

複合システムデザイン のためのX型人材育成

News Letter



2008年9月30日発行

教育への取り組み 1

展開型科目

「マルチフィジックス解析基礎」の紹介

岡崎一行 特任講師

1学期は、展開型科目として「マルチフィジックス解析基礎」と「プロダクトデザイン」が開講されました。今回は、私が直接かかわった「マルチフィジックス解析基礎」について報告します。この授業は、7人の教員と4人のティーチングアシスタント(TA)の学生で行い、58人の大学院博士前期課程の学生が受講しました。

「マルチフィジックス解析基礎」は、一つの物理では説明できないような複雑な現象を解析するための有効な手段の一つである計算機シミュレーションの基礎を身につけるために、月曜日4・5限に、主にはGSEコモン棟情報教室Aを用いて行われていました。実施したスケジュールを表1に示します。この科目では、プログラミングが主たる目的ではないため、インタプリタ形式でプログラムの理解が容易で、デバックが行いやすく、「プログラムの作成・デバック」、「実行」、「結果の表示」までの一連の作業が同じソフトウェアで行えるといった利点を考え、行列ベースの汎用プログラミング言語であるThe MathWorks社のMatlab®を用いて行いました。Matlab®の利用方法を習得した後、物理現象の計算機シミュレーションを行う基礎となる常微分・偏微分方程式の近似解法や数値計算手法について講義・演習を行いました。

表1 マルチフィジックス解析基礎実施スケジュール

第1回	オリエンテーション
第2回	Matlab®導入教育
第3回	Matlab®導入教育・演習
第4回	Matlab®演習
第5回	常微分方程式の物理と解析
~第7回	講義と演習
第8回	グループディスカッション
第9回	偏微分方程式によりあらわされる物理
~第13回	講義と演習
第14回	プレゼンテーション

常微分方程式では、時間発展する現象を取り扱いました。方程式の離散化や数値計算手法、プログラミング、安定性や精度の評価の講義を行った後、「コーヒーの冷却」、「座りこぎブランコ」、「パラシュート」、「ゴキブリの繁殖」の4つの中から1つを演習課題として、個人で取り組んでもらいました。さらに、理解を深めるために、課題のレポートを提出する前に、学生同士でそれぞれのレポートを交換し、

内容について質問・ディスカッションをする時間を設けました。図1はその時の様子です。



図1 常微分方程式 グループディスカッション

偏微分方程式では、物理量は場所依存性を持ち、時間発展する現象を扱いました。方程式の離散化や数値計算手法、プログラミング、安定性や精度の評価の講義を行った後、「ぶら下がった鎖の運動」、「交通流」、「浅水波」、「音波の伝播」の4つの中から1つを演習課題として、4人のグループで取り組んでもらいました。グループで1つの課題に取り組むことによって、個人での演習とは異なり、課題を分担する、みんなの意見をまとめるなどの効果があると考えました。偏微分方程式の演習では、取り組んだ課題について最後にプレゼンテーションを行いました。レポートの作成とは違い、決められた時間内で内容を説明する練習になったと思います。図2は発表会の様子です。



図2 偏微分方程式 プレゼンテーションの様子

1学期は、マルチフィジックス現象の計算機シミュレーションを行う基礎として、常微分・偏

微分方程式であらわされるシングルフィジックス現象に対する講義・演習が行われました。2学期からは、より複雑な物理現象のシミュレーションを行う授業を開講します。この授業では、COMSOL Multiphysics®を用いた計算機シミュレーションを行う予定にしています。

最後に、これらの授業では、教員から学生への情報提供や学生間の情報共有を可能とするAtlassian社Confluence(エンタープライズWiki)を導入し、活用しています。従来のホームページによる情報提供が管理者による一元管理であることと比べ、Wikiでは複数の閲覧者が編集者としてコンテンツの構築や編集ができ、即時性及び双方向性に優れた情報共有の環境を提供できます。これにより、授業の日程や演習内容、配布資料の開示は勿論のこと、グループワークにおける学生間での作成ファイルの共有や意見交換、レポートの提出に至るまで、授業の実施に必要な情報共有全般を効率良くかつ円滑に実施できました。特に、偏微分方程式の演習でのグループワークでは、発表資料の作成や提出レポートの作成のときに、学生間でこのシステムが有効に活用されました。また、Confluenceは、ユーザやグループの詳細な権限設定が容易であり、例えば、教員やTAのみ閲覧・編集が可能なページを設定することができます。これにより、演習問題の作成や配布資料の作成等、授業実施以前の準備段階における教員間での情報共有の環境としても活用することができ、作業効率を向上することができました。図3はConfluence(Wiki)のページの例です。

これ以外にも、本プロジェクトで導入した汎用ソフトウェアに関する情報提供や、高度コンピュータシステムシステムの管理情報の共有にも活用しています。

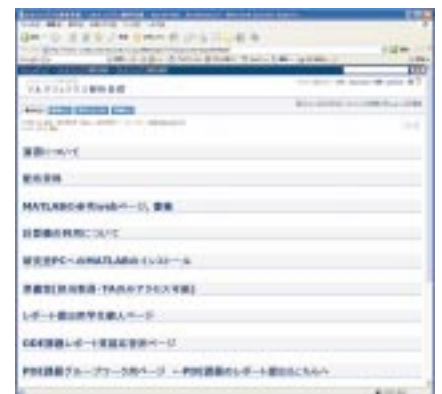


図3 Confluenceの画面例

FDセミナーの実施報告

FDセミナー担当 箕島弘二 教授

FD (Faculty Development) とは、講義の内容や方法の改善を図るために、組織的な研修や研究を実施することであり、現在では大学で実施することが義務づけられている活動である。本大学院教育改革プログラムにおいても、機械工学専攻の教員に資すると同時に、プログラムを効率的にかつ有効に遂行できるように、以下の方針の下にセミナー形式のFD活動を実施している。すなわち、(i) 比較的小規模で短時間、かつシリーズ形式のセミナー形式で実施する、さらに、機械工学専攻に所属する教員のFDに関する興味と関心を喚起し、知見を広げることが可能となるように、(ii) なるべく教員が出席しやすいように講義や実習・実験の講義時間を避けた午後の時間帯に開催して、講義や学内の会議等との重複をなるべく避ける、である。今までに開催したFDセミナーにおける講演者、題名は次の通りである。

2007年12月4日(火)

- ・シミュレーション科学を支える高度人材育成と京都大学情報学研究科の大学院教育改革

中村 佳正 教授
(京都大学大学院情報学研究科)

2008年1月30日(水)

- ・ものづくり型実践的研究人材の戦略的育成
浜本 貴一 教授
(九州大学大学院総合理工学府)

- ・産学連携のあり方と企業が期待する大学院教育

六山 亮昌 部長
(三菱重工業株式会社高砂製作所)

2008年3月5日(水)

- ・教育改善がもたらす学生・研究の質の向上 —北工工学部のあるコースでの実践報告—

恒川 昌美 教授
(北海道大学大学院工学研究科)

2008年5月2日(金)

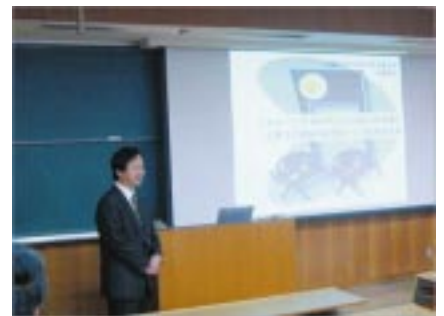
- ・COMSOLならびにMATLABを用いた授業に関する海外調査報告

芝原 正彦 准教授
(大阪大学大学院工学研究科)

このように、FDセミナーの内容は、講義における方法論に直接関係する内容に始まり、カリキュラム構成や教育システム、さらには外部、とくに企の関係者からの大学・大学院教育に望む事項など、広範囲にわたっている。2008年9月以降も、講義内容や手法を改善して教育効果を向上させるなど、教育改革に造詣の深い大学関係者、機械工学専攻と密接に関

連した企業の研究者や企業経営者、さらに官界からの講演者を招待して、より充実した内容で実施することを計画している。

FD活動では、活動そのものが形骸化することなく、実質的な効果を上げることが重要であるが、先に述べた方針の下でFDセミナーを実施したところ、教授層、准教授層、助教層の区別はほとんどなく、比較的多くの教員が出席しており、2005年度から2年間にわたって採択された「統合デザイン力教育プログラム」時から開始した機械工学専攻主導のFD活動が十分に機械工学専攻内に根付いているものと思われる。今後は、FDセミナー・FD活動の効果を検証するとともに、FD活動を継続的に実施するとともに、教育の質を向上させる具体的な取り組みに展開していくことが重要となろう。



FDセミナーにおける講演
(京都大学教授、中村先生)

高度コンピューティングシステムの紹介

清水 大 特任助教

マルチフィジックス問題を理解するうえで、コンピュータを利用した数値シミュレーションは非常に有効な手段の一つです。そこで、大学院博士前期課程の授業「マルチフィジックス解析展開」で用いる演習用計算機端末と、大学院学生に対する提案型研究プロジェクト支援の1つとしてPCクラスター計算機を導入しました。今回は、すでに運用が始まっているPCクラスター計算機について紹介します。

PCクラスター計算機とは、複数のPCがローカルエリアネットワークを介して接続されており、並列処理を可能としたコンピュータシステムです。導入したPCクラスター計算機は、1ノード(1つのコンピュータ)にIntel®Core™2Quadプロセッサを1つ搭載しており、1プロセッサあたり4つのプロセス(プログラム)を実行することができます。このPCが12ノードあり、システムとしては48個のプロセスを実行することができます。また、ファイルサーバも導入し、各ユーザーのファイルやプログラムをまとめて保存できるようにしました。システムの概略図を図1に示します。クラスター計算機の1ノード(ログインノード)とファイルサーバは基幹ネットワークに接続されており、機械工学専攻内の研究室からsshを用いて

ログインし、使用することができます。OSは、Linuxを採用しています。

このPCクラスター計算機には、The MathWorks社Matlab®、COMSOL社COMSOL Multiphysics®、ANSYS® FLUENTの商用ソフトがインストールされており、クラスター計算機ユーザーはソフト利用申請後、自由に使用できます。また、開発環境としてIntel®Fortran、C++の各コンパイラやIntel®MKL (Math Kernel Library、数学演算ライブラリ)、MPI (Message Passing Interface、並列プログラミングライブラリ・インターフェイス) がインストールされており、自作のプログラムも実行できるようになっています。プログラムはスケジューリング用のユーティリティPlatform LSF®を介して実行されており、効率的にプログラムが実行(自動的に空いているプロセッサを探しプログラムを実行)できるようになっています。

PCクラスター計算機は、大学院博士前期・後期課程に在籍している学生と研究室に所属している研究生が、PCクラスター計算機を使用して行う研究内容を記述した利用申請書を提出し、承認されることで使用できます。各ユーザーには、ファイルサーバに50GBのユ

ーザー領域を用意しています。この使用制限は、ユーザーが使用状況により追加申請することで100GBまで追加利用できます。通常の計算プロセス数は、2ノード8プロセスまでを目安にしています。ただし、大規模な並列計算が必要な場合は、使用理由と期限を申請することによって、定められた期間で占有使用を認め、大規模な計算にも対応する予定です。利用申請の募集は1年に2回を予定しています。1学期は14人が利用しています。2学期も利用申請を行い、多くの学生に利用し、研究に役立ててもらいたいことを望んでいます。

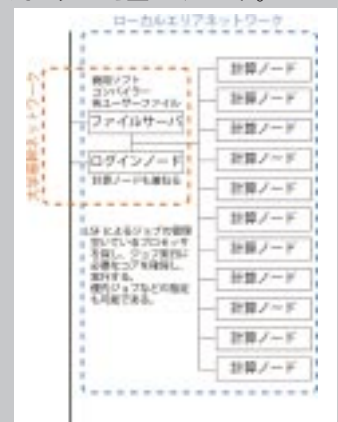


図1 PCクラスター計算システムの概略図

機械工学実験TAを通じて

博士前期課程 2年 石村良治

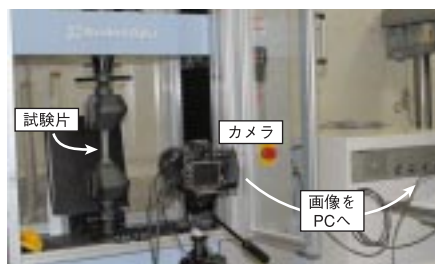
私は平成20年度前期の機械工学実験のTA(ティーチングアシスタント)を担当しました。TAとは主に学部学生等に助言を与えたり、実験時の教育補助を行う業務を指しますが、今回の機械工学実験のTAは、上記の業務に加えて実験計画、教材開発にも参加するという、新しい形のものでした。これより、この新しいTA業務の具体的な内容について紹介したいと思います。

私が担当することになった実験課題は「多点変位計測の引張試験によるひずみ分布測定」であり金属薄板の引張試験を通じて材料力学領域の基礎を固めることを目的としています。本実験では、引張試験と同時に金属薄板に対して複数の変位の測定を行うことで、通常の簡易な引張試験だけではわからない、薄板の変形を考慮した詳細な応力の測定や、変形の不均一化の様子の観察などを行います。

まず最初に、そのような測定・観察を可能にするシステムを開発しました。当初は引張試験に用いる金属薄板表面に基準となる格子模様を描き、その試験片を用いた引張試験中の模様の変化をCCDカメラ等で撮影し、画像処理によって表面の格子模様の位置を読み取って変位の分布を自動検出する、というものを考察しました。しかしながら技術的な問題が多かったため、最終的には図1に示すような、デジタルカメラで撮影した画像をプリントアウトし、直接手で変位の測定を行う手法を

採用しました。

システムの概要が決定した後、次は詳細な実験内容の設定を行いました。具体的な実験の手順から、試験片の引張速度、撮影する画像の枚数、試験片の寸法、学生が行う作業の内容などを担当教官と何度も話し合いを重ね、確認のための実験を繰り返すことで改良しました。

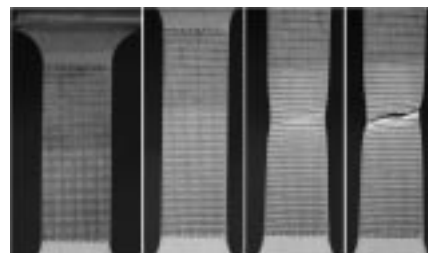


実験装置

また、試験片の寸法、材料の物性などから予想される理論上の結果と、実際に行った実験結果が一致するかどうかの検証を行いました。丁寧な実験を心がけていたにもかかわらず理論値と実験値が一致せずに苦労しましたが、試験片や試験条件を色々変更して何度も実験を繰り返し、無事原因を突き止めることができました。対策として新たな測定機材を導入してシステムの欠点を補うことで理論値に近い値を出せるようになりました。

教材開発後は通常TAと同様、授業の補佐が中心となります。教材開発の段階から実験と結果の考察を何度も繰り返してきてお

り実験内容について深く理解できていたため、スムーズに授業を進めることができ、授業中の学生の質問にも適切に答えることが出来ました。実験補佐や質疑応答を円滑に進める上でも、TAの教材開発への参加は効果的だったと思います。



薄板の変形の様子

今回私は一連のTA業務を通じて、多くのものを得ることができたと思います。学生実験の成否に関わる重要な仕事を任されたことや企画開発という仕事を体験できたことは、通常の学生生活では減多に得られない貴重な経験でした。実験を通じて再確認できた材料力学の知識や、学生へのアドバイスから得られた教える力などは、将来社会に出てからも役に立つ能力だと思います。研究内容がシミュレーション中心である私にとって、実験のプロセスを実際に体験できたことも大きな収穫でした。このように様々な経験を積むことのできた今回のTA活動は私にとって非常に有意義なものだったと感じます。

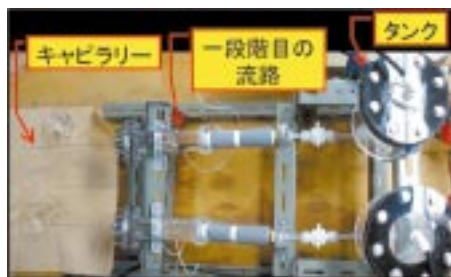
流体のせん断粘度を測定する

博士前期課程 2年 山下敦史

今回の機械工学実験(課題名:流体の粘度測定)のTA活動では、前年度の実験内容の改良を行ないました。教材である実験装置の企画の段階から立案までを担当教員と協力して行ない、装置の設計・加工・組み立て・予備実験および授業中の実験指導を私が担当しました。

本課題で用いる教材はキャピラリー型レオメーターと呼ばれる、流体のせん断粘度を測定する装置です。前年度は既存のキャピラリー型レオメーターを使用していましたが、機器の制約上、授業時間内では一種類の流体の粘度しか測定できませんでした。本研究室では非ニュートン流体を扱っているため、代表的な非ニュートン流体である高分子水溶液を試料流体として用いていました。しかし、3年次学生が流体関連の講義で学んできた流体はニュートン流体であるため、非ニュートン流体のせん断粘度だけではなくニュートン流体のせん断粘度も測定し、両者を比較させることが教育上望ましいと考え、本教材を企画しました。

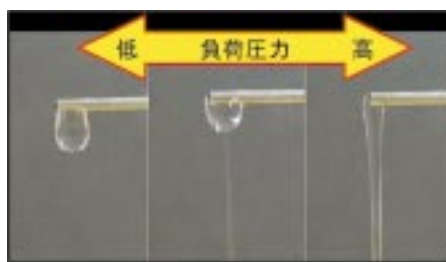
また、本科目の実験は6名程度からなるグループで行ないますが、流体が一種類だけの場合、半数の学生だけが測定に参加して残りの学生は見ているだけという状況が生じていました。そこで、現在の測定システムを2セット用いて、二種類の流体のせん断粘度の測定をすることで学生全員が実験に参加できるように配慮しました。さらに、新型ではキャピラリーを簡単に交換可能とすることで、任意の流体でせん断粘度を測定できるように従来型装置を改良しました。そして、予備実験として、授業で用いるものと同じの非ニュートン流体とニュートン流体のせん断粘度を測定して、期待したデータを得ることができることを確認し、



作成した学生実験用キャピラリー型レオメーター

適当な実験条件の選定、および実験中の指導のポイントの確認も行ないました。

キャピラリー型レオメーターでは、タンク内に溜められた流体が一定圧力を加えられ、パイプを通して一段階目の直径が大きな流路に流れ込みます。そして流れを安定させるのに十分な長さを取った一段階目の流路の先に、キャピラリーと呼ばれる細管が設置されており、流体はそこを通過して先端から流れ出てきます。今回の学生実験では、全く同じ寸法で作成された2つの装置を横に並べて設置しています。そのため、2つの流体を同条件で流動させた場合の、タンク内の流体の減り具合やキャピラリーから流体が流出する様子などから両



非ニュートン流体(高分子水溶液)がキャピラリー出口から流出する様子の変化

者の違いを視覚的に把握させる、ということもひとつの狙いでした。実際に学生からも、非ニュートン流体とニュートン流体の違いがよくわかったとの感想を多く得ることができ、この点では成功したと言えます。しかし、本実験は流体のせん断速度を測定することのみであるため、見せ場といえば、負荷圧力を増加させると非

ニュートン流体の流出する様子が劇的に変化するということのみで、やや地味な実験であることは否めません。そのため、視覚的に興味深い現象も体験してもらうように実験内容をさらに改良する必要があると感じました。

今回のTA活動を通じて、既存のシステムからの改良のために、企画段階から装置の作

成、そして実験の指導までの一貫した教育プロセスを経験することができました。また、指導を進めるにしたがって今回企画した教材の問題点も把握することができたことで、総合的な見直しをもって物事を企画することが重要であるということも学習することができました。

大学院紹介 3

国際会議発表記 (韓国)

博士後期課程 2年 木下裕介

2007年11月に韓国Pohang工科大学で開催されたThe 4th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)に大阪大学機械工学専攻の学生のためのオーガナイズドセッション "Design and Synthesis of Mechanical System (機械システムの設計と統合)"が企画され、大学院GP学生支援プロジェクトの助成金によって私を含む4人の学生が研究成果の発表を行いました。

URAIでの学会発表では、おおきく2つの収



学会会場にて阪大機械のメンバーと

穫があったと考えています。ひとつは、英語の練習ができたということです。プレゼンテーション(質疑応答を含む)はもとより、学会会場でコミュニケーションをとるために英語を使わざるを得ない場面がいくつかありました。この意味で、日本の学会よりもさらに多くの経験をさせていただくことができたと思います。もうひとつは、自分の研究テーマについて参加者と議論することができた点です。特に、自分の専門とは異なる分野での学会発表だったため、普段と内容の異なる質問を受けることができた点はよかったと思います。中にはやや的外れな質問もありましたが、私の研究および発表方法を見直すいい機会になったとらえています(ちなみに、この質問者とはメールによる情報交換を続けています)。

一方で、反省点としてはWelcome party や Banquet ではほかの参加者とあまり交流を図れなかったこと、セッションで質問をしなかったこと、を挙げたいと思います。確かに、私自身ロボットに全く詳しくないのですが、それなりに質問をしたり、議論をしかけたりすることができたのではないかと反省しています。自分自身の視野を広げるためにも、異分野の研究者ともコ

ミュニケーションをとることを今後心がけたいと思います。

また、韓国という国を訪問させてもらったことが自分自身にとって大きな経験になりました。というのも、これまでマスコミ経由でしか韓国の現状を知ることはありませんでしたが、自分の目である程度正確な情報をつかむことができました。このような経験はすぐにはいいませんが、いつか使えるものだと思います。例えば将来的に韓国人とコミュニケーションを図るときには役に立つはずですよ。

最後に、このような貴重な経験を積む機会を与えてくださったことを改めて感謝いたします。ありがとうございました。



学会の行われた韓国・浦項市の市街地

大学院総合演習室がリニューアル

マルチフィジックス解析展開の授業実施のため、大学院演習室の環境整備を行いました。環境整備を行なう上での基本的なコンセプトとしては、次に挙げる項目を考慮しました。

- 1) 学生3~4人のグループでチームを構成し、総計10チームでの演習の実施が可能なように机・椅子が配備されていること。
- 2) 班内で活発な議論が展開できるように各グループの付近にホワイトボードを設置すること。
- 3) ビジュアル情報を盛り込んだ説明や発表が行なえるようにプロジェクターおよびスクリーンの設備を有すること。
- 4) 各机にPC(パーソナルコンピュータ)を設置し、これを高度コンピューテーションシステムおよびインターネットに接続するため、LANケーブル・電源接続ポイントが各機の近くにあること。

図1が演習室内のレイアウト(整備対象範囲は点線枠内)の概観です。ここで、それぞれの机のまわりの円は学生を想定したものであり、

2チームごとに机が対向して配置されています。図2は改修後の大学院演習室の全体像の写真です。机の選定で特に配慮した点は、机上に広い作業スペースを確保するため、コンピュータ本体が机の下に格納できるような格納棚をもった机を選んだことです。さらに机の上には2台のディスプレイが配置可能で、作業レベルでは2人1組でまたチームレベルでは4人までの学生がそれぞれのディスプレイを見ながら、さらに必要に応じて近くのホワイトボードを用いて密度の濃い議論ができるよう机の周辺環境整備を行いました。なお、実際の授業実施の経験を通じての机配置の見直しが容易となるよう、各机はキャスター付のものとし、また各班の机の近くにはフリーアクセスフロアの下を通して電源ケーブルとLANケーブルを引き、インナーコンセントで接続可能としました。プロジェクターは天井固定式のものであり、大学院演習室での授業時の講義およびチームごとの報告・検討会などに用いる予定です。

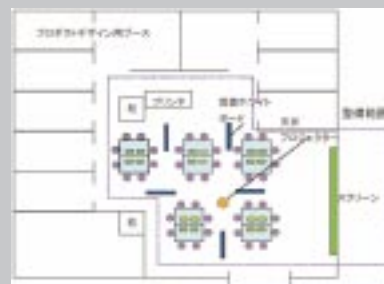


図1 大学院演習室のレイアウト図



図2 大学院演習室概観

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/>