



# 東京大学工学部 広報誌

Volume 26 | 2008. 8

▶▶▶ contents

- 1 | 授業紹介：スターリングエンジン設計演習
- 2 | グローバルな技術者 ～フランスから日本へ大航海～
- 3 | 潜入！全学ゼミ ～ロボティック医療システム～

◀◀◀ 1 | 授業紹介：スターリングエンジン設計演習 ▶▶▶

## 1 | 授業紹介：スターリングエンジン設計演習

工学部機械系三学科の目玉授業のひとつにスターリングエンジン設計演習がある。

この授業は、20回ほどの演習の間に、出力計算、設計図、実際の部品の加工、組み立てまでゼロから実際にスターリングエンジンという外燃機関を設計するというものである。本授業は生徒からも評判が高く、多くの教職員の手間と時間をかけて望む授業である。今回は機械工学科・機械工学系専攻の鹿園 直毅准教授にお話を伺った。

※スターリングエンジン：温度差を用いて気体を膨張、収縮させることにより熱を運動エネルギーに変換する、原理的に入力エネルギーに対し出力が最も高いエンジン。

**Q. この設計演習はどのようなものですか？**

機械系の学生として最低限の図面と製図、加工の方法を身につけ、一連の設計プロセスを経験してもらうため、このようなものづくりの授業をやっています。やはりエンジニアとして、一度はモノを作るプロセスを一通り経験すべきと思っているからです。生徒には作ったエンジンが動けばよいとだけ伝え、後は全て自分でやってもらっています。やはり、最初のうちは途惑うみたいですが。

生徒が自力で作れるように資料を渡して、それを基に性能計算を行って設計をしてもらい、途中で我々が指摘をした上でCADを使って図面に起こします。そして図面を基に部品を選んで組み立て、それを実際に動かしてみる、というのが授業の流れです。現実のもの

づくりでも基本的な流れはこれと一緒に、練習試合みたいなものですね。それと同じように例えるなら講義っていうのは基礎練習みたいなものです。練習試合を通して苦労が身に染みて、基本が大事だと再認識してくれると思っています。

**Q. ではなぜ、スターリングエンジンを選んだのでしょうか？**

スターリングエンジンは、動く原理としては難しいのですが、作りやすいというのが大きな理由です。また、外燃機関であるため失敗しても事故になりにくいということも一つの理由です。（車のエンジンのような内燃機関だと、失敗すると本当に爆発してしまう。）

ただ、ちょっと手を抜いてもエンジ



図1 熱心にエンジンの調整をする生徒達

ンが動くといった、玩具のような所もあります。教員側としては、厳密に設計し、苦労を重ねた結果ようやく動くことで達成感を味わって欲しいのですが。そこはこの演習でのジレンマですね。

**Q. 毎年の作品はどうですか？**

出来はチームに寄りますが、毎年1つは動かない作品があります。ただ、中には中間報告で絶対動かないと言ったエンジンが動いたりする事もありますよ。“やめとけ！”って忠告しても聞かずに頑張るんですね。これが動いた時は驚きです。

▶▶▶

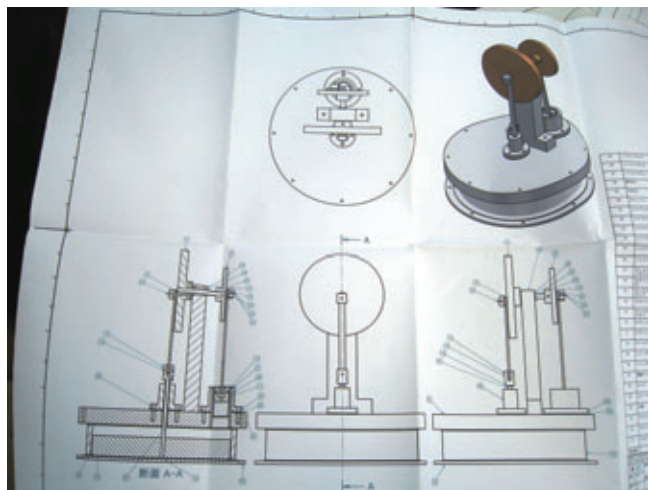


図2 CADを用いて作った設計図



図3 図2の設計図を実際に作ったもの。温度差をうけてタービンが回転している様子が見受けられる。

#### Q. 先生から見て生徒はどうですか？

資料と違って理論どおりにはいかないので、そのギャップに驚く人が多いみたいです。

実際に製作するのってものすごく難しいことです。毎年生徒から取る感想によると、その難しさを実感できたと満足してくれる人が多いみたいです。やはり苦労して作るだけあってエンジンが動いた時の感慨もひとしおなのでしょうね。

後はくどいですが授業で苦労して、基礎と言うのがいかに大事かを再度実感してくれてればいいなと思います。設計の授業をやっていると、期日があるので決断を迫られる事もありますよね。そういう時、直感に基づく判断も必要だと思います。ただ、その判断を下すベースとなるのが基礎力です。とにかく基礎の重要性を認識してもらいたいと思います。先に2年後期に講義をやってから3年前期にこの授業をやるのもそういう理由です。キャッチボールの仕方をわかってから練習試合に望まないと試合にならないですよ。そして、練習試合を通して弱点を発見し、基礎練習を繰り返す。スポーツでも授業でも一緒です。

#### Q. この授業をさらに改善したい点がありますか？

ひとつ、僕がどうしても入れたいのはフィードバックです。スターリング

エンジンは一回作ったらそれで終わりです。でも、本当はどこが悪かったかをきちんと理解し反省して修正すれば次回は絶対にうまくいきます。その感覚を是非味わってほしいです。だから、本当は作った後にフィードバックをしてあげたいのですが、なかなか今のカリキュラムだと時間がきつくて作れていません。

#### Q. スターリングエンジンを受けた後は生徒に求める事はなんでしょうか？

基本4力学（機械力学、材料力学、熱力学、流体力学）を学習し、ものづくりで実際に手を動かすことを体験してもらっているので、どんな分野にしてもこの先ものづくりに関わってもらいたいなと思います。ものづくりの基本的なプロセスはどこでも一緒です。機械系ではエンジニアに必要な技術を伝えるカリキュラムは用意していますね。

#### Q. 今後の学生へ一言お願いします。

ものづくりが好きな人は是非機械系3学科に来てください。楽しめると思っています。それから、学生の本分は勉強です。今は辛いかもしれないけれど、我慢していると必ずいい事があると思えますよ。

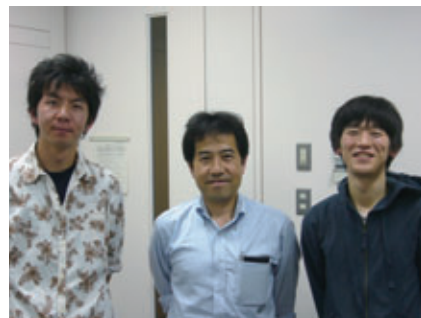
先生の話からも、生徒の話からも、そして発表会を見ても、ものづくりの楽しさが伺える貴重なインタビューだった。

(インタビューア 河野 健)

#### 学生からの評価

今回のインタビューに先立って機械系の3年生にインタビューを行った。すると、彼には授業に対してほぼ不満がなかった。初めての事や苦労も多いが、2年冬学期の基礎学習も役立っており、自分の力で設計をするということに満足している様子であった。先生がインタビューで仰っていた狙いと同じ答えが返ってきたのである。

そして発表会当日。多くの先生方の前でバーナー片手にスターリングエンジンを見守る生徒達。実際にガスバーナーを当てると、もの凄いスピードでピストンが動きだす。中には僅か数十度の温度差だけで回転する作品(図2, 3)もあった。素人目で見ても凄いと思わせる作品が次から次へと登場し、エンジンが力強く、大迫力で動く中、生徒がここまで行ってきた大変な努力と熱意が垣間見えた。



左から河野、鹿園直毅准教授、竹岡

## 2 | グローバルな技術者 ～フランスから日本へ大航海～

ドロネー・ジャン・ジャック先生は、フランスのルイバスツール大学で博士号をとられた後、名古屋工業技術研究所、NTT環境エネルギー研究所（図1）を経て現在東京大学大学院工学系研究科に所属されています。

このような国際的なバックグラウンドをお持ちの先生に、現在の研究テーマから、フランスと日本の教育制度の違い、日本の学生が国際的に活躍していくための秘訣を、流暢な日本語で語っていただきました。

**Q. 先生の研究テーマについて教えてください。**

私達の研究室では、センサと、それを現実に応用するセンシングシステムの研究開発に取り組んでいます。その中で、私は特に、新しいセンサを作る研究をしています。具体的には、酸化亜鉛等の物質や表面プラズモンといった物理現象を利用したナノ構造のガスセンサに関する研究を行っています（図2）。センサにナノ構造を取り入れると、表面積が大きくなり、また電気特性を高度に制御できるようになるため、従来のセンサより高感度になるばかりでなく、装置の小型化やリアルタイム計測が実現できると考えています。

**Q. その研究の魅力は何ですか？**

ガスセンサ技術というのは様々な分野に応用できると考えています。例えば、ナノ構造によって高感度化されたセンサによる爆発物や麻薬等の感知、人の呼気分析、食品の品質管理にいたるまで応用分野は多岐にわたります。

ナノマイクロ加工といった先端技術に積極的に取り組み、未知の原理を解明するだけでなく、その応用分野を開拓して行くことで社会に還元できることがこの研究の魅力であると思います。

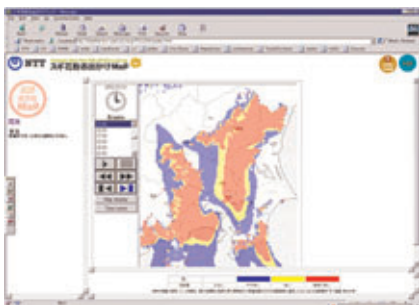


図1 花粉飛来予測システム  
NTT時代には、花粉飛来予測に関する研究に取り組んでいた。

**Q. 研究の原動力は何ですか？**

「好きだから」ですね（笑）。研究のモチベーションとしては、昔から自然に対する興味があったことや、開発したセンサを社会で活用してもらうこと、分からないことを解明していくこと、誰もやっていないことにチャレンジすることなどが挙げられます。

**Q. フランスと日本の教育の違いについて教えてください。**

私は、大学で学べるのは「研究方法」しかないと思っています。研究をすると、自分で目的をセットして、限られた時間枠の中で結果を出し、最後にプレゼンテーションもする。これを全部自分でやれば、大変な実力がつきますよ。

日本の大学教育は、「研究室配属」という非常に良いシステムを持っています。実は、ヨーロッパの大学には研究室配属というシステムはありません。日本のような制度には、時間、エネルギー、それに資金がかかりますからね。そこまで面倒は見ることができないのです。

ただ、ヨーロッパの大学は、海外研修制度がもっと充実しています。例えば私の場合だと、ドイツと日本の研究室に半年ほど在籍しました。それをし

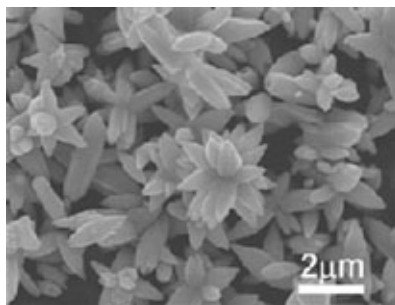


図2 酸化亜鉛（ZnO）のナノ構造により構成されたにおいセンサ  
自己組織化により、上図のようなフラワー型やテトラポッド型のセンサ材料を開発した。



ドロネー・ジャン・ジャック准教授  
産業機械工学科  
産業機械工学専攻

ないと、修士号をもらえないんですね（笑）

**Q. 日本の学生が先生のように国際的に活躍していくには、何が重要なのでしょう？**

先ほどの海外研修制度は必要だと思います。それから、もっと博士課程に行く学生が増えるといいですね。研究スキルは社会に出る上で非常に重要です。博士課程では3年かけて、自分の力で何かを解決します。修士では、そこまでいかない。

博士号は、世界ではスタンダードになっています。日本国内でも、終身雇用制度がなくなるにつれ、民間もスキルのある人を求めています。博士号を持っていると、仕事も教育もでき、国際的な研究発表の経験もあり、プロジェクトの立ち上げもできる、独立した研究者・技術者だと認められるのです。

よく「日本の大学の教育レベルは低い」と言われますが、そんなことはありません。非常に良い教育制度を持っています。民間、国、学生、教員の認識が少し変わるだけで、博士号を取得する学生が増え、国際競争力も上がると思います。

**Q. 最後に、読者に一言お願いします。**

自分が好きなことは何か理解して、色々な人と活動することをお勧めします。大学のサークルの枠にとらわれず、出来るだけ大学の外で社会の人々と交流すると良いと思います。また、外国に留学し、多様な経験を積むことも大切だと思います。

（インタビューア 宮内悠平）



### 3 | 潜入！全学ゼミ ～ロボティック医療システム～

全学ゼミとは駒場キャンパスの1, 2年生を対象に毎学期開かれる全学自由研究ゼミナールのこと。受講者の科類を問わず、どの学部も様々な趣向を凝らして開講している。本郷キャンパスの研究室でロボットに触れる機会を提供してくれる“ロボティック医療システム”ゼミに、今回受講生と共に参加した！

工学部2号館前に集まった参加者は男女12人。まずはセミナー室で担当の光石 衛教授の講義をうけた。光石先生は産業機械工学専攻で手術支援ロボットの研究をされている。

#### ～手術ロボットを知る～

手術ロボットにはさまざまな種類があるが、今回は2つのロボットを中心に説明をうけた。

1つ目は骨切除ロボットだ。膝関節等に人工関節を取り付ける場合、きちんとはまるよう骨の一部を切除しなければならない。綿密なプランニングに基づいて、このロボットは骨を赤外線で認識し、直径1cm程の金属の刃物を回転させながら移動させて3次元的に切除する。これまでの手術では術者の経験

と勘によって骨が削られていたが、骨切除ロボットの登場によって、より安全で精度の高い切除が可能になる。

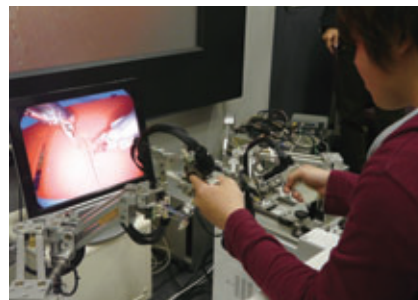
2つ目は遠隔操作ロボットだ。このロボットのおかげで手術可能な医師が東京にしかいなくても全国の患者が手術を受けられるようになる。手の動きと連動する2本のアームと内視鏡とからなり、人差し指でアームの掌握を調整し、足のペダルで動作の信号を送るのか送らないのか切り替える。術者の手ぶれを防止する効果もある。

#### ～手術ロボットに触れる～

休憩をはさみ、開発中のロボットがある教授の実験室へ！室内にはたくさんの骨の模型が入った箱があり、ロボットが所狭しと並んでいた。

骨切除ロボットでは、現在の骨の情報記録されていた。手術では骨組織の再生能力を低下させないためにゆっくり切除しなければならない。一方、手術を早く終わらせなければならないという要求もある。この相反する要求の中で、骨の温度状態や部位ごとに合わせた切除速度を設定するそうだ。

その後、先生に教わりながら遠隔操作ロボットを体験した。1人1人がロボットを操作して手術用の針を模した針金を掴むのに挑戦するが、なかなか



遠隔操作ロボットを操作する学生

難しい。慣れるまでは遠近感がつかめず、針金をはじいてしまう。上手に掴めると学生から喜びの声が上がった。より操作しやすいように、物を掴んだような感覚をセンサで術者の指に返す機能もあるとのこと。また緊急事態が起った場合は待機している医師が即座に対応できるよう、ロボットが患者の体の上からスムーズに撤退できるようにもなっていた。

初めは緊張気味だった受講生も、ロボットを体感し和気あいあいと楽しんでいた。質疑応答も積極的に交わされ、医師がロボットを利用する際の練習や免許の必要性を先生に質問する学生もいた。

この全学ゼミで、先生は技術を現実にする過程や努力を強調されていました。手術現場を様々な角度から検証し実用化をめざす試行錯誤の研究に、工学のあるべき姿を見た気がします。駒場生はぜひ1度受講してみてください。医療支援ロボットの今後が楽しみです。

(記事担当 毛井意子)



熱く説明される光石教授

### 広報室から

#### 編集後記

Ttime! 第26号をお送りします。今回は、機械系学科のユニークなもののづくり教育を中心に取材しました。

機械系では、エンジンやメカトロニクス設計課題の製作体験を通じて「ものづくり」の真髄にふれることができるカリキュラムを用意しています。これらの授業を通して、技術・人間・社会の総合的視野に立ちながら従来にない新しい「もの」やシステムを作ることができる人材を育成しています。本号では、設計から部品の加工、組立てまでを実際に行うスターリングエンジン設計演習を特集しました。機械系学科の「面白さ」の一端を感じて頂ければと思います。

また、フランス出身の研究者であるドローネー准教授にもお話を伺いました。先生は来日以来、日本の企業や大学での活動を通して微小領域での新しいセンサや、花粉飛来予測システムなどの研究をされています。グローバル化が進む中で、先生のお話はこれから世界を目指す学生にとって非常に大きな刺激になるのではないかと思います。

最後に、お忙しい中取材にご協力頂いた皆様に感謝致します。有難うございました。

(杉田直彦)



#### (広報アシスタント)

松本 理恵、坂田 修一、山戸 一郎、塩野 拓、北野 美沙、郷原 浩之、國分 朝菜、河野 健、竹岡 英樹、宮内 悠平、毛井 意子、平岡 幹啓

#### (広報室)

杉田 直彦 (工学系産業機械工学専攻)  
大久保達也 (広報室長・工学系化学システム工学専攻)

# Ttime!

平成20年8月27日発行

編集・発行 | 東京大学  
工学部広報室