

学生が作る東大工学部広報誌

Ttime!

2019
夏

工学コレクション!

特集:5つの分野からみる工学

- ▶人のくらしを支える
- ▶モノの動きを制御する
- ▶ITの可能性を広げる
- ▶ミクロに物質をみる
- ▶物質の機能をデザインする

工学部で学ぶには?

Ttime!について

東京大学工学部

工学部ってどんなところ？

工学という学問は、多くの人にとって高校まででは習わない、なじみの薄い学問かもしれません。そこで、そんな方に工学部とは何をやっているところなのか、どのように面白いのかを少しでも感じ取っていただけるようこの冊子を作りました。

工学とは何かを語るのはとても難しいことです。東京大学工学部には16もの学科があるという事実からもわかるように、工学はとても幅広い学問で、その対象は、建築、都市、機械、設計、数理、情報、物性、ナノ、化学、バイオなど多岐にわたります。さらに、例えば一口に建築を扱っているといっても、建築物の材質、構造、デザインのほか、建築物の上での人の動きなど、様々なアプローチの仕方があります。

工学部は、そんないろんなテーマがありながら「科学技術を用いて世の中の問題に取り組むための基礎を作る」という共通の意識を持った人々が集まっているところなのではないかと思います。

今回は、工学部の取り組みを大きく以下の5つのテーマ、

- ①人の暮らしを支える
- ②モノの動きを制御する
- ③ITの可能性を広げる
- ④ミクロに物質をみる
- ⑤物質の機能をデザインする

に分けて紹介します。

工学部ならではの個性バラエティあふれる研究、そしてそれぞれの面白さが少しでも伝われば嬉しいです。

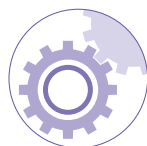




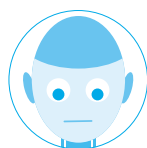
INDEX



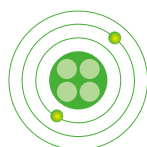
人のくらしを支える 04



モノの動きを制御する 06



ITの可能性を広げる 08



ミクロに物質をみる 10



物質の機能をデザインする 12



工学部で学ぶには？ 14



Ttime!について 15



人のくらしを支える

建築

都市

社会システム

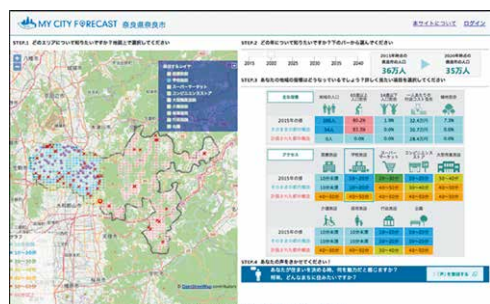
経営

私たちが毎日暮らしている「まち」では、当たり前にも思える普段の生活のために、多くの技術が使われています。この分野から、都市情報に関する研究に取り組まれている関本先生にインタビューしました。

都市情報学とは？

私は都市情報に関する研究を行っています。「都市情報」という言葉を聞いたことが無いという人も多いかもしれませんが、簡単に説明すると「都市に関する様々な情報を位置情報などとともに扱う」学問のことで、身近な例としてはGoogleマップなどがあります。私がこの分野に取り組んでいるのは、人びとから集めた情報をうまく活用することで自治体や市民の負担を軽減しつつ、人びとが気軽に楽しめる都市計画を実現するためです。

私は小学生のころは地名や鉄道・町が好きで、東大に入学した時には国土や都市の設計・計画に興味があったので社会基盤工学科に進学しました。当時の国土計画・都市計画の分野ではその計画策定の基準が曖昧なことが多く、私はこうした分野に情報を活用すれば明確な基準を得られるのではないかと考えていました。それ以来、カーナビや携帯の位置情報を活用して、100万~1000万人規模の都市における人々の流れを可視化したり、現在公開されている都市の情報から未来の都市構造を予測したりするなどして、将来の都市のあるべき姿を模索しています。



図：少子高齢化による地域の都市構造の変化を公開されているデータに基づいて可視化した『MY CITY FORECAST』システム

人の流れを「見える化」する

私が最初に行った研究は、大規模な人々の流れを地図上に可視化するもので「人の流れプロジェクト」と呼ばれています。このプロジェクトでは近年発達してきたICタグやスマホ、GPSなどの計測機器のデータを集積することで多種多様なビッグデータを収集しています。これらのデータを利用することで、防災や防犯、マーケティング、交通など様々な分野の視点から都市設計について議論ができ

るようになります。次のステップとして「人々の流れ」だけでなく、工場の生産効率やオフィスの稼働状況などの「目には見えない情報」を付加することによって、更に高度な都市モデルを提案できるようになるのではないかと考えています。

さらに最近では機械学習を利用した都市情報の活用も進めています。例えば公用車にスマホを搭載して録画をするだけで道路の損傷具合や場所を自動的に記録するシステムや、飛行物体を識別するシステムによって違法なドローンを監視するシステムなどに応用しています。大学生の頃はプログラミングも苦手だったのですが、必要になってくると自然と身につくものですね(笑)。

「モノを作る」のが工学

「工学」の特徴は、やはり「モノを作る」ということでしょうか。工学は理学と比べるとノーベル賞も取りにくいイメージがあります。でも理学の理論だけでは社会を上手く維持することは出来ないですし、理論はそのまま実生活に応用することもできません。すなわち理学と工学という分野の間には決定的な深みがあり、それを越える技術を生み出すのが「工学」の醍醐味ではないでしょうか。私自身は「モノを作りたい」という気持ちがあったので工学を志しましたが、やはり好き嫌いがあると思います。工学部に興味のある高校生の皆さんは、自分がどちらの方が好きそうか考えてみてください。

関本 義秀 准教授

2002年東京大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻博士課程修了
2013年~東京大学生産技術研究所准教授(工学系研究科社会基盤工学専攻兼任)



古市公威像とは？

本郷キャンパス内を散歩すると、いたるところに銅像が見られます。これらの銅像は東京大学の開学以来、日本の学問の発展を支えてくれた先生方のものが多く、工学部の建物が並ぶエリアにも工学部広場などに銅像がいくつもあります。

その中で今回紹介するのは正門に入って左手に進んだ時に左側に見えてくる大きな銅像、古市公威(ふるいちこうい)像です。古市公威は、「自分が1日休むと日本が1日遅れます」という言葉があるほど熱心に学問に取り組み、日本の近代工学とくに土木工学の礎を築いた方です。



本郷キャンパス内にある古市公威像

椅子に腰かけ学内を歩いている学生のほうを見ている姿はとても威厳があります。さて、この銅像にはちょっとしたエピソードがあります。社会基盤学専攻の修士論文優秀賞の名称は先生のお名前から「古市賞」と呼ばれており、毎年春先には、古市賞を受賞した学生が銅像の掃除をするというのが慣例となっています。

今回取り上げた例以外にも、学内にはさまざまな展示物があり、それに着目するとキャンパス散歩がより一層楽しくなるかもしれません。

フィールドワークを紹介します！

工学部は学内での授業はもちろん、フィールドワーク型の演習にも積極的に取り組んでおり、多くのカリキュラムがあります。

例えば、大学院での建設系3専攻(社会基盤学・建築学・都市工学)の演習のひとつである「復興デザインスタジオ」では、被災地域の復興計画や、将来の災害に備える事前復興計画の提案を行います。2019年度は南予(愛媛県南部)地域の5市町を対象に、南海トラフ津波に対する事前復興計画の提案を行いました。事前復興とは、災害に備えて復興プロセスを検討し、対策を実施することで、災害に強いまちづくりをあらかじめ進めていくことを指します。演習では、実際

に対象地域を訪れ、現地を歩き、地元の方へのヒアリングを数日間かけて行う現地調査も行われます。

異なる専攻の人同士で5人ほどのチームを組み、メンバーで協力して事前復興計画を考えます。自分たちが考えたプランを最終的にその土地に住む方々の前で提案発表するという一方で、演習で終わ

らずに、実際に現地の災害対策に使えるようなものを作り上げるといった大きな特徴でやりがいのある演習です。

今回の例のように、工学部では、机の上での勉強のみではなく、様々な形式の講義・演習があることもおもしろさのひとつです。



愛媛県・八幡浜



モノの動きを制御する

機 械

熱・運動

設 計

乗 物

身の回りにたくさんある機械。そんな機械を思う通りに動かすためには、
機械の動きを正しく理解して、設計・制御する必要があります。

この分野からは、自動車に関する研究に取り組まれている中野先生のお話をお届けします。

機械の制御

私は学生のころ、車や鉄道の制御を主に研究していました。アクティブサスペンションという、車輪と車体の間にアクチュエータを入れて、車輪からの振動を抑える技術の研究です。そのころは油圧シリンダーが用いられていましたが、私の研究では、電動モータを利用して、振動のエネルギーを一部回収し、再び動力として利用することで、制御による燃費の悪化を防ぐことを目指していました。

人と機械のインタラクション

以前勤務していた山口大学では全く別の研究をしていたのですが、東京大学に戻って来て、再び自動車に関する研究に取り組むことになりました。東京大学を離れていた間に、自動車の運転支援技術が実用化されはじめてきました。例えば、運転支援技術の一つとして、衝突被害軽減ブレーキがあります。これは車が衝突しそうになったら、自動でブレーキをかけて、スピードを緩めるという技術です。この技術では、いつブレーキを利かせるかということが重要になってきました。人間がブレーキを踏もうとしている時に、車が先に自動でブレーキをかけたら、人間は今踏もうとしていたのと思うかもしれません。つまり、人間の反応のタイミング、ひいては人間と機械のインタラクションを考える必要があるのです。

その後、ハンドル操舵の研究を始めました。自動車が行くべき方向にハンドルが少し動くことで、なんとなく運転しやすくなるような、ハプティックアシストと呼ばれる分野です。運転手がハンドルを操作しなくても車線を維持できるレーンキープアシストが実用化されていますが、それに近い技術です。ドライビングシミュレータを用いて、どのくらいのアシストが適切か、人間の応答をみながら検討してきました。

現在は、研究のテーマを自動運転にシフトさせ、自動運転車を人間が運転している交通にどう入れていくかの研究を行っています。



図：ドライビングシミュレータ

工学とは

理学と工学の違いについて、アインシュタインの言葉があります。

「Scientists investigate that which already is; Engineers create that which has never been.」

科学者は元々あったものを見つけます。真理の探求です。エンジニアは今までなかったものを作ります。

高校までの勉強は真理を学びます。今まで習ったことを使って新しいものを作りたくなったら、是非工学部にきてください。

中野 公彦 教授

2000年東京大学大学院工学系研究科
産業機械工学専攻博士課程修了
2006年東京大学生産技術研究所 准教授
2018年東京大学生産技術研究所 教授



時間割を紹介します！

ここでは、この分野と大きく関わりのある学科の一つ、機械工学科の時間割を紹介します。

目につくのは「力学」関連の授業の多さと、週に4回ある演習でしょうか。機械工学科では機械・材料・熱・流体の四力学をメインに、設計・制御・ナノといった分野を組み合わせで講義が展開されています。たっぷりと時間のある演習では、3年Sセメスター*にスターリングエンジン(写真)を設計・製作したり、3年Aセメスター*にメカトロニクス演習で「面白いもの」というお題を与えられ、コンピュータ・センサ・モータなどを用いて作品を製作したりします。座学で学んだことを実際に確かめられ、理解が深まります。

工学部ではこういった学科ごとの授業以外にも、学部全体で開講されている授業やプロジェクトがあります。下のコラムではその一つである「創造的ものづくりプロジェクト」を紹介します。

	月	火	水	木	金
1 8:30~10:15	統計力学	熱工学	ヒューマン インタフェース	生産システム	流体力学
2 10:25~12:10	設計工学	ロボティクス	数学	システム制御	材料力学
3 13:00~14:45	演習	演習		演習	演習
4 14:55~16:40					
5 16:50~18:35					

(2019年度機械工学科・学部3年のSセメスター*の時間割)

※1年間の授業期間のうち、前半(4月~7月)をSセメスター、後半(9月下旬~1月)をAセメスターと呼ぶ。

創造的ものづくりプロジェクトとは？

創造的ものづくりプロジェクトとは、製品の企画・設計・製作・実社会への展開を学生が一から行う、実践力を鍛えるための授業です。以下、Sセメスター*で開講される11プロジェクトの一端を紹介します。

①海外ヒストリックラリー参戦プロジェクト

1970年代の名車を学生の力で全分解・修理・改造し、モナコを舞台とするモータースポーツ「Rallye Monte-Carlo Historique」に参戦する授業です。車両製作だけではなく、スポンサーを得るための広報・渉外活動や、Web制作・輸出手続き、海外イベントに参加する上での国際感覚・組織運営力の習得なども求められます。

10年目の授業となる今年は、『世界最高峰のヒストリックラリーで好成績を収めるという浪漫を追いかけて、試練から逃げない学生の姿を発信し、社会に感銘を与え、工業大国日本の復活のきっかけとなる』という大義を掲げ、活動を行っています。

②スポーツITプロジェクト

最近何かと話題になったVR。フィットネスやスポーツなどの業界で進出を続けています。この授業では、腕とボールの軌跡を重ねて表示する、テニスのトレーニング用のVRアプリを開発します。

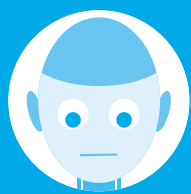
③ロボット競技プロジェクト

国内最大のロボットコンテスト「NHK学生ロボコン」、および国際大会「ABUロボコン」での優勝を目指します。機械、電気、制御工学の知識を総動員し、全くの0からロボットを製作するプロジェクトです。

海外ヒストリックラリー参戦プロジェクト：ゴール地点での一放 ▶



※1年間の授業期間のうち、前半(4月~7月)をSセメスター、後半(9月下旬~1月)をAセメスターと呼ぶ。



ITの可能性を広げる

数 理

情 報

知 能

ロ ボ ッ ト

今や日常生活に欠かせないものとなっているIT(情報技術)。

近年注目の高まっているこの分野からは、ロボットやAI(人工知能)の研究に取り組まれている國吉先生と、映像・メディアの情報処理の研究に取り組まれている相澤先生に対談してもらいました。

—現在の研究内容を教えてください。

國吉先生(以下、國吉):僕が考えた機械情報工学科のキャッチフレーズ「人を知り、ロボットを創る、ロボットを作り、人間に近づく。」が、研究に取り組む上での立場です。ロボットの動きを作るために、人間を含めた生物の発達や運動の解明をしています。たとえば胎児の発達のシミュレーションをしたり、動作の「コツ」に注目するために図1のような派手な動きをするロボットを作ったりしています。人工筋やセンサ、ソフトロボティクス*1など、実際にモノを作る技術も研究しています。

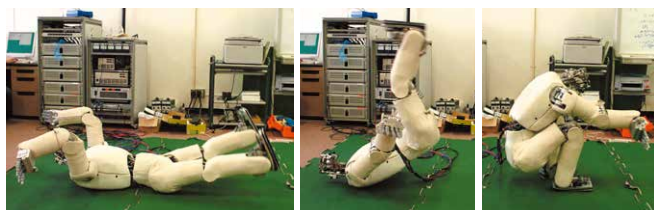


図1: 跳ね起きるロボット

相澤先生(以下、相澤):新しいメディア技術、活用に興味があります。食事の写真を撮ると、メニューを認識して栄養価を計算し、記録を取る「Foodlog」に10年近く取り組んでいます。最近はアスリートとその管理栄養士向けのアプリ(図2)に発展しました。映像を使って道案内をするムービーマップも研究しています。あらかじめ撮影しておいた複数の全方位映像を交差点などのポイントで切り替えて接続することで、道案内するための動画ができます。こういった新しいメディアを作ることは面白いです。その他、絵や画像

の雰囲気にあったフォントの候補を提示するツールや、Manga109というマンガのデータセット*2を作っています。

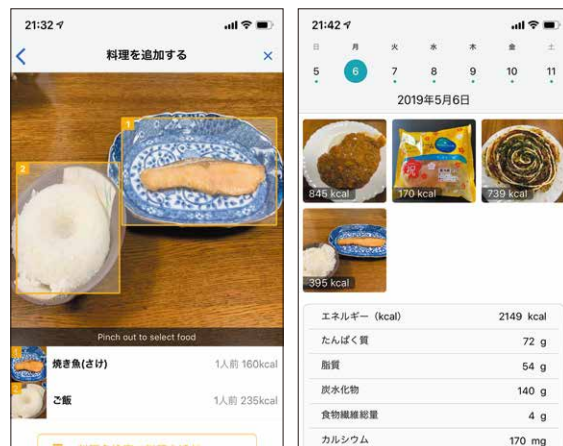


図2: 「Foodlog」アプリのスクリーンショット

—この分野の魅力は何ですか？

國吉:ロボットやAIというのはそれだけで魅力的だと思います。人間みたいに賢かったり、生き物みたいに動いたりするロボットや、人の心の機能を持ったAIを作りたいという夢を追っているロマンがあります。逆に言うと、技術がまだまだ進歩していかなければいけないということでもあります。やればやるほど生物のすごさがわかって、研究の余地がどんどん出てくるところが面白いですね。



相澤:突き詰めると自分の研究はクリエイション(創作)と思います。みんなが驚いたり、喜んだり、感心したりするものができたらうれしい、という素朴なところかもしれません。これまでいろんな分野の研究に取り組んできましたが、40歳前後で取り組み始めたライフログ^{※3}が、その後の研究に大きな影響を与えました。クリエイションは、問題設定が重要だということを実感しました。

國吉:問題を設定するというのは高校までで経験しないところですね。研究の現場では与えられた問題を解くのではなく、いい問題を自分で作り出すことが必要です。

—適切な問題設定には何が必要だと思いますか？

國吉:まずは勉強することが必要だと思いますが、その上で勉強したことやトレンドにとらわれず、自分の根本的な興味や人間性から出てくる疑問を考えるといいのではないのでしょうか。

相澤:まさにそうですね。自分の好きなことで研究課題との接点を探していくと新しい問題ができたり、取り組みやすかったりします。

—分野としての今後の展望や期待を教えてください。

國吉:AIやロボットが世の中に普及していくためには、ミスがないという信頼性や動作の自律性が必要になります。そのために、そもそも人間がどう学習・行動しているのか、ということに立ち戻っていく必要があると思います。そして、技術だけでなく、AIやロボットをどう使って、社会をどう変えていくのかということ、技術者を含めたいろんな立場の人が考えていく必要があると思います。

相澤:ITの世界ではディープラーニングやAIのために大量のデータが必要なので、多くのデータが集積している主要な課題に興味を向けている人が多い

く、新しい課題に取り組もうという人が減っている気がします。研究課題には多様性が必要です。例えば、先ほど言ったような自分の好きなこととの接点を探してみる、というのが一つの解決策かもしれません。

國吉:つい楽をしようと考えがちで、重要でも取り組みにくい問題は誰もやらず残ることが多いです。効率を気にせず、苦勞して新しいものを提案していく、というのが大事なことだと思います。

※1:柔らかな材料を用いたロボットを扱う研究分野。

※2:コンピュータで処理されるデータのまとまり。

※3:人間の生活をデジタルデータとして記録すること。[Foodlog]はライフログの一例。



相澤 清晴 教授

1988年東京大学大学院工学系研究科
電気工学専攻博士課程修了
2001年～東京大学 教授
現在、大学院情報理工学系研究科電子情報
学専攻(工学部電子情報工学科 兼任)

國吉 康夫 教授

1991年東京大学大学院工学系研究科
情報工学専攻博士課程修了
2005年～東京大学 教授
現在、大学院情報理工学系研究科知能機械
情報学専攻(工学部機械情報工学科 兼任)



ベンチャー起業家にインタビュー！

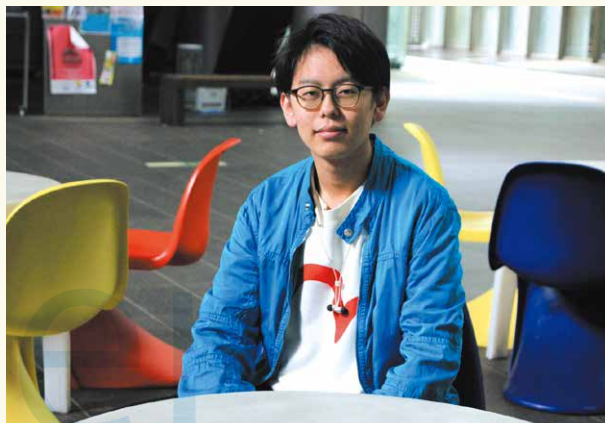
2015年に理科一類に入学し、3年生の時に1年休学したため、現在は航空宇宙工学科の4年生です。大学生になって、デジタルツールを使ったデザインの勉強をしようと思い、デザイン系のサークルに入ったり、インターンをしたりしました。その中で、もっとデザインの仕事がしたいと思い、1年間休学することにしました。1年間の過ごし方を考えていたときに、知り合いから起業しようと声をかけられました。元々起業への憧れもあったので、「Flatt」という会社をつくりました。

はじめに「PinQul」という、ライブ配信を見ながら商品を買うことができるサービスをやりました。ところが、細かく最適化していくうちに、自分達でなくても提供できるようなサービスとなってしまいました。そこで今ではサイバーセキュリティ系のBtoB[※]の事業に移行しています。

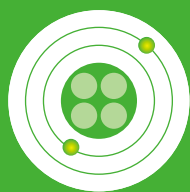
東京には色々な人がいて、得られるチャンスが多いと思います。そのうえで東京大学は、東京にいる面白い人達の中でも、特に面白い人が集まっているところだと、感じています。また大学に入ったら、課外活動の一つ以上するといっています。僕も、サークルの新歓のデザインの仕事から始めて、少しずつ面白い仕事をするを繰り返しているうちに、起業していました。今ある自分のスキルを起点にしてちょっと面白いことをやると、どんどんできることが増えていきます。大学の授業だけではなく、自分の興味のある分野に挑戦していくのも良いと思います。

航空宇宙工学科4年

豊田 恵二郎 さん



※Business to Businessの略で、企業を対象としたビジネス(企業間取引)のこと。



ミクロに物質をみる

物 性

電 子

ナノ・マイクロ

分 子

原子や電子といった小さな粒子は目に見えないですが、実は物質の性質を決める大きな役割を果たしています。そんなミクロな世界をのぞくための顕微鏡の研究に取り組まれている杉本先生のインタビューをお届けします。

すべてのものは原子でできている

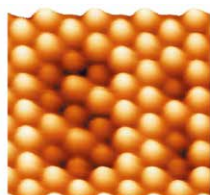
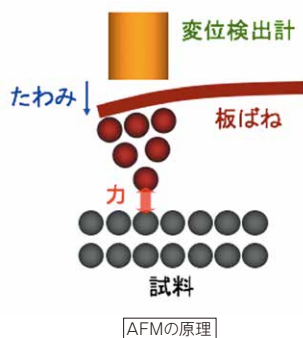
物理学者のファインマンは、「もし天変地異によって全ての科学的知見が失われ、後世に一つだけ文章を残せるとするなら、それは原子仮説だ」と著書に書きました。原子仮説とは、すべてのものは原子でできているという考え方です。ファインマンの言葉通り、原子は現代科学の中心的な概念となっています。

例えば、トランジスタ*内で電流が流れる距離は、十数nmほど、すなわち原子数個分にまで微細化しています。そのため、トランジスタを構成する原子の個数や位置、種類によって、トランジスタの性能が変わってきます。したがって、原子を1個レベルで操作する技術や、元素の種類を識別する技術が重要です。

AFMで原子を見る、計測する、動かす

原子レベルで物質を扱うために必要なのが、私が専門としている原子間力顕微鏡 (AFM) です。先端が原子1個にまで尖った針で物質の表面をなぞり、その時に針先端の原子と試料表面の原子との間に生じる力を測定します。そうすることで、試料表面の状態を原子レベルで知ることができます。

AFMの用途は多岐にわたります。例えば分子の骨格を観察することで、化学反応の生成物が何であるかを決定するのに役立ちます。また、針先端の原子と試料表面の原子との化学結合力を測定することで、表面の原子がどの元素なのかを判別することができます。さらに、試料表面の原子に針で力を与えて動かすことも可能です。写真のように、原子で文字を書くことができるほど精密に操作できます。これらの技術を応用して、様々なナノ構造体を組み立てたり、ナノデバイスを構成する原子を識別、操作して新たな機能を創出したりしています。



SnとSiが混在した表面で原子を動かし、Si原子で「Si」という文字を書いている

ミクロの魅力

一般的な計測では、試料中の大量の原子の情報を平均化して評価しているので、試料のクオリティや不純物

の影響によって異なるデータが得られる可能性があります。しかし、AFMによる測定では1個の原子から情報を取り出しているのので、たとえ10年後、100年後に誰が計測したとしても、同じ結果になるでしょう。不変のデータを得られるのが、この分野の面白さだと思います。

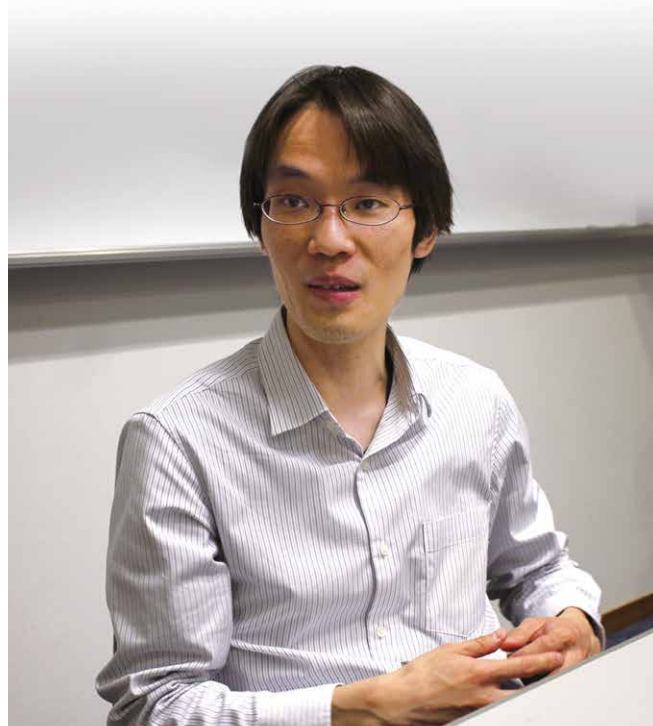
私の研究室は物理、化学、材料など様々な分野の人が集まっています。物理の人はナノ構造の電子状態や磁性、化学の人は有機分子、材料の人はナノ材料の変形など、それぞれの興味や強みを生かすことができるのも、この研究の魅力です。

様々な人が集まっている研究室では、チームワークがとても重要です。他人と協調して何かすることをたくさん経験して、高校生のうちからコミュニケーション能力を高めておくことが大事だと思います。

※電流を増幅したりスイッチングしたりするためのデバイス。

杉本 宜昭 准教授

2006年大阪大学大学院工学研究科
電子工学専攻博士課程修了
2015年～東京大学大学院新領域創成科学研究科
物質系専攻 准教授 (工学部物理工学科 兼任)



研究室にはこんな装置があります！

これらは、AFM(原子間力顕微鏡：左ページ参照)とSTM(走査型トンネル顕微鏡)の同時測定が可能な装置です。STMは、針と試料に電圧をかけたときに針と試料表面の間を流れる電流を測定することで、試料表面を観察することができます。よってSTMでは、電流が流れる導電体しか観察できません。一方AFMは、針と試料の間の力を測定するので、絶縁体でも観察できます。AFMとSTMを複合することで、様々な情報を一度に得ることができます。

試料を置いて観察する装置内部(写真中、丸い窓が開いているところ)は、圧力が 10^{-9} Paの超高真空になっています。真空にするためには、装置内を 200°C に加熱する必要があり、その際に装置内が均一に加熱されるようにするため、装置はアルミニウム箔で覆ってあります。

世界最先端の測定をするためには、測定装置も自分たちで作らなければなりません。これらの装置はすべて、大阪大学に勤めていた時に、大阪の町工場に注文しながら自分たちで作りました。

現在も新しい顕微鏡を作っているところです。極低温で11T(テスラ)の磁場をかけることで、単原子のスピンを検出することを目指しています。



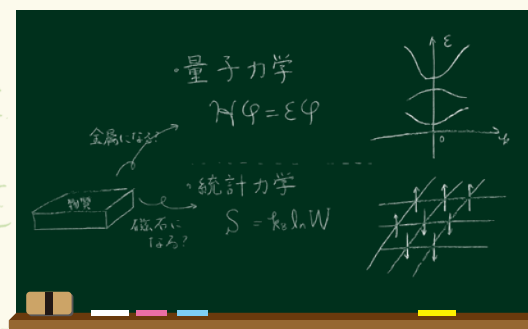
杉本研究室所有の装置

大学で学ぶ物理とは？

ここでは物質をテーマに、大学で学ぶ物理を少しだけ紹介します。

物質はたくさんの数の原子や電子が集まってできています。そのため物質のふるまいを考えると各粒子に働く力すべてをまじめに考えようとなると、膨大な数の未知数のとても複雑な連立方程式を解かなければならなくなってしまいます。そこで、統計力学という考え方があります。各粒子に働く力で何が本質的なのかに注目することで状況を単純化し、うまく物質全体の性質を予測することを目指します。たくさんの数のものをうまく扱いたいという点は、近年よく耳にする機械学習に共通したものが、統計力学の理論が活用される場面もあります。

また、電子など小さいものは、ニュートン力学(≒高校で学ぶ力学)では予想しきれない不思議な挙動を示します。そのような小さなスケールのものを扱うのが量子力学で、化学結合や物質の特性の理解に役立っています。上で紹介した顕微鏡を考えると量子力学特有の現象がキーになっています。



大学の物理と物質



物質の機能をデザインする

化学

有機

バイオ

細胞

化学の力を使えば、すでに知られている物質や方法を使って、
これまでにない新たな機能をもった物質を作り上げることができます。
この分野からは、高分子の研究に取り組まれている植村先生にお話を伺いました。

分子構造体の空間をフラスコに

私は、分子内に存在するナノサイズの空間に着目した、普通環境では起こらないような高分子の合成について研究をしています。配位子*となりうる有機物質に金属イオンを加えると有機金属構造体(Metal Organic Frameworks: MOF)と呼ばれる、結晶性を持った錯体を形成します。この結晶中に存在する空孔に反応に関する機能を持たせ、高分子の反応の舞台とするのですが、金属と有機物質の組み合わせには限りがありません。つまり、合成したい高分子に合ったフラスコを用意することができるのです。

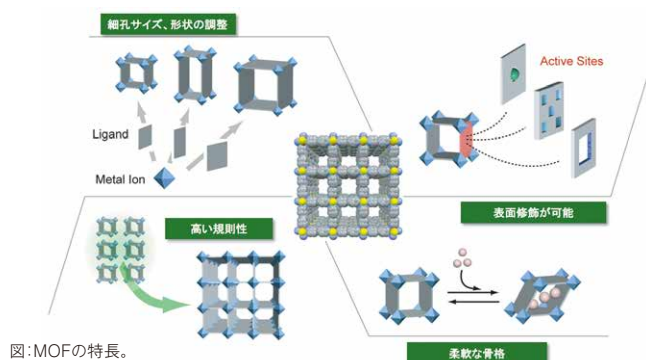


図: MOFの特長。

MOFを高分子の容器として利用することもできます。本来複雑に絡まっている高分子を整列させてMOFに収納することにより、導電性を持つ高分子の性質を格段に高めることができます。MOFがガスを吸着しやすいことと組み合わせて、ガスの吸着により高分子の導電率が変化する高感度のガスセンサーとして利用することも可能です。

実生活に近い研究

私は学部生のとき、モノづくりがしたいという思いで有機合成の研究室に入りました。その後、生活に根付いており、有機合成の延長線上にある、高分子を研究する研究室へ進学しました。大学の助教になる際には、一転して無機の金属錯体という分野に飛び込むことになりました。あまり触れてこなかった分野だったので初めは戸惑いましたが、それがきっかけで現在多くの有機化学者に驚かれるような方法での高分子の研究ができています。学術だけではなく、実生活にも役立つことができていることが、新たな機能を追求める高分子という分野の面白い所だと思います。

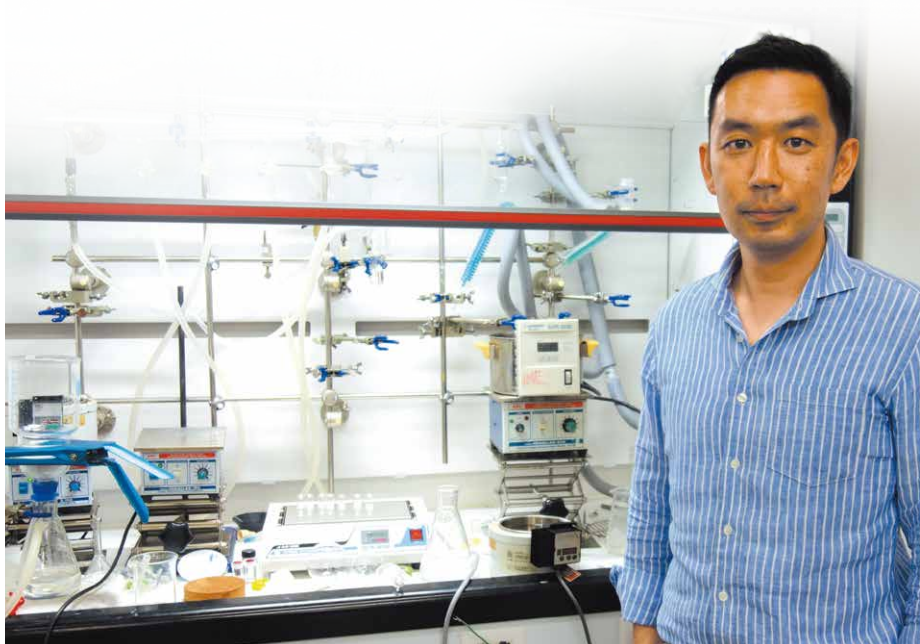
*非共有電子対を持ち、中心となる金属原子と配位結合をする分子

植村 卓史 教授

2002年京都大学大学院工学研究科 高分子化学専攻博士課程修了
2018年東京大学大学院新領域創成科学研究科 物質系専攻 教授
(工学系研究科応用化学専攻 兼任)

高分子の課題を克服する

細胞分裂の際、ほとんどの生物が持っているDNAは完璧に複製されますが、これはタンパク質の複雑な三次元構造を利用しており、人工的な合成方法では、高分子の長さや分子配列の厳密な制御、高分子の整列は困難です。MOFを用いた高分子合成は、これらの課題を克服する可能性を秘めています。MOFは結晶ですので、特定の反応に関する箇所を規則的に配列させ、生成物の分子長も制御することができます。また、MOF内に異なる高分子を閉じ込めた後MOFを解体させることにより、本来混ざりにくいはずの高分子同士を分子レベルで混合させることが可能になります。こうして生み出される高分子は、新しい性質や、性質同士の相乗効果も期待されています。

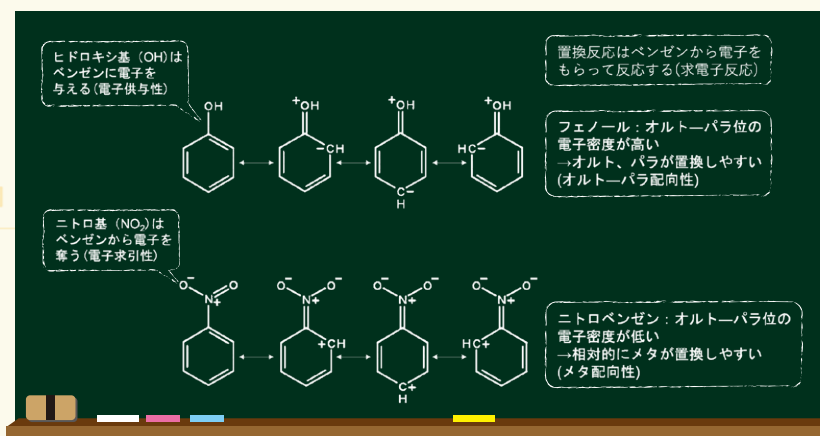


大学で学ぶ化学とは？

化学は暗記科目だという印象を持つ人は多いと思います。高校の化学は、計算、無機、有機を広く浅く学習しているため、背景の理論までは学習せず、結果として暗記するのみとなってしまう。では、大学の化学はどうでしょうか。工学部の化学の授業は化学工学、高分子化学、生命化学、物理化学、分析化学、無機化学、有機化学、量子化学と細分化されています。伝熱や量子力学といった物理寄りの内容からタンパク質やDNAといった生物寄りの内容まで幅広く、かつ深くまで学ぶことができます。

高校化学の疑問点を解決する一例として、電子密度の概念を挙げます。電子密度は分子のどこに電子が多く存在するかを表す概念で、これを学ぶことで、有機反応の反応機構を理解することができます。ここで一つ問題です。フェノールはオルト・パラ配向性ですが、ニトロベンゼンはメタ配向性です。この違いはどこから来るのでしょうか。

答えは、ベンゼンにつく官能基の電子吸引性・供与性の違いです。図のように電子密度の分布を考えることで、配向性を自然に理解することができます。



推薦入試制度、利用してみた結果！

東大工学部の推薦入試に合格するとどうなるのか？

工学部推薦には大きく二つのサポートがあります。

一つ目は「アドバイザー制度」です。入学時に配属された学問領域の教員が推薦生に学習アドバイスや進路相談などサポートをしてくれます。

二つ目は「先行履修制度」です。3～4年生向けの授業を1年生の頃から先取りできます。この制度を上手に利用すれば「他学科の授業を学びに行く」「学科の研究室で研究を進める」なんてこともできます！

入学してみてどうだった？

「勉強についていけるのか」ということが一番の悩みのタネでしたが、積極的に先生に質問をしに行けば特に成績を心配することはありません！(笑)どちらかというと入学時から工学部に進学することが決定しているので、それぞれの学問分野が工学に果たす役割を考えるようになり、目的意識を持って学習に取り組むことができました！

最近では推薦生同士の交流も活発になっており、推薦生合同の食事会などで他学部との推薦生と接することで、他分野への興味も広がり、オススの授業も共有できます。個人的には「推薦生ネットワーク」が推薦制度の最大のメリットだと思います！

最後に

私が進学した工学部では「工学」に興味のある高校生を積極的に受け入れ、さらに成長できる制度が整っているので、ぜひ選択肢の一つとして考えてみてはいかがでしょうか？



推薦生合同の食事会の様子

工学部で学ぶには？

工学部がどんなところか、知っていただけたでしょうか。ここでは、工学部で学び、社会に出るまでの流れをご紹介します。



Ttime! 2019冬号では、工学部生の進路や、東大工学部と社会とのつながりをご紹介します。冬号の発行は12月。ぜひご覧ください！

この冊子は…私たちが書きました！



Ttime!

工学部
広報・学生
アシスタント

私たちは、工学部広報を行う、工学部公式の学生団体です。

学部生から博士課程学生まで、様々な学科のメンバーが集まり、
様々な活動を通して東大工学部の魅力をみなさんにお伝えしています。



小中高生向けのワークショップ
「テクノサイエンスカフェ」のサポート



工学部広報誌Ttime!の発行



五月祭、オープンキャンパスでの広報ブース

さらにTtime!ではwebサイトでも記事を公開しています！

- ★過去のTtime!冊子アーカイブ
- ★Ttime!冊子の英語版
- ★五月祭やオープンキャンパスなどのイベントレポート
- ★各学科の学生生活紹介



このほか、様々な記事を通して工学部の「イマ」をお伝えしています。ぜひご覧ください！



編集後記

「工学ってなんだろう?」「大学での研究ってどんな感じなんだろう?」…そんな疑問にお答えするTtime!2019夏号、いかがだったでしょうか。冊子の企画から取材、記事執筆、校正まで、メンバー同士で何度も話し合いながらこの冊子を作り上げました。東大工学部の魅力を感じ取っていただくと嬉しいです。

取材にご協力いただいた先生方には、ご研究内容やその分野の魅力について熱く語っていただき、私たち自身にとっても大変興味深かったです。ありがとうございました。

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://ut-ttime.net/archives/>



「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.today@gmail.com

工学部ホームページ

<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/index.html>



※本誌掲載情報の無断転載を禁じます。



東京大学工学部
FACULTY OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO