

# 自然現象に触れる。

特集教育最前線 RERORT 01

理学部第一部 物理学科 吉原文樹 教授

FUMIKI YOSHIHARA

専門分野は、超伝導回路、量子情報。超伝導電気回路を極低温・超低ノイズ環境下におくことで現れる量子状態の研究を行っている。



吉原文樹教授

左奥は超伝導電気回路を10 mKに冷却するための希釈冷凍機



学生ペアによる発表の様子

物理学を学ぶ上で  
欠かせない、  
10以上の実験を厳選。

大学の物理学の授業がどのように行われているのかご存知だろうか。今回は、理科大物理学科の中で代表的な授業のひとつ、実験を中心展開される授業を紹介する。この授業は、前期から後期まで1年

理解を深める、  
ディスカッションへと  
続く流れ。

間続く。しかも、1年次から3年次まで、物理学実験1〜3というように、少しずつ難易度を上げながら続いていくことになる。吉原教授は言う「なるべく物理学の広い分野をカバーするために、多くの分野から重要なものを選んで、学習効果が得られるように工夫されています」。学生が1年間に行う実験の数は、2年生を主な対象とした「物理学実験2」の場合、元素スベクトルやブラウン運動など11題目。1週目、2週目に実験を行い、3週目に発表の準備、4週目に発表とディスカッション、その後レポート提出、この流れを1UNITとして年間6UNITに取り組み。つまり、物理学実験の

実験から始まる授業であることはすでに述べたが、山場のひとつは、4週目の発表とディスカッションだ。実験の原理と方法、実験データと解析、考察まとめなどの内容を、含む発表資料を事前に作成し、10分間の発表後、教員と15分間のディスカッションを行うのだが、その時間は大変密度の濃いものとなる。資料作成の仕方や発表の仕

今、求められる能力を  
磨くために進化した  
授業の形態。

授業を担当する吉原教授の研究分野は、超伝導回路を用いた量子力学実験であり、研究開発が盛んに行われている量子コンピューターについて、技術の確立に向けた研究を行っている。その吉原教授が、学生たちの成長に手応えを感じながら取り組んでいるのが物理学実験の授業だという。「春と秋の授業で比べても、実験を行うまでの事前学習、実験後の発表とディスカッション、レポートなど、すべてのレベルが上がっているのが分かります。ときどき教科書にないことまで調べて発表したり、レポートに書き込む学生も

いて、うれしい驚きがあります」と吉原教授。学生から社会人になると、物理学の広く深い知識に加え、さまざまな開発の現場での科学コミュニケーション能力が必要になる。さらに、研究成果を的確にまとめる能力や、それを発信するプレゼンテーション能力なども、ますます重要になってくる。こうした多様な力を総合的に身につけ、鍛えることができる授業。それが、手と頭を総動員する物理学実験2であると言えるのだ。

方などについて適切であったかどうか、教員が詳細にコメントをしていく。学生が作成した資料の自身についても、誤字脱字の指摘から始まり、グラフの妥当性や分析結果への論理の導き方などについて具体的な指導がなされる。また、学生の理解度を確かめるための数々の質問が投げかけられる。こうしたやり取りをもとに、最終的にはレポートを作成・提出するが、他のペアのディスカッションにも耳を傾けることで、より多くのヒントや学びを得ることが出来る。吉原教授は言う「手を動かす実験の部分も大切ですが、実験前の事前学習や実験後の結果解析、そこから何が分かるのかなどの考察も大きな部分です。さらに、人前で発表とディスカッションをやって、レポートを書くことになるわけですから、どれだけ理解ができていのか、自分自身で再確認するための大切なプロセスになっていると思っています」。



電子回路基礎実験。はんだごてと格闘中



力学振動子の共鳴実験。オシロスコープで振動を可視化

さまざまな物理現象を実験で体感し、  
発表とディスカッションを通して  
深く理解する、物理学実験2。

# 梁の強さを競う。

特集教育最前線 **RERORT 02**

工学部 機械工学科 荒井正行 教授

**MASAYUKI ARAI**

専門分野は、材料力学、弾性力学、機械設計学など。さまざまな企業と連携して、超高温に耐える材料開発などに取り組んでいる。

問題は、紙の工作物  
どの程度の荷重に  
耐えられるのか。

特集1で紹介したのは、1年間を通しての授業だったが、こちらの授業は1日で勝負を決する授業だ。機械工学科の1年生が、A4画用紙1枚と板1枚、糊、ハサミ、定規だけを使って、板から飛び出

した紙の梁を作り、その先端にぶら下げた紙コップに重りを入れて、強度を競うコンテストを行う。作るものとしてはシンプルだが、簡単にできるかという点では、5人ほどの学生でチームを組み、他のチームよりも、1gでも多くの重りに耐える構造を考え、複雑な機械やテクノロジーは使えないが、その分、持っている知識とセンス、そして、勝ちたいという情熱が試される。この授業は、機械工学通論Bの中で土曜日の1日を使って行われる集中講義であり、毎年、機械工学科の1年生が取り組む伝統的な授業になっている。荒井教授は言う「材料力学の知識も必要ですが、自分たちの感性

も重要です。授業で学んだ通りのものを作ろうとして計算をする学生もいれば、こんな感じという感覚だけで取り組む学生もいます。どちらもひとつの考え方で、貴重な経験に変わりはありません。伝統的に行っているものですが、先陣から聞いて練習をしていく学生もいますが、それで再現してみたらそんなに強くなかったりする、いろいろな面白いことが起きるのです。ただ間違いなく言えるのは、これから機械技術者を目指す学生たちにとって、技術者としての意識を芽生えさせるきっかけとなる授業です」。

毎年、予想もしない  
アイデアが出てくる  
創造的な授業。

学生たちの様子を尋ねると、土曜日の授業ということもあり、意外にも始まりは静かだということ。ところが、午前中にチームごとに梁の製作を行い、昼食後にコンテストを行う頃には目が輝き出す。荒井教授は言う「どういふ点に注意を



ペーパービーム作製の様子と完成写真



荒井教授の実験室には材料の高温耐性を調べる測定装置が並ぶ



して作ったのかをアピールしてもらった後、いよいよ競技に入ります。互いに応援し合いながら、会場は大いに盛り上がりします。最後は、興奮冷めやらぬ様子で帰っていくのを見ると、やって良かったと思います。学生たちが作るものは、一つひとつ違い、いつも驚かされるようだ。機能的にはしっかりしたものでありながら、個性的なものが多いのが特徴です。「真面目に作ってはいるのですが、かっこいい形になっていたり、作ったものに愛称をつけていたりすることもありません。手を動かして作ったものには、自然と愛着が湧くのだと思います」と荒井教授。教員や大学院生のT Aが一切手を貸さず、学生たちだけの発案で作り上げたものの中から、最高記録を塗り替えるような強度の

梁が、毎年のように出てくる。グループでアイデアを出し合い、話し合い、試行錯誤しながら作り上げ、目標を達成する。それは、将来の製作現場での仕事にも通じる経験となる。

今の自分たちに  
必要なものが見える  
貴重な体験。

荒井教授の専門分野は材料力学だ。特に飛行機や自動車のエンジンなど、高温環境で使われる耐熱材料の開発と評価に長年携わってきた。その経験から、研究開発に欠かせないのは、知識と経験、そして独創的な思考だとい

う。教育の現場では、技術者に求められる力を養うため、材料力学などの座学とともに、手を動かす実践的な学びが重視されている。1年生が授業で取り組むものづくりの経験は、小さな一歩かもしれないが、非常に大切な一歩だ。コンテストの終了後、学生たちはレポートを提出する。成果を出した学生は、その要因を再確認し、うまくいかなかった学生は、問題点や改善策を振り返る。いずれの場合も、そこから得られる気づきや教訓は、何ものにも代えがたい貴重な財産となる。荒井教授はこのレポートを毎回楽しみにしているそうだ。「学生たちが梁の製作にあたって工夫した点や、次はこうしてみたいという気づき、さらに授業への感想や感謝の言葉を読むことが、私にとって最大の喜びです」。学生たちにとって、この日は今後学んでいくべきことのヒントが見える1日。そして何より、作ることの楽しさを改めて実感できる1日なのではないだろうか。

知識と勘を頼りに、  
紙で作った梁(はり)の強度を競う、  
ペーパービームコンテスト  
(機械工学通論B)。