauan Selayar Regency, The French Alternative Energies and Atomic Energy Commission Caderache Center



- | | | |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| ① 製造業 化学工業、石油・石炭製品製造業 | ⑥ 教育、学生支援業 | ⑫ 電気・ガス・熱供給・水道業 |
| ② 製造業 鉄鋼業、非鉄金属・金属製品製造業 | ⑦ 建設業 | ⑬ 公務 国家・地方公務 |
| ③ 製造業 電気・情報通信機器製造業 | ⑧ 金融業・保険業 | ⑭ 東北大学 (修士は進学) |
| ④ 製造業 輸送用機器製造業 | ⑨ 学術研究、専門・技術サービス業 | ⑮ 他大学 |
| ⑤ 製造業 その他 | ⑩ その他業種 1 (運輸・建設・情報通信・卸売・生活サービス等) | ⑯ その他 (ポスドク、学振研究員、海外) |
| | ⑪ その他業種 2 (美術・写真・デザイナー) | |

環境科学研究科本館竣工と開所式

発足から13年が経過した当研究科は、定員の増加に伴う狭隘化と設備の老朽化、また、独立研究科であることに伴う学生教職員の分散化という問題を抱えてきた。平成28年春、青葉山新キャンパスに竣工した環境科学研究科本館(新棟)は、研究科の抱えるこれらの問題を解決する大きな一歩であった。この新しい本館は、消費エネルギーの削減と環境に対する意識向上を目的とし、パッシブな省エネルギー手法である「効率的な自然換気」「自然採光の確保」「グリーンカーテン」

を取り入れたところにハード面での特徴がある。一方ソフト面での特徴としては、仙台市営地下鉄東西線青葉山駅に近接するアクセスの良さを生かし、1Fにはせんだい環境学習館「たまきさんサロン」が入居したことが挙げられる。「たまきさんサロン」は、東北大学の施設に行政のオフィスが入る初めてのケースである。「多様な価値観が交流し、多文化が共生する開かれたキャンパスの実現」は、本学里見ビジョンの1つであるが、このビジョンを実践する一例として、「たまきさんサロン」の持つ意味はきわめて高いものといえる。



竣工した本館外観



本館北面 屋上に自然換気のためのチムニーシャフト



たまきさんサロン内部

平成28年4月5日、青葉山新キャンパスに完成した「東北大学大学院環境科学研究科本館」の開所式と、同棟1階に入居する仙台市環境学習施設「せんだい環境学習館たまきさんサロン」リニューアルオープン開所式を共催で実施した。当日の開所式及び関連イベントは3部構成であった。第1部は東北大学と仙台市からの招待客が出席する「東北大学大学院環境科学研究科本館&せんだい環境学習館たまきさんサロン開所式」、第2部は東北大学名誉教授の石田秀輝先生の講演と、特別ゲストである映画監督の中村義洋さんと石田先生とのトークセッションで、一般にも公開された。第3部は東北大主催の懇親会と、

平行して「たまきさんサロン」で行われた石田秀輝先生と中村義洋監督、一般市民との座談会である。当日はどのイベントも超満員となり、青葉山の新しい知縁コミュニティの形成と産官学の連携・協同の場の構築を目指す当研究科として、この環境科学研究科本館を学内外の関係者や一般の方々に強くアピールすることが出来た。

日時：平成28年4月5日 13:30-17:00
会場：環境科学研究科本館 1F ホール、展示スペース2、たまきさんサロン
参加者：開所式 128名、講演会 152名、懇談会 79名



4月5日開所式



吉岡研究科長、里見総長、奥山市長によるテープカット



開所式会場となった展示スペース2



奥山仙台市長挨拶



石田秀輝名誉教授による講演



たまきさんサロンでの座談会

「たまきさんサロン」を中心とした 環境科学研究科と仙台市との連携活動

4月5日の開所式以降、「たまきさんサロン」を中心として行われる公開講座や環境学習という形で、本研究科と仙台市との連携による市民のみなさんへのアウトリーチ活動が開始された。平成28年に実施された「たまきさんサロン」のサロン講座（公開講座）は17回、うち5回で環境科学研究科教員が講師を務めた。実施日と内容、担当教員は右記の通りである。



廃泥土のリサイクルを体験する参加者

平成28年5月7日 / 高橋弘 教授
浄水場の廃泥土をリサイクル～土を作り植物を育ててみよう～
平成28年5月21日 / 白鳥寿一 教授
電化製品に使われる金属とそのリサイクル～携帯電話の中はどうなっている？～
平成28年6月5日 / 佐藤大介 准教授
遺構と記録に学ぶ 一天保6年、仙台を襲った大洪水-飢饉に埋もれた歴史災害と社会への影響-
平成28年9月24日 / 上高原理暢 准教授
骨を修復するセラミックス～セメントが歯や骨になる？～
平成28年12月17日 / 高倉浩樹 教授
トナカイ遊牧民への旅、毛皮民具のてざわりとともに



シベリアの地理を解説する高倉教授

志摩市との「地方創生とライフスタイル変革プロジェクト」の 実施に関する協定締結

平成28年6月16日、本研究科は志摩市との地方創生とライフスタイル変革プロジェクトの実施に関する協定を締結した。この協定により、国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターの研究開発領域である「持続可能な多世代共創社会のデザイン」の「未来の暮らし方を育む泉の創造」の一環として本研究科が取り組むライフスタイル変革プロジェクトと、志摩市の地方創生とを、本研究科と志摩市とが連携して推進することとなった。連携活動を通じて、地域の自然や風土に根差した地域ならではの豊かな暮らし方を志摩市で実現し、持続可能な社会の構築に寄与することが目指される。

締結日：平成28年6月16日



志摩市での締結式

第39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。平成28年は千葉大学の主幹による第39回会議に出席し、研究科の運営等に関する情報を得ると共に、意見を交換した。

日 時：平成28年7月8日（金）

会 場：三井ガーデンホテル柏の葉

出席者：19大学40名、本研究科からは研究科長、事務室長が参加

講 演：
環境省の生物多様性保全に関する取り組み / 鳥居敏男 氏（環境省自然環境局自然環境計画課長）
環境と健康 - 千葉大学環境健康フィールド科学センターの取組みと自然セラピー研究- / 宮崎良文 教授（千葉大学環境健康フィールド科学センター）
議 事：
地球環境関連の研究教育の取組みについて
次回本会議の開催について
各研究科等における地球環境関連の研究教育の取組みについて
競争的資金で実施したプロジェクトの継続性維持の方策について

東北大学エネルギーシンポジウム 2050年の世界と東北

人口増大と産業の発展に伴い、世界全体のエネルギー需要が増大する一方で、日本は人口とエネルギー需要の減少が予測されている。このような、相反するエネルギー環境の中で、地球温暖化の抑制と持続可能な社会の形成を目指し、東北大としてどのようなアクションをとり、世界を牽引していくかについて、全学組織として「エネルギー研究連携推進委員会」が発足し、検討を行っている。本研究科の土屋範芳教授はこの委員会の下部組織である「エネルギー研究連携推進ワーキンググループ」において中心的な役割を果たしており、この「東北大学エネルギーシンポジウム 2050年の世界と東北」も全学の主催として、里見総長、進藤理事、伊藤理事にも登壇頂き、持続可能な社会の実現を目指す東北大学の決意を示すものとして開催された。



エネルギーシンポジウムポスター

日 時：平成28年3月7日 13:30-17:00

会 場：仙台国際センター 大ホール

内 容：

- ・開会挨拶 / 里見進 東北大学総長
- ・基調講演「今後の科学技術政策について」 / 内閣府 原山優子 議員
- ・企業の取り組み / NTT データカスタマーサービス株式会社 松下浩之氏 株式会社東芝 河野龍興 氏
- ・パネルディスカッション / ファシリテーター：進藤秀夫 東北大学 産学連携担当理事、パネリスト：東北経済産業局 中村仁 氏、産総研 大和田野芳郎 氏、仙台市 菊田敦 氏、株式会社バイオマスパワー しずくいし 古川斉司 氏、学生オピニオン
- ・閉会挨拶 / 伊藤貞嘉 東北大学 研究担当理事

参加者：298名



シンポジウムの模様

次世代エネルギーシンポジウム —研究成果の最終報告—

環境科学研究科田路和幸教授がプロジェクトリーダーを務める東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト（NET）では、平成24年9月の発足以来、東日本大震災により被災した東北を新たな環境・エネルギー先進地域として発展させるため、次世代エネルギーの研究開発を進めてきた。プロジェクトの最終年度を迎え、本シンポジウムでは、研究開発に取り組んできた研究者が5ヶ年にわたる成果を概括して報告した。

日 時：平成28年12月9日 13:00-17:15

会 場：東北大学未来科学技術共同研究センター

未来情報産業研究館 5F 大講義室

内 容：

- ・東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクトの総括 / 田路和幸 教授
- ・三陸沿岸へ導入可能な波力等の海洋再生可能エネルギーの研究開発 / 丸山康樹 教授（東大）
- ・微細藻類のエネルギー利用に関する研究開発 / 鈴木石根 教授（筑波大）

- ・再生可能エネルギーを中心とし、人・車等のモビリティ（移動体）の視点を加えた都市の総合的なエネルギー管理システムの構築のための研究開発 / 田路和幸 教授
- ・エネルギーモビリティマネジメントシステムの研究開発 / 須田義大 教授（東大）
- ・ヒューマンインターフェースとしてのアクティブ・サイネージの研究 / 石田壽一 教授（東北大・工）
- ・EMS 制御御複合型微細藻バイオマス生産システムの研究開発 / 佐々木洋 教授（石巻専修大）
- ・エネルギー&モビリティ統合インターフェースの研究開発 / 若月昇 特別研究員（石巻専修大）
- ・EMS 制御地中熱エネルギーシステムの研究開発 / 新堀雄一 教授（東北大・工）
- ・EMS 制御バイオマスエネルギーシステムの研究開発 / 中井裕 教授（東北大・農）
- ・EMS 制御温泉熱利用バイナリー発電エネルギー活用システムの研究開発 / 木下睦 准教授

参加者：120名

第40回環境フォーラム(紫水会講演会)

紫水会とは、環境科学研究科にゆかりの深い、東北大学工学部・工学研究科の旧組織である鉱山工学科、資源工学科、地球工学科ならびに、環境科学研究科エネルギー環境コース卒業生の同窓会組織である。専攻に関わる最新の知見を共有し、かつ同窓生同士の旧交を温めるため、紫水会では講演会を年に1度開催している。今回の講演会では、鉱山工学のご出身でもあり、工学部・工学研究科長、東北大学副総長、同理事を歴任された中塚勝人先生をお招きし、「これからの自動車産業：東北地方の展開を考える」と題して講演を頂いた。高橋弘教授からは、「津波堆積物の再資源化による人工地盤造成に関する事例紹介」として、織

維質固化処理土工法の原理と特徴から実際の施工例までを具体的に紹介頂いた。昭和26年度卒業生から平成21年卒業生まで、幅広い年代の同窓生たちは、思い出深い先生の講演に耳を傾けた。

講師：中塚勝人氏(インテリジェントコスモス研究機構 次世代自動車部プロジェクトディレクター)、高橋弘 教授
日時：平成28年4月16日15:30-16:00
会場：学生会館(東京都千代田区)
参加者：51名

第41回環境フォーラム

田路和幸教授が理事長を務めるNPO法人環境エネルギー技術研究所(SFTEE)との共催により、第41回環境フォーラムを開催した。今回は、3月に決定したSFTEE第7回奨学賞受賞者3名の記念プレゼンテーションと、梅木助教による水系の電磁処理についての講演が行われた。

日時：平成28年5月27日16:00-17:15
会場：環境科学研究科エコーラボ第4講義室

内容：
・第7回奨学賞受賞者プレゼンテーション
韓久慧氏(東北大・工)、馬淵隆氏(東北大・環境)、
蔣紅与氏(東北大・環境)
・特別講演「古くて新しい省エネ技術 水系の電磁処理について」
梅木千真 助教
参加者：約30名

第42回環境フォーラム(第11回SFTEEセミナー) 「地球温暖化と気象」

ニュースなどで耳にすることが多い一方で、実感としてイメージしにくい「地球温暖化」。しかし、その影響はすでに我々の暮らしの中にも現われている。第42回環境フォーラムでは、TBC気象台と日本気象協会東北支局から現在活躍中の気象予報士、星野誠氏ならびに福山博己氏をお招きし、身近な事例から地球温暖化の影響を紹介頂いた。また、理学研究科長の早坂忠裕教授からは、気象学・気候学を専門とする研究者がこの問題について、どのように考えているのかということを示し、地球温暖化という複雑な問題の読み解き方について解説頂いた。

日時：平成28年11月11日
会場：仙台ガーデンパレス3Fコンベンションルーム
内容：
・地球温暖化 宮城への影響は？
TBC気象台 気象予報士 星野誠氏
・近年の日本の大雨について
日本気象協会東北支局 気象予報士 福山博己氏
・地球温暖化問題リテラシー
理学研究科長 早坂忠裕 教授
参加者：50名



田路教授による開会挨拶



早坂理学研究科長の講演

みやぎ県民大学 大学開放講座 「環境への化学アプローチ」

「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。平成28年度は、「環境への化学アプローチ」と題し、環境理解に資する環境分析・バイオセンシングや持続可能な循環型社会形成に資するリサイクル・エネルギー技術の実際を取り上げ、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：平成28年8月24日～9月14日17:30-19:00
会場：環境科学研究科本館
内容：
・第1回(8月24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31日)：健康と環境を見守るセンシング技術
末永智一 教授
・第3回(9月7日)：化学分析による環境理解
壹岐伸彦 教授

・第4回(9月14日)：高性能二次電池のフロンティア
本間格 教授
参加者：10名



みやぎ県民大学で講義する本間格教授

リカレント公開講座 「地球環境計測学」

東北大学大学院環境科学研究科が社会人を対象に公開する大学院講座が「リカレント公開講座」である。平成28年は「地球環境計測学」と題し、企業や大学・研究機関で地中レーダ(GPR)を利用する予定のある方や、自治体等で遺跡調査を担当される方を対象に、地中レーダ(GPR)の基礎からやや専門的なデータ解析技術まで、やや幅広い説明を行った。

日程：平成28年9月15日～17日
会場：環境科学研究科本館4F第5講義室
内容：
・9月15日10:30-17:50 地中の電磁波
佐藤源之 教授
・9月16日8:50-17:50 FDTD、地中レーダシステム
宇野亨 教授(東京農工大)・佐藤源之 教授
・9月17日8:50-16:10 信号処理と応用
金慎浩 教授(韓国地質資源研究院)・佐藤源之 教授
参加者：6名

外部評価受審報告

平成23年に実施した外部評価から5年が経過したことを受け、本研究科の研究・教育アクティビティを客観的に計ることと、研究科が抱える課題について有識者から忌憚のないご意見を頂戴して今後の活動方針に活かすことを目的に、平成28年12月9日(金)に研究科設立から3回目となる外部評価を実施した。今回外部評価委員としてお招きしたのは、谷津龍太郎氏(中間貯蔵・環境安全事業株式会社代表取締役社長)、石田秀輝氏(合同会社地球村研究室代表社員)、沼田治氏(筑波大学生命環境科学研究科長)、松田宏雄氏(国立研究

開発法人産業技術総合研究所東北センター所長)である。外部評価委員には事前に送付した自己点検・評価報告書を精査頂き、当日は研究科運営会議メンバーによる報告ならびにそれに対する質疑応答、研究科の諸施設の視察、評価委員による意見調整を行い、評価結果の伝達で終了した。評価委員は、いずれも環境科学における各主要分野の著名人であり、教育、研究、運営、施設等からなる項目について、本学以外の環境科学関連の教育・研究組織のレベルを勘案した上で、適切なご意見を頂いた。

環境科学研究科「研究交流会」

平成 27 年度より、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」を開催している。研究交流会で行われる発表は、単なる研究発表ではなく、研究の背景や研究思想を中心とするところに特徴がある。また、

◆研究交流会 2016 夏

日 時：平成 28 年 7 月 29 日

会 場：環境科学研究科本館大講義室

発 表：

- ・環境共生機能学 田路 和幸 教授
- ・循環材料プロセス学 セルゲイ・コマロフ 教授
- ・環境分子化学 壹岐 伸彦 教授
- ・ライフサイクル評価学 長坂 徹也 教授
- ・環境社会動態学 藤崎 成昭 教授
- ・環境材料表面科学 轟 直人 助教

参加者：60 名

◆研究交流会 2016 冬

日 時：平成 28 年 12 月 27 日

会 場：環境科学研究科本館大講義室

発 表：

- ・イノベーション戦略学 古川 柳蔵 准教授
- ・エネルギー創成化学 本間 格 教授
- ・環境情報学 佐藤 源之 教授
- ・文化生態保全学 高倉 浩樹 教授
- ・環境・エネルギー経済学 松八重 一代 教授
- ・国際環境・自然資源マネジメント学 香坂 玲 教授

参加者：53 名



参加者が紙に記入したコメントを後日発表者に渡してフィードバックを図ることで、双方向性が担保されている。平成 28 年度に実施された 2 回は前年と同じく発表者 6 名（発表 20 分、質疑 10 分）で行われた。特に今年は新任の研究者や文系分野の研究者による発表が行われ、異分野の研究交流会として有意義なものとなった。今後、さらに研究交流会を有益なものとするため、学生の積極的な参加をいかに図るかが課題といえよう。



コロキウム環境

本研究科では平成 16 年度より「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、いずれも活発な議論が行われており、科内の環境科学研究の活性化に寄与している。平成 28 年に開催されたコロキウム環境は下記の通りである。

第 89 回

日 時：平成 28 年 2 月 19 日 9:00-12:00

発 表：Board of Study In Earth Sciences – Post Graduate Institute Of Science, University Of Peradeniya, Sri Lanka / Dr. JAGATH GUNATHILAKE, Head, Department Of Geology, Faculty of Science, University Of Peradeniya and Chairman Impact assessment of flood diversion of Dong Thap Muoi area for Mekong Delta / Dr. LUU XUAN LOC, Vice Head of Water Resources Engineering Dept. Civil Engineering Faculty, Ho Chi Minh City University of Technology, VIETNAM

参加者：25 名

第 90 回

日 時：平成 28 年 4 月 22 日 8:45-11:50

発 表：Resource development and social license to operate / Dr. Kyle Bahr, Assistant Professor, Tohoku University
Radar tomography for environmental studies / Dr. Dmitriy Sukhanov, Assistant Professor, Tomsk State University

参加者 27 名

第 91 回

日 時：平成 28 年 7 月 20 日 13:00-16:30

発 表：A gradient of water condition in Citarum River Basin, Indonesia: A baseline feature for its restoration / Assoc. Prof. Herto Dwi Ariesyadi, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University
Environmental pollution from industrial effluents in Bangladesh: Recent activities of our group / Prof. Jasim Uddin Ahmad, Department of Chemistry, Jahangirnagar University, Bangladesh

参加者：参加者 31 名

第 92 回

日 時：平成 28 年 10 月 17 日 14:40-16:10

発 表：International mechanisms to ensure mineral supply / Professor Saleem H. Ali, University of Queensland, Australia

参加者：19 名

第 93 回「次世代エネルギーフォーラム in 石巻」

日 時：平成 28 年 11 月 22 日 13:00-16:15

発 表：石巻の復興 これまでの歩み / 亀山 紘 石巻市長

石巻の復興に向けた次世代エネルギーの取り組み / 田路和幸 教授
海の微細藻類のオシャレな使い途 / 石巻専修大学理工学部佐々木洋教授 (石巻専修大)、株式会社ジーオー・ファーム代表取締役社長 鷲足 恭子 氏

次世代エネルギー利用のためのアークフリー技術 / 若月昇 特命教授 (石巻専修大)、有限会社尾張技研代表取締役 尾張昭 氏

EV とエネルギーのシェアによるコミュニティづくり / 鈴木高宏 教授 (東北大・NICHe)、一般社団法人日本カーシェアリング協会代表理事 吉澤武彦 氏

共 催：東北復興次世代エネルギー研究開発コンソーシアム

参加者：50 名

第 94 回「UAV 技術の普及と活用に関する講習会」

日 時：平成 28 年 12 月 12 日 13:30-15:30

発 表：次世代社会インフラ用ロボット現場実証委員会 (国土交通省ほか) での取り組み紹介 / 高橋弘 教授

「次世代社会インフラ用ロボット現場実証委員会」での体験談 / 株式会社エンルート 代表取締役社長 伊豆智幸 氏

東北地方における UAV 活用事例の紹介と災害現場での体験談 / 株式会社田村測量設計事務所 代表取締役 田村道雄 氏

参加者：106 名

第 95 回

日 時：平成 28 年 12 月 13 日 13:00-16:10

発 表：直面する様々な環境課題に対する基礎自治体の役割 / 仙台市環境局 杉山朋弘 氏

参加者：9 名

第 96 回 “The 6th IELP Special Seminar 2016”

日 時：平成 28 年 12 月 13 日 9:00-11:15

発 表：Relationship between landslide and sediment yield in Thailand / Prem Rangsiwanichpong

Sparse array radars image reconstruction / Chernyak lakov

Application of melt inclusion analysis for geothermal evaluation / Fajar Febiani Amanda

Consumer Behavior and Sustainability / Kenichi Ashida

Internship Report / Lyulyakin Andrey, Amila Karunathilake

参加者：41 名

第 97 回 “The 6th IELP Special Seminar 2016”

日 時：平成 28 年 12 月 14 日 12:50-16:00

発 表：Special Lecture 1 / Mr. Yamashita Yoshihiro、応用地質株式会社

Special Lecture 2 / Assoc. Prof. Sanya Sirivithayapakorn, Environmental Engineering Dep. Faculty of Engineering, Kasetsart University

参加者：41 名

第 98 回

日 時：平成 28 年 12 月 20 日 13:00-16:10

発 表：廃棄物の減量や適正処理について / 仙台市環境局 相澤貴 氏

参加者：8 名

環境科学研究科オープンキャンパス

平成 28 年 7 月 27 日と 28 日の 2 日間、東北大学オープンキャンパスが開催された。環境科学研究科を訪れた計 1963 名の来場者に対し、研究室のパネル展示や公開講座を通じて本研究科の研究教育活動に理解を求めた。

平成 28 年の研究紹介展示は下記の通りである。

地球に優しい環境保全技術 / 井上研究室
 人と地球にやさしい社会を実現する新材料の開発 / 小俣研究室
 ライフスタイル変革のイノベーション / 古川研究室
 地圏環境の今 - エネルギー・資源生産・リスク評価 / 駒井研究室
 環境・生命と調和する材料の開発 / 松原研究室
 大気環境を左右する微量成分の観測的研究 / 村田研究室
 非鉄製錬技術を基盤とした金属循環システムの構築 / 柴田研究室
 エネルギー生成のための地下利用と材料開発・評価 / 橋田研究室
 環境・エネルギー問題を考えた大規模地殻工学 / 伊藤研究室
 地殻エネルギー・資源のフロンティアへの挑戦 / 土屋研究室
 地殻環境・エネルギー技術の新展開 / 高橋・坂口研究室
 環境ナノ材料 / 田路研究室
 新たな水素社会を実現する粉体プロセス技術 / 加納研究室
 環境に優しい土木・建設のための機械とリサイクル / 高橋研究室

環境負荷低減のための電子デバイス創製 / 鳥羽研・下井研究室
 高度環境社会を支える高機能材料の開発 / 福山研究室
 電波科学による地球計測 / 佐藤(源)研究室
 次世代型ライフスタイル創成に貢献できる機能性複合材料の開発 / 佐藤(義)研究室

また、公開講座として、土屋研が実施する小中学生を対象とした実験講座「岩石の中をのぞいてみる」と、古川研による一般対象の「90歳フィルム上映会+座談会」、和田山研による燃料電池実験を交えたラボツアーが開催された。岩石をテーマにした講座は、岩石を調べることで地球の歴史や成り立ちが分かることなどを説明し、岩石を光が透けるほど薄く削り、特別な装置を使って普通はのぞくことが出来ない岩石の中のステンドグラスのような色や模様を観察した。「90歳フィルム上映会+座談会」では、古川研の「90歳ヒアリング」の成果であるフィルムを上映し、戦前の暮らしの現在への活かし方について、参加された方々と意見を交換した。和田山研ラボツアーでは、水素自動車の仕組みについて実験を通じて学んだ後、燃料電池の重要な部分の開発に携わる研究現場と最新の装置を見学し、また、水素自動車の実物に触れ、先端の技術開発について理解を深めて頂いた。



関西創価高校ワークショップ

文部科学省スーパーグローバルハイスクールの指定を受け「TRY人(じん)の郷・交野から平和の創造に挑戦するグローバルリーダー育成プログラム」を実施する関西創価高等学校の1~2年生20名を対象に、ディベート形式のワークショップを行った。ワークショップの進行はコマロフ教授が行い、小講義「なぜ地球環境問題についてディベートを通して学ぶか?」を通じてワークショップの意義を共有した後、4グループに分かれて2試合のディベートが行われた。テーマは事前の選定により「日本は地熱発電をより積極的に進めるべきである」と「ゴミ収集を有料化(もしくは値上げ)すべき」の2題であった。

日時:平成28年3月22日9:00-12:00
 会場:エコラボ第4講義室



コマロフ教授による小講義

入試説明会

平成28年度は、秋入試のための説明会を2回、春入試のための説明会を2回開催した。各回ともに、明日香入試実施委員長から環境科学研究科全体の入試群とコースについて紹介し、その後各入試群の説明を行った。

秋入試説明会

東京会場:6月2日18:30-20:30 東北大学東京分室
 参加者10名
 仙台会場:5月28日13:00-15:00 環境科学研究科本館
 参加者10名

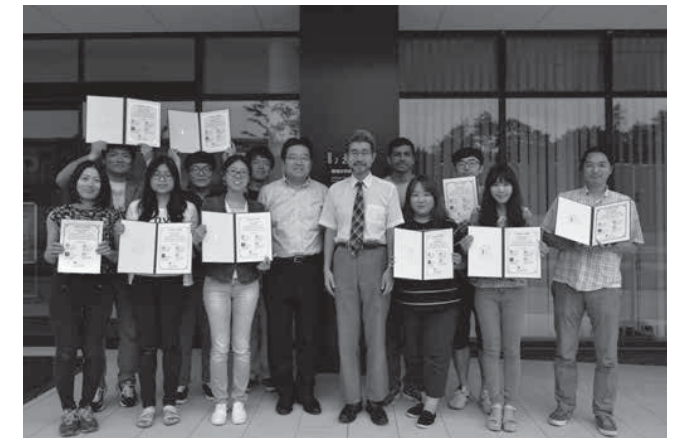
春入試説明会

東京会場:12月1日18:30-20:30 東北大学東京分室
 参加者6名
 仙台会場:12月10日13:00-15:00 環境科学研究科本館
 参加者6名

国際協力・交流関連

RESDプログラム2016

RESDプログラム(Regional Environment and Sustainable Development)とは、本学、京都大学、東京大学、中国の清華大学、同済大学、韓国のKAIST(韓国科学技術院)、POSTECH(浦項工科大学)の間で2008年から開始された、博士後期課程の優秀な学生を対象とした、環境科学・工学・管理分野におけるリーダー的人材養成のプログラムである。2016年は、6月26日~7月17日の期間において、中国同済大学、東北大学、韓国POSTECHおよびKAISTにて各国各1週間合計3週間の交流プログラムが実施された。各国の1週間プログラムは、学生からのカントリーレポートの報告、アジアの環境問題に関するレクチャー、現地調査、プレゼンテーション、ディスカッションから構成され、アジアにおける環境リーダーについて自覚とビジョンを共有する得難い機会となった。



国際交流活動

本研究科では、海外との関係を重視し、海外の大学と研究や教育の交流と協力を行っている。中国、インドネシア、ベトナム、タイ、インド、韓国等アジアを中心に世界中に協力関係があり、現在6ヶ所にリエゾンオフィスを設置している(西安建築科技大学、上海交通大学、ホーチミン市工科大学、マレーシア工科大学、バンドン工科大学、ガジャマダ大学)。

平成28年1月にはバンドン工科大学で、東北大学の研究シーズやそれらのアクティビティ、カリキュラム等の紹介を行うセミナーを主催した。また、フューチャー・アース構想の推進事業「課題解決に向けたトランスディシプリナリー研究の可能性調査」に採択され、深刻な環境問題を抱えるインドネシアをフィールドとして、文理融合領域の研究課題に関する可能性調査に取り組み、3月には現地で成果報告会を行い関連するシーズを持つ研究者と研究課題の抽出を行った。

環境科学研究科が協定締結に中心的な役割を果たしている海外機関

国	相手先大学等	協定	交流内容
アメリカ	コロラド鉱山大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
	アメリカ合衆国国際教育協会	大学間協定	学生交流
イタリア	ミラノ工科大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
インドネシア	ガジャマダ大学	部局間協定	研究交流
	バンドン工科大学	部局間協定	研究交流
	バンドン工科大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
	ブラウイジャヤ大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
	ボゴール農科大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
オーストラリア	オーストラリア国立大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
カナダ	ウォータールー大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
韓国	韓国科学技術院	大学間協定	リエゾンオフィス設置
スウェーデン	チャルマース大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
スペイン	バリアドリッド大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
タイ	アジア工科大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
中国	西安建築科技大学	部局間協定	研究交流, 学生交流
	上海交通大学	部局間協定	研究交流, 学生交流
	東北大学 (瀋陽)	大学間協定	研究交流, 学生交流
	同済大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
	同済大学環境科学工程院	部局間協定	学生交流覚書
	清華大学環境科学工程院	部局間協定	学生交流覚書
台湾	国立成功大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
ニュージーランド	オークランド大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
ベトナム	ホーチミン市工科大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
マレーシア	マレーシア工科大学	部局間協定	研究交流
モンゴル	モンゴル科学技術大学	大学間協定	研究交流, 学生交流
ロシア	ロシア科学アカデミー極東支部	大学間協定	研究交流, 学生交流



索引

氏名	役職	ページ	氏名	役職	ページ			
あ	相田 卓	助教	52	相馬 宣和 (産業技術総合研究所)	客員准教授	64		
	浅沼 宏 (産業技術総合研究所)	客員教授	64	た	高橋 英志	准教授	22	
	壹岐 伸彦	教授	56		高橋 弘	教授	14	
	伊野 浩介	助教	50		竹内 美緒 (産業技術総合研究所)	客員准教授	64	
	井上 久美	講師	50		張 銘 (産業技術総合研究所)	客員教授	64	
	井上 千弘	教授	10		土屋 範芳	教授	12	
	宇野 正起	助教	12		田路 和幸	教授	22, 68	
	梅木 千真	助教	68	轟 直人	助教	58		
	大橋 隆宏	助教	34	鳥羽 隆一	教授	34		
	岡崎 潤 (新日鐵住金株式会社)	客員教授	60	な	中島 英彰 (国立環境研究所)	客員教授	62	
	岡本 敦	准教授	12		中村 謙吾	助教	20	
	か	葛西 栄輝	教授		40	中村 公亮	助教	10
風間 聡 (工学研究科)		教授	44	は	パール カエル	助教	24	
上高原 理暢		准教授	8		橋本 真一	准教授	18	
亀田 知人 (工学研究科)		准教授	46		平野 伸夫	助教	4	
唐島田 龍之介		助教	56		藤崎 成昭	教授	28	
川田 達也		教授	18		古川 柳蔵	准教授	26	
簡 梅芳		助教	10		ヘルト ドゥイ アリエスヤディ	准教授	24	
木下 睦		准教授	68	ま	町田 敏暢 (国立環境研究所)	客員教授	62	
金 放鳴		教授	24		末永 智一	教授	50	
楠 一彦 (新日鐵住金株式会社)		客員教授	60		(原子分子材料科学高等研究機構)			
熊谷 将吾		助教	46		松八重 一代	教授	30	
熊谷 明哉		助教	50		松原 秀彰	教授	8	
グラウゼ ギド	准教授	10, 24	松本 伯夫 (電力中央研究所)		客員准教授	66		
香坂 玲	教授	32	丸岡 大佑		助教	40		
駒井 武	教授	20	三橋 正枝		助手	26		
コマロフ セルゲイ	教授	54	村上 太一		准教授	40		
小森 大輔	准教授	44	村田 功		准教授	42		
さ	齋藤 優子	特任助教	46		村松 眞由	助教	18	
	三枝 信子 (国立環境研究所)	客員教授	62		物部 朋子	助手	68	
	境田 清隆	教授	38	や	八代 圭司	准教授	18	
	坂口 清敏	准教授	16		横山 俊	助教	22	
	坂本 靖英 (産業技術総合研究所)	客員准教授	64		吉岡 敏明	教授	46	
	佐藤 有一 (新日鐵住金株式会社)	客員教授	60		吉川 昇	准教授	54	
	佐藤 義倫	准教授	6		ら	李 玉友 (工学研究科)	教授	44
	里見 知昭	助教	14			わ	渡邊 則昭	准教授
	珠久 仁 (工学研究科)	教授	50	渡邊 賢 (工学研究科)			准教授	52
	下位 法弘	准教授	34	渡部 良朋 (電力中央研究所)			客員教授	66
	霜山 忠男	特任教授	68	和田山 智正			教授	58
	白岩 佳子	助手	34					
白鳥 寿一	教授	34						
鈴木 敦子	助教	48						
スミス リチャード	教授	52						
関根 良平	助教	38						

環境科学研究科事務室職員

事務室長 齋藤 建一

総務係 係長 本柳 知吉
中村 緑
金野 徳子
佐々木 三知子
玉手 理絵
中島 香里
二階堂 敦子
目黒 律子
吉田 和美

教務係 係長 城間 克文
平木 佳子
赤坂 葉子
岩淵 香奈
佐々原 裕子

発行：東北大学大学院環境科学研究科

企画：広報室

発行日：2017年3月31日

制作：株式会社コミュニナ

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

〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

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

