

# 複合システムデザイン のためのX型人材育成

# News Letter



2009年3月31日発行

## 教育への取り組み

### 展開型科目

#### 「マルチフィジクス解析展開」の紹介

芝原正彦 准教授

2008年度2学期から新規に「マルチフィジクス解析展開」が展開型科目として導入されました。本科目では、「複数の物理間に相互作用があるマルチフィジクス問題に対して、単純化プロセスのモデリングと連成数値解析を実施することにより現象を理解し、これに基づいた設計の最適化や高効率化の考え方を習得する」という教育目的を掲げています。実施内容としては、2008年度1学期に開講された展開型科目「マルチフィジクス解析基礎」で習得した理論的基礎と方法論を生かしながら、より実践的なあらかじめ答えの用意されていないマルチフィジクスの応用課題に対してチーム単位で取り組むことにより、複合システムに対するデザイン能力・解析能力の育成を行いました。

本科目は、(1)【講義】イントロダクション、(2)【講義】有限要素法の基礎、(3)【演習】ソフトウェア導入教育、(4)【チーム演習】マルチフィジクスモデリングと解析方法の検討、(5) 中間報告会、(6)【チーム演習】マルチフィジクス問題の数値解析、(7) 最終成果発表会、というスケジュールで実施されました。上記(6)の数値解析演習では、COMSOL Multiphysics (COMSOL社、スウェーデン)を利用しました。この理由として、本ソフトウェアは、偏微分方程式で記述されるさまざまな物理現象を統一的に取り扱うことができ、またそれらを連成させることが可能であることが挙げられます。

イントロダクションとして、本科目のねらいや授業の流れについて、「マルチフィジクス解析基礎」の授業内容との連続性を踏

まえて説明を行いました。次に、COMSOL Multiphysicsでは有限要素法が用いられているため、その基礎的事項についての講義を行いました。その後、マルチフィジクス課題の提示とチーム編成を行い、3名ごとのチームに分かれて課題に対するモデリングと解析方法を検討しました。課題としては、① $\mu$ TASの混合促進、②マイクロロボット足の開発、③循環プールの温度管理設計、の3課題を提示し、各チームはそのうちの1課題に取り組みました。いずれの課題も、問題設定、物理モデリングの段階から大きな自由度があるとともに、複数の物理が関連するマルチフィジクス問題となっています。



図1 大学院演習室での数値解析演習の様子

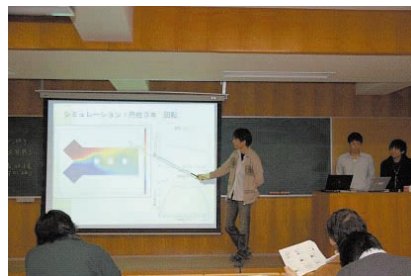


図2 最終報告会でのプレゼンテーションの様子

続いて、中間報告会において問題設定・モデリング・解析方針の検討結果を発表して、教員・他チームと議論を行いました。その後、実際に各チームのモデリングと解析方法に基づいて、数値解析演習を実施しました。図1に数値解析演習の様子を示します。チームごとにディスカッションを行いながら、協働して数値解析を実施している様子が分かります。また、図2に最終成果発表会の様子を示します。最終成果発表会では、各チームが問題設定・モデリング、使用した物理や物理間カップリング、数値解析結果についてプレゼンテーションを行い、教員・他チームとともに議論を行いました。図3にマルチフィジクス演習課題( $\mu$ TASの混合促進)の解析結果例を示します。この図は3個の微小回転体が流体AとBの混合を促進する様子を示していますが、本解析を行ったチームは微小回転体の個数・配置と流体混合促進との関係を詳細に検討するとともに、この混合促進方法が他の方法と比べてどのような利点があるかについて報告しておりました。本チームのように、他チームも自発的に調査・検討し、各チームのオリジナリティーあるアイデアを実証しようと熱心に取り組んでいました。現在、授業アンケート結果を集計しており、この結果を来年度の授業実施に生かしていきたいと考えています。

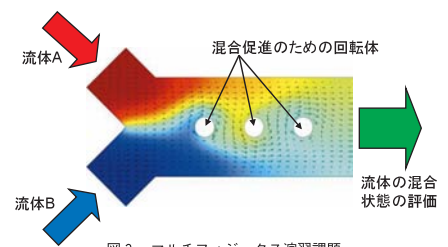


図3 マルチフィジクス演習課題( $\mu$ TASの混合促進)の解析結果例

## 大学院生による国際会議での研究発表

### 国際会議発表記 (アメリカ)

博士前期課程2年 田中晋平

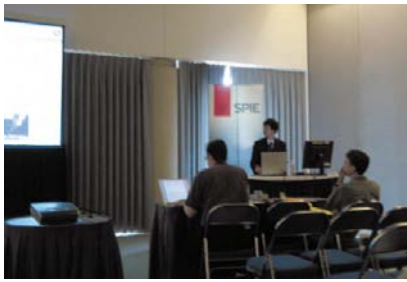
私は大学院GP学生支援プロジェクトの助成金をいただき、2008年8月にアメリカ、カルフォルニア州サンディエゴにあるコンベンションセンターで開催されたSPIEと呼ばれる国際会議で研究成果の発表を行いました。SPIEとはthe Society of Photographic Instrumentation Engineersという学会で、光学に関する最新の技術やデバイスが紹介・発表される国際会議です。体験記を通して、今後海外発表に初めて行く人の参考になるようなことをお伝えでき

れば幸いです。私は今回の学会発表を通して、大きく分けると以下に挙げる二つの貴重な価値を手に入れることができました。

一つは、研究に対するモチベーションが向上したことです。私が研究しているレーザトラップは国内学会では一つのセッションを設けて行われるということはあまりなく、学会に参加して同じ研究をされている方と会う機会は滅多にありません。しかし、SPIEではレーザトラップのセッションが設けられ、多くの研究者の方々が研究成果を発表されているのを拝見することで良い刺激を受け、研究に対する

モチベーションがより一層上がりました。

もう一つは、コミュニケーションツールとしての英語力に自信が持てるようになったことです。多くの学生が団体旅行で海外旅行に行ったことがあると思いますが、全員がコミュニケーションツールとして英語を使えるかというところはないと思います。国際学会に参加することで、英語で前刷り資料を作成し、発表するのはもちろんのこと、宿の予約や現地での移動手段など全て英語で対処しなければなりません。英語を使わなければならない必要性が普段受身な私には英語で話すとても良い



発表の様子

語でもいいからとにかく答えよう」と心に決めていたおかげで、多少的外れな説明もしてしまいましたが、何とか答えることができました。一人で海外に行くのは初めてで、入国審査の列に並んでいる時に私の片言の英語で入国できるのかと不安になってしまうほどの英語力でしたが、今回発表できたことで少し自信が

きました。

学会発表に行った時に英語を使う点で一番重要なのは「積極性」であると実感しました。私も含め日本人は引込み思案な人が他の国に比べて多いと思いますが、それは英語力の向上という点においてはマイナスでしかありません。しっかりと習得しているに越したことはありませんが、英語はコミュニケーションの手段でしかなく、大切なのは自分の考えを伝えようとする事です。今後初めて海外発表していく方は積極的に話すように強気でいってほしいと思います。英語力に不安で踏ん切りがつかないという人も、海外発表は様々な点で良い経験になるので、発表するチャンスがあれば是非物怖じせず飛び込んで下さい。

最後に、本教育プログラムで支援していただくことで、私のような若輩者に国際会議で



コンベンションセンター概観

発表するという大変貴重な経験をさせていただいたことに深くお礼申し上げるとともに、今後も次の世代を担う大学院生に積極的な支援をしていただけることに期待したいと思います。誠にありがとうございました。

## 大学院生による海外研究留学

### 海外短期研究留学体験記

博士後期課程 2年 岩田隆一

2008年3月28日から2009年1月30日の間、大阪大学海外短期研究留学助成プログラムにより、最初の4ヵ月をフランスのトゥールーズにあるInstitut de Mecanique des Fluides de Toulouse (IMFT)、残り半年をアメリカのボルチモアにあるJohns Hopkins University (JHU)に滞在しました。本留学の目的は、私の研究分野において世界を先導する研究者からアドバイスをいただきながら、博士論文研究(固気液三相流の数値解析)を進めることでした。大学院教育改革支援プログラム「複合システムデザインのためのX型人材育成」における海外インターンシップの試行として、制度構築のためにこのレポートを提供します。



Toulouseの街並み

IMFTでは自分のテーマだけでなく、IMFTが開発している気液二相流解析コードに私が開発した固気液三相流解析を取り入れるという課題に取り組みました。その過程で私の手法の改良案を発見し、自分の研究の進展にも役立てることができました。JHUでは、多数粒子を含む液中を上昇する単一気泡の解析を行いました。粒子が気泡に比べ、十分に小さい場合には粒子の挙動はクリーンな液中を上昇する気泡周りの流れ場から予想されます。



Johns Hopkins University

しかし、粒子・気泡のサイズが同等である場合にはそれぞれの挙動が液相を介して相互作用し、特徴的な粒子の回転が観察されるとい興味深い現象を明らかにしました。

滞在当初は日本との研究スタイルの違いに少し戸惑いました。不規則な生活になりがちな日本の大学院生と比べ、仏、米ともに朝早く来て、夕方には帰宅し、家で夕食をとるといった人が多かったです。一日の研究滞在時間が短いので、短時間で集中するようになり、また自宅でのんびりある時間を過ごすことができ、結果として効率が良いように思います。また、ささいなことでも徹底的に議論する習慣があるように思います。講義中でも理解できないことがあれば、学生が授業を中断して納得するまで質問するといった場面も多々ありました。

また研究の進展だけでなく、沢山の友達と知り合うことができたのも大きな収穫でした。仏では、一軒家の一室を借りて、約5人のルームメイトと共同生活を送りました。オーナーが大学や研究所関係者に部屋を貸し出しているので、住人はすべてポスドクや博士課程の学生でした。ひとくちにドクターといっても各国の経済状況などから、その扱いは大きく異なることを知り、改めて自分の立ち位置を見直すことができました。また、留学期間中に3件の国際会議に参加する機会があり、そこでも多

くの研究者と話す機会がありました。これらの経験のなかで、質問されるだけでなく、自ら相手の情報を引き出す能力を身につけることができたと思います。

上記のように10ヵ月間の間に得た経験は研究者として、また個人としても、とても有意義なものであったと思います。また、大阪大学大学院では、本助成プログラムだけでなく、大学院GPなど学生の自発的な活動を支援するプログラムがたくさんあり、昨年度はGPから研究費の補助を受けました。これらの支援のおかげで自由な研究活動を円滑に行うことができ、非常に感謝しています。



サンタモニカの棧橋  
(日米気液二相流ダイナミクスセミナー参加時)



フランス滞在時のルームメイトと

## 講演会を企画する楽しさ

博士後期課程 2年 道畑正岐

講演会を企画しようと考えたとき、先端の研究者、町工場の職人、工学出身の作家、フォーミュラーカーの企業を考えました。僕は機械工学の学生ですが、実際にものづくりを行った経験はあまりありません。同じ境遇の学生は多いと思い、モノを作れるわけではないですが、実際に“ものづくり”をしている方の経験や考え方などは絶対に価値があると思い、そこで結局、職人さんである更谷雄三氏（日東工作所）にお願いしました。依頼のメールを出すすぐに、更谷さんからお電話を頂きました。更谷さんは断ろうと思っていたらしいのですが、僕が数年前に更谷さんの講演に参加したことがある旨を伝えると、「これも何かの縁ですね」ということで、お忙しい中快く引き受けくださいました。ラッキーでした。更谷さんは、東大阪の日東工作所という中小企業で家族兄弟での経営であるにもかかわらず、世界最高峰の技術をお持ちです。特に有名なのは小型のロータリーエンジンです。カリフォルニア大学に依頼され、世界最小の0.137cc実働ロータリーエンジンも製造しました。そして今回の講演



司会を担当する筆者



説明に熱心に聞き入る学生たち

の内容は、前半はものづくりに重点を置いて治具の重要性などを中心に、後半はロータリーエンジンの原理から実際に持参していただいたエンジンの実演まで行っていただきました。多忙にもかかわらず、非常に工夫を凝らした講演をしていただきました。結果的に、1月中旬の卒論修論の忙しい時期にもかかわらず、想像をはるかに超える44の方が聴講に来てくださり、よい講演会となりました。アンケートの結果からも皆さんに満足してもらえたようで、本当にうれしかったです。

個人的な意見として、このX型人材育成プログラムの中で、学生企画講演会は特によい取り組みであると思います。誰を呼び、どういった風に依頼し、どう広報していくのか、どのような準備が必要で、当日はどう講演者を向かえ、どう対応するのかなど一連のことを経験できますし、講演者の方とも知り合えます。講演を聞くよりもっと密におもしろいお話を聞くことが出来ます。もちろんネガティブに見ればそれらの多くは面倒くさいことにもなりますが、そのときはそうでも後から見れば必ずいい経験であると思います。ただ、もちろん、講演の準備や講演者への対応が完璧に行えることもなく、

教員や事務職員の方々、はたまた講演者の方にお世話になりながら、失礼なこともしながら、進めていくことができました。本当は失敗などないほうがよいですが、これは学生だから許されるともいえます。いわゆる学生特権だと思えます。よくよく考えると新幹線の学割なんかよりも、この講演を経験することで得られる価値は遥かに高いと思います。

講演者の更谷さんが繰り返しおっしゃっていた言葉に「縁」というものがあります。蹟く（つまづく）石も縁の端ということわざがあるように、学生時代は多くの縁を繋いでいくことも重要なのかなと思います。学部時代はクラブ・サークルやバイトをしている人も多いと思いますが、大学院になると（特に博士課程になると）研究室にこもりっきりになってしまう人も多い気がします。少なくとも僕の知っている限り、研究室にこもっていい研究をしている人は少ないです。じっくりと研究を進めることは当然重要ですが、僕は今回講演会を企画できたことを大変うれしく思い、また楽しく終えることができました。最後になりますが、この機会を与えてくださったこのプロジェクトに感謝しています。ありがとうございました。



ロータリーエンジンの運転実演

## 国際セミナー

### 熱流体国際セミナーの実施報告

小田豊 助教

現代に生きる私たちの生活には、船舶や鉄道、自動車、航空機などの輸送手段、水力・火力・原子力発電所などの電力供給システムは必要不可欠となっています。これらの先端機械システムは、複数の要素機器によって構成される複合システムであり、その開発には機械工学だけでなく他の工学分野を含む広範な科学知識が要求されます。また、個々の要素機器内では単相・多相の熱流動現象や、相変化や化学反応を伴う伝熱・燃焼現象、移動・変形物体と流れの相互作用などを含む複数の物理現象が様々なスケールにおいて複雑に絡み合うマルチフィジックス系が構成されており、その開発に際しては複数の物理現象が相互作用する系に対して適切なモデリングと解析を行う能力が重要となります。そのため、本大学院教育改革支援プログラムでは、マルチフィジックス問題に対する解析力を育成し、複数の物理現象の相互作用とトレードオフを含む複合システムに対して適切な



セミナー会場（大阪大学銀杏会館）

課題設定・課題解決能力を有するX型人材の育成を目指しています。

このような背景のもと、熱流体現象に関わるマルチフィジックス問題やそれに関連するテーマについて、先端的な知見に接する機会を大学院生に与えることは、大学院生がマルチフィジックス現象の重要性を理解する助けになるとともに、コースワークにおける取り組みの動機づけとしても有意義であるとの考えのもと、先端的な研究を行っている国内外の著名な研究者6名を迎え、2008年9月22日に熱流体国際セミナーが開催されました。

本セミナーには6名の講師を含めて136

名（うち阪大の教員16名、大学院生40名）の参加があり、大変盛況でした。講演はいずれも英語で行われ、S.H. Winoto氏（National University of Singapore）によるゲルトラー渦に着目した実験に関する講演、和田成生氏（大阪大学）による人体の血液輸送に対して独自の赤血球モデルを導入したシミュレーションに関する講演、W.-S. Yoon氏（延世大学）によるディーゼル微粒子除去過程に関するマルチスケール・マルチフィジックス解析法に関する講演、菱田公一氏（慶応大学）によるマイクロ流路における最新の計測システムと測定事例に関する講演、S.-J. Song氏（ソウル大学）によるターボ機械で生じる種々の流体励振現象に関する講演、萩原良道氏（京都工芸繊維大学）による魚に含まれる不凍化タンパク質に関して行った蛍光顕微鏡観察と分子動力学解析に関する講演など、いずれも複数の物理現象が相互作用するマルチフィジックスを含む内容の講演であり、分子スケールからマイクロスケール、ターボ機械のスケールにまたがる多様な講演がありました。ま

た、機械工学をバックグラウンドとしながらも医療・バイオ分野において機械工学の手法で切り込んだ研究もあり、参加した大学院生にとっては機械工学の適用分野の拡がりや可能性を体験できる良い機会になったと思います。



講演後の質疑応答の様子

本国際セミナーに参加した教員と大学院生を対象としたアンケート調査を行った結果、80%の学生が国際セミナーへの参加は有意義であったと回答しています。また、73%の学生が講演を聞いてマルチフィジクス問題の重要性を認識したと回答していることから、本セミナーが学生のコースワークへの動機付けに一定の効果をもたらしたと思われる。一方で、参加を決めた理由としては「指導教員に勧められた」が70%を占めており、今後は自主的な関心からの積極的な参加が期待されます。また、学生の43%が、講演内容について今後の研究に役立つと答えていることから、講演内容が学生にも好評であったことが分かります。

講演は英語で行われたため、すべての内容を理解するのは難しかったようですが、85%の学生が英語運用能力の必要性を「強く感じた」と回答しており、国際力養成への動機付けとしても本セミナーが有効であったことが分かります。また、Speaking、Hearing、Writing、Readingのうち、学生が最も苦手なものはやはりSpeaking (67%) であり、英語を話す訓練の必要性が伺われますが、半数以上の学生が普段から何らかの英語学習を行っており、英語の必要性については学生自身が強く認識しているようです。また、学生の国際力養成に有効な方策としては、教員・学生ともに海外



講演に熱心に耳を傾ける参加学生

留学をトップに挙げており、次点の国際インターンシップとともに現地での実体験が国際力養成にもっとも効果的であると考えられる点は、両者で一致していました。

参加者アンケートの結果が示すように、今回の熱流体国際セミナーは、マルチフィジクス問題の重要性を大学院生に認識させるとともに、国際力としての英語運用能力の重要性を比較的早い時期に認識させることができた点で、意義深い企画であったと思います。また、他分野との境界領域に適用範囲を拡げている機械工学の先端的内容を取り扱った講演に接することで、機械工学の重要性や可能性についても、ある程度認識させることができ

たのではないかと思います。以下で紹介する参加学生からの声に象徴されるように、今後はこのような機会を継続的に大学院生に提供することが重要だと思います。

【参加学生の声】

(アンケート自由記述欄より)

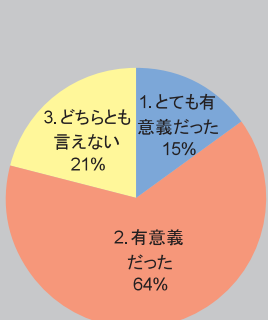
「機会の少ない英語でのプレゼンテーションを聞いて、とても良かった。すべての部分を聞き取れなかったが、参考になることも多く有意義であった。できることなら、このようなセミナーをもっと増やしてほしい。」

「自分の英語力の無さを痛感し、英語の勉強の必要性を強く感じる事が出来た。今回のセミナーに参加した経験が、今の英語を勉強する時間につながっていると思う。」

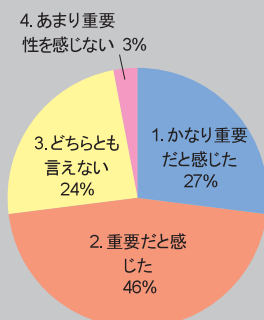
「欧米人の話す、スピードが速くてネイティブな発音の英語よりは、まだ幾分か聞きとりやすかったように思います。英語への危機感を感じ、何かしらの訓練が必要である、と感じました。発表の上手な人のプレゼンは聞くだけでも参考になると思うので、このような機会があれば積極的に参加したいと思いました。」



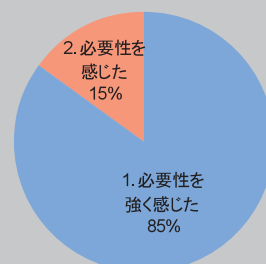
熱流体国際セミナー参加者の集合写真



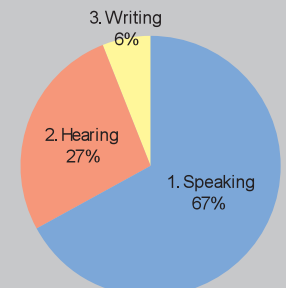
質問：国際セミナーへの参加は有意義でしたか？



質問：国際セミナーを通じてマルチフィジクス問題の重要性を感じましたか？



質問：英語力の必要性を感じましたか？



質問：もっとも苦手な英語のスキルは？

熱流体国際セミナーに参加した大学院生に実施したアンケート回答結果の一部 (回答者数 33名)

大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 Tel.06-6879-4486 (事務室)

▼詳細は下記のホームページをご覧ください。

<http://www.mech.eng.osaka-u.ac.jp/>