



# COEXISTENCE

Activity Report 2013  
Graduate School of Environmental Studies  
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



COEXISTENCE Activity Report 2013 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 Graduate School of Environmental Studies TOHOKU UNIVERSITY



発行 東北大学大学院 環境科学研究科

企画 広報室

発行日 2014年3月20日

制作 今野印刷株式会社

---

お問い合わせは下記に

東北大学大学院 環境科学研究科 総務係

電話:022-795-7414 FAX:022-795-4309

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-20

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

---

## ごあいさつ

アクティビティレポートは、2004年3月の発行から第11号を迎えます。この10年間を振り返ると内容もかなり変化したことに気が付きます。第1号の発行では、環境科学と言う分野への新たな出発を表現するため、表紙に朝焼けの写真を使い、我々の成果がどんどん広まってくれることを願いました。また、各研究室には、研究室紹介をするのではなく、1年間の活動を書くようお願いしました。そのため、毎年同じ写真や内容を記載するのはおかしいと言って書き直して頂いたこともありました。毎年、内容を変えるというのは各研究室にとって負担が大きいのは承知していましたが、当研究科の最新の活動を社会にアピールするには重要と考えていました。この編集には、広報室と研究企画室が共同で作業を行い、魅力的な冊子に仕上げ、受け取った方が書棚に並べて保管したいと思うようなものにしようと努力しました。いわゆる、一段上のクオリティの報告書を目指しました。当初、本冊子の編集から印刷までの全てを担当して頂いた(株)東京クリエイティブの高橋由貴彦社長には、何度も編集をお願いし、基本的なスタイルが出来上がりました。現在は、国際化の要請もあり、和英の冊子に変化していますが、編集スタイルは10年間変わらず使われています。

今後もアクティビティレポートを通して当研究科の成果を発信して参りますので、変わらぬご支援をお願い申し上げます。

## Prefatory note

This activity report of the Graduate School of Environmental Studies is our 11th issue since its launch in March 2004. Looking back over the last ten years, I can see the drastic changes which have occurred in the nature of our report. In the first issue, we placed a picture of a glowing sunrise on the front cover to represent our new direction into the field of environmental science, and to express our desire to disseminate the outcome of our research. In addition, we also asked each research group to not just introduce their research laboratory but also report on their specific research activities for each year. For this reason we had to be careful to ensure that each issue includes new information and avoid repeating the same photos and information from previous years! Of course we fully understood that it is not always easy for laboratories to create new content every year, but everyone now accepts the importance of disseminating the results of our latest activities to as wide an audience as possible.

Our Public Relations Office and Research Planning Office have worked together in editing in order to make this publication as attractive as possible, and we hope that many recipients will honour us by placing it on their display shelves. To this end, we have tried to make our annual report a higher quality publication. Mr. Yukihiro Takahashi, the president of Tokyo Creative Corp. has looked after everything from the start to final printing, and is responsible for the basic style of this book. At present, in response to the increasing internationalization of our research, our annual report has shifted to a bilingual edition but we still employ the same style of editing as the one we introduced 10 years ago.

We will continue to communicate our Graduate School's annual achievements through this activity report, and look forward to your future interest and support.

田路 和彦

Professor

東北大学大学院環境科学研究科長

Dean, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University



# CONTENTS

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

## 都市環境・環境地理学講座 Urban Environment and Environmental Geography

分散エネルギーシステム学分野 Distributed Energy System 低環境負荷エネルギーシステム実現に向けて Toward the development of energy system with low environmental load	4
環境地理学分野(自然／人間環境地理学) Physical and Human Environmental Geography 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	6
都市・地域環境システム学分野 Urban and Regional Environmental Systems 水資源と環境に関する研究 Researches on Water resources and environments	8

## 国際環境・地域環境学講座 International and Regional Environment

環境・エネルギー経済研究分野 Environmental and Energy Economics 環境とエネルギーの経済分析 Economics of Environment and Energy	10
環境技術イノベーション分野 Environmental technology and innovation 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	12

## 太陽地球システム・エネルギー学講座 Solar and Terrestrial Systems and Energy Sciences

地球物質・エネルギー学分野 Geomaterial and Energy 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	14
太陽地球計測学分野 Surface and Subsurface Instrumentation 計測技術の社会実装への試み Implementation of measurement technologies to society	16
太陽地球計測学分野 Earth System Monitoring and Instrumentation 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	18
地球開発環境学分野(高橋研) Earth Exploitation Environmental Studies (Takahashi Lab.) 環境調和型開発システムに関する研究 Studies on environment-friendly development systems	20
地球開発環境学分野(高橋・坂口研) Earth Exploitation Environmental Studies (Takahashi & Sakaguchi Lab.) 地殻環境・エネルギー技術の新展開 Toward Advanced Environmental Geomechanics and Energy Technology	22
資源エネルギー・セキュリティ学分野 Resources and Energy Security Studies 資源・エネルギーの安全保障と地球科学に基づく数理情報解析 Security and risk management for resources and energy development as well as statistical information studies based on earth science	24

## 自然共生システム学講座 Environmentally Benign Systems

環境修復生態学分野 Geoenvironmental Remediation Laboratory 環境負荷の小さい修復技術の開発 Development of Environmental Load Reduced Remediation Technology	26
環境分析化学分野 Environmental Analytical Chemistry 新しい化学分析モチーフとその環境系・生態系物質計測への展開 Development of Chemical Motifs for Environmental and Biochemical Analysis	28
環境生命機能学分野 Environmental Bioengineering マイクロ・ナノ電極システムを利用した環境・医工学バイオセンシングデバイスの開発 Development of Environmental/Biomedical Sensing Devices with Micro/Nano Electrode Systems	30
環境共生機能学分野 Designing of Nano-Ecomaterials 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	32
環境素材デザイン学分野 Design of Environment-Friendly Materials 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	34

## 資源循環プロセス学講座 Sustainable Recycle Process

リサイクル化学分野 Recycling Chemistry 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	36
環境グリーンプロセス学分野 Environmental Green Process Study 環境調和型化学プロセスの開発 Green Process Development	38
循環材料プロセス学分野 Material Process for Circulatory Society 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	40
高度資源利用プロセス学分野 Process Engineering for Advanced Resources Utilization 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	42

## 環境創成計画学講座 Ecomaterial Design and Process Engineering

ライフサイクル評価学分野 Life Cycle Assessment 持続可能な物質循環を目指した環境経済工学研究 Ecomaterial design and process engineering toward sustainable material cycle	44
環境創成機能素材分野 Nature Technology 物質文明から生命文明への飛翔 A Soaring from Material Civilization to Civilization of Life	46
環境材料表面科学分野(和田山研) Environmental Materials Surface Science (Wadayama Lab.) 低環境負荷社会に資する触媒開発のための原子・分子レベル表面設計 Developments of catalyst materials for achieving eco-friendly society	48
環境材料表面科学分野(吉見研) Environmental Materials Surface Science (Yoshimi Lab.) 材料強度の原子論と格子欠陥制御工学 Atomistic of material strength and lattice defect control engineering	50
環境複合材料創成科学分野 Nanocomposite Science and Interfacial Materials Design 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 Future Foundation to Create a Next Generation Life Style	52

## 寄附講座 (DOWA ホールディングス) Endowed Division (Dowa Holdings Co., Ltd.)

地圏環境学分野 Geosphere Environment 環境機能材料科学分野 Study of Functional Materials 環境物質制御学分野 Control of Environmental Materials 環境調和型新素材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 New Material Circulation Systems	54
--	----

## 寄附講座 (仙台環境開発) Endowed Division (Sendaikankyo Co.)

廃棄物資源循環複合新領域研究寄附講座 Multidisciplinary Research on the Circulation of Waste Resources, Sendaikankyo Co. endowed Lab 資源再利用 Material reutilization 都市鉱山に関するプロセス開発 Process development for urban mining 大規模災害復旧活動におけるインテリジェンス活動 Intelligence activities for waste management concerning disaster recovery	56
---	----

## 連携講座 Collaborative Divisions

環境適合材料創製学分野(新日鐵住金) Process Engineering for Environmentally Adapted Materials (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation) 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	58
地球環境変動学分野(国立環境研究所) Global Environment Division (National Institute for Environmental Studies) グローバルな大気環境の変化を捉える Observation of Global Atmospheric Change	60
環境リスク評価学分野(産業技術総合研究所) Environmental Risk Assessment (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) 「安全・安心」な地熱エネルギー利用を目指して Studies for utilization of safe and secure geothermal energy	62
バイオエコマネジメント学分野(電力中央研究所) Biotechnical Eco-management (Central Research Institute of Electric Power Industry) 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	64

## 環境マネジメント人材育成プログラム

環境政策技術マネジメントコース Graduate Course in Strategic Environmental Management and Sustainable Technology Solutions	66
--	----

## 科学技術戦略推進費戦略的環境リーダー育成拠点形成

国際エネルギー・資源戦略を立案する環境リーダー育成拠点 (SERMSS) Tohoku University Environmental Leadership Program Strategic Energy and Resource Management and Sustainable Solutions	68
--	----

## 研究科長戦略支援室 Strategy Support Section

研究科長戦略支援室の業務内容 Supporting Environmental Research and Collaborative Projects for an Eco-friendly Future	70
--	----

## 東北復興次世代エネルギー研究開発機構

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	72
--	----

業績レポート	74
--------	----

博士・修士論文題目一覧(平成25年3月・9月修了)・進路状況	94
--------------------------------	----

トピックス	98
-------	----

国際協力・交流関連	104
-----------	-----

環境科学研究科事務室職員	106
--------------	-----

## 低環境負荷エネルギーシステム実現に向けて

Toward the development of energy system with low environmental load

教授 川田 達也  
Professor  
Tatsuya Kawada准教授  
八代 圭司  
Associate Professor  
Keiji Yashiro

Since April 2013, our laboratory has been renamed to "Distributed Energy System," where 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) or solid oxide water electrolysis which are the useful techniques for high efficiency energy conversion and energy storage between chemical- and electric energy. Researches on mechanical reliability of SOFC have been performed through collaboration with other research groups inside and outside the university as a part of national project conducted by NEDO. Research project of JST, CREST, PRESTO has also been conducted since FY2011 on engineering of high temperature electrodes based on in-situ observation. We are also exploring the research into finding new materials or new phenomena, for future use in energy related techniques.

## 研究分野の概要

当該分野は、本年度より名称を分散エネルギーシステム学分野と改め、東日本大震災以降、再考されている我が国のエネルギーシステム再構築に必要なエネルギー・環境技術の基盤構築を目指している。

研究の柱の一つとして、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、固体酸化物形燃料電池(SOFC)や高温水蒸気電解などの電気化学的エネルギー変換の基盤研究を行っている。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、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、技術開発を支えることを目指している。これらの研究は、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て進めており、技術の実用化のために、今、必要な基礎研究と、今後のイノベーションを可能にする新しい種の探索とを、同時に視野に入れながら幅広く研究を行っている。また、これらの研究開発を通して、材料の機械特性、および電気化学特性の一体的理解のための、Electro-Chemo-Mechanics という新たな学問分野として確立することを目指している。

研究室は教授1名、准教授1名、研究員1名、技術補佐員2名の教職員6名、博士学生4名、修士学生9名、学部学生8名、研究生1名の学生22名の計28名で構成されており、研究室運営は、工学研究科機械システムデザイン専攻の橋本真一准教授と連携して行っている。韓国、中国、インドネシア、インドからは留学生5名を受け入れており、国際色豊かな環境の下で、研究教育を行っている。また、研究室の博士課程学生が主催した学生シンポジウムなどによる国際交流、所属学生の環境リーダープログラム参加による高度人材育成にも力を入れている。

## 2013年度の研究成果

## 1. 固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究

温室効果ガス排出量削減にあたっては、太陽光、風力などの自然エネルギーの有効利用は欠かせないが、時間、季節による変動が大きいため、ベースロード電源を担うことは難しい。自然エネルギーと最適に組み合わせ、低環境負荷で、安定なエネルギー供給を行うためには、まだ暫くは化石燃料を高効率に利用してエネルギー需要に添えていく必要があり、需要端での熱電併給、いわゆるコジェネレーションが新しいエネルギー供給のあり方と考えられている。固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、高品位な熱源で、かつ発電効率が高いコジェネレーションシステムとして期待を集めており、2011年には家庭用のSOFCコジェネレーションシステムが国内で市販化されているが、総合効率が約90%(LHV)と、一次エネルギーの有効利用技術として高いポテンシャルを持っている。

昨年度終了した委託事業「固体酸化物形燃料電池の信頼性・耐久性向上のための基盤研究」では、SOFCの市販化開始に向けた耐久性、信頼性向上を目指してきたが、本年度よりこれを発展的に継承した形で、「固体酸化物形燃料電池の耐久性迅速評価方法に関する基礎研究」として、SOFCの本格的普及に必要な低コストと9万時間の高耐久を見通すことのできる評価手法確立を目指し、上記研究プロジェクトを受託した。学内では、工学研究科、多元物質科学研究所、エネルギー安全科学国際センター、災害科学国際研究所と共同で研究を進め、また、この事業の枠組みの中で、基盤コンソーシアムを形成し、東京大学、京都大学、九州大学、産業技術総合研究所、電力中央研究所、および、SOFC開発各社とも密接に連携して事業を推進している。

## 2. 実環境計測に基づく高温電極の設計

SOFCの本格的実用化に材料開発の観点から鍵となるのは電極界面の最適化である。しかし、高温雰囲気中

ける複雑な界面現象の素過程を把握することはこれまで困難であった。本研究では、界面領域をナノ、マイクロ、マクロのマルチスケールで捉え、それぞれの挙動を実環境もしくはそれに近い環境で測定する計測法を開発・整備・統合し、界面領域設計のエンジニアリングの実現を目指している。2011年度からJSTの戦略的創造研究(CREST)「エネルギー高効率利用のための相界面科学」領域に参加し、研究課題「実環境計測に基づく高温電極の界面領域エンジニアリング」を研究代表者として受託している。この研究では、産業技術総合研究所、京大、東大の3拠点の4つのグループに主たる共同研究者として参画して頂き、学内の工学研究科、多元物質科学研究所とも連携して、各研究グループが得意とする計測手法をもとに、実動作環境下での高温電極の評価に特化した手法として発展・統合させる。当研究室では、特に、材料中の酸素の動きを明らかにするために、同位体交換によってラベリングした酸素を二次イオン質量分析計によって分析し、酸素拡散経路をイメージングする手法に取り組んでいる。この手法によって、新規空気極材料として期待されるLa(Fe, Ni)O<sub>3</sub>の表面反応障壁の存在を明らかにしてきたが、さらにこの表面反応障壁を他の混合導電体とコンポジット化することで、低減できる可能性を見出した。今後、反応促進機構等について評価・検討していく。

## 3. プロトン導電性セラミックスを用いる電気化学デバイスの開発と応用

水素エネルギーシステムを実現するためには、水素の安価で効率的な製造・精製手法ならびに使用方法の確立が不可欠である。このために有効な手法として、プロトン導電性セラミックスを利用した燃料電池や、高温水蒸気電解、水素分離精製膜などが注目されており、韓国科学技術研究院(KIST)からの受託研究として、プロトン導電セラミックス燃料電池(Proton conducting Ceramic Fuel Cell: PCFC)に関する研究を受託し、PCFCに使われる電極材料の開発と評価手法の開発に関する研究を行っている。

本年度はPCFCの空気極として良好な特性を示した(La, Sr)CoO<sub>3</sub>系材料について同位体交換を利用した反応機構の検討を行った。高い性能の要因として、電極材料中のプロトン濃度が向上していることを予測したが、プロトン溶解量は少ないが、拡散が速いと解釈できる興味深い測定結果が得られており、今後、さらに空気極の反応モデル構築に注力していく予定である。

## 4. 高温酸化物の新規応用の探索

燃料電池などに用いられる酸化物の多くは、含まれる酸

素量が雰囲気によって変化する性質をもつが、これまで、一部の材料において、酸素量が機械的な応力によっても影響を受けることを見いだした。現在、科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)により、この変化を定量的に説明する理論構築および関連する実験を行っている。今後、さらに機械的なエネルギーの検出やエネルギー変換への応用も視野に、研究を展開することを考えている。

## 5. 高効率エネルギー変換に向けた革新的イオン機能界面設計

本研究では、JST さきがけの研究プロジェクトとして、燃料電池等の材料を例に、イオン導電性酸化物の新たな材料設計法となりうるヘテロ界面効果の発現起源を明らかにし、ナノヘテロ界面デザインによる革新的環境・エネルギー材料の創製を目指している。本年はCo系ペロブスカイト系酸化物の空気極反応に極表面に存在するCoの価数変化が関連する可能性を見出したため、更なる解析のため様々な極表面分析を検討している。

## 6. 学会活動等

主な学会活動として、SSI-19(6月、日本、京都)、およびMS&T13(10月、カナダ、モントリオール)において川田が招待講演を行った。また、International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan(9月、日本、仙台)、Thermec2013(12月、米国、ラスベガス)で八代が、それぞれ招待講演を行った。また、10月には川田がCo-chairとして、第13回固体酸化物形燃料電池国際会議を沖縄で主催し、参加者約500名と盛会に開催した。その他、SOFCの普及のために、関連学協会に協力して、標準の整備や研究の推進に関わる活動を行った。

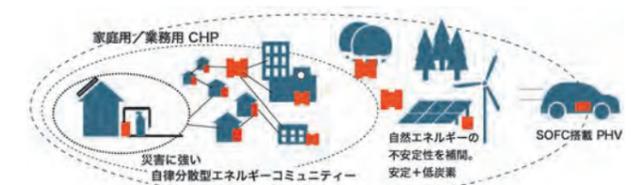


Fig. 1 燃料電池を用いた分散型エネルギーシステム



Fig. 2 放射光を利用した in-situ 軟 X 線吸収分光測定装置 (SPring-8, BL27SU)

# 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



准教授  
上田 元  
Associate Professor  
Gen Ueda



助教  
関根 良平  
Assistant Professor  
Ryohei Sekine

Professor Sakaida (Physical-Environmental Geography) resumed a series of meteorological research activities, partly as international academic cooperation, on desertification in Inner Mongolia Autonomous Region of China. He was awarded the title of visiting professor of the Inner Mongolia Normal University, and gave a lecture on desertification (Fig.1). He also continued investigation of Yamase season, and presented the results in IGC-Kyoto Congress. He also started a new cooperative project of urban torrential rainfall with Professor Takahashi, and carried out observation of rainfall using a disdrometer (Fig.2). The ongoing research by Associate Professor Ueda (Human-Environmental Geography) on peasant livelihood security, natural resource management, and the regional system of place network in Northeastern Tanzania was extended to the GIS analysis examining the potentiality of different approaches, including local lacunarity analysis of agricultural landscapes, and to his fieldwork in the Lake Victoria region of Western Kenya on the agro-silvo-fishery system and socio-economic and environmental transformation. He also continued a critical investigation on environmental security in water-scarce rural areas around the shore of the Lake Victoria with special reference to conflicts and cooperation of borehole use and management. Assistant Professor Sekine (Human-Environmental Geography) carried out fieldwork on the transformation of farming and cattle breeding activities in settlements in Inner Mongolia in August 2013. He looked into management and problems of the farmer cooperatives in Xilinguole League and Hohhot City by a series of field interviews and surveys. He also carried out a fieldwork and administered questionnaire surveys concerning the consumer consciousness on financial damages caused by harmful rumors related to agricultural products in Iwaki City, Fukushima Prefecture (Research project, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University), in January, 2013.

## 1. 自然環境地理学分野の境田は、

以下の研究活動・教育活動に従事した。

### 研究① 内蒙古の砂漠化に関する研究

2013年9月には錫林郭勒盟正藍旗で現地調査を実施するとともに、呼和浩特市の内蒙古師範大学で客員教授として砂漠化に関する講演を行った (Fig.1)。内蒙古師範大学の包玉海教授と今後も密接な協力関係のもとに砂漠化研究を推進することを約束した。



Fig. 1: Lecture on the desertification of Inner Mongolia.

### 研究② 冷夏出現の経年変化に関する研究

近年の梅雨明けが遅れ、8月上旬にヤマセが吹き温暖型

ヤマセが増加していることを明らかにした。その成果を2013年8月に京都で開催されたIGC-RC (国際地理学会京都会議) で発表した。冷夏研究の分担者である高橋信人 (宮城大学) の協力で気団解析を実施し、梅雨明け前後の気団の動向を経年変化に注目しながら解析した。

### 研究③ ヒートアイランドに関する研究

ヒートアイランドが海陸風循環に及ぼす影響を北関東で経年的に検証した。その結果、1990年以降、栃木・群馬の北部で海風 (谷風) が弱まり、対流性降水の発現域も南進傾向にあることが判明し、その結果を2013年9月に日本地理学会秋季大会 (福島) で報告した。首都大学の高橋日出男教授に協力し、ディストロメーターによる雨滴粒径観測を開始した (Fig.2)。



Fig. 2: Observation of rainfall using the disdrometer.

## 2. 人間環境地理学分野の上田は、

①「タンザニア北東部の農村生計に関するスケール・ギャップを考慮した地域システム分析」(基盤研究(B)、代表)の一環として、メル山南斜面地域の農業景観画像を対象とする局所空間性解析の結果を発表するとともに (AfricaGIS 2013 Conference and the GSDI 14 World Conference, 2013年11月6日、アディスアベバ)、その解析結果を景観生態学で用いられてきた諸指標による結果と比較し、特徴を把握した。②「ケニア・ヴィクトリア湖岸の半乾燥地域における水資源利用の批判的環境安全保障論」(住友財団環境研究助成) では (Fig. 3、4)、西ケニア・旧スバ農林漁村において掘り抜き井戸の水位モニタリングを始め、観測中の降雨に対する水位の応答や、水位変化に表れた用水行動の実態を検討するとともに、用水規則に関する聞き取りを行い、それが井戸の地理的・環境的条件に応じて異なることを明らかにした。また、それが井戸の利用と管理における人々の協調の程度に関連している可能性を踏まえ、用水規則の公平性を吟味するために待ち行列システム・シミュレーションを適用することの妥当性について検討した。③また、スバ農林漁村地域において、乱獲と自給的漁労、そして加工用薪材にみられる漁業と森林保護区の関係、複合的資源利用戦略と世帯の生計多様化について、継続調査を実施した。④そして、「ケニア農業地域における地形学的土地条件評価と民族土壌学的農地利用形態との相関」(基盤B代表:理学研究科・大月義徳)の初年度の活動として、民族土壌学的なアプローチの概念と方法論、射程と限界について、関連文献の検討を行った。



Fig. 4: Distribution of water-user households, Nyabomo, Suba, Kenya.



Fig. 3: Water use at Nyabomo Borehole, Suba, Kenya.

## 3. 関根は以下の研究課題について研究を遂行した。

中国内蒙古自治区における農村・牧畜業の変容に関する研究では、2013年8月にフィールドワークを実施した。①草原地域である錫林郭勒盟で展開する農民專業合作社の経営状況とその後の推移を聞き取り調査によって把握した。②農業地域である呼和浩特市武川県および土默特左旗における農民專業合作社および農業・食品関連企業の実立状況について把握するために、2014年3月に予定する旗政府および企業体代表者に対する聞き取り調査を実施するための事前検討作業を実施した。(基盤研究(B):内蒙古自治区における新たな経済主体の展開と環境への影響に関する地理学的研究、研究代表者) (Fig. 5)。

東北大学災害科学国際研究所特定プロジェクト研究 (共同研究)「原発事故による農業の風評被害と営農再建に関する調査研究」研究代表者として、いわき市市民を対象とする消費者意識に関するアンケート調査を実施した (Fig. 6)。

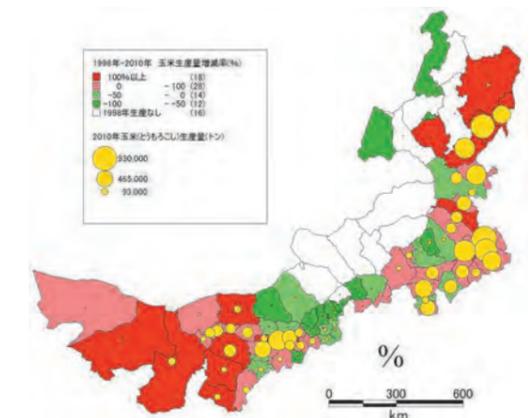


Fig. 5: 内蒙古自治区におけるトウモロコシ生産の変容 (1998 ~ 2010)  
Fig. 5: Transformation of the corn production in Inner Mongolia Autonomous Region (1998 ~ 2010)

### 食品の放射性物質に関する情報の入手先

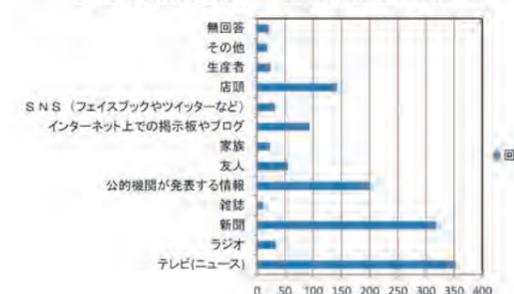


Fig. 6: 放射性物質に関する情報の入手先 (いわき市民に対するアンケート調査から)  
Fig. 6: Acquisition of the information about the radioactive material (from the questionnaires for the Iwaki citizen)

# 水資源と環境に関する研究

Researches on Water resources and environments

准教授 小森 大輔  
Associate Professor  
Daisuke Komori



教授 (協力教員)  
風間 聡  
Professor  
So Kazama



教授 (協力教員)  
李 玉友  
Professor  
Yu-You Li



Climate change impact is a threatening factor for human security and it endangers large numbers of people both in developed and developing countries. Among a variety of impacts, water related fields are seriously affected as they flow into various sectors such agriculture, industry and disaster management. 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 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 climate change and the land use change; (2) risk evaluation of slope failure according to climate change; and (3) comprehensive flood management plan in the Chao Phraya River Basin. These researches are supported by a program implemented jointly by Japan International Cooperation Agency (JICA) and Japan Science and Technology Agency (JST) that promotes international joint scientific research to address global issues.

都市・地域環境システム学研究分野では、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、②熱帯モンスーン地域の土砂災害ポテンシャル推定、③水循環情報統合システム構築にかかる研究、④タイ国チャオプラヤ川流域洪水対策に関する研究などを行った。これらの研究は、地球規模課題対応国際科学技術協力プロジェクト「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築」(平成21～25年度)の分担研究として取り組んでいる。

## 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

タイ国キングモンクット工科大学、ナレスアン大学、バヤオ大学のタイ研究者と連携して観測場所を選定し、チャオプラヤ川流域で専有面積の大きい天水田、サトウキビ畑、キャッサバ畑、落葉樹森林帯にフラックス観測システムを導入した(写真1)。リモートでの観測環境をモニタリングするために、現地携帯電話を利用したGPRS (General Packet Radio Service) 方式のテレメトリシステムを開発した。

気候変動が陸上生態系の物質循環に及ぼす影響を解明するためには高い精度でのフラックス測定を実現する必要があり、これまでの観測データを用い測定されたフラックス値に含まれる不確実性の評価を行った。具体的には、Finkelstein and Sims (2001)に基づき算出した偶然誤差( $\delta_r$ )をフラックス値で除した相対値( $\phi$ )を、様々な植生にて比較解析して、均一地表面上において時空間スケールや植生の種類にかかわらず熱、水、二酸化炭素のフラックスの $\phi$ は一定の値に収束する可能性を発見した。そして、これまでの既往研究で用いられているフラックスの $\delta_r$ には地表面の不均一性やフラックスの定常性などに起因する



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

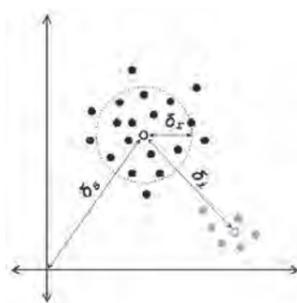


Fig.1 Schematic illustration of error classification. Each  $\delta_r$ ,  $\delta_s$ , and  $\delta_i$  represents random, systematic, and illegitimate error, respectively.

過失誤差( $\delta_i$ )が含まれており、 $\delta_r$ によってフラックスの $\phi$ の収束値が変わる可能性を示し、世界に先駆けて乱流データの時間スケールでのフラックスの $\delta$ を定量化する手法を開発した。今後、不均一地表面上でのフラックスの $\phi$ の収束値や地表面状態との関係を明らかにすることを目指している。

## 2. 熱帯モンスーン地域の土砂災害ポテンシャル推定

タイ国カセサート大学、王立灌漑局のタイ研究者と連携して、土砂災害ポテンシャル推定モデルをタイ国全土に適用した。斜面災害記録を検証するとタイの斜面災害は北部と南部で生じている。南部であるマレー半島中央部において、発生確率が変化している。発生確率70%以上が示された危険度の高い地域は、北部山岳域、中西部山岳域、マレー半島西部、マレー半島中央部である。危険度が高い地域を中心として、その周辺地域も将来的な降雨の増加に伴い発生確率が増加する傾向にある。今回の結果から将来降雨の増加に伴い発生確率が増加することが確認できた。

また、通信環境が整っていない山間部でのリアルタイムモニタリングを実現するため、無線を利用し冗長性も有する

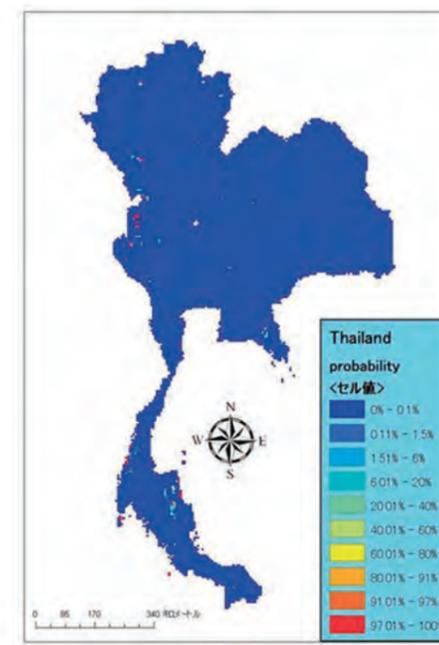


Fig.2 Probability distribution map on landslide (Return period: 5yrs, Data: MIROC5; 2021-2040)

るハイブリッドテレメトリシステムを開発し、2009年に大規模な土砂災害が発生したクラビ県において斜面崩壊モニタリングの実用試験を行った。このような、より詳細なハザード推定や早期警戒システムは、大変地域性の高い局所スケールのきめ細かな対応策である。このハード、ソフトの両方法の成果を積み重ね、比較することによってタイ国土全般の安全率を上げていくことが近年中に可能となると考えている。

## 3. タイ国チャオプラヤ川流域洪水対策に関する研究

2011年にチャオプラヤ川で既往最大級の洪水が発生したのを受け、JICAのチャオプラヤ川流域洪水対策プロジェクトが発足し、その協力依頼を受けて、流出解析、氾濫解析やマスタープランの検討の支援を行った。さらに、2011年チャオプラヤ洪水において、例年の洪水との差異を即時に把握することが出来なかったことが被害の拡大を招いた一因であったため、週積算雨量、日流量、ダム操作状況を目視できるリアルタイム洪水モニタリングシステムを開発した。

これらの研究活動と社会貢献の実績が認められ、アジア・太平洋地域の各国首脳をはじめとする各界のリーダーが参加し、水問題への認識を深め、具体的な行動に結びつける場となることを目的とした「アジア・太平洋水サミット」(2013年5月に開催)への参加要請を受け、テクニカルセッションを主宰し、国際的な舞台で研究成果について広く社会への情報発信を行った。

## タイ国洪水モニタリングシステム

<http://impact-www.eng.ku.ac.th/chaophraya-auto/>

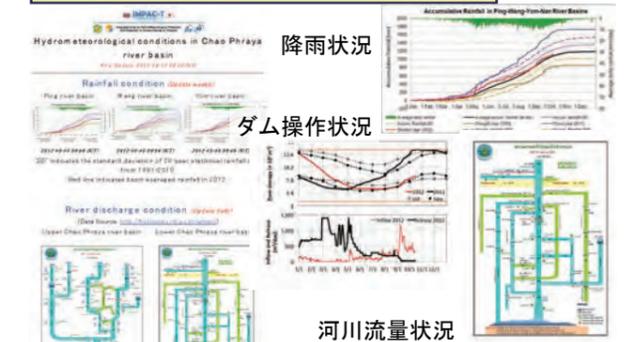


Fig.3 Developed flood monitoring system

## 環境とエネルギーの経済分析

### Economics of Environment and Energy

准教授 馬奈木 俊介  
Associate Professor  
Shunsuke Managi



The major objective of the current research activities is to show an economic analysis of sustainable development in a new era, in that it deals with sustainable development i) for non-steady-state and imperfect economies; ii) under stress from catastrophic exogenous shocks; and iii) from the interconnected relations of international, domestic, and regional perspectives. This is in sharp contrast to the previous literature concerned about sustainability of developing economies with increasing population rampant with environmental, resource, and socioeconomic problems.

2013年度、馬奈木研究室では「定常な経済・社会による持続的成長を達成するための経済政策」を対象として、海外雑誌26本、国内雑誌16本、日本語文献3冊、英語文献1冊、国内学会発表16回、海外発表10回を行いました。

### 技術進歩と将来予測

大量生産・大量消費・大量廃棄による地球温暖化や資源の枯渇などの問題を解決するための技術対策、政策研究を行います。日本の過去の経済成長を見てもわかるように、技術進歩は経済成長の原動力になります。そして技術進歩はもっと大きな利益を得ることを期待した、企業が行う研究開発活動や技術の伝播と外部効果の結果です。

技術の影響として、イノベーション、学習効果、拡散効果を考慮した生産性分析の方法論を構築し、実証研究を行いました。そして、石油・天然ガスといった資源枯渇をどこまで技術で解決できるか将来予測を行いました。再生資源に関しても同様に生産性の分析を行います。本研究室では、これまでに使われたエコ・エフィシエンシーの問題点を見つけ、より優れたエコ・エフィシエンシーモデルの開発を行いました。

### 環境政策・新技術と消費者行動

省エネルギー・省資源化を目標とした政策が必ずしも政策当局が期待した効果を上げるとは限りませんし、意図したものと逆の結果を導いてしまうこともありえます。

本研究室は再生可能エネルギー・省エネルギー技術を導入した製品購入に対する補助金制度が、製品を購入した個人の省エネルギー行動に与える影響を分析しました。また、省資源を目標とした、再利用製品に対する、消費者の意識についての分析を行いました。

### 環境の質と幸福度

従来、人の幸福度はそれぞれの個人にとって購入可能な財の量、あるいはそれにあてられる所得の規模によって測られてきました。しかし、近年は人の生活が多様化するに従い、幸福度はより多くの側面から測る試みがなされています。

本研究室は市民調査にもとづき、個人の主観的幸福度と環境意識の因果関係を分析し、さらに原子力発電所と生活・経済の金銭評価を行いました。

### 新たな持続性指標

さらに、視点を世界レベルに広げて機材発展と環境の質との関係を表す環境クズネツ曲線と、近年研究が進んでいる持続可能性指標の推計を行いました。これらについては、パネル分析を行った上での国際比較を行うことが望ましいですが、従来はデータの欠損値が多いことから困難とされてきました。しかし、本研究室は、統計学を用いて欠損値問題を克服し、これを可能にし、正解最大のデータベースの作成を行いました。

### 災害が経済成長に与える影響

地球温暖化は災害を引き起こす可能性があります。災害には、発生の時点・地点と被害規模の予測が難しい歴史的災害(東日本大震災など)と、それらが比較的容易な周期的災害(ハリケーンなど)があります。それぞれのタイプの災害は、経済主体の災害発生の予想形成とそれに従った資本蓄積、さらに実際の被害規模を通じてそれぞれの国の経済成長に影響を与えます。

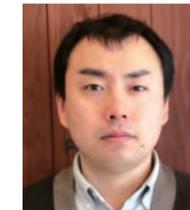
従来、この点についての理論的な基礎も未発達でしたが、本研究室は理論モデルの構築と時系列データを用いた実証分析を行いました。



助教  
吉田 友美  
Assistant Professor  
Yumi Yoshida



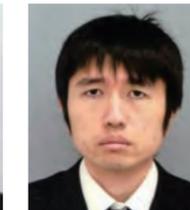
助手  
堀江 進也  
Research Associate  
Shinya Horie



研究員  
松木 祐介  
Researcher  
Yusuke Matsuki



研究員  
観山 恵理子  
Researcher  
Eriko Miyama



研究員  
八木 迪幸  
Researcher  
Michiyuki Yagi



研究員  
楊 珏  
Researcher  
Yang Jue

### 災害が産業に与える影響

歴史的災害はその規模の大きさから、復興需要を発生させます。しかしその一方で、被災地の設備資本が破壊されることから、特定の財について被災地が生産地に該当する場合、需給バランスが大きく損なわれる可能性があります。本研究室は、東日本大震災が産業における需給バランスへの影響について、経済・社会モデルを構築しました。

### 温暖化リスクに対する適応行動

すでに述べましたように災害には歴史的災害と、周期的なものがあります。経済・社会がそれぞれに対して、どのような適応行動をとるのかを、生産行動と居住地選択行動の2点からとらえられます。さらに、将来における災害を見越した個人レベル・政策レベルでの緩和行動も、過去の災害を踏まえた適応行動のひとつとして考えられます。

本研究室は、発展途上国における洪水・ヒ素被害と農業の品種改良についての分析と、福島第一原子力発電所事故が、人々の居住地選択・移転行動に与える影響に関する分析を行いました。また、市町村レベルの自治体の災害対策費用と個人レベルでの災害対策費がそれぞれ減災に与える影響を分析しました。

### 主な成果

Managi, S. (Eds.) 2013. "Handbook of Environmental Economics in Asia." Routledge, New York, USA. Akao, K., S. Managi. 2013. "A Tradable Permit System in an Intertemporal Economy", Environmental and Resource Economics 55 (3): 309-336.

Managi, S., Hibiki, A., and Shimane, T. 2013. "Efficiency or Technology Adoption: A Case Study in Waste-Treatment Technology", Resource and Energy Economics (forthcoming)

# 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

准教授 古川 柳蔵  
Associate Professor  
Ryuzo Furukawa



Research on lifestyle innovation using backcast method

Our department has started in April 2010 and pasted 3 years. We studies 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 in Toyooka city, Hyogo prefecture has started. The methodology of lifestyle design using 90 year-olds interviewing won the Good Design Award 2013, Best 100, and Design for the future Award.

## 概要

環境技術イノベーション分野は、4年目を迎えた。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。本年度は、持続可能なライフスタイル調査として「90歳ヒアリング」手法が GOOD DESIGN AWARD2013 グッドデザイン・ベスト100、未来づくりデザイン賞を受賞。社会普及の活動の一環として、兵庫県豊岡市などにおいてライフスタイル・デザインプロジェクトを進めた。

## 環境制約下におけるイノベーション・プロセス研究

政策研究大学院大学との共同研究である平成25年度環境経済の政策研究委託業務（グリーンニューディール政策等の産業影響分析と我が国環境技術の国際展開手法の検討）の一環として、海外へ展開する環境ビジネスの成功事例分析を行った。今年度は、HEMS、リチウムイオン電池を対象とし、シンガポールを訪問した。



Research in Singapore

また、90歳ヒアリング手法により得られたアイデアである「パークレット」（自然エネルギーを共有するコミュニティづくりのしかけ）をエコラボ前に設置し、ライフスタイル変革について実証試験を行う計画を進めてきた。その他、東京造形大学と共同で立ち上げた DESIS Japan の第4回 DESIS Japan

フォーラムを宮城県で開催し（12/1）、アジアから数名の有識者を招聘した。その結果、90歳ヒアリング手法を用いたソーシャルイノベーションをアジアで推進することが合意され、その活動を行うクラスターが設立された。

## ライフスタイル研究

モノづくり日本会議ネイチャーテクノロジー研究会及び幹事会にて、ライフスタイル・デザイン及びネイチャー・テクノロジー創出システム開発を行ってきた。「バックキャスト思考でライフスタイルをデザインする」と題してシンポジウムで講演（12/11）を行うなどした。

兵庫県豊岡市において、90歳ヒアリング手法及びライフスタイルデザイン手法を用いて、豊岡における2030年のライフスタイルを描き、その具体化の検討に入った。持続可能なライフスタイル調査としての90歳ヒアリング活動は、広島、滋賀、大阪、奈良、三重、福井、東京、仙台、雄勝、名取、青森、沖永良部島などへ展開し、ヒアリング数はおよそ250件を越えた。



Good Design Award 2013, Design for the future Award



Good Design Award

これまで研究をしてきた手法である、ネイチャーテクノロジー創出システムが第3回生物多様性日本アワードを、90歳ヒアリングによるライフスタイルデザイン手法が、グッドデザイン賞、グッドデザイン・ベスト100、特別賞「グッドデザイン・未来づくりデザイン賞」を受賞した。

## ソリューション創出手法研究

ソリューション創出手法については、2030年のライフスタイルデザインから新ビジネスを考えると題して、クリエイティブ・シティ・コンソーシアムが主催する第2回ブラチナエッグハンティング・セミナーで講演（3/22）するなど複数回の講演会を行った。

また、SEMSaT ショートコースを2回開催し（7/7、12/19、東京分室）、外部の企業人に対して、ソリューション創出手法の概論を講義し、手法の普及を進めた。

鉄道関連企業との共同研究プロジェクトでは、90歳ヒアリングを利用したライフスタイルデザイン手法に、「インクルーシブデザイン」という障害者などからなるリードユーザーの視点を取り入れたイノベーション手法を連携させ、新たな町づくり手法、商品開発手法のトライアルを行うことができた。



Toyooka Lifestyle Design Project



RESD meeting in Kyoto University

## 社会貢献

「90歳ヒアリング」は、読売新聞（1/29）、中国新聞（1/30）、毎日新聞（4/27）、南海日日新聞（7/15）、日刊工業新聞（8/28）、河北新報（9/16）、FMヨコハマ（3/8）、NHKラジオ第一（7/12）、TBSラジオ（7/25）、FMなびり（11/14）で紹介された。『2030年のライフスタイルが教えてくれる「心豊かな」ビジネス』（日刊工業新聞社、2013）を出版し、バックキャスト思考のイノベーション手法を発信することができた。

RESDプログラムの2013年ワーキンググループミーティング（4/15-17、京都大学）に参加し、2013年度の開催計画を議論し、プログラムが実施された（6/30-7/21）。

エコプロダクツ2013において、バックキャスト思考について講演した（12/13）。



90 year-old interviewing in Ogatsu



90 year-old interviewing in Okinoerabu

## 地圏環境の物質・システムの理解と有効利用

教授 土屋 範芳  
Professor  
Noriyoshi Tsuchiya



Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere

We focus on physical and chemical properties of geomaterials (rocks/soils/geofluids), water-rock (soil) interaction, mass-transport in surface and crustal environments. For seeking the frontier of geothermal energy, we started to research on the deeper part of the geothermal area, "beyond brittle" region ( $T > \sim 350^{\circ}\text{C}$ ). For this purpose, we carried out various experiments on thermoluminescence of minerals from the geothermal area, on hydrothermally derived fracturing, spectroscopic studies on geofluids in supercritical states, and silica-water interaction. We investigated transport and deposition of rare metals and heavy metals in the rivers around the volcanic and mining area in the Tohoku district. We also carried out the geochemical characterization of the historical Tsunami sediments (Jogan earthquake) for determining the Tsunami immersion area.

### 主な研究テーマ

- ・地熱地帯深部の物理・化学的システム
- ・超臨界地殻流体のキャラクタリゼーション
- ・岩石-水相互作用による岩石破壊・化学反応
- ・岩石亀裂における流体移動
- ・表層における元素の移動・拡散・濃集プロセス
- ・ジオリアクターのための反応プロセス設計
- ・津波堆積物の判別とリスク評価

### 地殻エネルギー・フロンティアに関する基礎研究 "Beyond Brittle"

既存の地熱貯留層よりも深部かつ高温 ( $>350^{\circ}\text{C}$ ) の領域では、岩石は延性変形して、流体は超臨界状態で存在する。私たちはこのような領域を "Beyond Brittle" (脆性の向こう側) とよび、次世代の地熱フロンティアとして研究を進めている (Fig. 1)。本年度は、詳細な地質調査と地震波速度構造などにより東北地方の有望な深部地熱資源の評価を進めた。また、人工的に放射線を照射した鉱物 (石英や長石) の熱発光強度を測定することで、熱水活動の影響を評価する方法の開発を進めている。さらに、地殻岩石の延性領域において亀裂を発生させるため、これまで進めてきた熱水誘起割れ (岩石に温度差のある熱水を接触させることで引き起こす破壊) の現象解明にむけて新たな実験とモデリングを進めた (Fig. 2)。特に、急減圧による水の沸騰により、接触した岩石に亀裂が発生することを明らかにし、熱応力解析を進めている。さらに、葛根地熱地帯におけるシリカ-水相互作用を詳細に検討し、水の臨界点近傍の条件下でシリカが選択的に析出し、水理学的システムをコントロールすることを明らかにした。

### 地殻流体の物性・流動と岩石-水相互作用

地殻流体は C-H-O 組成に電解質がとけ込む複雑な組成をしており、その状態方程式が確立していない。本研究室では、窓付き超臨界オートクレーブを用いた地殻流体の分光計測によって、臨界点近傍で光を通しにくくなる性質を見だし、また水、二酸化炭素、エタノールについて透過する光量の最小値から臨界点を決定できることを明らかにした。地殻-マントル境界部を模擬した水熱実験では、地殻物質か

らの元素移動 (特にシリカ) が熱水変質の反応経路と速度を強くコントロールすることを明らかにした。潜水艇「しんかい6500」によるトンガ海溝の潜航 (Fig. 3)、深度6450mの海洋性島弧下部に同種の変質岩 (蛇紋岩) をサンプリングしており、実験との対比を予定している。

また、岩石亀裂中の2相流の流体流動の実験および数値シミュレーションを進め、油-水系では岩石の亀裂間隙幅と岩石のぬれ性に依存して相対浸透率曲線のタイプが変化することを見出した (Fig. 4)。この結果は石油の回収などに非常に重要であるとともに、気相-水系やメルト-水系などの異なる系への展開が期待できる。

### 津波堆積物調査

仙台平野においてジオスライサーによる歴史津波堆積物の採取を行った (Fig. 5)。本年度は、合計10本の連続土壌試料を仙台平野圃場から採取し、主に砂で形成された津波堆積物層を見つけることができた (Fig. 6)。放射性炭素年代測定を実施し、一部の砂層について約1000年前の貞観地震・津波の年代に一致することを明らかにした。本研究室では、採取された貞観津波堆積物の化学的特徴を明らかにして、これまで発見されなかった泥質津波堆積物の検出方法の開発を進めている (Fig. 5)。加えて、静岡大学との共同研究として、静岡平野から採取された約3000年前の津波堆積物の地球化学分析を進め、他地域にも適用可能な津波堆積物検出方法の開発を進めている。

### 表層における元素の移動・濃集プロセス

東北地方には多くの温泉、変質帯、鉱床があり、河川水にはレアメタルや有害な重金属やヒ素が含まれる。本年度もひきつづき秋田県玉川温泉からレアメタル (In, Ga など) を回収するための吸着実験を行い、表面の形状や電荷によって回収に適した材料の探索を行った。また、秋田県小坂川流域において、水質および土壌サンプルの採取と分析を行い、重金属の移動、濃集について GIS を用いた解析を進めている。

#### [参加国際学会・会議]

- ・Water-Rock interaction, Avignon, French (6/10-14)
- ・The 6th International Symposium on In-Situ Rock Stress, Sendai



准教授  
岡本 敦  
Associate Professor  
Atsushi Okamoto



助教  
渡邊 隆広  
Assistant Professor  
Takahiro Watanabe



助教  
木崎 彰久  
Assistant Professor  
Akihisa Kizaki



研究員  
山田 亮一  
Researcher  
Ryoichi Yamada



研究員  
山崎 慎一  
Researcher  
Shinichi Yamazaki



研究員  
宇野 正起  
Researcher  
Masaoki Uno

- (8/20-22)
- ・Gold Schmidt Conference, Florence, Italy (8/25-30)
- ・Geothermal Resources Council 2013 Annual Meeting, Las Vegas, USA (9/29-10/2)
- ・2nd G-EVER International Symposium and the 1st IUGS & SCJ International Workshop on Natural Hazards, Sendai (10/19-20)
- ・American Geophysics Union, San Francisco, USA (12/9-13)
- ・The 11th Water Dynamics, Sendai (3/12-16)
- [研究プロジェクトおよび主な外部獲得資金]
- ・科研費・助成金：特別推進研究 (土屋)、若手研究 A (岡本)、挑戦的萌芽研究 (渡邊)、新学術公募研究 (岡本)、JST・戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発) 研究開発成果 実装支援プログラム (土屋)、JST 震災復興 A-step (岡本)、JOGMEC 石油 o 天然ガス基

礎研究委託事業 (土屋)

#### [教育]

環境学外実習 (秋田県小坂町)  
オープンキャンパス公開講座「岩石の中をのぞいてみる」「水で石を切る」  
現在の在籍生：D3 3名 (1名インドネシア国費留学生)、D2 2名 (1名中国人留学生)、M2 3名、M1 5名、B4 5名、B3 3名  
日本学術振興会特別研究員：D3 最首花恵 (DC1)、D3 石橋拓也 (DC2)

#### 研究室ホームページ

<http://geo.kankyo.tohoku.ac.jp/gmel/>

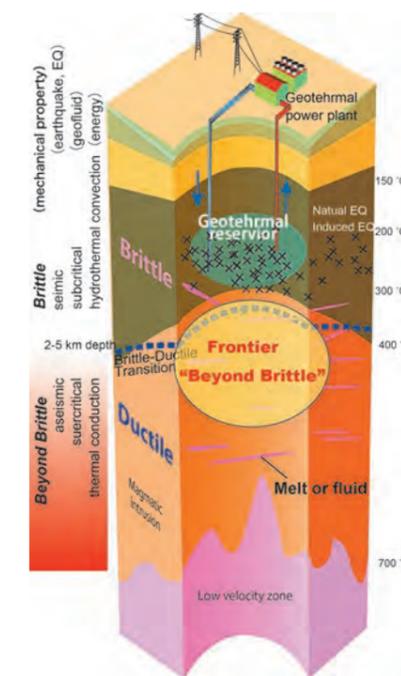


Fig.1 Concept of Beyond Brittle Project.



Fig.2 Visible-type autoclave for observation of hydrothermally derived fracturing by decompression at high temperature.

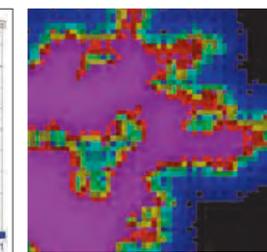
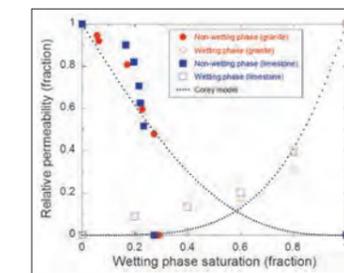


Fig.4 Results of two-phase flow simulation in fracture. Relative permeability (left) and saturation ratio of non-wetting fluid (right).



Fig.5 Sampling of the historical Tsunami deposits by using geoslicer.

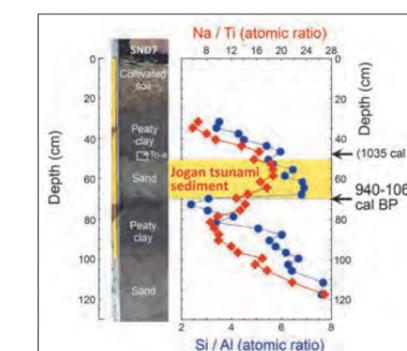


Fig.6 Geochemical signature of the Jogan tsunami sediments.

## 計測技術の社会実装への試み

Implementation of measurement technologies to society

准教授 森谷 祐一

Associate Professor  
Hirokazu Moriya



The main part of the activities was the contribution to the observational studies to mitigate seismic risks in gold mines at South Africa which was conducted as an aspect of the SATREPS (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development JST-JICA), where our technique was applied to the AE (Acoustic Emission) events associated with the rock failures due to the excavation in deep mine. The results of geothermal heat pump system were reported at 2013 Korea-Japan Joint Seminar on GSHP Technology. A signal processing technique to detect similar acoustic emissions was reported at a conference, where a method using Phase Only Cross correlation function was presented and the feasibility using the waveforms was demonstrated.

### 活動の概要

本分野では、計測工学や信号処理法を基礎にして地熱貯層計測、地中熱エネルギー利用システムシミュレータの開発、深部鉱山内の地震リスク評価法等、幅広い研究を行っている。本年度は、内外の研究者らと共同研究により、特に AE・微小地震を用いた地震被害低減のための観測研究に関する分野で活動を行い、成果を国際会議で発表した。地中熱利用技術に関する研究では日韓地中熱セミナーに参加し、研究成果を報告した。また、AEの信号処理法に関する研究成果を国内会議で発表した。国内会議では、組織委員の一員として開催に寄与した。

### 国際共同研究

#### 地震被害低減のための観測研究

南アフリカでは大深度の過酷な環境で金の採掘が行われており、採掘現場周囲で発生する誘発地震のため毎年多くの人命が失われている。本分野は、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業の「地震被害低減のための観測研究」に参加している。本研究は、立命館大学、東京大学、産業技術総合研究所、南アフリカの大学・研究機関である Wits 大学、CSIR 等との国際共同研究である。本分野では、地震リスクの評価精度向上に関する研究に携わっており、中でも岩盤の微小破壊に伴う弾性波源 (AE: Acoustic Emission) の計測と AE の高精度標定による岩盤内損傷ゾーンの評価で寄与している。本年度は、イズルウィニ鉱山の深度約 1km で、金鉱石掘削に伴う岩盤の微小破壊を AE により検出し、本分野の有する震源位置高精度決定技術を適用することにより、岩盤のダメージゾーンの位置やダメージゾーンが時間とともに移動していく様子を明らかにした。本研究に関連する成果は、国際シンポジウムにて発表した。

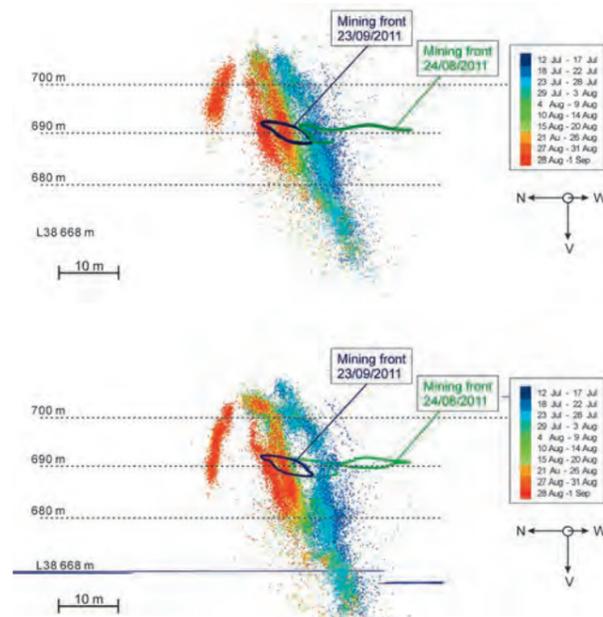


Fig. 1 Source locations of induced Acoustic Emission events associated with the stress perturbation due to excavation. (a) By conventional method and (b) by our method. The damage zones formed by shear type fractures are identified. In this study, it has found that damage zone are not continuous in intact rock and gap in source locations are identified.

### 地熱関連研究

#### 地中熱利用に関する研究

日韓地中熱セミナーに参加し、研究成果を報告した。

#### 地熱貯留層計測に関する研究

地熱地域で誘発される AE 波形の解析法に関する成果を国内会議で報告した。ここでは、類似波形を利用した貯留層内き裂計測法の基礎となる、類似波形検出法を開発し、実データに適用しその有効性を示した。

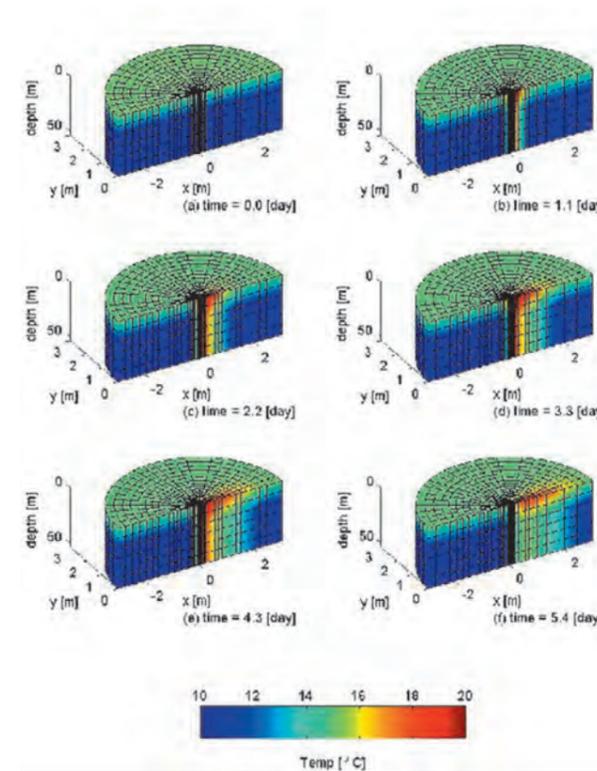


Fig.2 Simulated temperature change of layer with underground water flow. The results are shown as a function of flow velocity. The temperature distribution is not concentric because thermal is transferred by water flow.

### その他の研究

頸椎症性脊髄症の治療のために行われる椎弓形成術において、エアトムによる切削状況 (位置、深度等) をリアルタイムでモニタリングするためのセンサの設計を行っている。

#### ●他研究機関との連携

立命館大学、東京大学地震研究所、産業技術総合研究所、Wits 大学、南アフリカ科学産業技術研究所、イズルウィニ鉱山、Gießen 応用科学大学、GMuG (ドイツ)

#### ●科学研究費補助金

挑戦的萌芽研究 1 件 (代表)、基盤研究 A1 件 (分担)

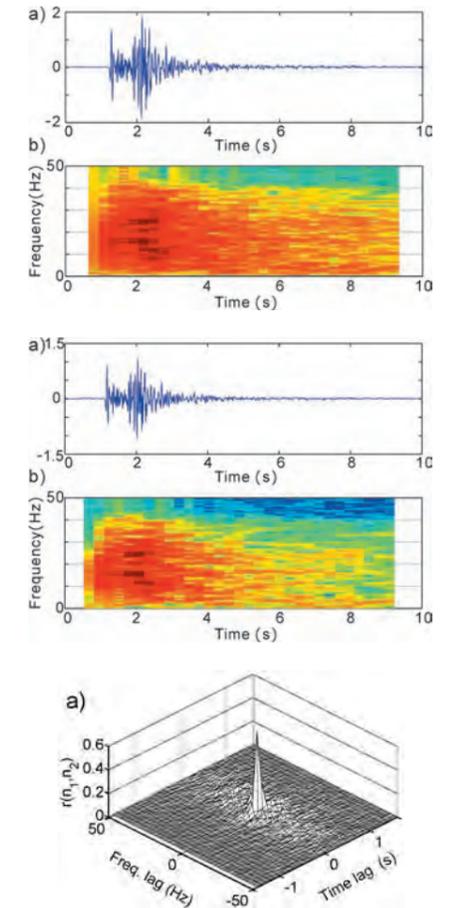


Fig.3 Example of AE events and their time varying spectra, and the Phase Only Cross correlation function calculated using time varying spectra of two similar waveforms.

#### ●成果発表

国内会議 2 件、国際会議 3 件、国際ジャーナル 1 件、招待講演 1 件

#### ●社会貢献・社会連携

第 19 回 AE 総合コンファレンス組織員、日本地熱学会・編集/学会賞選考委員、地中熱利用技術専門部会・幹事、(社) 日本非破壊検査協会・AE 部門幹事

#### ●国際教育関係との連携等

海外での学術教育交流 (キングモンクト工科大学、タマサート大学、ナンヤン工科大学、ほか)、学生国際工学研修実施 (タイ、シンガポール)、サマープログラム TESP2012 支援

## 大気中のオゾン等微量成分の変動の研究

准教授 村田 功

Associate Professor  
Isao Murata



Variations of ozone and related trace species in the atmosphere

Observation of stratospheric ozone profile by a new type of balloon-born instrument with small spectrometer has been carried out at Taiki, Hokkaido on May 15<sup>th</sup> 2013 for the first time. We participated in the NDACC/IRWG meeting held at Abashiri, Hokkaido on June 10 - 12, 2013 and presented our results of CH<sub>4</sub> and O<sub>3</sub> observation. HCl vertical column observed with FTIR at Tsukuba is increasing from around 2007 although it had decreased in the beginning of this century.

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。2013年は、新型光学オゾンゾンデを用いた初観測、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) を用いた HCl 観測データの解析、NDACC/IRWG 会議参加などを行った。

光学オゾンゾンデを用いた上部成層圏オゾン高度分布観測は、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、東京大学、国立極地研究所との共同研究である。数年前よりこれまでのフィルター式に代わって新たに小型分光器を搭載した新型センサーを開発しており、昨年度は北海道大樹町にて大気球観測の準備まで行ったものの気象条件のため放球できずに延期となっていたが、2013年5月15日ようやく初観測に成功した (Fig. 1)。Fig. 2はこの観測で高度1, 20, 40 km でそれぞれ取得したスペクトルであるが、280-340

nm 付近のオゾンによる吸収が高度とともに変化している様子が分かる。高度分布の解析は現在進行中で、いくつか改良点も見つかっているが、今後の観測に向けて貴重なデータを得ることが出来た。

つくばにおける FTIR による観測は、国立環境研究所との共同研究として1998年より行っている。この観測ではオゾンやその関連成分の他、メタンや一酸化二窒素などの温室効果気体も観測している。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、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、今年は本研究科の中島英彰客員教授ら国立環境研究所のメンバーがホストとなって網走湖畔で6月10-12日に開催された (Fig. 3)。また、この会議期間中に陸別町にある国立環境研究所

や名古屋大学太陽地球環境研究所の所有する観測施設の見学も行い (Fig. 4)、村田も共同研究者として案内役を務めた。もちろん会議では我々のつくばでのメタンやオゾンの解析結果の発表を行ったほか、解析手法の最適化などについて多くの情報交換を行った。

この会議の際、スイスのユングフラウヨッホで観測を行っているベルギーのグループが最近減少し始めていた HCl がまた増加しているとの発表を行っていたので、我々もつくばの観測から2013年5月分まで解析して調べてみると、Fig. 5に示すようにやはり2007年頃を境に減少から増加に転じていることが分かった。HCl はオゾン破

壊の原因となる塩素の準安定な化合物であり、フロン規制の効果で2000年代に入って減少し始めていたのだが、これが再び増加したとなるとオゾンホールが回復が遅れる恐れもある。重要な問題であるので、現在ベルギーのグループが中心となって我々のデータや他のグループのデータも含めて論文化すべくまとめているところである。

また、オゾンに関しては修士課程の学生が北極域のオゾン破壊の中緯度への影響をつくばおよび陸別の観測結果から調べる解析を進めており、日本上空でも北極オゾン破壊の規模に応じた年々変動が見られることが分かってきた。



Fig. 1. Big balloon and new optical ozone sensor ready to launch in a foggy morning.

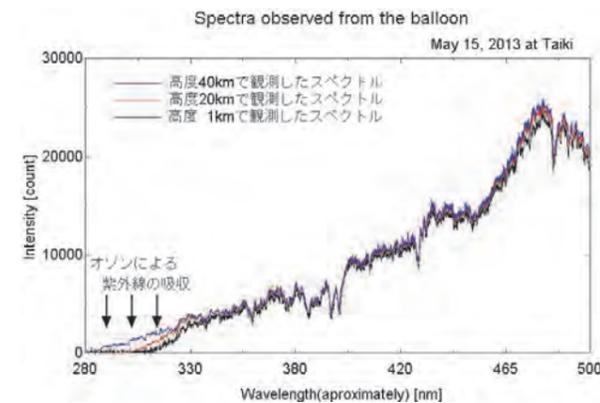


Fig. 2. Observed spectra at 1, 20, and 40 km altitude with the new optical ozone sensor.



Fig. 3. Group photo of NDACC/IRWG meeting.



Fig. 4. Observatory at Rikubetsu.

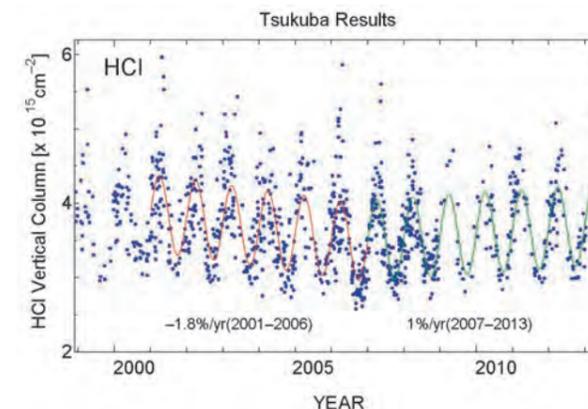


Fig. 5. Temporal variation of vertical column of HCl at Tsukuba.

## 環境調和型開発システムに関する研究

Studies on environment-friendly development systems

教授 高橋 弘  
Professor  
Hiroshi Takahashi



助教  
里見 知昭  
Assistant Professor  
Tomoaki Satomi



事務補佐員  
今田 実希  
Clerical Assistant  
Miki Konda



Yearend party at Obara Onsen in Miyagi Prefecture

In 2013, the research activities of this laboratory are as follows:

- 1) High durability for earthquake of cover soils for radiation-contaminated soils developed in this laboratory was experimentally examined. This research was finally supported by the Environment Research and Technology Development Fund (K122104) of the Ministry of the Environment, Japan.
- 2) The trial construction to remove the trash from tsunami sludge and to recycle all soils included in tsunami sludge was carried out. This trial construction was financially supported by Tohoku Chiikizukuri Kyokai.
- 3) A fundamental study to develop the continuous recycling machine for high-water content mud generated from disaster sites was conducted.
- 4) In order to develop the intelligent power shovel, excavation experiments were carried out by using an actual power shovel with several sensors.
- 5) Excavation experiments for reinforced-concrete were conducted by using specially developed bits.

### 主な研究活動

#### ①津波堆積物を用いた放射能汚染掘削土壌被覆のための高機能性覆土材の開発(環境省環境研究総合推進費補助金)

福島県では放射性物質に汚染された土壌を掘削する除染作業が精力的に行われているが、しばらくの間、掘削土壌を仮置きしなければならず、掘削土壌の安心・安全保管が極めて重要である。

そこで本研究室では、昨年度より環境研究総合推進費補助金により、津波堆積物を用いた高機能性覆土材の開発研究を行っている。本年度は覆土材の耐震性について実験的に検討するとともに、実施工を想定して動的締め固めを必要としない打設型繊維質固化処理工法を提案し、実際に盛土を作成した。



Fig.1 Tri-axial cyclic compression test machine



Fig.2 Embankment made by placing fiber-cement stabilized soil method

#### ②分級と改良を用いたゴミ混じり津波堆積土砂の再資源化に関する試験施工((一社)東北地域づくり協会 技術開発支援<東日本大震災関連>)

2011年の東北地方太平洋沖地震では大量の津波堆積物が発生したが、その多くはゴミ混じりであり、直接利用が



Fig.3 Screening and turbid water treatment system used in the trial construction



Fig.4 Slope planting: In this trial construction, clay discharged from screening process, was modified and then planting soil was made. All planting soil was recycled into planting construction works of the large-scale artificial ground that is created in Natori city, Miyagi Prefecture.

困難な状況にある。そこで、(一社)東北地域づくり協会「技術開発支援<東日本大震災復興関係>」を受け、東亜建設工業(株)が開発した分級技術(ソイルセパレータマルチ工法)と本研究室で開発した泥土改良技術(ボンテラン工法)を組み合わせ、ゴミ混じり津波堆積物からガレキやゴミを除去し、津波堆積土砂を砂と粘土に分離して、津波堆積土砂の全量を再資源化する実証試験を実施した。試験施工の様子は、複数のメディアに取り上げられ、情報発信された。

#### ③繊維質固化処理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(科研費補助金:基盤B) 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。そこで、本年より採択された科研費を基に「繊維質固化処理工法」を基本技術として災害現場で発生する軟弱泥土を原位置で改良する『災害復旧対応型泥土処理システム』の開発を目指した基礎研究に着手した。具体的には、改良土の強度に及ぼす攪拌時間の影響について検討するとともに、攪拌羽根の最適形状について考察した。

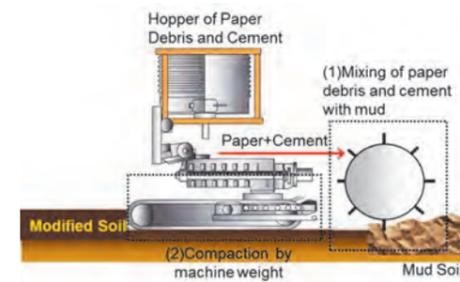


Fig.5 A concept of continuous recycling machine

#### ④油圧ショベルの掘削動作による土の性状のセンシングに関する研究(共同研究)

自動制御機能を有する油圧ショベルのパラメータ調整を自動化するためには、油圧ショベル自らが掘削時の土質の状態を自動的に把握する必要がある。土質状況の把握には油圧シリンダに作用する圧力から何らかの有益な情報を抽出する必要があると考えられるため、本年は各種センサーが装備されている実機を用いて地盤の掘削実験を行い、掘削時の油圧データを収集するとともに、自動制御に最適な油圧シリンダを決定した。



Fig.6 Soil excavation test using hydraulic power shovel

#### ⑤シールド機による鉄筋コンクリートの効率的切削に関する研究(共同研究)

既存の鉄筋コンクリート杭周辺を再整備する場合、鉄筋コンクリート杭を引き抜き、その後、再整備工事を実施するのが一般的であるが、環境上の制約や効率化を目指し、今後は鉄筋コンクリート杭を掘進機で直接掘削する工法が

有望視されている。そこで、石油鑿井機製作(株)の掘削装置をお借りし、鉄筋コンクリート供試体を特殊開発ビットにより切削する実験を行った。



Fig.7 Experiment of cutting reinforced concrete using specially developed bits

#### ⑥小口径無排土掘進機に関する研究

本研究室では、土壌調査用の小口径無排土掘進機の研究を進めているが、本年は形状記憶合金を用いた屈曲機構を提案し、実際に掘進機を作成するとともに掘削実験を行い、土壌中で屈曲できることを確認した。



Fig.8 Curvable small diameter drilling machine for ground survey



Fig.9 Verification experiment using developed machine

### 特別講演

三井住友建設(株)の安全衛生推進大会(東京)にて、高橋教授が「繊維質固化処理工法による津波堆積物の再資源化」と題して特別講演を行った(6月11日)。また10月にインドネシアのガジャマダ大学で開催された環境リーダー国際シンポジウムにてキーノートスピーチを行った。

### 展示会

国土交通省東北地方整備局主催の展示会「EE 東北」(6月5日~6日)にて、高橋教授が日本建設機械施工協会東北支部長としてテープカットを行うとともに、展示会にも参加し、本分野の研究内容の展示を行った。

### 学外ゼミ

研究室恒例の学外ゼミを10月17日に実施した。本年度は東部道路の拡幅工事現場を視察し、研修を行った。

## 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



助教  
渡邊 則昭  
Assistant Professor  
Noriaki Watanabe



Our laboratory members worked for the 6th International Symposium on In-situ Rock Stress (ISRM specialized conference), and we made substantial contributions to the successes of the workshop. For research activities, we further promoted the existing researches such as the research on crustal stress fields in Kamaishi area of northeast Japan, before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake. Additionally, we started a new challenging research to obtain insights into mechanical and hydraulic characteristics of a new concept geothermal reservoir (Japan Beyond Brittle Project reservoir), which will be created in a deeper and hotter part in the Earth's crust (frontier of the geothermal energy).

### 1. The 6th International Symposium on In-situ Rock Stress

The 6th International Symposium on In-situ Rock Stress は地殻応力をメインテーマとする ISRM specialized conference であり、2013年8月20日～22日の会期で仙台国際センターにおいて開催された (Fig. 1)。本会議の開催において、当研究室の坂口 (組織委員会 幹事長) は中心的役割を担い、渡邊 (実行委員) と学生もそれをサポートした。本会議は成功裏に終了し、23ヶ国から248名の参加があり、7件の Keynote lecture、11件の Invited lecture、121件の一般発表があった。



Fig. 1: Unique Program & Abstract book having a USB flash memory of the proceedings.

### 2. 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

地震前後の応力場の経年履歴を明らかにするために、岩手県釜石鉱山において地圧計測を行った。今回は地震発生後ほぼ2年となる時期に実施した。その結果、地震前の地圧に比較して、1年後は主応力値が2倍～4倍、鉛直応力は被り圧の約2.5倍と大きくなっていったのに対し、2年後の主応力値は、地震前に比べると依然として大きいものの、1年後との比較では小さくなっていった。また、鉛直応力は被り圧程度になっていた。この応力値の増減は地殻の隆起現象、特にその隆起速度に起因しているのではないかと考えた。さらに、平均応力に対するせん断応力の比の経年変

化が、地震前に限界値に向かって増加傾向にあったのが、発生1年後に激減し、2年後に再び上昇傾向にあること、最大水平応力の方向の経年変化と宮城県沖での地震の発生タイミングに周期性あることなどを見出した (Fig. 2)。

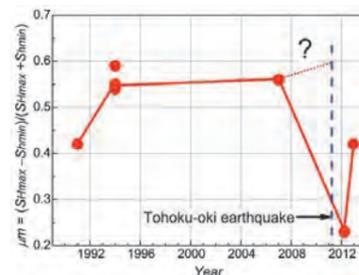


Fig. 2: Annual trend of the ratio of shear stress to the mean stress.

### 3. CO<sub>2</sub>貯留環境下における砂岩の多孔質弾性パラメータ

CO<sub>2</sub>地中貯留への応用を念頭に砂岩の多孔質弾性パラメータの解明に取り組んでいる。本年は主に膨潤性粘土鉱物を含有する来待砂岩と含有しないBerea砂岩を用いた室内実験を実施した。その結果、膨潤性粘土鉱物存在下では有効応力係数が1を超えることが明らかになった (Fig. 3)。

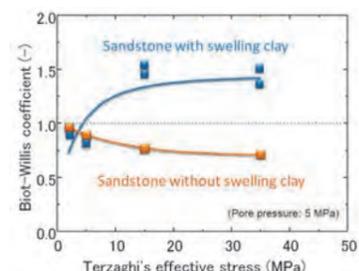


Fig. 3: Biot-Willis (effective stress) coefficients exceeding unity due to the presence of swelling clay.

### 4. 地殻流体流動

地熱や油ガスのき裂型貯留層における流体流動を予測するため実施してきたフィールドスケール精密貯留層モデリング (Fig. 4) に関する成果を取りまとめ、一部を石油技術

協会の招待講演および招待論文で発表した。また、き裂の相対浸透率曲線に関して、ギリシャ文字の  $\nu$  に似た形状の  $\nu$  (new) タイプの相対浸透率曲線が存在することを見出した。

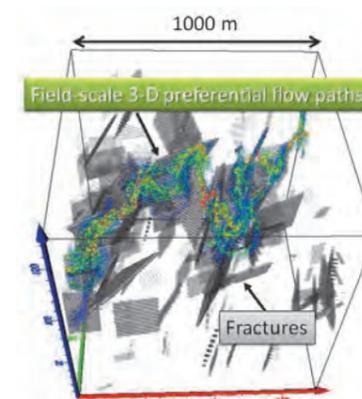


Fig. 4: Field-scale 3-D preferential flow paths predicted by the novel model simulator, GeoFlow.

### 5. 低速自転型ウォータージェットによる地熱スケールの除去

低速自転型ノズルシステムを用いた高圧水中ウォータージェットによる地熱井内のスケール除去に関する室内実験を実施した (Fig. 5)。その結果、スケール除去性能に及ぼすノズル回転速度および環境圧力の影響が明らかになった。

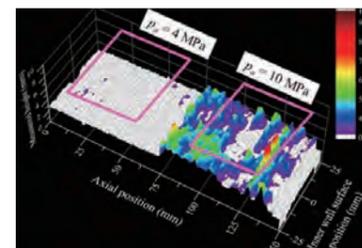


Fig. 5: Removal of a simulated scale by the low speed self-rotating water jetting.

### 6. 地熱や工場排熱を用いた新・水素製造プロセス

硫黄の酸化還元サイクルを通じたバイオマスからの水素製造プロセスに関する基礎研究を完成させ、その成果を Int. J. Hydrogen Energy において発表した。また本成果により、NPO 法人環境エネルギー技術研究所第4回研究奨励賞を受賞した。

### 7. Japan Beyond-Brittle Project (JBBP)

誘発地震の懸念など従来型地熱発電に存在する問題の解

決と、より高温の流体を用いた発電の実現を目指し、Japan Beyond-Brittle Project (JBBP) が進行している。当研究室は JBBP 基礎研究 (科研費・特別推進研究) の一部を担い、脆性-延性遷移～延性領域に形成したき裂システムの力学・水理学特性に関する研究を開始した。

#### 【外部資金の獲得】

科研費：特別推進研究 (坂口 & 渡邊 (代表：東北大・土屋))、基盤研究 (A) (坂口 (代表：北大・金子))、基盤研究 (B) (坂口)  
受託・共同研究：応用地質 (株) (坂口)、鹿島建設 (株) (坂口)、3D 地科学研究所 (坂口)、JAPEX (渡邊)、JST 復興促進プログラム (A-STEP) (渡邊)  
財団等：(公財) 新井科学技術振興財団 (渡邊)、(一財) 前川報恩会 (渡邊)、NPO 法人環境エネルギー技術研究所 (渡邊)

#### 【学会等での講演】

- 第13回 岩の力学国内シンポジウム (2013年1月@沖縄; 坂口)
- 2012年度ウォータージェット技術年次報告会 (2013年1月@仙台; 院生1名)
- 10th International Workshop on WATER DYNAMICS and ICDP-Japan Beyond Brittle (JBBP) Workshop (2013年3月@仙台; 渡邊、院生1名)
- 平成25年度資源・素材学会春季大会 (2013年3月@千葉; 修士課程学生1名、学部生1名)
- 10th Pacific International conference on Water Jetting Technology (2013年4月@韓国済州島; 院生1名)
- NPO 法人環境エネルギー技術研究所第30回環境フォーラム (2013年5月@仙台; 渡邊)
- 石油技術協会平成25年度春季講演会 (招待講演) 2013年6月@東京; 渡邊)
- The 6th International Workshop on In-Situ Rock Stress, Sendai, Japan (2013年8月@仙台; 坂口、渡邊、院生1名)
- EUROCK 2013 (2013年9月@Wroclaw, Poland; 坂口)
- The 19th Formation Evaluation Symposium of Japan (2013年9月@千葉; 院生1名)
- 日本地熱学会平成25年学術講演会 (2013年11月@千葉; 院生1名)
- 国際学術交流会 (2013年11月@中国重慶大学; 坂口)

## 資源・エネルギーの安全保障と地球科学に基づく数理情報解析

Security and risk management for resources and energy development as well as statistical information studies based on earth science.

教授 駒井 武  
Professor  
Takeshi Komai



Security and safety measures in the process of resources and energy development are essential to maintain sustainability and risk mitigation in industrial society. Various research approaches have been undertaken for both aspects of environment and energy utilization. In this laboratory the original concept of coupling development and environment has been adopted for completing sustainable development of industries. The integration of environmental sciences necessary for the methodologies of risk assessment, particularly for the environmental pollutions and hazardous chemicals, is quite important to discuss on the environmental risk management and the risk communication. In addition the implementation of environmental management for water, soil and sediments has been the main target for developing the framework of risk governance, which enables to complete the transparent risk communication within any stakeholders. In this laboratory we study statistical methodologies including Bayesian estimation and sparse modeling, and practical applications in the field of earth sciences, especially for tsunami deposits and rock formation. After the 2011 earthquake and tsunami disaster, we focus on geological risk management of tsunami deposits and wastes, as well as contaminated soils by radioactive substances.

### 研究室概要

資源エネルギー・セキュリティ学分野は、2013年4月に新しく創設された研究室である。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。

本研究室では、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を特色としている。

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
- ・石油天然ガス、メタンハイドレート等の開発促進
- ・鉱物資源および燃料資源の開発に伴う環境リスク軽減
- ・環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的解析
- ・現場の調査や観測に基づいた資源環境問題の把握
- ・自然科学と社会科学の融合（リスク認知・伝達）
- ・震災復興支援に向けた技術開発およびリスク管理の実践

研究活動では、資源・エネルギーおよび環境保全に関わる広範な研究テーマを対象として、メタンハイドレートの生産促進、環境リスク評価手法の開発、土壌・地下水汚染対策、スパースモデリングによる津波堆積物の客観的判別など、社会的な解決策の提案に向けた実践的な検討を行っている。加えて、東日本大震災において発生した津波堆積物の地質調査、災害廃棄物や放射性物質のリスク管理など

の緊急的な取り組みも実施している。

以下、最近の代表的な成果について紹介する。

### 津波堆積物の化学的性状特定とリスク評価

東日本大震災により発生した大津波は、東北地方から関東地方の太平洋沿岸地域に甚大な被害をもたらした。短時間に津波が運搬した海底堆積物や土砂は、沿岸域から内陸の土壌の上に堆積し、農用地や市街地の復興に大きな障害となっている。このため、東日本沿岸域を対象として、津波堆積物の調査および試料の採取を行い、堆積物の性状や化学組成に関する調査研究を実施した。図1および図2は、津波堆積物の地球化学的な特徴およびリスク評価の結果を示したものである。一部の地域でヒ素などの有害元素の濃度が比較的高いものの、全体的に含有量、溶出量の基準値を下回り、地球化学的なバックグラウンドと大差がないとの評価結果が得られた。この研究成果は、公益社団法人土木学会より論文賞を受賞した。

### 機械学習を用いた環境科学データ解析

観測・計測技術の進歩により、様々な観測・分析データが取得可能である。一方、得られたデータから未知の法則や構造を発見することは未だに容易ではない。本研究室では、機械学習などの情報処理技術を活用することで、観測・分析データから環境科学・地球科学に関する本質的な情報を抽出する方法論を開発している。2013年は、スパースモデリングと呼ばれる最新の高次元データ解析技術を用いて、地球化学データのみから2011年の津波堆積物を高精度に判別する手法を開発した(図3)。本手法の応用により、



助教  
桑谷 立  
Assistant Professor  
Tatsu Kuwatani

過去の巨大津波到達範囲の詳細な推定につながるものと期待されている。

### 業績

We have developed the geo-informatics system and subsoil databases with risk maps for heavy metals in regional scale, based on the accumulation of various kinds of geological and environmental survey. The geo-environment risk assessment system, one of the outcomes of our research, can be utilized for the improvement of contamination due to heavy metals and toxic chemicals in soil, using the geo-environment information data.

After the earthquake and tsunami disaster, we focus on the reconstruction activities, such as geochemical

and biological survey for tsunami deposits and disaster solid waste management in Tohoku district. By the result of risk analysis of tsunami deposits, research paper award was obtained from Civil Engineering Society of Japan. These outcomes of research can also be utilized to environmental problems, such as ecological risk assessment, enhanced production of resources, and land use policy in industrial society.

In addition, we have launched a big research project "Sparse Modeling", which aims to create a new field of data-driven science, since 2013 (Grant-in Aid for Scientific Research on Innovative Areas). By collaboration with information scientists, we have already developed several innovative methods for environmental analysis, including geochemical discrimination of tsunami deposits.

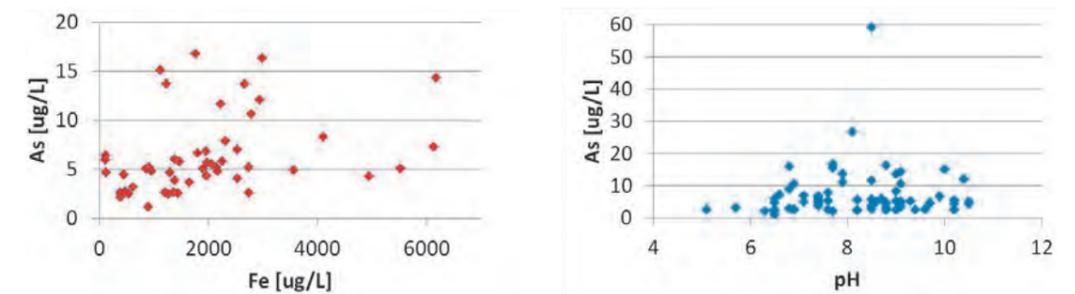


Fig.1 Geochemical features of tsunami deposits at coastal areas in northeastern Japan. (Right: Correlation of arsenic and pH, Left: Correlation of arsenic and iron)

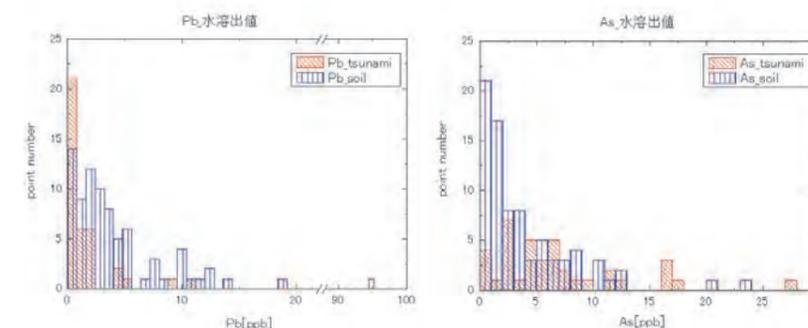


Fig.2 Results of risk assessment for heavy metals in tsunami deposits. (Right: risk distribution of arsenic elution, Left: risk distribution of lead elution)

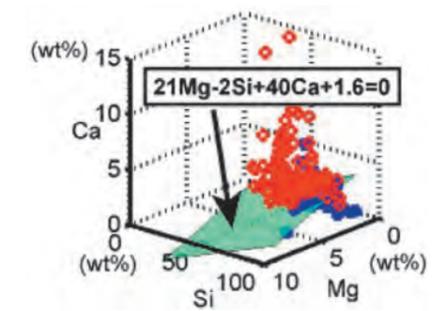


Fig.3 Geochemical discrimination of tsunami deposits using sparse modeling. (Red: tsunami deposits, Blue: non-tsunami sediments)

## 環境負荷の小さい修復技術の開発

教授 井上 千弘

Professor  
Chihiro Inoue



Development of Environmental Load Reduced Remediation Technology

Contamination of soil and groundwater by chlorinated organic compounds, petroleum hydrocarbons and heavy metals has been a serious problem today. However, effective methods that removes spread pollutants without load for environment have not been developed. Our target is to develop remediation technologies for contaminated soil and groundwater with low cost, energy and environmental load. From this point of view, we are conducting researches on (i) chemical dechlorination of chlorinated organic compounds with natural minerals or iron powder, (ii) microbial degradation of chlorinated organic compounds and petroleum hydrocarbons, (iii) characterization and chemical stabilization of heavy metals in soil, (iv) phytoextraction of heavy metals. Also, we are investigating microbial sulfide-oxidizing and sulfate-reducing processes to apply for industrial and environmental issues.

### 2013年の主な研究活動

植物を利用する土壌汚染の浄化として、カドミウムを多く含む農地に、カドミウム高蓄積植物のハクサンハタザオを定植し、植物体内にカドミウムを移動・濃縮させる野外試験を東北学院大学、株式会社フジタと共同で実施している。また、ハクサンハタザオの水耕栽培系を利用し、排水中のカドミウムを除去するプロセスの検討を開始した。ヒ素高蓄積植物モエジマシダにおけるヒ素吸収と耐性機構の生理学および分子生物学的研究を引き続き行った。



Fig.1 Phytoremediation of Cd-contaminated soil by hyperaccumulating plant

地下環境における重金属類の化学形態変化と溶出挙動の解明を進め、自然由来重金属類がもたらす環境問題へのアプローチを行なった。国内や海外から採取した岩石試料に対し、嫌気条件および好気条件での長期溶出試験や風化試験等を行い、地下に存在する状態や地表に露出した場合の重金属類化学形態の長期的変化を予測した。

クロロエチレン、クロロベンゼン類、石油系炭化水素類などの有機塩素化合物の微生物分解に関し、これらの分解に有効な微生物集積培養系を確立し、その構成微生物と各微生物間の相互作用の解析を進めた。硫酸還元細菌による硫化水素生成を防ぐために、その生育抑制物質の検討や、土壌中での硫酸還元細菌の動態に関する検討を、環境物質制御学講座(DOWA ホールディングス寄附講座)の地圏環境学分野と共同で実施した。石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と共同で、微生物を利用した低品位硫化銅からのヒープリングによる銅回収技術に関する研究を実施した。

### 東日本大震災復興に関する取り組み

地震と津波によって生じたヒ素汚染土壌に対し、モエジマシダによるファイトレメディエーションの検討を行っている。2013年は宮城県内沿岸部の合計4地点において、東北学院大学工学部の遠藤銀朗教授のグループと共同で浄化のフィールド試験を実施した。

福島第一原発事故への対応として、ガンマ線カウンタ(パーキンエルマー社製 Wizard2480)を用いた各種環境試料や食品の



Photo 1 Shield of "Collaboration and Partnership" from PerkinElmer, Inc.



助教  
小川 泰正  
Assistant Professor  
Yasumasa Ogawa



助教  
渡邊 隆弘  
Assistant Professor  
Takahiro Watanabe

日本学術振興会 特別研究員 ヘルナンド バコサ

博士研究員 奈良 郁子

研究支援者 趙 成珍

技術補佐員 藤田 香菜

技術補佐員 山本 麻理

事務補佐員 工藤 悦子

放射性セシウム簡易測定を継続的に実施し、放射能汚染に対する食品の安全・安心確保に大きく貢献している。この活動に関し、パーキンエルマー社から「コラボレーションとパートナーシップ」盾を贈呈された(写真1)。

### 社会貢献

井上教授は、岩沼市 環境審議会会長、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 鉱害防止技術適用可能性調査検討委員会委員長、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 調査指導(満沢鉱山) 鉱害防止技術委員会委員長に新たに就任し、環境行政や鉱害防止の推進に貢献した。また井上教授は、秋田高校、仙台第三高校、鶴岡南高校で模擬授業を行った。

### 国際交流

ベトナム・ノンラム大学、ハノイ工科大学、アンジャン大学訪問(井上教授)(写真2)。テキサス大学訪問(D2菅原)。



Photo 2 Group photograph at Nong-Lam University, Vietnam

### 主な外部資金・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(A)(平成23~25年度、代表者:井上)、環境研究総合推進費(平成23~25年度、代表者:井上)、石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究2件(平成25年度、代表者:井上)、三井物産環境基金・東日本大震災復興助成(平成23~26年度、代表者:東北学院大学・遠藤教授)。

### 教育

清華大学との研究・教育協定に基づき、共同教育プログラム学生1名を受け入れ中。現在の在籍学生:D3 2名、D2 1名、M2 4名、M1 4名、研究生2名、SC4 4名、SC3 4名、このうち留学生:ハンガリー1名、中国4名、フィリピン1名

### 学生の受賞

菅原一輝(D2): International Symposium on EcoTopia Science 2013 (ISETS'13) The Best Oral Presentation Award、受賞題目: Phytoremediation of Arsenic with Ferns in Tsunami Flooded Area: A Field Study (写真3)  
榎原健人(研究生): 資源・素材東北支部若手の会のポスターセッション銀賞、受賞題目: 石炭灰に含まれる水溶性有害元素の固定化(写真4)

菅原一輝(D2): 平成25年度環境科学研究科奨学賞



Photo 3 The Best Oral Presentation Award (ISETS'13)



Photo 4 The Silver Poster Award (MMIJ Tohoku Branch, Young Scientist Seminar)

## 新しい化学分析モチーフとその環境系・生体系物質計測への展開

Development of Chemical Motifs for Environmental and Biochemical Analysis

教授 星野 仁  
Professor  
Hitoshi Hoshino



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, three examples will be described:

1. Proton relaxivity of kinetically inert multi-nuclear complex,  $Gd_3TCAS_2$ , formed by self-assembly of gadolinium (III) and thiacalix[4]arene-p-tetrasulfonate (TCAS) in aqueous solutions.
2. Thermodynamic and kinetic stability of  $Ln_3TCAS_2$ -protein conjugates.
3. A molecular probe for recognizing the size of hydrophobic cavities based on near-infrared absorbing diradical-Pt(II) complexes.

### 研究成果

#### 1. 自己組織化ランタニド錯体の磁気共鳴イメージング (MRI)への展開

チアカリックスアレーン (TCAS) は水溶液中でランタニド ( $Ln^{III}$ ) と自己組織的に多核錯体  $Ln_3TCAS_2$  を与える。これは速度論的に安定で生体内で解離せず、2.5個の配位水分子を有することから緩和能  $r_1$  が大きいと期待できる。そこで  $Gd_3TCAS_2$  の  $r_1$  や配位水交換速度  $k_{ex}$  を測定した。 $r_1$  は既存の MRI コントラスト剤のものを上回った (Figure 1)。一方ヒト血清アルブミン (HSA) 4.5% 存在下、 $Gd_3TCAS_2$  は定量的に HSA と結合するが  $r_1$  はほぼ変わらず、MS-325 でみられる増大効果は生じなかった。HSA 結合時、回転相関時間ではなく  $k_{ex}$  が  $r_1$  を支配する。実際  $k_{ex}$  は  $2.7 \times 10^4 s^{-1}$  ( $25^\circ C$ ) となり、MS-325 の場合 ( $5.9 \times 10^6 s^{-1}$ ,  $25^\circ C$ ) を下回った。 $k_{ex}$  がこれほど小さいの

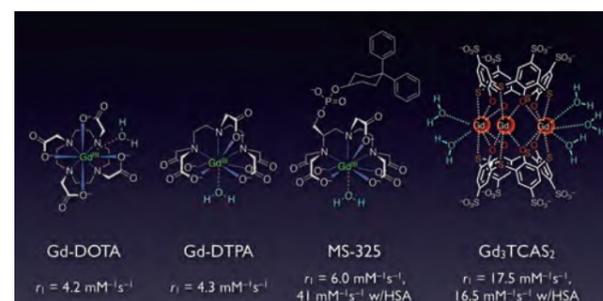


Figure 1  $Gd^{III}$  complexes and the relaxivities,  $r_1$ .

は、 $Gd_3TCAS_2$  の構造が剛直であり、遷移状態で Gd の配位構造変化が困難となるためと考えた。今後  $k_{ex}$  の小ささを活用し、 $Ln_3TCAS_2$  の PARACEST 試薬としての展開を図る。(第41回日本磁気共鳴医学会大会、他)

#### 2. 自己組織化ランタニド錯体とタンパク質との相互作用解析

$Ln_3TCAS_2$  をイムノアッセイやイメージングプローブとして用いる際、機能性タンパク質へ結合させる。このとき  $Ln_3TCAS_2$  がタンパク質のどの部位に対してどれほど大きな熱力学・速度論的安定性で結合するか、という情報が重要となる。そこでモデルとして  $Tb_3TCAS_2$ -HSA 系を対象に

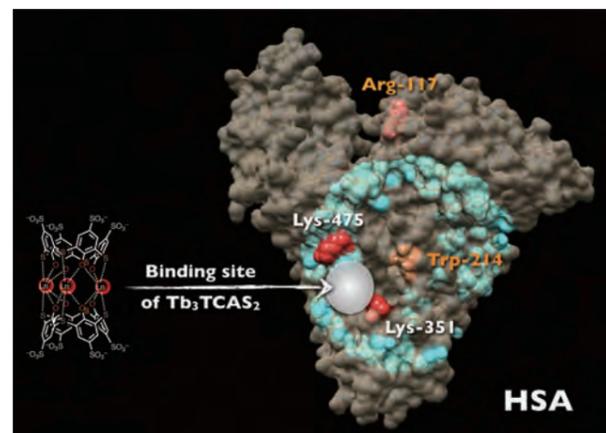


Figure 2 Binding site of  $Tb_3TCAS_2$  to HSA determined by fluorescence quenching of Trp-214 and positions of positively charged side chains.



准教授  
壹岐 伸彦  
Associate Professor  
Nobuhiko Iki

助教  
升谷 敦子  
Assistant Professor  
Atsuko Masuya



相互作用を解析した。まず平衡混合物中の遊離  $Tb_3TCAS_2$  と HSA- $Tb_3TCAS_2$  複合体をキャピラリー電気泳動 (CE) で分離定量し、結合定数  $K_b$  を  $1.7 \times 10^6 M^{-1}$ 、解離反応速度定数  $k_d$  を  $8.5 \times 10^{-4} s^{-1}$  と算出した。得られた  $K_b$  を  $Gd_3TCAS_2$ -HSA 系にあてはめると血中で  $Gd_3TCAS_2$  は HSA に定量的に結合していることがわかる。一方  $k_d$  は半減期 20min に相当し、通常のイムノアッセイの B/F 分離時間に比し十分に安定と言える。 $Tb_3TCAS_2$  による HSA の蛍光消光解析から、 $Tb_3TCAS_2$  の結合サイトを発蛍光部位から Trp-214 から 2nm 付近に位置する Lys-475 または Lys-351 と特定した (Figure 2)。(日本分析化学会第62年会、他)

#### 3. 微小疎水空孔サイズを認識するプローブの開発

ジラジカル-Pt(II) 錯体(1)を近赤外 (NIR) 吸収プローブ、センシング、イメージングへ展開している。今回1の酸化二量体2の生成を抑制する目的で環状化合物シクロデキストリン (CD) への包接挙動を調べたところ、そのサイズによって対照的な挙動を示すことを発見した (Figure 3)。即ち  $\beta$ -CD (空孔径 ca. 6.2Å) とは 1:2 (=1:CD) の包接体を形成し NIR 吸収を示す。 $\gamma$ -CD (ca. 8.0Å) の場合、むしろ酸化二量体が促進され、1:1 (=2:CD) 包接体を生成し、NIR 吸収を消失させる。このことは錯体1の NIR 吸収をプローブに疎水空孔のサイズを認識できることを示している。実際本系を用いて HSA と  $\alpha$ -キモトリプシンの疎水空孔サイズの識別に成功した。(Chem. Commun.)

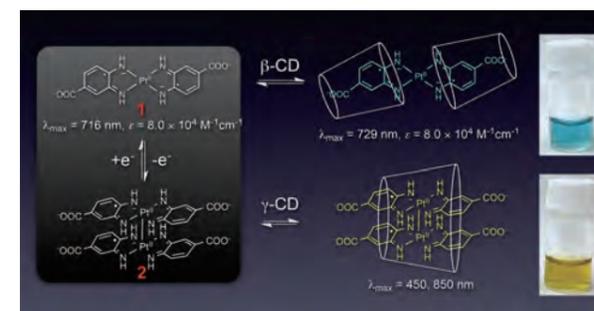


Figure 3 The diradical-platinum (II) complex distinguishes the cavity sizes of  $\beta$ - and  $\gamma$ -cyclodextrins by switching the near-infrared absorption, providing a probe to identify the size of hydrophobic cavities of proteins.

### ☆受賞

- ・日本分析化学会東北支部、東北分析化学奨励賞「ビス (o-ジイミノベンゾセキノナト) 白金 (II) の溶液環境・イオン認識機能の創発」升谷敦子
- ・第3回 CSJ 化学フェスタ、優秀ポスター発表賞「白金 (II) ジラジカル錯体の酸化還元応答に基づくマイクロ環境精密認識能を利用した近赤外吸収プローブ」田村昂作 (D2)
- ・International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Poster Award, "Bioconjugation of Tb(III)-Thiacalixarene Complex with Proteins Analyzed with Capillary Electrophoresis," 馬場 諒 (M2)
- ・第33回キャピラリー電気泳動シンポジウム、優秀ポスター賞「金属置換炭酸脱水酵素-スルホンアミド阻害剤複合体のアフィニティー CE 分離を用いる熱力学的安定性の解析」佐藤陽介 (M1)

## マイクロ・ナノ電極システムを利用した環境・医工学バイオセンシングデバイスの開発

Development of Environmental/Biomedical Sensing Devices with Micro/Nano Electrode Systems

教授 末永 智一  
Professor  
Tomokazu Matsue



Micro/nano-biosystems address the continuing demand in bioprocess science and engineering for fast and accurate analytical information that can be used to rapidly evaluate the interactions between biological systems and bioprocess operations. Furthermore, these micro/nano-biosystems can be applied for tissue engineering. We have developed micro/nano-electrochemical systems for environmental/biomedical applications and evaluation of battery materials.

Recently, we have developed an interface ion conductance microscopy (IICM) to characterize electrochemical properties in nanometer domains and applied to localized evaluation of battery materials. We also developed the Bio-LSI system for imaging biomolecules and nanocomposite biomaterials for tissue engineering.

### 研究概要

現在、マイクロ・ナノシステムを組み込んだデバイスのバイオへの応用に大きな期待が寄せられている。これらのデバイスを用いる事で、これまで観察できなかった生体現象を捉える事や、簡便で迅速な環境評価・医療用検査ツールへの応用が可能になっている。また、組織工学に向けた細胞チップ作製が可能になる。そこで、我々はマイクロ・ナノ電気化学デバイス・システムの開発を行い、これらの技術を用いた様々なバイオ応用を行った。また、これらの技術を用いた電池評価への応用を行った。

今年は、電解質/電極の界面反応機構の解明のため新規計測技術として界面イオン伝導顕微鏡 (IICM) を開発した。開発したシステムを用いて、電極材料表面におけるLi挿入脱離の可視化が可能になっている。この他に、LSIとMEMSを融合させた生体分子検出システム (Bio-LSI) を開発し、細胞や組織評価を実現した。また、ナノ材料とハイドロゲル材料を組み合わせた新しい細胞培養用足場を開発しており、組織工学における新しい材料の開発にも成功した。

このように、2013年はマイクロ・ナノシステムを組み込んだ環境・医工学バイオデバイスやシステムの開発に成功しており、これらの研究を通して、社会、地域に貢献が期待できる。

### 社会貢献

平成25年7月30日(火)、31日(水)に行われたオープンキャンパスにおいて、参加実験・体験実験「生きているガン細胞をつついてみよう」を行った。また、高校生のための「科学者の卵養成講座」を開いた。

### 共同研究

平成25年は以下の機関と共同研究を行った。  
学内：医学系研究科、工学研究科、原子分子材料科学高等研究機構、未来科学技術共同研究センター、流体科学研究所、薬学研究科、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  
学外研究機関：山形大学、東北工業大学、兵庫県立大学、東京農工大学、首都大学東京、産業技術総合研究所、Imperial College London (英国)、University of Warwick (英国)、Harvard University (米国)、Florida International University (米国)、成功大学 (台湾)、南開大学 (中国)、東京理科大学、(独)物質・材料研究機構  
企業：電力中央研究所、機能性ペプチド研究所、クリノ、日本航空電子、日立製作所、北斗電工、八十島プロシード、トッパンテクニカルデザイン、アティリサーチ、大日本印刷、生化学工業、ナノコントロール、パナソニック、日立ハイテクノロジーズ、東芝

### 学会発表等

平成25年に招待講演を8件行った。これらを含め、60件以上の学会発表を行った。

### 海外研究者、留学生の受け入れ等

Qiang Chen (客員教授、中国南開大学) (2012年5月-2014年3月まで)  
Di Zhang (研究員、中国南開大学) (2013年10月-2014年10月まで)  
Chenzhong Li (外国人招へい研究者(長期)、Florida International University) (2013年12月-2014年10月まで)



准教授  
珠玖 仁  
Associate Professor  
Hitoshi Shiku



助教  
伊野 浩介  
Assistant Professor  
Kosuke Ino

助教 (先端融合)  
井上 久美  
助教 (WPI)  
高橋 康史  
助教 (WPI)  
Javier Ramon-Azcon  
博士研究員  
熊谷 明哉  
博士研究員  
Raquel Obergon  
博士研究員  
Mustafa Şen  
客員教授  
Qiang Chen

研究アドバイザー  
松平 昌昭  
研究補佐員  
堀口 佳子  
研究補佐員  
尹 善愛  
研究補佐員  
上田 麻衣子  
事務補佐員  
フォーダ 洋美  
秘書  
沖 知子



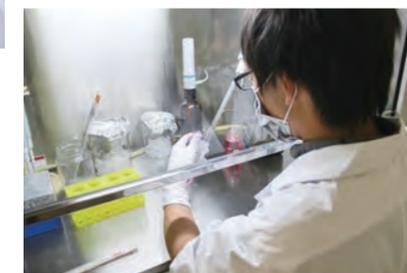
### 主な継続中の研究事業

- イノベーション創出プログラム (COI STREAM) (平成25年-平成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-平成31年度)
- 科研費基盤研究 (A)「生体組織の革新的バイオイメージングに向けた電気化学デバイスの開発」(平成25-27年度)
- JST 先端計測“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年-平成29年度)
- 科研費若手研究 (B)“電解質・電極エピタキシャル薄膜を用いた電子・イオン伝導の律速因子の解明”(平成24-25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)
- 科研費若手研究 (B)「ナノ電気化学顕微鏡を用いた膜輸送のリアルタイム計測」(平成24-25年度)
- 科研費若手研究 (B)「3次元培養組織評価に向けた電気化学チップデバイスの開発」(平成23-25年度)
- 科研費若手研究 (B)「酵素前駆体を分子認識素子として利用する電気化学バイオセンシング手法の開発」(平成23-25年度)
- 最先端・次世代研究開発支援プログラム「1細胞分析法が拓く受精卵および幹細胞の新規品質評価システムの開発」(平成22-25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)

### 受賞

- 高橋康史 (助教)、第19回青葉工学研究奨励賞
- 高橋康史 (助教)、NF 基金 研究開発奨励賞優秀賞
- 伊野浩介 (助教)、平成24年度化学とマイクロ・ナノシステム研究会若手優秀賞
- 小沢文智 (D3)、International Symposium on Microchemistry and Microsystems 2013、Springer Bronze Scholar Award
- 高野真一郎 (D2)、平成25年度化学系学協会東北大会及び日本化学会東北支部70周年記念国際会、ポスター発表賞
- 新井俊陽 (M2)、平成25年度化学系学協会東北大会及び日本化学会東北支部70周年記念国際会、ポスター発表賞
- 菅野佑介 (M2)、第27回 化学とマイクロ・ナノシステム研究会、ポスター賞
- 山田淑代 (M1)、平成25年度化学系学協会東北大会及び日本化学会東北支部70周年記念国際会、ポスター発表賞
- 小牧弘和 (M1)、平成25年度日本分析化学会東北支部若手の会交流会、最優秀賞



## 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、高効率か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。

### エコハウスプロジェクトと自然エネルギー有効利用システムの開発

家庭の電気エネルギーとして再利用することにより、10%のCO<sub>2</sub>削減の実現を目指す「エコハウスプロジェクト」では、低電圧で微弱エネルギーをリチウムイオン電池に回収・蓄電するシステムが必要である。また、太陽エネルギー等を真の意味で有効利用するためには、直流での充放電等を組み合わせたシステム開発が必須である。本研究室では、エコラボ及び本館内部に、エコハウスプロジェクトで研究開発した“創エネ(微弱エネルギー及び太陽光)ー蓄エネ(Liイオンバッテリー)”システムを設置し、実用化実験を行っている。

### ☆研究プロジェクト

- 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23-25年度 科研費補助金 基盤研究(A)「イオウを利用した環境調和型水素製造システムの開発」
- 平成25-26年度 科研費補助金挑戦的萌芽研究「塗布型 CIGS 太陽電池形成の試み」
- 平成23-24年度 科研費補助金挑戦的萌芽研究「太陽電池応用を目指した高結晶単層カーボンナノチューブの基礎的研究」
- 平成25-26年度 科研費補助金研究活動スタート支援「酸化ナノ粒子の終端面・酸素欠損制御による Pt 代替燃料電池電極材料の開発」
- 平成21-25年度 科研費補助金 基盤研究(S)「カーボンナノチューブ複合材料の設計・合成・評価開発ループ構築と高機能化に関する研究」
- 平成25-27年度 東北大学ーパナソニック(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」
- 平成25年度 東北大学学際科学フロンティア研究所領域創成研究「金属錯体精密制御による合金熱電ナノ材料の革新的合成技術の創成」
- 平成25年度 東北大学大学院環境科学研究科長裁量経費による環境科学研究創成支援「金属-酸化ナノコンポジット化による Pt 代替燃料電池触媒の開発」



客員教授  
宇田川 康夫  
Visiting Professor  
Yasuo Udagawa

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

### ☆受賞

- 伊藤康友(現 M1) 工学部長賞(2013年3月)
- 佐藤恵太(現 M1) 平成25年度資源・素材学会東北支部春季大会 ポスター賞銅賞(2013年6月)

### ☆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、2013年4月-12月の期間に計26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14件の国際会議研究会発表を行った。写真は、The 6th International Symposium

of Environmental Leaders での DC2西坂光君(写真1)、224th Electro Chemical Society (ECS, San Francisco, USA)での MC2水藤芳基君(写真2)、MC2小林祥大君(写真3)、MC2馬淵隆君(写真4)、MC1伊藤康友君(写真5)、3rd nanotoday 2013 conference での MC2鈴木英彰君(写真6)、MC2榎原甫君(写真7)の発表の様子を示している。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、様々な活動を行った。

### ☆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、DC2西坂光君(平成24年度-26年度)が日本学術振興会特別研究員に採択されている。



写真1 The 6th Int. Symp. of Environmental Leaders での西坂光君の発表の様子



写真2 224th ECS での水藤芳基君の発表の様子

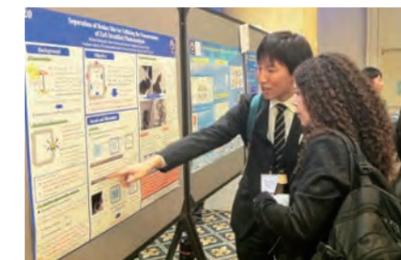


写真3 224th ECS での小林祥大君の発表の様子

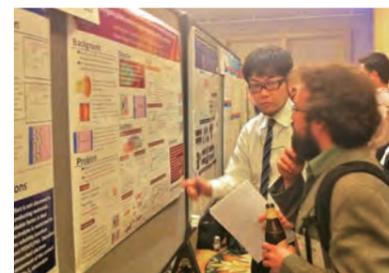


写真4 224th ECS での馬淵隆君の発表の様子



写真5 224th ECS での伊藤康友君の発表の様子

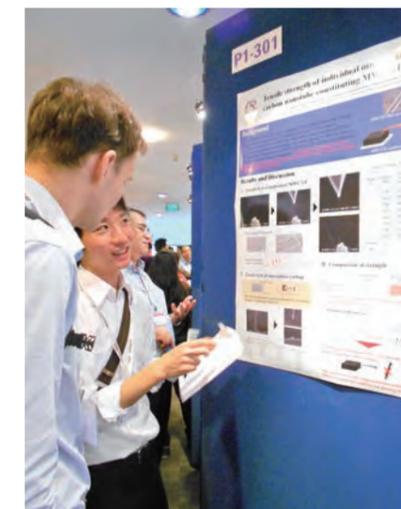


写真6 3rd nanotoday での鈴木英彰君の発表の様子

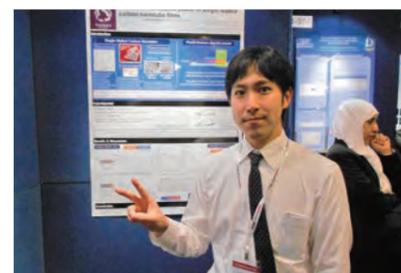


写真7 3rd nanotoday での榎原甫君の発表の様子

## 環境や生命に調和する材料デザインを求めて

准教授 上高原 理暢

Associate Professor  
Masanobu Kamitakahara



Design of materials harmonizing with environment and life

In order to build a sustainable society, the material design from the viewpoint of environmental science is required because many materials are used nowadays. In this laboratory, based on the fundamental science about the relationship between materials and phenomena of the life and nature, the design of the materials that produce a harmony with the life and environment is studied from the viewpoint of environmental science. Furthermore, the designed materials are expected to produce a new harmony with the life and environment. We are developing the biomaterials to repair our bodies and environment-friendly materials to clean the environment according to the idea mentioned above.

### 1. 研究の概要

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、生命現象や自然現象と材料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、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デザインと作製を行っています。

### 2. 研究成果

#### 『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カルシウム欠損のある非化学量論組成の水酸アパタイトの柱状粒子からなる人工骨の作製に成功しています。その成果をもとに、共同研究としてこの材料が骨代謝に組み込まれるメカニズムの解明にも取り組んでいます。また、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、ナノメートルからミリメートルサイズまで、用途に合わせたリン酸カルシウムの顆粒の作製に成功しています (Fig.1)。それらの成果については、国際学会で発表を行いました (Fig.2)。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ら、環境低負荷医療の実現にも貢献できると考えています。

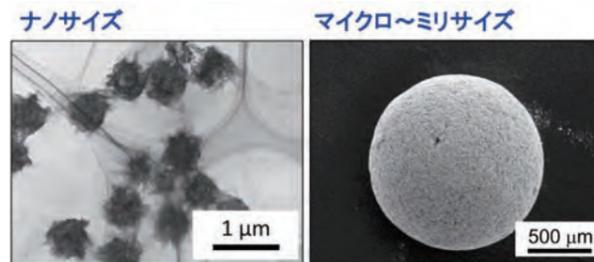


Fig.1 Various calcium phosphate granules.

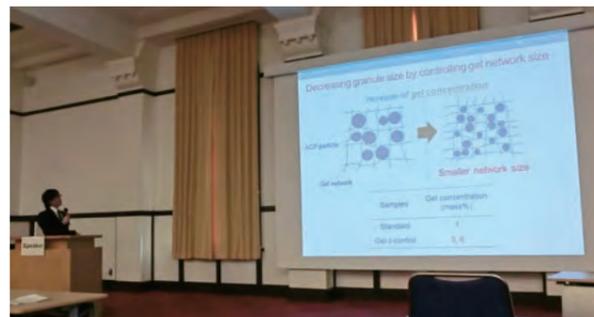


Fig.2 Presentation at the international congress (ABC2013 in Kyoto).

#### 『生態系に調和する材料の創製』

環境浄化や有用物質回収のために、微生物の利用が注目されています。微生物を適切な足場材料に固定して利用できれば、微生物の分離回収が容易になるだけでなく、微生物の機能効率を向上させることができる可能性があります。医療用材料の開発において培った細胞と材料との相互作用に関する知見を活かし、微生物の足場材料の設計と創製に取り組んでいます。微生物と材料との相互作用の解明を行うとともに、微生物に対して親和性が高いと期待されるセラミックスを用いて、微生物の足場材料の作製を行っています。その成果については、学生が学会で発表を行い、数々の賞を受賞しました (Fig.3)。



助教  
横井 太史  
Assistant Professor  
Taishi Yokoi



Fig.3 Photograph of a student who obtained the award in the conference (The Ceramic Society of Japan, The 26th Fall Meeting).

#### 『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、イオンや有機物に対して、高い吸着特性を有しています。したがって、水酸アパタイトは、環境から有害物質を除去するための吸着剤として有用と期待されています。そこで、医療用材料の創製において得られたアパタイトに関する知見を活かし、廃棄される家畜骨に含まれる水酸アパタイトを有効に利用し、環境浄化のための材料を作製しました。さらに、層状複水酸化物の形態制御による新規な環境浄化材料の作製も行っています (Fig.4)。

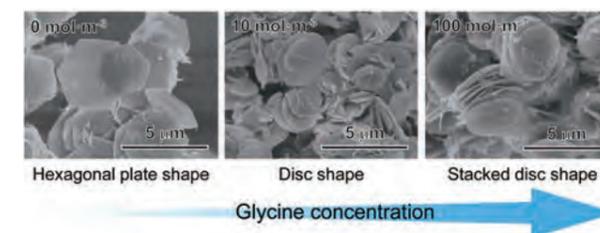


Fig.4 Morphology-controlled layered double hydroxide.

### 3. 国際交流

日本学術振興会の論博事業により、トルコの Yildiz Technical University から、Cem Bulent Ustundag 氏を受け入れ、共同研究を行いました。Ustundag 氏は、2013年3月に東北大学から博士の学位を取得しました。

### 4. 共同研究

- ・海外：Yildiz Technical University (トルコ)
- ・国内：慶應義塾大学、長崎大学、名古屋大学、山口大学、順天堂大学

### 5. 業績

- ・受賞
- 1) 高橋翔平 (M2)、平成25年度資源・素材学会東北支部春季大会においてポスター賞 (銅賞)
- 2) 高橋翔平 (M2)、日本セラミックス協会第26回秋季シンポジウム 「細胞の機能を引き出す生体関連材料の設計・合成と評価」セッション奨励賞
- 3) 高橋翔平 (M2)、第6回資源・素材学会東北支部若手の会においてポスター賞 (金賞)
- ・学会、国際会議等での活動
- 上高原理暢：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、日本アパタイト研究会 評議委員、等

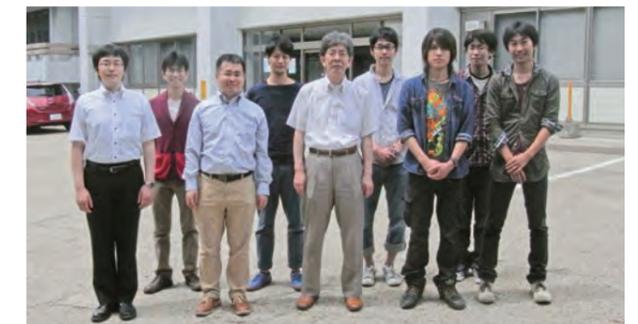


Fig.5 Group photograph of our laboratory.

## 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

## 1. Chemical modification of PVC using nucleophiles with long carbon chains

The chemical modification of poly(vinyl chloride) (PVC) by nucleophilic substitution is an interesting way for upgrading waste PVC. Chlorine was substituted in solution by several nucleophilic reagents, thus changing the properties of PVC. In this study, long carbon chains are used to increase of plasticity.

## 2. Kinetics of pyrolysis and hydrolysis during the steam degradation of polyester

Steam degradation of polyester allows the selective recovery of monomers by hydrolysis. However, pyrolysis also occurs as a competitive reaction. In this study, the ratio between pyrolysis and hydrolysis was determined by carrying out steam degradation in  $^{18}\text{O}$  isotope-labeled steam ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) at various steam concentrations and reaction temperatures.

## 3. Simultaneous metal and benzene recovery from metal-containing PET

From previous research in our laboratory, it is known that the formation of sublimating substances during the pyrolysis of PET can be avoided. Mainly benzene is produced by the degradation of PET in the presence of calcium oxide (CaO) and steam. In this study, benzene rich oil and metals such as Ag, Fe, Ti, and Al were recovered from X-ray film, magnetic tape, and prepaid cards in the presence of CaO.

## 4. Removal of boron by Mg-Al layered double hydroxides

Boron is used in the electronics and glass industry etc., and part of the waste water discharged. In Japan, effluent standard for boron is 10 mg/L, making the treatment of waste water necessary. In this study, the removal of boron was examined employing Mg-Al LDH. The boron concentration was reduced from 100 mg/L to 3.4 mg/L in 10 minutes.

5. Removal of selenium by  $\text{Fe}^{2+}$  doped Mg-Al layered double hydroxides

Selenium in waste water has different states of oxidation, making water treatment more complex and difficult. Mg-Al layered double hydroxides were doped with  $\text{Fe}^{2+}$  changing the anion exchange ability of the host layer. Selenium was efficiently removed making use of  $\text{Fe}^{2+}$  as a reductant.

## 6. Adsorption mechanisms of substituted phenols onto an organically modified Layered Double Hydroxide

Layered double hydroxide (LDH) modified with 1-naphthol-3,8-disulfonate ions ( $\text{NDS}^{2-}$ ) has a selective uptake behavior for aromatics from aqueous solutions. In this study, the adsorption mechanisms were investigated.

## 7. Uptake of rare metals using layered double hydroxides intercalated with triethylenetetraminehexaacetic acid

Since rare metals are essential for many high-tech applications, measures have to be taken for securing resources. In order to maintain the supply with rare metals, it is necessary to recover this materials from waste water. In this study, we investigated the uptake of rare metals (Nd, Sr) from aqueous solutions using Zn-Al LDH intercalated with triethylenetetraminehexaacetic acid.

8. Concentration of  $\text{Cs}^+$  by using ionic associates in water solution  
Cesium is one of the major radioactive elements in radioactive contaminated wastewater and zeolites can be used for the removal of  $\text{Cs}^+$  from sludge and wastewater. However, this would produce large amounts of radioactive waste. In this study, the concentration of  $\text{Cs}^+$  by using ionic associates was evaluated.

## 1. 長炭素鎖求核体を用いた求核置換反応によるPVCの化学修飾

ポリ塩化ビニル (PVC) は耐久性、耐薬品性、加工・成型性に優れており、様々な用途で用いられているプラスチックである。廃棄された PVC の一部の製品はリサイクルが大々的に行なわれているものの、混合物は焼却または埋立による処理がほとんどであり、新たなリサイクル技術の開発が必要となっている。その1つとして PVC の塩素を他の官能基と置換することにより、新たな機能を付与するアップグレードリサイクルが挙げられる。本研究では可塑性の付与を目的とし、長炭素鎖求核体の PVC への置換を検討した。

## 2. ポリエステルの水蒸気分解における熱分解および加水分解の速度解析

プラスチックの1つであるポリエステルは水蒸気を用いた加水分解によりモノマーを回収することが可能である。しかし、高温で反応が進行する水蒸気分解では加水分解と同時に熱分解も進行する。従って、本研究ではポリエステル水蒸気分解の反応機構解明を目的とし、 $^{18}\text{O}$  同位体標識水を用いたポリエステルの水蒸気分解を種々の条件で行うことで加水分解および熱分解の反応割合を算出した。

## 3. 熱硬化性樹脂基板からの有機原料および金属の回収

樹脂 (エポキシ樹脂およびフェノール樹脂)、金属、および難燃剤から構成されるプリント基板の熱分解における水酸化カルシウムの添加効果を検討した。その結果、臭素の大部分が臭化カルシウムとして固定化され、生成油中の臭素濃度が大幅に減少した。また、生成油中のフェノール純度が向上することも明らかとなった。臭素が固定化されたことにより金属の揮発反応も抑制され、回収率が向上した。

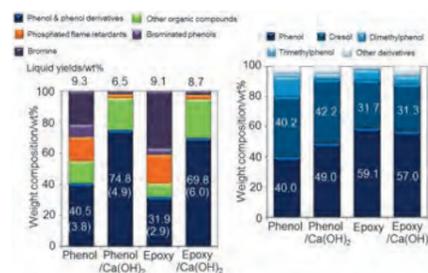


Fig.1 Distribution of liquid products from the pyrolysis of printed circuit boards based on epoxy and phenol resin.

## 4. Mg-Al系層状複水酸化物を用いたホウ素除去

ホウ素は、医薬品、ガラス、電気メッキなどの製造工場排水やゴミ焼却場洗煙排水、石炭火力排煙脱硫排水などに含まれる。そして現在、ホウ素には一律排水基準 (10 mg/L) が設けられて

准教授  
亀田 知人  
Associate Professor  
Tomohito Kameda

いる。本研究では、Mg-Al- $\text{NO}_3$  LDH を吸着剤として利用し、排水基準を満たす処理法を検討している。現在までに100 mg/L ホウ素溶液に化学量論量の3倍のLDHを投入することにより、初期 pH10、10分の条件で3.4mg/Lまでホウ素除去が可能であることが分かった。

5.  $\text{Fe}^{2+}$ をドーブしたMg-Al系層状複水酸化物によるセレンの除去

セレンの重金属オキソアニオンは、異なる酸化状態を有するため、処理法が複雑かつ困難な場合もある。そこで、アニオン交換能を有する Mg-Al 系層状複水酸化物 (Mg-Al LDH) のホスト層に  $\text{Fe}^{2+}$  をドーブし、セレンの除去を検討した。本研究は Mg-Al LDH のアニオン交換能と  $\text{Fe}^{2+}$  の還元作用を複合することで、効率的に Cr (VI) を除去することを目的としている。Fe をドーブした LDH (Mg-Al-Fe LDH) が各量論で高い除去率を示し、効率的にセレンを除去できることが示された。

## 6. 有機修飾層状複水酸化物による置換フェノールの吸着機構

本研究では、芳香族有機アニオンの一つである1-ナフトール-3,8-ジスルホン酸イオン ( $\text{NDS}^{2-}$ ) をインターカレートした LDH ( $\text{NDS}^{2-}$  型 LDH) を用い、水溶液中から5種の置換フェノールの吸着を行った。吸着挙動を検討した結果、芳香環の電子密度が小さい置換フェノールほど吸着量が多く、その力が強いということが分かった。

## 7. トリエチレントラミン6酢酸で修飾した層状複水酸化物によるレアメタルの捕捉

レアメタルは現在の産業に必要な金属であり、安定な供給を得るためには、廃棄物からの回収が必要となる。本研究では、廃棄物の処理過程で発生する廃液中のレアメタルを回収する場合を想定し、キレート剤トリエチレントラミン6酢酸をインターカレートした Zn-Al 系 LDH を用いて、Nd 及び Sr の捕捉を検討した。Nd は90.5%と高い捕捉率を示しているが Sr は8.5%と低くなった。これはキレート錯体の安定度定数の違い ( $\text{Nd}:22.8 > \text{Sr}:9.26$ ) に起因すると考えられ、選択性を保有しているといえる。

## 8. イオン会合体を用いた水溶液中からのCs濃縮

福島第一原発事故によって放出した $^{137}\text{Cs}$ は、我々の生活を維持する上で大きな障害となっている。 $^{137}\text{Cs}$ の処理方法として吸着法による除去が行われているが、スラッジの量が多いといった

問題がある。一方、重金属類をイオン会合体によって抽出する方法がある。これは、適当な有機陽イオン及び有機陰イオンによりイオン会合体相を形成し、その相へ目的の物質を抽出する方法で1000倍もの減容効果がある。しかし、この手法でアルカリ金属を抽出することは確立されていない。本研究ではスラッジの減容化を目指し、イオン会合体を用いてCsを濃縮する検討を行った。

## 【受賞】

- 一般社団法人廃棄物資源循環学会にて一般社団法人廃棄物資源循環学会奨励賞受賞 亀田知人准教授
- 日本化学会第93春季年会にて学生講演賞受賞 “熱硬化性樹脂プリント基板の熱分解挙動” 熊谷将吾(D2)
- International Symposium of Chemical-Environmental-Biochemical Technology 2013, The 5th International Symposium of Environmental Leadersにて Outstanding Student Presentation Award 受賞 “Thermal Decomposition of Printed-Circuit Boards Based on Thermoset” 熊谷将吾(D2)
- 7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (ISFR 2013)にて ISFR 2013 AWARD 受賞 “Simultaneous Recovery of Organic and Inorganic Materials by the Thermal Decomposition of Plastic-Metal Composites” 熊谷将吾 (D2)
- 7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials (ISFR 2013)にて ISFR 2013 AWARD 受賞 “Evaluation of the dehydrochlorination of polyvinyl chloride under atmospheric pressure” Fonseca Ashton Juan Diego (D1)
- International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japanにて Poster Award 受賞 高橋恵史(M1)
- 第24回廃棄物資源循環学会研究発表会にて Best Poster Award 受賞 Grause Guido 准教授
- 第5回廃棄物資源循環学会東北支部研究発表会にて最優秀発表賞受賞 児玉暁(M2)

## 【その他活動】

- ブラジル・サンパウロで開催されたブラジル廃棄物清掃協会主催の第14回全伯廃棄物セミナーにて吉岡教授が「震災廃棄物処理の実情と分別による効果」をテーマに講演。サンパウロ新聞にも掲載された。(9月11日)
- 日本学術会議主催のシンポジウム「南海トラフ地震に学界はいかに向き合うか」にて「防災時の対応と備え」というテーマのディスカッションで吉岡教授がパネリストを務めた。(12月2日)

# 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.

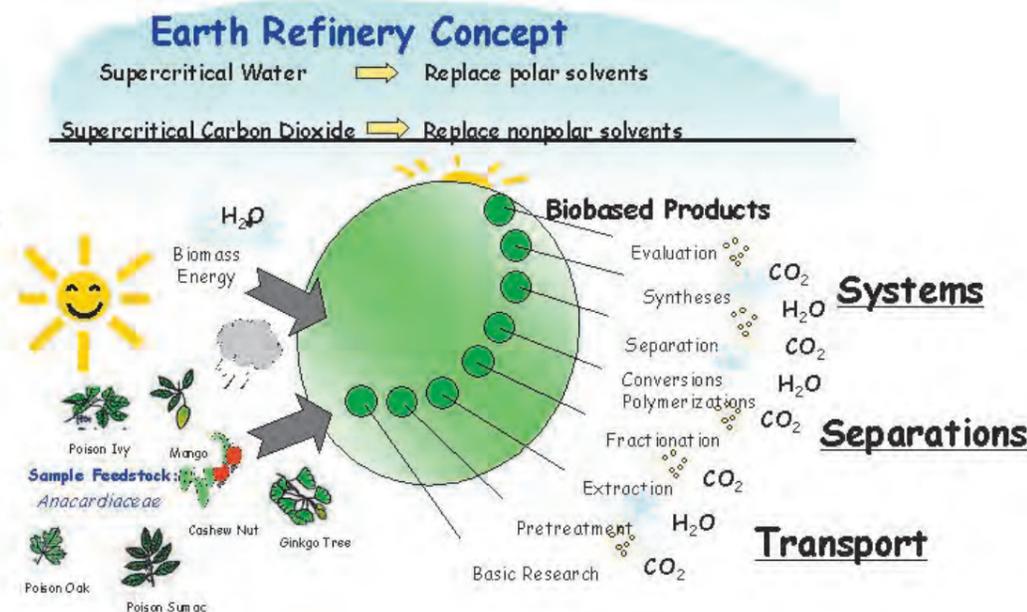


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

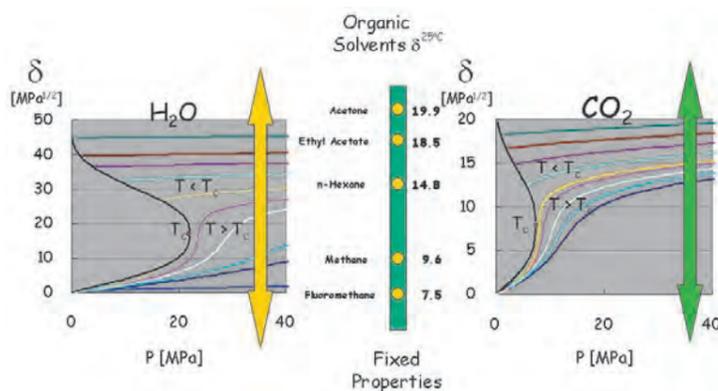


Fig.2 Solubility parameters of water and carbon dioxide as a function of temperature and pressure.

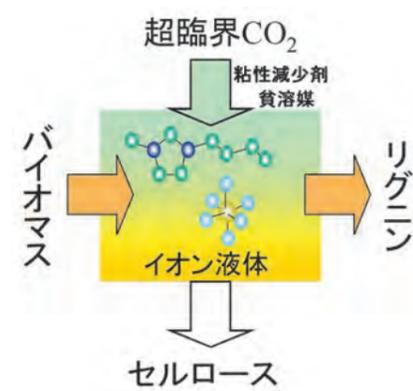


Fig.3 Separation process of biomass with supercritical CO<sub>2</sub> and ionic liquid.



准教授  
渡邊 賢  
Associate Professor  
Masaru Watanabe



助教  
相田 卓  
Assistant Professor  
Taku Aida



秘書  
平間 純子  
Secretary  
Junko Hiramata

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。我々が現在検討しているプロセスの一つに、エタノール発酵において重要となるバイオマス成分 (セルロース、ヘミセルロース、リグニン) の分画がある。これはイオン液体中にバイオマスを溶解させ、温度・

圧力を操作することで超臨界 CO<sub>2</sub> の物性を操作し、選択的に構成成分の抽出・分離を行うものである。イオン液体は有機溶媒と比較すると蒸気圧が極めて低いため大気への飛散がなく、環境調和型の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! God it!

## 2013年度の活動

ハイドレートのマイクロ構造やイオン液体、イオン交換樹脂を用いた変換反応、海藻残渣を原料とした高温高圧水プロセスの構築などの研究テーマで資金を獲得し、超臨界技術に関わるテーマで複数の日本の会社と共同研究を行っている。

【来訪 / 講演】

- 6~8月 Atrouli Chatterjee さん滞任 (特別訪問研修生)
- 6~8月 UAE University 助教授 Naeema Ibram Karam Aldarmaki 氏滞任 (環境科学研究科外国人研究者)
- 11~1月 BPPT (技術評価応用庁) 研究員 Wahyu Bahari Setianto 氏滞任 (工学研究科外国人研究者)

## 基調講演

Richard L. Smith Jr., Supercritical fluids in energy and biofuel applications, SFE2013 Workshop on Supercritical Fluids and Energy, University of Campus, Sao Paulo, Brazil (2013.12.8-11)

Richard L. Smith Jr., Review of fundamental properties and Supercritical technologies for green process and green product design, Super Green2013 Program, Building Conference Hall, I-Shou University, Kaohsiung, Taiwan.

## 論文

- [1] T.M. Aida, T.Yamagata, C.Abe, H.Kawanami, M. Watanabe, R.L.Smith Jr, Production of organic acids from alginate in high temperature water, Journal of Supercritical Fluids 65 (2012) 39-44.
- [2] Y.Hiraga, A.Hayasaka, Y.Sato, M.Watanabe, R.L.Smith Jr, Partition coefficients of furan derivative compounds in 1-n-butyl-3-methylimidazolium chloride ([bmim][Cl])-supercritical CO<sub>2</sub> biphasic systems and their correlation and prediction with the LSER- $\delta$  model, Journal of Supercritical Fluids 79 (2013) 32-40.
- [3] M.Iguchi, T.M.Aida, M.Watanabe, R.L.Smith Jr, Dissolution and recovery of cellulose from 1-butyl-3-methylimidazolium chloride in presence of water, Carbohydrate Polymers 92 (2013) 651-658.
- [4] H.Komatsu, A.Hayasaka, M.Ota, Y.Sato, M. Watanabe, R.L.Smith, Measurement of pure hydrogen and pure carbon dioxide adsorption equilibria for THF clathrate hydrate and tetra-n-butyl ammonium bromide semi-clathrate hydrate, Fluid Phase Equilibria 357 (2013) 80-85.

## 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 谷口 尚司  
Professor  
Shoji Taniguchi



准教授  
吉川 昇  
Associate Professor  
Noboru Yoshikawa



助教  
嶋崎 真一  
Assistant Professor  
Shinichi Shimasaki

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 limit of traditional materials processing by the help of electromagnetic energy. Electromagnetic heating is applied to vitrify asbestos containing wastes or coal fly ash with high energy efficiency. Electromagnetic force is applied to molten metal scrap for rapid agitation and separation of inclusions. Microwave is irradiated to wastes like slag and sludge from metal industries to recover valuable metals. Fundamental studies are also performed to clarify fluid-dynamic behaviors of particle and bubble in turbulent flows whose results will be applied to the separation of suspended particles in gas or liquid.

### 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た材料プロセス学に基づく研究を通して、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、副産品の製造などの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。



Fig.1 Electromagnetic hydro-cyclone separator system for removal of inclusion particles from molten aluminum.

### 現研究課題リスト

1. 電磁力を利用したプロセスに関する研究
  - ・電磁力と液体サイクロンを組み合わせた新規介在物粒除去プロセスの開発 (Fig.1)
  - ・電磁パルス力による球状シリコン太陽電池用の金属粒子の製造
2. 環境のためのマイクロ波プロセッシング
  - ・製鋼副産物からの有価金属の再生
  - ・粘土質(層状珪酸酸塩)土壌中セシウムのマイクロ波加熱除去に関する物質学的基礎研究 (Fig.2)
  - ・マイクロ波による瓦礫中の有害物質迅速処理——アスベスト飛散とダイオキシン発生防止——
3. 各種プロセスの速度論・移動現象論的研究
  - ・熔融金属中における介在物粒子の凝集・気泡付着現象に関する速度論的研究
  - ・木材の低温乾燥に関する移動現象論的研究
  - ・石灰石・石膏法による排煙脱硫の速度論的研究 (Fig.3)

### 2013年のアクティビティ

#### 【研究活動】

- ・科研費基盤研究 A 成果発表会(環境科学研究科第67回コロキウム環境)「軽金属の新しいプロセッシング技術に関するワークショップ——環境負荷低減と循環型社会構築を目指して——」を開催(谷口、1月25日)
- ・日本金属学会/日本鉄鋼協会共同セッション開催(吉川、3月)
- ・日本鉄鋼協会国際セッション開催(吉川、3月)
- ・第11回 Selex フォーラム基調講演「持続可能な社会とは——没落先進国キューバに学ぶ」(谷口、5月16日)
- ・みやぎ県民大学「循環型社会の実現を目指して」世話人および講師(谷口、5月16日~6月13日(5回))
- ・学都仙台コンソーシアムサテライトキャンパス公開講座「どんな社会に住みたいですか(適正技術と社会関係資本)」(谷口、6月22日)
- ・東北大学工学研究科、電気通信工学専攻・電子工学専攻・



Fig.2 5.8GHz Semi Conductor Microwave Generator.

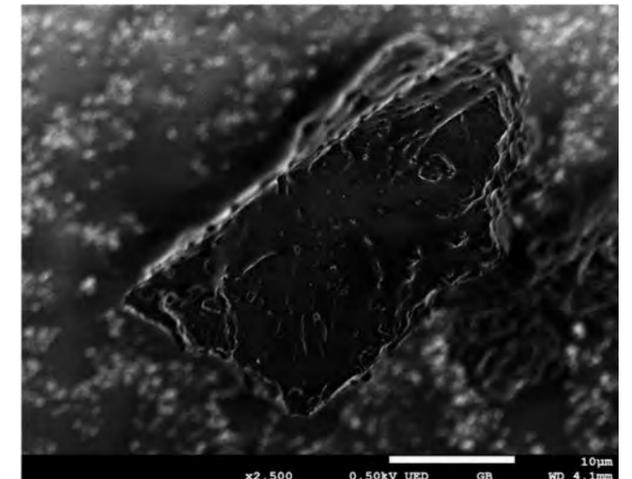


Fig.3 SEM image of a granulous limestone for flue-gas desulfurization.

- ・応用物理学専攻・バイオリボテックス専攻 専門科目「生命倫理:環境科学と水俣病」(谷口、6月27日)
- ・日本鉄鋼協会秋季大会予告セッション開催(吉川、9月)
- ・岩沼復興研究会主催「被災地における環境未来都市を考えるフォーラム」コーディネータ(谷口、10月2日)
- ・日本鉄鋼協会主催 第149回製鋼部会講演「ガス吹込み攪拌における流動と物質移動—無次元相関式の効用」(谷口、10月10日)
- ・(株)神戸製鋼所社内講義 「溶鋼へのガス吹込み攪拌・溶鋼中介在物挙動」(谷口、10月17日)
- ・材料科学および工学に関する国際会議にて、講演およびセッション座長 (MS & T'13) (吉川、10月27~31日)
- ・日本鉄鋼協会ノーベルプロセッシングセミナー開催(吉川、11月)
- ・第2回福島復興再生可能エネルギー産業フェア2013 (REIF ふくしま)にて講演「金属球を高精度につくる——球状シリコン太陽電池の製造に向けて——」およびブース展示(嶋崎、11月6~7日)
- ・日本工学アカデミー北海道・東北支部理事会・特別講演会コーディネータ(谷口、12月19日)

#### 【その他】

- ・日本鉄鋼協会高温プロセス部会長(谷口)
- ・日本鉄鋼協会東北支部委員(谷口)
- ・日本金属学会東北支部代議員(谷口)
- ・日本工学アカデミー北海道・東北支部理事(谷口)
- ・岩沼復興研究会専門員(谷口)

- ・日本鉄鋼協会ノーベルプロセッシングフォーラム座長(吉川)
- ・日本電磁波エネルギー応用学会理事(吉川)
- ・日本鉄鋼協会高温プロセス部会運営委員(吉川)
- ・日本金属学会英文誌編集委員(吉川)
- ・日本鉄鋼協会 論文誌編集委員会より Best Reviewer 顕彰(嶋崎、10月11日)

#### 【研究費等】

科学研究費(基盤研究B、若手研究A、挑戦的萌芽研究)、環境省 環境研究総合推進費、共同・委託研究(新日鐵住金、ネクストソーラー)、日本鉄鋼協会 研究会研究助成

## 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., demand to reduce CO<sub>2</sub> emissions, and degrading properties and price-fluctuation of the mineral and fuel resources. Our research group is carrying out the studies to search for new process principles for base metal productions aiming at efficient utilization of lower grade mineral and energy resources including recycle materials, and biomass and waste energies. A number of unique ideas have been tried to apply such as high temperature and pressure, and optimum process combinations. In addition, we are studying innovative material processing technologies, such as new porous and fibrous metal production processes.

### 概要

本研究分野では、資源・エネルギーのハンドリング量および環境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の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基礎研究として、基幹金属製錬とリサイクル、有害廃棄物処理など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研究を行っている。温室効果ガス削減に関連しては、特に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、廃熱利用などに主眼を置いた研究を進めている。さらに、ポーラス、繊維状金属製造など新しい材料プロセスの開発に関する研究を行っている。



Fig.1 Methods of reducing CO<sub>2</sub> emission from ironmaking process.

### 温室効果ガス排出削減と劣質原料対応が可能な極限製鉄プロセスを可能にする原料研究

国内エネルギー使用量のおよそ15%を占める鉄鋼産業は、良質鉄鉱石資源の枯渇や原料価格の高騰に対応しながらCO<sub>2</sub>の排出削減を目指すという難しい問題に直面している。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、高炉への鉄石-炭材コンポジットの使用が注目されている。また、世界的鉄鋼生産量の飛躍的増加に伴い資源の劣質化が加速しており、鉄鉱石品位や粒度の低下を還元反応速度向上などのために積極的に利用する斬新なプロセス開発が

必要である。一方、化石燃料由来のCO<sub>2</sub>排出削減を達成するためには、熱分解過程でH<sub>2</sub>やCO、CH<sub>4</sub>などの還元ガスが発生する廃プラスチックやバイオマスなどの有効利用法の開発も重要である。

本年度は、炭材内装鉄コンポジットを使用する低温・高速製鉄プロセスを実現するため、以下に示す研究テーマを実施した。

1. 100気圧までの超高压雰囲気下での鉄石-炭材コンポジットの還元反応挙動解明
2. 炭材中揮発成分の効率利用による低温高速還元挙動解明
3. 炭材機能分担および脈石成分最適化による浸炭・溶融高速化

Fig.2は脈石成分の異なる鉄石を使用した際の1300℃まで等速昇温加熱した後のコンポジット外観である。その際、a)は還元材として石炭のみを使い、脈石成分の少ない鉄石を鉄源としている。b)はa)と同一の鉄石を用い、炭材として石炭と黒鉛を使っている。一方、c)はb)と同一の炭材を用いつつ、脈石成分の多い鉄石を用いている。c)のみにコンポジット外側に粒鉄が生成しており、鉄の溶融が加速されたことを示唆している。このように、炭材の機能を分担させ、鉄石性状をコントロールすることで還元後の浸炭を高速化できる可能性を示した。



Fig.2 Appearance of the composite heated up to 1300°C. Experimental apparatus for reduction of iron ore - carbon composite under high pressure.



准教授  
村上 太一  
Associate Professor  
Taichi Murakami



### 水素利用製鉄のための原料性状評価

高炉では、鉄鉱石から粗鉄(銑鉄)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、そのため必然的に大量のCO<sub>2</sub>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H<sub>2</sub>Oとなり、その分CO<sub>2</sub>排出量が削減できる。一方、高炉上部の低温領域(温度400~600℃)では、鉄鉱石の還元進行に伴って、鉄物組織内に応力が生じ、粒子が破壊されて粉化する可能性がある。特に粉砕石を予備塊成化した焼結鉄で顕著な現象である。これは、還元粉化と呼ばれ、様々な対策が行われている。しかし、従来、還元ガス中の水素濃度が増加した際の影響を詳細に検討した例は少ない。これまで本研究室では、水素含有還元ガスにおける鉄鉱石焼結鉄の還元粉化挙動の定量的評価を試みている。本年度は、Fig.3に示すように、600℃においてヘマタイト以外にカルシウムフェライトも還元され、焼結鉄の還元粉化に影響を及ぼすことを明らかにした。

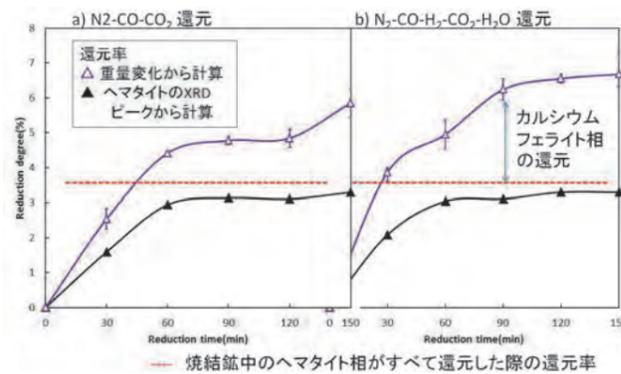


Fig.3 Change in reduction degree of sinter calculated from weight change of sinter before and after reduction and XRD peak value of hematite. Reducing gases are a) N<sub>2</sub>-CO-CO<sub>2</sub> and b) N<sub>2</sub>-CO-H<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O.

### 多孔質鉄複合材料の開発

多孔質金属は、軽量、高衝撃エネルギー吸収能、優れた防音・防振特性などユニークな特性を有しており、軽量構造材や衝撃吸収材として輸送機器等への適用が期待される。衝撃エネルギー吸収量は高気孔率もしくは高強度ほど大きいため、鉄系材料の多孔質化が望まれているが、安価に大量生産が可能な溶湯法による高気孔率の多孔質鉄の製造は困難である。そこで本研究では、製鋼プロセスにおいて抑制すべき現象であるスラグフォーミングと条件によって様々な形態変化を示す酸化鉄の還元に着目し、酸化物を用いた溶湯法による多孔質体製造と酸化物多孔質体の還元プロセスに

よる高機能化を目的とし、酸化物の発泡挙動および発泡体の還元性について調査した。Fig.4は発泡後および還元後の断面組織である。スラグフォーミングを用いて多孔質化が図られ、還元することにより微細な気孔を形成させることができた。また、残留する酸化物成分が微細に分散する多孔質鉄系複合材料となることが分かった。

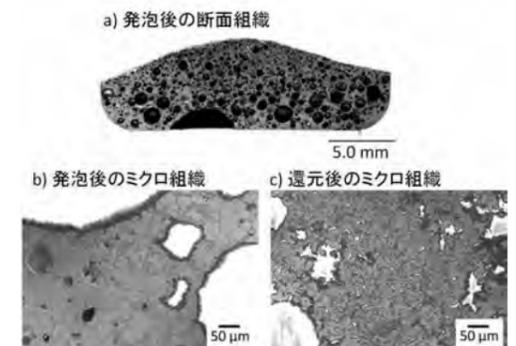


Fig.4 Macro- and microstructure of foamed slag with the system of FeO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO and reduced sample.

### 学生の活躍

#### ・国際会議での発表

- Q. Zhou, T. Murakami, and E. Kasai: "Suppression of CO<sub>2</sub> Emission by Innovating Ironmaking Technology" Excellent Graduate Schools 2012 Annual Meeting in Conjunction with Japan-Russia Workshop 2013, Japan.
- K. Fujino, T. Murakami and E. Kasai: "Utilization of Oxidation Heat of Metallic Iron for the Production of Iron Ore Sinter" International Conference on Smart Carbon Saving and Recycling for Ironmaking, Oct. 2013, Kanagawa, Japan  
他3件

#### ・受賞

- 村上太一准教授: 日本鉄鋼協会西山記念賞「低温高速製鉄を目指した基礎研究」(March, 2013)
- 武弓侑樹君 (M1): 日本学術振興会製鉄第54委員会研究発表奨励賞 (November, 2013)
- 武弓侑樹君 (B4): 日本鉄鋼協会第165回春季講演大会学生ポスターセッション努力賞 (March, 2013)
- 佐々木菊康君 (B4): 日本鉄鋼協会第165回春季講演大会学生ポスターセッション努力賞 (March, 2013)

# 持続可能な物質循環を目指した環境経済工学研究

教授 長坂 徹也

Professor Tetsuya Nagasaka



Ecomaterial design and process engineering toward sustainable material cycle



准教授 松八重 一代  
Associate Professor Kazuyo Matsubae

The objectives of our research subjects are the design of eco-material processing for base-metal production, waste treatment and artificial resource development with the minimum energy consumption, resource input and environmental load. Some research projects include the design of eco-material, material/substance flow analysis and its management, development of new index of sustainability. We are now trying to establish new academic area by combining "Material Process Engineering" and "Environmental Economics" to solve environmental problems based on the concept of "Industrial Ecology".

## ニッケルの持続可能な資源利用に向けた国際サプライチェーン分析

ニッケルはステンレス鋼、耐熱・耐食性合金、電気めっき、二次電池等多岐にわたって使用される重要な金属であり、需要は毎年およそ5%の増加傾向にあるため、今後も増加していくことが予想される。ニッケル利用の持続可能性を考えた場合、経済資源としてのニッケル埋蔵量はおよそ219,500ktであり、資源枯渇の可能性は低いとされているが、リサイクルに伴う資源の散逸を含めてサプライチェーンを通じたニッケル資源の散逸の問題はこれまでも指摘されている。また、ニッケル鉱石は、ニューカレドニアやインドネシア、フィリピンなどの熱帯地域に多く分布していることから、生物多様性への影響を含めて環境影響の側面からも関心が高まっている資源の1つである。他方、ニッケルはニッケル鉱石、フェロニッケル、ニッケルマット、地金、その他中間生成物(酸化物、水酸化物など)やステンレス鋼、合金鋼、各種製品中に含有して取り込まれており、そのサプライチェーン構造は非常に複雑である。これらを

背景に、本研究では資源利用の高度化・高効率化を目指して、ニッケルの国際サプライチェーンを解析し世界のニッケルの取引形態、利用状況を把握した。(図1)

## ELVスクラップに伴伴する合金元素フロー解析

鉄スクラップは我が国の鉄源の約30%を担う欠かすことのできない資源である。一方で鉄スクラップの約半数を占める老廃スクラップはその性質上、他元素の混入が常に懸念され、即鉄源とは成り得ない。特に廃自動車(End of Life Vehicle: ELV)由来のスクラップは量こそ老廃スクラップの10%程度に留まるものの、自動車の加工度の高さ、用いられる素材の種類の多様さによって、鉄源化には追加的な処理プロセスが必要となる。ELV処理の段階で特に混入が問題視される銅については、追加鉄源の投入による銅濃度の希釈に伴う環境負荷に関して評価が行われ、事前除去の必要性が示されている。本研究では、外因的に混入する銅だけではなく、自動車部品に多く利用されている特殊鋼に含まれる鉄鋼合金元素(Mn、Cr、Ni、Mo)に

着目した。各合金元素はそれぞれ再溶解時に溶鋼中に留まるもの、酸化しスラグへ移行するものに熱力学的に分類され、スクラップを鉄源として再資源化する際には、前者は溶鋼の汚染、後者は合金元素の散逸といった資源ロスを引き起こす原因となる。本研究ではこれらの問題を低減することを目的としたELV解体選別の導入の検討と随伴合金元素の二次資源としての有効利用可能性について評価を行った。

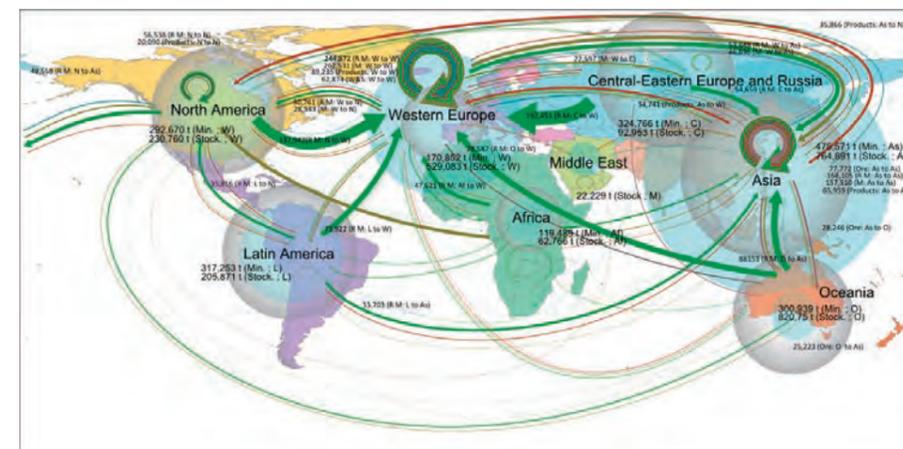


図1. 国際貿易に伴うニッケルの移動量

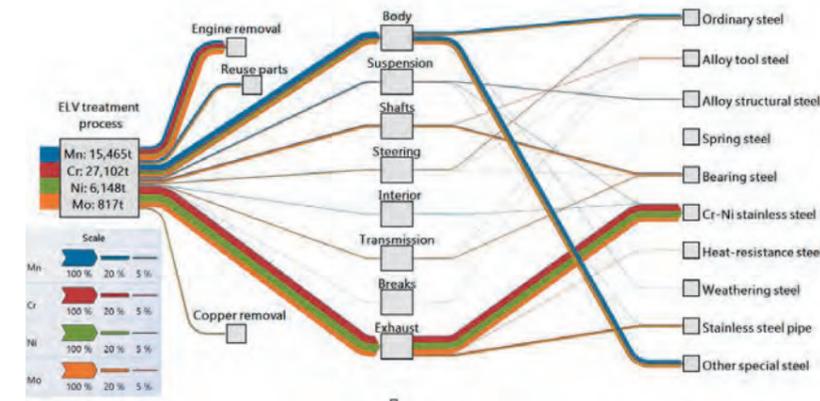


図2. ELVスクラップの合金有効利用の観点から見た最適配分先ならびに合金フロー

部品別スクラップが選別回収されると仮定し、WIO-MFA LPによって電気炉で生産される鋼材とのマッチング最適化を行った結果を図2に示す。合金元素含有量が比較的小さいボディ部品、ステアリング部品、ブレーキなどは普通鋼生産に投入されるのに対し、サスペンション部品、トランスミッション、排気系部品といった合金元素随伴量が多い部品は、特殊鋼の中でも合金元素濃度の高い構造用合金鋼や軸受け鋼、ステンレス鋼へとマッチングされた。このようなマッチングでスクラップを用いることで、ELV由来鉄スクラップに伴伴する合金元素の内88%がリサイクル鋼材中の合金元素成分として再び有効利用されることが示された。

## 窒素・リンに着目した農業用栄養塩類のサプライチェーン分析

農業用栄養塩類に分類される窒素やリンは、私たちの生活に必要な不可欠な元素であり、両元素を含む肥料は、土壌の生産力を高め、高い収穫効率を維持するために必須である。世界人口の増大やエネルギー作物の生産量増加から、農業用栄養塩類の需給はさらに切迫することが想定される。このような背景から本研究では、国内の窒素やリンの需給構造を把握するとともに、海外のサプライチェーンを考慮した上で

日本の産業連関分析を行うGLIOモデルを用いて、世界規模の消費状況と日本経済が与える他国の消費への影響について論ずる。日本国内における窒素のマテリアルフローに関しては、食料・飼料に含まれるものや、アンモニアなどの製品由来のものを対象とし、分析結果を図3に示す。アンモニアより無機あるいは有機化合物が生成されるとし、アンモニアを除く窒素化合物の輸入品は、各種工業製品の製造に直接使用されるとした。海外より多くの窒素(2065kt-N)が流入する一方、肥料として農地や牧場に施肥されたものの土壌へ流出(374kt-N)するなど多くの窒素が排出されていることが推計された。

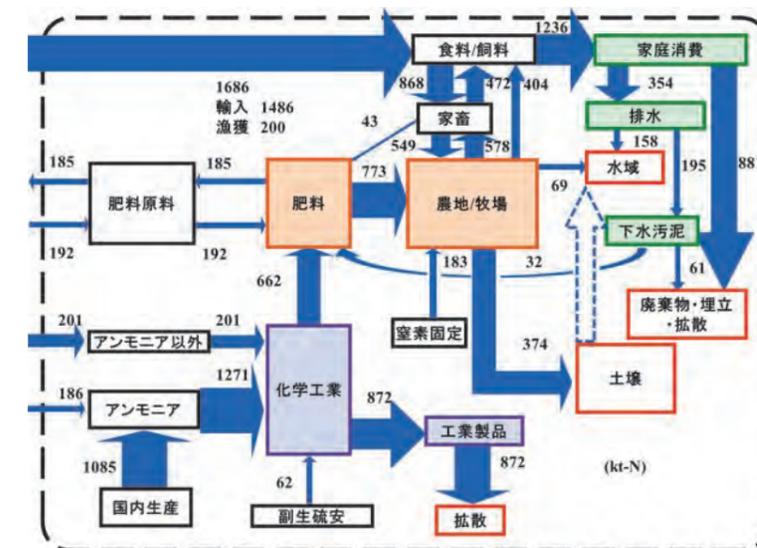


図3. 日本国内における製品由来の窒素のマテリアルフロー (2005年)

# 物質文明から生命文明への飛翔

A Soaring from Material Civilization to Civilization of Life

教授 石田 秀輝

Professor Emile.H.Ishida



We are now on the horns of a negative dilemma that the more we seek for affluence, the more we lose it. It is again asked for the definition of a lifestyle in order to make a living with a wholesome and fulfilling life and required technology and services there under the severe global environmental restrictions. What is a wholesome and fulfilling life? That is a change from a dependent lifestyle to an independent life style. Unfortunately, most of the present technologies are the creation of the dependent lifestyle seeking for amenity and convenience, which leads to an opposite direction to the one looked for by many ordinary citizens. On the one hand, the independent lifestyle is defined only as a self-sufficiency style which cannot be accepted because of its higher the barriers. In fact, there is an intermediation to fill between the independent lifestyle and the dependent one, however, a research and business on the "intermediation" are extremely rare. It is inevitable to introduce a concept of the "intermediation" in order to construct the lifestyle which is an entrance to the creation of nature technology.

## 研究概要

豊かさを追い求めれば求めるほど豊かさを失うという負のジレンマに陥っている今、あらためて厳しい地球環境制約の中で心豊かに暮らすためのライフスタイルとそれに求められるテクノロジーやサービスの定義が求められている。バックキャスト手法及び90歳ヒアリングによるライフスタイル研究から『心豊かな暮らしのかたち』（幸福観を構成する因子の約40%を占める行動変容に相当）の構造が明らかになり始めた。(Fig.1)

『心豊かな暮らしのかたち』創出には利便性・快適性だけでは不十分(A)で、越えることが出来る不自由さや不便性(ポジティブ制約)が求められる(B、C)。それは、依存型のライフスタイルから自立型のライフスタイルへの移行とも言えるが、残念ながら、現在の多くのテクノロジーは快適性や利便性のみを追い求める依存型ライフスタイル創出のためのものがほとんどであり、多くの生活者が求める方向とは逆行している。一方で、自立型ライフスタイルは自給自足型と言う定義しかなく、これではハードルが高すぎて受け入れられない。現実には、この自立型と依存型のライフスタイルを繋ぐ『間』があるのだが、この間に関する研究もビジネスも極めて希薄である。ネイチャー・テクノロジー創出システムの上位概念として『間』の概念を導入したライフスタイル研究が今後極めて重要である。

ネイチャー・テクノロジー創出システムに関しては、ライフスタイルから必要なテクノロジーを抽出するためにオントロジー工学の導入が効果的である可能性が明らかになり、また素材やシステムに関しても具体的な成果を上げることが出来た。

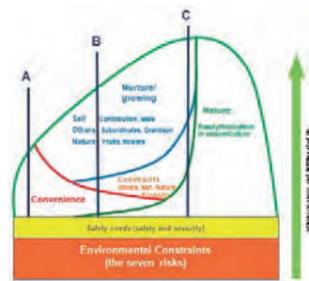


Fig.1 The contours of wholesome and fulfilling living. Its degree increase from A to C.

## ライフスタイル・デザイン

ライフスタイル・デザインから持続可能なライフスタイルの構造、及びネイチャーテクノロジー創出システムに関する研究を進めている。

### ●ものづくり日本会議における共同研究

ものづくり日本会議では、ネイチャーテクノロジー研究会幹事会を運営し、参加企業と共に、ライフスタイル・デザイン研究およびライフスタイルとテクノロジーのマッチングシステムの研究を進めてきた。2013年には、第1回ライフスタイルデザインコンテストの開催、合計3回のシンポジウムを開催し、成果を出版することができた。



Fig.2 Prize winners of the lifestyle contest.

●ライフスタイルデザインプロジェクト(豊岡市・JR東日本) 豊岡市と共同でライフスタイルデザインプロジェクトを実施した。豊岡在住の90歳前後の高齢者へ戦前の暮らしについて90歳ヒアリングを行い、民間企業及び自治体職員とバックキャスト思考によるライフスタイル・デザインを行った。そのほか、JR東日本と共同で将来の駅の在り方などの検討を開始した。



Fig.3 Fieldwork at Toyooka City.

### ●オントロジー工学を応用したライフスタイル分析

バックキャスト思考を用いて描いたライフスタイルや戦前のライフスタイルについて、オントロジー工学を応用し、機能分解木を発展させたライフスタイル分解木を作成し、技術とのマッチングシステム検討や、標準語彙作成に向けて研究を開始した。北陸先端科学技術大学院大学と共同で研究を進めている。



助教 須藤 祐子  
Assistant Professor Yuko Suto



助教(名古屋工業大学) 前田 浩孝  
Assistant Professor Hiroataka Maeda



准教授(分野横断共同研究) 古川 柳蔵  
Associate Professor Ryuzo Furukawa



准教授(分野横断共同研究) 佐藤 義倫  
Associate Professor Yoshinori Sato



Members of the Lab.

### ●心豊かな暮らし方指標やポジティブ制約に関する研究

心豊かな暮らし方とはどのような構造をして、どのような指標で測ることができるのか、指標研究を開始した。また、心豊かな暮らし方には、ポジティブな制約がどのようにかかわるのかについて、戦前の暮らしに存在した井戸端、湧き水、いぐねなどを分析しながら、条件の抽出を行っている。

### ●ライフスタイルコンセプトの融合効果の研究

ライフスタイルを実現するための商品化のためには、ライフスタイルが持つコンセプトを、社会受容性を下げずに、効果的に設計する必要がある。二つ以上のライフスタイルコンセプトを融合した時に、そのような融合効果があるのか、実証試験を行っている。

## 自然を基盤とした材料・システム設計

### ●Si、Caを原料とする水質浄化材料の水熱合成

従来の細孔利用型とは異なる、新しい有機色素吸着材としてのケイ酸カルシウム水和物ゲル(C-S-Hゲル)の利用を目指し、ゲル構造中の表面水酸基が有機色素吸着特性におよぼす影響を評価した。溶媒の条件を変えることによりゲルの生成および構造を制御し、従来の有機色素吸着材より優る性能を持つ材料の合成に成功した。

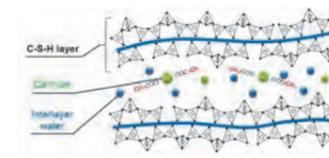


Fig.4 Interaction between C-S-H layer and interlayer water in C-S-H gels.

### ●細孔内における水蒸気の毛管凝縮のメカニズム解明

新しい毛管凝縮の定式化を目指し、円筒状および網目状の細孔を持つ材料を疎水化して水蒸気吸脱着試験を行うことにより、表面親水度および細孔形状が水蒸気の毛管凝縮開始湿度に及ぼす影響を評価した。細孔径の大きさにより表面親水度が凝縮開始湿度に与える効果の大きさが異なることを明らかにした。

### ●CNTを用いた新規の材料およびデバイスの開発

新しい生体材料としての利用を目指して、CNT(カーボンナノチューブ)を母材としたTiO<sub>2</sub>/CNT複合の高強度材料の開発を行っている。焼結や前処理の条件が強度に与える影響を評価し、CNT高含有率(80%)のTiO<sub>2</sub>/CNT複合体を得ることに成功した。また、CNTを用いた振動発電デバイスや太陽光発電セルの開発にも着手した。

### ●潜熱蓄熱材を用いた温熱・冷熱双方向熱供給システム開発

相変化温度を常温付近で任意に設定できる潜熱蓄熱材が市場に投入されたのを受けて、「熱池」という様々な温度レベルの熱を受け入れて、貯めながらも常温付近の熱を常に取り出して使用できる、新しい熱供給システムの概念を提案した。本システムの実現のために、実験室規模の熱池を用いた熱特性の評価に取り組んでいる。

## 環境教育

国内外の子供たちを含め、社会人、一般、企業経営者、行政幹部などに対して、特に環境制約を基盤とした新しい成長のかたちと言う視点で環境教育を継続している。これらの成果として、第3回生物多様性日本アワード、2013グッドデザイン賞ベスト100賞、グッドデザイン・未来づくりデザイン賞を受賞した。(環境教育・講演活動 62回)



Fig.5 Educate children about the environment.



Fig.6 Presentation at the award ceremony of the Japan Awards for Biodiversity 2013.

## その他の活動

執筆(詳細別掲):書籍 10冊、論文・総説など 13報



報道: ・テレビ出演 4回 NHK国際放送、読売放送など  
・雑誌掲載 14件 日経エコロジー、事業構想など  
・新聞掲載 31回 日刊工業新聞、読売新聞など

国際会議招待講演・基調講演:7回

European Ceramic Society、MRS Fall Meeting など

## 低環境負荷社会に資する触媒開発のための 原子・分子レベル表面設計

教授 和田山 智正

Professor  
Toshimasa Wadayama

Developments of catalyst materials for achieving eco-friendly society

From catalytic perspective, comprehensive understanding of molecular behavior on nano-sized metal (alloy) particle surfaces is a key for developing highly efficient catalyst materials. Our experimental approach for studying catalysis is preparations of well-defined metals or alloy surfaces by using ultra-high vacuum (UHV) and molecular-beam-epitaxy (MBE) techniques. We routinely use UHV-MBE, surface vibrational spectroscopy (IR, Raman), scanning probe microscopy (SPM), electron spectroscopy (XPS), electrochemical (EC) voltammetry, etc., and try to clarify solid surface phenomena on atomic/molecular levels. We believe our research results directly link to future eco-friendly society.

### 研究分野の概要

金属、半導体、セラミックス、有機高分子などの異なる物質間の界面における物理的、化学的相互作用の解明が新規デバイス開発に不可欠となってきており、物資(材料)の極微細化・複合化と相俟って、“ナノサイエンス”と呼ばれる研究領域を形成している。局所領域における表面あるいは界面化学過程の包括的理解には、表面・界面の状態を原子、分子レベルで明確化することが必要である。たとえば、水素エコノミーに関連する化学プロセスを考えても、水素貯蔵材やエネルギーキャリアからの脱水素触媒など、新材料開発およびその機能向上には、水素と材料の関わる化学的素過程を詳細に理解した上で、材料設計指針を提示することがきわめて重要であり、環境負荷の少ないエネルギー社会構築に直結する。本研究分野では、よく規定された(well-defined)金属・合金表面系を物理的手法(超高真空中(UHV)における分子線エピタキシ(MBE))により構築した上で、赤外やラマンといった振動分光法による表面分子挙動の観察に加え、走査プローブ顕微鏡(AFM, STM)やX線光電子分光(XPS)解析などを多角的に用い、高性能表面材料物性に関する研究を行っている(Fig.1)。最近では、とくに合金系ナノ材料を取り上げ、燃料電池電極触媒などの開発設計指針を提示することを目指した教育・研究を行っている。

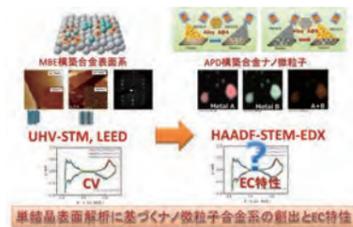


Fig.1 Fabrication of well-defined model catalyst surfaces and their electro-catalytic properties

### 2013年度の研究成果

主な研究テーマとして次の1. から3. に取り組んだ。なお1. および2. はNEDO委託により行われている。

### 1. モデル単結晶合金表面の酸素還元反応活性

固体高分子型燃料電池(PEFC)の空気極用触媒材料として、活性向上、貴金属使用量削減の両面からPt-M(M=Ni, Co, Pdなど)合金触媒が検討されており、その最表面に生成したPt濃縮層(Ptスキン)が極めて高い酸素還元反応(ORR)活性を示すことが報告され、触媒開発が精力的に進められている。しかし、Ptスキンの幾何学的・電子的構造とORR活性の関係については、未だ解明されているとは言い難い。本研究室では、優れたORR活性を発現するPt基金最表面構造をUHV-MBEを駆使してモデル化し、高度に構造を規定した合金最表面と活性との関係を原子・分子レベルで明らかにすることに取り組んでいる。本年は、Pt単結晶基板上に作製したNi/Pt(hkl)モデル単結晶触媒およびAu単結晶基板上にPt単原子層を成長させて得たPt/Au(hkl)モデル触媒表面のORR活性を検討した。

#### 1. - 1 Ni/Pt(hkl)系

Ptスキンの原子層(ML)数(mML)と初期活性および耐久性の関係を調査した。1ML-Ptスキンはサイクリックボルタモグラム(CV)曲線におけるH、OH吸脱着領域がPt(111)に対し低電位および高電位側にそれぞれシフトしており、最表面Ptスキンが下層に存在するNi原子から電子的・化学的に影響を受けていることを示唆している。これに対して、Ptを追加エピタキシャル成長させて作製した2~4ML-Ptスキンは、CV上に(110)および(100)原子ステップに起因するピークが現れており、最表面が原子レベルで荒れるとともに、Ptスキン層数の増加とともにNi原子からの影響は低下することが示唆された。Fig. 2(a)にmML-Ptスキンに対して電位サイクル負荷(0.6V~1.0V)を施した場合のORR活性変化、すなわち構造耐久性をまとめた。いずれのPtスキン表面も対Pt(111)比で高い初期活性を示すが、1、2ML-Ptスキンはサイクル数増加に伴い活性が急激に低下するのに対して、3、4ML-Ptスキンでは劣化が抑えられ、特に3ML-Ptは1000サイクル後でも7倍もの活性を維持している。1ML-Ptおよび3ML-Ptスキンの1000サイクル前後におけるUHV-STM像をFig. 2(b)に示した。前者にはNi溶出に起因する原子ピットが電位

サイクル負荷後に現れているが、後者では顕著な構造変化は見られない。XPS測定(Fig. 2(c))からは、3ML-PtスキンのNi溶出が1ML-Ptスキンに比較して大幅に抑制されていることがわかる。これらの結果は最表面Ptスキン層数の制御が、高活性・高耐久性を両立するPt-Ni合金実触媒開発に極めて重要であることを示している。

#### 1. - 2 Pt/Au(hkl)系

対Pt(111)比約2倍のORR活性を示すAu(111)基板のPt(111)エピタキシャル単原子層に電気化学的酸化還元処理を施すと、高密度で(110)ステップが導入され、数nmサイズのPtマウンドが形成される。マウンドの傾斜は(331)のようなPt高指数面に対応する。この表面のORR活性は酸化還元処理を施す前に比べて高い。Au(111)基板でもPt(111)エピタキシャル層による被覆が十分でない場合や、MBE法では完全被覆が困難なAu(100)、Au(110)基板のPtエピタキシャル層表面では、対応するPt単結晶面に比較してORR活性は低い。また上記いずれの場合もPt4fバンドの化学シフトは認められない。すなわち、Ptシェル-Auコア触媒ではPt(111)表面格子におけるステップなどの表面欠陥が高活性化構造因子であり、(111)面の比率を向上させたAuコアナノ微粒子をPt単原子層で完全被覆することが活性向上のために不可欠であることがわかる。このほかPd(111)基板のPt原子層についても同様の検討を開始した。

#### 2. モデルコアシェル微粒子の電極触媒特性

PEFCのカソード電極触媒におけるPt使用量の低減及びORR活性の向上を目指し、Ptシェル-Xコア型ナノ微粒子の開発とその活性向上に関する研究開発も盛んに行われている。本研究室では合金ナノ微粒子のドライプロセス合成を目指し、アークプラズマ法(AP)を採用して粒子径や分散状態を制御したモデル合金触媒の作製に取り組ん

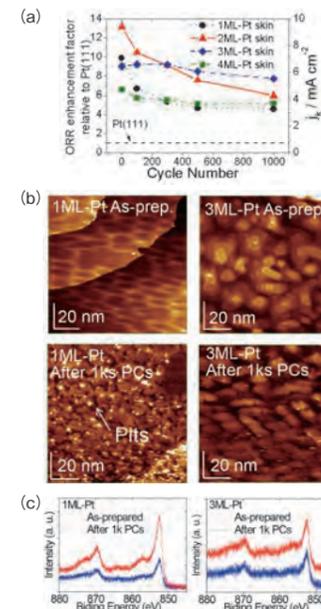


Fig. 2 (a) ORR activity changes for 1ML- to 4ML-Pt skin surfaces under applying 0.6–1.0V potential cycles. (b) STM images for 1ML- and 3ML-Pt skin surfaces collected before (as-prepared) and after 1000 potential cycles. (c) Respective Ni 2p spectra of (b).

でいる。Fig.3にAP堆積して得たPt-Auナノ微粒子の走査透過型電子顕微鏡(STEM)像(左)と、電位サイクル負荷による凝集挙動に関するSTM観察結果

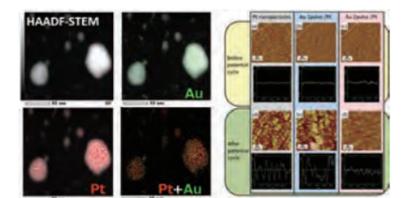


Fig. 3 HAADF-STEM (left) and STM (right) images for arc-plasma deposited Pt-Au nanoparticles.

(右)をまとめた。高配向性グラファイト(HOPG)基板上にAP堆積したPt-Auナノ微粒子に対して0.6–1.0V間の電位サイクル負荷を施すと、2000サイクル後でも電気化学表面積(ECSA)が維持されており、Ptナノ微粒子最表面に存在するAu原子がPt-Auナノ微粒子構造の電気化学的安定性を向上させることがわかる。以上の結果は、ナノ微粒子最表面の原子レベル制御がORR活性やその耐久性向上の鍵となることを示している。

### 3. Cu基規則合金表面のCO<sub>2</sub>電解還元

Cu電極による二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の炭化水素(C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>)類への電解還元は、温暖化の原因とされるCO<sub>2</sub>を燃料に変換するプロセスとして興味深い。本研究室ではCu単結晶表面にNiをごく微量MBE堆積してCu-Ni表面合金を作製し、合金化が及ぼすCO<sub>2</sub>電解還元反応への影響について検討を行っている。現時点では炭化水素生成のメカニズムを明確に説明することはできない。しかし、印加電位と炭化水素生成の関係がCu電極とCu-Ni電極では大きく変化しており、還元反応メカニズムとの関連から現在詳細に解析を進めている。

### 学会発表・研究プロジェクト等

和田山は日本金属学会学会誌編集委員を務めている。2013年は、国際会議において2件の講演を行った。また国内では「UHVで作製した薄膜モデル触媒の物性と評価」と題し、触媒学会新電極シンポジウムにおいて招待講演を行った。さらに、高校1年生向けに「表面の物理・化学」と題した出前授業を会津大学講座において行った。研究室所属の院生については国内・外を合わせ計11件の学会発表を行った。その中で修士課程院生の近土昂之および高橋俊太郎は、日本電気化学会燃料電池研究会・SOFC研究会ポスター賞をそれぞれ受賞した。研究プロジェクトとしては、NEDO「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発/基盤技術開発/低白金化技術/Pt基金最表面構造最適化に基づくモデルコアシェル触媒開発」を実施した。



研究室集合写真



教授 吉見 享祐  
Professor  
Kyosuke Yoshimi

## 材料強度の原子論と格子欠陥制御工学

Atomistic of material strength and lattice defect control engineering

Weight saving and mechanical property development of materials are very important issues for the reduction of environmental burdens and the construction of infrastructure for the sustainable society. Maruyama group is challenging to create new structural materials with the viewpoint of atomistic approaches of material strength and deformation and lattice defect engineering in crystals.

### 究極の耐熱性を有する 超高温材料の創製と超高温特性の評価

ほとんどの原子力発電所が操業停止を余儀なくされている我が国では、電力供給の大半を火力発電に頼らざるを得ない状況になっている。しかし昨今、火力発電のための燃料調達でコスト増となり、ほぼすべての電力会社が電気料金の値上げに踏切る、もしくは検討する事態となっている。火力発電は主に、石炭を使った水蒸気タービン発電と液化天然ガスなどを使ったガスタービン発電に分けられるが、コスト増の原因は液化天然ガスにあると考えられ、ガスタービン発電の高効率化は我が国にとって今や最重要課題となっている。ガスタービン発電の高効率化には、タービン入口温度の上昇が必須であるが、高圧タービンブレードに使用されているニッケル基超合金の耐熱性が限界に達しており、現在のシステムではこれ以上のタービン入口温度の上昇は極めて困難である。そこで当グループでは一昨年来より、ニッケル基超合金の耐熱性をはるかに凌ぐモリブデン基超高温材料の開発を進めてきた。その結果、モリブデンに  $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 、 $(\text{Mo},\text{Ti})\text{C}$ 、 $(\text{Mo},\text{Ti})_2\text{C}$  などを分散・複合化した新規なモリブデン合金「第1世代モシブチック合金」(Fig. 1)を開発した(特願2013-005292)。この合金の強度は従来の耐熱モリブデン合金MHCの2~3倍、

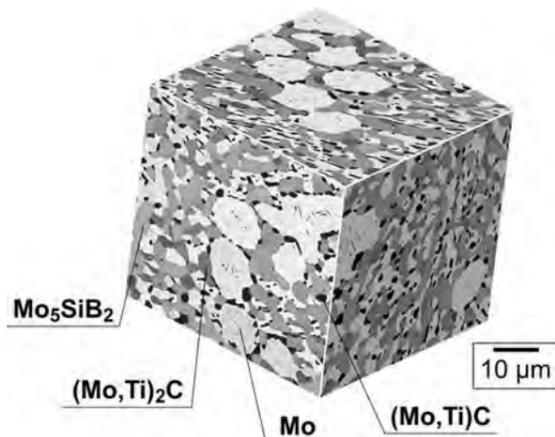


Fig. 1 3-dimensional microstructure of the Mosibitic alloy.

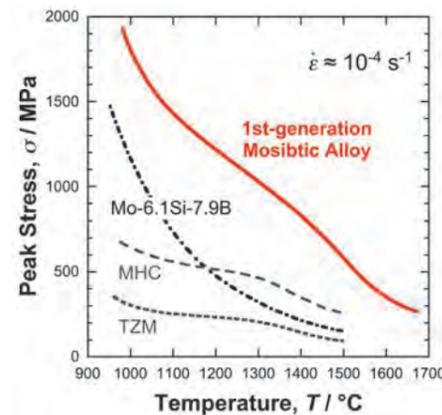


Fig. 2 High-temperature strength of the Mosibitic alloy.

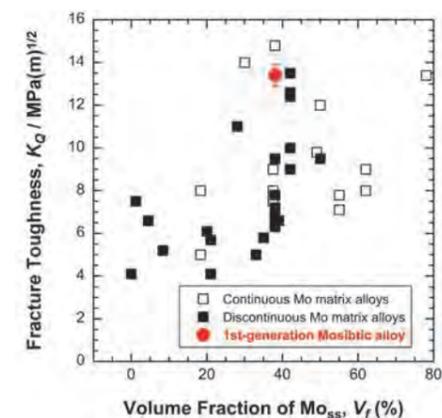


Fig. 3 Room-temperature fracture toughness of the Mosibitic alloy and comparative alloys as a function of the volume fraction of Mo solid solution.

TZMの5倍以上と極めて高強度(Fig. 2)である上、密度はニッケル基超合金と同等になるまで軽量化に成功、融点は $2000^\circ\text{C}$ 以下となり溶解鑄造法で作製可能など、際立った特徴を有している。特筆すべきは、これまで $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物を含有する耐熱材料の弱点であった室温の破壊靱性を大幅に改善し、目標値であった破壊靱性値 $15\text{MPa}(\text{m})^{1/2}$ を概ね達成したことである。(Fig. 3)これによって、ニッケル基超合金の耐熱性を凌ぐ新しい超高温材料の提案が現実的となり、エネルギー効率改善に向けて大きく前進した。

これらの成果は、二酸化炭素排出量削減のための新しい技術展開に寄与するとして大いに評価され、JST戦略的創造研究推進事業 先進的低炭素化技術開発(ALCA)の耐熱材料・鉄鋼リサイクル高性能材料技術領域の平成25年度提案募集に採択された。

超高温材料としてモシブチック合金の実用化を進めていくためには、モシブチック合金のさらなる性能向上が必要である。とりわけ、モシブチック合金の機械的性質には $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物の果たす役割が大きいことから、 $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物中の第四元素の挙動を解明することはモシブチック合金の開発には欠かせない。そこで、高分解能(HR)高角散乱環状暗視野(HAADF)走査透過電子顕微鏡(STEM)法やX線回折(XRD)法といった実験的手法と、第一原理計算による理論的手法を組み合わせ、 $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物中のTiやRe原子のサイト占有挙動、またこれらの元素が $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物の相安定性に及ぼす影響について詳細に調査した。その結果、TiやReは $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物中のある特定のMoサイトを優先的に占有することを明らかにした。(Fig. 4)またそのことによって、Reは $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物をわずかに不安定化させるが、Tiは大きく安定化させることが示唆された。

Tiが $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物を安定化する機構について、結晶中の電荷の分布や状態密度をより詳細に解析した。その結果、Fig. 5に示すように、Tiは $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物中のTi原子周辺の電荷密度分布を大きく変化させることによって、一部ではTi-X原子間の結合力を低下させる一方で、Mo-X原子間の結合力を高める作用があることが示唆された。この計算結果は、実験的に得られた $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$ 化合物中のTi

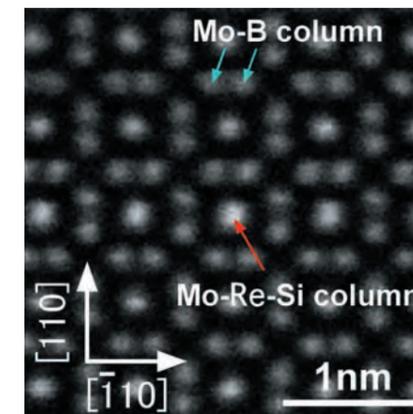


Fig. 4 HAADF-STEM image of Re-added  $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$  compound observed along the  $[001]$  direction.

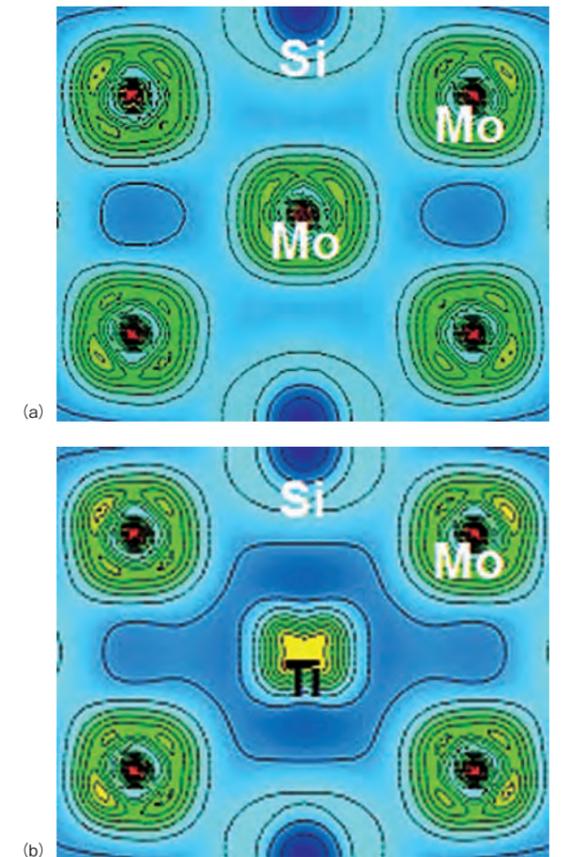


Fig. 5 Charge density distribution in  $\text{Mo}_5\text{SiB}_2$  along the  $\langle 120 \rangle$  direction. (a) Ternary system. (b) Ti-added quaternary system, where a Mo atom on the Mo-1 site is replaced by a Ti atom

による固溶強化の結果と良く一致した。以上のことから、第一原理計算手法は、次世代モシブチック合金の開発に極めて有益なツールであることが示された。

これら関連の成果は、第153回日本金属学会秋期講演大会(金沢大学)での基調講演やECI Conference on Beyond Nickel-Based Superalloys (Bad Berneck, Germany)の招待講演を通して報告されたほか、第3回3大学主催連携公開講座「グリーンライフノーションへの材料研究最前線II」(TKP ガーデンシティ仙台)で広く一般市民にも紹介された。さらに、Intermetallics 2013 (Kloster Banz, Germany)では、当グループの中村純也助教がBest Poster Presentation Awardを受賞した。また、第152回日本金属学会春期講演大会(東京理科大学神楽坂キャンパス)では、当グループの学生発表2件が第20回優秀ポスター賞を受賞した。

# 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 the nanomaterials to those of the bulky composites.

## 研究室のコンセプト

テクノロジーの発展が発散的地下資源消費を生み出し、気候変動、エネルギー・資源の枯渇、食料問題、人口増大、生物多様性の危機などの深刻なリスクが現ライフスタイルの課題となっている。そこで、生活の豊かさを保ちながら、物質消費を抑えた「持続可能な社会」の構築が次世代のライフスタイルが必要とされている。求められるライフスタイルでは、豊かさを担保しながら、物質消費を最小とするテクノロジーのパラダイムシフトが不可避である。この新しいライフスタイルを創成するために、本研究室は「物の複合化」を利用した「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」を行いながら、「物の在り方」の基盤について考えていく。

## 研究内容

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、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次世代のエネルギー環境分野に必要な高次機能性複合材料を創製する必要がある。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」を行っている。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、「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」を研究している。具体的な研究課題を以下に記述する。

### 1. 太陽光発電応用のための n 型単層カーボンナノチューブに関する研究

単層カーボンナノチューブ (single-walled carbon nanotube: SWCNT) は1次元物質に発現する特有な電子状態密度を持ち、金属性 SWCNTs は可視光領域に、半導体性 SWCNTs は近赤外光領域に吸収特性を示す。SWCNTs は大気中ではホールキャリアを持つことが知られている。本研究は SWCNTs を用いた太陽光発電セルを作製するた

めに、大気中で安定な n 型 SWCNTs の合成について研究をしている。

### 2. ポーラス構造を利用した振動発電材料に関する研究

光、熱、電磁波、振動などの身の周りには微弱なエネルギーを利用した環境発電が注目されている。本研究では、ポーラスな導電性のある物質に振動を与えることにより、起電力を発生する材料の開発を行っている。

### 3. 生体内での多層カーボンナノチューブの構造安定性に関する研究

2年間によるラット胸部軟組に埋入された親水性多層カーボンナノチューブを埋入した結果、貪食細胞内では一部のナノチューブの外層が分解され、細胞外では全く分解されないことを見出した。貪食細胞にナノチューブが貪食されない限り、ナノチューブ構造は安定であることを明らかにした (図1)。

## 2013年の研究室体制と活動

2013年4月に学部3年生の木村達也くん、野々村怜くんが研究室配属され、学部4年生の横山幸司くんを含め、学生3名、教員1名の研究室体制となりました。工明会運動会、オープンキャンパス (図2)、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。学業面ではゼミによる勉強会、学会への参加を積極的に行いました。

## ☆国際学会発表

- Yoshinori Sato, "Properties of Electric Double Layer Capacitors Using Aminated Single-Walled Carbon Nanotube Electrodes", 2013 MRS Fall Meetings, Poster, Boston, Massachusetts, December 4th, 2013
- Yoshinori Sato, "In vivo long-term biopersistence of tangled oxidized multi-walled carbon nanotubes inside and outside macrophages in rat subcutaneous tissue", 3rd Nano Today Conference, Poster, December 11th, 2013 (図3)

## ☆国内学会発表

- 佐藤 義倫, "長期間によるラット軟組織内のマクロファージ内外に存在する酸素含有官能基修飾多層カーボ



- ナノチューブの生体持続性”、公益社団法人日本セラミックス協会 第26回秋季シンポジウム、口頭発表、長野市、長野県、2013年9月5日
- 横山 幸司, "アンモニアを用いた気相におけるカーボンナノチューブのアミノ基修飾”、第6回 資源・素材学会東北支部 若手の会、ポスター発表、蔵王町、宮城県、2013年11月24日 (図4)

## ☆招待講演

- 佐藤 義倫, "長期間による胸部軟組織に埋入された多層カーボンナノチューブの構造評価”、ライフサイエンス分野シンポジウム - バイオマテリアルの新展開 -, 名古屋市、愛知県、2013年1月29日



Fig. 1 Article on "In vivo long-term biopersistence of tangled oxidized multi-walled carbon nanotubes inside and outside macrophages in rat subcutaneous tissue".

## ☆受賞

- 横山 幸司, "平成24年度 東北大学工学部機械知能・航空工学科 エネルギー環境コース 3年次奨励賞" (受賞日 2013. 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・若手研究 (A) 平成25年度「単層カーボンナノチューブ薄膜を使用した高性能リチウムイオンキャパシタ正極の開発」(代表研究者)
- 日本学術振興会科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究 平成25年度「熱電アシスト型 pn 接合界面を持つ炭素ナノ材料で構成された近赤外光発電セルの創製」(代表研究者)
- 日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (B) 平成25年度「ナノ物質を用いたハイブリッド型口腔領域用生体材料の創製と安全性の検討」(分担研究者)



Fig. 2 Snapshot in front of the laboratory booth at the "Open Campus 2013".

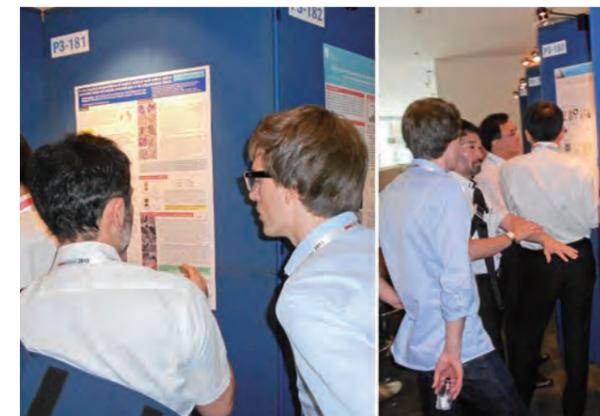


Fig. 3 Snapshot of the poster presentation at the "3rd Nano Today Conference". (Yoshinori Sato)



Fig. 4 Picture in front of the poster at the "The 6th young research meeting of The Mining and Materials Processing Institute of Japan, Tohoku branch". (Koji Yokoyama)

地圏環境学分野 Geosphere Environment

環境機能材料学分野 Study of Functional Materials

環境物質制御学分野 Control of Environmental Materials

## 環境調和型新素材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 New Material Circulation Systems

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.

The research activities of the geosphere environmentalogy division were separation, decomposition and migration control of pollutants such as heavy metals. And technologies related to the development of materials to concentrate and retain rare metals is also being researched. On the other hand, the study of functional materials division focused on the mass production of inorganic materials applicable for the electronic devices and batteries. These materials were prepared wet or dry process. The research in the control of environmental materials division was on the development of technologies to apply carbon nanotubes for light emitting devices and modified Si particles for the purpose of future Li-ion rechargeable batteries.

### 地圏環境学分野

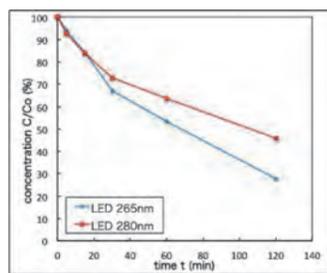
本分野では、地圏環境における汚染物質の分離・分解、電子・電気機器廃棄物等からの希少金属資源リサイクル技術などの研究を推進している。2013年3月には大学院修士課程修了生1名を輩出し、白鳥教授、須藤准教授により下記の研究テーマを中心に活気ある研究活動を行っている。

### 紫外LEDによる環境汚染物質の分解 (DOWA ホールディングス株式会社との共同研究)

紫外光を放射するLEDの開発が進んでいる一方、その適用拡大については大きな展開に至っていない。本講座では、環境機能材料学分野において紫外LEDの開発を進めており、同分野との連携のもと紫外LEDを利用した環境汚染物質の分解について検討を開始した。研究対象には、平成24年より排水基準として追加された1,4-ジオキサンを適用した。通常、光反応による環境汚染物質の分解では、通常、過酸化水素などの強酸化剤を添加した促進酸化処理が検討されてきたが、本研究では紫外LEDの特徴を明確にするため、酸化剤となる科学物質を添加せず、紫外LEDの放射する単波長の紫外光による1,4-ジオキサンの分解挙動の解明を行った。その結果、波長265および280nmの紫外光を放射するLEDによって1,4-ジオキサンは1次反動的に分解することを示し、その分解効率および分解経路についても明らかにした。本研究成果は、2013年10月にマレーシア クアラランブルにて開催された International Conference on Water and Wastewater Management (ICWWM2013)において口頭発表した。

### 東北発素材技術先導プロジェクト 希少元素高効率抽出技術領域への参加 (多元物質科学研究所と連携)

都市鉱山からの希少元素回収・再生技術の高度化による元



Degradation of 1,4-dioxane using UV LED with 265 and 280 nm in wavelength.



Photo of presentation in ICWWM2013.

素循環の実現を目的として実施されている研究プロジェクトにおいて物理選別グループに白鳥教授が参画した。電子基板および小型電子・電気機器からの元素回収の高効率化を目指した破碎技術の開発に寄与した。

### 見学会

本講座では、毎年、工場見学会を実施している。2013年においては、12月4日に宮城県仙台市にある仙台環境開発株式会社を訪れた。本見学会では、大学院において開講している「環境物質制御学」の受講者をはじめ、大学院博士課程学生および学部研究生各1名が参加した。仙台環境開発株式会社は2013年より本研究科において寄附講座を開設し、ともに研究・教育にあっている企業である。管理型最終処分場ならびに中間処理施設に関する概要説明ならびに東日本大震災によって発生した多量の廃棄物の処理に関わってきた問題点などの説明を受け、実際の処分場および中間処理施設の見学を行った。震災によって大量に発生した廃棄物の処理に伴う最終処分場容量への圧迫を実感しつつ、廃棄物処理の現場における問題点の抽出や技術開発に関する議論を行い、有意義な時間を持つことができた。



教授  
白鳥 寿一  
Professor  
Toshikazu Shiratori



教授  
鳥羽 隆一  
Professor  
Ryuichi Toba



教授  
田中 泰光  
Professor  
Yasumitsu Tanaka



准教授  
須藤 孝一  
Associate Professor  
Koichi Suto



助教  
下位 法弘  
Assistant Professor  
Norihiro Shimoi

### 環境物質制御学分野

#### カーボンナノチューブ (CNT) の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、輝度効率を上げる方法として、我々はCNTを用いた定電圧駆動する面発光デバイスを提案する。CNTを用いた電子デバイス応用研究はFEを含め多方面で多数報告されているが、実用化に成功した例は殆ど無い。そこで、CNT自体の結晶均一性・処理・ハンドリング技術を確立し、発光面のばらつき・発光ちらつき・低寿命・高電圧駆動等の要因を制御しつつ省エネルギー型面発光デバイスの実用化に向けて応用研究・開発を推進する。CNT分散に成功した電子源を用いた面発光の様子をFigure1に示す。数インチサイズの発光面について、発光面均一性の向上・ちらつき低減・長寿命化を達成するCNT電子源の構築に成功している。本研究成果は、2013年5月にCanada Vancouverにて開催された Society for Information and Display (SID 2013)において発表し、Distinguished Paperに選出された。

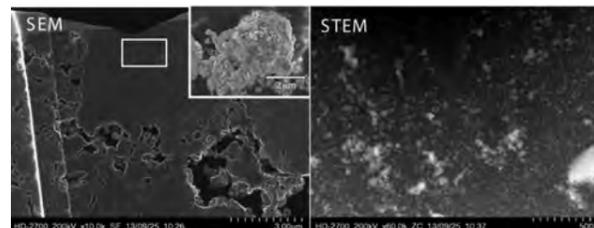


Flat plate lighting with field emitter cathode.

#### Siを利用したリチウムイオン二次電池活物質の創製

本研究は、リチウムイオン二次電池の電極材としてSi素材を活用し、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。

電池容量を多く、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。そこで、粉末Siに粉末CuOを混合粉碎してSiをアモルファス化し、かつSi-Cu-SiO混合物を形成する方法でSi単体に匹敵する高容量かつ高繰り返し充放電を達成する電極活物質材料を開発する。



Left: SEM cross-sectional view of Si-Cu-O composite particle with the overview in the inset. Right: STEM (Scanning transmission electron microscopy) cross-sectional view inside the white frame of the left SEM view. White speckles express silicon and copper alloys, and other field include amorphous silicon and silicon oxides.

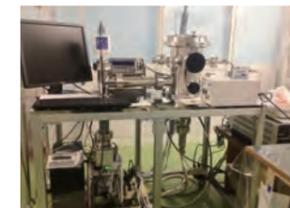
### 受賞

Society for Information Display - DISPLAY WEEK 2013- Distinguished Paper Properties of a field emission lighting device employing high crystallized single-walled carbon nanotubes. Tohoku Univ. (Corresponding author; Norihiro Shimoi)

### 環境機能材料学分野

#### 電子線照射型紫外発光デバイスの開発

窒化物半導体での紫外LEDで、特に300nmより短い波長領域において、pn接合での発光層へのキャリアの注入効率が高められないと言う大きな課題が有る。本研究では、上記課題を解決するため、発光層を電子線励起する方式を検討している。本年度は、発光素子エピタキシャル構造の検討を行うため、カソードルミネッセンス装置を開発し、評価・フィードバックを開始している。また、大型積分球を具備した分光評価システムを導入し、各種光学特性の評価、および発光効率の絶対値評価に寄与している。

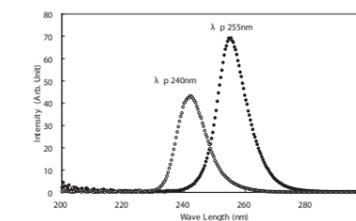


Cathodoluminescence (CL) System



Spectroscopic Evaluation System

紫外250~260nm近傍で殺菌効率が高く、通常水銀ランプの254nmの発光を利用している。窒化物エピタキシャル層構造の調整により、図に示すようにピーク波長λpの可変で合わせ込みが可能である。初期段階ではあるが、発光効率も比較的良いことが判明しており、今後更なる効率向上と、デバイスモジュール化を進めていく。



CL Spectra from Nitride Semiconductor Layer

廃棄物資源循環複合新領域研究寄附講座

Multidisciplinary Research on the Circulation of Waste Resources, Sendaikankyo Co. endowed Lab

- 資源再利用 Material reutilization
- 都市鉱山に関するプロセス開発 Process development for urban mining
- 大規模災害復旧活動におけるインテリジェンス活動 Intelligence activities for waste management concerning disaster recovery

教授 大内 東  
Professor  
Azuma Ohuchi



准教授  
劉 子宇  
Associate Professor  
Yuyu Liu



准教授  
ギド・グラウゼ  
Associate Professor  
Grause Guido

1. Lead Removal from Braun-tube glass by a chloride volatilization process  
Recently, the amount of waste cathode ray tube (CRT) glass increases caused by the rapid replacement of CRT monitors by flat-panel displays. The funnel glass (FG) fraction of CRT contains about 25 wt% of lead oxide, making a process necessary for the removal of lead. In this study, we investigated the removal of lead from FG using a chloride volatilization process.
2. Development of an AgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> membrane for the removal of chloride from organic liquids  
The dechlorination of PVC in ethylene glycol (EG) results in an sodium chloride containing solution. In this work, we investigated the regeneration of EG by removing chloride by electro dialysis through a novel AgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> membrane avoiding the direct contact between the organic and the water phase.
3. Steam hydrolysis of poly(bisphenol-A-carbonate) in a fluidized bed reactor  
Polycarbonate (PC) is used in many cases for applications in the automotive sector and for electronic and electric equipment, because of its optical and mechanical properties. The amount of additives and fillers present in the material after use makes the treatment by mechanical recycling and solvolytic processes often difficult. Therefore, the hydrolytic recovery of phenolic compounds was investigated using a fluidized bed reactor.
4. Development of a simple and cheap physico-chemical process for the removal of organic and inorganic contaminants  
Economic viable and easy to operate processes for the treatment of industrial waste water are scarce. For the development of new treatment methods, the use of organic materials for the adsorption of valuable or toxic metals, electrolytic processes, as well as the investigation of strong oxidizers for organic pollutants are included in this investigation.
5. Survey on the utilization of biomass and municipal solid waste in Japan and abroad  
Japan has a long tradition in the separation and utilization of waste materials. During the implementation of strict systems in Japanese regions, a plethora of experiences were made in waste management. On the other hand, tightening regulations in China revealed numerous environmental problems. A survey compares the situation in Japan and China.
6. Intelligence activities for waste management concerning disaster recovery  
Company activities during the two years since the Great East Japan Earthquake occurred were analyzed and compared with the initial measures of disaster waste treatment from the emergency recovery to the recovery phase. The results revealed the correct use and applicability of intelligence necessary for industrial waste disposal contractors located on the disaster sites, the efficient techniques, as well as the characteristics of the intelligence cycle during the recovery phase.

1. 塩化揮発法による廃ブラウン管ガラスからの鉛除去

廃ブラウン管(CRT)の処理方法として、CRTとして再利用する水平リサイクルが行われている。しかしながら、薄型テレビの普及により、CRTの需要は減少し、その廃棄量は増加している。また CRT中に用いられるファンネルガラス(FG)は有害な鉛を多く含有しているため、その除去技術の開発が求められている。そこで、本研究室では、FGから鉛を除去することにより、新たな材料として利用するリサイクルを検討した。鉛除去の方法としては、対象とする金属を塩化物とすることにより沸点を低下させ、揮発除去する塩化揮発法を用いて行った。その結果、99.9%の鉛除去を達成した (Fig.1)。

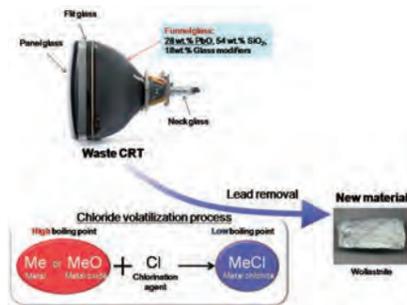


Fig.1 Construction materials from CRT glass

2. 有機溶媒からの塩素回収のためのAgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の開発

PVCは加熱によりHClを発生し、配管の腐食等の原因となるため、廃棄リサイクルの際に脱塩素処理が必要となる。NaOH/ジオール混合溶液を用いた湿式脱塩素処理は、穏やかな条件下で高度な脱塩素が可能である。しかしながら、この処理方法を用いる際に廃液としてNaCl/ジオール混合溶液が発生する。この廃液からNaClを塩素成分として回収し、ポリ塩化ビニルの製造に再利用することで塩素循環が達成される。同時に、ジオールの再利用も可能となる。そこで、本研究では、有機溶媒耐性の強いアルミナ膜の細孔を塩化銀で塞ぐことで、塩化物イオンの選択的透過機能をもつAgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜の開発を行った。このAgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を用いて電気透析を行うことで、塩素回収を検討した。

3. 流動層反応器中におけるポリビスフェノールAカーボネートの蒸気加水分解

ポリビスフェノール A カーボネート (PC) はポリカーボネートの中で最も使用されるポリマーである。特に、近年ではエンジニアリングプラスチックへの需要が高まっている。このPC

のリサイクル方法の一つにケミカルリサイクルが挙げられる。ケミカルリサイクルはメカニカルリサイクルと異なり、汚染された物質 PC にも適用することができる。そこで本研究では、流動層反応器内でPCの蒸気加水分解を行い、モノマー(ビスフェノール A、フェノール)の回収を検討した (Fig.2)。この際、流動層中のSiO<sub>2</sub>の代わりにMgOを用いることで、触媒作用による影響を検討した。



Fig.2. Fluidized bed plant.

4. 廃水中の無機・有機汚染物の簡易・廉価な物理化学的除去技術の開発

工場廃水から重金属の除去と貴金属の回収は非常に早い段階に注目な話題となる。それを目的とした操作性の高かつ廉価な技術方法がまた少なく、電力や高価な材料と試薬が不可欠と見られる。一方、様々なバイオ廃棄物が毎年排出されている。多くのバイオ廃棄物は特有の構造を持つから、モディファイされた後、表面積が大幅に増大し、汚染物或いは資源物である金属イオンの吸着材として利用できるため、研究が多くなっていく。寄附講座は(有毒金属イオンに対する)高吸着容量、(貴金属イオンに)高選択性、再生簡単などいくつかの長所を持つバイオ性吸着材の選別に集中し、実用性の高い簡易製造を目指す。難分解性有機物の除去は廃水処理分野にもう一つの難点である。化学的に安定、濃度が極めて低いため、投入エネルギーの利用効率を向上させることが技術の実用化に対する関心を集めた前提である。本講座は、(1)有機物に強い酸化力の持つを効率的に利用する促進酸化法や(2)触媒性のある電極を用いる電気化学処理法による副生成物が少ない廃水中難分解有機物の分解・除去技術の開発を行う。

5. 日本・海外の都市生活廃棄物(ごみ)処理・バイオマス利用状況の調査

日本では都市廃棄物の分別収集・処理や資源回収・再利用の実施が早い時期から始まった。各地に厳密なシステムが建立され、物質の流動と資源循環を誘導することから豊富な経験を集めた。一方、中国は同じ形のような政策が制定されたが、技術や管理の問題で、ごみ処理状況が厳しくなって、土壌や地下水汚染問題を引き起こしたことがよく報道された。問題点がどこであろうかという疑問が現れた。本講座は解決するために各地の現地調査を実施した。また、日本の管理経験を広げるために、国際交流を行った。

6. 大震災復旧活動におけるインテリジェンス活動 ~東日本大震災における活動事例を通して~

本研究は、東日本大震災における仙台市モデルと呼ばれる産学官連携において、地元の産業廃棄物処理事業者の大震災発生時から2年間の事業活動を、事業継続のためのインテリジェンスと経営戦略の観点から詳細に整理・分析した。その結果、被災地に立地する産廃事業者に必要なインテリジェンスの利活用はいかにあるべきか、どのような技法が有効か、復旧フェーズにおけるインテリジェンス・サイクルの特徴などを明らかにすることができた。この成果を、今後の大規模災害復旧活動における産廃事業者の経営活動の在り方として提言するとともに、国における復旧活動を有効に行う体制作りへの提言するものである。(Fig.3)

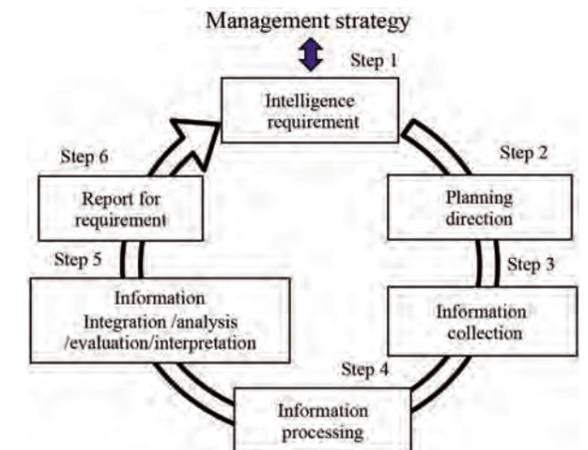


Fig.3. Intelligence Cycle.

## 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



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

本連携講座は、2003年の環境科学研究科の設立と同時に、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、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持っています(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を主眼とした学生教育と、基礎研究の早期社会還元を使命として取り組んできています。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ます。

現在、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14名、社会人博士8名を輩出し、2012年度は博士課程前期6名、博士課程後期1名が在籍しています。

### 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蓄積技術に基づき、省エネ高効率プロセスやマテリアルの設計・評価技術等の研究に取り組んでいます。

#### ①マグネタイト鉱石の被酸化性に関する基礎研究

鉄鋼産業から排出されるCO<sub>2</sub>は製鉄工程からの排出量が約75%と大きな割合を占めています。その内訳は高炉が約60%、焼結が約20%弱です。焼結工程におけるCO<sub>2</sub>の発生源は燃料

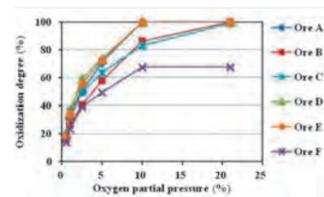


Fig. 2 Effect of O<sub>2</sub> concentration on oxidation of magnetite ores (1200°C, Air)

であるコークスです。本研究はコークスの代替として、マグネタイト鉱石の酸化熱利用に着目しました。現在までにマグネタイト鉱石の被酸化性に及ぼす影響因子を解明し、速度論的な解析を進めながら酸化メカニズムについて検討を進めています。

#### ②高Crフェライト系耐熱鋼の窒化物による析出強化

日本の二酸化炭素排出量の1/3は発電部門で発生します。これを抑制する効果が最も高いと期待されるものが火力発電プラントで多用されるフェライト系耐熱鋼の高温耐久性(クリープ特性)向上です。鉄鋼材料の高温クリープ強度は主に析出強化で達成されていると考えられています。そこで、固相窒化法を用いて、Fig.3に示すような、安定な窒化物を均一分散させ、析出強化した材料について、クリープ強化機構に関する詳細な研究を進めています。

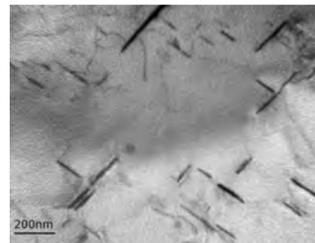


Fig. 3. Precipitated vanadium nitrides with needle shape in solid state nitrided ferritic creep resistant steel expecting the high creep deformation resistance.

#### ③高Crフェライト系耐熱鋼における析出強化機構

高温では材料の変形は均一に起こることは無く、特に粒界近傍で局所的に変形量が異なります。Fig.4はこれを直接捉えた結晶方位マップで、A-B間とC-D間の方位差は、本来一致するはずですが、C-D間の方が小さく、粒界近傍での局所変形の結果である考えられます。現在、局所変形を防止する最も有効な析出物と、

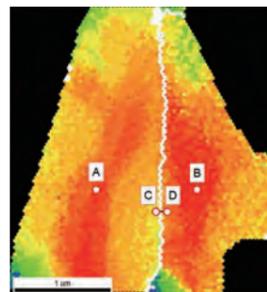


Fig. 4. Local grain mis-orientation distribution in ferritic creep resistant steel. Mis-orientations between A-B and C-D vary depending on the positions in crystal.



客員教授  
佐藤 有一  
Invited Professor  
Yuuiti Sato



客員教授  
長谷川 泰士  
Invited Professor  
Yasushi Hasegawa



客員教授  
岡崎 潤  
Invited Professor  
Jun Okazaki



客員教授  
亀井 一人  
Invited Professor  
Kazuhito Kamei

その効果について研究を進めています。

#### ④その他の研究課題

その他にも以下の研究課題に取り組んできており、本講座での研究成果は国内外の学会などの場で発信してきています。

- ・SiC単結晶の溶液成長におけるステップバンチングの制御
- ・単ロールPFC法におけるプロセスパラメータの薄帯形成に及ぼす影響

### 「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2013年度も例年通り10月～11月にかけて、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ました。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ともに、その内容は以下の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・環境の現状と取り組みに関する実践的理解を深めることができたと思っています。

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

### 業績

#### 学協会発表実績(2013年1～12月)

##### ①国内学協会

- ・日本鉄鋼協会 第166回秋季講演大会「マグネタイト鉱石の酸化性に関する評価」(市橋佑馬)
- ・日本鉄鋼協会 第165回春季講演大会「クリープ変形したフェライト系耐熱鋼溶接継手の組織変化挙動とHAZ軟化に関する一考察」(長谷川泰士)
- ・SiC及び関連半導体研究 第22回講演会「SiC溶液成長における長時間安定成長技術」(亀井一人)
- ・「凹界面成長手法を用いた溶液法4H-SiCにおける表面モフォロジー評価」(亀井一人)
- ・日本材料学会 高温強度シンポジウム「スモールパンチ試験法によるGr.92鋼溶接継手の局所クリープ特性評価」(長谷川泰士)

##### ②国際会議

- ・The 9<sup>th</sup> China Steel Conference (CSM Biennial Conference)  
「Basic Research of the Oxidizing Quality of a Magnetite ore」(市橋佑馬)
- ・7<sup>th</sup> International Conference on Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants  
「Misorientation Change Caused by the Precipitation Strengthening through Several MX Type Precipitates in High Cr Ferritic Creep Resistant Steels」(山形遼介)
- ・7<sup>th</sup> International Conference on Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants  
「Precipitation Strengthening by the Nitride in High Cr Containing Ferritic Creep Resistant Steels」(篠崎一平)
- ・7<sup>th</sup> International Conference on Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants  
「The New Precipitation Strengthening Model of W Containing Advanced High Cr Ferritic Creep Resistant Steels」(長谷川泰士)
- ・International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2013.  
「Top-seeded solution growth of 4H-SiC bulk crystal using metal solvents」(亀井一人)
- ・International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2013.  
「N-type doping of 4H-SiC by the top-seeded solution growth technique」(亀井一人)
- ・International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2013.  
「Surface shape-controlled solution growth of 4H-SiC bulk crystal」(亀井一人)
- ・International Seminar on P91 and P92 in London  
「Metallurgical Type IV damage decisive factor and its microstructure modeling」(長谷川泰士)

##### 論文

- ・「High-Speed Growth of 4H-SiC Single Crystal Using Si-Cr Based Melt」Materials Science Forum, Vol.740-742 (2013) 73-76 (亀井一人)
- ・「Growth of Large Diameter 4H-SiC by TSSG Technique」Materials Science Forum, Vol.740-742 (2013) 65-68 (亀井一人)
- ・「Comparative studies on total energetics of nonequivalent hexagonal polytypes for group IV semiconductors and group III nitrides」J. of Materials Research, Vol.28 (2013), 7-16 (亀井一人)
- ・「Observation of melt puddle behavior in planar flow casting in air」J. of Alloys and Compounds, Vol.586, 15 (2013) 150 (清野龍、佐藤有一)

## グローバルな大気環境の変化を捉える

### Observation of Global Atmospheric Change

We, in cooperation with National Institute for Environmental Studies, carry out research on global atmospheric environment, such as global warming, ozone depletion, and air pollution. For that purpose, we develop measurement techniques on atmospheric composition changes. 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 their applications for atmospheric compositions/clouds/aerosols, utilizing such instruments as satellite-borne, air-borne, and ship-borne sensors, and remote sensors such as FTIR (Fourier Transform InfraRed spectrometer). We conduct field measurements at the Antarctica, the Arctic, and at 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と、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、人工衛星や航空機、船舶を用いた大気成分や雲、エアロゾルの観測技術、地上からの各種の計測技術の開発、南極や北極、シベリア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。

### 成層圏大気のリモートセンシング

1982年の日本南極地域観測隊による「オゾンホール」の発見を端緒とする「地球環境問題」の顕在化は、現在では世界人類にとってさまざまな問題を呈示してきている。その中でも、オゾンホール問題は、その発見に引き続く科学者と行政との理想的なタイアップにより、原因解明とその対策としての「モントリオール議定書」の速やかな締結など、「地球環境問題の優等生」として現在では位置づけられている。それでも南極上空のオゾン層ががっつりのレベルに回復するまで、さらに数10年～50年の時間がかかるであろうと予測されている。また、2011年春には、これまで南極のような大規模なオゾン破壊は起こらないだろうと考えられていた北極上空で、史上初めて「北極オゾンホール」が起こった。これは、例年のない強い極渦と低温が長引いた異常気象が原因だと考えられている。われわれの研究室でも、ロシア・西シベリア・サレハルドにおけるオゾンゾンデ観測を分担することによって、この北極オゾンホールの発見の一翼を担うことが出来た。

最近では、オゾン破壊にとって重要な働きをする「極成層圏雲」の観測と解析も、現在継続的に行ってきている。また、南極昭和基地や北海道において得られた、フーリエ変換赤外分光器 (FTIR) を用いた微量気体成分の分析をす

ることを通じて、オゾンホールの詳細なメカニズム解明につながる研究を実施してきている。

2013年6月10日～14日に、北海道網走市「ホテル網走湖荘」において、FTIR関係の専門家が毎年一回集まって様々な問題を議論する場である、NDACC/IRWG 国際会議を開催した。我々は、北海道陸別・母子里・つくば・南極昭和基地等に FTIR 装置を設置して観測を継続してきている。今回は、世界各地の15か国・27の研究・教育機関から、計58名の参加者が集まった。1992年から毎年行っている会議は今回21回目を数え、日本での開催は2006年のつぐばに次いで2回目となった (Fig.1)。



Fig.1. A group photo of the 21<sup>st</sup> Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) / Infra-Red Working Group (IRWG) international meeting.

### 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。

ロシア連邦のシベリア地域には広大な森林や湿地帯が広



客員教授  
中島 英彰  
Invited Professor  
Hideaki Nakajima



客員教授  
町田 敏暢  
Invited Professor  
Toshinobu Machida

がっており、地球規模の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度やメタン (CH<sub>4</sub>) 濃度の変動に大きな影響を及ぼしている。シベリア上空において航空機を使った定期サンプリングによって得られた月別の CO<sub>2</sub> 濃度の鉛直分布を Fig.2 に示す。1月から4月にかけてはシベリア地域の陸上生態系の光合成活動はまだ弱く、生態系のわずかな呼吸や人間活動による CO<sub>2</sub> の放出によって上空より地表近くの方がわずかに高濃度になっている。5月になると光合成によって CO<sub>2</sub> 濃度が減少を始め、6月には全ての高度において1月より低い濃度を示している。特に2km以下では地表に近いほど濃度が低くなる勾配があり、地表が CO<sub>2</sub> の吸収源になっていると考えられる。8月には高度7kmから0.5kmにかけての全ての高度帯で負の濃度勾配が見られ、シベリアの生態系が強く CO<sub>2</sub> を吸収していることがわかる。9月になると呼吸活動が光合成活動を上回るので、濃度は上昇を始める。以上のように CO<sub>2</sub> 濃度の鉛直分布は、その時期その場所の地表が CO<sub>2</sub> の吸収源になっているか放出源になっている

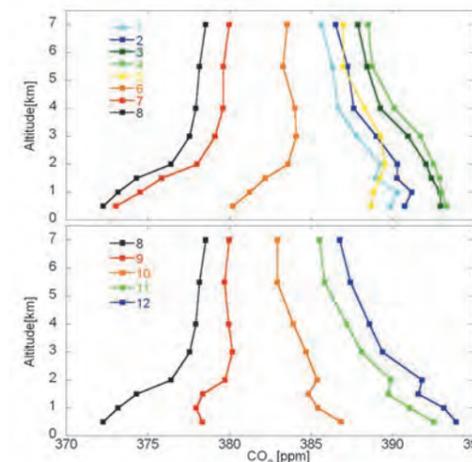


Fig.2. Vertical profiles of monthly mean CO<sub>2</sub> mixing ratio over Siberia.

かの判断材料を与えることができる。これらのデータを用いて解析した高度別の CO<sub>2</sub> 濃度の季節変動を示したものが Fig.3 である。CO<sub>2</sub> 濃度の季節変動は地上の生態系活動が駆動しているので、低高度ほど季節振幅が大きく、高度1kmの振幅は高度7kmの約2倍である。高度1kmにおける濃度の極小値は8月初旬に観測されるが、極小値の出現時期は高度とともに遅くなっており、高度7kmでは約半月遅れている。

上空大気の観測データをさらに高頻度で得るために、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 (Fig.4)。定期旅客便を使った定常的な CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 濃度の情報を著しく増やしつつあり、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、衛星データの検証にも大きく貢献している。

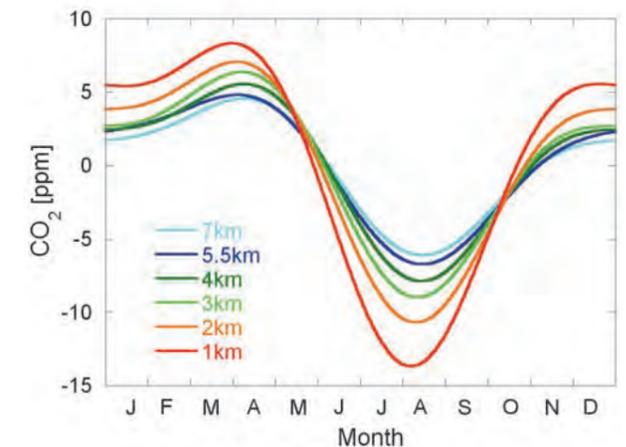


Fig.3. Averaged seasonal variations of CO<sub>2</sub> over Siberia.



Fig.4. Boeing 777-200ER aircraft and two equipments for atmospheric observation installed in her cargo room.

## 「安全・安心」な地熱エネルギー利用を目指して

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 energy from a viewpoint of instrumentation and monitoring. Major research activities in 2013 include, (a) development of technologies to reduce risks of induced felt earthquakes from geothermal reservoirs, and (b) ultra high resolution imaging technology around a borehole. Four invited talks in international conferences/workshops were made by the member of the laboratory.

### プロジェクト研究

#### 1. 誘発有感地震に関する研究

誘発有感地震は地熱、石油・天然ガス開発や CCS 等における重大なリスクとして認識されている。本研究室では以下のような研究により誘発有感地震の抑制・予測法の開発を目指している。

- (1) スイス、バーゼルおよび柳津西山地熱地域で記録した誘発地震データの解析を行ない、誘発有感地震発生メカニズムの解明を目指した。
- (2) 地震統計学的モデルを用いた誘発有感地震発生リスク評価法について検討を行なった。
- (3) 天然ガス地下貯留における誘発有感地震発生リスク評価を実施した。

#### 2. 地熱開発手法に関する研究

開発目的に応じた地熱開発工程を設計可能なツールの開発を開始した。また、地下、地域の特性に応じて総合的にシステム設計を行うための方法論の検討を開始した。

#### 3. 坑井近傍の超高解像イメージング技術の開発

地熱開発における不確定性を低減するために、坑井近傍の透水性き裂検出を実現可能な新たな計測技術に関する研究を実施している。

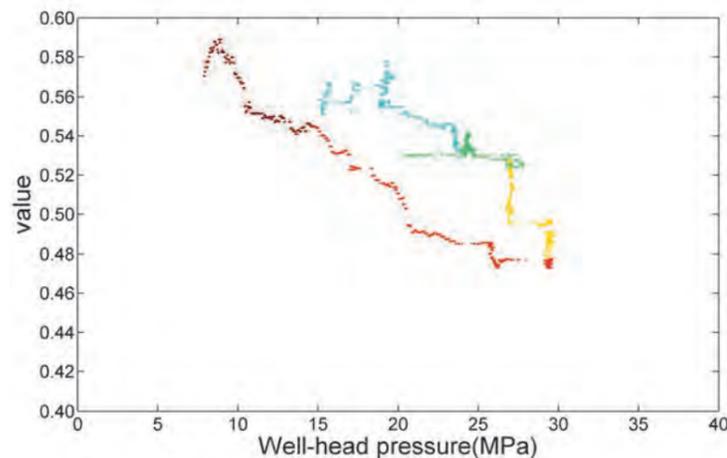
### 国際貢献

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、オーストラリアの企業と連携して、バーゼルおよびクーパー盆地で取得した AE の解析を行っている。また、ドイツ、米国の国立研究所との国際共同研究を行っている。

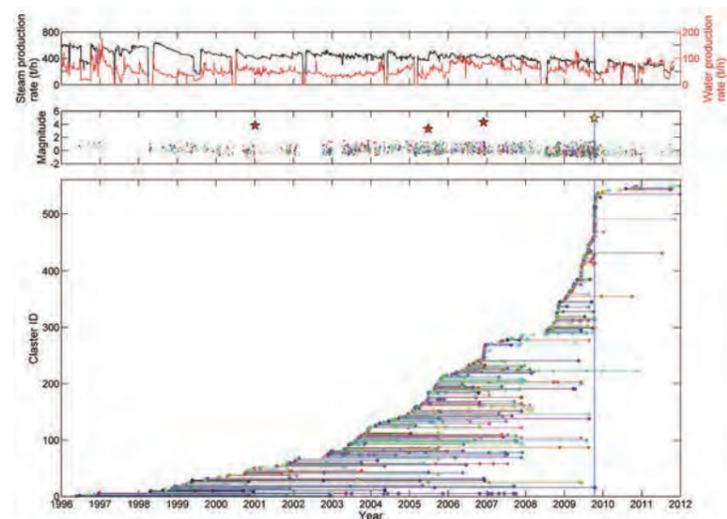
浅沼は2013年1月にバンドン工科大学において微小地震モニタリングに関する集中講義を実施した。

### 社会貢献・社会連携

浅沼: J-DESC 陸上掘削部会執行部委員、紫波町省エネルギーサポートセンター運営検討委員会委員長、環境省地球温暖化対策技術開発等事業「地中熱を利用した空気熱



地震統計学的手法による誘発微小地震発生特性の評価結果



微小地震マルチプレット解析による貯留層モニタリング



客員教授  
浅沼 宏  
Visiting Professor  
Hiroshi Asanuma



客員准教授  
竹内 美緒  
Visiting Associate Professor  
Mio Takeuchi



源ヒートポンプ空調システムの開発及び膨軟化断熱材の開発] 検討委員会委員長、再生可能エネルギー 2014 国際会議組織委員会委員、Japan Formation Evaluation Society Board Member、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、海洋研究開発機構、埼玉県環境科学国際センター、東京大学、九州大学、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

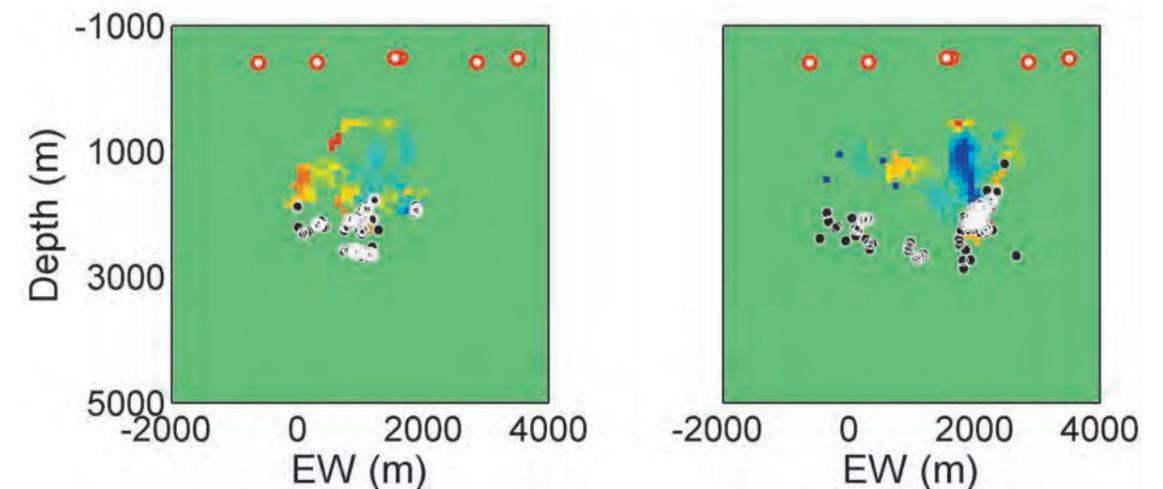
宮城県、仙台市、奥州市

### 小中学校等との連携

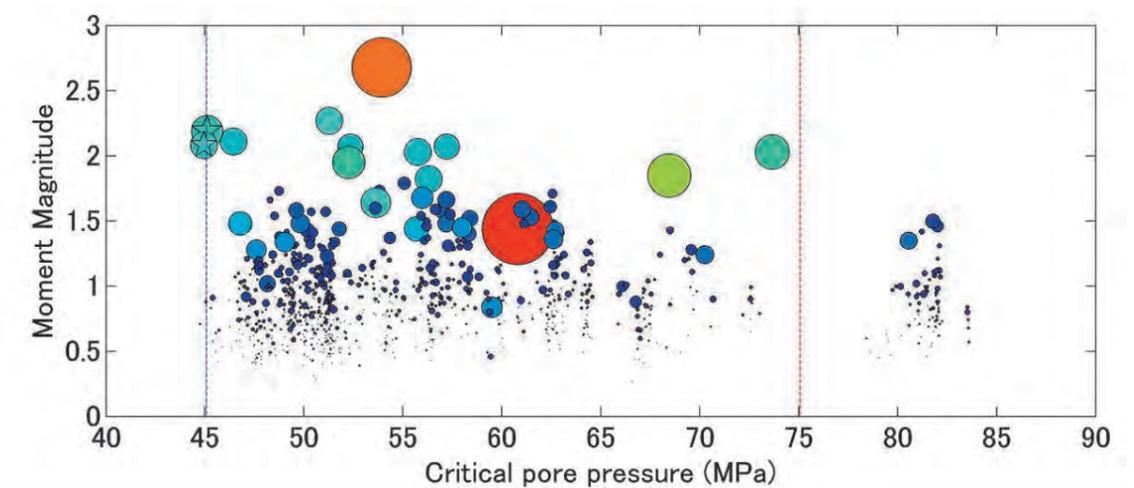
浅沼: 出前授業 (8 回)、公開講座 (3 回)

### 招待講演

浅沼: 4 回



地震波トモグラフィによる貯留層性状変化モニタリング結果



誘発微小地震発生メカニズム解析結果

## 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. We applied the electrochemical cultivation system for a bio-ethanol production from glycerol.

Glycerol is produced as a byproduct in biodiesel fuel (BDF) production. We investigated the conversion activity against crude glycerol, and numerically simulated the performance of ethanol production under continuous cultivation. We investigated their ethanol-producing activity from pure glycerol under high pH conditions. The ethanol conversion ratio (ethanol production/glycerol consumption) was maintained from pH 7 to 9 at approximately 90% for NS-1 strain. A numerical growth simulation for continuous cultivation of ethanol production from crude glycerol was performed using the NS-1 strain. In this simulation, the initial glycerol concentration was assumed to be 50 mM, and maintained at this level while crude glycerol was periodically added. Consequently, the ethanol concentration reached a final level of 600 mM, which is the highest concentration level reported to date.

2. We developed the novel biosensor using nano-micro technology/imunoassay for sensitive analysis of environmental mercury.

We apply the simple analysis for standard environmental samples. First, pressure driven flow control was tested and then, appropriate Solid-phase extraction (SPE) condition was found at optimized flow rate. Next, mercury enrichment by increasing of sample volume applying for SPE was developed. By adding 50 mL of sample solution, 6-fold sensitive detection was achieved compared to no-enrichment experiment. Furthermore, developed simple analysis was applied for standard environmental samples (river water and coal ash). For SPE based mercury extraction, river water spiked with environmental limit level of mercury and elution with coal ash spiked with criterion level of mercury for land filling disposal were prepared and processed. Effluent after SPE was determined by using microfluidic mercury immunoassay. Accordingly, good recovery rate for river water and elution with coal ash were achieved.

1992年にリオデジャネイロ(ブラジル)で開催された“地球サミット”は、我々人間が抱える「環境」の「問題」を認識させ、2つの国際条約(地球温暖化防止枠組み条約、生物多様性条約)を生み出した。20年後の2012年、“国連持続可能な開発会議(リオ+20)”では、グリーン・エコノミーならびに持続可能な開発の組織的フレームワークがキーワードとなり、「環境」の「問題」の具体的な解決に向けての「実現可能な取り組み」についての認識が高まった。

2011年の東日本大震災の以前と以降では、我々が捉える「問題」(論議の対象= issue)の認識が変わった。以前において重要であったもの正しかったものの優先事項が低位に下がり、以降に優先的となった「論点」について明確化と議論が進んだ。「環境」の「問題」の具体的な解決に向けての「実現可能な取り組み」も、震災から3年を経て今「論点」と認識し、議論を進めていく必要性がある。

世界的にも国内的にも、長期的な温室効果ガス(Green House Gases:GHGs)の排出は増加を続けている。温暖化の影響は、もはや避けては通れない。我々はいかに地球温暖化問題に対応するべきか。その対応策の一つとして、再生可能エネルギー(≒新エネルギー)や省エネルギーがあ

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。これまで、再生可能エネの一つバイオマスに関わり、微生物と電気を利用した“電気培養法”を廃棄物系バイオマスからの有用物質生産やエネルギー回収への適用することを最終目標として、その技術的可能性を示してきた。2013年では、“電気培養法”を用いた未利用廃棄物系バイオマス(グリセロール)からのバイオエタノール生産技術の開発と、さらに環境中化学物質の迅速測定技術の開発を進めた。

### 1. 微生物電気培養法を用いた未利用廃棄物系バイオマス(BDF副生グリセロール)からのバイオエタノール生産

植物油からバイオディーゼル燃料(BDF)に変換する際にアルカリ性のグリセロール廃液が副生する。グリセロール廃液は微生物の作用により有用物質へ転換することが可能であり、我々は既にエタノールを生産する新規の微生物2種類を取得することに成功した。実用的なグリセロール廃液の利用においては、アルカリ環境下における微生物のエタノール生産が求められるとともに、連続的培養の際の



客員教授  
渡部 良朋  
Visiting Professor  
Yoshitomo Watanabe



客員准教授  
松本 伯夫  
Visiting Associate Professor  
Norio Matsumoto

エタノール生産性を見積もる必要がある。そこで、エタノール生産微生物のアルカリ環境下でのエタノール生産活性を調査するとともに、連続培養の際のエタノール生産性をシミュレーションにより予測した。

#### (1)エタノール生産微生物のアルカリ環境下でのエタノール生産性調査

所有するエタノール生産微生物(NS-1株、NS-3株)のアルカリ環境下でのエタノール生産活性を調べるため、pH7~9における培養試験を行った。両菌株ともにエタノール生産量はpHの影響を受けず、NS-1株では90%を超える高い変換効率(エタノール生産量/グリセロール消費量)を示した。さらに、NS-1株を使用しpH未調整の不純物を含むグリセロール廃液(pH=9)からのエタノール生産試験を実施したところ、pHを調整した場合(pH=7)と変わらないエタノール生産が認められた。アルカリ環境下でグリセロールからエタノールを生産した報告例はこれまでになく、初めての事例である。

#### (2)微生物反応の数式化による連続培養時のエタノール生産性予測

NS-1株の培養結果を基に微生物反応を数式化し、グリセロール廃液からエタノールを生産する連続培養のシミュレーションを実施した。培養器中のグリセロールがゼロに達した時点で培養液の5%を回収しグリセロール廃液を添加する操作を約500日繰り返すことで、現状の最高値(28.1g/L)に匹敵する約600mM(27.6g/L)のエタノールを定常的に生産可能と予測された。さらに、培養に用いる微生物の密度を10倍に維持することで、定常生産に達するまでの期間を約45日に短縮できると推定された(Fig. 1)。

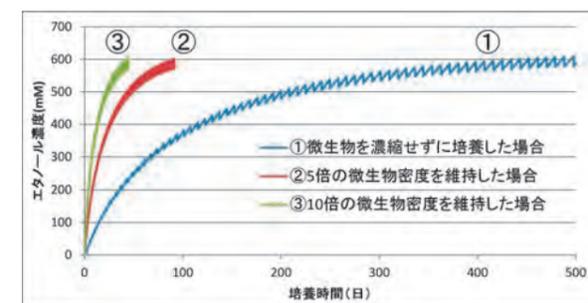


Fig. 1 Continuous ethanol production by NS-1 strain from glycerol-liquid culture simulation results.. (quoted from Matsumoto et al (2013))

## 2. ナノ・マイクロテクノロジー利用生物計測技術の開発と標準環境試料の分析

世界的な水銀規制の強化を受けて、環境中や廃棄物中の水銀を分析する機会が増加しており、測定時間を要する機器分析に加えて、短時間で分析を可能とする簡易分析の実用化が望まれている。そこで、イオン交換樹脂を用いた固相抽出とマイクロ流体デバイスを利用した高感度イムノアッセイに基づく、新しい簡易水銀分析法を構築した(Fig. 2)。この方法についてさらに、環境試料への適用性を評価した。

#### (1) 固相抽出の迅速化と簡易水銀分析の高感度化

固相抽出時の試料送液速度を制御し、水銀に対する選択性を損なわずに操作の迅速化を達成した。さらに、固相抽出時の送液量の増加が、固相への水銀の吸着(濃縮)と検出下限に与える影響について検討した結果、分析感度の大幅な向上を達成した(検出下限値0.12 μg/L)。この分析感度はイムノアッセイに基づく水銀分析法として世界最高値である。

#### (2) 標準環境試料の簡易水銀分析

河川水および石炭灰溶出液に対して、微量の水銀を添加し、改良した簡易水銀分析に供した。その結果、河川水では環境基準値(0.5 μg/L)、石炭灰溶出液では埋立処分判定基準値(5 μg/L)において、試料溶液に含まれる水銀を定量できた。

以上から、本手法は河川水および石炭灰溶出液に対して、基準値付近における優れた分析性能を有することが示された。

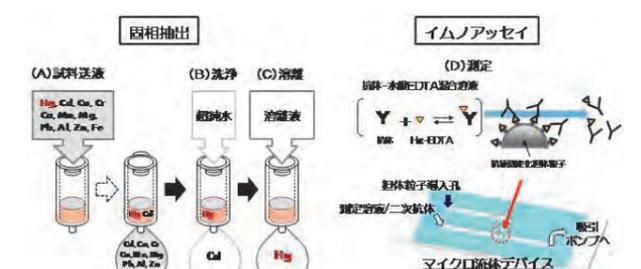


Fig. 2 Simplified mercury ion (Hg<sup>2+</sup>) analytical technique based on solid-phase extraction followed by microfluidic immunoassay. (quoted from Date et al (2013))

## 環境政策技術マネジメントコース

Graduate Course in **Strategic Environmental Management and Sustainable Technology Solutions**

教授 吉岡 敏明  
Professor  
Toshiaki Yoshioka



We have made a clear figure of the styles of living pregnant in mind even under the severe situation of the global environment and have driven for a creation of the nature technology in order to guide technology necessary for it.

The styles of living pregnant in mind were clarified to be composed of convenience, pleasure, nature, self-development and communication with society; also we could demonstrate some possibilities of technique to extract technology from the styles of living drew by the back casting method.

In addition, we are always developing frontier area in advance about environmental leadership, solution creation, social innovation and future sustainable society, inviting new lecturer, being held seminar/ workshop with business person and policy makers from Asia and Europe etc. Our new idea, 90 year old hearing method is spreading to the world now.

### コース概要

本コースは、環境政策・施策の立案並びに戦略構築を行うスキルを持ち、鳥瞰的な視野で指導的な役割を果たす「即実践型環境マネジメント人材の養成を目的とした修士前期2年課程コースである。特にバックキャスト思考の重要性に関して、カリキュラム強化を行っており、より質の高いOJT・PSSへの取り組みを行っている。H25年度は9期生8名の新規入学者があり、6.7.8期生と合わせて社会人19名、学部学生2名が在籍中である。

### カリキュラム・スクーリング

今年は教材映像として木内孝氏及び Patrick D.Cowden 氏の撮影を実施し、講義内容の更新のため阿部博人氏、大和田順子氏の再録を実施した。また、新規講師3名の撮影を進めており、来年度は「サステナブル社会システム論」のカリキュラムにおいて、建築、都市開発、ソーシャルイノベーションを盛り込み先端分野の刷新を実施する。スクーリングでは、e-ラーニング「環境文明論」で公開している安田喜憲教授と石田秀輝教授の対談を再現するという試みで公開討論形式の講義を実施し好評であった。また、Patrick D.Cowden 氏を迎えてワークショップも開催し、SEMSaTの学生以外の参加者を交えて活発なディスカッションが行われた。毎回スクーリングでは講師との懇親会を催しており、現役の8.9期生のスクーリ



SEMSaT Schooling

ング日が重なった合同スクーリングでは、SEMSaTの先輩後輩としてOJT課題やPSSに向けての対策の情報交換などしつつ、後日、調査活動に同行するなどの研究交流も深まっている。



Workshop with Mr. Patrick D. Cowden

### 広報活動

#### ●SEMSaTショートコース(2回/年)

今年度は7月と12月に東北大学東京分室で開催した。SEMSaTカリキュラムの一部を実際に体験してもらうことを目的にしており「もっと本格的に学びたい」「気づき、刺激を受けた」「仕事に役立てたい」という参加者の声が多数寄せられた。また、講義後のワークショップが好評で、講義内容に合わせた課題を参加者は普段の業務内容や立場の違う初対面同士ながら活気に満ちたディスカッションの場となっていた。

#### ●SEMSaTセミナー(2回/年)

開催は今年で15回を数えるが、毎回定員を上回る参加状況である。今年度は1月と7月に東京で開催した。1月は(株)インクルーシブデザイン・ソリューションズの代表取締役社長・井坂智博氏をゲストに迎えて「観察から未来を見通すメガネ」というテーマで、社会的弱者とのワークショップから得たアイデアを「ものづくり」や「組織デザイン」に活用する取り組みについての紹介と議論を行った。7月は環境省の中井徳太郎氏がゲストで「低炭素・循環・自然共生を同時に実現する環境・生命文明社会の創造に向け



教授  
石田 秀輝  
Professor  
Emile. H. Ishida



教授  
谷口 尚司  
Professor  
Shoji Taniguchi



教授  
葛西 栄輝  
Professor  
Eiki Kasai



教授  
藤崎 成昭  
Professor  
Shigeaki Fujisaki



教授  
安田 喜憲  
Professor  
Yoshinori Yasuda



教授  
田中 泰光  
Professor  
Yasumitsu Tanaka



准教授  
古川 柳蔵  
Associate Professor  
Ryuzo Furukawa



准教授  
馬奈木 俊介  
Associate Professor  
Shunsuke Managi



助手  
岡田 宏一  
Research Associate  
Koichi Okada



アシスタント  
金野 徳子  
Assistant  
Noriko Konno

て」というテーマに環境省の進める生命文明社会創成の取り組みと実現のために乗り越える壁について議論した。次回の予定は産学連携推進機構・理事長の妹尾堅一郎氏を迎え「あたらしい産業のかたち」をテーマに開催する。毎回、セミナーの後半にある多種多様なゲストと石田教授との公開討論は好評価を得ており、SEMSaTにおける考え方や認識を広め、新たな視点を取り入れることに役立てている。



SEMSaT short course



SEMSaT seminar

### DESIS Japan会議の開催

DESIS (DEsign for Social Innovation towards Sustainability) は世界規模でサステナブルな社会を作るための社会改革を目的に「デザイン」が持つ重要な役割を認識し組織された世界的なネットワークである。第3回 DESIS Japan 会議が松島で開催され、ソーシャルデザイン、サステナブルデザインといった領域に関心の高い方々の参加が多数あった。石田秀輝教授の基調講演、Miaosen Gong 氏には DESIS の今後の展望について講演を頂き、2つの分科会(1. 90歳ヒアリング、2. レジリエントな(resilient=しなやかで復元力のある)社会)で議論を行い、地元で活躍する2団体からのプレゼンでは「海の盆」(宮城県松島市)から「地元の独自性を創出するために30年振りに地域祭りを復活させた取り組み」、「馬人」(岩手県遠野市)から「馬がもたらす持続可能な社会に必要な機能とそれを活かす取り組み」について発表があった。そして、SEMSaT で発案された「90歳ヒアリング」を世界展開する計画が実行されることになった。



3rd DESIS Japan Forum



### GOOD DESIGN賞の受賞

SEMSaT3期生佐藤哲氏のVPP成果「90歳ヒアリング」とライフスタイルデザイン手法を融合させた町づくり手法が2013年 GOOD DESIGN 賞とBEST100への選出、さらに「グッドデザイン・未来づくりデザイン賞」を受賞した。審査委員からは「日本の良さとそれを感じる心を人々に思い出させる取り組み」「日本の宝になる可能性を感じる」などの高い評価コメントを得た。



GOOD DESIGN AWARD



## 国際エネルギー・資源戦略を立案する 環境リーダー育成拠点 (SERMSS)

Tohoku University Environmental Leadership Program Strategic Energy  
and Resource Management and Sustainable Solutions



Strategic Energy and Resource Management and Sustainable Solutions (SERMSS)–generally referred to as the Environmental Leadership Program (ELP)–was first offered in July 2011 under the auspices of the Graduate School of Environmental Studies (GSES) at Tohoku University, supported by the Strategic Funds for the Promotion of Science and Technology (JST) of the Japan Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology (MEXT). The ELP program seeks to provide students with the knowledge and skills needed to manage global and local environmental issues in the fields of energy, resources, and water environments, from both a practical and international perspective. As of December 2013, 31 students were studying in the Regular Course and 12 had entered and 20 had graduated from the Basic Course. In 2013, there were 15 graduate students (10 Masters and 5 Doctors) in the Regular Course of whom 5 successfully continued onto the Doctoral Course. The program fully met this year's quota for candidates, with a diverse student population hailing from around the world: Algeria, Bangladesh, China, Ecuador, Egypt, Indonesia, Japan, and Philippines. All lectures have been proceeding well. The 5th International Symposium was held in Japan in September with National Cheng Kung University and Chung Hsing University, Taiwan. The 6th International Symposium was held in Indonesia in October with Gadjah Mada University and Bandung Institute of Technology. These symposia featured keynote speeches, student presentations, poster sessions, vivid discussions and field works to get to know the environment through agriculture and forestry in the region. A summer intensive English course and outdoor field study were offered for Master Course and Doctoral Course students during the summer in Nagano. In addition, student domestic fieldwork involved activities in the Tohoku region (observing field work of the production plant and laboratory facilities of natural energy to use geothermal, hot springs, biomass, solar).

A total of 7 classes in the Master Course and 3 classes in the Doctoral Course were provided for the Regular Course; in addition, special lectures and fieldwork were offered. Furthermore, 12 students have participated in either domestic or overseas internships in order to develop their research skills alongside professionals outside the university environment. Classes are in English, and in several courses (including Fundamentals of Sustainability, Environmental Business and Management, Environmental Leadership Seminar, Environmental Leadership Special Training), are given by native English speaking specialists. Both Tohoku University professors and students had opportunities for discussions with them. The ELP also has ongoing cooperative research activities with domestic and overseas professionals including environmental leaders in other organizations.

### 2013年の主な活動 スケジュール(1月~12月)

- 1月 特別講義(安田喜憲東北大学教授・Michael Norton 東北大学教授)  
平成25年度長期コース4月生募集
- 2月 環境リーダープログラム成果発表会
- 3月 特別講義(ダン ビーン氏 ビン・システムズ LLC 社長・青木 正光氏 (社)日本電子 回路工業  
会参事)  
PMSE & PDSE 選考 修了式(学位記伝達式) BULLETIN No.8 発行
- 4月 長期コースオリエンテーション 1学期授業開始
- 5月 BULLETIN No.9 発行
- 6月 特別講義(エチエニケ・ディアズ ラザロ ミゲル東北大学理学博士)
- 7月 特別講義(堀井秀之東京大学教授・今村英明信州大学教授・金放鳴上海交通大学教授・  
任勇翔西安建築科技大学教授・李志華同大学教授)  
環境リーダーセミナー集中講義(長野) 平成25年度長期コース10月生募集
- 8月 環境リーダープログラム成果発表会  
環境リーダー特別研修I集中講義(長野)  
特別講義(彼谷邦光筑波大学教授)
- 9月 北九州市立大学合同シンポジウム&フィールドワーク(南蒲生浄化センター)  
第5回環境リーダー国際シンポジウム(isCEBT2013)  
環境リーダー17大学合同会議参加 外部評価 修了式(学位記伝達式)
- 10月 長期コースオリエンテーション 2学期授業開始 BULLETIN No.10 発行  
第6回環境リーダー国際シンポジウム開催(インドネシア)
- 11月 フィールドワーク(宮城大崎地区・岩手県 自然エネルギー・環境経営農牧)
- 12月 特別講義(石橋純東京大学准教授)

### 学生数(平成25年度)

		修士	博士	合計	備考
在籍者	長期コース	14	17	31	社会人1名(博士)
	基本コース	4	7	11	社会人1名(博士)
	合計	18	23	41	
修了者	長期コース	2	2	4	
	基本コース	3	11	14	
	合計	5	13	18	



Orientation



Special lecture from Mr. Dan Bihn



Prof. John's class



教授 田中 泰光 Professor Yasumitsu Tanaka  
教授 李 玉友 Professor Yu-You Li  
教授 田路 和幸 Professor Kazuyuki Tohji  
教授 高橋 弘 Professor Hiroshi Takahashi  
教授 葛西 栄輝 Professor Eiki Kasai  
教授 石田 秀輝 Professor Emile. H. Ishida



教授 吉岡 敏明 Professor Toshiaki Yoshioka  
教授 藤崎 成昭 Professor Shigeaki Fujisaki  
教授 木村 喜博 Professor Yoshihiro Kimura  
教授 マイケル・ノートン Professor Michael Norton  
准教授 松八重 一代 Associate Professor Kazuyo Matsubae

### 主な成果

#### 国際性 専門性の養成

企業や教育機関で経験・実績のある外国人講師を中心に講義を構成。サステナビリティ概論と環境経営・マネジメント概論は M. Norton 教授、環境リーダーセミナーと環境リーダー特別研修Iは J. Plagens 教授を担当講師として実施。自由闊達な雰囲気の中、英語でのディスカッション、プレゼンテーション、グループワークを組み入れた講義により各学生の備える専門性とコミュニケーション能力を最大限に引き出した。また、環境・文化・時事問題などテーマを定めた特別講義と集中講義を展開し、より高度な専門知識の習得を図った。

#### フィールドワーク及び環境リーダーインターンシップ

定例夏季集中講義(長野)とフィールドワーク(自然教育)を実施した。フィールドワークでは、国外はインドネシアの火山地帯の自然災害、森林経営、沿岸部灌漑農業の現場視察、国内は南蒲生浄化センターにて津波被災後の下水処理状況を視察した他、大崎市鳴子温泉地区では地熱・温泉利用、バイオ利用など自然エネルギー実験場を調査し、岩手県では環境経営、松川地熱発電所の視察を行った。2013年のインターンシップは、12名が海外・国内の企業・研究機関・大学の協力を得て、日本国内の他、中国、イギリス、インドネシア、デンマーク、ドイツ、バングラディッシュ、フィリピン、ブラジル、メキシコで効果的な実践的研修を行った。

#### 環境リーダーシンポジウム及び成果発表会

9月には台湾国立成功大学・国立中興大学等海外大学を東北大学に招き isCEBT 共催第5回国際シンポジウムを実施。また第6回国際シンポジウムは、ガジャマダ大学・バンドン工科大学の共催の下ジョグジャカルタにて開催した。教員の基調講演、学生によるプレゼンテーション、ポスター発表の他、活発な議論や交流会を通じて研究の向上を図り友好を深めた。また、修了生対象に環境リーダー成果発表会を2月(3月修了生対象)と8月(9月修了生対象)に開催し、環境リーダープログラムでの研究活動やインターンシップ報告などの発表会を実施した。

#### 環境リーダー海外オフィス及び協力機関

ガジャマダ大学が新たに海外環境リーダーリエゾンオフィスに加わり、海外オフィスは5箇所となった。インドネシアオフィスや中国オフィスを通じてプログラムに学生が加わり、シンポジウム開催、特別講義実施の他、学術交流や情報交換を活発に行い機能的に運用している。また、海外オフィスだけではなく、国内外の大学・研究機関・企業と連携を深め、インターンシップ、シンポジウム実施などにより国際的環境リーダーの育成に努めている。主な協力機関:DOWA ホールディングス、クボタ株式会社、英国大使館、ProSPER.Net(国連大学)、北九州市立大学、筑波大学など

#### 外部評価会

産官学の有識者による本プログラムの外部評価会を9月に実施し、実績・成果報告の結果「S」評価を受けた。

#### 広報活動

BULLETIN No.8, No.9, No.10 発行

#### ホームページ

<http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/sermss/index.html>



Group work and discussion in class



The 6th International Symposium at Gadjah Mada University, Indonesia



Fieldwork in Yogyakarta



Graduation

## 研究科長戦略支援室の業務内容

### Supporting Environmental Research and Collaborative Projects for an Eco-friendly Future

The GSES Strategy Support Section assists the Dean of the Graduate School's in strategic areas such as acquiring large budget projects and promoting interdisciplinary collaborations between industry, academia, and government. In 2013, in parallel with our routine tasks of supporting international exchanges, matchmaking between basic research and companies, and reporting the GSES's research activities, we also publicized the outcome of the projects we have worked on, and placed a particular focus on assisting exploratory research and development to move to the next stage.

#### 教育支援

教育支援分野においては、研究科の活動の中で年々比率を益す国際的教育カリキュラムの運営に伴う業務を担当し、学生の研究活動や研修の海外での実施や海外研究者・留学生の受け入れを通じて、研究科の「ワールドクラスへの飛躍」に寄与している。2013年の主な活動項目は以下の通りである。

- ・環境リーダープログラム関連業務 (P68～P69 関連報告)
- ・環境マネジメント人材育成プログラム関連業務 (P66～P67 関連報告)
- ・訪日研究者、留学生出入国および在日期间中のサポート
- ・RESO (Regional Environment and Sustainable Development) 教育プログラム運営サポート

#### 研究支援

2012年に文科省の補助事業としてスタートした大型事業「東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト」の2年目の運営 (P72～P73 関連報告) の他、昨年完成した環境科学研究科本館のIT融合によるスマートビル化を次の



Fig.1 設備説明会の様子

ステップへ進めるため、フォーアールエナジー社との協力で電力融通による省エネルギー化実証試験の支援を行った。2013年9月15日～18日にかけて行われた設置工事により、本館屋上には5kWの太陽光発電パネルが設置され、現在2つの研究室に、2台の蓄電システムを通じて電力供給がなされている。このシステムは、2部屋のうちどちらかが設定した負荷電力を越えて電力を使用している場合、もう一つのシステムの余力に応じて電力を融通することで全体としての商業電力を最小化し、個ではなく群でのエネルギー最適化を図るものである。この実証試験により、共同体や地域単位でのスマートなまちづくり推進が期待される。

研究資金獲得のため、下記に示す各種制度の紹介、申請書の内容チェック等の支援を実施した。環境科学研究科、工学研究科の先生を中心に、のべ47件を支援し17件が採択された。今年度も東日本大震災の復興に関する申請が大半を占めた。

- ① JST 関連
  - ・復興促進プログラム (マッチング促進)
  - ・A-STEP 探索タイプ
  - ・A-STEP シーズ顕在化
  - ・産学共同実用化事業
  - ・先端計測・分析技術開発ライフィノベーション領域
- ② 経産省関連
  - ・課題解決型医療機器の開発・改良に向けた病院・企業間の連携支援事業
  - ・ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等支援補助金
  - ・戦略的基盤技術高度化支援事業
  - ・地域中小企業イノベーション創出補助事業
  - ・先端技術実証・評価設備整備費等補助金 (企業等の実証・評価設備等の整備事業)
  - ・NEDO 研究開発費補助金 (ベンチャー企業への実用化助成事業)



特任教授  
霜山 忠男  
Specially Appointed Professor  
Tadao Shimoyama



非常勤講師  
山口 一良  
Adjust Instructor  
Kazuyoshi Yamaguchi



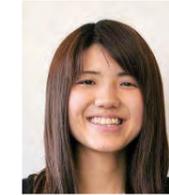
室員  
佐々木 三知子  
Clerical Assistant  
Michiko Sasaki



室員  
佐々原 裕子  
Research Support Officer  
Yuko Sasahara



室員  
早川 昌子  
Clerical Assistant  
Masako Hayakawa



室員  
保手濱 菜津希  
Clerical Assistant  
Natsuki Hotehama

#### ③ その他

- ・新技術開発財団東日本大震災復興支援特定研究助成 2013
- ・セコム科学技術振興財団研究助成

また、産学連携推進のために4件のマッチングを行った。企業からのニーズは4件で、このうち1件は共同での研究資金獲得に繋がった。

#### 社会貢献支援

科学コミュニケーションの推進や、研究成果の還元、また、学外研究者や環境活動家と学内者との知的交流促進の



Fig.2 第27回環境フォーラム

ため、環境フォーラムや講演会の運営、研究科施設の見学対応、広報物や出版物の作成ならびにウェブによる情報発信を引き続き実施した。

環境フォーラムや講演会は、2月27日に外務省の協力により国際再生エネルギー機関 (IRENA) の専門家を招いて実施した第27回環境フォーラムをはじめとした計4回のイベントを戦略室で運営した。

施設見学対応としては、竣工4年目を迎えたエコラボに加え、昨年IT融合スマートビルDC/ACハイブリッド制御システム施設として完成した本館が対象として加わった。本研究科の自然エネルギー活用システムとエネルギーマネジメントシステムは既に内外に知られており、2013年は理科教員や自治体の環境分野担当者の研修、また、学生の授業の一環として見学に訪れる例が多く見られた。2013年の見学者総数は423名であった。

また、宮城県との連携協定に基づき、小学生を対象とした環境教育のための冊子「みどりの小道」(宮城県環境政策

課発行)の制作協力を本年も行った。宮城県ではこの冊子を用いて県内小学校に出前事業を行っており、冊子を活用した学生の環境行動は「エコプロダクツ東北」において発表・表彰される。本年の冊子発行部数は4,000部である。



Fig.3 エコラボ見学の様子



Fig.4 IT融合スマートビルDC/ACハイブリッド制御システム施設見学の様子



Fig.5 みどりの小道2013年版

# 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

We are developing the next generation energy, such as ocean, microalgae, and solar renewable energy and an energy management system (EMS) that integrate this kind of energy and mobility.

We transmit this information to the world. The goal of the "Tohoku Recovery Next-generation Energy Research and Development Project" is to create measures and solutions to build a society using those energies. The "Tohoku University Graduate School of Environmental Studies" was given a grant from the Ministry of Education and started the project in September 2012. We and relevant departments of Tohoku University lead other five national and private universities, such as Tokyo University, as well as five municipalities including Sendai City. This project has been given the status as one of the eight major "Environmental Energy Project" making Tohoku University the base of the Reconstruction effort after the disaster. In the two years since being established, each of the project's three tasks have collected basic data and made testing machines to conduct demonstration in the disaster stricken areas. In the process, relationship between local governments and the people in their communities have deepened.

海洋エネルギー、微細藻類、太陽光などの再生可能エネルギーを中心とする次世代エネルギーならびにエネルギーとモビリティを統合するエネルギーマネジメントシステム(EMS)を開発して世界に発信する。また、これらを用いた社会構築のための方策と解決策を目指すのが「東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト」である。環境科学研究科が文部科学省の補助を得、本学の関係部局とともに東京大学などの5つの国公立大学ならびに仙台市をはじめとする5自治体の中心となって2012年9月にスタートさせたこのプロジェクトは、東北大学復興アクションの基幹をなす8プロジェクトの1つ「環境エネルギープロジェクト」としても位置づけられ、全学的にも重要性を有している。発足2年目を迎えた今年は、プロジェクトを構成する3つの課題それぞれにおいて自治体や地域住民との共同を深めながら、被災地での実証へ進むための基礎データ収集や試験機制作を行った。以下にプロジェクト全体としての活動状況ならびに主要課題の平成25年度の成果を概括する。

## プロジェクト全体の活動

本プロジェクトは、農学、工学、化学、建築学といった多様な背景を有する研究者の共同により実施されている。そうした研究者間の相互理解を図ると同時に、プロジェクトの実施内容を一般に広め、進みつつある再生可能エネルギー開発をアピールするため、2013年は国際シンポジウムを2回、プロジェクト全体についてのフォーラムを2回、実証試験地での個別課題に関するフォーラムを2回実施すると共に、環境系・産業系展示会に3回出展し、積極的な広報活動を行った。被災の経験を活かし、自然エネルギーの利活用を進める本プロジェクトの実施内容は訴求力のあるテーマであり、シンポジウムおよびフォーラムへの参加

者数はのべ600名を数えている。現在は、一般的に知られることの少ない大学内での研究開発を記録しプロジェクトのさらなる周知を図るべく、各課題が実施している開発状況を研究者へのインタビューを交えて映像化し、ウェブを通じて公開する準備を進めている。



Fig.1 第1回国際シンポジウムの様子

## 主要課題の進捗

本プロジェクトで開発を進める自然エネルギーは、波力、潮流、微細藻類、太陽光、バイオマス、温泉熱、小水力、地中熱である。久慈市ならびに塩竈市において、地元企業を中心に製作する発電機器による波力・潮流発電の実現を目指す課題1(東大)では、海域の水深や波浪を観測して設置場所を選定すると共に、漁業関係者との調整を行いながら、次年度以降の発電装置制作設置のためのベンチ試験装置の開発を行った。

津波被害からの復興を目指す仙台市南蒲生浄化センターにおいて、微細藻類を利用した下水からのオイル産出システムを確立し、下水を材料にエネルギーを生産するという



Fig.2 波力発電ベンチ試験装置(東京大学生産技術研究所千葉実験場)



Fig.3 塩竈市浦戸諸島に設置予定の潮流発電装置



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(兼務)  
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  
平野 伸夫  
Assistant Professor  
Nobuo Hirano



助教  
吉田 友美  
Assistant Professor  
Yumi Yoshida



助手  
三ヶ田 伸也  
Assistant  
Shinya Mikata



助手  
物部 朋子  
Research Associate  
Tomoko Monobe



研究支援者  
篠原 章太郎  
Research Support Officer  
Shotaro Shinohara



事務補佐員  
日下 房子  
Clerical Assistant  
Fusako Kusaka



事務補佐員  
齋藤 智子  
Clerical Assistant  
Tomoko Saito



事務補佐員  
吉田 和美  
Clerical Assistant  
Kazumi Yoshida

新しい下水処理モデルの実現を目標とする課題2(筑波大・東北大工学)では、下水による藻類培養ならびに藻体からのオイル抽出、オイル利用に必要な化学的装飾のための基礎実験を行い、実用化に向けての知見を蓄積した。また、浄化センター内に実験設備を設置し、プラント実現に向けての一步を踏み出している。



Fig.4 仙台市南蒲生浄化センターの実験室

東北の豊富な温泉資源を活用し、周辺地域へのエネルギー供給と地産産業の活性化を図るのが課題3-7(東北大環境科学)である。この課題では大崎市の中山平地区を実証フィールドとし、温泉熱を利用するバイナリ発電方式の試験発電装置を開発設置した。同時に、蒸気のフラッシュを付加的に発電に利用するため、1kWクラスのコンパインド型発電システムを製作し、温泉熱の有効利用に努めている。これらの装置を基にしたエネルギーパークを次年度以降に整備し、エネルギーの地産地消を実現させると共に、スマートアグリシステムの導入ならびにエコツアーや環境教育への活用で地域振興を目指す。



Fig.5 中山平地区で開発したバイナリ発電装置

自然エネルギーの出力安定化と輸送のために本プロジェクトでは電気自動車(EV)を「移動する蓄電池」として利用する。系統に依存しないエネルギー融通システムを開発することで、自然エネルギーの系統への逆流による電力の品質低下を回避し、さらに災害時の自立電源を確保するこ

とができる。しかしEVは普及途上にあり、地域を覆うEV交通網の構築のためには、ガソリン車とは異なるEVの特性を把握し、運転者への情報提示や誘導の方法など多くの問題を検討する必要がある。このような研究開発を遂行するのが課題3-4(東大・東北大NICHe)である。課題3-4では、実走行によるEV特性データ収集・分析を行うと共に、平時・災害時を問わずに運転者を誘導するシステムの開発のため、被災地の映像を利用したシミュレーション装置の開発を進めた。来年度には青葉山キャンパスや石巻市で走行実験が開始される予定である。



Fig.6 構築中のシミュレーター

プロジェクト課題により開発された自然エネルギーの拠点とエネルギー輸送のEV網は、最終的には課題3-1(東北大環境科学)で開発する地域全体のエネルギー管理システムにより統合される。課題3-1では、エコラボや研究科本館で実証実験中である「IT融合」の知見と技術をさらに進め、複数拠点間で電力を融通するシステムを仙台駅東口のTBCハウジングステーションに設置し実証実験を開始した。また、石巻市では鹿妻小学校に続き、石巻ひがし保育園に太陽光発電パネルと蓄電池、それらを一括管理するEMSを設置し、公共施設用EMSの実証実験を行っている。プロジェクト発足からこれまでの業績に対して、石巻市から感謝状が贈られている。



Fig.7 複数住宅共有システムの見える化ディスプレイ

# 業績レポート

## 基幹講座

### 都市環境・環境地理学講座

#### 分散エネルギーシステム学分野

##### 【論文】

- Electronic Structures of LaCoO<sub>3</sub>-Based Oxides Studied by Soft X-ray Absorption Spectroscopy under Controlled Temperatures and Oxygen Partial Pressures. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 2051-2056] R. Oike, K. Amezawa, Y. Tamenori, K. Yashiro, T. Nakamura, and T. Kawada
- The Effect of Cation Substitution on Chemical Stability of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-d</sub> - Based Mixed Conductors. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 2041-2049] F. Wang, T. Nakamura, K. Yashiro, J. Mizusaki, and K. Amezawa
- Cathodic Reaction of Perovskite Oxide Electrodes on a Proton Conducting Electrolyte. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1985-1992] K. Suzuki, S. Hashimoto, K. Yashiro, K. Amezawa, and T. Kawada
- Direct Evaluation of Oxygen Chemical Potential Distribution in an SOFC Cathode by In Situ X-Ray Absorption Spectroscopy. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1925-1932] Y. Fujimaki, H. Watanabe, Y. Terada, T. Nakamura, K. Yashiro, S. Hashimoto, T. Kawada and K. Amezawa
- Oxygen Nonstoichiometry and Electrochemical Properties in a Thin Film of Nickel Substituted Lanthanum Cobaltite for SOFCs. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1893-1899] Y. Uzumaki, S. Hashimoto, T. Nakamura, K. Yashiro, K. Amezawa, T. Kawada
- Electrochemical Performance and Reaction Mechanism of LaNi<sub>0.6</sub>Fe<sub>0.4</sub>O<sub>3-d</sub> - Ce<sub>0.9</sub>Gd<sub>0.1</sub>O<sub>1.95</sub> Composite Electrode for Solid Oxide Fuel Cell. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1873-1878] R. A. Budiman, S. Hashimoto, K. Yashiro, K. Amezawa, and T. Kawada
- The Effect of Coexisting Oxides upon Carbon Formation on Ni Surface. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1571-1576] Taiki Shindo, Satoshi Watanabe, Shin-ich Hashimoto, Keiji Yashiro, Tatsuya Kawada, Takaaki Taniguchi, Takao Kudo, and Yasushi Sato
- Oxygen Nonstoichiometry of Ce<sub>0.6</sub>La<sub>0.4</sub>O<sub>2-d</sub>. [ECS Transactions, 57(1), (2013), 1125-1133] H. Sato, S. Hashimoto, T. Nakamura, K. Yashiro, K. Amezawa, and T. Kawada
- Reducing the chemical expansion coefficient in ceria by addition of zirconia. [ENERGY & ENVIRONMENTAL

SCIENCE, 6(4), (2013), 1142-1146] S.R.Bishop, D.Marrocchelli, W. Fang, K. Amezawa, K. Yashiro, G.W. Watson

- Oxygen nonstoichiometry and thermo-chemical stability of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>CoO<sub>3-d</sub>. [Journal of Solid State Chemistry, 197, (2013), 38-45] M. Kuhn, S. Hashimoto, K. Sato, K. Yashiro, J. Mizusaki
- Oxygen Nonstoichiometry and Thermo-Chemical Stability of Perovskite-Type La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>1-y</sub>Fe<sub>y</sub>O<sub>3-d</sub> (y = 0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1) Materials. [JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, 160(1), (2013), F34-F42] M. Kuhn, Y. Fukuda, S. Hashimoto, K. Sato, K. Yashiro and J. Mizusaki

##### 【著書】

- 第6版 電気化学便覧. [丸善出版, (2013)] 水崎純一郎, 八代圭司

#### 自然／人間環境地理学分野

##### 【論文】

- 東日本大震災が大学・学会に問い掛けたもの：被災地の大学・学会の視点から. [地球環境, 18(1), (2013), 91-98] 境田清隆
- 水資源管理と輸出野菜生産—ケニア中央部の小農による欧州向け契約栽培. [資源と生業の地理学(横山智編, 海青社), (2013), 245-269] 上田元
- Local lacunarity Analysis of Agricultural Landscape Image in Northeastern Tanzania. [Global Geospatial Conference 2013 (GSDI Conference Proceedings), (2013)] Gen Ueda
- 内蒙古自治区中部農村における農業経営の変容とその特性. [福島大学経済学会商学論集, 81, (2013), 89-108] 関根良平, 蘇德斯琴, 小金澤孝昭
- 福島県産農産物における風評被害—卸売市場と小売業者の動向—.[地理, 58(1), (2013), 99-109] 関根良平, 日高良友, 多田忠義

##### 【著書】

- 日本の米どころ東北地方[帝国書院 地理シリーズ 日本のがた 6 東北地方(千葉昭彦ほか編, 帝国書院, 2013) 20-29] 関根良平

#### 都市・地域環境システム学分野

##### 【論文】

- Microbial community shifts and conversion computation during steady, inhibited and recovered stages of

thermophilic methane fermentation of chicken manure with a wide variation of ammonia. [Bioresource Technology, 143, (2013), 223-233] Qigui Niu, Hong Qiang, Wei Qiao, Yu-You Li

- Effect of mixing driven by siphon flow: parallel experiments using the anaerobic reactors with different mixing modes. [Energies, 6, (2013), 4207-4222] Takuro Kobayashi, Ya-Peng Wu, Kai-Qin Xu, Yu-You Li
- Characterization of controlled low-strength material obtained from dewatered sludge and refuse incineration bottom ash: Mechanical and microstructural perspectives. [Journal of Environmental Management, 129, (2013), 183-189] Guangyin Zhen, Xueqin Lu, Youcai Zhao, Jing Niu, Xiaoli Chai, Lianghu Su, Yu-You Li, Yuan Liu, Jingru Du, Toshimasa Hojo, Yong Hu
- Effect of temperature and temperature shock on the stability of continuous cellulosic-hydrogen fermentation. [Bioresource Technology, 142, (2013), 304-311] Samir I. Gadaw, Hongyu Jiang, Ryoya Watanabe, Yu-You Li
- UASB performance and electron competition between MPB and SRB in treating sulfate-rich wastewater containing ethanol and acetate. [Bioresource Technology, 137, (2013), 349-357] Zhaqian Jing, Yong Hu, Qigui Niu, Yuyu Liu, Yu-you Li, Xiaochang Wang
- Mesophilic methane fermentation of chicken manure at a wide range of ammonia concentration: stability, inhibition and recovery. [Bioresource Technology, 137, (2013), 358-367] Qigui Niu, Wei Qiao, Hong Qiang, Toshimasa Hojo, Yu-You Li
- Cellulosic hydrogen production and microbial community characterization in hyper-thermophilic continuous bioreactor. [International Journal of Hydrogen Energy, 38(18), (2013), 7259-7267] Samir I. Gadaw, Hongyu Jiang, Toshimasa Hojo, Yu-You Li
- 汚水土地処理系统中管网铺设率对留态的影响与CFD模拟. [环境科学学报, 33(5), (2013), 1298-1305] 戚伟康, 郭一令, 薛梅, 李玉友
- Innovative combination of electrolysis and Fe (II)-activated persulfate oxidation for improving the dewaterability of waste activated sludge. [Bioresource Technology, 136, (2013), 654-663] Guangyin Zhen, Xueqin Lu, Yuyou Li, Youcai Zhao
- Hydraulic characteristics simulation of an innovative self-agitation anaerobic baffled reactor (SA-ABR). [Bioresource Technology, 136, (2013), 94-101] Wei-Kang Qi, Toshimasa Hojo, Yu-You Li
- UASB 启动及不同浓度垃圾渗滤液的处理效果. [环境工程学报, 7(5), (2013), 1621-1626] 刘子旭, 孙力平, 李玉友, 邱春生, 朱永强
- サイフォン式無動力攪拌のメタン発酵に及ぼす効果—異なる攪拌方式の比較実験. [環境技術, 42(5), (2013), 291-299] 呉亜鵬, 小林拓朗, 徐開欽, 李玉友
- 紅霉素对产甲烷菌的抑制及其驯化. [环境科学, 34(4), (2013), 1540-1544] 刘子旭, 孙力平, 李玉友, 邱春生
- Trace metals requirements for continuous thermophilic

methane fermentation of high-solid food waste. [Chemical Engineering Journal, 222, (2013), 330-336] Hong Qiang, Qigui Niu, Yongzhi Chi, Yuyou Li

- 下水処理水に含まれるメタンおよび亜酸化窒素の排出量に占める溶存態成分の割合. [用水と廃水, 55(3), (2013), 227-234] 増田周平, 佐野慈, 李玉友, 西村修
- Characteristics of an A2O-MBR system for reclaimed water production under constant flux at low TMP. [Journal of Membrane Science, (431), (2013), 156-162] Yisong Hu, Xiaochang C. Wang, Yongmei Zhang, Yuyou Li, Hua Chen, Pengkang Jin
- Removal of emulsion oil from oilfield ASP wastewater by internal circulation flotation and kinetic models. [Chemical Engineering Science, 91, (2013), 122-129] Wei-Kang Qi, Zhong-Chen Yu, Yu-Yu Liu, Yu-You Li
- The effects of country-level population policy for enhancing adaptation to climate change. [Hydrology and Earth System Sciences, 17(11), (2013), 4429-4440] N. K. Gunasekara, S. Kazama, D. Yamazaki, T. Oki
- Short-term river response and restoration of biological diversity following slit construction. [Journal of Hydro-environment Research, 7(3), (2013), 161-173] Ji Hyun Kang and So Kazama
- Projection of extreme-rainfall-induced landslide in Thailand (in Thai). [Proceedings of The 5th Natural Convention on Water Resources Engineering (in Thai), 5(155), (2013), 1-8] Vanvisa Mama, Naotatsu Inoue, Chaiwat Ekkawatpanit, Phonchai Klinkhachorn, Somkid Saphaokham, Thattanaporn Khomsri, Kanokporn Boochabun, Teerawat Senahan, Keisuke Ono, So Kazama, Daisuke Komori
- An investigation of extreme daily rainfall in the Mekong River Basin using a gridded precipitation dataset. [Hydrological Research Letters, 7(3), (2013), 66-72] Keisuke Ono, So Kazama, Luminda Niroshana Gunawardhana, Koichiro Kuraji
- Spatial - temporal distribution of waterborne infectious diseases risk. [River Systems, 20(3-4), (2013), 185-196] Ayako Amano, Taisuke Sakuma, So Kazama and Luminda Niroshana Gunawardhana
- Temporal glacier area changes correlated with the El Niño/La Niña Southern Oscillation using satellite imagery. [Hydrological Research Letters, 7(2), (2013), 18-22] Kairi Morizawa, Yoshihiro Asaoka, So Kazama and Luminda Niroshana Gunawardhana
- Evaluation of the inequality of water resources. [Water Management, Proceedings of the institution of Civil Engineers, 165(WM1), (2013), 1-12] Chaiwat Ekkawatpanit, So Kazama, Masaki Sawamoto and Sarukkalgie Priyantha Ranjan
- Estimation of glacier melt in the tropical Zongo with an enhanced temperature-index model. [Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), 69(4), (2013), I\_187-I\_192] Pablo FUCHS, Yoshihiro ASAOKA, So KAZAMA

- 衛星画像とアルベド実測値を併用した氷河域のアルベド推定. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_427-I\_432] 森澤海里, 朝岡良浩, 風間聡
- 夏季涵養型水河の熱収支特性と積雪の影響 - アンデス熱帯水河の事例 -. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_427-I\_432] 朝岡良浩, 山崎剛, 宮田俊介, 風間聡, Edson RAMIREZ
- メコン河氾濫原における栄養塩の季節変化と肥沃効果の評価. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_499-I\_504] 天野文子, 風間聡
- 統計的および力学的解析手法を用いた豪雨時の表層崩壊危険度評価. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_925-I\_930] 小野桂介, 風間聡
- 分布型流出・水温モデルを使用した水生昆虫の生息環境評価. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_1255-I\_1260] 高瀬陽彦, 糠澤桂, 風間聡, 渡辺幸三
- 水温が源流域の水生昆虫に与える影響. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_1279-I\_1284] 新井涼允, 糠澤桂, 風間聡
- HSI種多様性に基づく流域の遺伝的多様性空間分布の予測. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_1303-I\_1308] 糠澤桂, 風間聡, 渡辺幸三
- 極値降雨と極値流出の関係に基づいた洪水被害分布推定. [土木学会論文集中集B1(水工学), 69(4), (2013), I\_1603-I\_1608] 手塚翔也, 小野桂介, 風間聡
- Long-term analysis of evapotranspiration over diverse land use area in northern Thailand. [Hydrological Research Letters, (2014)] Wonsik Kim, Daisuke Komori and Jaeil Cho
- チャオプラヤ川における水害とその社会適応に関する学際踏査研究 その2 - 地方行政・地方自治行政の災害対応についての基礎調査 -. [生産研究, 65(4), (2013)] 川崎昭如, 小森大輔, 森田敦郎
- チャオプラヤ川の学際踏査研究 その1 - パサック川の水害実態に関する調査報告 -. [生産研究, 65(4), (2013), 201-205] 小森大輔, 川崎昭如, 森田敦郎
- 2011年タイ王国チャオプラヤ川洪水における水文及び氾濫の状況. [水文・水資源学会誌, 26(1), (2013), 38-46] 中村晋一郎, 小森大輔, 木口雅司, 西島亜佐子, 山崎大, 鈴木聡, Jeanne FERNANDEZ, 梯滋郎, Cherry MATEO, 岡根谷実里, 恒川貴弘, 湯谷啓明, 川崎昭如, 沖一雄, 沖大幹
- Difference in the Priestley-Taylor coefficients at two different heights of a tall micrometeorological tower. [Agriculture and Forest Meteorology, 180, (2013), 97-101] Jaecil Cho, Wonsik Kim, Shin Miyazaki, Daisuke Komori, Hyungjun Kim, Kyung-Soo Han, Shinjiro Kanae, Taikan Oki
- Application of the Probability Evaluation for the Seasonal Reservoir Operation on Flood Mitigation and Water Supply in the Chao Phraya River Watershed, Thailand. [Journal of Disaster Research, 8(3), (2013), 432-446] Daisuke Komori, Cherry May Mateo, Akane Saya, Shinichiro Nakamura, Masashi Kiguchi, Phonchai Klinkhachorn, Thada Sukhapunphan, Adisorn Champathong, Kimio Takeya, and Taikan Oki

- A simulation study on modifying reservoir operation rules: tradeoffs between flood mitigation and water supply. [IAHS Publication, 362, (2013), 33-40] CHERRY MAY R. MATEO, NAOTA HANASAKI, DAISUKE KOMORI, KEI YOSHIMURA, MASASHI KIGUCHI, ADISORN CHAMPATHONG, DAI YAMAZAKI, THADA SUKHAPUNNAPHAN, and TAIKAN OKI
- Future projection of mean river discharge climatology for the Chao Phraya River basin. [Hydrological Research Letters, 7(2), (2013), 36-41] Adisorn Champathong, Daisuke Komori, Masashi Kiguchi, Thada Sukhapunphan, Taikan Oki and Tosiyuki Nakaegawa
- タイ東北部山間・農村地域の災害情報伝達手段におけるSMSの導入可能性に関する調査分析. [地域安全学会論文集中集, 19, (2013)] 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 近藤伸也, 小森大輔, アディソン・サンタラック
- チャオプラヤ川の学際踏査研究 その3 - 流域社会と灌漑システムの変遷に関する予備的考察 -. [生産研究, 65(4), (2013), 211-216] 森田敦郎, 小森大輔, 川崎昭如
- タイ王国の山間・農村地域における携帯電話を活用した災害情報伝達手段に関する検討. [地域安全学会論文集中集, 21, (2013)] 小高暁, 川崎昭如, 大原美保, 小森大輔, ニンワット・サラワット
- 確率評価を用いた洪水緩和と水資源確保を考慮した季節スケールでの大ダム貯水池操作の検討. [第21回地球環境シンポジウム講演集, (2013), 115-126] 小森大輔, Cherry May Mateo, 佐谷茜, 中村晋一郎, 木口雅司, Phonchai Klinkhachorn, Thada Sukhapunphan, Adisorn Champathong, 竹谷公男, 沖大幹
- Long-term stability of thermophilic co-digestion submerged anaerobic membrane reactor encountering high organic loading rate, persistent propionate and detectable hydrogen in biogas. [Bioresource Technology, 149, (2013), 92-102] Wei Qiao, Kazuyuki Takayanagi, Mohammad Shofie, Qigui Niu, Yu-You Li
- Thermophilic anaerobic digestion of coffee grounds with and without waste activated sludge as co-substrate using a submerged AnMBR: System amendments and membrane performance. [Bioresource Technology, 150, (2013), 249-258] Wei Qiao, Kazuyuki Takayanagi, Mohammad Shofie, Qigui Niu, Yu You Li
- Inhibitory effects of a shock load of Fe (II) -mediated persulfate oxidation on waste activated sludge anaerobic digestion. [Chemical Engineering Journal, 233, (2013), 274-281] Guangyin Zhen, Xueqin Lu, Jing Niu, Lianghu Su, Xiaoli Chai, Youcai Zhao, Yu-You Li, Yu Song, Dongjie Niu,
- Hydraulic analysis of an upflow sand filter: Tracer experiments, mathematical model and CFD computation. [Chemical Engineering Science, 104, (2013), 460-472] Wei-Kang Qi, Yi-Ling Guo, Mei Xue, Yu-You Li,
- 浸漬型嫌気性膜分離法(SAMBR)を用いたSS含有人工下水の処理特性と微生物群集構造解析. [水環境学会誌, 36(6), (2013), 157-164] 渡邊亮哉, 高橋慎太郎, 砂庭崇之, 若原慎一郎, 李玉友.

- 有機合成化学工場廃水のUASB処理に及ぼすCOD/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比の影響. [水環境学会誌, 36(6), (2013), 165-173] 胡勇, 荆肇乾, 須藤裕太, 北條俊昌, 李玉友.
- 高濃度鶏糞のメタン発酵におけるアンモニア阻害と発酵温度の影響. [土木学会論文集中集G(環境), 69(7), (2013), III\_615-III\_621] 北條俊昌, 牛啓桂, 喬瑋, 李玉友.
- 活性汚泥と消化汚泥を用いたAnammoxグラニューールの培養および阻害因子の解析. [土木学会論文集中集G(環境), 69(7), (2013), III\_515-III\_522] 張彦隆, 牛啓桂, 李玉友.
- コーヒーかすの高温嫌気性膜分離法によるメタン発酵. [土木学会論文集中集G(環境), 69(7), (2013), III\_589-III\_595] 高柳和幸, 喬瑋, 李玉友, 山岸哲, 大坂典子.
- 浸漬型膜分離嫌気性処理による調味廃液の低負荷処理と水質向上. [用水と廃水, 55(12), (2013), 46-53] 若原慎一郎, 高橋慎太郎, 李玉友.

#### 【著書】

- 全世界の河川事典. [丸善出版, (2013)] 高橋裕編集委員長編
- 最前線の研究者たちに聞く— 地球温暖化研究のフロンライン. [国立環境研究所, (2013)] 風間聡, 他
- タイ2011年大洪水. [(2013)] 玉田芳史, 他, 編

#### 【総説・解説】

- 巻頭インタビュー:水素・メタン発酵プロセスによる生ごみ等の廃棄物処理. [環境施設, (133), (2013), 2-10] 李玉友
- 震災復興の経験から下水道インフラのあり方を考える. [用水と廃水, 55(6), (2013), 399] 李玉友
- メタン発酵によるバイオディーゼル燃料由来の廃グリセリンの利用. [用水と廃水, 55(3), (2013), 215-226] 渡邊亮哉, 多田千佳, 中井裕, 李玉友
- 2011年タイ国チャオプラヤ川流域で発生した洪水災害の水文学的特徴. [北海道地区自然災害科学センター報告, (2013)] 小森大輔, 山田朋人
- 嫌気性膜分離法による下水処理技術の現況と課題. [用水と廃水, 55(12), (2013), 31-45] 渡邊亮哉, 若原慎一郎, 李玉友.
- メタン発酵とグリーンガス. [神鋼環境ソリューション技術報, 10(1), (2013), 1] 李玉友

## 国際環境・地域環境学講座

### 環境・エネルギー経済研究分野

#### 【論文】

- The Effect of Trade Openness on Deforestation: Empirical Analysis for 142 Countries. [Environmental Economics and Policy Studies, (2014)] Tsurumi, T., Managi, S.
- Indian Bank Efficiency and Productivity Changes with Undesirable Outputs: A disaggregated approach. [Journal of Banking and Finance, 38(1), (2014), 41-50] Fujii, H., S. Managi., M. Matousek.

- Efficiency or Technology Adoption: A Case Study in Waste- Treatment Technology. [Resource and Energy Economics, (2014)] Managi, S., Hibiki, A., and Shimane, T.
- Determinants of Trade in Recyclable Wastes: Evidence from Commodity-Based Trade of Waste and Scrap. [Environment and Development Economics, (2014)] Higashida, K., Managi, S.
- Demand for Ecolabeled Seafood in Japanese Market: A Conjoint Analysis of the Impact of Information and Interactions with Other Labels. [Food Policy, 44(1), (2014), 68-76] Uchida, H., Y. Onozaka, T. Morita, and S. Managi.
- Estimates of Lost Material Stock of Buildings and Roads Due to the Great East Japan Earthquake and Tsunami. [Journal of Industrial Ecology, (2014)] Taniakwa, H., S. Managi, and C. Lwin.
- Public and Private Mitigation for Natural Disasters in Japan. [International Journal of Disaster Risk Reduction, (2014)] Iwata, K., Y. Ito, and S. Managi.
- French Nuclear Electricity Plants: Productivity and Air Pollution. [Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, (2014)] Barros, C.P., S. Managi, and S. Kaneko
- Productivity Change of UK Airports. [International Journal of Logistics Economics and Globalisation, (2014)] Barros, C.P. and S. Managi.
- Water Use and Wastewater Discharge of Industrial Sector in China. [International Journal of Ecological Economics & Statistics, 32(1), (2014), 33-34] Yagi, M., S. Managi and S. Kaneko, S.
- 原子力発電 英国で始まった電力市場改革 原発に固定価格買い取り制度を導入. [週刊エコノミスト, (2013), 36-38] 馬奈木俊介
- 自然災害の経済学—東日本大震災から何を学ぶか—. [経済セミナー, (2013)] 齊藤誠・馬奈木俊介・山内直人・山本勲×佐藤嘉倫・中室牧子・瀧川裕貴
- エネルギー 電力の次はガス: 自由化 新規参入を促す緩和が必要. [週刊エコノミスト, 91(19), (2013), 80-81] 馬奈木俊介
- 炭素制約下の生産性分析. ガス事業研究会報告書. [ガス事業研究会報告書, (2013)] 馬奈木俊介
- Willingness-to-pay for Infrastructure Investments for Alternative Fuel Vehicles. [Transportation Research Part D: Transport and Environment, 18(1), (2013), 1-8] Ito, N., K. Takeuchi, S. Managi
- A Tradable Permit System in an Intertemporal Economy. [Environmental and Resource Economics (forthcoming), (2013)] Akao, K., S. Managi.
- Measuring Productivity Gains from Deregulation of the Japanese Urban Gas Industry. [The Energy Journal (forthcoming), (2013)] Tanaka, K., S. Managi.
- Performances of Socially Responsible Investment and Environmentally Friendly Funds. [Journal of the Operational Research Society (forthcoming), (2013)]

Ito, Y., S. Managi, and A. Matsuda

- Decomposition of Toxic Chemical Substance Management in three U.S. Manufacturing Sectors from 1991 to 2008. [Journal of Industrial Ecology (forthcoming), (2013)] Fujii, H. and S. Managi.
- Determinants of Eco-efficiency in the Chinese Industrial Sector. [Journal of Environmental Sciences (forthcoming), (2013)] Fujii, H., and S. Managi.
- Linkage among the U.S. Energy Futures Markets. [International Journal of Global Energy Issues (forthcoming), (2013)] Aruga, K. and S. Managi, S.
- Examining the Cost Efficiency of Chinese Hydroelectric Companies Using a Finite Mixture Model. [Energy Economics, 36(1), (2013), 511-517] Barros, C.P., Chen, Z., Managi, S., Antunes, O.S.
- Correlations and Volatility Spillovers across Commodity and Stock Markets: Linking Energies, Food, and Gold. [Economic Modelling, 32, (2013), 15-22] Mensi, W., M. Beljid, A. Boubaker, S. Managi.
- Does the Price of Oil Interact with Clean Energy Prices in the Stock Market? [Japan and the World Economy, 27, (2013), 1-9] Managi, S., and T. Okimoto.
- Public Preferences for Biodiversity Conservation and Climate-Change Mitigation: a Choice Experiment using Ecosystem Services Indicators. [Land Use Policy, 34, (2013), 282-293] Shoyama, K., S. Managi, and Y. Yamagata.
- Which Industry is Greener? An Empirical Study of Nine Industries in OECD Countries. [Energy Policy, 57, (2013), 381-388] Fujii, H., and S. Managi.
- A public perspective on the adoption of microgeneration technologies in New Zealand: A multivariate probit approach. [Energy Policy, 58, (2013), 177-188] Baskaran, R., S. Managi, and M. Bendig.
- Contributions of the Private Sector to Global Biodiversity Protection: Case Study of the Fortune 500 Companies. [International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 9(1), (2013), 65-86] Bhattacharya, T.R, S. Managi.
- Corporate Environmental and Economic Performances of Japanese Manufacturing Firms: Empirical Study for Sustainable Development. [Business Strategy and Environment, 22(3), (2013), 187-201] Fujii, H., K. Iwata, S. Kaneko, S. Managi
- Wastewater Pollution Abatement in China: A Comparative Study of fifteen Industrial Sectors from 1998 to 2010. [Journal of Environmental Protection, 4, (2013), 290-300] Kaneko, S. H. Fujii, and S. Managi, S.
- Do Pollutions Deter Foreign Direct Investment in China? [International Journal of Ecological Economics & Statistics, 30(1), (2013), 37-45] Barros, C.P. and S. Managi, S
- 被災者の居住地選択行動モデル. [災害の経済学, (2013), 243-253] 堀江進也, 馬奈木俊介
- 環境問題を広い分野の知識から総合的な視点でとらえる /

インタビュー. [地球温暖化研究のフロントライン - 最

- 前線の研究者たちに聞く -, (2013), 153-160] 馬奈木俊介
- 持続可能な戦略的環境経営. プラントエンジニア. [日本の環境研究室百選 環境を守りたい君のキャリアパス, (2013)] 馬奈木俊介
- 持続可能な戦略的環境経営. [プラントエンジニア, 2, (2013), 6-11] 馬奈木俊介
- 大震災と地域活動—地域活動への参加意欲. [山梨国際研究紀要, 8, (2013), 93-102] 森田玉雪, 馬奈木俊介, 山本公香
- 主観的幸福度と環境保護. [環境研究, 169, (2013), 53-59] 倉増啓, 馬奈木俊介
- 気候要因が農作物貿易に与える影響に関する実証分析—小麦, 米, トウモロコシのケーススタディー—. [環境科学会誌, 3(26), (2013), 278-286] 日引聡, 鶴見哲也, 馬奈木俊介, 花崎直太
- グリーン・エコノミーと技術進歩. [環境経済・政策研究, 6(1), (2013), 1-5] 馬奈木俊介
- 太陽光発電システム購入の意思決定速度に関する実証分析. [環境システム研究論文発表会講演集, 41, (2013), 285-290] 関藤麻衣, 田中健太, 馬奈木俊介, 金子慎治
- 津波被災農地を対象とした土壌浄化方法に対する消費者選好の分析. [環境システム研究論文発表会講演集, 41, (2013), 227-232] 田中健太, 大塚美保, 馬奈木俊介
- 世界の化学製品製造業47企業によるGHG排出量を考慮した生産効率性分析. [環境システム研究論文発表会講演集, 41, (2013), 1-5] 石鍋渚, 馬奈木俊介
- 持続可能な発展へ—グリーン市場のための新指標. [環境情報科学, 42(3), (2013), 25-30] 倉増啓, 馬奈木俊介
- 持続可能性評価のためのグローバル・データ分析—多重代入法を用いたEKCの推計とGSの算出—. [環境科学会誌, 26(6), (2013), 579-578] 観山恵理子, 楊珏, 馬奈木俊介
- 幸福度アプローチによる金銭価値評価—主観的幸福度と原子力発電所. [環境科学会誌, 26(6), (2013), 571-578] 鶴見哲也, 倉増啓, 馬奈木俊介
- 持続可能な未来都市経済における資源循環戦略. [環境科学会誌, 26(6), (2013), 556-561] 齊藤大地, 堀江進也, 馬奈木俊介
- 持続可能な社会を支援するシステム分析. [環境科学会誌, 26(6), (2013), 538-542] 吉田友美, 馬奈木俊介

#### 【著書】

- エネルギー経済学. [中央経済社, (2014)] 馬奈木俊介
- Handbook of Environmental Economics in Asia (Planned). [Routledge, (2013)] Managi, S.
- 環境と効率の経済分析—包括的生産性アプローチによる最適水準の推計. [日本経済新聞出版社, (2013)] 馬奈木俊介
- 災害の経済学. [中央経済社, (2013)] 馬奈木俊介
- 環境・エネルギー・資源戦略: 新たな成長分野を切り拓く. [日本評論社, (2013)] 馬奈木俊介
- グリーン成長の経済学—持続可能社会の新しい経済指標. [昭和堂, (2013)] 馬奈木俊介

## 環境技術イノベーション分野

#### 【論文】

- バックキャストリングによるライフスタイル・デザイン手法とイノベーションの可能性. [高分子論文集, 70(7), (2013), 341-350] 古川柳蔵, 石田秀輝
- 環境技術戦略立案ツールとしてのライフスタイル・ハザードマップ. [環境経済・政策研究, 6(1), (2013), 53-64] 増田拓也, 古川柳蔵, 石田秀輝

#### 【著書】

- 2030年のライフスタイルが教えてくれる「心豊かな」ビジネス 自然と未来に学ぶネイチャー・テクノロジー [日刊工業新聞社, (2013)] 石田秀輝・古川柳蔵監修, モノづくり日本会議ネイチャー・テクノロジー研究会
- それはエコまちがい? 震災から学んだ, 2030年の心豊かな暮らしのかたち [プレスアート社, (2013)] 石田秀輝監修, 東北大学大学院環境科学研究科震災復興提言ワーキンググループ
- 自然界はテクノロジーの宝庫—未来の生活はネイチャー・テクノロジーにおまかせ! [技術評論社, (2013)] 石田秀輝, 古川柳蔵
- Nature Technology for the Creation of Innovative Life. [Handbook of advanced ceramics, (2013)] Emile H. Ishida, Hirota Maeda, Ryuzo Furukawa and Yuko Suto

#### 【総説・解説】

- 環境と経済の両立を考えるあたらしい物差しとは?—ネイチャー・テクノロジー— [工業材料, 61(11), (2013), 23-26], 石田秀輝, 古川柳蔵, 須藤祐子
- 高齢者に教わる低環境負荷なまちづくり. [東北大学広報誌2013春号まなびの杜, 63, (2013), 2] 古川柳蔵

## 太陽地球システム・エネルギー学講座

### 地球物質・エネルギー学分野

#### 【論文】

- Spectroscopic determination of the critical temperatures and pressures of H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. [Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 108(6), (2013), 01-10] Chizu SEKIGUCHI, Nobuo HIRANO, Atsushi OKAMOTO and Noriyoshi TSUCHIYA
- 堆積岩類からの重金属類の水溶出試験結果に関する粒径の影響. [資源地質, 63(3), (2013), 125-131] 小川泰正, 山田亮一, 山崎慎一, 井上千弘, 土屋範芳
- Fractionation and Deposition of Indium and Arsenic from the Kusatsu and Tamagawa Acidic Hot Springs, Japan: Possible Man-Made Analogues for Rare Metal Concentrations onto Lake Beds? [Economic Geology, 108, (2013), 1641-1656] Yasumasa Ogawa, Daizo Ishiyama, Naotatsu Shikazono, Kenta Iwane, Masahiro Kajiwarra, and Noriyoshi Tsuchiya
- Late-Tonian to early-Cryogenian apparent depositional

ages for metacarbonate rocks from the Sor Rondane Mountains, East Antarctica. [Precambrian Research, 234, (2013), 257-278] Naho Otsuji, M. Satish-Kumar, Atsushi Kamei, Noriyoshi Tsuchiya, Tetsuo Kawakami, Masahiro Ishikawa and Geoffrey H. Grantham

- Late Neoproterozoic extensional detachment in eastern Sor Rondane Mountains, East Antarctica: Implications for the collapse of the East African Antarctic Orogen. [Precambrian Research, 234, (2013), 247-256] Masahiro Ishikawa, Tetsuo Kamwakami, M. Satish-Kumar, Geoffrey H. Grantham, Yuichi Hokazono, Megumi Saso and Noriyoshi Tsuchiya
- Chlorine-rich fluid or melt activity during granulite facies metamorphism in the Late Proterozoic to Cambrian continental collision zone—An example from the Sor Rondane Mountains, East Antarctica. [Precambrian Research, 234, (2013), 229-246] Fumiko Higashino, Tetsuo Kawakami, M. Satish-Kumar, Masahiro Ishikawa, Kenshi Maki, Noriyoshi Tsuchiya, Geoffrey H. Grantham and Takafumi Hirata
- Comparison of the metamorphic history of Monapo Complex, northern Mozambique and Balchenfjella and Austhameren areas, Sor Rodane, Antarctica: Implications for the Kuuga Orogeny and the amalgamation of N and S. Gondwana. [Precambrian Research, 234, (2013), 85-135] G. H. Grantham, P. H. Macey, K. Horie, T. Kawakami, M. Ishikawa, M. Satish-Kumar, N. Tsuchiya, P. Graser and S. Azevedo
- Coupled reactions and silica diffusion during serpentinization. [Geochimica Cosmochimica Acta, 119, (2013), 212-230] Yuichi Ogasawara, Atsushi Okamoto, Nobuo Hirano, and Noriyoshi Tsuchiya
- The effect of Al and Na on the precipitation rate of silica minerals: hydrothermal flow-through experiments at 430 °C and 31 MPa. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 762-765] Hanae Saishu, Atsushi Okamoto, and Noriyoshi Tsuchiya
- Effect of silica transport on serpentinization in the Ol-Opx-H<sub>2</sub>O system. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 628-631] Atsushi Okamoto, Yuichi Ogasawara, Nobuo Hirano, Noriyoshi Tsuchiya
- Spectroscopic measurement of critical points and characteristics of supercritical state of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 846-849] Noriyoshi Tsuchiya, Chizu Sekiguchi, Nobuo Hirano
- Permeability evolution in carbonate fractures: Competing roles of confining stress and fluid pH. [WATER RESOURCES RESEARCH, 49, (2013), 1-15] Takuya Ishibashi, Thomas P. McGuire, Noriaki Watanabe, Noriyoshi Tsuchiya, and Derek Elsworth
- 東ドロイングモードランド, セール・ロンダーネ山地地学調査報告2009-2010 (JARE-51). [南極資料, 56(3), (2013), 295-380] 土屋範芳, 石川正弘, Madhusoodhan Satish-Kumar, 河上哲生, 小島秀康, 海田博司, 三浦英樹, 菅沼悠介, 阿部幹雄, 佐々木大輔, 千葉政範, 岡田豊, 橋詰二三雄,

Geoff Grantham, Steven Goderis

- Possibility to remedy CO<sub>2</sub> leakage from geological reservoir using CO<sub>2</sub> reactive Grout. [International Journal of Greenhouse Gas Control, (2014)] Ito, T., Xu, T., Tanaka, H., Taniuchi, Y., Okamoto, A.
- A chronology of the PY608E-PC sediment core (Lake Pumoyum Co, southern Tibetan Plateau) based on radiocarbon dating of total organic carbon. [Nucl Instrum Methods Phys Res Sect B, 294, (2013), 520-523] Watanabe, T. and Nakamura, T. and Matsunaka, T. and Nara, F.W. and Zhu, L. and Wang, J. and Kakegawa, T. and Nishimura, M.
- Sulfur isotope profiles in the pelagic Panthalassic deep sea during the Permian-Triassic transition. [Global Planet. Change, (2013)] Takahashi, S and Kaiho, K. and Hori, R.S. and Gorjan, P. and Watanabe, T. and Yamakita, S. and Aita, Y. and Takemura, A. and Spörl, K.B. and Kakegawa, T. and Oba, M.
- Vegetation response in the southern Lake Baikal region to abrupt climate events over the past 33calkyr. [Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 375, (2013), 70-82] Shichi, K. and Takahara, H. and Hase, Y. and Watanabe, T. and Nara, F.W. and Nakamura, T. and Tani, Y. and Kawai, T
- 鉱物脈組織から読み解く地殻流体流動 [岩石鉱物科学, 43, (2014)] 岡本敦
- The significance of silica precipitation on the formation of the permeable-impermeable boundary within Earth's crust [Terra Nova., (2014)] Saishu, H., Okamoto, A., Tsuchiya, N

#### 【著書】

- 今を生きる 東日本大震災から明日へ！復興と再生への提言 5 自然と災害. [東北大学出版会, (2013)] 土屋範芳

#### 【総説・解説】

- 地熱地帯の脆性-延性遷移領域近傍における岩石-水相互作用 [月刊地球, 413, (2014), 63-67] 岡本敦, 最首花恵

### 太陽地球計測学分野

#### 【論文】

- Frequency-Magnitude Distribution of  $-3.7 \leq M_w \leq 1$  Mining-Induced Earthquakes around a Mining Front and b-Value Invariance with Post-Blast Time. [Pure and Applied Geophysics, (2013)] Makoto Naoi, Masao Nakatani, Shigeki Horiuchi, Yasuo Yabe, Joachim Philipp, Thabang Kgarume, Gilbert Morema, Sifiso Khambule, Thabang Masakale, Luiz Ribeiro, Koji Miyakawa, Atsushi Watanabe, Kenshiro Otsuki, Hirokazu Moriya, Osamu Murakami, Hironori Kawakata, Nana Yoshimitsu, Anthony Ward, Ray Durrheim, and Hiroshi Ogasawara
- In-situ monitoring of rock mass response to mining: Japanese-South African collaborative research. [Proc. RASIM, (2013), CD-ROM] H. Ogasawara, M. Nakatani, Y.

Yabe, H. Kawakata, T. Satoh, H. Moriya, H. Kato, M. Naoi, S. Nakao, O. Murakami, N. Yoshimitsu, R. Durrheim, A. Milev, A. Cichowicz

- Detection of mining-induced fractures associated with stress perturbation around a stope in Ezulwini gold mine, South Africa, by using AE events. [Proc. 6th International Symposium on In-Situ Rock Stress, (2013), 567-602] Hirokazu Moriya, Makoto Naoi, Masao Nakatani, Osamu Murakami, Thabang Kgarume, Anthony K. Ward, Ray Durrheim, Joachim Philipp, Yasuo Yabe, Hironori Kawakata and Hiroshi Ogasawara
- Observational studies in South African mines to mitigate seismic risks: a mid-project progress report. [Proc. 13th SAGA Biennial Conference and Exhibition, (2013), CD-ROM] R. J. Durrheim, H. Ogasawara, M. Nakatani, Y. Yabe, A.M. Milev, A. Cichowicz, H. Kawakata, H. Moriya and the SATREPS Research Group
- Comparison of general circulation model atmospheric wave simulations with wind observations of venusian mesosphere. [Icarus, 225, (2013), 840-849] Nakagawa, H., N. Hoshino, M. Sornig, Y. Kasaba, G. Sonnabend, D. Stupar, S. Aoki, and I. Murata
- 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高度分布観測 [平成25年度大気球シンポジウム講演集, (2013), isas13-sbs-028] 村田功, 佐藤薫, 富川喜弘, 野口克行, 野本理裕
- FTIR で観測されたつくばでの HCl, HF 全量の再増加 [第19回大気化学討論会講演要旨集, (2013), 42] 村田功, 橋本優希, 中島英彰, 森野勇, 秋吉英治, 横内陽子, 斎藤拓也

### 地球開発環境学分野

#### 【論文】

- Recycling of Trash Mixture Tsunami Sludge by using Screening and Improvement. [Proc. of International Symposium on Earth Science and Technology 2013, 1, (2013), 59-63] Hiroshi TAKAHASHI, Shinya IZUMI, Satoshi SHIBATA and Masato MORI
- EXPERIMENTAL STUDY ON DURABILITY OF COVER SOIL FOR RADIATION-CONTAMINATED SOIL MADE OF TSUNAMI SLUDGE AGAINST EROSION BY RAINFALL. [J of JSCE, 1(1), (2013), 530-539] Tomoaki SATOMI, Ryoichiro YAMAZAKI and Hiroshi TAKAHASHI
- A study on Relationship between Soil Strength Properties and Resistive Forces Acting on Excavating Construction Machine. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM] Min CHEN, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI
- Study on Durability for Erosion by Rainfall of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics,

2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Ryoichiro YAMAZAKI and Hiroshi TAKAHASHI

- Study on Estimation Method of Shear Strength Parameters of Subsurface Layers. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Yuki SATO and Hiroshi TAKAHASHI
- A Consideration on Characteristics of Soil Adhesion to Metal Surface under Various Soil Conditions. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Haruya NIHEI and Hiroshi TAKAHASHI
- Study on Characteristics of Soil Adhesion to Cuticles of Insects. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Chiaki KUJI and Hiroshi TAKAHASHI
- Investigation on Effect of Soil Strength Characteristics on Excavating by Narrow Blade. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Kosuke ASAI and Hiroshi TAKAHASHI
- Experimental Consideration on Relationship between Failure Strength Property and Permeability of Fiber-Cement-Stabilized Soil Made of Tsunami Sludge. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Tomoaki SATOMI, Hiroki KURIBARA and Hiroshi TAKAHASHI
- Detection of Obstacle in Disaster Relief Work of Slope Failure by Natural Hazard. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Hiroshi TAKAHASHI, Takuma NAKAMURA and Tomoaki SATOMI
- Study on Durability for Drying and Wetting of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Hiroshi TAKAHASHI, Hiroki KURIBARA and Tomoaki SATOMI
- Experimental Investigation and Numerical Simulation using Smoothed Particle Hydrodynamics for Water Absorption into Soil. [Proc. of the 8th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Kousuke NAKAMURA, Tomoaki SATOMI, Hiroshi TAKAHASHI
- Analysis on Movement of Wheel-Typed Vehicle with Crawlers in between Front and Rear Wheels on Soft Ground. [Proc. of the 8th International Symposium on

Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 2013, 1, (2013), CD-ROM-] Ryosuke ETO, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI

- 分級と改良を用いたゴミ混じり津波堆積土砂の再資源化に関する試験施工. [平成25年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, 1, (2013), 9-14] 高橋弘, 泉信也, 柴田聡
- 分級と改良の融合による排泥土の再資源化. [月刊推進技術, 27(10), (2013), 19-23] 高橋弘
- Study on Development of Continuous Recycling Machine of High-Water Content Mud Generated from the Disaster Sites. [Proc. of 13th Conference on Science and Technology - Civil Engineering Session, 1, (2013), 195-199] Chiaki KUJI, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI
- Development of Ground Materials and Cover Soils by Recycling Waste Woods and Tsunami Sludge. [Journal of JSEM (Japanese Society for Experimental Mechanics, 13 (Special Issue), (2013), s108-s113] Hiroshi TAKAHASHI, Hiroki KURIBARA and Tomoaki SATOMI
- 津波堆積物を用いた繊維質固化処理土の侵食と浸透に関する屋外実験. [日本実験力学学会講演論文集 2013年度年次講演会, (13), (2013), 216-221] 里見知昭, 山崎凌一郎, 高橋弘
- 宮城県名取市における津波堆積物の再資源化と人工地盤造成. [日本実験力学学会講演論文集 2013年度年次講演会, (13), (2013), 211-215] 高橋弘, 里見知昭, 柴田聡, 森雅人
- Effect of Drillpipe Rotation on Cuttings Transport during Horizontal Foam Drilling. [Journal of the Japan Petroleum Institute, 56(4), (2013), 230-235] Amna GUMATI, Hiroshi TAKAHASHI and Ausama GIWELLI
- 中間に履帯機構を有する車輪式移動車両の走行について. [建設機械, 49(6), (2013), 51-58] 江藤亮輔, 里見知昭, 高橋弘
- Modeling of Wheel-Type Vehicle with Crawlers between Front and Rear Wheels on Soft Ground. [Proc. of World Academy of Science, Engineering and Technology 78 2013, 1, (2013), 1697-1702] Ryosuke ETO, Tomoaki SATOMI and Hiroshi TAKAHASHI
- 津波堆積物を用いた放射能汚染土覆土材の耐侵食性に関する研究. [テラメカニクス, (33), (2013), 13-18] 高橋弘, 熊谷翔太, 里見知昭
- Modeling the Dynamic Interaction of Tool - Shallow Buried Structure due to Surface Impact Loading. [テラメカニクス, (33), (2013), 75-80] Nuhansyah SULAIMAN and Hiroshi TAKAHASHI
- 平刃掘削における地盤強度特性の影響と従来モデルの妥当性評価. [テラメカニクス, (33), (2013), 59-62] 浅井康介, 里見知昭, 高橋弘
- 小口径無排土掘進機械の屈曲機構に関する研究. [テラメカニクス, (33), (2013), 53-58] 遠藤弘伸, 里見知昭, 高橋弘
- 建設機械の掘削における機械と土の相互作用に関する一考察. [テラメカニクス, (33), (2013), 49-52] 陳敏, 里見

- 知昭, 高橋弘
- 中間に履帯機構を有する車輪式移動車両の軟弱地盤上の運動に関する走行に関する研究. [テラメカニクス, (33), (2013), 43-48] 江藤亮輔, 里見知昭, 高橋弘
  - 津波堆積物を用いた放射能汚染土覆土材の透水性と強度特性との関係. [テラメカニクス, (33), (2013), 25-30] 里見知昭, 栗原弘樹, 高橋弘
  - 津波堆積物を用いた放射能汚染土覆土材の耐侵食性と強度特性との関係. [テラメカニクス, (33), (2013), 19-23] 高橋弘, 栗原弘樹, 里見知昭
  - Study on Durability for Erosion by Rainfall of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge: A Consideration from the results of Jet Erosion Test. [Proc. of the 3rd Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2013), S3-1-1-S3-1-11] H. Takahashi, S. Kumagai and T. Satomi
  - Study on Durability for Erosion by Rainfall of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge: A Consideration from the results of Rainfall Experiment. [Proc. of the 3rd Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2013), S3-4-1-S3-4-12] T. Satomi, R. Yamazaki and H. Takahashi
  - Study on Permeability of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge. [Proc. of the 3rd Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2013), S3-3-1-S3-3-9] T. Satomi, H. Kuribara and H. Takahashi
  - Study on Durability for Drying and Wetting of Cover Soil for Radiation-Contaminated Soil Made of Tsunami Sludge. [Proc. of the 3rd Vietnam/Japan Joint Seminar on Geohazards and Environmental Issues, 1, (2013), S3-2-1-S3-2-7] H. Takahashi, H. Kuribara and T. Satomi
  - 軟弱泥土を高機能性地盤材料に再資源化－ボンテラン工法の原理と特徴－. [建設の施工企画, (757), (2013), 50-55] 高橋弘
  - 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成－宮城県名取市における施工事例－. [建設の施工企画, (755), (2013), 67-71] 高橋弘
  - Effects of non-uniform traction and specimen height in the direct shear test on stress and deformation in a rock fracture. [Int. J. Numer. Anal. Mech. Geomech., 37(14), (2013), 2186-2204] Ausama A.Giwelli, Koji Matsuki, Kiyotoshi Sakaguchi, Akihisa Kizaki
  - POROELASTIC PARAMETERS OF SANDSTONE UNDER VARIOUS COMBINATIONS OF PORE PRESSURE AND CONFINING PRESSURE. [Proc. of the 19th Formation Evaluation Symposium of Japan, (2013)] Yuto Usui, Noriaki Watanabe, Akihisa Kizaki and Kiyotoshi Sakaguchi
  - Effects of Vertical Stress on Fracture Propagation using Super Critical Carbon Dioxide. [Proc. of EUROCK 2013, (2013), 963-968] A. Kizaki, K. Ohashi, H. Tanaka, K. Sakaguchi
  - Initial stress measurement by CCBO using a new test of strain sensitivity in the Mizunami Underground Research

- Laboratory. [Proc. of EUROCK 2013, (2013)] T. Yokoyama, M. Shimoyama, T. Sato, H. Sanada, T. Tanno and K. Sakaguchi
- Numerical Simulation of Water Jet Excavation of Soft Rock Saturated with Water. [Proc. of EUROCK 2013, (2013), 479-484] K. Sakaguchi, Y. Yumoto and A. Kizaki
  - Effects of Pore Water on Hydraulic Fracture Propagation using Super Critical Carbon Dioxide as Fracturing Fluid. [Proceedings of The 6th Int. Symp. on In-situ Rock Stress, 1(1), (2013), 306-312] Akihisa KIZAKI, Hiroharu TANAKA, Kiyotoshi SAKAGUCHI
  - In-situ stress measurements to constrain stress and strength near seismic faults in deep level South African gold mines. [Proceedings of The 6th Int. Symp. on In-situ Rock Stress, 1(1), (2013), 614-623] Hiroshi Ogasawara, Harumi Kato, Gerhard Hofmann, Dave Roberts, Phil Pipere, Trevor Clements, Yasuo Yabe, Kiyotoshi Sakaguchi
  - In-situ rock stress measurement in the Kamaishi mine before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake. [Proceedings of The 6th Int. Symp. on In-situ Rock Stress, 1(1), (2013), 153-161] Kiyotoshi Sakaguchi, Taro Koyano, Tatsuya Yokoyama, Akihisa Kizaki
  - Experimental determination of poroelastic constants for sandstone under geologic CO2 sequestration conditions. [Proceedings of The 6th Int. Symp. on In-situ Rock Stress, 1(1), (2013), 1086-1099] Yuto Usui, Noriaki Watanabe, Akihisa Kizaki, Kiyotoshi Sakaguchi
  - Improved CCBO technique by using a new biaxial test for strain sensitivities. [Proceedings of The 6th Int. Symp. on In-situ Rock Stress, 1(1), (2013), 714-721] Tatsuya YOKOYAMA and Kiyotoshi SAKAGUCHI
  - 円錐孔底ひずみ法の直交異方性岩盤への適用. [Journal of MMIJ, 129(7), (2013), 455-460] 坂口清敏, 宇佐美順也, 木崎彰久
  - 超臨界二酸化炭素および水を破碎流体として用いた稲田花崗岩および荻野凝灰岩の流体破碎. [Journal of MMIJ, 129(7), (2013), 461-466] 木崎彰久, 田中寛大, 坂口清敏
  - Removal of geothermal scale using a low-speed self-rotating waterjet nozzle system under high ambient pressure. [Proc. of 10th Pacific Rom Int. Conf. on Water Jet Technology, (2013)] K. Shioya, A. Kizaki, N. Watanabe, K. Sakaguchi, T. Igi, T. Kon, K. Suzuki
  - SPH 法による軟岩のウォータージェット掘削シミュレーション. [噴流工学, 29(2), (2013), 4-13] 坂口清敏, 湯本雄一, 木崎彰久
  - GeoFlow を用いたき裂型貯留層における優先流路分布の評価. [石油技術協会誌, 78(6), (2013), 482-490] 渡邊則昭, 石橋琢也, 土屋範芳, 玉川哲也
  - Oil-water relative permeability curves for fractures in granite and limestone at different intrinsic permeabilities. [Proceedings of the 19th Formation Evaluation Symposium of Japan, (2013), Paper I-] K. Sakurai, N. Watanabe, T. Ishibashi, N. Tsuchiya, Y. Ohsaki, T. Tamagawa, M. Yagi

- Experimental and numerical determination of relative permeability curves for two-phase flow through a rock fracture under confining pressure. [Proceedings of the 6th International Symposium on In-Situ Rock Stress, (2013), 524-533] N. Watanabe, K. Sakurai, T. Ishibashi, N. Tsuchiya
- Time-dependent permeability of carbonate fracture influenced by stress and pH. [Proceedings of the 6th International Symposium on In-Situ Rock Stress, (2013), 484-489] T. Ishibashi, T. P. McGuire, N. Watanabe, N. Tsuchiya, D. Elsworth
- Permeability evolution in carbonate fractures: competing roles of confining stress and fluid pH. [Water Resources Research, 49, (2013), 1-15] T. Ishibashi, T. McGuire, N. Watanabe, N. Tsuchiya, D. Elsworth
- Development of predictive model equation for hydrogen production from hydrothermal reaction of sulfide. [Preprint of papers - American Chemical Society, Division of Energy & Fuels, 58(1), (2013), 642-643] P. Setiani, N. Watanabe, A. Kishita, N. Tsuchiya
- A predictive model and mechanisms associated with hydrogen production via hydrothermal reactions of sulfide. [International Journal of Hydrogen Energy, 38, (2013), 11209-11221] P. Setiani, N. Watanabe, A. Kishita, N. Tsuchiya

## 資源エネルギー・セキュリティ学分野

- 【論文】
- Portfolio structuring and social implementation in the development of complex technology. [Synthesiology, 6(3), (2013), 177-183] Takeshi Komai
  - 発光バクテリアを用いた土壤汚染簡易評価手法の開発 —急性毒性評価による土壤汚染濃度のスクリーニング—. [日本地下水学会誌, 55(4), (2013)] 杉田創, 駒井武, 井本由香利, 原淳子, 今泉博之
  - ネパール・テライ低地における砒素汚染と地質環境の関係. [環境地質学論文集, 23(1), (2013), 153-158] 駒井武, 大岡健三, 中村圭三, 濱田浩美
  - 技術開発におけるポートフォリオ構成と社会実装. [構成学, 6(3), (2013), 180-186] 駒井武
  - Rapid measurement of radiocesium in water using a Prussian blue impregnated nonwoven fabric. [Journal of Nuclear Science and Technology, 50(7), (2013), 674-681] Tetsuo Yasutaka, Tohru Kawamoto, Yoshishige Kawabe, Toshio Sato, Mutsuto Sato, Yasukazu Suzuki, Kimihito Nakamura and Takeshi Komai
  - 放射性セシウム含有土壌への酸抽出方法の適用性に関する基礎的検討. [RADIOISOTOPES, 62(4), (2013), 211-218] 保高徹生, 川本徹, 駒井武
  - Characterization of seawater extractable organic matter from bark compost by TMAH-py-GC/MS. [J. Anal. Appl. Pyrolysis, 99, (2013), 9-15] Iwai, Hisanori Fukushima, Masami Yamamoto, Mitsuo Komai, Takeshi Kawabe, Yoshishige

- 石油系炭化水素を対象とした発光バクテリアによる土壤汚染評価手法の開発. [ケミカルエンジニアリング, 58(1), (2013), 55-60] 杉田創, 駒井武, 井本由香利

## 自然共生システム学講座

### 環境修復生態学分野

- 【論文】
- 堆積岩からの重金属類の水溶出試験結果に対する粒径の影響. [資源地質, 63(3), (2013), 125-131] 小川泰正, 山田亮一, 山崎慎一, 井上千弘, 土屋範芳
  - 津波による土壌のヒ素汚染とその修復への取り組み. [環境バイオテクノロジー学会誌, 13(1), (2013), 27-30] 宮内啓介, 簡梅芳, 黄毅, 大友俊介, 和泉卓也, 井上千弘, 北島信行, 遠藤銀朗
  - Tracer experiment and RTD analysis of DAF separator with bar-type baffles. [Water Science and Technology, 67(6), (2013), 942-947] Terashima M., Isawaki M., Yasui H., Goel R., Suto K., Inoue C.
  - Degradation potential and microbial community structure of heavy oil-enriched microbial consortia from mangrove sediments in Okinawa, Japan. [Journal of Environmental Science and Health, Part A, 48(8), (2013), 835-846] Bacosa H., Suto K., Inoue C.
  - 宮城県主要河川沖積平野部の土壌ヒ素濃度と東北地方太平洋沖地震津波の影響. [土木学会論文集 (G分冊), 69(1), (2013), 19-24] 簡梅芳, 宮内啓介, 井上千弘, 北島信行, 遠藤銀朗
  - 石炭灰中の有害元素の存在形態の特定と封じ込め技術の開発. [ケミカルエンジニアリング, 58(1), (2013), 36-44] 小川泰正, 須藤孝一, 井上千弘
  - Screening of As-accumulating plants using a foliar application and a native accumulation of As. [International Journal of Phytoremediation, in press, (2013)] Zhang Zhenyi, Sugawara Kazuki, Hatayama Masayoshi, Huang Yi, Inoue Chihiro
  - ヒ素, カドミウム含有土壌のファイトレメディエーション. [ケミカルエンジニアリング, 59, (2013), in press-] 井上千弘, 菅原一輝, 文霞, 遠藤銀朗, 宮内啓介, 黄毅, 北島信行

### 環境分析化学分野

- 【論文】
- Unique inclusion behaviour of 5,11,17,23-tetra-tert-butyl-25,26,27,28-tetraaminothiacalix [4] -arene towards small organic molecules. [Supramol. Chem., 25(12), (2013), 812-818] Naoya Morohashi, Hiroshi Katagiri, Takanori Shimazaki, Yuichi Kitamoto, Shinya Tanaka, Chizuko Kabuto, Nobuhiko Iki, Tetsutaro Hattori, Sotaro Miyano
  - Dissociation Kinetic Analysis of Ce (III) Complex with Quin2 by Microchip Capillary Electrophoretic Reactor. [Anal. Sci., 29(5), (2013), 553-557] Kei-ichirou Ohtsuka,

Nobuhiko Iki, Hitoshi Hoshino, and Toru Takahashi

- A molecular probe for recognizing the size of hydrophobic cavities based on near-infrared absorbing diradical-PtII complexes. [Chem. Commun., 49, (2013) , 4812-4814] Kousaku Tamura, Atsuko Masuya , Hitoshi Hoshino, and Nobuhiko Iki

#### 【著書】

- Capillary Electrophoresis and Microchip Capillary Electrophoresis: Principles, Applications, and Limitations. [Wiley, (2013)] Toru Takahashi and Nobuhiko Iki

### 環境生命機能学分野

#### 【論文】

- Noninvasive measurement of respiratory activity of mouse embryoid bodies and its correlation with mRNA levels of undifferentiation/differentiation markers. [Molecular BioSystems, 9, (2013) , 2701-2711] Hitoshi Shiku, Toshiharu Arai, Yuanshu Zhou, Nana Aoki, Taku Nishijo, Yoshiko Horiguchi, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue
- Noninvasive Measurement of Alkaline Phosphatase Activity in Embryoid Bodies and Coculture Spheroids with Scanning Electrochemical Microscopy. [Anal. Chem., 85 (20) , (2013) , 9647-9654] Toshiharu Arai, Taku Nishijo, Yoshiharu Matsumae, Yuanshu Zhou, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Positioning of cells in a fluidic channel by negative dielectrophoresis. [Sens. Actuat. B, 186, (2013) , 9-16] Tomoyuki Yasukawa, Junko Yamada, Hitoshi Shiku, Fumio Mizutani, Tomokazu Matsue
- Screen-printed endotoxin sensor based on amperometry using novel p-aminophenol conjugated substrate for Limulus ameocyte lysate protease reaction. [Analyst, 138, (2013) , 6523-6531] Kumi Y. Inoue, Shinichiro Takano, Satoko Takahashi, Yosuke Ishida, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Cell pairing using dielectrophoresis-based device with IDA electrodes. [Lab Chip, 13 (18) , (2013) , 3650-3652] Mustafa Şen, Kosuke Ino, Javier Ramón-Azcón, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Electrochemical device with interdigitated ring array electrodes for investigating the relationship between cardiomyocyte differentiation from embryonic stem cells and alkaline phosphatase activity. [Electrochemistry, 81, (2013), 682-687] K. Ino, T. Nishijo, Y. Kanno, F. Ozawa, T. Arai, Y. Takahashi, H. Shiku, T. Matsue
- Facile and rapid alignment of carbon nanotubes within a hydrogel using the dielectrophoresis technique and its application for fabricating skeletal muscle tissues. [Advanced Materials, 25 (29) , (2013) , 4028-4034] Javier Ramón-Azcón, Samad Ahadian, Mehdi Estili, Xiaobin Liang, Serge Ostrovidov, Hirokazu Kaji, Hitoshi Shiku, Yoshio Sakka, Ken Nakajima, Murugan Ramalingam, Ali

Khademhosseini, Tomokazu Matsue

- Non-invasive measurement of glucose uptake of skeletal muscle tissue models using a glucose nanobiosensor. [Biosens. Bioelectron., 50, (2013) , 194-201] Raquel Obregón, Samad. Ahadian, Javier Ramón-Azcón, Luyang Chen, Serge Ostrovidov, Gulden Camci-Unal, Takeshi Fujita, Hirokazu Kaji, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Mingwei Chen, Tomokazu Matsue
- Multi-parameter analyses of three dimensionally cultured tumor spheroids based on respiration activity and comprehensive gene expression profiles. [Anal. Biochem., 439, (2013) , 187-193] Y. Zhou , T. Arai , Y. Horiguchi , K. Ino , T. Matsue, H. Shiku.
- Carbon-Ag/AgCl probes for detection of cell activity in droplets. [Anal. Chem., 85(8) , (2013), 3832-3835] K. Ino, K. Ono, T. Arai, Y. Takahashi, H. Shiku, T. Matsue
- LSI-based amperometric sensor for real-time monitoring of embryoid bodies. [Biosens. Bioelectron., 48, (2013) , 12-18] M. Şen, K. Ino, K. Y. Inoue, T. Arai, T. Nishijo, A. Suda, R. Kunikata, H. Shiku, T. Matsue.
- Tacrolimus inhibits the revascularization of isolated pancreatic islets. [PLoS One, 8(4) , (2013) , e56799-] R. Nishimura, S. Nishioka, I. Fujisawa, H. Shiku, M. Shimada, S. Sekiguchi, K. Fujimori, A. Ushiyama, T. Matsue, S. Satomi, M. Goto.
- Alginate gel microwell arrays using electrodeposition for three-dimensional cell culture. [Lab Chip, 13(15) , (2013) , 3128-3135] Fumisato Ozawa, Kosuke Ino, Toshiharu Arai, Javier Ramón-Azcón, Yasufumi Takahashi, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- Evaluation of the Differentiation Status of Single Embryonic Stem Cells by Using Scanning Electrochemical Microscopy. [Chem. Commun., 49 (58) , (2013) , 6498-6500] Yoshiharu Matsumae, Toshiharu Arai, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue
- A contactless electrical stimulator: Application to fabricate functional skeletal muscle tissue. [Biomedical Microdevices, 15(1), (2013) , 109-115] Samad Ahadian, Javier Ramón-Azcón, Serge Ostrovidov, Gulden Camci-Unal, Hirokazu Kaji, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Ali Khademhosseini, Tomokazu Matsue
- Electrodeposition of alginate gels for construction of vascular-like structures. [Journal of Bioscience and Bioengineering, 115(4), (2013) , 459-461] F. Ozawa, K. Ino, Y. Takahashi, H. Shiku, T. Matsue
- Isolation and quantification of messenger RNA from tissue models by using a double-barrel carbon probe. [Analytical and Bioanalytical Chemistry, (2013)] Yuji Nashimoto, Yasufumi Takahashi, Ryosuke Takano, Kosuke Miyashita, Shukuyo Yamada, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue

### 環境共生機能学分野

#### 【論文】

- Surface modification of Cu metal particles by the chemical reaction between the surface oxide layer and a halogen surfactant [Journal of Physics and Chemistry of Solids, 75, (2014) , 68-73] Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, Takashi Itoh, Kenichi Motomiya and Kazuyuki Tohji
- Neutron Holography and Diffuse Scattering of Palladium Hydride [Physical Review B, (2014) , in press] Hayashi Kouichi, Ohoyama Kenji, Orimo Shin-ichi, Takahashi Hideyuki, Shibata Kaoru
- 硫黄循環による硫化水素からの水素エネルギー製造 [鉱山, 713, (2013) , 9-19] 高橋英志, 林亜実, 横山俊, 梶野康晴, 水藤芳基, 馬淵隆, 小林祥大, 伊藤康友, 田路和幸
- Synthesis method for well crystallized alloy nanoparticles in aqueous solution under room temperature by controlling the metal complexes condition [Annual TechConnect World Technical Proc, (2013) , CD-ROM] Takashi Mabuchi, Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, and Kazuyuki Tohji
- Elucidation of the reaction mechanism during the removal of copper oxide by halogen surfactant at the surface of copper plate [Applied Surface Science, 264, (2013) , 664-669] Shun Yokoyama, Hideyuki Takahashi, Takashi Itoh, Kenichi Motomiya, and Kazuyuki Tohji
- Basic study for the application of Cu supported ZnS and ZnO photocatalysts for the CO<sub>2</sub> conversion into alcohol [AIP Conference Proc. (SolChES) , 1568, (2013) , 24-27] Yasuharu Kajino, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
- Basic study for the construction of solar cell using CdS photocatalysts and Na<sub>2</sub>S<sub>4</sub> electrolyte [AIP Conference Proc. (SolChES) , 1568, (2013) , 74-76] Takashi Mabuchi, Tsugumi Hayashi, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
- Effective hydrogen generation and resource circulation based on sulfur cycle system [AIP Conference Proc. (SolChES) , 1568, (2013) , 67-73] Hideyuki Takahashi, Takashi Mabuchi, Tsugumi Hayashi, Shun Yokoyama, Kazuyuki Tohji

### 環境素材デザイン学分野

#### 【論文】

- Preparation and evaluation of spherical Ca-deficient hydroxyapatite granules with controlled surface microstructure as drug carriers. [Materials Science and Engineering : C 33, (2013) , 2446-2450] Masanobu Kamitakahara, Ryohei Imai, Koji Ioku
- Formation of organically modified octacalcium phosphate in solutions containing various amounts of benzenedicarboxylic acids. [Journal of the Ceramic Society of Japan, 121, (2013) , 219-225] Taishi Yokoi, Masanobu Kamitakahara, Masakazu Kawashita, Chikara Ohtsuki

- Observation of Transformation Behavior of Octacalcium Phosphate to Hydroxyapatite. [Key Engineering Materials, 529-530, (2013) , 11-14] Natsuko Ito, Masanobu Kamitakahara, Koji Ioku
- Characterization and In Vitro Evaluation of Silicate-Containing Tricalcium Phosphate Prepared through Wet Chemical Process. [Key Engineering Materials, 529-530, (2013) , 105-108] Masanobu Kamitakahara, Shota Umemoto, Koji Ioku
- Behavior of hydroxyapatite crystals in a simulated body fluid: effects of crystal face. [Journal of the Ceramic Society of Japan, 121, (2013) , 807-812] Hiroyuki Shibata, Taishi Yokoi, Tomoyo Goto, Ill Yong Kim, Masakazu Kawashita, Koichi Kikuta, Chikara Ohtsuki
- Effects of polymer concentration on the morphology of calcium phosphate crystals formed in polyacrylamide hydrogels. [Journal of Crystal Growth, 383, (2013) , 166-171] Taishi Yokoi, Masakazu Kawashita, Chikara Ohtsuki
- Biomimetic mineralization of calcium phosphates in polymeric hydrogelscontaining carboxyl groups. [Journal of Asian Ceramic Societies, 1, (2013) , 155-162] Taishi Yokoi, Masakazu Kawashita, Chikara Ohtsuki

#### 【著書】

- 未来型人工関節を目指して. [日本医学館, (2013)] 大槻主税, 横井太史

#### 【総説・解説】

- 人工骨用リン酸カルシウム系材料の形態制御. [機能材料, 33, (2013) , 12-18] 横井太史, 上高原理暢, 大槻主税

### 資源循環プロセス学講座

#### リサイクル化学分野

#### 【論文】

- Preparation of Mg-Al layered double hydroxide doped with Fe<sup>2+</sup> and its application to Cr (VI) removal. [Separation and Purification Technology, 122, (2014) , 12-16] Tomohito Kameda, Eisuke Kondo, Toshiaki Yoshioka
- Simultaneous removal of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> using Mg-Al oxide slurry treatment. [Chemosphere, 93 (11) , (2013) , 2889-2893] Tomohito Kameda, Aki Kodama, Toshiaki Yoshioka
- Elucidation of the Mechanism of Reaction between S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>, Selenite and Mn<sup>2+</sup> in Aqueous Solution and Limestone-Gypsum FGD Liquor. [Environmental Science & Technology, 47 (19) , (2013) , 11311-11317] Hiroyuki Akiho, Shigeo Ito, Hiromitsu Matsuda, Toshiaki Yoshioka
- Thermodynamic equilibrium analyses of the uptake of aromatic compounds from an aqueous solution by magnesium aluminum (Mg Al) layered double hydroxide intercalated with 1-naphthol-3,8-disulfonate.

- [Solid State Sciences, (20) , (2013) , 75-79] Tomohito Kameda, Tomomi Uchiyama, Toshiaki Yoshioka
- Metal recovery from wire scrap via a chloride volatilization process: Poly (viny chloride) derived chlorine as volatilization agent. [Thermochimica Acta, (562) , (2013) , 65-69] Tomohito Kameda, Shoko Fukushima, Guido Grause, Toshiaki Yoshioka
  - Recovery of glass fibers from glass fiber reinforced plastic by pyrolysis. [Journal of Material Cycles and Waste Management, 15(2) , (2013) , 122-128] Guido Grause, Tomoyuki Mochizuki, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
  - Removal of lead from cathode ray tube funnel glass by chloride volatilization. [International Journal of Environmental Science and Technology, (2013)] Guido Grause, Norihisa Yamamoto, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
  - Preparation of Cu-Al layered double hydroxide intercalated with ethylenediaminetetraacetate by coprecipitation and its uptake of rare earth ions from aqueous solution. [Solid State Sciences, (17) , (2013) , 28-34] Tomohito Kameda, Kazuaki Hoshi, Toshiaki Yoshioka
  - Removal of chloride from ethylene glycol solution using alumina/zeolite membrane as a physical boundary between the organic and aqueous phases. [Journal of Material Cycles and Waste Management, 15(3) , (2013) , 404-408] Tomohito Kameda, Chisato Shoji, Shoko Fukushima, Guido Grause, Toshiaki Yoshioka
  - A Novel Approach for Determining the Proportions of Pyrolysis and Hydrolysis in the Degradation of Poly (ethylene terephthalate) in <sup>18</sup>O-Labeled Stream. [Chemistry Letters, 42(3) , (2013) , 212-214] Shogo Kumagai, Yuto Morohoshi, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
  - Treatment of NO and NO<sub>2</sub> with MG-AL oxide slurry. [Journal of Environmental Science and Health, 48(1) , (2013) , 86-91] Tomohito Kameda, Aki Kodama, Yuki Fubasama, Shogo Kumagai, Toshiaki Yoshioka
  - Impact of brominated flame retardants on the thermal degradation of high-impact polystyrene. [Polymer Degradation and Stability, (98) , (2013) , 306-315] Guido Grause, Daiki karakita, Jun Ishibashi, Tomohito Kameda, Thallada Bhaskar, Toshiaki Yoshioka
  - Electrodialysis for NaCl/EG solution using ion-exchange membranes. [Journal of Material Cycles and Waste Management, 15(1) , (2013) , 111-114] Tomohito Kameda, Shoko Fukushima, Chisato Shoji, Guido Grause, Toshiaki Yoshioka

#### 【著書】

- 地球マテリアルブック デザイン×科学のダイアローグ . [株式会社 BCCKS, (2013)] 日本科学未来館

#### 【総説・解説】

- リサイクル産業創生につながる震災廃棄物処理 . [日報ビジネス(株) 月刊廃棄物 , 39(1) , (2013) , 1] 吉岡敏明

### 環境グリーンプロセス学分野

#### 【論文】

- Production of organic acids from alginate in high temperature water [Journal of Supercritical Fluids, 65, (2012) , 39-44] T.M. Aida, T. Yamagata, C. Abe, H. Kawanami, M. Watanabe, R.L. Smith Jr
- Partition coefficients of furan derivative compounds in 1-*n*-butyl-3-methylimidazolium chloride ([bmim][Cl]) -supercritical CO<sub>2</sub> biphasic systems and their correlation and prediction with the LSER-  $\delta$  model [Journal of Supercritical Fluids, 79, (2013) , 32-40] Y. Hiraga, A. Hayasaka, Y. Sato, M. Watanabe, R.L. Smith Jr
- Dissolution and recovery of cellulose from 1-butyl-3-methylimidazolium chloride in presence of water [Carbohydrate Polymers, 92, (2013) , 651-658] M. Iguchi, T.M. Aida, M. Watanabe, R.L. Smith Jr
- Measurement of pure hydrogen and pure carbon dioxide adsorption equilibria for THF clathrate hydrate and tetra-*n*-butyl ammonium bromide semi-clathrate hydrate [Fluid Phase Equilibria, 357, (2013) , 80-85] H. Komatsu, A. Hayasaka, M. Ota, Y. Sato, M. Watanabe, R.L. Smith

### 循環材料プロセス学分野

#### 【論文】

- Particle Coagulation in Molten Metal Based on Three-Dimensional Analysis of Cluster by X-Ray Micro-Computer Tomography (CT). [ISIJ International, 53(11), (2013) , 1958-1967] T. Li, S. Shimasaki, S. Taniguchi, K. Uesugi, and S. Narita
- Morphology of Nonmetallic-inclusion Clusters Observed in Molten Metal by X-ray Micro-Computed Tomography (CT) . [ISIJ International, 53 (11) , (2013) , 1943-1952] T. Li, S. Shimasaki, S. Taniguchi, K. Uesugi, and S. Narita
- Stereological Analysis of Nonspherical Particles in Solid Metal. [Metallurgical and Materials Transactions B, 44(3), (2013) , 750-761] T. Li, S. Shimasaki, S. Taniguchi, K. Uesugi, and S. Narita
- Ferro-magnetic Resonance (FMR) Heating of Ferri Magnetic Materials. [Proc. 2nd Global Congress on Microwave Energy Applications (GCMEA2) , (2013) , 220-227] N. Yoshikawa, T. Kato and S. Taniguchi

### 高度資源利用プロセス学分野

#### 【論文】

- Utilization of Oxidation Heat of Metallic Iron for the Production of Iron Ore Sinter. [International Conference on Smart Carbon Saving and Recycling for Ironmaking, (2013) , 13-14] Kazuya Fujino, Taichi Murakami and

Eiki Kasai

- Quantitative Analysis on Contribution of Direct Reduction of Iron Oxide in Carbon Composite. [ISIJ International, 53(10) , (2013) , 1763-1769] Taichi Murakami, Takeshi Nishimura, Naohiro Tsuda and Eiki Kasai
- 酸化鉄と炭素の混合粉末を用いた超高気孔率を持つポーラス鉄の製造条件 . [第153回日本金属学会講演概要, (2013)] 橋本早瀬, 村上太一, 葛西栄輝
- 炭材の機能分担による炭材内装鉄内の還元鉄の溶融促進 . [材料とプロセス, (2013) , 758-] 村上太一, 鈴木香織, 大脇可奈絵, 葛西栄輝
- 模擬焼結充填層中の金属鉄粒子の酸化反応に及ぼす層内温度の影響 . [材料とプロセス, 26, (2013) , 722-] 藤野和也, 村上太一, 葛西栄輝
- Acceleration of Carburization and Melting of Carbon-Iron Ore Composite using Two Kinds of Carbonaceous Materials. [9th Japan-Brazil Symposium on Dust Processing - Energy - Environment in Metallurgical Industries, (2013) , 225-232] Taichi Murakami, Kaori Suzuki, Kanae Owaki, and Eiki Kasai
- Effect of metallic iron as an agglomeration agent on the permeability of sintering bed. [ISIJ International, 53(9) , (2013) , 1617-1624] Kazuya Fujino, Taichi Murakami and Eiki Kasai
- Reaction Mechanism of Iron Ore - Carbon Composite at Elevating Temperature. [Proceedings of ISIJ-VDEh-Jernkontoret Joint Symposium, (2013) , 79-86] Taichi Murakami, Yuki Takyu, and Eiki Kasai
- 高水素濃度下における焼結鉄の粉化に及ぼす還元温度の影響 . [材料とプロセス, 26, (2013) , 202-] 古平健幸, 村上太一, 葛西栄輝
- 高圧化による炭材内装鉄の還元促進メカニズムの解明. [材料とプロセス, 26, (2013) , 122-] 長島弘幸, 周琦, 村上太一, 葛西栄輝
- ウスタイトを凝結材とした焼結層の構造変化に対するCaO濃度の影響 . [材料とプロセス, 26, (2013) , 112-] 藤野和也, 村上太一, 葛西栄輝
- New Method of Iron Based Foam Material by Slag Foaming of Molten Oxide and Its Reduction Process. [Proceedings of the 8th International Conference on Porous Metals and Metallic Foams (MetFoam 2013) , (2013)] Taichi Murakami, Takuma Akagi, and Eiki Kasai
- 低温高速製鉄を目指した炭材内装鉄の反応機構解明 . [材料とプロセス, 26, (2013) , 120-] 村上太一

### 環境創成計画学講座

#### ライフサイクル評価学分野

#### 【論文】

- Effect of Granule Structure on the Combustion Behavior of Coke Breeze for Iron Ore Sintering. [ISIJ International, 53(9) , (2013) , 1594-1598] Y. Tobu, M.

Nakano, T. Nakagawa and T. Nagasaka

- Simultaneous material flow analysis of nickel, chromium and molybdenum used in alloy steel by means of input-output analysis. [Environmental Science & Technology, 47(9) , (2013) , 4653-4660] Kenichi Nakajima, Hajime Ohno, Yasushi Kondo, Kazuyo Matsubae, Osamu Takeda, Takahiro Miki, Shinichiro Nakamura, and Tetsuya Nagasaka
- Recyclability of Phosphorous from Steelmaking Slag in Terms of Total Materials Requirement. [Journal of Industrial Ecology, 17(5) , (2013) , 722-730] Eiji Yamasue, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Seiji Hashimoto and Tetsuya Nagasaka
- Simultaneous MFA of nickel, chromium and molybdenum used in alloy steel by means of input-output analysis. [Environmental Science & Technology, (2013)] Kenichi Nakajima, Hajime Ohno, Yasushi Kondo, Kazuyo Matsubae, Osamu Takeda, Takahiro Miki, Shinichiro Nakamura, and Tetsuya Nagasaka

#### 【著書】

- Sustainable Phosphorus Management: A Global Transdisciplinary Roadmap Edited by Roland W. Scholz, Amit H. Roy, Fridolin S. Brand, Debbie T. Hellums, and Andrea E. Ulrich, Springer, forthcoming, Dissipation and Recycling: What Losses, What Dissipation Impacts, and What Recycling Options? Yarime, Masaru, Cynthia Carliell-Marquet, Deborah T. Hellums, Yuliya Kalmykova, Daniel J. Lang, Quang Bao Le, Dianne Malley, Kazuyo Matsubae, Makiko Matsuo, Hisao Ohtake, Alan Omlin, Sebastian Petzet, Roland W. Scholz, Hideaki Shiroyama, Andrea E. Ulrich, and Paul Watts
- Phosphorus, Food, and Our Future Edited by Karl A. Wyant, Jessica R. Corman, and James J. Elser, Oxford University Press, Chapter 6: Phosphorus Recovery and Reuse, P is for Processing, Hiroko Yoshida, Kimo van Dijk, Aleksandra Drizo, Steven W. Van Ginkel, Kazuyo Matsubae, Mark Buehrer Chapter 8: How MFA, transdisciplinarity, complex adaptive systems thinking, and education reform are keys to better managing P, P is for Parity, Rebecca Cors, Kazuyo Matsubae, Anita Street

#### 【解説】

- 自動車リサイクルにおける鉄鋼合金のフロー解析 . [ふえらむ, 18 (12) , 2013, (65-69)] 松八重一代, 大野肇, 中島謙一, 中村慎一郎, 長坂徹也

### 環境創成機能素材分野

#### 【論文】

- Relationship between Porous and Mechanical Properties of Hydrothermally Synthesized Porous Materials from Diatomaceous Earth. [Industrial & Engineering Chemistry Research, (2013) , 17865-17970] Yani Jing ,

Zhenzi Jing, Emile Hideki Ishida

●バックキャストニングによるライフスタイル・デザイン手法とイノベーションの可能性. [高分子論文集, Vol.70(7), (2013), 341-350] 古川柳蔵・石田秀輝

●Hydrothermal Synthesis of Humidity-Regulating Material from Calcined Loess. [Industrial & Engineering Chemistry Research, (52), (2013), 4779-4786] Yi Zhang 他, Hideki Ishida

#### 【著書】

●地下資源文明から生命文明へ ―人と地球を考えたあたらしいものづくりと暮らし方のか・た・ち― ネイチャー・テクノロジー. [東北大学出版, (2014)] 石田秀輝 古川柳蔵

●科学のお話「超」能力をもつ生き物たち第1巻「カがつくつきたいくない注射針」. [学研, (2014)] 石田秀輝

●科学のお話「超」能力をもつ生き物たち第2巻「ホテルがつくったエコライト」. [学研, (2014)] 石田秀輝

●科学のお話「超」能力をもつ生き物たち第3巻「ヤモリがつくった超強力テープ」. [学研, (2014)] 石田秀輝

●科学のお話「超」能力をもつ生き物たち第4巻「ハスの葉がつくったよごれない服」. [学研, (2014)] 石田秀輝

●“Nature Technology ―Creating a Fresh Approach to Technology and Lifestyle”. [Springer, (2013)] Emile H.Ishida, Ryuzo Furukawa

●ネイチャー・テクノロジーで未来を拓くパラダイムシフトを. 石田秀輝×鈴木佛介 [エネルギーから経済を考える, 合同出版(株), (2013), 152-179]

●2030年のライフスタイルが教えてくれる「心豊かな」ビジネス～自然と未来に学ぶネイチャー・テクノロジー～. [日刊工業新聞社, (2013)] 石田秀輝 古川柳蔵

●それはエコまちがい？. [(株)プレスアート, (2013)] 石田秀輝 田路和幸

●自然界はテクノロジーの宝庫 未来の生活はネイチャー・テクノロジーにおまかせ！. [技術評論社, (2013)] 石田秀輝. 古川柳蔵

#### 【総説・解説】

●特集「バイオミメティクスと材料開発」―環境と経済の両立を考えるあたらしい物差しとは？～ネイチャー・テクノロジー～. [日刊工業新聞社 工業材料 2013年11月号, 61(11), (2013), 23-26] 石田秀輝, 古川柳蔵, 須藤祐子

●コクヨグループCSR 報告書2013「特集コクヨグループ東北未来ダイアログ」. [コクヨグループ CSR 報告書2013, (2013)] 石田秀輝

●特別寄稿「ものづくりと暮らし方の新潮流をつくる―一人を豊かにするテクノロジー―」. [トヨタ紡織株式会社 トヨタ紡織 技報 TECHNICAL REVIEW, vol.07, (2013), 5-12] 石田秀輝

●環境技術戦略立案ツールとしてのライフスタイル・ハザードマップ. [岩波書店 環境経済・政策研究, 6(1), (2013), 53-64] 増田拓也・古川柳蔵・石田秀輝

●日経エコロジー「プリヂストンが考える持続可能な社会」. [日経BP社 日経エコロジー 第166号, (2013)] 石田秀輝

●日経エコロジー 味の素(株) 花王(株)共催フォーラム特集記事「いっしょにつくろう, 私たちのサステナブル・ライフスタイル」. [日経BP社 日経エコロジー 第166号, (2013)] 石田秀輝

●公開シンポジウム「美しい生き方を考える」第1回講演要綱「自然のすごさをかしこく活かす」. [公益財団法人 花王 芸術・科学財団 公益財団法人 花王 芸術・科学財団 「未来につながるライフスタイル」, (2013)] 石田秀輝

●持続可能な社会のライフスタイルとは？―ネイチャー・テクノロジーによる生命文明の創出. [世界平和教授アカデミー 世界平和研究 2013冬季号 通巻196号, 196号(39), (2013), 24-34] 石田秀輝

●特集 新地球時代―新しい時代への第一歩―「新しいステップへの「淘汰」を」. [MOKU 出版 月刊MOKU 2013Jan, vol.250, (2013), 78-80] 石田秀輝

### 環境材料表面科学分野

#### 【論文】

●Effective shell layer thickness of platinum for oxygen reduction reaction alloy catalysts. [Physical Chemistry Chemical Physics, 15, (2013), 17771-17774] N. Todoroki, Y. Asakimori, T. Wadayama

●Platinum-enriched Ni/Pt(111) Surfaces Prepared by Molecular Beam Epitaxy: Oxygen Reduction Reaction Activity and Stability. [Materials Transactions, 54, (2013), 1735-1740] N. Todoroki, R. Takahashi, Y. Iijima, Y. Yamada, T. Hayashi, T. Wadayama

●ORR Activity Enhancement of MBE-Prepared Pt Monolayer on Au Single-Crystal Substrate. [ECS Transactions, 50(36), (2013), 45-55] Yuki Iijima, Yu Takahashi, Ken-ichi Matsumoto, Naoto Todoroki, and Toshimasa Wadayama

●Oxygen reduction reaction activities for Pt-enriched Co/Pt(111), Co/Pt(100), and Co/Pt(110) model catalyst surfaces prepared by molecular beam epitaxy. [Surface Science, 607, (2013), 54-60] Y. Yamada, K. Miyamoto, T. Hayashi, Y. Iijima, N. Todoroki, T. Wadayama

●Electrochemical Stability of Topmost Surface of Pt-Enriched Ni/Pt(111) Prepared by Molecular Beam Epitaxy. [ECS Transactions, 50, (2013), 1715-1722] N. Todoroki, Y. Iijima, R. Takahashi, Y. Yamada, K. Matsumoto, T. Hayashi, T. Wadayama

●Structure and Electrochemical Stability of Pt-Enriched Ni/Pt(111) Topmost Surface Prepared by Molecular Beam Epitaxy. [Journal of The Electrochemical Society, 160(6), (2013), F591-F596] Naoto Todoroki, Yuki Iijima, Ryota Takahashi, Yu Asakimori, and Toshimasa Wadayama

●Oxygen Reduction Reaction Activities for Pt/Au(hkl) Bimetallic Surfaces Prepared by Molecular Beam Epitaxy. [Journal of The Electrochemical Society, 160(8), (2013), F898-F904] Yuki Iijima, Takayuki Kondo, Yu Takahashi, Yohe Bando, Naoto Todoroki, and Toshimasa Wadayama

### 環境複合材料創成科学分野

#### 【論文】

●Long-term biopersistence of tangled oxidized carbon nanotubes inside and outside macrophages in rat subcutaneous tissue. [Scientific Reports, 3, (2013), 2516-] Yoshinori Sato, Atsuro Yokoyama, Yoshinobu Nodasaka, Takao Kohgo, Kenichi Motomiya, Hiroaki Matsumoto, Eiko Nakazawa, Tomoko Numata, Minfang Zhang, Masako Yudasaka, Hideyuki Hara, Rikita Araki, Osamu Tsukamoto, Hiroaki Saito, Takeo Kamino, Fumio Watari, Kazuyuki Tohji

●Helicity Selective Photoreaction of Single-walled Carbon Nanotubes with Organosulfur Compounds in the Presence of Oxygen. [Journal of the American Chemical Society, 135, (2013), 6356-6362] Yutaka Maeda, Junki Higo, Yuri Amagai, Jun Matsui, Kei Ohkubo, Yusuke Yoshigoe, Masahiro Hashimoto, Kazuhiro Eguchi, Michio Yamada, Tadashi Hasegawa, Yoshinori Sato, Jing Zhou, Jing Lu, Tokuji Miyashita, Shunichi Fukuzumi, Tatsuya Murakami, Kazuyuki Tohji, Shigeru Nagase, Takeshi Akasaka

●Aryl Iodides as Strong Inhibitor in Gold and Gold-Based Bimetallic *quasi*-Homogeneous Catalysis. [Chemical Communications, 49, (2013), 2542-2544] Raghu Nath Dhital, Choavarit Kamonsatikul, Ekasith Somsook, Yoshinori Sato, Hidehiro Sakurai

#### 【特許】

●導電性材料およびその製造方法 [特許5253943] 佐藤義倫, 田路和幸, 名村優

●カーボンナノチューブの評価方法 [特許5330034] 佐藤義倫, 田路和幸, 小倉正平, 福谷克之, 名村優

●カーボンナノチューブおよびその製造方法 [特許5330035] 佐藤義倫, 田路和幸, 小倉正平, 福谷克之, 名村優

●非水電解液二次電池用負極材料 [特許5382569] 田路和幸, 佐藤義倫, 伊藤隆, 松本高利, 高橋幸典, 沼田達治, 坂内裕, 笠原竜一, 岸本章, 伊藤貴裕, 松本博道, 小倉慎一

### 国際エネルギー・資源戦略を立案する環境リーダー育成拠点

#### 【論文】

●Nurturing Environmental Leaders among Postgraduate Researchers: Experience at Tohoku University. [Proceedings of ASSURE 2013, Thailand, May 2013, (2013)] Michael Norton

#### 【総説・解説】

●環境調和型実装技術－熱マネジメント－[エレクトロニクス実装学会誌, 16(1), (2013), 29-34] 田中泰光, 米田泰博, 田畑春夫, 森貴裕, 永井晃, 八甫谷明彦, 青木正光

●東北大学環境リーダープログラム活動報告「国際エネルギー・資源戦略を立案する環境リーダー育成拠点」[環境リーダープログラム合同会議2013 予稿集, (2013), 23-25] 田中泰光, 田路和幸, 李玉友, Michael G. Norton, 木村喜博

### 東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト

#### 【論文】

●Spectroscopic determination of the critical temperatures and pressures of H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. [Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 108(6), (2013), 01-10] Chizu SEKIGUCHI, Nobuo HIRANO, Atsushi OKAMOTO and Noriyoshi TSUCHIYA

●Coupled reactions and silica diffusion during serpentinization. [Geochimica Cosmochimica Acta, 119, (2013), 212-230] Yuichi Ogasawara, Atsushi Okamoto, Nobuo Hirano, and Noriyoshi Tsuchiya

●The effect of Al and Na on the precipitation rate of silica minerals: hydrothermal flow-through experiments at 430

●C and 31 MPa. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 762-765] Hanae Saishu, Atsushi Okamoto, and Noriyoshi Tsuchiya

●Effect of silica transport on serpentinization in the Ol-Opx-H<sub>2</sub>O system. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 628-631] Atsushi Okamoto, Yuichi Ogasawara, Nobuo Hirano, Noriyoshi Tsuchiya

●Spectroscopic measurement of critical points and characteristics of supercritical state of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>. [Procedia Earth and Planetary Science, 7, (2013), 846-849] Noriyoshi Tsuchiya, Chizu Sekiguchi, Nobuo Hirano

●Catalytic Cracking Reaction of Heavy Oil in the Presence of Cerium Oxide Nanoparticles in Supercritical Water [Energy&Fuel, 27, (2013), 4624-4631] Mehdi Dejhosseini, Tsutomu Aida, Masaru Watanabe, Seiichi Takami, Daisuke Hojo, Nobuaki Aoki, Toshihiko Arita, Atsushi Kishita, and Tadafumi Adschiri

●A predictive model and mechanisms associated with hydrogen production via hydrothermal reactions of sulfide [Int. J. Hydrogen Energy, 38, (2013), 11209-11221] Putri Setiani, Noriaki Watanabe, Atsushi Kishita, Noriyoshi Tsuchiya

### 寄附講座

### 環境物質制御学講座

#### 環境物質制御学分野

#### 【論文】

●Optimized Distribution and Morphology of Carbon

Nanofibers for a Field Emitter Grown by Nickel and Chromium Cosputtering. [Materials Sciences and Applications, 4(4), (2013), 225-230] Norihiro Shimoi Shun-ichiro Tanaka

- Properties of a field emission lighting device employing high crystallized single-walled carbon nanotubes. [SID Symposium Digest of Technical Papers, 44(1), (2013), 737-740] Norihiro Shimoi, Toshimasa Hojo, Adriana Ledezma Estrada, Sharon Marie Garrido, Yasumitsu Tanaka and Kazuyuki Tohji
- Properties of a field emission lighting plane employing highly crystalline single-walled carbon nanotubes fabricated by simple processes. [Carbon, (2013)] Norihiro Shimoi, Adriana Ledezma Estrada, Yasumitsu Tanaka, Kazuyuki Tohji
- Numerical analysis of electron emission site distribution of carbon nanofibers for field emission properties [Applied Materials & Interfaces, doi:10.1021/am302324w, (2013)] Norihiro Shimoi, Shun-ichiro Tanaka.

#### 【総説・解説】

- 平面発光照明デバイス. [東北大学大学院環境科学研究科 NEWS LETTER, (14), (2013), 5] 下位法弘

### 地圏環境学分野

#### 【論文】

- Degradation potential and microbial community structure of heavy oil-enriched microbial consortia from mangrove sediments in Okinawa, Japan. [Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, 48(8), (2013), 835-846] Hernando P. Bacosa, Koichi Suto and Chihiro Inoue

#### 【総説・解説】

- 石炭灰中の有害元素の存在形態と特定の封じ込め技術の開発. [化学工業社 ケミカルエンジニアリング, 58(1), (2013), 36-44] 小川泰正, 須藤孝一, 井上千弘
- タイ国における廃棄物・リサイクル事情. [J. MMIJ, 129 (2), (2013), 78-81] 白鳥寿一, 鎌瑞恵, 大和田秀二

### 廃棄物資源循環複合新領域研究講座

#### 【論文】

- Recovery of Phenols from Bisphenol A Polycarbonate in the Presence of MgO. [7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials, New Delhi, India, (2013)] G. Grause, R. Kaerbrant, T. Kameda, T. Yoshioka
- Evaluation of the Dehydrochlorination of Polyvinyl Chloride in Steam Atmosphere. [7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials, New Delhi, India, (2013)] J. D. Fonseca, G.

Grause, T. Kameda, T. Yoshioka

- Modification of PVC with long alkyl chains by nucleophilic substitution. [7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials, New Delhi, India, (2013)] Y. Nagasaki, K. Hashimoto, G. Grause, T. Kameda, T. Yoshioka
- Determination of the proportion between hydrolysis and pyrolysis during Poly (ethyleneterephthalate) degradation in O-labeled steam. [7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials, New Delhi, India, (2013)] Y. Morohoshi, S.Kumagai, G. Grause, T. Kameda and T. Yoshioka
- Simultaneous Recovery of Organic and Inorganic Materials by the Thermal Decomposition of Plastic-Metal Composites. [7th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials, New Delhi, India, (2013)] S. Kumagai, G. Grause, T. Kameda and T. Yoshioka
- Development of an AgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Membrane for the Removal of Chloride from Solutions of NaCl in Ethylene Glycol. [International Symposium of Chemical-Environmental-Biomedical Technology 2013, Iwanuma, Japan, (2013)] Kento Yamada, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Simultaneous Hydrolytic and Thermal Decomposition of Poly (ethylene terephthalate) using <sup>18</sup>O isotope-labeled Water. [International Symposium of Chemical-Environmental-Biomedical Technology 2013, Iwanuma, Japan, (2013)] Y. Morohoshi, S. Kumagai, G. Grause, T. Kameda, T. Yoshioka
- Lead Removal from Cathode Ray Tube Glass in the Presence of PVC and Calcium Hydroxide. [International Symposium of Chemical-Environmental-Biomedical Technology 2013, Iwanuma, Japan, (2013)] Kenshi Takahashi, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Thermal Decomposition of Printed-Circuit Boards Based on Thermoset Resin. [International Symposium of Chemical-Environmental-Biomedical Technology 2013, Iwanuma, Japan, (2013)] Shogo Kumagai, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Development of an AgCl/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> membrane for the removal of chloride from organic liquids. [International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Sendai, Japan, (2013)] Kento Yamada, Grause Guide, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Removal of lead from cathode ray tube glass using dehydrochlorination of PVC. [International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Sendai, Japan, (2013)] Kenshi Takahashi, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Upgrade recycling of PVC by nucleophilic substitution with long carbon chains. [International Symposium for

the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Sendai, Japan, (2013)] Yuko Nagasaki, Kazumi Hashimoto, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

- Concentration of Cs<sup>+</sup> using ionic associate and organic solvent. [International Symposium for the 70th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan, Sendai, Japan, (2013)] Kotaro Hayashi, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Novel process for the removal of bromine from styrene polymers containing brominated flame retardants. [Proceedings of 2013 International Symposium on Environmental Science and Technology, Dalian, China, (2013)] Guido Grause, Hisatoshi Tanaka, Thallada Bhaskar, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Employing Poly (vinyl chloride) as Chlorination Agent for the Removal of Lead from Cathode Ray Tube Glass in the Presence of Calcium Hydroxide. [Proceedings of the 2013 Spring Conference of the Korea Society of Waste Management, Danyang, Korea, (2013)] Guido Grause, Kenshi Takahashi, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Evaluation of the steam assisted thermal dehydrochlorination of poly(vinyl chloride). [Proceedings of the 2013 Spring Conference of the Korea Society of Waste Management, Danyang, Korea, (2013)] Juan Fonseca, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Recovery of phenols by steam hydrolysis of poly (bisphenol-A-carbonate) in a fluidized bed reactor. [Proceedings of the 2013 Spring Conference of the Korea Society of Waste Management, Danyang, Korea, (2013)] Rikard Kaerbrant, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Feedstock Recycling of Organic and Inorganic Materials by Thermal Decomposition of Metal-Containing Plastics. [The 12th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands, (2013)] Shogo Kumagai, Guido Grause, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Removal of Brominated Flame-Retardants from High-Impact Polystyrene by Extraction in an Alkaline Organic Medium. [The 12th Expert Meeting on Solid Waste Management in Asia and Pacific Islands, (2013)] Guido Grause, Hisatoshi Tanaka, Thallada Bhaskar, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- A simple simulation of adsorption equilibrium of Pb (II) on Andosols in the presence of dissolved humic substances for monitoring soil contamination. [Journal of Environmental Science and Health, Part A, 48 (13), (2013), 1694-1699] Yuyu Liu, Takeshi Kobayashi, Yukari Takahashi, Takashi Kameya, and Kohei Urano
- Waste Management Data Collection during Disaster Recovery-A Case Study of Great East Japan Earthquake- [Progress in Competitive Intelligence, (2013), 74-106] Yoshinari Noboru, Ohuchi Azuma, Sugawara Yoshio

### 連携講座

### 環境適合材料創製学分野

#### 【論文】

- High-Speed Growth of 4H-SiC Single Crystal Using Si-Cr Based Melt [Materials Science Forum, 740-742, (2013), 73-76] M. Kado, H. Daikoku, H. Sakamoto, H. Suzuki, T. Bessho, N. Yashiro, K. Kusunoki, N. Okada, K. Moriguchi, K. Kamei
- Growth of Large Diameter 4H-SiC by TSSG Technique [Materials Science Forum, 740-742, (2013), 65-68] K. Kusunoki, N. Yashiro, N. Okada, K. Moriguchi, K. Kamei, M. Kado, H. Daikoku, H. Sakamoto, H. Suzuki, T. Bessho
- Comparative studies on total energetics of nonequivalent hexagonal polytypes for group IV semiconductors and group III nitrides [J. of Materials Research, 28, (2013), 7-16] Koji Moriguchi, Kazuhito Kamei, Kazuhiko Kusunoki, Nobuyoshi Yashiro and Nobuhiro Okada
- Observation of melt puddle behavior in planar flow casting in air [J. of Alloys and Compounds, 586(1), (2013), 150] Ryu Seino, Yuichi Sato

#### 【特許】

- SiC 単結晶の製造方法及び SiC 単結晶の製造装置 [特開 2013-112553] 矢代将斉, 亀井一人, 楠一彦, 岡田信宏, 森口晃治
- 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金 [特開 2013-001619] 亀井一人, 楠一彦, 矢代将斉, 岡田信宏

### 地球環境変動学分野

#### 【論文】

- The 2007-2011 evolution of tropical methane in the mid-troposphere as seen from space by MetOp-A/IASI [Atmos. Chem. Phys., 13, (2013), 4279-4289] Crevoisier, C., D. Nobileau, R. Armante, L. Crépeau, T. Machida, Y. Sawa, H. Matsueda, T. Schuck, T. Thonat, J. Pernin, N. A. Scott, and A. Chédin.
- Arctic ozone loss in Siberia in 2011 and 2012 [Atmos. Meas. Tech. Discuss., 6, (2013), 2955-2978] Dorokhov, V., N. Tsvetkova, V. Yushkov, H. Nakajima, G. Ivlev, A. Makshtas, N. Tereb, F. Goutail, A. Pazmino, and J. -P. Pommereau
- Brewer, SAOZ and ozonesonde observations in Siberia [Atmosphere-Ocean, 51, (2013)] Dorokhov, V., V. Yushkov, A. Makshtas, G. Ivlev, N. Tereb, V. Savinykh, D. Shepelev, H. Nakajima, T. McElroy, D. Tarasick, F. Goutail, J. -P. Pommereau, and A. Pazmino
- Validation of XCO<sub>2</sub> derived from SWIR spectra of GOSAT TANSO-FTS with aircraft measurement data [Atmos. Chem. Phys., 13, (2013), 9771-9788] Inoue, M., I. Morino, O. Uchino, Y. Miyamoto, Y. Yoshida, T. Yokota,

T. Machida, Y. Sawa, H. Matsueda, C. Sweeney, P. P. Tans, A. E. Andrews, and P. K. Patra.

- Atmospheric column-averaged mole fractions of carbon dioxide at 53 aircraft measurement sites [Atmos. Chem. Phys., 13, (2013) , 5265-5275] Miyamoto, Y., M. Inoue, I. Morino, O. Uchino, T. Yokota, T. Machida, Y. Sawa, H. Matsueda, C. Sweeney, P. P. Tans, A. E. Andrews, and P. K. Patra.
- The solar exposure time required for vitamin D<sub>3</sub> synthesis in the human body estimated by numerical simulation and observation in Japan [J. Nutr. Sci. Vitaminol., 59, (2013) , 257-263] Miyauchi, M., C. Hirai, and H. Nakajima
- Carbon flux estimation for Siberia by inverse modeling constrained by aircraft and tower CO<sub>2</sub> measurements [J. Geophys. Res. 118, (2013)] Saeki, T., S. Maksyutov, M. Sasakawa, T. Machida, M. Arshinov, P. Tans, T. Conway, M. Saito, V. Valsala, T. Oda, R. Andres, D. Belikov
- Global and regional emissions estimates for N<sub>2</sub>O [Atmos. Chem. Phys. Discuss., 13, (2013)] Saikawa, E., R. G. Prinn, E. Dlugokencky, K. Ishijima, G. S. Dutton, B. D. Hall, R. Langenfelds, Y. Tohjima, T. Machida, M. Manizza, M. Rigby, S. O'Doherty, P. K. Patra, C. M. Harth, R. F. Weiss, P. B. Krummel, M. van der Schoot, P. B. Fraser, L. P. Steele, S. Aoki, T. Nakazawa, and J. W. Elkins.
- TransCom model simulations of methane: comparison of vertical profiles with aircraft measurements [J. Geophys. Res., 118, (2013) , 3891-3904] Saito, R., P. Patra, C. Sweeney, T. Machida, M. Krol, S. Houweling, P. Bousquet, A. Agusti-Panareda, D. Belikov, D. Bergmann, H. Bian, P. Cameron-Smith, M. Chipperfield, A. Fortems-Cheiney, A. Fraser, L. Gatti, E. Gloor, P. Hess, S. Kawa, R. Law, R. Locatelli, Z. Loh, S. Maksyutov, L. Meng, J. Miller, P. Palmer, R. Prinn, M. Rigby, C. Wilson
- Aircraft and tower measurements of CO<sub>2</sub> concentration in the planetary boundary layer and the lower free troposphere over southern taiga in West Siberia: Long-term records from 2002 to 2011 [J. Geophys. Res., 118, (2013)] Sasakawa, M., T. Machida, N. Tsuda, M. Arshinov, D. Davydov, A. Fofonov, and O. Krasnov
- Temporal changes in the emissions of CH<sub>4</sub> and CO from China estimated from CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> and CO/CO<sub>2</sub> correlations observed at Hateruma Island [Atmos. Chem. Phys. Discuss., 12, (2013), 22893-22930] Tohjima, Y., M. Kubo, C. Minejima, H. Mukai, H. Tanimoto, A. Ganshin, S. Maksyutov, K. Katsumata, T. Machida, and K. Kita.
- Decadal time series of tropospheric abundance of N<sub>2</sub>O isotopomers and isotopologues in the Northern Hemisphere obtained by the long-term observation at Hateruma Island, Japan [J. Geophys. Res., 118, (2013)] Toyoda, S., N. Kuroki, N. Yoshida, K. Ishijima, Y. Tohjima, and T. Machida.

【総説・解説】

- A global environmental database project at the National Institute for Environmental Studies and its contribution to DIAS/GRENE [Proc. of the International Forum on Polar Data Activities in Global Data Systems, 15-16 October 2013, Tokyo, Japan, (2013), 84-86] Nakajima, H., T. Shirai, N. Saigusa, Y. Nojiri, T. Machida, and H. Mukai
- 国際オゾンシンポジウム2012報告 [天気, 60, (2013) , 521-532] 柴崎和夫, 忠鉢繁, 中島英彰, 豊田賢二郎, 鈴木睦, 磯野靖子, 中根英昭, 関谷高志, 塩谷雅人, 入江仁士, 中野辰美, 笠井康子, 長濱智生, 坂崎貴俊, 宮川幸治
- 大気環境の長期モニタリングと炭素循環メカニズムの理解に向けて —NDACC-IRWG/TCCON 合同国際会議報告— [地球環境研究センターニュース, 24(6), (2013) , 6-8] 中島英彰, 森野勇
- 定期航空路線を利用した温室効果ガスのグローバル観測 [季刊環境研究, 172, (2013) , 4-13] 町田敏暢, 松枝秀和, 澤庸介, 丹羽洋介, 江藤仁樹

**環境リスク評価学分野**

【論文】

- Study on trigger mechanism of large induced seismicity at a hydraulic stimulation in Basel, Switzerland [Proc. SEGJ Symposium 2013, 138, (2013)] Y. Mukuhira, H. Asanuma, M. Häring
- Geomechanical interpretation of induced seismicity observed at Basel geothermal reservoir [Proc. RS2013, (2013) , 194-201] Y. Mukuhira, H. Asanuma, M. Haring
- Seismostatical modeling of earthquakes from geothermal fields [Proc. RS2013, (2013) , 214-221] T. Eto, H. Asanuma, M. Adachi, K. Saeki, K. Aoyama, H. Ozeki, Y. Mukuhira
- Application of the ETAS seismostatistical model to microseismicity from geothermal fields [Trans. GRC, 37, (2013) , 149-154] T. Eto, H. Asanuma, M. Adachi, K. Saeki, K. Aoyama, H. Ozeki, Y. Mukuhira, M. Häring
- Characteristics of large-magnitude microseismic events recorded during and after stimulation of a geothermal reservoir at Basel, Switzerland [Geothermics, 45, (2013) , 1-17] T. Eto, H. Asanuma, M. Adachi, K. Saeki, K. Aoyama, H. Ozeki, Y. Mukuhira, M. Häring
- Estimating the viability of Chlorella exposed to oxidative stresses based around photocatalysis [Int. Biodeterior. Biodegrad., 78, (2013) , 1-6] Imase M., Ohko Y., Takeuchi M., Hanada S.
- Distribution and characterization of anammox in a swine wastewater activated sludge facility [Wat Sci Technol, 67, (2013) , 2330-2336] T. Yamagishi, M. Takeuchi, Y. Wakiya, Y. Waki.
- Carbon dioxide concentration dictates alternative methanogenic pathways in oil reservoirs [Nature Communications, 4, (2013)] D. Mayumi, J. Dolfig, S. Sakata, H. Maeda, Y. Miyagawa, M. Ikarashi, H. Tamaki, M. Takeuchi, C. H. Nakatsu, Y. Kamagata.
- Carbon-14 age and chemical evolution of Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-type

groundwater of age less than 8,000 years in a confined sandy and muddy Pleistocene aquifer, Japan [Hydrogeol J, 21, (2013) , 1289-1305] I. Machida, Y. Suzuki, M. Takeuchi.

- Methyloceanibacter caenitepidi gen. nov., sp. nov., a novel facultatively methylotrophic bacterium isolated from marine sediments near the hydrothermal vent area [Int J Syst Evol Microbiol, (2013) , in press] Takeuchi, M., Katayama, T., Yamagishi, T., Hanada, S., Tamaki, H., Kamagata, Y., Oshima, K., Hattori, M., Marumo, K., Nedachi, M., Maeda, H., Suwa, Y., and Sakata, S.

**バイオエコマネジメント学分野**

【論文】

- Trace-level mercury ion (Hg<sup>2+</sup>) analysis in aqueous sample based on solid-phase extraction followed by microfluidic immunoassay. [Analytical Chemistry, 85(1), (2013) , 434-440] Y. Date, A. Aota, S. Terakado, K. Sasaki, N. Matsumoto, Y. Watanabe, T. Matsue and N. Ohmura.
- Pretreatment method for immunoassay of polychlorinated biphenyls in transformer oil using multilayer capillary column and microfluidic liquid-liquid partitioning. [Analytical Science, 29(4), (2013) , 393-399] A. Aota, Y. Date, S. Terakado, and N. Ohmura.
- Operation of a cylindrical bioelectrochemical reactor containing carbon fiber fabric for efficient methane fermentation from thickened sewage sludge. [Bioresource Technology, 129, (2013) , 366-373] D.Sasaki, K.Sasaki, A.Watanabe, M.Morita, N.Matsumoto, Y. Igarashi and N.Ohmura.

【著書】

- 次世代 PCB バイオセンサーの開発(その3) - マイクロ流体デバイスを用いた絶縁油中 PCB 分析 - . [電力中央研究所研究報告, V12005, (2013)] 青田新, 伊達安基, 寺門真吾, 大村直也
- ナノ・マイクロテクノロジーを利用した生物計測技術の開発(その4)- 固相抽出法の改良と標準環境試料の分析 -. [電力中央研究所研究報告, V12010, (2013)] 伊達安基, 青田新, 佐々木和裕, 植本弘明, 大村直也
- 微生物による BDF 副生グリセロール廃液からのエタノール生産. [電力中央研究所研究報告, V12006, (2013)] 松本伯夫, 平野伸一, 大村直也

【総説・解説】

- e- バイオ戦略に基づく炭素代謝の改変. [生物工学会誌, 91(7), (2013)] 松本伯夫

【特許】

- 微生物のグリセロール代謝促進方法 [特開2013-000016] 松本伯夫, 平野伸一
- タンパク質分解処理方法 [特開2013-034389] 佐々木大介, 森田仁彦, 松本伯夫

- 真菌の形態変化制御方法 [特開2013-179846] 平野伸一, 松本伯夫

# 博士・修士論文題目一覧(平成25年3月・9月修了) 進路状況

## 博士論文

### 【平成25年3月修了】23名

- 八木迪幸「Efficiency Analysis of Technology in Japanese Industries (日本産業における技術の効率性分析)」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 朝山慎一郎「気候変動ガバナンスとマスメディア：言説的アプローチによる新聞報道の研究」指導教員：明日香壽川教授
- 吳美瑛「Stability of  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$  as a cathode for Solid Oxide Fuel Cells (固体酸化物形燃料電池のカソードとしての  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$  の安定性)」指導教員：川田達也教授
- 渡邊秀貴「Impedance modeling of porous electrodes for high temperature electrochemical devices (高温電気化学デバイスにおける多孔質電極のインピーダンスモデル構築)」指導教員：川田達也教授
- 佐々木宗健「酸性温泉水の地化学特性と資源ポテンシャルに関する研究」指導教員：土屋範芳教授
- 椋平祐輔「パーゼル地熱フィールドでの水圧刺激にともなう誘発有感地震の発生メカニズムに関する研究」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：浅沼宏准教授
- 松本正芳「Fundamental Studies on Polarimetric and Interferometric Ground-Based SAR for Environmental Monitoring (環境モニタリングのための地上設置型偏波 SAR 及び干渉 SAR の基礎的研究)」指導教員：佐藤源之教授
- 草野駿一「Advanced analysis of polarimetric SAR for ground surface characterization (偏波合成開口レーダに用いる地表面判読のためのデータ解析)」指導教員：佐藤源之教授
- 劉海「Quantitative Characterization of Subsurface Layered Structure by Ground Penetrating Radar (地中レーダによる浅層地下構造の定量解析)」指導教員：佐藤源之教授
- 中川勇樹「油汚染土壌の低環境負荷型オンサイト処理手法に関する研究」指導教員：井上千弘教授
- 伊藤奈津子「リン酸ハカルシウムの水酸アパタイトへの転化挙動の解明と薬剤担体への応用」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：上高原暢准教授
- 富永雄一「分子認識材料の多様化と環境・バイオ技術への応用」指導教員：井上千弘教授
- 谷川哲也「環境試料及び生体試料分離用高性能分離剤の多機能化と応用」指導教員：井上千弘教授
- 果崇申「Synthesis of Mixed Valence Tungsten Oxide Based Nanomaterial for The Application of Near Infrared Absorption (混合原子価酸化タングステン基ナノマテリアルの合成と近赤外線吸収特性)」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シュウ准教授

- 後藤武弘「溶液反応による無機酸化物の形態制御および機能性化粧品の新製」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シュウ准教授
- 横山俊「金属酸化物—ハロゲン化合物間の化学反応を利用した新規ナノ表面制御技術開発」指導教員：田路和幸教授
- 田中武志「環境に対応したはんだペーストリサイクルとハロゲンフリーはんだペーストに関する研究」指導教員：田路和幸教授
- 愛知太郎「超低 Pb 品位の電気亜鉛製造の可能性の検討と Sr による Pb 混入抑制効果に関する研究」指導教員：田路和幸教授
- 李涛「Turbulent Coagulation Rate of Inclusion Particle and Morphology of Cluster in Molten Metal (溶融金属中在物の乱流凝集速度とクラスターの形態に関する研究)」指導教員：谷口尚司教授 研究指導教員：嶋崎真一助教
- 李長全「Fabrication of Porous Composite Material for Diesel Particulate Filter and the Regeneration by Microwave Heating (ディーゼル粒子フィルターのための多孔質複合材料の作製とマイクロ波加熱による再生)」指導教員：谷口尚司教授 研究指導教員：吉川昇准教授
- 砂原公平「低還元材比操業のための高炉内鉱石挙動解明とその制御に関する研究」指導教員：葛西栄輝教授
- Mrutyunjay Panigrahi「Direct Electrolytic Reduction of Mixed Oxides to Fe-Ti Alloy in Molten Calcium Chloride (溶融塩化カルシウム中における酸化物混合体の Fe-Ti 合金への直接電解還元)」指導教員：中村崇教授 研究指導教員：柴田悦郎准教授
- 張蕾「Fundamental investigation on the excitation processes of laser-induced and glow discharge plasmas for analytical application to scrap materials (レーザー誘起プラズマ及びグロー放電プラズマの励起機構の解明とスクラップ素材の発光分析への応用)」指導教員：我妻和明教授

### 【平成25年9月修了】8名

- Samir Ibrahim Mohamaed M. Gadow「Bio-hydrogen production from cellulosic Biomass by Continuous Dark Fermentation (暗条件での連続式発酵によるセルロース系バイオマスからのバイオ水素生産)」指導教員：李玉友教授
- 李華「トランスナショナルな中国朝鮮族家族の人類学的研究—韓国への出稼ぎ移動を中心に」指導教員：瀬川昌久教授
- Putri Setiani「Hydrogen production via sulfur redox cycle under mild hydrothermal conditions (マイルドな熱水環境における硫黄の酸化還元サイクルを用いた水素製造)」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：渡邊則昭助教
- 秋保広幸「湿式石灰石石膏法脱硫装置におけるセレンの酸化と酸化抑制に関する研究」指導教員：吉岡敏明教授
- Mustafa Şen「Design, Fabrication and Evaluation of New Electrochemical Platforms for High-Throughput

- Cell Analysis (ハイスループット細胞解析のための新しい電気化学プラットフォームのデザイン、作製および評価)」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：伊野浩介助教
- 澤井隆「鋼中の介在物・析出物分散制御による製品品質向上に関する研究」指導教員：谷口尚司教授
- Nuhansyah Sulaiman「Study on Quantifying the Hammer Effect and the Dynamic Response of Buried Structures Associated with Mine Flailing Operations (フレール式地雷処理におけるハンマー効果の定量化と埋設構造物の動特性に関する研究)」指導教員：高橋弘教授
- Riafeni Karlina「Compressive Sensing Applied to High Resolution Imaging by Synthetic Aperture Radar (コンプレッシブ・センシングによる合成開口レーダの高分解能化)」指導教員：佐藤源之教授

## 修士論文

### 【平成25年3月修了】98名

- 宍戸彬「仙台市における都市と郊外の夜間気温の鉛直分布に関する研究」指導教員：境田清隆教授
- 巴亮太「蔵王の温湿度観測データを用いた山越え気流の分類とその特徴について」指導教員：境田清隆教授
- 渡邊彩「関東地方における夏季静穏日の地上風系と対流性降水の経年変化」指導教員：境田清隆教授
- 浅井一浩「集落営農による耕作放棄の抑制効果—宮城県登米市を事例として—」指導教員：上田元准教授
- 山本雄基「生協事業の変遷と消費者需要の動向—みやぎ生協の取り組みに着目して—」指導教員：上田元准教授
- 蔣紅与「Thermophilic hydrogen fermentation from cellulose by mixed-culture (混合培養系によるセルロースの高温水素発酵)」指導教員：李玉友准教授
- 湯超「Effect of antibiotics on nitrification in wastewater treatment system (排水処理システムの硝化に及ぼす抗生物質の影響)」指導教員：李玉友准教授
- 小山裕貴「発展途上国における気候変動政策—マレーシアに見る新たな動き—」指導教員：田路和幸教授
- 章妍「The Development of Wind Power in China: Localization of Wind Turbine Manufacturing Industry (中国における風力発電の発展—風力タービン製造業の国産化—)」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：佐竹正夫教授
- 平間絵理「フランス都市交通計画におけるモダリティシフトの検討—イル・ド・フランス地域の事例から—」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：佐竹正夫教授
- 大塚美保「東日本大震災後の環境・エネルギー問題に対するマーケティング分析」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 尾沼広基「Economic Analysis of Natural Disaster Damage (自然災害による被害の経済分析)」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 倉増啓「国内でのサーベイデータを用いた幸福度と環境保護への支払意思に関する計量分析」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 曹慧娟「A Disaggregate Analysis of Economy and Welfare in China (中国における非集計方法を用いた経済・厚生分析)」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 松崎高史「気候要因が貿易に与える影響の分析」指導教員：

- 馬奈木俊介准教授
- 王瑜「新しい観光資源としての廟会—北京市の春節廟会を中心とした考察」指導教員：瀬川昌久教授
- 遠藤剛「エネルギー政策決定過程における知見の反映に関する分析—風力発電に焦点をあてて—」指導教員：明日香壽川教授
- 馬場隆介「日本の戦略的環境アセスメント制度に関する政策決定過程分析」指導教員：明日香壽川教授
- 烏燕嘎「『満洲実録』におけるモンゴル語の言語学的研究」指導教員：栗林均教授
- 烏月汗「『蒙文詮釈』におけるモンゴル語の教授法の研究—正音法の説明を中心に—」指導教員：栗林均教授
- 白井良和「固体酸化物形燃料電池用複合酸化物の機械的特性評価」指導教員：川田達也教授
- 藤巻義信「実環境 X 線吸収測定による高温電極の物質輸送経路の解明」指導教員：川田達也教授
- 松尾宙晃「希土類オキソ酸塩の欠陥構造とプロトン伝導特性」指導教員：川田達也教授
- Rina Riana Sondari「Hydrogen Production from Aluminum Waste Treatment under Hydrothermal Conditions (熱水条件下におけるアルミニウム廃棄物処理による水素製造に関する研究)」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：渡邊則昭助教
- 三森創一郎「柳津西山地熱地域における有感地震の発生特性に関する研究」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：浅沼宏准教授
- 遠藤弘伸「小口径無排土掘進機械の屈曲機構に関する研究」指導教員：高橋弘教授
- 小谷野太郎「東北地方太平洋沖地震前後の浅所地殻応力場」指導教員：高橋弘教授 研究指導教員：坂口清敏准教授
- 朱海濱「高含水比泥土の再資源化による緑化基盤材の開発に関する研究」指導教員：高橋弘教授
- 中村公亮「SPH 法による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
- 北城崇史「パッシブバイスタティックレーダに関する基礎的研究」指導教員：佐藤源之教授
- 村谷直紀「レーダに用いるアレイアンテナに関する基礎的研究」指導教員：佐藤源之教授
- 蒔田浩士「トレーサー応答および地下温度分布を用いた地熱貯留層内き裂分布の推定に関する研究」指導教員：橋田俊之教授
- 宮坂泰平「固体酸化物燃料電池の信頼性・耐久性向上を目的とした Redox サイクルにおける Ni/NiO-YSZ 材料の機械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：佐藤一永准教授
- 谷内雄紀「圧力変化を利用した二酸化炭素貯留層からの漏洩防止技術の検討」指導教員：伊藤高敏教授
- 蛭子貴文「医療応用を目指した Ca 欠損水酸アパタイト柱状粒子の特性解明」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：上高原暢准教授
- 大利直宏「骨腫瘍温熱療法に向けたマグネタイト / 水酸アパタイト複合顆粒の作製」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：上高原暢准教授
- 木村健士郎「薬剤担体を目指した水酸アパタイトナノ顆粒

の電気泳動法による作製」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：上高原暢准教授

- 鯉淵裕史「高濃度マグネシウムを含むかん水からのリチウム分離」指導教員：井上千弘教授
- 寺坂宗太「廃棄骨を利用した機能性吸着材料の作製と水質汚濁物質除去能力の評価」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：上高原暢准教授
- 阿部教恩「ソフト金属—Tb (III) —チアカリックスアレーン三元錯体の自発的形成によるソフト金属高感度定量法の開発とその実試料測定への適用」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 唐島田龍之介「金属イオンの高感度発光検出系の確立を目的とする界面活性剤ミセル—アピゲニン反応システムの探索研究」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 工藤溪一「温度可変キャピラリー電気泳動反応器」を用いた金属錯体の解離反応活性化パラメータ決定法の開発」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 菅原かおり「界面活性剤ミセル発光増感システムを用いた微量鉛(II)定量法の提案とその鉛(II)錯体発光機構の調査」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 中村真実「*exo*型配位子チアカリックスアレーン—ランタニド多核錯体の速度論的安定性と<sup>1</sup>H磁気緩和能の評価」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 和田祥太郎「d<sup>8</sup>遷移金属—ラジカル配位子錯体の水素結合生成に基づく近赤外吸収アニオンセンシング」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壹岐伸彦准教授
- 阿部志保美「微小流路型電気化学デバイスによる細胞分泌物質の回収と定量」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：珠玖仁准教授
- 伊藤小町「走査型プローブ顕微鏡による局所電気化学計測システムの開発」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：珠玖仁准教授
- 久保礼有志「バイオ LSI を用いた海馬切片のリアルタイム過酸化水素イメージング」指導教員：末永智一教授
- 西條拓「3次元組織解析に向けた多点電気化学デバイスの開発」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：伊野浩介助教
- 二橋晋「マイクロ流路によるカプセルを利用した細胞機能解析」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：伊野浩介助教
- 児玉暁「マグネシウム—アルミニウム酸化物を用いた新規脱硫及び脱硝方法の開発」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 佐々木薫「リン含有化成処理スラッジの二次電池正極剤へのリサイクル」指導教員：吉岡敏明教授
- 嶋森修子「有機修飾モンモリロナイトを用いた芳香族化合物の選択的捕捉とその機構に関する研究」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 庄司知里「含塩素樹脂処理廃液からの塩素回収・循環プロセス」指導教員：吉岡敏明教授
- 橋本和美「層状複水酸化物を触媒とした置換反応による含塩素高分子樹脂の化学修飾」指導教員：吉岡敏明教授
- 大島健司「有機酸を目的としたアルギン酸塩の水熱酸化」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：相田卓助

教

- 粕谷和広「高圧二酸化炭素下におけるポリエチレングリコールの粘度測定およびその推算方法の検討」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 北嶋治之「固体塩基触媒による高温水溶液中でのグルコース異性化反応」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 遠山優「流通式超臨界水熱合成法によるアルカリニオブ酸系圧電体微粒子の連続合成および粒子特性の評価」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 早坂淳「Tetra-*n*-butylammonium bromide (TBAB) セミクラスレートハイドレートを用いたガス分離プロセス構築に向けた研究」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：大田昌樹助教
- 肴倉太郎「セリア基複合金属酸化物の OSC 評価と自動車排ガス浄化機能」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シユウ准教授
- 佐藤雄一「水熱法による AlOOH 粒子の形態制御及び化粧品への応用」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シユウ准教授
- 登内駿介「リン酸銀基 Z スキーム型光触媒の合成と可視光誘起光触媒活性」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シユウ准教授
- 小川秀之「硫黄系正極を利用した全固体型リチウムイオン電池の設計」指導教員：本間格教授 研究指導教員：宇根本篤助教
- 川口祐司「キノン系有機分子を利用したプロトン貯蔵型大容量キャパシタの研究」指導教員：本間格教授 研究指導教員：筈居高明助教
- 矢中美紀「超臨界流体を利用した CuInSe<sub>2</sub> 化合物太陽電池材料の低温合成プロセスの研究」指導教員：本間格教授 研究指導教員：筈居高明助教
- 中空翔「TCE 脱塩素微生物コンソーシアムの脱塩素反応と菌叢構造に及ぼす水素添加の影響」指導教員：白鳥寿一教授 研究指導教員：須藤孝一准教授
- 梶野康晴「銅担持光触媒の合成と二酸化炭素のアルコール変換用触媒への応用に関する研究」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 平塚美春「太陽光発電セルへの応用を目的とした金属・半導体 SWCNT 特性の高結晶単層カーボンナノチューブ分離」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：佐藤義倫准教授
- 武士俣航平「アミン化単層カーボンナノチューブ電極の電気二重層キャパシタ特性」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：佐藤義倫准教授
- 中林昭弘「サイクロンと電磁分離の組合せによる溶融 Al 清浄化技術の開発」指導教員：谷口尚司教授 研究指導教員：嶋崎真一助教
- 中屋裕登「木材乾燥における含有水分の移動現象に関する基礎研究」指導教員：谷口尚司教授
- 皆川晃弘「溶融 Si ジェットへの電磁気間欠印加による太陽電池用均一径 Si 球の製造」指導教員：谷口尚司教授 研究指導教員：嶋崎真一助教
- 飯塚陽祐「ELV スクラップに随伴する合金元素フローの定量評価」指導教員：長坂徹也教授 研究指導教員：松八重

一代准教授

- 斎藤尚人「電炉へのダスト吹き込み技術に関する基礎研究」指導教員：長坂徹也教授
- 森村武史「農作物消費に伴うリン資源の国際フロー解析」指導教員：長坂徹也教授 研究指導教員：松八重一代准教授
- 尾形成也「環境配慮型商材が人々の環境配慮行動に与える影響の実証分析—ポータブル太陽光発電システムを事例として—」指導教員：石田秀輝教授
- 黒崎雄一「水熱反応による hydrogarnet の化学組成および構造制御とフミン質の吸着に関する基礎研究」指導教員：石田秀輝教授
- 武田誠「環境配慮型ワークスタイルの社会受容性及び評価構造に関する研究」指導教員：石田秀輝教授
- 新井智大「放電プラズマ焼結法によるバルク Mo<sub>5</sub>SiB<sub>2</sub> 基金金の作製とその高温強度」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：吉見享祐准教授
- 鴛谷温嗣「Al-Cu-Mg-Si 合金の時効析出過程の解明と微細析出物の結晶構造解析」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：中村純也助教
- 宮本慎平「TiC を添加した Mo-Si-B 合金の組織制御と高温強度」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：吉見享祐准教授
- 時田裕次郎「溶融フラックスによるネオジム磁石からの希土類元素の分離・回収」指導教員：中村崇教授 研究指導教員：柴田悦郎准教授
- 岡龍一郎「グロー放電発光分光分析の高感度・高精度化」指導教員：我妻和明教授
- 加藤三香子「アルミナの熱還元気相成長法によるバルク AlN 結晶の作製」指導教員：福山博之教授 研究指導教員：大塚誠准教授
- 高杉茉莉「Ga-Al フラックス法による AlN エピタキシャル成長における極性反転機構の解明」指導教員：福山博之教授
- 伊藤宣司「Mn-H 系錯体水素化物の合成および元素置換効果」指導教員：折茂慎一教授
- 小野光遥「Fe-H 系錯体水素化物の合成および添加物効果」指導教員：折茂慎一教授
- 斉藤郁彦「Li-B-N-H 系錯体水素化物の水素貯蔵特性」指導教員：折茂慎一教授
- 松山奈央「遷移金属系錯体水素化物の水素貯蔵特性」指導教員：折茂慎一教授
- 清野龍「単ロール法におけるアモルファス合金の製造条件最適化と板厚決定機構解明」指導教員：佐藤有一教授
- 横田基平「木質バイオマスの酸化鉄還元反応への影響」指導教員：岡崎潤教授
- 佐藤徹也「高 Cr フェライト系耐熱鋼の粒界析出強化の支配因子と高強度化」指導教員：長谷川泰士教授
- 小山弘二「漁撈畑作術・文化・体験復習の提案について」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 長田卓博「太陽電池を切り口とした環境戦略」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 村田敏明「農山村の豊かさに基づいたライフスタイル」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 岡田宏一「環境と経済の共鳴の実践」指導教員：古川柳蔵准

教授 研究指導教員：石田秀輝教授

- 才本晃「オリジンの共有ビジネス」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授

## 【平成 25 年 9 月修了】7 名

- 張彦隆「Start-up and inhibition analysis of the Anammox process in UASB reactors (UASB 型 Anammox プロセスのスタートアップおよび阻害因子の検討)」指導教員：李玉友教授
- 張政「A Real Options Approach to Environmental R&D Project Evaluation (リアル・オプション分析を用いた環境 R&D プロジェクト評価)」指導教員：馬奈木俊介准教授
- 牛云霧「Study of energy consumption, air pollutants emissions and income in household level in Western Loess Plateau, China. (中国黄土高原地方におけるエネルギー消費、大気汚染物質排出、世帯収入の相関関係に関する研究)」指導教員：明日香壽川教授
- 烏燕嘎「『満洲実録』におけるモンゴル語の言語学的研究」指導教員：栗林均教授
- Rikard Kärrbrant 「Steam hydrolysis of poly (bisphenol-A-carbonate) in a fluidized bed reactor (流動層を用いたポリビスフェノール A カーボネートの水蒸気加水分解)」指導教員：吉岡敏明教授
- 李関喬「Synthesis and Hydrogen Storage Properties of Transition Metal Based Complex Hydrides (遷移金属系錯体水素化物の合成と水素貯蔵特性)」指導教員：折茂慎一教授
- 大井美歩「持続可能な社会構築を実現するエネルギー消費の方法」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授

## 進路状況

DOWA ホールディングス、日本気象協会、四国計測工業、IHI、JFE スチール、NTT データ、YKK、旭硝子、アルプス電気、イーエヌ大塚製薬、いすゞ自動車、クレハ、七十七銀行、信越化学工業、東京ガス、東洋インキ SC ホールディングス、トヨタ自動車、豊田自動織機、ニチアス、日立化成工業、日立建機、日立製作所、日立造船、古河電気工業、三井造船、三菱自動車工業、リコー、花王、楽天、古河スカイ、三菱重工業、住友ベークライト、住友化学、住友金属鉱山、蘭州大学、スエズ運河大学、ハルビン工業大学、東北大学、石油資源開発、HOYA、川崎重工業、太平洋セメント、大阪ガス、大同特殊鋼、田中貴金属工業、東海旅客鉄道、東芝、東日本電信電話、日清紡績、日鉄鉱業、日東電工、日本ガイシ、日本特殊陶業、日野自動車、味の素、岩手県、青森県、パナソニック電工、日本精機、関東地方環境事務所、国際航業、パシフィックコンサルタン、シノテスト、JX 日鉱日石エネルギー、産業技術総合研究所、EMG マーケティング合同会社、サンデン、ラック、ニトリ、ジーシー、住友電気工業、住友金属工業、新日鐵住金、神鋼環境ソリューション、パスコ、スギノマシン、大東化成工業、ケムコ、アイシン精機

## TOPICS

### 第36回国立大学法人大学院環境科学 関係研究科長等会議

日時：平成25年7月12日(金)

会場：横浜ベイシェラトンホテル&タワーズ 4階 「清流II」

協議：

1. 環境科学の次のステップとしての意見交換
2. 各大学院の現状について
3. 次回の本会議の開催について

講演：

「明るい未来を創造するための科学技術と大学の役割」  
浦島邦子(科学技術動向研究センター上席研究官・センター長補佐)  
「熱帯に魅せられてー或る生態学者が語るー」  
鈴木邦雄(横浜国立大学 学長)

### 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、いずれも活発な討論が行われており、科内の環境科学研究の活性化に寄与している。平成25年に開催されたコロキウム環境は下記の通りである。

#### 第67回 平成25年1月25日

兼「**軽金属の新しいプロセッシング技術に関するワークショップー環境負荷低減と循環型社会構築を目指してー(科学研究費補助金：基盤研究(A) 課題番号22246097 成果報告会)**」

講師：Dr. Valdis Bojarevics (University of Greenwich, UK)

演題：Material properties, recycling and energy savings using dynamic EPM models

講師：嶋崎真一氏(東北大学大学院環境科学研究科)

演題：電磁攪拌式カップ法による半凝固ダイカスト用Al-Siスラリーの製造

講師：上野和之氏(東北大学大学院工学研究科)

演題：電磁攪拌式カップ法における湯流れと凝固のシミュレーション

講師：中林昭弘氏(東北大学大学院環境科学研究科修士課程)

演題：サイクロンと電磁分離を組み合わせた溶融Al浄化技術開発

講師：石渡保生氏(日本軽金属株式会社 鋳造開発センター)

演題：溶融Al浄化用サイクロンの試作と溶湯試験

講師：皆川晃弘氏(東北大学大学院環境科学研究科修士課程)

演題：溶融Siジェットへの電磁力間欠印加による太陽電池用Siボールの高速製造技術開発

講師：Dr. Pascal Gardin (Arcelor-Mittal, FRANCE)

演題：Inclusion Behavior in Liquid Metal

講師：Mr. Tao Li (Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University)

演題：Morphology Analysis of Irregular Shaped Nonmetallic Particles in Solid Metal by X-ray Micro CT

講師：新井宏忠氏(株式会社神戸製鋼所技術開発本部 材料研究所)

演題：サイズ比の大きい介在物粒子の乱流凝集モデル

講師：Dr. Stein Tore Johansen (SINTEF Materials Technology, NORWAY)

演題：CO<sub>2</sub>-Capturing Related Technology and Their Numerical Simulation

参加者：35名

#### 第68回 平成25年2月13日

兼「**第15回環境・資源経済学ワークショップ**」

講師：鷺田豊明氏(上智大学)

演題：Computable General Equilibrium Analyses of Global Climate Agreements: A Game Approach

講師：中室牧子氏(東北大学)

演題：Estimating Economic Returns to Education Using the Sample of Twins

演題：Are TV/ video games really harmful for kids?

参加者：20名

#### 第69回 平成25年5月23日

講師：Dr. Alistair Munro (政策大学院大学経済学研究科)

演題：The Economics of Nuclear Decontamination:

Assessing Policy Options for the Management of Land Around Fukushima Dai-Ichi

講師：井内加奈子氏(東北大学災害科学国際研究所 人間・社会対応部門)

演題：Disaster Management and Planning in Japan

参加者：19名

#### 第70回 平成25年8月1日

講師：Dr. Joseph Galaskiewicz (School of Government and Public Policy, University of Arizona)

演題：Environmental Impact of the Formation of International Social Networks

参加者：17名

#### 第71回 平成25年8月16日

講師：宝多康弘氏(南山大学総合政策学科)

演題：The Eco-Patent Commons and Sustainable Growth

講師：松浦広明氏(School of Interdisciplinary Area Studies, University of Oxford)

演題：The Role of a Constitutional Right to Health in Population Health

講師：山上浩明氏(成蹊大学経済学部)

演題：TBD

参加者：19名

#### 第72回 平成25年12月18日

講師：Dr. Sulfikar Amir (Nanyang Technological University, Singapore)

演題：A Search for the Origins of Sociotechnical Vulnerability in the Fukushima Nuclear Disaster

参加者：17名

#### 第73回 平成25年12月20日

講師：琴坂将広氏(立命館大学国際経営学部)

演題：Multi-layered Factors Influencing The Firm's Internationalization Strategy: Institutions, Macro Environment, and Firm-level Capabilities

講師：槍目雅氏(東京大学大学院新領域創成科学研究科)

演題：サステイナビリティに向けたイノベーション・ガバナンス

講師：吉田国光氏(金沢大学人間社会研究域人間科学系)

演題：村落社会と農地管理の諸相：定性的な社会ネットワーク分析の可能性

参加者：22名

### 第28回環境フォーラム 被災地復興へ向けた強靱なまちづくり ー世界の潮流と東北に開かれた機会ー

平成25年2月27日(水)エコラボ第4講義室にて、第28回環境フォーラムを開催した。

東日本大震災を受け、外務省では国際機関のエネルギー専門家を招聘し、被災地域のまちづくりを支援してきた。こうした被災地支援の一環として、被災から丸2年を迎えようとする2月27日、国際エネルギー機関(IEA)と国際再生エネルギー機関(IRENA)の専門家が東北大学大学院環境科学研究科を訪れ講演を行うと共に、環境科学研究科の教員および学生を中心とした参加者約40名と意見交換を行った。来学したのはIEAからJean-François Gagné氏ならびにJohn Dulac氏、IRENAからDolf Gielen氏。いずれもエネルギー分野の専門性に卓越した、発信力もある国際機関の方々である。講演では、世界のまちづくりに使われている最先端のエネルギー関連政策や技術がそれぞれの実務経験を基に紹介された。続く意見交換では、被災地の現状を踏まえた再生可能エネルギーの導入について、演者と聴講者の間で率直なやりとりがされた。



### 環境科学研究科特別講演会 「3.11と日本のエネルギー対策」

平成25年2月28日(木)エコラボ第4講義室において、「3.11と日本のエネルギー政策」と題して、出光興産株式会社代表取締役社長(現代取締役会長)、中野和久氏の講演があった。学期が終わっていたにもかかわらず、40名近い学生と教職員が出席した。

講演は、会社の紹介から始まり、3.11震災時の緊急対応と教訓、世界のエネルギー資源と消費、日本のエネルギーの需給など3.11の経験を踏まえて、今後の日本のエネルギー政策のあり方について、一企業の立場を越えた広い視野に立った講演であった。

中野氏は、今回の震災で得られたエネルギー政策への教訓として、エネルギー資源について、国民の危機意識が乏

しいことやエネルギーが国家の安全保障と結びついていることが改めて認識されたことに加えて、災害時のエネルギーの供給体制を整備すると共に石油が分散型エネルギーとして優れていることが分かったこと、一次エネルギー供給として原発の見直しが必要になったこと（震災前の計画では、原発の発電電力量に占める割合は、2010年実績の29%から2030年には53%になる）を指摘した。

今後の日本のエネルギー政策の課題は、「自前のエネルギー資源が乏しい」ことを前提に、安定的な供給確保、産業の国際競争力強化、環境対策（CO<sub>2</sub>の削減）、原発の安全性、災害時の供給、再生可能エネルギーの限界への認識など、多くの要素を勘案しながら、如何に「エネルギーのベストミックス」を実現するかという点にあると述べられた。講演の後、質疑応答があり、学生から活発な質問が出て、講演会は盛況のうちに終了した。



出光興産株式会社取締役社長（現代取締役会長） 中野 和久氏

## 第29回環境フォーラム

第29回環境フォーラムは、「津波堆積物によるリスク評価と社会的影響の予測」をテーマとして、2013年4月19日（金）にサイエンスプラザ（JST 東京本部：東京都千代田区）で開催された。本フォーラムは科学技術振興機構・社会技術研究開発センターにより後援された。

産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門研究グループ長の駒井 武 博士（現 東北大学環境科学研究科教授）により、広範囲における、東日本沿岸の津波堆積物調査と環境リスク評価についてお話し頂いた。静岡大学理学部の北村 晃寿 教授からは、約3000年前に発生した静岡平野における津波堆積物の調査結果、特に、砂質堆積物の詳細な記載について興味深い御講演をして頂いた。東京大学大学院新領域創成科学研究科の岡田真人 教授からはスパースモデリングによる津波堆積物の地球化学判別というタイトルで御講演を頂いた。

東北大学災害科学国際研究所の菅原大助 助教は、長年にわたり仙台平野の津波堆積物調査を展開されている方で、今回は、これまで継続されてきた津波堆積物研究の今後の課題と、数値シミュレーション技術の導入についてお話し頂いた。続いて、早稲田大学人間科学学術院の山田和

芳助手からは、湖沼の堆積物に保存されている過去の津波堆積物検出手法について御講演が行われた。

東北大学環境科学研究科からは土屋範芳 教授と渡邊隆広 助教の2名が講演を行った。土屋教授は、東北地方太平洋沖地震により発生した津波堆積物のヒ素や重金属汚染評価について報告した。渡邊助教は仙台平野で採取された過去の津波堆積物の化学分析結果について報告し、津波堆積物を検出する新たな手法の開発について研究紹介を行った。

本フォーラムの参加人数は合計65名となった。御参加された、大学、研究所、企業、省庁等の方々から、多くの価値ある御意見を頂いた。参加者の皆様に心から感謝申し上げます。

## 第30回環境フォーラム

平成25年5月24日（金）、NPO 法人環境エネルギー技術研究所との共催により、エコラボ第4講義室において「第30回環境フォーラム」を開催した。約40名の参加があり好評のうちに終了した。講演者および演題は下記の通り。

講演者：渡邊則昭（東北大学大学院環境科学研究科助教）  
演 題：地熱や廃熱による硫黄の水熱 Redox サイクルを通じたバイオマスからの水素製造

講演者：横山俊（東北大学大学院環境科学研究科助教）  
演 題：環境に配慮した次世代型ナノ材料創成技術・表面精密制御技術の研究開発

講演者：Paulo Vinicius Queiroz Sousa（東北大学大学院環境科学専攻 後期 博士1年）

演 題：Amazon deforestation: Causative factors of present decreasing deforestation rates

講演者：田路和幸（東北大学大学院環境科学研究科 研究科長／NPO 法人環境エネルギー技術研究所 理事長）

演 題：東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクトに期待される成果～震災被災地の早期復興に向けて～



## 環境科学研究科オープンキャンパス

本年度のオープンキャンパスは、7月30日、31日に開催された。本研究科本館への2日間の来場者は約2000人であった。この数字は昨年比で400人程度の減という結果であるが、これは、日程の2日間の天候が不順で、夏の盛りなのに気温も低く、雨模様であったことが原因していると思われる。ここ数年の来場者数は増加傾向で、特に震災以降の環境問題に対する関心の高まりを反映し、当研究科オープンキャンパスは盛り上がりを見せていたので、今年の天候はちょっと残念であった。

研究科本館会場では20テーマの展示と1テーマの公開実験を行った。今年度はさらに、研究科本館で実証研究を進めているスマートビル DC/AC ハイブリッド制御システムの見学ツアーも実施した。大学院入試相談コーナーも設置している。

上記展示等と並行し、小学生から一般までを対象とした2テーマの公開講座を2日間にわたって開講している。例年に比べ公開講座のテーマ数が少なかったためか、参加者総数は少なめとなったが、参加された方は、楽しんでおられたと思う。なお、公開講座のテーマおよび担当教員は以下の通り。

- ①岩石の中をのぞいてみる？／平野准教授、岡本准教授
- ②電化製品に使われている金属とそのリサイクル／白鳥教授・須藤（孝）准教授

最近では、殆どの大学でオープンキャンパスが実施されているが、東北大学のオープンキャンパスは素晴らしいと全国的に評判されるイベントになっている。地球規模の環境問題に関心が集まる中、当研究科の取り組みは常に注目されている。世界をリードする研究拠点として、今後も広くアピールしていきたい。



展示会場の様子



公開講座の様子

## 第31回環境フォーラム

平成25年10月11日（金）、NPO 法人環境エネルギー技術研究所との共催により、仙台ガーデンパレスにおいて「第31回環境フォーラム」を開催した。テーマを「次世代エネルギー研究開発の最前線」とし、日本でも普及が進みつつある地中熱ヒートポンプシステムを高効率にするための研究や、宮城県大崎市鳴子温泉中山平地区の温泉水を使った実証試験、仙台市南蒲生浄化センターを例に藻類オイル生産の基地としての下水処理施設の有効性についての紹介等、次世代エネルギー研究開発の最前線についてわかりやすい講演内容となり、60名以上の参加があり盛況だった。

講演者：前田桂史（東北大学未来科学技術共同センター 技術専門職員）

演 題：「EMS 制御地中熱エネルギーシステムの研究開発」の研究紹介

講演者：木下睦（東北大学大学院環境科学研究科 准教授）  
演 題：バイナリー発電の現況と鳴子温泉実験サイト

講演者：彼谷邦光（筑波大学大学院生命環境科学研究科 教授／国立環境研究所 客員研究員）

演 題：藻類オイル産業創成への道程

講演者：宮崎達三（西日本電信電話株式会社 理事 ビジネス営業本部スマートコミュニティ担当）

演 題：復興の足跡と ICT を活用した街づくり



講演の様子

## みやぎ県民大学

みやぎ県民大学は、県民の生涯教育の場として宮城県が運営しており、毎年51講座が開講されている。当研究科でも毎年のように県からの依頼を受けて、自然・環境コース6講座の内の1講座として開講している。今年度は物質・材料循環学コースの順番となり、時期は5月、講座タイトルは「循環型社会の実現を目指して」とした。講義はコース教員からの開講希望を受け付けたが、苦勞なく5回分の講義をそろえることができた。講師は以下の通りであった。5/16：谷口尚司教授、5/23：中村崇教授、5/30：高橋英志准教授、6/6：山崎強氏(新日鐵住金株)、6/13：石田秀輝教授。開講時間はいずれも17:30～19:00で、場所はエコラボの第4講義室を利用した。受講者は一般市民に本研究科学生1名を加えた約30名であったが、正確な人数は分からず仕舞いであった。平均年齢は60歳を優に超え、最高齢は79歳であった。講義中、誰も居眠りをせず一生懸命聴いておられるのが印象的であった。講義内容は、なるべく平易にお願いします、との事前依頼があったため、各講師は相当工夫されたものと思われる。講義の後には質問や意見が必ず出て、どうやらすべての講義に質問をした方や、自説を滔々と述べる方があったと聞いている。受講者の感想を聞けなかったのが残念であったが、高橋准教授が受講者に電子顕微鏡(SEM)を触らせて、花粉とPM2.5を観察してもらい、何であるか当てさせる工夫をされたことは、大層人気を博したものと思う。最後に石田教授から受講者に受講証を手渡して、県民大学を無事終了した。

## 入試説明会

平成25年度は、秋入試のための説明会を2回、春入試の説明会を2回開催した。吉岡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関する説明が行われ、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14日(金)18:30～20:00

東北大学東京分室 参加者9名

仙台会場：6月15日(土)13:00～16:00

環境科学研究科エコラボ第4講義室 参加者17名

春入試説明会

東京会場：11月28日(木)18:30～20:30

東北大学東京分室 参加者3名

仙台会場：12月14日(土)13:00～16:00

環境科学研究科本館第1講義室 参加者15名

## RES D (Regional Environment and Sustainable Development) 認証プログラム 2013年度実施報告

RES D (Regional Environment and Sustainable Development) 認証プログラムは、日中韓7大学の環境科学専攻で2008年度より実施している、優れた博士後期課程の学生を対象とした体験型教育プログラムで、2013年度で5回目となる。このプログラムには、日本は東北大学、京都大学、東京大学、中国は清華大学、同済大学、韓国はKAIST、POSTECHが参加し、各校から選抜した2名程度の博士後期課程の学生が、夏期に3週間かけて3国を歴訪し、講義、視察、討論を全員で経験することになる。旅費および滞在費は大学持ちで、貴重な経験と一生の友人が得られる有益なプログラムであるが、豊かとはいえない英会話のスキルを総動員して、暑い盛りに盛り沢山のプログラムをこなすハードなスケジュールは、博士研究に取り組んでいる学生には中々覚悟の要るプログラムではある。

4月中旬に今年度の主幹校である京都大学に、各大学から計10名の担当委員が集合して、本年度の実施方法について検討した。その結果、7月1日から上海の同済大学を皮切りに清華大学、KAIST、POSTECH、京都大学の順に各国1週間ずつ滞在し、最後の京都大学で各校の専攻長の署名を記した認証を授与するという大枠と、「都市の環境問題－流域の水管理」なるトピックが決定した。この事前ミーティングには、会議の後の愉しみが用意されている。今回は歴史ある琵琶疎水(南禅寺周辺)の見学と京料理を味あわせていただいた。京都大学の清水芳久教授には厚く感謝する次第である。

さて、5月に面接によって本研究科の参加学生2名が決定し、今年の参加者は計12名で、中国で本研究科の学生が腹痛に見舞われたものの、大きな問題もなく皆元気にプログラムを消化することができた。学生の目の輝きが印象的だった。

来年の主幹校は同済大学で、そろそろ担当者会議が開催される時期である。



京都南禅寺にて(4月の担当者会議メンバー)

## 国際協力・交流関連

### 環境科学研究科フェロー

本研究科との学術交流を通じ、本研究科の研究および教育に顕著な功績があったと認められる外国人研究者等に対して授与するフェローの称号を設け、平成15年10月1日より施行された。フェロー称号授与基準は、○将来も継続して学術交流を実践する者、○環境科学研究科に所属する前の実績も含め概ね3年以上継続した学術交流実績もつ者、○助教授相当以上の者となっている。これまでに環境科学研究科フェローの称号を授与された外国人研究者等は以下の通りである。

#### Michael C. Fehler 氏

Group Leader of Geophysics Group,  
Los Alamos National Laboratory (LANL),  
USA



地震学ならびに地震波による地下計測に関する世界第一線の研究者として著名であり、本務のLANL 当該部門長のほか、Bulletin of the Seismological Society of America の編集委員長や数々の国際会議の組織委員等を務めている。これまでの本学との密接な研究交流、共同研究を通じ、20数編に及ぶ共著論文を発表し、当該研究ならびに学生の教育に顕著な功績を有している。

#### Hugh D. Murphy 教授

China Jiliang University, China



世界初の高温岩体地熱開発プロジェクトのリーダーとして世界的に著名であり、その後米国 Colorado School of Mine 教授として地熱開発工学、石油開発工学、環境工学等の教育・研究に携わってきた。その間、当研究科との密接な研究交流を行うとともに、客員研究員として本学に6ヶ月滞在して教育・研究に貢献する等、顕著な功績を有している。さらに、過去3回にわたり本学外部評価委員として来日し、本学の教育・研究に対し助言を行っている。

#### Philip G. Meredith 教授

University College London, UK



岩石ならびに氷の破壊物理に関する世界第一線の著名な研究者である。特に、複雑き裂システムの破壊物理や温暖化による南極の棚氷破壊に関する新規な研究領域を開拓している。本学との交流に極めて積極的で、客員研究員として本学に1年間滞在するなど教育・研究に多大の貢献をしてきたことに加えて、これまで5名の研究スタッフや数多くの学生を派遣し研究交流を促進させるなど、顕著な功績を有している。

#### Alfons Georges Buekens 教授

Zhejiang University, China



化学工学を基盤としてプラスチックの化学リサイクル、PCBsの分解処理、廃棄物焼却や金属原料予備処理プロセスからのダイオキシン類の発生抑制など、物質リサイクルと環境問題に関連する幅広い分野で国際的に活躍している。ベルギーで発生した鶏肉のダイオキシン汚染問題の原因解明と事後処理では重要な役割を果たしている。

#### 金放鳴 教授

Shanghai Jiao Tong University, China



水熱化学反応を利用した有機系廃棄物処理および二酸化炭素の資源化の分野における第一人者であり、当研究科とは深いつながりがある。すなわち1999年に東北大学工学研究科地球工学専攻の博士課程を修了され、その後東北大学で客員研究員、講師、助教授を歴任され、2007年に同済大学教授に就任された。就任時には長江学者特聘教授として迎えられた。その後、環境科学研究科が中国を中心とするアジア各国の大学との交流協定締結や、各種の共同プログラムを開始するに当たり、金先生には特に重要な橋渡しの役を演じていただいている。

## 国際協定

本研究科では共同研究・教育を進める目的で、コロラド鉱山大学(米国)、アメリカ合衆国国際教育協会(米国)、国立成功大学(台湾)、ウォータールー大学(カナダ)、チャルマース工科大学(スウェーデン)、東北大学(中国)、オークランド大学(ニュージーランド)、同済大学(中国)、アジア工科大学院(タイ)、バンドン工科大学(インドネシア)と大学間協定を締結している。

部局間協定は現在、韓国生産技術研究院光州研究センター(韓国)、タシケント国立経済大学(ウズベキスタン共和国)、ドイツGGA(応用地球科学研究所)、バンドン工科大学(インドネシア)、上海交通大学(中国)、西安建築科技大学(中国)と締結している。

これらの諸協定に加え、中国清華大学環境科学工程院、中国同済大学環境科学工程学院と研究・教育協定を締結している。

## 環境科学研究科事務室職員

---

---

事務室長	山崎 洋一
------	-------

---

総務係	係長	山崎 育典
		今野 麻紀子
		浪岡 たか子
		佐久間 幸子
		目黒 律子
		近江 和嘉子
		吉田 和美
		二階堂 敦子

---

教務係	係長	内山 喜美子
		菅原 裕子
		小野寺 牧子
		赤坂 葉子

---