

はばたき

エネルギー科学
研究科の教育研究

2006

京都大学大学院

目次

「はばたき」第4号に寄せて	1
教育研究委員会委員長 エネルギー基礎科学専攻	近藤 克己
2005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 「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」について プログラム実施責任者 エネルギー社会・環境科学専攻	坂 志朗
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	八尾 健
3. 平成17年度インターンシップ説明会の開催 教育研究委員会 エネルギー社会・環境科学専攻	石原 慶一
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	4
インターンシップに参加して - (株)大阪ガス- エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生	川上 達三
インターンシップの感想 - 昭和シェル石油(株) - エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生	東野 陽介
インターンシップ体験記 - 共同設計企画- エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生	今野 聡一郎
インターンシップを終えて - 日本原子力研究所- エネルギー変換科学専攻 修士課程1回生	山本 善彦
インターンシップの感想 - 新日本製鐵(株) - エネルギー応用科学専攻 修士課程1回生	岩崎 洋
第1期入学生からのメッセージ	8
私にとっての大学院生活 京都工芸繊維大学工芸学部	飯塚 高志
大学院での研究と企業での仕事 トヨタ自動車株式会社	井上 弘之
平成17年度修士論文題目リスト	9
博士論文要旨 平成17年1月～平成17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 北村 雅司 田邊 朋行 山本 芳弘 醍醐 市朗 隠岐 嘉重 周 楊平 Pongsak Krukanont 高橋 玲子 楊 小晶	
エネルギー基礎科学専攻 Sakulkhaemaruethai Singto 加賀田 博司 松林 政仁 裴 麗華 中川 敬三 村上 毅 安田 幸司 Bierwage, Andreas Hansjörgewitsch Sreethawong, Thammanoon 張 維忠	
エネルギー変換科学専攻 山野井 一郎 小寺 慶	
エネルギー応用科学専攻 李 在光 李 容承 沙 建軍 孫 壽正	

「はばたき」第4号に寄せて

教育研究委員会委員長 エネルギー基礎科学専攻 近藤 克己

平成17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4号をお届けいたします。エネルギー科学研究科では、平成18年設立10周年を迎えることになりました。この間エネルギーを視点の中心にすえ「エネルギー科学」という新しい学問体系の構築と国際的視野と高度の専門能力をもつ人材の育成に努力してきました。私どもはエネルギー科学研究科で学んだ多くの学生がそれぞれの分野で最大限の努力をして光輝く個性を発揮してくれることを期待しています。幸い多くの企業にエネルギー科学研究科を修了した学生を採用していただきエネルギー科学の知名度も少しずつ高まってきていると感じています。

平成17年度は、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に採用され「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」を立ち上げました。このプログラムの目的は、現代社会の要請に応えるべく修士課程、博士後期課程を一貫して基礎コース、応用コース、実務コースの3つのコースを設けあらゆる分野で能力を発揮できる博士号取得者を養成することです。従来のイメージにあるような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道を切り開くことができる研究者を育成することを第一義とします。このプログラムの中には企業における長期のインターンシップも含まれていますので企業の方々にも多大なご協力をお願いすると同時に大きなご期待をいただきたいと考えています。

2005年度の主なトピックス

7 「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

プログラム実施責任者 エネルギー社会・環境科学専攻 坂 志朗

エネルギー科学研究科では、次世代のエネルギー科学分野を担う若手研究者の育成を目的に、平成17年度から文部科学省により開始された「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業(<http://www.jsps.go.jp/j-initiative/>)に、課題名「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」で応募し、採択されました。

本研究科では、このイニシアティブ事業を通して、21世紀の国際社会の喫緊の課題であるエネルギー資源の確保や環境問題を中心とした人類の生存にかかわる様々なエネルギー問題に対して、幅広い国際性と深い専門性をもって社会の要請に応えるとともに、自然環境と人間社会との調和を図りながら、創造性と活力にあふれる21世紀社会をリードする若手研究者の育成に努めます。

1. 「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」の目的

本「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」は、これまでの専攻や課程を横断した複数の専門家との議論を通して、将来の進路を見据えながら学生自ら自主的に研究テーマを設定し、修士課程の早い段階から研究活動に没頭するとともに、博士課程に積極的に進学し、修士課程も含め、期間短縮で学位を取得することを目指します。これにより、時代の要請に的確に応えることができる深い専門性と幅広くかつ柔軟な知性を養い、大学や国公立研究機関、民間企業などでの基礎・応用研究や技術

開発、あるいは国際関連機関などの政策提言や経営戦略に積極的に参画し得る国際性、独創性を備えた若手研究者の育成を行うことを目指しています。

2. 本プログラムの内容と特色：

2-1. 修士・博士課程における一貫した教育カリキュラム

このため、本プログラムでは学生の自主的な進路選択を促すとともに、将来の進路を見据えた適切なテーマ設定を行うための各種専門コースや特色のあるカリキュラムを企画しています。具体的には、専攻を横断し、課程を縦断した以下の三つのコースを新たに設け、この中から各自の進路に合致したコースを選択していただきます。

基礎コース：大学や国公立研究機関などの基礎研究者の育成

応用コース：民間企業の技術開発部門や国公立試験機関などの応用研究者の育成

実務コース：官公庁の行政部門や民間企業の企画部門における政策および技術経営に関する文理融合型研究者の育成

また、これら各コース共通のコア科目として「創発性育成プログラム」を実施し、所属する研究室の指導教員を含め、分野を横断した専門家との議論を通して研究テーマを自主的に設定するとともに、研究報告や研究成果の発表を通してプレゼンテーションやディベート能力を

養っていただきます。

さらに、専攻を横断して三つのコースに特化した以下の「コース別コア科目」を編成し、コンピュータ・シミュレーションによる実習などを中心に、研究推進の鍵となる科目の履修を通して専門性を養い、修士課程の早期から本格的に研究活動に従事していただきます。

(1)高度エネルギーシミュレーション学（基礎コース）

数理モデルによるシミュレーション実習により、エネルギー科学に関する現象理解の直観力や科学的分析力、解析力を高める。

(2)先進エネルギーシステム設計学（応用コース）

各種ソフトウェアを用いたシミュレーション実習により、エネルギー関連の機器やプロセスの基本設計能力を養成する。

(3)エネルギー環境システム計画論（実務コース）

社会・環境との関わりの視点からエネルギーシステムをモデル化し、分析・評価できる能力を養う。

(4)エネルギー環境産業経営論（実務コース）

エネルギー環境技術開発のシーズとニーズを把握し、開発投資効果の評価など、経営戦略企画力を高める。

これらの研究を主体としたプログラムにより、期間短

縮で、修士課程（最短1.5年）および博士課程（最短1.5年）（修士・博士課程あわせて最短3年）でそれぞれの学位を取得することが可能となり、これによりエネルギー科学分野を担う若いスペシャリストとして各分野・各機関に進路を得て活躍できるよう積極的に推奨・支援するものです。

2-2. プログラムの支援体制

これらの研究活動を行うにあたっては、本事業に関連する研究機関や学会等への派遣、修士・博士学生を対象としたTA（テーチングアシスタント）、博士学生を対象としたRA（リサーチアシスタント）への採用など、目的に応じて様々な予算的サポートを得ることが出来ます。また、博士課程修了（学位取得）に際しては、各コースでの希望進路に応じた就職を積極的に支援します。

3. 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
「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業
事務局
TEL：075-753-9212 FAX：075-753-4745
E-mail：initiative@energy.kyoto-u.ac.jp

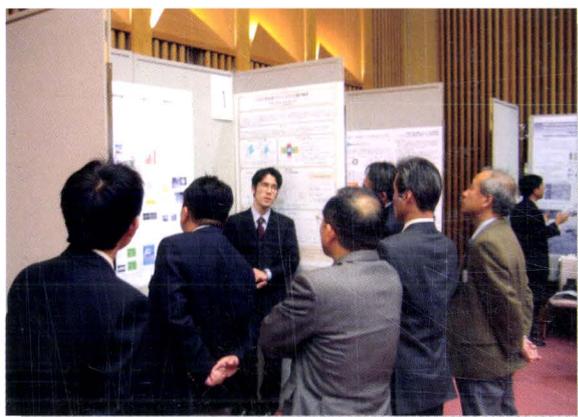
2 産学連携の取組み

産学連携担当者 エネルギー基礎科学専攻 八尾 健

産業界との連携・協力による学術研究の進展並びに社会貢献が、独立行政法人化後の大学にますます求められるようになってきている。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いる。

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17年11月24日(木)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

ンポジウムは第3回目であるが、エネルギー科学研究科とエネルギー理工学研究所はCOEに先立ち、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4回目となる。エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所及び生存圏研究所の教員の方々にシーズを募集し、21件の多彩な、興味深いテーマをご提供いただいた。当日はまず、松本紘京都大学副学長・研究担当理事に「環境調和型エネルギーの産官学民連携ー京大21COEプログラムの光る個性に期待するー」と題するご講演を、また田邊敏憲株式会社富士通総研経済研究所首席研究員・京都大学エネルギー科学研究科客員教授に「自給率50%に向



産学連携シンポジウムの模様



中国ーアセアン博覧会の会場

けた産業構造改革と政策措置」と題するご講演を頂いた。その後シーズプレゼンテーションに移り、1件ごとに4分間の口頭によるプレゼンテーションの後、ポスタープレゼンテーションを行った。活発な情報交換が行われた。参加者は、経営トップから研究者まで多彩な顔ぶれで、職種も多岐にわたっていた。参加者数は70名で、昨年度のシンポジウムとほぼ同数であった。この産学連携シンポジウムが、産業界に定着してきたことが考えられる。

産学連携シンポジウムに先立つ10月19日～22日に中国並びにアセアン諸国との連携・拠点形成を目指して中国の広西チワン族自治区の首都南寧で開催された第2回中国ーアセアン博覧会にポスター出展を行った。中国ーアセアン博覧会は広い面積に、各国それぞれの特産品から最新の工業製品に至るあらゆる物品を展示しており、中国のアセアン諸国に対する高い関心が感じられた。当方

においては、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より、英語によるもの10件、中国語によるもの1件の計11件のポスターを展示した。総勢約60名の訪問があり、また京都大学への留学に興味のある中国留学生約20名が訪れるなど、活発な交流を行うことができた。

今後の産学連携においては、大学がシーズを提供し、その中から企業が自社のニーズに合うものを選択するだけではなく、大学側から積極的に企業のニーズに答えていくことが重要になると考えられる。COEが中心となって複数の企業に働きかけてワーキンググループ委員会を設置し、包括的な産学連携を推進して行く道筋を作る検討に入っている。現在、企業への学生の長期派遣を制度化することに合意を得ている。

3 平成17年度インターンシップ説明会の開催

教育研究委員会 エネルギー社会・環境科学専攻 石原 慶一

平成17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（木）午後1時30分から4時過ぎまで、吉田キャンパス工学部2号館201講義室にて開催された。参加者は主にM1の学生で、計15名の参加があった。

プログラム

- はじめに：
エネルギー科学研究科教育研究委員会
石原 慶一
- インターンシップ活動の最近の動向：
(財) 金属系材料研究開発センター 専務理事
(NPO) 関東地域インターンシップ推進協会 理事
(NPO) JRCM産学金連携センター 代表理事
小島 彰 氏
- 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) 新日本製鐵株式会社 名古屋製鐵所
人事グループ
國安 信昭 氏
(2) 株式会社日立製作所 マイクロデバイス
事業部ミックスドシグナルLSI設計部
松本 隆 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、講師の方々を紹介後、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。

金属系材料研究開発センターの小島彰氏からは、まずご自身の学生時代のインターンシップに参加された経験を基に、就職におけるインターンシップの重要性を指摘して頂いた。その後、インターンシップの現状についてご説明頂いた。その要点をまとめると、インターンシップに

は、短期・体験型、公募・就活型、長期・実践型がある。企業サイドとしては、求人活動、戦力活用、PRの目的から近年積極的にインターンシップ活動を取り組むようになった。全国大学院学生で昨年度2013名がインターンシップに参加し、2～3週間、夏期に主に実施している。期間が長いほど効果が大きいというアンケート結果がある。また、オーバードクター問題の解決策として博士課程でインターンシップを行うということもある。大学側には事前教育とフォローアップが必要である。

新日本製鐵の國安氏からは新日鐵の事業内容の紹介があった後、採用情報とインターンシップ情報の紹介があった。全国で70～80名受け入れており、公募方法をとっている。実施時期は7～9月ごろで2～3週間であり、テーマによりことなる。

日立製作所の松本氏からは日立製作所の事業の紹介があった後、昨年の例で152のテーマに対して216名実施した。応募はその5倍程あり、書類専攻で決めた。博士課程も募集している。

以上がおおよその講演内容である。その後、質疑応答で、就職とインターンシップの位置づけ、給料がもらえるのか、残業はあるのか、日立製作所の春季のインターンシップはどのようなものかなど具体的な質問があった。

今回、参加者が少なかったのは、同時に時計台ホールで就職セミナーが開催されていたということもあるが、M1のこの時期に行くことに意味を見出せないということもある。従って、開催時期を4月、5月ごろに行うか、この時期であれば入学内定者に案内を送るなど、折角の機会を有効に使うようにしてはどうであろうか？ また、教員から知らされていない学生も多く、学生への情報発信方法を考慮する必要がある。

平成15年3月24日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3年が経過しようとしています。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。簡単にご紹介させていただきますと、修了生会員の現住所、勤務先等の情報の収集と管理を幹として、平成15年度には京エネ会ウェブページの開設、次年度には初版名簿の発刊を行いました。さらに、平成17年の修了式では、新たに会員となります修了生のみなさんに、同窓会から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。しかしながら、

修了した会員相互の親睦や情報交換の場としての活動に目を移しますと、思うように活動ができているとは言い難い状況となっております。設立以来の日が浅いこともあり、なかなか会員のみなさんが「集まる場」を提供するには至っておりません。今後は、エネルギー科学研究科創立10周年の記念祝賀会にご協力させていただくことを手始めとして、会員各位が集まることのできる場を積極的に提供していく予定です。会員のみなさんと同時に、会員の在籍している企業・組織にも、是非同窓会「京エネ会」を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

インターンシップに参加して —(株)大阪ガス—

エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生 川上 達三

私は8月22日から9月2日までの約2週間、(株)大阪ガスのバイオ関連研究開発コースで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2つあります。1つ目は研究開発業務を実際に体験したかったからです。パンフレットやWEBサイトの情報からでは具体的な仕事像をイメージすることが出来なかったため、実際に企業の中に入って業務を体験することによって少しでも将来像を具体化し、今後の就職活動に活かして行きたいと考ました。2つ目は大阪ガスという企業がバイオマスエネルギーをどのように捉えているのかを知りたかったからです。商業利用が難しいとされているバイオマスエネルギー利用を企業はどのような目的で取り組んでいるのか以前から知りたかったため、バイオマスエネルギーに関係する部門でインターンシップを募集している企業を中心に応募し、大阪ガスのインターンシップに参加することにしました。

インターンシップでは、

- (1)超高温メタン発酵槽（可溶化槽）の開発、評価
- (2)メタンを用いたPHB（生分解性プラスチックの一種）生産、評価

の2点の研究を中心に体験しました。(1)では、実験室内の発酵槽と100L発酵槽を用いてバイオガスの組成の測定、スラリー内の菌数の測定、メタン転換効率の測定などを体験し、(2)では、PHBの生産技術や抽出技術に関する実験を体験しました。学部生時代はバイオマスエネルギー利用の調査や計算を中心に行っていたため、初めて体験する実験も多かったのですが、研究員の方々が熱心に指導してくださいました。どの実験・研究もバイオマ

ス利用の課題となっているコスト削減など、導入実現に向けた技術開発及び技術評価が中心であったため、非常に興味深かったです。

その他に、バイオマス利用に関する討議に参加させてもらったり、天然ガスから水素を製造する水素エネルギー技術や、有機排水中の炭素を利用する水熱ガス化技術、ガス貯蔵技術についての説明や指導を受けました。実際に水素ステーションや水熱エネルギー技術装置に触れ、これらの技術の現状及び導入・普及に向けた課題などを詳しく教えていただくなど、期待していたよりも多くの貴重な体験をさせてもらいました。

実験以外の雑談や飲み会を通じて大阪ガス全体の話を開けただけでなく、社内の雰囲気社員の方々の人柄、研究開発業務のやりがい、面白さ、難しさを垣間見ることができたと思います。また、週末やインターンシップ最終日にはインターンシップ参加者で飲み会を開き、核部門での業務や今後の就職活動について話し合い、情報交換などを行いました。このインターンシップで形成された関係はインターンシップ後も継続しており、現在も情報交換などを行っています。

実際に仕事を体験することを目的としたインターンシップでしたが、今後の大学院における研究にも非常に参考となる情報や意見をもらい、多くのことを学ぶことができました。また、研究所の方々と知り合えただけでなく、他大学の人々と関係を築くことができとても有益な経験でした。ここでの経験で学んだことや感じたことを今後の就職活動に活かしていきたいと思っております。



インターンシップの感想 —昭和シェル石油(株)—

エネルギー社会・環境科学専攻 修士課程1回生 東野 陽介

就職前に、「社会に出て仕事をするとどのようなものか」を学びたく、エネルギー業界に興味があったのもあり昭和シェル石油に実習に行きました。

今回のインターンシップでは製造部に配属され、製造部で「省CO₂型製油所システムの構築への提案」というテーマを与えられ、課題に取り組みました。

まず、会社説明や、製造部の説明を受けた後、製油所を訪問し製油所のシステムを学びました。製油所では、蒸留や改質施設、原油船などを見学しました。製油所の蒸留施設や改質施設において未利用の排熱が多く排出されている現場を見学し、今回のインターンシップの課題の「省CO₂型製油所システムの構築への提案」として、製油所からの未利用排熱の有効利用を課題としました。製

造部には、もう一人インターンシップ生が配属されており、課題に対して分担しながら行いましたが、同期のインターンシップ生という事でいい刺激を受けました。

今回のインターンシップでは、自分の専門外の分野で最初は排熱量の計算などとまどいしましたが、日が経つにつれて慣れ、専門外の分野にも積極的に取り組めたと思います。課題に対しては、資料やネットや聞き込みなどの調査経験もためになりました。製造部での仕事は、実験がなく残念な面もありましたが、昭和シェル石油という会社の現場を見ることができ、働けて、様々な面で得るものがあったと思います。この経験を大学院や就職の進路を考える際に活かしていこうと考えています。



インターンシップ体験記 —共同設計企画—

エネルギー基礎科学専攻 修士課程1回生 今野 聡一郎

今回のインターンシップ実習における課題として、会社体験を行う前に外側から見、考えたことと会社体験を通じて内側から見たものとの比較を考えていた。そしてそのことを常に念頭に置きながら実習の中で会社体験を行うことを心掛けようと考えた。

インターンシップ実習が始まると最初に会社紹介が行われ、このことからある程度の会社の形態を把握した。そして実際の作業工程を教えていただき、機械製作の現場でどのように製作が行われているかを教えていただいた。これらは、事前に考えていたことの中でイメージしていたことを具現化するという点でとても有用であり、より実際の発想を与えるひとつの事柄となった。現場で機械製作が人の手によって行われていることを目の当たりにしたとき当たり前なことだが設計図から即、製作完了となるようなことはなく、製作中の問題発生や部品調達といった様々な障害を経て完成に至ることをまったく新しい形で（再）認識することができた。

インターンシップ実習における課題として企業が製作している納入機械についての特許情報および競合製品競合他社に関する情報収集があった。私は特許というものがある存在しそれが経済活動に大きな役割を果たしており、重要であるということを知り、それについてのある程度の知識を漠然ながら得ていた。しかし、具体的に特定された商品等について特許を調べるといふのはそのような知識ではなく、より実際のものが求められると考えた。このためにまず、どのようなことを調べることが重要かを考えた。その後、特許事務所に行き特許の基本的な仕組み（いわゆる、知的財産権について）を実際の弁理士の方に質疑等を交えながら教えていただいた。このことは特許についての知識を得るといふことのみならず、そ

れらに関する事などの疑問を直に聞くことができたことが大変価値のあるものであったと思う。それらのことを参考にしつつ様々な角度から納入機械についての調査を行い、ある程度の知識を得た。これらの情報収集に関することで事前に考えていたこととの相違と呼べるものは大筋においてはなかったが、機械製作の現場などでは実際の機械の組み立てにおいての製作工程の細かい部分では予想と異なりかなり煩雑な工程を経るものがあることがわかった。この出来事は製品からのイメージを用いることだけでは思い巡らすことは困難であるために起こったと考えられる。

インターンシップ実習において重要なこととして日常生活（今までの学生生活）において体験できないことを体験し、責任が与えられることである。しかし実際にインターンシップを行った後の感想としては、会社体験という点では多くのことを学ぶことができたが、やはりここにはたとえインターンシップ実習生であっても責任は会社としての庇護が存在していたと感じた。これは二週間と短い期間であるからある意味仕方ないことかもしれない。しかしだからといってこの経験が意味のないものであるということではなく、むしろそのような条件だからこそ自由な発想で行動できた部分があるとも考える。

インターン中の様々な説明や見学によって会社におけるほぼすべての業務について把握することができた。そして実習中に行った作業によって具体的な仕事が体験でき、情報収集によって情報の収集方法とともに多くの不必要な情報がこの情報化社会には溢れておりそれらを排除することの重要性なども身をもって感じる事ができた。そして企業自体の情報の重要性つまりその漏洩がそ

の企業へ直接の被害をもたらすだけでなく、その関係会社、取引会社にもダメージを与えるということも強く考えることもできた。このことは昨今の個人情報保護法案などにも関連して情報をより一層慎重に扱わなければならないことを示唆している。そこから、情報管理体制が企業にとっては如何に大事であるかを認識できたことがよい経験となった。

また、会社の会議に出席することで企業の現在考えていることを直接聞くことができ、とても新鮮で印象に残った。その中では、それぞれの具体的な事案について述べられるだけではなく方向性といった目指すべきものについても聞くことができた。それらの声は現場に伝わり、その方向性もち会社が進んでいくという状況を目の当たりにすることができた。このようなことを可能にするためには様々な条件が揃っていないとできないはずだと考える。そしてその条件は単にこれとこれを持ち寄ることで達成できるようなものではなく、ある程度の月日

が必要でありそれを必要条件とし、その中で企業において構築されるだろうことを予想する。

今回のインターンシップ実習を終え、その結果得られたものとしては、会社体験とそこから学んだ社会生活に必要な考え方や「ものの見方」であると考えている。会社体験はインターンシップ事前講習に参加することで知識としては持つことはできたが、実際にこれを適用することはとても困難でありそのことを知ることができたことはインターンシップ実習に関することだけに留まらず勉強になったと思う。そして、この「ものの見方」はインターンシップ実習前の「ものの見方」と比較することからも様々なことが考えられ、そのようなことを積み重ねることができれば、これからの就職などに役に立つと考える。これらのことを考えたときインターンシップ実習は単にというかやはりというか就業体験のみということではなくこれからの生活に多くの点で有用な体験であったことを強く述べたい。



インターンシップを終えて –日本原子力研究所*–

エネルギー変換科学専攻 修士課程 1 回生 山本 善彦

私は2005年度の夏に原子力研究所の東海村研究所に夏期休暇実習生としてインターンシップに参加させていただきました。インターンシップには研究室の教授の勧めで参加し、研究室で行う研究内容と似たことを実習中は手伝わさせていただきました。はじめは原子力研究所といった核に関することばかりの研究所であり、自分の知識だけでは危険なところなのではないかと心配でした。しかし、その影で知らないことも多くあるだろうし、知らないことからくる偏見があるとしたら広い視野をもてるようにはならないだろうと思い参加を決めました。

期間としては三週間と比較的長くの時間を夏期休暇実習で過ごしました。そのすべての期間を社員の方と同じ社員寮で過ごさせていただきました。社員寮での生活は楽しく、他の大学から参加している実習生との交流、また地元のお祭りなどに行く機会があったということも実習に参加することができたからこそだと思います。

最初の一週間は研究所のタイムテーブルに慣れることで必死でした。参加させていただいた研究内容は固体電解質を用いた電気化学測定という実験で、将来的には燃料電池の電解質や、水蒸気電解槽、取り扱いが大変であ

る放射性物質のトリチウムの循環システムの開発などに役立つためのデータを取るといったものです。社員の方と一緒にデータをとらせていただいたのですが、定時までに実験の片付けまで済ませるように予定を調整していかなければならないことなど学生のころにはなかったことで、大変戸惑いました。実験に慣れてからは研究以外の所内見学などにも参加させていただきました。核融合プラズマ装置としては世界最高峰であるJT-60を見たときにはめったに見ることができない最先端の技術を見ることができ参加してよかったなと思いましたし、講習などで話を聞き改めて核エネルギーのすごさを実感しました。

実習に参加することで自分と同じ研究をしている研究者の方々がどのような姿勢で研究に取り組んでいるのか、どのように日常生活を送っているのかなどを垣間見ることができ、自分の今後の生活に活かしていくことのできる貴重な体験ができたと感じています。今後参加する後輩たちにも自分が学んだ多くのことを体験してもらいたいし、今後も体験させる機会を提供してもらいたいと思います。

*) 2005年10月1日に日本原子力研究所は核燃料サイクル開発機構と統合され、独立行政法人日本原子力研究開発機構になっている。



インターンシップの感想 —新日本製鐵(株)—

エネルギー応用科学専攻 修士課程1回生 岩崎 洋

私は2005年の夏に、新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所で2週間インターンシップを体験しました。私がこの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。まず一つ目の理由は私の行っている研究が鉄冶金に関係しており、研究のバックグラウンドとなっている鉄鋼業の実操業について詳しく知りたいと思ったからです。二つ目の理由は、鉄鋼業の巨大プロセス中でエンジニアはどのような役割を果たしているかを知りたかったからです。

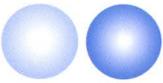
最初の1週間は製鋼部に所属し、鉄鋼製造プロセスを見学しました。見学した各工程ではサンプリングを行い、試料を採取しました。次の1週間は名古屋技術研究所の所属となり、前週に採取した試料の分析を行い、各工程の効果を調べ、その結果を踏まえた上で鉄鋼製造のプロセス改善について考察を行いました。

今まで製鉄工場を見学したことは何回かありましたが、鉄鋼製造のプロセスを短期間にかつ一度に見たことはなかったので今回のインターンシップで得た経験は、今までの工場見学で得たものより非常に良いものとなりました。今までは鉄鋼製造プロセスの個々の工程についての知識はありましたが、前後の工程のつながりを理解

していませんでした。今回のインターンシップでは製鉄、製鋼工程のみならず、その後の熱間圧延、冷間圧延、メッキ化などを見学したため各工程の繋がり、上工程と下工程の繋がり、そして原料から製品までの繋がりを理解することができました。私の研究室の研究では平衡論が主となっているため、限られた時間内での非平衡かつ前の工程の結果を考慮した操業には圧倒されました。これから研究の考察をする際には、今回のインターンシップで得た経験を生かしたいと思います。名古屋技術研究所の実習では技術開発に対する姿勢について学びました。現場や設備担当の人と協力して今ある技術に満足することなく、新しい技術を貪欲に開発しようとする姿勢は研究室内では決して学ぶことが出来ないものだと思います。

研究以外でも、昼食会、懇親会などを開いていただき、現場、研究、事務など様々な方の話を聞くことができ、見聞が広がりました。

今回のインターンシップでは、普段では体験できない大変内容の濃い2週間をすごしました。実習で学んだ様々なことを、これからの自分の研究及び人生に活かしていきたいと思います。



第1期入学生からのメッセージ



私にとっての大学院生活

京都工芸繊維大学工芸学部 飯塚 高志

私は京都大学大学院エネルギー科学研究科博士後期課程を平成12年に修了して、現在、京都工芸繊維大学機械システム工学科で助手をしています。エネルギー科学研究科には修士の第1期生として入学しましたが、いろいろな事を学べる機会に恵まれたことをありがたく思っています。機械系の講義のみではなく、木材や化学、材料系の講義を受講できたことは知識の幅を広げ、今日の研究活動において直接的に大きなプラスになっています。

当事、研究室は不夜城で、朝晩に限らず誰かが在中していました。まじめなことからくだらないことまでよく話しましたが、非常に楽しかった思い出です。学生時代の研究テーマは薄膜の分子動力学解析でした。研究生生活はおもしろく、没頭して取り組むことができました。後悔があるとするれば、実験力もつけておくべきだったことです。今思えば無茶苦茶でしたが、当時の生活は精神的・体力的に今の私の基盤です。



大学院での研究と企業での研究

トヨタ自動車株式会社 井上 弘之

エネルギー科学研究科創立10周年、おめでとうございます。私は大学院時代、高周波焼入のシミュレーションに取り組みました。研究室で開発されたプログラムをベースに作成された市販の熱処理シミュレーションソフトと磁場解析ソフトと組み合わせ、歯車の輪郭高周波焼入の解析を行いました。当時同様の高周波焼入を解析されていた高周波熱錬株式会社の技術指導を受けながら、研究に取り組みました。熱処理は部品形状や焼入条件により結果が大きく異なり、さらに部品内部の挙動を可視化できないため、経験と試行錯誤の占める割合が高い技術

です。熱処理シミュレーションはひずみや内部応力の変化をリアルタイムに可視化できるため、メカニズム解明に有力な技術です。また、机上での試行錯誤ができる効率的な技術でもあります。私が大学院で学んだ知識は、就職先で熱処理を担当することになったため、熱処理シミュレーション技術を活用した課題解決など、業務にダイレクトに活かすことができました。出身研究室では産学の連携も良好で、実用面も含めてよい指導を得られたことに感謝しております。これからもエネルギー科学研究科のますますのご発展をお祈り申し上げます。

平成17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
石堂 太郎	オクタノール・ヘプタン系を用いた木質バイオマスの液体バイオ燃料への変換	坂 志朗
板坂 周平	北東アジアにおける水素エネルギー導入可能性の検討	手塚 哲央
依田 香子	五炭糖代謝に関わる酵素のタンパク質工学による機能変換	牧野 圭祐
入江 耕平	Al-Li系およびCu-Li系合金のメカニカルアロイングとその窒素吸収特性	石原 慶一
宇田 旭伸	HLW処分のリスクコミュニケーションのためのウェブシステムの構築と実験評価	吉川 榮和
梅田紗野香	旅客機のタキシングにおける環境負荷物質排出量の解析	石原 慶一
太田垣 慶	原油生産に関わるエネルギーの評価と将来推計ー油ガス田の事例からー	東野 達
大谷 海里	一酸化窒素による遺伝子損傷部位の反応性およびその応用に関する研究	牧野 圭祐
川上 充洋	中国のモータリゼーション進展の計量分析と環境負荷評価	手塚 哲央
川瀬 修重	貿易依存度における時系列変動量の周期変動に関する研究	石原 慶一
久保 文枝	Fe-Li系のメカニカルアロイングによるLiの微細化及び固溶体形成に関する研究	石原 慶一
後藤 弘行	発電所との共生に対する立地地域住民の意識に関する研究	中込 良廣
齊藤 真也	ホウ酸存在下でのレボグルコサンおよびセルロースの熱分解	坂 志朗
杉山 利治	2000年産業連関表によるPM _{2.5} インベントリデータベースの構築と排出構造分析	東野 達
関山 友輝	原子力発電プラントの現場作業支援のための拡張現実感用トラッキング手法の開発と評価	吉川 榮和
富田 和宏	オフィスワークのプロダクティビティ改善のための照明制御法の研究	吉川 榮和
富田 優樹	硫酸エアロゾルによるヘマタイト微粒子の変質に関する研究	東野 達
仲田 利樹	超臨界水処理ー酵素糖化によるセルロースからのバイオエタノール生産	坂 志朗
服部 瑤子	オフィスワークのプロダクティビティ評価のためのパフォーマンステストの改良と評価	吉川 榮和
巴里 周作	超臨界メタノール法によるバイオディーゼル燃料の熱安定性	坂 志朗
福田 浩史	国際エネルギー価格変動による影響の応用一般均衡モデル分析	手塚 哲央
松本 綾子	桜島における土壌酸性化が腐植物質の化学構造に及ぼす影響	坂 志朗
森 匠磨	森林地域における微小エアロゾルの生成に関する研究	東野 達
森本 剛嘉	分光吸収特性に基づく黒色炭素エアロゾルの定量化に関する研究	東野 達
諸富 芳徳	各種統計を用いた照明用電力消費量の解析	石原 慶一
山崎 直子	エネルギーシステム評価のための標準化手法の検討	手塚 哲央
米谷 健司	拡張現実感による組立作業支援効果の定量的評価手法の提案	吉川 榮和
料理谷正和	種々の分子環境におけるリグニンβ-エーテル熱分解開裂機構	坂 志朗
渡部 博之	宇治における硝酸塩・硫酸塩粒子の粒径別濃度変動の解析	東野 達
井上 祐介	タイにおけるオイルパーム空果房を利用したエタノール生産の経済評価	手塚 哲央
佐々木義仁	リユース食器を用いた環境配慮型イベントの提案とその評価に関する研究	東野 達
寶達 宏美	水・エネルギー利用から見たライフスタイルの変化に関する研究	石原 慶一



氏名	論文題目	指導教員
上利 祐嗣	希土類メタリン酸塩を母体とした新規中高温型プロトン伝導体の開発	富井 洋一
浅越 圭介	Application of one-dimensional nanostructured TiO ₂ for organic solar cells (一次元ナノ構造酸化チタンの有機太陽電池への応用)	吉川 暉
安孫子 聡	Electrochemical Studies on Hydrogen Permeation through Metal Membranes in Molten Alkali Halides (溶融アルカリハライドを用いた金属膜中の水素透過に関する電気化学的研究)	萩原 理加
荒木 保博	溶融LiCl-KCl中における酸素電極反応	萩原 理加
石谷 佳明	溶融塩電気化学プロセスによる塩化アンモニウムを窒素源に用いた金属上への窒化物膜の形成とその制御	萩原 理加
井上 雅文	メタンモノオキシゲナーゼを用いたミニチュア人工酵素の作製	森井 孝
井村 大介	固体高分子型燃料電池触媒PtRu/Cの調製法と調製条件がもたらす粒子径・分散・担持量等への影響に関する研究	富井 洋一
岩本 剛	ヘリカル系プラズマの三次元自由境界MHD平衡	近藤 克己
上野 竜一	Syntheses and properties of pyrrolidinium salts and ionic liquids (ピロリジニウム塩及びイオン液体の合成並びに物性に関する研究)	萩原 理加
内田 智	ポリオクタデシルアクリレートを利用した電子運搬剤の分離・濃縮による光電変換系の高効率化	森井 孝
宇野 正洋	波高分析測定システムによるヘリオトロンJプラズマの電子温度に関する研究	近藤 克己
大槻 純也	Properties of EMIm (FH) _{2.3} F Mixed with Other RTILs (室温イオン液体EMIm (FH) _{2.3} Fの混合特性)	萩原 理加
大平 丈夫	ヘリカル系簡約化MHD方程式の有限要素法を用いた解析	近藤 克己
岡田 英孝	バイオミネティックアパタイトを用いた新規生体材料の開発	八尾 健
岡部 泰典	高強度レーザー物質相互作用におけるエネルギー吸収と表面形状効果	岸本 泰明
北川 博基	ヘリオトロンJにおけるICRF加熱の磁場配位依存性及び加熱効率に関する研究	佐野 史道
金城 尚吾	核融合プラズマにおける乱流輸送過程の統計解析に関する研究	岸本 泰明
黒川 明成	シリコン上への新たな銅パターン形成法	尾形 幸生
小林 極	水溶液法による遷移金属添加酸化マンガンの合成とリチウム二次電池充放電特性	八尾 健
貞松 秀樹	短小伝熱面における遷移沸騰現象	三島嘉一郎
柴田 佳孝	高次モード中性子束を用いた中性子源増倍法による未臨界度測定	代谷 誠治
嶋野 純	新規な中低温溶融塩の開発とその電気化学的応用	萩原 理加
清水 浩二	液液界面における電気毛管効果によるマランゴニ対流下での界面張力と界面の電位挙動	尾形 幸生
須崎 孝一	Sc ₂ O ₃ またはIn ₂ O ₃ 添加イットリア安定化ジルコニアにおける時効に伴う導電率の変化と局在電子構造の関係	富井 洋一
妹尾 康昭	欠陥ペロブスカイト型固体酸化物形燃料電池電極材料の開発	八尾 健
高橋 和巳	反転磁気シアプラズマにおける非線形ダブルテアリングモードの構造に関する研究	岸本 泰明
高橋 潤	鉄担持アルミナ複合材料を利用した二酸化炭素の改質	森井 孝
高橋 佳之	D-D中性子源を用いた地雷探知のための放射線計測システムの開発	代谷 誠治
棚橋 拓也	低アスペクト比トーラス実験装置におけるX線波高分析測定システムの構築	前川 孝
谷口 誠	超音波を用いたリチウム二次電池正極材料の新規開発	八尾 健
辻 貴之	ヘリオトロンJにおける透過波計測を用いたECHパワー吸収評価に関する研究	水内 亨

氏名	論文題目	指導教員
中村 英紀	ヘリオトロンJにおける荷電交換再結合分光計測	水内 亨
早川 明伸	Studies on highly efficient charge transport in polymer solar cells (ポリマー太陽電池における電荷の高効率移動に関する研究)	吉川 暹
平尾 祐亮	高強度レーザーパルスの伝播と航跡場生成に関するシミュレーション研究	岸本 泰明
藤川 貞信	ヘリオトロンJにおけるAXUVフォトダイオードを用いた放射の空間分布測定	近藤 克己
二谷 辰平	Statistical Properties of Two Dimensional Drift Wave Turbulence (2次元ドリフト波乱流の統計的性質)	近藤 克己
正井 智	液相レーザーアブレーションプルームの発光スペクトル形状による評価	尾形 幸生
松本 太輔	マイクロ波球状トカマクプラズマの不純物線空間分布計測	前川 孝
道場 大	Ba-In系酸化電解質を用いた一室型燃料電池	八尾 健
藪谷 恒	ヘリオトロンJにおけるH α 線放射空間分布計測	佐野 史道
山形 直也	Effects of D- σ -A dye and several types of organic solvents on bulk-heterojunction photovoltaic cell (D- σ -A型色素および溶解度を異にする溶媒を用いた有機薄膜型太陽電池の高効率化の研究)	吉川 暹
山田 純	LATEにおけるマイクロ波球状トカマクの軟X線CT計測	前川 孝
吉田 功一	LATEにおける電子バーンスタイン波加熱	前川 孝
渡邊 真也	ヘリオトロンJにおける多チャンネル遠赤外レーザー干渉計システムの構築及び電子密度分布再構築手法の検討	水内 亨
渡辺 英伸	水溶液法により合成したハイドロキシアパタイトのプロトン導電性の研究	八尾 健
杉谷 直紀	クエンチング過程に及ぼす放射線誘起表面活性 (RISA) の効果	三島嘉一郎
立脇 正章	非中性プラズマにおける渦糸のダイナミクスに関するシミュレーション研究	岸本 泰明

エネルギー変換科学専攻

氏名	論文題目	指導教員
大友 隆史	スパッタ被覆材料の機械的特性と剛体球モデルによる薄膜構造シミュレーション	星出 敏彦
小川 聡	慣性静電閉じ込め核融合装置におけるD-D, D- ³ He反応陽子・中性子の同時計測	吉川 潔
加島 瑛樹	単純立方晶の構成式を用いた多結晶体の微視的不均一変形に関する解析	星出 敏彦
木村 浩樹	高温核熱を用いたバイオマスからの吸熱反応による水素製造プロセスの基礎研究	小西 哲之
楠亀 弘一	三極管構造を用いた熱陰極型高周波電子銃の特性解析	吉川 潔
小林 靖典	トカマク型核融合装置の放電ガス分析による真空容器内軽元素挙動の研究	小西 哲之
小堀 誠也	PIV・LIFを用いた噴流内混合過程の解析	塩路 昌宏
阪上 敦郎	天然ガスPCCI機関の性能改善に関する研究	石山 拓二
全 炳俊	トモグラフィを用いた高輝度電子ビーム特性計測へのエネルギー分布と空間電荷効果の影響	吉川 潔
高島 良胤	レーザー核融合炉への影響評価を目的としたアブレーション実験	小西 哲之
玉井 崇登	高温環境下での電解銅箔の機械的特性	星出 敏彦
段 吉享	PLZT素子の光起電力効果と光歪における光波長依存性	松本 英治
内藤 裕介	非定常噴流・噴霧における着火過程のCFD解析	石山 拓二
中井 康順	水素直接噴射による高効率ガスエンジンに関する研究	塩路 昌宏
西 宗之	急速圧縮膨張装置を用いたノック特性に関する研究	塩路 昌宏

氏名	論文題目	指導教員
野田 知広	低炭素オーステナイト鋼のSCC感受性に及ぼす加工の影響に関する研究	木村 晃彦
橋村 知	高分子圧電フィルムを用いたひずみ分布測定及び欠陥の検出	松本 英治
長谷 智見	磁場と応力下における強磁性体の弾性係数の変化	松本 英治
原田 悦充	燃料噴霧の着火・燃焼およびNOx生成に関する研究	塩路 昌宏
藤田 潤平	残留応力を考慮したセラミックス強度の解析	星出 敏彦
藤原 大祐	ポロノイ多面体によってモデル化された多孔質体の弾性係数に関する均質化解析	今谷 勝次
松井 祐樹	天然ガスおよび水素噴流の点火・燃焼特性とその制御に関する研究	石山 拓二
松本 哲平	直接噴射式PCCIディーゼル機関の性能と排気の改善に関する研究	石山 拓二
湯谷健太郎	高クロム酸化物分散強化フェライト鋼の微細組織に及ぼすイオン照射効果	木村 晃彦

エネルギー応用科学専攻

氏名	論文題目	指導教員
有井 一哉	珪酸塩電解質を用いた起電力法による金属シリサイドの標準生成自由エネルギー測定	岩瀬 正則
飯田 孝美	Magnetic Field Effects on Water Electrolysis (水電解に及ぼす強磁場効果)	宅田 裕彦
池田進一郎	SiCの強度特性に及ぼす照射効果に関する研究	香山 晃
池村 亮吉	燃料ガス併産型有機系廃棄物処理法	岩瀬 正則
石田 友信	On-line Measurement of Eigenvalues of Power System with System Identification by use of SMES (SMESを用いたシステム同定による電力系統固有値のオンライン計測)	塩津 正博
上野山 覚	ゲート分割による3次元浮遊ゲートメモリの多値化	野澤 博
永座 伸彦	NITE法の応用によるSiC及びSiC/SiC複合材料の高強度接合技術に関する研究	香山 晃
川合 俊輔	Numerical Analysis of Ion Transport and Hydrodynamics in Electrochemical Deposition & Dissolution (ECD) of Metal (金属の電気化学的析出・溶解現象に伴うイオンの物質移動と流動解析)	宅田 裕彦
楠 友邦	3次元電界効果型トランジスタの動作安定性の解析 —素子微細化の影響—	野澤 博
小林 啓之	Change in Formability of Magnesium Alloys from Room to Elevated Temperatures (マグネシウム合金の室温から温間への加工性変化)	野澤 博
田中 佑一	3-D Numerical Analysis for Heat Transfer in He II; Application to Ducts with a Contraction (超流動ヘリウム三次元熱流動数値解析; コントラクション付ダクトへの適用)	塩津 正博
田端 寛敬	強誘電体多結晶キャパシタにおける電界の不均一化と分極特性への影響	野澤 博
中井 陽子	熱陰極型高周波電子銃における高周波電力波形制御法を用いた電子ビーム長パルス化に関する研究	山崎 鉄夫
中嶋 剛司	CeCl ₃ -KCl系溶融塩からのCeの除去	岩瀬 正則
永谷 卓也	Unsteady Motion of Solid Particles in Pulsatile Upward Liquid Flows along a Vertical Pipe (鉛直円管内における脈動上昇流中の固体粒子挙動)	宅田 裕彦
西田 治朗	Heat Transfer from a Flat Plate in Forced Flow of He II and Supercritical He I (強制対流He II及び超臨界圧He I中の平板発熱体における熱伝達)	塩津 正博
羽田 圭寛	Photocatalytic Degradation of Surfactants in Aqueous Suspension of Titanium Dioxide (酸化チタン懸濁液中の界面活性剤の光触媒分解)	宅田 裕彦
平野慎一郎	CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO-Fe _x O系の熱力学	岩瀬 正則

氏名	論文題目	指導教員
福井 敏夫	KU-FEL用アンジュレータの性能評価と数値シミュレーションによるFEL利得の研究	山壽 鉄夫
古田 哲晴	Mechanical properties of AZ31 Mg alloy recycled by solid-state process (固体リサイクル法により再生されたAZ31 Mg合金の機械的性質)	馬淵 守
堀端 裕司	Numerical and Experimental Study of a Free Water Jet Issued from a Slit Nozzle (スリットノズルから噴出する水膜流の実験及び数値解析による研究)	宅田 裕彦
馬島 渉	Three-Phase Interfacial Phenomena in Alkaline Fuel Cell/Water Electrolysis (アルカリ燃料電池/水電解における3相界面現象)	宅田 裕彦
松岡 良憲	酸化物混合体のCa共還元によるTi-Cr-V三元系合金粉末の合成	岩瀬 正則
松田 樹人	廃棄物利用、H ₂ ・COガス併産型CO ₂ レス製鉄法	岩瀬 正則
丸岡 龍也	金属系材料の熱電特性と熱電発電システム設計	岩瀬 正則
丸山 寿徳	Finite Element Simulation of Stretch Forming of High-Strength Steel Sheets Combined with Ductile Fracture Criterion (延性破壊条件式を組み込んだ有限要素法による高張力鋼板の張出し成形解析)	宅田 裕彦
森地 亮介	高強度フェムト秒レーザー誘起配向分子からの高次高調波発生特性	宮崎 健創
吉井 宗太	Study on methane hydrate reformation after dissociation by releasing pressure (圧力開放により分解したメタンハイドレートの再生成に関する研究)	馬淵 守
若月 孝夫	Electrodeposition of Metals under Various Gravitational Levels (金属電析に及ぼす重力レベルの影響)	宅田 裕彦

博士論文要旨

平成17年1月～平成17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	北村 雅司
論文題目	人間機械相互作用の認知工学的評価手法とPWR用中央制御盤への適用に関する研究
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	吉川 榮和

氏名	田邊 朋行
論文題目	原子力安全性維持向上のための規制と企業コンプライアンス活動との協働に関する研究
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	中込 良廣

複雑大規模化した現代の機械システムではそれを運用管理する人間側の要因（ヒューマンファクター）の向上が課題となっている。本研究は、その基礎的評価手法を開発するとともに、PWR型原子力発電所中央制御盤のヒューマンファクター設計の検証及び妥当性評価法を開発したもので、以下に主な成果を述べる。

- (1)マンマシンインタフェースでの認知行動の状態推移を各種生理指標信号のニューラルネット処理によりリアルタイム推定する方法を考案し、各種生理指標の計測、特徴抽出および認知状態推定を一体化したシステムを構成して、被験者実験によりその機能を検証した。
- (2)人間信頼性の評価指標であるヒューマンエラー率と精神作業負荷に対し、ヒューマンエラー率の予測解析法であるTHERP手法と人間情報プロセサモデルによるタスク遂行時間の予測によって定量評価する、簡便な机上評価で各種制御盤の設計代替案を比較できることを示した。
- (3)原子力発電所中央制御盤のマンマシンインタフェース設計の検証および妥当性確認を行うための動的検証に用いる事故シミュレータとして、分散型シミュレータ構成とドリフトフラックス気液二相流モデルの適用により、実時間計算機能と熱流動解析機能の向上を達成し、実験データと比較して精度を検証した。
- (4)中央制御室のマンマシンインタフェース評価基準の国際動向では、機能設計と詳細設計の2段階での検証の反復による評価、人間信頼性解析の組み込みを求めている。そこで机上評価とモックアップによる動的検証評価を組み合わせた客観評価法、運転員へのアンケートによる主観評価法で構成した具体的な中央制御盤のマンマシンインタフェース設計の定量的、総合的評価検証手法を提起し、PWR総合デジタル化中央制御盤の標準設計仕様の開発において、提起した評価手法の有効性を示した。

本論文は、近年の原子力不祥事発生状況に鑑み、原子力安全規制行政と事業者コンプライアンス活動との間に適正な協働関係を構築するために、必要な法制度及び事業者の取組みのあり方を文献調査及び現地調査を基に分析し、我が国の原子力安全性向上に資する政策提言を行ったもので、得られた主な結果は以下のとおりである。

- (1)わが国の原子炉等規制法による縦割り型事業規制枠組みを通じた規制方法が、原子力を取り巻く新しい課題に、実効性・効率性の面で十分対応できなくなっていることを、JCO臨界事故等の具体例の分析及び諸外国法との比較分析により明らかにした。その立法的な解決方法として包括的な「施設許可制」及び「核物質利用許可制」の双方の枠組みによる規制体系を構築することを提言した。
- (2)米国の原子力安全規制における内部告発者保護制度について調査分析し、この制度が原子力事業者のコンプライアンス活動の推進力になった要因を明らかにした。この結果を踏まえ、内部告発者保護制度が事業者の緊張感を助長させることから、コンプライアンス活動活性化の方策として社内通報制度の整備の必要性を論じ、原子炉等規制法における主務大臣等に対する申告制度の信頼性向上のため、社内通報制度利用の緩やかな誘導を運用レベルで図るための具体的な改善策を提言した。
- (3)国内外の原子力産業及び他産業におけるコンプライアンス活動の実態について、社内通報制度を中心に文献調査のみならず、これまで実施例のなかった企業担当部署へのインタビュー調査を行い、その結果、通報要件・利用者範囲の緩和、誤報・濫用への穏便な対応、通報者守秘の徹底、社外窓口としての弁護士の用意、調査・是正体制の整備により、情報伝達拡充機能及びリスク管理機能が向上し、社内通報制度が有効に機能することを明らかにした。
- (4)以上のことから、規制体系と原子力事業者のコンプライアンス態勢の緊張感に基づく協働を確立するためには、我が国の原子力分野においてインセンティブ型規制システムの導入及び民間主体の支援・協力システムの導入が必要なことを提言した。

以上のように、本論文は原子力分野における安全性維持向上に関し、規制主体と事業者の協働という新たな視

点から、我が国の原子力安全規制法体系及び企業コンプライアンス活動のあり方、並びに規制主体と事業者の望ましい相互関係を提言したものである。また、今後の原子力の安全確保の向上のみならず、食品、医療、建設等の高い安全性が要請される他産業への貢献が期待される。

氏名	山本 芳弘
論文題目	電力産業における規制改革の経済分析
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	手塚 哲央

本論文は、現在進められつつある電力産業の規制改革（電力自由化）の制度設計のあり方について、経済学の視点からモデル分析を行い研究した結果をまとめたもので、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1)電力産業における燃料選択行動について、第2次石油危機までは燃料の価格変動が燃料選択の支配的要因であったが、それ以降は、政府のエネルギー政策に追随する燃料選択へとシフトしたことを実証的に示した。電力自由化後には電気事業者は費用最小化を徹底し再び燃料価格の変動が電力市場の支配的要因になることから、電力市場の制度設計に際しては、国のエネルギー政策との整合性をはかる必要があることを指摘した。
- (2)自由化電力市場における設備投資の意思決定について、不規則変動する電力価格を確率過程で表し、リアルオプション法を応用することにより最適な設備投資のタイミングを電力価格の閾値として計算した。そして、電力価格変動を幾何ブラウン運動で表した場合よりは、電力価格の閾値は平均回帰過程で表した場合よりも高くなること、電力価格に大きな変動が生じない場合には、解析的取り扱いが可能な幾何ブラウン運動を価格変動モデルとして用いて設備投資の意思決定ができることを示した。
- (3)電力小売の一般競争入札において、新規参入企業が既存電力会社の入札価格を予測し留保価格を調整して入札している可能性、および、新規参入企業の発電費用にかかわらず、その一般競争入札における価格低下は、既存電力会社の価格引下げ程度に過ぎないことを示した。また、卸電力市場での大規模発電事業者の入札行動について、高需要期では低需要期に比べて入札価格が高くなること、オークションの方式によっては入札に加わる必要のない設備が生じる場合や入札価格が高止まりする場合のあることを示した。
- (4)送電容量に制約があり、かつループフローを含む送電網を考慮した電力市場では、最適な供給入札量を示す反応関数が不連続になること、クールノー均衡が存在するのは送電容量がある閾値以上の場合であり、その均衡点は送電制約がない場合の均衡点と一致することを示した。

以上の研究は、自由化電力市場の新たな経済分析手法を提起するとともに、その分析結果は電力産業の規制改革における市場制度設計に資する多くの有用な知見を提供するものである。

氏名	醍醐 市朗
論文題目	ライフサイクルシンキングに基づいた統合環境システム分析手法に関する研究
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	石原 慶一

本論文はLCA分析を応用した環境システム分析について研究した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。

- (1)従来のLCA分析の限界を示し、実際に必要な分析ツールとして拡張するために三つの方向があることを示した。それらは評価軸の多様化、システム境界の拡張、機能単位が柔軟性であり、具体的にLCA分析と経済分析との融合、異なった機能に対するLCA分析、分析対象の範囲や時間を拡張したLCA分析などの方法を提示し、実際のシステムにおいて検証した。
 - (2)経済分析の例として難燃性プラスチックのリサイクルについて、事業性評価を含めた総合評価を試みた。その結果、新技術の環境性は優位であることがわかったが、廃棄物の引取価格と売電価格により事業性は大きく変わることがわかり、事業性が保てるそれぞれの価格を示した。
 - (3)ごみ焼却熱のオフライン輸送による活用と輸送機関のエネルギー消費に対し、ミクロレベルのLCA分析を応用し、マクロな最適化を試みた。前者において、日本全体のごみ焼却排熱の利用による環境負荷削減最大量を導出している。輸送機関の例では、現在の各種輸送機関のエネルギー損失が、室内の快適性のために消費されているエネルギーによるところが大きいことを示し、エネルギー消費効率の観点から、時速110kmが最適な旅行速度であると導いている。
 - (4)鉄鋼材料のリサイクル時における不純物の将来予測に基づく自動車易解体設計導入評価において、不純物の濃縮を緩和する役割を有する易解体設計を自動車に導入することによる、鉄鋼材製造から誘発される環境負荷の間接的な削減効果を導出した。さらに、鉄鋼材料のオープンリサイクルにおける資源循環性評価を試み、マルコフ連鎖モデルを適用した手法を構築した。また、感度分析をすることにより鉄鋼材の循環利用性を高めるために有効な取組みを導出した。さらに、平均利用回数を用いることにより、開ループリサイクルにおける環境負荷量のアロケーションに成功している。
- いずれの環境評価においても従来、類似研究のないまったく新しい手法を開発しそれを実際のシステムに適用し独創的な評価を行っている。

氏名	隠岐 嘉重
論文題目	大気エアロゾルの光学特性及び放射強制力への湿度影響に関する研究
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	吉川 榮和

空間的変動が大きいエアロゾルの光学特性と放射強制力への湿度の影響を様々な地点で評価する指針を得るための実験研究で、得られた主な成果は次のとおりである。

- (1)エアロゾルを含む試料空気を加熱かつ希釈することなく調湿可能な二重円筒型の非加熱式調湿器を新規に設計し、その最大可変湿度範囲、標準粒子の吸湿成長曲線に基づく加湿性能、調湿器内での粒子の沈着損失率を操作因子との関係で定量的に示した。また、大気中の代表的な揮発性成分である硝酸アンモニウム粒子を用いて、従来型の加熱式調湿器を用いた場合に気化が生じ吸湿成長率が過小評価されることを初めて明らかにし、非加熱式調湿器の優位性を示した。
- (2)上記の調湿器を用いて冬季の都市大気エアロゾルの2粒径域別光学特性と吸湿成長係数、粒径別化学組成、放射量、気象因子の集中観測を行い、光学特性は微小粒子の特性で決定されることを明らかにした。さらに、化学組成から粒径別化学成分濃度を検討して、その総和と秤量による総質量濃度の比較から検討結果の妥当性を確認し、エアロゾルの2種類の化学成分混合状態モデルについて光学特性と吸湿成長係数を算出した。また、光学特性に及ぼす含炭素成分濃度の感度解析から、その分析精度が計算結果に大きく影響することを示した。さらに、すべての光学特性と吸収成長係数に対する計算値と実測値との整合性、化学分析精度から総合的にみて、エアロゾルはエイジングが十分に進行した内部混合状態にあることを実証した。
- (3)集中観測実験結果と放射伝達計算コードにより、観測条件下の晴天時におけるエアロゾルの直接放射強制力に及ぼす湿度の影響を算出し、乾燥状態に比して地表面で最大13%、大気上端で最大30%の減少（負値の増加）が起こることを明らかにした。また、日平均値のみの評価にとどまる従来のボックスモデルと比して、エアロゾル光学特性の時間変化を考慮可能な本手法の優位性を示した。

氏名	周 楊平
論文題目	A Study on Soft Computing Methodologies for Operational Support System of Process Plant (プロセスプラントの運用支援システムのソフトコンピューティング手法に関する研究)
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	吉川 榮和

あいまい推論、遺伝アルゴリズム、マルチレベルフローモデル等の人工知能の新たな計算法であるソフトコンピューティング手法をプロセスプラントの異常診断手法の導出と運転支援システムの開発に適用した研究をまとめたもので、主な成果は次のとおりである。

- (1)プロセスプラントに異常事象が発生した場合のその根本原因の診断手法として、想定する各種の異常原因を予め染色体配列として表現する一方で、プラント信号に現れる兆候と原因の因果関係やプラント動特性等の知識を断片的なプロダクションルールで表す、遺伝的アルゴリズムとあいまい推論の組み合わせた異常事象の新たな原因推定法を提起した。PWR型原子力プラントシミュレータにより様々な異常事象を模擬したプラントデータを用いて数値実験をおこない、提案した手法により、多重故障を含めた異常診断が可能なこと、偽信号が一時的に混入しても正しい診断が可能なことを示し、その有効性を検証した。
- (2)プラントでのエネルギー、質量、情報の流れと、プラントを構成する各要素の階層的な機能と構造、目標と手段のような意味情報との関連性を定性的に図式表現するマルチレベルフローモデルを応用し、警報の検証、意味のある兆候の検証、根本原因の同定の3段階で構成する新たな異常診断手法を提起した。マイクロガスタービンシステムでの異常時実測データとPWR型原子力プラントシミュレータによる異常時シミュレーションデータを用いた数値実験により提案手法の有効性を示した。
- (3)マルチレベルフローモデルにより、プロセスプラントの意味論的解析を行い、その結果を図式モデルとして表現し、これを基にプロセスプラントの異常診断システムを設計して実行可能なソフトウエアとして生成する。以上のソフトウエア作業を、特別なプログラミング知識がなくても運転員自身が一貫して実行することができる支援インタフェースを開発し、マイクロガスタービンシステムの運転支援システムの開発を実例に、そのソフトウエア生産性上の効果を実証した。

氏名	Pongsak Krukanont
論文題目	System Modeling for Energy Planning and Policy Making under Uncertainty (不確実性下でのエネルギー計画・政策立案のためのシステムモデル分析)
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	手塚 哲央

本論文は、国や地域を対象とした将来エネルギー需給システムの設備投資計画について、将来における種々の不確実性の影響に着目したモデル分析を行い、不確実性の程度が設備投資計画に及ぼす影響について定量的に検討した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

- (1)エネルギー需給システム分析のために開発された多様なモデル化手法について、申請者自身が開発したものも含めて主要なモデルの選定・調査を行い、その目的、範囲、手法、分析内容を分類・整理した。そして、その各モデル化手法について、データベースの整備、モデル化手法の開発、意思決定支援の方法に関する課題と今後の発展の方向を明示すると共に、将来の種々の不確実性を考慮した意思決定支援方策についての検討の重要性を指摘した。
- (2)燃料価格の不確実性については、将来価格変動をランダムウォーク過程で表現したモンテカルロ・シミュレーション法を用いて、エネルギー関連技術導入評価のための最適化モデルを開発した。そして、そのシミュレーション分析の結果、(a)化石燃料価格変動の不確実性が、二酸化炭素排出量削減を目的とするエネルギー計画・政策にとって高いリスクをもたらすこと、(b)再生可能エネルギーやその他のクリーンなエネルギー利用技術によるエネルギー源の多様化により、この不確実性に伴うリスクを大幅に低減できること、(c)環境税などの経済的手法が将来リスクの低減への有効な手法となりうることを示した。
- (3)エネルギー変換技術の利用可能性、エネルギー価格、エネルギー需要などに関する将来の種々の不確実性を考慮した設備投資計画問題に対して、2段階確率線形計画モデルを構築し、そのモデル分析から得られる各種不確実性の「情報価値」について具体的活用手法を提案した。この「情報価値」は、将来の不確実性の有無が設備投資計画に及ぼす影響を経済価値として評価したものであり、従来の設備投資計画やエネルギー政策評価では十分には考慮されてこなかった特性値である。そして、モデルシミュレーションにより、将来の不確実性低減を目的とした政策の有効性が、この「情報価値」を用いて定量的に評価できることを示した。

以上の一連の研究は、将来の不確実性が設備投資計画やエネルギー政策の策定に及ぼす影響を、定量的に評価するための新たな手法を提示したものであり、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	高橋 玲子
論文題目	電源選択を巡る国民的合意形成に関する研究
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	中込 良廣

本論文は、エネルギー政策の中核である電源選択を巡り、国が国民に求める政策への理解（国民的合意形成）のあり方を探求するために、地球温暖化防止の観点から原子力と新エネルギーに焦点を当て、国と国民との間に潜む齟齬の分析を通して、国がとるべき対話の方向性と具体的な方策に関して研究した成果をまとめたものであり、得られた主な結果は次のとおりである。

- (1)従来国の合意形成に向けた取り組みと国民の抱く意見との比較により、両者の意思疎通における隘路の背景には、原子力と新エネルギーが有する特徴上の対照的な相違に加え、持続的発展を目的とする国家と個人の生活の欲求達成を主眼とする国民との「立場の相違」があることを示した。
- (2)上記の検証において、電源選択の意識と態度からなる国民の意志決定モデルを構築し、モデルに従ったアンケート調査と対面調査を実施した。その結果、国策に関する要因の他に、日常生活に潜在する要因が国民の意志決定に影響を及ぼすことが確認されたことから、本モデルの妥当性が検証された。同時に、国民の電源に対する感覚的な意識と個人的負担を伴う態度とは、必ずしも一致しないこともCVM（仮想評価法）調査により明らかにした。
- (3)これらの成果を基に、国と国民の今後の対話のあり方として、電源選択の課題に内在する固有な特性を考慮しつつ、主権者と同時に生活者でもある国民の立場の二面性を視野に入れた段階的な国民的合意形成の達成を基本とすることが妥当であることを示した。段階的な対話の開始に関し、個人や家族の暮らしを重視した家政学や生活学の視点からの分析も行った。
- (4)国と国民の対話の実践のための具体的方策として、両者の間に位置する「エネルギーコミュニケーター」なる者を導入することを提言し、その意義と機能を言及するとともに、その具備すべき要件及び求められる資質を明示した。

以上の結果は、エネルギーを巡る課題のほか、環境、食糧、医療などの革新技術の導入に際して不可避な国民的合意形成にも資することが期待される。

エネルギー基礎科学専攻

氏名	楊 小晶
論文題目	A Study of Simulation-based and Human Factors-centered Design Methods for Advanced Main Control Rooms in Nuclear Power Plants (原子力発電所の新型中央制御室のシミュレーションベースの人間工学設計手法に関する研究)
学位授与日	平成17年11月24日
指導教員	吉川 榮和

氏名	Sakulkhaemaruechai Singto
論文題目	Preparation and Characterization of Mesoporous Titania Using Surfactant-Assisted Templating Method (界面活性剤による鋳型法を用いたメソポーラスチタニア材料の合成と評価)
学位授与日	平成17年1月24日
指導教員	吉川 暹

シミュレーションベースで原子力発電所の新型中央制御室を人的要因の観点から、設計し、評価する新たな方法を開発したもので、得られた成果は次のとおりである。

- (1)中国清華大学の高温ガス試験炉HTR-10の核熱流力動特性と、その制御システムおよびマンマシンインタフェースの動的挙動を模擬する、パソコンベースの統合型シミュレーション環境HTRSIMUを開発し、HTR-10の出力低減操作、燃料挿入管破損事故対応操作、外部電源喪失事故対応操作を実例にHTRSIMUを検証した。
- (2)タスク分析により運転操作の時系列にそってマンマシンインタフェースへのプラントパラメータ表示と運転員入力操作を整理し、各運転操作の時間余裕の適切さを定量解析するインタフェース設計法を提案した。さらにマンマシンインタフェースの人的要因の適合性を総合的に定量評価する指標を新たに提起し、原子力発電所のプラント動特性と運転員操作行動を連係模擬する統合型マンマシンインタフェース評価システムによるシミュレーション結果を用いてHTR-10のインタフェース設計の妥当性を定量評価した。
- (3)運転員による事象診断の人間信頼性解析モデルとして、運転員の認知行動モードの相違に着目するSRKモデルと、発生事象自身の診断難易度の差に着目するCPモデルの双方の特徴を統合し、運転員の事象診断における非対応確率-時間曲線を5つのパターンに分類する新たな手法を提案した。ついで訓練シミュレータによる実際の運転員による各種事故事象に対する異常診断実験のデータベースをもとに、事故タイプごとの運転員の非対応確率-時間曲線を求め、それぞれの曲線形状の相違を、提案した方法で分類できることを示し、運転員の人間信頼性解析に有効なことを示した。

本論文は、界面活性剤を鋳型とするゾルゲル反応(SATM)により得られるメソポーラス材料の創製と特性について研究開発を進め、特に、環境エネルギー材料として重要なメソポーラスチタニアナノ材料の調製と機能についての多くの有益な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。

- (1)これまで、界面活性剤の自己組織化プロセスを利用したSATMに基づくメソポーラスチタニア材料の創製については、チタニアナノチューブ(TiNT)構造を持つものと報告されてきたが、これを詳細に評価した結果、大部分の生成物はチタニアの微細結晶であり、少量含まれるナノチューブ構造の物質は電子エネルギー損失分光法(EELS)測定により電子顕微鏡観測の過程で生ずるカーボンナノチューブ(CNT)であることを明らかにした。
- (2)このチタニア材料はメソポーラス材料としての興味深い特性を示すことから、その構造活性に及ぼす、ラウリルアミン塩酸塩(LAHC)、アセチルアセトン(ACA)、水素イオン濃度、洗浄過程、焼成温度などの因子を検討し、至適条件下、500℃で焼成した材料は140m²/gという大きな表面積を有することを示すとともに、メソポア形成にとってACA、LAHCの存在が共に重要であることを明らかとした。
- (3)メソポア形成には界面活性剤が重要な役割を持つことから、脂肪族炭化水素鎖長の異なる2、3級アミン類を用いて、どのような過程によりその効果が発揮されるのか比較検討した結果、ゲルのフラクタル次元に優位な差を見出し、これがメソポアの構造に大きな影響を与えるものであるものと推定した。
- (4)この方法の特徴は、複数のプリカーサーを共存させることにより容易に複合酸化物を得ることができる点があるが、少量のジルコニアプリカーサーを入れることにより、チタニアとの固溶体が形成されることを明らかにするとともに、この複合体がアナタース結晶性を持つ表面積の大きなメソポーラス材料を形成しており、ルチル構造への相転移に対する安定性が大幅に改善され、800℃においても尚、アナタース結晶性が優位であることを見出した。
- (5)SATMによるメソポーラスチタニアの光触媒活性は、市販チタニア材料の中でも最高活性の部類に属するが、この活性はジルコニアと複合酸化物を最適化することに

より、約30%の活性の向上が認められた。

以上の結果はチタニアを始めとする機能性セラミックス材料の高機能化のために多くの示唆を与えるものである。また、ナノ材料創製の基礎過程の理解を深め、体系的な知見を提供し、今後の研究発展のために重要な基礎となるものである。

氏名	加賀田 博司
論文題目	低エネルギー負荷電子デバイス用誘電体セラミックスに関する研究
学位授与日	平成17年1月24日
指導教員	八尾 健

本論文は、積層コンデンサや高周波フィルタに用いられる誘電体セラミックスに関し、焼成温度の低下と誘電損失の低減により、エネルギー負荷を低減するための研究開発を進め、多くの有益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)Pb系複合ペロブスカイトのBサイトにCuイオンを導入した誘電体セラミックスを、N₂雰囲気中で焼成するとその誘電率の温度変化が小さくなった。Cu²⁺がCu⁺へ還元され、生じた酸素欠陥の影響によるものと考察した。最適化した誘電体セラミックスは、誘電率が4000以上の高い値にもかかわらず、その温度変化が小さく、Cuを内部電極に用いた積層コンデンサ用誘電体セラミックスとして使用が期待できる。
- (2)Ca系複合ペロブスカイトは、高誘電率のマイクロ波誘電体セラミックスとしてすでに実用化されているBa系と比較して、低い誘電率、低いQ値および大きな負の共振周波数の温度係数を持つことを明らかにした。Bサイトを構成する2種類のイオンのイオン半径の差が大きくなると、イオンのオーダーリングにより、大きな超格子単位胞を持つことを見いだした。移動体通信の基地局用フィルタの誘電体セラミックスとして今後応用が期待できる材料である。
- (3)低温焼結のマイクロ波誘電体セラミックスとしては従来にない高い比誘電率を有する、種々のBi系セラミックスを開発した。BiNbO₄系、Bi₂O₃-CaO-Nb₂O₅系、Bi₂O₃-CaO-ZnO-Nb₂O₅系である。これらのBi系誘電体を用いて作成したAgあるいはCuを内部導体とする積層型共振器（約8×4mm²）は、1.0から1.5GHzで170から200と高いQ値をもつことがわかった。これらの誘電体セラミックスの一部は、移動体通信端末の高周波フィルタとして実用化されている。
- (4)Al₂O₃-MgO-ReO_x（Re：希土類La～Tb）系で得られたマグネトプランバイト相の組成は、従来報告のあったMgReAl₁₁O₁₉より、Mgの少ないMg_{3/4}ReAl₁₁O_x近傍である可能性が示された。その誘電率は20以下と小さいにもかかわらず、正の大きな共振周波数の温度係数を有した。Mg_{3/4}SmAl₁₁O_xにPbフリーガラスを混合し、Agと同時焼

成可能で、共振周波数の温度変化が小さく、10以下の低い誘電率を持ち、200MPa以上の高い抗折強度をもつ新規な低温同時焼成セラミックス（LTCC）を開発した。これらの成果は、現在携帯電話などの高周波デバイスへ使用されており、今後さらに応用範囲が広がるものと期待できる。

以上のように、本論文はエネルギー負荷を低減する電子デバイス用の誘電体セラミックスに関する研究開発を行ったものである。

氏名	松林 政仁
論文題目	Study on Development of advanced neutron radiography imaging techniques (先端的中性子ラジオグラフィ撮影技術の開発に向けた研究)
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	三島 嘉一郎

本論文は、先進的中性子ラジオグラフィ撮影技術の開発に向け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)熱中性子ラジオグラフィの高空間分解能化を図るため、蛍光コンバータの蛍光材及びコンバータ材の細粒径化及び塗布量の低減によるコンバータ内での発光の散乱抑制を試み、蛍光体塗布重量の低減により発光量は減少するものの、空間分解能が大きく改善されることを明らかにしている。
- (2)熱中性子ラジオグラフィ撮影系として、光伝達特性に優れたファイバーオプティックプレートを介してCCDカメラと蛍光材を接続した撮影システムを新たに提案し、従来の蛍光コンバータを用いた撮影システムと比較して大幅に空間分解能が改善されることを実験的に明らかにしている。
- (3)熱中性子ラジオグラフィの高時間分解能化については、蛍光体にキラー物質であるニッケルを微量添加することにより、蛍光コンバータの残光特性が改善されることを実験により明らかにしている。
- (4)高速中性子ラジオグラフィの撮影系について、イメージングプレートに反跳陽子ラジエータとしてポリエチレンシートを組み合わせた撮影技術を提案・試作し、実験により簡便かつ迅速な高速中性子ラジオグラフィ撮影技術としての有効性を確認している。
- (5)高速中性子ラジオグラフィの高輝度化については、蛍光発生部と蛍光伝達部を分離するとともに波長変換ファイバーを用いた蛍光コンバータを提案・試作し、従来型高速中性子ラジオグラフィ用蛍光コンバータよりも高輝度が達成されることを実験的に確認している。
- (6)高速中性子ラジオグラフィの定量化法の開発に向けて、熱中性子ラジオグラフィの定量化法として実績のあるシグマスケリング法の適用可能性を検討し、銅製の

同心円筒に水を満たしたサンプルのモンテカルロ・シミュレーション及び実験の結果から、シグマスケリング法が高速中性子ラジオグラフィに対しても十分適用可能であることを見出している。

以上のように、本論文は先進的中性子ラジオグラフィ撮影技術の開発に向けて熱中性子及び高速中性子の利用を対象として新しい撮像技術の提案を行い、実験的にその有効性を示すとともに、さらなる撮影技術の高度化に向けて、幾つかの新しい知見を得たものである。

氏名	裴麗華
論文題目	Morphology Control of Nanostructured Ceramics and Noble Metals (ナノサイズのセラミックスと貴金属の形態制御)
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	足立 基齊

本論文は、ナノサイズのセラミックスおよび貴金属が自己組織化により形成される過程における操作条件を巧みに選定することにより、その形態の制御が可能であることを見出し、その機構について研究した結果をまとめたものであり、得られた結果は次のとおりである。

- (1) ブロックコポリマーとシリコンアルコキシドが自己組織化により形成するヘキサゴナル構造を、その形成過程において高温で急速乾燥することにより、中空構造のナノサイズのシリカ球が得られることを見出している。この中空シリカは、ナノサイズデバイスに必須であるナノサイズの低誘電材料を提供する。
- (2) 金ナノ粒子の代表的な形成方法である塩化金酸塩をクエン酸で還元する方法において、還元剤濃度を調節することにより、金ナノ粒子の融合により2次元平面を均一に覆う金ナノワイヤーのネットワーク構造が形成されることを見出し、その最適条件を決定している。また、形成された金ナノネットワークの塗布膜は、 $1 \Omega/\square$ という高い電気伝導性を示し、市販の透明導電膜より1桁高い電気伝導性が得られることを見出している。
- (3) 金ナノワイヤーの形成機構について研究し、金ナノ粒子の形成過程における各種金化学種の濃度の経時変化、および、可視紫外吸光度分布の詳細な経時変化の測定を行うと共に、金粒子表面への吸着種による金粒子間の引力・斥力相互作用挙動の変化に基づいて、金ナノワイヤー形成モデルを提案している。更に、その形成機構の考え方が、銀および白金にも適用可能であることを示している。
- (4) 金ナノ粒子の形成反応系にカチオン性界面活性剤を加えて、金粒子の特定の結晶面を界面活性剤で覆い、露出している結晶面の選択的成長を促し、長大な金ナノロッドが得られることを見出している。アスペクト比100以上のナノロッドを得ている。
- (5) アルカンチオールで保護した金ナノ粒子をLB膜上に

展開し、界面圧をかけることによりナノ粒子の配列構造が得られ、更に大きな界面圧で融合が起こることを示している。また、有機溶媒の選択により配列形態、融合形状の制御が可能であることを見出している。

以上のように、本論文は自己組織化により形成されるナノサイズのセラミックスおよび貴金属の形態が、操作条件を巧みに選定することにより制御が可能であることを見出し、その機構について研究した結果をまとめたものである。

氏名	中川 敬三
論文題目	Formation and Applications of Variously Shaped Nano-Scale Metal Oxides (種々の形状を持つナノスケール金属酸化物の形成と応用)
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	足立 基齊

本論文は、界面活性剤と金属アルコキシドが自己組織化により形成する組織を利用して、種々の形状を持つ金属酸化物の合成並びに形成機構、およびその応用について研究した結果をまとめたものであり、得られた成果は次のとおりである。

- (1) シンクロトロン放射光を利用して、ラウリルアミン/テトラエトキシシラン系で合成されるシリカのメソポーラスな秩序構造体の形成過程におけるX線小角散乱を秒単位で測定し、その形成機構の解明に成功している。この手法は類似の機構解明にも適用可能である。
- (2) 界面活性剤分子と水で構成されるラメラ構造の2次元平面水層を利用することによって、セラミックナノシートが合成できることを示している。現在報告されているナノシートの合成方法は1000K-1300Kという高温での焼成、かつ長時間の酸処理が必要であるという欠点を持つ。本章のラメラ構造を利用した方法を用いることによって、 SiO_2 や GeO_2 ナノシートを室温で、また、わずか数分間で合成することに成功している。また GeO_2 ナノシートは非常に高い結晶性を持つことを示している。
- (3) テトライソプロピルオルトチタネート/トリエタノールアミン系に疎水性の強いドデカンジアミン (DDA) のようなジアミンを導入することによって、新規な TiO_2 ナノシートの作製方法を提案している。 TiO_2 ナノシートはDDAの層を挟んだ多層層状構造を形成していること、また、テトラブチルアンモニウムを含むイソプロピルアルコール溶液中に溶解させることにより、単層の分子状ナノシートを溶液中に分散した状態で取り出すことができることを見出している。
- (4) “oriented attachment” 機構によるチタニアナノワイヤーが、80℃で形成される主要因はアセチルアセトンにあることを見出し、また、アセチルアセトンの添加は結晶構造を純粋なアナターゼ相にする役割も果たしている

ことを示している。界面活性剤、金属アルコキシド、アセチルアセトンの比率を変化させると、種々の物性を持つチタニアナノワイヤーや、チタニアナノロッドが形成できることを見出している。

(5)CeアルコキシドとTiアルコキシドを混合して、チタニア・セリア複合系セラミックスナノ構造体を合成している。そのTEM像、電子線回折、X線回折の結果は、CeO₂の粒子とTiO₂の粒子が単に混合したのではなく、複合したナノ構造体が形成されていることを示し、組成と共に形状、結晶構造が変化することを見出している。また、複合体は、単独のCeO₂やTiO₂の粒子よりも多くのルイス酸点を形成し、Ce:Ti=75:25の時、ルイス酸点に基づく酸化反応性が最も大きくなることを見出している。

(6)分離膜の形成に適したcubic相を持つメソポーラスシリカ薄膜が、溶媒蒸発法を用いて膜厚を変化させることで合成が可能となることを見出している。また多孔質アルミナ基板上にスピコーティング法を用いて作製した分離膜は、分子のサイズによる分離が可能であることを示している。

以上のように、本論文は界面活性剤と金属アルコキシドが自己組織化により形成する組織を利用して、種々の形状を持つ金属酸化物の合成並びに形成機構、およびその応用について研究した結果をまとめたものである。

氏名	村上 毅
論文題目	Electrochemical Reactions in Molten Salts for New Energy Conversion Systems: Novel Ammonia Synthesis Processes and MH-Type Thermogalvanic Cells (新規なエネルギー変換システムのための熔融塩中での電気化学反応：新規なアンモニア合成プロセス及び金属-水素熱化学電池)
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	尾形 幸生

本論文は、新規な熔融塩中での電気化学反応を用いたエネルギー変換システムとして、新規な常圧アンモニア電解合成法、および廃熱の有効利用を目指した金属-水素型熱化学電池を研究した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。

(1)アンモニアを水素貯蔵・輸送媒体として用いる場合には、その合成コストが高いことが問題であることから、コスト低減を目指して熔融塩中で起こる電気化学反応と化学反応を組み合わせた新規なアンモニア合成法を提案した。実際に、アンモニア合成の窒素源として窒素ガスを用い、水素源として水素ガス、メタンガス、水蒸気、

硫化水素ガス、塩化水素ガスを用いた常圧アンモニア電解合成に成功した。従来法であるハーバー・ボッシュ法では約100気圧の操作圧力が必要とされるのに対して、提案した方法は常圧での運転が可能であるという点で画期的である。さらに、各反応機構を明らかにするとともに、収率向上のための指針を示した。

(2)廃熱の有効利用の観点から、熱電変換システムとして熔融塩中で作動させる金属-水素型熱化学電池の可能性を検証した。モデルケースとしてジルコニウムおよびチタン水素化物系を取りあげ、二相共存領域にある金属水素化物を熔融塩中で電極に用いることにより、安定した起電力と高い電圧が得られることを示した。さらに水素電極反応の熱起電力を求めることにより、他の様々な水素吸蔵金属の熱起電力を予測することを可能とした。さらに、効果的なサイクル運転の可能性を示した。

これらの研究は、水素エネルギー貯蔵・輸送技術に関連して、熔融塩電気化学プロセスを用いた新規アンモニア合成法を提案し、金属-水素型熱化学電池の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	安田 幸司
論文題目	Direct Electrolytic Reduction of Solid SiO ₂ to Si in Molten Chlorides (熔融塩化物中における固体SiO ₂ のSiへの直接電解還元)
学位授与日	平成17年7月25日
指導教員	尾形 幸生

本論文は、シリコン系太陽電池の一層の普及のための大きな課題となっている低コスト化に向けて、熔融塩中で電気化学的に二酸化ケイ素(SiO₂)を直接還元して太陽電池級純度シリコンを製造する新規プロセスを提案し、その可能性を研究した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。

(1)絶縁体であるSiO₂にモリブデン線を集電体として接触させた「接触型電極」を用い、850℃の熔融塩化カルシウム中において陰極還元を行うことで、世界に先駆けてSiO₂の電気化学的還元によるシリコン生成に成功した。生成するシリコンが{111}双晶面を持つ結晶であることを確認した。また、モリブデン線の先端とSiO₂板を一点で接触させた「点接触型電極」を用いることにより位置選択的なシリコン生成が可能であることを示した。(1)シリコンへの還元機構を検討した。導電体-SiO₂-熔融塩三相界面でSiO₂からシリコンへの還元が起こる。この際、体積減少により生成した空隙に熔融塩が浸入する。生成したシリコンは高温であるために導電性を持つ。その結果、新たな導電パスが形成され、三相界面がSiO₂内部へ移動する。以上の過程を経て、シリコンへの還元が内部まで進行するという反応機構を提案した。さらに、

反応の律速過程が酸化物イオンの拡散であること、および高温溶融塩中で得られる結晶相はアモルファス相を経由して結晶化することを確認した。

(3)電解還元速度の向上を目指してSiO₂粉末試料のペレットの還元を行い、シリコン粉末を混合させることでSiO₂板を用いた場合よりも大きな還元速度が得られることを明らかにした。また、シリコンを混合することで、生成シリコン形状が柱状から板状に変化することを見出した。



図1 本プロセスにより作製されたSiインゴット

氏名	Bierwage, Andreas Hansjörgewitsch
論文題目	Dynamics of Resistive Kink and Coupled Tearing Modes in a Tokamak Plasma with Multiple Resonant Surfaces (多重共鳴面を持つトカマクプラズマでの抵抗性キंकおよび結合)
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	岸本 泰明

これらの研究は、太陽電池級純度シリコンの新規製造法を提案し、その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。

本論文は、高性能のトカマク型核融合プラズマの実現を目的に、その阻害要因の一つである抵抗性キंकモードおよび多重ティアリングモード等の多重共鳴面を持つ電磁流体力学(MHD)的モードの線形理論に基づく安定性解析および非線形相互作用を研究した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。

(1)プラズマ中に多重共鳴面が存在する場合のキंकモードと多重ティアリングモードの線形理論による安定性解析および非線形シミュレーションによる解析を行い、幅広いポロイダルモード数(m)に対して線形成長率を求めた結果、共鳴面間の幅がプラズマ半径に比べて十分狭い場合、これらのMHDモードは $m=10$ 近辺の高いモード数に最大値を持つ幅広い不安定スペクトルを持つことを見出した。この結果、 $m=1$ のキंकモードが内部ディスラプション現象の主要な原因と考えていた従来の描像と異なり、キंकモードに加えて高いモード数の多重ティアリングモードがディスラプション現象に重要な影響を及ぼすことを示した。

(2)上記(1)で得られた知見に基づいて抵抗性の簡約MHDコードを用いて非線形シミュレーションを実施した。その結果、巨視的な構造を持つキंकモードは高モード数の多重ティアリングモードの急速な成長の影響を受けて、それが単独で成長する場合の成長率を大きく上回り、非線形加速を受けることを見出した。これまでの研究から、キंकモードの成長率がしばしば予測を上回って高い値を示すことが知られていたが、この成果はこの未解明の現象を説明する可能性を示している。

(3)さらに準定常状態に達するまでの長時間シミュレーションを行った。その結果、キंकモードの挙動は、多重ティアリングモードがミクロスケールの磁気乱流状態に移行し、それがキंकモードの運動を妨げるため低いレベルで飽和して振動を繰り返す場合、および、発生する磁気乱流に抗してキंकモードが高いレベルまで成長し、従来型の内部ディスラプションを誘発する場合の二つに分類されることを見出した。また、どちらの状態に移行するかは磁気乱流の構造や大きさに依存することを示した。また、これらの非線形MHD挙動は、初期の小振幅のプラズマ擾乱の影響を強く受けることを示した。

以上の研究は、ディスラプション現象をはじめ、核融合プラズマの多彩な非線形MHD現象を正確に予測するためには、より微細な空間構造を持つ揺らぎや乱流の存在が重要な役割を果たすことを示すものであり、今後の核融合プラズマにおけるMHD研究の方向性に重要な指針を与えるものである。

氏名	Sreethawong, Thammanoon
論文題目	Mesoporous Materials for Catalysis Applications: Water Splitting and Cyclohexene Epoxidation (メソポーラス材料の触媒への利用：水の分解とシクロヘキセンのエポキシ化)
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	吉川 暉

本論文は、メソポーラス触媒材料による水からの水素製造を始め、エネルギー変換に関連した触媒反応の高度化を目指した研究で、界面活性剤を鋳型とするゾルゲル反応(SATM)により調製されたメソポーラス材料をベースに、高活性な助触媒を担持した触媒調製に成功したものであり、主な成果は以下のとおりである。

(1)温和な条件下における、界面活性剤を鋳型とするゾルゲル反応により調製したチタニアナノ材料が大きな表面積と均一性の高いメソポーラス性を持ち、広い焼結温度範囲でアナタース結晶性であることを示した。また、この材料が、水の光分解による水素製造反応を触媒することを明らかにするとともに、その活性が、市販のST-01、P-25よりも3倍以上の高い値を示すことを見出した。

(2)このメソポーラス材料の光触媒活性は、適量の酸化ニ

ツケルを担持することにより、増強でき、酸化ニッケル前駆体をゲル化処理の前に加える手法（SSSG）により、ゲル化後に担持するよりも高活性な水素製造触媒とすることが可能であることを明らかにした。また、前者の手法による触媒の最適化により、その活性は、無担持の触媒に比較して1.7倍に増大することを示した。

(3)さらに、同様な調製方法（SSSG法）を用い、助触媒として白金を担持した場合には、触媒活性は約10倍以上に増加し、類似の触媒反応の中では、世界最高の7mmol/h/gを越える水素生成速度を得ている。またSSSG法による触媒調製法が、従来知られている光化学析出法に比べ、明らかに優れた方法であることを実証した。

(4)より安価な助触媒を探索する目的で他の金属についても同様な触媒調製を行い、水の光分解反応を調べた結果、その活性はAu>Pd>Cuの順であり、Au2%の担持によりPtの約半分の活性を得られることから、安価な金属への代替が可能であることを示した。

(5)さらに、チタニア以外に光触媒活性を持つ金属酸化物を探索した結果、酸化タンタルがチタニアと同程度の水の光分解活性を示し、酸化ニッケルの担持により、2倍の高活性化が可能であることを明らかにした。

(6)オレフィンの酸化は工業的にも重要な反応であるが、特にエポキシを得る触媒の開発が求められることから、メソポーラスチタニア触媒を調製し、助触媒として4つの金属酸化物を担持し比較検討した結果、チタニアに酸化ルテニウムを担持した触媒系が、エポキシの生成量、選択性共に最も優れた活性を示すことを見出した。

以上の結果は、メソポーラス材料の高機能化のために多くの知見を与え、今後の研究発展のために重要な基礎となるものである。

氏名	張 維忠
論文題目	Study on Constitutive Equations for Flow Boiling in Mini-channels (ミニチャンネル内強制流動沸騰の構成式に関する研究)
学位授与日	平成17年11月24日
指導教員	三島 嘉一郎

本論文は、近年の最先端マイクロマシン技術の進歩に伴って重要性が増している高密度のエネルギーを発生するマイクロマシンの除熱などに関連して、ミニチャンネルにおける沸騰二相流現象について、その特性の把握及び構成式の開発を目的に研究した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。

(1)沸騰二相流現象には数多くの影響因子が関与することから、構成式の開発に際し、当該現象に対する個々の影響因子が及ぼす影響の度合いを効率的に評価して、支配的な影響因子を客観的に見出すために、ニューラルネットワークを応用した新しい感度解析手法を提案し、これ

を応用した。

(2)沸騰熱伝達率に関しては、既存の熱伝達率相関式の予測精度を比較・検討し、その中で最も予測精度の高いChenの式を物理現象に即して分析し、運動量輸送と熱輸送とのアナロジーに基づいてこれを一般化することにより、ミニチャンネル内の流れにおいて重要な低レイノルズ数条件においても高い予測精度が得られる新しい熱伝達率相関式を提案した。

(3)限界熱流束に関しては、文献調査によって膨大な実験データを集め、これらに対してニューラルネットワークの手法を用いることによって、限界熱流束に対する支配的な影響因子を見出し、各流動条件における限界熱流束の機構を明らかにするとともに、その結果を用いて、単一の式で表現でき、しかも広範囲の流動条件において高い予測精度が得られる新しい限界熱流束相関式を提案した。

(4)摩擦圧力損失に関しては、収集した多くの実験データに対してニューラルネットワークの手法を用いて支配的な影響因子を見出し、これを用いて既存の相関式を一般化することにより、広範囲の実験データとよく一致する新しい相関式を提案した。

(5)ボイド率に関しては、多くの既存の実験データに対してニューラルネットワークの手法を用いて支配的な影響因子を抽出し、その結果を用いて、ドリフトフラックスモデルに基づく既存の相関式に、物理現象に即した補正を加えて一般化し、広範囲の実験データを精度よく再現できる新しい相関式を提案した。

以上のように、本論文はミニチャンネル内沸騰二相流に関して、沸騰熱伝達、限界熱流束、摩擦圧力損失、ボイド率について既存のデータを収集し、ニューラルネットワークを応用した新しい感度解析手法を提案して適用するなどにより、それぞれの現象に対して支配的な影響因子を客観的に抽出することによって幾つかの新しい知見を得るとともに、それらに対する新しい構成式の提案を行って精度の向上を確認したものである。

エネルギー変換科学専攻

氏名	山野井 一郎
論文題目	衝撃波を利用したドラッグデリバリシステムおよびバイオプロセスの開発に関する基礎研究
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	塩路 昌宏

本論文は、衝撃波の新たな応用技術として、薬物を体内に効果的に分配するドラッグデリバリシステム(DDS)およびバイオプロセスの開発を目的としたものであり、マイクロカプセルの試作、衝撃波生成装置の製作および気泡変形挙動の測定・解析について、以下に示す多くの有用な知見をまとめたもので、主な成果は以下のとおり

である。

(1)衝撃波DDSで用いる気泡内包マイクロカプセルを試作し、種々の混合水溶液組成と製作の可否との関係を調べた結果、適切な濃度のアルギン酸ナトリウムとポリビニルアルコール (PVA) の混合溶液を塩化カルシウム水溶液に滴下することによって生成したカプセルには、マイクロピペットで穿孔して内部に液体と気体を注入することができることを示した。

(2)マイクロカプセルの力学的特性について調べるために、吸引実験で得られた変形状を有限要素モデルで再現し、カプセル殻のヤング率を同定するとともに、PVA添加によるヤング率の変化を示した。さらに、カプセル殻を粘弾性体とし、その減衰係数がアルギン酸ナトリウム濃度の関数であると仮定することで、気泡内包マイクロカプセル製作の可否を見かけのヤング率により整理できることを明らかにした。

(3)皮膚表面から衝撃波を伝播させる圧電素子型衝撃波生成装置の開発を行った。素子に取付けたホーンの形状・入力電圧波形の影響を調べ、入力する単発鋸歯状波の立上りおよび立下り時間による最大・最小圧力と立上り・立下り圧力勾配の変化を実験と理論により示した。

(4)気泡内包マイクロカプセルのモデルを用いて、衝撃波を作用させた際の気泡変形挙動を可視化実験により観察し、パラメータの抽出を自動化して領域分割する新たな二値化処理法を提案するとともに、これを用いた解析によって気泡、衝撃波、モデル壁の相互作用が気泡表面の鋭い変形速度に影響を与えることを明らかにした。

(5)実用できる気泡内包マイクロカプセルを作るために、T字管を用いて気体と液体を交互に送り込む手法を開発し、半径125 μ mの微小気泡を生成した。また、流路系を制御することで、単発の微小気泡を生成するとともに、衝撃波による収縮・膨張挙動の発現を示した。

以上のように、本論文は衝撃波DDSならびに衝撃波バイオプロセスを提案するとともに、それらを実現するための要素技術の開発とカプセル破壊挙動の解明を行ったものである。

氏名	小寺 慶
論文題目	高エネルギー大電流電子源としてのヘリカル装置利用のための基礎研究
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	小西 哲之

本論文は、大電流電子源として、トーラスプラズマ装置を利用する可能性について検討したものであり、ヘリカル装置において高エネルギーの逃走電子を発生し、閉じ込め磁場から引き出しコイルによってそれを引き出すための主要な技術課題を解析的に評価しており、得られた主な成果は次のとおりである。

(1)装置の構造から大電流の電子線を引き出しやすいヘリ

カル装置を選択し、装置構成と引き出しコイル、その閉じ込め磁場への影響を補正するコイルの配置を考案してその最適化を行った。

(2)コイルの電流や加速電圧と引き出される電子の運動の関係を求めるために、装置寸法とコイルの電流で電場と磁場の規格化を行った。その結果電子エネルギーは装置半径に依存せずコイル電流のみで決定できることを明らかにし、それを利用して電子源の概念設計を容易にする方法を見出した。

(3)ヘリカル装置に設置したコイルと電子の加速、引き出しの条件を最適化し、発生する高エネルギー電子の90%を引き出せることを明らかにした。また運転条件と得られる電子線の間接関係を見出し、2MeV、100mA級の電子線が高効率で得られることを示した。

(4)実際の電子線照射装置で要求されるビーム状の電子線の取り出しに際して磁場の対称性が失われて閉じ込め領域が縮小し、電子が加速できない問題を検討して、引き出しコイルの作る磁場のテイラー級数2次項を打ち消すよう補正コイルを追加し、位置と電流を最適化する解決策を見出した。

(5)これらの結果から、ヘリカル装置に引き出しコイルなどを配して運転条件を最適化することにより、大容量の電子線を引き出すことが可能であることを示し、その装置概念を示すと同時に運転領域、特性を明らかにした。

以上のように、本論文は比較的小型のプラズマ閉じ込め装置であるヘリカル装置を用いて、従来極めて困難であった領域の電子線を発生する独創的な方法を示し、電子線の新たな利用可能性を拓くとともに、電磁場における荷電粒子の発生、利用の工学における数値解析の方法について研究した結果をまとめたものである。

エネルギー応用科学専攻

氏名	李 在光
論文題目	液相焼結法によるSiC/SiC複合材料の製作と接合に関する研究
学位授与日	平成17年3月23日
指導教員	香山 晃

本論文は、高温・中性子照射等の苛酷環境下での使用を想定した炭化珪素系長繊維強化型炭化珪素基複合材料(以下SiC/SiC)の作製法及び接合法の開発に関して研究した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。

(1)SiCナノ粒子は同種の β -SiC微粒子であっても製造条件に起因する結晶子の大きさ、粒子表面の化学組成、一次粒子の粒度分布と凝集状態等によって4つのタイプに大別できることを示した。また、それぞれのタイプの特徴とプロセス設計上での留意点を述べ、SiC/SiCの作製や接合の際のSiCナノ粒子の選択の重要性を示している。代表的な4つのタイプのSiCナノ粒子と酸化物系焼結助剤混合液相焼結法(LPS)により供試材を作製し、プ

ロセス設計の基礎を提供した事が特記される。

(2)粒子表面や内部の遊離炭素・遊離シリカの状態を大気暴露や酸洗などの処理で制御し、粒子表面組成と焼結体の物性ととの相関について説明した。これらの成果に基づき、助剤の種類や配合の最適化を行い焼結体の物性値を大幅に改善することに成功した。さらに、優れた高温強度を有するSiC繊維（チラノSA）を強化繊維、ポリカルボシラン（PCS）をセラミックス前駆体として用いて液相焼結法（LPS）とポリマ含浸焼成法（PIP）との複合プロセス（LPS+PIP）について検討してSiC/SiC複合材料を作製し、プロセス条件の最適化によりLPS法よりも低温かつ低圧条件下でも高性能なSiC/SiCを作製できることを示した。繊維被覆の損傷を最小に抑さえ、繊維束内部でのSiCマトリックス形成を促進させたことが改善の機構である。

(3)LPS法・PIP法での接合継ぎ手の作製を行い、LPS法を基礎として多様な接合継ぎ手形状や継ぎ手特性に対応させ、SiC/SiCの接合及び異材との接合に成功した。接合条件を最適化して接合層の厚さを平均3.5 μ m以下に抑え、既往の研究では実現できなかった優れた接合層を持つ接合材を作製した。その接合材について接合面に垂直な方向の引張および接合面に平行な荷重によるせん断と曲げを用いて接合強度評価を行った。特に引張によるSiC/SiCの接合強度評価はこれまで定量的な評価が行われておらず、本研究独自の成果である。本研究の試験結果は加圧焼結による接合法の有用性を示すもので、一連の強度評価試験からプロセス技術としての成立性を示した。

以上のように、本論文は超耐環境性構造材料としてのSiC/SiCの開発において炭化珪素ナノ粒子の基本特性制御から接合材の評価にいたる幅広い領域で材料科学としての理解や技術の体系化に貢献した。

氏名	李 容承
論文題目	伝熱機能材料及び耐熱構造材料としてのSiC/SiC複合材料の研究
学位授与日	平成17年 9月26日
指導教員	香山 晃

本論文は、優れた低誘導放射化特性と高温特性により核融合炉の構造材料としての使用が想定されている炭化珪素長繊維強化型炭化珪素基複合材料（SiC/SiC複合材料）の熱伝導度に関する理論モデルの開発、ダイバータの健全性評価に対する熱伝導度測定の実証、SiC/SiC複合材料のヘリウム（He）に対する気密性の評価に関して研究した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。

(1)SiC/SiC複合材料の熱伝導度に関する理論モデルにおいては、繊維/マトリックス界面相の熱伝導度の異方性・厚さを論理的に数式化した理論モデルを開発した。

開発した理論モデルと数値計算及び実際の複合材料の測定値との誤差は15%未満で、既存の理論モデルの精度を凌駕した。開発したモデルの応用により、高熱伝導度の先進SiC繊維を使用したSiC/SiC複合材料の伝熱特性・強度特性の向上に界面相の薄膜化が有効であることを示した。

(2)ダイバータの健全性評価に対する熱伝導度測定の実証においては、ダイバータへの応用が期待されるタングステン（W）被覆SiC/SiC複合材料に関する研究の一環として、W被覆SiCに熱負荷を与え、W/SiC界面での亀裂・剥離に繋がるW-SiC反応相の増加を熱伝導度の変動を以って捉え、熱伝導度測定によりW被覆SiC/SiC複合材料のW/SiC界面での亀裂・剥離を事前に感知できることを実証した。

(3)SiC/SiC複合材料のHeに対する気密性においては、ナノインフィルトレーション遷移共晶相（NITE）法により作製したSiC/SiC複合材料・SiC単体に対して定常核融合炉の起動時のブランケットの温度条件を模擬した熱サイクル試験を行い、熱サイクル試験前後の気密度を評価した。その結果、NITE-SiC/SiC複合材料・NITE-SiC単体が熱サイクル試験後も核融合炉への使用に十分な気密度を維持していたことが明らかとなり、核融合炉の構造材料としてのNITE-SiC/SiC複合材料の適合性を実証した。

以上のように、本論文は伝熱機能材料・耐熱構造材料としてのSiC/SiC複合材料の伝熱特性・気密性の向上、熱伝導度測定の工学的応用に関する重要な知見を与えるものである。

氏名	沙 建軍
論文題目	Performance of SiC-based Fibers under Severe Environments and Its Mechanistic Analysis (過酷環境下のSiC基繊維の性能評価および機構論的解析)
学位授与日	平成17年 9月26日
指導教員	香山 晃

本論文は、先進エネルギーシステム及び推進システムの構造材料として期待されているSiC/SiC複合材料（以下、SiC/SiC）の強化要素であるSiC系繊維（以下、SiC繊維）の苛酷環境下での引張試験、クリープ特性評価法の開発も含め、耐環境特性に関する現象論・機構論的研究の結果をまとめており、主な成果は以下のとおりである。

(1)SiC繊維の基礎特性及びその特性評価における方法論について系統的に検討し、特に苛酷環境下でのSiC繊維の機械的特性評価及び微細組織のキャラクタリゼーションに注目し、単一フィラメント引張試験だけでなく、実使用時を考慮した曲げ応力緩和（Bend stress relaxation, BSR）試験法を用いたクリープ特性評価を行

い、その改善した方法論（以下、m-BSR試験）を示すと併に苛酷環境下での先進SiC繊維の特性評価結果を述べている。一方、破壊力学概念に基づいたSiC繊維の破壊靱性及び臨界破壊エネルギーの評価を行い、苛酷環境でのSiC繊維の破壊メカニズムの理解に関わる重要な基礎データを示している。

(2)また、新規SiC/SiC複合材料作製プロセスとして開発中のナノインフィルトレーション遷移共晶相（NITE）法における作製時における条件の影響や先進エネルギーシステムでの標準運転条件ならびに想定される事故時の温度上昇の影響の評価のため、不活性ガス雰囲気下で1900℃にいたる超高温の熱履歴を与えた先進SiC繊維の基本特性及び微細組織変化を評価している。特に、SiC繊維のクリープ特性に及ぼす超高温の熱履歴付与の影響をm-BSR試験により評価しているm-BSR試験によって、SiC繊維及びSiC/SiCの寿命評価における重要な因子であるクリープ変形の見かけの活性エネルギーを求め、従来のSiC繊維の引張クリープ試験でのデータと比較検討することで、本研究で行ったm-BSR試験の有用性を実証している。

(3)さらに、実環境下でのSiCも持つ複雑な劣化機構のうち、酸素分圧、熔融塩環境の影響を取り上げ検討している。酸素分圧の影響に関しては、異なる酸素分圧下での熱・応力負荷試験を行い、応力負荷及び活性酸化に起因するSiC繊維の応力腐食を基本とする劣化機構モデルを提案している。また、推進システムでの使用を想定した熔融塩中でのSiCの腐食及び熱化学安定性についても言及している。

以上のように、本研究は先進エネルギーシステムで求められる超高温・過酷環境下での超耐環境性SiC繊維の高性能化を達成するための指針が示されており、エネルギー材料の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。

(2)W/SiC界面での固体拡散反応生成相の変化挙動の機構論的な検討に基づき反応過程の検討、相生成・成長経路の同定、認められた各々の反応相の解析などにより、拡散・反応律速過程による界面組織発展挙動について述べている。様々な原料やプロセス条件の下でW/SiC被覆材を作製し、界面強度特性と微細組織との相関を解析することで界面制御の可能性を検討している。さらに反応相の強度特性及び亀裂伝播を中心とした破壊挙動を検討し、マクロ破壊の支配要因の解析を行っている。界面せん断強度特性及び界面反応相特性との相関を明らかにすると同時にマイクロ強度特性について詳細に記述し、反応相の最適化の指針に基づきプロセスの最適化を進めている。将来の実用化に向けてW被覆SiCの熱衝撃特性評価を核融合炉の炉心環境を模擬した条件で行い、炉設計で許容される特性を基本的に備えていることを示し、設計に必要なデータ基盤を提供している。将来の研究課題としてW被覆SiCへのマイクロ押し込み試験とFIB加工法の新しい適用による圧痕下部の亀裂伝播挙動3次元解析の試みを述べ、解析手法の高度化の意義を強調している。最終的に最終目的であるSiC/SiCへのW被覆に適用し、期待した特性を実現できることを実証している。

(3)これらの成果はホットプレスによるW被覆SiCシステム研究のみに貢献するものではなく、その他の多様なプロセスの開発研究における基礎データとしても極めて重要である。

以上のように、本論文は低環境負荷型・耐熱性構造材料としてのSiC/SiC複合材料の解決すべき問題である高融点金属材の被覆プロセス法の確立とそれを活用した材料特性最適化に関して重要な知見を与えるものである。

氏名	孫 壽正
論文題目	SiC及びSiC/SiC複合材料へのタングステン被覆に関する研究
学位授与日	平成17年9月26日
指導教員	香山 晃

本論文は、先進原子炉の炉心や核融合炉ダイバーターなどの苛酷環境下でのSiC長繊維強化型SiC基複合材料（以下、SiC/SiC）の利用で検討されているタングステン（以下、W）被覆法の確立および被覆材の高性能化に関する研究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。

(1)プロセス条件設定の柔軟性を有するホットプレス法を用いることでSiC系材料にW被覆する方法を多様な角度から考慮・提案し、ホットプレス法の長所を生かしたW被覆SiCシステムの実現の可能性の高さと魅力について記述している。



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