MECHANICAL ENGINEERING
Newsletter
No.9, Nov. 2009

東京理科大学

自然環境と人間とテクノロジーの調和を目指す

理工学部機械工学科

TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

〒278-8510　千葉県野田市山崎 2641　　TEL : 04-7122-9576　FAX : 04-7123-9814
URL : http://www.rs.noda.tus.ac.jp/me/
email : mech@rs.noda.tus.ac.jp

－ 目 次 －

巻頭言 1
活躍する学生 2
　大学生活
　国際会議を体験して
　新疆大学への短期留学
活躍する教員 2
　One-year stay in Kawaguchi Lab
　地上 400 km 上空の実験室
オープンキャンパス報告 4
研究室紹介（野口研究室） 4

巻 頭 言

振り返って、そしてこれから

教授　岡田 裕

2009 年は、私達の身の回りで様々な変化が起きています。どのような形で実感することになるかわかりませんが、米国そして日本での政権交代、そして私個人としては 13 年間勤務した鹿児島大学から東京理科大学への移動が大きな変化でした *1。

私の専門は、固体の計算力学、その中でも、最近では破壊力学に関する解析を多く取り扱っています。この間引越しをしたとき、私の卒業論文と関連資料の一部が押し入れの奥から見つかりました。結晶塑性に関する有限要素法解析や破壊力学に関する内容でしたが、当時（約 25 年前）、東京大学大型計算機センターの（多分）スーパーコンピュータで計算をしていました。スーパーコンピュータと言っても使用できるメモリは確か 8MB 位で、数百節点規模の二次元大変形解析に 1 時間以上かかっていました。今なら、PC を使用して数分程度だろうと思います。当時、如何に少ない自由度や節点数でいかに精度の良い解析を行うかが有限要素法研究の大きな柱の一つでした。そのころ、大学院生だった私も如何に配列の指定や計算アルゴリズムの工夫によって、計算に必要なメモリ量を少なくすることに多大なエネルギーを注いだことを覚えています。

さて、現在（2009 年）では、計算コアが 2 つ以上の CPU と大容量メモリー（昔の感覚で考えれば）を搭載した PC が市販されています。その計算速度や使用できるメモリー量は 20 数年前のスーパーコンピュータのそれをはるかに凌駕するものと思われます。何時頃からか、計算プログラムを書くうえでの方針がメモリ量の節約から計算速度やプログラムの見易さへと変化し、必要とされる計算量やメモリー量の増加を容認し比較的単純なアルゴリズムを使用することが多くなりました。ところで、コンピュータの性能や容量はムーアの法則 *2 に従うと言われてきました。これは、集積回路上のトランジスタ数は 18 カ月毎に倍になるというものです。極めて大雑把だが、これをコンピュータの性能（演算速度やメモリー容量）に置き換えると、10 年間にコンピュータの性能が大体 2^6 ～ 2^7 倍（64 ～ 128 倍）向上ということになります。過去 30 ～ 40 年間で様々なレベルのコンピュータの性能向上はほぼムーアの法則に従っています。

コンピュータはいささか極端な例かもしれないが、その他身の回りの家電製品や電車や自動車という輸送機器に目を向けてみると短い間に様々なことが起きてきたし、起きつつあることに気が付きます。携帯電話の普及、冷蔵庫（インバータによる連続的なモータ制御で必要な電力の大幅削減）、テレビやコンピュータモニタ（ブラウン管から液晶などへ）、電車（直流電動機から交流電動機）、自動車（ガソリン機関から？）、水洗トイレの進化（使用する水量が 25 年間で 1/5 程度）、例を上げればきりがありません。それらは技術革新の積み重ねによって達成されてきました。多くの技術者の絶え間ない努力に感謝するばかりです。

私たちの技術者や研究者としてのキャリアの間（おそらく、20 ～ 50 年）には、様々な変化を経験するのだろうと思います。一つの技術革新や変化が次の革新や変化の呼び水となり、様々なことが連鎖反応的に起こるのだと思います。後になってどんな革新や変化が起きたのか気づくのだろうと思います。我々 21 世紀を生きる技術者や研究者は、地球環境問題に代表される様々な難問を解決しなければなりません。我々の努力で技術革新を積み重ね、必ず乗り越えていけると楽観しています。また、私も何らかの貢献をしていきたいと考えています。

*1 2009 年 4 月に東京理科大学理工学部機械工学科に着任しました。前職は鹿児島大学大学院理工学研究科ナノ構造先端材料工学専攻。

*2 Gordon E. Moor, Intel Corporation の設立者の一人。ムーアの法則を提唱した。

活躍する学生

大学生活　学部２年 水野 博之（愛知高卒）

授業については、一年生のうちは基礎科目が多く、機械工学科の勉強をしているという実感はあまりありませんが、二年生になると専門科目が入ってきて、覚えることが沢山あり大変です。しかし、工作実習やメカトロニクス演習などの授業は、金属を加工したり、レゴロボットを使ってプログラムを入れて動かしたりと、面白い授業もあります。

部活や、サークル活動については、私は大学に入ってからアメリカンフットボール部に入りました。日本では競技人口の少ないマイナースポーツですが、とても面白いスポーツです。平日は、学科によって授業時間が異なるので、土日に全体練習をします。平日もあいている時間に、筋トレや自主練習をしたりします。また、本場のアメリカの NFL や、日本の社会人の X リーグや、関東や関西の強豪大学の試合をみたりと、毎日がとても充実しています。

写真左が著者。右は、同学科２年の岡野弘聖君。

国際会議を体験して　荻原研修士１年 鹿島 彰浩（私立日本大学第二高卒）

私は、複合材料工学研究室に配属しております。研究室での生活の中で、先輩や先生方と一緒に問題を解決していくことで、少しずつ研究の面白さが分かってきました。そして、多くの方々のご指導やアドバイスにより、学部４年時の研究成果をスコットランドでの国際学会でプレゼンテーションさせて頂く機会を得ることができました。世界中の研究員や教授の方々の前での英語でのスピーチや質疑応答はとても緊張してしまいました。しかし、多くの方々に質問していただいた際に、自分の研究に興味を持ってもらえたという喜びを感じることができました。また、逆にスピーチを聞くことで、色々な研究のアプローチや考え方、自分の考えの伝え方を知ることができ、本当に自分にとって大きな財産となりました。私は、今後も世界中の方々と関わり、感じることで、広い視野と柔軟な考えを持った人間になりたいと思います。

新疆大学への短期留学　高橋研修士２年 林 翔太郎（多摩高卒）

私は、東京理科大学が提供している協定校留学のプログラムを利用して、2008 年末から３ヶ月間、中国ウイグル自治区にある新疆大学に短期留学をしてきました

留学の期間中は新疆大学の機械工学科の Geni 研究室で研究を行ってきました。Geni 研究室では破壊力学や材料力学を取り扱う計算機シミュレーションの研究を行っていて、研究室内には並列計算機を所有しています。留学の期間中は、研究室の計算機を使用させて頂いて研究を進めてきました。日本の研究室の環境と比較すると計算機ひとつひとつの性能は良いとはいえませが、現地の学生は限られた計算資源を工夫しながら研究していて、良い刺激になりました。また、研究室間のつながりが強く、何か問題が起こると他の研究室の学生と協力する姿を何度も見かけ、新鮮に感じました。

ウルムチでの生活は困惑することが多かったですが、現地の学生や教授に助けをかりることで日々過ごすことができました。現地の学生は積極的に英語で話しかけてくれ、その積極性を見習うべきだと感じています。留学の期間は３ヶ月と短いですが、普段の大学生活ではできない貴重な経験をすることができて、有意義な時間を送ることができます。理科大学の協定校留学のシステムは学生の間ではあまり知られていませんが、新疆大学の他にも協定校は多数あり、機会があれば協定校留学を検討する価値はあると思います。

図１ 新疆大学北キャンパス入り口

活躍する教員

One-year stay in Kawaguchi Lab　客員准教授 呉（ウ） 東垠（トウイン）

I have studied for one year at the Kawaguchi laboratory since October 1, 2008, as a visiting scholar which is supported by the JISTEC*[1] and the China Scholarship Council. During the period, I have learned four courses of Prof. Kawaguchi. Through these courses, I have comprehended his advanced teaching methods, and I have also got certain acquaintances with the studying condition of Japanese-university students. And through the participation in regular meetings of the lab, I have learned the advanced scientific research in the lab. The ongoing researches which are in the charge of Prof. Kawaguchi, such as drag reduction of flow and so on, have broad prospects and also are in quite good research directions. My domestic fellows who studied at the Kawaguchi Lab all make drag reduction of flow as one of the in-depth study directions.

During this time, I really appreciate that I have been given the opportunity to participate academic conferences held in Japan for five times. The experience of visiting two power plants in Japan especially impressed me a lot.

A year's time in Japan will soon come to an end (September 30, 2009). I really enjoy the study and life in the period. I really appreciate all your kindness. Prof. Kawaguchi, as well as Dr. Tsukahara, Dr. Motozawa, and the students in the Kawaguchi laboratory, has given me a lot of help both at work and in daily life. We have developed a profound friendship. A year's time is very short, and everything is just the beginning. So when I come back to China, our study and communication will certainly continue and deepen.

*1 社団法人 科学技術国際交流センター

地上 400 km 上空の実験室　　准教授　上野 一郎

私は現在、「界面熱流体研究室」を主宰して 26 名の学生さんとともに「表面張力」「濡れ性」「相変化」などをキーワードに研究活動を行っています。その中で、当学科に着任した当時から CI（共同研究者）として参画しているプロジェクトがあります。地上平均 400 km 上空にて約 90 分で地球を 1 周する国際宇宙ステーション（ISS：図 1）、その ISS に完成した日本実験モジュール「きぼう」での流体物理実験です。言わば、宇宙にある実験室を使って研究を行っていることになります。このプロジェクトは当学科の河村洋教授（現在：諏訪東京理科大学教授）を研究代表者として立ち上げられ、昨年（2008 年）8 月に世界初となる「きぼう」上での実験として運用が開始されました。現在は西野耕一教授（横浜国立大学）が代表者となり運用が進められています。この研究は、液体の表面張力が温度によってその強さが変化する特性を利用して、地上や宇宙で高品質な材料を生成したり、モーターなどの機械的部品を使うことなくわずかな温度差だけで液体や液体中の固体薬品やタンパク質などの結晶を思い通りに輸送する技術開発に繋げようというものです。

図 1　2009 年 9 月 8 日現在の国際宇宙ステーション。図中矢印が、今回行った実験装置が設置してある日本実験モジュール「きぼう」（写真：NASA 提供）。

昨年に引き続き、今年も夏休みに上野研の学生さんとともに、筑波にある宇宙航空研究開発機構（JAXA）にこもって、宇宙から下りてくるデータとにらめっこしながらリアルタイムでの運用を行いました（図 2）。このプロジェクトでは、横国大西野研と私たち上野研の学生さん達が JAXA のオペレーションルームでの運用時のデータのチェックや解析、実験前後のデータ解析に直接関与して運用を強固に支えてくれています。運用では、写真（図 3）のように直径 30 mm の対向するディスクの間に液体の柱（液柱）を形成して、液柱内の粒子の動きや温度の変化をモニターしながら実験を行っていきます。これらの操作は全て筑波からの遠隔操作で行います。液柱は非常に振動に敏感なため、ISS 上に滞在する宇宙飛行士のみなさんの就寝時間に合わせて実施します。あまり知られていませんが、ISS 上で宇宙飛行士の方が運動したり、ドアを開けたりするたびに ISS 全体がわずかに振動するのです。この振動を避けるために宇宙飛行士の方が寝ている間に実験をするのですが、やはり就寝時間になってもすぐに寝ない宇宙飛行士の方や（確かに夜 9 時半に寝ろと言われても難しいですよね）、夜中にトイレに起きる方がいらっしゃるので、不意に液柱が文字通りぐらんぐらんと揺れる様子を目の当たりにする機会が多くあります。ISS はグリニッジ標準時で運用されていますので、日本とは 9 時間の時差があります。宇宙飛行士の方は夜 9 時半に就寝となっていますので、日本時間の朝 6 時半から実験開始ということになります。実験を行う日は、したがって朝 5 時過ぎに JAXA 近くの宿舎からまだ暗いうちに集合して準備を開始し、文字通りパンやおにぎりをその場で頬張りながらの運用をしています。運用は本当に大変ですが、これまでの研究では予測出来なかった宇宙実験ならではの新しい発見の連続で、とても充実した時間を過ごしています。

図 2　国際宇宙ステーション日本実験モジュール「きぼう」での流体物理実験運用の様子。写真右奥が著者。手前に座って運用コンソールを操作しているのは上野研の学生諸君です。左奥は研究代表者の西野耕一教授（横浜国立大学）（写真：JAXA 提供）。

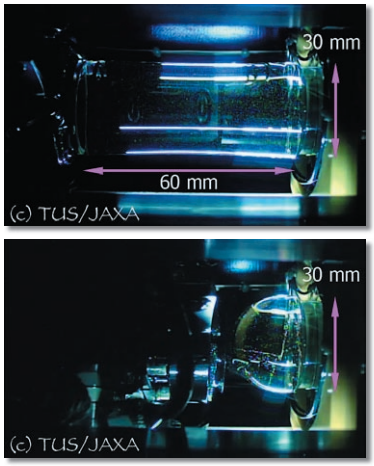

図 3「きぼう」上で実現した直径 30mm・長さ 60mm の液柱（上）と直径 30mm の半球液滴の様子。表面張力の温度依存性により、液柱あるいは半球液滴内には非常に複雑な流れ場が発生します（写真：JAXA 提供）。

上野研究室ではこのプロジェクトに続き、来年度以降にアメリカの Case Western Reserve 大学の方との共同で、またその後には日欧共同の宇宙実験（JEREMI：Japan-Europe Research Experiment on Marangoni Instability) に参画していく予定で、現在それらの準備も並行して行っています。

オープンキャンパス開催

野田校舎にて毎年恒例となりました東京理科大学オープンキャンパスが 2009 年８月８日､9 日の両日開催されました。幸い天気にも恵まれ、これまでで最多となる来場者の方を迎える中、私たち機械工学科も、在校生による学生懇談会や、すべての研究室でデモ実験や研究室公開を催しました。機械工学研究会（機工研）による学生フォーミュラに関する展示や、ロボットクリエイターズによるロボット展示やアトラクションも併催しました。多くの中高生や家族連れの方に実際に実験装置やコンピュータに触れてもらい、研究活動の一端をご紹介しました。会場のあちこちから歓声や驚きのため息が聞こえてきて、教員や各研究室の在校生諸君も本当に充実した楽しい時間を過ごすことが出来ました。

研究室紹介

機素潤滑研究室　　准教授　野口 昭治

本研究室の創設は 2002 年 4 月で、今年で８年目を迎えました。私が転がり軸受メーカーに長年勤務していた経緯もあり、転がり軸受を主な対象として、回転精度、低トルク等の性能向上、環境にやさしいトライボロジー、精密計測等の研究を行っています。

転がり軸受は、“機械の米”と言われるほど大量に生産され、回転部がある機械には必ず用いられている機械要素ですが（自動車１台に 100 個以上使われています）、外からは見えないこともあり、非常に地味な存在でした。転がり軸受を一躍有名にしたのは、“ミニ四駆”でした。アップグレードパーツに転がり軸受があり、これを使用することで速く走らせることができます。また、回転トルクが小さいことから、ベーブレードの持久型究極モデルに使われたこともありました。玩具にも使われるようになった転がり軸受ですが、これを研究対象にしている大学教員は非常に少なく、逆にそれが“希有の存在”（別名すきま的存在）のようで、興味を示す学生も結構います。

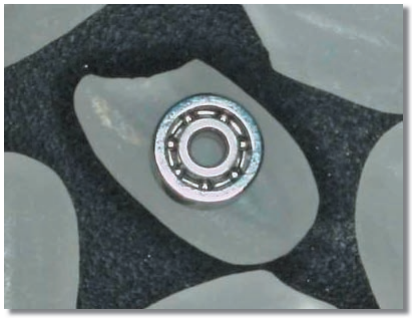

図１ 世界最小玉軸受（内径 0.5mm、外径 1.5mm）

また、私の専門であるトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑の総合的な学問・技術の総称）という用語は 50 年以上前にできましたが、世間一般には普及していません。摩擦がないと人は歩けませんし、一度動き出したら衝突するまで止まれません。トライボロジーは身近に起きている現象を非常に関係が深いのですが、普段はあまり意識されていません。しかし、意識し出すと非常に奥の深い分野です。

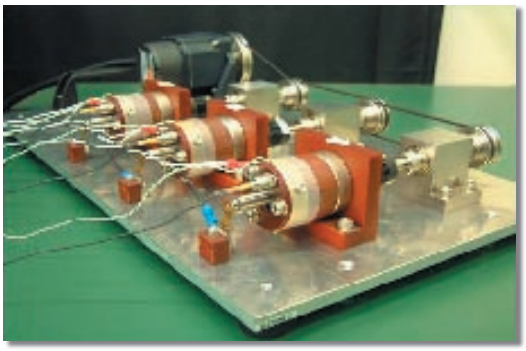

図２ 転がり軸受電食試験装置

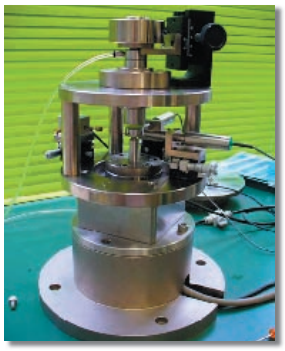

図３ 高精度軸受回転振れ測定装置

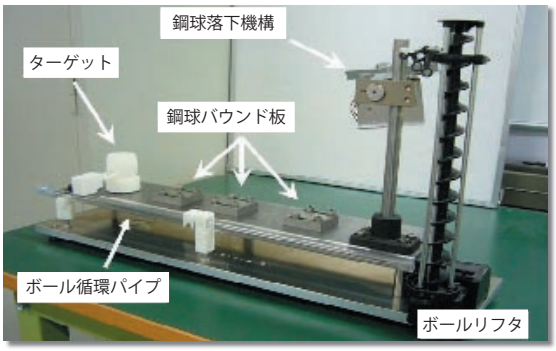

図４ 鋼球バスケット実験装置

編集後記

本ニュースレター創刊から５年が経ちますが、紹介したい活躍中の院生･教員･研究に関する記事は途絶えることなく、本学科の活発さが伺えて、大変、喜ばしいことです。しかし、残念なことは勉学以外にも課外活動（部活動・ボランティア活動・海外留学、等々）で活躍している学部学生についての記事が少ないことです．これには、学生と教員間の交流がより頻繁に（気楽に）行なえる雰囲気作りを心掛けていかねばなりません。

編集担当：塚原隆裕 (助教)