



はばたき

エネルギー科学研究科の教育研究

2004

京都大学大学院

CONTENTS

「はばたき」第2号に寄せて	1	
エネルギー科学研究科 教育研究委員会委員長 吉川 榮和		
今年の主なトピックス	1	
1. エネルギー科学研究科同窓会、「京エネ会」について		
京エネ会幹事長 石井 隆次		
2. 21世紀COE「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」 産学連携シンポジウム		
エネルギー基礎科学専攻 八尾 健		
3. 平成15年度インターンシップ説明会の開催		
教育研究委員会 塩路 昌宏		
4. 21世紀COEプログラムによる教育拠点形成		
エネルギー応用科学専攻 宅田 裕彦		
5. 国際エネルギー科学スクール		
エネルギー基礎科学専攻 萩原 理加		
6. 21世紀COEプログラムにおける市民講座の取り組み		
拠点リーダー 笠原三紀夫		
学外研究プロジェクト実施要領	6	
単位と修了要件の説明など内容拡充？		
インターンシップ参加学生の感想文	8	
夏期休暇実習体験記		
エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生 鶴沢 憲		
インターンシップに参加して～東京電力～		
エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生 西上 博之		
インターンシップ		
エネルギー応用科学専攻 修士課程1回生 大山 智史		
平成15年度修士論文題目リスト	10	
博士論文要旨 H15.1～H15.12まで 取得日順	14	
大石 哲雄	小西 宏和	鈴木祥一郎
松本 裕之	Farid Harraz	南 英治
鈴木 孝明	萩原 正規	杉本 健二
朴 峻秀	川村 康文	畠村 毅
佐藤 雅彦	喬 歆	飯田 貴久
原田 琢也	河瀬 誠	山岸 統
鈴木 康浩	野澤 貴史	朴 正漢

「はばたき」第2号に寄せて

エネルギー科学研究科 教育研究委員会委員長 吉川 榮和

初号発刊の昨年度に引き続き、平成15年度インターンシップ推進経費と21世紀 COE 経費の支援により、エネルギー科学研究科の教育研究への取り組みを民間企業向けに紹介する冊子「はばたき」を出版することができました。今回出版の企画編集では、教育研究委員会委員の塩津正博教授および藤原弘康助教授に大変お世話になりました。

さて、ご案内のように京都大学においてはこの4月から独立行政法人京都大学に移行し、その運営や制度は大きく変貌しようとしております。その中にある私たちには、現時点ではその実相がなかなか見えにくいところがありますが、これからの京都大学には益々産学連携への取り組みの重要性が唱われております。エネルギー科学研究科におきましても、わが国の将来を担う人材の育成、文化・福祉健康・産業の発展に寄与するために、その教育研究の取り組みにおいて産学連携や地域社会への貢献へ一層の努力を致したく、皆様のご理解と、一層のご支援、ご協力をお願いいたします。

今年度の「はばたき」では、平成15年度のエネルギー科学研究科のトピックスとして、「京エネ会」と命名されたエネルギー科学研究科同窓会の発足、昨年度に続く産学連携シンポジウムやインターンシップ説明会、また21世紀COE 経費による教育拠点形成や新たな取り組みである国際エネルギー科学スクールの実施、さらには本年度から3カ

年で全国47都道府県を巡回する「環境調和型エネルギーシステム」に関する市民講座の開催について、それぞれのご担当の先生方にご寄稿をいただきました。これらの活動を紹介する寄稿から、本研究科の志向する社会との連携活動の一端を汲み取っていただければ幸いです。また、本年度修了の修士、博士論文のリスト以外に、今号からこの1年間に学位を取得した博士課程学生諸君の学位論文の概要を紹介していただくように致しました。これらから、エネルギー科学研究科の学生諸君がどのような研究を行っているのかについてご理解下されれば幸いです。

本研究科独特の修士科目である「学外研究プロジェクト」の受講生は、多数の民間企業、諸機関のインターンシップ制度によるご支援ご協力により、年々増加し、本年度に学外研究プロジェクトの単位を取得した学生諸君は20名を超えるようになりました。本号でもインターンシップに参加した学生諸君の幾人かの感想文が寄せられていますが、学生のうちに実社会現場の空気に触れることは得難い体験のようであります。学生諸君のそれぞれのインターンシップ派遣先で、ご多忙な中を熱心にご指導いただいた関係各位に厚く御礼申し上げます。

最後になりましたが、皆様のご健康と益々のご発展を祈念いたします。

今年の主なトピックス

1 エネルギー科学研究科同窓会、「京エネ会」について

京エネ会幹事長 エネルギー応用科学専攻 石井 隆次

平成8年5月にエネルギー科学研究科が発足し、今年の5月には約8年が経過し、既に千人余りの修了生が社会に出て活躍しております。昨年3月24日に教官、修了生及び関連事務職員の総意により、正式に同窓会として「京エネ会」が設立されました。設立の趣旨に沿ってこの1年間、役員一同鋭意その活動・運営に努力いたしてきました。特に会員の就職先・自宅住所の情報の収集やインターネットのホームページの開設に重点を置き、かなりの成果をあげてきました。多くの情報がホームページ (<http://web.kyoto-inet.or.jp/org/kyoene>) に収録されておりますので、会員各位の有効な利用を期待しております。

平成16年4月から、国立大学の独立法人への移行が決まっており、またCOEの中間評価が予定され、研究科にとっ



同窓会設立総会

て激動の時期を迎えます。しかし、長期的に見れば、研究科の将来には、教官の行う研究の質・量と、それにもまして修了生の社会での活躍が決定的に重要な意味を持っています。文部科学省の大学あるいは研究科の評価に、修了生の社会での活躍状況が重要な基準の一つになっています。我々教官は社会に出た学生諸君の苦勞、悩み、反省あるいは喜びを、同窓会を通してフィードバックして教育や研究

指導に生かしていきたいと思っています。修了生相互の親睦と情報交換の場としてだけでなく、研究科と社会を結びつける場としても、「京エネ会」を有効に活用していければと強く願っております。また、平成16年度には新たな名簿及び会誌の発行を計画しております。それらの内容に関して会員皆様のご意見や提案をお寄せ頂きますよう期待しております。

2

21世紀 COE「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」産学連携シンポジウム

エネルギー基礎科学専攻 八尾 健

今日、新しい科学技術の創造が強く求められ、大学と産業界との連携・協力が、大学の責務としての社会貢献を進める上でも、また学術研究の進展の上でも、ますます重要なものとなってきている。エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所並びに宙空電波科学研究センターは、平成14年度より21世紀 COE「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」プログラムを推進している。その活動の一環として、これまでに蓄積された知識と技術を産業界の生産活動のシーズとして提供し、更には、産業界と共同で社会のニーズを吸収・昇華して新しい技術を進展させることを目的として、平成15年11月19日(水)に、京都テルサ(京都府民総合交流プラザ)で、産学連携シンポジウムを開催した。COEとしての産学連携シンポジウムは、これが第1回目であったが、エネルギー科学研究科とエネルギー理工学研究所は昨年9月に合同で産学連携シンポジウムを開催しており、実質的には第2回目になる。エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所及び宙空電波科学研究センターの教官の方々にシーズを募集した。23件の多彩な、興味深いテーマをご提供いただいた。近年多くの大学で産学連携シンポジウムが開かれるようになったため新鮮さが薄れ、企業からの参加者数が減少する傾向が一般に見られている。そのため、案内状の送付先を近畿圏だけでなく中部圏にも広げ、また前回同様ホームページを開設し、広く

参加を募った。当日は、長尾真総長並びに松村雄次大阪ガス株式会社取締役副社長の2人の来賓の方々からご講演を頂き、その後、23件のシーズプレゼンテーションを行った。まず、シーズ1件ごとに、4分間の口頭によるプレゼンテーションを行った。キーポイントを捕らえるのに役立ったと評判が良かった。引き続き、ポスタープレゼンテーションに移った。予定していた時間を越えて活発な情報交換が行われた。企業等からの参加者は101名で、経営トップから研究者まで多彩な顔ぶれであった。職種も多岐にわたっていた。前回に比べ、参加者数は若干減少したものの、参加申込者に対する出席者の割合(出席率)は昨年を大幅に上回った。参加者がある程度固定化してきたことが理由としてあげられるが、会場で行ったアンケートでは、シーズの内容に多くの参加者から好評を頂いており、これも寄与していると考えている。何件かのシーズについては、企業との共同研究の協議が進行している。このシンポジウムを契機として、産学の連携した研究が進展することを期待している。課題もある。なかでも、知的所有権の問題は重要である。シーズを提供していただいた先生方には、事前の特許出願等をお願いしているが、特許性についての判断には個人差があり、更には、シンポジウム会場でのディスカッションをどのように保護するかなど、未解決の問題もある。今後に向けて、十分な検討が必要と思う。

3

平成15年度インターンシップ説明会の開催

教育研究委員会 塩路 昌宏

平成15年度のインターンシップ説明会が12月12日(金)の午後1時30分から5時まで、吉田キャンパス工学部2号館201講義室にて開催された。今年、インターンシップ受け入れ実績の豊富な3企業のご担当の方に、関連業界の動向を含む会社の事業内容およびインターンシップ受け入れシステム、等の説明をお願いした。参加した学生は、関係学部の4年生18名とエネルギー科学研究科1年生14名の計32名であった。

最初に、世話人である筆者より、インターンシップに対するエネルギー科学研究科の取り組みとこれに関連する学

外研究プロジェクトの履習状況および本会開催の趣旨を参加学生に説明し、講師の方々の紹介の後、3人の講師の方に質疑応答を含み約1時間ずつご講演いただいた。

東京電力(株)・労務人事部の大塚光則氏からは、日本のエネルギー事情、電力業界の現状と東京電力の取り組みの紹介に続き、平成15年度のインターンシップの実施概要についてご説明いただいた。東京電力では、環境、エネルギー営業、技術開発などのコースに分かれて、夏休み中に2週間または1ヶ月間の実習を行う。平成15年度には、6つの新設を含む9コースが設けられ、100名以上の応募者の中

から選考された33名の学生が、関連施設・設備の見学と設計・演習・データ解析などの業務に携わった。最終日には各コースの職場においてレポートを発表し、オリエンテーションに参加した学生全員が無事修了できたとのことである。

(株)デンソー・人事部採用室の山北優介氏からは、会社概要の紹介と年に2度行っている仕事体験型インターンシップの内容をご説明いただいた。8月中旬～9月中旬の4週間(夏季)では見学・講習(1.5週)、実験・検証(1.5週)、まとめ・中間発表・成果発表(1週)を、3月中旬の2週間(春季)では講習(1週)と実験・検証(1週)を実施する。夏季の選考は書類のみで行われ、平成15年度には55名の学生が参加した。春季には、翌年度に職種別採用の対象となる部署への受け入れを実施するため、採用とは無関係とは言うもののJob matchingの意味合いが強い。本年も90名の応募で19名が参加し、うち12名が内定につながったとのことである。

(株)神戸製鋼所・人事労政部の西島太郎氏からは事業概要、インターンシップへの取り組みおよび採用情報についてご説明いただいた。同社は20年以上前から実務訓練・夏季実習などで理系学生を受け入れているが、就学意識の向



インターンシップ説明会

上と職業・職種選択のミスマッチ防止の目的で、平成13年度より文系学生も含めインターンシップの公募を開始した。平成15年度には、73名(うち理系38名)の応募者から書類選考と面接により23名(同16名)を選考した。理系学生は研究・開発部門において、実験・解析・シミュレーションなど、通常業務に即した内容で2週間の実習を行う。期間中に見学会とインターンシップ生との懇親会が催され、成果発表とレポート作成を経て修了証が手渡される。さらに、後日、評定書が送付され、履修者の研鑽に役立てられる。

いずれの企業もインターンシップの実施はかなりの負担になるだろうが、特徴あるプログラムを工夫して実施されている。採用活動への間接的寄与のほか、企業理解の促進とイメージ向上、等のメリットから、将来的にもこれを発展・活用しようという意欲が感じられた。参加した学生の声にもポジティブな感想が多く、実務体験を通して学生の職業意識を高めるとともに勉学・研究の目的意識が明確化し、学習意欲の向上と責任感・自立心の醸成に極めて効果的と考えられる。

表 学外研究プロジェクト履修人数と研修先

平成9年度 計9名	オハイオ州立大学、日本原子力研究所(3)、アルゴンヌ国立研究所、川崎製鉄、原子燃料工業、QUINTETTE(2)
平成10年度 計11名	工業技術院、日本原子力研究所(3)、国際日本文化センター、日立製作所、住友金属工業、川崎製鉄、ダイセル化学、旭化成工業(2)
平成11年度 計6名	工業技術院、東北大学(2)、電力中研(2)、ダイセル化学
平成12年度 計4名	日本原子力研究所、京セラ、Lissle Mt. Owen Camberwell (2)
平成13年度 計5名	東北大学、電力中研、三菱電機、昭和シェル石油(2)
平成14年度 計8名	東京電力、三菱化学、昭和シェル石油、新日鐵(4)、三菱総研
平成15年度 計20名	日本原子力研究所(6)、文科省、東京電力、関西電力、中部電力、デンソー、松下電工、三菱電機、松下電子部品、三菱重工、新日鐵(4)、ミシュランリサーチアジア、三菱総研

4

21世紀 COE プログラムによる教育拠点形成

エネルギー応用科学専攻 宅田 裕彦

平成14年度より採択された21世紀 COE プログラム「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」においては、太陽エネルギー、水素エネルギー、バイオエネルギー、エネルギー評価という4つの研究の柱とともに、エネルギー科学の研究教育拠点形成がもう1つの大きな柱として位置付けられている。エネルギー科学研究科における大学院教育課程を充実させ、優秀な若手研究者を育てるため、また、それが学生にとって魅力のあるものにするために、以下のような取り組みを行ってきた。

1) 公募型研究助成

博士課程学生を対象とし、研究計画調書を提出させ、記載された研究計画・実施方法・研究業績などを審査し、平成14年度は55件の応募中25件、平成15年度は51件中24件の研究に対して助成を行った。助成額は、評価の高かったものから順に70、50、30万円の3段階とし、いずれの年度もそれぞれ総額は約1千万円である。額自体は小額であるが、研究における自立化、自主管理能力の育成にむしろ期待している。15年度採択の研究一覧を以下に示す。本研究科における研究課題の一端を知ることができるであろう。

表 平成15年度 COE 公募型研究経費交付

番号	氏名	専攻	学年	研究題目	交付額 (千円)
1	伊藤 京子	社環	D3	家庭用省エネ生活支援アフェクティブインタフェースの研究	700
2	隠岐 嘉重	社環	D3	大気エアロゾル粒子の光学特性	300
3	米谷 龍幸	社環	D2	シミュレーション実験に基づく自由化された電力市場制度の設計	300
4	Dadan Kusdiana	社環	D3	Process improvement of biodiesel production by a two-step supercritical methanol method	500
5	周 楊平	社環	D1	プラント設備の監視・診断のためのユビキタスコンピューティングフレームワークの研究	450
6	笠嶋 丈夫	基礎	D2	電気化学的アプローチによるミディアム温度域で使用する水素吸蔵材料の開発	500
7	佐藤 雄太	基礎	D3	フッ素-グラファイト層間化合物を経由する新規な炭素系材料の創製	700
8	設楽 弘之	基礎	D4	ヘリオトロンJにおける電子サイクロトロン共鳴加熱についての実験的研究	300
9	武田 和雄	基礎	D4	核融合プラズマにおける微視的不安定性の非線形ダイナミクスとカオス	700
10	辻村 浩行	基礎	D3	熔融塩電気化学窒化法によるステンレス鋼の窒化処理	500
11	中島 裕典	基礎	D3	ハイドライドイオンの関与する高温水素ガス電極反応の学理とその高性能水素ガス電極への応用	500
12	松島 永佳	基礎	D3	燃料電池式重水素分離・濃縮システムの開発	500
13	村上 毅	基礎	D1	熔融塩中における常圧アンモニア電解合成	300
14	安田 幸司	基礎	D1	高純度 SiO ₂ の直接電解還元による低コスト太陽電池級 Si の新規製造法	300
15	Spachai Nagmsinlapasathian	基礎	D2	チタニアナノチューブを用いた色素増感太陽電池	500
16	裴 麗華	基礎	D1	貴金属超微粒子の融合による貴金属ナノワイヤーの創製とナノ導電膜の製造	300
17	Sreethawong Thammanoon	基礎	D1	ナノ金属酸化物系光触媒の調製と太陽光による水からの水素製造	300
18	北村 泰隆	変換	D1	ディーゼル噴霧火災内部における混合気形成と微粒子生成過程に関する研究	300
19	余 寧	変換	D2	非フーリエ熱伝導則に基づく熱・力学挙動の微視的解析	300
20	大屋 正義	応用	D1	超流動ヘリウム冷却超電導マグネットの安定性	300
21	近藤 創介	応用	D1	炭化珪素の照射下微細組織変化に及ぼす核変換ヘリウムの効果	300
22	野澤 貴史	応用	D3	先進セラミックス複合材料の高温強度特性に及ぼす環境効果に関する研究	700
23	朴 環換	応用	D3	SiC 系材料のイオンビーム照射によるミクロ特性に関する研究	300
24	沙 建軍	応用	D1	Study on the lifetime evaluation and stability of advanced SiCf/SiC composites under severe environments	300

2) RA、TA への採用

RA (リサーチアシスタント)、TA (ティーチングアシスタント) としての訓練と同時に、研究活動に集中するための経済的援助を目的としている。対象は博士課程学生で、RA については指導教官から採用願いの出た学生について、学生から現在の研究状況や RA としての役割を文書で提出させ、適性を判断したうえで採用している。平成14年度は5ヶ月の短期間であったため、試験的に40名という多人数を採用したが、平成15年度はその成果も踏まえて15名を厳選した。支給額は月額一人約4万円で、年間の総額は800万円程度である。TA は、14年度は COE プログラム採択が学期途中であったため0名、また15年度は学内経費による採用が先に行われたため、COE からは3名で総額13万円の支給にとどまっている。

3) 研究発表のための旅費助成

博士課程学生の研究発表および国際交流を奨励するため、旅費の支給を行っている。平成15年度は国内15件、外国20件、総額約550万円の補助を行った。

4) 国際エネルギー科学スクールの開催

第1回として平成15年6月16日から22日まで、博士課程

学生9名を米国イリノイ工科大学に派遣し、現地の研究者および大学院生とシンポジウムを共催して、研究発表とともに交流の場を設けた(詳細は別掲)。次年度以降も各地で継続予定。

5) 英語研修

国際交流の基礎となる英語能力、特にプレゼンテーション能力を高めるため、教育経験豊富なネイティブスピーカーを招いて、吉田、宇治両キャンパスにおいて週1回英会話教室を20名クラスで開催している。

6) テキストの執筆・発行

エネルギー科学教育のための体系的教科書の作成を進めている。平成15年度は、まず修士課程学生を対象とした日本語の教科書「エネルギー社会・環境科学通論I」「同II」「エネルギー基礎科学通論I」「エネルギー変換基礎通論」「エネルギー応用科学通論」の5冊(A4、各100ページ強)を執筆し、発刊した。16年度よりこのテキストを用いた授業が可能となる。今後もカリキュラムの改善とともにテキストシリーズを充実化し、また英文での発行も進めていきたい。

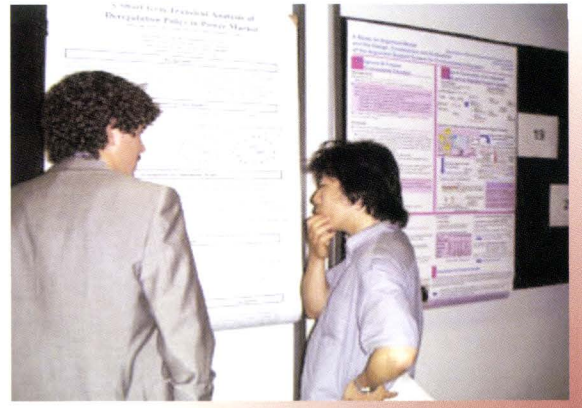
国際エネルギー科学スクールは、エネルギー科学研究科の21 COE 教育拠点事業の1つであり、大学院博士課程の学生を海外の大学、研究機関、またはエネルギー関連学会等に派遣し、学術発表の機会を与え、現地の大学院生とのシンポジウム共同開催等により交流の場を設け、さらに現地の特色のあるエネルギー関連施設の見学などを行い、エネルギーや環境の分野で国際的に活躍できる人材を育成することを目的としている。平成15年度は、米国イリノイ州シカゴのイリノイ工科大学 (IIT) において第1回の国際エネルギー科学スクールを開催した。学生9名、教官3名の12名が参加した。

6月17日にはエネルギーおよび環境関連施設の見学として、Gas Technology InstituteとChicago Center for Green Technologyの2箇所の見学を行った。GTIで行っている教育プログラムはIITとタイアップしており、GTIでガスやエネルギー関連の講義を行い、単位認定を大学が行うという「教育の産学連携」を行っており、人の行き来も活発なようである。CCGTはかつて大気汚染のため喘息患者が全米トップだったシカゴが環境保全や省エネルギーをPRするために造られた施設であり、中には太陽電池パネルの製作工場などがテナントとしてはいており、たいへん興味深い見学が行えたと思う。



6月18日に研究発表会を行った。日本側の学生は口頭発表もポスター発表も準備が充分で、質がそろっていた。今回は、プレポスターとして口頭発表を5分ずつ行ったあと、ポスター発表を行うという形式をとった。本スクールのメインイベントを学生全員が立派にこなしてくれたので、大変満足している。なお、日本側学生からは1名がポスター賞を受賞した。

6月19、20日は2日間にわたって第3回シカゴ中西部再生可能エネルギーのワークショップに参加した。ワークショップではビジネスの話が中心であった。今回はイリノイ州で、現在採算ベースに乗るかどうかが微妙な風力発電をいかにしてビジネスにするか、ということが話題になっていた。講演者に大学の教官はほとんどなく、大部分企業の人の講演であった。IITはインキュベーターとしての立場で、ワークショップを運営している。この他、IITにあるIPROと呼ばれる学部学生の企業活動体験プログラムの実施状況を見学し、シカゴ初の風力発電機の設置除幕式に立ち会うなど、短い間に多くのスケジュールをこなした。6月21日にシカゴを出発、日付が変わって22日に関西空港に全員無事到着し、解散した。平成16年度は本COEの海外拠点ができたタイ国において第2回のスクールを開催する予定で、現在準備が進められている。



21世紀 COE プログラム

21世紀にはエネルギーの需要が急増し、地球温暖化などの地球環境問題がさらに深刻化し、人類の生存をも脅かす恐れがある。したがって、持続可能な社会を実現するためには、エネルギー削減型社会の形成を含む、環境調和型エネルギーシステムを構築する必要がある。本21世紀 COE プログラムでは、太陽エネルギー、水素エネルギー、バイ

オエネルギーに関する基礎学理の究明、技術開発とともに、社会に受容されるエネルギー少消費型社会の形成を図ることにより、環境調和型エネルギーシステムを構築・提言していくことを目的としている。

市民講座の目的

エネルギー少消費型社会を形成していくためには、国民

一人一人の自覚と協力が前提となる。21世紀 COE プログラム事業における社会的活動の一環として、エネルギー問題、環境問題を市民の方々にてできる限り易しく説明し、理解を得ることにより、一人でも多くの方が、エネルギー問題、環境問題を自分達自身の問題としてとらえ、エネルギーの削減・環境の保全に取り組んでいくきっかけをつくることを目的としている。

開催実施方針

本市民講座は、全国的に開催することから、21世紀 COE プログラムのみで実施することは不可能であり、全国に支部を持つ新聞社との共催（協賛）の形で、新聞社の協力を得ながら実施するのが適切であると考え、企画に賛同してくれた読売新聞社と共同で実施することとした。実施にあたっての概要を以下に示す。

- ・平成15年10月よりおよそ2年間の間に47都道府県において、各1回の開催をめざす。なお、京都市においてはテーマを変え複数回実施し、また市民講座開催の依頼があった場合には、依頼条件を勘案し開催を検討する。
- ・原則、土曜日、日曜日の午後1:30～5:00とし、比較的近くの県で引き続き開催する。
- ・講師は3人とし、内1人については開催都市の大学、地方行政機関、NPO・NGO等から、エネルギー・環境問題に特色ある講演をお願いできる方を選任する。
- ・講演は質疑を含み45分の講演とし、最後に約1時間の総

合討論を行う。

- ・講演内容は、エネルギー問題、環境問題に関するテーマとし、原則数式、化学反応式を用いずに平易に説明する。また、配布資料を作成し無料で配布する。
- ・読売新聞社からは、該当地域での市民講座開催実施案内、市民講座開催記事掲載に加え、適宜市民講座に関する特集記事の掲載、また一部可能な都市においては開催実施時の協力などを受けることとしている。

開催経過と検討課題

平成15年10月25日に京都市において第1回市民講座「エネルギーと環境を考える」を開催して以来、奈良市、大阪市、神戸市、大津市、東京都、横浜市で計7回開催した。参加者数は激しい雨となった大阪市が最も少なく55人、第1回の京都市で175人と最も多かった。

総合討論では、質疑に加え21世紀 COE プログラムや京都大学でのエネルギー・環境研究に対する希望・意見なども出され、今後の研究・教育に参考となることも多々あり、21世紀 COE プログラムにおける研究教育拠点形成に資する事業であると考えられる。

また、このような市民講座をもっと多くの方が参加できるように、開催案内を検討すべきであるとの意見、アンケート結果も多く、今後より有効な企画とするために早急に検討すべきことと考えている。

学外研究プロジェクト実施要領

エネルギー科学研究科学外研究プロジェクトの取扱について

教育研究委員会

1. 内容

学修要覧記載の『指導教官の助言によって学外の国・公立の研究機関、民間企業などに一定期間滞在し、実習や調査を主とするプロジェクト研究をおこなう。これに携わる時間が延べ45時間以上ある場合には、提出された報告書に基づいて単位が認定される。』との学外研究プロジェクトの趣旨に添ったものであること。

2. 実習前の手続

当該学生は「学外研究プロジェクト申請書」(様式1)を指導教官に提出する。実習先が学生の実習を受入れる旨の通知(様式随意)を添付のこと。指導教官は様式1に押印して専攻長に回議、専攻長の押印を受けて当該学生に承認されたことを伝える。様式1は指導教官が保管する。

3. 実習後の手続

- (1) 当該学生は実習レポート(表紙 様式2)と実習先からの実習の終了を認定する書類(実習先の名称、実習場所、実習期間、実習テーマ、実習先指導者名、

所見を記載したもの)(様式随意)を指導教官に提出する。

- (2) 指導教官は専攻長宛に単位認定報告書(様式3)と成績表を提出する。

4. 留意点

- (1) 地方公共団体や民間企業等から案内されているインターンシッププログラムで上記の趣旨に則した実習活動が組み込まれているものは、学外研究プロジェクトの対象となるので、指導教官と相談して積極的に利用されたい。
- (2) 学外研究プロジェクトの趣旨は、特定のテーマの実習や調査にあるので、単に就職活動や労働力提供に終わらないよう留意すること
- (3) 学外研究プロジェクトが講義受講や修士論文研究に支障がないよう夏季休業中等に実施することが望ましい。
- (4) 学外研究プロジェクトは個々の学生に対して単位を

エネルギー 科学専攻長 殿

エネルギー 科学専攻
指導教官 印

エネルギー 科学学外研究プロジェクト単位認定報告書

このことについて、下記の通りご報告いたしますので単位の認定をくださるようお願いいたします。

記

1. 氏名 (入学年) (平成 年入学)
1. 授業科目の範囲 エネルギー 科学 学外研究プロジェクト (2単位)
2. 実習先
3. 実習テーマ
4. 実習先指導者
5. 実習期間 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日
6. 実習成果の所見

インターンシップ参加学生の感想文

夏期休暇実習体験記

エネルギー基礎科学専攻 修士課程 1 回生 鷗沢 憲

核融合は『地上に太陽を』というコンセプトの下、今世紀半ばでの実用化が目指されている比較的クリーンなエネルギー源です。実用化に向けて世界中で大変な努力がなされていますが、プラズマの閉じこめへの課題は多く、未だ実現には至りません。私は現在、核融合基礎学研究室に所属し、その核融合理論を研究しています。特に、電子乱流による自己組織化の科学に興味があります。

研究室の先輩からの情報もあり、私は以前から日本原子力研究所（原研）での夏期休暇実習に魅力を感じていました。原研は今から40年以上も前に設立され、現在も世界の原子力分野における先進的役割を果たしている研究機関です。今、旬の話題である国際熱核融合実験炉（ITER）に向けた核融合の研究開発に力を入れているので、ご存知の方も多いかもかもしれません。夏期休暇実習とは、その原研が全国の修士課程 1 回生を対象に、7月下旬から3週間に渉り核融合に携わる現場での実習機会を与えて下さるものです。核融合の歴史は古く、この分野に身を置こうとするならば理論・実験双方にある程度の見識を持つことが要求されます。本場で学べる機会を逃す理由はなく、もちろん私は迷うことなく実習への参加を希望しました。

実習では、視野を広げるという意味で、普段は理論の研究室にいて触れることがない実験の研究室を希望し

ました。配属はプラズマ実験計測開発室で、いわゆる良質なプラズマ閉じ込めを目指した実験の研究室です。世界最大級の核融合実験装置である JT-60 の施設を詳細に見学させて頂き、電子密度や電子温度という実際のプラズマの生データを得ることで、様々な物理量の具体的な目安を知ることができました。実習以前と比較し、理論、実験はそれぞれマイクロ、マクロのアプローチをしているという印象をさらに強くしました。

実習を通じて強く感銘を受けたことは、研究者の研究に対する真摯な姿勢です。基本的に定時は18時ですが、定時で帰られる方はほとんどおられません。また、研究所は役所や会社と同様に基本的に土曜と日曜は休日です。しかし研究生活はその限りではないようで、研究のために平日同様来られている方も多々おられました。研究に行き詰まると、どうしても息抜きを考えてしまいがちですが、彼らからは今日の研究を活力に明日の研究に向かう印象を受けました。

研究生活を続ける上では、何よりも研究が好きで、また確固たる目的意識を持ち続けることが肝要です。3週間という間ではありましたが、研究所での研究者の姿勢を吸収するという実りある経験は、私の今後への財産とすることができました。

インターンシップに参加して～東京電力～

エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生 西上 博之

私は、8月25日から9月19日までの4週間、東京電力の環境部地球環境グループという部署にお世話になりました。エネルギー問題に興味があり、社会ではどのように問題を捉え、解決策を模索しているのか知るためには、電力会社最大手でグリーン電力基金等への取り組みが盛んな東京電力がベストだろうと考えて応募しました。なんと、定員2名に対して実に60名もの応募があったそうです。

初めの1週間は、同じく環境部にインターンで配属された学生と、部内の業務内容を研修しました。これは、部内8つのグループの方々が、2～3時間程度で交代しながら業務説明をして下さるというものでした。その後の現場見学で、電気館、横浜火力、東扇島火力、千葉支店、PCB処理・保存施設等に行き、電力会社を取り巻く設備環境がどのようなものなのかを学びました。1週間が経ち、ようやくおぼろげに業務内容が見えてくると、そこから残りの3週間は自分の希望するグループでの実際の業務に移りました。地球環境グループでは、地球温暖化に関する国内外情報の収集や分析などを行っていました。具体的には国際制度と

して将来導入が期待されている京都メカニズムに関する情報収集や、温暖化防止のための国内制度に関する調査・意見反映の仕事を、社員の方に教えていただきながら、行いました。驚いたことに、このグループの方々は全員英語が非常に堪能で、海外出張も頻繁に行っており、研修中全員が揃うことはないほどでした。同期のインターン生は、環境管理グループで東京電力の環境行動レポートを編集していました。

研修中は本社から徒歩10分程度の所にビジネスホテルを手配して頂いており、通勤も楽で苦労したのはクリーニングのことくらいでした。社員の方々は、皆とても親切で部署の雰囲気もよく、イベントや仕事が終わった後の食事によく連れて行ってくださいました。なので、当初は長いのでどうしようか迷っていた4週間があつという間に過ぎました。社会人として働くということはどういうものなのかを、垣間見ることができる良い機会なので、もし参加するかどうかを迷われているのなら、参加することを強くお勧めします。

インターンシップ

エネルギー応用科学専攻 修士課程1回生 大山 智史

私は、2003年の夏に新日本製鐵広畑製鉄所にてインターンシップを経験しました。そのインターンシップには、当研究室の修士1回生のみの参加でした。大学にいと企業の実態が全く把握できないことや、参加してはじめて理解できることもあると思いインターンシップを希望しました。当研究室では、製鉄関連の研究を基本的な軸として、日々実験を行っているのでこれは自分の修士論文の内容にも大きな影響を与えるというのも1つの理由です。

一般的に言われることだとは思いますが、企業の研究と大学の研究というのは、様々な点で異なったものでした。それは、市場と直結しているという状態から発生する研究開発の的確さ、競合他社の存在による研究のスピード、優秀な人材の協力関係、実験装置の豊富さなどです。このような違いを体験することは、インターンシップの醍醐味です。

ここで、私がインターンシップにて行った実験を簡単に述べますと、「レーザー顕微鏡を用いて酸化物の高温融体の観察」でした。研究当初は、経験したことのない分野だったので多少戸惑いを感じました。しかし、時間が経つにつれ研究所の方々とコミュニケーションもとれ、何度も話し合いをしていくにつれて研究の目的等が非常に明確になっていきました。インターンシップが4分の1くらい経過した時には、研究に対して非常に積極的に取り組むようになっ

ていました。インターンシップ最終日には、研究の成果を発表する機会を用意してもらいました。企業の方々に前にして少しは緊張もしましたが、これまでに得ることができなかった非常に貴重な経験ができました。

また、これと同時に工場見学もしました。ここでは、製鉄業のスケールの大きさや、その仕組みなどが非常によく理解できました。やはり、技術系であれば会社の仕組みやその規模は、実際に会社を訪問しないと感じ取ることはできないと思います。

企業であることで、同じ研究をしていたとしても圧倒的にその成果は違います。それは、様々な人達がつながり、一つの目標を達成できるように団結するからです。どの企業でもこのことは、当てはまります。

様々な人達がいる中で、自分の個性をうまく発揮していくことが大変で、かつ非常に重要なことであるということも学びました。これは、今後自分が社会人となってからも付きまとう問題であると思うので、今回でのインターンシップでは非常にいい経験をさせてもらったと思います。

最後に今後インターンシップに参加しようと考えている学生に。様々な企業のインターンシップがあるとは思いますが、しっかりと目的意識を持って参加するようにして、有意義なインターンシップにして下さい。

平成15年度修士論文題目リスト

エネルギー社会・環境科学

氏名	論文題目	指導教官
服部 貴司	Eye-Sensing Display を用いた脳機能障害のスクリーニング検査システムの構築と評価実験	教授 吉川 榮和
石川 史朗	LaNi ₅ を用いた窒素吸蔵合金の開発	教授 石原 慶一
井上 純一	代表的な原子力発電所立地地域と消費地域のエネルギー意識に関する研究	教授 中込 良廣
岡田 卓也	大型 MOX 燃料加工施設における核物質の適切な計量管理に関する研究	教授 中込 良廣
奥村 智憲	立坑を利用した実スケール雲発生実験による Rainout 機構に関する研究	教授 笠原三紀夫
金子 陽介	高等学校におけるエネルギー教育のあり方に関する研究	教授 中込 良廣
木多 俊雄	シミュレーションモデルを用いた自由化電力市場の分析	教授 手塚 哲央
小森 弘之	衛星リモートセンシング解析に基づく東アジアにおける土壌起源エアロゾル発生量推計	教授 笠原三紀夫
佐伯 直人	企業の発電設備規模に着目した寡占電力市場の分析	教授 手塚 哲央
堺 紀夫	大気エアロゾルの含炭素成分の測定に関する研究	教授 笠原三紀夫
城田 莉菜	Eye-Sensing Display を用いた脳機能障害のスクリーニング検査手法の開発とその実験の評価	教授 吉川 榮和
新谷 祐加	ゾルーゲル法による低環境負荷型耐蟻性無機質複合化木材	教授 坂 志朗
高井 亨	ヘドニック地価関数による原子力事故の影響評価	教授 石原 慶一
谷口 智彦	原子力関連施設立地自治体における財政と行政に関する研究	教授 中込 良廣
田部 篤裕	超臨界メタノール法におけるトリグリセリドのエステル交換反応	教授 坂 志朗
富田 大輔	感情的要因を考慮した省エネ行動支援モデルと省エネ行動支援システムの設計・構築とその評価	教授 吉川 榮和
永富 聡	再生可能エネルギーの導入に伴うマクロ経済効果の分析	教授 手塚 哲央
中村 健史	針葉樹リグニンの熱分解における各種単位構造の役割	教授 坂 志朗
野島理一郎	京都市の運輸部門における CO ₂ 排出量削減のための政策について～乗用車から二輪車への乗り換えを中心とした検討～	教授 石原 慶一
藤野 秀則	画像処理を用いた環境の変化にロバストな物体認識手法の開発と評価	教授 吉川 榮和
古本 仁	酸化チタンの光触媒能の向上と湿度の影響に関する研究	教授 石原 慶一
辺 嘉	森林地域を対象とした衛星リモートセンシングによるエアロゾル光学特性の解析	教授 笠原三紀夫
松井 康治	原子力プラントの系統隔離作業支援システムにおける拡張現実感用トラッキング手法の開発	教授 吉川 榮和
村井 貴彦	気相および液相での TiO ₂ 複合木質炭化物の触媒活性	教授 坂 志朗
山崎 崇文	統計解析に基づく大気エアロゾルの二次粒子生成のモデル化	教授 笠原三紀夫
山崎雄一郎	拡張現実感と RFID を用いた系統隔離作業支援システムの試作と実験評価	教授 吉川 榮和
山本 大平	2'-Deoxyoxanosine を含む DNA オリゴマーの合成法開発	教授 牧野 圭祐
楊 明	Application of Multilevel Flow Models for Alarm Analysis System of PWR Plant (PWR プラントの警報解析システムへのマルチレベルフローモデルの適用)	教授 吉川 榮和

	論文題目	指導教官
小國 哲平	ペプチドによる金ナノ構造の制御	教授 吉川 暹
石塚 喜啓	熔融塩電気化学プロセスによるポーラスシリコン及び Si-Er 合金の形成	教授 伊藤 靖彦
伊藤 憲司	プラズマ金属表面相互作用のシミュレーション解析	助教授 浜口 智志
入江 弘毅	Chemical and Electrochemical Processing of Metal Oxides in Molten Sodium Hydroxide (熔融水酸化ナトリウム中における金属酸化物の化学的および電気化学的プロセッシング)	教授 伊藤 靖彦
緒方 智明	高次モード中性子源増倍法による未臨界度測定の検討	教授 代谷 誠治
奥 秀樹	イットリア安定化ジルコニアの時効による導電率低下メカニズムに関する研究	教授 吉田 起國
勝浦 慶	マイクロ波球状トラスプラズマの分光計測	教授 前川 孝
鎌田健太郎	シリコン表面上でのマクロ孔生成と孔内部への金属析出	教授 尾形 幸生
上高 雄二	スピネル型リチウムイオン二次電池新規正極材料の開発	教授 八尾 健
木嶋 崇博	チタン化合物の熱分解による 多孔質酸化チタン膜の作製と色素増感型太陽電池への応用	教授 片桐 晃
北川 昌明	銅酸化物超伝導体 Y-123 系の臨界電流に及ぼす Cu サイト Li 置換効果	教授 吉田 起國
工藤 蘭	電子捕捉剤を形状認識する二酸化チタン光触媒の創製	教授 大久保捷敏
久保田哲郎	熔融塩電気化学プロセスによる Co-Gd および Fe-Tb 合金薄膜の形成	教授 伊藤 靖彦
越谷 直樹	チタニアナノ構造材料調製における界面の効果	教授 吉川 暹
小谷 典子	ZnCl ₂ -KCl 熔融塩を用いた多孔性ニッケルの作製	教授 片桐 晃
小林 克敏	中温域熔融塩系における窒素ガス電極反応	教授 伊藤 靖彦
今野 学	マイクロ波球状トラスプラズマの軟 X 線 CT	教授 前川 孝
坂本 勝	新規チタニアナノ材料を用いた色素増感太陽電池のインピーダンス解析	教授 足立 基齊
佐郷 賢亮	シンクロトロン放射光によるセラミックナノ材料の油水界面における構造形成	教授 足立 基齊
佐藤 洋允	抵抗性ドリフト波乱流の非線形発展	助教授 浜口 智志
園部 太郎	銅酸化物 Pr-123 系における Sr 添加による相変化と伝導特性	教授 吉田 起國
高橋 功一	ヘリオトロン J における高速カメラを用いた周辺プラズマ揺動計測	教授 水内 亨
竹本 崇	ヘリオトロン J におけるイオンサイクロトロン加熱を用いた 高速イオン生成に関する研究	教授 佐野 史道
田中 邦昌	固体酸化物燃料電池イオニクス材料の開発	教授 八尾 健
田邊優貴子	人工発現酵素を用いた光エネルギーによるメタンのメタノール化 ～RNA-ペプチド複合体を用いた酸化・還元システムの開発～	教授 大久保捷敏
坪井伸太郎	ヘリオトロン J プラズマにおける真空紫外分光法による不純物の研究	教授 近藤 克己
中澤 真吾	ヘリオトロン J における 3 次元中性粒子輸送解析	教授 近藤 克己
仁木 藍子	熔融塩電気化学プロセスによる金属窒化物被膜形成	教授 伊藤 靖彦
西尾 茂	ヘリオトロン J におけるポロメーターと AXUV フォトダイオードを用いた輻射損失測定	教授 近藤 克己
長谷川茂樹	常圧アンモニア電解合成法のアノード反応に関する平衡論的検討	教授 伊藤 靖彦
パワズプリー ソラポン	Preparation of Mixed Metal Oxides Nanostructured Materials and Their Photocatalytic Activity Under Visible Light (複合酸化物ナノ構造材料の調製とその可視光光触媒機能)	教授 吉川 暹
平野 祥之	FFAG 導入に向けた KUCA 加速器駆動未臨界炉基礎実験に関する研究	教授 代谷 誠治
深川 陽平	ヘリオトロン J プラズマにおける粒子バランス特性の評価	教授 水内 亨
古澤 秀樹	Characterization of laser-ablated species by optical emission spectroscopy (発光スペクトルを用いたレーザーアブレーション放出種の挙動解析)	教授 尾形 幸生

松本 知之	バイオミメティック法によるアパタイトマイクロパターンの構築	教授 八尾 健
三谷 俊介	中温型燃料電池プロトン導電性固体電解質の開発	教授 八尾 健
武藤 貴夫	色素増感型太陽電池の電解液における電荷移動過程に関する研究	教授 片桐 晃
村上 隆	バナジウム-コバルト系酸化物リチウム二次電池正極材料の開発	教授 八尾 健
森田 悠哉	ヘリオトロンJにおけるトムソン散乱計測法に関する研究	教授 佐野 史道
森原 伸夫	銅酸化物超伝導体 Gd-123系の臨界電流と伝導特性に及ぼす Pr 添加効果	教授 吉田 起國
諸藤 徹也	鉄/酸化鉄触媒による二酸化炭素固定化システムの構築	教授 大久保捷敏
山口 誠二	電気泳動堆積による新規機能性複合材料の開発	教授 八尾 健

エネルギー変換科学

	論文題目	指導教官
井本 雅規	マグネトロン励起源を用いた He2 ⁺ S 励起原子線生成に関する研究	教授 吉川 潔
大橋 健司	天然ガス直接噴射式 PCCI 機関の性能および排気の改善	教授 石山 拓二
岡本 智宏	塑性ひずみ勾配を導入した弾塑性構成式による 試料寸法依存性に関する数値解析	助教授 今谷 勝次
小野 広展	低放射化フェライト鋼の破壊靱性に及ぼす試験片サイズ効果	教授 木村 晃彦
粥川 智生	非定常噴流の着火・燃焼特性に及ぼす噴射条件および燃料組成の影響	教授 塩路 昌宏
北崎 真人	水素混合燃料によるエンジン性能および排気特性の改善	教授 石山 拓二
北村 康幸	超音波横波を用いた炭素鋼中の応力と磁化の2次元的分布の測定	教授 松本 英治
白崎 琢也	応力解析に基づく傾斜機能材料の最適設計	教授 松本 英治
高松 輝久	地雷探査用慣性静電閉じ込め核融合中性子源の高性能化	教授 吉川 潔
富澤 孝仁	円筒形 IECF 中性子源の低ガス圧動作特性	助教授 山本 靖
中野 秀亮	PCCI 燃焼の制御およびエタノール混合燃料の着火燃焼に関する基礎研究	教授 石山 拓二
西川 貴之	マイクロ流体機器における流れ場の境界要素法による解析	教授 塩路 昌宏
西村 慎一	スパッタセラミックス被覆材料の物理的特性評価とシミュレーション解析	教授 星出 敏彦
畑田康二郎	ひずみ勾配理論の有限要素法への適用	助教授 今谷 勝次
平井 隆之	プラズマイオン注入における電圧波形の影響の解析	助教授 山本 靖
福田 将人	界面移動に伴う要素再分割を用いた 結晶成長過程のフェーズフィールドモデル解析	助教授 今谷 勝次
堀部 直人	エタノール混合燃料およびDPFを用いたディーゼル機関の排気改善	教授 石山 拓二
松尾 純明	格子ボルツマン法を用いた医用流体機器における血栓形成予測	教授 塩路 昌宏
松村 圭	オーステナイト鋼の環境脆化割れ支配因子に関する研究	教授 木村 晃彦

エネルギー応用科学

氏名	論文題目	指導教官
川村 淳一	Experimental study of a planar water jet impinging on a solid substrate (固体平面に衝突する水膜噴流の実験的研究)	教授 石井 隆次
石田 直子	Effect of n-Dodecane on the Rheological Properties and Interparticle Forces in Concentrated Titania Suspensions (酸化チタン濃厚懸濁液の流動特性と粒子間相互作用に及ぼす n-ドデカンの影響)	教授 石井 隆次

石割 正敏	溶融塩用酸素センサーの開発	教授 岩瀬 正則
衛藤 将生	NITE 法における SiC 緻密化機構に関する研究	教授 香山 晃
大村 歩	Pump performance of locally bent air-lift system for transporting solid particles (固体輸送を目的とした曲がり部分を持つエアリフトポンプの特性)	教授 宅田 裕彦
小沢 和巳	SiC/SiC 複合材料の照射効果に関する研究	教授 香山 晃
戒田 裕亮	CaO-P ₂ O ₅ -FeO 系の熱力学	教授 岩瀬 正則
加藤 洋明	多重記憶可能な 1T/1C 型 FeRAM とその機能メモリへの応用	教授 野澤 博
小森 洋和	Critical Heat Flux Correlations for Subcooled Water Flow Boiling in Short Vertical Tube (短い垂直円管内水の強制対流サブクール沸騰限界熱流束表示式)	教授 塩津 正博
近藤 恒幾	Fe ₂ VAl 合金を用いた熱電発電モジュールの基礎研究	教授 岩瀬 正則
佐藤 吉宣	メタンハイドレートから CO ₂ ハイドレートへの置換に関する基礎的研究	教授 石井 隆次
塩見 洋志	珪藻土からの高純度シリカ精製に関する基礎的研究	教授 石井 隆次
世良田浩平	抵抗変化型不揮発性メモリの回路設計とシミュレーション	教授 野澤 博
曾根 英彰	環境調和型高温プロセスルテニウム処理とフッ素レス精錬	教授 岩瀬 正則
武川 将也	Production of Iron and Hydrogen through Gasification of Biomass and Waste Plastic (バイオマス・廃プラスチック利用による酸化鉄の還元、ガス化及び水素製造)	教授 岩瀬 正則
立本 海	酸化物を原料とした水素吸蔵合金の作製法の開発	教授 岩瀬 正則
西川 慶	Electrodeposition and Electrochemical Dissolution of Li Metal in LiClO ₄ -PC Electrolyte Solution (LiClO ₄ -PC 電解液中における Li 金属の電析および溶解反応)	教授 石井 隆次
袴田 昌高	珪藻土から精製されたシリカの炭素還元反応	教授 石井 隆次
林 秀輔	京都大学赤外 FEL 用加速器の電子ビームパラメータ評価	教授 山崎 鉄夫
稗田 健	抵抗変化型不揮発性メモリの動作メカニズムの研究	教授 野澤 博
樋口 篤	Stability Test of a Large-sized Superconductor Used for LHD Cooled by Superfluid Helium (LHD に用いられた大型超電導体の超流動ヘリウム冷却における安定性試験)	教授 塩津 正博
堀内浩嗣	酸化物超微粒子の液-液抽出法に関する基礎的研究	教授 石井 隆次
前川 典正	フェムト秒レーザーによる硬質薄膜のアブレーションに関する基礎研究	教授 宮崎 健創
前川 良太	Microcrack distribution in granite subjected to triaxial compression test (三軸圧縮試験により形成された花崗岩中のマイクロクラック分布)	教授 石井 隆次
増田 圭太	高強度フェムト秒レーザーと原子・分子の非線形相互作用に関する研究	教授 宮崎 健創
松本 淳	The application of ductile fracture criteria to the prediction of forming limit of high-strength steel sheets (高張力鋼板の成形限界予測への延性破壊条件式の適用)	教授 宅田 裕彦
宮迫 敦	熱陰極型高周波電子銃における電子ビームの長パルス化に関する研究	教授 山崎 鉄夫
持田 晃弘	Experimental Study on Application of Superconducting Fault Current Limiter to Electric Power System (超電導限流器の電力系統導入に関する実験研究)	教授 塩津 正博
本山 宗主	Electrochemical Processing for Ni Nanowire and Nanotube Arrays in a Magnetic Field (磁場中におけるニッケルナノワイヤー及びナノチューブの電気化学プロセス)	教授 石井 隆次
守時 直樹	楕円曲線暗号のハードウェア設計および性能検証	教授 野澤 博
吉田 政幹	CaCl ₂ 溶融塩電解による TiO ₂ の直接還元	教授 岩瀬 正則

博士論文要旨

(H15. 1～H15. 12まで取得日順)

氏名	大石 哲雄
論文題目	Formation of Functional Particles by Discharge Electrolysis of Molten Chloride Systems (溶融塩化物系での放電電解による機能性微粒子の形成)
学位授与日	平成15年1月23日
指導教官	伊藤 靖彦

本論文は、溶融塩化物系での放電現象についての新たな知見を得ると共に、この現象を利用した放電電解により各種機能性微粒子の形成を試みた結果をまとめたものであり、主な成果は以下のとおりである。

1. 溶融塩化物を電解浴とし、その液面上方に配置したアノードまたはカソードと電解浴の間に発生させた放電に関して電気化学的・光学的検討を加え、これらの放電がアーク放電の一種であることを確かめている。また、アノード放電電解について、放電がアノードからの陽イオン放出および電解浴からの電子放出によって維持されていることを見出している。

2. アノード放電電解における陽イオン放出現象を利用した新たな微粒子形成法を提案し、その可能性を具体例によって示している。すなわち、種々の金属材料をアノードに用い、酸化物イオン源あるいは硫黄源を添加した溶融塩化物を電解浴としてアノード放電電解を行うことにより、金属酸化物微粒子、金属硫化物微粒子の形成に成功している。特に、モデルケースとして取り上げた酸化チタン微粒子について、粒子径の電解条件依存性を定量的に評価し、ナノスケールでの粒子径制御が可能であることを実証している。

3. アノード放電電解における電解浴からの電子放出現象を利用した新たな微粒子形成法についてその可能性を示している。すなわち、炭化物イオン (C_2^{2-}) 源を添加した溶融塩化物を電解浴としてアノード放電電解を行うことにより、グラファイト微粒子が形成され、さらに、この電解浴に窒化物イオン源を同時に添加してアノード放電電解を行うことによりカーボンナイトライドの形成も可能であることを見出している。

4. カソード放電電解について、カソードからの電子放出現象を利用してチタン微粒子を形成し、その粒子径と電解条件の相関に関する定量的知見を集積することにより、ナノスケールでの粒子径制御に成功している。また、溶融塩化物系での放電電解における新たな微粒子成長機構を提唱し、それを実験的に証明している。

5. これらの研究を支える基礎研究として、機能性微粒子の一用途として重要な多孔質材料に着目し、その新規な形成法を見出すと共に、得られた多孔質材料の膜厚および

多孔度の評価法を確立している。具体的には、水酸化ナトリウム水溶液を用い、チタンを陽極酸化あるいは化学エッチングすることにより多孔質酸化チタンを形成する新規な手法を見出している。また、可視反射スペクトルを利用して多孔質膜の膜厚、多孔度を同時に測定できる新たな手法を確立している。

氏名	小西 宏和
論文題目	Formation of Dy Alloy Films by Molten Salt Electrochemical Process (溶融塩電気化学プロセスによるDy合金薄膜の形成)
学位授与日	平成15年1月23日
指導教官	伊藤 靖彦

本論文は、溶融塩化物系でのDyの陰極還元によるDy合金薄膜の形成反応およびDy合金薄膜からの選択的アノード溶出による種々の組成の合金薄膜の形成反応についての知見を得るとともに、種々の組成のDy-Ni合金の熱力学特性値を求め、さらにはDy-Ni合金薄膜の形成に関する速度論的研究を行った結果をまとめたものであり、主な成果は以下のとおりである。

1. 溶融LiCl-KCl-DyCl₃中において、Ni電極上でDy(III)イオンが陰極還元反応を受け、電極面にDy原子が析出すると同時に、その温度域としては非常に大きい速度で電極内へ拡散して、短時間で選択的にDyNi₂薄膜が形成される、という新しい反応過程を見出した。さらに、この種の反応過程では、薄膜成長速度が電気化学パラメーター（電位、電流密度）に大きく依存することから、これを「電気化学インプラネーション」という新たなカテゴリーに属する過程であることを明らかにした。具体的には、700K、0.55V (vs. Li+/Li) における2時間の定電位電解により、厚さ60μmの密着性の良いDyNi₂薄膜が形成することを見出した。さらに、卑な電位ほどその薄膜成長速度が大きく、電位による薄膜成長速度の制御が可能であることも明らかにした。

2. 一度形成させたDyNi₂薄膜から、選択的にDyをアノード溶出させ得ることを見出し、これを「電気化学ディスプレイネーション」と命名した。具体的には、一度形成させたDyNi₂薄膜から、選択的にDyをアノード溶出させると、DyNi₂が電位に応じてDyNi₃、Dy₂Ni₇、DyNi₅、Niへ変化していくことを見出した。また、形成させた薄膜が多孔質へ変化すること、さらに、その孔径がアノード溶出の電位が貴なほど大きくなることも明らかにした。これらの結果から、電位による組成・孔径制御が可能であることを示し

た。

3. Dy-Ni 金属間化合物に関して、673-773Kにおける開回路電位の経時変化測定の結果から、Dy-Ni 金属間化合物の平衡反応と対応する電位の関係を明らかにした。また、それらの平衡電位の温度依存性を求めた。これらの結果をもとに、 $DyNi_2$ 、 $DyNi_3$ 、 Dy_2Ni_7 、 $DyNi_5$ について、Dy および Ni の相対部分モル熱力学量、さらには、標準生成ギブス自由エネルギーを得ることができた。

4. 溶融 $LiCl-KCl-DyCl_3$ 中 (773K) において、Fe 電極を用いて、数回の Dy 析出と溶出を繰り返すことにより、Dy-Fe 合金形成の速度が増大することを見出した。この現象を利用して、Fe 電極を Dy 析出電位よりも貴な電位で保持することにより、 $DyFe_2$ を選択的に形成することができた。一方、一度形成させた $DyFe_2$ 薄膜から選択的に Dy をアノード溶出させると、 Dy_6Fe_{23} が形成することを見出した。これらの結果から、電位による組成制御の可能性を明らかにした。

氏名	鈴木 祥一郎
論文題目	電着塗装の皮膜形成に関する研究
学位授与日	平成15年 3月24日
指導教官	尾形 幸生

水溶性樹脂を用いた電着塗装は浸漬塗装法の一つで、工業化されて40余年経過している。この塗装法は水の電気分解を間接的に利用して金属などの導体表面に有機高分子皮膜を形成する。この点で、金属イオンの還元を直接的に利用する金属皮膜の析出と異なる。電着塗装の主要な応用分野は自動車の下塗り塗装、アルミ建材部品の塗装などで、我々が身近に接する製品に適用されている。この塗装方法は水溶性樹脂を用いるために低公害で、自動化が容易なために大量生産に適するプロセスであることが利点に挙げられる。電着塗装はその利点と工業的な市場性から、実用面での研究開発が優先して基礎研究が少なく、未解明な現象が多い。本研究は皮膜形成機構について未解明な現象の再検証を行った。

電着塗装において工業的に用いる水溶性樹脂は構造や成分が複雑で、ガラス転移温度 (T_g) の異なる樹脂をブレンドすると共に、可塑性の高い溶剤を添加する。従来から、皮膜析出機構は、析出する高分子皮膜が絶縁体なので、皮膜に形成した孔を通して電流が流れる、すなわち、樹脂や電解生成物の物質移動が行われる多孔質皮膜形成モデルが信じられている。このモデルに皮膜形成が従うとすれば、可塑性が高い溶剤の持つ増膜効果 (析出膜厚を増大) を合理的に説明することは困難である。そこで、本研究では異なる T_g を持つ単純化した二種類のカチオン型アクリル樹脂をモデル樹脂として合成し、それら単独、およびブレンドした際の皮膜析出挙動、また、皮膜析出に及ぼす溶剤の影響を検討した。原子間力顕微鏡 (AFM) 観察から、高 T_g 樹脂は多孔質皮膜を、低 T_g 樹脂では非多孔質皮膜を形

成した。また、これらの樹脂をブレンドして得られた皮膜形態は多孔質から非多孔質皮膜に変化した。皮膜形態変化に伴って電気化学応答は高抵抗膜型から導電膜型挙動に変化した。一方、溶剤の添加効果は低 T_g 樹脂の添加挙動に類似することが明らかになった。そこで我々は多孔質皮膜形成モデルに替え、非多孔質皮膜としてのイオン透過膜型皮膜形成モデルを提案した。イオン透過膜型皮膜形成モデルを図1に示す。このモデルに従えば、皮膜は電解が開始されると同時に高分子粒子として析出し、その粒子は融着して連続皮膜になる。皮膜の成長は皮膜/溶液界面で起こり、電解ガスの付着した皮膜表面には高分子粒子が供給されないので孔を形成する。高分子粒子が融着した部位は皮膜抵抗が低いので電流の経路になる。すなわち、皮膜形成する際、樹脂の T_g や溶剤の添加量によって析出粒子の融着状態が異なるために、高抵抗皮膜型から導電皮膜型まで析出挙動が変化する。また、樹脂をブレンドする場合に、低 T_g 樹脂は高 T_g 樹脂の結合剤的な役割を果たして電流の経路になる。イオン透過膜型皮膜形成モデルを確立したことで、溶剤の添加効果を合理的に説明することができ、工業的に用いる樹脂ブレンドする際の配合設計において経験的ではなく、理論的な観点からの裏付けを提供した。

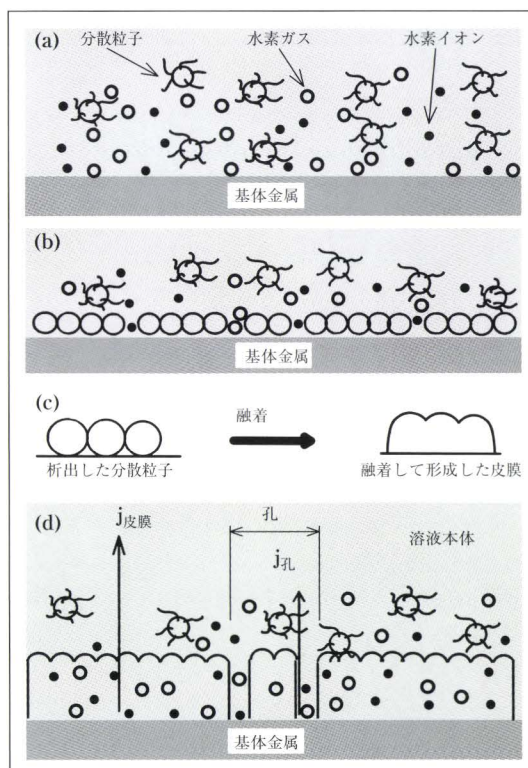


図1 イオン透過膜型皮膜形成モデルによる電着皮膜の形成 (a) 水の電気分解、(b) 水の電気分解を開始すると水溶性樹脂の分散粒子が析出する初期段階、(c) 析出した粒子の融着過程、(d) 皮膜の成長過程、皮膜に流れる電流を $j_{皮膜}$ 、孔に流れる電流を $j_{孔}$ で、矢印の大きさは電流の大きさを示す。

氏名	松村 裕之
論文題目	Efficient Utilization of Biomass through Esterification of Cellulosics (セルロース原料のエステル化によるバイオマスの有効利用に関する研究)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	坂 志朗

セルロースは、地球上で最も多量に存在する有機物であり、自然の力で再生産可能で、生分解性を有し、かつ廃棄しても二酸化炭素バランスを壊さないという特長を有するエコマテリアルである。従って、生態系を崩さずに、これを有効利用していくことは、人類にとって非常に重要な課題である。その一つとして、セルロースをエステル化することにより、熱可塑性、溶解性を付与し、繊維、フィルム、プラスチック等として利用するという方法がある。

現在セルロースエステル製造には、 α -セルロース（17.5%の水酸化ナトリウム水溶液に溶解しないセルロース）が95%程度以上といった非常に高純度のセルロース原料が必要とされている。セルロースは、汎用の溶媒に溶解しないため、通常セルロースのエステル化は不均一系でスタートし、反応の進行とともにエステル化物が順じ反応系に溶解していき、完全にエステル化して初めて均一な反応溶液となる。次いで、この均一な溶液状態で部分的に脱エステル化するという二段階の反応を行って始めて、目的とするエステル化度の均一なセルロースエステルが得られている。このようなエステル化のプロセスは、“溶解エステル化法”と呼ばれるが、資源の有効利用、省エネルギー、更には経済性といった観点から、数十年未解決の2つの大きな課題がある。

その一つ（課題①）は、より低純度のセルロース原料を利用することである。主たるセルロース原料である木材パルプの場合、 α -セルロース含量を95%以上とするためには、木材から不純物であるリグニンやヘミセルロース、更には低分子量のセルロースや変性したセルロースを多大なエネルギーを消費しながら除去する必要があり、その収率は50%以下となっている。従って、より低純度のセルロース原料を利用できるようになることは、非常に意義深い。

2つ目の課題（課題②）は、一段階の反応で直接部分的にエステル化されたセルロースエステルを得ることである。従来の溶解エステル化法のまま直接部分的にエステル化すると、不均一反応であるため、エステル化された部分とエステル化されていない部分の混合物となり、不均一で諸物が劣るため、工業的に有用なものは得られていない。

本研究では、課題①に関して、低純度の針葉樹パルプ（ α -セルロース 87.5%）及び広葉樹パルプ（同 86.2%）を原料として、溶解エステル化法により、セルロースエステルの中で最も製造量の多いセルロースアセテートを調製した。その結果、いずれの場合にも、反応系に多くの不溶解残渣が生成し、利用上の障壁となることが判明した。そこで、不溶解残渣のキャラクタリゼーションを行った結果、針葉樹パルプの場合はセルロースアセテートとグルコマンナン

アセテート、広葉樹パルプの場合はセルロースアセテートとキシランアセテートの複合体であることを見出し、その生成機構を推定した。次いで、これら不溶解残渣の低減法について検討した結果、針葉樹パルプの場合、グルコマンナンアセテートの良溶媒を、広葉樹パルプの場合、キシランアセテートの良溶媒を、それぞれ反応溶媒の一部として添加することが有効であること等、幾つかの方法を見出すことができた。

課題②に関しては“繊維状エステル化法”を応用した。繊維状エステル化法とは、セルロース原料のエステル化をセルロース及び生成するセルロースエステルの貧溶媒中で行うものである。この方法では、セルロース原料は完全にエステル化された後でも反応系に溶解せず、元の繊維状の形態を維持している。従って、その後加水分解しても均一な部分エステル化物を得ることが困難で、実用性が低いとされてきた。本研究では、繊維状エステル化法が、不均一ではあるが、原料が持つ構造を維持しながらエステル化出来ることに注目して検討を進めた結果、ある条件下で木材パルプを直接部分的にエステル化すると、木材パルプが本来有するナノメートルオーダーの微細構造に由来して、セルロースエステルと未反応のセルロースから成る“ナノコンポジット”が得られることを見出した（図参照）。これは、熱圧すると透明～半透明で実用上十分な強度を有する成型物となり、従来の均一な部分エステル化セルロースに比べて、生分解性が高い等の特徴を有することを明らかにした。

以上、本研究では、バイオマスの有効利用を目的として、従来からあるセルロースエステル製造における課題の解決に取り組み、より低純度のセルロース原料の利用法を提案することができた。また、簡便な一段反応による高付加価値な新規材料（セルロース系ナノコンポジット）を創製することができた。

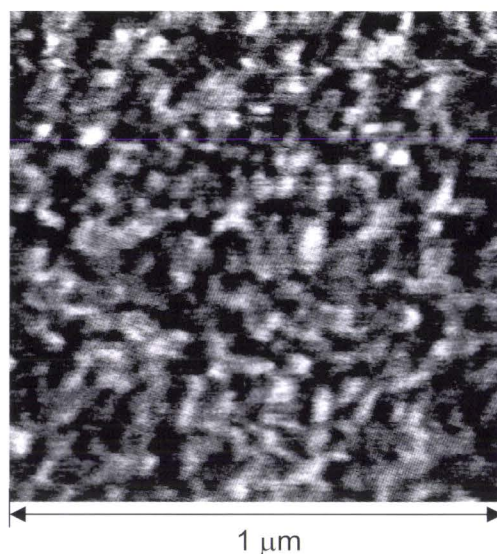


図 セルロース系ナノコンポジットの原子間力顕微鏡写真（白い部分がセルロース、黒い部分がセルロースエステルを示す。）

氏名	Farid Harraz
論文題目	Chemical Deposition of Metals on Porous Silicon Surface and Its Structural Changes (湿式法による多孔質シリコン上への金属析出と析出表面の構造変化)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	尾形 幸生

The research work in this thesis concerns with metal deposition on porous silicon (PS) and silicon wafer substrates by the immersion plating technique. The deposition behavior in various solutions is investigated and the reaction mechanism is clarified.

This thesis started out as a general review of PS research works and introduced in chapter 1. In chapter 2, copper deposition in organic solutions was studied using methanol (MeOH) and acetonitrile (MeCN). Copper metal is deposited at the OCP from the MeOH solution while no metal deposition is detected from the MeCN solution, although both solutions contain a comparable amount of residual water. The difference in the deposition behavior is related to the difference in the rest potential of PS that is mainly attributed to the solution chemistry of Cu ions in these solutions.

The effect of chloride ions (Cl⁻) during the immersion plating of Cu onto PS from a MeOH solution was investigated in chapter 3. The presence of Cl⁻ ions in the deposition solution completely inhibits the metal deposition at a threshold concentration of 0.1 M Cl⁻ in 0.01 M Cu²⁺ solutions, as confirmed by ICP and XPS measurements. The inhibition of Cu deposition is mainly attributed to the stabilization of Cu(I) species. Under this condition, the reduction of Cu(II) to Cu(I) occurs on the PS surface.

Deposition of (Ag, Cu, Ni) onto PS from aqueous and nonaqueous solutions was the subject of chapter 4. In both solutions, the deposition of metal oxidizes PS simultaneously to SiO₂. It was also found that Ag and Cu can be deposited but Ni cannot. The different deposition behavior is discussed in terms of different rest potential of PS in these solutions and the electrode potential of each metal. Immersion plating in nonaqueous organic solutions shows that a trace of residual water strongly affects the metal deposition. In other words, the deposition requires the presence of water. Quite thick metal films on PS are observed, in spite of the fact that metal deposition by immersion plating is inhibited after deposition of a thin layer, when the PS surface is isolated from the solution. This result suggests that the deposition process should proceed by nucleation and growth via the local cell scheme rather than the general corrosion type, especially at the prolonged immersion stage. It is also found that metal deposition proceeds very differently on Si wafer and PS surfaces and the different deposition behavior is most likely related to the

different morphologies.

In chapter 5, deposition of Ni as a less noble metal onto a PS layer was investigated in NH₄F and HF solutions containing Ni²⁺. When the PS sample is exposed to the bath containing 5 M NH₄F and 50 mM Ni²⁺ at pH 8, metallic Ni is clearly observed as can be seen in Fig. 1. However, no deposition is detected when the sample is immersed in a 0.5 wt % HF solution at pH 2. The different deposition behavior is discussed on the basis of the mixed potential theory, different in the stability of Si-H bonds of PS as indicated in the FTIR spectra (shown in Fig 2) and the different state of Ni complex as obtained from the UV-vis spectra.

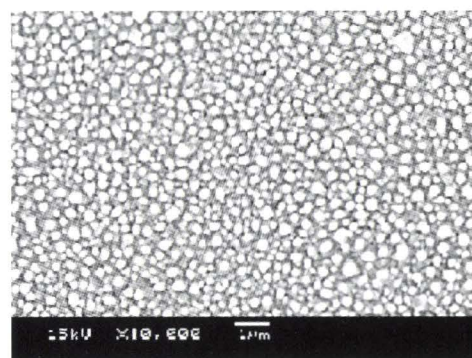


Fig. 1. SEM micrograph of deposited-Ni on PS surface from the alkaline solution.

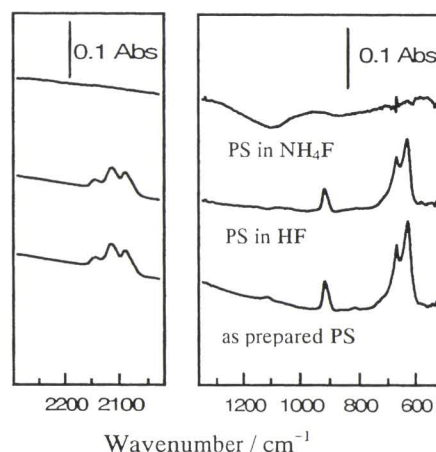


Fig. 2. FTIR spectra of PS after immersion in deposition solutions.

Further, the position of the Ni redox levels in both solutions with respect to the band edges of Si was also determined and the results reveal a nearly similar energetic situation. In addition, XP spectra detect no silicon oxides on the PS surface after being immersed in the alkaline solution, giving merit that a binary PS/Ni nanostructure without Si oxides can be successfully achieved.

氏名	南 英治
論文題目	Chemical Conversion of Lignocellulosics in Supercritical Methanol to Liquid Fuel (超臨界メタノールを用いたリグノセルロース資源からの液体燃料の創製)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	坂 志朗

エネルギー問題、地球環境問題が深刻になるに伴い、再生可能、莫大な賦存量、カーボンニュートラル等の特長を持つバイオマスが、環境調和型の資源として期待されている。しかし、地球上に最も多量に存在するリグノセルロース資源は、未利用の間伐材や、おが屑、新聞紙などとして大量に廃棄されている。実際、本研究での試算により、我が国で年間約3億7,000万トンのバイオマス資源が発生し、うち約7,700万トンが有効利用されずに廃棄されていることが判明した。これらの有効利用が望まれるが、かさ高く輸送や貯蔵が困難な固体バイオマスの特性がそれを妨げている。

一方、超臨界流体は新たな化学反応場として注目を集めている。物質は温度と圧力条件により、気体、液体、固体で存在するが、臨界点を超えると超臨界状態となり、気体分子と同等の大きな分子運動エネルギーと液体に匹敵する高い密度を兼ね備えた高活性な流体となる。また、メタノールの誘電率は臨界点（臨界温度239℃、臨界圧力8.09MPa）では7程度まで低下し、非極性の有機物質や無機ガスもよく溶解するようになる。さらに、超臨界状態では温度、圧力の増加と共にイオン積が増大し、高温の加溶媒分解場が得られる。このように、超臨界メタノールでは、水と同様、化学反応の重要なパラメータである誘電率やイオン積を温度、圧力によって大幅に制御できる。

そこで本研究では、超臨界メタノールの持つこれらの特異性を活用して、木質系バイオマスを液体メタノールに可溶化させることで、新規な液体バイオ燃料の創製や有用ケミカル回収の可能性を検討した。超臨界メタノールを用いたバイオマスの液化には、1)メタノール自身が燃料であるため、生成物がメタノールと共にそのまま液体燃料として利用できる；2)メタノールはバイオマスから合成できるため、このバイオメタノールに可溶化することで、100%バイオマス起源の液体燃料の創製が可能である；といった狙いがある。

ブナ (*Fagus crenata*) 及びスギ (*Cryptomeria japonica*) 木粉の超臨界メタノール処理の結果、いずれも350℃/43MPa、30分の処理で90%以上がメタノールに可溶化し、写真1に示すメタノール可溶部と数%の不溶残渣が得られた。また研究の結果、木材の超臨界メタノール中での分解挙動が明らかとなった。すなわち、木材中のセルロースは加溶媒分解により低分子化し、メチルセロオリゴ糖やメチルグルコシドとなる。また、リグニンはエーテル型結合の解裂により低分子化し、コニフェリアルコールやそのγ-メチルエーテル等となり可溶化することが判明した。一方、縮合型結合構造に富んだりグニンは可溶化されず、不溶残渣として

回収されることが明らかとなった。

さらに、液体バイオ燃料創製の一環としてメタノール可溶部の着火特性を検討した結果、着火遅れは純粋メタノールよりも短縮されることが見出され、メタノール可溶部の液体燃料としての可能性が示された。



写真1 木材の超臨界メタノール処理で得たメタノール可溶部

氏名	鈴木 孝明
論文題目	強磁性体の磁気的および力学的挙動に関する研究
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	松本 英治

強磁性体における応力やひずみなどの力学的な量と磁場や磁化などの磁気的な量の間の相互作用を磁気弾性結合と呼ぶ。この現象は、図1と2に示すような核融合炉やリアモーターカーなどの強磁場中における構造物の安全性や応力を受ける電磁機器の効率に重要な役割を果たしている。また、図3に示すような磁気的なエネルギーと力学的なエネルギーとを変換するアクチュエータやセンサへの応用・開発が盛んに行われており、測定対象の材料が持つ磁気弾性結合を利用して磁気的な測定から応力を非破壊的に評価する方法も研究されている。

本研究は、これらの効果を伴う強磁性体の磁気・力学的挙動について理論的な定式化および実験的検証を行ったものである。具体的には、電磁気材料の連続体理論に基づいて、磁気弾性結合や磁気的ヒステリシスを伴う磁気・力学的挙動を表す微分型の構成式を導出した。提案した構成式は、Maxwell方程式および力学的保存法則とともに磁性材料の挙動を支配する基礎方程式系をなすので、様々な磁気的・力学的条件における強磁性体の挙動の解析や、強磁性体を用いた上述のような機器や構造物の電磁構造解析や設計に適用できる。例えば、提案した構成式は図4に示すような強磁性体（ニッケル）の磁化曲線の応力依存性を、非線形性・ヒステリシス・飽和・応力依存性などを含めて適切に表現できる。本研究は、強磁性体の複雑な磁気・力学的挙動の解明につながると共に、各種電磁機器の精密な解析や最適設計、新しい非破壊評価法の開発の基礎となるものである。

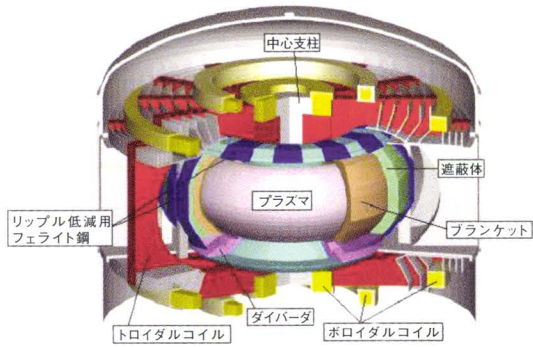


図1 実用核融合プラントの概念
(日本原子力研究所, <http://www.naka.jaeri.go.jp/>)

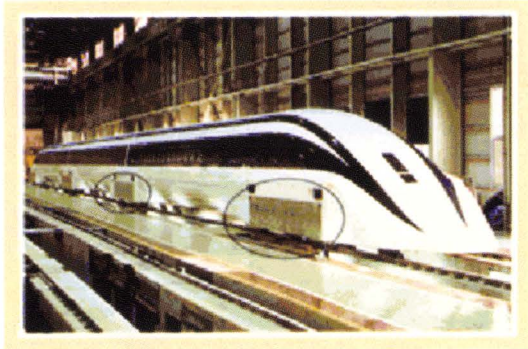


図2 リニアモーターカー
(JR 東海 LINEAR-EXPRESS, <http://linear.jr-central.co.jp/>)



図3 超磁歪アクチュエータ
(モリテックス, <http://www.moritex.co.jp/>)

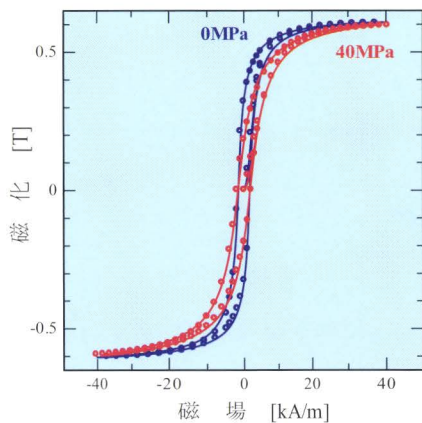


図4 ニッケルの磁化曲線の応力依存性

氏名	萩原 正規
論文題目	生体内情報発現の制御を目指した人工タンパク質の分子設計に関する研究
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	牧野 圭祐

生体を構成している細胞内では非常にクリーンなエネルギー生産、利用が行われており地球環境保全の観点からもこの細胞内でのエネルギー利用過程を理解し、有用なエネルギー生産システムとして利用することが期待されます。近年、構造解析技術の進歩によりタンパク質や核酸など多数の生体高分子間や生体高分子と低分子の相互作用が原子レベルで明らかになり、生命活動を化学の言葉で理解することが可能となってきました。今後はこれらの化学的知見を生かし、新たな機能性分子を創製し細胞機能を人為的に活性化・不活化し、細胞機能をコントロールするといった生体内シグナル伝達制御への応用が期待されます。

近年 X 線や NMR を利用した構造解析の進歩により数々の分子の構造が解析され、それらの構造的知見を利用した新規機能性分子の設計が可能となってきました。生体内で機能するリボソーム、リボザイムで認められるように、RNA-ペプチド (タンパク質) 複合体は生体内においても、タンパク質酵素に匹敵するような高機能の触媒活性を有することから、機能性分子の創製において RNA-ペプチド複合体を利用する方法論は有効であると考えられます。

RNA、ペプチド分子の2つのサブユニットからなるリセプター設計にあたって(1)サブユニットが安定で特異的な複合体を形成すること、(2)複合体の3次元構造を基にした分子設計が可能であること、(3)各サブユニットに基質結合領域が導入可能であること、(4)各サブユニットについて機能の最適化が可能であること、の条件を満足することが必要であると考えました。それらを満足する RNA-ペプチド複合体 (リボスクレオペプチド) として、空間的配置と相互作用様式が NMR 構造解析により解明された HIV (ヒト免疫不全ウイルス) Rev ペプチドと RRE (Rev ペプチド結合配列) RNA との複合体 (図) を基にして行いま

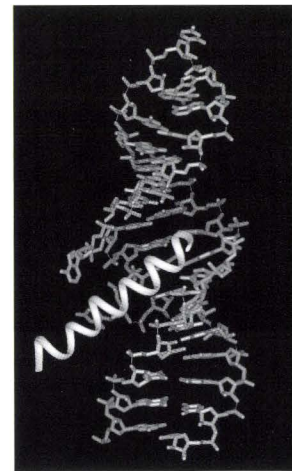


図 HIV Rev ペプチドと RRE 配列の複合体構造

した。ペプチドとの特異的な結合に影響を及ぼさないと推定される RNA 領域に基質との結合領域として20塩基のランダムな塩基配列を導入した RNA サブユニットと、RNA との結合部位を保存しながら基質と相互作用するようにデザインしたペプチドを合成し、複合体を形成させました。ランダムな塩基配列を有する RNA-ペプチド複合体（リボヌクレオペプチド）ライブラリー（4の20乗の異なる分子種）の中から、ATP に対し結合能を有するリボヌクレオペプチドを選択しました。選択したリボヌクレオペプチドについて RNA の配列解析、機能評価を行ったところ、ペプチド存在下についてのみ高い識別能で ATP 結合活性を示す RNA が得られました。このことから RNA・ペプチドをサブユニットとして人工リセプターを作製する方法論が有効であることを示しました。さらに基質と相互作用が予想される Rev ペプチドの N 末端部を修飾したペプチドについて ATP 結合活性が変化したことからペプチド分子と基質分子の直接の相互作用様式が示唆され、ペプチドユニットの修飾により機能拡張の可能性を示唆するものでした。

このように、構造学的知見を基にした分子設計法と、分子ライブラリーの中から目的の分子を選択する方法論を組み合わせたリボヌクレオペプチド法は、極めて高い選択性、高効率の物質変換を温和な条件下で行う理想的な触媒分子である酵素を人工的に作製するための新たな方法論を提示するものであると考えられます。

氏名	杉本 健二
論文題目	イノシトールリン酸化化合物に対する細胞内分子センサーの構築
学位授与日	平成15年 3月24日
指導教官	牧野 圭祐

ポストゲノム科学では細胞内での情報伝達を担う分子の生体内動態が興味を中心となるが、そのための技術は非常に限られており、セカンドメッセンジャーの動態を細胞内で観測できるような分子センサーの開発が急務である。これまでに国内外で有機分子を用いてセカンドメッセンジャーを捕捉する人工リセプターを合成しようとする研究が活発に行われているが、選択性・親和性において実用レベルに達しているものはない。そこで本研究では多様な分子センサー及び人工リセプターの一般的設計概念を確立することを目的として、セカンドメッセンジャーである Ins (1,4,5) P₃ (IP₃) 及びその代謝生成物 (Ins (1,3,4,5) P₄ (IP₄), Ins (1,3,4) P₃ (IP₃)) などを選択的に捕捉可能な人工リセプターを構築し、それらの細胞内の生成量を同時に光学的手法で定量測定可能な分子センサーの構築を行う。Ins (1,4,5) P₃ は生体内で複雑なリン酸化・脱リン酸化を受け様々な Ins (1,4,5) P₃ 誘導体に変化し、細胞の分化・増殖及び小胞体輸送などを調整する分子として非常に注目を集めている分子である。これらのセカンドメッセンジャーを定量測定可能な方法論の確立により、現在良く理解されていない IP₃ 代謝サイク

ル及びそれに連動するネットワークにおける生理的役割を解明することが可能になると期待される。そこで第一に Ins (1,4,5) P₃ に対する分子センサーの構築を目的として、Ins (1,4,5) P₃ に対する親和性及び選択性が高いことで知られており、かつ X 線結晶構造解析も行われている PLC δ の PH ドメインを土台とした IP₃ 分子センサーの構築を行った。天然のタンパク質に由来するタンパク質を土台にすることにより、設計初期段階においてすでに、Ins (1,4,5) P₃ に対し、高親和性及び選択性を維持していると期待される。さらにこの PH ドメインの IP₃ 結合部位周辺残基に蛍光試薬を導入することにより IP₃ の結合前と結合後では蛍光分子の発光挙動が変化するような蛍光性 IP₃ 分子センサーの構築を試みた。そこで PH ドメインの結晶構造をもとにして PLC δ PH ドメインの Ins (1,4,5) P₃ 結合部位周辺の残基をシステインに変異させ (R56C、V58C、N106C)、そのシステインに蛍光試薬 6-Bromoacetyl-2-dimethylaminonaphthalene (DAN) を反応させたセンサー (DAN56、DAN58、DAN106) 及び 6-Iodoacetamido-fluorescein (6IAF) を反応させたセンサー (6I56、6I58、6I106) を作製した。その蛍光測定を行った結果、DAN106 は Ins (1,4,5) P₃ 結合時蛍光強度が大きく減少し、さらに選択性においても天然の PLC δ PH ドメインより僅かに勝る選択性を保持しているという特性を持つことが明らかになった。また 6I106 においては、IP₃ 濃度増加に伴い蛍光強度が増加し、他の IP₃ 分子センサーにおいても、IP₃ 依存的に蛍光強度変化するセンサーが得られた。この知見は、今後 IP₃ 以外の多様な分子センサーを構築する上で非常に有用になると期待される。

次に DAN106 により細胞内 IP₃ 濃度変化を可視化及び定量化することを試みた。DAN106 を細胞内に導入するため、DAN106 の C 末端に、アルギニンが 9 つ連続した R9 ペプチドを融合した IP₃ センサーを作製した (R9C-DAN106)。R9 ペプチドは細胞と短時間インキュベートするだけで融合したタンパク質を細胞内に導入可能であることが以前報告されている。R9C-DAN106 を HEK 細胞に導入した結果、細胞内に蛍光が観測された。さらに、アゴニストであるカルバコール (CCh) 刺激した結果、持続的に蛍光強度が減少するのが観測された。この変化は細胞内での Ins (1,4,5) P₃ の濃度変化に対応した変化であると考えられ、このセンサーが細胞内で Ins (1,4,5) P₃ 濃度変化を検出できる可能性があることが示された。

今後この方法論により、in vivo における IP₃ 代謝産物の局所的な生成量及び、その生理的機能の解明が可能となる。このような in vitro 及び in vivo の両面から IP₃ 代謝ネットワークを解析可能な技術により、現在良く理解されていない IP₃ 代謝サイクル及びそれに連動するネットワークにおける生理的役割を解明することが可能になると期待される。

氏名	朴 峻秀
論文題目	Evaluation Methods for Fracture Resistance of Ceramic Matrix Composites セラミックス基複合材料の破壊抵抗に関する評価法の研究
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	香山 晃

セラミックスと呼ばれる材料には、1000℃を優に超えるような非常に高い温度下で使うことが出来て、しかも空気中でもほとんど腐食しないという、金属では到底及ばない優れた性質を持っておりますので、色んな厳しい環境に使えます。ところが、セラミックスは一般に、衝撃を受けると割れ易かったり、一旦壊れ始めると簡単にばらばらになってしまったりという性質がありますので、セラミックス繊維を用いて繊維の隙間（マトリックスといいます）をセラミックスで埋めることで、粘っこく壊れる材料に変えてやろうというのが、セラミックス複合材料（CMC）です。CMCの研究開発において、その破壊挙動を定性・定量的に評価するための試験基準が未整備であることが大きな問題となっております。このためこれまでの研究結果の多くは材料の開発又は設計情報としての利用価値に乏しかったのです。また、CMCの破壊挙動に関する研究は、その構成要素に関する個別的な研究が多く、繊維、マトリックス、界面層、気孔、織物構造などのCMCの構造全体まで考慮した総合的な研究結果は少なかったのです。本論文では、このような問題点を解決するために、破壊抵抗を定量化するためのパラメーターと除荷量、試験片の寸法や形状などの方法論の検討を行い、CMCの破壊抵抗挙動を効果的に評価する新しい破壊抵抗の評価方法を提案しています。

従来幅広く用いられてきたCMCの破壊抵抗評価方法である除荷-負荷サイクルを用いた破壊靱性試験に関して、除荷-負荷サイクルによって引き起こされるCMCに特有の破壊挙動を明らかにし、CMCの破壊抵抗評価における従来法の適用の限界を提示するとともに、有効な評価値を得るための最適な除荷条件を提案しました。試験片サイズや形状の影響はCMCの評価において極めて重要な因子であります。特に、信頼性が満たされる範囲での試験片の小型化が強く要求されています。コンパクト・テンション（CT）試験片を用いた破壊試験を行い、破壊抵抗値と破壊挙動に及ぼす寸法の影響を詳細に検討した結果、二次元織物の積層型セラミックス複合材料に特有の問題を明らかにし、破壊抵抗特性評価におけるCT試験片の寸法上の制限を提示しました。さらに、ダブルノッチ引張り（DNT）試験片を用いた破壊試験方法の提案を行い、CTとDNT試験片を用いて評価されたCMCの破壊抵抗曲線挙動に及ぼす試験片の形状の影響の調査を行いました。CT試験片での破壊抵抗曲線挙動に及ぼす曲げモーメントの影響等によってCT試験片の破壊抵抗が過大評価されていることを明らかにし、DNT試験片の適用が好ましい場合のあることを示しました。亀裂により生じる試験片の永久的な変形量と試験片の変形量を測定する基準となる亀裂開口変位量との相関に着目し

た簡単で実用的な破壊抵抗曲線評価方法を提案し、材料特性の理解と関連付けて破壊抵抗曲線挙動と破壊挙動との相関の評価が可能であることを示しました。CMCにおいては組織構造によって亀裂の進展速度及び破壊抵抗が変化するので、この評価法を用いることでより多くの破壊抵抗に関する情報を引き出すことが可能であると結論しています。

以上、要するに本論文は苛酷環境下での高温構造材料として期待されているCMCの破壊抵抗の評価方法の確立に関するものであり、エネルギー材料開発ならびにエネルギー科学に大きく寄与するものであると思います。

氏名	川村 康文
論文題目	学校教育及び社会教育における エネルギー・環境教育のあり方
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	笠原 三紀夫

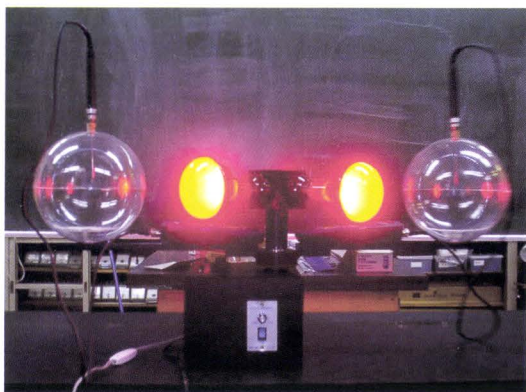
20世紀の科学技術の急速な進展に伴い、経済・産業は著しく発展し、人々は物質面での豊かさを満喫し、便利で快適な生活を享受してきた。しかしながら、20世紀の象徴ともいえる経済の急成長や物質的な豊かさは、大量生産、大量消費、大量廃棄を前提としたものであり、エネルギーの大量消費とともに、地域の環境汚染や地球環境の破壊、資源の枯渇、また廃棄物の大量発生といった負の遺産をもたらした。

21世紀には、世界とくにアジア地域において、人口はさらに増大し産業は急速に進展することが予想され、エネルギー・環境問題は、人類にとってますます重要な課題となっている。エネルギー・環境問題に対する対策は、技術面、社会面から多角的に行うべきであるが、「持続的発展が可能な社会」を形成していくためには、次世代へのエネルギー・環境教育はとりわけ重要である。

本論文は、京都教育大学附属高等学校（現在信州大学に移転）で、また理科教師のグループであるサイエンスEネットの代表として理科教育の改善に取り組んでいる筆者が、教育の現場を通して、小・中・高等学校で実施した理科教育の現状分析、青少年の科学観・環境意識の分析をふまえ、望ましいエネルギー・環境教育のあり方について検討し、国内外での実践を通してその効果を明らかにすることを目的とした研究の成果をまとめたものである。その結果、(1)小学校理科では理科嫌いは見られないが、高学年になると理科、中でも物理が嫌いになる傾向がみられた。理科嫌いの主な原因は、実験が少なく説明主体の授業であるためである；(2)青少年の科学観、環境意識についてのアンケート調査を因子分析した結果によれば、わが国の青少年の科学観は主要4因子で構成され、「科学・技術の有用性」は認めているものの、「科学離れ」が生じており、非理科系では年齢とともに科学離れが進行すること、また、「科学技術至上主義」には陥らず、むしろ「科学技術への懐疑観」を持つことが明らかとなった。一方、青少年の環境意識は

主要5因子で構成され、「人類による環境問題生起観」と「ゴミ問題への関心」については、年齢による意識変化はないが、「省エネ・省資源行動」、「地球環境問題解決活動の実践」、「環境教育の有用感」については、小学生の頃が一番高いこと、また5つの環境意識はすべて女子の方が高いことが明らかとなった；(3)今後の望ましいエネルギー・環境教育法としては、「学校教育と社会教育との連携」や「学校教育と大学、研究機関との連携」を図ることにより科学実験を実体験し、エネルギー・環境問題への関心を高めることが望ましいことを示し、本方法論に基づく効果的な授業プログラムを開発した；(4)授業プログラムの一環として、エネルギー・環境教育用に「色素増感太陽電池」、「サボニウス型風車風力発電機」、「温室効果ガスによる地球温暖化デモンストレーション実験器」、「エアロゾルの地球温暖化・冷却化効果デモンストレーション実験器」などの教材を新たに開発し、これらのエネルギー・環境教材を、国内では高等学校における教育実践において、また国際的活動としてカンボジアでの教育実践において用い、エネルギー・環境教育において高い効果が得られた、など今後の望ましいエネルギー・環境教育のあり方について、基礎的知見を与えるものである。

写真は、製作した地球温暖化デモンストレーション実験装置で、中央部に赤外線ランプ、両側に地球モデルを2個配したものである。本装置では、一方の地球モデルには空気を、もう一方の地球モデルには温室効果ガスを封入し、中央の熱源の周りを周回させ、両地球モデル内での温度上昇を測定し、温室効果ガスによる温暖化効果を調べることができる装置である。



温室効果ガスによる地球温暖化デモンストレーション実験装置

氏名	臥村 毅
論文題目	Nonlinear Behavior of Pressure Driven Modes in Stellarator Plasmas (ステラレータプラズマにおける圧力駆動型不安定性の非線形挙動)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	前川 孝

ヘリオトロン型の実験装置では、圧力駆動型と呼ばれるプラズマ不安定性が重要である。本研究ではその一つである抵抗性インターチェンジモードに注目し、非線形数値シミュレーションコードの開発およびそれを用いた研究を行った。

1. 抵抗性インターチェンジモードによるポロイダルシアア流形成に関する研究

プラズマ圧と磁気圧の比である β 値が低いプラズマにおいて、静電的な抵抗性インターチェンジモードの非線形相互作用で発生するプラズマ流（ポロイダルシアア流）について、数値シミュレーションによる研究を行った。ポロイダルシアア流はプラズマの閉じ込めを改善する効果を持つと考えられ、その分布は重要である。本研究では、抵抗性モードの共鳴面がプラズマ中に2箇所ある場合、1箇所の場合および共鳴面が無い場合を仮定し、比較を行った。

シミュレーションで得られたポロイダル流分布は、共鳴面が1箇所および非共鳴の場合は回転変換が極小となる位置にピークを持った。共鳴面が2箇所の場合は、各共鳴面近傍にピークを有し、回転変換極小位置近傍に反対方向のピークを持った。また、二重共鳴となる場合に密度分布が中心近傍で間欠的な変化をすることも確認された。このような挙動はポロイダル流形成と関連していると考えられ、同様な挙動が少数自由度モデルやスラブモデルでも確認されている。

2. 低 β プラズマ中の抵抗性インターチェンジモードによる密度分布変化に関する研究

経済的な核融合炉を実現するにはプラズマの高 β 化が重要である。近年のLHD実験では理論的な安定 β 限界値を超える高 β プラズマが得られており、物理機構解明が重要視されている。安定化要因の一つとしては、プラズマ分布の局所平坦化が考えられており、最近の理論研究より平坦部形成により安定 β 限界値が上昇することも示されている。

本研究では局所構造の形成過程に注目した。局所構造形成の要因としては、低 β プラズマ中でも不安定化する抵抗性モードが有力と考えられる。特にヘリカル系装置では周辺部に磁気丘領域が存在し、抵抗性インターチェンジモードが容易に不安定化する。抵抗性モードが局所構造を形成すれば、その結果安定 β 限界値が上昇し、高 β 値が達成されるというシナリオが成立する。ここでは等温変化を仮定し圧力に代わって密度分布の変化を調べた。径方向に滑らかな平衡密度分布を仮定し、静電的抵抗性インターチェンジモードが不安定化する条件下でシミュレーションを行った。その結果、静電的抵抗性インターチェンジモードにより密度分布に局所構造が形成されることが確認された。ま

た、揺動から形成されるポロイダルシアー流が分布の変化を局所化し準定常に維持するのに重要であることが分かった。

3. 真空磁気島のあるヘリオトロンプラズマ中の抵抗性インターチェンジモードに関する研究

多くの実験装置において見られる磁気島はプラズマプロファイル決定に重要である。特に大型ヘリカル装置 (LHD) では外部摂動コイルにより磁気島を形成・制御することができ、磁気島の影響を評価する実験が行われている。

本研究では、有限要素法を用いて数値計算コードを開発し、外部摂動コイルが作る真空磁気島を考慮したヘリオトロンプラズマ中の抵抗性インターチェンジモードのシミュレーションを行った。その結果、真空磁気島を加えた場合、飽和時に形成される磁気島の縮小が見られた。また、圧力分布の平坦化幅も真空磁気島を加えることにより磁気島の幅と同様に減少した。このことから、外部摂動コイル電流を制御してプラズマ中の真空磁気島の幅を変えることで、抵抗性インターチェンジモードの飽和状態を変化させ、圧力分布の平坦化幅を制御することも可能と考えられる。

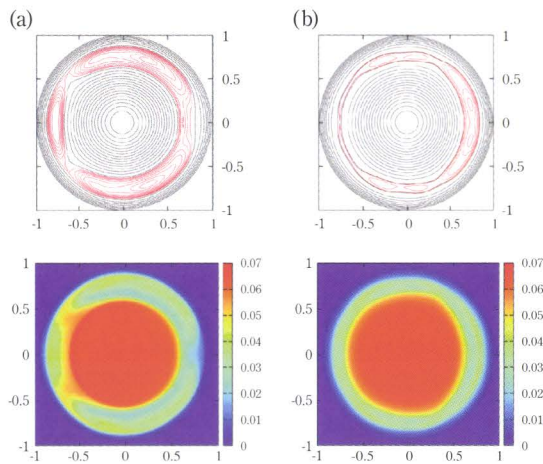


図1 飽和時の磁気島の様子と圧力分布
(a)真空磁気島の幅が小半径の 0%の場合
(b)真空磁気島の幅が小半径の 14%の場合

閉じ込める研究が行われています。磁場閉じ込め装置で代表的なトカマク型装置において、ある1本の磁力線を追跡していくと、ドーナツ型をした面ができあがります。これは磁気面とよばれ、荷電粒子は磁気面近傍を運動することになります。この磁気面を入れ子状にすることでプラズマを閉じ込めようとするわけです。実際の実験では、さまざまな不安定性がプラズマ内で発生し閉じ込めを悪くするので、不安定性の安定化が重要な課題となっています。不安定性が発生すると、その振幅が小さい間は、時間に対して指数関数的に振幅が増大していきます。時間がたつと振幅が十分に大きくなると、指数関数的な成長からずれ、プラズマは非線形な振舞いを示すようになります。不安定性が発生すると最終的にどのような状態になり、そして閉じ込めにどのような影響を与えるのかを調べるためには、解析的な取り扱いが難しく、非線形数値シミュレーションを行って調べる必要があります。

トカマク型装置では、プラズマに電流を流す必要があり、このプラズマ電流が原因で発生する不安定性が非常に重要な問題です。この研究では、簡約化MHD方程式を数値的に解く非線形シミュレーションコードを開発し、プラズマ電流が原因で発生する不安定性の非線形な振る舞いを数値シミュレーションにより調べました。図1はあるプラズマ断面でみたときの磁気面を示しており、平衡状態では入れ子状であった磁気面が、ダブルテリングモードと呼ばれる不安定性が発生したために壊されていく様子を示しています。不安定性が発生し時間がたつにつれ、図1(a)で示されているようにプラズマ内には島の構造が現れて、その幅が大きくなっていきます。これは磁気島と呼ばれており、プラズマの内側と外側とを短絡する磁力線が現れ、この磁力線にそって高温のプラズマ粒子がはやく外側へ逃げるようになってしまいます。さらに時間がたつと図1(b)のように磁気島が非常に大きくなり閉じ込め性能に非常に悪い影響を与えます。このような非線形発展をもたらしてしまうような磁場(電流)分布は避けて実験を行う必要があります。

トカマク型装置で重要な他の不安定性として、キンクモードとよばれる不安定性があげられます。この不安定性が発生すると、プラズマはねじれた変形をします。磁場がしみこまない完全導体壁でプラズマ柱を囲むことで、外側へ膨らんできたプラズマを押し返し、キンクモードを完全に安定化することが可能です。しかし、実際の導体壁には有限の電気抵抗率が存在するので、プラズマの変形を完全に抑

氏名	佐藤 雅彦
論文題目	Nonlinear MHD Phenomena of Cylindrical Tokamaks (円柱プラズマにおける非線形MHD現象)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	前川 孝

核融合発電を行うためには、超高温のプラズマを長時間安定に閉じ込め、定期的な核融合反応を起こさせる必要があります。プラズマを構成している荷電粒子が磁力線に巻きつきながら運動する性質を利用して、プラズマを磁場で

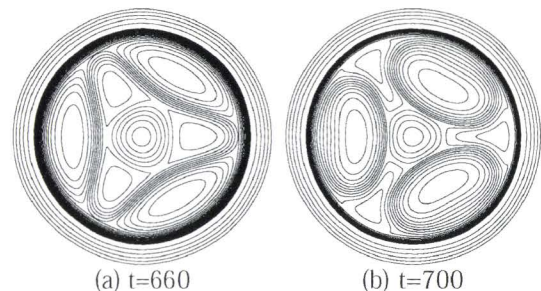


図2 ダブルテリングモードの非線形シミュレーション結果。

えることができず、ゆっくりと成長する不安定性が現れてきます。この不安定性は抵抗性壁モードと呼ばれ、現在その安定化が非常に重要な課題になっています。図2は抵抗性壁モードの非線形シミュレーション結果で、黄色の部分が高温プラズマを表しています。抵抗性壁モードによりプラズマが楕円に変形していることがわかります。実験、理論の両面からプラズマの回転には抵抗性壁モードに対して安定化効果があることがわかっています。しかし、これまでに行われてきた理論的研究は線形の範囲で行われてきました。そこで、プラズマに回転があるときの抵抗性壁モードの非線形発展についてシミュレーションを用いて調べました。非線形シミュレーションによると、不安定性の振幅が大きくなるにつれて、プラズマの回転を止めようとする力がはたらかず、プラズマの回転が減速されることがわかりました。これは、壁に働く電磁力と反作用の力がプラズマに働くためです。壁がプラズマ表面に近いときはプラズマの回転が大きく減速されてしまうことがわかりました。このとき、回転による安定化効果が弱まり、不安定性の振幅が非線形で急激に大きくなる結果がえられました。しかし、壁をプラズマ表面から少し離し、大きなプラズマの回転を入れた場合では、プラズマ回転の大きな減速は見られず、プラズマの変形が小さい状態で飽和することがわかりました。

この研究では円柱プラズマに対して調べてきましたが、今後、トーラスプラズマにおける非線形 MHD 不安定性、特にプラズマ流の影響について研究を進めていきたいと考えています。

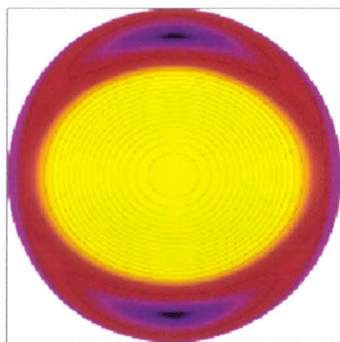


図2 抵抗性壁モードの非線形シミュレーション結果。実線は磁気面を表す。背景の色は温度分布を示し、内部の黄色が高温のプラズマを表している。

氏名	喬 歆
論文題目	Electrochemical Studies on Molten Fluoride Systems for Energy Conversion Related Applications (エネルギー変換への応用を目的とした、熔融フッ化物系に関する電気化学的研究)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	伊藤 靖彦

本論文は、エネルギー変換用機能性液体として種々の応用が期待されている「熔融フッ化物」について、電気化学の視点と方法論に基づいて研究をすすめ、熔融フッ化物中での「参照極の開発」、「水素電極反応の解明」、「酸化物イオンの電極挙動の解明」ならびに「Pd-希土類水素透過合金膜の形成」など多くの有用な知見を得た結果をまとめたものであり、主な成果は以下のとおりである。

1. 熔融 LiF-NaF-KF 系において Au 電極を陰分極すると、Au-Na 合金が形成することを明らかにした。また、773-860 K における Au₂Na 合金の平衡電位測定により、各温度での Au₂Na の標準生成ギブス自由エネルギーを得た。さらに、Au-Na 合金電極が、広い温度範囲にわたって参照極としての優れた再現性と可逆性を示すことを立証した。

2. 電気化学測定手法を用い、熔融 LiF-NaF-KF (773 K) 中でのハイドライドイオン (H⁻) およびデューテライドイオン (D⁻) の電極挙動を明らかにした。ハイドライドイオンおよびデューテライドイオンそれぞれについて、アノード反応が可逆であることを確かめ、さらに、反応電子数、ボルタンメトリーにおける半波電位および浴中の拡散係数を求めることができた。また、両イオンの拡散係数の相違が同位体効果に基づくものであることを指摘した。この結果は、トリタイドイオン (T⁻) の電気化学的挙動の解明に有用である。

3. 熔融 LiF-NaF-KF (753-823 K) 中におけるグラッシーカーボン電極での酸化物イオン (O₂⁻) の挙動を明らかにした。アノード反応で発生した気体の分析により、生成物が CO₂ および CO であることを見出した。電気化学測定により、浴中の酸化物イオンの酸化反応は不可逆であることを示すとともに、酸化物イオンの拡散係数を得ることができた。さらに、アノードピーク電流と浴中の酸化物イオン濃度が直線関係にあることを見出し、電気化学的手法により、酸化物イオン濃度の測定が可能であることを明らかにした。

4. LaF₃ を含む熔融 LiF-NaF-KF 系 (773 K) において、Pd 電極上でのランタンイオンの陰極還元挙動を明らかにした。また、0.25 V (vs. K⁺/K) における1時間の定電位電解により、厚さ30μmの緻密で密着性の良い Pd₃La 膜を形成することに成功した。

氏名	飯田 貴久
論文題目	Formation of Sm and Yb Alloy Films by Molten Salt Electrochemical Process (溶融塩電気化学プロセスによる Sm および Yb 合金薄膜の形成)
学位授与日	平成15年 3月24日
指導教官	伊藤 靖彦

本論文は、溶融塩を電解浴に用い、電気化学的手法によって希土類-遷移金属合金薄膜を形成させる場合、単体では析出しないとされる Sm および Yb を含む合金をも形成させたいとの目的で研究をすすめ、多くの有用な知見を得た結果についてまとめたものであり、主な成果は以下のとおりである。

1. 溶融 LiCl-KCl-SmCl₃系で Sm(III)を陰極還元することにより、Ni 基板上に SmNi₂を形成できることを見出した。しかしながら、その形成速度が72hで0.1μmと非常に小さいことから、より優れた形成法として新たに「リチウム共析法」を開発し、密着性のよい緻密な SmNi₂を1hで17mmという大きい速度で形成させることに成功した。

2. 「ラザフォード後方散乱分光法 (RBS)」により上記1で得た試料表面を分析し、リチウムを共析させた場合には、均一な SmNi₂のみの薄膜が形成し、リチウムを共析しない場合では SmNi₂と Ni が1:1で存在するような Sm-Ni 合金薄膜が得られることを明らかにした。

3. 上記1で「リチウム共析法」により形成した SmNi₂から Sm を選択的にアノード溶出させることで、SmNi₃、SmNi₅、固溶限の Sm を含む α-Ni などを任意に形成できることを明らかにした。

4. 溶融 LiCl-KCl-YbCl₃系で「リチウム共析法」を適用することにより、Ni 基板上に YbNi₂合金薄膜を1hで10μmという大きい速度で形成できることを明らかにした。また、その後のアノード電解により Yb₂Ni₁₇および固溶限の Yb を含む α-Ni が形成可能であることを明らかにした。

5. 溶融 LiCl-KCl-SmCl₃系で Co 基板を用いて「リチウム共析法」により試料を作成し、RBS および X 線回折法で解析した結果、Li_xSm₄Co₆(x~3)が形成されていることを見出した。また、形成した Li_xSm₄Co₆から Li と Sm を選択的にアノード溶出させることにより、SmCo₂、SmCo₃、Sm₂Co₁₇を任意に形成し、実験温度において固溶限の Sm を含む α-Co を形成できることも明らかにした。

6. さらに、「リチウム共析法」とは異なる原理に基づいた形成法として、Sm と Co を共析することによって、Sm-Co 合金を Cu 基板上に形成させることに成功した。すなわち、溶融 LiCl-KCl-SmCl₃-CoCl₂中で、SmCo₃ と Sm₂Co₁₇が電析することを確認し、電位によって、形成合金相の制御が可能であることを明らかにした。

氏名	原田 琢也
論文題目	The Study of Chemical Doping Effects on the Flux Pinning Properties in Y-123 Cuprate Superconductors (Y-123 高温超伝導体の磁束ピンギング特性にもたらす化学ドーピング効果)
学位授与日	平成15年 3月24日
指導教官	吉田 起國

銅酸化物高温超伝導体は従来の金属超伝導体にくらべ遥かに高い温度と高い磁場において超伝導を実現させ、エネルギーの貯蔵や輸送のパワー分野に関わって技術革新をもたらすことが期待される物質である。特に、強磁場において高い超伝導電流密度を可能にする次世代超伝導線材に最も適した物質として着目されているのが、93Kの臨界温度 T_c (この温度以下で超伝導が発現)を持つイットリウム系銅酸化物 YBa₂Cu₃O_x (Y-123) である。材料の超伝導特性は主として臨界温度、臨界磁場 (これより強い磁場になると超伝導が破れる) および臨界電流密度 J_c (これより強い電流を流すと超伝導が破れる) の3つの要因により決定されるが、前2者が物質に固有の因子であるのに対し、J_cは材料の組織を人為的に制御することにより大きく変化する量である。この臨界電流密度を向上させるためには、結晶粒界の影響を排除するため結晶方位を揃えること (配向制御) と超伝導体を貫く磁束が動かないようにするピンギングセンターを導入し分散分布させることが必要である。配向制御に関しては高配向薄膜を形成する IBAD 法のような優れた方法が確立されつつある。一方、ピンギング法としては、結晶粒界、格子欠陥、常伝導析出物などをピンギングセンターとして導入する方法がよく知られているが、それらの導入方法やピンギング特性には一長一短があり、新たな導入法の開拓とそのピンギング挙動の解明が重要な課題となっている。本研究では、銅酸化物のコヒーレンス長さ (貫通した磁束コアの常伝導部分の半径) が金属の場合に較べてはるかに小さいこと (ナノオーダー)、従って元素置換によって生じるような局所的な超伝導劣化がピンギングセンターとして有効に働く可能性があることに着目した。本論文は Y-123 化合物に不純物元素を添加 (化学ドーピング) したとき、それによる元素置換の臨界電流密度に及ぼす効果を、ピンギング力の磁場による増強の機構 (磁場誘起ピンギング効果) に着目して、明らかにしたものである。主な結論は以下のとおりである。

Y-123の Y を希土類元素 Pr で一部置換した試料では (図1)、液体窒素温度近傍において臨界電流密度の磁場による低下が著しく抑制されることを観測した。本来の母相にくらべ臨界温度 T_cが局所的に低い領域が Pr サイトの近傍に形成され、高温では磁場印加によりその領域が常伝導化してピンギングセンターとして機能するのである。この機構は磁場誘起型ピンギング作用を説明するもので、これが磁場印加状態での臨界電流密度の低下を防いでいることを明らかにした。Y-123の Ba を磁気モーメントを持つ Nd や Pr のイオンで置換した場合と磁気モーメントを持たない La

で置換した場合の試料について臨界電流密度の挙動を調べた(図1)。磁場誘起型のピンニング効果がNdやPrの添加の場合は顕著であるのに対し(図2)、La添加の場合はこの効果が弱いことを明らかにした。これによりイオン磁気モーメントを持つ希土類元素のBaサイトでの置換が磁場誘起ピンニングセンターの導入に極めて有効であることが初めて見出された(T. Harada and K. Yoshida: Physica C, 391 (2003) 1, ibid., 383 (2002) 48, ibid. 387 (2003) 411)。

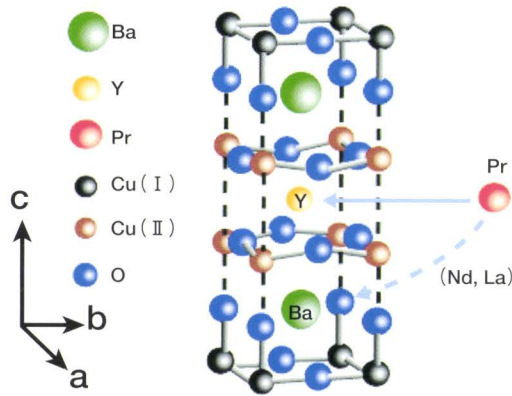


図1 Y-123の結晶構造と元素置換

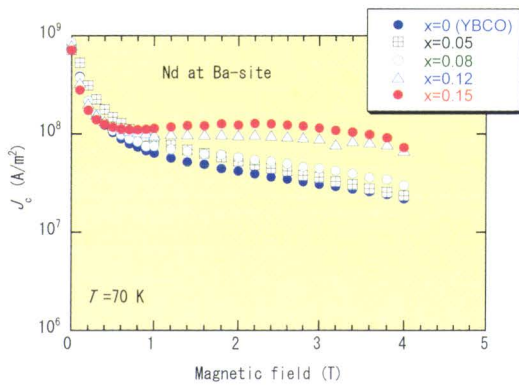


図2 臨界電流の磁場依存性 (BaをNdで置換)

1. 電極と電解質との接触角を導入して、電極中の電解質の面分布が試算できる電解質分配モデルを提案し、電極設計においては電極の濡れ性が極めて重要な因子であることを指摘している。また、このモデルに必要なアノード(Ni)と電解質との接触角を様々な条件下で測定し、接触角のデータベースを確立している。

2. 高温状態にあるカソードおよび電解質板を、新たに考案・開発した装置を用いてマイクロレベルで直接観察し、CO₂濃度が高いほどカソードおよび電解質板は電解質に濡れ難くなることを明らかにしている。また、カソード材料である多孔体NiO上での電解質の挙動を明らかにし、特に、電極反応の活性度は、電解質膜厚が薄い場所で高くなることを明らかにしている。

3. 燃料ガス中の不純物H₂Sによる電池電圧の低下現象を見出している。また、この電圧低下の原因が、H₂Sのアノード(Ni)表面への吸着によるNi触媒機能の低下、さらにはアノードの濡れ性の変化による電解質分布の変化とそれに伴う電解質ロスの増加であることを明らかにしている。

4. 燃料ガス中の不純物HFおよびフッ素化合物による電極反応への影響は小さいが、HFのほとんどはフッ化物イオンとして電解質に蓄積されるため、長時間・高濃度HFでの運転ではカソード集電板の腐食が問題となることを明らかにしている。

5. 燃料ガス中の不純物NH₃による電池電圧への影響はないこと、また酸化剤ガス中不純物NO_xによって電池電圧は低下するが、時間とともにその低下率が減少するため、NO_xの電池性能への影響は小さいことを明らかにしている。さらに、このNO_xによる電圧低下の原因を電池内での窒素酸化物の挙動から解明している。

6. 熔融LiCl-KClまたは熔融炭酸塩中におけるセラミック上へのZrおよび炭素被膜の形成法を開発している。また、これらの被膜が、電極である金属とセラミックの接触部分からセラミック上へ二次元的に成長することを明らかにし、核生成理論にもとづいてセラミック上での被膜形成のメカニズムについて考察している。

氏名	河瀬 誠
論文題目	Electrochemical Studies for High Performance Molten Carbonate Fuel Cells (高性能熔融炭酸塩形燃料電池のための電気化学的研究)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	伊藤 靖彦

本論文は、熔融炭酸塩形燃料電池(MCFC)における「高性能電極の条件」および「不純物ガスの電池性能への影響」に関する知見、ならびにMCFC発電プラントの周辺機器における耐熱・耐食材料の新規な形成法に関する知見をまとめたものであり、主な成果は以下のとおりである。

氏名	山岸 統
論文題目	Linear Analyses of Ideal and Kinetic Pressure-Driven Instabilities in Helical Plasmas (ヘリカルプラズマにおける理想および運動論的圧力駆動型不安定性の線形解析)
学位授与日	平成15年3月24日
指導教官	近藤 克己

プラズマの磁場閉じ込めによる核融合炉を目指す上で、少ない磁場エネルギーで高温高密度の圧力の高いプラズマを閉じ込めることが経済的観点から必要であり、とくにヘリオトロンJやLHDのようなヘリカル系プラズマでは、高いプラズマ圧力に起因する電磁流体力学(MHD)不安

定性が問題となる。本研究では、理想 MHD および運動論的 MHD の観点から、ヘリカル系プラズマの幾何形状が軸対称でないことに起因する圧力駆動型不安定性の解析手法を確立し、その物理機構を説明することを目的としている。

まず、ヘリカル系プラズマに対し、磁力線方向一次元の理想 MHD 局所解析を行い、トカマクプラズマでは起きない非軸対称性の非常に強い圧力駆動型不安定性の存在を示した。とくに本論文では、磁力線の局所的な捩れによる安定化因子と磁力線曲率による不安定化因子を詳細に調べることにより、この不安定性の物理機構を初めて解明した。また、この知見を活用し磁力線の捩れを制御することにより、この不安定モードを安定化できることを示した。

以上の解析手法は、一次元の局所解析を各磁力線に対して行うので比較的容易で有用な方法である。しかし、非軸対称性の強い不安定モードに対しては、局所近似の妥当性に問題があることが分かっており、この不安定モードが実際にプラズマ中に巨視的な構造を持って存在しうるのであるか、またそのような巨視的モードに対して局所解析がどのような意味を持つのかは明らかにされていなかった。本論文では、三次元 MHD 不安定性の大規模数値解析を行い、局所解析で予想された不安定モードが実際に巨視的構造を持って存在することを示すと同時に、局所解析と巨視的解析の結果には密接な関係があることを世界で初めて示した。この結果は、局所解析の有用性を示す非常に重要な結果である。

また、以上の理想 MHD による解析は、この不安定モードが非常に短い波長のモードであることを示した。このことは、プラズマの粒子性に関連する運動論的効果が重要となる可能性を示唆する。本論文では、運動論的効果を取り入れた局所解析により、理想 MHD モードに対する運動論的効果の影響を論じた。その結果、運動論的効果が非軸対称性の強い不安定モードに大きな影響を与えることを初めて具体的に示した。

このように、本論文では一次元局所解析により圧力駆動型不安定性の発生機構を解明し、安定化のための方策を示した。さらに三次元解析によりその局所解析の有用性を明

らかにした。また、圧力駆動型不安定性に対する運動論的効果の重要性を具体的に明らかにした。これらの結果は、ヘリカル系プラズマの安定限界を調べ、より優れた先進的なプラズマ閉じ込め配位を開発する上で非常に重要かつ有用なものである。

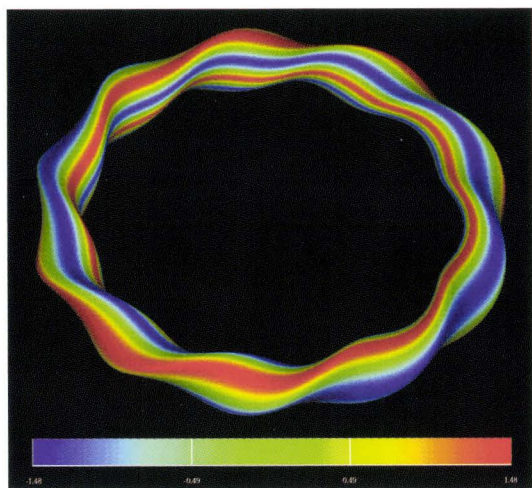
氏名	鈴木 康浩
論文題目	Free-Boundary MHD Equilibria of Non-Axisymmetric Torus Plasmas (非軸対称トラスプラズマの自由境界 MHD 平衡)
学位授与日	平成15年7月23日
指導教官	近藤 克己

トラスプラズマの磁場閉じ込めによる核融合炉を目指す上で、プラズマの電磁流体力学 (MHD) 平衡が存在することは本質的である。しかし、トラスプラズマの幾何形状に軸対称性がない場合、その MHD 平衡を実験条件に即して矛盾なく求めることは容易ではない。本研究の目的は、これまで十分な解析ができなかった複数の非軸対称トラスプラズマの MHD 平衡を、現実的な自由境界条件のもとで求める数値解析手法を開発すること、さらにこの手法を用いて得られる三次元自由境界 MHD 平衡から、新たな物理的知見を得ることである。

まず、トロイダル磁場リップル (TF リップル) と呼ばれるトロイダルコイルの離散性に起因する非軸対称性を持つトカマクプラズマ (リップルトカマク) の MHD 平衡を解析する手法を示した。リップルトカマクでは高エネルギー粒子の閉じ込め劣化が問題となっているため多くの解析が行われているが、ほとんどの解析では軸対称平衡に TF リップルを重畳する近似が行われており、三次元 MHD 平衡を矛盾なく解析した例はほとんどない。本研究では、プラズマ圧力による平衡磁場の変化に起因した TF リップル分布の変化とその物理機構を、初めて定量的に示した。また、その TF リップル分布の変化が高エネルギーイオンの粒子軌道に及ぼす影響を詳細に議論した。

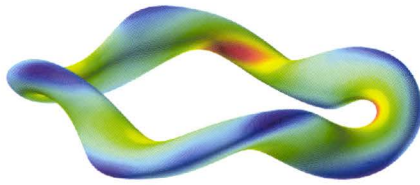
一方、本質的に軸対称性がないヘリカル系プラズマでは、通常 VMEC と呼ばれるコードで平衡解析が行われる。しかし、VMEC を用いて自由境界平衡計算を行う場合、プラズマ中の全トロイダル磁束を与える必要がある。そこで、本研究ではこれを矛盾なく求める方法として VMEC と磁力線追跡コードを組み合わせる手法を用い、ヘリカル系プラズマに適用した。これに対して京都大学のヘリオトロン J 装置のプラズマは、最外郭磁気面の形状が複雑であるため、VMEC を用いた自由境界平衡計算は正確ではない。そこで、磁気面の存在を仮定せず平衡を求める大規模平衡計算コード HINT の改良も行った。これにより初めてヘリオトロン J のような複雑な平衡配位における磁気島の形成などが効率よく解析できるようになった。

このように、本論文では非軸対称トラスプラズマの自由境界 MHD 平衡を実験条件に即して矛盾なく求めるいく



LHD における交換型不安定性のモード構造

つかの手法を新たに開発・改良し、さらにこれらを用いたリップルトカマクとヘリカル系プラズマの解析から、プラズマ圧力による平衡磁場の変化がTFリップルや磁気島形成に及ぼす影響を明らかにした。これらの手法および結果は、核融合炉を開発する上で重要かつ有用なものであり、今後さらなる発展が期待できる。



複雑な形状を持つヘリカル軸ヘリオトロン配位
(ヘリオトロンJプラズマ)

氏名	野澤 貴史
論文題目	SiC/SiC 複合材料の機械特性に関する研究
学位授与日	平成15年9月24日
指導教官	香山 晃

炭化珪素繊維強化炭化珪素 (SiC/SiC) 複合材料は、SiCの潜在的な超耐環境特性 (高温高強度、耐食性、耐摩耗性、高温での化学的安定性、優れた熱伝導度、低崩壊熱、低誘導放射特性など) から航空宇宙・高温ガスタービン・原子炉用耐熱性構造材料として強く期待されている。実用化のためには、実用環境下における材料挙動の正しい理解、材料特性の更なる高性能化が必須であり、特に高温酸化環境下、中性子照射下での強度安定性・組織安定性の達成が必要不可欠である。しかしながら、有限の大きさを有する複数の要素 (図1) から構成される複合材料においては、材料の不均質性、織物構造・荷重負荷方向の多様性などによる材料の異方性がそもそも大きな課題として挙げられ、さらに要素の組合せにより引張、圧縮、剪断などの多くの破壊機構が同時に存在するために、個々の独立した破壊機構に対応する適切な評価が必要とされ、材料要件を満たす強度特性を信頼性高く得るための強度試験法自体の確立が重要となる。特に中性子照射試験に供される材料は、放射化という観点から試験片の小型化が必須である。本研究論文で一貫して提唱する微小試験片法はこのような必然性に沿ったものであり、試験片の微小化を図る際に得られる寸法依存性を主とする多くの知見は、複合材料全般的な破壊挙動の理解、強度予測モデルの構築、さらには力学的観点からの材料特性最適化における有効性から非常に意義深い。本研究論文では第一に複合材料強度に及ぼす寸法効果を明らかにし、複合材料に適合した微小試験片法の開発を目指した。さらに SiC/SiC 複合材料の材料特性最適化を主目的とし、基礎強度特性、高温苛酷環境下における酸化挙動、寿命特性、中性子照射効果を微小試験片法の適用し評価した。特に構成要素である先進 SiC 繊維、マトリックス、繊維-マ

トリックス界面の複合材料強度に及ぼす影響を明らかにし、要素の最適化設計およびプロセス技術の高度化を実施した。

SiC/SiC 複合材料の引張強度特性に及ぼす試験片寸法の影響を、織物構造、負荷方位に着目して系統的に明らかとした。特に、破壊起点としての欠陥の蓄積形態・蓄積量依存性、繊維体積率依存性などの主たる機構を特定した。一方で、複合材料の破壊モードの一つである面内剪断強度のみを抽出評価し、寸法効果の強度異方性を明らかとした。また、異なる要素を組み合わせた多種多様の複合材料に理論解析法を適用することで、寸法依存性の普遍的性質を実証し、最終的にこれら試験片寸法効果をもとに複合材料に適合した微小引強度試験片法を確立した。また、微小試験片法を応用した高温引張強度試験、熱サイクル試験、中性子照射試験から、高結晶性・化学量論組成を特徴とする高品位 SiC/SiC 複合材料の 1000℃ 越の高温における強度安定性、優れた熱疲労特性、微細組織健全性、耐照射特性を明らかとした。特に新規プロセス・ナノインフィルトレーション遷移共晶相 (NITE) 法で作製された高結晶性・高緻密 SiC/SiC 複合材料試作体において耐熱性構造材料の中での優位性を実証した (図2)。さらに、耐環境特性の向上を目的とした界面相の薄膜化設計により、界面での優れた亀裂進展制御性、酸素拡散抑止機能、耐照射特性を得ることに成功した。

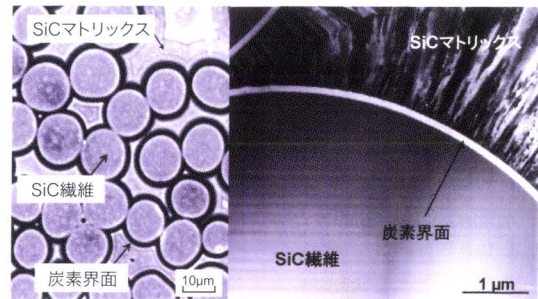


図1 SiC/SiC 複合材料を構成する繊維、マトリックス、界面構造の微細組織

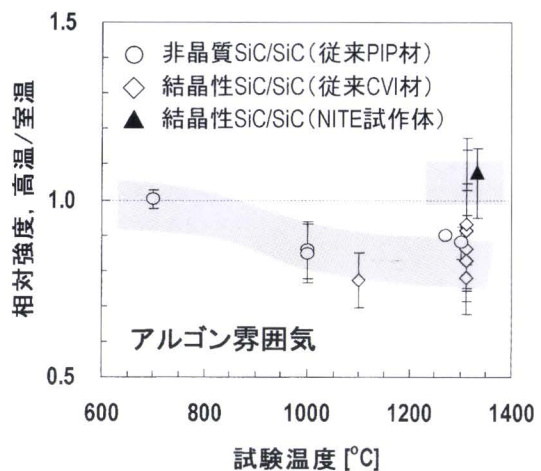


図2 NITE-SiC/SiC 複合材料試作体の卓越した高温強度安定性

氏名	朴 正漢
論文題目	韓国の生活廃棄物に関わる ライフサイクル環境負荷の分析と評価
学位授与日	平成15年9月24日
指導教官	笠原 三紀夫

20世紀の急速な人口増大と大量生産・大量消費・大量廃棄を基盤とした経済発展は、地域規模から地球規模に至る環境問題や廃棄物問題を引き起こした。特に、社会が豊かになるにつれ、廃棄を前提とした大量消費活動が進み、廃棄物の発生量が増大する一方で、廃棄物の処理・処分体制はその増大に対処できず、「排出された廃棄物を適正に処理する」ことができない状況に至っている。その解決のためには、新たな環境保全、環境改善システムの構築が急務であり、個々の製品・サービスのいわばミクロ的な環境負荷をライフサイクルの視点から最小化し、地域あるいは地球全体のマクロ的環境負荷を、各種技術的・社会的手法により持続可能な水準以下にコントロールする必要がある。このコントロール指標を得る手法の一つとしてLCA (Life Cycle Assessment) が注目を集めている。

LCAは、一つ一つの製品について、原材料の採掘、製造、流通、消費、リサイクル、そして最終的な廃棄物処理・処分、すなわち製品のライフサイクルを通して、使用する資源やエネルギー、環境負荷を定量的に推定・評価し、製品の潜在的なエネルギー消費量や環境影響を評価する手法である。廃棄物処理・処分システム・管理システムは、ごみの収集・中間処理・最終処分の各工程に対し様々な組み合わせが存在する。すなわち、発生、収集、処理・処分の各段階において多くのオプションがあり、真の環境負荷低減の視点から最適な廃棄物処理・処分システムを選択することは容易でない。その対策の一つとして、LCA手法を適用することにより、種々の廃棄物処理・処分システム・方式に対する環境負荷の比較、環境負荷低減のための処理システムの改善点、環境目標値や基準値等に対する達成度の評価、新規処理技術導入に伴う環境負荷の評価など、エネルギー消費や環境負荷等の視点から、真に望ましい処理システムを抽出することができる。

韓国の廃棄物処理・処分、特に一般廃棄物（生活廃棄物）の処理処分は諸外国と異なり、有料制としてのごみ従量制が導入され、かつ日本に比べて焼却の割合が低く、埋立処理が多い特徴を有している。したがって、韓国における廃棄物処理・処分に関わる環境負荷をライフサイクルの視点から評価し、諸外国のシステムと比較を行い、環境に調和した管理システムを明示・提言することは意義あることであるが、韓国ではそのような研究は皆無と云ってよい。

本研究では、(1)廃棄物処理・処分における問題点を明らかにするために、日本と韓国の廃棄物処理・処分システムについて調査した結果、(2)日本の廃棄物処理・処分に関する法律、廃棄物処理・処分システムの特徴、循環型社会構築のための政策、また韓国における廃棄物処理・処分システムの流れや関連する法令の変遷過程、現状、問題点、(3)ごみ減量化対策の一つとしてごみ処理有料化方式を採

用した、韓国の『ごみ従量制』について、制度の内容や成果、問題点の分析、今後の従量制のあり方などの分析、(4)韓国の生活廃棄物に関わる環境負荷量（CO₂、NO_x、SO_x排出量）を算出するために、韓国ソウル市内の2地区を対象地域として選定し、一般廃棄物の収集、中間処理、最終処分の各段階での年間エネルギー消費量および環境負荷量を推定し、工程ごとのごみ処理のための原単位の算定、(5)それらの結果を用いて、韓国全体及び主要都市における一般廃棄物の処理・処分に関わる環境負荷量（CO₂、NO_x、SO_x排出量）の年変動を推定し、従量制導入などに伴う環境負荷低減効果について分析、(6)異なる廃棄物処理・処分システムを有する日韓2都市における一般廃棄物処理・処分に関わる環境負荷原単位と環境負荷量の推定、等を行い、韓国における理想的なごみ処理・処分のあり方について提言を行った。

下図は、1992～2000年の韓国主要6都市における廃棄物処理に関わるLife Cycle-CO₂排出量を推定した結果である。1995年に各都市でCO₂排出量は大きく減少しているが、これはごみ収集に有料制を導入した結果、ごみ量が減少したことによるものである。また、その後のCO₂排出量の増大は、埋め立て方式から焼却方針への転換により、CO₂排出量の多い焼却施設の増大によるものである。

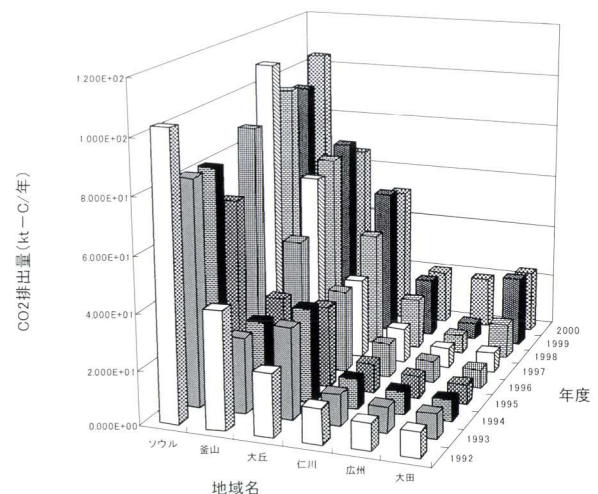
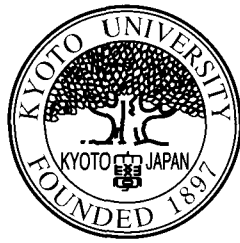


図 韓国6大都市における廃棄物処理に関わるLife Cycle-CO₂排出量



京都大学大学院事務室

本部地区 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 宇治地区 〒611-0011 宇治市五ヶ庄