

はばたき

エネルギー科学
研究科の教育研究

2007

京都大学大学院

目次

「はばたき」第5号に寄せて	1
教育研究委員会委員長 エネルギー社会・環境科学専攻	坂 志朗
2006年度の主なトピックス	1
1. 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業	
イニシアティブ事業運営委員会 エネルギー変換科学専攻	松本 英治
2. 産学連携の取組み	
産学連携担当者 エネルギー基礎科学専攻	日比野 光宏
3. 平成18年度インターンシップ説明会の開催	
教育研究委員会 エネルギー応用科学専攻	富井 洋一
4. エネルギー科学研究科同窓会「京エネ会」活動報告	
京エネ会事務局幹事 エネルギー応用科学専攻	陳 友晴
インターンシップ参加学生の感想文	5
肌で感じたインターンシップ -積水化学工業株式会社-	
エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生	常樂寺 宏行
インターンシップの感想 -新日本製鐵株式会社-	
エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生	白石 晴久
インターンシップを終えて -関西電力株式会社-	
エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生	中嶋 祥乃
インターンシップに参加して -独立行政法人産業技術総合研究所-	
エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生	西 哲平
インターンシップに参加して -トヨタ自動車(株)-	
エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生	岩間 万里明
インターンシップに参加して -関西電力(株)-	
エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生	貴傳名 亮甫
平成18年度修士論文題目リスト	9
博士論文要旨 平成18年1月～平成18年11月まで授与日順(専攻別)	14
エネルギー社会・環境科学専攻	
候 紅梅 久郷 明秀 早濶 百合子 Kisor Kumar Sahu Walter Reinish	
劉 井泉 欧陽 軍	
エネルギー基礎科学専攻	
伊神 弘恵 Kitiyanan, Athapol 金子 昌司 Pavasupree, Sorapong	
本山 宗主 西川 慶	
エネルギー変換科学専攻	
中村 一夫 Cho Hang-Sik 小池 誠 登尾 一幸	
エネルギー応用科学専攻	
荻原 寛之 大屋 正義 近藤 創介 濱 勝彦 Zuhair Subhani Khan	

「はばたき」第5号に寄せて

教育研究委員会委員長 エネルギー社会・環境科学専攻 坂 志朗

平成18年度のエネルギー科学研究科の教育研究活動を広く紹介する「はばたき」第5号をお届けいたします。エネルギー科学研究科では、昨年、創設10周年を迎え、心新たに成長期に向けて再出発をいたしました。この10年に培ってきた「エネルギー科学」という新しい学問体系をもとに、本年もさらに進化、発展し、国際的視野と高度の専門性を有する有為な人材の育成に、更なる努力をしていきたいと存じます。

エネルギー科学研究科で学んだ修了生はすでに1,369名（平成19年4月現在）を数え、それぞれの職場で中心的役割を演じ、後輩のよき見本となっている状況に、私ども教員一同、大変うれしく、また頼もしく感じております。今後ますます精進し、更なる発展が見られるよう、期待しています。就職に関しては、今年も多くのお客様にエネルギー科学研究科の学生の採用が決まり、研究科の実績も京都大学に相応しいレベルにまで向上してきていると嬉しく思っています。

平成17年度からスタートした文部科学省の「魅力ある大学院イニシアティブプロジェクト」としての「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」も2年目を迎え、

その成果が少しずつ出だしてきています。このプログラムでは、修士課程、博士課程を一貫した基礎コース、応用コース、実務コースの3コースが設けられ、現代社会の要請に応え、種々の分野で能力が発揮できる博士号取得者を養成することを目的としています。すなわち、従来の一専門分野に特化した偏狭な研究者ではなく、様々な場面で直面する課題に柔軟に対応し、新たな道を切り拓くことができる研究者を育成することを第一の目的としています。

このプログラムには、企業の方々の献身的なご協力により成り立っている、企業への長期インターンシップや知的財産権に関連した産学連携セミナーなどが含まれています。従来の大学院教育とは一味違う、多彩で、先進的なプログラムに対し、大いにご期待をいただきたいと考えています。

また、インターンシップ説明会を開催し、学生諸君の進路選択や実社会での実修についての情報を提供しています。是非ご利用ください。

では本年も、何卒ご協力、ご鞭撻のほどよろしく申し上げます。

2006年度の主なトピックス

1 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業

「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」について

イニシアティブ事業運営委員会 エネルギー変換科学専攻 松本 英治

1. はじめに

エネルギー科学研究科では、平成17年度から、「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」という取組みをおこなっています。これは、文部科学省により募集された「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業に応募し、採択されたものです。この事業は、国立大学の法人化、あるいは専門職大学院や連携大学院等の新しい形の大学院の創設などここ何年間かおこなわれてきた一連の大学改革のなかで取り残されてきた、大学における研究者養成の役割（博士課程を有する大学院の本来の役割）を強化することを趣旨としています。すなわち、「現代社会の新たなニーズに応えられる創造性豊かな若手研究者の養成機能の強化を図るため、大学院における意欲的かつ独創的な研究者養成に関する教育取組に対し重点的な支援」をおこなうという事業です。

2. プログラムの概要

この事業に応募するにあたり、本研究科に与えられた使命や現状などを考慮して、エネルギー科学に関する基礎研究、企業などにおける開発研究、官公庁などにおける政策立案などに携わる高度な研究者（博士学位取得者）養成の質的、量的な向上を目指すことにしました。具体的には、研究科の4専攻を横断し、修士・博士後期課程を縦断する「基礎」、「応用」、「実務」の3コースを開発して、高度な研究能力を集中的に育成するために、「創発性育成プロジェクト」と「コア科目」という新しいカリキュラムを創設することにしました。

「創発性育成プロジェクト」は、研究室における、あるいは研究科教員や学会などが主催するさまざまな研究活動や取組みに学生が参加することをポイントとして認定するものです。そして、指導教員の認定ポイントを含

めて8ポイントを取得し、博士後期課程に進学することにより8単位が認定されるものです。一方コア科目は、エネルギー科学の各学問分野を網羅する16テーマから構成され、それぞれ解析、設計、シミュレーションソフトウェアによる計算機演習を伴った新しい形態の授業です。こちらは、前期と後期それぞれ2テーマを学生が選択して、各2単位の必須科目です。

3. 昨年から今年度の取組み

昨年度は採択された時期が遅かったので準備期間として、各コースを開設していくつかのプログラムを試行しました。たとえば、学生が学会などに参加する派遣費用の支給や、3月に企業交流研修会として、福井、若狭地方のエネルギー関係の施設や企業を視察し、現地での講演会を開催しました。

今年度は、4月に本プログラムのガイダンスをおこない、学生の志望にもとづいてプログラムへの参加登録、各コースへやコア科目各テーマへの配属などを実施しました。修士1回生では約半数の学生が登録し、博士後期課程の学生は全員登録としました。さらに、修士1回生の登録学生については、創発性育成プロジェクトの一環として、1年間の研究計画を提出させ、それにもとづいて学会などの派遣旅費の支給、研究科教員が主催する各種のプロジェクト計画への募集などをおこないました。また、コア科目の演習補助のためのTAや博士後期課程学生のRAの雇用をおこないました。コア科目やプログラムの一環として開講した「産学連携セミナー」などのために非常勤講師を選任しました。さらに、コア科目に関連して、計算機室やコンピュータ、eラーニングシステムを整備しました。本年度は、主として専攻長会議の構成員を中心にした運営委員会を月1度開催して、上記のようなプログラムの運営にあたりました。12月9日には、関西ゼミナールハウスにおいて創発性育成プロジェクトの中間発表会を開催し、約40名の学生が参加しました。学会出席などのために当日参加できなかった学生には後日学内で中間発表会をおこないました。また、前日の12月8日には企業と大学から講師を招いて講演会と懇親会を開催しました。

4. 今年度の成果や問題点

今年度から本格的に始めたプログラムなので、様々な場面であらかじめ予想していなかった問題が occurred。そのつど、本プログラムの趣旨に沿いつつ、学生達の要望や意向をできるだけ尊重するように配慮してきたつもりです。たとえば、当初はコース別にカリキュラムを固定するはずでしたが、修士1回生では将来の進路を決定することが難しいので、コア科目の選択や各種の取り組みへの参加などは、学生の自主的な選択に任せました。また、そもそも本プログラムの対象学生を、「博士進学も進路の一つとして考慮」している学生にしたこと

も、現実的な対応というべきでしょう。教員側についてもあらかじめ全てのことを想定することは困難だったので、そのつどいろいろな申し合わせをしながら対応してきました。たとえば、博士後期課程の学生にもコア科目の単位を認めて欲しいとの要望や、各指導教員が認定する従来のA群科目と対応するプログラム登録学生の科目「学際的エネルギー科学」との関係などです。次年度以降は、このような点に関して円滑に運営できると考えています。

博士後期課程への進学率を向上させるという本プログラムの当初の目標は、現修士1回生の進路が確定していない段階でまだ評価をおこなう時期ではありません。しかしながら、プログラム登録の修士2回生の中から、3名の学生が修士課程を1年半（期間短縮）で修了して博士後期課程に10月期進学したことは成果といえるでしょう。

5. 今後の取組みについて

大学院1年生の今頃は、通常就職活動の真最中の時期です。本プログラムに登録した学生の全てが博士後期課程に進学することはあらかじめ想定しておらず、実際多くの学生が現在就職活動をしていると思われます。しかしながら、企業の間にも博士課程修了者への門戸が広がっており、また就職後に博士学位取得を推奨する企業や、希望する企業の研究者が増えていることも事実です。現在は、できるだけ多くの意欲ある学生が、博士後期課程に進学してくれることを願っている状況です。いずれにしても、現在の修士1回生のプログラム登録学生は、当研究科が行っている新しい試みの最初の学生であることに変わりはなく、そこでの教育研究において何か得るものがあり、それが今後の研究活動や社会的活動に少しでも役に立てば、われわれの苦労や努力が少しでも報われたと思います。

残念ながら、文部科学省による「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業の募集は2年間で終了します。来年度は、新しい事業「大学院教育改革支援プログラム」に応募する計画をしています。そもそも、博士課程を有する大学院教育における新しい試みを募集し、その成果を判断するには2年間は短すぎるというざるを得ません。とはいうものの、国立大学の法人化以後の状況では、様々な機会や経費を利用して、自らの手で教育課程の改革や充実に常時取り組まなければならないことが当然なのかも知れません。

本研究科に課せられた使命や社会的状況は変わっておらず、本「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」をさらに、継続・発展させる必要があると考えています。平成20年度の概算要求では、「エネルギー科学における創造的実験教育プログラム」として、実験的領域においても創造的な能力を養う大学院における新しい試みを申請する計画をしています。

最後に、本プログラムに関連して、当研究科の基幹や協力分野の教員、職員を問わず、授業やセミナーの開講、様々な新しい取組みに尽力していただいた皆さん、および、それらに協力していただいた企業やその他の多くの皆さんに、イニシアティブ事業運営委員会の一員として御礼申し上げます。今後とも引き続きご支援・ご援助を賜れば幸いです。

6. 本プログラムの連絡・問合せ先

〒606-8501 京都市左京区吉田本町
京都大学大学院エネルギー科学研究科
「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」事務局
TEL：075-753-9212 FAX：075-753-4745
E-mail：initiative@energy.kyoto-u.ac.jp

2 産学連携の取組み

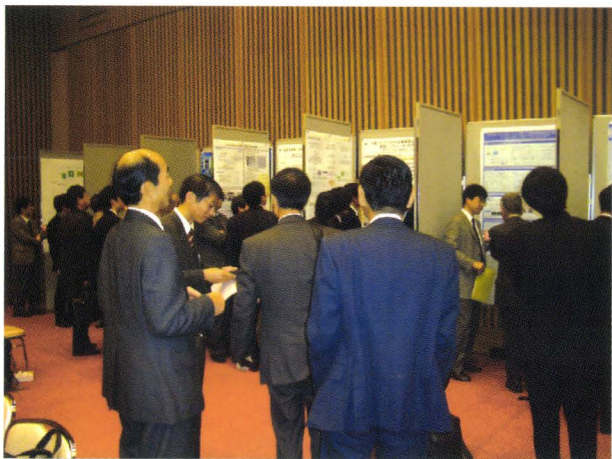
産学連携担当者 エネルギー基礎科学専攻 日比野 光宏

平成18年12月11日（月）に、京都テルサ（京都府民総合交流プラザ）にて、産学連携シンポジウムを開催しました。エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所並びに生存圏研究所は、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おり、その活動の一環として産学連携に積極的に取り組んできました。今回で4回目の開催となりましたが、エネルギー科学研究科とエネルギー理工学研究所は、平成13年に合同で産学連携シンポジウムを開催しており、それを引き継ぐ形で当シンポジウムを始めたため、実質的には第5回目となりました。この間に、本シンポジウムを通じていくつかの共同研究が進展しております。本年度も、エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所及び生存圏研究所の教員の方々にシーズを募集したところ、17件のテーマを提供していただきました。教員の個性、研究の多彩さにあふれた十分に見ごたえ、聞きごたえのある内容で、満席の会場の期待に十分こたえるものでした。今年度は、メーカーなどの企業、調査機関、研究所、大学等から120を超える参加者となり、5回の開催により、本シンポジウムが意義あるものとして捉えられ、十分浸透してきたことを実感しました。

当日はまず、COEプログラムの拠点リーダーである吉川暹エネルギー理工学研究所教授に「持続可能なエネ

ルギーシステムを目指して」と題する講演を、また清水正文シャープ株式会社技術本部新材料技術研究所所長に「太陽電池技術開発の現状と将来展望」と題するご講演を頂きました。その後シーズプレゼンテーションに移り、1件ごとに口頭で4分間、その後、パーティションで仕切って設置した各ポスターごとのブースにてプレゼンテーションが行われました。興味を持った人で溢れんばかりのブースもあり、非常に活発な討論、情報交換が行われました。実際、終了後のアンケートにも発表内容に対して大きな関心を寄せた企業等が多数あり、本シンポジウムがまことに良い機会となったと感じられます。参加者は、経営トップから研究者まで多彩な顔ぶれで、産業界との連携・協力や社会貢献が、一層大学に求められる中で、産学連携を進めることの重要性とニーズの高さが窺われました。また、企業からの参加者との意見や情報の交換により得られた産業界からのニーズのエッセンスは、研究者にとっても貴重なものとなったのではないかと考えています。

21世紀COE「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」プログラムもいよいよ最終年度となりましたが、このような熱気を維持するために、今後も継続的に積極的な呼びかけを行うことの必要性を感じています。



ポスターを交えた情報交換の様子



講演中の会場の様子

平成18年度のインターンシップ説明会が、下記のプログラムで12月15日（金）午後1時30分から5時過ぎまで、吉田キャンパス工学部6号館共同1講義室にて開催された。参加者は主にM1の学生で、計12名の参加があった。

プログラム

1. はじめに：
エネルギー科学研究科教育研究委員会
富井 洋一 教授
2. インターンシップ活動：
「間違いだらけの就職活動」
京都大学キャリアサポートセンター
センター長 鱸 淳一 氏
3. 会社の事業内容、インターンシップ受け入れシステム等の説明：
 - (1) 三菱マテリアル株式会社 人事企画室
吉田 廣也 氏
 - (2) 三菱電機株式会社 人事部採用G
課長代理 梅井 純行 氏

最初に本会の世話人である筆者より本学におけるイン

ターンシップの位置づけと本会開催の趣旨を参加学生に説明し、講師の方々の紹介後、3人の講師の方に質疑応答を含み約1時間ずつご講演頂いた。

はじめに京都大学キャリアサポートセンターセンター長鱸淳一氏より、京大生の就職活動について思いこみや非常識な常識について示唆に富んだお話をうかがった。キャリアサポートセンターは、学生就職活動の支援を目的として、情報提供・相談・アドバイスをを行い、企業研究などのガイダンスなども行っている。各企業から出ているインターンシップ情報も公開している。

続いて、三菱マテリアル株式会社人事企画室、吉田廣也氏、三菱電機株式会社人事部採用G課長代理梅井純行氏より、インターンシップの現状、企業から見たその位置付け、具体的な内容について説明があった。

説明会后、簡単な懇親会を行い会社側・学生側から改めて本音の議論をして大いに盛り上がり散会した。

今後の反省点としては、主な対象が修士1回生であり実際の就職活動の時期を考えれば、この説明会の開催時期を4月、5月ごろに実施することが有効であるといえる。あわせて学生への周知方法も考慮する必要がある。また、企業の受け入れ状況はホームページ等で詳細を入手出来るので、これらを改めてご説明頂く代わりに、インターンシップ経験者の学生に経験談を報告してもらうスタイルも検討することが考えられる。

平成15年3月にエネルギー科学研究科同窓会「京エネ会」が設立されてから丸4年が経過しようとしております。これまで、会員の親睦とエネルギー科学の学術、産業、文化の発展に寄与することを目的とする設立の趣旨に沿って活動を行ってまいりました。本年度は、平成18年5月に開催されましたエネルギー科学研究科の創立10周年記念祝賀会（エネルギー理工学研究所改組10周年の祝賀会も兼ねておりました）にご協力させていただき、修了された会員の皆様の親睦や情報交換の場を提供することができました。今後も機会があるたびに、会員の皆様が集うことのできる場を提供していきたいと考えております。また、現在新しい会員名簿の編纂作業を行っており、近日中に発刊の予定であります。会員の皆様にもますますご活用いただけるよう願っております。平成18年

の修士学位授与式では、新たに会員となります修了生のみなさんに、記念品として修了証書保管筒を贈呈しました。お陰様で大変好評を博し、今後も続けていく予定でございます。さらに、平成18年11月に設立されました京都大学全学の同窓会にもエネルギー科学研究科同窓会として協力していくこととしております。また、表だった活動ではありませんが、修了生会員の現住所、勤務先等の個人情報収集と管理には、今般の事情を鑑みますますのセキュリティ強化を図っております。会員の皆様が安心して親睦を深めることのできる一助となれるよう今後も活動してまいります。会員の皆様と同時に、会員の在籍する企業・機関にも、同窓会「京エネ会」を是非とも積極的にご活用いただければと存じます。今後ともご協力よろしくお願いいたします。

インターンシップ参加学生の感想文

肌で感じたインターンシップ — 積水化学工業株式会社 —

エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生 常楽寺 宏行

私は、2006年8月22日から9月11日の期間、積水化学工業株式会社の高機能プラスチックカンパニー開発研究所において「FPD用レジスト材料に関する課題解決」の実習を行いました。当初は、全く予備知識のないIT材料の開発に戸惑いましたが、社員の方々が親切に教えてくださったこともあり、無事一定の成果を達成して実習を終えることができました。期間中、肌で感じて得たことは山のようにあります。しかしその中でも、特に印象に残った4つについて述べたいと思います。

1つ目は、チームで取り組む姿勢です。企業では大学と異なり、数人1チームとなって案件に取り組みます。チームで取り組むと、実験の進行速度を格段に向上させることができるのです。そこには「技術系は一人で黙々と実験」という先入観とは裏腹の、「人との交流を通して問題解決に取り組む」姿がありました。このような姿は、今も先入観を抱いている仲間には伝えたいと思いましたし、伝えなければならないと感じました。

2つ目は、安全意識の高さです。企業では安全規則を、社員自身が定期的に改善し、それを確実に履行するという一連の流れが確立されていました。その徹底振りは大学のそれとは比べ物になりません。おそらく、このような意識は、「何十年とそこで実験すること」「企業の責任問題に大きく関わること」、そして何より「仲間が怪我をして欲しくないという気持ち」から生じているのではないかと考えております。大学での意識もこのレベルまで高め、もっと安心して実験に取り組める体制が必要で

はないかと考えております。

3つ目は、顧客と接する機会の多さです。私は「研究開発は理系が行い、顧客と接するのは文系」という概念が頭に染み付いていました。しかし少なくとも積水化学に関しては、そうではありませんでした。積水化学のような顧客が法人である会社の場合、顧客からの要求が技術中心になるため、その対応は技術系が直接行う必要があるとのことでした。実際、インターン中にも社員の方が幾度となくメーカーの方と会議を行い、「今、どのような性能が求められているのか」「どの程度の精度が要求されるのか」などを話し合っていました。おそらくどの企業においても、技術系だからといって人と接する機会が少ないということはなく、むしろ相手の要求をつかみ、こちらの主張を伝えるという力、すなわちコミュニケーション能力は強く技術系に求められるのではないかと感じております。

最後に4つ目は、技術者の方々の格好良さです。今回のインターンを通して、私の中に技術者に対する尊敬の念が芽生えました。接して下さった技術者の方々はどの方も親切で、かつ誇りを持っていらっしゃいました。私が将来技術職につくかどうかはまだ分かりません。しかし、いずれにせよ肌で技術者の方と接し、その上で尊敬の念が自然に湧いてきたこの体験は、これからは私の中で生き続けると確信しております。

以上のように、技術はもちろん、これからの進路に関しても学ぶことの多いインターンでした。

インターンシップの感想 — 新日本製鐵株式会社 —

エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生 白石 晴久

私は2006年度の夏季休業期間中、新日本製鐵株式会社八幡製鐵所に約2週間インターンシップ行ってきました。大学を含め、「これまでの学校での勉強と社会に出たの仕事は違う」とよく耳にするとおもいます。私がインターンシップに参加した理由は、実際どのように違うのかを、人に聞くより自分で体験するのが一番だと思ったからです。また、自分の専攻内容と同じような実習テーマがあればそれに越したことはないですが、専攻に縛られて選択の幅を狭くしたくなかったので、専攻との関連にはこだわらなりました。決まったテーマは直接関連がないような内容でしたが、逆に、「自分の専攻と実際の仕事

とがどのように結び付くか」ということを考える一つのきっかけになり、その点でも良い勉強になったと思っています。

実習は工場見学や概要の説明、配属先の部署での挨拶、現場見学といったことに始まり、三日目から本格的に実習テーマに取り組みました。私自身製鐵所の施設を見て回るのは今回が初めてで、製鐵から熱間圧延、冷間圧延といった工程を初日に見学したときは、大掛かりな装置で一つの素材を作り上げる様子に圧倒されました。配属された先は、製鐵所内で最も重要な高炉を扱う製鐵部という部署で、高炉内の様子を測定するためのセンサーの

精度解析に関する実習を行いました。高炉というものを、全くと言って言いぐらい何も知らなかったのですが、社員の方々が最初の二、三日は高炉に行って説明してくださったり、丁寧に教えてくださったりしたので、最初の一週目が終わるころには一通り説明できるぐらいになりました。解析を行うことでどのような意味があるのかを話していく中で、社員の方が私の専攻から見てテーマにつながる点を話してくださり、「そういう見方もあるのか」と自分にはない視点からの考えに驚き、刺激にもなりました。また、社員の皆さんは、新しい技術への研究・開発に余念がなく、今以上に良い「ものをつくろう」というあくなき姿勢は、研究室で触れることの出来ないもので、この二点は自分にとって非常に大きな刺激となりました。

実習以外では社員寮で生活していたのですが、他の実習生と交流、間の土日には小旅行に行くなど、インターンに参加したからこそといった経験も出来、とても楽しかったです。そのときの実習生とは説明会で会ったり、情報交換を行うなどインターンの後も関係は続いています。

インターンシップは、単に就職前に企業での仕事が体験出来るだけではないと思います。社員の方たちとの交流、他の実習生との交流、そこで発見できることなどいろいろありました。普段では体験出来ないことが多く、中身が濃い2週間だったように思います。これからの学生生活、社会に出てからの生活に存分に活かしたいと思います。



インターンシップを終えて — 関西電力株式会社 —

エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生 中嶋 祥乃

私は2006年度の夏に、関西電力株式会社の電力流通部門でインターンシップを受講する機会を得ました。私は予てよりエネルギー業界、取り分け「電力流通」に興味があったため、将来は電力会社で働いてみたいという漠然とした思いがありました。しかし電力流通に興味があるというだけでは、自分がその中で実際にどのような役割を担い、どのように社会に貢献できるかといった具体的なことが全くイメージできませんでした。そこで以下の二つの目的意識をもってインターンシップに参加させていただきました。

一つ目は電力会社で働く技術職の方たちがどのような仕事をされているか、企業ではどのような技術が使われているのかということを見、肌で感じることで理解を深めること、そして二つ目はインターンシップを受ける中で自分の適性や、社会人になるまでに残りの大学院生活で学ぶべきものは何かを知る手がかりを掴むことでした。

このインターンシップにおいての私の実習テーマは、電力の安定供給に寄与する送変電設備、および水力発電設備に関し、海外プラントの設計事例や実際の機器を通じて、設計業務やメンテナンス業務を体験することでした。また、実習の初日に、「架空送電線の雷事故防止対策の考え方を鉄塔装柱設計や各種耐雷対策を例に挙げ述べる」という課題を与えられ、最終日の成果発表会でプレゼンテーションを行いました。

2週間を通して、送電・変電・水力発電の各部門で様々な体験をさせていただきました。

送電部門では送電設備保全のための巡視実習や、がいし装置における絶縁設計や雷事故防止のための鉄塔装柱設計などを学びました。加えて、地中送電ケーブルの送電容量設計、人孔寸法検討の実習を行いました。

変電部門では、実際に変電所設計要綱による工事設計実習を行い、そして、変電所設備を見学し、運転・保守業務について学習しました。

水力発電部門では、各水車の特性（形式や構造）や水車設計方法について学び、実際に水車設計実習を行いました。さらには、喜撰山・天ヶ瀬で揚水発電所設備を見学する機会も得、発電所での巡視実習を経験しました。日々聞くこと為すこと初めてのことばかりでしたが、魅力あふれる関西電力の社員の方々と、インターンシップで出会った刺激的な仲間たちのおかげで、朝に弱い私が母に起こされることなく早めに起き、毎日楽しく出勤できました。

インターンシップに参加する前は、与えられた課題が自分の専門分野とは重なる部分が少ないということもあり電力についての知識のなさから不安もたくさんありましたが、業務説明や実習を受け、さらに社員の方々から暖かく的確なアドバイスをたくさん頂く中で、自分の興味、知識を増やしながらいプレゼンテーションの資料作成を行うことができました。

このインターンシップでは設備設計や設備巡視などの実習を通して、エネルギー・環境問題について深く考え、そして最先端の電力技術に触れる機会を多く与えていただき、普段の大学生活では決して体験することのできない数多くの大変貴重な経験をさせていただきました。おかげで、インターンシップに臨むにあたり掲げた2つの目的を達成できたばかりにとどまらず、自分がどのように社会と関わって生きていきたいか、また自分の長所や短所が何なのかを明確に自覚することができ、新たな目標も見つけることができました。このインターンシップを終えた後の充実感、達成感は今でも忘れられません。自分の成長に繋がるものであったと確信できます。専門性を高

め、視野を広げる素晴らしい機会を与えて下さった関西電力の方々に感謝の気持ちでいっぱいです。学んだ全て

のことを今後の自分の研究や将来に活かしていきたいと思えます。



インターンシップに参加して

—独立行政法人産業技術総合研究所—

エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生 西 哲平

私は共同研究を行っている産業技術総合研究所界面ナノアーキテクトニクス研究センター高密度界面ナノ構造チームにて、2週間インターンシップを体験しました。インターンシップに応募した理由は

- (1) 博士後期過程進学希望で、独立法人での研究について興味を持っていたから
- (2) 研究テーマであるレーザーアブレーションの分光分析以外への取り組みに興味があった

の2つがあります。インターンシップでは、レーザーアブレーションによる酸化チタン粒子の特性変化に関する研究を行いました。

まず、レーザーに関する安全講習を受講し、知識を深めた後、実際に研究に取り組みました。研究室ではNd:YAGレーザーの基本波(波長1064nm)を用いてアブレーションを行っています。インターンシップでは非線形光学結晶を用いて同じNd:YAGレーザーの2倍波(波長532nm)および3倍波(波長355nm)を用いて行いました。研究室の実験では1Hzで行っていますが、インターンシップでは30Hzで行いました。また、ターゲットも普通の固体金属とは異なり、分散溶液を用いました。そのため散乱光の危険性を再認識することができました。また、粒子の特性を調べるために動的レーザー光散乱法による粒径分布評価、高分解能走査型電子顕微鏡による粒子観察、X線光電子分光法による化学状態の分析とこれまでに操作したことのない分析装置や溶液の透

過度測定、X線回折装置による結晶構造評価といった経験のある技術も再び操作する機会がありました。これらの分析装置のほとんどは研究室での研究とは直接かかわりのあるものではありませんでしたが、これまでに操作経験のない分析装置の使い方を学んだことは間違いなく私にとって大きな財産となりました。

産業技術総合研究所つくばセンターにはいくつかの見学施設があり、最新の研究成果を見学することができました。そこには様々な分野の研究成果が展示されており、現在どのような研究が行われているのか、どのような材料を用いることでどのような機能を発揮するのか、また生活にどのように役立つかなど非常に勉強になりました。また、筑波には産業技術総合研究所以外にも多くの研究所があり、私は研究室の方にお聞きした宇宙航空研究開発機構へ見学に行きました。ここではロケットや人工衛星・国際宇宙ステーションなどの縮尺模型があり、実際に中に入って見学できるものもありました。私は宇宙にも興味を持っており、研究室にはできないこれらの施設見学も貴重な体験でした。

今回のインターンシップではこれまでに経験したことのない多くのことを経験することができました。ある程度の成果はできましたが、2週間という短い期間だったため残念ながらこれからというところで終了しました。しかし、得たものは非常に多くこれからの研究や進路選択に活かしたいと思っています。



インターンシップに参加して

—トヨタ自動車(株)—

エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生 岩間 万里明

私は2006年の夏にトヨタ自動車(株)の4週間インターンシップに参加しました。お世話になった部署はプラントエンジニアリング部生産環境室でした。部署では「プラント」つまり工場のエンジニアリングを行っており、中でも生産環境室では自動車の生産時における環境取り組みを行っていました。私がインターンシップに参加した目的は学生時代では体験することのできない実社会を体験することでした。就職を控え、働くイメージのないまま就職するのはどうしても避けたかったからです。中でもトヨタ自動車(株)プラントエンジニアリング部生産環境室を選んだ理由は二つあります。一つは環境問題に対する興味があり、社会の最先端の現場での取り組みを感じ

たかったからです。ちょうど修士課程1回前期に授業で習った環境問題に対する様々な知識が現場でも使われているのを知りたかったのです。もう一つの理由はグローバルに展開されているトヨタ自動車(株)で働いておられる方々の考え方を学びたかったからです。私は企業全体が大きくなればなる程、個人の仕事内容と企業の事業内容に差ができてしまうのではないかと考えており、その不安がずっと消せないままでした。その答えを求めてインターンシップに参加しました。

4週間は社員の方が住まれている寮で生活させていただき、初めての共同生活も体験できました。業務については初めの一週間は全体研修としてトヨタ全体の事業や

成り立ち・歴史などの座学が中心でした。その後は各部署に分かれて実習を行いました。私の実習テーマは「トヨタと他社の環境取り組みの比較調査」でした。具体的には他社の発行する環境報告書やSRCレポートに基づいて、他社（環境先進会社や同業他社等の計16社）の生産工程（工場）における環境問題への取り組みの調査をしてトヨタとの比較を行いました。優れた取り組みに関してはトヨタへの適用可能性を検討しました。作業の中で現在の企業における環境取り組み事業を学ぶ事ができ、さらにトヨタの数箇所の工場を見学することで環境取り組みを肌で感じる事が出来ました。作業を進めていく中で習ったのは仕事の進め方・PDCA(plan, do, check, acton)でした。その日に進める業務内容・週で進める業務内容・最終的にやり遂げたい業務、これらを考えて毎日の業務内容を自分で決め、報告することは私にとって初めての体験であり、非常にためになりました。現在の研究生活でも活かしています。それまでの自分の生活に無駄な時間が多かったことを実感しました。次により多く

の専門分野の方々に報告をし、何が貴重な情報でどんな風に報告してほしいのかを聞くことにより、作業の方向性を決めていきました。学生生活では出来上がった資料を報告→直すの繰り返しだったので、新鮮でした。この事も時間の有効利用に繋がっていると感じました。多くの方々に報告することで、「わかりやすい資料」「わかりやすい説明」の重要性を再認識しました。自分でわかっていても相手に伝えることができなければ意味がなく、その事が非常に難しいことだと感じました。また報告させて頂いた方々は私の報告が自身の仕事に繋がって、さらに次の人に繋げていく意識を持っておられ、その繰り返して企業の事業が成り立っていることを教えてくださいました。

以上のように今回のインターンシップでは学生生活の中では気付きにくい事を多く学べ、その中で当初の二つの目的を果たすことが出来た非常に実のある経験が出来ました。インターンシップで感じたことを社会に出てからも大切にしていきたいと思っています。



インターンシップに参加して

— 関西電力（株） —

エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生 貴傳名 亮甫

私は、平成18年8月21日から9月1日の約2週間、関西電力株式会社において「火力発電プラントオペレーション&メンテナンスコース」でインターンシップに参加しました。私がインターンシップに参加した理由は、主に二つありました。一つはエネルギー企業としての電力会社の業務について、またそこで働く技術者の方々の仕事内容について知りたかったからです。もう一つは来るべき就職活動を見据え、実際に働く方々を間近で見ることで、自分が将来、企業で働くイメージをつかみたかったからです。

このインターンシップは前半と後半の二部に分かれ、前半は兵庫県姫路市の火力発電所で、後半は関西電力本店の火力エンジニアリングセンターで実習を行いました。

まず、火力発電所での実習では、実際に作業着を着てヘルメットを被り、広い発電所内を動き回って様々な発電所設備の見学をし、保守・点検業務を体験しました。また、火力発電所での業務について網羅的に説明をして頂きました。この実習では、火力発電所が想像していた以上に複雑なシステムであり、多くの業務があることを実感しました。

次に本店での実習でした。火力エンジニアリングセンターとは、火力発電所設備の設計や保守に関する技術的な検討を行う部署で、そこで私は火力発電設備の保全のための材料の寿命評価に関する実習を行いました。実際

に火力発電所の現場で課題となっていることが対象で、業務に直結する内容でした。この実習では、常に社員の方に指導を頂きながらではありませんでしたが、課題の検証、仮説立案、試験、結果の分析、解決策の提示、という一連の流れを実際の業務に非常に近い形で体験することが出来ました。そして検討内容を整理し、同じコースの他の参加者と共に成果を社員の方々の前で発表し、実習を終了しました。

実習終了後、事務系も含め他部門でインターンに参加していた学生らと合同の成果発表会があり、全く異なる体験をした彼らの話を一人ずつ聞くことが出来ました。このインターンシップを通じて最も強く感じたことは、電力という我々の生活に欠かせないインフラを支えているという社員の方々の使命感でした。これは発電所の現場でも本店でも全く同じでした。また、それまであまりイメージが描きにくかった、インフラ企業の技術者の仕事についても知る事が出来ました。

2週間という短い期間ではありましたが、中身の濃い時間を過ごし、そこでしか得られない貴重な体験をすることが出来ました。この経験は就職活動のみならず、今後の人生においても活かしていきたいと思っています。最後になりましたが、このような場を提供して下さい、忙しい中、懇切丁寧な指導をして下さった関西電力の皆様へ厚く御礼申し上げますと共に、今後もこのような企業と学生を結ぶ場が多くあれば願っています。

平成18年度修士論文題目リスト

エネルギー社会・環境科学専攻

氏名	論文題目	指導教員
東 裕美	DMAC/LiCl系処理木粉の加圧熱水処理による糖化	教授 坂 志朗
一ノ瀬武宏	Introduction and evaluation of green logistic system in Bangkok (バンコクにおける環境負荷低減を目的とした物流システムの導入と評価)	助教授 東野 達
乾 誠	エネルギーシステム評価における第三者への情報提供に関する研究	教授 手塚 哲央
大倉 崇	トリウム燃料サイクルの核拡散抵抗性に関する研究	教授 中込 良廣
大柳 友洋	酸化銅微粒子の反応活性に関する研究	教授 石原 慶一
川上 達三	タイにおける燃料用エタノール供給のモデル分析	教授 手塚 哲央
桑名 潤	関西地域における黒色炭素粒子濃度分布の推定及び肺ガンリスク評価	助教授 東野 達
志智 一義	リチウムの窒素吸収特性に関する研究	教授 石原 慶一
芝池 正登	木材からのバイオエタノール生産における加圧熱水前処理の検討	教授 坂 志朗
芝田 正志	アブラヤシ中のリグニンのキャラクタリゼーションとその有効利用	教授 坂 志朗
島田 有樹	セルロースの熱分解におけるアルカリ/アルカリ土類金属塩化物の作用機構	教授 坂 志朗
鈴木 宏謙	地域特性を考慮した市町村別再生可能エネルギー量の推計および評価	助教授 東野 達
鶴田 将之	頭部への振動触覚刺激を用いた空間情報提示手法に関する研究	助教授 下田 宏
寺川 卓志	京都市における廃食用油リサイクルシステムのライフサイクル評価	助教授 東野 達
東野 陽介	アブラヤシ中のセルロース、ヘミセルロースのキャラクタリゼーションとその有効利用	教授 坂 志朗
中井 俊憲	拡張現実感技術を利用した原子力プラントの解体支援手法の提案と評価	助教授 下田 宏
中田 拓麻	日本の核不拡散政策の特徴に関する研究—米印原子力協力に着目して—	教授 中込 良廣
錦織 歩	製鋼スラグを利用した二酸化炭素の固定	教授 石原 慶一
西山 裕一	炭化珪素の環境触媒能に関する研究	教授 石原 慶一
林 将宏	省エネルギー型ライフスタイルの実行可能性評価	教授 手塚 哲央
船山ますみ	高温高圧アルコール処理による木材由来バイオ樹脂材料の創製	教授 坂 志朗
松井 絢子	バイオマス高効率変換酵素の立体構造解明および機能変換	教授 牧野 圭祐
水澤 裕太	黒色炭素エアロゾルの排出地域推定手法に関する研究	助教授 東野 達
森 哲也	国内食糧輸送におけるCO ₂ 排出削減の可能性について	教授 石原 慶一
山崎健太郎	TiO ₂ の光触媒反応に対する磁場の影響	教授 石原 慶一
宋 微	エネルギー消費量からみた家庭における食生活の変化	教授 手塚 哲央
程 沁	エネルギー価格変動の日本経済に及ぼす影響の評価—応用一般均衡モデルによる分析—	教授 手塚 哲央
井坂 省三	トリウム燃料サイクルのバックエンド特性評価に対する中性子核データの 影響に関する研究	教授 中込 良廣
山下 浩二	家庭におけるエネルギー消費行動のモデル化	教授 手塚 哲央



氏名	論文題目	指導教員
今寺 賢志	非正準Lie摂動論による自由電子レーザー中の粒子軌道に関する理論研究	教授 岸本 泰明
大口 恒之	液相レーザーアブレーションプラズマからの発光スペクトル形状のパルス幅依存性	教授 尾形 幸生
加藤 昭彦	高強度レーザーによる航跡場の構造に関するシミュレーション研究	教授 岸本 泰明
金谷 賢一	Ba-In系酸化物を電解質とした一室型燃料電池	教授 八尾 健
金子 裕亮	後方散乱中性子の測定を用いた地雷探知手法の研究	教授 代谷 誠治
川口 哲司	簡約化MHD方程式によるヘリカル系プラズマのMHD安定性解析	教授 近藤 克己
川西 洋一	非線形ティアリングモードの磁気再結合過程に関するシミュレーション研究	教授 岸本 泰明
小宮 海志	ECHによるトロイダルプラズマ生成における垂直磁場の効果	教授 前川 孝
今野聡一郎	Syntheses and properties of room temperature fluorohydrogenate ionic liquids of N-heterocyclic cations (含窒素ヘテロ環カチオンを有するフルオロハイドロジェネートイオン液体の合成並びに物性に関する研究)	教授 萩原 理加
志賀 大史	放射化箔法を用いた加速器駆動未臨界炉の中性子スペクトル評価に関する研究	教授 代谷 誠治
嶋田 隆	A fuel cell using fluorohydrogenate ionic liquid-polymer composite membrane electrolyte operating under unhumidified condition (フルオロハイドロジェネートイオン液体-高分子コンポジット膜電解質を用いた無加湿燃料電池)	教授 萩原 理加
島田 佳浩	低温型燃料電池触媒の形状および機能に及ぼす合成条件に関する研究	教授 富井 洋一
高橋 景子	遷移金属含有Ba-In系酸化物の合成とその導電特性	教授 八尾 健
武笠 智視	気泡微細化沸騰に及ぼす流動条件の影響	教授 三島嘉一郎
竹中 康二	非線形最適化法を用いたヘリカル系プラズマの最適化	教授 近藤 克己
田部 恭裕	バイオミメティック法によるアパタイトマイクロカプセルの開発	教授 八尾 健
玉木健一郎	Physicochemical properties of mixed alkali bis(trifluoromethylsulfonyl)amides (混合アルカリ金属イミド塩の物理化学的性質)	教授 萩原 理加
戸田 昭宏	非軸対称プラズマにおけるブートストラップ電流	教授 近藤 克己
友清 喬	ヘリオトロンJにおけるイオンサイクロトロン周波数帯加熱による高速イオン閉じ込めとイオン加熱効率の研究	教授 佐野 史道
中島 雅文	Preparation and evaluation of dye-sensitized solar cell using Niobate doped Titanium Oxide 1D material (TiO ₂ -Nb ₂ O ₅ 系一次元ナノ材料を用いた色素増感太陽電池の作成と評価)	教授 吉川 暹
中西 貴之	Ge-Sカルコゲナイドガラスにおける光誘起発光疲労-回復挙動	教授 富井 洋一
西山 博	レーザークラスター相互作用による内殻電離X線放射に関するシミュレーション研究	教授 岸本 泰明
野作 雅俊	ヘリオトロンJにおけるECE分布のECHパワー吸収依存性	教授 水内 亨
浜田 航	5方向軟X線カメラを用いたマイクロ波球状トカマクの軟X線CT	教授 前川 孝
林 宏典	RNAペプチド複合体の機能と構造に関する研究	教授 森井 孝
藤永 卓士	Cathode reactions of fluorohydrogenate fuel cells (フルオロハイドロジェネート形燃料電池のカソード反応)	教授 萩原 理加
藤本 菜保	凝集性ペプチドを鋳型としたナノマテリアルの合成	教授 森井 孝
又野 邦彦	伝搬型表面プラズモン共鳴による表面増強効果を用いた赤外分光	教授 尾形 幸生
松岡 諭史	ヘリオトロンJにおける荷電交換中性粒子分析器を用いたイオン計測	教授 近藤 克己
松野 友亮	溶融塩中におけるβ-FeSi ₂ 薄膜形成	教授 萩原 理加
松村 貴弘	ATP結合能を持つRNAペプチド複合体の三次構造設計	教授 森井 孝

氏名	論文題目	指導教員
松本 佑	マイクロ波球状トカマクの電子温度測定のための真空紫外分光システムの構築	教授 前川 孝
松山 顕之	ヘリオトロンJ磁場におけるイオンのドリフト軌道と新古典輸送の数値シミュレーション	教授 佐野 史道
山端 悠介	マイクロ波球状トカマクのX線波高分析による高速電子の分布関数の推定	教授 前川 孝
横田 裕一	Organic photovoltaic cell with the light harvesting bacteriochlorophyll e aggregates (励起子移動パスを有する有機薄膜太陽電池)	教授 吉川 暹
吉川 修平	X線回折並びにX線吸収を用いた機能性無機固体材料の解析	教授 八尾 健
末 順秋	SOFCカソード用ペロブスカイト型酸化物の構造解析と電極反応機構評価	教授 富井 洋一
渡邊 伝超	三次元MHD平衡プラズマにおける磁力線追跡法による磁気座標系の構築	教授 近藤 克己

エネルギー変換科学専攻

氏名	論文題目	指導教員
石倉 渉	水素直接噴射によるガスエンジンの高効率化に関する研究	教授 石山 拓二
井上 陽平	RCEMを用いた各種燃料のノック強度特性とその制御に関する研究	教授 石山 拓二
大石 琢也	慣性静電閉じ込め核融合 (IECF) 装置におけるD- ³ He反応率の強度分布	教授 吉川 潔
奥田 直之	高クロム酸化物分散強化フェライト鋼の熱時効脆化評価に関する研究	教授 木村 晃彦
加藤 享	水素噴流の混合気形成および火花点火燃焼過程に関する研究	教授 塩路 昌宏
北村 信二	横波ローレンツ型EMATの送受信特性の改良	教授 松本 英治
小山 司	厚板・はり要素を用いたランダムな形態を持つセル構造の均質化解析	教授 星出 敏彦
佐多 泰紀	ポロノイ多角形によりモデル化した微視組織における疲労き裂成長の解析および寿命評価	教授 星出 敏彦
高橋 研	噴射条件ならびに燃焼室形状がDI-PCCIディーゼル機関の性能・排気に及ぼす影響	教授 塩路 昌宏
高橋 宏昌	酸化物分散強化鋼のスウェリング挙動に関する研究	教授 木村 晃彦
田口 剛大	異方性複合材料における表面波伝搬特性の実験的評価	教授 松本 英治
田中 寿史	天然ガスPCCI機関の実用性向上に関する研究	教授 塩路 昌宏
中野 聡	ディーゼルおよびPCCI燃焼における熱発生率とNO _x 生成に及ぼす燃料の影響	教授 石山 拓二
新川 智史	核融合ブランケットのための先進材料中における水素同位体挙動評価	教授 小西 哲之
西 哲也	レーザー誘起蛍光計測による電界計測用21S励起Heパルスビームの特性評価	教授 吉川 潔
平岩 峻介	線形及び非線形超音波特性を利用した固体接触状態の定量的評価	教授 松本 英治
福田 祐樹	チタンナイトライド薄膜被覆材料の機械的特性	教授 星出 敏彦
松岡 和幸	電解銅箔の硬さ特性と引張変形解析	教授 星出 敏彦
森島 毅	定容燃焼装置を用いた各種燃料の着火・燃焼特性に関する研究	教授 石山 拓二
矢田 裕一	近接噴孔ノズルによる噴霧燃焼制御に関する基礎研究	教授 塩路 昌宏
藪内 聖皓	原子炉圧力容器鋼モデル合金の照射硬化に及ぼすMn影響	教授 木村 晃彦
山口 慎也	多軸構成式に基づいたマイクロアクチュエータ用SMA細線の熱・力学的挙動	教授 松本 英治
山本 善彦	核融合液体金属ブランケットの純度管理を目的とした固体電解質セルの基礎研究	教授 小西 哲之



氏名	論文題目	指導教員
安藤裕一郎	イオンビーム合成による高輝度発光 β -FeSi ₂ 結晶の作製と評価	教授 野澤 博
生田 良	Stability of Aluminum Stabilized Large Scale Superconducting Conductor - Electromagnetic Phenomena in the Conductor - (アルミ安定化大型超電導導体の安定性 - 導体内の電磁現象 -)	助教授 白井 康之
今井 章文	高屈折率シリサイド半導体フォトニック結晶の設計と作製	教授 野澤 博
岩崎 洋	溶融CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO-FeO系スラグ中への塩素の溶解度	教授 岩瀬 正則
大川内法人	KU-FEL用電子ビームの長パルス化とマクロパルス特性に関する研究	教授 山崎 鉄夫
大崎 博史	Gravitational Effects on Electrochemical Processing of ZnO Nanowire Arrays (ZnOナノワイヤー配列の電気化学プロセッシングに及ぼす重力場の影響)	教授 福中 康博
大野 大介	Three-dimensional analysis of a planar water jet impinging on a solid substrate (固体平板に衝突するカーテン状水膜噴流の三次元数値解析)	教授 宅田 裕彦
小澤 慶祐	3-D FEM Analysis of Formability of High-Strength Steel Sheets in Bore-Expanding (3次元有限要素法による高張力鋼板の穴広げ成形性解析)	教授 宅田 裕彦
笠原 秀平	CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ -Nepheline系スラグのサルファイドキャパシティ	教授 岩瀬 正則
川崎 勇輔	ポリエチレンによる鉄鉱石の還元	教授 岩瀬 正則
栗木祐一郎	Analysis on microcrack development in granite subjected to the stress and thermal changes (応力及び温度変化により形成される花崗岩中のマイクロクラックの進展パターン解析)	教授 馬淵 守
栗栖 憲	Outflow Characteristics of Pressure Medium in Sheet Hydroforming (対向液圧成形における圧力媒体の流出特性)	教授 宅田 裕彦
黒村 哲宗	Functional properties of porous aluminum produced by spacer method (スペーサー法により作製されたポーラスアルミニウムの機能特性)	教授 馬淵 守
齋木 俊秀	ErドープしたSiおよび β -FeSi ₂ のフォトルミネッセンス特性	教授 野澤 博
外島光太郎	Thermoelectric properties and phase transition of (Zn _x Cu _{2-x})V ₂ O ₇ ((Zn _x Cu _{2-x})V ₂ O ₇ の熱電特性と相変態)	教授 富井 洋一
田中 裕士	紙およびバイオマスによる酸化鉄と鉄鉱石の還元	教授 岩瀬 正則
豊島 和沖	高性能SiC/SiC複合材料の破壊に関する研究	教授 香山 晃
土肥 大祐	Experimental and Analytical Studies on Heat Transfer in Liquid Helium (ヘリウム中の熱伝達に関する実験的及び解析的研究)	助教授 白井 康之
内藤 豪是	Reduction of TiCl ₄ by Electrolysis of Molten Calcium Chloride (溶融塩化カルシウム電解によるTiCl ₄ の還元)	教授 富井 洋一
中野 正嗣	KU-FEL用光共振器の性能評価	教授 山崎 鉄夫
西蔭 義明	イオン散乱分光法による強磁性体Fe ₃ Si/IV族半導体ヘテロ界面の研究	教授 野澤 博
西村 友作	Fundamental Studies on Electrochemical Processing for Silicon Solar Power Generation System (シリコン系太陽光発電システムのための電気化学プロセッシングに関する基礎的研究)	教授 福中 康博
平岡 賢二	Microscopic observation of methane hydrate film growth with or without inhibitors (純水およびインヒビター溶液中におけるメタンハイドレート膜の成長挙動)	教授 馬淵 守
古芝 邦充	Power System Characteristics of Superconducting Fault Current Limiter - Current Limiting Effect and Improvement of Power System Stability - (超電導限流器の系統特性 - 限流効果と系統安定度向上効果 -)	助教授 白井 康之
松元 寛	Experimental and simulational investigation of vacancy effect on deformation and fracture behavior in nanocrystalline Ni (ナノ結晶Niの変形破壊挙動に対する空孔の影響についての実験及びシミュレーション)	教授 馬淵 守
水井 智博	低放射化フェライト鋼の照射効果に及ぼす溶接の影響に関する研究	教授 香山 晃

氏 名	論 文 題 目	指 導 教 員
南川 友樹	Numerical Study of the Collision Dynamics and Heat Transfer of Water Droplets Impinging on a Hot Solid (高温固体面に衝突する液滴の変形および伝熱特性の数値解析)	教 授 宅田 裕彦
森田 友輔	微小電力注入による多機電力系統における固有値オンライン計測と安定度評価	助教授 白井 康之
横井 惇	Fundamental Study on Flotation of Starch (澱粉の浮選に関する基礎的研究)	教 授 福中 康博
吉井 一倫	フェムト秒レーザー誘起非断熱配向分子からの高次高調波発生	教 授 宮崎 健創

博士論文要旨

平成18年1月～平成18年11月まで授与日順（専攻別）

エネルギー社会・環境科学専攻

氏名	候 紅梅
論文題目	Supercritically-Treated TiO ₂ -Activated Carbon Composites for Environmental Cleaning (超臨界処理による環境浄化型TiO ₂ 複合活性炭の創製)
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	坂 志朗

本論文は、テトライソプロピルチタネート/イソプロパノール溶液でのゾルゲル反応とそれに続く超臨界イソプロパノール法により創製した光触媒型TiO₂複合活性炭について、環境汚染物質の無害化能に関し、アセトアルデヒドおよびアンモニアを用いて検討した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

(1)テトライソプロピルチタネート/イソプロパノール溶液でのゾルゲル反応により活性炭とTiO₂を複合し、その後300℃、12MPaにて超臨界イソプロパノール処理を1～5分間行った。得られたTiO₂複合活性炭は、いずれの反応時間においてもアナターゼ型TiO₂結晶に変換されていることを見出した。アセトアルデヒドに対する吸着能および紫外線照射下でのTiO₂光触媒活性による分解能について検討を行った結果、アセトアルデヒドは、酢酸、メタノール、ホルムアルデヒドなどの中間体を経て、最終的に二酸化炭素にまで分解されることを明らかにした。また、TiO₂と活性炭の単なる物理混合物に比べ、TiO₂複合活性炭は優れた環境浄化能を示すことを見出した。

(2)アンモニアの分解に関する検討の結果、最終生成物として、窒素、亜酸化窒素、亜硝酸アンモニウム塩、硝酸アンモニウム塩が得られ、二酸化窒素(NO₂)や一酸化窒素(NO)は生成しないことが明らかになった。また、その割合は約80%が窒素、約20%がアンモニウム塩であり、温室効果が高い亜酸化窒素はわずか1.5%程度であったことから、TiO₂複合活性炭はアンモニアの大部分を無害化しうることが明らかになった。

(3)アンモニア分解生成物における窒素と窒素酸化物（亜酸化窒素、亜硝酸イオン、硝酸イオンの合計）の割合を市販のアナターゼ型TiO₂と比較した結果、本研究で開発したTiO₂複合活性炭は、より選択的にアンモニアを窒素へと分解しうることが明らかになった。さらに、分解反応系における水および酸素の影響について検討した結果、水、酸素の有無に関わらずアンモニアを分解しうることを見出し、どのような環境条件でも分解・無害化能が発現されることを明らかにした。

以上のように、本研究では、ゾルゲル反応および超臨界イソプロパノール法を用いて創製したTiO₂複合活性炭がアセトアルデヒドおよびアンモニアなどの環境汚染物質を吸着・分解により無害化しうることを見出した。

氏名	久郷 明秀
論文題目	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関するリスクコミュニケーションモデルの研究
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	吉川 榮和

本論文は、原子力発電に伴う高レベル放射性廃棄物の地層処分への一般市民の関心を高め、社会的な合意形成に資する方法として、情報技術（IT）を活用する新たなリスクコミュニケーションモデルを提起し、被験者実験を行って分析した結果を纏めたもので、得られた結果は次のとおりである。

(1)高レベル放射性廃棄物の地層処分に対する社会的懸念の背後要因を抽出するため、地層処分技術評価書に対するパブリックコメントのネガティブな感情語に注目し、自然言語文の形態素解析、多変量解析、構文解析を組み合わせたテキストマイニングの新たな分析法を考案した。分析の結果、地層処分に対する懸念への共通意識として、①危険性に対する不安、②将来の経済的負担への疑念、③最適な選択肢かどうかの疑問、④外国と日本との差異、⑤将来世代の負担の懸念を導出し、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関するリスクコミュニケーションでは、これら5つをコミュニケーションの中心テーマにすることを提起した。

(2)複雑で多面的な環境問題の社会的ジレンマでは、その環境倫理の規範の根幹に、義務論対功利論、配分正義対交換正義、という思想的対立が内在するとして、これらの議論を両面提示し、自ら考えさせる内省型コミュニケーションを新たに提起した。

(3)さらに社会的ジレンマ解決に関わる社会心理学の規範活性化理論を適用し、Webを用いたリスクコミュニケーションモデルを新たに開発した。すなわち、高レベル放射性廃棄物の地層処分への一般市民の関心を高め、その必要性を認知し、社会的協力行動へ動機つけるため、①市民に内在する規範としての環境倫理をメタ認知として活用すること、②議論の両面提示では2名の登場人物の対話を読ませて議論への関心を持続させること、③規範活性化理論により、重要性認知、当事者意識、自己責任、代償認知、と段階を踏んだ文脈で両面提示の対話シナリオを構成すること、を基本要素とするWebコンテンツを

設計し、製作した。

(4)地層処分に関する従来の説得型のWebと、新たな内省型のWebとを用いたリスクコミュニケーションを対比させる一連の被験者実験を行い、実験データを統計解析して内省型のコミュニケーションが、説得型のコミュニケーションに比してとくに関心度、リスク認知および当事者意識を有意に高めることを示した。

氏名	早瀬 百合子
論文題目	エネルギー・環境教育の実践と波及効果の評価
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	石原 慶一

本論文は、エネルギー・環境教育の実践に基づき、教育が環境行動に与える影響や波及効果について研究した成果をまとめたものである。まず、環境行動と環境問題に関する知識との関係から、教育の重要性とともに実践行動の心理分析に基づいた教育評価の必要性を指摘している。そして、自ら考案したエネルギー・環境教育の授業を多くの高等学校、中学校において「総合的な学習の時間」に外部講師として実践、授業実施前後で行ったアンケート調査結果に基づいて、授業がいかに生徒の環境行動に影響を及ぼしたかを分析している。得られた主な成果は次のとおりである。

アンケート調査結果より授業後環境行動の改善が認められ、その心理要因分析により、授業が生徒の「環境リスク認知」、「責任帰属認知」、「対処有効性認知」に働いていることを明らかにしている。さらに、授業内容に直接関連しない環境行動への波及もみられ、それらによる環境負荷低減について原油換算量、CO₂換算量、節水量を定量的に算出している。また、更なる学習行動を示したことから、これに基づき長期的な波及効果についても考察している。

授業後も環境行動の実行がみられなかった買い物時のレジ袋削減に関する行動について詳細に分析を行い、大学生と一般人を対象にレジ袋削減行動のパス解析の結果、従来から提唱されている社会心理モデルにより環境保全行動を実証的に説明できることを示している。さらに、中高生を対象にし、レジ袋削減を含むエネルギー・環境教育を実践した結果、教育は個人規範に最も影響を与え、個人規範と主観的規範のみが行動意図に影響を与えることを示し、授業により行動改善が見られなかった理由について明らかにしている。

中学校の生徒を対象にレジ袋の環境負荷を具体的な数値で示すことを取り入れたエネルギー・環境教育の授業を行い、単なる情報を数値で提示するだけでなく実験などの体験を授業に組み込んだエネルギー・環境教育が、計画的行動理論モデルにおける「行動意図」と「行動」に直接働きかけるものとして効果的であることを明らかにしている。

また、一般人の環境行動についても調査を行い、率先して行われている行動がエネルギー・環境問題解決にとって必ずしも最も有効な行動でないことを見出し、社会教育においても「責任帰属認知」や「対処有効性認知」に関わる情報を提供することが重要であることを指摘している。

氏名	Kisor Kumar Sahu
論文題目	REE SPACE IN RANDOM PACKING OF SPHERES AND BEHAVIOR OF MICROBUBBLES IN LIQUID (球の無秩序充填における自由空間と液体中のマイクロバブルの挙動)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	石原 慶一

本論文は、粒子状物質の充填における自由体積の解析方法として空隙胞を定義し、それに付随する種々の内接球の分布を用いる方法について提案し、計算機シミュレーションによる重力による球の無秩序充填構造にその解析方法を適用し有効性を調査した。さらに、過飽和溶液からの気体の発生について調査し、予備処理として超音波振動を与えることによる気泡の発生量を実験により求め、液相中の空隙の分布という考え方で説明を試みた。得られた主な結果は以下のとおりである。

粒子状物質の充填においてナチュラルネバーフード(自然的な隣接関係)という概念を応用し、空隙胞を定義できることを提案した。本方法は、数学的に明確に定義できること、容易に計算できること、また、空隙を多面体で表現することができるため、その多面体を用いて空間を再構築できるなどの利点があることを明らかにした。また、その空隙胞に内接する球を解析する方法についても考案している。

単一サイズの球の重力による充填を離散要素法(DEM)を用いた計算機シミュレーションにより求めた。そこで生じた構造は境界の影響を受け周期構造が見られること、その内部ではほとんど無秩序な充填構造が得られることを明らかにした。その充填構造について空隙の整理を行った結果、頂点の数が10、11個の多面体が最も多く存在し、空隙の内接球は周囲と四面体および八面体の関係にあり、相対半径は中心を0.48の対数分布に従う分布を示すことを明らかにした。

また、超音波による過飽和溶液からの気泡の発生について炭酸飲料を試料に用いて実験を行った。過飽和でない状態において、超音波振動を当て、減圧し過飽和状態にしたとき(缶を開けたとき)、超音波振動の長さが気泡の発生に影響を及ぼすことを明らかにした。また、超音波振動を止めた後も影響が残り、その影響は数分から数十分という比較的長い時間まで影響を及ぼし、ある場合にはもう一度超音波振動を与えて開缶しても噴かない

ことを明らかにした。この結果について、核形成に必要な大きさよりも小さなマイクロバブル（エンブリオ）の存在を仮定し、説明を試みた。これらは液体の構造、とりわけ自由体積の分布と密接に関係していることが示唆される。

氏名	Walter Reinish
論文題目	Analysis of the Market Price on the deregulated Electricity Market (規制緩和された電力市場における市場価格の分析)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	手塚 哲央

本論文は、規制緩和された電力市場における電力会社の市場戦略と電力市場価格の挙動との関係について研究した成果をまとめたものである。近年、電力市場の規制緩和が進められるに伴い、市場支配力、原油価格の高騰、再生可能エネルギーの導入などの多様な要因による電力市場価格上昇の問題が指摘されている。そこで、本論文では、まず、(1)規制緩和下での電力市場を対象として発電会社の市場行動モデルを新規に構築し、(2)そのモデルに基づいて電力会社の市場行動が電力市場価格に及ぼす

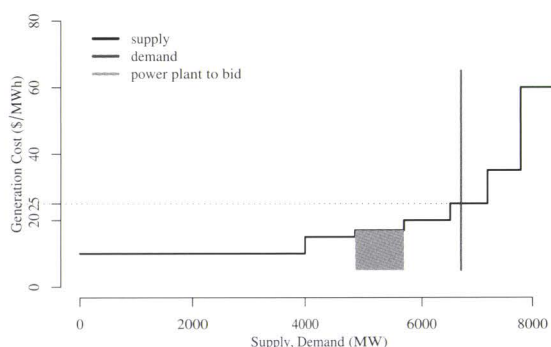


図1

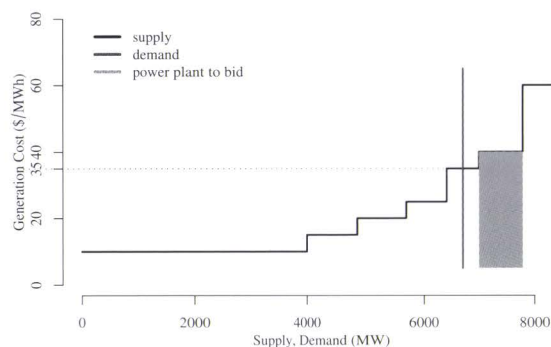


図2

図1、図2：発電事業者の利益最大化戦略（斜線部の発電プラントの入札を控えることにより市場電力価格が上昇し（図1→図2）、発電事業者の利益が増大する様子を表現している）

影響を定量的に分析する手法を新たに開発した。また、再生可能エネルギーの導入が電力価格に及ぼす影響については、(3)再生可能エネルギー源の出力不安定性と電力価格およびアンシラリーサービス価格との関係を定量的に検討した。本論文で具体的に得られた成果は以下の通りである。

(1)については、完全競争を仮定しない一般の電力市場において、企業の最適入札戦略を、入札電力量を減少させることにより利益最大化を図るという新しい考え方（図1、図2参照）に基づいて定式化することにより、種々の市場における電力会社の市場支配力の定量的検討が可能となることを示した。さらに、不確実性下における電力会社の行動のモデル化に必要なパラメータ値の推定手法を提案し、カリフォルニア電力市場の取引価格に関する統計データに基づいてその推定値を求めた。

(2)については、電力の需要曲線と供給曲線とを実際の市場取引における電力取引量と電力価格の変動から推定することにより、(1)のモデルに基づき電力取引価格から市場支配力の影響を分離推定する手法を新たに提案した。これらにより、電力会社の市場行動が過去から将来の電力市場価格に及ぼす影響を定量的に分析することが可能となる。

(3)については、ヨーロッパでの導入が積極的に進められている風力発電の導入に伴う電力価格変化について、その出力変動に対処するための予備電源の容量と運転可能なベース電源の容量を対象としたモンテカルロシミュレーションを行うことにより、風力発電の導入初期には電力価格が低下すること、導入量の増大による電力量構成の変化と共に電力価格が振動的に変動すること、アンシラリーサービスの平均価格が低下することなどを定量的に示した。

以上の研究は、規制緩和された電力市場における新たな企業行動モデルを提案することにより、実際の電力市場における市場支配力および再生可能エネルギー導入が電力市場価格へ及ぼす影響を、実データに基づいた計算機シミュレーションにより定量的に評価できることを示したものであり、今後のエネルギー政策策定に資する多くの有用な知見を提供するものである。

氏名	劉 井泉
論文題目	Analytic Study on Nuclear Energy Development from Social Policy Aspects (原子力開発の社会政策的観点からの分析的研究)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	中込 良廣

本論文は、これまでの欧米の原子力開発過程を分析してその進化モデルを提案するとともに、今後の原子力開発への社会政策的観点からの課題提起とそれに応えるための分析・コミュニケーションツール開発の結果をまと

めたもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

第一は、主に市場均衡を取扱う古典的経済学では社会の変化に科学技術の発達が大きな影響を与えることを説明できないことに鑑みて、生物進化を選択・変異・継承の概念で説明する進化論を基盤とする進化経済学の観点から、世界の原子力開発国における原子力開発の歴史的、文化的経過を考察している。その結果、提案した進化モデルは、スリーマイル島やチェルノブイリ等の原子力事故、国際協力による原子力技術の発達、およびその技術継承が、それぞれ進化経済学での選択・変異・継承のアナロジーとして欧米の原子力産業の変化を説明できるものである。

第二は、原子力発電に関連する問題のうち、特に核燃料サイクルに関わる多角的な諸問題を見通しよく理解し、問題の分析、意思決定、理解促進と合意形成に資するための分析ツールとして、従来プロセスプラントの故障検出や異常診断に適用されている、機能モデリング手法であるマルチレベルフローモデル(Multi-level Flow Model; MFM)の新たな適用方法を提起している。すなわち核燃料サイクルシステムの各部の機能、目標、振舞いを理解し、各部の構成要素と全体システムとの関連、核燃料サイクル内の多様な物質・エネルギーの流れ、物質間の変換、長期にわたる資金投資のコストバランス、シナリオ変化の記述に資するため、従来のMFMでのグラフィカルな抽象化モデルを拡張し、(1)核反応の記述、(2)シナリオ切替の記述、(3)金利計算の記述を追加した新たなモデルと記述方法を提案している。また提案したMFMを適用し、中国の原子力開発政策の分析や日本との対比を行っている。

第三は、核燃料サイクルに関する様々な評価指標を総合して多角的な目標を満足させ最適解を導出するための意志決定手法として、様々な外部性を簡潔に評価手法に取り込めるExternicsと呼ばれる手法の適用を提案している。この意志決定支援手法は、各指標が満足できる範囲および許容できる範囲を指定すると、これをもとに構成されるそれぞれの評価値に関する一価の相関関数を組み合わせ、総合的に有利な方策を評価できるものである。

せることを目指し、原子力発電所の故障診断と異常事象伝播シナリオのシミュレーションを基礎にして、以下の3つの研究を行った。

- (1)マルチレベルフローモデル(Multilevel Flow Model; MFM)により記述されたプラントプロセスモデルを用いた加圧水型原子炉の単一故障原因の診断および多重異常原因の診断方法の開発
- (2)運転員の事故原因への直感的な理解を向上させるための、エコロジカルインタフェース(Ecological Interface Design; EID)によるインタフェース設計手法の提案および開発
- (3)事故事象の発展とマンマシン相互作用のシミュレーションを用いた事故教育システムの開発および運転員のワークロード分析

(1)の研究では、プラントで単一故障が発生した際の異常診断について、MFMにより記述されたプラントプロセスモデルを用いた定性的推論により高速かつ正確に異常の根本原因を同定する方法を提案した。この手法は、異常事象から誘発される各プラントコンポーネントでの計装情報の変化から、MFMより抽出された因果関係グラフを用いて根本原因を定性的に推論するものである。

(2)の研究では、(1)の研究の成果により得られるようになった異常原因の診断過程および結果を人間に理解しやすく表現することを目指した研究で、MFMによる定性的推論の結果とともにエコロジカルインタフェースにより主要なプラントパラメータ間の関係を可視化して表示することで、運転員の直感的理解を向上させるインタフェース設計手法を提案し、この手法により原子力プラントの異常診断用インタフェースを試作した。

(3)の研究では、事故運転教育とオペレーターのワークロードを予測する方法を開発している。提案する手法は、(a)MFMの定性推論によるプラント異常事象の伝播過程の生成、(b)事故の進展に伴う運転員の異常対応操作とプラント事故シナリオの変化をPetri-Netでモデル化、(c)事故シナリオの変化に伴うプラント挙動の進展をアニメーションとテキストで表示するグラフィカルインタフェース、の三つから構成され、開発したプロトタイプを用いたシミュレーションで、提案する手法が運転員の異常診断や対応操作の訓練に適用できるばかりでなく、プラント異常時の運転員操作の心的負荷の時間的変動を推定する方法へと拡張できることを示し、原子力プラントの事故時運転技術の向上に有用な手法となりうることを示した。

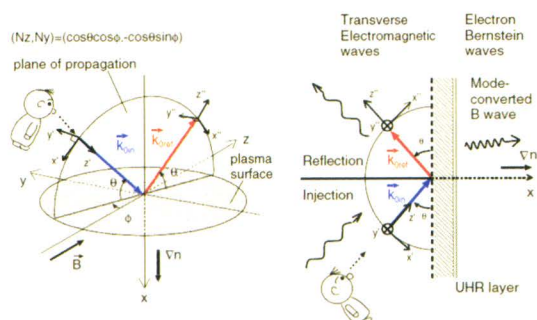
氏名	欧陽 軍
論文題目	A Methodological Study on Fault Diagnosis and Simulation of Man-Machine Scenario in Accident for Nuclear Power Plant (原子力発電所の故障診断と事故時のマンマシンシナリオシミュレーションの方法論に関する研究)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	手塚 哲央

本研究では、原子力プラントの運転の安全性を向上さ

エネルギー基礎科学専攻

氏名	伊神 弘恵
論文題目	電子バースタイン波への高効率モード変換のためのマイクロ波の最適入射法の研究
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	前川 孝

近年、高効率の核融合炉の実現を目指して高 β プラズマの閉じ込めと加熱の研究が活発になっている。ここで、 β = プラズマの圧力/プラズマ閉じ込め磁場の磁気圧力、である。マイクロ波による電子サイクロトロン加熱はプラズマの加熱と制御の重要な手段であるが、高 β プラズマにおいてはプラズマ密度も高く、電磁波モードはプラズマ中心に侵入不可能になり、静電波モードである電子バースタイン波が唯一の伝播可能モードとなる。この場合、入射マイクロ波電力がプラズマ表層にある高域混成共鳴層において電子バースタイン波にモード変換され、これがプラズマ中心部に伝播し、電子サイクロトロン共鳴吸収される。問題はいかに入射マイクロ波電力を高効率で高域混成共鳴層に送り込むかである。従来のX波の垂直入射法はプラズマ密度勾配が急峻な場合のみ有効であり、OXB法と称せられているO波の斜め入射法は逆に密度勾配が十分に緩やかな場合のみ有効である。O波とX波の適切な混成による干渉効果を用いれば高域混成共鳴層に送り込めるマイクロ波電力を最大にできると着想し、最適混成法を定式化して、従来の方法では対応できなかった中間密度勾配領域においてもほぼ100%の変換効率が得られることを示した。さらに、マイクロ波の入射屈折率ベクトルが、z成分 (N_z) に加えてy成分 (N_y) も持つ一般的な場合について N_y - N_z 面上にモード変換効率を等高線表示したモード変換透過窓を導入し、入射波の自由空間波長で規格化した密度勾配長とサイクロトロン周波数で規格化した入射波周波数の広いパラメータ空間において、モード変換透過窓が大きく4種類の型に分類できることを示し、入射周波数が高くなるとともにモード変換透過窓が、 N_y - N_z 面の全領域にわたって完全なモード変換が得られない「磨りガラス」型から順次、100%の変換効率が得られる領域を持つ「垂直X」型、「最適混成モード」型、「OXB」型に移り変わることを明らかにし、実験での周波数や偏波、入射角などの選択に有用な知見を与えた。



氏名	Kitiyanan, Athapol
論文題目	Dye-sensitized Solar Cells Using Nanostructured TiO ₂ -based Binary Metal Oxides (チタニア系複合金属酸化物ナノ材料を用いた色素増感太陽電池の研究)
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	吉川 暹

本論文は、次世代太陽電池の一つとして期待される色素増感太陽電池の高効率化に向けて、チタニア半導体電極に、異種金属元素を微量添加することによる複合電極の新たな調製方法を提案し、その光電変換特性の制御可能性および素子の高効率化について研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

- (1)TiO₂-ZrO₂二元系において、ZrO₂の微量添加が、高変換効率を得るのに望ましいTiO₂アナターゼ相の熱安定性を高めることを見出し、5 mol%添加により相変態温度が800℃以上となることを明らかにした。さらにZrO₂の添加が、メソポーラス材料の高表面積化および半導体バンドギャップの広幅化に寄与していることを示した。
 - (2)TiO₂-ZrO₂二元系複合電極を用いた色素増感太陽電池デバイスを作製し、電極特性を詳細に検討した結果、開放電圧、短絡電流ともに改善され、ZrO₂を添加していない系に比べ光電変換効率が17%改善されることを明らかにした。
 - (3)TiO₂-GeO₂二元系についても同様に固溶体を作製し色素増感太陽電池への適用を試みた結果、5~10%のGeO₂の添加により特性が20%改善されることを明らかにし、固溶体化による微細化に対応した色素吸着量の増加を示唆した。
 - (4)以上から得られた結果を体系化し、より効果的な微量添加元素を見出すために、種々の元素との固溶体化についてX線光電子分光法 (XPS法) を用いて詳細に検討した結果、表面欠陥構造と開放電圧に相関関係があることを見出し、構造中のTi³⁺が増加するに伴い、開放電圧が低下することを明らかにした。
 - (5)素子性能の向上に必要な2次元評価手法として、レーザー励起電流法 (LBIC法) による、色素増感太陽電池デバイス中の欠陥構造の非接触・非破壊検出手法の確立に成功し、加速化した寿命試験を実現した。
- これらの研究は、色素増感太陽電池など有機太陽電池の光電極の汎用性の高い新規製造法を提案し、その高度化手法についての大きな可能性を示したものであり、エネルギー科学分野に大きく貢献するものである。

氏名	金子 昌司
論文題目	ヘリオトロンJにおける高速イオンの挙動に関する研究
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	近藤 克己

本論文は、先進ヘリカル型磁場閉じ込め装置であるヘリオトロンJにおける高速イオンの磁場配位依存性について研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1)ヘリカル軸ヘリオトロン磁場における磁場構造を表すフーリエ成分の一つであるバンピー成分による高速イオン閉じ込め改善を実験的に検証するため、異なったピッチ角分布をもつ高速イオンの生成とエネルギースペクトルおよびピッチ角分布測定システムの構築を行った。
- (2)中性粒子ビーム入射によってエネルギー E_{inj} (28~30keV)、 $E_{inj}/2$ 、 $E_{inj}/3$ の高速中性粒子から高速イオンを生成し、定常状態のエネルギースペクトルおよびピッチ角分布と中性粒子ビーム入射停止以後の時間変化から得られる減衰時間をFokker-Planck方程式による解析結果と比較することにより実効的な高速イオン損失時間を評価した。その結果損失時間は高バンピー磁場配位において約30%長くなり高速イオンの閉じ込め改善が確かめられた。
- (3)イオンサイクロトロン周波数帯加熱によって生成される4~10keVの高速イオンのエネルギースペクトルと高速イオンの軌道計算結果から共鳴層で生成される高速イオンのピッチ角が $100\sim110^\circ$ に分布することを明らかにした。また高エネルギーイオンからバルクイオンへのエネルギー伝達効率を評価したところ低バンピー配位に比べ高バンピー磁場配位において約50%の増加が見られバルクイオン温度の上昇が確認された。これらの結果は、バンピー成分を大きくすると粒子損失が飽和するまでの時間が長くなるという理論解析と良い一致を示している。
- (4)電子サイクロトロン加熱を行ったプラズマにおいて電子密度が $1\times 10^{19}m^{-3}$ 以上では、イオンのエネルギースペクトルは単一のイオン温度をもつマクスウェル分布になるが、電子密度の減少に伴いバルクイオン温度の数倍のエネルギーをもつ高速イオンのテール成分が生成されることを見出した。電子密度 $0.5\times 10^{19}m^{-3}$ でテール成分の割合が5%に達することを確かめた。テール成分生成の電子密度、電子サイクロトロン加熱パワー、磁場勾配の依存性から高速電子によるイオン加熱の可能性が大きいことを示した。

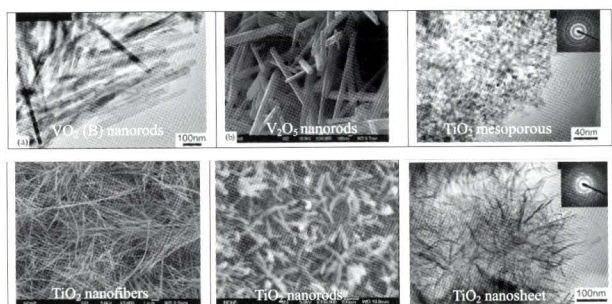
以上、本論文は先進ヘリカル型閉じ込め装置において閉じ込め磁場成分のバンピー成分が高速イオンの閉じ込め特性に大きく影響することを明らかにし、バンピー成分を大きくすることが有効であることを示した。

氏名	Pavasupree, Sorapong
論文題目	New Aspects of Nanostructured Metal Oxides as Energy Materials (ナノ構造金属酸化物の創製とエネルギー材料への展開)
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	吉川 暹

著者は、世界に先駆けて新規1次元ナノ材料創製に成功して、ゾルゲル法と水熱合成法を融合させた新しい手法の開発により、すでに10種類をこえる酸化物1次元ナノ材料の合成に成功した。また、得られた材料を光触媒や色素増感太陽電池へと展開することにより、高い性能を実現している。得られた主な成果は以下のとおりである。

- (1)酸化還元触媒への応用が広く進められている酸化バナジウム系において、ゾルゲル法と水熱合成法を組み合わせることにより、準安定相である $VO_2(B)$ 相をはじめとする、形状が高度に制御されたナノロッドおよびナノワイヤーを合成することに成功した。また同手法を希土類酸化物の1次元ナノ材料創製にも展開した。また、ゾルゲル法を改良した簡便な合成手法により結晶性に優れ気孔径が制御された TiO_2 、 CeO_2 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 HfO_2 系メソポーラス材料を合成することに成功した。さらに50 mol%の CeO_2 を添加したチタニア複合系酸化物が両酸化物にはない可視光応答性を示すことを見出し、 CeO_2 単相に比べて可視光下で3倍を超える高い光触媒活性を実現した。
- (2)天然ルチルサンドを原料として、一段階で高純度な $TiO_2(B)$ 、アナターゼ、ルチル相ナノファイバーを得る手法を確立し、エネルギー分野で重要な1次元ナノ材料を低環境負荷・低コストで合成することに成功した。
- (3)水熱合成法の改良により TiO_2 1次元ナノ材料をさらに高比表面積化しつつ微粒子と複合させたナノロッド/ナノ粒子メソポーラス複合体を合成することに成功した。これを色素増感太陽電池に応用した結果、最適化を行わずに光電変換効率7.12%を達成し、優れた光機能性を持つことを明らかにした。
- (4) TiO_2 ナノ材料を2次元ナノシート化することに成功し、 $642 m^2/g$ という世界最高の比表面積値を達成した。その色素増感太陽電池への応用で7%を超える高い光電変換効率を持つことを確認した。

これらの研究は、1次元材料を初めとする、多様な新規ナノ材料創製に成功したものであり、太陽電池を初めとするエネルギー材料分野に大きく貢献するものである。以下にいくつかの1次元材料の電顕像を示す。



氏名	本山 宗主
論文題目	Electrochemical Processing of Nickel Nanowire/Nanotubearrays (ニッケルナノワイヤー及びナノチューブ配列の電気化学プロセッシング)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	尾形 幸生

本論文は、ポリカーボネート膜孔内への金属電析挙動を解明し、同高分子膜をテンプレートとしてナノサイズの微小構造体を作製する可能性を検討した研究の成果をまとめている。

まず、巨視的な電極を用いてNiの電析挙動についての調査を行った。垂直平板陰極上にNiを電析し、得られた電析薄膜の結晶優先配向面を調べた。測定された電流効率から陰極表面pHを解析し、電位-表面pH図における優先配向面の分布を調べた。このようにして得られた結果は、Ni電析薄膜の結晶優先配向面の遷移が、著しい水素ガス発生によって引き起こされる事を示唆するものであった。Ni電析に及ぼす水素ガス発生反応の影響を確認する事ができた。

次に、ポリカーボネートトラックエッチメンブレンをテンプレートに用いて金属ナノワイヤー配列の電析を行った。ポリカーボネートトラックエッチメンブレンは、 10^8cm^{-2} オーダーの密度で微小径の細孔を膜面に垂直に有した構造をしている。細孔内に均一にCuおよびNiを電析する事ができ、テンプレートを溶解する事でナノワイヤー配列が得られる事を確認した(図1)。トラックエッチング技術で実現可能な最小径は10 nm程度である。15 nm径の細孔内においても電析が可能である事を示した(図2)。

さらに、CuとNiでは細孔内での成長形態が大きく異なる事を明らかにした。Niでは特定の条件下でナノチューブを形成する。初期過程の観察により、析出する結晶粒が細孔径に比べ微細であれば、孔の閉塞が起こらずに、チューブ状に成長する。この状況がNiでのみ起こる事を確認した。ナノチューブの壁の厚みは、電位とpHを変える事によって10 nmから70 nmの範囲で制御可能である事を示した(図3)。

最後に、ナノチューブ形成の機構解明を目的として、電析過程の電流効率を測定した。電流効率が100%に近い電析条件下では、ナノワイヤーが得られ、電流効率が70%近くまで低下する条件でチューブ構造が発現した。この結果に基づいて、副反応として起こる水素発生により生成する気泡の存在がチューブ構造発現に関与する成長モデルを提案した。

これらの研究は、遷移金属ナノ構造配列を電気化学的に作製する過程を詳細に検討したものであり、エネルギー材料として注目されているナノ構造体の製造法に多くの知見を与えるものであり、エネルギー科学分野に大き

く貢献するものである。

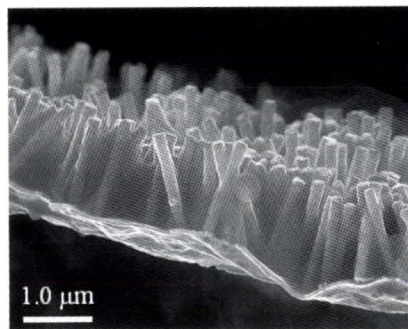


図1：テンプレート除去後のNiナノワイヤー配列のSEM写真。ワイヤー径は100 nm。

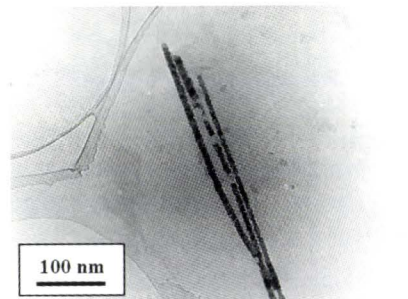


図2：テンプレート除去後、配列体から分離させて観察したNiナノワイヤーのTEM写真。ワイヤー径は15 nm。

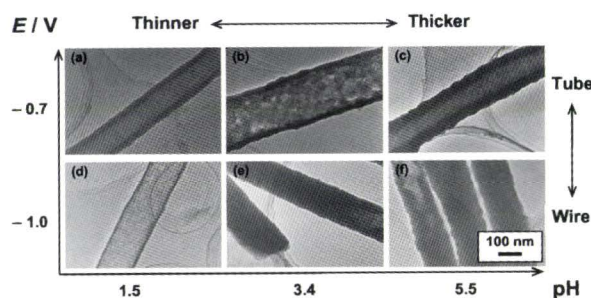


図3：電位(E vs Ni)とpHの異なる条件で作製したNiナノワイヤー、及びナノチューブのTEM写真。

氏名	西川 慶
論文題目	Mass Transfer of Li^+ Ion Accompanied by Charging and Discharging Reaction of Li Battery Electrode (リチウム二次電池の充放電に伴う Li^+ イオンの物質移動現象)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	尾形 幸生

ハイブリッド自動車や分散型蓄電池への応用が切望されているリチウムイオン電池のさらなる高容量化は至上命題である。リチウム金属はエネルギー密度の非常に高

い材料であるものの、充放電を重ねた際の可逆性の消失が大きな問題となっている。本論文は、金属リチウムの電気化学的挙動に伴う、電解液中のイオンの物質移動現象について研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

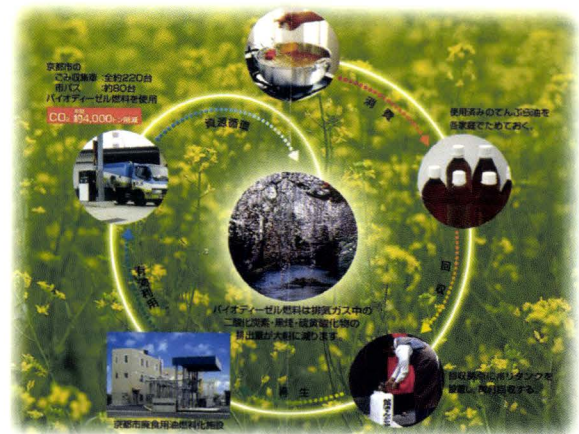
(1)液中での移動現象について議論するにあたり、拡散係数は非常に重要なパラメータである。本研究では、まず濃度の異なる溶液の二相界面を作り、モアレパターンを用いて、 LiClO_4 のPC電解液中での拡散係数の測定、ならびに濃度依存性について検討を行った。さらに、この知見を基に金属リチウムの電析、ならびに電気化学的溶解現象に伴う、電解液中での濃度分布の発達過程を、電極配置を変えてホログラフィック干渉計を用いてのin-situ測定した。電解初期においては、屈折率が見かけ上、打ち消されるといふ奇異な現象も確認され、これは電析金属リチウム上でのSEI形成反応のためであると示唆されている。また、この遅延時間を除いた測定結果と理論計算値との比較を行った結果、その形成過程は理論的に予測可能であることを確認した。

(2) 金属リチウムの電析、電気化学的溶解現象との比較を行うために、より実際の電池系に近い電極材料として、Sn-Ni合金をめっき法を用いて作成し、金属リチウムの場合と同様に充放電操作にともなう電解液中での濃度分布の発達過程について干渉計測定を行った。充放電反応に伴う表面濃度の変化は、理論的に計算したものと非常に一致を示し、またこの系では、充放電に相当する反応は合金化反応であり、金属リチウムの析出は伴わないため、電解初期での干渉島変化の遅延もほとんど確認されなかった。さらには正極材料として実用化されている LiCoO_2 の薄膜をスパッタリング法で作成し、同様の測定を行ったところ、やはり充放電に伴う濃度分布の発達 は理論的に予測可能であり、金属リチウムの場合に測定されたような遅延時間というようなものは確認されなかった。

以上のように、本論文は金属リチウムの電気化学反応に伴う物質移動現象の特異性、ならびに他の電極材料の電気化学反応に伴う濃度分布発達過程に関する重要な知見を与えるものである。

氏名	中村 一夫
論文題目	廃食用油のディーゼル燃料への循環利用に関する研究
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	塩路 昌宏

近年、カーボンニュートラルなバイオ燃料の有効利用が国内外で注目され、とくに我が国における特徴的な取り組みとして、廃食用油のディーゼル燃料利用が自治体を中心に検討され始めている。本論文は、廃食用油バイオディーゼル燃料の実用化に向けて、廃食用油の回収から燃料化、ディーゼル車でのクリーン使用、燃料製造過程における廃棄物の再資源化に至る、各段階での影響要因の解明と技術的な対応策を示したもので、バイオディーゼル燃料の品質規格策定への技術的根拠を与えるとともに、同様の事業に取り組む全国自治体に対する貴重な指針を与えている。



まず、排出源まで遡った廃食用油の排出実態を調査し、個別排出源では変動係数が大きく、混合による均質化が重要であることを示すとともに、燃料化プロセスにおいて品質に大きく影響する廃食用油の性状とバイオディーゼル燃料への転換の要件を明らかにした。

つぎに、製造した燃料で実車走行した際の車両影響について調査し、燃料中に含まれるグリセリンなどの不純物やエステルが短期及び長期的に影響すること、湿式洗浄方式による燃料品質の改善や燃料供給系統の使用材質の変更が効果的であること、などを示すとともに、品質の異なる燃料による排ガス調査を実施し、未反応油が排ガス中の臭気濃度、アルデヒド類、粒子状物質などに及ぼす影響を示し、酸化触媒を装備した新短期排出ガス規制適合車では、排ガス中の臭気やダスト類が大きく低減されることを明らかにした。

さらに、燃料製造条件について調査し、モノグリセリドなど未反応油の少ない高品質化の反応条件として、エステル交換反応の2段化やメタノール触媒などの最適添加量を明らかにするとともに、エマルジョン化の要因と

それを防止するための高品質化の反応条件を示した。また、バイオディーゼル燃料の低温流動性、酸化安定性について調査し、飽和脂肪酸メチルエステルにより流動点、目詰まり点が上昇し低温流動性が悪化すること、不飽和脂肪酸メチルエステルにより酸化安定性が悪くなること、などを明らかにし、それぞれに対して適切な添加剤による品質改善効果を示した。

最後に、燃料製造過程から排出される廃グリセリンの再資源化について、メタン発酵によるバイオガス化の可能性および連続発酵における生ごみとの混合発酵の必要性を示した。

氏名	Cho Hang-Sik
論文題目	Effects of Cr and Al on Corrosion Behavior and Mechanical Properties of Oxide Dispersion Strengthened Steels (酸化物分散強化鋼の腐食挙動および機械的性質に及ぼすCr およびAlの影響)
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	木村 晃彦

核融合炉ブランケットや次世代原子力システムの構造材料として利用が期待されている高Cr酸化物分散強化鋼(ODS鋼)の開発に関わる研究の一環として、高強度化および構造材料の寿命を決定すると考えられている耐食性と耐熱時効脆化特性の向上を目指した研究を行った。得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 19wt%CrODS鋼の室温における引張応力は約1300MPaであり、通常のフェライト鋼の2倍の値を示した。高Cr-ODS鋼への4.5wt%Al添加は、酸化物粒子の粗大化と数密度の減少を引き起こし、降伏応力は約300MPa低下したが、引張伸びは逆に増加することを示した。また、Al添加の効果として、ODS鋼の製造プロセスに不可欠な熱間押し出しが原因となっている強度特性における異方性発現の抑制を見出した。

(2) 超臨界圧水(510℃、25MPa)中における耐食性を評価した結果、14wt%Cr-ODS鋼の耐食性は18Cr-8Niステンレス鋼(SUS316L)を凌駕することを示した。ODS鋼の酸化皮膜はステンレス鋼に比べても薄く、Crを含んだスピネル構造であることが判明した。Cr濃度の増大は安定したCr保護皮膜の形成を促進させ、さらにAl添加はCr保護皮膜と母材との間にAlを含んだ保護皮膜を形成させることを明らかにした(図1参照)。

(3) ODS鋼のCr濃度が19%を超えると、500℃、1万時間の熱時効によって延性脆性遷移温度(DBTT)が上昇し、熱時効脆化が生じるが、16%以下の場合には発現しないことが判明した。DBTTの上昇はCr濃度の増大につれてFe/Crの二相分離が顕著になり、Cr-rich相の形成による硬さの上昇に起因することを明らかにした。同一時効条件で比較した結果、ODS鋼の熱時効脆化は通常のフェ

ライト鋼に比べ抑制されることを見出した。

(4) 高Cr-ODS鋼は、400℃以下での中性子照射により伸びの減少を伴わない照射硬化を示し、硬化量は照射温度が低い場合や高Cr濃度側で顕著になることを明らかにした。また、600℃においては照射の影響はほとんど見られず、ODS鋼の優れた耐照射性が発現されることを見出した。Cr濃度が16wt%を超えると、400℃での照射は二相分離を引き起こし、DBTTの上昇を引き起こすが、14wt%Cr-ODS鋼ではDBTTの上昇は認められず、優れた耐照射性能を示した。

以上の様に、本研究では、超臨界圧水中での腐食挙動および熱時効脆化ならびに照射脆化に及ぼすCr量およびAl添加の影響が明らかにされ、その得られた実験結果に基づき、高Cr-ODS鋼の最適Cr濃度を検討し、最適量が15wt%付近にあることを提示している。

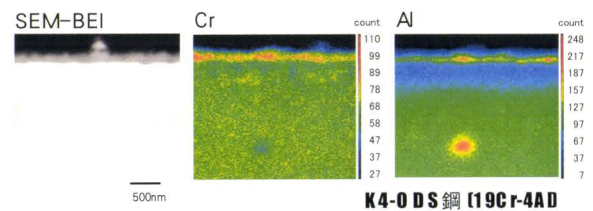


図1：EMPA波長分析による元素マッピング。Cr-rich層とAl-rich層の形成が確認された

氏名	小池 誠
論文題目	直接噴射式ガソリンエンジンの未燃排出物低減に関する研究
学位授与日	平成18年9月25日
指導教員	塩路 昌宏

自動車用エンジンの低公害化とともに、CO₂排出抑制と石油資源の有効利用に対する社会的要請が強くなっており、その多くを占めるガソリンエンジンの研究開発では、この課題に積極的に取り組んでいかねばならない。本論文は、自動車の高効率化のための実用システムとして期待されている直接噴射式ガソリンエンジンの燃焼技術開発を目指し、同エンジンの特徴である成層燃焼において課題となる未燃排出物低減とその解決のための基礎から応用にいたる技術開発に関する研究内容をまとめたもので、得られた知見は実際の自動車用エンジンにも多く採用されている。

まず、成層燃焼方式のエンジン燃焼特性を詳細に調べ、未燃燃料や不完全燃焼が生じる要因を考察し、これをもとに偏平扇状噴霧(ファンスプレー)を用いた独自の混合気形成法を提案した。その特徴を透過光減衰法や数値計算流体力学、レーザ誘起蛍光法によって解析するとともに、単筒エンジンの燃焼試験結果に基づき、本手法の有効性を示した。

つぎに、成層混合気の周辺部に存在する希薄混合気の

燃焼を促進するために、窒素酸化物NO_xの抑制に使われている排気ガス再循環（EGR）技術に着目し、既燃ガス温度に対する層流燃焼速度と窒素酸化物の生成速度の関係をもとに、前サイクルの既燃ガスを直接再吸入するEGR法を提案した。また、火花点火成層燃焼法では火炎伝播速度を維持するために、通常と異なる高温EGRが有利であることを明らかにし、燃焼効率の向上とNO_x低減を同時に実現するための、実用上有用な知見を示した。

さらに、直接噴射式ガソリンエンジンにおける燃料付着がピストンの一部に集中することに着目し、その部分を低熱伝導材であるチタンに変更して局所的に温度を高める方法を提案した。その効果をエンジン実験により検証し、ピストン上の燃料衝突位置の温度が上昇した結果、成層燃焼時のHC、COが減少するとともに、燃焼効率改善による熱効率向上も同時に得られることを明らかにした。また、始動暖機過程においても噴霧衝突位置の温度が素早く上昇し、50%以上のHC低減が可能となることを示した。

最後に、成層燃焼における未燃物質排出要因である混合気の濃度むら、過薄混合気、燃料付着のそれぞれに対して独自の改善方法を提案し、さらにそれらの方法を種々の計測や数値計算によって裏付け、実用エンジン実験によって総合的にその効果を実証した。

氏名	登尾 一幸
論文題目	分子過程を考慮した粒子コードによる慣性静電閉じ込め核融合(IECF)装置の動作解析
学位授与日	平成18年11月24日
指導教員	小西 哲之

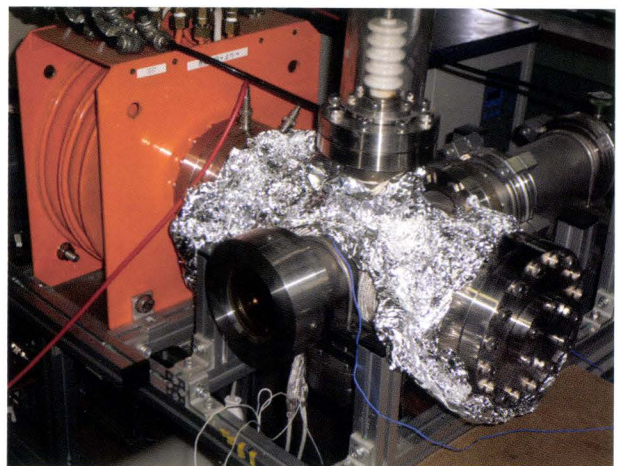
本論文で取り上げた慣性静電閉じ込め核融合（IECF）装置は、小型の放電装置によって核融合反応を起こすもので、医療面や工業面への応用が可能な小型軽量な中性子・陽子線源としての用途が期待されている。本研究では、動作メカニズムが十分解明されていないこの装置について、原子分子過程を考慮した粒子シミュレーションによる解析により、その物理現象を明らかにし、さらにその結果に基づいて独創的な核融合反応率の向上手法を提案し、実験的に検証を行った。

新たに開発したシミュレーションコード（分子過程を考慮した空間1次元・速度2次元の粒子コード）を用い、低重水素ガス圧での放電による粒子挙動の解析を行った。ガス圧が0.6Pa程度以上のグロー放電領域では、イオンが印加電圧により加速する途中で中性粒子と荷電交換して高エネルギーが得られないため、中性子生成率の増加のためにはより低圧領域で運転すべきことを示した。次に低圧かつ電流値も数十mA以下の領域について解析し、イオンのエネルギーや平均自由行程がガス圧の低下とともに増加するが、ターゲットとなるガス密度の減少のため中性子生成率そのものは減少することを示し

た。本装置の動作原理が、従来考えられていた複雑なポテンシャル構造による加速のメカニズムではないことを示し、加速イオンと中性粒子の相互作用によるまったく新しい物理描像をこの装置に与えることで、本IECF装置の各運転領域における特性と、性能の最適化の指針、および限界が明らかになった。

さらに本コードは気相だけでなく電極表面に吸着された粒子を含む解析が可能であり、この電極表面反応の中性子発生への寄与が大きいことを見出した。空間中の粒子の少ない低ガス圧領域ではこの効果は顕著であり、これを積極的に利用することで核融合反応率を大幅に増加することができる。この計算予測を検証するために、円筒形装置で電極表面に水素吸蔵性のあるチタンを蒸着した結果、中性子発生は顕著な増加を示し、ガス圧への依存性も計算結果と一致することを実証した。これは従来と異なる、電極表面での反応を重視した独創的な方式の中性子発生装置に見通しを開くものである。

これら一連の成果により、IECF装置における中性子発生について、従来不明であった物理的な現象が広い運転領域で理解されるとともに、実用的な中性子発生装置としての設計、最適化に向けた基盤が確立された。



本研究で使用した円筒形慣性静電閉じ込め核融合(IECF)装置。全長1mにも満たない装置でありながら核融合反応の発生が可能である。本研究では電極にチタンを蒸着することで反応率を増加させることに成功した。

エネルギー応用科学専攻

氏名	荻原 寛之
論文題目	環境調和型鉄鋼材料の複合苛酷環境挙動に関する研究
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	香山 晃

本論文は、発電を目指す核融合炉ブランケット・システムの最適化を目的とした第一壁・ブランケット構造用低放射化鉄鋼材料の研究に関して、イオン照射法による微細組織発達と強度特性の相関における照射効果に関する成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

本研究は、(1) 複合イオン照射実験による照射下材料組織変化の詳細解明、(2) 超微小押し込み試験法によるイオン照射材の硬度変化の解明 (3) 微細組織変化一強度特性変化の相関の解明、に大別される。これらの結果の総合により、低放射化鉄鋼材料の複合苛酷環境における弾き出し損傷と核変換ヘリウム生成の同時照射効果の概要を明らかにすることを目的としている。まず、超微小押し込み硬さ試験による、イオン照射材における表面近傍に限定される損傷領域の強度特性の局所評価技術を確立し、これらを通じて、低放射化鉄鋼材料における弾き出し損傷と核変換ヘリウム生成の同時効果の照射誘起による微細組織と強度特性の相関の解明を試みるための手法を確立している。これら技術基盤のもと、重照射下での微細組織変化をキャビティ組織、転位組織および析出組織に分類し系統的に整理しており、中でもキャビティ組織形成が、マルテンサイト組織および照射前熱処理によって複雑に変化することを明確に示している。さらに、実験の困難さより研究例のきわめて少ない照射誘起析出相挙動に注目し、重照射下における $M_{23}C_6$ およびMX系の析出物形成に対するヘリウム効果についての新しい知見を系統的に獲得し示している。微細組織一強度の相関においては、キャビティ組織、転位組織および析出組織の照射硬化因子を系統的に検討し、マルテンサイト内存在する微細な照射欠陥の影響を明らかにしている。本研究で得られたイオン照射による体系的な重照射データは、過去の核分裂炉中性子を用いた照射研究では明確に示すことの出来なかったものであり、高精度での照射条件の制御性と幅広い条件範囲を有することかがもたらす複合イオン照射法の核融合中性子照射模擬手法としての有効性をフェライトマルテンサイト系鉄鋼材料において示した画期的なものである。

氏名	大屋 正義
論文題目	Stability of superconducting magnets cooled by superfluid helium (超流動ヘリウム冷却超電導マグネットの安定性)
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	塩津 正博

超流動ヘリウム(He II)は常流動ヘリウム(He I)に比して優れた冷却特性を持ち、核融合炉や加速器などの大型超伝導マグネットの冷媒として期待されている。本研究論文は、He II冷却超伝導マグネットの設計に不可欠である機械的擾乱に対する安定性の理解のため、細線超伝導体や実際に核融合実験炉に用いられるような大型導体を用いた試験コイルをHe II冷却した場合の冷却安定性について、実験的及び解析的に論じた結果について述べている。主な内容は以下のとおりである。

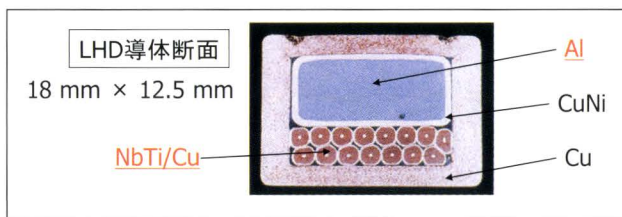
- (1) 直径0.5mmのNbTi/Cu複合超電導細線を巻いた単層試験コイルで安定性試験を行い、熱擾乱を模擬したヒータ入熱によって発生した常電導部の回復・伝播特性を明らかにするとともに、超流動冷却の有効性を定量的に示した。また、超流動冷却時には試験コイルの最大回復電流が導体表面状態に大きく依存することを明らかにした。
- (2) 熱バランス方程式、分流モデル及び超流動ヘリウム熱伝達データベースに基づく1次元計算コードを開発し、発生した常電導部の回復伝播特性が上述の実験結果と良く一致することを示し、高磁場・高電流密度領域における安定性は従来基準として考えられていた液体ヘリウムの臨界熱流束よりも導体表面状態に依存するKapitza抵抗によって支配されること、より高い安定性を得るためには導体表面のKapitza抵抗を十分に考慮した導体設計を行うことが重要であることを明らかにした。
- (3) 核融合科学研究所の核融合実験装置 (LHD) に用いられているアルミ安定化大型導体の安定性及びこの導体特有の電磁現象について研究を行っている。まず、超流動ヘリウム中で数十kA級の大型導体の安定性試験を可能にする変圧器型電流供給法を開発している。この方法は、今後、種々の大型導体を用いて安定性試験を行う際に非常に有用なものである。各冷却モードにおける安定限界電流を比較した結果、例えば5.5 Tにおいて、飽和He I(4.2 K)からサブクールHe I(2.2 K)に移行することで15%、4.2 Kから加圧He II(2.0 K)に移行することで50%程度上昇し、サブクール常流動及び超流動冷却の有効性を定量的に明らかにした。
- (4) LHD導体表面に施されている黒化処理を除去した試験コイルについて試験を行い、加圧He II冷却の場合、安定限界電流が黒化処理導体より50%も上昇する等、導体表面状態が過渡安定性に及ぼす影響を明らかにした。
- (5) 電磁現象と超流動ヘリウムの熱伝達データベースを用いて二次元過渡安定性解析コードを開発して解析を行った結果、発生した常電導部が導体長手方向に対して非

対称に伝播する現象を初めてシミュレートし、LHD導体の過渡安定性を記述することに成功した。

以上、本研究では、超流動ヘリウム冷却超伝導マグネットの設計に重要な熱擾乱に対する冷却安定性について、NbTi/Cu複合超伝導細線と、臨界電流数十kA級のアルミ安定化LHD導体を用いた安定性試験を行い、NbTi導体を高磁場・高電流密度領域において使用する場合に共通の問題や大型導体に特有の過渡安定性に関する問題点を明らかにすると共に、数値解析によってその原因を検討し明らかにした。



LHD導体テストコイル外観



氏名	近藤 創介
論文題目	SiCの微細組織に及ぼす照射効果
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	香山 晃

本論文では、これまで情報が極めて限られていた炭化珪素 (SiC) の照射後微細組織変化を、広範囲照射条件 (変数として照射温度・損傷量・フラックス・ヘリウム注入速度など) における高効率かつ高精度な評価法の確立に基づき系統的に明らかにし、その中で見出した新しい現象の機構解明を試みている。微細組織に関するこれらの成果は、照射による材料の巨視的な特性変化に密接に関連するものであり、実環境下での材料挙動を予測し、

構造設計に反映させるためには不可欠な学術的な基盤となる。論文では、照射による材料の体積膨張と微細組織変化の相関について議論しており、安全に使用できる照射条件範囲、及びその範囲外で予想される材料課題を機構論に基づき指摘している。また、加速器照射と中性子照射データの相関を明らかにするための基礎となる、損傷速度効果についても検討しており、これまで金属材料などで報告されている比較的単純な温度シフトによる解釈ではなく、はじき出し損傷とヘリウム注入の同時効果がSiとCの構成元素により異なる依存性を持ち、損傷速度効果も顕著に現れることを示している。また、本研究の中で明らかにした結晶構造に基づく照射損傷組織発展の異方性、すなわち、結晶面ごとに異なる欠陥組織の成長挙動のあることを示し、照射中に発生する材料内部の応力状態の結晶方位依存性を重要な因子として、その機構を考察している。さらに、この機構により熱クリープが問題とならない温度域でも、照射下クリープが発生することを指摘している。また、欠陥組織の原子配列に関わる組成構造から解析し、新たな組み合わせイオン照射法を試み、欠陥内部のSiおよびC原子の化学量論組成比が維持可能な条件下において欠陥集合体が安定に成長しうることを初めて示し、これがSiCの高い照射下組織安定性に効果的に寄与していること、すなわち、従来の欠陥成長の予測モデルでは、SiCの欠陥組織の変化を正確に記述できないことを示唆している。これを踏まえて、電子線照射と計算機によるシミュレーションで欠陥集合体の発展過程に及ぼす、電気的中性条件の効果についても検討しており、その重要性を実験及びモデル検討の両面より明らかにする新たな研究展開を提示している。これら一連の研究は、精度の高い照射データの蓄積や現象論的理解の向上に留まらず、照射による材料特性変化の基礎をなす欠陥蓄積・集合体形成・組織発展過程の機構論的解明に至り、新たな物理機構の提案にまで至っている。

氏名	濱 勝彦
論文題目	Film Boiling Heat Transfer in Various Liquids Under Natural Convection and Forced Convection Conditions (自然対流及び強制対流の状態での種々の液体における膜沸騰熱伝達の研究)
学位授与日	平成18年3月23日
指導教員	塩津 正博

本論文は、高エネルギー密度機器において使われる冷媒液体の膜沸騰現象に関する研究成果について述べている。膜沸騰は液中の過熱固体が蒸気で包まれた熱伝達の非常に悪い沸騰形態であり、軽水炉冷却水喪失事故時の再冠水過程の安全解析や超流動ヘリウム (He II) 冷却大型超伝導マグネットの冷却設計や安定性解析において

重要となる。これらのための基礎データを得ることを目標として、垂直円柱に並行して水やフロン113が流れる場合の強制対流膜沸騰熱伝達や、プールHe II中の膜沸騰熱伝達を実験的・解析的に研究した。得られた主な成果は次のとおりである。

(1)垂直円形流路中心におかれた垂直円柱発熱体における水及びフロン113の強制対流膜沸騰熱伝達実験を、発熱体温度、圧力、流速、サブクール度を変えて行い、ある流速（飽和状態では約1 m/s）以下（第1領域）では熱伝達の流速依存性が殆ど無く、それ以上の流速（第2領域）では流速上昇とともに熱伝達が向上することを明らかにした。次に、放射熱の影響まで組み込んだ垂直円柱強制対流膜沸騰熱伝達の一般的表示式を提示し、実験結果を良く記述しうることを示した。

(2)He II中の水平円柱発熱体における膜沸騰熱伝達実験を、広範囲な発熱体表面過熱度、発熱体直径、圧力、液温に対して行い、熱伝達係数は、過熱度が低い程、発熱体直径が小さい程、液温が低い程、また、系が飽和状態では、発熱体上の液位が大きいく程高くなることを明らかにした。

(3)境界層近似を適用した水平円柱層流膜沸騰モデルと、2流体モデルに基づいて新しく導出した円柱状の気・液界面からHe II中への熱流束評価式を用いて数値解析を行い、広範囲なパラメータに対する数値解析結果を記述する無次元表示式を導出し、これを実験結果に基づいて修正した新しい膜沸騰熱伝達表示式を提示して、実験結果と20%以内で一致することを示し、その有効性を確かめた。

(4)大気圧下He II中の垂直平板発熱体における膜沸騰熱伝達を、広範囲な発熱体表面過熱度について、発熱体寸法、液温を変えて求め、熱伝達係数の過熱度依存性や液温依存性の傾向は円柱の場合と類似であるが、発熱体巾や高さには殆ど依存しないことを明らかにした。

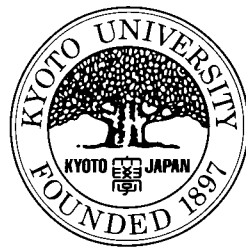
(5)重力の効果が異なる以外は水平円柱と同様な層流膜沸騰モデルと、2流体モデルに基づく平板状の気・液界面からHe II中への熱流束評価式を用いて数値解析を行い、広範囲なパラメータに対する数値解析結果を記述する無次元表示式を導出し、これを実験結果に基づいて僅かに修正した新しい膜沸騰熱伝達表示式を提示して、実験結果と20%以内で一致することを示し、その有効性を確かめた。

以上、本研究では通常液体の強制対流膜沸騰熱伝達及びプールHe II中の膜沸騰熱伝達に関して、採用しうる幅広い冷却条件に対する熱流動特性を実験的・解析的に明らかにした。

氏名	Zuhair Subhani Khan
論文題目	Development of environmental barrier coatings (EBCs) on SiC and SiC-composites for advanced energy generation systems (先進エネルギーシステム用耐環境被覆のSiC及びSiC/SiC複合材料への応用)
学位授与日	平成18年7月24日
指導教員	香山 晃

本論文は、総合性能に優れた超高温材料として先進原子炉・核融合炉やガスタービン・エンジンなどでの幅広い利用が検討されている炭化ケイ素(SiC)とSiC複合材料(SiC/SiC)に関するものであり、重要課題の一つである耐酸化特性や耐照射特性付与のための被覆技術開発の研究成果をまとめている。主な成果は以下のとおりである。SiCへの高融点金属被覆の新しい手法としての高エネルギー密度赤外線照射(IR)法についてタングステン(W)、モリブデン(Mo)被覆の形成過程を詳細に述べ、IR法におけるビーム出力、走査速度、W粉末の粒径、粉体層の厚さ、予熱処理、界面設計、後熱処理、などの適正化が界面反応層(WCやW₅Si₃等)の抑制やプロセス初期段階のSiC基材表面の昇華によるロッキング効果の出現等により優れた被膜特性を生み出すことを示している。一方、SiC(Hexoloy SA)へのMo被覆では防護被覆の形成と反応層の抑制や剥離の防止が困難であり、傾斜機能の付与の必要性が示された。SiC複合材料(TyrannoHex™)へのプラズマ溶射法によるムライトとエルビウム珪酸塩被覆では溶融相からの過冷却により微細層状(Lamellar)構造が形成されており、ムライト被覆では微細亀裂が僅かに認められるが、健全な接合状態が得られた。プラズマ溶射されたセラミック被覆中の亀裂は、過冷却段階での相の多様性と基盤材料(SiC)の熱膨張係数の違いにより引き起こされるが、前処理とコーティング厚の適正化によりこの問題を許容範囲に管理できる可能性を示した。

本研究は最先端材料と新規プロセス技術の研究を通して、より信頼性のある先端エネルギーシステムを実現させるための基礎となる要素技術の体系化の試みであり、斬新なコーティング/基板の組み合わせと、新しいプロセス技術が慣性核融合炉やガスタービン等で求められている超過酷環境に適合する被覆技術となりうることを示している。新しいセラミック被覆技術に関するデータの蓄積や現象論的理解の向上に留まらず、先進的なエネルギー・システムへの応用において多くの魅力を与える現実的な技術としての成立性も示し、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。



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