

# Coexistence

東北大学大学院 環境科学研究科 アクティビティレポート

## Activity Report 2011

Graduate School of Environmental Studies TOHOKU UNIVERSITY  
[www.kankyo.tohoku.ac.jp](http://www.kankyo.tohoku.ac.jp)

coexistence

Activity Report / 2011

TOHOKU UNIVERSITY



この印刷物は、環境にやさしい「水なし印刷」「植物油インキ」を使用しています。



## ごあいさつ

東日本大震災からの復旧におきましては、各方面から多くのご支援や励ましを賜りましたことを感謝申し上げます。

アクティビティレポートは、研究科創設以来毎年発行して参りました。3月11日の東日本大震災の影響で研究科のアクティビティの低下が心配されましたが、研究科構成員の努力により例年以上のアクティビティを示すことが出来ているように思われます。

3月11日の震災後、仙台市内に於いても1週間以上の停電が起こり、津波により被災した地域はひと月以上も停電が続きました。また、ガソリンや都市ガス等のエネルギー供給ラインが被災したこともあり、物流も停滞し、その影響により被災地の住民はエネルギーや資源の重要性を身に染みて感じた次第です。当研究科は、このエネルギー不足の状況を2030年のエネルギー供給状況ととらえ、このようなエネルギー不足の中でも快適な暮らし方を啓蒙するための小冊子を発行いたしました。第1号は、震災からわずか2ヵ月後の5月16日でした。その後、現在までに5冊を発行し、毎号20,000部を配布しております。これに並行して、被災地支援のための震災フォーラムを5回開催し、地方自治体の復興計画立案の一助となればと活動を展開してきました。

このような研究科の活動の一方で、各先生方は地方自治体、地域企業等と連携し、瓦礫処理をはじめとする様々な復興事業に積極的に関与しております。さらに、研究科学生も積極的にボランティア活動を先導してきました。このように、当研究科は公私にわたり、東日本大震災からの地域の早期復興を願って活動を続けております。

さて、東日本大震災は、東北大学にも大きな爪痕を残しました。多くの建物が使用不可能になり、教育研究設備も甚大な被害を受けました。当研究科は、幸い建物全てが使用可能であり、何よりも研究科構成員の絶え間ない努力があったからこそ、震災後ふた月足らずで教育研究がスタートできる環境を取り戻すことができました。このように大きなハンディキャップを乗り越え、本アクティビティレポートを発行できることに対し、研究科長として研究科構成員への敬意と感謝の意を表します。このような環境を乗り越えた皆様の、益々の成長と発展を願う次第です。

## Prefatory note

First of all, we would like to express our gratitude for all the support and encouragement we have received for the recovery from the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011.

We have published this Activity Report annually since the Graduate School of Environmental Studies was established in 2003. While we were concerned about a possible downturn in our performance following the disaster, it would appear that we have achieved more in the last year than we have in the past.

As a result of the earthquake, Sendai endured a blackout of over a week, while the tsunami-hit areas suffered for more than a month. Logistics slowed down due to the heavy damage to the energy supply lines for gasoline and utility gas. Consequently, people in the disaster areas now have a deeper appreciation of the importance of energy and resources. By way of comparison, we imagined last year's energy supply crisis as one that might possibly occur in 2030, and decided to publish a series of booklets to encourage people to create the conditions for a comfortable life when faced with diminished energy supplies. The first issue was released on May 15th, just slightly over two months after the earthquake. Since then, we have so far published five issues, with a distribution of 20,000 copies each time. In addition to these publications, we have held five forums on earthquake disaster to support the recovering areas, endeavoring to contribute to local governments' reconstruction efforts.

On the other hand, each of our instructors has collaborated with local governments and corporations to dedicate him- or herself to various reconstruction operations, such as removing debris. Our students have also been very active in leading volunteer work. Each of us at the Graduate School of Environmental Studies hopes, both as members of the school and as private individuals, for a quick recovery from the disaster; we will continue to work toward making this recovery a reality.

The Great East Japan Earthquake has resulted in many difficulties for Tohoku University. Many buildings and academic research facilities were greatly damaged and have become unusable. The task of restoring our graduate school building to use required the sustained effort of our faculty, staff, and students. I am happy to report that, thanks to them, we were able to restore the academic environment in time to start the new school year, within two months of the disaster. As the Dean of this school, I would like to express respect and gratitude for every person associated with the school, for overcoming the difficulties and managing to publish this Activity Report. I would also like to offer my best wishes for their continued success and growth.

田路 和章

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

環境動態論分野 Environment and Energy System Dynamics 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 Lab of Urban and Regional Environmental Systems 都市水環境とバイオエネルギーに関する研究 Research on Urban Water Environment and Bioenergy	8

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

国際経済環境研究分野 International Environmental Economics 貿易と環境 Trade and Environment	10
東アジア社会動態研究分野 Socio-Economic Dynamism of East Asian Countries 開発と環境:日本とアジア諸国の経験 Development and the Environment :the Experiences of Japan and Asian Countries	12
環境・エネルギー経済研究分野 Environment, Energy and Economics 環境、エネルギーと経済 Environment, Energy and Economics	14
環境技術イノベーション分野 Environmental technology and innovation 環境イノベーションが導く新しい暮らしのかたち New lifestyle driven by environmental innovation	16

## 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 地圏環境における物質・システムの理解と有効利用 Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere	18
太陽地球計測学分野 Surface and Subsurface Instrumentation Laboratory 環境科学の本質に真正面から取り組む Attacking the essence of environmental problems	20
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	22
地殻システム情報学分野 Environmental Geomechanics 地殻環境・エネルギー技術の新展開 Toward advanced environmental geomechanics and energy technology	24
地球開発環境学分野 Earth Exploitation Environmental Studies 環境調和型開発システムに関する研究 Studies on environment-friendly development systems	26

## 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	28
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・生体系物質計測への展開 Development of Chemical Motifs for Environmental and Biochemical Analysis	30
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	32
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	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
循環社会開発学分野 Environmental Processing for Energy Resources 炭素質エネルギー物質の調和的循環 Harmonic circulation of the carbon substance as energy resources	38
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	40
循環材料プロセス学分野 Laboratory of 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	42
循環生態系計画学分野 Recycle Ecological System Designment 表面化学とマテリアルデザイン～未知なる機能性材料創出～ Design of materials and its surface chemistry-Creation of attractive functional materials-	44
化学再生プロセス学分野 Materials Recycling Processes 高度資源利用・環境保全のためのプロセス研究 Process Engineering for Advanced Resources Utilization and Environmental Conservation	46

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

環境分子化学分野 Environmentally-Benign Molecular Design and Synthesis 新規合成反応と機能性分子の開発 Development of Novel Synthetic Reactions and Functional Molecules	48
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	50
環境調和素材学分野 Harmonic Material for Environment 環境低負荷医療の実現に向けて Toward Realization of Medical Care with Low Environmental Load	52
環境創成機能素材分野 Nature Technology 地下資源文明からの離陸—あたらしい暮らしのかたち— Breaking Away from Underground Resources-based Civilization - A New Design for Living -	54
環境調和材料強度学分野 Structural Materials for Eco-Friendly Systems 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	56
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 Assuming Creation of a Next Generation Life Style	58

## 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	60
---	----

## 寄附講座 (JAPEX) Endowed Division (Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.)

エネルギー・セキュリティ学 Energy Security エネルギー・セキュリティ学 Energy Security	62
--	----

## 連携講座 Collaborative Divisions

環境適合材料創製学分野 Process Engineering for Environmentally Adapted Materials (新日鐵 Nippon Steel 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	64
地球環境変動学分野 Global Environment Division (国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies) 地球大気の変化を捉える Observation of Global Atmospheric Change	66
環境リスク評価学分野 Environmental Risk Assessment (産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) 科学的な環境調査とリスク評価に基づく環境リスクの管理 Risk management of environmental risks based on the integration of scientific risk assessment and environmental assessment	68
バイオエコマネジメント学分野 Biotechnical Eco-management (電力中央研究所 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と適応対策 Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation and adaptation measures	70

## 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	72
---	----

## 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	74
---	----

## 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	76
---	----

業績レポート 78

博士・修士論文題目一覧(平成23年3月・9月修了)・進路状況 100

トピックス 104

国際協力・交流関連 110

環境科学研究科事務室職員 112



## 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  
雨澤 浩史  
Associate Professor  
Koji Amezawa

Our group focuses on environmentally friendly energy-conversion systems. Special interest is put on Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) that has a potential to achieve the highest ever efficiency in converting chemical energy of fossil fuels into electricity. Researches on mechanical reliability of SOFC have been performed through collaboration with other research groups inside and outside the university under the financial support by NEDO. We are also exploring the research into finding new materials for energy conversion devices. On the basis of thermodynamics, solid-state chemistry and electrochemistry, we are contributing to clarifying physical and chemical properties of the energy-related materials. Study on high temperature electrode based on in-situ measurement techniques has also started from this year under the support of CREST, JST.

### 研究分野の概要

当研究分野では、環境問題、エネルギー問題の解決に資するテクノロジーとして、固体酸化燃料電池(SOFC)、プロトン導電体を利用した水素製造・利用技術などに着目し、これらエネルギー有効利用技術の実用化のため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、最適な材料・デバイス設計のための指針を確立することを目指している。これらの研究は、本学の工学研究科、多元物質科学研究所、エネルギー安全科学国際センターや、産業技術総合研究所、京都大学、東京大学、九州大学、電力中央研究所、高輝度光科学研究センター、ファインセラミックスセンター、韓国科学技術研究院(KIST)、ノルウェー科学技術大学など、国内外の研究グループとの積極かつ継続的な共同研究・交流を通じ、促進を図っている。また、SOFC 開発企業を始めとする国内メーカー各社との連携を通じ、得られた研究成果の社会還元にも努めている。さらに、留学生の受け入れ(計5名、G30プログラムや本学 JYPE 等)や所属学生の海外短期研究留学による国際交流、所属学生の環境リーダープログラム参加(計3名)による高度人材育成にも力を入れている。

### 2011年度の研究成果

#### 1. 固体酸化燃料電池(SOFC)の信頼性・耐久性向上のための基盤研究

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは変動が大きく、安定したエネルギー供給のためには、化石燃料の補助的な利用が不可欠である。このため、化学エネルギーを効率よく電気と熱に変換する「コジェネレーション」技術が注目されている。この中で、セラミックスを電解質として用い、高温(600°C ~ 1000°C)で動作する「固体酸化燃料電池」(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)は、小規模システムでも最新の大規模火力発電(コ

ンバインドサイクル)に匹敵する効率を達成できる技術として期待されており、我が国でも2011年10月より0.7 kW 家庭用 SOFC コジェネレーションシステムの市販が開始された。

SOFC の本格的な普及のためには、さらなる高効率化、低コスト化に加え、信頼性・耐久性を向上させることが重要である。当研究室では、今年度も引き続き NEDO 委託事業「固体酸化燃料電池システム要素技術開発事業/基礎的・共通的課題のための研究開発/機械的解析による劣化機構の解明、加速試験方法の確立」を受託し、学内外の研究グループや SOFC 開発各社と密に連携して SOFC の機械的・信頼性確保のための研究に取り組んでいる。

SOFC に使われる酸化材料には、温度や雰囲気ガスに応じて酸素含有量(酸素不定比量)や結晶構造が変化することが多い。今年度は、これらの変化が材料の機械的特性に及ぼす影響について解明するとともに、得られた物性値を、SOFC 動作時の応力分布シミュレーションに活用した。さらに、起動停止や出力変動時など、非定常状態の SOFC における温度・応力分布評価を可能とすべく、SOFC 各種材料の熱的特性値の評価についての研究も進めている。

#### 2. SOFC の高性能電極の開発

当研究室では、1. で述べた研究以外にも、現在開発されている SOFC の抱える諸問題の解決に資する研究として、新規な高性能電極の開発を行っている。今年度は、Cr 被毒耐性空気極として期待される La(Fe,Ni)O<sub>3</sub> の電気化学特性評価、炭化水素燃料の直接導入を可能とする導電性酸化物を母体とした積層構造燃料極の開発などを行った。

#### 3. 新規その場計測技術の開発とその応用

SOFC に代表される高温電気化学デバイスの高性能化、高信頼性化を達成するためには、デバイスの作動条件下における各種構成材料(電解質、電極など)の物理・化学状態を明らかにし、電極反応やイオン伝導のメカニズムを明らかにすることが

必要不可欠である。当研究室では、放射光を用いた X 線吸収分光法に着目し、京都大学、高輝度光科学研究センターと共同研究のもと、高温、制御雰囲気下での材料評価が可能な分析手法を確立すると共に、これらの新規手法を用いた SOFC 電極における反応機構評価を行ってきた。本年度の成果としては、我々の開発した μm オーダーの位置分解能、かつ高温・制御雰囲気・通電下での評価が可能な高温電気化学その場マイクロ XAFS 法を適用することにより、SOFC 多孔質電極における酸素ポテンシャル分布の実験的評価に世界で初めて成功した。また昨年度に引き続き、深さ方向に nm オーダーの分解能での評価が可能なその場深さ分解 XAFS 法を用い、エピタキシャル酸化物薄膜の電子・局所構造について調べ、異種材料界面における構造変調が酸素不定比性、ひいては電子・イオン導電特性に影響を及ぼしていることを明らかにした。

さらに本年度からは、学内外の研究グループと共同で 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、高温電極のその場計測に基づく新しいエンジニアリング手法確立のための研究を開始した。

#### 4. プロトン導電性セラミックス材料の開発と応用

環境調和性に優れた水素エネルギーサイクルは、地球温暖化や化石燃料枯渇といった問題を解決する、新たなエネルギーサイクルとしてその実現が期待されている。水素エネルギー

サイクル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。プロトン導電性セラミックスは、燃料電池や水素センサー用電解質、水素分離精製膜として注目される材料である。

当研究室では、希土類オキソ酸塩を母体としたセラミックスを用い、既存材料に比べ、化学的安定性に優れた新規なプロトン導電体の開発に成功している。本年度は、ファインセラミックスセンターとの共同研究のもと、第一原理計算に基づく計算科学的手法を用い、代表的希土類オキソ酸塩系プロトン導電体である LaP<sub>3</sub>O<sub>9</sub>、LaPO<sub>4</sub> における欠陥構造ならびにプロトン伝導の発現メカニズムを明らかにした。

また本年度より、プロトン導電性セラミックスの応用として燃料電池を取り上げ、この実現を可能とする高性能空気極材料の探索にも着手した。

#### 5. 学会活動等

MS&T2011(10月、米国・Columbus)において、川田が招待講演を行った。また、国内学会・シンポジウム等において、川田が1件、雨澤が4件の招待・依頼講演を行った。さらに、雨澤は、The 5th KIFEE Symposium(3月、京都)、REMT2011(9月、京都)の国際会議開催、運営に携わった。その他、SOFC の普及のために、日本ファインセラミックス協会、日本電機工業会等に協力して、標準の整備や研究の推進に関わる活動を行った。

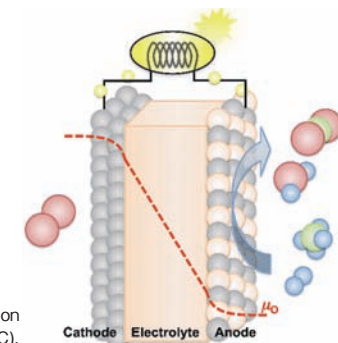


Figure 1. A schematic illustration of a solid oxide fuel cell (SOFC).

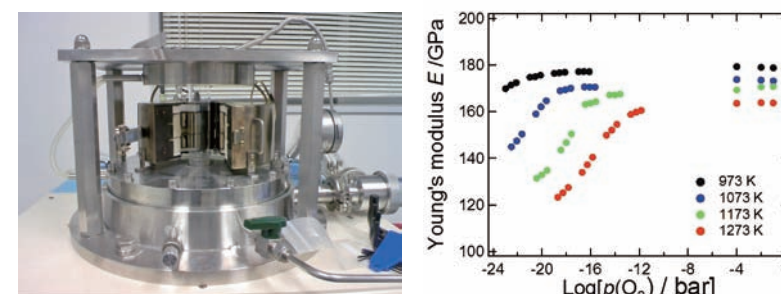


Figure 2. (a) Equipment for the measurement of mechanical properties at elevated temperatures under controlled atmospheres. (Nippon Techno-Plus, EG-HT-II) (b) Elastic modulus of an electrolyte material, for SOFC Ce<sub>0.9</sub>Gd<sub>0.1</sub>O<sub>1.95</sub> as a function of oxygen partial pressure at various temperatures.

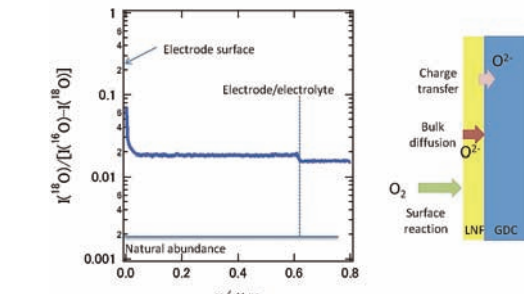


Figure 3. Depth profile of oxygen isotope ratio, <sup>18</sup>O/(<sup>18</sup>O+<sup>16</sup>O), in the LaNi<sub>0.4</sub>Fe<sub>0.6</sub>O<sub>3.5</sub> (LNF) thin film electrode on the Ce<sub>0.9</sub>Gd<sub>0.1</sub>O<sub>2.8</sub> (GDC) electrolyte after the isotope exchange treatment under p(O<sub>2</sub>)=0.1 bar at 1073 K for 5 min.

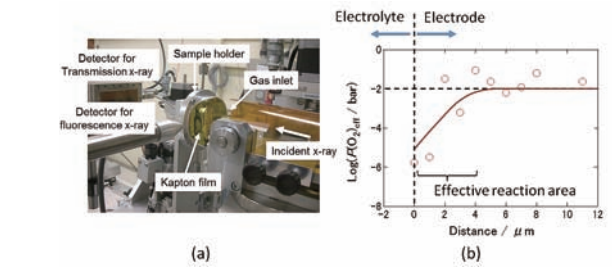


Figure 4. (a) Experimental apparatus for high temperature electrochemical in situ micro XAFS at Spring-8. (b) Oxygen potential distribution in a porous SOFC cathode of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>CoO<sub>3.8</sub> under polarization.

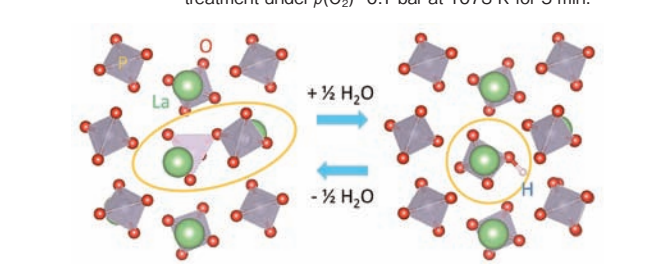


Figure 5. Defect structures in proton conducting LaPO<sub>4</sub>, predicted by the first principle calculation. Protons are introduced into this material through the equilibrium between condensed phosphate ions as oxygen deficits and ambient water vapor.



## 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



Extending his interest in the effect of sea breeze in mitigating urban heat island, Professor Sakaida (Physical-Environmental Geography) investigated into the cooling effect of nighttime land breeze, observing it at high-rise buildings in the central business district and suburbs of Sendai City. He started to collect data to evaluate how the land cover change in the Sendai coastal areas, resulted from the devastating Tsunami of the 2011 East Japan Earthquake, affects the invading feature of sea breeze. As the chairperson of the Tohoku Geographical Association based in the hard-hit region, he also set up "the 2011 East Japan Earthquake Emergency Committee", and initiated the Web site "the 2011 East Japan Earthquake Bulletin" to collect and disseminate worldwide information on the damages and for restoration. (<http://www.soc.nii.ac.jp/tga/index.html>) 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 land use, and to his fieldwork in the Lake Victoria region of Western Kenya on the agro-silvo-fishery system with emphasis on socio-economic and environmental transformation. He also initiated a geographical investigation into the factors controlling the spatial pattern of water-pipe damages by the 2011 earthquake in Sendai City. Assistant Professor Sekine (Human-Environmental Geography) examined the Tsunami damages in agricultural production, and illuminated the regional structure of serious repercussions on agricultural marketing of local produce due to harmful rumors and misinformation, especially in Fukushima and Miyagi Prefectures. He also found out that poor monitoring facilities and lack of geographical knowledge among the public authorities led to miscommunication of the information, at the initial stage of the disaster in particular, on radioactive material diffusing from the broken-down Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, thus resulting in the enduring anxiety among the surrounding local residents.

### 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 ヒートアイランドに関する研究

仙台上空から進入する海風の冷気が都心の高層建築物の作用で地上に降りし都心を冷却する現象に関して、実測に基づく考察を論文として公表した。一方、夜間は陸風が同様の現象を発現するか否か、都心と郊外の高層建築物を



Fig. 1: 仙台市荒浜に再建された気象観測点  
Fig. 1: Meteorological station reconstructed at Arahama in Sendai

フィールドとして観測を実施した。また3.11の震災と津波で壊滅的な被害を蒙った仙台市荒浜で風と気温の観測を再開し (Fig. 1)、土地被覆の変化によって海風の進入形態に変化が生じるか、実証する試みを開始した。

#### 研究② 冷夏出現の経年変化に関する研究

近年、オホーツク海高気圧とヤマセが7月下旬から8月にかけて増加しているが (Fig. 2)、2010年と2011年は梅雨明けが早く、2011年はその後戻り梅雨が見られた。

このような梅雨～盛夏における季節推移の詳細を気団論の立場から明らかにする研究に着手した。

**研究支援** 震災後、東北地理学会の会長として「災害対策委員会」を立ち上げ、災害状況と復興に向けた情報提供を会員に呼びかけ、被災地の学会としてHPを通し内外の研究者に発信してきた (Fig. 5)。これらの成果を取り纏め、英文書籍の刊行を準備中である。

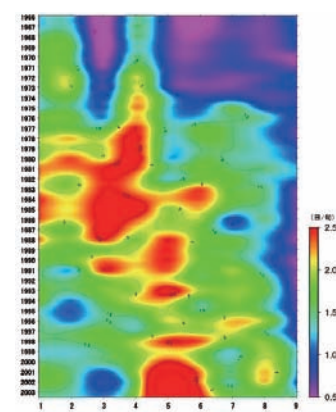


Fig. 2: ヤマセの経年的季節的出現傾向  
Fig. 2: Secular and seasonal occurrence tendency of Yamase weather



准教授 上田 元  
Associate Professor  
Gen Ueda



助教  
関根 良平  
Assistant Professor  
Ryohei Sekine

Fig. 4: ケニア西部グワスイ森林保護区における薪材採取  
Fig. 4: Firewood collection in Gwass Hills Forest Reserve, Western Kenya



**教育** 秋田大学教育文化学部で気候学の集中講義を、岩手県立福岡高校で地球温暖化について模擬講義を実施した。

### 2. 人間環境地理学分野の上田は、

①東日本大震災によって破損した仙台市水道局管内の地下埋設管の空間分布を明らかにし、その宅地開発・管路更新プロセスと地形要因との関連を検討した (継続中)。②「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)を開始し、メル山地域等を対象として衛星画像を用いた土地被覆分析を行い、データの空間解像度を考慮した手法であるフラクタル解析、局所空間性解析の可能性を検討した (Fig. 3: 数値が大きいほど、解像度を上げると局所空間性が大きく上昇)。③西ケニア・ヴィクトリア湖岸のスバ農林漁村において調査を開始し、乱獲による漁獲費用の増と自給的漁労の縮小、自家調理用・漁獲品加工用薪材の給源である森林保護区の利用状況 (Fig. 4)、そして農村部に導入されたブタの放牧が食害を招き飼育が都市部に絞られる実態を明らかにしつつ、複合的資源利用戦略と世帯の生計多様化について検討した (「熱帯地域における農民の家畜利用に関する環境史的」研究)、基盤研究(A)、分担)。

④ケニアの輸出野菜産地における水の利用・管理と、グローバルな商品チェーンに統合された契約栽培の実態を分析し、グローバル化に対処しようとする農民が採用せざるを得ない営農戦略が契約栽培の自壊を引き起こすジレンマについて考察した成果を、「ケニア中央部における水資源管理と輸出野菜生産—小農による欧州向け契約栽培の事例(ネイチャー・アンド・ソサエティ研究「自然と生きる」シリーズ、第4巻『資源』の1章、海青社)」として公表する準備を進めた。

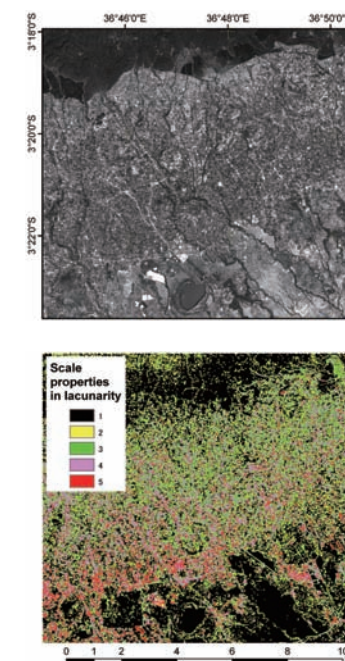


Fig.3: 局所空間性解析(タンザニア・メル山地域、2008年1月5日SPOT画像)  
Fig.3: Local lacunarity analysis (Mt Meru area, Tanzania, 5 Jan. 2008, SPOT image)



Fig. 5: 東北地理学会の震災対応HP  
Fig. 5: Web site "the 2011 East Japan Earthquake Bulletin" (<http://www.soc.nii.ac.jp/tga/index.html>)

### 3. 関根は以下の研究課題を遂行した。

2011年3月11日以降の東日本大震災の発災をうけ、①福島県・宮城県を主たる対象として、津波被害および農業生産における影響と被害状況、ならびに当該地域産農産物のいわゆる「風評被害」にみられる地域的な構造を地理学的アプローチから検討した。また、②福島第一原子力発電所事故による放射性物質の拡散に関して、その被害が大きかった福島県の自治体およびメディアを対象に、特に事故発生初期段階において、放射能汚染の拡大という地域住民にとってきわめて重要な情報の行政やメディアによる発信・伝達にみられた特徴と問題点について地理学的アプローチから検討した。その結果、①においては小売りを含めた流通業者の動きが消費者の選択肢を狭め、とくに経営上の選択肢が少ない中小業者が担う流通過程において「風評」が増幅される傾向があり、結果として福島県内でも「安全な」福島県産農産物は厳しい立場に置かれる構造があることが明らかとなった (日本地理学会2011年度秋季大会発表、東北地理学会2011年度秋季学術大会発表、農村計画学会震災復興支援シンポジウム発表)。また②に関しては、初動モニタリング体制の不備と行政当局にみられた地域的知識の欠如と住民の地域認識の乖離によって、地域住民が理解できる適切な情報がもたらされず、今なお不安を解消するには至っていない現状が明らかとなった (東北地理学会2011年度秋季学術大会発表)。



## 都市水環境と バイオエネルギーに関する研究

Research on Urban Water Environment and Bioenergy

准教授 李玉友  
Associate Professor  
Yu-You Li



In order to establish a recycling-oriented low-carbon society, our lab studies the following subjects: (1) water resource and water environmental protection; (2) biological and chemical processes for wastewater treatment and solid waste management; (3) bioenergy and biofuel production from biomass using anaerobic biotechnology such as hydrogen fermentation and methane fermentation; (4) the greenhouse gases produced from wastewater treatment plants; (5) environmental microbiology and chemistry. In 2011, over 10 original papers were published in English journals with a high standard, such as *Applied Catalysis B: Environmental* (IF=4.749), *Applied Microbiology and Biotechnology* (IF=3.28), *Bioresource Technology* (IF=4.365), *Environmental Science and Technology* (IF=4.825), *Hydrology and Earth System Science* (IF=2.463), *Water Resource Management* (IF=2.201), *Hydrological Processes* (IF=2.068), *Ecological Modeling* (IF=1.769), *Journal of Environmental Science* (IF=1.513), *Water Science and Technology* (IF=1.056). These researches were supported in part by grants from NEDO, JSPS and JST. In addition, there were a total of 18 members studied in our group, including 3 members of staff, 9 Ph.D course students and 6 master course students.

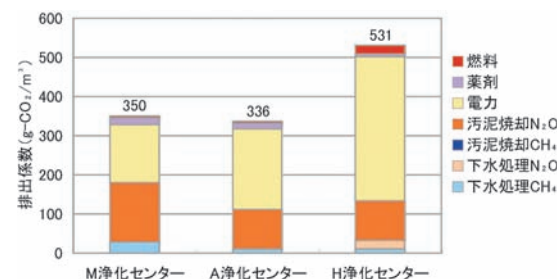
本分野では低炭素・循環型社会の構築を目指して、①排水や廃棄物などの都市環境衛生システムの研究、②生物学的・物理化学的環境浄化技術の研究、③水素発酵・メタン発酵などのバイオマスエネルギー生産システムに関する研究、④環境浄化化学や環境浄化微生物学に関する研究、⑤気候変動に伴う水資源の研究、などのテーマに取り組んでいる。2011年にはスタッフ、博士および修士学生を含めて計18名が在籍した。代表的な研究内容を次の通り項目別にまとめる。

### 1. 都市環境衛生システムの研究

- ①震災・津波による沿海地域の汚水処理施設の被害状況を調査して(次の写真)学会発表(3回)、調査報告の執筆などを行った。

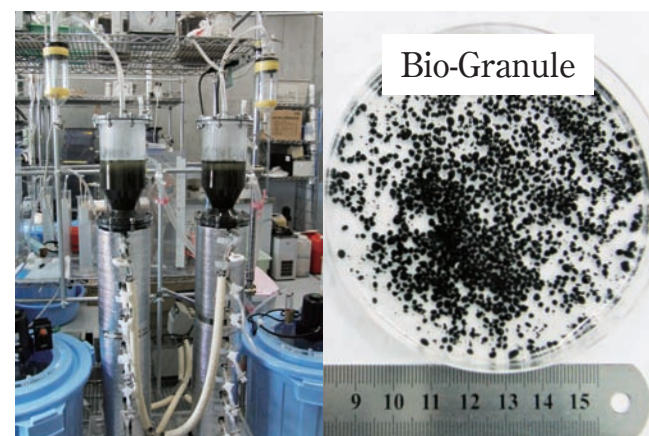


- ②仙台市にある3つの下水処理施設における温室効果ガス(GHG)発生量を研究し、その排出係数および発生源を明らかにした(下図)。



### 2. 新しい排水浄化技術の開発

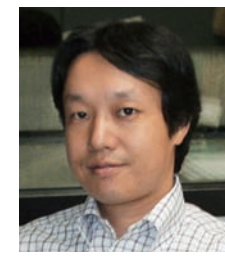
- ①嫌気性微生物の造粒化による化学工場排水の省エネルギー処理技術を開発し、高濃度の硫酸塩(COD/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>=1)を含む排水でもUASBプロセスによる効率的処理に成功している(下図)。



- ②電解フェントン酸化による難分解性医薬品の処理を研究し、cefalexinの生分解性およびその電解酸化分解プロセスを説明した。
- ③嫌気性膜分離生物反応槽(MBR)による下水や産業排水の処理に関する研究をスタートし、第48回下水道研究発表会で最優秀発表賞を受賞した。

### 3. バイオエネルギーシステムの研究

- ①鶏糞のメタン発酵におけるアンモニア阻害の制御方法を研究し、脱アンモニア及び熱処理を含む新しい処理システムを開発した。



教授(協力教員) 風間 聡  
Professor  
So Kazama



助教  
劉 予宇  
Assistant Professor  
Yu-Yu Liu



- ②高温および超高温微生物によるセルロースの水素発酵特性を研究し、高い水素収率を得た。
- ③イオン酸化細菌による生物脱硫技術の研究を行い、その微生物学的原理を解析している。

### 李玉友の主な活動内容は次の通りである。

#### ・研究・教育プロジェクト

- ① JST から受託した「先進的低炭素化技術開発事業(ALCA)」の「生物脱硫・メタン生成の融合デザインによる新しい嫌気性排水処理方法の創出」に取り組んでいる。
- ② NEDO の「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」の「高素含有廃棄物に対応した無加水循環型メタン発酵システムを目指した脱アンモニアシステムの実用化研究」に取り組んでいる。
- ③ 科研費基盤研究(B 海外)で「ダナン市におけるベトナム戦争の被害修復と都市衛生環境改善の同時実現」に取り組んでいる。
- ④ 環境リーダープログラムを推進するため、新しい講義科目を開講したり、多くの留学生を受け入れたりして国際交流に注力した。

#### ・研究成果

学術雑誌論文17(英語8、日本語8、中国語1)、総説5本、国際会議発表論文5本、著書2件など

#### ・教育成果

2011年において博士1名と修士2名が修了した。また3名の学生は国際会議で授賞した。

#### ・報道、社会貢献他

- ① 国立環境研究所の客員研究員として共同研究
- ② 中国西安建築科技大学客員教授として共同研究
- ③ 国際学会招待講演2回、国内招待講演4回
- ④ 技術評価委員2件
- ⑤ 国内外学術雑誌の編集委員(5つ)

#### ・学会運営

Co-Chairman of the 7th International Conference on Anaerobic Environmental Biotechnology  
日本水環境学会・嫌気性生物処理委員会委員長  
土木学会環境工学委員会委員兼幹事  
日本水環境学会東北支部幹事

### 風間聡の主な活動内容は次の通りである。

#### ・気候変動に伴う水資源に関する研究

気候変動に関して、環境研究総合推進費「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」(平成22～25年度)の災害課題の代表者として参加している。その成果として、将来の洪水被害額と土砂被害額、高潮災害被害額、砂浜損失の展望を定量的に示した。

#### ・基調講演、解説等

- ① “だいち”衛星画像を活用した国土基盤整備シンポジウムにおいて基調講演を行った。
- ② 共著「水理学入門」(共立出版)を発行した。
- ③ 単著「水文学」(コロナ社)を発行した。

#### ・報道、社会貢献他

- ① ラオス国資源気象省水資源研究センターにおいてワークショップを開き、気候変動に関する講演を行った。



Photos at the 7<sup>th</sup> International Conference on Environmental Anaerobic Biotechnologies and Bioenergy



## 貿易と環境

### Trade and Environment

教授 佐竹 正夫  
Professor  
Masao Satake



研究員  
松村 玲  
Researcher  
Rei Matsumura



As Masao Satake will retire in March 2012, this is our last report. We summarize our work including students' researches since GSES was founded in 2003. We have done two major works. The first is the economic analysis of the GATT dispute settlement on the free trade and environmental protection. The second is the positive and normative analysis of the Japanese recycling system for used plastic bottles in the open economy. We will continue to study the economic analysis on the international trade of recyclable materials.

佐竹の定年退職により本研究室のレポートは今年が最後になる。そこで今回はこの8年間に研究室でどのような研究を行ったのかを紹介する。

#### (1)自由貿易と環境保護

自由貿易は交換と分業により、各国並びに世界全体の実質所得を高める。しかし、それはある条件の下でそうであり、それらの条件が満たされない場合には、自由貿易に対して疑問が投げかけられる。それらの条件の中には、環境汚染のような環境問題が存在しないことがある。例えば、日本向けの輸出用のエビの養殖がマングローブ林及び周辺の環境を破壊して、それによる被害が自由貿易から生じる利益を上回るような場合（正確にいえば限界被害が限界利益を上回るような場合）、自由貿易は最善ではないと主張される。養殖エビの貿易を制限することによって、自由貿易よりもよい状態にすることができると考えられるからである。しかし、1970年代の貿易政策の議論は、そのような場合、貿易そのものを制限するよりも、環境破壊をもたらしている経済活動に干渉すること、この場合エビの養殖を制限するか、あるいはマングローブ林をエビの養殖から保護することが貿易を抑制するよりも効率的な政策であることを教えている。

例えば、日本がエビの輸入に関税を課すことはエビの輸出と生産を抑制することになるので、輸出国の環境を改善することになる。しかし、関税は輸入価格を上昇させて消費者に損害を与えるため、直接的な生産制限に比べると劣った政策といえる。換言すると、このような場合、貿易を制限するのは間接的な方法であって、原因を直接治癒するほうが望ましいのである。（もちろん、貿易自体が環境破壊の直接的な原因であれば貿易を制限することが最善の政策といえる。）

このような経済理論が教える処方箋は現実には適用されているのか。このことを確かめるために、実際に環境と貿易に関してGATT（関税と貿易に関する一般協定）の場で起きた貿易紛争を事例としてとりあげた。GATTは1995年にはWTO（世界貿易機関）という国際組織に昇格したが、基本的に自由貿易を実現することを目的としている。ただ

し、ある条件の下では貿易を制限することが認められている。そのような条件で環境に関連するのは、GATT20条の(b)「人、動物又は植物の生命又は健康の保護のために必要な措置」と(g)「有限天然資源の保存に関する措置(ただし、この措置が国内の生産又は消費に対する制限と関連して実施される場合に限る)」である。これらが認められれば、貿易制限が例外として許される。しかし、表1に見るように、GATTやWTOではGATT20条を理由とした例外はほとんど認められてこなかった。

表1 GATT20条の適用を争った事件

採択年	内容	号	結果
1982	米国のカナダ産マグロ及びマグロ製品の輸入禁止	g	適用不可
1987	カナダの未加工サケ・ニシンの輸出制限	g	適用不可
1990	タイのタバコの輸入制限・内国税	b	適用不可
1991	米国のキハダマグロの輸入制限(マグロI)	b,g	適用不可
1994	米国のキハダマグロの輸入制限(マグロII)	b,g	適用不可
1994	米国の自動車に対する課税制度	g	適用不可
1996	米国のガソリン基準	b,g	適用不可*
1998	米国のエビの輸入制限	b,g	適用不可
2001	EUのアスベスト及びその製品の輸入禁止	b	適用可

私はこれらの紛争において紛争処理小委員会(パネル)がどのような観点から判断を下したのか、そしてその判断は上述の経済学の観点からするとどう評価されるか、といった問題を考察した。取上げた事例は、一つはタイ国が紙巻タバコの輸入を「タイ国民の健康上の理由」から制限し、輸入タバコに高い関税を課していたケースである。もう一つは、カナダ未加工のサケ・ニシンの輸出を「有限天然資源の保全」を理由に制限していたケースである。

紙幅の関係で詳細については青木健・馬田啓一編『貿易・開発と環境問題』(文眞堂)2008年所収の佐竹正夫「自由貿易と環境保護—GATT20条をめぐる貿易紛争の経済分析—」を参照されたい。また関連論文に佐竹正夫「アンチ・ダンピングとWTOの紛争解決手続き」馬田啓一・浦田秀次郎・木村福成編著『日本の新通商戦略』(文眞堂)2005年がある。

#### (2)リサイクルと国際貿易

近年研究しているテーマは、リサイクルと国際貿易の問題である。日本政府は2000年に循環型社会形成推進基本法を成立させて、循環型社会を構築することを国の目標とした。その具体的な手段は次の3Rであるが、優先順位は、発生抑制(リデュース)、再使用(リユース)、再資源化(リサイクル)となっている。しかし、いわゆる個別リサイクル法では、リデュースよりもリサイクルに重点が置かれることになった。また、地方自治体などでは、地域経済の活性化としてのリサイクル産業への期待が高まった。しかし、1990年代後半から国内で回収された再生資源(政府はこれを循環資源と名づけた)がアジア、特に中国に輸出され、国内のリサイクルに回らない事態が生じた。特にこれが深刻になったのは、政府が積極的に仕組みを作った容器包装のリサイクル、その中でも使用済みペットボトルのリサイクルであった。

容器包装リサイクルの仕組みは、住民が分別を行い、自治体がそれを回収、容器包装の製造企業や利用企業がリサイクルを行なう制度になっている。実際には、企業は指定法人に委託金を払ってリサイクルを委託することになっている。指定法人は回収された容器包装を再資源化業者に入札によって渡し、リサイクル製品が製造される。しかし、自治体は指定法人に無料で渡さなければならないが、回収には費用がかかるため、有料で引き取ってくれる業者に渡す方がいくらかでも赤字を減らすことになった。このルートは独自処理と言われるが、特に中国へ輸出されるようになると、独自処理の引き取り価格が上昇し、指定法人のルートに流れないようになり、リサイクル制度そのものの存続が危ぶまれるようになった。

しかし、貿易は利益が生じるために起こるのであって、国全体から見ると望ましいかもしれない。リサイクルを国内だけで閉じた制度で行なうのか(国内資源循環)、それとも海外も含む形で考えるのか(国際資源循環)、という政策上の対立が生まれることになった。わが国の政府はペットボトルに関しては、前者の立場を取り、2006年に各自治体に独自処理への引渡しを自粛する旨の通達を出した。

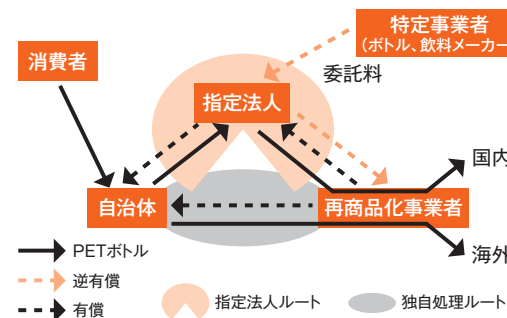


図1 使用済みペットボトルの流通

私は学会の同僚の研究者の協力を得て、ペットボトルのリサイクル制度を理論化して、入札価格と独自処理価格が逆有償から有償へ変化する要因を理論的に説明すると同時に自由貿易と輸出規制の場合の経済厚生への効果を分析した。自由貿易の欠点の一つは、国際価格が短期的に大きく変動することで、貿易利益はこの不利益との相対的な大きさによることを明らかにした。また輸出規制を正当化する根拠について論評した。詳細は次を参照されたい。Masao Satake, Yosiko Yamashige and Toru Kikuchi, "Export of Recyclable Materials and the Japanese Recycling System: The Case of Used Plastic Bottles, *The International Economy*, No.14, 2010. 関連文献として、佐竹正夫・斎藤崇「東アジアにおけるリサイクル貿易の現状と課題」馬田啓一・浦田秀次郎・木村福成編著『日本通商政策論』(文眞堂)2011年。佐竹正夫編『循環資源の貿易とリサイクル・システム』平成18年度～21年度科学研究費補助金論文集、2009年。

#### (3)その他、環境問題や資源問題に関する研究

佐竹正夫「地球温暖化防止と自由貿易体制」『世界経済評論』Vol.53 No.10、2009年11/12月号。佐竹正夫・櫻井眞「原油高騰と世界経済の危機管理」田中素香・馬田啓一編『国際経済関係論』(文眞堂)2007年。

#### (4)学生の研究

テーマのみを挙げておく。「1990年代の経済成長と環境汚染—環境クズネツ曲線による分析—」「中国内モンゴルのカシミア貿易と草原の砂漠化」「中国の地域格差と大気汚染」「先進国の環境規制と途上国の環境政策——中国を事例として」「エコ・ダンピングをめぐる貿易紛争の分析」「ペットボトルのリサイクルと日中貿易」「環境クズネツ曲線による『後発性の利益』の実証可能性に関する研究：タイを事例として」「フェアトレードと途上国の発展」「日本製紙企業の対中直接投資と環境規制—汚染逃避仮説に関して—」「日本の対中国技術研修事業—JICAの循環型社会形成推進研修コースを事例として—」「中国における環境政策と科学—北京オリンピックの環境汚染対策を事例として—」「宋時烈の儒教原理に基づく政治手法とその現実的対応における限界」など。



## 開発と環境：日本とアジア諸国の経験

Development and the Environment :  
the Experiences of Japan and Asian Countries

教授 藤崎 成昭  
Professor  
Shigeaki Fujisaki



“Development and the environment” are the primary focus of our laboratory. We investigate and analyze environmental issues faced by developing countries, keeping in mind the underlying North-South Conflicts regarding environmental issues. In 2011, four of the members conducted their research on “Environment and Energy Related Issues and Policies” in Malaysia. From the 12<sup>th</sup> to the 14<sup>th</sup> of September, the laboratory, supported by the Graduate School of Environmental Studies and the International Post-Graduate Program in Human Security, organized a Summer School on human security. The main theme of the summer school was the theory and the practice of human security, each day focused on a specific topic: the first day on climate change, the second day on human security theory, and the last day on migration issues. The main lecturer for the whole set of lectures was Des Gasper: Professor of Human Development, Development Ethics and Public Policy, at the International Institute of Social Studies of Erasmus University Rotterdam (ISS-EUR), The Netherlands.

### 地球環境問題と転機の南北関係

10月30日から11月19日にかけてマレーシアで現地調査を実施した。今回の調査では、発展途上国であるマレーシアが気候変動問題に関しても積極的な貢献をするという姿勢を明確化していることを確認できた。炭素排出の「GDP排出原単位で40%削減」を宣言した2009年12月17日のCOP15での演説でナジブ首相は次のように述べたという。「私は、気候変動とそれから生じる大変動の諸結果が確かに現実のものであることに今や何の疑いを持たないマレーシア国民の声を皆さんにお届けしましょう。気候変動に対処するために、この先続く長い道のりに我々が見ることになるだろう多くの問題や困難にも拘わらず、マレーシアは喜んでこの全世界的な努力に貢献するものです(第10次マレーシア計画298頁)。かつてこの国が中国と共に南の先頭に立って「開発の権利(right to develop)」を、そして特に気候変動問題に関する「先進国責任論」を強硬に主張していたことを

知る者にとってはまさに隔世の感である。1992年にリオデジャネイロで開催された国連開発と環境会議を前に、発展途上国は二つの会議を開きその結束を図っている。1991年6月の北京会議、そしてリオ会議直前の92年4月のクアラルンプール会議である。ここでは後者から当時の南の主張を復習しておこう。「クアラルンプール宣言」では、その第3条で「我々は、環境の悪化について先進国が主たる責任を有した途上国が持続可能な経済成長と開発を必要としているとの認識」を示し、第4条では「開発は、万人及びあらゆる国が有する基本的な権利である」と主張する。そして同宣言の具体的な要求の一つが、「ガバナンスの観点から途上国と先進国の公平なバランス可能となる、透明性があり民主的な新たな基金の設立」であった。既にリオの会議から20年の歳月が過ぎようとしている。南が求めた例えば「新たな基金」は遂に出来なかった。しかし、マレーシア自身が既に「全世界の努力に貢献する」姿勢を明らかにしている。南北関係の転機と捉えるべきであろう。



At the Human Security Summer School



Dr. Des Gasper

### 研究活動と社会への貢献

- 1) 上智大学地球環境研究所の「地球環境学」講座(輪講)に出講した(1月20日)。
- 2) 九州大学東アジア環境研究機構の「東アジア環境概論」に出講した(2月15日)。
- 3) 「人間の安全保障教育研究コンソーシアム」世話人会及び「日本人間の安全保障学会」第1回大会に参加した(9月17日～19日)。
- 4) 環境・エネルギー政策をテーマにマレーシアにおいて現地調査を実施し、同国の主要な大学、研究機関、政府機関を訪問した(10月30日～12日)。
- 5) マレーシア国民大学(Universiti Kebangsaan Malaysia)の招きで The Faculty of Social Science and Humanities にて “Institutional Approach to the Environmental Issues – A Way of Environmental Studies” と題する講演を行った(11月1日)。
- 6) 財団法人 国際開発高等研究機構(FASID) の「国際機関向け人材発掘・育成研修コース」に出講した(11月16日)。
- 7) アジア経済研究所の雑誌「アジア研ワールドトレンド」12月号に「エネルギー・環境政策と転機の南北関係—マレーシアからの報告」と題する論文を発表した。

### 教育活動

- 1) 地域環境・社会システム学コース、ヒューマンセキュリティ連携国際プログラム、環境フロンティア国際プログラムの教育に携わっている。
- 2) ヒューマンセキュリティ連携国際プログラムでは2008年



At the Malaysia Palm Oil Board

10月よりインドネシア政府及びブラウウィジャヤ大学(東ジャワ州マラン市)と協定を結びリンケージプログラムを実施しており、同年10月より毎年学生(M)1名を受け入れている。2011年には9月に第3期生が修了し、10月より第4期生が学んでいる。2011年1月にインドで開催される国際学会(The 13th Biennial Conference of the International Association for the Study of the Commons)で、第1期生が修士論文を基にして執筆した論文を発表した。

3) ヒューマンセキュリティ連携国際プログラムの活動の一環で、オランダの Erasmus University Rotterdam の Institute of Social Sciences (ISS) から Dr. Des Gasper を招待し、3日連続の特別講義を「人間の安全保障サマースクール」として実施した(9月12日～14日)。

4) 環境フロンティア国際プログラムの学生2名及び地域環境・社会システム学コースの学生1名を現地調査のためマレーシアへ派遣した(受入先: マラヤ大学、マレーシア国民大学、等、期間: 10月30日～11月19日)。

### GCOE への参加

生命科学研究所が2008年度からスタートさせたグローバルCOE「環境激変への生態系適応に向けた教育研究」に実施担当者として参加し、主として「生態環境人材育成プログラム」の環境学実践マネジメント講座「環境マネジメント概論」の講義を主催している。



At the Universiti Kebangsaan Malaysia



## 環境、エネルギーと経済

Environment, Energy and Economics

准教授 馬奈木 俊介  
Associate Professor  
Shunsuke Managi



特別研究員  
藤井 秀道  
Researcher  
Hidemichi Fujii



We focus on diverse areas of resource and environmental economics and policy, including examinations of policy instrument choice; competitiveness effects of regulation; diffusion of energy and environmental technologies. Particular research outcomes include experimental analysis of emission trading, future automobile marketing by electronic vehicle, smart growth with compact city, and carbon productivity considering industry structures.

地球の温暖化防止は、現在の地球環境問題における最大の課題です。温暖化防止の国内対策はCO<sub>2</sub>発生量の少ないエネルギーの使用と、省エネルギー活動および、再生可能な自然エネルギーの活用を増やすことです。それを促す制度として環境税、排出権取引、RPSなどがあります。また私たちを取り巻くエネルギーの状況は大きく変化しています。電力自由化などの規制の改革は新しい市場制度の導入という側面だけではなく、世界的な規模で対応が求められる地球環境問題や将来への持続可能性という新たな枠組みを視野に入れたとき、市場や競争といった議論にとどまらないテーマとなります。すなわち、環境、公共性、そしてサステナビリティといった要素をいかに新たな制度に反映させていけるかがこれからの課題となります。研究室では、そのための企業戦略・制度・製作のあり方を研究していきます。こうした問題意識を掲げ、馬奈木研究室では年間に英語論文を17本、和文誌12本、学会発表を40回行うなど、精力的に活動しています。また書籍『環境ビジネスと政策—ケーススタディーで学ぶ環境経営学—』、『生物多様性の経済学—経済評価と制度分析』、『Technology, Natural Resources and Economic Growth: Improving the Environment for a Greener Future』の出版も行いました。公開シンポジウムとして、「グリーンイノベーションと日本の将来」、「生物多様性と生態系サービスの経済学」「Adaptability of Human Societies to Perturbation」も行いました。加えて、研究室内では、新入生歓迎会や芋煮会などのイベントも行っているため、研究室の雰囲気は良いです。馬奈木研究室の主要な研究成果は以下になります。

### 環境ビジネス

(1)環境政策を企業がいかにか知覚し、経営戦略に反映させ、環境保全取り組みを進めるか、(2)環境経営を巡るイノベーションの発生機構と普及との関係を明らかにし、(3)環境政策あるいは環境情報が消費者や投資家の行動をどのように変化させ、企業の環境経営の実践とその成果にどのような影響を及ぼすか、について明らかにしました。

### 排出権取引、環境税の経済分析

環境税と排出権取引は、外部不経済を内部化するための政策手段です。京都議定書の目標達成や地域レベルでの環境負荷削減に向けた各種施策(排出権取引、環境税、自主協定等)の効果に関する理論的 & 計量経済学的研究を行いました。また実験経済学的アプローチを用いることでより効果的な制度を検証しました。

### エネルギーシステム構築(RPS制度・バイオマス)

日本の現状にみあった「新エネルギー(再生可能エネルギー)(電力)利用促進政策の分析を行います。特に太陽光や風力など自然エネルギー利用のための各促進政策の比較分析、

RPS義務量の変化に伴う影響を推定しました。また電力自由化との関わり、電力品質との関係、地域性を考慮したモデルの構築を行いました。

### 技術進歩、生産性分析、資源枯渇、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て、企業が行う研究開発活動や技術の伝播と外部効果のためです。本研究室では、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。再生資源についても同様に生産性の分析を行います。エコ・エフィシエンシー(環境効率)とは、環境、経済両面での効率性およびその向上を示す重要な概念ないし指標です。企業においては環境保全と生産性を二律背反とは考えず、技術力を通して品質・付加価値の向上及び環境負荷低減を図ることを目的とした理念です。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。

### 都市計画と都市環境 ~コンパクトシティは環境改善に繋がるか?

・現在、圧倒的多数の人々が都市で生活を営んでいる

市数	784	(約43.7%)
町村数	1010	(約56.3%)

市部人口 1億1385万人 (約89.5%)  
町村部人口 1322万人 (約10.4%)

2009年3月末時点

・市町村というコミュニティレベルに注目すると、市部への温暖化対策が重要であることは一目瞭然

・では、市部への温暖化対策として何があるだろうか?

キーワードは、**環境も考慮した都市の在り方を**目指す**都市計画!** その中でも効率的かつコンパクトな都市を目指す**コンパクトシティ**が注目されている

---

### コンパクトシティのメリットは? デメリットは?

コンパクトでない都市A	コンパクトな都市B
人口・自動車台数が同じなら?	
車からのCO2多い	車からのCO2少ない
渋滞頻度は少ない	渋滞頻度は多い
移動コストが多い	移動コストが少ない
行政コストが多い	行政コストが少ない
犯罪が少ない	犯罪が多い

都市がコンパクトになることは、CO<sub>2</sub>の面ではGOOD(かも)。要検証)。しかし、それ以外にも多数のプラス、マイナス影響があり、全体での議論をしなければならぬ(←ここ重要)

### コンパクトシティとは?

- ① 密度が高い、より密度を高める
- ② 中心市街地(CBD)から日常生活を賄う近隣中心まで段階的にセンターを配置する
- ③ 市街地の無秩序拡大(スプロール)を防止する
- ④ 自動車に依存しない生活ができる
- ⑤ コンパクトな都市群を交通ネットワークで結ぶ

あまいな都市境界線 → CO<sub>2</sub>発生 → 車で移動(通勤など) → 明確な都市境界線 → CO<sub>2</sub>少 → 徒歩・電車で移動

拡大する市街地 → コンパクトシティ化実施前 → コンパクトシティ化実施後

---

### 都市をコンパクト化する具体的な方法は?

- ・市街化調整区域(バッファゾーン)の設定
- ・特例容積率適用区域制度の活用
- ・公共交通の拡充
- ・特別用途地域・構造改革特別区域の設定 などなど

・都市をコンパクト(人口密度を上げる)にすると二酸化炭素排出量は本当に減るのか?

2003年の名古屋周辺の市町村の一人当たりCO<sub>2</sub>排出量(縦軸)と人口密度(横軸)

Population/Squared Kilometer

● Cities — Fitted values

人口密度が高いほど、一人当たりCO<sub>2</sub>排出量は減る



## 環境イノベーションが導く 新しい暮らしのかたち

New lifestyle driven by environmental innovation

准教授 古川 柳蔵  
Associate Professor  
Ryuzo Furukawa



Our department has started in April 2010 and pasted 1 year. We studies the environmental issues in innovation process under environmental restriction, methodology of lifestyle design, methodology of environmental problem solving business, and application researches based on statistics and case studies. The activities of this year influenced by East Japan Mega-earthquake and did many activities on community design.

### 概要

環境技術イノベーション分野は、2011年4月に2年目を迎えた。環境制約の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、事例研究を用いて、環境制約下におけるイノベーション・プロセス研究、低環境負荷なライフスタイル創出手法研究、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、東日本大震災の影響を受け、まちづくりあるいはコミュニティづくり関連の活動にシフトし、復興支援を積極的に行った。また、関連書籍が3冊出版された（『未来の働き方をデザインしよう』（日刊工業新聞社、2011年））。

### 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環境経済の政策研究「日本の環境技術産業の優位性と国際競争力に関する分析・評価及びグリーン・イノベーション政策に関する研究」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。ベトナム進出のINAX、東南アジア進出のDOWAホールディングス、中国・上海の花王、及び中国・天津のエコシティへ訪問調査を実施した。また、環境制約下におけるイノベーション・プロセスに関して、第6回日本LCA学会研究発表会（2011年3月2日、東北大学）にて基調講演を行った。その他、東京造形大学と共



Innovation survey in Vietnam

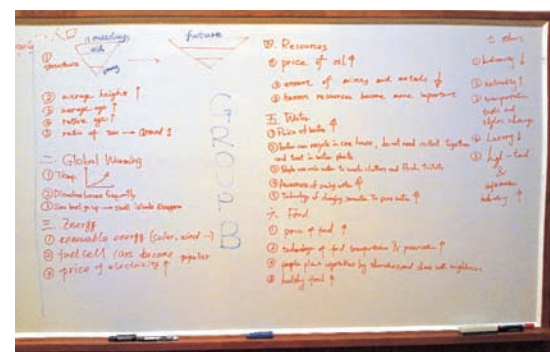


Survey of Ecotown in China

同で立ち上げた DESIS Japan のキックオフとして第1回 DESIS Japan セミナーを開催し（2011年2月25日、東北大学）、宮城県の“社会イノベーション事例紹介”を行った。

### ライフスタイル研究

バックキャストを用いたライフスタイル・デザイン手法を開発し、2030年の厳しい環境制約下における数多くのライフスタイルを描いてきた。共同研究企業は3社あり、その一部はそのライフスタイルを実現する商品開発のフェーズへと進みつつある。これらの成果は、モノづくり推進会議ネイチャーテクノロジー研究会にて、“ライフスタイルのパラダイムシフトに向けて”について（2011年7月15日、如水会館ベガサス）及び“楽しみの構造を考える—90歳ヒアリングから見えてきた、今捨ててはならないこと—”について（2011年9月15日、如水会館ベガサス）講演した。また、2009年から毎年開催している第3回沖永良部島シンポジウムにおいて、“失ってはならない暮らしのかたちを提案する”について講演した（おきえらぶフローラル館、2011年8月3日）。さらに、財団法人吉田秀雄記念事業財団情報共有研究会委託研究プロジェクト2011において、“バックキャストから見た、日本人のライフスタイル—2020年へ向けた生活者のライフスタイルと社会システムを変革するイノベーションの源泉は何か—”について講演し（2011年9月26日、電通銀座ビル）、企業人、大学研究者、一般人にライフスタイルを考える重要性について理解を得た。



Lifestyle designing

今年からワークスタイル・デザインを開始し、コクヨと共同で100種類以上の2030年のワークスタイルを描いた。その成果の一部は『未来の働き方をデザインしよう』（日刊工業新聞社、2011年）として出版することができた。また、コクヨフェア2012において、“2030年 環境制約下での心豊かなワークスタイル”について講演し、企業の環境担当部門の人にコンセプトを共有することができた（2011年11月16日、コクヨ品川オフィス）。

### ソリューション創出手法研究

環境省の環境人材育成のための大学教育プログラム開発業務（環境政策技術マネジメントコース創設プログラム）において、ソリューション創出論及び自然技術イノベーション論の教材開発を行った。これに基づき、環境政策技術マネジメントコース及び環境リーダープログラムのソリューション創出論の講義を日本語・英語にて展開した。また、ショートコースを2回開催し（2011年7月13日、11月17日、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、いくつかの共同研究がスタートした。



Class on Solution method

### 実証試験

2011年3月11日の東日本大震災の後、エコラボで実証試験を行っていた太陽光パネルとリチウムイオン電池の組み合わせの独立電源が気仙沼市あるいは石巻市の支援に有効活用された。その成果は、“これからの社会とライフスタイルをどうつくるか—東日本大震災の復興と共に—”と題して、2011年度環境経営学会研究報告大会（2011年5月28日—29日）にて招待講演で話をする事ができた。

また、PVSEC-21 (Fukuoka Sea Hawk, Nov.30<sup>th</sup>, 2011)にて震災直後の支援活動について基調講演を行い、外国からの研究者にも紹介することができた。

また、宮城県、岩手県、秋田県など東北地域における5件のスマートシティあるいはコミュニティ関連の委員会の委員を担当し、まちづくりにおけるライフスタイルの検討の必要性、特に、震災復興においては、技術導入だけでなく、そこで暮らす人のライフスタイルを同時に考える必要性を主張した。

### 社会貢献

「90歳ヒアリング」というプロジェクトを実施している。本プロジェクトは、90歳の人々にヒアリングを数多く実施し、先人の偉業である自然と共に生きる暮らし方や知識を聞き出し、現代社会に再導入し、後世に伝えるプロジェクトである。90歳の人々は戦前(1941年)に20歳、1960年頃に40歳で一家を支える人々である。90歳は自然との共生に必要な知識の宝庫である。暮らし方は自然環境に大きく依存するため、暮らし方を明らかにすると、地域らしさも見出すことができる。90歳より若い人々にはこれらの知識が十分に伝わっておらず、90歳の人々にヒアリングする必要があるが、急がなければ、数年のうちに喪失してしまう恐れがある。90歳から学び、スマートシティプロジェクトや新しい商品開発に活かす活動を企業と共同で進めている。90歳ヒアリングの対象地域としては、現在は、宮城県以外に、秋田、金沢、熊本、高知、宇和島、岩手において活動を拡大している。本活動が、2011年の敬老の日にNHKの番組「時論公論」で紹介された。

その他、RESDプログラムの2011年ワーキンググループミーティング（1月27日、韓国・POSTECH）に参加し、2011年度の開催計画を議論したが、東日本大震災の影響を受けて、2011年度は中止することとなった。



RESD2011meeting



## 地圏環境における物質・システムの理解と有効利用

Understanding and Utilization of materials and systems in Geosphere

教授 土屋 範芳  
Professor  
Noriyoshi Tsuchiya



The objectives of our research are to understand the physical and chemical properties of geomaterials (rocks/soils/geofluids), reactions between fluid and rock/soil, mass transport in the surfaces, subsurfaces and crustal environments. After mega-earthquake and tsunami on March 11, 2011, we have collected and analyzed Tsunami sediments along the Sanriku coast from Fukushima to Aomori to assess the risk of tsunami sediments. Based on the bulk compositions and water leaching tests of the Tsunami sediments, we clarified the distributions, forms, and risks of heavy metals and As in the Tsunami sediments. We also revealed that Tsunami sediments can be distinguished from ordinary marine sediments by geochemical signatures, that is useful to determine the Tsunami area at the past events.

We developed our understanding of the kinetics of precipitation of silica and calcite, fluid flow in the fracture systems, fracturing under hydrothermal conditions, and material processing. These results provide fundamental basis on further utilization of geothermal energy.

### 主な研究テーマ

- ・東日本大震災による津波堆積物の環境評価
- ・岩石-水相互作用 (化学的作用、力学的作用)
- ・超臨界地殻流体のキャラクタリゼーション
- ・地圏環境における流体移動場と流体移動
- ・地圏環境における物質移動・拡散・濃集 (地圏環境インフォマティクス)
- ・ジオリアクターのための反応プロセス設計
- ・水熱反応および二酸化炭素の物質転換
- ・地圏物質と放射線の相互作用

### 東日本大震災による津波堆積物の地球化学的特徴と環境リスク

2011年3月11日のM.9.0の巨大地震によって三陸沿岸には大津波が押し寄せ、壊滅的な被害をもたらされた。海底から陸上にもたらされた津波堆積物の環境への影響が懸念されているが、その化学的特徴は未だによく分かっていない。当研究室では、これまでに東北地方(とくに宮城県全域)の土壌中の重金属およびヒ素濃度についての系統的な研究を進めており、地層・地形情報と共に GIS 情報として集約してきた(地圏環境インフォマティクス)。本年度は、その震災前の土壌のバックグラウンドデータと比較しながら、震災直後から津波堆積物の採取を開始し、検討を進めた。

試料採取は、青森県八戸市から福島県の相馬市までの津波被災地137点において行った。試料はおおむね5kmおき、特徴的なところは2kmおきに採取した。被災地域ではガレキ撤去作業の重機による擾乱などが生じていたため、残存建屋内の浸水箇所、建物の土台の中など、堆積物の保存状態がよいところを選択した。津波堆積物の主要成分および微量成分の分析を

蛍光 X 線分析装置により行うとともに、水溶出試験を行った。この試料採取・分析には、研究室メンバーの他に、基礎ゼミの一環として十数名の様々な学部の1年生の学生も参加した。

調査の結果、ヒ素は全調査地の30%以上の地点が環境基準(10 $\mu$ g/kg)越えか、ぎりぎりの値を示していることが明らかとなった。特に基準値越えが多い地点は、含金石英脈金鉱山の密集地域やグリーンタフ地域の鉱床を後背地にもつ地域に対応しており、バックグラウンドの地質を大きく反映していることを明らかにした。また、北上山地の休廃止鉱山周辺の高いヒ素濃度は、地震によって決壊した鉱山ダム由来と、過去に金鉱山から海底にたまった堆積物が津波によって打ち上げられたものの両方の影響があることを明らかにした。さらに、多段階ろ過法によって津波堆積物中の元素の化学形態を検討し、Fe と Al はコロイド粒子を形成し、Pb はそのコロイド粒子に吸着した形で存在しているのに対し、ヒ素は、最も移動性の高いイオンとして存在していることを明らかにした。このことからヒ素の移行が他の元素よりも高い可能性が示唆される。

さらに、津波堆積物と通常海成層との間には特に Na や Ca 含有量に大きな違いがあることを明らかにした。このように津波堆積物の地球化学的な特徴による判別方法が確立できれば、過去に繰り返し起こっている大津波の浸水域を精密に決定することが可能となり、今後の被災地において、新しい道路や街を建設する上での有益な情報となると期待される。

### 地殻における岩石-水相互作用

震災以降、東北地方における再生可能エネルギーの1つとして地熱が再注目されている。当研究室では、地殻の熱水環境における移動、反応、破壊現象の研究を進めている。水熱反応実験により、地熱発電所の配管等に析出するシリカスケールを再現し、シリカ鉱物の種類および析出速度が溶液中に含まれ



准教授  
岡本 敦  
Associate Professor  
Atsushi Okamoto



助教  
渡邊 則昭  
Assistant Professor  
Noriaki Watanabe



研究員  
渡邊 隆広  
Researcher  
Takahiro Watanabe



る Al や Na などの微量元素によって変化する事を明らかにした。また、温度差のある熱水を岩石に接触させることによって岩石の破壊を発生させる熱水誘起割れの実験を行い、その破壊条件、メカニズムの解明を進めている。可視化セルを用いて、CO<sub>2</sub>や塩が含まれる流体の臨界点の決定を進めている。さらに、これまで進めてきた岩石亀裂中の流動シミュレーションについては、3次元チャネリングフロー、実験室からフィールド規模へのアップスケーリング、2相流のシミュレーションへと研究を展開している。

### 【参加国際学会・会議】

- Water Dynamics, Sendai (3/8-10)
- 17<sup>th</sup> Japan Formation Evaluation Symposium, Makuhari (9/29,30)
- Geothermal Resources Council 2011, San Diego, USA (10/24)
- American Geophysics Union, San Francisco, USA (12/5-10)

### 【研究プロジェクトおよび主な外部獲得資金】

- 地震発生の素過程研究(東京大学地震研究所)
- JST 東日本大震災対応(津波堆積物調査)
- JOGMEC 石油研究(渡邊)
- 科研費 基盤研究 A (土屋)、若手研究 A (岡本)、若手研究 A (渡邊)、挑戦的萌芽研究(土屋)、挑戦的萌芽研究(岡本)、挑戦的萌芽研究(渡邊)、新学術公募研究(岡本)、新学術公募研究(渡邊)



Fig. 1 Sampling of Tsunami Sediments



Fig. 2 Sampling of Tsunami Sediments



Fig. 3 XRF Analysis of Tsunami Sediments



Fig. 4 Newspaper article on the research on the Tsunami sediments

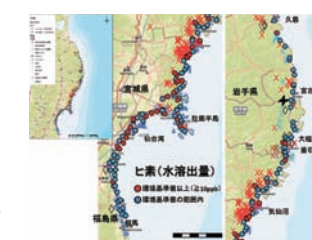


Fig. 5 The As amount of Tsunami sediments leaching into water. Red marks indicate the locations with higher As content than the regulation value.



## 環境科学の本質に真正面から取り組む

Attacking the essence of environmental problems

教授 新妻 弘明  
Professor  
Hiroaki Niitsuma



The members of this laboratory made various kinds of social activities after disaster of Tohoku Region Pacific Coast Earthquake, considering the impact of the earthquake-induced problems to the future energy, economical and social systems in Japan. Field survey, organization of meetings, support of education in the disaster-stricken area, and volunteers of the students are included in the activities. A concept of the dual energy path (DEP) was deduced by integrating experiences after the earthquake and research on *EIMY (Energy In My Yard)* by Niitsuma. Planning of research for development of geothermal energy was initiated by Niitsuma in corporation with Japanese researchers, and the plan has been listed as one of the master plans in academic researches by the government. Continued research on seismic monitoring for reservoir characterization and mitigation of risk of felt earthquake has been made under international collaboration. Total number of 12 papers have been published in journals and proceedings, and two academic awards were given to the researchers in this laboratory.

### 震災関連の活動

人間のいとなみと自然との相互作用を考究する環境科学者として、また、被災地の中央にある大学の構成員として、新妻研究室では、この度の東日本大震災を見つめ、そこから多くを学び、課題発見を行うべく、被災地の視察・調査・支援活動を積極的に行った。

#### 1. 被災地の視察・調査・支援

福島県、宮城県、岩手県の被災地25地域の視察・調査ならびに、支援物資の収集、配布を行った。

#### 2. 気仙沼地域教育支援

気仙沼地域教育支援プロジェクト代表(浅沼)、気仙沼地域支援学用品一次受け付け・仕分・配送、気仙沼高校での学習支援(10回)、南三陸町での学習支援(30回)、気仙沼市被災児童のためのサマースクール、気仙沼市被災児童のためのスキースクール、気仙沼高校生東北大学体験会、気仙沼高校生宮城教育大進学相談会ツアー

#### 3. 学生の支援活動

東北大学地域復興プロジェクト「HARU」コアメンバー、気仙沼地域教育支援プロジェクトメンバーとして、仙台市、山元町、石巻市、南三陸町、気仙沼市等においてボランティア活動を実施

#### 4. 復興ミーティング

新妻が発起人代表となり、学内外の教員、学生、市民が集う、復興ミーティング「震災に何をなし、何を学ぶか 一大学として、人間として、人類として」第1回(5月23日)、第2回(8月26日)を開催した。

#### 5. 徹底討論「地域と震災」(8月5、6日)

地域環境学の研究・地域活動に多くの実績のある8名の研究者とオブザーバが、地域からの視点で震災に関して徹底討論を行った。



支援物資の配布(石巻市)



第1回復興ミーティング

### EIMYプロジェクト研究

#### 1. 湯本分室の研究活動

当研究室は2006年に、研究フィールドの一つである福島県天栄村湯本地区に、レジデント型研究の拠点となる湯本分室を設置した。現在湯本分室に常駐している星昇、星美喜雄、星あき子の3名は同地区住民であり、EIMY湯本地域協議会と連携するなど、地域をまるごと対象として様々な活動を行っている。湯本分室の主な活動は以下の通りである。

**食と農業:**「自分の代わりに食べ物を作ってくれる人」である農家を消費者が直接支える Community Supported Agriculture (CSA) の実践活動「とれたて!湯本高原野菜詰め合わせ」、無農薬・有機栽培の「ホタル農法米」試験栽培、天栄村商工会との連携による食の文化祭の実施、湯本・とれたて!軽トラ市の実施、凍み餅、つと納豆等保存食の生産販売。

**エネルギー:**木炭の地域内生産と販売、林地残材の薪利用、動力である水力

を動力として使う「バンカリ」の製作と設置など、エネルギーの地域自給を試みている。このほか、太陽光発電、地中熱ヒートポンプを組み合わせた暖房システムの検討など。

**里山の総合利用:**昭和30~40年代の里山利用法の実態調査、里山の利活用に関わる法制度調査、糞、しめ縄づくり等の技術継承。

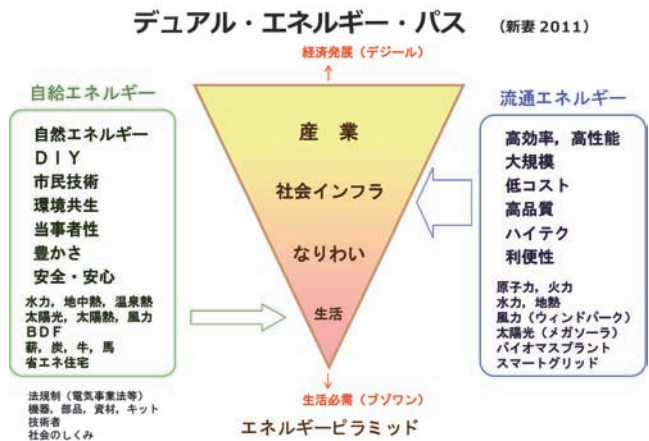
**コミュニティ:**地域の寄所として分室を機能させる「えんがわ喫茶」の実施、古民家再生計画の具体化、地域通貨による送迎サービスの検討。

**環境教育とエコツーリズム:**湯本小・中学校との連携による森林学習、農村体験プログラム、動植物観察会等の実施、ナイトハイイク、スノーシューツアー、川遊び、トロッコ道跡めぐりの実施。

**景観再生:**棚田再生、温泉の沸く田んぼ「湯田」の再生と利用、バケツかまづくり。

**基礎調査と郷土学習:**里山の植生の変遷過程調査、希少植物調査、鳥獣害勉強会、田んぼの生き物観察会、古い地名と地域防災の関連性調査。

**視察等受入:**金沢大学、長野大学、徳島大学、鳥取大学など。



ISAP (International Forum for Sustainable Asia and Pacific) '11 Keynote Lecture で新妻が提唱したデュアル・エネルギー・パス (DEP) の概念。従来の流通エネルギーパスに加え、価値基準を異にした、自給エネルギーパスを併設する。生活必需・社会必需のエネルギーは、このパスにより地域で自給される。DEP は EIMY の実現形態の一つである。この概念を水、食糧まで拡張したものをデュアル・ライフライン (DLL) という。

#### 2. 川崎一仙台薪ストーブの会に関する調査研究

薪ストーブユーザーと宮城県川崎町の里山を直接結びつけ、木質バイオマスエネルギーの自給的仕組みを実現している「川崎一仙台薪ストーブの会」の新生産活動を対象に、調査研究を行っている。チェーンソーや薪割機の使用にかかる化石燃料の消費、人力によるエネルギー投入などの定量評価を試み、薪の生産と消費に関わるエネルギー収支の評価を進めている。

### 地熱関連研究

#### 1. 日本学術会議の大型研究マスタープラン策定

新妻は、日本地熱学会の活動の一環として、国内の研究者と連携して今後の地熱関連研究の方向性を検討した。その結果得られた研究課題「広領域地



准教授  
浅沼 宏  
Associate Professor  
Hiroshi Asanuma



講師  
森谷 祐一  
Senior Assistant Professor  
Hirokazu Moriya



助教  
池上 真紀  
Assistant Professor  
Maki Ikegami



産学官連携研究員  
星 昇  
Researcher  
Sho Hoshi



技術補佐員  
星 美喜雄  
Technical Assistant  
Mikio Hoshi



技術補佐員  
星 あき子  
Technical Assistant  
Akiko Hoshi

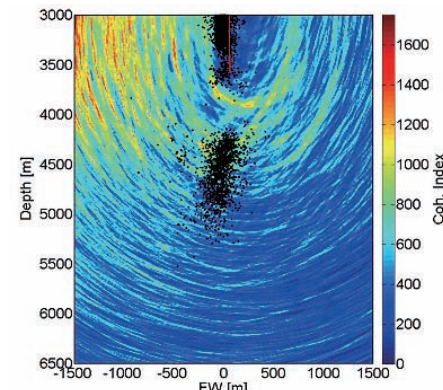
熱システムの理解とエネルギー・資源の抽出」は日本学術会議大型研究計画のマスタープラン(全49課題)のひとつとして採択された。これを受けて日本地熱学会に地熱大型研究計画検討委員会が設置され、当研究室から新妻、浅沼が委員として参加している。

**2. JUST環境共生地熱開発のための計測・探査技術に関する調査研究委員会**  
平成22年度に引き続き、新妻が国内の地熱関連研究者からなる調査委員会の委員長を務め、今後の地熱関連計測・探査技術のあり方を取りまとめるとともに、重点的に研究・開発を行うべき課題を具体的に抽出した。この成果をもとに幾つかの研究プロジェクトが立ち上がった。

#### 3. 微小地震モニタリングに関する研究

国内外の研究者と連携して、地熱・石油貯留層の微小地震モニタリングに関する研究を実施している。本年度の主な研究活動は以下の通り。

- (a) スイス、パーセル地熱フィールドにおける有感地震発生メカニズムの解明
- (b) 柳津西山地熱フィールドにおける地震活動の理解
- (c) 国内ガス田におけるガス貯留時における地震発生リスク評価
- (d) 確率論的手法による誘発微小地震発生モデル化
- (e) 高度貯留層計測技術のための波動場シミュレーション
- (f) ガス生産時に発生する微小地震の超解像解析とき裂システムの評価
- (g) 微小地震マルチプレット反射法による地下構造の高分解能イメージング



微小地震マルチプレット反射法によるソルツ地熱フィールド地下構造のイメージング結果。本手法により、従来法では困難であった大深度の貯留層付近の高分解能イメージングが実現した。本手法の特徴は、原理的には1点の観測点で信頼性の高い反射イメージングを実現可能であることにあり、人工震源を用いた能動的反射法にも適用可能である。

#### ●国際貢献

浅沼はスイス、オーストラリアの企業と連携して、各国のフィールドで取得したAEの解析を実施。統合国際深地掘削計画 (IODP) 技術開発パネル委員を務めるとともに、バンドン工科大学において東北大学およびバンドン工科大学の学生を対象にAEモニタリングに関する集中講義(40名、1週間)を実施した。

#### ●社会貢献・社会連携

新妻: 科学技術振興機構先端計測分析技術・機器開発事業「環境共生地熱開発のための計測・探査技術に関する調査研究委員会」委員長、環境省東北環境パートナーシップオフィス運営評議員会会長、川崎一仙台薪ストーブの会会長、EIMY湯本地域協議会顧問、エネルギー・資源学会評議員、塩竈市復興計画検討委員会副委員長、宮城県保健環境センター評価委員会委員長、宮城県木質系震災廃棄物等の活用可能性調査検討委員会委員長。

浅沼: IODP 技術開発パネル委員、IODP ORTF External Reviewer, International Partnership for Geothermal Technology representative of Japan, 海洋科学研究機構技術委員会委員、日本地熱学会総務/企画/国際交流委員、仙台広域圏ESD・RCE運営委員、ユネスコ・スクール支援大学間ネットワークメンバー、他。森谷: 日本地熱学会編集/学会賞選考委員、地

EIMY (Energy In My Yard) とは、地域に賦存するエネルギー・資源を地域の持続性と豊かさの創出のために最大限活用するエネルギーシステム・社会システムの概念で、新妻が2002年に提唱している。

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

#### ●教育、学生の活躍

当研究室の椋平(博士課程後期2年)は、スイス連邦工科大学に滞在し研究を行うとともに、米国地熱評議会(GRC)、米国地球物理連合(AGU)、日本物理探査学会国際シンポジウムの国際会議で成果を発表した。また、三森(博士課程前期1年)が、米国地熱評議会(GRC)の国際会議で成果発表を行った。

#### ●他研究機関との連携

産業技術総合研究所、海洋研究開発機構、埼玉県環境科学国際センター、宮城教育大学、室蘭工業大学、九州大学、秋田県立大学、弘前大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、東京農業大学、山形短期大学、長野大学、鳥取大学、徳島大学、日大研

#### ●自治体、NPO等との連携

宮城県、仙台市、岩手県、山形県、陸前高田市、気仙沼市、住田町、川崎町、西川町、小谷村、八幡平市、大崎市(東北再生可能エネルギー利活用大賞受賞)、川崎町の資源をいかす会、川崎一仙台薪ストーブの会、天栄村・EIMY湯本地域協議会(東北再生可能エネルギー利活用大賞受賞)

#### ●小中学校等との連携

浅沼: 公開講座(1回)、出前授業(6回)、教員研修会(2回) ユネスコスクール支援大学間ネットワークメンバー、ユネスコ・スクール全国WS、湯本分室: 湯本小中学校。

#### ●受賞

浅沼: GRC Best Presentation Award、三森: GRC Best Presentation Award

#### ●外部資金の獲得

浅沼: 科研費基盤研究B、J-Power、JOGMEC、INPEX、日本/ユネスコ(受託研究)、新妻: (独) 科学技術振興機構、天栄村、

#### ●招待講演

新妻: 10回、浅沼: 2回、森谷: 1回、池上: 2回

#### ●テレビ放映、新聞報道

新聞報道27件、テレビ報道2件

東日本大震災は、自然と人々との関わりの問題に真正面から取り組むべき環境科学者に重い命題をつきつけた。江戸時代の僧で三条大地震に遭遇した良寛は、当時の仏教界の風潮を嘆き、次のような詩をのこしている。

髪を落して僧伽となり、食を乞うて、聊か素を養う。…白衣の道心なきは、なほこれために怒すべし。出家の道心なきは、これその汚れたるをいかにせん。…今、仏弟子と称するも、行も無く、また悟りもなし。…首を聚めて大語をなし、因循、旦暮にわたる。外面は殊勝を逞しうして、他の田野の纏を迷わす。…今よりつらつら思量して、汝がその度を改むべし。勉めよや 後世の子、みずから權柄をのこすことなかれ。

これを今般の大学にあてはめるとすれば、さしずめ次のようになるであろう。

世の栄利から離れて清貧の学問を志し、国民の税金に支えられた大学に職を求める。…学生が勉強しないのはまだ許せようが、学問のプロである教員が勉学と真理の探求を第一義としない、その汚れをどうしたらよいであろうか。…世に専門家と言われながら、自ら学びもせず、実質もない。…大言をはたき、外面をつくらぬながら世の人々を迷わしている。…今から十分に思量して、あなたがたの非を改めるべきである。学問とは学び問うことである。若い研究者よ、勉学に励みなさい。自らをおとめるようなことがないように。

この度の震災で命を落とされた1万数千名の方々、いまだに行方わからない数千名の方々、そして原子力発電所の重大事故が、我々に何を教えているのか、この歴史の節目、現代文明の分岐点にあって、時代を大づかみにする学問の探求を使命とする者一人として、今、良寛の言葉をかみしめ、自戒するものである。

新妻弘明



## 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

CH<sub>4</sub> profiles were derived from infrared spectra observed with FTIR at Tsukuba and its temporal variations were investigated. A new type of balloon-born instrument for observing stratospheric ozone with small spectrometer was made and tested. We participated in the NDACC2011 symposium held at Reunion Island on 7 - 10 November 2011 and presented our results of CH<sub>4</sub> observation. Polar stratospheric clouds observation with FTIR at Ny-Alesund, Norway was carried out from December 2010 to February 2011.

当研究室では、「グローバルな環境変動」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。2011年は、つくばにおけるフーリエ変換型分光器 (FTIR) を用いた観測データの解析、新型光学オゾンゾンデの試験、NDACC2011シンポジウム参加、ノルウェー・ニーオルスンにおける極域成層圏雲の観測などを行った。

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年より行われている。今回はこのうちの2004年以降の観測スペクトルを用いてメタンの高度分布を求める解析を行った。メタンは温室効果気体のひとつであるが、発生量やその変動についてはまだ不明な部分が多い。Fig. 1は2004-2010年の観測されたメタン全量の変動である。これを見ると、季節変動や日々変動は大きいものの2007年を境にメタン全量が増加しているように見える。この変動は他のグループの観測などでも報告されており、今後世界のメタン発生量変動を研究していく上で貴重なデータである。また、各高度毎のメタン濃度変動からは高度によって力学効果と化学効果の違いが見られており、これらも大気中でのメタン変動を調べる手がかりとして重要である。

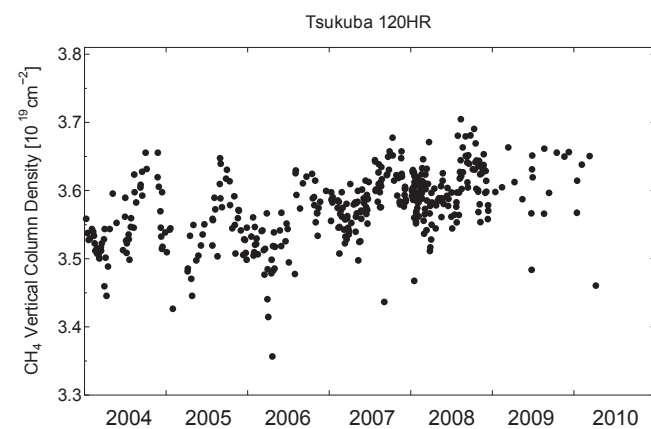


Fig. 1. Temporal variation of vertical column amount of CH<sub>4</sub> from 2004 to 2010 observed at Tsukuba

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。2011年は観測は行わなかったが、新たに開発した分光器型センサーの試験を行った。Fig. 2はこの新型センサーの分光器部分を開けたところで、このたびこの箱程度の大きさの分光器によって、重量もあまり増加させずに200-600nm付近のスペクトルを取得することが可能になり、オゾン以外に二酸化窒素等の観測も可能になる。



Fig. 2. New optical ozone sensor with small spectrometer.

NDACC2011シンポジウムは大気中の微量成分の変動を研究する国際的な研究グループNDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) の設立20周年を記念した国際会議で、フランスの海外県であるReunion島で11月に開催された。我々のつくばのFTIRもこのNDACCの赤外分光観測地点のひとつであるので、メタンの解析結果の発表を行った。Fig. 3は参加者の集合写真であるが、欧米を始めとする多くの国から100名程度の研究者が集まり4日間にわたってオゾンや温室効果気体など多くの

観測結果に関する発表と議論が行われた。また、この島にあるNDACCの観測所の見学会も行われ、建設中の最新の観測施設を見ることが出来た(Fig. 4)。



Fig. 3. Group photo of NDACC2011.



Fig. 4. New observatory under construction in Reunion Island.

ノルウェー・ニーオルスンにおける極域成層圏雲の観測は、当研究科客員教授の国立環境研究所中島英彰研究官との共同研究で、2010年12月下旬から2011年2月にかけて3回目の観測を行った。極域成層圏雲はオゾンホール発生のキーとなるものであるが、その形状や性質が様々であり、未だ不明な点が多い。本観測では、地上からの分光観測、ライダー観測、気球観測などを組み合わせて極域成層圏雲の性質を調べている。2011年1月5日には福岡大のOPC気球観測、ライダー観測、FTIR観測の同時観測に成功しており、現在これらの解析が進行中である(Fig.5)。

また、今年のみやぎ県民大学や大学体験の講師も務めた。みやぎ県民大学は一般向けの「地球と地域のエネルギーと将来」と題した4回構成の講義で、村田准教授は第2回「自然エネルギー」を担当した。大学体験は震災復興支援の一環とし

て気仙沼高校の生徒向けに企画されたもので、村田准教授は「高層大気観測入門」を担当した(Fig. 6)。



Fig. 5. Ny-Alesund station under the aurora.



Fig. 6. Experiment in the lecture for Kesennuma high school students.



## 地殻環境・エネルギー技術の新展開

Toward advanced environmental geomechanics and energy technology

教授 松木 浩二  
Professor  
Koji Matsuki



准教授  
坂口 清敏  
Associate Professor  
Kiyotoshi Sakaguchi



助教  
木崎 彰久  
Assistant Professor  
Akihisa Kizaki



Fig. 0 Members of our laboratory.

Major activities in our laboratory in this year are: 1) Experimental study on poroelastic constants for precisely monitoring geological storage of carbon dioxide, 2) Effects of hydraulic fracturing with super critical carbon dioxide, 3) New fracture theory of rock based on intergranular cracking, 4) Evaluation of fracture permeability under pressure gradient of arbitrary direction in the general state of in-situ stresses, 5) Experimental study on cleaning of inner wall of PVC casing with self-rotating waterjet nozzle system, 6) Degradation of organic compounds with cavitating waterjets, 7) Numerical simulation of waterjet excavation of soft rock using SPH, and 8) Development of the intelligent compact conical-ended borehole overcoring technique and the 3D JAPAN STRESS MAP.

### 【研究成果】

#### 1) CO<sub>2</sub>地下貯留の高精度モニタリングのための岩石の多孔質弾性定数に関する実験的研究(基盤B代表:松木,担当:木崎)

地下深部に貯留されたCO<sub>2</sub>の流動を高精度傾斜計により高精度でモニタリングする方法を開発するための基礎研究として、深度2,000m相当の間隙水圧と封圧を精度良く制御できる三軸圧縮試験装置を開発した。開発した装置を用いて排水および非排水の三軸圧縮試験を実施し、多孔質弾性理論における各種弾性定数(通常のヤング率、通常のポアソン比、非排水ポアソン比、非排水体積弾性率、スケンプトン係数など)を実験的に評価するとともに、これら弾性定数の応力依存性に関する研究を進めている(Fig. 1)。



Fig. 1 Triaxial pressure vessel and experimental system developed for measuring poroelastic constants.

#### 2) 超臨界CO<sub>2</sub>による水圧破砕き裂作成に関する研究(担当:木崎)

花崗岩などの低浸透性の岩体に対し、低粘性の超臨界CO<sub>2</sub>を用いた水圧破砕によりき裂システムを作成することを目的として、三軸荷重状態にある供試体に対して超臨界CO<sub>2</sub>および水を用いて水圧破砕実験を行った。超臨界CO<sub>2</sub>を破砕流体として用いた場合、水を用いた場合に比べて水圧破砕き裂の進展方向が複雑になり、かつ多くの分岐き裂が生じやすいこと、ならびに岩石中にリフト面などの構造的な弱面が存在する場合、低粘性の超臨界CO<sub>2</sub>では選択的にその弱面に沿ってき裂が進展する傾向があることなどを明らかにした(Fig. 2)。

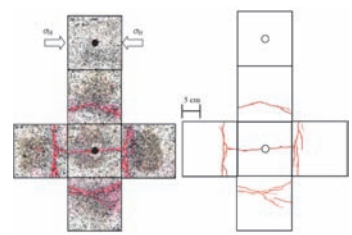


Fig. 2 Development view of the surfaces of a specimen fractured with super critical CO<sub>2</sub>.

#### 3) 在先き裂の相互干渉に基づく岩石の新しい破壊理論(挑戦的萌芽代表:松木)

本研究では多結晶岩石の組織・構造を忠実に模擬したモデルを用いて種々の条件における岩石破壊のメカニズムを研究している。本年度は、地質学的な時間経過とともに境界の粘弾性挙動によりより一般的な応力状態になった岩石が応力解放時の弾性挙動によって損傷するとの仮定に基づき、応力解放時の岩石損傷を評価した。その結果、損傷は法線方向が最大主応力方向に近い粒界でのみ生じDSCAの基礎仮定は成立しないこと、しかしそれにもかかわらず、ある応力領域内では主クラック密度の方向と大きさの比が主応力の方向と大きさの比を与え、深いほどこの応力領域が大きくなることなどを明らかにした(Fig. 3)。

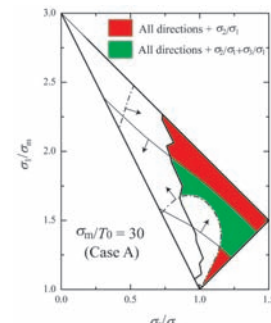


Fig. 3 Stress regions where the directions and ratios of the principal stresses can be estimated from the principal crack densities for the ratio of the mean normal stress to the uniaxial tensile strength of the grain boundaries ( $\sigma_m / T_0$ ) of 30.

#### 4) 一般的地圧条件で任意方向の圧力勾配を受けるき裂の透水性評価(担当:松木)

一般的な応力条件で任意方向の圧力勾配を受ける単一き裂の透水性を明らかにするため、深度が500 m、1000 m、2000 mの場合の世界の平均的な応力場にあるき裂が任意方向の圧力勾配を受ける場合の透水性(水理学的間隙の大きさ)を評価した。その結果、いずれの場合でも、平均間隙は主としてき裂のシェアダイレーションに支配され、平均間隙の極大値を示すき裂の法線方向近傍で透水性も大きくなること、さらに最大の透水性を示すき裂の法線方向は $\tau / \sigma_n'$ ( $\tau$ :せん断応力、 $\sigma_n'$ :有効垂直応力)が最大のき裂の法線方向から最小主応力方向に6~13°傾いた方向であることなどを明らかにした(Fig. 4)。

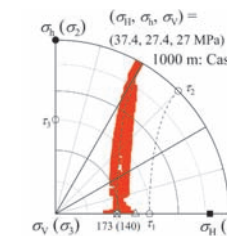


Fig. 4 The normal directions of the fractures having the maximum permeability for an arbitrary direction of the pressure gradient at a depth of 1000 m. The open circle with a cross and triangle indicates the normal directions of the fracture with the maximum permeability and the maximum ratio of the shear stress to the effective normal stress ( $\tau / \sigma_n'$ ), respectively.

#### 5) 自転型ノズルシステムによる塩ビケーシング内洗浄技術に関する実験的研究(共同研究代表:松木,担当:木崎)

水溶性天然ガス井に用いられている塩ビ製ケーシングパイプ内を自転型ノズルシステムを用いて洗浄する技術を開発するための実験的研究を行った。吐出圧力、環境圧力、ノズル軸送り速度、噴射時間およびノズルシステム径等を変化させて、効率の良い洗浄作業が可能な条件を明らかにするとともに、様々な条件の下で最適なスタンドオフディスタンスを得るために必要なセントラライザの設計指針を示した(Fig. 5)。

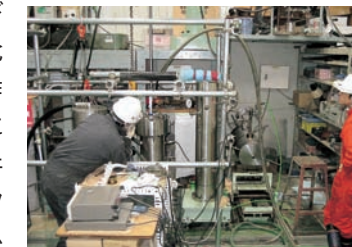


Fig. 5 Photo of experiment on cleaning of PVC casing using self-rotating waterjet nozzle system.

#### 6) キャピテーションジェットによる有機物の分解に関する研究(担当:木崎)

水中ウォータージェットにより生ずるキャピテーションを用いた有機汚染物質の無害化技術の開発を目的として、熱分解性およびOHラジカルとの反応性が異なるカルボン酸類(ギ酸、シュウ酸、酢酸)を用い、ウォータージェットおよび超音波振動子による分解実験を行った。その結果、両方法における分解速度および分解効率を明らかにするとともに、ウォータージェットによる分解方法は、超音波振動子と同程度のエネルギー効率の下で大容量の分解を実現できることを明らかにした。

#### 7) SPH法によるウォータージェット岩石掘削のシミュレーション(担当:坂口)

ウォータージェットによる岩石掘削のシミュレーションコードの開発を目的とした研究の内、湿潤状態にある軟岩の掘削を対象とした研究を行った。湿潤状態にある軟岩をモデル化

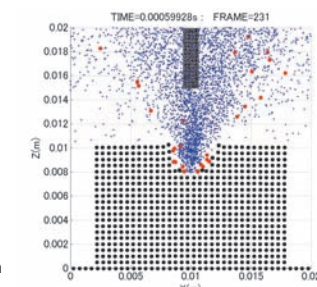


Fig. 6 An example of numerical simulation of waterjet excavation of soft rock.

するために、岩石の運動に対する運動方程式に間隙水圧の項を導入した。結果の詳細な検討が必要であるが、湿潤軟岩の掘削をシミュレートできている感触を得た。なお、課題であった破壊後の粒子の挙動は、掘削表面からのジェットの浸透に対応した間隙水圧を導入することで改善できることも明らかにした(Fig.6)。

#### 8) インテリジェント円錐孔底ひずみ法の開発と3D JAPAN STRESS MAP(基盤研究B代表:坂口)

深部地圧計測法である下向き円錐孔底ひずみ法の実用化を目的として、従来の下向き円錐孔底ひずみ法の測定方法・測定機器の改良を行った。具体的には、孔内用のデータロガーのコンパクト化と高性能化を実現した。さらに、窒素ガスを用いない孔底洗浄方法を提案し、実用性・有効性の検証を進めている。また、3D JAPAN STRESS MAPに関連して、東日本大震災前後における地圧の変化を明らかにするため、測定実績の豊富な釜石鉱山における原位置測定を計画している。

#### 【外部資金の獲得】

- 科研費・助成金: 基盤研究B (H22-H24年度、松木)、挑戦的萌芽研究 (H23年度、松木)、基盤研究B (H23-H25年度、坂口)、基盤研究A (H22-H25年度、坂口分担)、日本鉱業振興会 (H22-、坂口)
- 共同研究等: 関東天然瓦斯開発(株)、応用地質(株)、(株)明間ポーリング

#### 【参加国際学会・会議】

- 8th Int. Workshop on WATER DYNAMICS, Sendai, (3/9-10), 修2 田中発表。
- The 45th US ROCK Symp., San Francisco, USA, (6/26-29), Ausama発表。
- FMGM 2011, Berlin, Germany, (9/12-16), 坂口発表。
- ISRM 2011, Beijing, China, (10/16-21), 松木、坂口、木崎、Ausama発表。

#### 【国内学会における学生の発表】

- 資源・素材学会全国大会 (修士1件、4年1件)
- 資源・素材学会支部大会 (修士5件)

#### 【社会貢献等】

- 坂口がオープンキャンパスで小学生対象の公開講座を行った。(7/27-28)
- 坂口・木崎が気仙沼高校生に対し模擬授業・実験を行った。(気仙沼地域教育支援プロジェクト)(11/26)(Fig.7)



Fig. 7 Trial lecture and experiment for students of Kesennuma high school.



## 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



Members of the Lab.

In 2011, the research activities of this laboratory are as follows:

- 1) The actual construction to create the artificial ground by recycling Tsunami sludge in Shiogama city, Sendai city and Kesenuma city, Miyagi Prefecture was carried out. This actual construction was financially supported by The Mitsui & Co.,LTD. Environmental Fund -2011 Great East Japan Earthquake Relief Grants.
- 2) The durability for erosion of fiber-cement-stabilized soils was experimentally investigated. It was confirmed through the experiments using submerged jet that fiber-cement-stabilized soils using paper debris and rice straw have high durability for erosion.
- 3) In order to elucidate adhesion mechanism between clay-rich soil and metallic material, the adhesion tests were performed using metallic material and soil animal's cuticles at different water contents of Kasaoka clay. It was cleared that the adhesive stress decreased with increasing the roughness factors.
- 4) In order to contribute to giving theoretical knowledge for mixing soils with soil improvement liquid agents, a simulator to analyze interaction behaviors of solids and liquids was developed by using SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics).
- 5) Kinematics of wheel type vehicle with crawler between front and rear wheels was theoretically investigated. Furthermore, a model of wheel type vehicle with crawler between front and rear wheels was made to confirm the smooth movement of the vehicle without lateral slip.
- 6) A numerical model to simulate crushing performance of mobile crusher was developed.

### 主な研究活動:

#### ①日立環境財団主催第38回「環境賞」優良賞を受賞

本研究室と株式会社環境技術研究所が共同開発した高含水比泥土の新しい再資源化工法である「繊維質固化処理工法」が、公益財団法人「日立環境財団」主催の第38回「環境賞」優良賞を受賞した (Fig.1)。受賞概要によると、軟弱泥土を現場で耐久性の高い地盤材料に改良することができ、現場で再利用できる技術を確認したことが受賞理由であり、液状化対策にも有望であると評価されている。本受賞は、2007年の産学官連携功労者表彰「国土交通大臣賞」および2010年度の日刊工業新聞主催「モノづくり大賞」に続く受賞であり、本工法が社会的に高い評価を受けていることを示すものである。



Fig.1 Environmental Award of the Hitachi Environment Foundation.

#### ②東日本大震災で効果を発揮した技術として選定—繊維質固化処理工法—

国土交通省関東地方整備局主催の建設技術フォーラムが11月10日に開催されたが、今回のフォーラムでは、「東日本大震災で効果を発揮した技術」の公募が行われた。165技術の応募があり、そのうち6技術が選定されたが、本研究室と株式会社環境技術研究所が共同開発した「繊維質固化処理工法 (ポンテラン工

法)」も選定され、プレゼンテーションの機会が与えられた。これは、須賀川市の浜尾遊水地の堤防が3月11日の地震により大きな被害を受けたにもかかわらず、本工法で構築された堤防部分は何の被害も生じなかったことなどが評価された結果であり、本工法が社会的に高い評価を受けていることを示すものである。

#### ③津波堆積物の再資源化による人工地盤造成 (三井物産環境基金 東日本大震災復興活動助成)

3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は大津波を引き起こし、大量のガレキや津波堆積物を発生させた。本研究室では、被災地の早期復旧・復興を目指し、三井物産環境基金東日本大震災復興活動助成を受け、塩竈市、仙台市若林区および気仙沼市で津波堆積物再資源化の試験施工を実施した。試験施工では、津波堆積物に繊維質固化処理工法を適用し、人工地盤を造成した (Fig.2, Fig.3)。試験施工の様子は、NHK WORLD NEWSLINE で全世界に情報発信された他、各種メディアに取り上げられた。



Fig.2 The actual construction to create the artificial ground by recycling Tsunami sludge.



Fig.3 Artificial ground was completed.

#### ④廃棄物の複合利用による低コスト耐震性地盤材料の開発と堤防補強・環境修復への適用 (科研費・基盤B、ユアサ国際共同調査研究助成)

本年は、繊維質固化処理土および稲わら入り繊維質固化処理土の耐侵食性について実験的に検討した (Fig.4)。水中噴流を用いた土砂の耐侵食性を計測する装置を設計・製作し、実験を行った結果、従来の繊維質固化処理土および稲わら入り繊維質固化処理土の高い耐侵食性を確認することができ、東日本大震災で被災した堤防の補強地盤材料として最適であることが確認された。



Fig.4 Jet test to investigate durability for the erosion of fiber-cement-stabilized soils.

#### ⑤土砂付着のメカニズム解明と昆虫の骨格構造を模した非附着性材料の開発 (科研費・萌芽研究)

本研究は、平成22年4月より本研究室に配属になった里見助教を中心に進められている研究である。本年は、土と金属材料の付着メカニズムを解明するために土砂付着力を測定する装置を改良し、粘性土を用いた実験を行い、土の含水比や金属表面の粗さの違いに伴う付着特性について検討した (Fig.5)。さらに昆虫外皮を使った付着実験を行った。

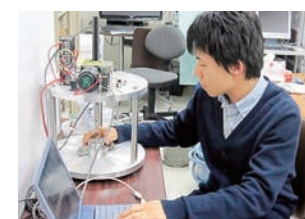


Fig.5 Adhesion test to elucidate adhesion mechanism between clay-rich soil and metallic material or soil animal's cuticles.

#### ⑥ SPH を用いた固液混合シミュレーションに関する研究

自走式土質改良機の混合容器内における固液混合挙動を検討するためには、固液相互作用を精度良く表すシミュレータを開発する必要がある。そこで、SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) を用いて吸水試験シミュレーションを行った (Fig.6)。その結果を2011年12月に開催された地球科学に関する国際シンポジウムにて発表したところ高い評価を受け、Best Paper Awardを受賞した。

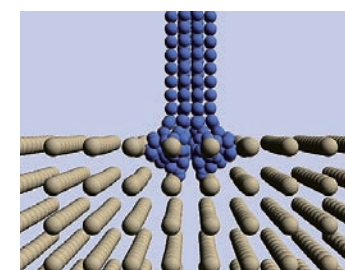


Fig.6 An example of numerical simulation results for water absorption test.

#### ⑦テラメカニクスに関する研究

- 1) 中間に履帯機構を有する車輪式移動車両の運動に関する研究: 迅速な災害復旧では、重機をできるだけ早く災害現場に搬入することが重要であるため、機動性の高い車輪式移動車両が望ましい。しかし、災害現場では軟弱泥土が大量に発生することが多く、現場内の移動は履帯式移動車両が望ましい。そこで、両者の利点を取り入れた「中間に履帯機構を有する車輪式移動車両」を提案し、その運動学に関する検討を行った (Fig.7)。
- 2) モービルクラッシャーによるコンクリート塊破碎の数値シミュレーション: モービルクラッシャーによる破碎性能をコンピュータ上でシミュレートできる3次元シミュレーションモデルの開発を行った (Fig.8)。

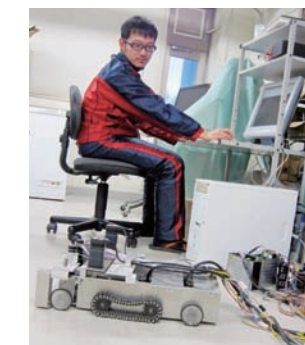


Fig.7 Laboratory test using model of wheel type vehicle.

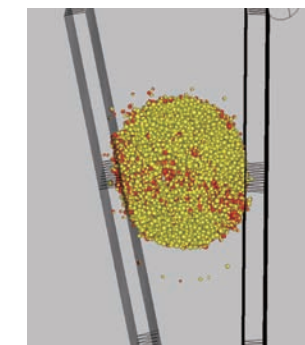


Fig.8 An example of numerical simulation results for mobile crusher.

#### 特別講演:

- ①ポンテラン工法研究会主催の講演会にて、里見助教が東北地方太平洋沖地震による土構造物被害調査について講演し、さらに高橋教授が津波堆積物の再資源化による人工地盤造成の提案を行った (7月29日)。
- ②ベトナム・Hanoi Department of Science and Technologyにて、高橋教授が繊維質固化処理工法について講演を行った (9月12日)。ベトナムでは土砂流出被害が多発しており、本工法により生成される土砂 (繊維質固化処理土) の特性について大きな関心が寄せられた。
- ③日本建設機械化協会主催の「建設施工と建設機械シンポジウム」にて、高橋教授が津波堆積物の再資源化による人工地盤造成に関する試験施工について講演を行った (12月1日)。

#### 学外ゼミ:

研究室恒例の学外ゼミを10月20日に実施した。本年度は細倉マイニングパークを見学し、マイニング技術について研修した。



## 環境負荷の小さい修復技術の開発

Development of Environmental Load Reduced Remediation Technology

教授 井上 千弘  
Professor  
Chihiro Inoue



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.

### ●2011年の主な研究活動

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。国内各所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。

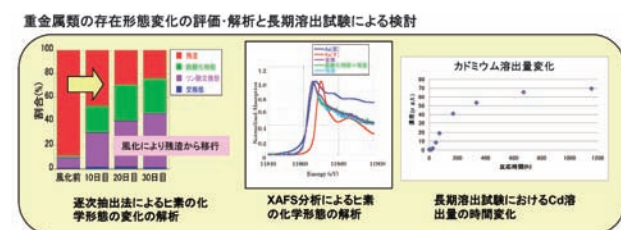


Fig.1 Chemical form change of heavy metals in sedimentary rocks and soils

植物を利用する環境浄化として、水生植物のマツモによる汚染水中からの重金属除去の検討を行なった。ま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行った。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に着手した。クロロエチレンやクロロベンゼン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。また石油系炭化水素汚染土壌から見出した

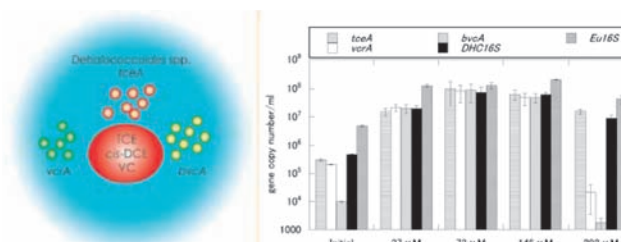


Fig.2 Distribution of Dehalogenase Genes during Dechlorination of cis-DCE

単環芳香族を優先的に分解する細菌に関し、その分解能力や土壌中での挙動を評価した。鉄粉を利用した残留性有機汚染物質の分解について、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研究を実施した。微生物を利用した金属回収技術に関して、石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と共同でヒーブリーチングの効率化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

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地震と津波によって生じたヒ素汚染土壌のファイトレメディエーションに関する研究を開始した。2011年は宮城県内沿岸部の汚染状況調査と実汚染土壌を用いた実験室でのモエジマシダ栽培試験を行い、次年度以降実フィールドでの浄化試験を行う予定である。



Photo1 Sampling of tsunami sediments at Rokugo area in Sendai

Photo2 Phytoextraction of contaminated soil by arsenic accumulating-fern

福島第一原発事故への対応として、ガンマ線カウンター(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放射性セシウム簡易測定を行なった。2011年10月以降 JA 仙台、あいコープみやぎから依頼を受けたサンプルを



助教  
畑山 正美  
Assistant Professor  
Masayoshi Hatayama



助教  
小川 泰正  
Assistant Professor  
Yasumasa Ogawa

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  
博士 研究員 章 真怡  
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 松山 磨依

毎週定期的に測定しており、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た。



Photo3 Gamma-ray counter Wizard 2480 for measurement of radioactive materials

### ●国際交流

清華大学(中国) I-NETの Zhao Xuan 教授との間で土壌・地下水汚染の修復に関する共同研究を開始した。Zhao 教授を東北大学に短期招聘するとともに、畑山助教が清華大学に長期滞在して植物による環境浄化の研究を実施した。



Photo 4 Photo with Dr. Zhao

### ●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)「微生物コンソーシアムの動態解析と有機物汚染土壌の浄化への利用」(平成23～25年度、代表者:井上)
- \*日本学術振興会科学研究費助成金・挑戦的萌芽研究「ヘキサクロロベンゼンを完全に脱塩素する微生物コンソーシアムの解析」(平成23～24年度、代表者:井上)
- \*環境研究総合推進費「自然由来土壌汚染をもたらす重金属類の環境中での形態変化の解明」(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「ヒーブリーチングにおけるヒーブ内の温度に関する数値解析」(平成22～24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「津波による有害無機化合物汚染土壌の生物浄化技術の開発」(平成23

- ～25年度、代表者:東北学院大学・遠藤教授)
- \*住友財団 環境研究助成「東北地方太平洋沖地震に伴う津波堆積物からの有害物質溶出、発生の長期危険性予測」(平成23～24年度、代表者:小川)
- \*国家自然科学基金(中国)・外国人若手研究者(平成23～24年度、代表者:畑山)

### ●教育

同済大学との研究・教育協定に基づき、特別研究学生を1名受け入れた。現在の在籍学生:D3 3名、D2 2名、M2 4名、M1 3名、SC4 2名、SC3 3名、学部留学生 1名、このうち留学生:ハンガリー1名、中国2名、インドネシア1名

### ●報道

「放射性物質の植物浄化に関するインタビュー記事」(2011年7月12日付 Nature、オンライン版)  
「東日本大震災と土壌汚染問題」に関する解説記事(2011年8月31日付 環境新聞)



Fig.3 The article published in Kankyo-Shinbun

### 特筆すべき業績

Kotaro Ise, Koichi Suto, Chihiro Inoue: Microbial Diversity and Changes in the Distribution of Dehalogenase Genes during Dechlorination with Different Concentrations of cis-DCE. Environmental Science & Technology, 45(12), 5339-5345 (2011)



## 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



准教授  
壹岐 伸彦  
Associate Professor  
Nobuhiko Iki



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. Highly efficient near-infrared-emitting lanthanide(III) complexes formed by heterogeneous self-assembly of  $Ag^I$ ,  $Ln^{III}$ , and thiocalix[4]arene-p-tetrasulfonate in aqueous solution ( $Ln^{III} = Nd^{III}, Yb^{III}$ ).
2. Bis(o-diiminobenzosemiquinonato)platinum(II) as a non-covalently formed molecular motif for anion recognition via hydrogen bonding with its N-H proton and signaling with its near-infrared absorption.
3. Kinetic stability of Fe(III)-fulvic acid studied with capillary electrophoretic reactor.

### 2011年の研究成果

#### 1. 近赤外発光性ランタニド錯体の自立的形成

高S/N比のバイオイメージングを可能とする発光性プローブや、光通信で必要とされるレーザー増幅素子として近赤外(NIR)発光性ランタニド( $Ln^{III}$ )錯体が注目されている。錯体を与える配位子の設計のコンセプトは光吸収基と $Ln^{III}$ 結合部位とを共有結合で連結することに専ら依存している。これに対して我々はチアカリックス[4]アレーン-p-テトラスルホン酸(TCAS)の多官能性( $O_4S_4$ 配位原子、光吸収基)

を活用し、その多機能性を明らかにしてきた。本年度はNIR発光機能を有する $Nd^{III}$ および $Yb^{III}$ に注目し、これらにソフト金属 $Ag^I$ を加えた3元系を精査した。その結果 $Ag^I-Nd^{III}-TCAS$ 系では超分子型錯体 $Ag_4^I-Nd^{III}-TCAS_2$ が広いpH範囲(6-12)で形成し、水溶液中としては極めて高い発光量子収率( $4.9 \times 10^{-4}$ )を与えることを明らかにした。X線結晶構造解析の結果、本錯体では2個のTCASが4組のS- $Ag^I$ -S結合により架橋され、発光中心である $Nd^{III}$ に $O_8$ 立方体型配位環境を提供し、失活の原因となる水分子から保護していることを明らかにした。一方 $Ag^I-Yb^{III}-TCAS$ 系についてはpH9.5

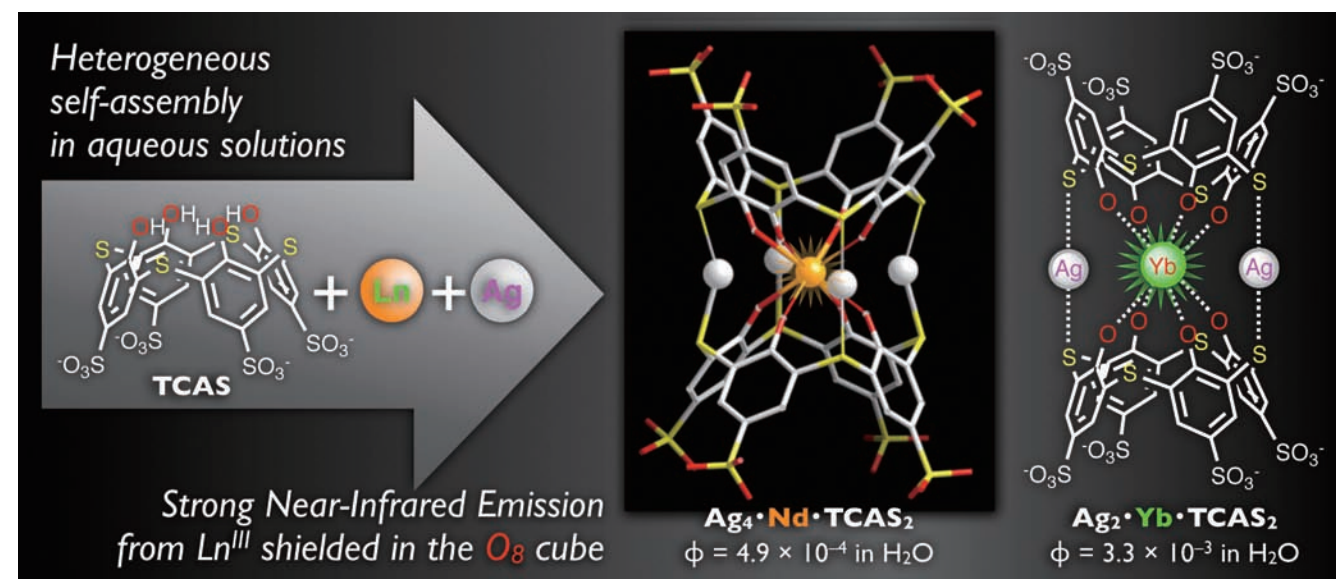


Figure 1. Heterogeneous self-assembly of  $Ag^I$ ,  $Ln^{III}$ , and TCAS leads to the supramolecular complexes with strong NIR-emission ability owing to the  $O_8$ -cubic coordination environment.

付近で $Ag_2^I-Yb^{III}-TCAS_2$ を生成し、水溶液中で高い発光量子収率( $3.3 \times 10^{-3}$ )を与えることを明らかにした。S- $Ag^I$ -S架橋の数こそ異なるが同様の $O_8$ 立方体型環境により $Yb^{III}$ 中心は保護されている。水溶液中で高効率のNIR発光を与える $O_8$ 配位構造を自立的に形成することは $Ag^I-Ln^{III}-TCAS$ 三元系の構成要素個々の機能の総和を超えた機能であり、超分子的機能というにふさわしい。中でもTCASはその配位原子のソフトハード選択性により $Ag^I$ と $Ln^{III}$ を精密に認識していることが超分子機能発現の鍵である。(米国化学会 *Inorg. Chem.* 誌掲載予定)

#### 2. PtII-ピラジカル錯体を用いるアニオンセンシング

当研究グループでは $\alpha$ -フェニレンジアミンのモノ酸化ラジカルと $Pt^{II}$ からなるピラジカル錯体 $[Pt^{II}(L^{SQ})_2]^{2-}$ のNIR吸収特性に着目し、疎水環境認識プローブやpH/電位認識プローブを開発してきた。これらの応答機能は基本的にその酸化二量体生成に基づくNIR吸収帯の消失に基づく。今回、 $[Pt^{II}(L^{SQ})_2]^{2-}$ のジイミノ部位が尿素型アニオンセンサーのアニオン結合部位に類似していることに着目し、そのアニオンセンシング機能について検討した。例えばジメチル置換のラジカル配位子からなる $[Pt^{II}(L^{SQ})_2]^{2-}$ の場合、 $I^-$ ,  $Cl^-$ ,  $HSO_4^-$ の濃度に対しNIR吸収を次第に減少させ、センシングの可能性を見出した。酸化二量体 $[Pt^{II}(L^{SQ})(L^{BQ})]_2^{2-}$ に基づく吸収が現れたこと、また振動分光法や電気化学測定の結果から、Figure 2に示す多点水素結合に基づく二量化が起きたと考えている。ジイミノ基を部分的に負電荷を持つアニオンと捉えれば、アニオンがアニオンを認識した珍しいケースといえる。(HGCSにて発表)

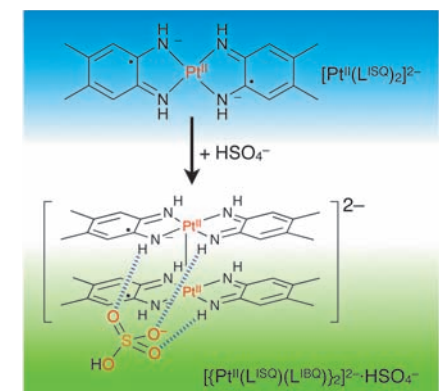
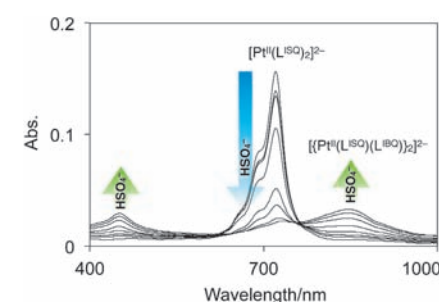


Figure 2. Response of NIR absorption of the biradical complex,  $[Pt^{II}(L^{SQ})_2]^{2-}$ , toward  $HSO_4^-$ .  $[Pt^{II}(L^{SQ})_2]^{2-} = 7.1 \times 10^{-6}$  M,  $[(NBu_3)HSO_4]_T = 0 \sim 0.03$  M in  $CH_3CN$ .

#### 3. FeIII-フルボ酸錯体の速度論的安定性の評価

鉄は生物の必須微量元素であり、海洋では植物性プランクトン成長の制限因子となるケースが知られている。海域への鉄の供給パスの一つに河川水からの流入があげられるが、そのほとんどは $Fe^{III}$ として腐植物質であるフミン酸やフルボ酸(FA)と結合し錯体となっている。現在までに腐植物質の錯化容量など平衡論的な研究は多数報告され、熱力学的な情報は蓄積されているが、速度論的な情報が決定的に不足している。そこで本研究では $Fe^{III}$ -FA錯体の速度論的安定性を当研究室独自の手法—キャピラリー電気泳動反応器CERで解析することを目的とした。CERのピーク強度から解離反応曲線を得、解析したところ解離反応速度定数は $k_d = 1.79 \times 10^{-4} s^{-1}$ となった。これは半減期 $t_{1/2} = 1.07$ hに相当する。河川水の流量・流速から運搬の時間スケールを少なくとも10hとすれば、この間に $Fe^{III}$ -FA錯体は完全に解離することとなる。つまり流域から遊離FAの継続的な供給があつてこそ、 $Fe^{III}$ -FA錯体として海域への鉄供給が可能となるといえる。(SCE2011にて発表)

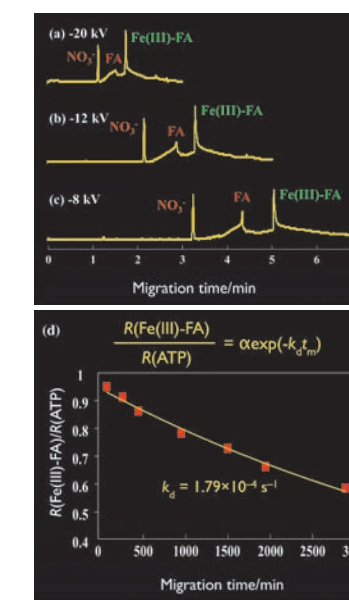


Figure 3. Electropherograms obtained with a series of CER experiments (a-c) showing gradual decrease in the peak height of Fe(III)-FA complex, and the dissociation reaction profile (d)

#### ☆受賞

- ・みちのく分析科学シンポジウム、ポスター賞  
「ピラジカル Pt (II) 錯体の水素結合生成を用いる近赤外吸収アニオンセンシング」  
和田祥太郎 (M1)
- ・第31回キャピラリー電気泳動シンポジウム、ポスター優秀賞  
「タンパク質-チアカリックスアレーン金属錯体のコンジュゲーションとCEを用いる相互作用解析」  
馬場諒 (M1)
- ・日本分析化学会東北支部、東北分析化学賞  
「錯体を基盤とする分析化学反応系の創造と高次物質機能創成への展開」  
壹岐伸彦



## 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 systems can miniaturize and functionalize analytical devices. We have developed biosensing devices incorporating micro/nanoelectrodes for environmental/biomedical applications.

In this year, a scanning ion-conductance microscopy (SICM) was integrated into a scanning electro-chemical microscopy (SECM). By using the SECM/SICM hybrid system, electrochemical imaging was succeeded. We also developed a novel chip device for single cell analyses, a zymogen-based electrochemical sensor, and so on. The concept of zymogen-based electrochemical sensors is expected to lead to the development of new biosensors.

### 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。そこで、我々はマイクロ・ナノ電極の作製や測定システムの開発を行い、バイオセンシングを行った。

今年、走査型電気化学顕微鏡 (SECM) と走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SICM) を複合させたシステムを開発した。このシステムを用いて、微細な構造物の計測に成功した。また、酵素前駆体を用いた高感度な電気化学検出法の開発に成功し、製品化を目指し、企業との共同研究を行った。この他に、微小電気化学システム (Micro Electro Mechanical System, MEMS) を組み込んだ様々な電気化学チップデバイスの開発を行い、生体分子の検出を行った。このように、2011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と考えている。

### 社会貢献

平成23年7月27日、28日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」を開き、最先端の科学研究を公開している。この他に、福島高専からの1名の学生に受け入れを行った (2011年8月)。

### 共同研究

平成23年に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、未来医工学治

療開発センター、流体科学研究所  
学外研究機関：秋田大学、山形大学、国立環境研究所、東北工業大学、兵庫県立大学、防衛大学、産業技術総合研究所、インペリアルカレッジ (英国)、ケンブリッジ大学 (英国)、ハーバード大学 (米国)、成功大学 (台湾)  
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、アイティリサーチ、大日本印刷、生化学バイオビジネス、ナノテック

### 学会発表等

平成23年に招待講演を9件、行った。これらを含め、45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

王雄偉 (研究生、中国) (2011年3月-2012年3月まで)  
Liu Yingju 博士 (2011年3月-2012年3月まで)

### 主な継続中の研究事業

- 世界トップレベル研究拠点プログラム (日本学術振興会) (平成19年-平成28年度)
- 科研費基盤研究(A)「新原理に基づく電気化学イメージングデバイスの開発」(平成22-24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)
- 科研費基盤研究(A)「非侵襲性微小組織診断システムの導入による糖尿病治療のメディカルイノベーション」(平成20-24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22-26年度)



准教授  
珠玖 仁  
Associate Professor  
Hitoshi Shiku



助教  
伊野 浩介  
Assistant Professor  
Kosuke Ino

助手(WPI)  
高橋 康史  
Javier Ramon-Azcon  
客員研究員(WPI)  
Liu Yingju  
研究アドバイザー  
松平 昌昭  
博士研究員  
井上 久美  
Raquel Oregon  
研究補助員  
堀口 佳子  
児玉 隼人  
秘書  
沖 知子

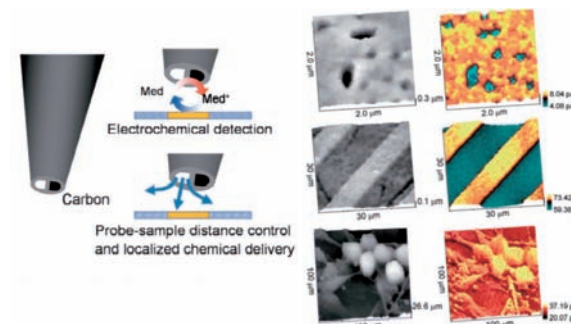


- 厚労省科研費「高感度電気化学イメージング技術を応用したヒト生殖細胞クオリティ診断装置の開発」(平成21-23年度)
- 科研費若手研究(B)「3次元培養組織評価に向けた電気化学チップデバイスの開発」(平成23-25年度)
- 科研費若手研究(B)「酵素前駆体を分子認識素子として利用する電気化学バイオセンシング手法の開発」(平成23-25年度)
- 三井住友海上福祉財団 研究助成「在宅医療に向けた検査用小型チップデバイスの開発」(平成23年度)

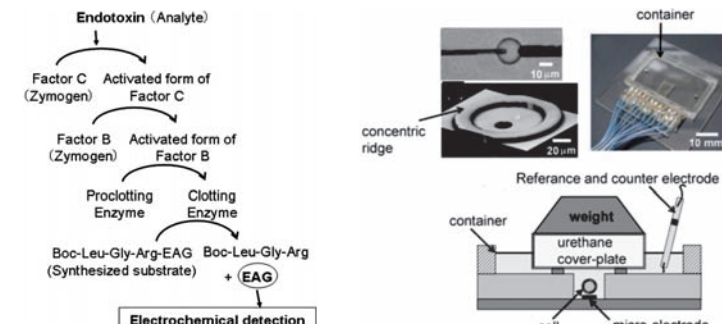
- 平成23年度旭硝子財団 研究助成「細胞解析に向けた高感度電気化学測定法の開発」(平成23年度)

### ☆受賞

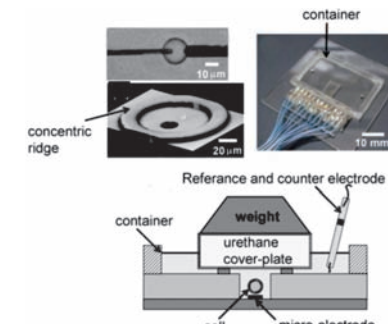
- ・末永智一 (教授)、日本化学会学術賞
- ・珠玖仁 (准教授)、末永智一 (教授)、電気化学会論文賞
- ・井上久美 (研究員)、ACCS Best Paper Presentation Award



Electrochemical imaging by using SECM/SICM system



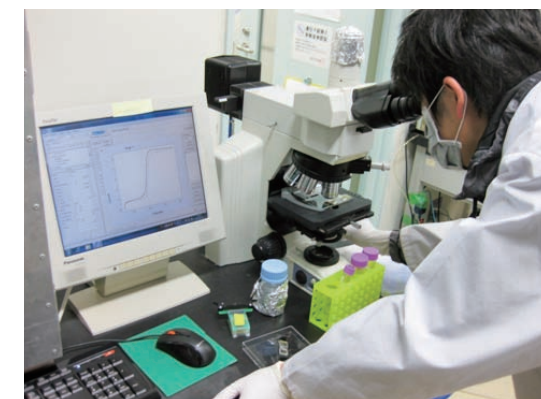
Scheme of the Zymogen-based electrochemical endotoxin assay



Miniaturized chip device for single cell analyses



Cell culture for single cell analyses



Electrochemical detection by using a chip device



The 6th Taiwan-Japan and 1st Asia International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (Taiwan)



Presentation award on the 9th Asian Conference on Chemical Sensors



## 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 function nano-ecomaterials for energy and environment  
in the environmentally benign systems

教授 田路 和幸  
Professor  
Kazuyuki Tohji



Research is focused toward the development of material and energy to the global environment. Especially, we research a hydrogen generation system from indirect splitting of water based on the circulation of sulfur considering the solar-thermal-bio energies comprehensively.

Furthermore, we develop well defined nano materials, such as oxide-sulfide hybrid catalysts, electric integration materials, thermoelectric alloy nanoparticles, and high-power electric double-layer capacitor materials using carbon nanotubes. Also, fruitful results have been achieved through the collaborative researches on the development of silicon electrodes for new Li-ion rechargeable battery and synthesis of fine nanoparticles.

### エコハウスプロジェクトと高充電・大容量 リチウムイオン電池用負極材料の開発

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。エコハウスプロジェクトおよび自動車や携帯機器などの産業界において、リチウムイオン2次電池の高容量化は避けられない課題であり、我々は、複数の企業と共同で、リチウムイオン電池の負極材料として高容量化が期待される「シリコン」系電極等の研究開発を行っている。本研究科のエコラボ内部に、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）-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。東日本大震災時には、本システムの一部を分割し沿岸部避難所（石巻市渡波中学校及び十三浜大指地区）に設置することで電力供給を行った（写真1）。



写真1 田路研究室の大震災への取り組み

### 環境に配慮したナノ材料開発

省資源で高効率を発現できるナノ材料を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。本研究室では、原材料中での材料の状態を計算及び機器分析を通じて厳密に制御することで、高効率且つ均質に物性を発現するためのナノ材料開発を、酸化物-硫化物複合型

半導体材料、均質合金ナノ材料、電子実装材料、熱電変換材料、電子材料（電気二重層キャパシタやLiイオン電池材料）、等をターゲットとして研究開発を進めている。

#### ☆研究プロジェクト

- ・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23-24年度 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22-23年度 日本学術振興会科学研究費補助金・若手研究(A)「新規表面制御手法による電子実装分野の環境対策技術開発」
- ・受託研究 平成22-23年度 公益財団法人トステム建材産業振興財団 第19回助成「室内有害物質の捕集と分解作用を分担・促進する亜鉛ハイブリッド光触媒建材の開発」
- ・平成22-23年 東北大学環境科学研究科 融合研究プロジェクト「表面単原子/分子制御技術の開発と環境応用」
- ・共同研究 DOWA ホールディングス 平成22-24年「超低Pb品位の電気亜鉛製造におけるSrによるPb混入抑制効果の解析」

#### ☆受賞

- ・林亜実 (D3) 資源・素材学会東北支部ポスター賞金賞
- ・佐々木基秀 (M2) 資源・素材学会東北支部ポスター賞銅賞

#### ☆東日本大震災に対する田路研究室学生諸君の取り組み

本研究科の学生さんが中心となって、東北地域の復興支援・地域再生を目的とした東北大学地域復興プロジェクト「HARU」が立ち上げられました。中心メンバーのM2西坂光君は勿論の事、研究室の多くの学生さんがこのプロジェクト若しくは別のグループに参加し、様々な避難所への物資の運搬、山元町等の近郊の町の避難所支援や泥出しなどのボランティアワーク、など支援活動に参画しました（例：写真2）。



客員 教授  
宇田川 康夫  
Visiting Professor  
Udagawa Yasuo



准教授  
高橋 英志  
Associate Professor  
Hideyuki Takahashi



技官  
本宮 憲一  
Technical Engineer  
Kenichi Motomiya

25 A 文化 12版 2011年(平成23年)4月12日(火曜日) 63歳



写真2 田路研究室学生諸君の震災への取り組み (光君 新聞記事)

#### ☆国際及び国内会議発表及び留学(学生)

東日本大震災の影響による発表取りやめ等で例年より少ないものの、田路研究室所属の学生は、2011年4月-12

月の期間に計17件の学会研究会発表を行った。本研究室では、学生諸君の研究開発能力や意識、コミュニケーション能力に対するグローバル化を促進することにも重点を置いており、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9件の国際会議研究会発表を行った。写真は、220th ECS (Boston, USA)でのM2村松真君(写真3)、M2佐々木基秀君(写真4)、D3林亜実さん(写真5、6(口頭発表の様子))、The 2nd International Symposium of Environmental LeaderでのM2西坂光君(写真7)の国際会議発表の様子を示している。また、博士後期課程2年の横山俊君は、2011年7月11日-2012年1月17日の期間、オレゴン大学ジムハチソン研究室(Oregon, USA)へ留学した。

#### ☆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、D3林亜実さん(DC1、平成21年度-23年度)及びD2横山俊君(DC2、平成23年度-24年度)の2名が採用されている。来年度博士課程進学予定者のM2西坂光君も日本学術振興会特別研究員に採択が内定している(DC1、平成24年度-26年度)。



写真3 M2村松君学会発表



写真4 M2佐々木君学会発表



写真5 D3林さん学会発表



写真6 D3林さん学会口頭発表



写真7 M2西坂君学会発表



## 資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aimed on the realization of a resources-material recycling society

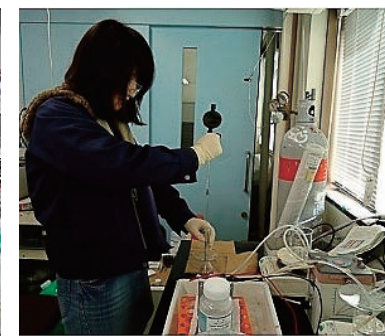
教授 吉岡 敏明  
Professor  
Toshiaki Yoshioka



准教授  
亀田 知人  
Associate Professor  
Tomohito Kameda



助教  
ギド・グラウゼ  
Assistant Professor  
Grause Guido



- Simultaneous silver and benzene recovery from X-ray film**  
From the previous research in our laboratory, it is known that the formation of sublimating substances during the pyrolysis of PET can be avoided and mainly benzene is produced in the presence of calcium oxide (CaO) and steam. In this study, X-ray film, mainly containing silver and PET, was degraded in the presence of CaO, and more than 95% silver and 42% benzene with a purity of 78% were recovered.
- Debromination of flame retarded high impact polystyrene**  
Plastics containing brominated flame retardants produce brominated organic compounds during their thermal treatment, making debromination necessary prior to recycling of these plastics. We investigated the debromination of high impact polystyrene containing decabromodiphenyl ethane as the brominated flame retardant and Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as a synergist, using a wet process bases on NaOH/ethylene glycol solutions.
- Chemical modification of PVC by the S<sub>N</sub>2 reaction using layered double hydroxides as a catalyst**  
The advanced dechlorination of poly(vinyl chloride) (PVC) and its chemical modification by nucleophilic substitution was examined. Cl was substituted in solution by alkyl thiols. The product is expected to act as plasticizer-free flexible PVC.
- Removal of chloride from organic waste fluids, derived from the dechlorination of PVC**  
The dechlorination of PVC in NaOH/diol solutions results in an enrichment of chloride in the solution. In this study, we investigated the removal of Cl- and the regeneration of the diol by electro dialysis using a NaA type zeolite membrane.
- Synthesis of LiFePO<sub>4</sub> by the conversion of coating sludge and its performance as rechargeable lithium batteries**  
During the coating of metal surfaces with corrosion resistant nonmetals, a sludge rich FePO<sub>4</sub> is accumulated. In this study, LiFePO<sub>4</sub> was prepared using this conversion treatment waste sludge as a raw material. This material can be repeatedly charged and discharged, and therefore, it is suitable as a material for rechargeable batteries.
- Selective uptake of rare earth metals (Sc, La, Y) from mixed solution using Cu-Al layered double hydroxides intercalated with edta (edta-Cu-Al LDHs)**  
Since rare earth metals (REM) are essential for many high-tech applications, measures have to be taken for securing resources. In order to maintain the supply with REM, it is necessary to recover this materials from waste water. In this study, we investigated the selective uptake of REM (Sc, La, Y) from mixed solutions using edta-Cu-Al LDHs.
- Treatment of acid gas using magnesium-aluminium oxide (Mg-Al oxide) slurries**  
Mg-Al oxide reacts with anions in aqueous solution, and forms Mg-Al layered double hydroxides (Mg-Al LDH). In this study, we researched the formation of Mg-Al LDH associated with the absorption of NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> gas by Mg-Al oxide slurries.
- Adsorption of aromatic compounds by organically modified montmorillonite**  
Montmorillonite (MT) modified with tetraphenylphosphonium (TPP-MT) has a specific uptake behavior for aromatics from aqueous solutions. This is attributed to the extent of π-π stacking interactions between the benzene rings of intercalated TPP<sup>+</sup> and the benzene rings of aromatics, which is strongly related to the different electronic states of the aromatic compounds.

### 1. X線フィルムからの銀とベンゼンの同時回収

熱分解油化はメカニカルリサイクルでは処理できない廃PET製品にも適用可能な技術の一つである。当研究室ではPETに生石灰を添加して熱分解することにより、選択的にベンゼンを生成することを報告している。本研究では、PETをベースとした金属複合材料として、X線フィルムの熱分解を行った。その結果、平均で95%以上の銀を金属銀として回収すると同時に、選択的にベンゼンを生成することを明らかにした (Fig.1)。

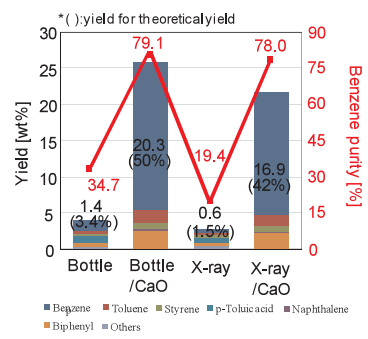


Fig. 1 Distribution of oil products from the pyrolysis of PET bottles and X-ray film.

### 2. 臭素系難燃剤含有プラスチックの湿式脱臭素

臭素系難燃剤を含んだプラスチックは熱処理によって臭素系有機化合物を生成するため、リサイクルの前処理として脱臭素が必要となる。本研究では難燃剤としてデカブROMジフェニルエタン (DDE) を含有した耐衝撃性ポリスチレン (HIPS) を、NaOH/EG 溶液中でボールミル反応器を用いて脱臭素した (Fig.2)。また、DDE の他に難燃剤として Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含有した樹脂も処理し、その影響を調査した。その結果、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含有している場合、脱臭素率は減少するが 50% 以上脱臭素可能だということが示唆された。

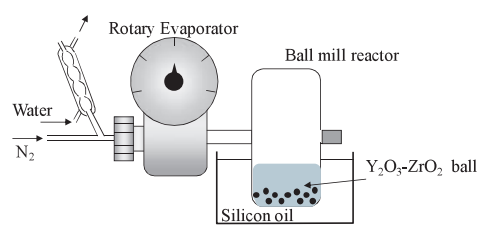
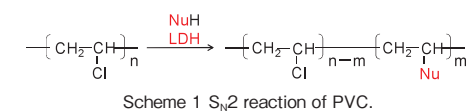


Fig. 2 Ball mill apparatus.

### 3. 層状複水酸化物(LDH)を用いた S<sub>N</sub>2 反応による PVC の化学修飾

プラスチックの一種であるポリ塩化ビニル (PVC) は、化学的安定性や機械的安定性から包装材料、コードの被覆材、医療用品などさまざまな用途で用いられている汎用性の高いプラスチックである。しかしながら、PVC は熱分解処理の際に塩化水素を発生し、装置を腐食させる問題を生じるため、事前に脱塩素処理を行う必要がある。本研究では層状複水酸化物 (LDH) を塩基触媒として用いた置換反応によって、PVC の塩素を他の官能基と置換することにより、脱塩素と同時に新たな機能を付与するアップグレードリサイクルの検討を行った (Scheme1)。



### 4. PVCの脱塩素廃液から塩化物イオンの回収

ポリ塩化ビニル (PVC) は加熱すると HCl を生成し、配管等の腐食の原因となるため、廃棄やリサイクルの際には脱塩素処理が必要となる。本研究の既往の研究より、NaOH/ジオールを用いた湿式脱塩素処理により高度に脱塩素が可能であることが報告されている。その際廃液として、NaCl/ジオールが生成するが、この廃液から塩素成分を回収し、再び PVC の製造に利用することで塩素循環が達成される。そこで、本研究では、ゼオライト膜を隔膜に用いた電気透析法により、NaCl/ジオールからの Cl<sup>-</sup> 回収を検討した。

### 5. 化成処理スラッジを原料とした LiFePO<sub>4</sub> の合成と電極特性評価

金属表面の塗装前処理工程で排出される化成処理スラッジはリン・鉄を主成分とする。本研究では、このスラッジをリン源・鉄源としてリチウムイオン二次電池正極材料である LiFePO<sub>4</sub> を合成し、電極特性を評価した。結果、放電容量は少ないものの繰り返し充放電が可能で正極材の合成に成功した (Fig.3)。LiFePO<sub>4</sub> の放電容量 143 mAh/g に対してスラッジをリン源とした正極材料の放電容量は 73 mAh/g であった。

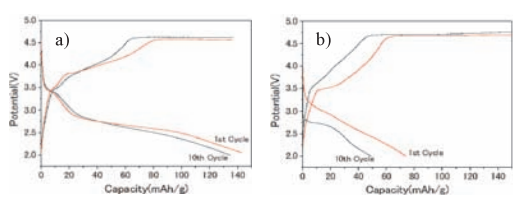


Fig. 3 Charge/discharge curve of a) pure-LiFePO<sub>4</sub>, b) cathode material synthesized from sludge.

### 6. edta 型 Cu-Al 系層状複水酸化物による Sc, La 及び Y 混合溶液からの選択的捕捉

レアアースは現在の産業に必要な不可欠な金属であり、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アースを回収する場合を想定し、キレート剤 edta をインターカレートした Cu-Al 系 LDH を用いて、Sc, La 及び Y を含む混合水溶液中からの捕捉を検討している。現在までに、La 及び Y よりも Sc を選択的に捕捉することがわかった (Fig.4)。この選択性はキレート錯体の安定定数の違い (Sc : 23.1 > Y : 18.1 > La : 15.5) に起因すると考えられる。

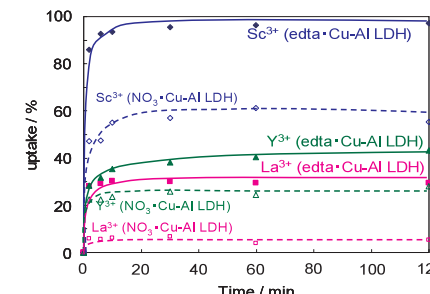


Fig. 4 Time dependence of the Sc<sup>3+</sup>, La<sup>3+</sup>, and Y<sup>3+</sup> uptake from a mixed solution by suspended edta-Cu-Al LDH. (The same amounts of NO<sub>3</sub>-Cu-Al LDH and edta-Cu-Al LDH were used.)

### 7. Mg-Al 酸化物スラリーを用いた酸性ガスの処理

Mg-Al 酸化物を用いた酸性ガスの処理方法は、循環利用が期待できる。これは Mg-Al 酸化物が H<sub>2</sub>O 存在下でアニオンと反応し、Mg-Al 系層状複水酸化物 (Mg-Al LDH) になる特性を応用するものである。本研究では、Mg-Al 酸化物スラリーを用いた酸性ガス処理について、特に SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> の吸収に伴う Mg-Al LDH の形成について検討した。

### 8. 有機修飾モンモリロナイトによる芳香族化合物の捕捉

テトラフェニルホスホニウム (TPP) 、及びドデシルトリメチルアンモニウム (DTMA) をインターカレートした TPP50-モンモリロナイト (MT) 及び DTMA50-MT、また 2,7-ナフタレンジルホン酸イオン (NDS) 型 LDH による 6 種芳香族化合物単一水溶液からの捕捉率の結果を Fig.5 に示す。TPP50-MT は π-π スタッキング相互作用により、芳香環電子密度の大きい芳香族化合物を選択的に捕捉できることが分かった。

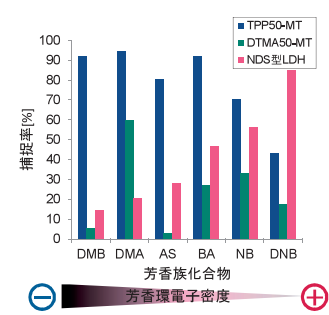


Fig. 5 Absorption rates of six aromatics by organoclay.



## 炭素質エネルギー物質の調和的循環

Harmonic circulation of the carbon substance as energy resources

助教 渡邊 則昭

Assistant Professor  
Noriaki Watanabe



Our research interests are developments of effective and environmentally benign processes for organic resources such as biomasses, conventional and unconventional oil/gas. Concerning biomasses, we have developed a sustainable hydrogen production process by utilizing waste heat/geothermal energy, sulfur and biomasses. In this process, hydrogen is produced from alkaline water containing HS/S<sup>2-</sup> (raw materials) at relatively low temperatures of around 300 °C, and the raw materials are recovered at much lower temperatures of < 100 °C by using organic compounds from biomasses (e.g. glucose) as reducing agents. Concerning oil/gas, we have developed a new concept fracture network model simulator, GeoFlow, in order to investigate effective processes in developments of fractured oil/gas reservoirs. GeoFlow has revealed impacts of 3-D channeling flow in developments of fractured reservoirs. In addition, we have developed a new technique to obtain information of fracture flow characteristics from X-ray CT data of reservoir core samples at in-situ conditions. Moreover, we have developed an on-site upgrading process using super critical water for heavy oils (e.g. bitumen). We have studied phase behaviors in water/heavy oil systems by using a newly developed view cell, in order to optimize the upgrading process.

### 硫黄の循環的酸化還元を利用した持続的水素製造プロセス

燃料電池は水素を燃料に発電し、使用済みの燃料を水へと処理する、クリーンで高い発電効率を得られる発電として期待されているが、化石資源以外を原料としてCO<sub>2</sub>を実質的に副生しない新たな水素製造技術が求められている。そこで当研究室では、原料として硫黄とバイオマス、エネルギーとして地熱や工場廃熱の利用を想定した、新しい水素製造プロセスの実現を目指している (Fig.1)。本年はまず、これまでの成果を国際誌 International Journal of Hydrogen Energy において公表した。また、これまで問題となっていた、水素生成実験における昇温・降温時の余分な反応を抑えるために、急速昇温・冷却機能を有する反応容器を新たに開発し (Fig.2)、水素生成メカニズムの解明を試み、以下のような知見を得た。



Fig.1: Hydrogen production from biomass via the sulfur redox cycle.



Fig.2: New reactor enabling rapid heating and cooling in the hydrogen production experiments.

HS<sup>-</sup> や S<sup>2-</sup> (以下まとめて S<sup>2-</sup>) を含有する水溶液からの水素生成実験を、広範な pH・温度条件 (pH 9~13, 280~320 °C) で実施したところ、これまでの理論通り S<sup>2-</sup> と水が反応し、多硫化物イオンや硫黄のオキソ酸イオンが生じる際に水素が生成するが示唆された。すなわち、S<sup>2-</sup> を 1 モル消費した場合、H<sub>2</sub> が 0.5 ~ 4 モ

ルの範囲で生じる (Fig.3)。またこの理論に基づけば、水素生成量の温度および pH 依存性は以下のように説明できる可能性があることがわかった。すなわち、水素生成量は温度上昇にともない指数関数的に増加するが、これは①高温ほど反応速度 (S<sup>2-</sup> の消費量) が大きくなることに加えて、②より硫黄の酸化が進行した化学種が生じる (1 モルの S<sup>2-</sup> から生じる水素量が大きい) 反応が生じるようになるという、二つの機構がはたらくことによるものである。一方、pH の増加に対して、水素生成量は指数関数的ではないもののやはり増加するが、これは上記②の機構のみがはたらくためである。この成果に関しては、日本地熱学会学術講演会において発表し、国際誌 International Journal of Hydrogen Energy への投稿を計画している。

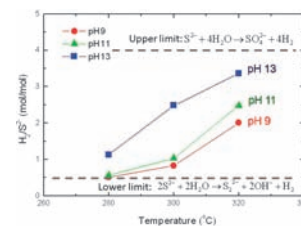


Fig.3: Changes in the ratio of H<sub>2</sub> production to S<sup>2-</sup> consumption with pH and temperature.

### フラクチャー型貯留層の精密モデリング

北海道勇払ガス田やベトナムランドン油田では、堆積盆地の基盤となる花崗岩等に発達するフラクチャー (割れ目) から油ガスを生産している。このようなフラクチャー型の油ガス貯留層もしくは地熱貯留層を効率的に開発するためには、現実に即した貯留層モデルを利用した生産プロセスの検討が重要である。そこで当研究室では、JAPEX、JOGMEC あるいは JAMSTEC などとも協力しつつ、新しいモデルシミュレータの開発等様々な取り組みを進めている。本年はまず、これまでの成果を国際誌 SPE Journal および Engineering Geology において公表した。また、Vietnam Petroleum Institute が主催するフラクチャー型貯留層に関する

Field Trip および Workshop に参加した (Fig.4)。加えて、これまでに実施してきた研究、① X 線 CT を利用したフラクチャーを有するコアサンプルの数値モデル化および流体流動解析と、② 封圧下の岩石き裂における二成分二相流動に関する相対浸透率測定および数値モデリングを、さらに進展させた。

当研究室で開発中の手法、X 線 CT を利用したフラクチャーを有するコアサンプルの数値モデル化および流体流動解析 (Fig.5) においては、X 線吸収の大きな従来型金属製コアホルダを使用した場合、応力下サンプルの CT 測定における SN 比の低下が問題であった。そこで本年、新たに開発した炭素繊維充填 PEEK (VITREX 社製 PEEK 450CF30) 製コアホルダを用いた CT 測定を実施した (Fig.6)。その結果、新しいコアホルダを用いれば、SN 比低下の問題を回避でき (Fig.7)、応力下のサンプルに関しても数値モデル化および流体流動解析が可能であった (Fig.8)。この成果については、石油技術協会春季講演会および 17<sup>th</sup> Formation Evaluation Symposium において発表し、また国際誌 Journal of Hydrology に投稿した (査読中)。なお、17<sup>th</sup> Formation Evaluation Symposium では、昨年の Symposium Best Paper Award に対する授賞式があり、これに参加した (Fig.9)。一方、封圧下の岩石き裂における二成分二相流動に関する相対浸透率測定および数値モデリングに関しては、Semi-dynamic method と呼ばれ



Fig.4: Field trip for fractured basement reservoirs in Vietnam.

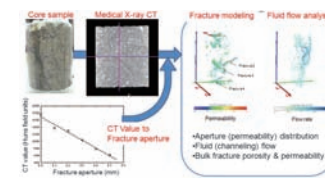


Fig.5: Precise 3D numerical modeling of fracture flow Coupled with X-ray CT for core samples.

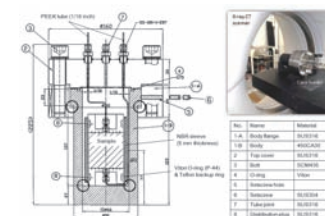


Fig.6: Core holder with a CFR PEEK body developed for X-ray CT scans of samples under confining pressure.

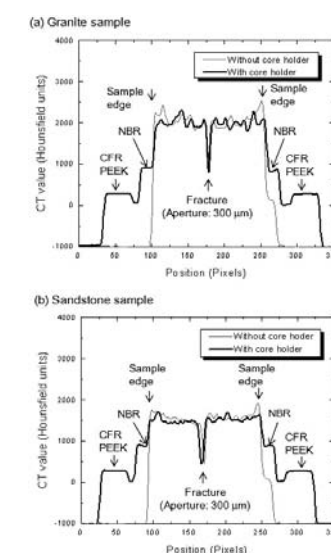


Fig.7: Comparisons of CT profiles between the cases without and with the core holder for (a) granite and (b) sandstone samples containing a saw cut fracture.

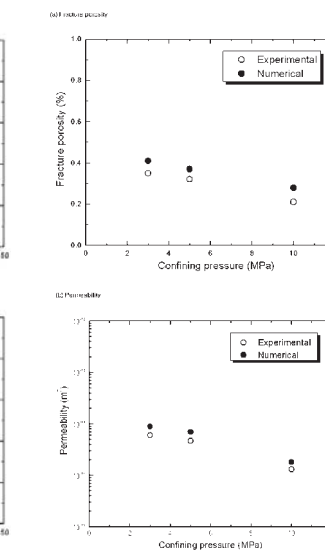


Fig.8: Comparisons of (a) between experimental and numerical fracture porosities and (b) between experimental and numerical permeabilities for a fractured granite sample.

る方法を用いた、広範な封圧条件下 (最大 50 MPa) での相対浸透率測定が可能なコアホルダを新たに開発した (Fig.10)。

Fig.9: Plaque presented in the award ceremony of 17<sup>th</sup> Formation Evaluation Symposium of Japan.



Fig.10: New core holder for two-component, two-phase fracture flow experiments.



### 超臨界水を利用した重質油のアップグレーディング

カナダオイルサンドピチューメン等の重質油は、在来型の石油に匹敵する埋蔵量を有する石油資源であるが、在来型の石油と比較して格段に粘度が高いため、これまで開発困難なものであった。しかし近年では、スチーム攻法 (SAGD 法) や SAGD 法との併用が効果的な超臨界水を利用した低粘度化 (超臨界水改質) 技術に関する研究開発の進展により、重質油を油層から回収し、井戸で低粘度化した後、製油所までパイプライン輸送することも困難ではなくなっている。当研究室ではこれまでに日揮 (株) と共同で、この井戸での超臨界水を利用した重質油の改質 (オンサイトアップグレーディング) に関して様々な検討を実施している。これまで、内部観察が可能な反応容器 (View cell) を用いた実験システムを用い、水の臨界点以上の温度・圧力条件下 (重質油の改質条件下) においても水 / ピチューメン系は均一相を形成せず、Water-rich phase と Oil-rich phase の二相に分離していることを明らかにしたが、従来の実験システムにおいては、容器内の攪拌、圧力の微調整や分析用試料の採取ができないなど、相挙動を詳細に把握する上での問題点が多く存在した。

そこで本年は、攪拌および試料採取が可能な View Cell および窒素ガスによる圧力調整装置から成る、新たな実験システムを用いて、仕込み組成、温度・圧力を精密に制御した上で、Water-rich phase と Oil-rich phase の試料を採取・分析した。その結果、圧力の上昇にともない、Water-rich phase における含水率の増大と、Oil-rich phase の含水率の増大が生じることや、また高圧になるほど、ピチューメン中のより重質な留分が Water-rich phase に抽出されることなどがわかってきた。

### 国際学会等への参加

- ・ 17<sup>th</sup> Formation Evaluation Symposium (9月)
- ・ Field trip for fractured reservoirs in Vietnam (10月)

### 外部資金による研究

- ・ 科研費 若手研究 (A)、新学術領域研究 (公募)、挑戦的萌芽研究
- ・ その他 JOGMEC 石油・天然ガス基礎研究



## 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.

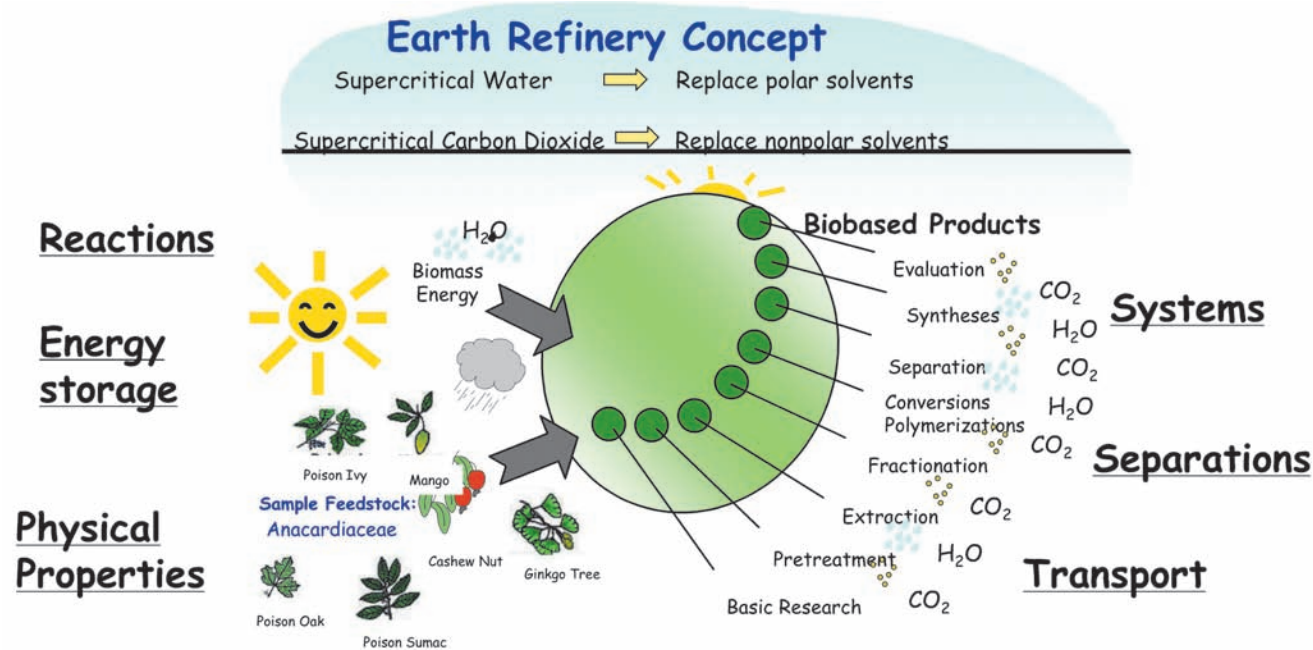


Fig.1 Development of Sustainable Products and Systems.

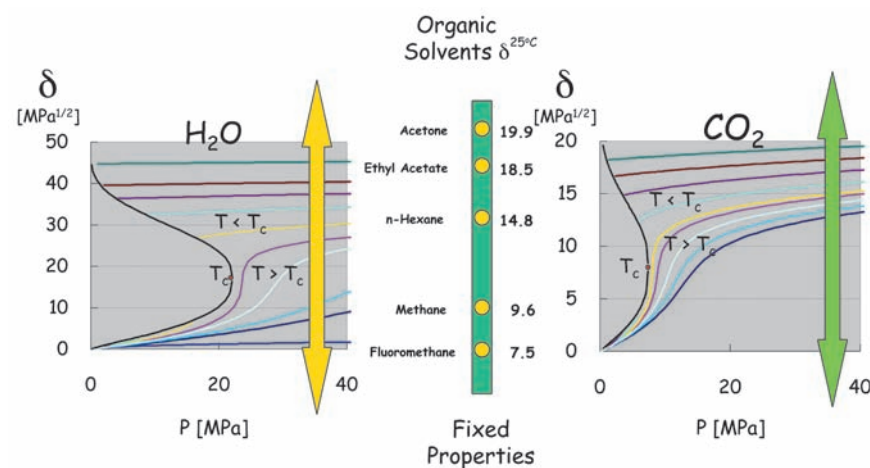


Fig. 2 Solubility parameters of water and carbon dioxide as a function of temperature and pressure.

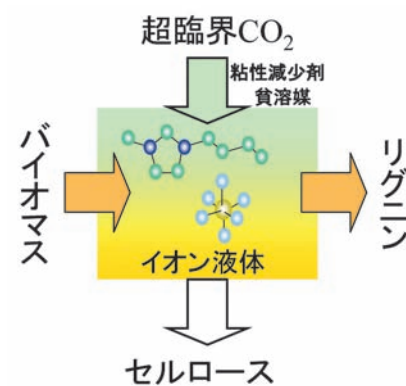


Fig. 3 Separation process of biomass with supercritical CO<sub>2</sub> and ionic liquid.



准教授  
渡邊 賢  
Associate Professor  
Masaru Watanabe

助教  
相田 卓  
Assistant Professor  
Taku Aida

秘書  
吉田 恵美  
Secretary  
Emi Yoshida

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) の分離がある。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物微粒子の合成、ハイドレート形成を利用した効率的な水素貯蔵システムがある。これらの研究は、世界中の大学等との共同研究としても行っている。



### 2011年度の活動

超臨界水を用いたバイオマスの選択的分解やイオン液体、超臨界 CO<sub>2</sub>、イオン交換樹脂を用いた変換反応、分離プロセスの研究テーマで資金を獲得し、超臨界技術に関するテーマで複数の日本の会社と共同研究を行っている。今年度は国際学会基調講演2件、学術論文は10報受理されている。

#### 【来訪 / 講演】

9~10月 BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi 技術評価応用庁) 研究員 Wahyu Bahari Setianto 氏滞在 (工学研究科外国人研究者)

#### 基調講演

[1] Smith Jr., R.L., Thermochemical analysis of sub- and supercritical water oxidation biomass-related compounds for G, The 3rd International Congress on Green Process Engineering, GPE2011, Seri Pacific Hotel, Malaysia (2011.12.5-8)  
[2] Smith Jr., R.L., Importance of properties of bioactive compounds for supercritical extraction and formation of particles, International Islamic University-Malaysia, Malaysia (2011.12.9)

### 論文

- 1) Green chemical processes with supercritical fluids: Properties, materials, separations and energy [Journal of Supercritical Fluids, 60, 2-15, (2011)] Machida, H., Takesue, M., Smith, R.L.
- 2) Catalytic conversion of cellulose into 5-hydroxymethylfurfural in high yields via a two-step process [Cellulose, 18 (5), 1327-1333, (2011)] Qi, X., Watanabe, M., Aida, T.M., Smith Jr., R.L.
- 3) Properties and phase equilibria of fluid mixtures as the basis for developing green chemical processes [Fluid Phase Equilibria 302 (1-2), 65-73, (2011)] Smith, R.L., Fang, Z.
- 4) High-yield reduction of carbon dioxide into formic acid by zero-valent metal/metal oxide redox cycles [Energy and Environmental Science 4 (3), 881-884, (2011)] Jin, F., Gao, Y., Jin, Y., Zhang, Y., Cao, J., Wei, Z., Smith Jr, R.L.
- 5) Infinite dilution partition coefficients of benzene derivative compounds in supercritical carbon dioxide + ionic liquid systems: 1-butyl-3-methylimidazolium chloride [bmim][Cl], 1-butyl-3-methylimidazolium acetate [bmim][Ac] and 1-butyl-3-methylimidazolium octylsulfate [bmim][OCSO4] [Journal of Supercritical Fluids, Article in Press, (2011)] Hiraga, Y., Endo, W., Machida, H., Sato, Y., Aida, T.M., Watanabe, M., Smith Jr., R.L.,



## 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



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、副産物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。

### 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

- ・電磁攪拌を用いたアルミニウムダイカスト用の半凝固スラリー製造に関する研究 (Fig.1)
- ・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
- ・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

- ・ファンネルガラスからのマイクロ波印加による鉛の酸抽出
- ・製鋼副産物からの有価金属の再生
- ・ディーゼルエンジン由来 PM の迅速燃焼フィルターの開発 (Fig.2)

#### 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に関する速度論的研究 (Fig.3)
- ・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

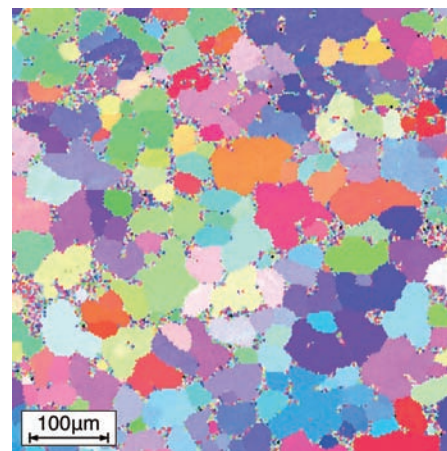


Fig.1 Crystal orientation map of aluminum semi-solid slurry by EBPS method.

### 2011年のアクティビティ

#### 【研究活動】

- ・韓国 POSCO 製鉄所にて依頼講演「材料電磁プロセッシングの最新動向」(谷口、1月27日、韓国)
- ・青葉工業クラブ講演会にて依頼公演「社会・経済・環境の持続可能性」(谷口、3月5日)
- ・重慶大学にて依頼講演「排煙脱硫の速度論」(谷口、3月7～11日、中国)
- ・日本金属学会/日本鉄鋼協会共同セッション (吉川、3月)
- ・工学研究科「生命倫理」での講義「水俣病と工学」(谷口、6月25日)
- ・学都仙台コンソーシアムにて依頼講義「環境・経済・社会の持続可能性」(谷口、7月9日)
- ・教養基礎ゼミにて講義 (梅木、7月)
- ・日本鉄鋼協会インプロセステクノロジー研究グループ見学会の企画・実施 (谷口、10月27日)
- ・第6回 ISEM (International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics)にて基調講演「Application of Electromagnetic Processing of Materials (EPM) to Aluminum Recycling Technology」



准教授  
吉川 昇  
Associate Professor  
Noboru Yoshikawa



助教  
島崎 真一  
Assistant Professor  
Shin-ichi Shimasaki



研究員  
梅木 千真  
Researcher  
Senshin Umeki

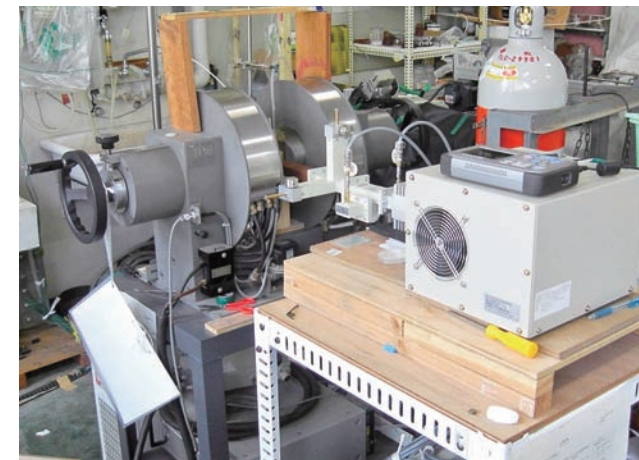


Fig.2 Magnetic field imposed microwave heating apparatus (5.8GHz, Single-mode).

- (谷口、11月3日、日本)
- ・第10回 ICEM (International Conference on EcoMaterials)にて基調講演「Limits to Resources, Economic Growth and Happiness」(谷口、11月21-24日、中国)
- ・日本工学アカデミー北海道・東北地区講演会の企画・実施 (谷口、12月17日)

#### 【教育・社会活動】

- ・工学部材料科学総合学科3年生の工場見学引率 (谷口、嶋崎、2月28日～3月4日)
- ・基礎ゼミ「資源・エネルギー枯渇時代のテクノロジー」学外見学会:角田宇宙センター・亘理四方山水撃ポンプ (谷口、7月16日)
- ・環境科学演習特別講演会「国際森林年に当たってー日本の森林を考える」を主催 (谷口、7月22日)
- ・材料科学総合学科、オープンキャンパス実行委員長 (吉川、7月27～28日)
- ・環境科学演習学外実習:川渡フィールドセンター実習の企画・実施 (谷口、8月5日)
- ・日本学術振興会先導的研究開発委員会・研究会 (吉川)
- ・農林水産省「緑と水の環境技術革命プロジェクト事業」へ分担協力 (梅木)
- ・(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発)「東日本大震災対応・緊急研究開発成果実装支援プログラム」へ分担協力 (梅木)
- ・中小企業庁「地域活力新事業全国展開支援事業」へ分担協力 (梅木)

#### 【その他】

- ・東北経済産業局 平成22年度地域新成長産業創出促進事

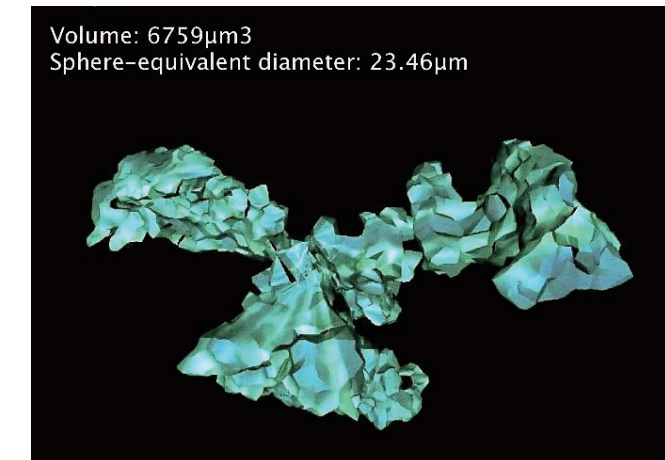


Fig.3 Cluster image of SiC particle in molten Al captured by Micro CT of SPring-8.

- 業 (非鉄産業を軸とした資源循環型ビジネス創出支援事業) 報告書 ネットワーク支援会議委員 (谷口)
- ・東北経済産業局環境調和型プロジェクト形成促進事業 ネットワーク支援会議委員 (谷口)
- ・全国材料関係教室協議会副会長 (谷口)
- ・日本工学アカデミー北海道・東北地区幹事 (谷口)
- ・GCMEA (Global Congress on Microwave Energy Applications) 2012組織委員 (吉川)
- ・日本学術振興会先導的研究開発委員会副委員長 (吉川)
- ・日本鉄鋼協会学術部門高温プロセス部会長 (谷口)
- ・日本鉄鋼協会ノーベルプロセッシングフォーラム研究グループ主査 (吉川)
- ・日本金属学会分科会委員、欧文誌編集委員 (吉川)
- ・日本電磁波エネルギー応用学会 JEMEA 部会長 (吉川)

#### 【受賞関係】

- ・無機マテリアル学会講演会において M1 伊藤宜司君が「平板状石灰石の硫酸溶解における液側物質移動速度」の研究で奨励賞を受賞 (11月17日)
- ・日本金属学会第51回谷川・ハリス賞受賞「材料電磁プロセッシングの金属素材製造および環境技術への応用に関する研究」(12月20日、谷口)

#### 【研究費等】

- 科学研究費 (基盤研究 A、挑戦的萌芽研究2件、特定領域研究、若手研究 B)、共同研究 (古河電工、核融合研、JFE スチール、日立金属)、NEDO 新エネルギーベンチャー技術革新事業、JST 研究成果最適展開支援プログラム、鉄鋼協会混相流研究会助成、財団法人 JFE21 世紀財団研究助成



## 表面化学とマテリアルデザイン ～未知なる機能性材料創出～

Design of materials and its surface chemistry  
-Creation of attractive functional materials-

助教 久保 拓也  
Assistant Professor  
Takuya Kubo



We study for novel functional materials using porous substrate modified by surface chemical technologies. As new fundamental techniques, we developed both novel polymer-based photocoupling agent for effective immobilization of nanomaterials and self-assembled nanostructures from crosslinked-oxide polymer. Furthermore, basic separation behavior of spongy monolith which was reported last year and hybrid technique with spherical molecularly imprinted polymers have been developed. 1. Polymer-based photocoupling agent could be used for immobilization of nanoparticles, graphene, polymer films, and small molecules. 2. Nanostructured polystyrene film could be controlled by the condition of photo reactions and soaking solvents. 3. Hybridization of macroporous sponge and microporous spherical adsorbents was achieved and its functionality of each adsorbent was also confirmed. Each result obtained in this year will be useful for effective analyses and/or detections.

当研究室は、有機ポリマーを基材とした多孔性高分子を主体として、その表面の効率的な化学処理により、多岐にわたる応用に寄与する機能性材料の創出を目指している。本年度の研究では、いずれも基礎的な表面化学、ハイブリッド技術に関わる研究で、主として、ポリマーインターフェイスの開発、自己組織的ナノ構造ポリマーの開発、スポンジモノリスの表面機能化と分子鑄型ハイブリッド化の3つがあげられる。いずれの成果についても、電池デバイス、環境分析、環境浄化、等、環境科学に重要な応用研究の基盤となる基礎研究で、新規な学術的な知見が得られた。以下にその詳細について記す。

### 光・熱活性基含有型ポリマーインターフェイスとナノ材料の固定化

本研究では、ナノマテリアル、ポリマーフィルム、低分子、などマルチな物質に対して効率的に機能する新規インターフェイスの開発を目的とし、シリコン等の基板に上記物質を共有結合型の結合により強固に固定化することを目指した。結果として、活性基としてのポリフルオロフェニルアジド (PFPA) 基とポリアリルアミン (PAAm) により得られた新規なポリマーをインターフェイス

として用いることで、有機層被覆型のシリカナノ粒子、ポリマーナノ粒子、炭素材料としてのグラフェン、ポリマー膜、あるいは二糖類などの低分子の効率的な固定化が可能となった。いずれの固定化においても、アジド基との強固な共有結合が寄与しており、これまでに例のない手法として注目されている。特に、ナノ粒子、炭素材料の効率的な固定化についてはインパクトが高く、今後様々なケミカルセンサー、超導電性薄膜開発への応用が期待できる。さらに、低分子での固定化にも寄与することから、バイオセンサーへの応用も有効である。(Figure 1)

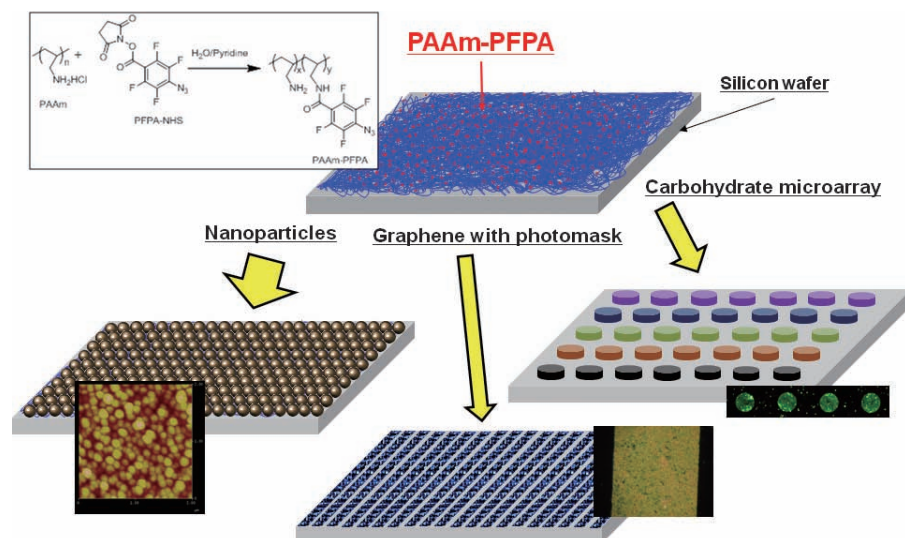


Figure 1. Polymer-based interface for effective immobilization

### 光反応による自己組織型ナノ構造ポリマー薄膜の開発

本研究では、比較的簡便な反応でのナノ構造創出の1つとして、光反応による、ホモポリマーのラジカル反応に基づく架橋、酸化、および、溶媒浸漬による相分離現象を利用して、自己組織的なナノ構造を構築し、さらに、反応条件による構造制御を目的とした。得られた結果として、Figure 2に示すとおり、反応条件をコントロールすることで、ポリスチレンを基材とする、ナノ構造の制御が可能となり、さらには、他のポリマーにおいても同様の構造構築の可能性が示された。これらのナノ構造は溶媒との相互作用により自己組織的に形成されたものであり、ナノメートルレベルでの3次元的な構造制御が可能となった。今後の研究によって、例えば、ガス状物質の簡便な可視化センサー等への応用が期待できる。

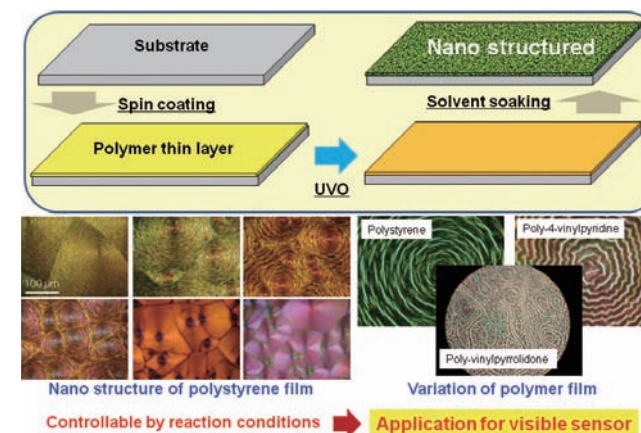


Figure 2. Nano-structured polymer films

### スポンジモノリスの表面機能化と分子鑄型とのハイブリッド化技術開発

本研究では、昨年までに報告した新規分離媒体としてのスポンジモノリスについて、表面機能化による分離・吸着機能の付与や、分子鑄型(分子インプリント法により得られた)とのハイブリッド化技術について、基礎的な検討を行った。得られた成果として、スポンジモノリス細孔表面の化学的修飾が可能となった。特に、イオン交換基による修飾により、イオン交換型のスポンジモノリスの開発に成功し、市販品と同等のスペックを有した低コスト・高速処理型の新規分離剤の開発が期待される。また、分子鑄型とのハイブリッド化を目的としたイオン交換樹脂とスポンジ状材料のハイブリッド化技術の開発においても、簡便な手法によって得



られたハイブリッド体において、定量的なイオン交換樹脂の導入が確認され、さらに、その吸着能がハイブリッド後も有効であることが明らかとなった。これらの成果は、環境分析前処理もしくは、環境浄化材として今後の応用研究に寄与すると期待できる。

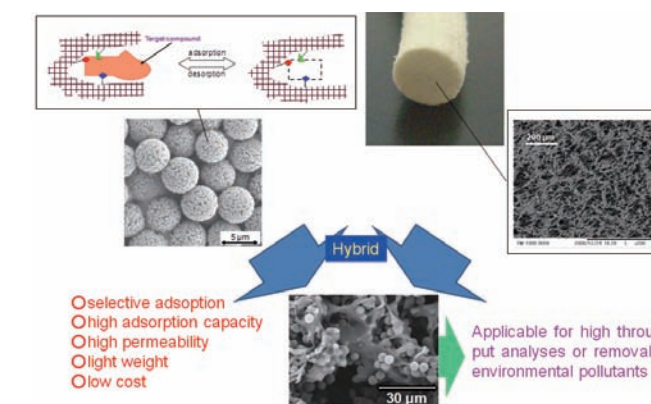


Figure 3. Hybrid materials of spongy monolith and particles

### 研究プロジェクト

- ・受託研究: 環境省: 環境研究総合推進費
- ・助成金: ホソカワ粉体工学振興財団
- ・その他、共同研究多数

### Activities on 2011

#### [Invited presentation]

- Takuya Kubo (2011, Invited lecture) "The basic study of spongy monoliths and its applications", IUPAC International Congress on Analytical Science 2011, May 2011, Kyoto

#### [Award]

- 久保拓也、日本分析化学会2011年度奨励賞、「分子インプリント法を用いた親水性化合物に対する分析前処理剤の開発」、日本分析化学会第60年会、9月14日(水)、名古屋



## 高度資源利用・環境保全のためのプロセス研究

Process Engineering for Advanced Resources Utilization and Environmental Conservation

教授 葛西 栄輝  
Professor  
Eiki Kasai



准教授  
村上 太一  
Associate Professor  
Taichi Murakami



集合写真

Base materials industry are now facing several difficult issues, i.e., demand to reduce CO<sub>2</sub> emissions, and degrading properties and price-rising of the mineral and fuel resources. Our group is carrying out the studies to search new process principles for base metal productions aiming at efficiently utilizing lower grade mineral and fuel resources including recycle materials and biomass energies. Various 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高効率化と低環境負荷化を同時達成するための新しい技術原理を探索する基礎研究として、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ング法の開発に関する研究を行っている。

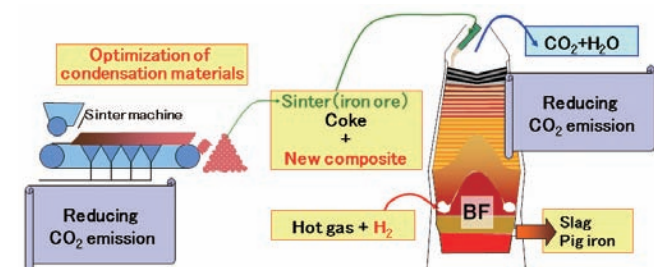


Fig. 1 Methods of reducing CO<sub>2</sub> emission from ironmaking process.

### 温室効果ガス排出量削減と劣質原料対応が可能な極限製鉄プロセス原理の創生

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燃料価格の高騰に対応しながらCO<sub>2</sub>の排出量削減を目指すという難しい問題に直面している。このような課題を解決するためには、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実現が有効な手段となる。具体的な方法として、高炉への鉄石-炭材コンポジットや金属鉄含有コークス（フェロコークス）の使用が目ざされている。また、世界的な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いる。ここでは、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>



Fig. 2 Experimental apparatus for reduction of iron ore - carbon composite under high pressure.

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>などの還元ガスを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。

本研究室では、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を検討している。高压化はコンポジット内部や周囲での還元ガス滞留量を増加すると共に、コンポジット内の伝熱速度を飛躍的に向上するため、還元反応を大幅に促進する。さらに、廃棄物やバイオマス由来の還元材など揮発成分が多い有機物の低温熱分解を抑制するため、還元反応の効率化も期待できる。本研究では、酸化鉄の熱炭素還元反応に対する雰囲気圧力の影響を詳細に調査するため、Fig.2の高圧等速昇温還元装置を作製し、酸化鉄-炭素材コンポジットの高温反応実験を行っている。これまで、圧力上昇に伴い炭素のガス化反応が開始する温度が大幅に低下し、還元反応が大きく促進されること、また、バイオマスチャーにおいてその効果が顕著であることを明らかにしている。

### 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、したがって、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、鉱物組織内に応力が生じ、粒子が破壊されて粉化する場合がある。特に粉鉱石を予備塊成化した焼結鉱で顕著な現象であり、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ない。本研究では、水素含有還元ガスにおける鉄鉱石焼結鉱の還元粉化挙動の定量的評価を試みている。

例えば、Fig. 3に示すように、少量のH<sub>2</sub>添加により還元率は一旦増加するが、更なるH<sub>2</sub>濃度増加によって低下する。一方、粉化率は、還元率に比較して緩慢ではあるが、全体的には還元と類似した変化を示す。粉化は、還元により発生する粒子内微細亀裂に依存すると考えられ、上記結果と矛盾しないが、H<sub>2</sub>濃度によっては異なる挙動も観察されるため、詳細な機構を追跡中である。

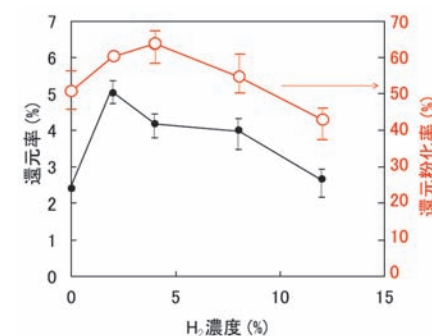


Fig. 3 Effect of H<sub>2</sub> concentration of the reducing gas on reduction degree of sinter and RDI value.

### 化石燃料レスの鉄鉱石予備処理プロセス

製鉄産業は大量の原燃料を高温で取り扱う産業であり、主要プロセスはそれぞれ極めて高効率だが、トータルエネルギー使用やCO<sub>2</sub>排出シェアは必然的に高い。主要製鉄プロセスである高炉法では、大部分の鉄鉱石は焼結鉱やペレットのような人工鉄石に予備的に塊成化した後に使用される。これは、適切な粒度と強度や還元性状など物理化学的性質を制御して高炉を安定に操業するためである。多量の鉄鉱石を1300℃を超える温度で焼成するため、やはり多量の化石燃料を使用している。焼結プロセスからのCO<sub>2</sub>排出シェアは、我が国全体の約3%と見積られる。化石燃料由来のCO<sub>2</sub>排出を大幅に削減するため、2009年より日本鉄鋼協会に産学共同の「低炭素焼結技術原理の創

成研究会」が活動している。本研究室は其中で主要な役割を担っており、廃棄物中非炭素系エネルギーの活用やバイオマスチャーの使用法などの研究を進めている。究極的には、CO<sub>2</sub>排出カウントのない「化石燃料レス焼結 (Fig. 4)」の実現をめざしたい。

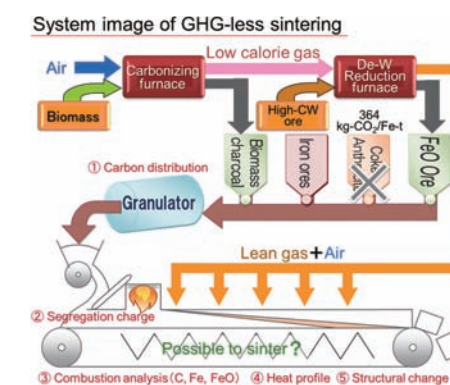


Fig. 4 Proposed iron ore sintering process with zero-CO<sub>2</sub> emission originated in fossil fuels.

### 学生の活躍

#### ・国際会議での発表

6th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC), (June, 2011), Dusseldorf, Germany  
Y. Kamiya (M2), T. Murakami and E. Kasai: "Influence of H<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O Concentration in Reducing Gas on the Reduction Disintegration Behavior of Iron Ore Sinter"  
K. Fujino (M2), T. Murakami, K. Kunitomo and E. Kasai: "Effect of Agglomeration Agent on the Structural Change and Pressure Drop in Sintering Bed"

#### ・ポスター賞

津田直寛君 (M1): 日本鉄鋼協会第162回秋季講演大会学生ポスターセッション努力賞 (September, 2011)





## 新規合成反応と機能性分子の開発

Development of Novel Synthetic Reactions and Functional Molecules

教授 服部 徹太郎  
Professor  
Tetsutaro Hattori



准教授  
諸橋 直弥  
Associate Professor  
Naoya Morohashi



Fine synthetic organic chemistry must be adapted to environment. For this purpose, we have been engaged in the development of synthetic processes based on new reactions and/or methodologies, besides the improvement of existing synthetic methods. Design and synthesis of high-performance functional molecules have also been studied.

1. *Lewis Acid-Mediated Direct Carboxylation of Aromatic Compounds*: We have been developing facile methods to prepare aromatic carboxylic acids via direct carboxylation with CO<sub>2</sub> mediated by aluminum-based Lewis acids. We have found that thiophenes are efficiently carboxylated using EtAlCl<sub>2</sub>.

2. *Dielectric Control of Lipase-Catalyzed Kinetic Resolution*: Enzyme-catalyzed kinetic resolution is one of the most important industrial methods to prepare enantiopure compounds. We have found that the enantioselectivities of some kinetic resolution systems are dependent on the dielectric properties of solvents employed.

3. *Development of Calixarene-Based Functional Molecules*: To acquire novel functions of calix[4]arene-based molecular hosts, we have developed practical methods to prepare 1,3-diamino-, dicarboxy-, bis(diphenylphosphanyl)-, and -diphosphono derivatives. The diphosphonic acid exhibited excellent size selectivity towards rare earth metals in solvent extraction experiments. We have also found that powdery crystals of thiacalix[4]arene selectively includes an organic compound from a mixture of compounds of similar physical properties and geometry. The crystals also captured environmentally hazardous halogenated organic compounds from their saturated water solutions.

### 研究の概要

本分野では、環境に負荷をかけずに欲しいものだけを効率的に作るための新しい有機合成化学的方法論や新規合成反応の開拓、環境に適した機能性分子素子の創製とその機能開発を行っている。

### 研究成果

#### 1. アルミニウム Lewis 酸を用いる

##### CO<sub>2</sub> による芳香族化合物の直接カルボキシル化

CO<sub>2</sub> は、安価かつ豊富にあり、毒性がないうえ、再生可能な資源であることから、化石資源の枯渇と地球環境の変化に対する危機感が強まるなかで、化学原料としての有効な利用法の開発が期待される。我々は、アルミニウム Lewis 酸を用いて CO<sub>2</sub> により芳香族化合物を直接カルボキシル化する方法について検討しているが (ケミカルエン

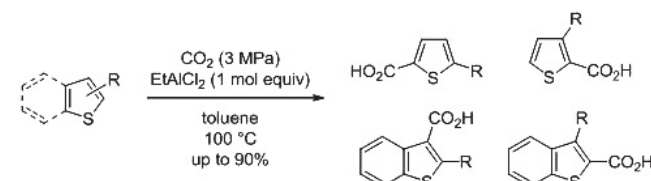


Fig. 1 EtAlCl<sub>2</sub>-mediated carboxylation of thiophenes.

ジエリリング、印刷中)、この方法を、EtAlCl<sub>2</sub>を用いることでチオフェン類に展開することができた (Fig. 1) (*Bull. Chem. Soc. Jpn.* 印刷中)。

#### 2. 酵素による速度論的光学分割の誘電率制御

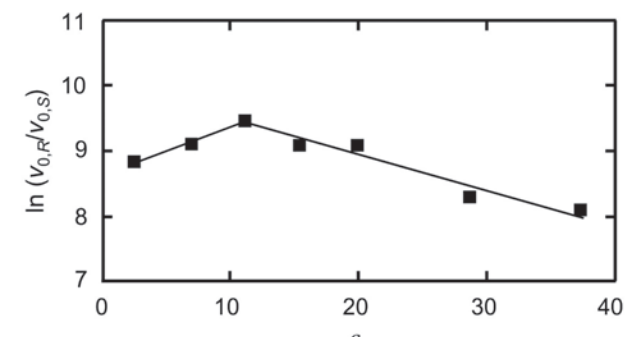
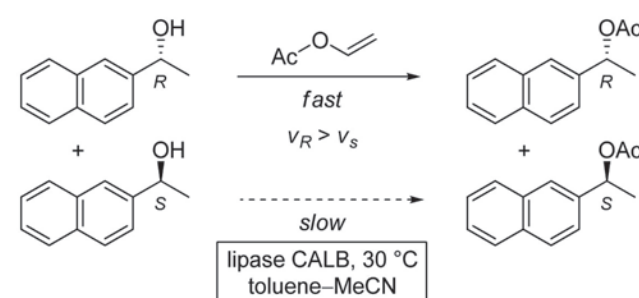


Fig. 2 Dielectric constant dependence of kinetic resolution

速度論的光学分割法は、キラルな環境下におけるエナンチオマー間の反応速度の差を利用して、ラセミ体から光学活性体を得る方法であり、酵素反応による方法が工業的に広く利用されている。我々は、溶媒の誘電率による不斉識別の制御に関する研究を行っているが、酵素による速度論的光学分割のエナンチオ選択性に誘電率依存性があることを見出した (Fig. 2) (第28回有機合成化学セミナー、化学系学協会東北大会2011)。この現象の一般性を示せば、鏡像異性体の工業規模生産の効率向上に寄与できる。

#### 3. カリックス [4]アレーンをベースとする機能性分子の開発

n 個のフェノールを環状に連結したカリックス [n]アレーン (CA) は、生体機能模倣物質や機能材料への応用とともに、環境中の有害な重金属・有機分子などを選択的に捕捉する人工ホスト分子としても期待がもたれる。CA の研究においてフェノール性ヒドロキシ基の直接的な官能基変換法の開発は未開拓の分野であり、その達成により機能開発の幅が飛躍的に広がると期待される。我々はカリックス [4]アレーン類のモノ

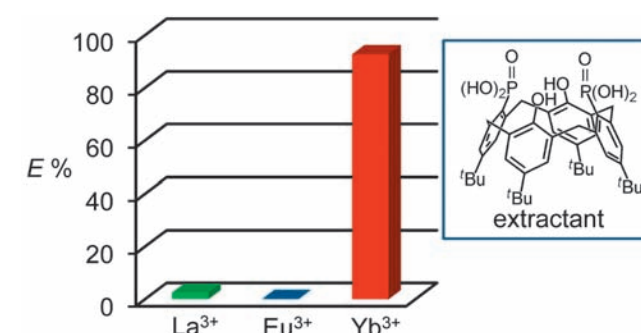


Fig.3 Extraction of lanthanoid ions by 1,3-diphosphonocalix[4]arene (pH = 1.6).

アミノ体および 1,3-ジアミノ体の実用的合成に初めて成功した (*J. Org. Chem.* 2011, 76, 2168)。また、この方法を応用して、1,3-ジカルボキシ体、1,3-ビスジフェニルホスファニル体、および 1,3-ジホスホノ体の合成にも成功した (日本化学会第92春季年会)。1,3-ジホスホノ体は、溶媒抽出実験において、希土類イオンに対して極めて高いサイズ選択性を示した (Fig. 3) (日本化学会第92春季年会)。また、チアカリックス [4]アレーン (TCA) の微結晶を用いると、メタノール/エタノール、ギ酸/酢酸など、性質や大きさの類似した有機小分子を精密に識別し、高選択的に捕捉できることを見出した (*Org. Lett.* 2011, 13, 3292)。TCA の微結晶は、水中から環境に有害な有機ハロゲン化合物を簡単に捕集できることを見出した (Fig. 4) (化学系学協会東北大会2011)。また、直鎖型 TCA 類の位置選択的官能基変換法を開発した (*Supramol. Chem.* 2011, 23, 144)。

#### 受賞

金井大樹君 (M1) が化学系学協会東北大会にて、優秀ポスター賞を受賞しました (2011年9月)

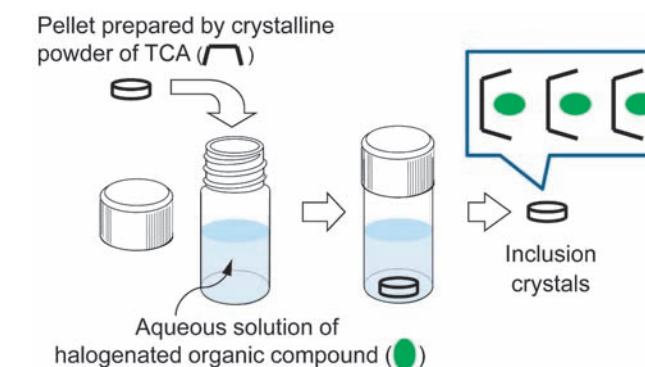


Fig.4 Collection of halogenated organic compounds from water by TCA



## 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



教授 長坂 徹也  
Professor  
Tetsuya Nagasaka

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"

### 未利用リン資源の有効利用に向けたリン資源循環モデル開発

リンは窒素やカリウムと並んで植物の三大栄養素の1つであるため肥料として農業分野で多く使用されるなど、人間生活に必要な不可欠な元素である。しかしリンの原料であるリン鉱石の産出の内訳は中国、アメリカ、モロッコの上位3カ国で7割近くを占め(2010年)、さらに高品位のリン鉱石の枯渇と産出国による資源の困り込み等を背景に世界全体のリンの需給が逼迫している。更に今後は、BRICsを始めとした後進国の人口増加やバイオ燃料の普及によるリン酸肥料の需要増加が見込まれ、リンの戦略資源化が懸念されている。リン資源を海外からの輸入に頼らずに国内での安定供給を図るためには、国内のリンの二次資源ポテンシャルや、回収や再利用による経済・環境への影響について定量的な考察が必要不可欠である。

図1は本研究で推定した日本における2005年のリンのマテリアルフロー(MFA)である。単位は純リン分(P-t)である。食糧分野において、年に28.4万tのリンが肥料として農地や牧草地に施されている。しかしその全てが作物等の生長に消費されることはなく、多くが土壤中に拡散してしまう(27.8万t)。そのため、農業や畜産における施肥量の調整が必要だと言える。工業分野で利用されるリンの主な用途は肥料原料であるが(19.8万t)、化学工業の各用途にも多くのリンが使用されている(7.0万t)。その用途によっては、金属表面処理のめっき浴に使用されるリンの様に、製品にのらずに副産物として歩留まり落ちするもの(1.3万t)も存在し、それらが高純度のリンの二次資源として考えられる。また鉄鋼業の副産物であるスラグ中のリン量(11.2万t)はリン鉱石の輸入量に匹敵し、磁気分離等による回収の技術開発が進められている。国内で利用されたリンは最終的に土壌蓄積や、製品としての社会への拡散や、廃棄物としての埋立となる。これらの部門の中で特に、人間活動による排水やそれを処理した汚泥からは比較的容易にリンを回収でき、様々な回収技術が考案されている。

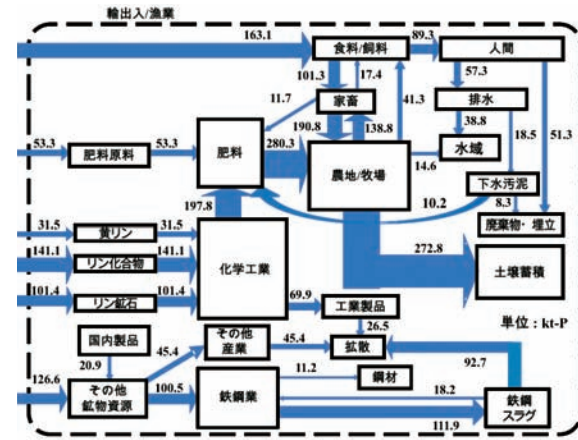


図1 2005年の我が国のリンのマテリアルフロー

これまでにを行った詳細なリンのMFAをベースに産業連関分析(IOA)の手法を応用して、最適で新しいリンの循環利用を考えるための総合的なリン資源循環モデル(Integrated Phosphorus Cycle Input-Output model: IPCIO)の開発を行った。IPCIOは、産業連関表の行列をベースとし、国内のリンのマテリアルフロー分析の結果を利用し、リン関連財に関して産業連関表の部門の拡張と物量化を行って作成した。IPCIOモデルは国内のリンの二次資源ポテンシャルを抽出すると共に、リンの循環利用によるリン関連財の需給への影響を定量的に考察を行うことができる。さらにIPCIOを用いてリンの循環利用のシナリオを想定し、産業連関分析により循環利用による波及効果を調査することで、国内での有効なリンの循環利用の方法を提言した(図2)。

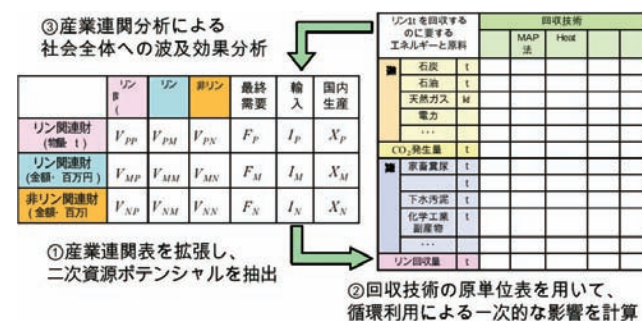


図2 IPCIOの概念図



准教授  
松八重 一代  
Associate Professor  
Kazuyo Matsubae



### 関連するプロジェクト

・平成23年度 環境省環境総合研究推進費「未利用リン資源の有効活用に向けたリン資源循環モデル開発」K2307 [2010年4月-現在] 代表者:松八重一代

### ELVスクラップ再資源化に着目した鉄鋼合金元素フロー解析

近年、鉄鋼材料やIT関連製品などの材料および製品の高機能・高品位化に伴い、レアメタルの安定供給が重要視されている。国家備蓄対象7鉱種の国内需要のうち、約95%が特殊鋼材の生産に用いられていることから、鉄鋼業におけるレアメタル戦略の位置づけは極めて大きい。また、加工の際に発生する切り屑や寿命を迎えた鋼材は、スクラップとして電炉に投入され、再び鋼材として社会に戻ることである。しかし、この鉄源としての鉄スクラップ利用から、スクラップに随伴する合金元素の散逸、もしくは意図しない混入が懸念される。したがって、レアメタル資源の持続的な管理やコンタミソースの観点から、鉄鋼製品に随伴する合金元素の把握や適切な処理を行うことが重要となる。本研究では、特殊鋼材使用量の多い自動車に着目し、廃自動車(End of Life Vehicle; ELV)由来の鉄スクラップが電炉により再資源化される際に、どの合金元素がどのくらい希釈、拡散されるかを定量的に明らかにすることを目的とし、廃自動車の精緻解体と、各構成部品に含有される合金元素(Mn, Ni, Cr, Mo)についてハンドヘルド蛍光X線分析計を用いて実測による分析を行った。

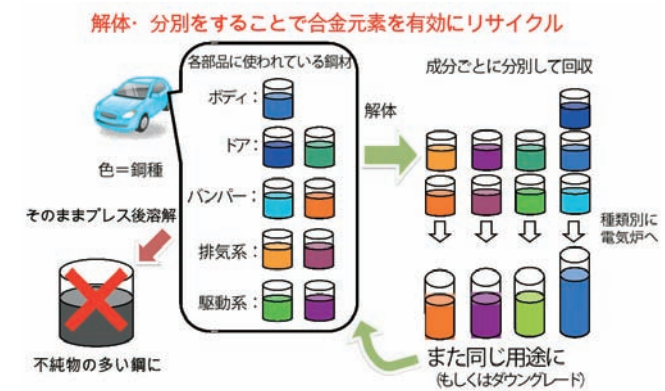


図3 スクラップソーティングシステムの概念図

今年度は廃自動車の精緻解体スクラップをサンプルとして調達し、自動車部品に用いられている各種素材量を実測する。さらにマテリアルリサイクルの際、もっとも大きな重量を占める鉄鋼材についてはその部品別鋼種別重量とその合金量を詳細に

組成調査分析し、電炉再資源化の際に、どの元素がどのようにメタル相、スラグ相に分配されるのか、その挙動も含めた基礎調査を行い、合金元素の循環に焦点を当てた最適スクラップソーティングシステム(図3)の提案に向けた検討を行った。

### 関連するプロジェクト

・(社)日本鉄鋼協会 環境・エネルギー・社会工学会、「素材産業から見た自動車リサイクル研究会」[2011年4月-現在] 主査:松八重一代  
・平成23年度文部科学省科学研究費若手研究A「随伴元素に着目した金属スクラップ循環分析」(23686131) [2011年4月-2014年3月] 代表者:松八重一代  
・平成23年度環境省 自動車リサイクル連携高度化等支援事業「廃自動車スクラップ随伴合金元素の高度有効利用に向けたマテリアルフロー解析ならびに元素分配傾向基礎調査」代表者:松八重一代



## 環境低負荷医療の実現に向けて

Toward Realization of Medical Care with Low Environmental Load

教授 井奥 洪二  
Professor  
Koji Ioku



Nowadays it is important to introduce the environmental perspective to even the medical field. Our laboratory aims to establish a new concept, "Medical Care with Low Environmental Load". We are trying to achieve this concept from the view point of material science. We are developing the functionalized biomaterials, such as artificial bones, carriers for drug delivery system (DDS) and percutaneous devices, for the purpose of the reduction of the used drugs. We are collaborating domestic and foreign universities and institutes for our researches. International academic exchange is promoted. Please do not hesitate to contact with us if you are interested in our laboratory.

### 1. 研究の概要

環境科学の概念を医学・医療に導入した新しい融合領域「環境低負荷医療」の実現を目指しています。人命救済を最優先とする医療では治療と延命を重視するあまり、廃棄物処理や生態系のバランスまでは考慮されずに開発が進められ、大量の医療廃棄物が排出されています。また、大量に生産された医薬品が過剰に使用されて環境中に放出され、生態系のバランスを崩すリスクを抱えています。医療効果を維持しつつ、環境負荷の小さい医療を達成することは、地球にとって急務の課題となっています。この問題を解決するためには、医療廃棄物や医薬代謝物を最小限に抑えた製品の供給、環境負荷の概念の医療行為への導入、廃棄物の適切な処理法の開発、および廃棄と回収に関する社会基盤の整備が必要です。それらを統括する「環境低負荷医療」は、分野横断を広範に必要とする先端融合研究領域なのです。

### 2. 研究成果

#### 「生命機能に働きかける材料の創製」

代謝に組み込まれ生体機能に働きかける生体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生体材料の創製を検討しています。生体内で吸収され骨の代謝に組み込まれるCaの欠損した非化学量論組成の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。また、薬剤を適切な部位に適切な量の薬剤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、リン酸カルシウムの球状の顆粒の作製に成功しています。その成果については、学生が国際学会で発表を行い(Fig.1)、若手優秀口頭発表賞を受賞しています。

#### 「低感染性デバイスの創製」

身体の内と外をつなぐカテーテルなど、経皮デバイスの感染性を低減させれば、治療効果は高まりますし、消毒薬の使用料も

軽減できます。この観点から、生命機能物質を含有させたアパタイトのカテーテル等の表面への被覆を行いました。動物実験レベルでも、着実な効果が確認されています。産業技術総合研究所との包括協定に基づいて研究を進めています。



Fig.1 Presentation by a student on an international conference (ISFM2011).

#### 「環境浄化材料の創製」

骨の無機成分であるアパタイトは、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、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、環境浄化のための材料を設計するためにも役立てようと試みています。また、アパタイトと光触媒である酸化チタンを複合化することにより、吸着・分解を行える複合顆粒の作製にも成功しています(Fig.2)。

### 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、共同研究を行っています。また、中国の同済大学の王徳平教授との共同研究も継続しています。



准教授  
上高原 理暢  
Associate Professor  
Masanobu Kamitakahara

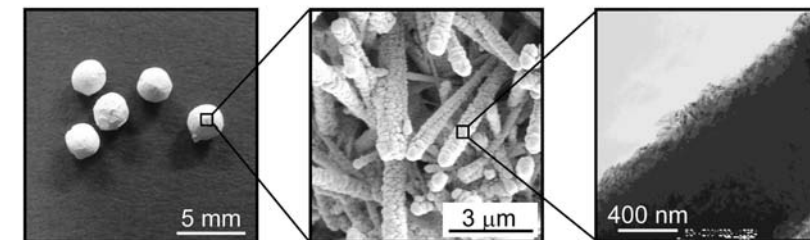


Fig.2 Anatase/HA composite granules for environment purification. Nanosized anatase particles are on the microsized hydroxyapatite particles.

### 4. 共同研究

- ・海外：Yildiz Technical University(トルコ)、同済大学(中国)
- ・国内：(研究所)産業技術総合研究所、岐阜県保健環境研究所(大学)順天堂大学、長崎大学、名古屋大学、東京理科大学、東京工業大学

### 5. 業績

#### ・招待講演

- 1) Koji Ioku and Masanobu Kamitakahara, "Tailored Apatite for Regenerative Medicine", The IUMRS 12h Int. Conf. in Asia (IUMRS-ICA2011), Taipei, 19-22 September, 2011.
- 2) 井奥洪二、木村健士郎、上高原理暢、池田 通、"傾斜機能を持つCa欠損水酸アパタイト複合材料", 粉体粉末冶金協会平成23年度秋季大会(第108回講演大会)、大阪、2011年10月26-28日

#### ・受賞等

- 1) 伊藤奈津子(D2), The 4th International Symposium on Functional Materials (ISFM2011)にて Best Oral Presentation Award for Young Scientists 受賞  
"Preparation of spherical granules of octacalcium phosphate for medical application"

#### ・学会、国際会議等での活動

- 1) 井奥洪二：日本MRS 常任理事、日本バイオマテリアル学会 評議員、日本無機リン化学会 評議員、同学術論文誌副編集委員長、無機マテリアル学会 評議員、国際会議組織運営委員1件他。
- 2) 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、日本アパタイト研究会 評議委員、国際学会運営委員2件



Group photograph of Ioku Lab.



## 地下資源文明からの離陸 —あたらしい暮らし方のかたち—

Breaking Away from Underground Resources-based Civilization  
— A New Design for Living —

教授 石田 秀輝  
Professor  
Emile.H.Ishida



The Great East Japan Earthquake, which happened on March 11, 2011, made us aware once again that we had forgotten we were just one species within the great cycle of nature on earth, that we were allowed to survive only because of nature, and that the idea that we were somehow able to conquer the nature was simply an illusion. A seawall costing 120 billion yen to build was destroyed by the tsunami in a single stroke, leaving many homes and infrastructure devastated in just a few minutes. We learned with fear that a world without water, electricity or gas was completely different than what had existed until the day before. It will be extremely difficult to return to the energy use which existed before the earthquake disaster. Under these circumstances, we pursue, rather than reverting back to the former state, a new lifestyle, which is enriching and saves energy and resources, and pursue a paradigm shift, which creates the necessary technology to achieve it.

### 研究概要

3月11日に起こった東日本大震災は、我々に地球環境問題と正対するということはどうことなのか? 心豊かに暮らすということは何か? テクノロジーはこの2つの問いにどのように答えられるのか? をあらためて問うた。

すなわち、極めて厳しい環境制約の中で、心豊かに暮らすためのあたらしい暮らし方のかたちを明らかにし、それに必要なテクノロジーのかたちを明らかにすることを強く求められているのである。すでに、現在の延長であるフォアキャスト思考によるライフスタイル創出では、環境制約がネガティブファクターになることは明らかになっており、一方では、自然との決別を原理とした18Cのイギリスでの産業革命を契機として世界を席卷した地下資源・エネルギー型のテクノロジーの再考も強く望まれている。

我々は、あたらしいテクノロジーのかたちとして、自然のすごさを賢く活かす「ネイチャー・テクノロジー」の創出 (Fig.1) をテーマに研究を進め、バックキャストによるライフスタイルの創出、自然の循環を基盤にしたテクノロジー創出を各々進めてきたが、これら2つが連続した新しいテクノロジー創出システムとなるべく、歩を進めたいと強く思っている。



Fig.1 Nature Technology Creation System.

### ライフスタイル及びワークスタイル・デザイン

2030年の厳しい環境制約下においても心豊かに暮らせるライフスタイルを、バックキャストを用いたライフスタイル・デザイン手法により、およそ1000種類以上描いてきた。この一部は、ライフスタイル・データベースで公開を開始した。

(<http://www.lifestyle-db.jp/>)

また、ライフスタイルのかたちを測るための物差しを、評価グリッド法により作成し、どのような形をしたライフスタイルの社会受容性が高いかについて検討を行っている。その結果、我々はライフスタイルに便利、自然、楽しみ、自分成長、社会と一体という要素を求めていることが明らかとなり、楽しみ、構造解析に関する検討を開始した。並行して、いくつかの企業と共同してライフスタイル・デザインの創出と事業化プロジェクトが進んでいる。また、同様な手法を用いて、ワークスタイルの研究を新たに開始した。その結果、ワークスタイルに対して新たに「貢献」「心のゆとり」という要素が求められていることが明らかとなった。

### 自然を基盤とした材料・システム設計

●自然は地表近くにある豊富な資源から、常温常圧でのつくりを行っている。天然に存在するハイドロガーネットは地殻やマントルを構成する主要鉱物であり、クラーク数の高い元素で構成されている。ハイドロガーネットの化学式は  $Ca_3Al_2(SiO_4)_{3-x}(OH)_x$  [ $x=0 \sim 3$ ] で表され、 $(SiO_4)$  と  $(OH)_x$  が置換して連続固溶体を形成している。Al-OH 基や Si-OH 基は水中のフミン質の吸着サイトになることがわかっているが、フミン質は様々な構造および分子量を持つため、単一組成の吸着材よりも複数の吸着サイトを持つ吸着材が適していると考えられる。KOH や NaOH を用いた水熱法により不混和領域の組成を持つハイドロガーネットを合成することが可能となり、高いフミン質の吸着性能を有する材料の合成に成功した (Fig.2)。これらの成果を学会発表し、資源素材学会

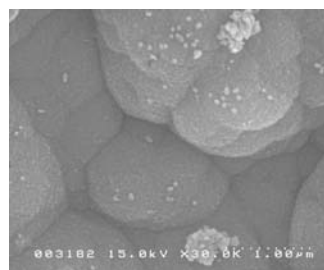


Fig.2 A SEM photo of the hydrogarnet formed by hydrothermal treatment with 0.05M KOH solution.



助教  
須藤 祐子  
Assistant Professor  
Yuko Suto



助教  
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



Members of the Lab.

東北支部春季大会ポスターセッション銀賞および MRS-J 学術シンポジウム奨励賞を受賞した。

●カタツムリの殻の自浄効果を解析することにより、光触媒を用いない自浄材料の再検討を、特に表面の物理的特性と化学的特性の寄与の解明に重点を置いて行っている。カタツムリの殻と他の物質(蟹の甲羅、スライドガラス、市販の防汚タイル、アクリル樹脂、ナイロン樹脂など)とを比較したところ、親水性か疎水性かということよりも水滴が濡れ広がる過程がカタツムリの殻のみ特異であることを見出した。そこで、カタツムリの溝の効果を明らかにするために、マイクロリクル技術を用いて殻の凹凸構造を模擬し、凹凸構造が水の濡れ性に及ぼす影響の調査を進めている (Fig.3)。

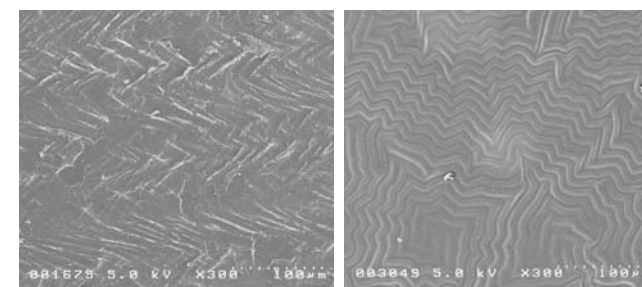


Fig.3 A SEM photo of snail shell surface (left), and created micro-wrinkle (right).

●調湿材料の物理的特性と化学的特性が調湿性能に及ぼす影響の解明を詳細に行っている。既往の研究では吸湿度と細孔径の関係を表すケルビン式に沿わない結果が出ており、物理的特性と化学的特性の寄与が明確に分けられていない。細孔径が調湿性能に及ぼす影響を明らかにするために、一定間隔で円柱状の細孔を持つアルミナシートを用いて検討したところ、化学的特性が一定であればケルビン式に沿うことを確認できた。

●トンボの翅の凸凹が生み出す小さな渦が、低レイノルズ域ではベアリングのように動き、周辺の空気をベルトコンベアに載せるようにスムーズに後方へ運ぶことは、すでに明らかにした。これが浮力や抗力にどのように効果があるのか定量的に明らかにするため微小負荷でも測定可能な三分力計の開発を行った (Fig.4)。その結果、最大揚抗比は流線型羽の1/3程度と極めて低い抗力で浮力を生み出すことが明らかとなった。

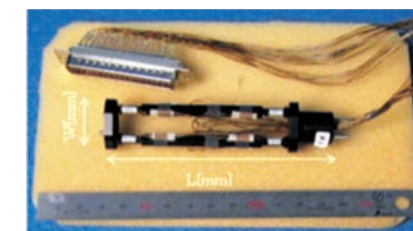


Fig.4 Developed three dimensions stress meter. L=100mm, w=30mm, Capacity: 0.5N, Resolution: 0.0001N

### 環境教育

社会人や子供たちへの環境教育を継続している。子供たちを対象としたものでは、「すごい自然の探検隊」を基盤にサイエンスデイへの参加、夏休みの児童受け入れ教育 (<http://www.japanfs.org/ja/join/newsletter/pages/031475.html>) などを中心に開催した (Fig.5)。社会人対象には、「テクノロジーがライフスタイルに責任を持つあたらしい時代がやってきた」と云う視点で、企業経営者・開発責任者や行政機関の方々を主な対象として進めている。



Fig.5 Educate children about the environment.

### その他の活動

#### 執筆(詳細別掲)

書籍 8冊  
論文・総説など 48報

#### 報道

●テレビ出演 4回  
テレビ朝日モーニングバード、  
飛び出せ科学くん、  
NHK 時事公論など  
●ラジオ出演 2回  
J-WAVE LOHAS TALK  
など

#### 雑誌掲載 13件

週刊朝日「未来の原石たち」、進研ゼミ「未来発見Book 5年生」、MOKU「3.11日本の覚醒」、週刊ダイヤモンド「被災地から考える環境負荷の低い社会づくり」など

#### 新聞掲載 19回

日刊工業新聞 新春談話「日本をこう変えよう」、奄美新聞「生命輝く時代に」、日本経済新聞「自然に学ぶものづくりフォーラム」など

#### 環境教育・講演 55回

国内外学術講演(基調・招待講演) 8回  
Eco Mate 2011, Eco Design 2011 など





## 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

教授 丸山 公一  
Professor  
Koichi Maruyama



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.

### 高温材料の長時間損傷機構

福島原発事故の後、超々臨界圧蒸気火力発電(USC)プラントが原発に代わる役割を果たしている。USCプラントは、長期間安定した運転を求められているが、プラント設計時の寿命に近付きつつある物が多く、構造部材の残存寿命の高精度評価が重要課題となっている。USCプラントに使う高Crフェライト鋼では、焼戻しマルテンサイト組織がその高温強度を支え、クリープ変形でラス組織が回復すると、材料が強度を失い破壊する。したがって、残存寿命評価では、ラス組織の劣化過程を計測・評価する必要がある。ラス組織劣化の指標となるラス幅  $d$  の増大は、ひずみ  $\varepsilon$  に支配され、次式で表現される。

$$d - d_0 = a \varepsilon$$

ここで  $d_0$  はラス幅の初期値、 $a$  は比例係数である。材料中の原子の拡散距離が短い短時間クリープ条件では、クリープ試験条件によらず、 $a$  は同じ値を取る。原子が十分拡散し、析出物が成長・合体する長時間クリープ条件でも、(1)式の比例関係は成立する。しかし、比例係数は短時間試験条件より大きい。また、ラス組織の熱的回復がより顕著になる高温あるいは低応力(長寿命)では、 $a$  が増大する。実プラントは長時間クリープ条件で使われることが多く、当分野では時間依存型の  $a$  値を使った残存寿命評価が必要であることを提案した。そして、高Crフェライト鋼のデータベースに基づく残存寿命評価の具体的方法を開発中である。当分野のこれらの研究成果に対して、International Conference on Processing and Manufacturing of

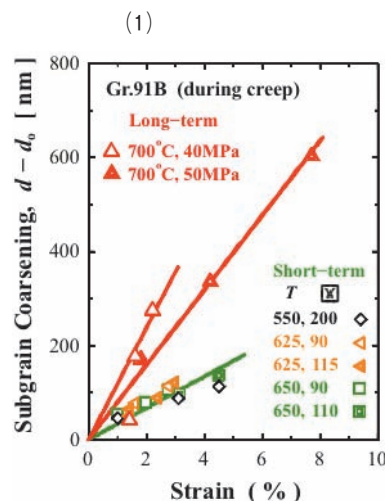


Fig.1 Subgrain coarsening during short-term and long-term creep of grade 91 steel as a function of creep strain.

Advanced Materials において、Thermec Distinguished Award が授与された。また関連研究の発表で、当分野の学生が、日本鉄鋼協会第162回秋季講演大会学生ポスターセッション優秀賞を受賞した。

### 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

燃焼機の基本原理解から、燃焼ガスの温度を高くすればするほど熱効率は向上することがよく知られているが、実際の熱効率は熱力学が示す理想的な値に比べて低くなる。これは、燃焼機で理想的な断熱仕事となされていないためであり、その主たる原因は目的に適った高強度な耐熱材料が提供できていないことにある。したがって、現在人類が直面している石油資源の枯渇問題を回避するためにも、高効率燃焼機の提案に向けた新規な超高温材料の開発は急務である。そこで当グループでは、高融点金属であるモリブデンの高融点、高強度、そして資源の豊富さに着目し、Mo-Si-B 三元系合金の状態図および金属組織学的研究、粉末材料プロセッシングの検討、超高温特性の評価、さらには Mo-Si-B 合金に基づいた新規な超高温材料の探索等々を進めた。図2に、当グループで明らかにした、1800°Cにおける Mo-S-B 三元系平衡状態図を示す。この状態図の決定によって Mo-Si-B 合金中の相平衡の問題が解決され、正確で緻密な Mo-Si-B 合金の設計が可能となった。また当グループは、この Mo-Si-B 合金中の構成相である Mo<sub>5</sub>SiB<sub>2</sub>、Mo<sub>3</sub>Si が炭化チタン(TiC)と相平衡することを世界で初めて見出した。この発見によって、Mo-Si-B 合金に TiC を安定

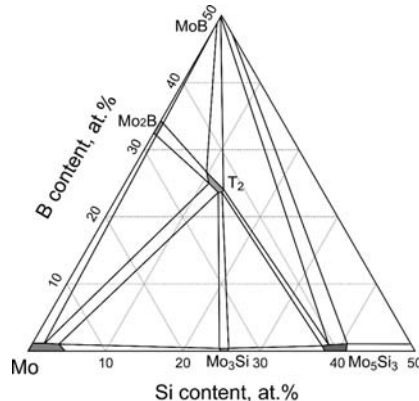


Fig.2 Mo-Si-B ternary phase diagram at 1800°C.



准教授  
吉見 亨祐  
Associate Professor  
Kyosuke Yoshimi



助教  
中村 純也  
Assistant Professor  
Junya Nakamura

的に分散させることができるようになった。さらにこの発見によって、これまで Mo-Si-B 合金が克服すべき課題の一つと言われてきた低密度化を実現できるようになり、新規超高温材料の開発に新たな一歩を踏み出すこととなった。こういった取組みが評価され、吉見准教授は平成23年2月から平成26年3月まで、最先端・次世代研究開発支援プログラムの支援を受けることとなった。また、平成23年10月に東京工大岡岡キャンパスで、12月には宮城県せんだいメディアテークで、高校生以上の一般を対象とした市民公開講座を開催し、「火を司(つかさど)る超高温材料」というタイトルで吉見准教授が Mo-Si-B 合金について講演した(図3)。最先端・次世代研究開発支援プログラムによって支援されている研究テーマ「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」の詳細は、<http://www.ultra-htm.org/> に掲載している。

#### 特筆すべき業績

1. H23年8月にカナダで開催された国際会議 THERMEC'2011において、丸山公一教授が THERMEC'2011 Distinguished Awardが授与された。
2. 最先端・次世代研究開発支援プログラム (H23.2-H26.3)
3. 市民公開講座 「東北ブランドの最先端・次世代材料を語る」 H23.12.28、於せんだいメディアテーク



Fig.3 Open class on Tohoku Univ. next-generation, world-leading materials held at Sendai Medaitheque on Dec. 28th, 2011.

### AI 合金: ナノスケール析出物の結晶構造

時効硬化型 AI 合金は、中、高強度軽量材料として自動車や高速輸送機関、宇宙航空機関、エレクトロニクスや建材など広範囲な分野で構造材料及び機能材料として利用されている。この系の合金は熱処理によって析出する微細なナノスケール化合物相によって著しく強度を増す材料であり、材料を強化するためのカギとなるのが化合物相の析出を制御する事であるが、この系では非常に多くの種類の化合物が材料中に存在するためその組織は非常に複雑となり析出挙動を理解することが難しい。当グループでは、原子分解能分析電子顕微鏡を始めとする透過型電顕を用いた化合物相の結晶構造解析、析出組織観察をもって AI 合金の組織制御、強度向上への貢献を目指す。日本金属学会第4回格子欠陥制御工学研究会にて若手優秀講演賞を受賞した。

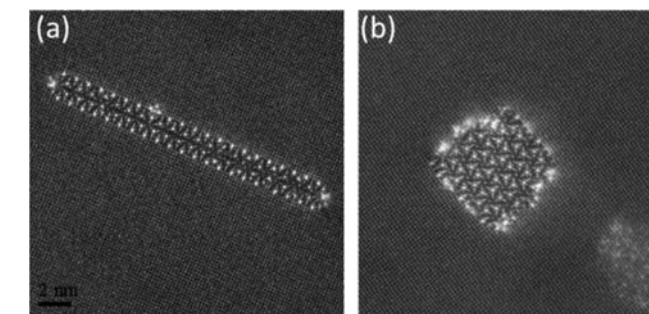


Fig.4 HAADF-STEM images of precipitate with two kinds of morphology.

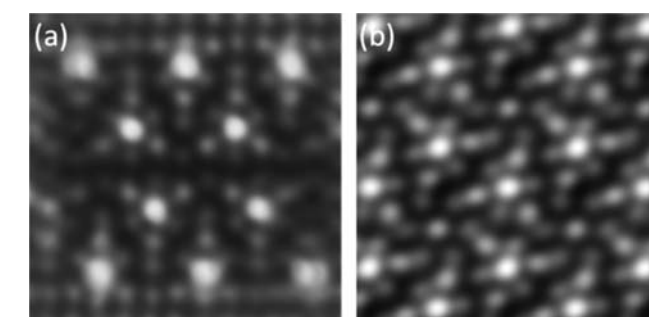


Fig.5 Average HAADF-STEM images of two different crystal structures.



## 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 Assuming Creation of a Next Generation Life Style

准教授 佐藤 義倫  
Associate Professor  
Yoshinori Sato



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

### 研究室のコンセプト

近代テクノロジーの発展が発散的地下資源消費を生み出した結果、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として要求されている。求められてい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2011年4月に環境科学研究科に新設された研究室であり、「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るため、極めて難しくなる。そこで、ナノ物質の特性を最大限に活かした複合材料の革新的アプローチによる、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おける必要不可欠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」を行う。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の開発」を行う。

### グラフィン結合助剤の創製とその複合界面に関する研究

輸送手段である航空機、自動車、電車などの構造材料の軽量化は省エネルギー化をもたらす。炭素ナノ材料の1つであるカー

ボンナノチューブ (carbon nanotube: CNT) は軽量なグラフィン・グラファイトのチューブ状物質であり、その1本の機械強度特性は炭素繊維を凌ぐ。しかし、CNT複合体においては、母材に対するCNTの低分散性および滑りにより、CNTの機械強度が母材に伝達せず、複合体の機械強度は低下する。本研究では、CNTを使用したフレキシブル・軽量・高強度特性を持つ材料の創製を目的とする。特にCNT表面でのCNT-CNT間、CNT-母材間を結合・融合させる「グラフィン界面の接合・融合技術」の開発を目指す(図1)。

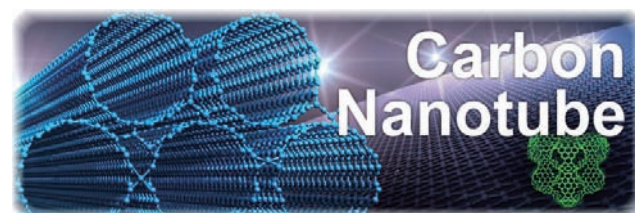


Fig.1 Carbon nanomaterials and their high-functional composites.

### 高性能蓄電池複合材料に関する研究

CNTは高比表面積・バリスティック伝導性を持つため、「電気二重層キャパシタ」や「リチウムイオン2次電池」の電極として期待されている。化学修飾されていない、欠陥のないCNTはイオン吸着しにくい状態にあり、静電容量も高くはない。一方、カルボキシル基などの官能基修飾により、静電容量が増加する半面、バリスティック伝導性の低下を引き起こし、応答性を低下させる。本研究では、CNTをモデル材料として、このトレードオフ関係を調べながら、適した炭素ナノ構造を探索し、高効率動作電気二重層キャパシタおよびリチウムイオン2次電池の炭素系複合材料の開発を目指す(図2)。



Fig.2 High-performance battery using nanomaterials.

### ネイチャー・テクノロジーに適合する 「自然に学ぶ機能性複合構造」の探索

自然は完璧な循環を最も小さなエネルギーで駆動している。この自然のすごさを学んで、ライフスタイルに取り入れるテクノロジー(ネイチャー・テクノロジー)が望まれている。例えば、エアコンは電気、装置の作製に資源とエネルギーが必要であるが、改めて自然を見ると、エアコンに替わるものとして「シロアリの巣」がある。サバンナのシロアリの巣は、昼間50℃、夜間0℃の厳しい外気においても30℃に保たれ、巣の素材と構造により、温度が精密に制御されている。本研究では、ネイチャー・テクノロジーに適合する「自然に学ぶ機能性複合構造」の探索を行う(図3)。



Fig.3 Seeking of multi-functional natural composites for "Nature technology".

### ☆国際交流

「カーボンナノチューブ繊維の作製」に関する研究において、2011年6月19日～7月9日の期間にFlorida A & M University-Florida State University、College of EngineeringのMei Zhang先生をお招きし、共同研究を行った(図4)。



Fig.4 Professor Mei Zhang.

### ☆招待論文・招待講演

・佐藤義倫, “カーボンナノチューブ固化体の高機能高強度特性”, セラミックスデータブック2011, 39, 143 - 147 (2011).  
Yoshinori Sato, Kazuyuki Tohji, “New Carbon Materials: Fullerenes, Carbon Nanotubes, and Graphenes”, 8th International Workshop “WATER DYNAMICS”: “Water Pollution in Asia” and “Deep Carbon Cycle”, Abstract P5, Sendai, Japan, 2011. 3. 9.

### ☆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23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23年度  
「単層カーボンナノチューブのみで構成される薄膜/バルク界面構造での熱起電力の探索」(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23年度  
「カーボンナノチューブを三次元スキャホールド及び表面修飾として用いた口腔組織の再建」(分担研究者)
- ・共同研究 ステラケミア株式会社  
平成23年度  
「フッ素化カーボンナノチューブ繊維を用いた高強度繊維の作製」(代表研究者)
- ・共同研究 NEC-TOKIN  
平成23年度  
「電気化学キャパシタの充放電メカニズムに関する研究」(分担研究者)
- ・受託研究 JST 戦略的創造研究推進 さきがけ研究  
平成23年度  
「グラフィン融合助剤を用いた高強度軽量カーボンワイヤーの創製」(代表研究者)



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 aim of this laboratory is to solve the environmental problems taking the viewpoints of both manufacturer and society into consideration. The researches in this division are categorized mainly into (a) assessing the flow of valuable material resources released in the society and control, recycle and dispose of them efficiently and safely, (b) developing soft synthesis processes for the preparation of nano-structured functional materials that could nurture environmental friendly engineering applications such as electronic devices.

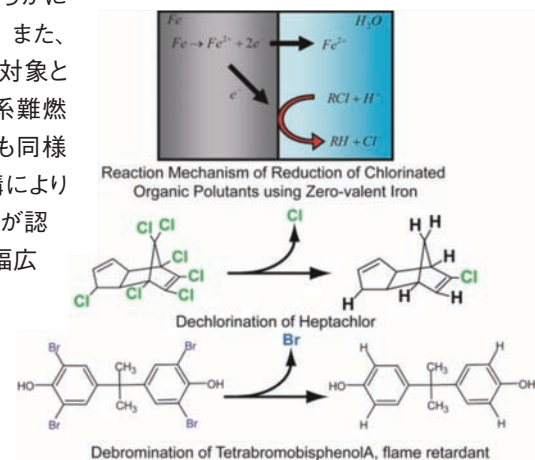
The research activities of the geosphere environmentalogy division were separation, decomposition and migration control of pollutants such as heavy metals. And technologies related to the development of materials to concentrate and retain rare metals is also being researched. On the other hand, the study of functional materials division focused on the mass production of inorganic materials applicable for the electronic devices and batteries. These materials were prepared by a solution synthesis or dry process such as arc discharge evaporation. 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。2011年4月より、本分野創設以来初めて大学院学生3名を迎え、白鳥教授、須藤准教授の指導の下、以下のテーマを中心に活気ある研究活動を進めている。

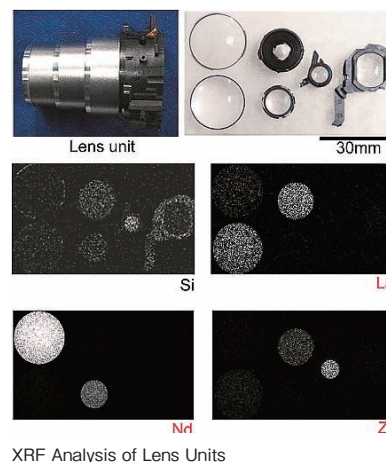
#### 金属鉄粉を利用した残留性有機汚染物質の分解・浄化 (DOWA エコシステム株式会社との共同研究)

世界的に大きな問題となっている残留性有機汚染物質 (POPs) 成分である農薬・殺虫剤について、その金属鉄粉を利用した脱塩素反応による毒性低下に関する技術開発を進めている。POPsに関するストックホルム条約で規制された農薬・殺虫剤において金属鉄粉による脱塩素反応が認められ、その反応経路も明らかになってきた。また、新たに規制対象となった臭素系難燃剤についても同様の反応機構により脱臭素反応が認められ、より幅広い汚染物質への適用が期待される。



#### 希少金属資源循環の促進のための技術・システムの構築 (環境省 循環型社会形成推進科学研究費)

電子・電気機器廃棄物等からの希少金属資源リサイクルのため、リサイクル促進を目指した粉碎・分離評価システムの構築を行っている。微小部 XRF 装置を用いて、電子・電気機器に使用されているプリント基板、各種部品等に含まれている金属類の濃度、含有場所等を把握し、処理フローの最適化につなげることを目的としている。これまでは、主として携帯電話や PC などのプリント基板を中心に解析を進めてきたが、2011年にはデジタルカメラや、東日本大震災以降に使用量が急増した LED 発光体に関する分析を行った。デジタルカメラのレンズには La 等のレアアース類が使用されていることが明らかになった。



#### レアメタルの人工鉱床を目指した社会的検討

小型家電を始めとする多くの高機能製品に使用されている希少金属のリサイクルに関して、NPO 法人 R to S (Reserve to Stock) 研究会とともに、電気機器メーカー、自治体、非鉄金属製錬業界をとりつなぐような社会的実験を行い、我が国の希少金属資源循環戦略へと繋がる検討を行っている。



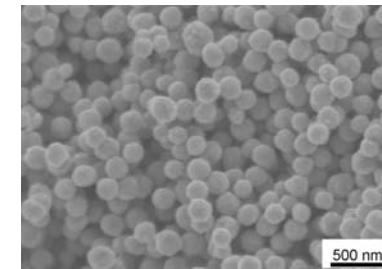
教授 白鳥 寿一 Professor Toshikazu Shiratori  
 教授 永田 長寿 Professor Choju Nagata  
 准教授 須藤 孝一 Associate Professor Koichi Suto  
 助教 堀野 秀幸 Assistant Professor Hideyuki Horino  
 助教 下位 法弘 Assistant Professor Norihiro Shimoi  
 訪問研究員 金田 秀治 Visiting Researcher Shuji Kaneda

### 環境機能材料学分野

#### 金属ナノ粒子の大量合成法

近年、電子機器の高性能化・小型化に伴い、機器内部に使用される部材の微細化が加速している。金属配線を描画するためなどに利用される金属ペースト、その材料である金属粒子の粒径は、現在ではサブミクロンからナノ単位へと移行しようとしている。しかし金属ナノ粒子の合成方法のほとんどは、合成コストが掛かり実用的ではないものがほとんどである。

本研究では、金属ナノ粒子の湿式による低コストでの大量合成方法、およびナノ粒子の表面改質による安定化技術の開発を目指し研究を進めている。

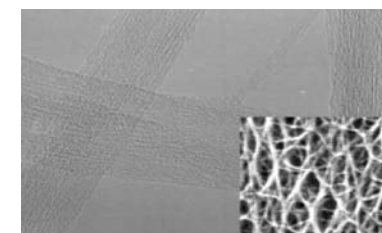


SEM micrograph of the Ni particles.

#### カーボンナノチューブの合成とその応用

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は、導電性など諸物性に優れることから広く応用が期待されているが、高品位なものを大量に合成することが困難である。そこで本研究では、アーク放電法を用いて、結晶性が良い高純度の SWCNT を大量に合成する方法を検討している。

大量合成には、収量の増加と収率の改善が必要であり、原材料や触媒、合成条件の面から検討が必要である。この手法で得られたナノチューブで高分散液を調製し、電子材料や電極材料などに応用することを目的としている。



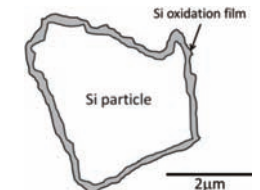
TEM and SEM image of SWCNT

### 環境物質制御学分野

#### 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、繰り返し充放電対策の初期研究として、粉末化した Si に他のリチウムイオンを吸蔵するシリコン酸化膜を被覆化させる方法および Si 粉末そのものをアモルファス化する方法で Si 自体の裂傷を防ぐ手法を開発している。

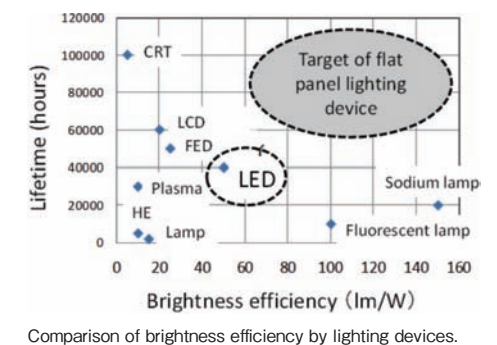


SEM cross-section schematic view of Si particle covered with silicon oxidation film.

#### カーボンナノチューブ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、照明市場で主な照明デバイスと輝度効率を比較したとき (図)、より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認し、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。



#### 寄附講座 工場見学会

本講座では、毎年、工場見学会を実施している。2011年には、12月14日に宮城県にある細倉金属製錬株式会社および東日本リサイクルシステムズ株式会社を訪問し、事業内容説明および施設見学を行った。細倉金属製錬では、鉛バッテリーからの鉛リサイクルおよび鉛製錬所、廃水処理施設を見学し、東日本リサイクルシステムズでは、家電リサイクル法に基づく家電品リサイクル施設を見学した。普段はなかなか見る機会のない現場を見学し、現場ならではの問題提起をはじめとする意見交換を行い、有意義な時間を持つことができた。



Photograph of the factory tour at Hosokura metal mining Co. Ltd. (Kurihara city)



# エネルギー・セキュリティ学

Energy Security



教授 木村 喜博  
Professor  
Yoshihiro Kimura



准教授  
木下 睦  
Associate Professor  
Atsushi Kishita



Gunung Merapi

The academic focus of this program is on field of "Energy Security", studying production technology of fossil and renewable energies for sustainable development within the framework of interdisciplinary integrated studies of engineering and social sciences. The main aim of this educational program was to foster experts and leaders who could take an active part in the "Energy Security" problems from the aspects of advanced high technology, policy planning and management, on the international and domestic levels at present as well as in the foreseeable future. This division was closed with contract expiration in the end of September, 2011. The satellite office is subsequently performed as a cooperated hub of "Strategic Energy and Resource Management and Sustainable Solutions (SERMSS)".

本講座は、工学および社会科学分野を融合させ、日本とアジアのエネルギーの安全保障に関する学際的な教育と研究を行うことを目的とし、大学院教育と研究を同時に行うプログラムのための海外拠点(サテライトキャンパス)として、2008年よりインドネシア共和国 Bandung 工科大学キャンパス内に設置された石油資源開発株式会社による寄附講座である「エネルギーセキュリティ学」は、契約期間満了に伴い9月末をもって講座を閉じました。本講座(研究分野)所属学生の教育はエネルギーセキュリティ学教育プログラムとして引き継がれます。一方、バンドンのサテライトオフィスも、引き続き「環境リーダー育成プログラム(SERMSS)」の海外協力拠点として、インドネシアの大学との教育連携や人材発掘などを行います。

### <2011年度学生状況>

博士前期2年の課程：2名修了(9月)、3名在学、1名休学(2012 / 4月復学予定)  
博士後期3年の課程：1名在学、1名退学

### 教育／研究活動

3月、教員2名、学生5名が中部ジャワ ジョグジャカルタ特別州ガジャマダ大学(UGM)農学部を訪問し交流を深めるとともに、周辺の環境問題について現場見学を行った。

7月、西ジャワ州ボゴール市内に位置するWaste Management Indonesia (WMI)社の廃棄物処分場においてMC1名がインターンシップ研修を行った。

### 国際学会等

9月 SPE (Society of Petroleum Engineering) Asian Pacific Gas and Oil Conference 2011 (ジャカルタ、インドネシア)において、既修了生による修士研究についてのポスター発表ならびに講演(1件)、10月 GEA (Geothermal Energy Association) Geothermal Research Congress Annual meeting 2011 (サンディエゴ、アメリカ合衆国)においてDC学生が講演(1件)を行った。



Fig.1 Participant and Prof. Jamhari from Gadjah Mada University in Kawah Sikidang geothermal area.



Fig.2 Dean Plateau (Deforestation area).



Fig.3 Stricken area by Volcanic Mud Flows



Fig.4 Destroyed house after the eruptions



Fig.5 Main Gate of Gadjah Mada University (UGM)



Fig.6 Main Building of Faculty of Agriculture UGM



## 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)の紹介



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

本連携講座(新日鐵)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、千葉県にある鉄鋼メーカー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、新日鐵に所属する研究者から3名の教員をたて、これまで、修士学生11名、社会人博士8名を輩出し、2011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)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 W含有9%Crフェライト系耐熱鋼の溶接熱影響部におけるType IV損傷を担う因子の特定

環境とエネルギー資源の両立を願い、大容量安定電源である火力発電の高効率化に貢献する耐熱鋼の高強度化研究を進めています。熱応力が小さく、安価なフェライト系耐熱鋼は、溶接継手の熱影響部でクリープ特性が低下する特殊な現象が未解決です。その原因となる機構を徹底解明し、継手強度が向上すれば、電力に関わるCO<sub>2</sub>は5%も低減できると考えられています。強度支配因子の特定と対策技術の提案により、材料研究を通じて地球規模での環境問題改善を目指しています。

#### ② 鉄鉱石焼結過程における各種凝結材の反応挙動

大規模製鉄用の溶鉱炉の原料である焼結鉱の製造工程は、日本全体のCO<sub>2</sub>排出の約3%を占めていますが、排ガス中のCOガスの残留や未利用排熱など更なるCO<sub>2</sub>排出削減の可能性があります。本研究では、焼結鉱の凝結材として酸化発熱時にCO<sub>2</sub>を排出しない金属鉄に着目し、焼結鉱製造プロセスへの適用を検討しています。

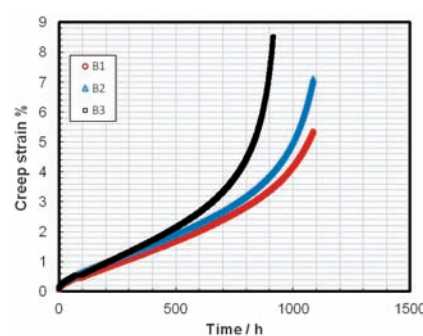


Fig.2 Precipitation distribution effect on the creep strain of the welded joint in 9% Cr-W steel.

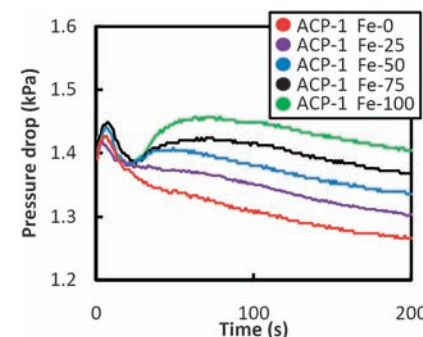


Fig.3 Effect of metallic agglomeration agent ratio on trend of pressure drop in sintering bed.



客員教授 佐藤 有一  
Invited Professor Yuuichi Sato  
客員教授 長谷川 泰士  
Invited Professor Yasushi Hasegawa  
客員教授 国友 和也  
Invited Professor Kazuya Kunitomo

#### ③ 鉄鉱石焼結反応の冷却過程における組織形成の研究

前述の焼結鉱の品質は、主に焼結鉱組織によって決定されます。本研究では、焼結鉱の化学組成や最高到達温度と共に焼結鉱組織の形成に大きな影響を与える焼結鉱の冷却速度と焼結鉱組織の関係について検討しています。

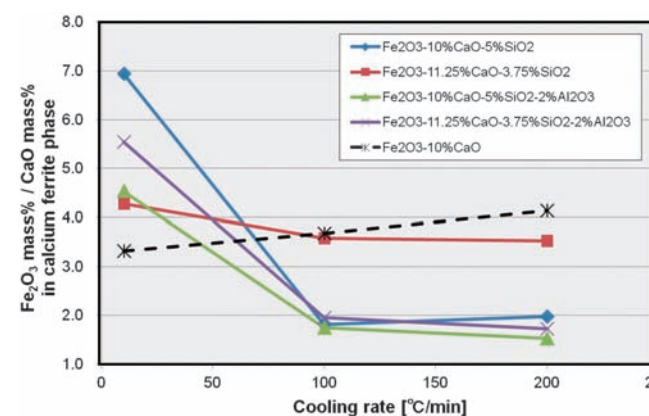


Fig.4 Effect of cooling rate on mineralogical texture of iron ore sinter.

#### 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。

- コークス中に存在する欠陥の定量評価と制御技術
- 先進高Crフェライト系耐熱鋼の粒界析出強化機構
- 先進高強度耐熱鋼のクリープ強度(変形機構)とBの添加効果
- DEMによる鉄鉱石焼結原料の偏析挙動
- 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
- 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
- 木質バイオマスの酸化鉄還元反応への影響
- DEMによる鉄鉱石焼結原料の偏析挙動

### 「プロセスエネルギー評価学」集中講義

2011年度も例年通り10月~11月にかけて、本連携講座(新日鐵)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特別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され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ことと自負しています。

- 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法律・制度面からの解釈
- 鉄鋼業における環境関連分析技術
- 金属系エコマテリアルと製造プロセス技術
- 鉄鉱石・石炭資源の現状と今後
- 製鉄プロセスを活用したリサイクル技術
- 高温材料とエネルギー問題
- 鉄鋼業における公害防止技術
- 鉄鋼業における省エネ、廃棄物資源化技術

### 業績

#### 論文

Microstructural degradation mechanisms during creep in strength enhanced high Cr ferritic steels and their evaluation by hardness measurement: J. of Nuclear Materials, H. Aramaki, R. Chen, S. Kano, K. Maruyama, Y. Hasegawa, M. Igarashi

#### 学協会発表実績(2011年1~12月)

##### 口頭発表

- 低炭素焼結プロセスの探求シンポジウム  
「DEMによる鉄鉱石焼結原料の偏析挙動シミュレーション(阿部)」  
「焼結充填層の構造および圧力損失変化に金属鉄添加が及ぼす影響(藤野)」
- 東北大学多元物質科学研究所研究発表会  
「製鉄原料塊成化プロセスからのCO<sub>2</sub>排出削減のための凝結材の検討(藤野)」
- 日本鉄鋼協会 第162回講演大会  
「焼結層の通気性に及ぼす金属系凝結材粒径の影響(藤野)」  
「鉄鉱石焼結反応の冷却過程における組織形成(加藤)」
- 6th European Coke and Ironmaking Congress  
「Effect of cooling rate on mineralogical texture of iron ore sinter(加藤)」  
「Effect of agglomeration agent on structure change and pressure drop in sintering bed(藤野)」
- ETD International Conference on New High Temperature Materials, Aug. Chicago, USA  
「Decisive factor of the Type IV damage at HAZ of welded joints in W containing 9% Cr ferritic creep resistant steels(藤田)」



## 地球大気の変化を捉える

### 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、その発見に引き続き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かつて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。これら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。



Ozonesonde launch at Salekhard, Russia (66N, 66E) in August, 2009.



FTIR Observation at Syowa Station, Antarctica (69S, 39E) in 2007.



客員教授  
中島 英彰  
Invited Professor  
Hideaki Nakajima



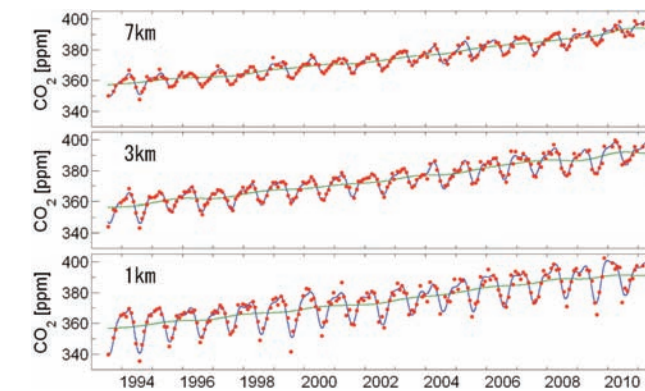
客員教授  
町田 敏暢  
Invited Professor  
Toshinobu Machida

#### 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>)濃度やメタン濃度の変動に大きな影響を及ぼしていると考えられている。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、1993年から2011年にかけての高度別のCO<sub>2</sub>濃度の変動を図に示す。地表付近におけるCO<sub>2</sub>濃度の季節変動から、シベリアにおける陸上生態系の活動規模の大きさがわかる。季節変動の振幅は上空ほど小さくなり、高度7kmでは高度1kmの半分程度である。地球の大気は1年のスケールで混合してしまうので、人口密度の小さいシベリアであっても全球の化石燃料燃焼の影響で、他の観測点とほぼ同じ率でCO<sub>2</sub>濃度が経年増加している。

さらに上空大気の観測データを得るために、2005年より民間航空機に観測装置を搭載して、これまでにない頻度で世界のCO<sub>2</sub>濃度の観測を実施している。民間航空機を使った定常的な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、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。



Time series of CO<sub>2</sub> mixing ratio over Siberia.



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

## ARTICLE

doi:10.1038/nature10556

### Unprecedented Arctic ozone loss in 2011

Glória L. Manney<sup>1,2</sup>, Michelle L. Santee<sup>3</sup>, Markus Rex<sup>4</sup>, Nathaniel J. Livesey<sup>5</sup>, Michael C. Pitts<sup>6</sup>, Pepijn Veefkind<sup>7,8</sup>, Eric R. Nash<sup>9</sup>, Ingo Wohltmann<sup>10</sup>, Ralph Lehmann<sup>11</sup>, Lucien Froklevaux<sup>12</sup>, Lamont R. Poole<sup>13</sup>, Mark R. Schoeberl<sup>14</sup>, David P. Haffner<sup>15</sup>, Jonathan Davies<sup>16</sup>, Valery Dorokhov<sup>17</sup>, Hartwig Germandt<sup>18</sup>, Bryan Johnson<sup>19</sup>, Rigel Kivi<sup>20</sup>, Esko Kyro<sup>21</sup>, Niels Larsen<sup>22</sup>, Pietermel F. Levelt<sup>23,24</sup>, Alexander Makshits<sup>25</sup>, C. Thomas McElroy<sup>26</sup>, Hideaki Nakajima<sup>27</sup>, Maria Concepción Parrondo<sup>28</sup>, David W. Tarasick<sup>29</sup>, Peter von der Gathen<sup>30</sup>, Kaley A. Walker<sup>31</sup> & Nikita S. Zinoviev<sup>32</sup>

Chemical ozone destruction occurs over both polar regions in local winter–spring. In the Antarctic, essentially complete removal of lower-stratospheric ozone currently results in an ozone hole every year, whereas in the Arctic, ozone loss is highly variable and has until now been much more limited. Here we demonstrate that chemical ozone destruction over the Arctic in early 2011 was—for the first time in the observational record—comparable to that in the Antarctic ozone hole. Unusually long-lasting cold conditions in the Arctic lower stratosphere led to persistent enhancement in ozone-destroying forms of chlorine and to unprecedented ozone loss, which exceeded 80 per cent over 18–20 kilometres altitude. Our results show that Arctic ozone holes are possible even with temperatures much milder than those in the Antarctic. We cannot at present predict when such severe Arctic ozone depletion may be matched or exceeded.

<sup>1</sup>Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California 91109, USA. <sup>2</sup>New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, New Mexico 87801, USA. <sup>3</sup>Richard Wagner Institute for Polar and Marine Research, D-34473 Potsdam, Germany. <sup>4</sup>NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia 23061, USA. <sup>5</sup>Royal Netherlands Meteorological Institute, 3730 AZ De Bilt, The Netherlands. <sup>6</sup>Delft University of Technology, 2600 GA Delft, The Netherlands. <sup>7</sup>Science Systems and Applications, Inc., Lanham, Maryland 20706, USA. <sup>8</sup>Science Systems and Applications, Inc., Hampton, Virginia 23066, USA. <sup>9</sup>Science and Technology Corporation, Lanham, Maryland 20706, USA. <sup>10</sup>Environment Canada, Toronto, Ontario, Canada M3H 5T4. <sup>11</sup>Central Aerological Observatory, Dolgoprudnyy 141700, Russia. <sup>12</sup>NASA Earth System Research Laboratory, Boulder, Colorado 80508, USA. <sup>13</sup>Arcus Research Center, Finnish Meteorological Institute, 00000 Solaankari, Finland. <sup>14</sup>Danish Climate Center, Danish Meteorological Institute, DK-2100 Copenhagen, Denmark. <sup>15</sup>Eindhoven University of Technology, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands. <sup>16</sup>Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg 199397, Russia. <sup>17</sup>National Institute for Environmental Studies, Tsukuba-city, 305-8506, Japan. <sup>18</sup>National Institute for Aerospace Technology, 28850 Torrejón de Ardoz, Spain. <sup>19</sup>University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada M5S 1A7.

A "Nature" paper which describes the first discovery of ozone hole in the Arctic in 2011.



## 科学的な環境調査とリスク評価に基づく環境リスクの管理

Risk management of environmental risks based on the integration of scientific risk assessment and environmental assessment

The integration of environmental sciences necessary for the methodologies of risk assessment, particularly for the environmental pollutions and hazardous chemicals, is essential 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 course we study various kinds of methodologies of risk assessment, experimental and field works, and the practical activities of risk mitigation, especially those utilizing microbiological activities. After the earthquake and tsunami disaster, we focus on geological risk management of tsunami sediments and wastes, as well as contaminated soils by radioactive substances.

地圏環境に深く関わる土壌、地下水、地表水、廃棄物などの環境リスクを適切に評価し、リスク軽減、リスクコミュニケーションなどの環境マネジメントを実践するための方法論について教育、研究を行う。

本連携講座では、東北大学と産業技術総合研究所の連携により、それぞれが保有するポテンシャルを補完し、教育および研究を通じて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講義と教育を行っている。

- ・環境や健康に関わる諸問題のリスクの定量的把握
- ・現場の調査や観測に基づいた環境問題の把握
- ・微生物を利用した様々な環境問題の解決
- ・自然科学と社会科学の融合(リスク認知・伝達)
- ・リスク評価の教育・研究を通じての社会・国際貢献
- ・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

平成22年から平成23年度の教育活動では、大学院生を対象とした授業(集中講義)および理系分科系の学生を対象とした講義やセミナーを実施した。また、東日本大震災の復興支援のための緊急セミナーや調査研究成果の公開などを行った。今後は国内外の大学院学生の受け入れや国際支援プログラムを視野に入れた対応を行う。

研究活動では、環境リスクに関わる広範な研究テーマを対象として、リスク評価手法、土壌・地下水汚染対策、科学的自然減衰、地下微生物の活用、バイオレメディエーション、環境汚染問題の社会的な解決策などの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汚染土壌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。

環境リスク評価の研究では、有害化学物質や廃棄物などに起因する人為的な環境汚染や天然に存在する金属元素、有機化合物および粉塵などの環境リスク問題を取り上げ、リスク評価のための方法論を検討している。図1は、土壌

や地下水のような地圏環境におけるリスク評価用に開発した詳細モデルの概要を示したものである。詳細モデルでは、地下の複雑な地質構造を3次的に表現し、様々な汚染物質の移動性や吸着性、さらには汚染浄化の反応プロセスを定量的に解析することができる。また、これまで開発を進めてきた土壌・地下水汚染のための地圏環境リスク評価システム(Geo-environment Risk Assessment System)を改良して、津波堆積物や災害廃棄物の環境リスクを評価する新たなバージョンを開発した。これまでに、事業所や工場、自治体、教育機関などに配布し、環境汚染問題に広く活用されている。

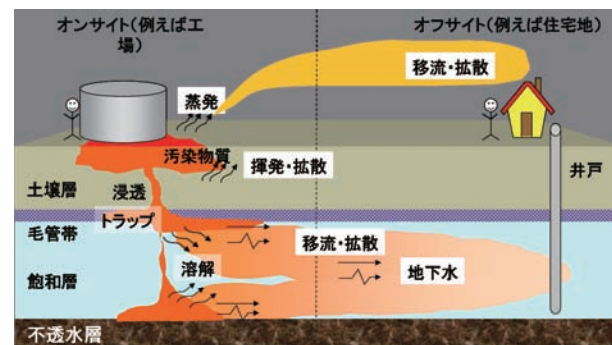
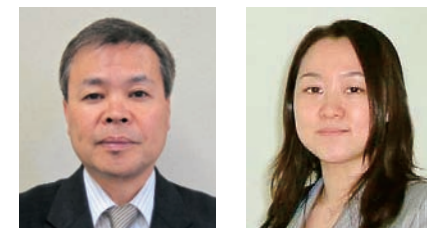


Fig 1 Detailed risk assessment model, GERAS-3, risk assessment system for Geo-environment.

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、青森県から千葉県に至る沿岸域を対象として、津波堆積物の緊急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ている。また、岩手県と宮城県沿岸域では、陸域からの土壌の移動も考慮した調査を実施した。図2は、宮城県内の調査地点と津波堆積物の状況を示したものである。東日本



客員教授  
駒井 武  
Visiting Professor  
Takeshi Komai

客員准教授  
竹内 美緒  
Visiting Associate Professor  
Mio Takeuchi

沿岸部で採取した津波堆積物について化学分析を行った結果、一部の地域でヒ素などの有害元素の濃度(溶出値)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予察的結果が得られた。



Fig.2 Geological survey and sampling of tsunami sediments at coastal areas in Miyagi Prefecture.

地質汚染の修復に関する研究では、民間企業との共同研究として難透水層を対象とした浄化に関わる研究を引き続き行っている。複数の汚染現場を対象として難透水層における脱塩素微生物(デハロココイデス)の分布や生息環境の解明を行い、難透水層でも場合によってはデハロココイデスの存在が確認できた。また、またテトラクロロエチレンの分解産物である塩化ビニルが検出されたことから、脱塩素反応がかなり進行していることが示唆された。さらに、微生物による脱塩素には水素の挙動が重要であるため、地層中における水素の挙動を解明するための研究も行っている。その結果、水素の拡散係数を把握することで、その移動性は堆積物の特性にあまり左右されないことが明らかになった。

地球温暖化ガスであり、爆発性ガスでもあるメタンの放出抑制を担う微生物活動(メタン酸化)に関する研究も行っている。これまで海底下の堆積物や天然ガス田における微生物学的な調査を実施してきた。その結果、嫌氣的メタン酸化は海底下で生成されるメタンのほとんどを消費している重要なプロセス(図3)であることが解明されてきており、それに古細菌のあるグループが関与していることも明らかになっている。また、陸域地下圏で地球化学的・微生物学的解析を行い、嫌氣的メタン酸化が淡水環境でも生じていることや、それに関わる微生物が海底のメタン酸化微生物と異なる事を明らかにした。

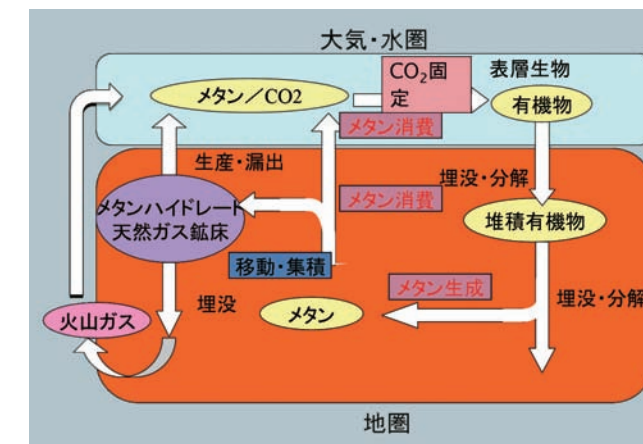


Fig.3 Global material circulation of greenhouse gases, methane and carbon dioxide, in marine and geo-environment.

### 特筆すべき実績

The methodology for evaluating environmental and economical risks from contaminated soil and groundwater has been studied, based on the exposure analysis from pathways in the environment. The risk assessment system for solid waste management, GERAS-waste, geo-environment risk assessment system was developed and distributed to industry, local government and academic institutions. We also 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. Bioremediation technology using microbes can be applied for geological contamination sites by volatile organic compounds. After the earthquake and tsunami disaster, we focus on the reconstruction activities, such as geological survey of tsunami sediments and disaster solid waste management in Tohoku district. Specialized seminar on the topics and the comprehensive discussion were held to disclose research outputs and databases obtained in the activities. These outcomes of research can also be utilized to environmental problems, such as ecological risk assessment, enhanced natural gas and oil production, and land use policy in industrial location.



## 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と適応対策

Utilizing biotechnology and bio-system as global warming mitigation and adaptation measures

We are engaged in Biotechnical Eco-management research for mitigation of Green House Gases (GHGs). The development of efficient microbial processes to produce useful products from waste biomass is a promising route that is expected to contribute to mitigation of GHGs. We applied the electrochemical cultivation system for a butanol-producing bacterium, *Clostridium acetobutylicum*, so as to develop a novel biorefining technology with electrolysis. A production of butanol by the resting cells of *C. acetobutylicum* increased approximately 2 times by the application of an electrochemical potential of +0.6 V. We proposed the novel electrochemical cultivation system for biorefinery processes, by which increase in the growth of *C. acetobutylicum* and butanol yield can be achieved. Furthermore, we observed a bacterium that can generate ethanol from glycerol, which is a byproduct of biodiesel production from oil plants, by means of the electrochemical cultivation technique. Ethanol production by bacterium from glycerol might be accelerated by the reducing conditions created during electrochemical cultivation.

社会を持続的発展が命題となり、キーワードとして、地球温暖化、エネルギーセキュリティ、低炭素社会等が認識されるようになってきた。また2011年の東日本大震災を経験し、我々は、エネルギー供給とエネルギー利用の光と影を強く認識することとなった。

バイオエコマネジメント学分野では、新エネルギー・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研究開発を行い、温室効果ガス(Green House Gases:GHGs)の地球上における循環制御や地球温暖化の緩和への貢献を目指している。新エネルギー・省エネルギーや資源リサイクルには、普及を妨げるもの「ギャップ」と「バリア」が存在する。新エネルギーのギャップやバリアを克服し、また資源リサイクルにも貢献するためには、戦略的なアプローチが必要となる。そこで、新エネルギーの一つバイオマスに関わり、2010年までに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。2011年では、電気を用いた革新的微生物変換技術の開発、さらに、電気を用いた未利用廃棄物系バイオマスからの物質生産の視点から、研究開発を進めた。

### 電気を用いた革新的微生物変換技術の開発 ～糖からのブタノール生産～

微生物を利用した廃棄物系バイオマスからの有用物質生産の中でも、次世代バイオ燃料であるブタノールの微生物による生産が注目されているが、生産性の低さが問題となっている。ブタノールの生産経路は多数の電子授受が関与する経路であるため、生産性の向上には電子の流れを考慮した生産制御法が必要と考えられている。一方、我々は電気を用いて微生物の生育を促進する電気培養法の開発を行っているが、この電気培養法をブタノール生産微生物に適用することにより、生産速度および量を含めた生産性を著しく向上できる可能性がある。そこで、ブタノールを生産する細菌である *Clostridium acetobutylicum* を対象に、廃棄物系バイオマスの分解中間体であるグルコースをモデル基質とした場合の電気によるブタノール生産の高効率化を図った。

#### (1) 電子媒体の添加によるブタノール生産および生育への影響

電気化学特性の異なる6種の電子媒体を各々培養液に添加し、未添加の培養液とブタノール生産を比べたところ、メチルピ

オロゲン(MV)を添加した場合のみブタノール生産が促進された。また、MVは細胞からの電子移行を受けて、生育に阻害を示す還元型となった。従って、通電により還元型MVを酸化型とし、細胞に供給することで、生育を阻害せず電子の移行を活発にし、ブタノール生産の促進を図れると予想された。

#### (2) 通電による生育およびブタノール生産の促進効果

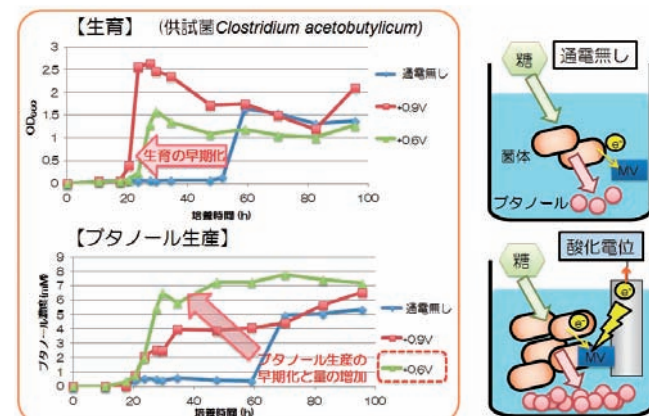
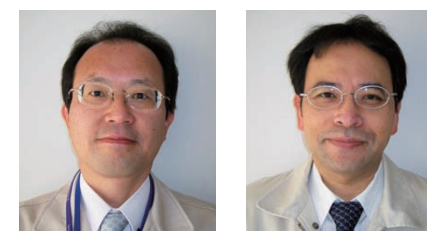


Fig.1 Growth promotion of *Clostridium acetobutylicum* and ethanol production by electrochemical cultivation method of microorganism.



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

+1.2 V ~ +0.3V (vs Ag / AgCl) の範囲で設定した電位で通電を行い、細胞により還元された MV を電気的に酸化しながら培養を行った。非通電時と比べ、通電時には生育およびブタノール生産が早期に開始され、特に +0.3 V, +0.6 V では細胞当たりのブタノール生産は約 1.5 倍に促進された (Fig.-1)。

### 電気を用いた未利用廃棄物系バイオマスからの物質生産 ~グリセロールからのエタノール生産~

油脂からバイオディーゼルを生産する際に副生成物として生じるグリセロールは、供給過多の状態にあり有効利用策が検討されているが、その一つとして有用物質への微生物変換が試みられている。電中研では、微生物の培養の際に通電を施すことで、培養困難な微生物の探索と代謝を制御可能な電気培養法を開発してきた。この方法をバイオマス変換に関わる微生物の探索に利用することで、新たな物質生産系の提案につながる可能性がある。そこで、グリセロールの微生物変換に着目し、電気培養による微生物の探索をおこなうとともに、新たな物質生産系を提案した。

#### (1) 電気培養によるグリセロール変換微生物の探索

湖沼底泥より取得した環境微生物群に対し、グリセロールを炭素源として含む培養液中で -0.6V (vs. Ag / AgCl) の電位を与えながら3週間培養した結果、顕著な微生物の増殖が生じ、グリセロールの減少に伴うエタノール生成が見られた。遺伝子解析の結果、増殖した微生物は、これまでグリセロール分解に関する報告例が極めて少ない *Paenibacillus* 属であることが分かった (Fig.-2)。

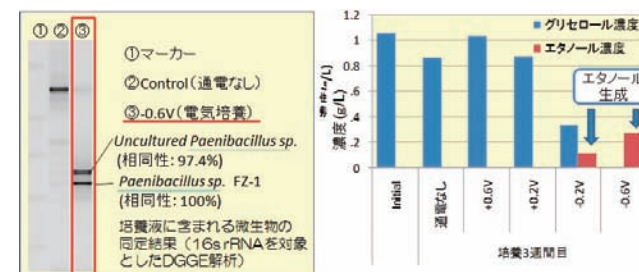


Fig.-2 DGGE analysis of microorganisms grown by electrochemical cultivation method(left) and ethanol producing abilities of glycerol converting bacterium(right).

#### (2) 電気培養によるエタノール生成促進効果の検証

取得した微生物を種々の酸化還元電位の下で3週間培養した結果、-0.2V (vs. Ag / AgCl) 以下の還元電位を与えた場合のみ、エタノール生成が起こることが明らかとなった (Fig.-2)。

これは、微生物のエタノール生成経路に含まれる還元反応に、電極で生じた電子が供給された結果、エタノール生成が促進されたことを示唆している。還元反応によるグリセロール変換促進の事例はこれまでに無く、電気培養を用いた新しい微生物変換系を提案することができた。今後は、条件の最適化と微生物の変換活性向上を図り、グリセロール実廃棄物を対象とした微生物変換の高効率化を目指す。

#### 招待講演等での活動

- 1) 渡部良朋, “新・省エネルギーと資源リサイクルに貢献する生物工学”, 生物工学会東日本支部 生物工学フォーラム: 「環境」と生物工学 (2011年5月)



## 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 石田 秀輝  
Professor  
Emile.H.Ishida



SEMSaT (Graduate Course in Strategic Environmental Management and Sustainable Technology Solutions) is a course for Master's Degree and Doctoral Degree that started in October, 2005 aims at fostering generalists who can manage the environmental strategies and policymaking at private sectors and administrations. (Adopted as five years project by the JST in 2005) In six years, 40 master course students and 5 doctoral course students have completed their studies.

The graduate is taking an active part in various areas of the enterprise, NGO and the administrative body. This course got A evaluation in the JST final evaluation, to advance the improvement of the program afterwards, and to achieve the end goal. It is decided to continue this course based on the necessity of environmental talent though this course is a program of five-year plan, and it ends once in March, 2010 and starts newly from April 2010. It aims at training the practical type environmental management talent immediately chiefly continuously for the member of society, and to contribute to the development of the sustainable society. It wants to train the practical type environmental management talent immediately chiefly continuously for the member of society, and to contribute aiming at the achievement of the sustainable society.

### 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、修士課程のコースである。科学技術振興調整費新興分野人材養成プログラムとして、平成17年10月開講、平成22年3月に終了し、JST最終評価で、A評価を頂き、最終目標を達成できた。5年間で修士課程44名、博士課程5名が修了している。修了生は、企業や行政機関、NGO等の様々な領域で活躍している。平成22年4月からは環境人材育成の必要性を踏まえ、文部科学省の特別教育研究経費の支援により、環境科学研究科において本人材養成を継続して行っている。



Course Guidance

### 今年の入学生

本コースでは、平成23年に7期生として社会人学生、6名の入学があった。6期生と合わせて11名の在校生がいる。今後も引き続き、主に社会人ならびに学生を対象とした即実践型環境マネジメント人材の養成を行い、環境学の構築、持続可能な社会の実現に向けて貢献したい。

### カリキュラムの自己評価と改善

環境省の環境人材育成のための大学教育プログラム開発の一環として、平成23年度は環境人材評価手法開発を行った。具体的には、本コースでの2年間の学習が、その後職場に戻ってから、どの程度効果を挙げているかの測定並びに卒業生と修了生の意見、情報交換等を主目的に、修了生が30分程度の発表をし、SEMSaT教授陣や他の修了生が質疑応答を行う「交流会」を5回に渉り東京で開催し、約30名がこれに参加した。交流会も含めた追跡調査の結果としては、

1. 平成21年実施のJST事後評価時点と比較して、2年経過後の現在では、さらにSEMSaTにおける教育の波及効果が広がっていること、
  2. 環境PO5名の波及効果の方が、他の調査対象者の波及効果よりも拡がりがあったこと、などがわかった。
- 調査は欧米を含めた大学や専門機関をベンチマークしながら行ったが、このような調査手法は十分には開発されておらず、独自に手法開発を行った結果である。今後も追跡評価調査は継続して行い、カリキュラムの進化につなげたい。ちなみに今年度はカリキュラムとして、PSS教材、サステナブル経済政策論を開発し、運用中のソリューション創出論、自然技術イノベーション論等の検証を行った。



Knowledge Share Meeting



准教授  
古川 柳蔵  
Associate Professor  
Ryuzo Furukawa

特任教授  
多田 博之  
Specially Appointed Professor  
Hiroyuki Tada

助手  
枝村 一磨  
Assistant  
Kazuma Edamura

### 広報・情報収集活動

平成23年3月および12月に開催された平成23年度「第1回環境人材育成に向けた大学全体会合」では、文科省、環境省の環境リーダー育成プログラム参加校とリーダー育成にかかわる問題点や考え方の意見交換を行い、運用に関わる有用な知見を得ることが出来た。

12月には本コースのHP (www.semsat.jp)を大幅に改築し、学生や教員の顔が、より鮮明に見えるようにした。また体験授業などを設けて、より具体的に授業内容が見えるようにした。

e-learningに関しては、今後も継続、進化させていく重要性に鑑み、新機材を導入し、ビデオ録画の効率性を飛躍的に改善させることができた。

また継続プログラムとして、第10回SEMSaTセミナーとして、求道会館に株式会社dff社長の清水久敬氏を迎え、ソーシャルマーケティングの可能性を議論した。さらに第11回SEMSaTセミナーとして、地元学の結城登美雄氏を迎え、地域で支え合う農・漁と食について対談を行った。

その他パンフレットのリニューアル、SEMSaTショートコースの開催、入試説明会への参加等、よりいっそう広報・情報収集活動に力を入れた。



Revised Home Page



SEMSaT Short Course

### 社会貢献

NPO 法人サステナブル・ソリューションズ〜小さな渦を育てる

社〜が設立されて、3年目を迎え、日本型の生活文化を残しながらも急速な環境劣化を迎えつつある沖永良部島で「今残しておきたいこと」をテーマに8月2日から4日まで第3回沖永良部島シンポジウムを主催した。

来場者は108名を数え、心豊かなライフスタイルについて再考しつつ、将来世代に我々が何を残していくべきかについて意見交換を行った。



SEMSaT Seminar

### Activities in 2011

- 10th SEMSaT Seminar, Kyudo Kaikan, February 7th, 2011
- 11th SEMSaT Seminar, Kyudo Kaikan, July 14th, 2011
- Okinoerabu Symposium, Floral Hotel, Aug2rd -4th, 2011
- 5th SEMSaT Short course, July 13th, Tohoku Univ Tokyo office, 2011
- 6th SEMSaT Short course, Nov. 17th, Tohoku Univ Tokyo office, 2011



Okinoerabu symposium 2011



## 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 – generally referred to as the Environmental Leadership Program – was offered during the 2011-2012 academic year under the auspices of the Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, supported by the Strategic Funds for the Promotion of Science and Technology of the Japanese Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. In this program, we plan to foster students who can manage the global and local environmental issues in the fields of energy, resources, and water, with both a practical and international perspective. In 2011, 25 students joined the regular course and 15 entered the basic course. We successfully met this year's quota with a diverse population from such countries as Brazil, China, Egypt, Indonesia, Japan, Mexico, and Sweden.

Despite the impact of the earthquake, all persons concerned gave their full dedication to the success of this program. A total of 7 classes in the Master Course and 3 classes in the Doctoral Course were carried out, in addition to a "Basic Course" in July. Special lectures and field work were additionally offered. In January 2011 was held the First International Symposium of Environmental Leader at the "Ecollab." Tohoku University. Many candidates attended the Second International Symposium of Environmental Leader at the Ho Chi Minh City University of Technology in December in Vietnam. A summer intensive English course and outdoor field study was featured for Master Course candidates during the summer in Nagano. Also, the first class of students' field work was carried out in the Chubu and Kansai regions to see actual business activities firsthand. Classes in English and intercultural understanding featuring discussions are under the instruction of English native-speaker specialists. Not only Tohoku University professors but also experienced guest lecturers held special classes for students and had discussions with them.

### 2011年の主な活動 (1月~12月)

- 1月 長期コース募集  
第1回環境リーダー国際シンポジウム (東北大学)
- 4月 BULLETIN (Web季刊誌) No.1 発行
- 5月 長期コースオリエンテーション 前期授業開始
- 6月 特別講演 (ノルウェー大使館・Statoil 社)
- 7月 基本コース受入開始 BULLETIN No.2 発行  
集中講義 フィールドワーク (長野)
- 8月 学外研修開始
- 9月 長期コース募集 基本コース第1回修了式  
フィールドワーク (JAXA 角田宇宙センター・水撃ポンプ見学)
- 10月 後期授業開始 特別講義 BULLETIN No.3 発行  
フィールドワーク (トヨタ自動車工業・パナソニック電工・ミツカン)
- 12月 基本コース集中講義 (DOWA)  
フィールドワーク (東日本リサイクル・細倉鉱山)  
第2回環境リーダー国際シンポジウム (ベトナム)

### 学生数 (2011年12月現在)

	修士	博士	合計	備考
在籍者	長期コース 15名 基本コース 2名	10名 2名	25名 4名	社会人1名(博士)
	小計	17名 12名	29名 29名	
修了生	基本コース 6名	5名	11名	社会人3名(修士1・博士2)
合計	23名	17名	40名	

### 開講科目 (2011年度)

課程	科目
修士	都市水環境論 エネルギー資源戦略論 環境リーダーセミナー 環境リーダー実践研修 サステナビリティ概論 環境経営・マネジメント概論 ソリューション創出論
博士	環境リーダー特別研修I 環境リーダー特別研修II 環境リーダーインターンシップ
共通	特別講義 フィールドワーク



Fig.01 The 1st International Symposium



Fig.02 Environmental Leadership Seminar



Fig.03 Water and Urban Environments



教授 田中 泰光 Professor Yasumitsu Tanaka  
准教授 李玉友 Associate Professor Yu-You Li  
教授 田路 和幸 Professor Kazuyuki Tohji  
教授 高橋 弘 Professor Hiroshi Takahashi  
教授 井奥 洪二 Professor Koji Ioku  
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  
特任教授 多田 博之 Specially-Appointed Professor Hiroyuki Tada  
准教授 松八重 一代 Associate Professor Kazuyo Matsubae  
助教 劉 予宇 Assistant Professor Yuyu Liu

### 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より環境・文化・時事問題などテーマを定め、国際化の技術と考え方を自由闊達な雰囲気の中で学ぶ。また、プレゼンテーション、ディスカッションなどによりリーダーの要素を養成。更に、環境科学における各分野の教授陣による、エネルギー・資源・水分野中心の講義にて高度な専門知識を習得。

### フィールドワーク・環境リーダーインターンシップ

実際の体験は「百聞は一見にしかず」「Seeing is believing」である。2011年は、長野において環境リーダーセミナー集中講義とフィールドワークを行い、信州大学にて講義を聴講。関西でのフィールドワークは、日本有数の自動車、電気・電子、食品の企業で現地学習を行い、寺社見学により国際的視点から日本文化の知見を深めた。このほか、他研究室主催のフィールドワークにも積極的に参加した。

### 環境リーダー国際シンポジウム(2回)

2011年1月、第1回シンポジウムを東北大学にて開催。本プログラムの紹介も兼ね、アジア4か国10機関より代表者を招き、国際交流と今後の研究に関する情報交換を行った。12月にはベトナムのホーチミン市工科大学にて第2回シンポジウムを開催。当プログラム教員および学生による口頭発表・ポスターセッションのほか、ホーチミン市工科大学関係者による口頭発表も併せ、活発な議論と交流を行った。また、ホーチミン市郊外のビンファン下水処理場の視察を行うと共に、ベトナムの文化、環境政策を理解し、問題解決策の提案や今後の各研究における新たな役割を発見した。

### 環境リーダー海外オフィス開設

	国	大学	代表者
8月	中国	上海交通大学	金放鳴 教授
9月	中国	西安建築科技大学	任勇翔 教授
10月	インドネシア	バンドン工科大学	木村喜博 教授
12月	ベトナム	ホーチミン市工科大学	Assoc. Prof. Huynh Thanh Son, Lecturer Luu Xuan Loc

### 広報活動

BULLETIN(Web季刊誌)発行 2011年4月・7月・10月 2012年1月 パンフレット 2011年8月改訂  
ホームページ <http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/sermss/index.html>



Fig.04 Visit to Panasonic Corporation



Fig.05 The 2nd International Symposium at HCMUT, Vietnam



Fig.06 Binh Hung Waste Water Treatment, Vietnam



Fig.07 Bandung Office, Indonesia



## 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

特任教授 霜山 忠男  
Specially Appointed Professor  
Tadao Shimoyama



This section was established when Professor Tohji was appointed Dean of GSES in April 2010, and is located on the second floor of the main building. The aim of this section is to provide support for professors and teaching staff in their research, education and contributions to society. We assist professors and other instructors in applying for fellowship grants (from MEXT and METI etc.) for their advanced studies by providing the latest information, presenting details, and giving advice on applications. We also work on the management and budget control of educational programs. In addition to supporting research, we also focus on research collaboration with companies and the local community. For instance, we support environmental collaborations such as the eco-house project, the low-carbon community project, and a green initiative project as part of our goal to promote environmental conservation/protection and improve the quality of life of residents. We are happy to support your research and projects.

2010年4月に発足した研究科長戦略支援室も2年目を迎えました。2011年は3月に発生した震災の影響で、研究科のこれまでの活動に震災復興と災害に強いまちづくりという重要なコンセプトが追加され、それを反映した新規計画の発足および、従来の研究開発プロジェクトの進展がありました。未曾有の災害に遭遇した被災地の実際に対応し、より安全で豊かな暮らしを創出するための支援活動をこれからも行っていきます。

### 教育支援

- ・環境リーダープログラム関連業務
- ・国際シンポジウム運営
- ・寄附講座留学生出入国および在日期間中のサポート

### 研究支援

(1) 研究資金獲得のために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ました。環境科学研究科、工学研究科の先生に関して、述べ34件を支援しましたが採択は9件に留まりました。今後採択率を上げるように努力する必要があります。

- JST 関連
  - ・RISTEX 戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発)
  - ・A-STEP ハイリスク挑戦
  - ・A-STEP 探索タイプ
  - ・先端計測・分析技術
  - ・研究シーズ探索プログラム(東日本大震災で被災した研究環境復旧助成)
  - ・さががけ
- NEDO 関連
  - ・先導的産業技術創出事業(若手研究 Grant)

(2) 産学マッチングの推進のために、8件のマッチングを行いました。大学からのニーズ2件、企業からのニーズ6件で、この

うち3件は共同での研究資金獲得申請に繋がりました。(3) 複数の部局と連携し、地元企業、自治体、関連企業の参画のもと、研究プロジェクトの支援活動を行っています。以下4件申請し、うち2件は既に採択され、検討委員会等の開催を行っています。

- JST「科学技術戦略推進費」(災害に強い0エミッションコミュニティ形成)  
平成23年度～平成27年度:総額81,000万円
- 経済産業省平成23年度スマートコミュニティ構想普及支援事業  
・「AC/DCハイブリッドグリッド活用住宅と住宅間のエネルギーシェアモデルの調査研究(=スマートヴィレッジプロジェクト)」  
平成23年度:総額995万円  
・「被災住宅地の高台移転を契機としたスマートコミュニティ可能性検討事業」  
平成23年度:総額665万円
- 経済産業省平成23年度補正予算 IT 融合による新産業創出のための研究開発事業  
・「スマートビルDC/ACハイブリッド制御システムの開発・実証」  
平成24年度:総額24,000万円
- 本学の「東北大学災害復興新生研究機構」において、研究科長のリーダーシップの下、本研究科が中心メンバーとして取り組んでいる「環境エネルギープロジェクト」でも支援活動を行っています。  
(平成24年度文部科学省予算)



Fig.1 環境エネルギープロジェクト 東北復興に向けたクリーンエネルギー研究開発シンポジウム



### 社会貢献支援

大学の社会貢献は、公開講座やフォーラム、産学連携事業等を通じて、教育研究成果を社会に発信・還元することにあります。2011年は研究科がこれまで継続的に行ってきたフォーラム等とは別に、土屋範芳教授が中心となった「環境科学研究科震災フォーラム」がシリーズで開催され、支援室では運営・実施を担当しました。また、支援室は震災を受けて科内に発足した震災復興提言ワーキンググループの一員として、一般向け提言冊子シリーズ「先取りしたい、2030年の暮らし」の制作発行を行っています。この冊子は、震災後の暮らしの構築という極めて一般的な問題を扱うため、従来の大学発の刊行物とは異なり、対象を小学生までに広げ、表現を和らげた新しい試みでしたが、5月の初号発行以降順調に受け入れ先を増やし、5巻を数えた現在では各地行政機関やNPO団体、個人の皆様へ1万部を無料配布しています。今後は、続刊の刊行と共に、宮城県との環境教育活動への応用などが予定されています。

さて、この度の災害では、電力供給の不安定さが露呈した形となりました。研究科に昨年竣工した校舎エコラボは、自然エネルギーを有効に活用する試みとして太陽光発電パネルとLiイオン電池による直流給電設備を備えていました。震災による停電時にも稼働していたこの設備は災害に強い電力供給のモデルとして注目を集め、見学者を増やしています。2011年の見学者団体および見学者総数は下記の通りです。

社団法人新都市ハウジング協会	茨城大学
住友林業	建築・社会工学科(授業)
九州電力総合研究所	バイエルマテリアルサイエンス
株式会社本田技術研究所	宮城県林業経営者協会
パナソニック電工	株式会社東芝
東北地方整備局	株式会社LIXIL
宮城県新産業振興課	JIEP社団法人エレクトロニクス実装学会
工学研究科国際交流室	河北新報社
学術会議夏季部会	宮城県国際経済・交流課
福音社編集部	慶應義塾大学
産学連携推進本部	三ツ星商会
オーストラリア大使館	ASHRAE調査団
ノルウェー大使館	河村電器産業株式会社
仙台市交流政策課	お茶の水女子大学
花王株式会社	加美町役場
スウェーデン大使館節団	日産自動車株式会社
日新製鋼株式会社	日本学術振興会
コケヨRDI	パナソニックセンター大阪
社団法人日本木造住宅産業協会	有限会社エボテック
サンゴパン社	株式会社村田製作所
八光建設株式会社	
尾形建築設計	
	(敬称略)
	計570名



Fig.2 エコラボ視察、意見交換の様子

エコラボはまた、復旧した「川内萩ホール」の共同企画展示のテーマとしても選出され、7月27日～9月30日の期間、その模型や館内で使用されている電池とともに、一般の皆様に向けて解説展示が行われました。

大学全体に関連した活動としては、「環境エネルギープロジェクト」の発足が挙げられます。この震災後、総長の指揮により「東北大学災害復興新生研究機構」が組織され、それを構成する7つのプロジェクトが活動を開始しました。支援室はこのうち「環境エネルギープロジェクト」の運営機関として、11月17日にシンポジウム「東北復興に向けたクリーンエネルギー研究開発シンポジウム」をメトロポリタン仙台で開催し、総長室との協同の下、東北地区6大学から理事やバイオマス、クリーンエネルギーを専門とする先生方を招き、大学の垣根を越えた体制の構築を図りました。クリーンエネルギーに関わる東北地区のポテンシャルを提示し、被災地域のニーズとのマッチングを進めるため、自治体の方々や研究者のインタビュー、それを発信するホームページの制作を進めています。(Fig.3)

こうした活動の他、研究科の定期刊行物として研究科概要及びニュースレター No.12、No.13、アクティビティレポート発行を行いました。ニュースレターでは、東日本大震災における当研究科の被害状況および当研究科の震災に係る取組みを取上げています。



Fig.3 環境エネルギープロジェクト HP (http://tohoku.fixsrv.biz/index.html)



## 業績レポート

### 都市環境・環境地理学講座

#### 環境動態論分野

##### 【論文】

- High-Temperature Protonic Conduction in  $\text{LaFeO}_3\text{-SrFeO}_{3-\delta}\text{-SrZrO}_3$  Solid Solutions [JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, 158 (2), (2011), B180-B188] Unemoto, Atsushi Kaimai, Atsushi Sato, Kazuhisa Kitamura, Naoto Yashiro, Keiji Matsumoto, Hiroshige Mizusaki, Junichiro Amezawa, Koji Kawada, Tatsuya
- In situ Observation of the Deformation and Mechanical Damage of SOFC Cell/Stack [ECS Transactions, 35(1), (2011), 225-229] K. Sato, T. Sakamoto, A. Kaimai, K. Yashiro, K. Amezawa T. Hashida, J. Mizusaki and T. Kawada
- Evaluation of Stress Conditions in Operated Anode Supported Type Cells Based on In-situ Raman Scattering Spectroscopy [ECS Transactions, 35 (1), (2011), 519-525] Masafumi Nagai, Fumitada Iguchi, Syo Onodera, Noriko Sata, Tatsuya Kawada, Hiroo Yugami
- Multiscale Simulation of Electro-Chemo-Mechanical Coupling Behavior of PEN Structure under SOFC Operation [ECS Transactions, 35 (1), (2011), 923-933] K. Terada, T. Kawada, K. Sato, F. Iguchi, K. Yashiro, K. Amezawa, M. Kubo, H. Yugami, T. Hashida, J. Mizusaki, H. Watanabe, T. Sasagawa and H. Aoyagi
- Mechanical Properties of  $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$  at High Temperatures under Controlled Atmospheres [ECS Transactions, 35(1), (2011), 1145-1149] Takuto Kushi, Kazuhisa Sato, Atsushi Unemoto, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada
- Effect of Redox Cycling on Mechanical Properties of Ni-YSZ Cermets for SOFC Anodes [ECS Transactions, 35 (1), (2011), 1473-1482] S. Sukino, S. Watanabe, K. Sato, F. Iguchi, H. Yugami, T. Kawada, J. Mizusaki, T. Hashida
- Cooperative Investigations on Degradation of Cathode Materials in Segment-in-Series Cells by MHI [ECS Transactions, 35 (1), (2011), 2191-2200] Harumi Yokokawa, Haruo Kishimoto, Katsuhiko Yamaji, Teruhisa Horita, Takao Watanabe, Tooru Yamamoto, Koichi Eguchi, Toshiaki Matsui, Kazunari Sasaki, Yusuke Shiratori, Tatsuya Kawada, Kazuhisa Sato, Toshiyuki Hashida, Atsushi Unemoto, Tatsuo Kabata, Kazuo Tomida
- Material Stability and Cation Transport of  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$  in SOFC Cathodic Conditions [ECS Transactions, 35(1), (2011), 2249-2253] M. Oh, A. Unemoto, K. Amezawa, T. Kawada
- Mechanical Properties of  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3-\delta}$  under Various Temperatures and Oxygen Partial Pressures [ECS Transactions, 35 (1), (2011), 2429-2434] Y. Kimura, T. Kushi, S. Hashimoto, S. Watanabe, K. Amezawa, T. Kawada, Y. Fukuda, A. Unemoto, K. Sato, K. Yashiro, J. Mizusaki, and T. Hashida
- Nanoprotonics in perovskite-type oxides: Reversible changes in color and ion conductivity due to nanoionics phenomenon in platinum-containing perovskite oxide [Solid State Ionics, 182 (1), (2011), 13-18] Hiroshige Matsumoto, Takayoshi Tanji, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada, Yoshiharu Uchimoto, Yoshihisa Furuya, Takaaki Sakai, Maki Matsuka, Tatsumi Ishihara
- Structure, water uptake and electrical conductivity of  $\text{TiP}_2\text{O}_7$  [Journal of the American Ceramics Society, 94 (5), (2011), 1514-1522] V. Nalini, M. H. Sorby, K. Amezawa, R. Haugsrud, H. Fjellvag, T. Norby
- Defects in scandium doped barium zirconate studied by Sc-45 NMR [Solid State Ionics, 192 (1), 83-87] Itaru Oikawa, Mariko Ando, Yasuto Noda, Koji Amezawa, Hajime Kiyono, Tadashi Shimizu, Masataka Tansho, and Hideki Maekawa
- Control of mixed protonic and electronic conductivity by mixing rare-earth ortho-borates [Solid State Ionics, 192 (1), (2011), 275-278] Hayato Takahashi, Atsushi Unemoto, Koji Amezawa, and Tatsuya Kawada
- Elastic Modulus and Internal Friction of SOFC Electrolytes at High Temperatures under Controlled Atmospheres [Journal of Power Sources, 196, (2011), 7989-7993] Takuto Kushi, Kazuhisa Sato, Atsushi Unemoto, Shinichi Hashimoto, Koji Amezawa, Tatsuya Kawada
- 高温・酸化/還元環境下における機械的特性評価法の開発 [日本機械学会論文集 A 編, 77 (780), (2011), 1357-1366] 渡辺智, 佐藤一永, 武山陽平, 井口史匡, 八代圭司, 雨澤浩史, 湯上浩雄, 橋田俊之, 水崎純一郎, 川田達也
- Elastic Moduli of  $\text{Ce}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{O}_{2-\delta}$  at High Temperatures under Controlled Atmospheres [Solid State Ionics, 198 (1), (2011), 32-38] Koji Amezawa, Takuto Kushi,

Kazuhisa Sato, Atsushi Unemoto, Shin-ichi Hashimoto, Tatsuya Kawada

- X-ray Absorption Spectroscopic Study on  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CoO}_{3-\delta}$  Cathode Materials Related with Oxygen Vacancy Formation [Journal of Physical Chemistry C, 115 (33), (2011), 16433-16438] Yuki Oriksa, Toshiaki Ina, Takayuki Nakao, Atsushi Mineshige, Koji Amezawa, Masatsugu Oishi, Hajime Arai, Zempachi Ogumi, Yoshiharu Uchimoto
- Local structural analysis for oxide ion transport in  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{FeO}_{3-\delta}$  cathodes [Journal of Materials Chemistry, 21, (2011), 14013-14019] Yuki Oriksa, Takayuki Nakao, Masatsugu Oishi, Toshiaki Ina, Atsushi Mineshige, Koji Amezawa, Hajime Arai, Zempachi Ogumi, Yoshiharu Uchimoto
- X-ray Absorption Spectroscopic Study on Mixed Conductive  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$  Cathodes I. Electrical Conductivity and Electronic Structure [Physical Chemistry Chemical Physics, 13, (2011), 16637-16643] Yuki Oriksa, Toshiaki Ina, Takayuki Nakao, Atsushi Mineshige, Koji Amezawa, Masatsugu Oishi, Hajime Arai, Zempachi Ogumi, Yoshiharu Uchimoto
- Ionic Conductivity of Magnesium Titanium Phosphates densified by using Spark Plasma Sintering Method [Proceedings of the 12th Conference of the European Ceramic Society, ECerS XII, (2011)] Hiroo Takahashi, Koji Amezawa, and Hitoshi Takamura

##### 【総説・解説】

- In situ 測定(5) X線吸収分光法 蓄電池・SOFC. [電気化学および工業物理化学, 79 (9), (2011), 720-727] 雨澤浩史, 内本喜晴

#### 自然/人間環境地理学分野

##### 【論文】

- 仙台のヒートアイランドと海風の影響 [地学雑誌, 120 (2), (2011), 382-391] 境田清隆, 江越新, 倉持真之
- Land subdivision and land use change in the frontier settlement zone of Mount Meru, Tanzania [African Study Monographs, Supplementary issue (42), (2011), 101-118] Gen Ueda

##### 【著書】

- 山の民の地域システム—タンザニア農村の場所・世帯・共同性 [東北大学出版会, (2011)] 上田元

#### 都市・地域環境システム学分野

##### 【論文】

- Possible earthen dam failure mechanisms of Fujinuma reservoir due to the Great East Japan Earthquake of 2011. [Hydrological Research Letters, 5, (2011), 69-72]

Keisuke Ono, So Kazama, Seiki Kawagoe, Yoshiyuki Yokoo and Luminda Gunawardhana

- Evaluation of seasonal habitat variations of freshwater fishes, fireflies, and frogs using a habitat suitability index model that includes river water temperature. [Ecological Modelling, 222 (20-22), (2011), 3718-3726] Kei Nukazawa, Jun-ichi Shiraiwa, So Kazama
- Impact of Urbanization and Climate Change on Aquifer Thermal Regimes. [Water Resources Management, 25 (13), (2011), 3247-3276] Luminda Niroshana Gunawardhana, So Kazama, Saeki Kawagoe
- Groundwater Temperature as a Proxy to Estimate Ground Surface Warming Attributed to Anthropogenic Impacts in 20th Century in Japan. [ASPIRE/IWA, 19-3-3, (2011)] L. N. Gunawardhana and S. Kazama
- The relationship between discharge and nutrient concentration in inundation areas in Cambodia. [ASPIRE/IWA, P-18-7, (2011)] A. Amano and S. Kazama
- Climate change impacts on groundwater temperature change in the Sendai plain, Japan. [Hydrological Processes, 25 (17), (2011), 2665-2678] Luminda Niroshana Gunawardhana and So Kazama
- Water conflict vulnerability of regions. [Risk in water resources management, IAHS publication, 347, (2011), 267-273] Nilupul Gunasekara and So Kazama
- Monte Carlo experiments for uncertainty investigation of glacier melt discharge predictions through surface energy balance analysis. [Cold regions hydrology in a changing climate, IAHS publication, 346, (2011), 103-108] Freddy Soria and So Kazama
- Temporal variation in acidity and ion concentration of snowmelt water in light and heavy snow years. [Cold regions hydrology in a changing climate, IAHS publication, 346, (2011), 86-91] Yoshihiro Asaoka, Yukari Takeuchi and So Kazama
- Groundwater temperature as a tracer to estimate anthropogenic impacts: past, present and future. [Conceptual and Modelling Studies of Integrated Groundwater, Surface Water, and Ecological Systems, IAHS Publication, 345, (2011), 10-16] Luminda Gunawardhana and So Kazama
- Analysis of extreme daily rainfall in southeast Asia with a gridded daily rainfall data set. [Hydroclimatology: Variability and Change, IAHS Publication, 344, (2011), 169-175] Keisuke Ono and So Kazama
- Damage from the Great East Japan Earthquake and Tsunami - A quick report. [Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 16 (7), (2011), 803-818] Nobuo Mimura & Kazuya Yasuhara & Seiki Kawagoe & Hiromune Yokoki & So Kazama
- Benthic communities and genetic structure of caddisfly *Stenopsyche marmorata* along a mountain stream



fragmented by slit and unslit sabo dams. [River Basin Management VI, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 146, (2011), 263-274] K. Nukazawa, S.Kazama, K. Watanabe & J. Kang

- 河川水温を考慮した HSI モデルによる水生生物の生息環境評価 [水工学論文集, 55, (2011), 1255-1260] 藤澤桂, 白岩淳一, 風間聡
- 水理氾濫モデルと現地患者数を用いた水系感染症リスクの時空間分布 [水工学論文集, 55, (2011), 643-648] 天野文子, 佐久間太佑, 風間聡
- 積雪深データ同化による融雪出水解析 [水工学論文集, 55, (2011), 403-408] 柏俊輔, 朝岡良浩, 風間聡
- 東南アジア熱帯地域における降雨極値の空間解析 [水工学論文集, 55, (2011), 283-288] 小野桂介, 風間聡
- Monitoring inequalities in irrigation water supplies for sustainable irrigation management. [Annual J. of Hydraulic Engineering, 55, (2011), 115-120] Nilupul Gunasekara and So KAZAMA
- Potential Impacts of climate change on the tropical Andes. [Annual J. of Hydraulic Engineering, 55, (2011), 79-84] Freddy Soria and So KAZAMA
- Snow and glacier contribution from Italian Alps for seasonal river discharge in Tagliamento River. [Annual J. of Hydraulic Engineering, 55, (2011), 67-73] Luminda Gunawardhana and So KAZAMA
- Distributed specific sediment yield estimations in Japan attributed to extreme-rainfall-induced slope failures under a changing climate. [Hydrology and Earth System Science, 15, (2011), 197-207] K. Ono, T. Akimoto, L. N. Gunawardhana, S. Kazama, and S. Kawagoe
- Water disaster impact on climate change and its adaptation. [Proceedings of International Symposium, Promoting Synergies among adaptation networks in the Asia-Pacific Region, (2011), 27] So Kazama
- Mineralization of antibiotic sulfamethoxazole by photoelectro-Fenton treatment using activated carbon fiber cathode and under UVA irradiation [Applied Catalysis B: Environmental, 102, (2011), 378-386] Aimin Wang, Yu-You Li, Adriana Ledezuma
- Fluorescence spectral characteristics of the supernatants from an anaerobic hydrogen-producing bioreactor [Applied Microbiology and Biotechnology, 89 (1), (2011), 217-224] Wei-Hua Li, Guo-Ping Sheng, Rui Lu, Han-Qing Yu and Yu-You Li, Hideki harada
- UASB 法による製紙工場メタノール含有廃水と廃棄物の複合処理 [環境技術, 40 (3), (2011), 130-137] 高橋慎太郎, 小林拓朗, 李玉友, 原田秀樹
- 食品標準成分に基づく生ごみのメタン発酵および水素発酵によるエネルギー回収ポテンシャル評価 [環境技術, 40 (3), (2011), 159-166] 小林拓朗, 李東烈, 徐開欽, 李玉友, 稲森悠平
- Feasible power production from municipal sludge using an improved anaerobic digestion system [Ozone:

Science & Engineering, 33, (2011), 164-170] K. Komatsu, H. Yasui, R. Goel, Y.Y. Li, and T. Noike

- Novel anaerobic digestion process with sludge ozonation for economically feasible power production from biogas [Water Science and Technology, 63 (7), (2011), 1467-1475] K. Komatsu, H. Yasui, R. Goel, Y.Y. Li, and T. Noike
- Performance and characterization of a newly developed self-agitated anaerobic reactor with biological desulfurization [Bioresource Technology, 102, (2011), 5580-5588] Takuro Kobayashi, Yu-You Li
- メタノール廃水の UASB 処理およびグラニューール形成に及ぼすデンプン添加の影響 [土木学会論文集 G (環境), 67 (2), (2011), 60-68] 関峰, 小林拓朗, 高橋慎太郎, 李玉友, 大村達夫
- Enhancement of thermophilic anaerobic digestion of thickened waste activated sludge by combined microwave and alkaline pretreatment [Journal of Environmental Science, 23(8), (2011), 1-9] Yong-Zhi Chi, Yu-You Li, Xue-Ning Fei, Shao-Po Wang, Hong-Ying Yuan.
- Effect of starch addition on the biological conversion and microbial community in a methanol-fed UASB reactor during long-term continuous operation [Bioresource Technology, 102, (2011), 7713-7719] Takuro Kobayashi, Feng Yan, Shinichiro Takahashi, Yu-You Li.
- Novel online monitoring and alert system for anaerobic digestion reactors, [Environmental Science and Technology, 45, (2011), 9093-9100] Fang Dong, Quan-Bao Zhao, Wen-Wei Li, Guo-Ping Sheng, Jin-Bao Zhao, Yong Tang, Han-Qing Yu, Kengo Kubota, Yu-You Li and Hideki Harada.
- High-solid mesophilic methane fermentation of food waste with an emphasis on Iron, Cobalt, Nickel requirement [ASPIRE/IWA, 22-5-3, (2011)] Hong Qiang, Dong-Li Lang, Yu-You Li.
- Effect of temperature on hydrogen fermentation on cellulose [Proc. of the 7th International Conference on Environmental Anaerobic Technologies and Bioenergy, (2011), 100-108] Gadow S. I., and Yu-You Li.
- High-solid thermophilic methane fermentation of food waste with an emphasis on Iron, Cobalt, Nickel requirements [Proc. of the 7th International Conference on Environmental Anaerobic Technologies and Bioenergy, (2011), 109-119] Hong Qiang, and Yu-You Li.
- Performance evaluation and effect on circulation rate in a bio-desulfurization process aerated by biogas circulation [Proc. of the 7th International Conference on Environmental Anaerobic Technologies and Bioenergy, (2011), 198-214] Takuro Kobayashi, Kaiqin Xu, Yu-You Li, Yuhei Inamori.
- Comparison between thermophilic and mesophilic

anaerobic digestion of waste activated sludge by combined NaOH-microwave pretreatment [Proc. of the 7th International Conference on Environmental Anaerobic Technologies and Bioenergy, (2011), 255-264] Yong-Zhi Chi, Yu-You Li, Min Ji, Shao-Po Wang, Hong-Ying Yuan, Xue-Ning Fei.

- Simulation of adsorption equilibrium of heavy metal cations on soils in circumneutral aqueous solution: influences of solution pH and dissolved humus substances. [Advanced Materials Research, 287-290, (2011), 2822-2825] Yuyu Liu, Takeshi Kobayashi, Takashi Kameya, Yukari Takahashi, Yuko Ohashi.
- Highly stable hydroxyl anion conducting membranes poly(vinyl alcohol)/poly (acrylamide-co-diallyldimethylammonium chloride) (PVA/PAADDA) for alkaline fuel cells: Effect of cross-linking. [International Journal of Hydrogen Energy, 37(5), (2012), 4580-4589], Jinli Qiao, Jing Fu, Lingling Liu, Yuyu Liu, Jiawei Sheng.
- UASB リアクターを用いたメタノール廃水の嫌気性処理に関する研究 [水処理生物学会誌, 47(2), (2011), 95-102] 関峰, 小林拓朗, 高橋慎太郎, 李玉友, 大村達夫
- 下水浄化センターの水処理プロセスにおけるメタン発生量の定量化手法に関する検討 [下水道協会誌, 48(588), (2011), 119-125] 増田周平, 鈴木俊輔, 李玉友, 西村修
- 生ごみの分別排出における住民負担の経済的評価 [土木学会論文集 G (環境), 67(7), (2011), III 605-613] 小野寺秀明, 李玉友, 原田秀樹
- バイオガス循環曝気式新規生物脱硫プロセスの連続実験による性能評価 [土木学会論文集 G (環境), 67(7), (2011), III 651-660] 小林拓朗, 徐開欽, 李玉友, 海老江美孝, 稲森悠平
- 循環式水素・メタン二段発酵プロセスにおける汚泥返送方法が水素発酵に及ぼす影響 [水環境学会誌, 34(11), (2011), 161-171] 小林拓朗, 吳亜鵬, 徐開欽, 李玉友, 海老江美孝, 稲森悠平
- 常温条件下 CAST 工艺亚硝酸型硝化的实现及特性 [环境工程学报, 5(7), (2011), 1454-1458] 刘艳辉, 孙力平, 王少坡, 刘媛, 于静洁, 李玉友

#### 【著書】

- Climate change and global sustainability: A holistic approach. [United Nations University Press, d (2011)] Akimasa Sumi, Nobuo Mimura and Toshihiko Masui 編
- 水文学. [株式会社コロナ社, (2011)] 風間聡
- 水素発酵 [水の処理・活用大事典, 産業調査会, (2011), 541-547] 李玉友

#### 【総説・解説】

- 東日本大震災による汚水処理施設の被害と応急対策 [環境技術, 40(7), (2011), 436-441] 李玉友, 高橋慎太郎, 佐野慈, 増田周平
- 汚水処理施設の被害と復旧状況 [水環境学会誌, 34(A12), (2011), 415-418] 李玉友

●汚水汚泥中病原微生物の性質及灭活方法 [天津城市建设学院学报, 17(1), (2011), 48-54] 池勇志, 薛彩虹, 刁钰兰, 费学宁, 李玉友

●厌氧消化技术在日本有机废水和废弃物处理中的应用 [中国给水排水, 27(8), (2011), 27-33] 池勇志, 刁钰兰, 薛彩虹, 小林拓朗, 李玉友

●荧光原位杂交技术在活性污泥菌群识别中的研究进展 [化学通报, 74(6), (2011), 520-527] 费学宁, 曹阳, 郝亚超, 池勇志, 李玉友

## 国際環境・地球環境学講座

### 国際経済環境研究分野

#### 【論文】

●東アジアにおけるリサイクル貿易の現状と課題 [日本通商政策論, (2011)] 佐竹正夫, 齊藤崇

### 環境・エネルギー経済研究分野

#### 【論文】

- Potential Climate Effect on Japanese Rice Productivity [Climate Change Economics, 2 (3), (2011), 237-255] Tanaka K., S. Managi, K. Kondo, K. Masuda, Y. Yamamoto.
- Heterogeneity on the Technical Efficiency in Japanese Airports [The Singapore Economic Review, 56 (4), (2011), 523-534] Barros, C.P., Managi, S. and Y. Yoshida.
- Testing the International Linkage in the Platinum-group Metal Futures Markets [Resources Policy, 36 (4), (2011), 339-345] Aruga, K. and S. Managi.
- Price Linkages in the Copper Futures, Primary, and Scrap Markets [Resources, Conservation & Recycling, 56 (1), 43-47] Aruga, K. and S. Managi.
- A License Scheme: An Optimal Waste Management Policy under Asymmetric Information [Journal of Regulatory Economics, (2011)] Shinkuma, T. and S. Managi, S.
- Does the Housing Market Respond to Information Disclosure?: Effects of Toxicity Indices in Japan [Journal of Environmental Management, (2011)] Hibki, A. and S. Managi.
- The Impacts of Exchange Rate Volatility on Vegetable Trade Flows [Applied Economics, (2011)] Karemera, D., Managi, S., Reuben, L., and Spann, O.
- Cost Efficiency of Japanese Steam Power Generation Companies: A Bayesian Comparison of Random and Fixed Frontier Models [Applied Energy, (2011)] Assaf, A., Barros, C.P., and S. Managi, S.
- Stock Prices of Clean Energy Firms, Oil and Carbon Markets: A Vector Autoregressive Analysis [Energy



Economics, (2011)] Kumar, S., Managi, S. and A. Matsuda, S.

- Catch Limits, Capacity Utilization and Cost Reduction in Japanese Fishery Management [Agricultural Economics, (2011)] Yagi, M. and S. Managi, S.
- Modal Choice between Air and Rail: A Social Efficiency Benchmarking Analysis that considers CO2 Emissions [Environmental Economics and Policy Studies, (2011)] Fukuyama, H., Yoshida, Y., and S. Managi, S.
- The Pollution Release and Transfer Register System in the U.S. and Japan: An Analysis of Productivity [Journal of Cleaner Production, (2011)] Fujii, H., Managi, S., and H. Kawahara, S.
- 国内製造業の環境技術特許と財務パフォーマンスの因果関係性分析 [環境科学会誌, (2011)] 藤井秀道, 八木迪幸, 馬奈木俊介, 金子慎治
- 生物多様性と生態系サービスの経済分析 [季刊環境研究, (2011)] 馬奈木俊介
- 都市ガス事業への規制緩和の効果 [ガス事業研究会報告書, (2011)] 馬奈木俊介
- Tests on Price linkage between the U.S. and Japanese Gold and Silver Futures Markets [Economics Bulletin, 31 (2), (2011), 1038-1046] Aruga, K. and S. Managi.
- The Technical Efficiency of the Japanese Banks: Non-Radial Directional Performance Measurement with Undesirable Output [Omega - The International Journal of Management Science, 40 (1), (2011), 1-8] Barros, C.P., S. Managi, and R. Matousek.
- VOC 排出量を考慮した国内製造業の生産性分析 [計画行政, (2011)] 藤井秀道, 馬奈木俊介, 川原博満
- 低炭素社会への道: 政策とビジネスとのリンケージ [公営企業, 6, (2011), 18-24] 馬奈木俊介
- コンパクトシティは環境改善に繋がるか? 全国市町村データを用いた実証分析 [環境科学会誌, (2011)] 岩田和之, 馬奈木俊介
- 生物多様性保全に関する環境意識の決定要因～ミレニアム開発目標との関係性において [環境科学会誌, (2011)] 倉増啓・鶴見哲也・馬奈木俊介
- 経済実験による排出量取引市場の取引メカニズムの評価 [環境科学会誌, (2011)] 田中健太, 小谷浩示, 馬奈木俊介
- 自治体における教育効果の要因分析 [山梨県立大学国際政策学部紀要, 6, (2011), 129-138] 森田玉雪, 馬奈木俊介

#### 【著書】

- Waste and Recycling: Theory and Empirics. [Routledge, New York, USA., (2011)] Shinkuma, T. and Managi, S.
- Technology, Natural Resources and Economic Growth: Improving the Environment for a Greener Future. [Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK., (2011)] Managi, S.
- 生物多様性の経済学—経済評価と制度分析 [中央経済社, (2011)] 馬奈木俊介
- 環境・資源経済学入門—市場は有効か? [昭和堂,

(2011)] 馬奈木俊介  
● 環境政策とビジネス—環境経営学入門— [昭和堂, (2011)] 馬奈木俊介, 豊澄智己

### 環境技術イノベーション分野

#### 【論文】

- 東北大学大学院環境科学研究科における高度社会人環境人材養成プログラムの実践と課題 [環境科学会誌, 24 (4), (2011), 320-328] 古川柳蔵, 石田秀輝

#### 【著書】

- 未来の働き方をデザインしよう—2030年のエコワークスタイルブック— [日刊工業新聞社, (2011)] 石田秀輝, 古川柳蔵, コクヨ(株) RDI センター
- 次世代バイオメテイクス研究の最前線 [シーエムシー出版, (2011)] 石田秀輝, 古川柳蔵
- スマートハウスの発電・蓄電・給電技術の最前線 [シーエムシー出版, (2011)] 田路和幸監修 古川柳蔵ほか

#### 【総説・解説】

- 地下資源文明からの離陸—新しいくらしのかたち— [空気が調和・衛生工学, 85 (10), (2011), 777-783] 石田秀輝, 古川柳蔵, 須藤祐子
- バックキャスティングから見た, 日本人のライフスタイル—2020年へ向けた生活者のライフスタイル— [公益財団法人吉田秀雄記念事業財団委託研究プロジェクト第7回研究会レポート, (2011), 1-68] 古川柳蔵
- イノベーションを通してライフスタイルを変えることができるのか [SUFRAN, (25), (2011), 33-36] 古川柳蔵
- ネイチャー・テクノロジー—自然に学び技術をみがき, 未来をつくる— [milsil, 20 (4), (2011), 6-9] 石田秀輝, 古川柳蔵

## 太陽地球システム・エネルギー学講座

### 地球環境・エネルギー学分野

#### 【論文】

- Progress of hydration reactions in olivine-H<sub>2</sub>O and orthopyroxene-H<sub>2</sub>O systems at 250°C and vapor-saturated pressure [Chemical Geology, 289, (2011), 245-255] Atsushi Okamoto, Yuichi Ogasawara, Yasumasa Ogawa and Noriyoshi Tsuchiya
- Determination of total contents of bromine, iodine and several trace elements in soil by polarizing energu-dispersive X-ray fluorescence spectrometry [Soil Science and Plant Nutrition, 57 (1), (2011), 19-28] Akira Takeda, Shin-ichi Yamasaki, Hirofumi Tsukada, Yuichi Takaku, Shun'ichi Hisamatsu, and Noriyoshi Tsuchiya
- 偏光式エネルギー分散型蛍光 X 線分析法による土壌お

よび底質中の微量元素の同時分析 [分析化学, 69 (4), (2011), 315-323] 山崎慎一, 松波寿弥, 武田晃, 木村和彦, 山路功, 小川泰正, 土屋範芳

- Effects of general zero-valent metals power of Co/W/Ni/Fe on hydrogen production with H<sub>2</sub>S as a reductant under hydrothermal conditions [International Journal of Hydrogen Energy, 36, (2011), 8878-8884] Shiping Zhang, Fangming Jin, Xu Zeng, Jiajun Hu, Zhibao Huo, Yuanqing Wang, Noriaki Watanabe, Nobuo Hirano, and Noriyoshi Tsuchiya
- Precise 3D Numerical Modeling of Fracture Flow Coupled With X-Ray Computed Tomography for Reservoir Core Samples [SPE (Society of Petroleum Engineers) Journal, 16 (3), (2011), 683-691] Noriaki Watanabe, Takuya Ishibashi, Nobuo Hirano, Yutaka Ohsaki, Yoshihiro Tsuchiya, Tetsuya Tamagawa, Hiroshi Okabe, and Noriyoshi Tsuchiya
- Enhanced hydrogen production from biomass via the sulfur redox cycle under hydrothermal conditions [International Journal of Hydrogen Energy, 36, (2011), 10674-10682] Putri Setiani, Javier Vilca'ez, Noriaki Watanabe, Atsushi Kishita, Noriyoshi Tsuchiya
- Sustainable and Enhanced Hydrogen Production from Biomass through Sulfur Redox Cycle using Georeactor [Geothermal Resources Council Transaction, 35, (2011), 135-138] Putri Setiani, Javier Vilca'ez, Noriaki Watanabe, Atsushi Kishita, and Noriyoshi Tsuchiya
- Advanced Direct Use of Geothermal Energy for Hydrogen Production and Material Conversion [Geothermal Resources Council Transaction, 35, (2011), 143-146] Noriyoshi Tsuchiya and Noriaki Watanabe
- Geology and Surface Hydrothermal Alteration of Malabar Area, Northern Part of the Wayang Windu Geothermal Field, Indonesia [Geothermal Resources Council Transaction, 35, (2011), 1029-1031] Arif Susanto, Noriyoshi Tsuchiya, Emmy Suparka, Nobuo Hirano, Atsushi Kishita, Yudi Indra Kusumah
- 酸性河川中でのレアメタル (In, Ga) および有害元素 (As, Pb) の吸着・分別挙動に関する実験的研究 [資源地質, 61 (3), (2011), 167-180] 梶原雅博, 小川泰正, 土屋範芳
- Application of the microboudin method to palaeodifferential stress analysis of deformed impure marbles from Syros, Greece: Implications for grain-size and calcite-twin palaeopiezometers [Journal of Structural Geology, (2011)] Toshiaki Masuda, Tomoya Miyake, Nozomi Kimura, Atsushi Okamoto
- In situ observation of the crystallization pressure induced by halite crystal growth in a microfluidic channel [American Mineralogist, 96, (2011), 1012-1019] Kotaro Sekine, Atsushi Okamoto, Kazuo Hayashi
- Textures of syntaxial quartz veins synthesized by

hydrothermal experiments [Journal of Structural Geology, (2011)] Atsushi Okamoto, Kotaro Sekine

- Thermodynamic forward modeling of progressive dehydration reactions during subduction of oceanic crust under greenschist facies conditions [Earth and Planetary Science Letters, (2011)] Tatsu Kuwatani, Atsushi Okamoto, Mitsuhiro Toriumi
- Development of CFR-PEEK core holder for X-ray CT based numerical analysis of fluid flow within fractured samples under confining pressure. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper C] N. Watanabe, T. Ishibashi, N. Tsuchiya, Y. Ohsaki, T. Tamagawa, Y. Tsuchiya, H. Okabe, H. Ito
- Evaluation and Prediction of fluid flow through fracture under confining pressure in various scales. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper N] T. Ishibashi, N. Watanabe, N. Hirano, A. Okamoto, N. Tsuchiya
- Core analysis towards the integration with logging and borehole data. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper T] H. Ito, Y. Sanada, N. Watanabe, T. Tsuji, T. Mukunoki, F. Yamada, K. Kawabata
- X-ray CT based numerical analysis of fracture flow for core samples under various confining pressures. [Engineering Geology, 123, (2011), 338-346] N. Watanabe, T. Ishibashi, Y. Ohsaki, Y. Tsuchiya, T. Tamagawa, N. Hirano, H. Okabe, N. Tsuchiya
- Characterisation and photocatalytic activity of structure-controlled spherical granules of an anatase/hydroxyapatite composite. [Materials Research Bulletin, 46 (12), (2011), 2283-2287] M. Kamitakahara, O. Kawaguchi, N. Watanabe, K. Ioku
- Hydrothermal synthesis of porous hydroxyapatite ceramics composed of rod-shaped particles and evaluation of their fracture behavior. [Ceramics International, 38, (2011), 1649-1654] S. Murakami, K. Kato, Y. Enari, M. Kamitakahara, N. Watanabe, K. Ioku
- Morphology and composition of hydroxyapatite particles synthesized hydrothermally from tricalcium phosphates. [Transactions of the Materials Research Society of Japan, 36 (3), (2011), 405-408] M. Kamitakahara, Y. Enari, N. Watanabe, K. Ioku

### 太陽地球計測学分野

#### 【論文】

- Reflection imaging of EGS reservoirs using microseismicity as a source [Proc. Stanford Geothermal Workshop, (2011), 909-913] H. Asanuma, K. Tamakawa, N. Soma H. Niitsuma, R. Baria, M. Haring



- Estimation of structure inside EGS reservoir at Cooper Basin, Australia by analysis of source parameters [EAGE WS on microseismicity, PAS23, (2011)] H. Asanuma, Y. Kawamura, H. Niitsuma and D. Wyborn
- Characteristics of microearthquakes at Yanaizu-Nishiyama geothermal field [Transactions GRC, 35, (2011), CD-ROM] H. Asanuma, S. Mitsumori, M. Adachi, M. Saeki, K. Aoyama, H. Ozeki, Y. Mukuhira and H. Niitsuma
- Reflection imaging of EGS reservoirs at Soultz and Basel using microseismic multiplets as a source [Transactions GRC, 35, (2011), CD-ROM] H. Asanuma, K. Tamakawa, H. Niitsuma, R. Baria, M. Haring
- Identification of fracture orientation for the large magnitude microseismic events recorded at Basel, Switzerland in 2006 [Transactions GRC, 35, (2011), CD-ROM] Y. Mukuhira, H. Asanuma, H. Niitsuma and M. Haring
- Reflection imaging of the Aneth CCS reservoir using microseismic multiplet sources [SEG Expanded Abstracts, (2011), CD-ROM] H. Asanuma, K. Tamakawa, H. Niitsuma, N. Soma, J. Rutledge and C. Rowe
- Characteristics of microseismic events with large magnitude from geothermal reservoirs [Proc. GeoProc2011, (2011), CD-ROM] H. Asanuma, Y. Mukuhira, S. Mitsumori, H. Niitsuma, D. Wyborn and M. Haring
- Characteristics of the large events from the seismically activated fractures at Basel geothermal reservoir [Proc. 10th SEGJ Symp., 10, (2011), 116-119] Y. Mukuhira, H. Asanuma, H. Niitsuma, and M. Haring
- Estimation of structure of geothermal reservoir at Cooper Basin, Australia, by integrated analysis of microseismic multiplet and source parameter [Proc. 10th SEGJ Symp., 10, (2011), 120-124] H. Asanuma, Y. Kawamura, H. Niitsuma, D. Wyborn
- Principles of coherence reflection method and its applicability to seismic reflection survey [Proc. 10th SEGJ Symp., 10, (2011), 55-58] H. Asanuma, K. Tamakawa, N. Soma, and H. Niitsuma
- Application of an arrival time and cross correlation value-based location algorithm to the Basel 1 microseismic data [Proc. EAGE 2011 Annual Meeting, (2011)] J. Kummerow, S.A. Shapiro, H. Asanuma, M. Haing
- Using microseismicity to image the structure of the Basel geothermal reservoir [Proc. EAGE 2011 Annual Meeting, (2011)] A. Reshetnikov, J. Kummerow, S.A. Shapiro, H. Asanuma, M. Haing
- Characteristics of earthquakes observed at Yanaizu-Nishiyama geothermal field, Japan [AGU 2011 Fall Meeting Abstract S44B-08 presented at 2011 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec., (2011)] H. Asanuma, S. Mitsumori, M. Adachi, M. Saeki, K. Aoyama, H. Ozeki, Y. Mukuhira, H. Niitsuma
- Investigation on the characteristics of seismic events observed during stimulation of geothermal reservoirs at Basel, Switzerland [AGU 2011 Fall Meeting Abstract S41C-2119 presented at 2011 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec., (2011)] Y. Mukuhira, H. Asanuma, H. Niitsuma, M. Haring
- Phase-only correlation of time-varying spectral representations of microseismic data for identification of similar seismic events. [Geophysics, 76 (6), (2011), WC35-WC51] Hirokazu Moriya
- Identification and classification of similar seismic events by using phase-only correlation technique. [Proc. 10th SEGJ International Symposium, 10, (2011), 133-136] Hirokazu Moriya
- Observational Studies of Earthquake Preparation and Generation to Mitigate Seismic Risks in Mines. [Proc. IUGG, in press, (2011)] H. Ogasawara, R. Durrheim, M. Nakatani, Y. Yabe, A. Milev, A. Cichowicz, H. Kawakata, O. Murakami, M. Naoi, H. Moriya, T. Satoh, SATREPS research group
- Imaging of deep structure using reflection waves detected by spectral matrix analysis and confidence levels. [Journal of Acoustic Emission, (2012), -to be published] H. Moriya
- Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO<sub>2</sub>, and HF total column abundances [Atmos. Chem. Phys. Discuss., 11, (2011), 32085-32160] R. Kohlhepp, R. Ruhnke, M. P. Chipperfield, M. De Mazière, J. Notholt, S. Barthlott, R. L. Batchelor, R. D. Blatherwick, Th. Blumenstock, M. T. Coffey, P. Demoulin, H. Fast, W. Feng, A. Goldman, D. W. T. Griffith, K. Hamann, J. W. Hannigan, F. Hase, N. B. Jones, A. Kagawa, I. Kaiser, Y. Kasai, O. Kirner, W. Kouker, R. Lindenmaier, E. Mahieu, R. L. Mittermeier, B. Monge-Sanz, I. Murata, H. Nakajima, I. Morino, M. Palm, C. Paton-Walsh, U. Raffalski, Th. Reddmann, M. Rettinger, C. P. Rinsland, E. Rozanov, M. Schneider, C. Senten, C. Servais, B.-M. Sinnhuber, D. Smale, K. Strong, R. Sussmann, J. R. Taylor, G. Vanhalewyn, T. Warneke, C. Whaley, M. Wiehle, and S. W. Wood

#### 【著書】

- Subsurface Sensing. [Wiley, (2011)] Ahmet S. Turk, Koksal A. Hocaoglu, Alexey A. Vertiy (Eds.), Hiroshi Asanuma, et al.

#### 地殻システム情報学分野

#### 【論文】

- ベーンポンプ式減速機構を備えた自転型ノズルシステムの回転速度 [噴流工学, 28 (1), (2011), 4-10] 木崎彰久, 横井研太, 坂口清敏, 松木浩二

- Analysis of uniaxial tensile fracture of monomineral polycrystalline rock based on intergranular cracking [Proceedings of the 12th International Congress on Rock Mechanics, Beijing, (2011), 731-734] K. Matsuki, Y. Karino, K. Sakaguchi, A. Kizaki
- Effects of fracture size and normal stress on the shear behavior of a fracture as estimated by mortar replica [Proceedings of the 12th International Congress on Rock Mechanics, Beijing, (2011), 613-616] A.A. Giwelli, K. Matsuki, K. Sakaguchi, A. Kizaki, H. Sekino, K. Okatsu
- In situ rock stress measurement using an improved Downward Compact Conical-ended Borehole Overcoring technique. [Proceedings of the 12th International Congress on Rock Mechanics, Beijing, (2011), 1101-1104] K. Sakaguchi, A. Kizaki, K. Matsuki
- Development of low speed self-rotating nozzle system for drilling [Proceedings of the 12th International Congress on Rock Mechanics, Beijing, (2011), 1719-1722] A. Kizaki, K. Yokoi, K. Sakaguchi, K. Matsuki
- 粒界の粘弾性挙動に基づく応力解放時の岩石の損傷評価 [Journal of MMIJ, 128 (3), (2012), 掲載予定] 松木浩二, 及川寧己, 坂口清敏, 木崎彰久
- Laboratory Investigation of Effect of Gouge Material on Closure During Shearing [Proceedings of the 45th US Rock Mechanics Symposium, (2011)] Giwelli, A.A., K. Matsuki, K. Sakaguchi, H. Sekino and K. Okatsu
- In-situ rock stress measurement using Downward Compact Conical-ended Borehole Overcoring technique in a vertical HQ-size borehole [Proc. of Int. Symp. on Field Measurement in GeoMechanics, (2011)] K. Sakaguchi, A. Kizaki and K. Matsuki
- 地殻応力下における単一き裂の透水性評価 [日本地熱学会誌, 34 (2), (2012), 掲載予定] 松木浩二, 坂口清敏, 木崎彰久

#### 地球開発環境学分野

#### 【論文】

- A New Recycling System for High Water Content Mud and Strength Characteristics of Modified Soils Produced by This System [Proc. of the 1st Vietnam/Japan Joint Symposium on Saigon River Bank Erosion, 1, (2011), 79-88] H.Takahashi and M.Mori
- Numerical Simulation on Strength and Deformation Characteristics of Fiber-Cement-Stabilized Soil [Proc. of the 1st Vietnam/Japan Joint Symposium on Saigon River Bank Erosion, 1, (2011), 89-99] N.Konda, H. Takahashi, Y.Suto and T.Satomi
- Study on Strength and Durability of Fiber-Cement-Stabilized Soils by using Rice Straw [Proc. of the 1st Vietnam/Japan Joint Symposium on Saigon River Bank Erosion, 1, 100-110] Ngoc Nguyen-Anh, H. Takahashi, M.Mori and Luu Xuan Loc

- 繊維質固化処理土の変形・強度特性に関する数値シミュレーション [テラメカニクス, (31), (2011), 37-42] 今田直希, 高橋弘
- 曲進可能な無排土小型掘進機械の開発に関する研究 [テラメカニクス, (31), (2011), 49-54] 森田光飛, 高橋弘, 須藤祐子, 里見知昭
- Experimental Study and Modeling of Pressure Loss for Foam-Cuttings Mixture Flow in Horizontal Pipe [Journal of Hydrodynamics, 23 (4), (2011), 431-438] Amna Gumati and Hiroshi Takahashi
- 個別要素法を用いた繊維質固化処理土の変形強度特性の評価 [応用力学論文集, 14 (1), (2011), 375-384] 里見知昭, 今田直希, 高橋弘
- Experimental Consideration on Adhesion Properties between Clay-rich Soil and Metallic Surface [Proc. of the 12 th Conference on Science and Technology, 1, (2011), CD-ROM] Tomoaki SATOMI, Haruya NIHEI and Hiroshi TAKAHASHI
- Vibration Effect on Agitating Torque by Soil Recycling Machine [Proc. of the 6th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2011), CD-ROM] Hiroshi TAKAHASHI, Dai NOJIRI and Tomoaki SATOMI
- Study on Evaluation of Soil Strength Parameters by using the Resistive Forces acting on an Excavating Blade [Proc. of the 6th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, (2011), CD-ROM] Tomoaki SATOMI, Chen MIN and Hiroshi TAKAHASHI
- Study on Development of New Equipment to Recycle the Waste Asphalt Blocks Containing Roadbed Materials [Proc. of the 6th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, 1, CD-ROM] Hiroshi TAKAHASHI, Shota AOKI and Tomoaki SATOMI
- 繊維質物質を用いた高含水比泥土の再資源化工法の開発 [季刊環境研究, (165), (2011), 34-43] 高橋弘, 森雅人, 益子恵治
- 試験施工報告：津波堆積物（ヘドロ）再資源化による人工地盤造成 [平成23年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, 1, (2011), 248-253] 高橋弘, 森雅人
- Numerical Simulation for Mixing Solids with Liquids using Smoothed Particle Hydrodynamics Method [Proc. of the International Symposium on Earth Science and Technology 2011, 1, (2011), 57-62] Tomoaki SATOMI, Kousuke NAKAMURA and Hiroshi TAKAHASHI
- Numerical Simulation on Crushing of Concrete Blocks by Mobile Crusher [Proc. of the International Symposium on Earth Science and Technology 2011, 1, (2011), 75-78] Hiroshi TAKAHASHI, Yuki SANDO and Tomoaki SATOMI
- Study on Movement of Wheel-Typed Vehicle with Crawler between Front and Rear Wheels [Proc. of the



International Symposium on Earth Science and Technology 2011, 1, (2011), 85-88] Hiroshi TAKAHASHI, Ryosuke ETO and Tomoaki SATOMI

- Experimental Investigation on Characteristics of Soil Adhesion to Metallic Material Surface [Proc. of the International Symposium on Earth Science and Technology 2011, 1, (2011), 95-100] Tomoaki SATOMI, Haruya NIHEI and Hiroshi TAKAHASHI
- Effect of the Load Condition on Frictional Heat Generation and Temperature Increase within a Tri-Cone Bit during High-Temperature Formation Drilling [Geothermics, 40 (4), (2011), 267-274] Yuko SUTO and Hiroshi TAKAHASHI
- Slope Monitoring System at a Slope behind an Important Cultural Asset [Journal of Disaster Research, 6 (1), (2011), 70-79] Kazunari Sako, Ryoichi Fukagawa, Tomoaki Satomi

## 自然共生システム学講座

### 環境修復生態学分野

#### 【論文】

- Effects of cultivation conditions on the uptake of arsenite and arsenic chemical species accumulated by *Pteris vittata* in hydroponics [Journal of Bioscience and Bioengineering, 111 (3), (2011), 326-332] Masayoshi Hatayama, Takahiko Sato, Kozo Shinoda, Chihiro Inoue
- Preferential utilization of petroleum oil hydrocarbon components by microbial consortia reflects degradation pattern in aliphatic-aromatic hydrocarbon binary mixtures [World journal of microbiology & biotechnology, 27 (5), (2011), 1109-1117] Hernando Pactao Bacosa, Koichi Suto, Chihiro Inoue
- Microbial Diversity and Changes in the Distribution of Dehalogenase Genes during Dechlorination with Different Concentrations of cis-DCE [Environmental Science & Technology, 45 (12), (2011), 5339-5345] Kotaro Ise, Koichi Suto, Chihiro Inoue
- 二酸化炭素吹込みによる生石灰混合処理の改良 [Journal of MMIJ, 127 (8), (2011), 印刷中] 中川勇樹, 橋本久儀, 須藤孝一, 井上千弘
- 震災による環境汚染の実態と今後 [化学物質と環境, 110, (2011), 4-6] 井上千弘
- CDF 解析による低液深横流式加圧浮上装置の処理水取水部の構造最適化 [土木学会論文集 G (環境), 67 (7), (2011), 705-713] 寺嶋光春, 安井英斉, ラジブ ゴエル, 須藤孝一, 井上千弘
- Characterization of As efflux from the roots of As hyperaccumulator *Pteris vittata* L. [Planta, 234, (2011), 1275-1284] Huang, Y., Hatayama, M., Inoue, C.

### 環境分析化学分野

#### 【論文】

- pH-Responsive Switching of Near-Infrared Absorption of a Diradical Complex of PtII and 3, 4-Diaminobenzoate Formed in Aqueous Solutions [Inorg. Chim. Acta, 378, (2011), 81-86] Kousaku Tamura, Atsuko Masuya, Nobuhiko Iki, Yasunori Ohba, Seigo Yamauchi, and Hitoshi Hoshino

#### 【総説・解説】

- Designing strategies for supramolecular luminescent complex of lanthanide-heterometal assembly. [Supramol. Chem., 23 (1), (2011), 160-168] Nobuhiko Iki

### 環境生命機能学分野

#### 【論文】

- An electrochemical device with microwells for determining the photosynthetic activity of a single cyanobacterium [Sens. Actuatur. B, 153, (2011), 474-478] M. Koide, T. Yasukawa, K. Nagamine, H. Shiku, T. Itayama, T. Matsue
- Electrode array chip consisting of three-dimensional interdigitated array electrodes [Sens. Actuatur. B, 153, (2011), 468-473] K. Ino, A. Ishida, K. Y. Inoue, M. Suzuki, M. Koide, T. Yasukawa, H. Shiku, T. Matsue
- Addressable electrode array device with IDA electrodes for high-throughput detection [Lab Chip, 11, (2011), 385-388] K. Ino, W. Saito, M. Kokide, T. Umemura, H. Shiku, T. Matsue
- Influence of Tip Size on Single Yeast Cell Imaging Using Scanning Electrochemical Microscopy [Electroanalysis, 23, (2011), 1168-1174] K. Nagamine, Y. Takahashi, K. Ino, H. Shiku, T. Matsue
- Development of an electrochemical Limulus amoebocyte lysate assay technique for portable and highly sensitive endotoxin sensor [Innate Immunity, (2011)] K. Y. Inoue, S. Takahashi, K. Ino, H. Shiku, T. Matsue
- Electrochemical Detection of Receptor-Mediated Endocytosis by Scanning Electrochemical Microscopy [Phys. Chem. Chem. Phys., 13, (2011), 16569-16573] Y. Takahashi, T. Miyamoto, H. Shiku, K. Ino, T. Yasukawa, R. Asano, I. Kumagai, T. Matsue
- Fabrication of the Double-Barrel Carbon SECM-SICM Nanoprobe for Simultaneous nanoscale Electrochemical and Topographical Imaging [Angew. Chem. Int. Ed., 50 (41), (2011), 9638-9642] Y. Takahashi, A. I. Shevchuk, P. Novak, Y. Zhang, E. Neil, J. V. Macpherson, P. R. Unwin, A. Pollard, D. Roy, C. A. Clifford, H. Shiku, T. Matsue, D. Klenerman, Y. E. Korchev
- Monitoring oxygen consumption of single mouse

embryos using an integrated electrochemical microdevice [Biosens. Bioelectron., 30, (2011), 100-106] Y. Date, S. Takano, H. Shiku,\* T. Saito, K. Ino, T. Ito-Sasaki, M. Yokoo, H. Abe, T. Matsue

- Amperometric detection of DNA Hybridization using a multi-point, addressable electrochemical device [Sens. Actuatur. B, 160 (1), (2011), 923-928] X. Zhu, K. Ino, Z. Lin, H. Shiku, G. Chen, T. Matsue
- Electrochemical Chip Integrating Scalable Ring-Ring Electrode Array to Detect Secreted Alkaline Phosphatase [Analyst, 136 (23), (2011), 4991-4996] M. Takeda, H. Shiku,\* K. Ino, T. Matsue
- Addressable electrode array device incorporated with IDA electrodes for biological analyses. [Proceedings of Conference The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, (2011)] Kosuke Ino, Taku Nishijo, Wataru Saito, Hitoshi Shiku, Tomokazu Matsue

#### 【著書】

- 電気化学ナノイメージング, 監修 民谷栄一 “ナノ融合による先進バイオデバイス” [シーエムシー出版, (2011)] 珠玖仁, 末永智一

### 環境共生機能学分野

#### 【論文】

- Recovery of poly sulfide anions in basic solution produced by the decomposition of H<sub>2</sub>S by fullerene [Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 19, (2011), 684-691] Tsugumi Hayashi, Yohei Baba, Toshiharu Taga, Akira Kishimoto, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
- Preparation of well-crystallized Pd<sub>20</sub>Te<sub>7</sub> alloy nanoparticulate catalyst with uniform structure and composition in liquid-phase [Applied Catalysis A: General, 392, (2011), 80-85] Hideyuki Takahashi, Norikazu Konishi, Hironobu Ohno, Kazunari Takahashi, Kiyotaka Asakura, Atsushi Muramatsu
- Synthesis of Cd hydroxide particles with hollow structures by a one-step process [Industrial & Engineering Chemistry Research, 50, (2011), 13585-13588] Ying Tian, Xin Cui, Fangming Jin, Xu Zeng, Tsugumi Hayashi, Hideyuki Takahashi, Kazuyuki Tohji
- Influence of carbon structure of the anode on the production of graphite in single-walled carbon nanotube soot synthesized by arc discharge using a Fe-Ni-S catalyst [Carbon, 49, (2011), 3607-3614] Hikaru Nishizaka, Masaru Namura, Kenichi Motomiya, Yasumasa Ogawa, Yasuo Udagawa, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato
- Toxicity evaluations of various carbon nanomaterials [Dental Materials Journal, 30, (2011), 245-263] Motohiro

Uo, Tsukasa Akasaka, Fumio Watari, Yoshinori Sato, Kazuyuki Tohji

- Boron-Assisted Transformation to Rod-Like Graphitic Carbons from Multi-Walled Carbon Nanotubes in Boron-Mixed Multi-Walled Carbon Nanotube Solids [ACS Applied Materials & Interfaces, 3, (2011), 2431-2439]
- カーボンナノチューブホウ素焼結体中に含まれる無定形ホウ素と炭化ホウ素の形態別分離定量 [分析化学, 60, (2011), 807-811] 石黒三岐雄, 佐藤義倫, 田路和幸, 我妻和明
- Influence of the structure of the nanotube on the mechanical properties of binder-free multi-walled carbon nanotube solids [Carbon, 50, (2012), 34-39] Yoshinori Sato, Hikaru Nishizaka, Shunichi Sawano, Atsushi Yoshinaka, Kazutaka Hirano, Shinji Hashiguchi, Takayuki Arie, Seiji Akita, Go Yamamoto, Toshiyuki Hashida, Hisamichi Kimura, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji
- Partial Sulfurization of Oxide Fine Particles and their Application to Visible-Light Absorbable Photocatalysts [High Temperature Materials and Processes, (2012), in press] Atsushi Muramatsu, Nobuaki Sato, Jhon Cuya, Katsutoshi Yamamoto and Hideyuki Takahashi
- Innovative solution-based recycle technique for solder alloy particles from wasted solder paste [Proceedings of 2nd ISASWR, (2012), in press] Hideyuki Takahashi, Takeshi Tanaka, Masakazu Hamada, Kazuyuki Tohji
- MECHANICAL PRETREATMENT OF LEAD-BASED ALLOY ANODE FOR ZINC ELECTROWINNING [2012 TMS Annual Meeting & Exhibition, (2012) in press]

## 資源循環プロセス学講座

### リサイクル化学分野

#### 【論文】

- Feedstock recycling of waste polymeric material [Journal of Material Cycles and Waste Management, 13, (2011), 265-282] Guido Grause, Alfons Buekens, Yusaku Sakata, Akitsugu Okuwaki, Toshiaki Yoshioka
- Effect of the Nucleophilicity and Solvent on the Chemical Modification of Flexible Poly (vinyl chloride) by Substitution [POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE, (2011), 1108-1115] Tomohito Kameda, Yuuzou Fukuda, Guido Grause, Toshiaki Yoshioka
- Antibacterial effect of thiocyanate substituted poly (vinyl chloride) [Journal of Polymer Research, 18, (2011), 945-947] Tomohito Kameda, Masahiko Ono, Guido Grause, Tadaaki Mizoguchi, Toshiaki Yoshioka
- Pyrolysis of Mixed Plastics in a Fluidized Bed of Hard



- Burnt Lime [Industrial&Engineering Chemistry Research, 50 (9), (2011), 5459-5466] Guido Grause, Shotaro Matsumoto, Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka
- Improvement of the Benzene Yield During pyrolysis of Terephthalic Acid Using a CaO Fixed-Bed Reactor [Industrial & Engineering Chemistry Research, 50(11), (2011), 6594-6600] Shogo Kumagai, Guido Grause, Tomohito Kameda, Tatsuo Takano, Hideki Horiuchi, and Toshiaki Yoshioka
  - Removal of antimonate ions and simultaneous formation of a brandholzite-like compound from magnesium-aluminum oxide [Separation and Purification Technology, 80, (2011), 235-239] Tomohito Kameda, Masaaki Honda, Toshiaki Yoshioka
  - Decomposition of Gaseous Terephthalic Acid in the Presence of CaO [Industrial & Engineering Chemistry Research, 50 (4), (2011), 1831-1836] Shogo Kumagai, Guido Grause, Tomohito Kameda, Tatsuo Takano, Hideki Horiuchi, Toshiaki Yoshioka
  - Kinetics and equilibrium studies on the treatment of nitric acid with Mg-Al oxide obtained by thermal decomposition of NO<sub>3</sub>-intercalated Mg-Al layered double hydroxide [Journal of Colloid and Interface Science, 362, (2011), 497-502] Tomohito Kameda, Yuki Fubasami, Toshiaki Yoshioka
  - Treatment of gaseous hydrochloric acid with magnesium-aluminum oxide using batch operation [Desalination, 280, (2011), 424-427] Tomohito Kameda, Naoya Uchiyama, Toshiaki Yoshioka
  - Removal of HCl, SO<sub>2</sub>, and NO by treatment of acid gas with Mg-Al oxide slurry [Chemosphere, 82, (2011), 587-591] Tomohito Kameda, Naoya Uchiyama, Toshiaki Yoshioka
  - Effect of Temperature Management on the Hydrolytic Degradation of PET in a Calcium Oxide filled tube reactor [Chemical Engineering Journal, 166, (2011), 523-528] Guido Grause, Tomohiko Handa, Tomohito Kameda, Tadaaki Mizoguchi, Toshiaki Yoshioka
  - Uptake of Sc<sup>3+</sup> and La<sup>3+</sup> from aqueous solution using ethylenediaminetetraacetate-intercalated Cu-Al layered double hydroxide reconstructed from Cu-Al oxide [Solid State Sciences, 13, (2011), 366-371] Tomohito Kameda, Kazuaki Hoshi, Toshiaki Yoshioka
  - Ni-Al layered double hydroxides modified with citrate, malate, and tartrate: Preparation by coprecipitation and uptake of Cu<sup>2+</sup> from aqueous solution [Journal of Physics and Chemistry of Solids, 72, (2011), 846-851] Tomohito Kameda, Hidenori Takeuchi, Toshiaki Yoshioka
  - Dehydrochlorination of poly (vinyl chloride) with Ca (OH)<sub>2</sub> in ethylene glycol and the effect of ball milling [Journal of Polymer Research, 18, (2011), 1687-1691]

- Tomohito Kameda, Shintaro Wachi, Guido Grause, Tadaaki Mizoguchi, Toshiaki Yoshioka
- TG-MS investigation of brominated products from the degradation of brominated flame retardants in high-impact polystyrene [Chemosphere, 85, (2011), 368-373] Guido Grause, Daiki Karakita, Jun Ishibashi, Tomohito Kameda, Thallada Bhaskar, Toshiaki Yoshioka
  - Treatment of Gaseous HCl using Mg-Al Oxide [Proc. THE 11th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EAST ASIA RESOURCES RECYCLING TECHNOLOGY, (2011), 460-463] Tomohito Kameda, Naoya Uchiyama, Toshiaki Yoshioka

#### 【著書】

- Dehydrochlorination of Poly (Vinyl Chloride) with Substitute Reaction and Possibility of Applications [Recycling: Processes, Costs and Benefits, Nova Science Publishers, Inc., Chapter 6, (2011), 185-204] Toshiaki Yoshioka, Tomohito Kameda, Guido Grause
- Hybrid Inorganic - organic Composites of Layered Double Hydroxides Intercalated with Organic Acid Anions for the Uptake of Hazardous Substances from Aqueous Solution [METAL, CERAMIC AND POLYMERIC COMPOSITES FOR VARIOUS USES, INTECH, Chapter 6, (2011), 123-148] Tomohito Kameda, Toshiaki Yoshioka

#### 【総説・解説】

- 大震災、復興への道—災害廃棄物リサイクルで仙台市支援 [塩化ビニル環境対策協議会 PVC ニュース, 79, (2011), 6-8] 吉岡敏明
- 災害廃棄物を災害資源物と捉える施策 [青葉工業会 (東北大学工学部同窓会) 青葉工業会報, 55, (2011), 17-17] 吉岡敏明
- 戦略的災害廃棄物分別・処理マニュアルの世界標準化 [東北大学 Annual Review 2011, (2011), 16-16] 吉岡敏明
- 震災復興につながる災害廃棄物処理の方向性 [財団法人日本環境衛生センター 生活と環境, 56 (9), (2011), 20-24] 吉岡敏明
- 東日本大震災に果たした学会の役割と今後の方向性 [廃棄物資源循環学会誌, 22 (4), (2011), 261-262] 吉岡敏明
- 震災による災害廃棄物処理の現状と方向性—被災地の視点から— [(社)廃棄物処理施設技術管理協会 環境技術会誌, (144), (2011), 24-28] 吉岡敏明
- 災害廃棄物処理の現状と問題点 [東北大学大学院環境科学研究科ニューズレター, (12), (2011), 8-8] 吉岡敏明
- 震災による災害廃棄物処理課題と方向性 [東北大学総務部広報課 まなびの杜, (56), (2011)] 吉岡敏明

#### 循環社会開発学分野

##### 【論文】

- Development of CFR-PEEK core holder for X-ray CT

- based numerical analysis of fluid flow within fractured samples under confining pressure. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper C] N. Watanabe, T. Ishibashi, N. Tsuchiya, Y. Ohsaki, T. Tamagawa, Y. Tsuchiya, H. Okabe, H. Ito
- Evaluation and Prediction of fluid flow through fracture under confining pressure in various scales. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper N] T. Ishibashi, N. Watanabe, N. Hirano, A. Okamoto, N. Tsuchiya
  - Core analysis towards the integration with logging and borehole data. [Proceedings of 17th Formation Evaluation Symposium of Japan, CD-ROM, (2011), Paper T] H. Ito, Y. Sanada, N. Watanabe, T. Tsuji, T. Mukunoki, F. Yamada, K. Kawabata
  - X-ray CT based numerical analysis of fracture flow for core samples under various confining pressures. [Engineering Geology, 123, (2011), 338-346] N. Watanabe, T. Ishibashi, Y. Ohsaki, Y. Tsuchiya, T. Tamagawa, N. Hirano, H. Okabe, N. Tsuchiya
  - Characterisation and photocatalytic activity of structure-controlled spherical granules of an anatase/hydroxyapatite composite. [Materials Research Bulletin, 46 (12), (2011), 2283-2287] M. Kamitakahara, O. Kawaguchi, N. Watanabe, K. Ioku
  - Hydrothermal synthesis of porous hydroxyapatite ceramics composed of rod-shaped particles and evaluation of their fracture behavior. [Ceramics International, 38, (2011), 1649-1654] S. Murakami, K. Kato, Y. Enari, M. Kamitakahara, N. Watanabe, K. Ioku
  - Enhanced hydrogen production from biomass via the sulfur redox cycle under hydrothermal conditions. [International Journal of Hydrogen Energy, 36 (17), (2011), 10674-10682] P. Setiani, J. Vilcaez, N. Watanabe, A. Kishita, N. Tsuchiya
  - Effects of general zero-valent metals power of Co/W/Ni/Fe on hydrogen production with H<sub>2</sub>S as a reductant under hydrothermal conditions. [International Journal of Hydrogen Energy, 36 (15), (2011), 8878-8884] S. Zhang, F. Jin, X. Zeng, J. Hu, Z. Huo, Y. Wang, N. Watanabe, N. Hirano, N. Tsuchiya
  - Morphology and composition of hydroxyapatite particles synthesized hydrothermally from tricalcium phosphates. [Transactions of the Materials Research Society of Japan, 36 (3), (2011), 405-408] M. Kamitakahara, Y. Enari, N. Watanabe, K. Ioku
  - Advanced direct use of geothermal energy for hydrogen production and material conversion. [Geothermal Resources Council Transactions, 35, (2011), 143-146] N. Tsuchiya, N. Watanabe
  - Sustainable and enhanced hydrogen production from biomass through sulfur redox cycle using georeactor.

- [Geothermal Resources Council Transactions, 35, (2011), 135-138] P. Setiani, J. Vilcaez, N. Watanabe, A. Kishita, N. Tsuchiya
- Precise 3D numerical modeling of fracture flow coupled with X-ray computed tomography for reservoir core samples. [SPE Journal, SPE-146643-PA, (2011)] N. Watanabe, T. Ishibashi, N. Hirano, N. Tsuchiya, Y. Ohsaki, T. Tamagawa, Y. Tsuchiya, H. Okabe

#### 環境グリーンプロセス学分野

##### 【論文】

- Infinite dilution partition coefficients of benzene derivative compounds in supercritical carbon dioxide + ionic liquid systems: 1-butyl-3-methylimidazolium chloride [bmim] [Cl], 1-butyl-3-methylimidazolium acetate [bmim] [Ac] and 1-butyl-3-methylimidazolium octylsulfate [bmim] [OCSO<sub>4</sub>] [Journal of Supercritical Fluids, (2011), Article in Press.] Hiraga, Y., Endo, W., Machida, H., Sato, Y., Aida, T.M., Watanabe, M., Smith Jr., R.L.
- Green chemical processes with supercritical fluids: Properties, materials, separations and energy [Journal of Supercritical Fluids, 60, (2011), 2-15] Machida, H., Takesue, M., Smith, R.L.
- Catalytic conversion of cellulose into 5-hydroxymethylfurfural in high yields via a two-step process [Cellulose, 18 (5), (2011), 1327-1333] Qi, X., Watanabe, M., Aida, T.M., Smith Jr., R.L.
- Restructuring mechanism of NbO<sub>6</sub> octahedrons in the crystallization of KNbO<sub>3</sub> in supercritical water [Journal of Supercritical Fluids, 58 (2), (2011), 279-285] Kaseda, K., Takesue, M., Aida, T.M., Watanabe, M., Hayashi, H., Smith Jr., R.L.
- The 13 Principles of Green Chemistry and Engineering for a Greener Africa [Green Chemistry, 13 (5), (2011), 1059-1060] Asfaw, N., Chebude, Y., Ejigu, A., Hurisso, B.B., Licence, P., Smith, R.L., Tang, S.L.Y., Poliakov, M.
- Measurement and correlation of high pressure densities of ionic liquids, 1-ethyl-3-methylimidazolium L-lactate ([emim] [Lactate]), 2-hydroxyethyl-trimethylammonium L-lactate ((C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>OH) (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N) [Lactate]), and 1-butyl-3-methylimidazolium chloride ([bmim] [Cl]) [Journal of Chemical and Engineering Data, 56 (4), (2011), 923-928] Machida, H., Taguchi, R., Sato, Y., Smith Jr., R.L.
- Properties and phase equilibria of fluid mixtures as the basis for developing green chemical processes [Fluid Phase Equilibria, 302 (1-2), (2011), 65-73] Smith, R.L., Fang, Z.
- High-yield reduction of carbon dioxide into formic acid by zero-valent metal/metal oxide redox cycles [Energy and Environmental Science, 4 (3), (2011),



881-884] Jin, F., Gao, Y., Jin, Y., Zhang, Y., Cao, J., Wei, Z., Smith Jr, R.L.

- Effects of nitrate and oxygen on photoautotrophic lipid production from *Chlorococcum littorale* [Bioresource Technology, 102 (3), (2011), 3286-3292] Ota, M., Kato, Y., Watanabe, M., Sato, Y., Smith, R.L., Rosello-Sastre, R., Posten, C., Inomata, H.
- Reaction of d-glucose in water at high temperatures (410°C) and pressures (180 MPa) for the production of dyes and nano-particles [Journal of Supercritical Fluids, 56 (1), (2011), 41-47] Fang, Z., Smith Jr., R.L., Kozinski, J.A., Minowa, T., Arai, K.
- Decomposition kinetics and recycle of binary hydrogen-tetrahydrofuran clathrate hydrate [AIChE Journal, 57 (1), (2011), 265-272] Yoshioka, H., Ota, M., Sato, Y., Watanabe, M., Inomata, H., Smith Jr., R.L., Peters, C.J.

## 循環材料プロセス学分野

### 【論文】

- 溶鋼中介在物の異種凝集挙動に関する基礎的研究[日本学術振興会第19委員会反応プロセス研究会報告書, (2011), 1-20] 谷口尚司, 新井宏忠, 高道悠季, 嶋崎真一
- Formation of uniformly sized metal droplets from a capillary jet by electromagnetic force [Appl. Math. Modelling, 35, (2011), 1571-1580] S.Shimasaki and S. Taniguchi
- Application of Electromagnetic Processing of Materials (EPM) to Aluminum Recycling Technology [6th International Symposium on Advanced Science and Technology in Experimental Mechanics, ISEM-11, (2011), 23-28] Shoji Taniguchi and Shin-ichi Shimasaki
- Limits to Resources, Economic Growth and Happiness [10th International Conference in Eco-materials (ICEM2011), Nov.21-24, 2011, Shanghai, China, (2011), 87-93] Shoji Taniguchi
- Microstructure Analysis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Heated by Microwaves in a TE<sub>10</sub> Mode Cavity: Surface and Volume Characterization [Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 45 (2), (2011), 79-85] Tomotsugu Kato, Kosei Kobayashi, Noboru Yoshikawa, Shoji Taniguchi
- Morphology and Phase Evolution in Microwave Synthesized Al/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> System [Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 45 (3), (2011), 148-154] Lee Chang Chuan, Noboru Yoshikawa and Shoji Taniguchi
- Dehydration Behavior of Goethite Blended with Graphite by Microwave Heating [ISIJ International, 51 (6), (2011), 878-883] Youichi Saito, Keita Kawahira, Noboru Yoshikawa, Hidekazu Todoroki and Shoji Taniguchi
- Microwave Magnetic Field Heating of a Cobalt-Based

Amorphous Ribbon [Japanese Journal of Applied Physics, 50, (2011), 033001-1-033001-5] Tomotsugu Kato, Noboru Yoshikawa, Shoji Taniguchi, Yutaro Terakado, Naoki Ito, Motoki Ohta, and Yoshihito Yoshizawa

- Microwave-induced substitutional-combustion reaction of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Al ceramic matrix porous composite [J. Mater. Sci., 46, (2011), 7004-7011] C. C. Lee, N. Yoshikawa, S. Taniguchi
- Phase transformations in Si-based alloy powder mixtures induced by microwave heating in a 2.45 GHz single-mode applicator [Intermetallics, 18, (2011), 2030-2033] Song Li, Guoqiang Xie, Dmitri V. Louzguine-Luzgin, Ziping Cao, Noboru Yoshikawa, Motoyasu Sato, Akihisa Inoue
- Effect of electromagnetic stirring on fabrication of Al-Si semi-solid slurry by the cup cast method. [Proc. 8th Int. pamir Conf. on Fundamental and Applied MHD, 2, (2011), 855-859] Y. Takado, H. Nakaya, S. Shimasaki, and S. Taniguchi
- Microstructure of selectively heated (hot spot) region in Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> powder compacts by microwave irradiation [Journal of the European Ceramic Society, 32, (2012), 419-424] N. Yoshikawa, G.Xie, Z.Cao and D.V. Louzguine

### 【著書】

- Recent Studies on Fundamentals and Application of Microwave Processing of Materials. [INTECH Open Access Publisher, (2011)] Noboru Yoshikawa

### 【総説・解説】

- 軽金属へのマイクロ波加熱の高度利用技術[日本軽金属学会 日本軽金属学会誌, 61(8), (2011), 404-409] 吉川昇

### 【特許】

- 部分強化型金属基複合材料の製造方法 [特許4661548] 谷口尚司, 菅野能昌, 吉川昇, 加藤洋史

## 循環生態系計画学分野

### 【論文】

- Comprehensive study of proteins that interact with microcystin-LR. [Anal. Bioanal. Chem., (2011)] T. Mori, T. Kubo, K. Kaya, K. Hosoya
- Solid phase extraction element based on epoxy polymer monolith for determination of polar organic compounds in aqueous media. [J. Sep. Sci., 34, (2011), 2925-2932] T. Takahashi, K. Odagiri, A. Watanabe, C. Watanabe, T. Kubo, K. Hosoya
- Determination of Bisphenol A with Effective Pretreatment Medium Using Automated Column Switching HPLC with Fluorescence Detection. [J. Sep. Sci., 34, (2011), 2840-2846]

T. Tanigawa, Y. Watabe, T. Kubo, K. Hosoya

- Fundamental retention properties of macroporous spongy monolith and its application for effective concentration of PAHs. [Journal of Separation Science, 34, (2011), 2193-2198] T. Tanigawa, K. Kato, Y. Watabe, T. Kubo, K. Hosoya
- Polymer-Based Photocoupling Agent for the Efficient Immobilization of Nanomaterials and Small Molecules. [Langmuir, 27, (2011), 9372-9378] T. Kubo, X. Wang, Q. Tong, M. Yan
- Functional polymers for the efficient fabrication of carbohydrate microarrays. [ABSTRACTS OF PAPERS OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 241, (2011), 73] M. Yan, Q. Tong, T. Kubo, H. Wang
- Surface Modification of TiO<sub>2</sub> for Selective Photodegradation of Toxic compounds. [Catalysis Communications, 12, (2011), 785-789] Y. Tominaga, T. Kubo, K. Hosoya
- Polymers of 2-Methacryloyloxyethyl Phosphorylcholine Truly Work as Cell Membrane Mimic ?. [Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 84, (2011), 181-186] T. Mori, T. Kubo, T. J. Konno, K. Hosoya

### 【著書】

- 分析化学便覧[(2011)]久保拓也, 細矢憲

## 化学再生プロセス学分野

### 【論文】

- Utilization of Ores with High Combined Water Content for Ore-Carbon Composite and Iron Coke. [ISIJ International, 51 (8), (2011), 1220-1226] Taichi Murakami, and Eiki Kasai
- Effect of Agglomeration Agent on the Structural Change and Pressure Drop in Sintering Bed. [METEC InSteelConference 2011, 6th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC), (2011)] Kazuya Fujino, Taichi Murakami, Kazuya Kunitomo and Eiki Kasai
- Influence of H<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O Concentration in Reducing Gas on the Reduction Disintegration Behavior of Iron Ore Sinter. [METEC InSteelConference 2011, 6th European Coke and Ironmaking Congress (ECIC), (2011)] Yousuke Kamiya, Taichi Murakami, and Eiki Kasai
- Reduction Mechanism of Iron Oxide-Carbon Composite with Polyethylene at Lower Temperature. [ISIJ International, 51 (1), (2011), 9-13] Taichi Murakami, Eiki Kasai
- Vitrification Treatment of Asbestos Waste with Incineration Ash of Solid Waste. [High Temperature Materials and Processes, 30 (4-5), (2011), 345-352] Eiki Kasai, Hiroshi Goto and Yusuke Mase
- Recovery of Calcium from BF Slag and Synthesis of Zeolite A using Its Residue. [ISIJ International, 51 (6),

(2011), 901-905] Taichi Murakami, Yoshiyuki Sugano, Tsunetoshi Kinami, Takayuki Narushima, Yasutaka Iguchi and Chiaki Ouchi

- Alkali Hydrothermal Synthesis of Zeolite A Using Oxide By-products. [ISIJ International, 51 (1), (2011), 158-165] Taichi Murakami, Yoshiyuki Sugano, Tsunetoshi Kinami, Takayuki Narushima, Yasutaka Iguchi, Chiaki Ouchi

### 【総説・解説】

- 添加剤が発泡鉄の気孔形成と組織に及ぼす影響 [東北大学多元物質科学研究所素材工学研究彙報, 66 (1, 2), (2011), 7-14] 村上太一, 大豆生田剛, 葛西栄輝

## 環境創成計画学講座

## 環境分子化学分野

### 【論文】

- Unique Inclusion Properties of Crystalline Powder p-tert-Butylthiacalix [4] arene toward Alcohols and Carboxylic Acids. [Org. Lett., 13, (2011), 3292-3295] Naoya Morohashi, Shintaro Noji, Hiroko Nakayama, Yasutaka Kudo, Shinya Tanaka, Chizuko Kabuto, and Tetsutaro Hattori
- Synthesis of Mono- and 1,3-Diaminocalix [4] arenes via Ullmann-Type Amination and Amidation of 1, 3-Bistriflate Esters of Calix [4] arenes. [J. Org. Chem., 76, (2011), 2168-2179] Yuka Nakamura, Shinya Tanaka, Ryuichi Serizawa, Naoya Morohashi, and Tetsutaro Hattori
- Synthesis of novel dihydroxydiphosphines and dihydroxydicarboxylic acids having a tetra (thio-1, 3-phenylene-2-yl) backbone. [Supramol. Chem., 23, (2011), 144-155] Yuki Akahira, Kazutoshi Nagata, Naoya Morohashi, and Tetsutaro Hattori

## ライフサイクル評価学分野

### 【論文】

- Domestic Substance Flow of Zinc and Present Status of EAF Dust Management for Zinc Recovery in Taiwan. [Resource Conservation and Recycling, 56 (1), (2011), 134-140] Hwong-wen Ma, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Min-Shing Tsai, Kung-Hsien Shao, Pi-Cheng Chen, Chia-Ho Lee and Tetsuya Nagasaka
- Identifying the Substance Flow of Metals Embedded in Japanese International Trade by use of WIO-MFA model. [ISIJ International, 51 (11), (2011), 1934-1939] Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Kazuyo Matsubae, Yasushi Kondo, Shigemi Kagawa, Rokuta Inaba, Shinichiro Nakamura and Tetsuya Nagasaka



- Dissolution Behavior of Selenium from Coal Fly Ash Particles for the Development of an Acid-Washing Process. [Chemosphere, 85 (4), (2011), 598-602] S. Kashiwakura, H. Ohno, Y. Kumagai, H. Kubo, K. Matsubae and T. Nagasaka
- Virtual Phosphorus Ore Requirement of Japanese Economy. [Chemosphere, 84 (6), (2011), 767-772] K. Matsubae, J. Kajiyama, T. Hiraki and T. Nagasaka
- Thermodynamic Criteria for the Removal of Impurities from End-of-Life Magnesium Alloys by Evaporation and Flux Treatment. [Science and Technology of Advanced Materials, 12 (3), (2011), 035003] T. Hiraki, O. Takeda, K. Nakajima, K. Matsubae, S. Nakamura and T. Nagasaka
- Thermodynamic Analysis for the Controllability of Elements in Recycling Process of Metals. [Environmental Science & Technology, 45 (11), (2011), 4929-4936] K. Nakajima, O. Takeda, T. Miki, K. Matsubae and T. Nagasaka
- Vaporization Behavior of Boron from Standard Coals in the Early Stage of Combustion. [Fuel, 90 (4), (2011), 1408-1415] S. Kashiwakura, T. Takahashi and T. Nagasaka
- UPIOM: A New Tool of MFA with Application to the Flow of Iron and Steel Associated with Car Production. [Environmental Science & Technology, 45 (3), (2011), 1114-1120] S. Nakamura, Y. Kondo, K. Matsubae, K. Nakajima and T. Nagasaka
- Analysis of Atomic Scale Chemical Environments of Boron in Coal by <sup>11</sup>B Solid State NMR. [Environmental Science & Technology, 45 (3), (2011), 890-895] T. Takahashi, S. Kashiwakura, K. Kanehashi, S. Hayashi, T. Nagasaka
- Impacts on CO<sub>2</sub> of the Recovery of Secondary Ferrous Materials from Alternative ELV Treatment Methods: A Waste Input Output Analysis. [ISIJ International, 51 (1), (2011), 151-157] K. Matsubae, K. Nakajima, S. Nakamura and T. Nagasaka
- Substance Flow Analysis of Zinc Cycle and Current Status of Electric Arc Furnace Dust Management for Zinc Recovery in Taiwan. [Resources Conservation and Recycling, (2011)] H-W. Ma, K. Matsubae, K. Nakajima, M-S.Tsai, K-H.Shao, P-C.Chen, C-H.Lee and T. Nagasaka

#### 【著書】

- リン資源枯渇危機とはなにかーリンはいのちの元素(阪大リーブル29) [大阪大学出版会, (2011)] 大竹久夫(編著), 長坂徹也・松八重一代・黒田章夫・橋本光史(著)

#### 環境調和素材学分野

#### 【論文】

- Characterisation and photocatalytic activity of structure-controlled spherical granules of an anatase/

- hydroxyapatite composite. [Mater. Res. Bull., 46, (2011), 2283-2287] Masanobu Kamitakahara, Osamu Kawaguchi, Noriaki Watanabe, Koji Ioku
- Morphology and Composition of Hydroxyapatite Particles Synthesized Hydrothermally from Tricalcium Phosphates. [Trans MRS-J, 36 (3), (2011), 405-408] Masanobu Kamitakahara, Yuki Enari, Noriaki Watanabe and Koji Ioku
- Effect of Synthetic Conditions on Morphology and Composition of Carbonate-Containing Hydroxyapatite Hydrothermally Synthesized from Calcium Carbonate. [Phosphorous Research Bulletin, 25, (2011), 72-77] Woonkyoung Park, Masanobu Kamitakahara, Takuya Nagamori, Koji Ioku
- Lateral bone augmentation with newly developed  $\beta$ -tricalcium phosphate block: an experimental study in the rabbit mandible. [Clin Oral Implants Res., 22, (2011), 1366-1371] D. Ono, R. Jimbo, G. Kawachi, K. Ioku, T. Ikeda, T. Sawase
- Behavior of  $\beta$ -tricalcium phosphate granules composed of rod-shaped particles in the rat tibia. [J. Ceram. Soc. Japan, 119 (2), (2011), 101-104] Teruhito Okumura, Yoshinori Gonda, Koji Ioku, Masanobu Kamitakahara, Takatoshi Okuda, Ikuho Yonezawa, Hisashi Kurosawa, Izumi Asahina, Tohru Ikeda
- Preparation of Granules of Calcium Deficient Hydroxyapatite Composed of Rod-Shaped particles and Evaluation of their potential for Drug Carrier. [J. Australian Ceram. Soc., 47(1), (2011), 28-31] Masanobu Kamitakahara, Kiyoko Sato, Ryosuke Fujii, Ryohei Imai, Koji Ioku
- Effect of preparative conditions on crystallinity of apatite particles obtained from simulated body fluids. [Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 84, (2011), 545-549] Mineo Hashizume, Yuka Nagasawa, Tomohiko Suzuki, Shin Kawashima, Masanobu Kamitakahara

#### 【著書】

- セラミックス機能化ハンドブック. [エヌ・ティー・エス, (2011)] 大槻主税, 上高原理暢

#### 【総説・解説】

- Preparation of highly functional artificial bones using the properties of calcium phosphates. [J. Ceram. Soc. Japan, 119, (2011), 266-270] Masanobu Kamitakahara

#### 環境創成機能素材分野

#### 【論文】

- Preparation of tobermorite introducing phosphate species. [The 11th Asian Bioceramics Symposium, (2011)] H. Maeda, E. H. Ishida, T. Kasuga
- Utilization of calcite and waste glass for preparing

- cinstructio materials with a low environmental load. [J. of Environmental Management, (92), (2011), 2881-2885] H. Maeda, H. Imaizumi, E. H. Ishida
- Hydrothermal synthesis of porous materials from sepiolite. [Res. Chem. Interned, (37), (2011), 219-232] Z. Wang, Z. Jing, Ke Wu, L. Zhou, J. Yu, Z. Li, E. H. Ishida
- Hydrothermal synthesis of alminum substitute tobermorite by using various crystal phase of alumina. [J. of Ceramic Soc. Japan, 119 (5), (2011), 375-377] H. Maeda, K. Abe and E. H. Ishida
- 東北大学大学院環境科学研究科における高度社会人環境人材養成プログラムの実践と課題. [環境科学会誌, 24 (4), (2011), 320-328] 古川柳蔵 石田秀輝
- Preparation of porous Mordenite/Calcium silicate hydrate composites for indoor environment control. [Int. J. Appl. Ceram. Technol., 8 (5), (2011), 1067-1072] H. Maeda, T. Okada, and E. H. Ishida
- Hydrothermal preparation of diatomaceous earth combined with calcium silicate hydrates gels. [Journal of Hazardous Materials, (185), (2011), 858-861] Hirota Maeda, Emile Hideki Ishida
- 地下資源文明からの離陸—新しいくらしのかたち—. [空気調和・衛生工学, 85, (2011), 777-784] 石田秀輝・古川柳蔵・須藤祐子
- Effect of the load condition on frictional heat generation and temperature increase within a tri-cone bit during high-temperature formation drilling. [Geothermics (40), (2011), 267-274] Yuko Suto and Hiroshi Takahashi

#### 【著書】

- 次世代バイオミメティクス研究の最前線 [シーエムシー出版, (2011), 29-34] 下村正嗣(監修), 石田秀輝, 古川柳蔵
- d-labo 夢をかたちに夢に日付を [SURUGA bank, (2011), 70-71] 石田秀輝ほか99名
- 自然に学ぶ! ネイチャー・テクノロジー [Gakken, (2011), 1-120] 石田秀輝・下村正嗣(監修)
- 未来の働き方をデザインしよう —2030年のエコワークスタイルブッカー [日刊工業新聞社, (2011), 1-215] 石田秀輝, 古川柳蔵, コクヨ(株) RDI センター
- survivalism 70億人の生存意義 [ダイヤモンド社, (2011), 40-51] 石田秀輝, 馬場悠男, 大沼克彦, 加藤博文, 印東道子, 西秋良宏(監修協力)
- ヤモリの指から不思議なテープ [アリス館, (2011), 1-143] 石田秀輝(監修), 松田素子・江口絵里(文), 西澤真樹子(絵)
- 厳しい地球環境下, 心豊かに生きる知恵—自然界の営みにこそ解がある(日本の論点) [博文藝春秋社, (2011), 592-595] 曾野綾子, 石原慎太郎, 堺屋太一, 石田秀輝ほか, 計115名
- すごい自然図鑑 [PHP 研究所, (2011), 1-127] 石田秀輝(監修)

#### 【総説・解説】

- New methods of Production and Future Lifestyles. [株

- 文化事業部 Obusession, 53, (2011), 1-38] Emile H. Ishida
- ネイチャー・テクノロジー がんを治す虫たちの力 [聖教新聞 聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 肌で感じる音 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー トンボの翅 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー クマムシの耐久性 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- milsil ネイチャー・テクノロジー [国立科学博物館 milsil, 4 (2), (2011), 6-9] 石田秀輝 古川柳蔵
- 自然から「まなぶ」 [東日本建設業保証株式会社 East Times 春号, (2011), 10-11] 石田秀輝
- バックキャストで考える新しいモノづくりのかたち [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (4), (2011), 30-31] 石田秀輝
- ネイチャーテクノロジーが開く新たなライフスタイル [東京市政調査会 都市問題, 102 (4), (2011), 34-44] 石田秀輝
- 新しいテクノロジーは日本人の自然観にあった! [MOKU 出版 MOKU, 229 (4), (2011), 62-69] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 水のいらぬお風呂 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー カタツムリの殻 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- テクノロジーがライフスタイルに責任を持つ時代がやってきた [無機マテリアル学会 無機マテリアル学会, 18 (5), (2011), 115-116] 石田秀輝
- シロアリ塚に学ぶ無電源エアコン [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (5), (2011), 30-31] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 無電源エアコン [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- 自然の循環を学び, 循環共生するみちのく自然共生園(監修) [(2011)] 石田秀輝
- 地下資源文明からの離陸 [日本粉体工業技術協会 粉体技術, 3 (6), (2011), 51-58] 石田秀輝 古川柳蔵
- 泡に学ぶ水のいらぬお風呂 [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (6), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 遊べや遊べ, もっと遊べ! [石川県自治と教育研究会 石川, 自治と教育, 62, (2011), 20-39] 石田秀輝
- 自然に学ぶ新しい暮らし方のか・た・ち [東北芸術工科大学デザイン哲学研究所 デザイン哲学叢書デザインの知, (5), (2011), 238-251] 石田秀輝
- 自然に学ぶ新しい暮らし方とものづくり [宣伝会議 環境会議, (33), (2011), 268-273] 石田秀輝 古川柳蔵
- ネイチャー・テクノロジー 蜂の巣の構造 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 竹の不思議 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- トンボに学ぶマイクロ風力発電 [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (7), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 3.11日本の覚醒 [第1部] 原発事故から見えてきたグローバル化と金融資本主義の限界 [MOKU 出



版 MOKU, (7), (2011), 24-41] 中村桂子, 佐藤勝彦, 松本健一, 石田秀輝

- 3.11日本の覚醒 [第2部] 日本人の自然観に基づくテクノロジーとパラダイムシフト [MOKU 出版 MOKU, (7), (2011), 62-75] 中村桂子, 佐藤勝彦, 松本健一, 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 新しい産業革命へ [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- ネイチャー・テクノロジー 家庭農場 [聖教新聞, (2011)] 石田秀輝
- カタツムリに学ぶ汚れない表面 (TPM エイジ) [JIPM ソリューション, 23 (8), (2011), 30-31] 石田秀輝
- ネイチャーテクノロジー最前線 (ムー) [学研 ムー, (2011), 149-162] 石田秀輝 (監修)
- 東日本大震災に学ぶものづくりと暮らし方のパラダイムシフト (巻頭言) [エヌ・ティー・エヌ 未来材料, 11 (9), (2011), 1] 石田秀輝
- 微生物の多様性に学ぶ家庭農場 (TPM エイジ) [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (9), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 環境も人も豊かにする暮らし方ものづくりのかたち— 東日本大震災が教えてくれたこと— [日本粉体技術工業会 粉体技術, 3 (10), (2011), 65-68] 石田秀輝
- 強く、軽く、しなやかな素材をつくる (TPM エイジ) [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (10), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 地下資源文明からの離陸。 [空気調和・衛生工学会 空気調和・衛生工学, 85 (10), (2011), 13-19] 石田秀輝, 古川柳蔵, 須藤祐子
- 「東日本大震災」一生の記憶を基盤としたパラダイムシフトに向けて— [本田財団 本田財団レポート, (139), (2011), 1-63] 石田秀輝
- 自然を活かし、自然を往なす (TPM エイジ) [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (11), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 群れから学ぶ自然の不思議 (TPM エイジ) [JIPM ソリューション TPM エイジ, 23 (12), (2011), 30-31] 石田秀輝
- 東日本大震災が教えてくれたテクノロジーとライフスタイルのパラダイムシフトへの道 [工業製品技術協会 (株) テクノプラザ] Ceramic Data Book, 39 (93), (2011), 44-47] 石田秀輝, 古川柳蔵, 物部朋子
- ライフスタイルのパラダイムシフトに向けて [㈱不動産流通研究所 月刊不動産流通, 355 (12), (2011), 8-9] 石田秀輝

## 環境調和材料強度学分野

### 【論文】

- Creep Behavior and Degradation of Subgrain Structures Pinned by Nanoscale Precipitates in Strength-Enhanced 5 to 12 Pct Cr Ferritic Steels. [Metallurgical and Materials Transactions A, 42,

(2011), 3084-3094] Hassan Ghassemi Armaki, Ruiping Chen, Kouichi Maruyama, Masaaki Igarashi

- Development of Oxide Dispersion Strengthened Steels for High Temperature Nuclear Structural Applications. [Engineering Asset Management and Infrastructure Sustainability, (2011), 1147-1160] H. Zhu, T. Wei, R. Harrison, L. Edwards, K. Maruyama
- Microstructural Degradation during High Temperature Exposure up to 10<sup>5</sup>h and its Effects on Creep of Gr. 91 Steel. [Advances in Materials Technology for Fossil Power Plants, (2011), 654-666] R.P. Chen, H. Ghassemi Armaki, K. Maruyama, Y. Minami, M. Igarashi
- Long-term microstructural degradation and creep strength in Gr.91 steel. [Materials Science and Engineering A, 528, (2011), 4390-4394] R.P. Chen, H. Ghassemi Armaki, K. Maruyama, M. Igarashi
- Microstructural Evolution of Mo-Si-B Ternary Alloys through Heat Treatment at 1800°C. [Advanced Materials Research, 278, (2011), 527-532] Kyosuke Yoshimi, Seong-Ho Ha, Kouichi Maruyama Rong Tu, Takashi Goto
- 希土類元素を添加した Mg-Al-Ca 熱間押出合金の組織とクリープ強度 [日本学術振興会耐熱金属材料第123委員会研究報告, 52 (1), (2011), 41-49] 角田直彬, 吉見享祐, 丸山公一

### 【著書】

- マクロおよびナノポーラス金属の開発最前線 [シーエムシー出版, (2011)] 吉見享祐

### 【特許】

- リサイクル型 Fe-Al 複合材料の製造方法 [特許4852737] 糸井貴臣, 峰田暁, 広橋光治, 吉見享祐, 花田修治

## 環境複合材料創成科学分野

### 【論文】

- Toxicity evaluations of various carbon nanomaterials. [Dental Materials Journal, 30, (2011), 245-263] Motohiro Uo, Tsukasa Akasaka, Fumio Watari, Yoshinori Sato, Kazuyuki Tohji
- Boron-Assisted Transformation to Rod-Like Graphitic Carbons from Multi-Walled Carbon Nanotubes in Boron-Mixed Multi-Walled Carbon Nanotube Solids. [ACS Applied Materials & Interfaces, 3, (2011), 2431-2439] Yoshinori Sato, Hikaru Nishizaka, Kenichi Motomiya, Go Yamamoto, Akira Okubo, Hisamichi Kimura, Mikio Ishikuro, Kazuaki Wagatsuma, Toshiyuki
- Influence of carbon structure of the anode on the production of graphite in single-walled carbon nanotube soot synthesized by arc discharge using a Fe-Ni-S catalyst. [Carbon, 49, (2011), 3607-3614]

Hikaru Nishizaka, Masaru Namura, Kenichi Motomiya, Yasumasa Ogawa, Yasuo Udagawa, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato

- カーボンナノチューブ—ホウ素焼結体中に含まれる無定形ホウ素と炭化ホウ素の形態別分離定量 [分析化学, 60, (2011), 807-811] 石黒三岐雄, 佐藤義倫, 田路和幸, 我妻和明
- Influence of the structure of the nanotube on the mechanical properties of binder-free multi-walled carbon nanotube solids. [Carbon, 50, (2012), 34-39] Yoshinori Sato, Hikaru Nishizaka, Shunichi Sawano, Atsushi Yoshinaka, Kazutaka Hirano, Shinji Hashiguchi, Takayuki Arie, Seiji Akita, Go Yamamoto, Toshiyuki Hashida, Hisamichi Kimura, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji

### 【総説・解説】

- カーボンナノチューブ固化体の高機能高強度特性 [セラミックスデータブック 2011, 39, (2011), 143 - 147] 佐藤義倫

### 【特許】

- カーボンナノチューブおよびその製造方法 [特開2011-016711] 佐藤義倫, 田路和幸, 名村優
- 単層カーボンナノチューブフィルムおよびその製造方法 [特開2011-057516] 佐藤義倫, 田路和幸, 名村優
- 電気二重層キャパシタおよびその製造方法 [特開2011-082485] 佐藤義倫, 田路和幸, 名村優

## 環境物質制御学講座

## 地圏環境学分野

### 【論文】

- Distribution of Minor Metals in E-Waste. [Abstracts of Conference of Metallurgists, (2011), 32-33] Tetsuya YUMOTO and Toshikazu SHIRATORI
- Bioleaching of indium from sulfide ore. [19th International Biohydrometallurgy Symposium, (2011), A35] Chihiro Inoue, Jun Sato, Yasumasa Ogawa, Yui Takahashi, Roichi Yamada, Koichi Suto
- Preferential utilization of petroleum oil hydrocarbon components by microbial consortia reflects degradation pattern in aliphatic-aromatic hydrocarbon binary mixtures. [World Journal of Microbiology and Biotechnology, 27, (2011), 1109-1117] Bacosa Hernando, Koichi Suto, and Chihiro Inoue
- Microbial Diversity and Changes in the Distribution of Dehalogenase Genes during Dechlorination with Different Concentrations of *cis*-DCE. [Environmental Science and Technology, 45 (12), (2011), 5339-5339] Kotaro Ise, Koichi Suto, and Chihiro Inoue

●二酸化炭素吹込みによる生石灰混合汚染土壌処理の改良 [Journal of MMIJ, 127 (8), (2011), 512-518] 中川勇樹, 橋本久儀, 須藤孝一, 井上千弘

- Microbial structure of TCE degrading cultures obtained from several contaminated groundwater around Japan. [Final Programme and Abstracts of ISSM2011 8th International Symposium of Subsurface Microbiology, (2011), 50] Koichi SUTO, Kotaro ISE, Sho NAKASORA, and Chihro INOUE
- CFD 解析による低液深横流式加圧浮上装置の処理水取水部の構造最適化 [土木工学論文集 G (環境), 67 (7), (2011), III\_705-III\_713] 寺島光春, 安井英斉, ラジブ, ゴエル, 須藤孝一, 井上千弘

## エネルギー・セキュリティ学講座

## エネルギー・セキュリティ学分野

### 【論文】

- Enhanced hydrogen production from biomass via the sulfur redox cycle under hydrothermal conditions [Int. J. Hydrogen Energy, 36(17), 10674-10682] Putri Setiani, Javier Vilcáez, Noriaki Watanabe, Atsushi Kishita, Noriyoshi Tsuchiya
- Reduction of Carbon Dioxide in Hydrothermal Cracking of Polymer Wastes [Energy Fuels, 25 (6), 2749-2752] Xu Zeng, Fangming Jin, Zhibao Huo, Takeo Mogi, Atsushi Kishita, and Heiji Enomoto

### 【総説・解説】

- 産学連携講座 (寄付講座) 研究室紹介: エネルギーセキュリティ学 (JAPEX) 講座 [石油技術協会誌, 76 (2), 170-175] 木下陸・アリエフ ヌルヤディ・プトゥリ セティアニ

## 環境適合材料創製学講座

## 環境適合材料創製学分野

### 【論文】

- Microstructural degradation mechanisms during creep in strength enhanced high Cr ferritic steels and their evaluation by hardness measurement [J. of Nuclear Materials, 416 (3), (2011), 273-279] H. Aramaki, R. Chen, S. Kano, K. Maruyama, Y. Hasegawa, M. Igarashi



## 地球環境変動学講座

### 地球環境変動学分野

#### 【論文】

- Observed and simulated time evolution of HCl, ClONO<sub>2</sub>, and HF total column abundances. [Atmos. Chem. Phys. Discuss.11, (2011), 32085-32160, doi: 10.5194/acpd-11-32085-2011] Kohlhepp, R., Ruhnke, R., Chipperfield, M. P., De Mazière, M., Notholt, J., Barthlott, S., Batchelor, R. L., Blatherwick, R. D., Blumenstock, Th., Coffey, T. M., Demoulin, P., Duchatelet, P., Fast, H., Feng, W., Goldman, A., Griffith, D. W. T., Hamann, K., Hase, F., Jones, N. B., Kagawa, A., Kaiser, I., Kasai, Y., Kirner, O., Kouker, W., Lindenmaier, R., Mahieu, E., Mittermeier, R. L., Monge-Sanz, B., Morino, I., Murata, I., Nakajima, H., Palm, M., Paton-Walsh C., Raffalski, U., Reddmann, Th., Rettinger, M., Rinsland, C. P., Rozanov, E., Schneider, M., Senten, C., Sinnhuber, B. -M., Smale, D., Strong, K., Sussmann, R., Taylor, J. R., Vanhalewyn, G., Warneke, T., Whaley, C., Wiele, M., and Wood, S. W.
- Unprecedented Arctic ozone loss in 2011. [Nature 478, (2011), 469-475, doi: 10.1038/nature10556] Manney, G. L., Santee, M. L., Rex, M., Livesey, N. J., Pitts, M. C., Veeckind, P., Nash, E. R., Wohltmann, I., Lehmann, R., Froidevaux, L., Poole, L. R., Schoeberl, M. R., Haffner, D. P., Davies, J., Dorokhov, V., Gernandt, H., Johnson, B., Kivi, R., Kyrö, E., Larsen, N., Levelt, P. F., Makshtas, A., McElroy, C. T., Nakajima, H., Parrondo, M. C., Tarasick, D. W., von der Gathen, P., Walker, K. A., and Zinoviev, N. S.
- Evaluating a 3-D transport model of atmospheric CO<sub>2</sub> using ground-based, aircraft, and space-borne data. [Atmos. Chem. Phys., 11, (2011), 2789-2803, doi:10.5194/acp-11-2789-2011] Feng, L., Palmer, P. I., Yang, Y., Yantosca, R. M., Kawa, S. R., Paris, J.-D., Matsueda, H., and Machida, T.
- Carbon balance of South Asia constrained by passenger aircraft CO<sub>2</sub> measurements. [Atmos. Chem. Phys., 11, (2011), 4163-4175, doi:10.5194/acp-11-4163-2011] Patra, P. K., Niwa, Y., Schuck, T. J., Brenninkmeijer, C. A. M., Machida, T., Matsueda, H., and Sawa, Y.
- Interannual variability and trends in atmospheric methane over the western Pacific from 1994 to 2010. [J. Geophys. Res. 116, (2011), D14303, doi: 10.1029/2010JD015467] Y. Terao, H. Mukai, Y. Nojiri, T. Machida, Y. Tohjima, T. Saeki and S. Maksyutov.
- CO emissions from biomass burning in South-east Asia in the 2006 El Niño year: shipboard and AIRS satellite observations. [Environ. Chem., 8, (2011), 213-223, doi:10.1071/EN10113.] H. Nara, H. Tanimoto, Y. Nojiri, H. Mukai, J. Zeng, Y. Tohjima, and T. Machida

- Evaluation of methane emissions from west Siberian wetlands based on inverse modeling. [Environ. Res. Lett., 6, (2011), 035201, doi: 10.1088/1748-9326/6/3/035201.] Kim, H-S., S. Maksyutov, M.V. Glagolev, T. Machida, P.K. Patra, K. Sudo and G. Inoue
- Methane emission from middle taiga oligotrophic hollows of Western Siberia. [Bull. Tomsk State Pedagogical Univ., 5(107), (2011), 135-143.] Sabrekov, A. F., I. E. Kleptsova, M. V. Glagolev, Sh. Sh. Maksyutov, T. Machida.
- Regional methane emission from West Siberia mire landscapes. [Environ. Res. Lett. 6, (2011), 045214.] Glagolev, M., I. Kleptsova, I. Filippov, S. Maksyutov and T. Machida.
- Onboard measurement system of atmospheric carbon monoxide in the Pacific by voluntary observing ship. [Atmos. Meas. Tech., 4, (2011), 2495-2507.] Nara, H., H. Tanimoto, Y. Nojiri, H. Mukai, T. Machida and Y. Tohjima.
- Global CO<sub>2</sub> fluxes inferred from surface air-sample measurements and from TCCON retrievals of the CO<sub>2</sub> total column. [Geophys. Res. Lett., 38, (2011), 24, doi:10.1029/2011GL049899] Chevallier, F., N. Deutscher, T.J. Conway, P. Ciais, L. Ciattaglia, S. Dohe, M. Fröhlich, A.J. Gomez-Pelaez, D. Griffith, F. Hase, L. Haszpra, P. Krummel, E. Kyrö, C. Labuschagne, R. Langenfelds, T. Machida, F. Maignan, H. Matsueda, I. Morino, J. Notholt, M. Ramonet, Y. Sawa, M. Schmidt, V. Sherlock, P. Steele, K. Strong, R. Sussmann, P. Wennberg, S. Wofsy, D. Worthy, D. Wunch, M. Zimnoch.
- The seasonal cycle amplitude of total column CO<sub>2</sub>: Factors behind the model-observation mismatch. [J. Geophys. Res., 116, (2011), D23306, doi: 10.1029/2011JD016124.] Basu, S., S. Houweling, W. Peters, C. Sweeney, T. Machida, S. Maksyutov, P. Patra, R. Saito, F. Chevallier, Y. Niwa, H. Matsueda and Y. Sawa.
- Three-dimensional variations of atmospheric CO<sub>2</sub>: aircraft measurements and multi-transport model simulations. [Atmos. Chem. Phys., 11, (2011), 13359-13375, doi: 10.5194/acp-11-13359-2011.] Niwa, Y., P. K. Patra, Y. Sawa, T. Machida, H. Matsueda, D. Belikov, T. Maki, M. Ikegami, R. Imasu, S. Maksyutov, T. Oda, M. Satoh, and M. Takigawa.
- Aircraft observation of the seasonal variation in the transport of CO<sub>2</sub> in the upper atmosphere. [J. Geophys. Res., (2011) doi: 10.1029/2011JD016933, in press.] Sawa, Y., T. Machida, and H. Matsueda

#### 【総説・解説】

- 2011年春季北極上空で観測史上最大のオゾンが破壊。[冷凍空調設備, 38, (2011), 5-8] 中島英彰
- 定期航空路による温室効果ガス観測 [計測と制御, 50 (10), (2011), 840-847] 町田敏暢, 松枝秀和, 澤庸介

## 環境リスク評価学講座

### 環境リスク評価学分野

#### 【論文】

- Characterization of humic acids in sediments from dam reservoirs by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry using tetramethylammonium hydroxide: Influence of the structural features of humic acids on iron(II) binding capacity. [Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 91, (2011), 323-331] Fukushima M., Furubayashi, K., Fujisawa, N., Takeuchi, M., Komai, T., Ootsuka, K., Yamamoto, M., Kawabe, Y., and Horiya, S.
- Comparative study of microbial dechlorination of chlorinated ethenes in an aquifer and a clayey aquitard. [J. Contam. Hydrol, 124, (2011), 14-24] Takeuchi, M., Kawabe, Y., Watanabe, E., Oiwa, T., Takahashi, M., Nanba, K., Kamagata, Y., Hanada, S., Ohko, Y., Komai, T.
- Electric conductivity and pH profiles of pore water extracted from the latest Pleistocene to Holocene sediments in the Tokyo and the Nakagawa Lowlands, central Japan. [Bull. Geol. Surv. Japan, (62), (2011), 85-104] Uchiyama M., Hara M., Takeuchi M., Kimura K.
- A distinct freshwater-adapted subgroup of ANME-1 dominates active archaeal communities in terrestrial subsurfaces in Japan. [Environmental Microbiology, 13 (12), (2011), 3206-3218] Takeuchi, M., H. Yoshioka, Y. Seo, S. Tanabe, H. Tamaki, H. A. Takahashi, S. Igari, D. Mayumi, S. Sakara.
- Risk Assessment of Enhanced Geological Storage of CO<sub>2</sub> Using Gas Hydrates, Proceedings of the 7th International Conference on Gas Hydrates. [(2011)] Takeshi Komai, Yasuhide Sakamoto, Atsuko Tanaka
- Geo-informatics System for Geo-hazards and Environmental Risk Assessment, Proceedings of International Symposium on Disaster Simulation. [(2011)] Takeshi Komai, Junko Hara, Noriyoshi Tsuchiya
- 放射能による土壌汚染問題を考える—環境リスクとその対策— [噴流工学, 28 (2), (2011), 26-30] 駒井武
- 腐植酸鉄供給の環境受容性と流域環境評価 [海洋理工学会誌, 17 (1), (2011), 9-12] 駒井武, 川辺能成, 原淳子

## バイオエコマネジメント学講座

### バイオエコマネジメント学分野

#### 【著書】

- 電気をを用いた革新的微生物変換技術の開発(その2) —ブタノール生産微生物の電気による制御—. [電力中央研究所研究報告, V10028, (2011)] 平野伸一, 松本伯夫, 大村直也.

- 電気をを用いた未利用バイオマスからの物質生産(その1) —グリセロール変換微生物の探索と電気化学的活性制御—. [電力中央研究所研究報告, V10033, (2011)] 松本伯夫, 平野伸一, 大村直也
- バイオマスのエネルギー利用の拡大に向けて. [DEN-CHU-KEN TOPICS, Vol.6, (2011)] 井内正直, 大高円, 渡部良朋
- 電気培養. [バイオ電池の最新動向(加納健司監修) (2011), シーエムシー出版] 松本伯夫, 平野伸一

#### 【総説・解説】

- 電気培養による新規発酵技術創出の可能性. [生物工学会誌, 89 (6), (2011)] 松本伯夫.

#### 【特許】

- 窒素代謝微生物の活性化方法及びバイオリアクタ [特開2011-182786] 平野伸一, 松本伯夫, 大村直也
- 水素資化性メタン菌のメタン生成活性制御方法 [特開2011-223895] 平野伸一, 松本伯夫, 大村直也

## 環境マネジメント人材育成プログラム

#### 【論文】

- 東北大学大学院環境科学研究科における高度社会人環境人材養成プログラムの実践と課題. [環境科学会誌, 24 (4), (2011), 320-328] 古川柳蔵, 石田秀輝
- 地下資源文明からの離陸—新しい暮らしのかたち—. [空気調和・衛生工学, 85, (2011), 777-784] 石田秀輝・古川柳蔵・須藤祐子

#### 【著書】

- 次世代バイオミメティクス研究の最前線 [シーエムシー出版, (2011), 29-34] 下村正嗣(監修), 石田秀輝, 古川柳蔵
- d-labo 夢をかたちに夢に日付を [SURUGA bank, (2011), 70-71] 石田秀輝ほか99名
- 自然に学ぶ! ネイチャー・テクノロジー [Gakken, (2011), 1-120] 石田秀輝・下村正嗣 (監修)
- 未来の働き方をデザインしよう —2030年のエコワークスタイルブッカー [日刊工業新聞社, (2011), 1-215] 石田秀輝, 古川柳蔵, コクヨ(株) RDI センター
- survivalism 70億人の生存意義 [ダイヤモンド社, (2011), 40-51] 石田秀輝, 馬場悠男, 大沼克彦, 加藤博文, 印東道子, 西秋良宏 (監修協力)
- ヤモリの指から不思議なテープ [アリス館, (2011), 1-143] 石田秀輝 (監修), 松田素子・江口絵里 (文), 西澤真樹子 (絵)
- 厳しい地球環境下, 心豊かに生きる知恵—自然界の営みにこそ解がある (日本の論点) [博文藝春秋社, (2011), 592-595] 曾野綾子, 石原慎太郎, 堺屋太一, 石田秀輝ほか, 計115名
- すごい自然図鑑 [PHP 研究所, (2011), 1-127] 石田秀輝 (監修)



#### 【総説・解説】

- New methods of Production and Future Lifestyles. [㈱文化事業部 Obusession, 53, (2011), 1-38] Emile H. Ishida
- milsil ネイチャー・テクノロジー [国立科学博物館 milsil, 4 (2), (2011), 6-9] 石田秀輝 古川柳蔵
- 新しいテクノロジーは日本人の自然観にあった! [MOKU 出版 MOKU, 229 (4), (2011), 62-69] 石田秀輝
- テクノロジーがライフスタイルに責任を持つ時代がやってきた [無機マテリアル学会 無機マテリアル学会, 18 (5), (2011), 115-116] 石田秀輝
- 地下資源文明からの離陸 [日本粉体工業技術協会 粉体技術, 3 (6), (2011), 51-58] 石田秀輝 古川柳蔵
- 遊べや遊べ, もっと遊べ! [石川県自治と教育研究会 石川, 自治と教育, 62, (2011), 20-39] 石田秀輝
- 自然に学ぶ新しい暮らし方ものづくり [宣伝会議 環境会議, (33), (2011), 268-273] 石田秀輝 古川柳蔵
- 3.11日本の覚醒 [第1部] 原発事故から見てきたグローバルゼーションと金融資本主義の限界 [MOKU 出版 MOKU, (7), (2011), 24-41] 中村桂子, 佐藤勝彦, 松本健一, 石田秀輝
- 3.11日本の覚醒 [第2部] 日本人の自然観に基づくテクノロジーとパラダイムシフト [MOKU 出版 MOKU, (7), (2011), 62-75] 中村桂子, 佐藤勝彦, 松本健一, 石田秀輝
- 環境も人も豊かにする暮らし方ものづくりのかたち—東日本大震災が教えてくれたこと— [日本粉体技術工業会 粉体技術, 3 (10), (2011), 65-68] 石田秀輝
- 地下資源文明からの離陸. [空気調和・衛生工学会 空気調和・衛生工学, 85 (10), (2011), 13-19] 石田秀輝, 古川柳蔵, 須藤祐子
- 「東日本大震災」一生の記憶を基盤としたパラダイムシフトに向けて— [本田財団 本田財団レポート, (139), (2011), 1-63] 石田秀輝
- 東日本大震災が教えてくれたテクノロジーとライフスタイルのパラダイムシフトへの道 [工業製品技術協会 (㈱テクノプラザ) Ceramic Data Book, 39 (93), (2011), 44-47] 石田秀輝, 古川柳蔵, 物部朋子

### 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】

- Simulation of adsorption equilibrium of heavy metal cations on soils in circumneutral aqueous solution: influences of solution pH and dissolved humus substances. [Advanced Materials Research, 287-290, (2011), 2822-2825] Yuyu Liu\*, Takeshi Kobayashi, Takashi Kameya, Yukari Takahashi, Yuko Ohashi
- 追記型光ディスク (BD-R, DVD, and CD-R) のCO<sub>2</sub>排出量報告 [JRIA, (2011)] 田中泰光, JRIA 環境委員会

#### 【総説・解説】

- 環境調和型実装技術—省エネルギー・新材料・新しい技術—

[エレクトロニクス実装学会誌, 15 (1), (2012), 29] 田中泰光  
／環境調和型実装技術委員会



# 博士・修士論文題目一覧(平成23年3月・9月修了) 進路状況

## 博士論文

### 【平成23年3月修了】14名

- トゥルムンフ オドントヤ「社会主義モンゴルにおける女性に関する人類学的研究—男女の役割分業の実態から分析して—」指導教員：瀬川昌久教授
- Oscar A. Gomez S.「Beyond Securitization: Theoretical and Practical Elements for the Operationalization of Human Security (安全保障の実現を超えて：人間の安全保障を現実のものとするための理論上、実践上の諸要素)」指導教員：藤崎成昭教授
- 和田清美「陸前高田市生田地区における木質バイオマスならびに水力エネルギーの持続的利用と循環型地域社会システムに関する研究」指導教員：新妻弘明教授
- 林 直 樹「Broadband synthetic aperture radar for environmental observation (広帯域合成開口レーダによる環境計測に関する研究)」指導教員：佐藤源之教授
- 佐伯浩介「フーリエ変換赤外分光計を用いた2007年南極オゾンホールと成層圏大気微量成分の季節変動に関する研究」指導教員：中島英彰教授
- 伊勢孝太郎「クロロエチレン類脱塩素コンソーシアムにおけるメタン生成細菌の役割」指導教員：井上千弘教授
- 佐々木健吉「線維芽細胞増殖因子を担持した水酸アパタイトの創製」指導教員：井奥洪二教授 研究指導教員：上高原理暢助教
- 福島正明「熱分解法による廃プラスチックの脱塩素処理と油化に関する研究」指導教員：吉岡敏明教授
- 森 朋 子「Micro environmental effect on interaction between small molecules and bio-macromolecules (ミクロ環境が低分子と生体高分子の相互作用に及ぼす影響に関する研究)」指導教員：細久憲教授
- Sulaeman, Uyi「Solvothermal Synthesis of Strontium Titanate Based Materials Designed for Efficient Visible Light Photocatalysis (優れた可視光応答性光触媒として設計されたチタン酸ストロンチウム基物質のソルボサーマル反応合成)」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シユウ准教授
- 張 沛 霖「Synthesis and Environmental Purification Property of Visible-light Responsive Photocatalyst Based on Nitrogen Doped Titanium Dioxide (窒素ドーブ二酸化チタン基可視光応答性光触媒の合成と環境浄化機能)」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：殷シユウ准教授
- 朴 運 旻「Hydrothermal synthesis and evaluation of carbonate containing hydroxyapatite from calcium carbonate (炭酸カルシウムからの炭酸水酸アパタイト

- の水熱合成と評価)」指導教員：井奥洪二教授 研究指導教員：上高原理暢助教
- 松本和幸「コア・シェル型鉄系金属粉末の開発と高密度磁気記録媒体への応用」指導教員：田路和幸教授
  - 今泉晴貴「炭酸カルシウムを出発原料とした材料開発に関する基礎研究」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：前田浩孝助教

### 【平成23年9月修了】6名

- 烏蘭塔娜「ボグド・ハーン政権に合流した東部内モンゴル人の動向に関する研究」指導教員：岡洋樹教授
- 強虹「Upgrading of methane fermentation from high solids wastes by controlling trace metals, ammonia, and temperature. (微量金属、アンモニアおよび温度の制御による高濃度固形物のメタン発酵の効率化)」指導教員：李玉友准教授
- Ulziburen Burenjargal「GEOSCIENCE STUDY ON HIGH-T METAMORPHIC ROCKS AND EXHUMATION PROCESS OF TSEEL TERRANE, SW MONGOLIA (南西モンゴル ツェール地帯の高温変成岩と上昇プロセスに関する地球科学的研究)」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：岡本敦助教
- 惲俊「水熱反応による炭水化物バイオマスからのギ酸生成に関する研究 (Research of formic acid production from carbohydrate biomass under hydrothermal conditions)」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 陳 瑞 萍「Microstructural Degradation during High Temperature Creep of Mod.9Cr-1Mo Steel and its Application to Life Assessment (改良9Cr-1Mo 鋼の高温クリープ中の微視組織変化とその寿命評価への適用)」指導教員：丸山公一教授
- 河星錦「Experimental Study on Eutectic Reactions and Isothermal Phase Equilibrium at 1800°C in Mo-rich Mo-Si-B Alloys (Mo 過剰な Mo-Si-B 合金における共晶反応と1800°Cの等温相平衡に関する実験的研究)」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：吉見享祐准教授

## 修士論文

### 【平成23年3月修了】89名

- 金本圭一朗「国際制度間の相互連関：クリーン開発メカニズムを事例に」指導教員：明日香壽川教授
- 小森谷樹「夏期の短時間強雨に伴う冷気外流出がメソスケールの気象場に与える影響」指導教員：境田清隆教授
- 京極自源「東北地方における木材チップ生産構造の変遷

- と素材生産業者の対応」指導教員：上田元准教授
- 伊藤詩織「フェアトレードと途上国の発展」指導教員：佐竹正夫教授
  - 陳浩妹「日本製紙企業の対中直接投資と環境規制—汚染逃避仮説に関して—」指導教員：佐竹正夫教授
  - 小川敬晴「福島県天栄村湯本地区における里山の総合利用計画と木質バイオマス自給に関する研究」指導教員：新妻弘明教授
  - 玉川啓太「地下構造評価のための AE マルチプレット反射法の開発と地熱・石油フィールドへの適用に関する研究」指導教員：新妻弘明教授 研究指導教員：浅沼宏准教授
  - 宇佐美順也「ウェアラブルジェネレータの開発に関する研究」指導教員：松木浩二教授 研究指導教員：坂口清敏准教授
  - 田中寛大「超臨界二酸化炭素による水圧破砕き裂作成に関する研究」指導教員：松木浩二教授 研究指導教員：木崎彰久助教
  - 森田光飛「曲進可能な無排土小型掘進機械の開発に関する研究」指導教員：高橋弘教授
  - 今田直希「繊維質固化処理土の変形・強度特性に関する数値シミュレーション」指導教員：高橋弘教授
  - 雪下隼「水熱反応を利用した硫化鉱物の還元に関する研究」指導教員：土屋範芳教授
  - 石橋琢也「マルチスケール岩石き裂ネットワーク内の3D チャネリングフロー」指導教員：土屋範芳教授
  - 梶原雅博「酸性河川中でのレアメタルおよび有害元素の分別・堆積挙動に関する研究」指導教員：土屋範芳教授
  - 最首花恵「Precipitation of silica minerals and fracture plugging under supercritical hydrothermal conditions (超臨界熱水環境下におけるシリカ鉱物の析出とき裂閉塞)」指導教員：土屋範芳教授 研究指導教員：岡本敦助教
  - 伊藤英彬「固体酸化物形燃料電池用材料の局所機械的特性」指導教員：川田達也教授
  - 平子俊哉「La-Sr-Co-O 系複合酸化物の相関系と気固相酸素交換反応」指導教員：川田達也教授
  - 櫛拓人「固体酸化物形燃料電池用電解質材料の機械的特性評価」指導教員：雨澤浩史准教授
  - 高橋勇人「希土類メタリン酸塩の欠陥構造とプロトン伝導特性」指導教員：雨澤浩史准教授
  - 金 東 勲「Radar Application to Monitoring of Fluid Migration in Porous Material (レーダを利用した空隙を持つ物質中の液体移動モニタリング)」指導教員：佐藤源之教授
  - 陳 炯「Polarimetric Calibration and Its Impact on Soil Moisture Estimation」指導教員：佐藤源之教授
  - 鈴木杏奈「断裂型貯留層における Non-Fickian 挙動のキャラクターゼーションに関する研究」指導教員：橋田俊之教授
  - 中川智未「CO<sub>2</sub> 地下貯留のための岩石への CO<sub>2</sub> 吸着挙動評価に関する研究」指導教員：橋田俊之教授
  - 庄野泰斗「熊野灘海底地層で実施した応力測定試験の解析」指導教員：林一夫教授 研究指導教員：伊藤高敏教授

- 田中秀宜「CO<sub>2</sub> 地中貯留層の漏洩修復を目的とした原位置反応法の数値シミュレーションに関する研究」指導教員：林一夫教授 研究指導教員：伊藤高敏教授
- 牧紀幸「微小地震に基づく地下流路評価法の客観性向上に関する研究」指導教員：林一夫教授 研究指導教員：伊藤高敏教授
- 小沢文智「誘電泳動デバイスを用いた細胞チップの作製」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：伊野浩介助教
- 齊藤元気「単一細胞 mRNA 定量法を用いたがん細胞の薬剤スクリーニングと組織培養系への応用」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：珠玖仁准教授
- 鈴木準也「単一細胞ウェルアレイを用いた高感度電気化学レポーターアッセイシステムの開発」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：珠玖仁准教授
- 渡部剛志「微細ウェルを用いた目的抗体の電気化学検出」指導教員：末永智一教授 研究指導教員：伊野浩介助教
- 雁部祥行「多座配位子遷移金属錯体の酸化還元特性を用いた過酸化水素定量法の開発」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壺岐伸彦准教授
- 木村瞳「界面活性剤ミセルを用いた金属錯体系発光検出システムの高感度化」指導教員：星野仁教授
- 桑原秀治「難誘導体化元素の新規誘導体化反応とその分析化学的応用に関する研究」指導教員：星野仁教授
- 富谷頼行「キャピラリー電気泳動分離を利用する錯体システムの新規反応速度論解析法の開発」指導教員：星野仁教授
- 広岡祥一「チアカリックスアレーンの金属イオン精密認識能を用いた超分子ランタニド錯体の自己組織化と近赤外発光機能の開拓」指導教員：星野仁教授 研究指導教員：壺岐伸彦准教授
- 五十嵐政成「乳酸の嫌気性発酵における水素生成の効率化」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 福島祥子「PVC のリサイクルにおける塩素循環プロセスの構築」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 文棟由紀「マグネシウム-アルミニウム酸化物を用いた循環型酸処理法の開発」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 細谷卓央「ヘテロ原子含有求核試薬を用いたポリ塩化ビニルの置換反応」指導教員：吉岡敏明教授 研究指導教員：亀田知人准教授
- 石関聡「グリーン溶媒を用いたコーヒー抽出滓からの化学原料回収に関する基礎的研究」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 小松博幸「水素混合ハイドレート形成速度の定量的解析」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 相楽龍也「高 Mg 含有石灰石からの Ca および Mg の選択的回収に及ぼす CO<sub>2</sub> の影響」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：相田卓助教
- 白石直広「イオン液体の粘度に与える添加物の影響」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：相田卓助教



- 町川英正「流通式反応器を用いた水熱合成法による単分散マグネタイトナノ粒子の合成に関する検討」指導教員：R.L. スミス Jr. 教授 研究指導教員：渡邊賢准教授
- 夏佐「水熱法によるチタン含有水酸アパタイトの作製」指導教員：井奥洪二教授 指導教員：上高原理暢助教
- 高橋尋子「水熱法による水酸アパタイトマイクロチューブの作製」指導教員：井奥洪二教授 指導教員：上高原理暢助教
- 藤井亮輔「骨再生足場材料のためのリン酸カルシウム球状多孔体の作製と評価」指導教員：井奥洪二教授 指導教員：上高原理暢助教
- 斎藤智久「形態制御水酸アパタイトの作製と生体外評価」指導教員：井奥洪二教授 指導教員：上高原理暢助教
- 小澤輝洋「鉄粉を用いた有機臭素化合物の脱臭素」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：須藤孝一准教授
- 佐藤潤「鉄酸化細菌による硫化鉄からのインジウムの浸出」指導教員：井上千弘教授 研究指導教員：須藤孝一准教授
- 安田紘治「抗菌性を有する高分子多孔質体の開発と応用」指導教員：細矢憲教授
- 内山裕清「4,4'-ジメトキシ-1,1'-ビフェナンスレン-2,2'-ジオールの光ラセミ化活性とその制御」指導教員：服部徹太郎教授
- 小野澤智「二酸化炭素によるヘテロ芳香族化合物の直接カルボキシル化」指導教員：服部徹太郎教授
- 北本雄一「光学分割における不斉選択性の溶媒の誘電率による制御」指導教員：服部徹太郎教授
- 中村友香「Ullmann 型反応による N,O-, P,O- ハイブリッドカリックス [4] アレーン類の効率的合成法の開発」指導教員：服部徹太郎教授 研究指導教員：諸橋直弥准教授
- 中山寛子「チアカリックス [4] アレーン類の微結晶によるカルボン酸およびアミンの包接」指導教員：服部徹太郎教授 研究指導教員：諸橋直弥准教授
- 木村健志「溶融アルカリ法による BaTiO<sub>3</sub> 基非鉛圧電性セラミックスの合成と電気特性」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：股シユウ准教授
- 矢口敦郎「相平衡を利用した白色 LED 照明用純窒化物系蛍光体の合成」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：末廣隆之助
- 楊璐「Synthesis of Plate-like Ceramic Microparticles and Characterization for Cosmetic Application (板状セラミックマイクロ粒子の合成と化粧品への応用特性)」指導教員：佐藤次雄教授 研究指導教員：股シユウ准教授
- 武井隆幸「電磁力間欠印加による太陽電池用球状シリコンの製造」指導教員：谷口尚司教授 研究指導教員：嶋崎真一助
- 角田直彬「Mg-5Al-3Ca 熱間押し材の高温強度に及ぼす Y, Nd, Sm 添加の影響」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：吉見享祐准教授
- 山口亮「Mo-Si-B 合金の組織形成に及ぼす Re 添加の効果」指導教員：丸山公一教授 研究指導教員：吉見享祐准教授
- 大野肇「WIO-MFA モデルを用いた廃自動車由来の鉄ス

- クラブ再資源化に伴う合金元素フロー解析」指導教員：長坂徹也教授 研究指導教員：松八重一代准教授
- 今野広祐「酸化および磁気分離法によるイルメナイト鉱石のアップグレーディング」指導教員：長坂徹也教授
- 鈴木翔「カーボンナノチューブスカフォールドにおける骨芽細胞の増殖性評価」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：佐藤義倫准教授
- 菊地徹平「ガン細胞への送達に適した高発熱マグネタイトナノ粒子の作製」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 島田陽三「はんだ合金粒子の表面ハロゲン化反応機構解明」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 塚越祥太「リチウムイオン二次電池の電池特性向上を目的とした機能性シリコン負極材料の開発」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 山西祥多「酸化亜鉛へのストラティファイド構造付与による触媒材料の高機能化」指導教員：田路和幸教授 研究指導教員：高橋英志准教授
- 小川美成「リン酸イオンドープトマロライトの水熱合成と機能評価」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：前田浩孝助
- 瀧戸浩之「低環境負荷なライフスタイルの評価構造と社会的受容性に関する研究」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 八木圭亮「転動ミル内異径媒体運動の粉碎に及ぼす影響と偏析現象」指導教員：齋藤文良教授 研究指導教員：加納純也准教授
- 大野隆之「超音波照射下のマイクロバブルの高速挙動を利用した新規洗浄法の開発」指導教員：中村崇教授
- Nguyen Huu Tuan「Effective Recovery of Zinc Component from EAF Dust (電気炉ダストからの亜鉛成分の高効率回収)」指導教員：葛西栄輝教授 研究指導教員：村上太一准教授
- 熊田智行「反応性スパッタ法による窒化サファイア基板への c 軸配向 AlN 膜成長」指導教員：福山博之教授 研究指導教員：大塚誠准教授
- 荒井勇喜「大気圧マイクロ波誘導窒素プラズマを用いた鉄表面の窒化層の解析」指導教員：我妻和明教授
- 周宇「リチウムイオン伝導材料としての錯体水素化物の合成と特性評価 Synthesis and characterization of complex hydrides as lithium ionic conductors」指導教員：折茂慎一教授
- 兵藤義浩「水素貯蔵材料としての窒素系錯体水素化物の合成と特性評価」指導教員：折茂慎一教授
- 阿部司「DEM による鉄鉱石焼結原料の偏析挙動」指導教員：国友和也教授
- 柴田拓哉「Grain boundary precipitation strengthening mechanism in W containing advanced creep resistant ferritic steels 先進高 Cr フェライト系耐熱鋼の粒界析出強化機構」指導教員：長谷川泰士教授
- 水戸惟史「Boron effects on creep rupture strength of W containing advanced ferritic creep resistant steels

- 先進高強度耐熱鋼のクリープ強度 (変形機構) と B の添加効果」指導教員：長谷川泰士教授
- 江成太一「助け合いの移動という新しいスタイル」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 澁谷知範「コミュニティ・マーケットの活用による新たな故繊維リサイクルビジネスの提案」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 岸上祐子「低環境負荷生活を体感するビジネスモデル環境制約のある宿泊施設の運営」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 黒澤洋一郎「中堅・中小企業の環境負荷低減を促進するための金融ビジネスシステム」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 野村なつみ「新しい「中古住宅」を提案するビジネスモデル」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 針生洋介「環境配慮型農産物普及促進のためのエコラベル応援プロジェクト」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 福村清和「知らぬ間に、サステナブルな「人」と「社会」になっているビジネス～「農山漁村」を楽しみながら～」指導教員：石田秀輝教授 研究指導教員：古川柳蔵准教授
- 増田拓也「水をまわすくらしー銭湯農園ー」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 23 年 9 月修了】 11 名

- 呉亜鵬「循環式水素・メタン発酵プロセスを用いた生ごみからの水素とメタン回収方法の検討」指導教員：李玉友准教授
- 鄧恒偉「膜分離バイオリクターを用いた高速メタン生成プロセスの構築」指導教員：李玉友准教授
- 中村滋行「現代の農村における「内発的」変化と構造的要因ー山形県高畠町における環境共生型農業への組織的取り組みを事例としてー」指導教員：瀬川昌久教授
- Edward Rahadian「The Implementation of Mitigation Policy on Human-Elephant Conflict (A Case Study in Lampung Province, Indonesia) (象・人間紛争の緩和策の実施:インドネシア ランプン州の事例研究)」指導教員：藤崎成昭教授
- 陳敏「ブレードに作用する掘削抵抗力を用いた地盤強度特性の評価に関する研究」指導教員：高橋弘教授 研究指導教員：里見知昭助
- 包曉慧「キャピテーションジェットによる有機物の分解に関する研究」指導教員：松木浩二教授 研究指導教員：木崎彰久助
- 金暉「電磁サイクロン法による Al 中非金属介在物除去プロセスに関する基礎研究」指導教員：谷口尚司教授
- Annisa ANJANI「Household Waste Management in Indonesia: What is an effective means to household waste reduction in Indonesia? (インドネシアの家庭廃棄物処理について:インドネシアにおける家庭ごみの減量化にとって何が有効な手段であるか)」指導教員：木村喜博教授

- Dindha Ayu Mitra DYANI「Implication to Achieve Sustainable Electricity Supply in Indonesia -An idea of Decentralized Electricity System- (インドネシアにおける電力の安定的な供給を達成するための意義:電力システムの分散化の考え)」指導教員：木村喜博教授
- Huynh Vinh Khang「Arsenic and Selenium removal from contaminated water by phytoremediation with the aquatic plant Coontail (*Ceratophyllum demersum* L.) (水生植物マツモ (*Ceratophyllum demersum* L.) による汚染水からのヒ素とセレンの除去)」指導教員：井上千弘教授
- Nguyen Anh Ngoc「Study on Strength Properties of Fiber-Cement-Stabilized Soil by using Rice Straw (稲わらを用いた繊維質固化処理土の強度特性に関する研究)」指導教員：高橋弘教授

#### 進路状況

##### 【平成 23 年 3 月修了者】

株式会社ウェザーニューズ、DOWA ホールディングス株式会社、株式会社日立国際電気、INDONESIA, Jenderal Soedirman University、株式会社ノリタケカンパニーリミテド、東芝電機サービス株式会社、愛知県がんセンター研究所、株式会社日本保育サービス、高砂熱学工業株式会社、株式会社豊田自動織機、株式会社仙台環境開発、地方公務員埼玉県(所沢市役所)、日産自動車株式会社、東日本電信電話株式会社、株式会社日立ソリューションズ、富士通株式会社、日本ガイシ株式会社、JFE スチール株式会社、富士電機ホールディングス株式会社、東芝株式会社、LG Electronics、JFE エンジニアリング株式会社、本田技研工業株式会社、株式会社日立プラントテクノロジー、東北電力株式会社、日立製作所、昭和シェル石油株式会社、JX 日鉱日石開発株式会社、日本曹達株式会社、仙台入国管理局、東洋インキ製造株式会社、株式会社デンソー、花王株式会社、国立大学法人東北大学職員、株式会社タムラ製作所、株式会社沖データ、大塚製薬株式会社、JSR 株式会社、古河電気工業、アルプス電気株式会社、電気化学工業株式会社、三洋化成工業株式会社、昭和電工株式会社、富士フィルム株式会社、ソマール株式会社、日立電線株式会社、パナソニックヘルスケア株式会社、山本貴金属地金株式会社、住友金属鉱山株式会社、株式会社リコー、ベテル精工株式会社、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、バブコック日立株式会社、石油資源開発株式会社、日本冶金工業株式会社、東燃ゼネラル株式会社、トヨタ自動車株式会社、株式会社ブリジストン、古河スカイ株式会社、大日本印刷株式会社、フェニックス・キャピタル株式会社、みずほ総合研究所株式会社、エコシステムジャパン株式会社、財団法人社会経済生産性本部

##### 【平成 23 年 9 月修了者】

インドネシア共和国森林省、日本軽金属株式会社



# TOPICS 東日本大震災と研究科の取り組み

## 環境科学研究科本館の被害

2011年3月11日14時46分。三陸沖を震源とする巨大地震が発生しました。青葉山レキ岩層を最上位層にする青葉山地区では顕著な液状化現象は認められませんでした。本館、工場棟とも室内の状況は目を覆うばかりでした。幸いにも火災の発生はなかったものの、本館2、3階の壁には大きな亀裂が走り、



本館の被害の様子

5、6階では殆ど全ての物が倒れ、工場棟の多くの窓ガラスが破損しました。市内へ通じる道路は大渋滞、青葉山地区の電気、水道、ガス、固定電話といった所謂ライフラインは全てストップという混乱の中、建物としては無傷で残ったエコラボ内に災害対策本部を設置し、環境科学研究科は復旧の一步を踏み出しました。

- 3月11日 地震発生
- 3月16日 安否確認作業終了  
通電
- 3月17日 研究科サーバ移設開設、研究科災害  
緊急ページ立ち上げ
- 3月31日 水道開栓
- 4月下旬 ガス復旧

## 復旧・復興を目指して地域と共に

### 1) 被災地域への電源の供給

研究科の復旧と並行し、教員や学生による積極的な復興支援活動が開始されました。田路和幸教授グループでは、支援の手が行き届いていない小規模若しくは孤立地区の避難所のニーズと、同研究グループが有するシーズを、石巻地区の民間コーディネーターの協力を得てマッチングさせ、必要とされる避難所にポータブル型 Liイオン電池充放電システムを設置

し、LEDによる照明や携帯電話充電等のライフラインの継続的な確保に取り組みました。



充放電システムを設置する田路教授



被災後初めて渡波中学校に灯った光

また、土屋範芳教授グループでは、土屋教授が隊長を務めた南極観測隊 (JARE-51, セールロンダーネ山地学調査隊) が南極で実際に用いた太陽光パネルと、エコラボ DC ルームで使用されている充放電設備により、北上町相川地区の避難所支援を行いました。パネルが設置された避難所では、3月28日、太陽光発電により震災後初めて灯りやテレビがつかまりました。



2011年4月13日付朝日新聞の報道

こうした技術的な支援の他、研究科学生が中心となり発足したボランティア組織、東北大学地域復興プロジェクト

"HARU"による被災地への物資仕分けや運搬、行政業務支援、また、浅沼宏准教授が中心となる「気仙沼地域教育支援プロジェクト」による数百万点に上る学用品支援活動や学習支援など、幅広い活動が現在もなお行われています。

## 震災後の環境問題へ

大規模な津波災害やエネルギー問題をどう捉え地域復興につなげていくのかについて調査し提言を行うことは、被災大学に課せられた使命ともいえます。この課題に応えるべく、研究科では震災フォーラム「いま、そしてその次へ」を主催しています。第1回を開催した6月25日以降、2011年の開催は5回を数えました。震災で生じた廃棄物の問題や津波堆積物の再資源化、津波による土壌のヒ素および重金属汚染、再生可能エネルギーの活用など毎回様々なテーマで研究科内外の専門家による報告・提言を行い、一般の方から企業関係者、研究者まで多くの方々に参加を頂いています。



環境フォーラムの様相

さて、この度の地震は、深刻な電力供給の不安定化を引き起こし、その不安は現在も続いています。現在の状況は確かに震災により生じたものではありませんが、エネルギーや資源の際限のない浪費を停止・縮小させることは、環境問題における大きな課題の一つとして震災以前から提起されていたことでもありました。これまでの生活を来るべき将来のエネルギー状況に対応したものへ、この震災を契機に変えていくことが必要なのではないかという視点のもと、石田秀輝教授は東日本大震災復興メディア隊のインタビューに答える形で You Tube 上での発信を行っています。また、同様の観点から、震災復興提言ワーキンググループではシリーズ冊子『先取りしたい、2030年の暮らし』制作を開始しました。震災後約2か月で初号が発行されたこの冊子は、宣伝によらずに注目を集

め、5巻を重ねた現在では北海道から沖縄までの個人・団体へ毎号約1万部を無料配布しています。

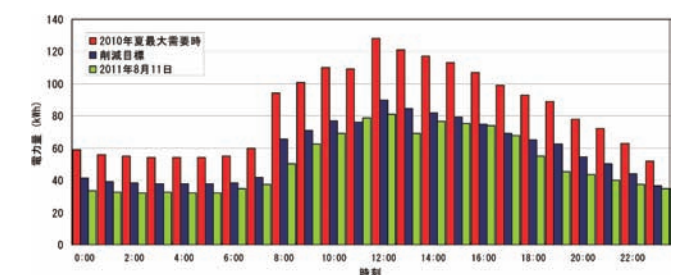


冊子「先取りしたい、2030年の暮らし」

震災に起因する電力不足に研究科自体も対応すべく、電力量削減ワーキンググループが5月に発足しました。削減目標は、政府が提示した目標値15%を超える30%です。各研究室で所有する機器の消費電力や使用状況を調査し、消費電力が昨年比70%になると警告のメールを発する電力量監視システムを本館に導入しました。また、ゴーヤによる緑のカーテンの導入やクールビズのためのポロシャツ制作など、他研究科に先駆けた消費電力削減活動を実施し、その結果、8月11日の本館での電気使用量は前年のピーク日に比して35%が削減されました。環境科学研究科では、研究教育機関ができる省電力化の試みを今後も実施していきます。



ゴーヤの緑のカーテン



環境科学研究科本館の電力使用量 (8月11日)



## TOPICS

### 第34回国立大学法人大学院 環境科学関係研究科長等会議日程

平成23年10月21日(金)

於：名古屋大学環境総合館1階レクチャーホール

出席者：他大学17大学38名

本研究科 研究科長、事務室長

協議

(1)各大学院の現状について

(2)現象解明、影響緩和対策、政策検討のための情報交換)

(3)国立大学法人大学院環境科学関係研究科長等会議規程  
及び運営要項の一部改正について

(4)次回の本会議の開催について

講演

「災害に強い低炭素町づくりに向けて」田路和幸 環境  
科学研究科長

「名古屋大学の地震防災—東海地域の将来の地震災害に  
備える」飛田潤 名古屋大学災害対策室長

### 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、研究科のオンライン化された形式  
自由な研究集会として研究科内外に広く公開するもので  
ある。講演者は海外研究者、学外研究者等多彩で、いず  
れも活発な議論が行われており、科内の環境科学研究の  
活性化に寄与している。平成23年に開催されたコロキ  
ウム環境は下記の通りである。

第54回 平成23年1月21日

兼「第5回環境・資源経済学ワークショップ」

講師：九里徳泰氏(富山県立大学 工学部環境工学科)

演題：サステナブル・マーケティング

講師：松本茂氏(青山学院大学 経済学部)

演題：世帯の環境配慮行動に関する分析

講師：小谷浩示氏(国際大学 国際関係学研究所)

演題：リアルオプションの環境経済への応用

参加者：12名

第55回 平成23年2月25日

兼「第1回 DESIS Japan セミナー」

講師：Ezio Manzini (Department of Industrial Design,  
Politecnico di Milano)

演題：What is DESIS ?

講師：益田文和氏(東京造形大学)

演題：DESI JAPAN の構想

講師：石田秀輝氏(東北大学大学院 環境科学研究科)

演題：ライフスタイル・デザインとネイチャー・テク  
ロジー

講師：古川柳蔵氏(東北大学大学院 環境科学研究科)

演題：東北大学エコラボにおける環境イノベーション

参加者：35名

第56回 平成23年9月5日

兼「第6回環境・資源経済学ワークショップ」

講師：溝渕英之氏(龍谷大学 経済学部)

演題：Scale Effect in Labour Productivity Growth

講師：村上佳世氏(東京都市大学)

演題：消費者政策と資源管理問題

講師：佐藤英司氏(一橋大学大学院 経済学研究科)

演題：Territorial Restrictions and Consumer Welfare  
in a Mixed Oligopoly: The Japanese Gas Supply  
Market

参加者：21名

第57回 平成23年10月16日

兼「第7回環境・資源経済学ワークショップ」

講師：石川城太氏(一橋大学 経済学部)

演題：Environmental Management Policy under  
International Carbon Leakage

講師：日引聡氏(国立環境研究所)

演題：洪水被害の経済分析

講師：一ノ瀬大輔氏(東北公益文科 大学公益学部)

演題：Double Asymmetry of Information in  
Transaction of Waste

参加者：27名

第58回 平成23年11月15日

兼「第8回環境・資源経済学ワークショップ—生物多  
様性、エコシステムサービスの経済学—」

“Workshop on Economics of Biodiversity and  
Ecosystem Services”

講師：Stephen Polasky (University of Minnesota)

演題：Decision-making under great uncertainty:  
environmental management in an era of global  
change

講師：Michael Springborn (University of California,  
Davis)

演題：Adaptive management of ecosystem services:

precaution versus exploration

講師：Eric Welch (University of Illinois at Chicago)

演題：Genetic resource conservation behavior of  
government and university scientists: An  
examination of a national survey of US  
researchers using eight organisms

講師：Nicklas Forsell (MINES Paris Tech)

演題：Forest management in Sweden considering risk  
of wind damage

講師：Huey-Lin Lee (National Chengchi University)

演題：Do not judge a book by its cover: ecosystem  
service of the Kaomei wetland

講師：Kentato Yoshida (Nagasaki University)

演題：Valuing ecosystem services in Japan

講師：Shunsuke Managi (Tohoku University)

演題：Discount rate in the long run

参加者：44名

第59回 平成23年12月11日

兼「第9回環境・資源経済学ワークショップ」

講師：河原伸哉氏(福島大学 経済経営学類)

演題：Trade, Environment, and Market Access: Policy  
Reforms in a Small Open Economy

講師：笹尾俊明氏(岩手大学 人文社会科学部)

演題：産業廃棄物の広域移動と搬入規制

講師：及川浩希氏(東北大学大学院 経済学研究科)

演題：R&D in Clean Technology: A Project Choice  
Model with Learning

参加者：18名

第60回 平成23年12月16日

講師：Kwadwo Osseo-Asare (Penn State University,  
USA)

演題：Materials Synthesis and Liquid-Liquid Extraction  
in Compartmentalized Fluids: Microemulsions  
and Aqueous Biphase Systems

参加者：14名

第61回 平成23年12月26日

兼「第10回環境・資源経済学ワークショップ」

講師：西野成昭氏(東京大学大学院 工学系研究科)

演題：被験者実験とエージェントベースアプローチによ  
る社会経済システムの分析と設計

講師：梶川裕矢氏(東京大学 イノベーション政策研究セ  
ンター)

演題：エネルギー技術の研究開発戦略立案のための知  
の構造化

講師：本田智則氏(産業技術総合研究所)

演題：株式所有関係に基づいた株主の温室効果ガス排  
出責任量算定

参加者：14名

### 第23回環境フォーラム

平成23年5月27日(金)、エコラボ第4講義室において「第  
23回環境フォーラム」を開催した。講師には本学大学院工  
学研究科石田壽一教授を迎え、「グリーンエンバライメン  
トによる環境再生」と題しご講演を頂いた。フォーラムに  
は学生を中心に約40名の参加があり講義室は満席になる  
盛況だった。



### 第4回環境マネジメントセミナー

第4回環境マネジメントセミナーは大橋照枝東北大学客  
員教授を迎え、1月27日に開催された。テーマは「プー  
タンのGNH(国民総幸福)と持続可能な社会指標について」  
である。

講演ではまず、今も広く使われているGDP指標の問題  
点が様々な角度から指摘され、それに代わる指標開発が数  
多くなされてきたことに言及された。

次いで、GDPが、致命的欠陥である「経済指標」のみで  
あって、幸福感や満足度を織り込んだ「福祉指標」でないこ  
とを最も正しく実証している国としてプータンが事例とし  
て紹介された。4人に一人が貧困であるにもかかわらず、  
国民の97%の人が幸福と感じるのは互惠、互助の精神が大  
きいと指摘。プータンの持つGNHの特徴と今後の方向  
性が解説された。

最後に、教授自らが開発した持続可能な社会厚生指標で  
あるHSM(人間満足度尺度)に触れ、その特色である、ト  
リブルボトムラインを盛り込んだ点や民主主義を尺度とし  
て新たに加えたこと等、指標の最新動向が懇切に説明され、  
講演が締めくくられた。

### 第5回環境マネジメントセミナー

環境政策技術マネジメントコースでは、10月27日(木)  
第5回環境マネジメントセミナーを次の要領で開催した。



- 14時40分～16時00分(質疑応答30分)  
松田晋太郎(環境テクノス株式会社企画開発部主任  
研究員)  
「バイオマス関連分野における環境コンサルタント  
の役割と課題」
- 16時20分～17時40分(質疑応答30分)  
勢一智子氏(西南学院大学法学部教授)  
「循環型社会の法戦略—環境イノベーションを誘導  
する法政策—」

松田氏は、環境コンサルタント会社の立場から、持続可能な社会の構築に向けた環境コンサルタントの役割について、資源循環・バイオマス関連分野の取り組みを紹介すると共に、海外展開及び新規事業展開といった新たな展開の可能性について講演した。勢一氏は、「循環型社会」の構築に向けた環境法政策においては、資源効率性の向上を図るため、社会経済活動に対して、経済性や情報など多様なインセンティブを付与して誘導する手法が展開されている、として、法政策が社会における多角的なイノベーションを促進する法戦略の特色と機能条件について講演した。いずれも循環型社会を実現する担い手やその技術を促す政策のあり方を議論して有意義にセミナーであった。

## 環境科学演習特別講演 「国際森林年に当たって：日本の森林を考える」

2011年の国際森林年に当り、日本の森林についての理解を深めるために、7月22日の午後特別講演を開催した。開催は本年で7年目となる「環境科学演習」の一環として、東北大学農学部附属の川渡フィールドセンターの森林見学と組み合わせた企画とした。講演は、会津三島町五十嵐林業の五十嵐馨氏による「私と林業」と、本学農学研究科教授の清和研二先生による「種多様性の復元による林業の再生を目指して」の2件であった。会津で枝打ち名人と呼ばれている五十嵐氏からは、伐採現場の写真をお見せいただきながら、自然の中での生業や日本の林業の実態についてお話を伺った。清和先生からは、森林を構成する個々の樹木が環境と微妙な関係を保ちながら更新していくメカニズムと、森林の生物多様性への役割についてお聞かせいただいた。いずれの講演も、若い学生が主となる聴講者には初めての内容であり、森林の真の姿を垣間見る機会となった。この講演会のビデオを本研究科のホームページ([http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/openlec/event\\_past2011.html](http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/openlec/event_past2011.html))に掲載してあるので、一度ご覧いただきたい。なお、本講演会に東北大学青葉工学振興会からの学術研究集会助成金をいただいた。

## オープンキャンパス2011

平成23年7月27日、28日にオープンキャンパスが開催された。本研究科本館への2日間の来場者は約2,350人で、昨年より約750人増となった。本研究科本館では21テーマについて展示や公開実験を行った。また、並行してエコラ

ボの見学ツアーも実施した。学生スタッフの熱のこもった説明・案内で、例年以上に盛況の2日間であった。また、小学生から一般までを対象とした、4テーマの公開講座も並行して開講した。各講座60分～90分という時間設定で、各テーマ2日で2回ずつ開講した。参加者数は、事前予約者および当日参加を含め約70名であった。公開講座のテーマおよび担当教員は以下の通りである。

### 【小・中学生対象】

- ①岩石の中をのぞいてみる? / 平野准教授、岡本助教
- ②一番身近な自然エネルギー～人力発電～ / 坂口准教授

### 【中・高校生対象】

- ③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
- ④大地の恵み、地熱エネルギー / 浅沼准教授



## 東北復興に向けたクリーン エネルギー研究開発シンポジウム

東北大学災害復興新生研究機構・環境エネルギープロジェクトでは、2011年11月17日(木)、ホテルメトロポリタン仙台において、「東北復興に向けたクリーンエネルギー研究開発シンポジウム」を開催した。今回のシンポジウムは、文部科学省および東日本大震災で特に被害が大きかった福島県、宮城県、岩手県、青森県の国立大学から9名の講演者を招き、約100名の来場者を迎えた。今後このシンポジウムでの成果を踏まえながら、東北地域への復興貢献に努めていく。

開催日：平成23年11月17日(木)  
開催場所：ホテルメトロポリタン仙台 「千代」  
プログラム

開会の挨拶 井上 明久 東北大学総長  
田口 康 文部科学省研究開発局環境エネルギー課長  
「文部科学省が行う環境エネルギー分野における施策」  
亀山 紘 石巻市長  
「石巻市復興計画と大学への期待」  
湯上 浩雄 東北大学総長特任補佐(工学研究科・教授)  
「大学間連携による東北復興に向けた環境エネルギー研究開発」  
村岡 洋文 弘前大学北日本新エネルギー研究所・教授  
「全日本で取り組む東日本大震災後の地熱研究開発」  
伊藤 幸男 岩手大学農学部・助教  
「木質バイオマスエネルギーによる地域活性化の可能性と課題」  
佐藤 理夫 福島大学共生システム理工学類・教授  
「被災地で活躍したバイオエネルギー・原発事故で止まったバイオ資源循環」  
田路 和幸 東北大学環境科学研究科・教授  
「次世代クリーンエネルギーを基盤とするまちづくり」  
中井 裕 東北大学農学研究科・教授  
「食・農・村の復興とバイオマスエネルギー生産」  
長谷川 史彦 東北大学未来科学技術共同研究センター・教授  
「次世代交通システムによるスマートシティ構築」  
田路 和幸 東北大学環境科学研究科長  
閉会の挨拶



## 入試説明会

平成23年度は、東日本大震災の影響で、従来より遅くなったが、秋入試のための説明会を2回、春入試の説明会を1回開催した。秋入試説明会は井奥教務センター長から、春入試説明会は岡副教務センター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担当教員が説明を行った。春入試説明会は、受験者の中心が社会人や博士後期課程と予想されたので、東京会場のみで行った。

それぞれの詳細を下記に示す。

### 秋入試説明会

仙台会場：6月11日(土)13:00～16:00、環境科学研究科  
本館第1講義室、参加者16名  
東京会場：6月17日(金)18:30～20:00、東京国際フォー  
ラム G404、参加者9名

### 春入試説明会

11月18日(金)18:30～20:30 東京国際フォーラム G404、  
参加者7名

## 市民公開講座「東北大ブランドの 最先端・次世代材料を語る。」

平成23年12月28日午後1時から、せんだいメディアテーク1階のオープンスペースで、市民公開講座「東北大ブランドの最先端・次世代材料を語る。」を開催した。この企画は、総合科学技術会議により制度設計された最先端・次世代研究開発支援プログラムを推進する本学の5名の材料工学系教員が講師を務め、高校生以上一般を対象に、講師らが日頃の自身の研究成果をわかりやすく説明しながら参加者と対話を図ることを目的として開催された。当日は仕事納めの日という年末の忙しい時期でいろいろと心配されたが、高校生を中心に80名以上の来場があり、たいへん盛況であった。前半第1部の講演会では、本研究科の吉見享祐准教授が「火を司(つかさど)る超高温材料」、次いで本研究科協力講座で金属材料研究所の折茂慎一教授が「未来のエネルギー・水素をもっと身近に」、工学研究科の高村仁教授が「もしも空気が100%の酸素だったら」、本研究科協力講座で多元物質科学研究所の福山博之教授が「次世代の光を拓く結晶材料」、そして最後に工学研究科の藤田麻哉准教授が「磁力が拓く新しい冷凍材料」という題目で、それぞれ講演を行った。後半第2部のQ & Aコーナーでは、講師全員がステージに上がり、講演会直後に参加者の方々に記入をお願いした質問シートを使って、講師らが様々な質問に答えていった。非常に多くの質問が寄せられ、専門的な質問はもちろん、研究テーマとの出会いだとか、楽しく研究活動が続けるコツについてなど、日頃学内ではあまり議論しないような内容の質問もあり、考えさせられる良い機会となった。終了は午後3時30分を少々回ったところであったが、終了後のアンケートでは参加者の方々からたいへん高評価をいただき、是非またこのような企画を行って欲しいとか、サイエンス・カフェとして開催して欲しいなどの要望も多く寄せられた。今後もこういった活動を続けていきたい。





## 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

Petroleum Institute, Abu Dhabi UAE



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

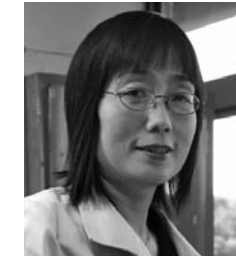
Free University of Brussels, Belgium



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

同済大学環境科学 及 工程学院、中国



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、同済大学において重要な地位を占められている。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)、ボルドー第1大学(フランス)、国立中央理工科学校(リヨン校、マルセイユ校)(フランス)、国立成功大学(台湾)、テヘラン大学(イラン)、ウォータールー大学(カナダ)、光州科学技術院(韓国)、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)、オーストラリア国立大学(オーストラリア)、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。

この内、2010年にはボルドー第1大学、国立中央理工科学校、テヘラン大学、光州科学技術院との協定が終了した。

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)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
		村山 一弘
		浪岡たか子
		板橋 章
		佐久間幸子
		目黒 律子
		近江和嘉子
		二階堂敦子

---

教務係	係長	原子 智裕
		佐藤 梓
		小野寺牧子
		杉田 恵美

---





---

発行 東北大学大学院 環境科学研究科  
企画 広報室  
発行日 2012年3月30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>