

工学部生 研究と 学生生活

Ttime!



工学部を知る16の研究と

工学部はこんなとこって言い切るのは、正直難しい。何が正解かなんてわからない。
でも、最先端の研究に取り組む先輩と話してみたり、
工学部生になりきって生活してみたりしたら、
工学部ってこんなとこかもってわかるかもしれない。
今年のTtime!は、工学部生のことをじっくり考えてみた。
進路をきめるとき、考えなきゃいけないことはたくさんあるだろうけど、
めんどくさがるのはやめて、とことん考えてみよう。
自分で決めた進路はいいものにしたいしね。

Content

最先端の研究に取り組む学生インタビュー

- | | |
|---|---|
| 03 ビッグデータを分析し、人の動きを予測する
社会基盤学科 神谷 啓太 | 13 小さなロボットを自在に動かす
電気電子工学科 宇佐美 尚人 |
| 04 歴史からひも解く構造材料の在り方
建築学科 小見山 陽介 | 14 量子状態間の“架け橋”を作る
物理工学科 岡田 彪利 |
| 05 自然に素直な住まい方
都市工学科 児玉 千絵 | 15 現実世界の問題に数学でアプローチする
計数工学科 伊藤 直紀 |
| 06 オーダーメイド膝関節の実現を目指して
機械工学科 舒 利明 | 16 自在に姿を変える物質を目指して
マテリアル工学科 小野田 実真 |
| 07 人工知能を用いて、自閉症患者にもっと住みよい暮らしを
機械情報工学科 市川 樹 | 17 超強力磁石を“化学する”
応用化学科 瀬戸山 結衣 |
| 09 ナノスケールで制御し、科学の基礎を築く
精密工学科 本山 央人 | 19 光で水素をつくり出す 光触媒材料の探索
化学システム工学科 久保 綾子 |
| 10 実際に宇宙へ打ち上がる超小型宇宙機をつくる
航空宇宙工学科 中島 晋太郎 | 20 新たなキラル分子 発光の原理を求めて
化学生命工学科 秋山 みどり |
| 11 コンピューターで言語を科学する
電子情報工学科 橋本 和真 | 21 人々の好みを、データを用いて解き明かす
システム創成学科 野中 尚輝 |

工学部生の生態12の特徴

12の学生生活



企画編集・取材

東京大学大学院工学系研究科
工学部広報室学生アシスタント
榎田 峻裕(学生代表)

堀川 裕史
白畑 春来
上野 美希子
柳光 孝紀
中根 雅晴
猪瀬 春香
鈴木 祐里絵
水野 花春
和田 崇史
藤長 郁夫
新谷 健太郎
森 千夏
田村 有佳梨
中村 絢人
山田 大介
山添 有紗

協力

東京大学大学院工学系研究科
工学部広報室

梅田 靖(室長)
横関 智弘
小谷 潔
川瀬 珠江
宮川 弥生
北原 美鈴
西 克代

イラスト

Kazuma Mikami

印刷

株式会社ダイヤモンド・グラフィック社
川上 信
鈴木 一徳
小川 直子
金丸 みのり





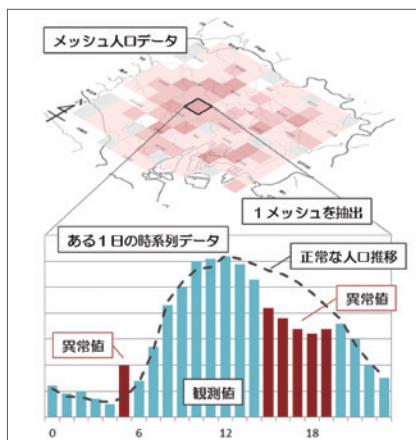
社会基盤学科

神谷 啓太さん

工学系研究科
社会基盤学専攻
地域／情報研究室

ビッグデータを分析し、 人の動きを予測する

りしようとしています。例えば、ある日の本郷地区に人が集中しているというデータが観測された場合に、異常と判断するか、正常の範囲内とみなせるのか、という例が挙げられます。現在は、携帯電話会社などが販売している位置情報データを用いて、作っている分析手法の妥当性を検証しているところです。また、最近では、位置情報に関するビッグデータを公表してオープンデータ化しようとする流れもあります。実際にイタリアのミラノにおけるCDR(※1)が公開されており、手法の検証に役立っているところです。将来的には、位置情報に関するビッグデータをリアルタイムでモニタリングしたいという目標を持っています。局所的に人が集中してしまいそうな箇所を検知し、入場規制をかけたり、交通リソースを分配したりすることで、より快適な都市生活に還元できるのではないかと考えています。



図：人口データの分布と1メッシュ(※2)に対する分析

ですが、自分が作ったプログラムがデータを吸い込んで計算してくれているのを見ると、ようやく研究が始まりだしたと感じると共に、ツールという『モノ』作りをしているんだなという実感があります。データだけあって動かせないと、データの価値がなくなってしまいますよね。そのためのツールを自分で作る過程というのは楽しいものです。

そして、データ分析を通じて人の流れが垣間見えると面白いです。例えば一定時間ごとに人口分布を描写していき、ラッシュアワーの時間帯から都市部の方に人が集中していく様子を見ると、やっぱり都市全体が生きていると実感します。日ごとに見ていくと、同じような周期ばかりではなく、異なる周期も出てきます。とある異常な周期の原因を探ったところその日が12月25日(クリスマス)だった、という事例もありました。

辛抱強く、仲間と共に

皆さんはこれまで自分で研究する機会はなく、与えられたことをやるとか、答えがあることを仲間とやることしか経験していないと思います。しかし研究室に所属し研究を進めることになると、答えがないこと、誰も分かっていないことに対して研究をしなくてはなりません。戸惑いや、先の見えない不安は誰もが感じると思います。ですが不安がある中でも前に進んでみて、最終的に成果を得ると、やってきた甲斐が生まれてきます。その面白さが出てくるまでは少し辛抱が必要かもしれませんが、ぜひ我慢して泥臭くやってみて下さい。

そしてもう一つ、議論してください。「こういうことがしたい」「こういう結果が出たんだ」というのを仲間と議論することによって、新しい発見も出てくると思います。短期的な発見・解決策だけでなく、人生を左右するような示唆さえそこから出てくることもあるのではないのでしょうか。そういった意味でも仲間と議論することとはとても重要だと思います。実はこれは、私が教授を始めとする色々な方から教わってきた教訓です。受け売りではありませんが、ぜひ皆さんにも議論を大切にしてもらいたいです。

※1 Call Data Record: 携帯の通話・通信に関する位置情報
※2 地表面を一定のルールに従い、多数の正方形などに分割したものを

位置情報を元に 人の動きを解明する

市民の一人一人から集められた位置情報を元に、都市における人の動きの分布を分析・解明しています。近年、GPSや公共無線LAN等を利用した測位技術の発達により、膨大な量の位置情報データが蓄積されるようになりました。都市計画やマーケティングに使われ始めたこのデータをもっと効果的に使えないか、と考えたのがこの研究を始めたきっかけです。

具体的な内容としては、日常的に得られる大量の位置情報データから、通常時によく見られる人口分布やその時系列パターンを推定しようというものです。それを元に、少し先の混雑状況を予測したり、異常な状態を検知した



ビッグデータを扱うことの面白さ

都市全体という、データの量としても空間的なスケールとしても大きいものであるビッグデータにさわることができているというところに、純粹な面白さがあります。試験管の中がっつり情報が入っている、といった研究も大変魅力的ですが、やはり社会基盤を学ぶ人間としては、もっと日常生活に即したデータに燃えるものがあります。

また、データを分析するためには自分でプログラムを作る必要があるの



歴史からひも解く 構造材料の 在り方

建築学科

小見山 陽介さん
工学系研究科
建築学専攻
加藤耕一研究室

既存の技術と新しい技術の 関わりを解き明かす

建築物の構造材料として鉄が本格的に使われ始めた時代に、その新しい技術が試行錯誤の末いかに導入されていったのか。それを検証するために、私は19世紀英国の初期鉄骨造建築の歴史を研究しています。特に注目しているのは1851年に万国博覧会の会場としてロンドンに建設されたクリスタル・パレスです。会期後に移築され、1936年に焼失しました。鉄とガラスによる近代建築の先駆けとして知られますが、自分はむしろ混ざって用いられていた木材の部分や、移築後に重ねられた補修の記録などに注目することで、建築における新しい技術が既存の技術とどう関わりを持っていたのかを解き明かしたいと思っています。そこで、建設時の図面や、解体移築中の写真、持ち主が破産してオークションに出されたときの目録、火災にあった際の報道記録…などを収集し、これらの情報をもとにクリスタル・パレスを3Dモデルとして復元し、構造解析等によってその実像を検証したいと考えています。

私は今、歴史研究と並行して設計者としても活動しています。特に最近取り組んでいるのは、小さな木材を接着したCLT(※1)と呼ばれる新しい木質材料を構造に使った建築の設計です。日本では標準的な設計法が法律で定められたばかりですが、環境負荷低減等の観点から先行してCLTの普及が進んでいる欧州では、鉄骨と組み合わせるなど混構造(※2)を厭わず適材適所での利用が目立ちます。CLT建築が日本でどう発展していくかはまだわかりません。新しい建築技術の黎明期という点で、19世紀の鉄骨造建

築との類似性を感じます。現代の設計者として新しい技術を取り扱いながら、一方では歴史研究者として昔の人々がどう新しい技術と向かい合ってきたかを理解したいと思っています。

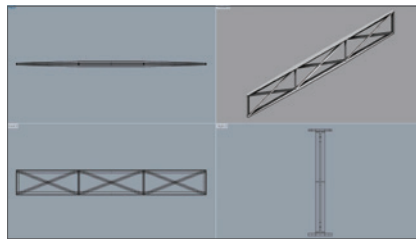


図:資料から復元したクリスタル・パレスの部材(3Dモデル)

調べれば調べるほど新しい発見

なぜその建築物が建てられたのか、なぜそのデザインに決まっているのかを調べていくと、人と人の繋がりが建物同士の関係が見えてきます。例えばクリスタル・パレスの設計は、ジョセフ・バクストンが一人で成し遂げたわけではありません。クリスタル・パレスと似たディテールを持つ建物があり、同じ施工業者によって同時期に建てられていることがわかりました。建設当時バクストン以外にも複数の人物がクリスタル・パレスの設計について講演を行っている記録もあります。設計の一部には、当時の標準ディテールや、バクストン以外の設計者による部分もあったのかもしれませんが、バクストンによる本当の貢献や、クリスタル・パレスの本当の新規性を検証したいと思っています。

現代においても、私たちがデザインする前から形が決まっているもの、通常であればそのまま受け入れてしまうようなものはたくさんあります。でもそれらは、自分の目的とはまったく

違う、ことによると古い時代の慣習的なものによって決まっているだけかもしれない。それがどうつくられているのかを問い直すことは、根本的な部分でよりよいデザインを考えるための多くのヒントを設計者に与えてくれます。

人生何が起こるか分からない

自分が思い描いていた道と別の道に進んだ場合でも、その時々で起こる全ての出来事をポジティブに受け入れてきた結果、今に至ります。憧れていた建築家の先生が僕の入学と入れ違いに東大を退官され意気消沈したこともありましたが、後任の難波和彦先生の指導を受けて建築の魅力に改めて気づくことができ、ミュンヘン工科大学留学へとつながりました。留学先では希望の研究室に入れませんでした。代わりに受け入れてくださったリチャード・ホールデン先生を通じて建築と技術への興味はさらに広がり、ロンドンの彼の設計事務所でも働く機会を得ました。金属による軽量の構造を学ぶつもりが実際に担当したのは木造建築の設計でしたが、そこで得られた経験は帰国後CLT建築に携わる今につながりました。東大や留学先での良い先生との出会いが、私自身も思いもよらなかった方向へ進ませてくれるきっかけになりました。



※1 Cross Laminated Timber: 直交集成材
※2 二種類以上の性質の異なる構造形式(例えば鉄骨造と木造)を組み合わせる建築の構造とすること

自然に素直な 住まい方

都市工学科

児玉 千絵さん
工学系研究科
都市工学専攻
都市デザイン研究室



世代の先を見据えたインフラを

今、日本の人口が減少する中でインフラはその維持管理が課題になっています。水道や交通網など街インフラは規模も大きいため、一度作ると動かせず、作り替えにも大変手間とコストがかかります。そしてインフラは世代を越えて長く残るものでもあり、メンテナンスを続けていく必要もあります。メンテナンスを怠ると笹子トンネルの天井崩落事故のような大事故につながります。地震の多い日本は手入れが更に必要です。

日本のインフラは戦後高度経済成長期に急激に整備されました。その間日本はインフラを満遍なく行き届かせることを目指して、日本の隅々まで敷いていきます。しかし、その結果、あまり人に使われないインフラも造られ、余分なインフラのためのコストが量むようになりました。さらに、経済が安定し人口が減少を始めた今の日本では、これから使われないインフラが増えていくことも見込まれています。

国や地域の債務になる建設費とインフラ維持の負担は私たちだけでなく、まだ生まれていない世代にもかかります。将来の世代にも無駄な負担を強くないようなインフラが求められているはずです。そのため、多くの人が使い続けるものにはしっかり投資し、そうでない投資はできるだけ抑えるという仕組みが必要だと思います。

そこで修士課程の時、私は災害危険区域に注目しました。災害危険区域とは将来何らかの災害に遭う可能性があり、災害対策が必要になる地域です。例えば最近では東北太平洋側の防潮堤建設の話が有名です。大地震による津波の危険がある地域に大規模な防潮堤を建設しようと

いう話なのですが、東北地域の人口減少を考慮するとこの防潮堤は将来、有効には使われなくなると見込まれています。このようなものへの投資はやはり抑えるべきです。では投資を抑えた中でもどうすれば、人々を守ることができるのでしょうか。

その答えを知るために私は国会の議事録や建設省の検討資料を調査し、そして歴史の中から、完璧なインフラでなくても人々を守るようなインフラを掘り起こしました。ここで掘り出したインフラは、建設物という“モノ”ではなく、“災害危険地域への建築物規制のような“地域のシステム”によって人々を守るというものでした。この歴史的調査によって私は、防潮堤のように大きな“モノ”を造らなくても、地域の“仕組み”によって災害から守ることができるという根拠を示すことができ、結果として2014年建築学会優秀修士論文賞という賞をいただきました。

自然に素直に

私の研究の大本にあるのは、人々はもっと自然に素直な住まい方ができるのではないかとこの想いです。近代の都市化する以前の暮らし方が残る歴史的な地域では、自然に抗うのではなく適応する、コンパクトな住まい方で生活を続けてきました。水の供給は井戸だけであったり、整備された通りは中央通り一本だけであったり、いろいろなものが決して完璧には備えられてはいません。ただ、そのような自然に対して無理のない住まい方の方が人々にとってより良い暮らしなのではないかと私は感じています。

私はその想いをつなげて、博士課程においては水道のシステムをテーマに研究を進めています。

水道というのは、そもそも水が得られにくかった地域にも水を行き渡らせるためのもので、地面を掘るなどして自然に対して無理をして造ります。水道システムにもやはり自然に適応した素直な仕組みがあるはずです。

手を伸ばしてみても聞いてみる

私は文系の文科二類から工学部都市工学科に進学しました。その最初のきっかけは2年生の時に受講した社会基盤学科主催の講義でした。

当時私は進路選択に悩んでおり、まず授業シラバスを隅から隅まで読み通してみました。その中で私の目に留まったのが、その講義で、講義を受ける中で建設系の分野に興味をひかれていきました。さらに、私は担当の先生にメールをし、同様に文系から進学した先輩を紹介してもらいました。これが二つ目の大事な契機でした。結局、その先輩には一週間の生活や時間割の組み方などかなり深い内容まで教えていただくことができ、そのおかげで、それまで抱えていた不安を払拭して、私は進路を都市工学科に決めることができました。

当時の私と同じく、今進路に迷っている人には、いろいろ手を伸ばしてみても、選択した先の未来を知ることをおすすめします。先を知ることを選択肢を具体的に比較できるようになります。その上で当時の私にとってポイントだったのは人にお話を聞いたことでした。皆さんも是非、例えば授業を担当している先生やそのスタッフとして来ている先輩方に話しかけてみてください。きっと皆さん色々なことを教えてくれるはずです。



Interviewer / 新谷 健太郎

オーダーメイド膝関節の 実現を目指して



機械工学科

舒 利明さん
工学系研究科
機械工学専攻
光石・杉田研究室

膝関節も十人十色

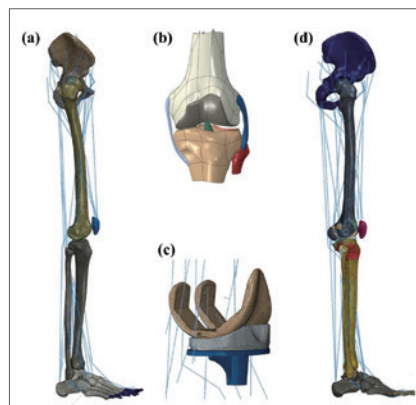
私は、悪くなった膝関節を人工関節に置き換える手術のための技術開発に取り組んでいます。日々、膝関節は体重の負担を受けながら機能していますので、私たちがどんなに無理のない生活を送っていても、その負担は長年に渡り蓄積されます。やがて、変形や骨折などの疾患が引き起こされますが、患者さんの数だけ様々な症状があります。私は、こうした患者さん一人一人の治療ニーズに応えることを目標としています。

私が開発に関わっている技術は、大きく分けて二つあります。一つ目は、人工関節を置換する際に必要となる「骨の切除」について、その最適な方法を検討することです。術後の患者さんの回復は、骨の切除に伴う摩擦熱の温度や切除面の荒さによって大きく左右されます。そのため患者さんの骨の強さ・形・症状に応じた切除方法の検討が肝要になってくるのです。

二つ目は、人工膝関節に置き換える治療法全体を包括的に支援するシステムを作ることです。一般的にこの治療法は、以下の四つのステップ「診断に基づく原因究明」「その原因究明に基づいた提案」「手術」「術後の経過観察」を踏みます。そこで私は、上記のそれぞれの過程において有用となるシステムの開発を目指し、この研究に取り組んでいます。具体的には、CT(※1)スキャンから得られた情報と、私たちが開発したソフトによって得られた患者さんの筋骨格の3D情報とを組み合わせます。こうして「疾患の始まりから術後の回復まで」と言った長期スパンにおける膝の容態をシミュレーションするというものです。患者さんは国内だけでも百万人余りに及びますが、人工関節は大きく分けて六種類しかありま

せん。したがってこの二つ目の研究のような、患者さん一人一人に応じた「カスタムメイド医療」が必要なのです。欧米にも、筋肉や骨の動きをデジタルデータに落としこむことによるシミュレーションソフトや、それを元に治療を施すためのカスタムメイド型人工関節はあります。しかし、これらはアジア人の慣習特有の動き(例えば、より大きな屈曲角度が必要な正座)や華奢な体つきに対応したものではありません。そこで私たちは、日本の慣習の下で暮らす日本人をターゲットとした手術支援システム開発を、世界で初めて行っています。

私たちの研究は、患者さんや治療を施す医師のためになっており、それが私たちの研究の一番の存在意義であると言えます。現在、置換手術後から患者さんが新たな膝に慣れるまで2年ほどかかりますが、私が取り組むこれらの研究を通じて、この「慣れる」期間の短縮化を行いたいのです。加えて、15~20年という現在の人工関節の寿命を更に延ばしたいと考えています。



図：(a,b) 足全体と膝部分のモデル
(c,d) オリジナル人工膝関節のモデル

実用化は「工学」の一番の醍醐味

実際に患者さんの役に立つ技術を作ることができるのが、私の研究の面白いところです。その技術にたどり着くには、一見「応用」とは対極にある「理論」、例えば物理や数学などと言った基礎的な学問の勉強が必要になります。ここで修めた学問は、今の自分のために無用なことでも、他の人や今後の自分の研究のために有用となるのです。

また、今の研究は企業と協力して実用化に向けて進んでいるので、やっていてとても楽しいです。多方面の専門に基づいた理論を合わせ、実際に人のために使われる一つの「もの」をつくることできるのは、この研究の醍醐味ですね。

あなたの興味は見つかりましたか

自分の興味を探し、その興味に基づいて良い選択をしてください。私は大学の学部時代では化学と機械の融合分野の専攻に所属し、大学院の修士課程に入ってから機械を扱う専攻に移りました。また、そこで関わった生体適合性のある機械についての研究をきっかけに、医療機器を扱う現在の研究室に所属するに至りました。このように、私は自分の興味に基づいて自分の道を選択してきました。そしてその選択は良い選択だったと言えます。なぜならば、問題に直面した時にも、昔の経験を元に多方面から解決策を考えることができるからです。

※1 Computed Tomography: X線を用いた断層撮影



機械情報工学科

市川 樹さん

情報理工学系研究科
 知能機械情報学専攻
 國吉・新山研究室

自閉症の

あまり知られていない一面

みなさんは「自閉症」と聞いてどんな症状を想像するでしょうか。社会性やコミュニケーション能力に関することを想像する人が多いのではないのでしょうか。しかし、自閉症(正式には自閉症スペクトラム障害(ASD)といいます)を患っている人々を悩ませているのは、それだけではないのです。

自閉症には、感覚過敏、あるいは感覚統合障害という症状が伴う場合があります。これは、音や匂いなど、予期せぬ刺激に対して神経が過敏応答を起こし、パニックを起こしてしまうというものです。そこで私は、それらの感覚過敏の中から、ターゲットを聴覚過敏に絞り、音声刺激をフィルタリングするデバイスを開発することで、自閉症患者のストレス軽減を図ろうと考えました。

機械学習による個々人への適応

聴覚過敏の厄介なところは、そもそも聴覚特性が個人間で異なるということです。聴覚過敏に苦しむ人々それぞれに特有のトリガーがあり、その差異に適応したデバイスを開発する必要がありますと考えられます。そこで私は、このデバイスに人工知能が利用できると考えました。今現在は、聴覚器官の特性である耳小骨筋反射という現象における発生音圧を測定することで、個々人の聴覚特性に適応させることができるようになりました。そして今後の方針として、人工知能の特性の一つである機械学習(※1)を使うことで、実際にどのような音声刺激が聴覚過

敏を引き起こすのか、デバイスに学習させるシステムを組み込もうと考えています。さらには、例えば車のクラクションや人の声などの必要な音声情報が、フィルタリングによって取り除かれてしまうことを回避するシステムも、人工知能を使って実現できると考えています。

人工知能は、その応用可能性から、多分に人間の幸福に貢献できる可能性を秘めています。昨今、自動運転やスマートハウスなど生活に関連した技術領域や、Fintech(※2)などのビジネス領域、生物学や医学などの学術領域など、様々な領域で人工知能が活用されています。最近ではGoogleの人工知能「AlphaGO」が囲碁の世界チャンピオンに勝利したことが大きな話題を呼びましたね。

工学とは、具体化と構造把握の繰り返しによって成り立っているものだと、私は考えています。具体化をすることで何かの構造を把握することができ、何かの構造を把握することで具体化することができる。このような循環こそが工学の魅力です。その循環の後押しをしてくれるという点も、人工知能の応用可能性に繋がっているのかもしれない。

人工知能は人間の幸福に貢献できる可能性を秘めているだけでなく、さらには「ヒト」を理解する上でも大いに役立つと考えられています。知性は身体性に基づいて発達するという考え方を元にした「構成論的アプローチ」という、人工知能研究の新しい手法があります。これは「作ることによって理解する」という手法であり、ヒトと同じような形にロボットを作り、その学習の様式を見ることで、ヒトの心がどのように発生し発達するのか、包括的に理解することに繋がると考えられています。そういう意味では、

人工知能研究自体も、具体化と構造把握の循環そのものなのかもしれませんね。

人生と工学は似ている

自分の人生の軸がなかなか定まらないことで悩んでいる人も多いかと思いますが、人生が紆余曲折するのは当たり前です。人生も工学と同じで、上記のような具体化と構造把握の循環の中でトライアンドエラーを繰り返すものだと、私は考えています。

私自身、小さい頃からプログラミングをするのが好きで、ゲームのプログラマーになろうと思っていたのですが、近年自閉症の診断頻度が増加している(2016年現在、100人に1人程度(本人談))という話を聞いた時に、「自閉症の人たちにより良い生活を送ってほしい。特性の違いがあるという事実を受け入れられる社会を実現したい」と思いました。そのような志と、自分のプログラミングの経験もあって、今の研究を志すことにしました。

どういう社会を実現したいか、どういう物を作りたいか、どういう人間になりたいか、そういう意識を持って生活を送れば、自ずと自分の志すべき専攻が見えてくることだろうと思います。

※1 膨大な数のデータから、コンピュータが自動的にパターンを見出し、推測し、知見を導くという機能

※2 ITを活用して金融サービスを改善しようという概念



01. 工学部生は どんな朝も爽やかに

爽やかな朝を過ごそう。気持ちいい朝を過ごせた日は、なんかいいことある気がする、なんてことあるよね。起きたらお昼過ぎなんて日もたまには良いけれど、毎日それじゃもったいない。NHKの朝の連続テレビ小説を見るのを習慣にしてみてもいいかもしれないね。実際、半分くらいの工学部生は朝7~9時には起きるし。工学部生を見習って、朝早く起きて、気分良く学校に行こう。学校に着いたら、守衛さんに元気良く挨拶するのも忘れずに。



02. 工学部生は 学校が好きすぎる

工学部生はとにかく学校に来る。週4~5日は当たり前。3割くらいの工学部生は週6日大学に来ているし、1割くらいは毎日大学で過ごしている。毎日学校だなんて大変すぎる！と思う人もいるかもしれないけれど、それだけ好きで没頭できる研究に出会えるのは幸せなことでもあるよね。実際、この冊子に載っている先輩達はみんな、キラキラした目で研究について語ってくれた。さあ、工学部に入って自分の好きなことを好きになだけやってみよう。

工学部生の生態 12 の特徴



03. 工学部生は 眠らない

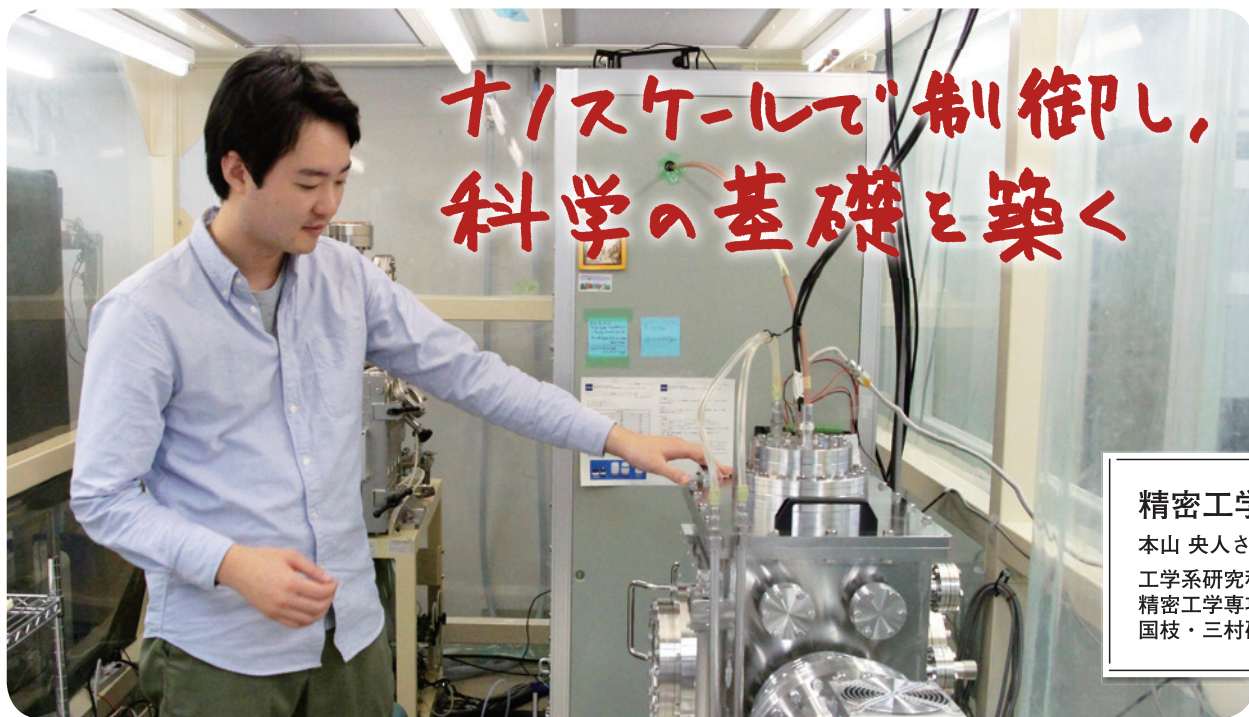
工学部生はなかなか眠らない。午前0時前に寝る人は1割くらい。午前2時以降まで起きている人よりも少ないんだ。というのも、3割くらいの工学部生は午後10時過ぎまで学校にいるし、午前0時半まで門が空いていることをいいことに午前0時過ぎまで学校にいる工学部生も少なくない。門が開まる直前に、門に向かってキャンパス内の坂を全力で駆け上がっていくのも工学部生あるある。工学部では毎日が全力坂なんだ。

工学部生の学生生活を知ろう。そうすれば、工学部に入った後の自分の生活もなんとなくイメージできるはず。入ってから、こんなはずじゃなかった、なんて悲しいしね。Ttime!では170人の現役工学部生に聞いてみた。彼らの生態を覗いてみよう。



04. 工学部生は 本気で議論する

研究室でのミーティング、自分の研究を進める良い機会。しっかり考えたことを教授を含めた研究室のメンバーと本気で議論する。一人では思いつけないようなアイデアがボンと生まれるのもこの瞬間。本気で議論して、どんどん良い研究にしていこう。ミーティングでは同じ研究室の仲間の研究を手伝うのも立派な仕事。どんどん突っ込んで、より良い研究にする手伝いをしよう。ちなみにミーティングの頻度は週1回の人の方が7割くらい。一週間ずつ着実に進んでいこう。



精密工学科

本山 央人さん
工学系研究科
精密工学専攻
国枝・三村研究室

様々な研究を支える、科学の礎

私の所属する精密工学科のメインテーマの一つは、科学的な原理に基づいてものづくりをする生産科学です。生産科学は設計・計測・加工などの分野に分けることができます。中でも私は、表面の形状をナノメートル(nm)レベルで制御する、超精密加工に取り組んでいます。この技術を利用して、X線を効率よく反射するX線ミラーの作製を行っています。

X線の波長は可視光(400~800nm)よりも、紫外線(10~400nm)よりもさらに短く、10nm以下です。ミラーの表面にX線の波長よりも大きい凹凸があると、X線をきれいに反射することができないため、ミラーの表面は波長以下、少なくとも1nmレベルで滑らかにする必要があります。また、可視光の実験で集光された光を使うのと同様、X線を用いた多くの実験でも集光X線が必要となります。パラボラアンテナのようにへこんだ形のミラーを作るのですが、曲面を1nm以下の精度で作るという作業が非常に難しいものなのです。

このミラーの作製は個人ではなく、研究室内のチームで行っています。大学の研究室というと研究のテーマが個人個人で独立していること

も多いですが、私たちの場合は協力して一つのものを作り上げるためチームワークが非常に重要になります。

私が担当しているのは最後の微調整です。途中の形状計測プロセスで判明した形状の悪い部分を、選択的に修正するプロセスです。形状が悪い部分の近くにミラーと同じ材料の金属を配置し、金属材料に高エネルギーイオンビームを照射すると、金属表面からバラバラになった金属粒子が飛び出します。それを、形状の悪いところに付着させることで、形状を良くしていきます。この作業を繰り返すことで、全体の形状を整えていきます。そしてようやく、ミラーにX線をあてて、実際に上手く反射できるかを確認することになります。

X線は医療の分野では診断のため、物理化学の分野では構造解析のために使用されます。そのため私たちの研究は様々な分野の科学の礎になっていると言えます。

一歩ずつ、着実に

研究は、やればやるだけ少しずつでも目に見える成果が出る、step by stepで進むものもあれば、長い期間準備を重ね、苦労の末にようやく

したときには、非常に大きな喜びがありました。

あえて、興味のないものに挑戦する

私はどちらかと言うと飽きっぽい性格で、今興味を持っていてもそれは一時的なものかも知れないと考えていました。そのため研究室を選ぶ際、あえて全く興味のない分野の研究室にも積極的に見学に行きました。その中の一つに今所属している研究室があり、最終的に博士課程まで進学するほど、その研究に没頭してしまいました。

そのため、これから進路を選択するみなさんにも、自分の興味にとらわれず、幅広い選択肢を検討してほしいです。たとえば自分が機械に興味があるとしたら、まず化学系や医療系は排除して考える、というのが一般的かもしれませんが、それは少しもったいないと思います。当時まったく興味がなかったものを選んだ私の例は少し極端ですが、その分野に全く知識がないからこそ見えてくる研究の面白さというものたくさんあると思います。そのチャンスを、自分の興味にとらわれてみすみす逃してしまうのはもったいないと思います。一度きりの大学生活なので、新しい世界に挑戦してみてもよいのではないのでしょうか。

目に見える成果が出る、というものもあります。私の研究は前者に当たり、着実に進歩を積み重ねていくというところに興味を惹かれました。X線ミラーの性能評価のためのX線光源の調整に半年間苦労したこともありましたが、試行錯誤の末に満足行く光源性能に達



Interviewer / 堀川 裕史

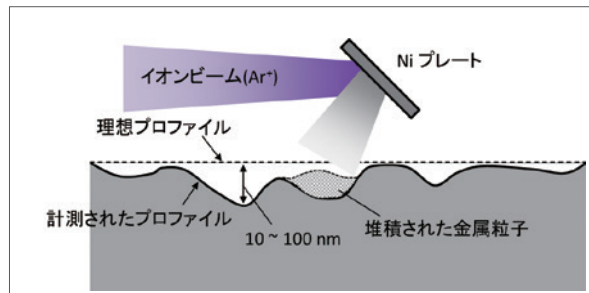


図:形状修正のイメージ図

実際に宇宙に打ち上がる 超小型宇宙機をつくる

宇宙機を自律化させる

私の所属する研究室では、実際に超小型宇宙機を打ち上げるプロジェクトをやっています。中でも私は主に、地球を遠く離れ、太陽を周回する軌道(深宇宙)に入るものの開発、運用に携わっています。2014年に打ち上げられたPROCYONは、一辺50cm程の大きさの機体でしたが、地球から5000万kmも離れたところまで行きました。このように距離が遠いと通信電波が弱くなるため、直径30m~60mと非常に大きなアンテナを持った地上局でないと通信できません。そのような地上局は日本にはあまりないため、通信できる宇宙機の数にも限りがあります。そのため、超小型宇宙機による深宇宙開拓が進んでいったときに、従来のように全ての宇宙機を地上から操作するやり方では、限界があると考えています。そこで私は地上から人が操作するのではなく、宇宙機が自分で考えて動くシステムの開発を目指し、研究しています。この「自分で考えて動く」というのは、人の手を離れるということなので、どう動くのかを予想できないと非常に困ります。特に宇宙に行くものはほとんどの場合、人が行って修理することができないため、一度壊れて、不具合が生じてしまうとそのままです。だから、少し古い技術などを使って、動きを予想できるけれど、人間の考え方には近いようなきちんと自律化したものを作りたいと思い、研究しています。そして目標は2018年度に打ち上げ予定で、現在開発中のEQUULEUSに載せることです。

実際に宇宙に行くものを作る楽しさ

超小型宇宙機はコストが低く、学生でも実際に宇宙に打ち上がるものを作れるというのが

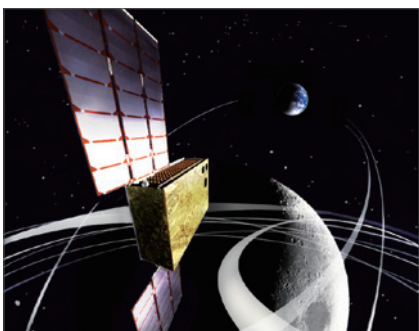


図: EQUULEUSイメージ画像 JAXA / 中須賀・船瀬研究室

大きな特徴です。現在開発中のEQUULEUSは10cm×20cm×30cm程度と、ノートパソコンを少し厚くしたくらいの大きさですが、月の軌道まで行く予定です。私は宇宙への憧れが強いので、実際に宇宙に打ち上がるものに役立つ研究ができるというのは非常に楽しいです。JAXAなどがやっている大規模なプロジェクトとは違い、超小型宇宙機のプロジェクトでは学生が中心となって開発や運用に関わることができるのも大きな魅力だと思います。

また、自分で考えてやってみたことが、思った通りの結果につながるのはとても面白いです。もし思った通りにならなくても、そこでいろいろと考えてみるのも好きです。

一度宇宙に打ち上がると、週に数回送られてくる電波を手がかりに機器の状況や機体の向き、回転速度などの情報を得ます。当然ですが自分がそこに行って直接見ることはできないので、想像力を上手く膨らませて研究しないといけません。そういったところは宇宙工学ならではの面白さだと思います。

面白そうなものを見つけて 飛び込んでみる

私が航空宇宙工学科に進もうと思ったのは大学2年生の時です。もともと、電化製品をいじることが好きで、ロボットなどにも興味があったので、電気系か機械系の学科に進もうと思っていました。でもある日、テレビで火星ローバーの特集を見て、こういった研究も面白そうだと思い、航空宇宙工学科に進学することにしました。そして進学してからは、模擬人工衛星を作ったり、PROCYONなどのプロジェクトに参加したりしてきました。面白そうだと思って飛び込んでみたら、本当に面白くて、のめり込んでいったという感じです。やはり、積極的に情報を収集して、やりたいことを見つけて挑戦してみることが何より大切だと思います。

また、衛星開発は他の研究室や海外の企業の方など、たくさんの方とコミュニケーションをとりながら進めていきます。そのため、英語での会話ができるようになるというのはもちろん、協調性も非常に重要だと思います。ぜひ、狭いコミュニティにとらわれず、いろいろな人と関わってってください。



航空宇宙工学科

中島 晋太郎さん
工学系研究科
航空宇宙工学専攻
中須賀・船瀬研究室



Interviewer / 山添 有紗

コンピュータで 言語を科学する



電子情報工学科

橋本 和真さん
工学系研究科
電気系工学専攻
鶴岡研究室

自然言語処理(Natural Language Processing, NLP)とは

私の行っている研究分野は自然言語処理と呼ばれており、主にコンピュータで文章の解析を行う研究です。研究対象となるものは様々で、機械による文の品詞分解や構文解析(例: 文のSVOCの特定)、より発展的なものと機械翻訳などが例に挙げられます。しかし、機械は単に文字列データを与えられても、当然その言葉の意味までを理解することはできません。例えば、文字列だけを見ると「犬」と「イヌ」では全く異なった単語になってしまいます。そこで、機械でも処理できるように言語を別の方法で表現する必要があり、その一つが単語のベクトル化です。その手法についてですが、今メジャーなのは、まず各単語に100次元程度のベクトル(数値列)をランダムに割り振り、その値をその単語とよく一緒に用いられる「周辺単語」の出現回数に応じて変化させていくという方法です。これにより、例えば「犬」と「猫」という単語の周辺には「餌」や「飼い主」といった単語が何回も出現するため、両者のベクトルの値が近くなって二つの単語が似ていると機械が判断することができ、反対に「散歩する」とか「犬小屋」といった「犬」特有の周辺単語の存在によって、両者のベクトルは確実に異なったも

のとなります。周辺単語に応じてベクトルの値を変化させる際には、近年では「ニューラルネットワーク」という機械学習の手法が用いられることが多く、この手法を用いると、インターネット上で手に入る何億ものテキストデータから各単語の意味を機械的に「学習」させ、個々の単語を固有のベクトルで表現することが出来るのです。

私の研究ビジョン

中でも、私がこれまで特に取り組んできた課題は、イディオムの自動認識などです。例えば、「kick the bucket」というイディオムは首吊りの際にバケツを蹴るという動作に由来し「死ぬ」という意味になるのですが、これは“kick”, “the”, “bucket”という三つの単語をそれぞれ独立に見てもフレーズの意味を理解することはできません。そのため、このフレーズが実は“die”の類義語であると機械が認識するためには、この三単語を一つのかたまりとして捉える必要があります。しかし、一般にどの単語の集合を一つのフレーズとして見なすべきなのかを機械的に判断することは難しく、上で挙げたフレーズも本当に「バケツを蹴った」という意味で使われることだってあり得ます。そこで私は、フレーズの前後の文脈や、単語と単語がセットで用いられる確率などを基に、ある単語の集合がイディオムである確率を算出するモデルを設計し、それを基に単語だけではなくフレーズや文の意味をベクトルで表現することを目指した研究を行っています。

また、私には一つの大きな研究ビジョンがあります。それは、文の品詞や構文の解析、翻訳を

含む全ての言語問題を分析できる一つの大きなモデルを設計することです。現在主流となっている研究方法は特定の問題、例えば品詞分解や機械翻訳のみに特化したモデルを設計してどんどん複雑にしていくことが多いです。しかし実際には、我々は様々な言語理解を一つの頭脳で行っているのであって、このように複数のモデルが独立に言語の分析を行うというのは、人間の思考プロセスを再現できているとは到底思えないのです。そこで、もしすべての問題を扱える一つの大きなモデルを設計できれば、文の構文解析のような基礎的な問題の分析過程を直接利用して機械翻訳のような高度の言語問題を扱ったり、また反対に高度な問題の解析過程を基礎的な問題の分析に反映させたりする事が可能となります。このように、一つの大きなモデルの中で数々の知識や分析結果を共有することで、より人間の直感に合った正確なモデルが作れるのではないかと期待しています。

博士課程で学ぶことの魅力

近年、博士過程に進む学生の数が減少傾向にあると聞いていますが、博士過程では自分のやりたい研究を自分の思うように進めることができ、研究を通じて世界を身近に感じることが出来ます。また、研究室での活動のみに閉じず、企業の研究チームと共同研究を行ったりすることもできます。実際に、私の大きな研究ビジョンは、MetaMindという世界最先端の研究チームでインターンとして研究に自由に取り組むなかで獲得しました。自らの意思で研究を本気でやってみたい人は、ぜひ博士課程への進学を選択肢の一つとして検討してみてくださいはいかがでしょうか。

Interviewer / 和田 崇史

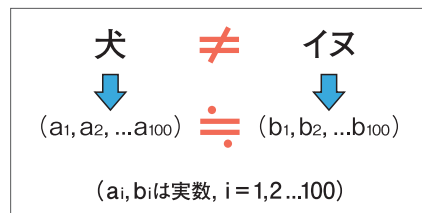


図:単語のベクトル化のイメージ(100次元の場合)

工学部生の生態 12 の特長



05. 工学部生は 互いに助け合う

工学部に入ると、難しい課題に直面することがある。それも、たくさんある。そういうときに助け合う空気があるのが工学部のいいところなんだ。実際に、ほとんどの工学部生が一度は助け合った経験があると答えてくれた。三人寄れば文殊の知恵って言葉もあるけれど、一人では難しい課題でも、工学部生が何人が集まって、頭を捻れば意外と乗り越えられるんだ。工学は難しそうだからやめとこう、なんてもったいない。協力して頑張ってみよう。



06. 工学部生は 研究室で全てを済ませる

研究室は研究をするだけの場所、なんて思ってる人も多いかも。実は、工学部生にとっては全然違う。半分以上の人がお昼ご飯も研究室で食べている。なかには研究が好きすぎてお昼を食べないっていう人もいるみたいだけど。さらに、研究とか講義の合間に休憩する場所も研究室という人が半分以上。研究室にはデスク以外に一息つける共有スペースがあることが多くて、そこで研究室の仲間とおしゃべりするの立派な研究生活なんだ。



07. 工学部生は 教授と飲みに行く

教授と話す機会はミーティングだけとは限らない。そう、飲み会だ。半分くらいの工学部生は2~3ヶ月に1回は教授を交えた飲み会を開催しているし、1ヶ月に1回は飲み会を開催している工学部生も多い。普通のミーティングでは気づかなかった教授の新たな一面が見えたり、逆に教授にとっても学生の意外な特徴がわかったり、教授と学生の距離が縮まること間違いなし。ちなみに、お酒は無理に飲まなくても大丈夫。卒業後も何かと話ができる、そんな関係になれるといいね。



08. 工学部生は 真っ直ぐ突き進む

卒業後、大学で学んだことが活かされるのか、気になるよね。工学部では、6割くらいの学生が研究内容に関連する分野の職業に就くつもりみたい。貴重な大学生活の大きな時間を割いた研究が、実際の社会でも活かせるなら嬉しいよね。もちろん違う分野に進む人もいるけれど、研究に打ち込んだことは絶対にどこかで生きてくる。さあ、工学部で研究に打ち込んだ経験を武器に、社会人としてロケットスタートを決めちゃおう。

小さなロボットを 自在に動かす



電気電子工学科
 宇佐美 尚人さん
 工学系研究科
 電気系工学専攻
 三田研究室

ワクワクします。修士課程のときにはARTSATというプロジェクトに参加し、人工衛星を作って宇宙に打ち上げました。打ち上げるために必要な機材の基礎的な研究を進めることで、人工衛星打ち上げという大きな目標を達成できたことが嬉しかったです。同じような魅力を今の研究にも感じています。小さなものを積み上げて大きな形を形成するという考え方は人工衛星もマイクロロボットも同様で、変わったのは作る小さなものくらいです。

工学は積み上げの学問

私の研究している電気工学に限らず、工学は積み上げの学問であると思っています。先人の知恵をどのように活かせば後の社会の役に立てるかを考えるのが工学だと思います。社会への役に立ち方は大きく二つあり、一つは今の社会の枠組みの中で役に立つものをつくるアプローチ、もう一つは新しい「役に立つ」という概念を創ることで、社会の枠組み自体を変えるアプローチです。もともと何かの専門家になりたいと思っていたので、どちらのアプローチもできる電気の専門家になることを選びました。

東京大学のEEIC(※3)には一言で電気の専門家と言っても、様々な分野の専門家が存在します。MEMSを専門にしている人、材料開発を専門にしている人、システム設計を専門にしている人、あるいは情報処理を専門にしている人など様々です。それぞれの分野が深い学問というのもあり、EEICは縦にも横にも懐が広い学科であると思います。電気系学科も進路の一つに考えてみるのはいかがでしょうか。

※1 Micro Electro Mechanical System: 微小電気機械システム
 ※2 Large-Scale Integration: 大規模集積回路
 ※3 電気電子工学科・電子情報工学科を合わせた電気系学科

「ベイマックス」のマイクロロボット

私は水中で自在に動き自由な形を形成するMEMS(※1)の研究をしています。映画「ベイマックス」にマイクロロボットという一つ一つは小さい機械ですが、集まることで自由な形に組み上がる機械が登場します。私の研究では、マイクロロボットのようなものを水中で動かそうとしているとイメージしてもらえたとわかりやすいかもしれません。私の研究では、カトムと呼ばれる小さな球体がマイクロロボットに相当します。自重によりつぶれてしまうことを避けるために、まずは水中で研究を行っています。カトムは他のカトムを誘導・接着する機能を備えていて、遠隔で指示を与えると高速で立体的に組み上がります。

この研究は具体的には三つに分けられます。一つ目は、水中で他のカトムを誘導し接着するカトムの構造設計です。どのようなセンサーやアクチュエーターを搭載すれば他のカトムを思い通りの場所に誘導し接着できるのかを研究しています。二つ目は各カトムに遠隔でエネルギーを送る仕組みの開発です。各カトムに誘導、接着の機能を搭載してもエネルギーがないことには動くことはできません。そこで、遠隔で水中

の全カトムにエネルギーを送ることのできる仕組みが必要となります。三つ目は、カトムに搭載するための3次元のLSI(※2)を実現することです。誘導、接着という機能の関係でカトムは球体となるのですが、その場合どうしても柔らかく曲がるLSIが必要となります。柔らかいLSIはカトム以外にも、宇宙空間で太陽光を利用して駆動するソーラーセイル等への応用が可能です。太陽の輻射圧(太陽光を浴びる物体の表面に働く圧力)をうける帆をより高機能化するためには柔らかいLSIが必要不可欠なのです。

小さなことの積み上げで 大きなことを成し遂げる楽しさ

私はもともと小さいことを積み上げて大きいことをするのが好きでした。大きな目標を実現するために何が重要なことかを考え、小さなことまでブレイクダウンし、それぞれを着実に実現することで最終的には大きな目標を実現する過程がとても

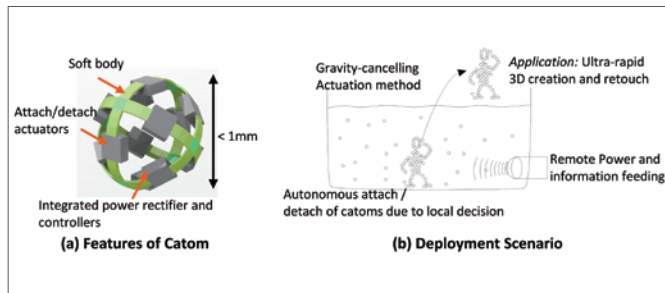
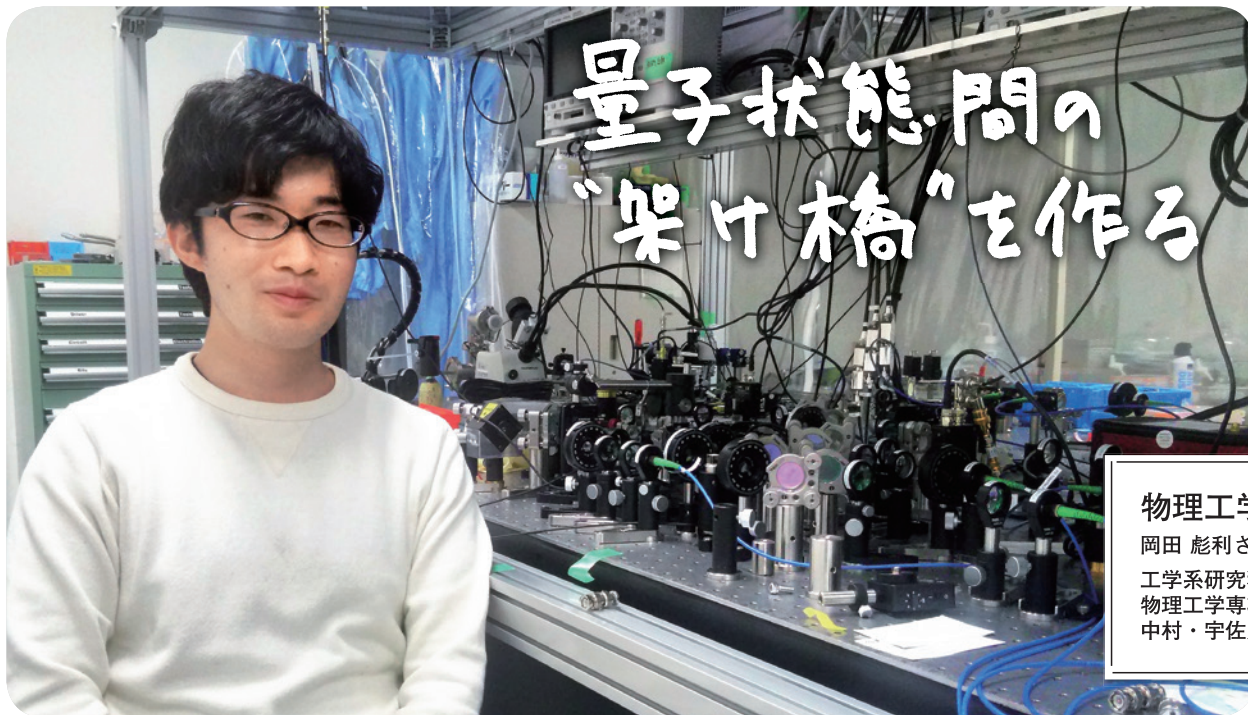


図: カトムの構造と水中での構造形成の様子

Interviewer / 榎田 峻裕



理工学学科

岡田 彪利さん

工学系研究科

物理学専攻

中村・宇佐見研究室

量子情報に携わる者

私は理工学学科の中でも「量子情報」と呼ばれる分野の研究に携わっています。電子や原子のようなミクロな世界を記述する量子力学と呼ばれる理論を用いて、量子コンピュータのような新たな技術応用を探る学問分野の一つが「量子情報」です。私の研究も量子コンピュータと深い関わりを持つものです。量子コンピュータでは、量子ビットと呼ばれるものを一単位にして計算を行います。従来のコンピュータでは0か1の二つの状態でしか情報を表せませんが、量子ビットでは0と1を重ね合わせた状態をとることができるため、うまく利用すればとても速く計算を行うことができます。高速な計算を実現する量子ビットとして期待されているのが、超伝導量子ビットと呼ばれるものです。超伝導量子ビットを用いた計算は、冷凍機中の量子ビットに外部からマイクロ波信号を入れることで行います。しかし、マイクロ波は伝送ロスが大きいので、計算の結果得られた量子情報を遠隔地に伝送する手段としては不向きです。このような場合、情報を伝達するキャリアの周波数領域を変えるとすることがよく行われます。例えば、マイクで拾った音波をより遠くまで届きやすいラジオの電波に乗せて伝送する、ということは日常的に行われていることです。

私の研究では、マイクロ波の量子状態を光の量子状態に変換することを考えています。伝送ロスが極めて小さい光なら、光ファイバーを用いて効率よく量子情報を伝送することができます。このように、量子状態を保ったまま情報を伝送し合い、大規模な量子情報ネットワークを実現するにはマイクロ波の量子状態から光の量

子状態への変換器が必要不可欠であるため、私はその変換器をいかにして作るかという研究をしています。

目的があるから工夫もできる

私が相手にしている、マイクロ波や光に量子力学的な情報を持たせた「量子状態」は、情報を壊さずかつ効率よく変換することがかなり難しいものです。そのため自分で何かしらの創意工夫が必要です。例えば私は表面弾性波という、固体表面を伝わる波を用いた変換を現在試んでいます。特殊な基板にマイクロ波電圧をかけると、基板表面が歪んで表面弾性波が立ちます。基板表面の歪みが大きいところでは基板の屈折率が大きく変化します。そこに光を通すと光の位相が変化し、マイクロ波の情報を光の位相に乗せることができます。しかしこれだけではまだまだ変換効率が良くないので、ミラーを使って光を何度も往復させることで光が基板を通る回数を増やしたり、円形構造にして(図)表面弾性波を中心に集めることで変換効率を高めようとしていたり、様々な工夫をしています。

私は、未知の現象を解明するというよりは、量子情報ネットワークの実現に必要な変換器を自分の手で作りたい!という目標を達成するために、いかにオリジナルな工夫を重ねていくか、というところに研究の魅力を感じます。私は自分で手を動かして何かを作ることも好きで、マイクロ波から光への変換を行う実験系は試行錯誤を重ねつつ自分で作っています(上の私の写真の右側が実験装置です)。私の研究分野は量子力学のような最先端の物理と深くつながりつつ、一方で何かを作るという工学部らしい面白

さもあるのが良いと思います。

夢中になれるものも見つけつつ、視野は広く

特に学部生や高校生の間は、色々なものに関心を持ち、経験した方が良いです。「これは面白いけど他のものは面白くない」という決めつけは良くありません。研究をするようになって特に感じていることですが、視野を広く持って色々なものに関心を持っておくと、他の人の良い仕事をリスペクトできるようになったり、自分の研究で行き詰まってしまっても方向転換ができるようになったりします。また、後で「他にこんな面白いことがあったんだ…」とわかるというのはとても勿体無いことですよ。同時に、自分の夢中になれるものも一つ見つけることも大事です。一つのことをやりこんでみるという経験もしつつ、周りもしっかり見られると良いでしょう。

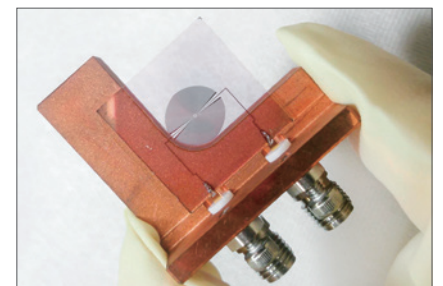
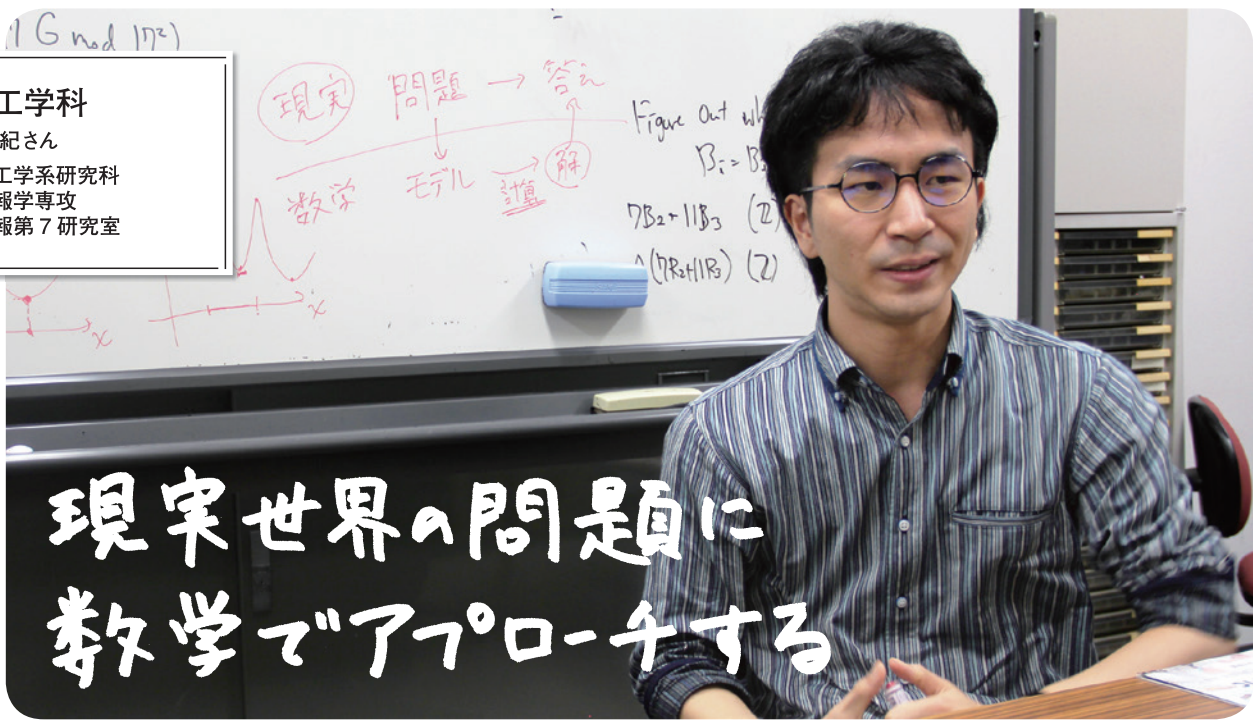


図:円形構造の基板
下の二つの端子からマイクロ波電圧をかけると、円形に作られた構造の中心に弾性波のエネルギーを集中させることができる

Interviewer / 中村 紘人

計数工学科
 伊藤 直紀さん
 情報理工学系研究科
 数理情報学専攻
 数理情報第7研究室



現実世界の問題に 数学でアプローチする

なるべく速く最適解を導く

現実での問題をモデル化し、そのモデルを数学的な問題として捉えて、求める条件に最も合う解を見つける「数理最適化」という分野の研究を行っています。例えば乗換案内で一番安いもしくは早いルートを見つけない、株式投資において一番リスクを減らしたい、という問題に対して数学的な手法を用いて最適な解を見つけます。図に、現実世界と数学世界での問題と解の対応関係を示しています。現実世界の問題は、その問題から直接最適な解を見つけること(図中のa.のプロセス)が困難なことがよくあります。そこで、b.のように問題を抽象化・簡略化するというプロセスを経ることで、現実の問題を数学の世界において取り扱えるようにします。私は、このように抽象化された数学的なモデルを解いて最適な答えを得る過程(c.のプロセス)での方法論を研究対象としており、なるべく速くモデルの最適解を計算できるプログラムやアルゴリズムを研究しています。

最適解を求めるというと、たとえば、高校で学んだ1変数の関数 $f(x)$ の最小値の計算方法が思い当たるといいます。 x と y の関係を表すために放物線を描いたり、増減表を作ってグラフを描くことで、制約条件(x の範囲)の間で、最小値もしくは最大値を見つけました。私

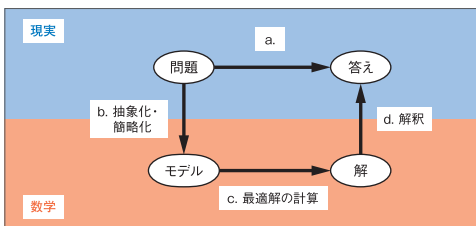


図: 現実の問題を数学を用いて解くイメージ

の研究では多変数関数、たとえば4変数関数 $f(x,y,z,w)$ の最小値の計算を扱っています。もはや関数のグラフを描くことはできず、増減表を書くことも難しい問題になります。近年では数理最適化の技術が盛んに機械学習(人工知能)分野に応用されていますが、いわゆる「ビッグデータ」を扱うため、変数の数が数百万といった規模になることがあります。このように大きい問題では、関数値・微分値・行列とベクトルの積の計算といった基本的な操作にとても時間がかかるので、効率的に最適解を計算するためには様々な工夫が必要です。

自分の持つ強みを生かして

数学の世界の美しさに魅了され、この学問に携わりたいと思い、この研究の道に進みました。現実をモデル化したり、速く最適解を見つけられるプログラムを組むプロセスは泥臭いですが、きれいにモデル化できた時や、うまくプログラムできた時の達成感があります。特に今の研究対象はビッグデータであり、理論通りに実装ができない場合もあります。その場合は理論とプログラミングをすり合わせるために、大変な細かい修正作業が必要です。しかし、この作業ができるのが自分の強みであり、ほかの人、先生方にも真似できないことだと思っています。

また、博士課程に進んだきっかけは、数学に対して、一生かけて向き合えないといけない学問だなと感じたからです。高校の数学のように、頭の良い人がパズルのように問題を明快に解くのではなく、大学の学問では数学に対する純粋な興味を満たしたいと思っています。

多様な大学像を知り、 多様な学問を学ぶ

私は実は、中学の時から大学院修士課程まで、ずっと慶應義塾大学で学んでいました。大学では管理工学を学んでいました。博士課程から東京大学に移りましたが、この二つの大学の違いを痛感しましたね。慶應は、自由に学問について語れるような、開放的な環境が多くありました。例えば私のいた矢上キャンパスでは、キャンパスに入るとすぐに図書館や食堂などのオープンスペースがあり、学生どうしてよく論議していました。それと比べて、東大は学問レベルが高く、知的な刺激を受けることができる一方、個人ブレイの雰囲気があると思います。

もちろんいずれの大学も優劣はつけられませんが、同じ日本という国の中でも、大学によってこんなにも文化が違うということには驚きました。海外の優秀な大学に見学に行くと風土の違いを感じることも大事ですが、国内においても雰囲気の違いがあることを理解して、自分の中の大学像を凝り固めすぎないようにした方がよいと思います。

最後に、自分の強み、そして好みを知るために幅広く勉強することがおすすめです。私は学部時代に法学、社会学、フランス文学、心理学などいろいろな授業に顔を出していたのですが、様々な知識を身に着けることで、学んだことを自らの生活のさまざまなシチュエーションに生かせるようになりました。また自分の主観的な思い込みには拘わらず、好きな分野(自分で言うところ数学)を見出すことができましたね。

Interviewer / 白畑 春来

自在に姿を変える 物質を目指して



マテリアル工学科

小野田 実真さん

工学系研究科
マテリアル工学専攻
吉田・秋元研究室

ゾル状態とゲル状態の往復

私はアメーバのように自在に姿を変える不思議な溶液を人工的に合成する研究をしています。映画「ターミネーター」を観たことはありますか？ターミネーターには、体が基本的には金属で構築されているものの、時々姿を溶液のように変えて戦うキャラクターが登場します。私はこのキャラクターのように自在に自身の姿を変える人工バイオマシンを創りたいと思っています。今の研究はその第一歩です。

私が研究対象としているアメーバのような溶液は、電気や光、熱などを一切与えることなしに、ゾル状態(※1)とゲル状態(※2)を周期的に往復する性質を持っています。私の研究では、ゾル状態とゲル状態を往復させるために、ブロック共重合体と呼ばれる特殊な高分子を精密に合成し、BZ反応と呼ばれる酸化反応と還元反応を周期的に繰り返す反応を利用しています。高分子が酸化されているときゾル状態に、還元されているときはゲル状態になるように溶液を設計し、その溶液が自らBZ反応を引き起こす仕組みを組み込むことでゾル状態とゲル状態の周期的な往復が実現されています。

このアメーバのような溶液は様々な用途への応用が考えられます。例えば、ガラス等の上にこの溶液を乗せることで、物を自律的に輸送するマシンを開発できるかもしれません。ゾル状

態とゲル状態ではガラス等の基板への濡れ広がりやすさが異なります。この性質を運動駆動力に変換することができないかと考えています。更に、ゾル状態とゲル状態の往復反応は、溶液中で方向性を持って周期的に進むため、運動に方向性を持たせることができないかと考えています。この研究は、いずれはターミネーターのようなSF映画の世界で描かれてきたキャラクターを実現できる可能性を秘めているのです。

実際の生命・生態系との関連

この研究の真に面白いところは、生命現象と深い関連があるところです。私の研究では、人工合成された高分子が集合と分散を繰り返すことでゾル状態とゲル状態が切り替わり、運動しています。対して実際のアメーバは、アクチンという生体由来の高分子が集合と分散を繰り返すことでゾル状態とゲル状態が切り替わり、運動しているのです。私たちが体を動かすのにも、「アクチンの集合と分散」が重要な役割を果たしているんですよ。また、研究で用いているBZ反応も、私たちが食べ物をエネルギーに変えるのに必須な代謝反応(クエン酸回路)とよく似ています。身体の中で起きている、複雑な生命現象全体の本質的な部分を抽出し、それらをうまく利用すれば、生命と同様な機能を持つ材料を人工的に作ることもできるのです。今回の研究

は簡単ではありません。高分子の分子配列・長さ・性質を精密に設計し、温度や化学反応とのフィードバックを制御するなど、システム全体を包括的に設計しないといけないのです。導入した要素が協奏し、狙った機能が実現できたときには何にも変えられない嬉しさを感じます。

可能性を残すために、 チャンスに飛び込む

私は、何かやりたいことを見つけたときに、それに挑戦できる権利を自ら掴んでいることが大事だと思っています。なにが将来やりたいことになるかわかりませんが、やりたいと思ったときに実行できる立場に居なければどうしようもありません。なので自分の選択肢を狭めないように普段から心がけています。例えば、チャンスをチャンスと気づくためのアンテナを常に張っておくと良いです。目の前のチャンスに飛び込めるか飛び込めないかは大きな違いがあります。何がチャンスかわからないときは、とりあえず何でもやるぞという気持ちでいるのが良いと思います。飛び込んでみて、これは違うと思えばやめればいいのですから。また、日々できることに取り組むのも重要です。やりたいことがあるときはひたむきに努力していますし、やりたいことがないときは、とりあえず今できることを一生懸命するようにしています。それが将来のやりたいことにつながるかもしれませんから。



例えば、「アクチン／高分子」と「代謝反応／BZ反応」ですね。

とはいえ、これを実現するの

※1 水のようにさらさらとした液体状態
※2ゼリーのように流動性が無い半固体状態

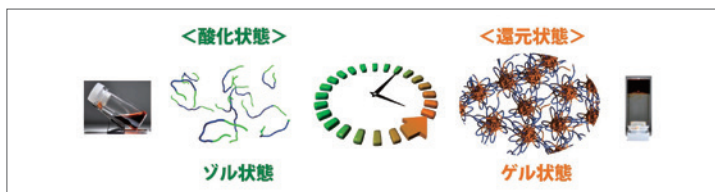


図:BZ反応によるゲル状態とゾル状態の周期的往復

Interviewer / 櫛田 峻裕

超強力磁石を “化学する”

応用化学科

瀬戸山 結衣さん

工学系研究科
応用化学専攻
岸尾研究室



幅広い応用の可能性を秘める、

超伝導材料

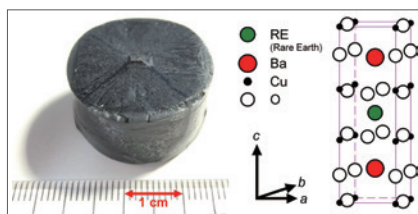
私は磁石として使われる超伝導材料の性能を上げる研究を行っております。超伝導といえば、リニアモーターカーで使われる超伝導電磁石がよく知られています。電気抵抗が0となる超伝導状態にするには磁石を極低温にする必要があります。リニアモーターカー用のものは液体ヘリウム(-269℃)で冷やす必要があります。一方、私が研究している物質は液体ヘリウムよりも高い温度の液体窒素(-196℃)で冷やしても超伝導状態になる、“高温”超伝導の物質です。

私の研究対象の超伝導体はレアアースを含む銅酸化物です。その粉末をペレットに成型したものを1000℃以上に加熱・溶融し、数日間かけて冷やすことで単結晶材料を作製します。この超伝導材料は、大型の強い磁石で一度磁力を帯びさせると、液体窒素や冷凍機で冷却し続ければコンパクトな強力磁石として使えます。超伝導の研究の中には、超伝導状態になる温度が高い、新しい超伝導の物質を探索する研究もありますが、私は既知の超伝導材料の特性を化学的なアプローチにより向上させることを目的としています。私が対象としている材料は、ネオジム磁石と比較し10倍以上強い磁石として使えるポテンシャルがあります。

この材料の使い道としては、たとえば医療用の体内での薬剤搬送があります。磁石につく粒子を混ぜた薬を注射した際に体の外から強力な磁石を当てて、患部まで直接届けるという手法です。薬を患部に集中でき、従来の方法に比べ投薬量や副作用が少なくなる可能性があります。また、放射性物質による汚染土壌の除染への利

用も考案されています。放射性セシウムには、磁石に引き寄せられる粘土の方に吸着されやすいという性質があります。小型で強力な超伝導電磁石を使えば、放射性物質の被害にあった地域をトラック一台で移動することで汚染土壌を除染できる可能性があります。

これらを実現するためには磁力をさらに向上させる必要があります。そのために、私は材料に含まれる金属の割合を変えたり、不純物を取って添加したり、炉の温度や結晶化するときの冷却スピードを変えたりすることで性能の向上を目指しています。不純物が入ると特性が落ちるとというのが一般的なイメージだと思いますが、私の研究では逆に特性が向上することがあります。不純物の候補を見つけるために非常に多くの種類の元素を取り扱うのですが、元素周期表を見て化学を好きになった私にとってこの研究はぴったりでした(笑)。



図左: 作製した超伝導材料
図右: 研究対象の超伝導物質の結晶構造モデル、Y(イットリウム)などのレアアース元素、Ba(バリウム)、Cu(銅)、O(酸素)から構成され、層状の構造を持つ

研究の楽しさ、読者との出会い

私の研究は作製から評価までほとんど全てを自分で行うので、作ったものに愛着がわきます。一つの試料を作るのに一週間程度かかるうえに、上手くいかないこともあります。試行錯誤し

て完成したものが良い性能を示すと非常に嬉しくなります。

また、私は学会や勉強会で発表するのがとても好きです。というのも、そういう場では先生方から研究についてのアドバイスをいただけて非常にためになりますし、色々な大学の学生と交流できて楽しいからです。とある勉強会で、他大の学生さんに「瀬戸山さんの論文を読みました！質問させてください！」と言われたときは、研究をやってきて本当に良かったと思いました。

積極的に新しい世界へ

研究を進めていくとそれにのめり込んでしまうあまり、自分の研究分野が一番だと考えてしまうことが多々あります。しかし、似た分野でも、まったく関係ない分野でも、より広い視野を持って周りを見てみると、意外なところにヒントがあります。そのため、分野を問わずいろんな友達を作ることが大事だと思います。私は大学院のプログラムやボランティア活動などのイベントにも積極的に参加してきましたが、そこで出来た理系の他分野の友達や文系の友達はかけがえのない存在です。

理系の学生は基本的に忙しく、研究活動に追われてしまいがちです。しかし修士で2年、博士まで含めれば5年と時間はたくさんあるので、研究以外の活動にも積極的に参加してみると良いと思います。学生のうちにしか出来ないことはたくさんあるので、そのチャンスを逃すのはもったいないと思いますよ！



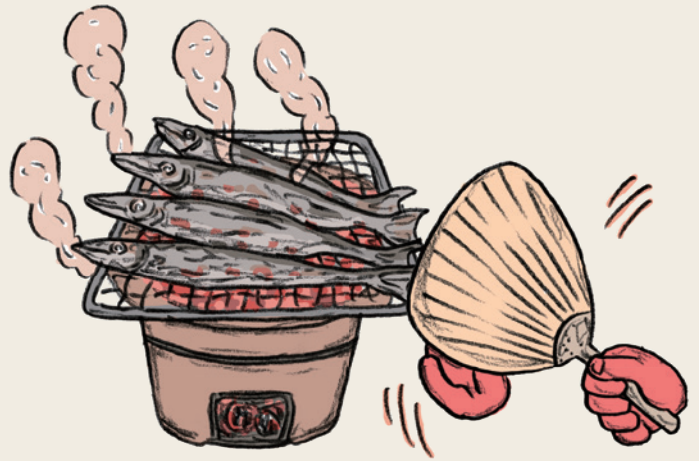
Interviewer / 堀川 裕史

工学部生の生態 12 の特長



09. 工学部生は 体づくりも欠かさない

文武両道ってかっこいいよね。実は工学部生はまさにそうなんだ。半分以上の工学部生が週1回以上の運動を欠かさない。本郷キャンパスにある御殿下ジムでトレーニングをしている人が多いみたい。体づくりは研究にも良い効果がある。好きな研究ではあるけれど、どうしたって体は疲れちゃう。好きなことを好きにだけ頑張るためには、体力も必要なんだ。工学部に入った後の研究生活に備えて、今からトレーニングを始めよう。



10. 工学部生は 何事も楽しむ天才

工学部には学科特有のイベントがあったりする。例えば電子情報工学科だったら学科のみんなで集まってプログラミング合宿をしてみるとか、マテリアル工学科だったら講義でも習うたたら製鉄を体験してみるとか、化学システム工学科だったら化学製品であるプラント工場見学と称してビールの工場を見学してみるとか。学科によっては水質調査のついでに秋刀魚パーティをしてみるなんてこともあるみたい。何事も楽しんでしまうところが工学部生のすごいところなんだ。



11. 工学部生は 本を読む

本を読もう。WEBメディアが発達してあんまり本は読まなくなっちゃったって人もいるかもしれないけど、本にしかない先人の知恵はまだたくさんある。工学は積み上げの学問(電気電子工学科の記事参照)だし、本を読むことは大切なんだ。平均的な工学部生は月に3~4冊の本を読むみたい。多い人だと月に40冊。一日に1冊以上のペースで読んでいる計算だ。これには編集部もびっくり。そこまでじゃなくても良いから、まずは1冊読み始めてみよう。



12. 工学部生は 少年であり大人である

普段読んでいる雑誌で、その人の興味がわかったりする。だから工学部生が普段どんな雑誌を読んでいるのか聞いてみたんだ。そしたらなんと、断トツで週刊少年ジャンプ(笑)。工学部生の心の癒やしになっているみたい。第2位は日経ビジネス。工学部は社会にどう役に立てるかを考える学問だから、社会の動向には興味津々。ちゃんと大人の一面も持っているのが工学部生の良いところ。せっかくだからTime!も読んで工学部の動向も押さえよう。



光で水素をつくり出す 光触媒材料の探索



化学システム工学科

久保 綾子さん

工学系研究科
化学システム工学専攻
山下・牛山研究室



クリーンで高効率なエネルギー 変換へ理論的アプローチ

私は、光が当たると水を水素と酸素に分解する光触媒について研究しています。水分解光触媒は、太陽光を使って次世代のクリーンなエネルギー源である水素燃料に必要な水素ガスと酸素ガスをつくり出すことができる夢の材料として盛んに研究されています。しかし、現在の光触媒は、太陽光エネルギーの1割以下の効率でしか水素に変換できないため、得られる水素の量が少ないことが課題となっています。したがって、光触媒を実用化するためには、この水素を生成する機能(活性と呼んでいます)を大きく向上させる必要があると言えます。私はどうしたら光触媒の活性を上げることができるのかにつ

いて、コンピュータを用いた物性予測やシミュレーション(量子化学計算)から解明しようとしています。光触媒材料は半導体でできていることが多いのですが、半導体には電子が集まっている空間(価電子帯)、電子が通常は入っていない空間(伝導帯)、電子が存在できないエネルギー領域(禁制帯、バンドギャップ)があります。光触媒に光が当たると電子が光エネルギーを吸収し、価電子帯から伝導帯に移ります。電子(一の電荷、図中 e^-)が抜けた後には正孔(+の電荷、図中 h^+)が残ります。この電子・正孔が触媒表面まで移動し、それぞれ水と反応することで水素、酸素が生成されます(図)。

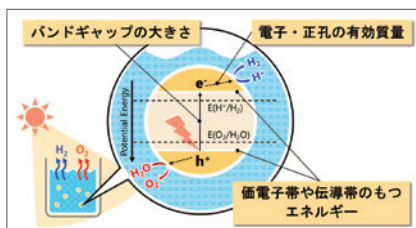


図: 光触媒の水素・酸素生成原理イメージ図

光触媒の活性の高さは、シミュレーションを用いることで程度予測することができます。例えば、シミュレーションから電子・正孔の光触媒中での動きやすさを知ることができます。この動きやすさから、電子・正孔がエネルギーを失わずに触媒表面まで移動してこられるかどうかを判断することができます。また、バンドギャップの大きさからは、吸収できる太陽光の波長を知ることができ、価電子帯・伝導帯の持つエネルギーからは、光触媒が酸素・水素生成反応を起こせるかどうかを推測することができます。

これらの計算から得られる値は、光触媒を構成する原子の種類や結晶の状態に大きく影響されます。そこで、私の研究では、光触媒の原子の配置を変えたり、結晶のゆがみを変えたりすることで電子・正孔の光触媒中での動きやすさ、バンドギャップの大きさ、価電子帯・伝導帯の持つエネルギーという三つの物性値がどのように変わっていくか、またその理由は何なのかなどについて調べています。

自分で考えて、 自分で見つける苦悩と喜び

大学院に入った当初は、研究対象とする物質は

決まっていたのですが、具体的に何を目的にどんな計算をするのか、どう議論するのは自分の自由に任されていました。研究の組み立てを自分でする、というのは学部時代には経験がないこともあり、何をやったらいいかわからず苦労しました。先生方や先輩方から着眼点のヒントをもらったり、一年間に数百本もの論文を読んで自分の研究に関する情報を集めたりすることで少しずつ前に進んできました。未だに何をやったらいいのかわからない時もありますね(笑)。

一方で、自分で考えて自分の答えのようなものを探していくことが研究の魅力でもあります。ノーベル賞級の研究のように、長年にわたる謎を解明したり、世の中を大きく変えるような発見をしたりすることは大きな喜びになると思いますが、誰もがその喜びに出会えるとは限りません。日々の研究の中で出会える楽しさとは、得られた結果に対して、どうしてこういうことが起こるのだろうと疑問を持ち、多面的な分析をして照らし合わせ、一つの結論に辿り着いたときの嬉しさだと思います。

人のつながり大事に

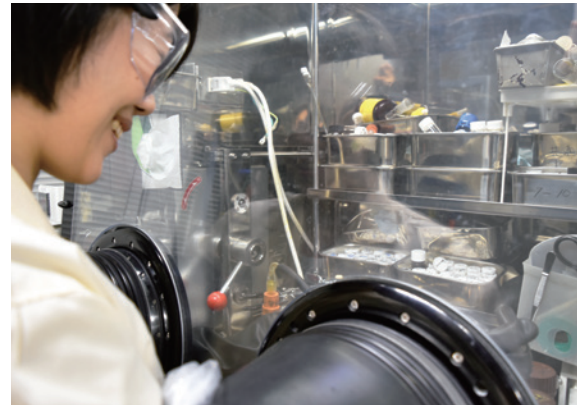
工学部に入って自分の視野が大きく広がりました。特に、公開セミナーやリーディング大学院でのコースワークを通して、他専攻や他大学の方との交流の機会を多く持つことができ、人脈を広げることができました。研究を志す仲間と接することは勉強のモチベーションになったし、研究がうまくいかないとときや成果が出なくて焦ったとき、何をしたらいいかわからないときには非常に助けられました。また、文系の友人とも話をすることで、普段研究室にいても社会とのつながりを感じることができました。工学部ではインターシップや共同研究による企業の方の出入りも多く、企業の研究に触れることもありました。また、出張やプレゼンテーションをする機会が増え、専門家から一般の方々まで、様々な聴衆に向けて発表する機会がもてるようになりました。

研究をする上で仲間がいると非常に大きな支えになりますので、今から人脈を広げておくとういと思っています。ここでは本人の過ごし方次第いくらでも交流を持つことができと思うので視野を広げたい方はぜひ工学部に来てください。



化学生命工学科

秋山 みどりさん
工学系研究科
化学生命工学専攻
野崎研究室



新たなキラル分子 発光の原理を求めて

螺旋型の分子を用いて 金属錯体を合成する

ヘリセンと呼ばれる螺旋型の分子に金属を配位させて錯体を作り、その性質を調べるという研究をしています。ヘリセンにルテニウム (Ru) という金属を配位させてできたのが図の1~3番です。それぞれヘリセンにRuが一つ配位した構造、二つのヘリセンの間にRuが配位した構造、ヘリセンにRuが二つ配位した構造です。これらの化合物を合成し、それぞれにどのような性質があるかを調べています。

合成した三種類の化合物の中で図の3番の化合物が発光の性質を持つことが分かりました。そのメカニズムについてはまだはっきりと解っておらず、計算や実験で解明しようとしているところです。新しい化合物を発見した瞬間はもちろん、実験で起こったことや、起こるであろうことを分子レベルで考えるということも、研究をしていて楽しい点です。

螺旋構造にはキラリティー(※1)があり、分子が発光するときに右回りと左回りの偏光のうちの片方だけが出てくるという性質を生かして3Dディスプレイ等の様々な材料に応用できる可能性があります。これまで見つかった発光性の分子の中で代表的なものでは、発光ダイオードの材料に使われている発光分子が挙げられます。そのような分子はある程度光る構造が分かっており、配位金属として白金(Pt)やイリジウム(Ir)などが使われています。今回合成した分子は、そのような従来の分子とは全く違う構造を持っています。発光強度や安定性などの面でまだまだ、すぐに材料に応



た分子は、そのような従来の分子とは全く違う構造を持っています。発光強度や安定性などの面でまだまだ、すぐに材料に応

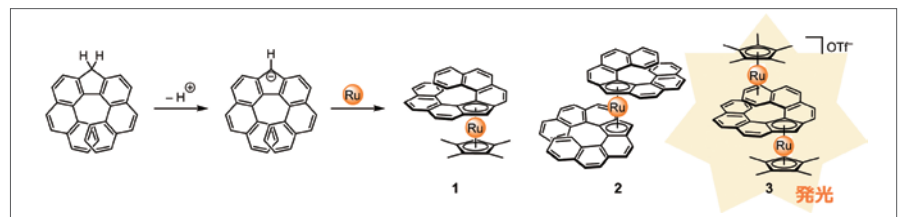


図:ヘリセン錯体の合成過程

用できるレベルではないのですが、発光分子の新しい種を見つけたという点で嬉しく思っています。

失敗から得た大発見

もともと光る分子を開発したいと思ったわけではなく、ヘリセンを使って錯体を合成したらどのような性質を持つかという好奇心からこの研究は始まりました。合成した化合物の性質をいろいろ調べた結果、光る分子が見つかったという具合です。

他にも、分子のキラリティーを生かして不斉触媒(※2)の合成を試みましたが、あまりうまくいきませんでした。

実は先ほどの図の3番の化合物は、最初から作るようとしてできたわけではなく、1番の化合物を作ろうとして間違えてRuを入れすぎた結果、できたものなんです。結晶構造を見てRuが二つ配位しているのが見えて、更に発光の性質を持つことが分かり、まさに失敗からの大発見でした。

自分からどんどん

外へ出ていくことは面白い

こうすればうまくいくだろうと作ってできな

い、じゃあこうすればと思ってやってみてもできないということが重なってくるとしんどいなと感じることはあります。そういう時は研究室のメンバーや共同研究先の先生に相談に乗ってもらいます。また学会に行くと赤の他人なのに研究が近いことをやっているというだけで仲良くなれ、違った視点からアドバイスをもらえたり、会話を通して新たなアイデアが浮かんだりすることもあります。自分からどんどん外に出ていくことの面白さを、博士課程に入ってから一層感じるようになりました。

よく自分の得意なことと好きなことでどちらを選択すべきか迷うことがあるかと思いますが、私の場合は好きなことを選んでやってきました。学部生の間は部活動をやっていましたが、好きなことだからこそ、一生懸命やるといろいろなことが身につく。そうやって学んだことが、今の研究生活にも生きていると思います。

※1 右手と左手のような、鏡写しの関係であるが重ね合わせることでできない性質

※2 不斉合成(光学異性体の一方を化学合成すること)に用いられる触媒

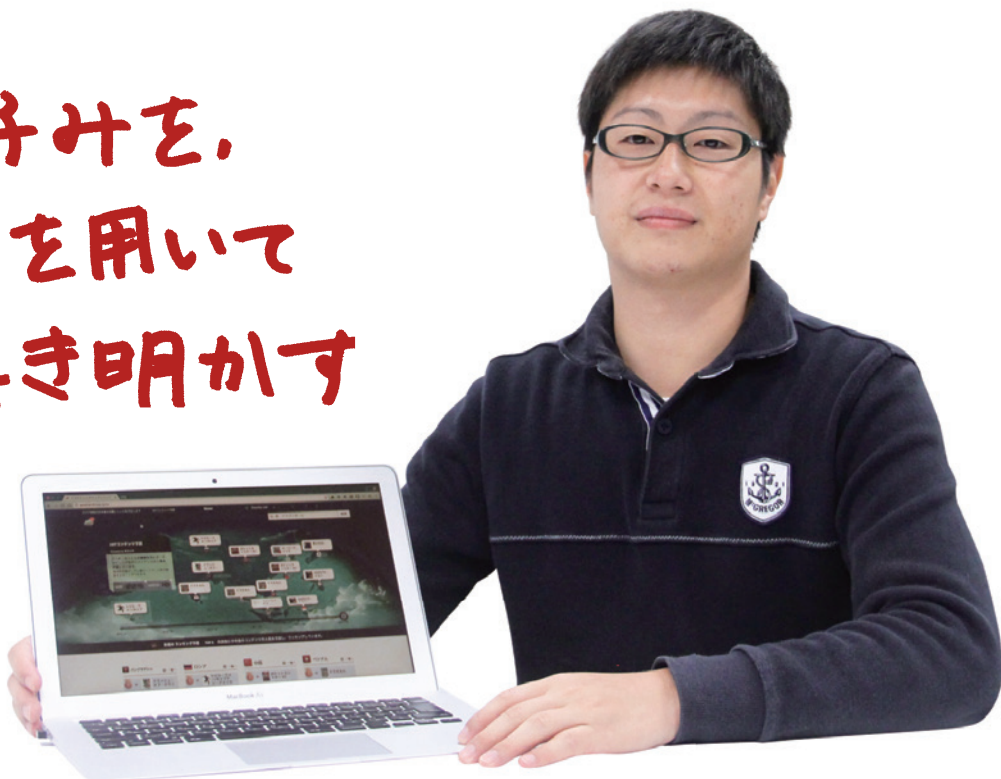
人々の好みを、 データを用いて 解き明かす



システム創成学科

野中 尚輝さん

工学系研究科
技術経営戦略学専攻
松尾研究室



アジア地域における 漫画やアニメの流行予測

アジア地域でのマンガやアニメの流行の情報を予測する、アジアトレンドマップに関する研究をしています。各国で現在どのコンテンツが流行しており、今後は何が流行していきそうか、という情報を提供するこのサービスを研究対象として、マンガやアニメに関するデータの解析や予測アルゴリズムの開発を研究しています。最終的な目標は、日本のコンテンツが将来的に流行しそうな地域を予測し、そのコンテンツをターゲット地域に輸出しようとする企業を支援し、日本のコンテンツがより海外に展開されることです。

研究に用いるデータはWikipediaから毎月取得しています。各コンテンツのWikipediaでのページへのアクセス数や、他のページとのリンクの構造、対応している言語の種類などを解析し、データベース化し、必要なデータを用いて分析・予測を行っています。Wikipediaのデータを使う理由は、幅広いコンテンツが網羅され、多言語に対応し、また、無料でデータが提供されているからです。

データの解析では、例えばあるコンテンツを50次元のベクトルで表現できるように学習をし、学

習されたベクトル表現に、作者、ターゲット世代、製作年代といった情報を内包します。これらのベクトル表現に対して、主成分分析(※1)を適用することで次元を落とすと、似たような性質を持ったコンテンツの集合を特定できます。このような情報とページへのアクセス数という情報を合わせて機械学習を行い、あるコンテンツの、現在の流行状況そして将来的な流行を予測します。

定量と定性、ビジネスと研究という軸

もともと、ある国や地域の人の動きをデータを使った解析に興味がありました。人の動きを分析しようとする場合、現地でのフィールドワークによる調査が既存の代表的な手法ですが、ウェブ上に存在するデータを用いて分析してみたいという気持ちがありました。

どの分野においても、研究ではデータを分析する場面に遭遇します。データを活用した定量的な分析と、例えば経験則や知見に基づいた専門家からのフィードバックという定性的な解釈、その両輪があることが、理想的な研究の流れだと考えます。定量的な方法によって得られた結果と、定性的な解釈とをお互いに照らし合わせ

ずとしての側面があります。そのため、プロジェクトに関わる経済産業省や、コンテンツの著作権に関わる企業などのエキスパートから定期的にフィードバックを受けます。例えば、個別のコンテンツで実情が反映できているかという指摘は、用いているアルゴリズムのうち機能している部分/改良が必要な部分を特定する際のヒントとなります。研究としての新規性を保ちつつ、実際のビジネス現場での利用に耐えうるサービスにできるように、ビジネスと研究をどのように近づけていくか、という点はプロジェクトの難しさであり面白さでもあります。

強い気持ちで進む

まず、何事にもトライしてみることで。私は学部・修士では生命科学を専攻していたので、必要のなく、難しそうだと思っていた数学の分野にはあまり取り組みませんでした。しかし、データを用いてDNAや細胞でなく、人の動きを解明したいという思いで進んだ博士課程では、機械学習の知識の基礎として数学が必要になりました。新しい道に進もうとして壁にぶつかったわけですが、その道を選択したのはまだ遅くないという気持ちで臨みました。まあそれなりの苦労はありましたが(笑)。そして、まわりがやっていないことを恐れず、誰かがやっていることの後追いではなく、我慢強く、自分のビジョンを信じて力強く進みましょう。モチベーションをあげることが必要ですが、やりたいことを成し遂げた後のゴールや理想像を設定しておくことが秘訣です。

※1 多次元であるために分析をしづらいデータを、統合的に捉えることで少数の項目に代表させ、解釈しやすくする方法のこと



図:アジアトレンドマップのトップページ(<http://asiatrendmap.jp/>)

ながら、より信頼性の高い分析ができるのはと考えています。
アジアトレンドマップは、日本の魅力を海外に発信しようという経済産業省のクールジャパンのプロジェクトの一環であり、流行予測を公開するwebサービ



最先端の研究に取り組む先輩たちの話を聞いてみて、
工学部生の学生生活を覗いてみた君たちは、
工学部ってこんなところかもって、ちょっとは答えを持てたかな。
正解なんてわからない。それでもまずは、とことん考えてみよう。
それが工学部生としての第一歩なんだ。

工学部では、学生が作る広報誌「Ttime!」を発行しています。

- バックナンバーはこちらから

http://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/public_relations/t_time.html

- 「Ttime!」Webでは、本誌に載せきれなかった情報を発信しています。

<http://ut-ttime.net/>

- 「Ttime!」は、全国の高校や予備校に無料で配布できます。

お問い合わせはこちらから。

ttime.todai@gmail.com

※本誌掲載情報の無断転載を禁じます。