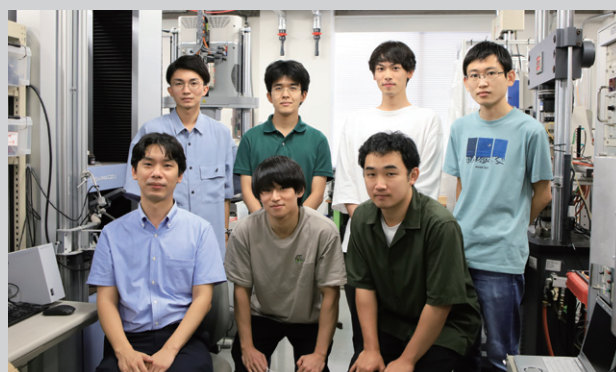


井上 遼 研究室

工学部 機械工学科 講師

いのうえ りょう
井上 遼 先生



取材当日に集まってくれた学生と（前列左が井上遼先生）

セラミックなど超高温に耐える 先端機械材料を創造する

かつてコンコルドという超音速旅客機があり、最高速度マッハ2で営業運行していたが、その経済効率の悪さもあり、2003年10月で運行を終了した。しかし、近年再び超音速旅客機の開発が進められていると聞く。例えば、現在ほぼ半日かかる東京とアメリカ・ロサンゼルス間を数時間程度で移動できる旅客機を開発するには、どんな新しい技術が求められるのだろうか。

超高温に耐えるには、鉄よりセラミックがよい

近年、宇宙開発の進展と相まって、超音速に耐えるさまざまな技術の研究が進んでいる。井上遼先生はこの領域に関わる、超高温で使える機械部品の材料を研究している。現在の航空機エンジンなどは高温部分では1,000℃を超えており、より高い出力を得るためには、それ以上の温度に耐える部品が必要になるのだ。現在はNi基超合金が使われているが、その性質上、1,200℃程度までしか耐えられないという問題がある。「そこに登場したのがセラミックです。セラミックは基本的に溶けないので、かなり高温まで耐えられ、現在の航空機のエンジンにはセラミックス繊維で強化した複合材料が使われはじめ注目されています」と言う。

井上先生は「最初からセラミックだけの材料を作ってもいいのですが割れやすいのです。現在は金属やカーボン素材等にコーティングし利用されることが多いのですが、力が加わる部材にはなかなか使えませんでした。航空機エンジンなどは、決して壊れてはいけな

い部材です。突発的に壊れるようではとても利用できません。そのために複合材料にするのですが、壊れ方はとても複雑です。深く研究し、寿命や、いつどのように壊れていくか、など物性としての特徴を見極めていく必要があるのです」とも話す。

やがて、セラミックの耐久性が高度に保証されるようになれば、セラミック中心のエンジンなどができる時代が来るかもしれない。また近年は、せっかく作った高温の熱を可能なかぎり再利用する道を考えたり、できるだけ軽くすることでエネルギーへの負担を軽減するなど、SDGsの考え方も重視されている。

「この丸いプレート（写真1）は、カーボンにセラミックをコーティングしたもので、「ポルシェ」の特別なオプションとなるディスクブレーキです。博士課程時代の研究によるもので、1,000℃の高熱に耐えられるのですが、1台分が約200万円するそうです」と言う。新幹線への採用が検討されたこともあったようだ。

「こちらのもの（写真2）は今年の研究対象物質で、現在キーワードとしている「2,000℃」の試験材料です。最終的には2,500℃を目指し、JAXAが所有するアーク風洞という大型高温発生装置での実験を予定しています。これらの研究にはかなりの資金がかかることもあって研究者が少ないため、始めた以上はできるかぎり継続し、その知見を持った学生を育てていきたいと思っています」とも話す。

機械工学科で材料をデザインしていくこと

これまでの材料研究には、ひと昔前の『錬金術』のようなイメージがあったことは否めないが、これからは情報科学やデータベースなどをうまく使っていく新しい時代になってきたと考えている。

工学部機械工学科に所属する本研究室の学生は3学年まで機械を中心に学んできている。材料工学系の研究者とは少し異なり、「機械を作るための材料として見る」という視点があるのではないかと、学生たちにはそんな部分を発揮してほしいとも考えている。

若い頃の自分は「人がやらない分野に進みたい」と思う気持ちが強かったそうだ。流行に振り回されず、自分の関心があるところを探したいと思っていた。だから、学生にも成績などに左右されず、自分の好きなことを見つけて取り組んでほしいと願っている。

力学分野から自由に研究対象を選択する

研究室の学生は全部で15人。研究室の定員は1学年7人となっているが、現在の学部4年生は9人、大学院修士課程には6人が在籍する。研究室のルーチンワークは学年を超えて同種の研究対象ごとの小グループによる活動で行うこともあれば、論文輪講は全員参加型で互いの発表を見て、議論することもある。

「当研究室では入室時に個別面談し、学生の興味に沿ったテーマを考え、進む方向を決めます。機械工学は大きく分けて流体力学、熱力学、機械力学、材料力学の4つに分類されますが、どの分野が好きなのかを聞きます。実験、計算、理論など学生の興味の対象は様々です。なるべく趣向にあった、興味のある個別のテーマを見つけていきます。あとは自分の思いに従って自由に考えていってほしい。教師はそれを手助けできればいいと思うのです」と言う。

井上先生の父親も理系の研究者だったという。「父は、私の学業について口を出すことはなく、自由にさせてくれました。ただ、父の時代の人たちは、どこかに教養を感じさせるものを持っていた印象がありますね」と、尊敬の念を語る。

自分の興味に従い、研究を進めてほしい

修士課程2年生の丸茂智貴さんは、「自分は飛行機やロケットなど、飛ぶものが好きでした。ここには超音速航空機などの研究があり、自分の希望に合うと思



(写真1) ポルシェのディスクブレーキに使われるカーボンベースのセラミック複合材料 (直径270 mm程度)



(写真2) 2,000℃～2,500℃の耐熱効果を探る、今年度の研究材料 (直径15 mm程度)

いました。私の研究生活では、様々な論文を読んでいる時間が一番長かったかもしれませんが、今はずっと実験をしていますね。今取り組んでいるものは、実験結果が従来の理論とは少し異なっているところがあるので、自分の式を立てて、その理論が確立できればいいと思っています。この研究室は先生のフレキシブルな感覚が魅力ですね。それに、珍しい実験器具もたくさんありますよ」と。

修士課程1年生の皆川開さんは、「私はパソコンで解析をすること、画像を中心に、デジタルで研究することに興味がありました。テーマは“セラミックスを焼き固める一つの手法について、兵庫県のSPRING-8にある放射光CTを使って見る”というものです。現地での作業は年に1回だけですが、その時に集めた画像などの資料を分析することが日常の研究の大きな部分です。私は研究は好きなのですが、学会発表が嫌いなのです。それでも、もう3回目の登録を済ませたところではあります」と。

学部4年生の谷口和宏さんは、「私は材料力学に興味を持ってこの研究室に入りましたが、まだ実験の取り扱い方を学んでいるところです。論文を読むにしろ、実験をするにしろ、とにかく自分の手を動かすことが大事と考え、平日はなるべく大学にいますようにしています」と語ってくれた。

太田 正人 (ジェイクリエイト)