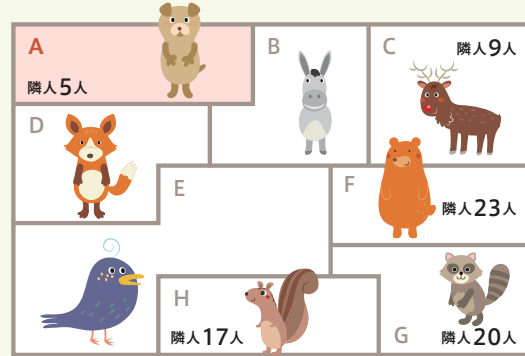


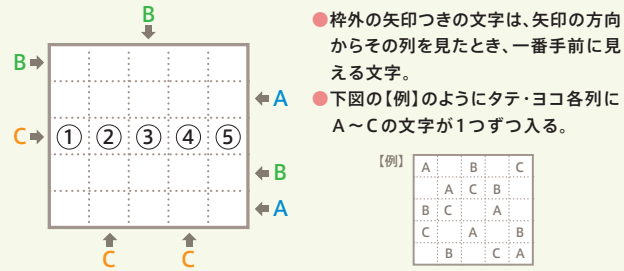
頭の体操 Quiz

Q1 ある土地に8軒の家が隣接して建っています。下の条件をもとに、それぞれの家族の人数を推理しましょう。最後にAの家族の人数を教えてください。



- A~Hの各家族は2~9人で、それぞれ違う人数です。
- 記載された「隣人〇人」とは、隣人(敷地が接している家族)の合計人数。たとえばAの「隣人5人」はBとDの各家族の人数の合計。

Q2 以下の条件を満たすように、マスの中にA~Cを書き込んでください。上から3番目のヨコ列でBが入るマスの番号を教えてください。



★を通った数字を教えてください。

Q1 1

Q2 マッチ棒を1本だけ動かして正しい計算式にしてください。

$168 + 39 = 207$

※問題の詳細はTech Tech 31号の裏表紙をご覧ください。



アンケートに答えて、解答 & プレゼントをゲット!
右のコードを読み取ってください。または、下記のURLにアクセスしてください。

<https://form.gsic.titech.ac.jp/koho/techtch/techtch32/form01.html>

※応募者の中から5名の方にTech Techオリジナルグッズを差し上げます。
※当選者の発表は発送をもって代えさせていただきます。(2018年3月11日締切)



CONTENTS

2 スパコンからポケモン GOへ!

松岡聡 学術国際情報センター(GSIC) 先端研究部門 教授
野村達雄 Niantic, Inc 「ポケモン GO」ゲームディレクター

6 原子に触る アトムエンジニアリング

一杉太郎 物質理工学院 教授

10 世界の研究者が東工大に集結!

12 博士たちのキャリアデザイン論

藤川英華さん
国立大学法人 千葉大学 大学院 理学研究院 准教授

14 学生企画

学士課程学生、大学院生の1日
それぞれの過ごし方

東工大情報はココ!!

入試に関すること 学務部入試課 TEL:03-5734-3990



学士課程の入試に関すること
URL <http://admissions.titech.ac.jp/>
Mail nyu.gak@jim.titech.ac.jp



大学院の入試に関すること
URL http://www.titech.ac.jp/graduate_school/index.html
Mail nyu.som@jim.titech.ac.jp



学院・系及びリベラルアーツ研究教育院に関すること
URL <http://educ.titech.ac.jp/>



東工大全般に関すること
URL <http://www.titech.ac.jp>



TechTechのバックナンバー
URL <http://www.titech.ac.jp/about/overview/publications/index.html#h3-4>

広報誌・ウェブサイトに関すること 広報・地域連携部門
Mail publication@jim.titech.ac.jp TEL 03-5734-2975

東工大広報誌の配布場所
(大岡山キャンパス) (すずかけ台キャンパス)
東工大蔵前会館1Fロビー・インフォメーション 東工大蔵前会館1Fロビー・インフォメーション
URL <http://www.somuka.titech.ac.jp/ttf/>

Tech Tech

No.32
2017年9月発行

発行/東京工業大学広報・地域連携部門 〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 TEL:03-5734-2975 FAX:03-5734-3661 発行人/東京工業大学広報・地域連携部門長
編集長/岡原在志 編集委員/風山信一・八波利恵 企画・編集/東京工業大学広報・地域連携部門
学生企画/矢田真由(代表)・松沢純平・斎藤樹・熊谷菜々・本多美香子・坂本大亮・吉田順・貝沼凌・佐藤宗一・木下智和・沼野優・萩原尚太郎・木村泰大・藤田隼人・福原拓未・松田和太
制作/アトミックデザイン/株式会社エンタープライズ(総括/本間一唱、制作/柳池秀典、ライター/大谷新) フォトグラファー/荒井孝治・花田真知子 ©2017 東京工業大学

東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

Tech Tech

テクテク
2017 AUTUMN
No.32

東京工業大学の
リアルを伝える情報誌

TSUBAME
3.0

スパコンから ポケモンGOへ!

松岡聡 東京工業大学 学術国際情報センター(GSIC) 先端研究部門 教授 × 野村達雄 Niantic, Inc 「ポケモン GO」ゲームディレクター

東工大松岡研究室 OB

スパコンから ポケモンGOへ!



東京工業大学
先端研究部門
教授
松岡 聡

Satoshi Matsuoka

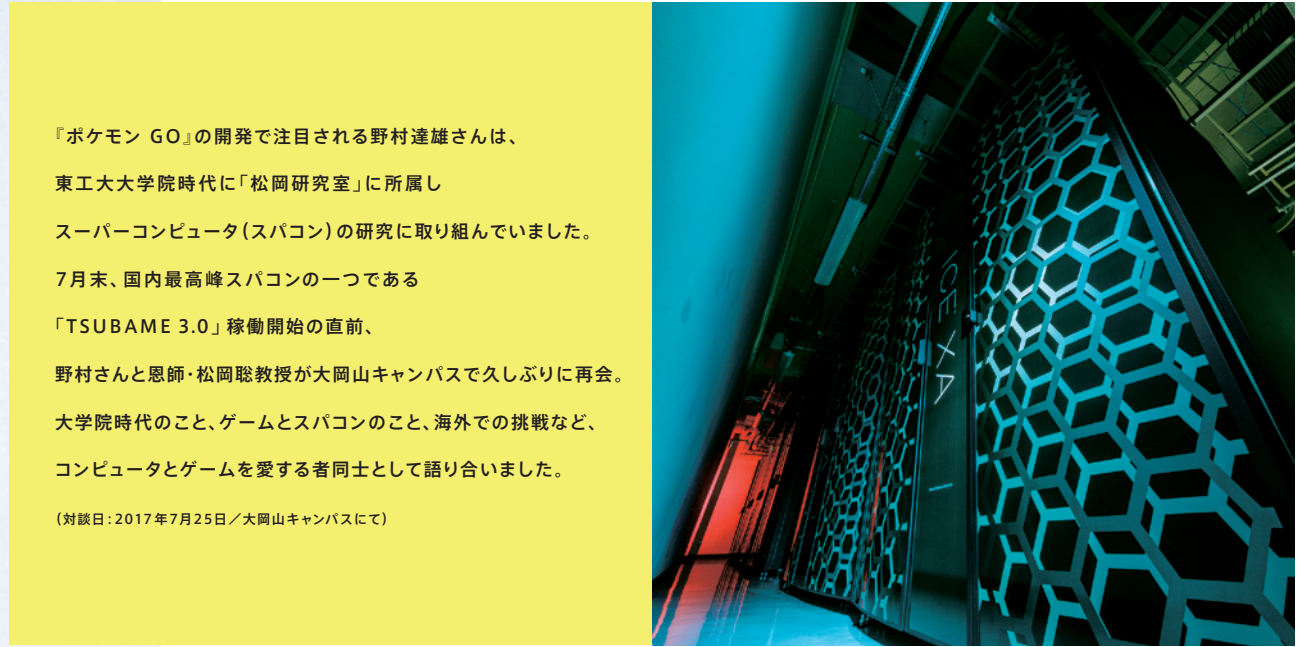
高校生の頃から大学院修士課程まで(1980年代)、草創期のファミリーコンピュータなどのゲームソフト開発に携わった経歴を持つ。1996年に東京工業大学大学院情報理工学専攻教授に就任。2001年より同大学先端研究センター(GSIC)教授。2014年スーパーコンピュータの最高峰学術賞「シドニー・ファーンバック記念賞」受賞。本学GSICに設置されているスーパーコンピュータ「TSUBAME3.0」は、松岡教授が中心となって設計・構築されている。情報理工学専攻 数理・計算科学系 数理・計算科学コースを担当。



Niantic, Inc
『ポケモンGO』ゲームディレクター
野村 達雄

Tatsuo Nomura

1986年、中国に生まれる。2009年、信州大学工学部情報工学科卒業。2011年、東京工業大学大学院情報理工学専攻数理・計算科学専攻修士課程修了。2011年にGoogle Japanに入社し、エンジニアとしてGoogle マップの開発などを担当。2013年、米国Google本社に移籍。エイプリル・フール企画「ポケモンチャレンジ」を手がけたことをきっかけに「ポケモンGO」の開発を指揮することになり、2015年に社内ベンチャーから独立したNiantic, Inc(ナイアンティック社)に移籍。2017年、自伝本「ど田舎うまれ、ポケモンGOをつくる」を出版。



『ポケモンGO』の開発で注目される野村達雄さんは、東工大大学院時代に「松岡研究室」に所属しスーパーコンピュータ(スパコン)の研究に取り組んでいました。7月末、国内最高峰スパコンの一つである「TSUBAME 3.0」稼働開始の直前、野村さんと恩師・松岡聡教授が大岡山キャンパスで久しぶりに再会。大学院時代のこと、ゲームとスパコンのこと、海外での挑戦など、コンピュータとゲームを愛する者同士として語り合いました。
(対談日:2017年7月25日/大岡山キャンパスにて)

**憧れのスパコン研究をするため
長野から「松岡研究室」へ!**

野村 東工大のキャンパスに来るのも、松岡先生にお会いするのも久しぶりで、今日は楽しみにしていました。

松岡 野村さんと最初に会ったのは、まだあなたが信州大学の学部生の頃でした。

野村 はい。子どもの頃から暮らしていた長野を脱して、東京の大学でスパコンの研究をしたいと思い、いろいろな大学や研究室を調べているうちに松岡研究室に興味を持ちました。すぐ先生に電話させていただいて、研究室を訪ねるアポを取ったのです。

松岡 第一印象はいかがでしたか?

野村 インパクト十分でした。複数のコンピュータを結合したクラスター・コンピュータの数に圧倒されて、「ぜひ、ここで研究したい」と心に決めました。

松岡 「TSUBAME」の基礎研究のために研究室に構築したクラスター・システムですね。

野村 はい、それまでそれほど大規模なシステムを見たことがなかったので「こんなにすごい研究室があったのか!」と感動しました。だから、その時点でもう他大学に見学に行くのはやめました(笑)。

松岡 学生時代の野村さんは今より痩せていました。米国にわたってすっかり逞しくなりましたね。初めて会った頃から他大学から来た学生の中でも際立つ存在感があって、真面目なしっかりした学生だという印象がありました。

野村 光栄です。大学院進学前に松岡先生から北海道で開催されていたスパコン関連の学会に呼んでいただき、学部生ながら参加させて

いただいたこともありまして。
松岡 そうでした。学部生にはかなり難しい発表内容でしたが…。

野村 はい、みなさんが何を話しているのかほとんどわかりませんでした(笑)。でもわからないなりに、「これからこういうことを学ぶことができるのか」とワクワクして、入学が待ち遠しくなりました。

松岡 研究室の一員となった野村さんは、当時、研究室の助手をしていた丸山直也さん(現・米国リバモア国立研究所研究員)の研究に興味を持って、直接指導を受けていました。丸山さんは当時としてはかなり先駆的だったドメイン固有言語(DSL/Domain Specific Language)、特定の科学技術計算の領域に特化したプログラム言語の研究に取り組んでいました。彼のもとで野村さんもいくつもの新しい提案をして、査読が厳しいことで有名な世界一流の学会の論文審査に通っていましたよね。大したものです。

野村 スパコンに関しては大学院に入ってから本格的に学び始めましたので、私が少しでも成果を出せたのは、やはり松岡研究室という超強力なバックグラウンドと丸山さんという優れた研究者のサポートがあったからこそだと思います。

**世界中から才能が集まるGoogleで
思わぬ展開で『ポケモンGO』の開発を
指揮することに**

松岡 東工大には野村さんを含めて才能がある若者が多いんです。その人に合った方向性を見つけてあげると、一気に成長して世界トップの研究水準に到達する学生も珍しくありません。野村

さんの場合は、そこで世界トップ企業の「Google」でインターンをするという道を選びましたね。

野村 はい。尊敬する松岡研の先輩、学部時代の先輩と共にGoogleで働いていて、「そんなに才能がある人々が集まるGoogleっていいじゃない会社だろう?」と興味を持ちました。

松岡 私の研究室では海外企業でインターン生となる修士課程の学生は多いのですが、野村さんはその先駆けだったかもしれません。

野村 インターンシップ期間は3カ月間もあったので、先生や研究室の方々にはご迷惑もかけましたが、自分としては将来の進路を見つけたたいへん有意義な体験でした。

松岡 優れた製品を作って、それをマーケットに送り出し結果を出す「事業」と、革新的な成果を求めて長期的に黙々と取り組む「研究」はやはり違う。そんな大学と企業のカルチャーの違いを実感しましたか?

野村 はい。ただGoogleは企業ではあるのですが、一方で給料をもらいながら好きなことに取り組める研究室みたいな雰囲気もある面白い職場でした。才能に満ちあふれた多くのエンジニアたちと、新しいことにチャレンジできそうなGoogleという環境に、近い将来、身を投じてみたいと強く思うようになりました。

松岡 なるほど。しかし私は野村さんがゲームづくりの世界に足を踏み入れるとはまったく想像していませんでした。

野村 実は僕自身にとっても意外でした(笑)。大学院時代の研究は直接ゲームとは関係ありませんでしたし、Googleの事業で興味を持ったのも地図情報で、実際しばらくの間Google マップの仕事をしていました。それがふとしたきっかけで子どもの頃に大好きだったポケモンのゲーム

『ポケモン GO』の開発を指揮することになったのです。

松岡 いま、日本のメディアでも『ポケモン GO』開発者として野村さんの名前が広く知られるようになりました。私たちのような研究者の世界では個人名がハイライトされることは当たり前ですが、コマーシャルの世界ではとても珍しいことです。私はあなたの名前をメディアで見かけるたびに「あれ？彼はまた研究者だったっけ？」と首をひねってます(笑)。

野村 (笑)

松岡 ゲームの世界で野村さんのように個人でクローズアップされた存在といえば、やはり東工大OBであり、後に任天堂社長となる岩田聡さん(故人)でしょう。私は学生時代に彼と一緒にゲームづくりをしていました。その後、私はスパコン研究者の道に進み、岩田さんは経営者となって世界のゲームファンに敬愛される存在になりました。そんな岩田さんや野村さんのようにコマーシャルな世界で個人がハイライトされることは、後進の若い人たちの励みになる、とても良いことだと思っています。…しかしまさか自分の優秀な教え子の一人が、かつての盟友である岩田さんの会社と縁の深いポケモンのゲームで名をあげるとは思ってもいませんでした。なにか不思議な縁を感じています。

スパコンとクラウドに共通する「スケールアウト」という思想

松岡 『ポケモン GO』の成功はやはりゲームのコンセプトもあるけれど、利用者や処理量の

規模の拡大に対応できる拡張性、いわゆる「スケーラビリティ」が大きなポイントであったと思います。サービス開始とともに爆発的なブームになりましたが、それほど重大なサーバ障害は起きませんでした。私は大学院時代のスパコンの研究やGoogle マップの仕事で骨の髄まで「スケーラビリティ」への対応力を鍛えた野村さんの能力が発揮された仕事なのではないかとらんでいるのですが…。

野村 さすが松岡先生!「スケーラビリティ」についてはおっしゃる通りです。ただ『ポケモン GO』の開発は私だけではなく、多くの技術者が関わっています。彼らGoogle出身のエンジニアたちは、ふだんから何億~何十億人というユーザに提供するサービスに携わっていたので、「スケーラビリティ」にはとても敏感で強いこだわりを持っています。一般的なオンラインゲームは、たとえば1万人といった単位でサーバを分けるものなのですが、『ポケモン GO』では何億人というユーザ全員が同じ世界=サーバ上で遊んでいます。もちろん物理的に同じサーバに乗っているわけではありませんが、論理的に「単一のサーバ=世界で遊べるシステム」を構築しているのです。あまり語られませんが、その部分に関して『ポケモン GO』は今までのゲームとは違う技術的な革新性を有しています。バックグラウンドとなるGoogleクラウドプラットフォームの上に『ポケモン GO』をどのようにスケールするかについて、私たちはかなり工夫を重ねました。そこは他社には決して真似できない誇れる技術だと自負しています。

松岡 あれほどのブームを起こしながら、それほどサーバがパンクしなかったのはさすがGoogleですね。

野村 サービスがスタートしてからまったくトラブルがなかったわけではないのですが、いずれも私たちが設計段階から想定していた「スケーラビリティ」の範囲内のトラブルだったので対処にそれほど時間はかかりませんでした。

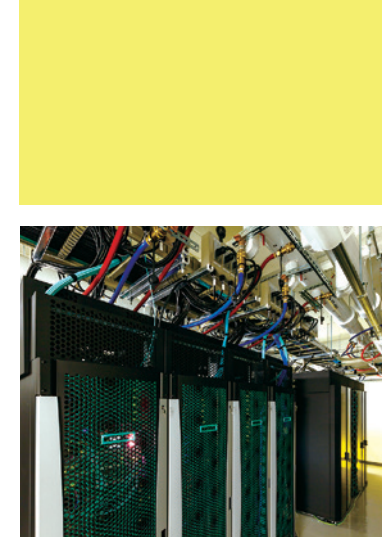
松岡 そうしたクラウドの「スケーラビリティ」は、実はスパコンの世界にも通じています。昔のスパコンは大規模なメインフレームコンピュータの処理能力をひたすら向上させるというものでしたが、現在は用途や仕事量のスケールにあわせて膨大な数のプロセッサを並行処理させてスピードアップするシステムになっています。たとえば、科学技術計算のシミュレーションでは何十万~何百万ものCPUを同時に動かします。用途は違いますがクラウドシステムも、やはり基本的な考え方は同じで、『ポケモン GO』のようなゲームの裏には、何千万ものCPUが同時に稼働しているクラウド上のスパコンがあると考えられるでしょう。

野村 まさにそこは松岡研究室に入るまで私がまったく知らなかった分野で、一つのCPUの処理能力を高めていく「スケールアップ」と、多くのCPUを束ねてスピードアップする「スケールアウト」というごく基本的な概念から学ばせていただきました。Googleはまさにこの「スケールアウト」の思想によって成長を遂げた企業なので、大学院での研究は現在の仕事にダイレクトに結びついています。

「TSUBAME」

2006年より、東工大国際情報センター(GSIC)で運用中のスーパーコンピュータ。松岡研究室での基礎研究で得られた様々な知見が活かされている。東工大内はもちろん、学外の研究機関・民間企業に幅広く開放されており、2017年8月より「TSUBAME3.0」が運用開始(本文参照)。

TSUBAME 3.0についてはこちら
<http://www.gsic.titech.ac.jp/tsubame3>



©2017 Niantic, Inc. ©2017 Pokémon. ©1995-2017 Nintendo/Creatures Inc./GAME FREAK inc.



TSUBAME 3.0

松岡 「TSUBAME」を含む現代のスパコンも、Googleなどのクラウド技術も、あと少なくとも10年は「スケールアウト」の方向で進化していくでしょう。これからも野村さんのようにスパコン研究から、クラウドサービスに転身する人は増えてくるのではないかと思います。

野村 僕が就職してからもTSUBAMEはどんどん進化を重ね、今年の8月から「TSUBAME 3.0」が稼働するそうですね。

松岡 ええ、「ビッグデータスパコン」として、今トレンドでもあるAI 処理に関しては国内トップクラスの計算性能を有しています。さらに「グリーンスパコン」として冷却システムから見直した超省エネ設計を実現し、2017年6月の省エネ性能スパコンランキングで世界1位を獲得することができました。「TSUBAME」はこれで3回目の「世界一」の栄誉に輝いたことになりすが、個人的には今回の「グリーンスパコン」としての栄誉がいちばんうれしく思っています。

野村 素晴らしいですね。私も研究室出身者として誇りに思います。

才能ある若者の世界的な成功がこれからの日本を元気にする

松岡 私の研究室、そして東工大には野村さんのように世界から注目をされる仕事ができるポテンシャルを持つ学生はたくさんいます。今、野村さんから彼らに対してアドバイスしたいことはありますか？

野村 そうですね…。一つ言えば東工大の学生は英語に苦手意識を持っている人が多くて、そこがちょっともったいないと思います。実は僕も英語は不得意だったのですが、大学院時代に積極的に留学生と遊ぶようにしました。松岡研究室の留学生だけではなく、他の研究室の留学生、さらに他大学の留学生まで交流が広がり、楽しみながら自然と英語力が身につきました。就職後、英語で困ることはほとんどなかったと思います。

松岡 若い頃の人脈は大切です。その繋がりが後になってモノを言えます。あと私が思うのは日本の学生は謙虚というか、自分の優秀さに対する自信をあまり表に出さない人が多いということ。私の研究室から海外のIT企業へインターンに出た学生は、その企業から非常に高く評価されることが多いのです。世界中の一流大学から集まってきた学生の中で高い評価を得ているわけですから、もっと自信を持ってほしいなとつねづね思っています。

野村 確かに米国の学生は、いつも自信満々で自己アピールしていますからね。ただ僕個人で言えば、学生時代からわりと自信満々だったかも(笑)。

松岡 野村さんのように才能ある若者が積極的に世界に打って出て、成功することがこれからの日本を元気にすると思います。『ポケモン GO』の裏にある最先端の情報技術を作り上げた野村さんのように、ものづくりのヒー

ローがいると、第2の野村さんを目指す環境が生まれます。学生には、気の利いたことを言うから有名になるのではなく本物を持っている人を見極めろと言いたい。

野村 過分のお言葉です。私の成功は自分の実力だけではなく、人との出会いやスマートフォンの普及といった時代環境など「運」の要素も半分あったと思っています。もちろん松岡先生や松岡研究室の人たちとの出会いも、私にとってかけがえのない経験でした。

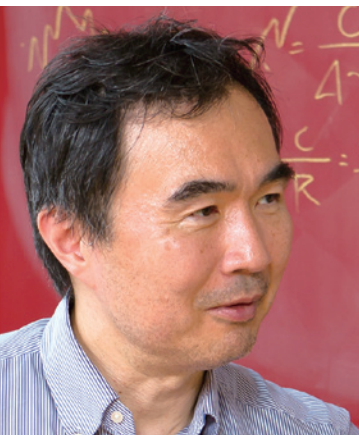
松岡 これからの抱負を聞かせてくれますか？
野村 今はゲームディレクターとして『ポケモン GO』の改良に努め、みんなに楽しんでもらえる良いゲームにしていくことに全力を注いでいます。正直言って将来についてはまだ考える余裕はありません(笑)。ただ、根本のところでは私は技術者ですから、技術の力で世の中を楽しく、より良くしていくような仕事をしていきたいですね。

松岡 私は学会などで米国に行くたびに、シリコンバレーで活躍している野村さんのことが気になっていました。しかし、なかなか会う時間が取れずに残念に思っていたのです。今日はお話できてうれしかった。今度は機会を作って、私の方からぜひあなたの会社に遊びに行きたいと思っています。

野村 先生ならいつでも大歓迎です。ぜひ、いらしてください。



対談場所：地球生命研究所(ELSI、大岡山キャンパス石川台7号館)2階 コミュニケーションスペース「アゴラ」 設計者：環境・社会理工学院 建築学系 塚本由晴教授



松岡研究室

並列分散コンピューティング、特に高性能計算(HPC)に関するソフトウェア基盤技術の研究を行っている。学生が国際的に活躍することを目指し、積極的に他大学や海外研究機関との共同研究を進めている。

松岡研究室についてはこちら
<http://matsu-www.is.titech.ac.jp/>

原子に 触る

アトムエンジニアリング

全固体電池から室温超伝導へ。

情報端末やエコカーなどに使われているリチウムイオン電池。

一杉太郎教授はその安全性向上と大幅な充電時間短縮を実現する

次世代電池「全固体電池」の研究開発で注目を浴びている。

最先端の計測技術を駆使して原子一つひとつの“感触”を確かめながら、

「世界でこの研究室でなければできない」研究を志向する

一杉研究室の“今”を、教授と学生2名にうかがった。

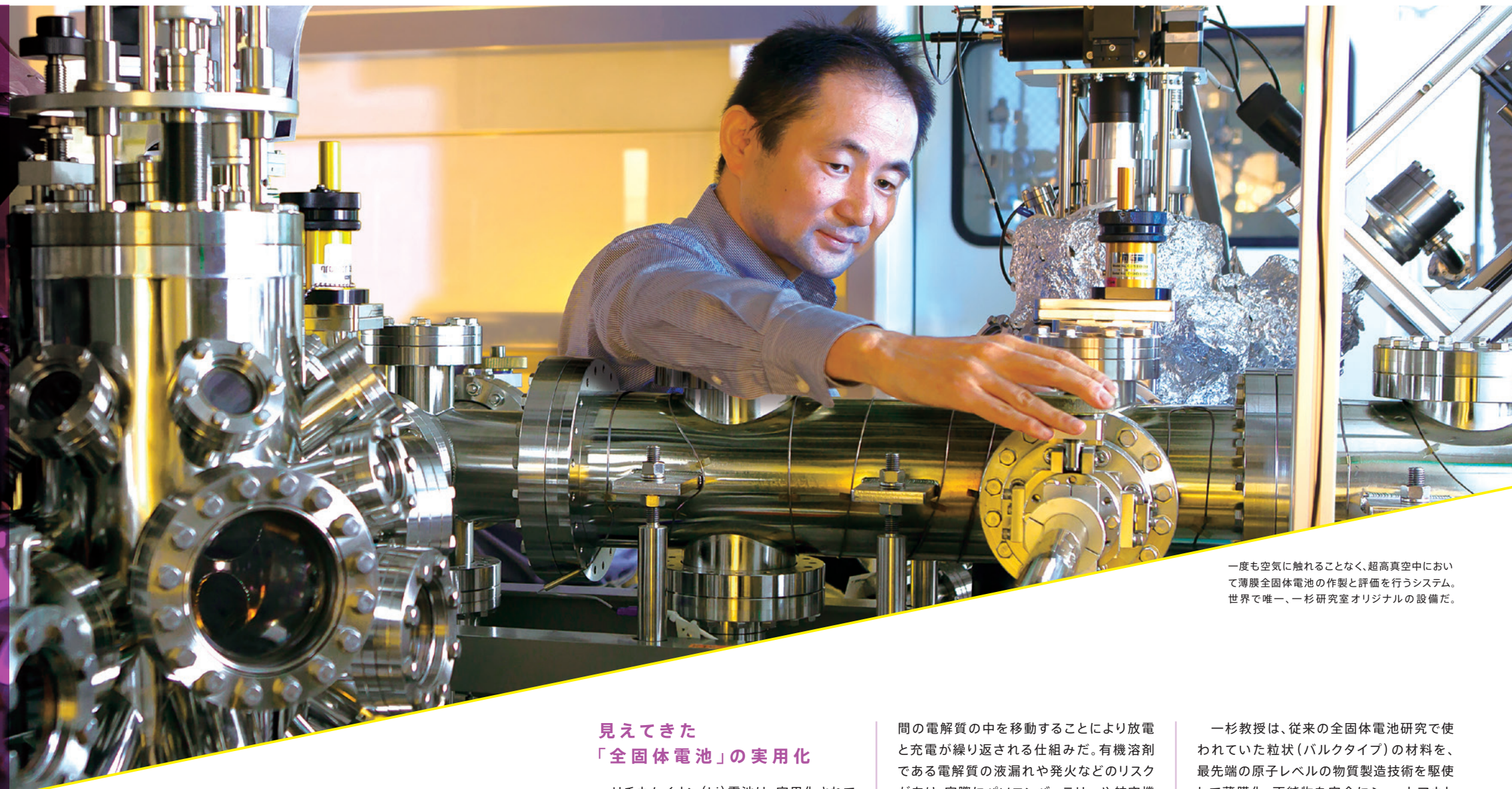


一杉太郎 Taro Hitosugi

物質理工学院 教授
応用化学系 応用化学コース/材料系材料コース

1994年、東京大学工学部工業化学科卒業。
1999年、同大学大学院工学系研究科超伝導工学専攻博士課程修了。
1999年よりソニー株式会社勤務。
2003年、東京大学大学院理学系研究科化学専攻助教。東北大学原子分子材料科学高等研究機構准教授を経て、2015年より現職。

研究室ウェブサイト：
<http://www.apc.titech.ac.jp/~thitosugi/>



一度も空気に触れることなく、超高真空中において薄膜全固体電池の作製と評価を行うシステム。世界で唯一、一杉研究室オリジナルの設備だ。

世界でこの研究室でしか できない研究を！

一杉研究室のドアを開けると、突き当たりの窓まで見渡せるオープンな空間が広がる。多くの研究室は専門書がたくさん詰まった書棚や大きな机、パーテーションなどで埋め尽くされているものだが、ここは窓際のカウンター席、座卓とビーズクッション、薄型大画面モニターとミーティングテーブルの3つのエリアに分かれ、シンプルながらリラックスできる空気が流れている。

「ここでは学生たちにのびのびと自由に過ごしてほしい」とこやかに話す一杉教授。高台から遠景が見渡せる窓際のカウンター席がお気に入りのポジションだとか。

「立派な机の前で唸っていても、なかなか良い考えは浮かびません。新しい発想やアイデアは、きれいな景色を眺めたり、リラックスしておしゃべりをしたりしている中で生まれてくるものですね。」(一杉教授)

一杉教授が学生に対して口癖のように言う問いかけがある。「世界であなたにしかできないことはなんですか？」

一杉研究室は現在、次世代電池として期待されている「全固体電池」の研究で脚光を浴びているが、まさに世界中を探してもこの研究室でしかできないアプローチで最先端の研究を進めている。

見えてきた 「全固体電池」の実用化

リチウムイオン(Li)電池は、実用化されている二次電池(蓄電池)の中でもっともエネルギー密度が高く、高速充電や長寿命の点などでも優れており、バランスの良い蓄電池として携帯端末から自動車まで幅広く使われている。

しかし今後、電気自動車(EV)の実用化にあたっては、さらに長い持続時間(=走行距離)や数分レベルの高速充電が求められている。オンラインゲームや動画再生で電力消費が激しくなっているタブレットやスマートフォンでも、内蔵電池自体の持続時間が長くなり、数秒レベルの高速充電が実現できれば、モバイルバッテリーを別に持ち歩く必要もなくなるだろう。

Li電池の需要はますます拡大を続けている。しかし、自動車製造や電子機器、化学工業関連の企業などは、次世代蓄電池の開発をすでに加速している。その中で、Li電池の巨大市場を受け継ぐものとして大きな期待を担っているのが「全固体電池」だ。東工大でも一杉教授と菅野了次教授が、それぞれ異なる研究方法で自動車メーカーと共同で実用化に向けた研究を進めている。今回お話をうかがった一杉教授の研究のキーワードは「界面」だ。

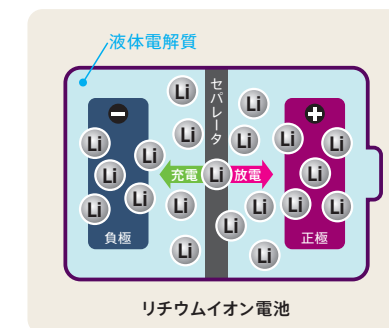
現在のLi電池は「正極」と「負極」の間に液体の「電解質」をはさんだ構造で、Liが両極

間の電解質の中を移動することにより放電と充電が繰り返される仕組みだ。有機溶剤である電解質の液漏れや発火などのリスクがあり、実際にパソコンバッテリーや航空機での発火事故も起きている。製品化されたLi電池に必ず安全回路が組み込まれているのはそのためだ。

「液体電解質を発火のリスクが少ない固体材料に置き換えてしまおうというのが全固体電池です。安全性はもちろん、充電時間が短縮(容量によっては数秒~数分!)できるうえに長時間の使用が可能と良いことづくめ…。しかし、電気抵抗が低い材料を使っても、固体同士が接する「界面」での抵抗値が高くなってしまいう現象がネックでした。固体電解質で液体電解質より小さい電気抵抗が実現できるのかという基本的な知見すら解明されておらず、いわば私たちは未踏の地に踏み出したのです。」(一杉教授)

一杉教授は、従来の全固体電池研究で使われていた粒状(バルクタイプ)の材料を、最先端の原子レベルの物質製造技術を駆使して薄膜化。不純物を完全にシャットアウトし、接合面積や結晶構造をきれいに規定する材料を用いることにより、これまで不可能だった界面でのLiの動きを定量的に計測・評価することができるようにした。この研究のために使用した実験装置の多くは、市販されている汎用機器ではなく、研究室で独自開発したもので、こうしたオリジナル実験装置も一杉研究室の大きな特色の一つだ。

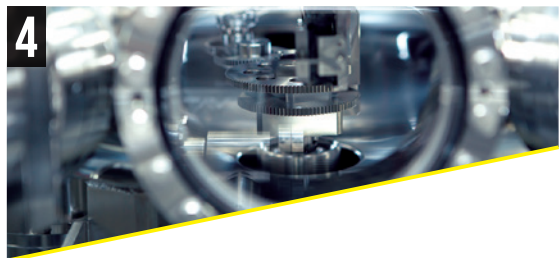
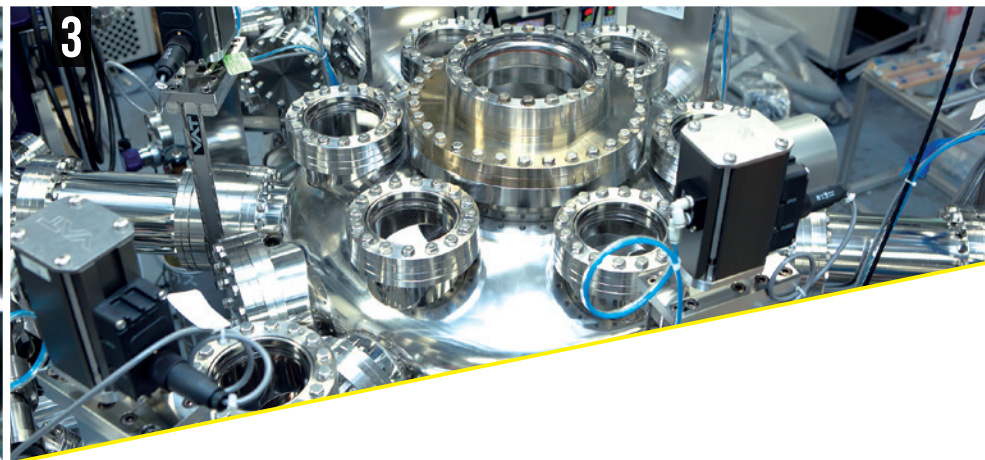
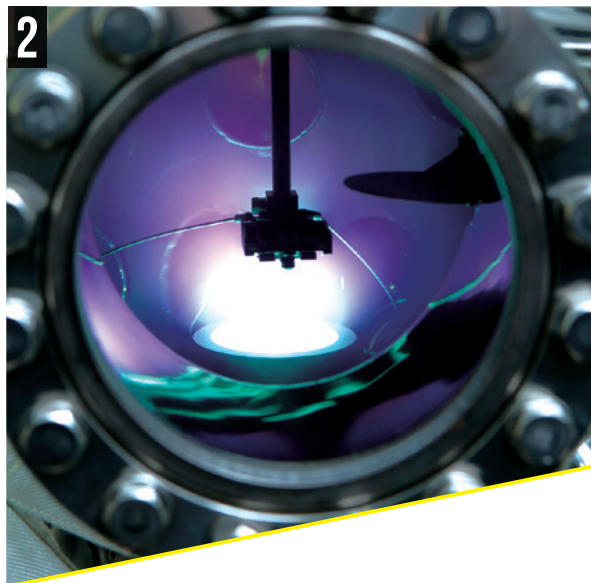
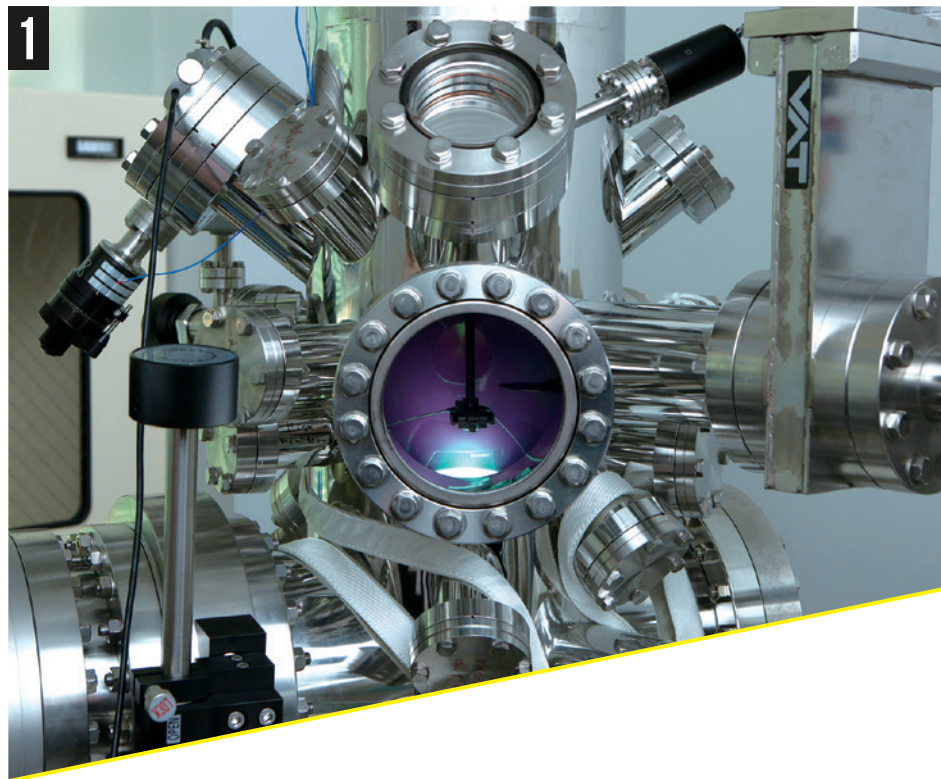
「実験装置を自作するのは、経費削減のためではありませんよ(笑)。汎用実験装置を使っていたら、他の研究者と同じことしかできません。私たちは世界で、この研究室でしかできないことをやろうとしていますので、他にはない実験装置を自分たちで開発するのは当たり前なのです。」(一杉教授)



リチウムイオン電池



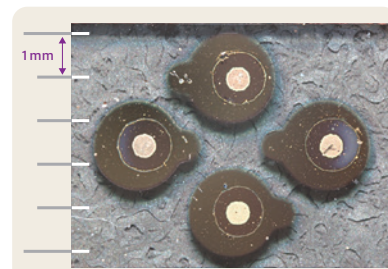
全固体電池



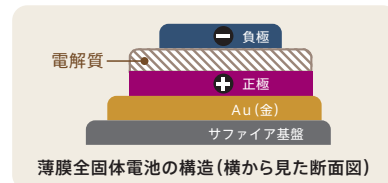
3 4 “実験室の産業革命”への第一歩！各種成膜・評価装置を複合化したロボット科学者システム。内部のロボットアームが超高真空中で自動作業を行っている。

1 2 薄膜をつくるスパッタリング・システム。スパッタリングとは広い意味でのメッキの一種で、不活性ガスを高電圧で放電させることにより、目的の物質を基板上に成膜する。観察窓から見えるのは不活性ガス(アルゴンガス)の放電現象。

こうした研究の結果、一杉研究室から生まれた薄膜全固体電池は液体電解質に比べておよそ1/5~1/10という電気抵抗を実現することができた。半導体メーカーや自動車メーカーとの共同研究によって近い将来、超高性能全固体電池の実用化を目指していく。



試作した薄膜全固体電池(4個)



薄膜全固体電池の構造(横から見た断面図)

固体電気化学と固体物理をハイブリッド

一杉研究室は全固体電池以外にも、超低消費電力メモリの研究開発などに取り組んでいるが、応用研究に特化した研究室ではない。研究の軸は原子レベルでの物質設計・評価を行う「アトムエンジニアリング」。そのベースとなるのは、原子そのものの振る舞いや原子が結合した凝集体の物性、相互作用などについての基礎研究だ。一杉教授は、走査型トンネル顕微鏡で観察したシリコンの表面に、まるでデザインされた図案のように美しく原子が並んでいるのを見て、“自然の力はなんてすごいんだ！”と学生時代に感動した。「その感動は現在まで続いていて、私たちの研究はいわば自然の声に耳を傾け、まだ知られていない物質の特性を見出し、新物質・

新材料を創り出すことなのです。今や最先端の計測技術を駆使すれば、原子一つひとつの感触を確かめながらの「ものづくり」が可能です。先ほどお話しした薄膜全固体電池の研究開発もその延長なのです。固体電気化学をバックグラウンドにしつつ、物性評価などの点では固体物理の知見も活用していく。それが一杉研究室の強みであり、個性です」(一杉教授)

一杉教授が全固体電池や超低消費電力メモリの先に見据えているのは、大学院生時代に取り組んでいた超伝導。電気抵抗が完全にゼロとなる超伝導現象は、人類の未来を左右する可能性を秘めた研究テーマだ。世界中の研究者たちが必死になって追い求めている室温超伝導物質を、「世界でこの研究室でしかできない」アプローチで実現することを目指している。

研究者として学ぶことが多い「一杉さん」



中村直人 Naoto Nakamura 物質理工学院応用化学系応用化学コース修士1年

今年度は、全固体電池の研究に取り組んでいます。現在使われているコバルト酸リチウム以外の有望な正極材料を用いて界面抵抗の起源を探っているところです。

一杉研究室を希望したのは、極小の原子が集まって物性を発現することに魅了され、この分野で自分が世の中を変える大きな発見を目指せる点に興味を感じたからです。ものづくりが好きなので、実験装置を開発することも魅力でした。一杉さんはとにかく研究者として熱い方…今、「一杉さん」と呼んだのが気になりましたか？実はこの研究室では、学生も教授も「さん」付けて呼び合っています。これは「学生も研究者の1人として対等に接する」という先生のポリシーによるもので、素晴らしいことだと思います。

授業や講義で何事も楽しそうに語る独特の話し方も一杉さんの魅力の一つ。楽しそうな語り口につい誘われて、思い描く理想のシナリオ通りに実験に取り組むと、そのあまりのハードさにうろたえてしまうことも…そうしたことも含めて、研究者として学ぶことが多い研究室だと感じています。

目指すは日本の「ものづくり」の変革

基礎研究と応用研究、そして固体電気化学と固体物理がハイブリッドされた一杉研究室の研究環境は、一杉教授がこれまで歩んできた人生の経路に由来している。

大学学部時代はラグビーに熱中。大学院では、超伝導の研究に取り組んだが、卒業後は多くの人に使ってもらえる製品を開発したいとソニー株式会社に入社した。「学生時代はまったく研究者になる気はありませんでした。ソニーでは当初光ディスクの開発を担当しましたが、その後マーケティングやセールスにも携わることができました。新しい技術が生まれ、製品として結実し、お客様の手に渡る…その一連のプロセスをトップ企業の第一線ですべて経験できたことは、今振り返っても、『技術の先を見通す目』を養うことができた有意義な経験だったと思います」(一杉教授)

ソニーでの仕事を通して、あらためて研究の価値を見出した一杉青年は、大学に戻って研究者を目指すことを31歳にして決意した。「その時にいちばんやりたいことをやる！それが私のモットーです。新しい分野に飛び込むのは大変で途方に暮れることもあります

が、やらずに後悔するくらいならやってみようが絶対にいい。そして色々な分野を渡り歩いてきたことで土台が出来、その人にしか出来ない分野の組み合わせ、つまり研究者としての個性が生まれます」(一杉教授)

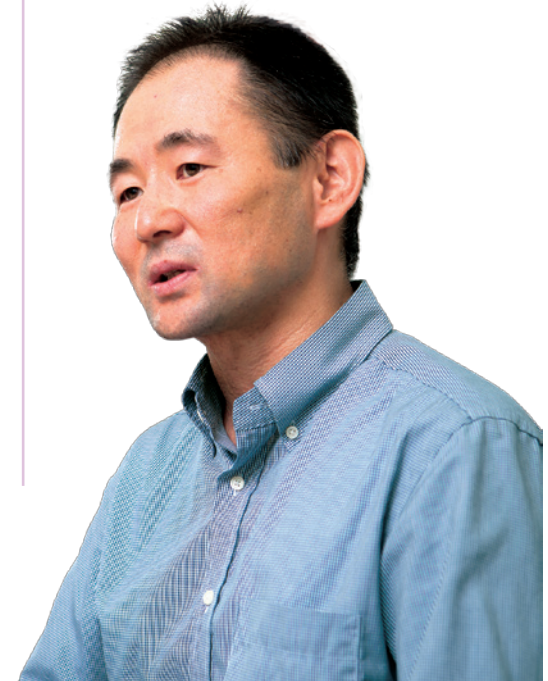
そして、「いまやりたいことの一つは”実験室の産業革命”」だという一杉教授。たとえば、全固体電池の電極や電解質に最適な材料を探索するにあたって、薄膜をつくる成膜とその評価を自動化する、人工知能を組み込んだロボット科学者システムを研究室内に作っている。複数の原料をセットしておけば、超高真空中において空気に触れることなく全ての成膜と物性評価がロボットアームの手を借りて自動的に行われ、人間はその結果を確かめるだけで済む。(写真3、4)

「少子化が急激に進む日本では理工系研究者の数も減っています。そうすると人力だけに頼る研究方法では、科学技術分野の激しい国際競争の中で、たとえば中国のような人口が多い国には勝ち目はありません」(一杉教授)

もちろん日本の科学技術の未来を担う優秀な研究者を育てる教育面にも力を注いでいる。「学生たちには『やりたいことをやろう！』とハッパをかけています。新しいことをするのは怖い、勇気が必要ですが、それを乗り越える経験が一人ひとりの個性をつくりあげ

ます。そのうえで若者たちには自分だけの殻に閉じこもらずオープンなマインドを持ってほしいと思います。無限の可能性が広がる若い時代に自分で自分に制約を設けるなんてもったいない。`世界で自分にしかできないこと、は、そうした制約をとばらった先にあるのですから」(一杉教授)

研究者として、そして教育者として。一杉教授の眼差しの先には、学生たちの未来と彼らが担う「ものづくり」日本の未来が投影されている。



自由さと厳格さのバランスが研究室の魅力



グ・イクソン IgSeon Gu 工学部化学工学科4年

3年次の研究室紹介の時間に一杉さんの研究者人生についてのお話をうかがって、ぜひこういう先生から学んでみたいと思いました。研究室見学では、他の研究室とひと味違ったオープンな個性を感じました。実際に入ってみると期待通り自由な雰囲気の研究室である一方、研究そのものに関してはとても厳格で、ここでなら自分が成長できるという確信を深めています。

研究室で取り組んでいる全固体電池やメモリーなどの応用研究にも興味はありますが、学部生である私はまずアトムエンジニアリングの基礎からしっかり習得したいので、今年度は水素化合物に関する基礎研究に取り組んでいます。

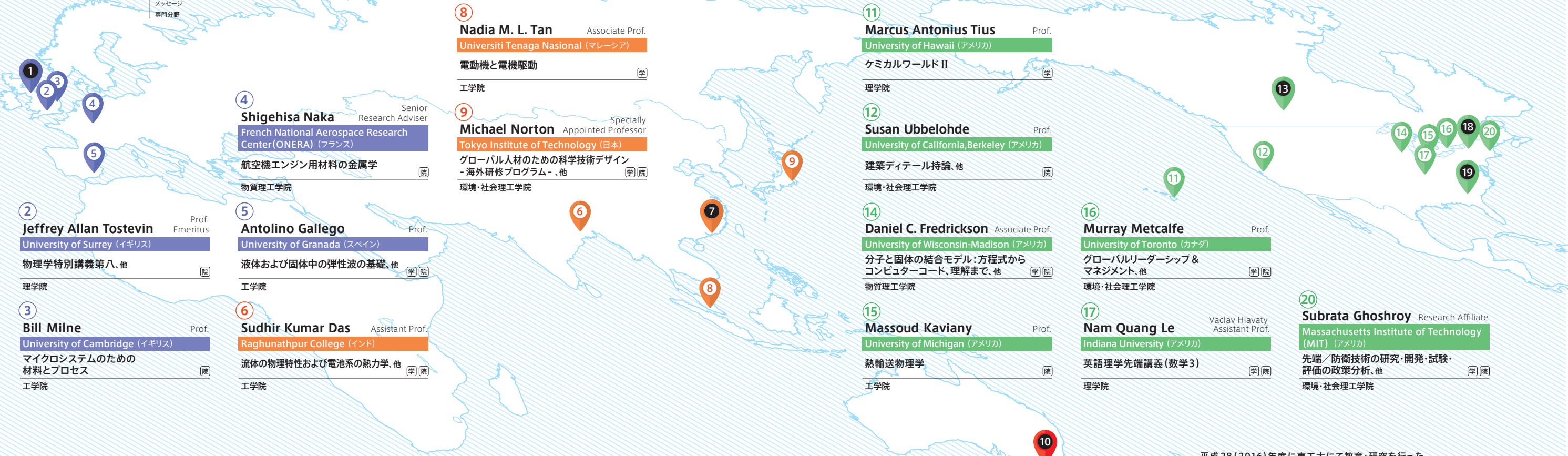
一杉さんが私たち学生に向けてされるお話はとても共感できることが多く、長い目で見て私たちの将来につながるアドバイスをいただけることがありがたいです。

不満と言えば…現在、なぜか研究室に女子学生が私一人だけということ(笑)。もっと女子もこの分野に興味を持ってほしい！

ページ上部の記載事項
氏名 在籍大学での職名
在籍大学・研究機関名 (所在国)
講義名 対象(学士課程/大学院)
受け入れ学院名

ページ下部の記載事項
写真 氏名 在籍大学での職名
在籍大学名 (所在国) 在籍大学の所在国の国旗
講義名 対象(学士課程/大学院)
受け入れ学院名
メッセージ
専門分野

※本ページで紹介する研究者は、「平成28年度世界トップレベルの海外大学からの教員招聘プログラム」、「平成28年度学士課程・大学院課程における専門科目の英語授業開講及び国際交流・連携等を担当する外国人教員の雇用プログラム」により招聘・雇用した外国人研究者です。



1
2
3
4
5

2
Jeffrey Allan Tostevin Prof. Emeritus
University of Surrey (イギリス)
物理学特別講義第八、他
理学院

3
Bill Milne Prof.
University of Cambridge (イギリス)
マイクロシステムのための材料とプロセス
工学院

4
Shigehisa Naka Senior Research Adviser
French National Aerospace Research Center (ONERA) (フランス)
航空機エンジン用材料の金属学
物質理工学院

5
Antolino Gallego Prof.
University of Granada (スペイン)
液体および固体中の弾性波の基礎、他
工学院

6
Sudhir Kumar Das Assistant Prof.
Raghunathpur College (インド)
流体の物理特性および電池系の熱力学、他
工学院

8
Nadia M. L. Tan Associate Prof.
Universiti Tenaga Nasional (マレーシア)
電動機と電機駆動
工学院

9
Michael Norton Specially Appointed Professor
Tokyo Institute of Technology (日本)
グローバル人材のための科学技術デザイン - 海外研修プログラム -、他
環境・社会理工学院

6

7

8

11
Marcus Antonius Tius Prof.
University of Hawaii (アメリカ)
ケミカルワールドII
理学院

12
Susan Ubbelohde Prof.
University of California, Berkeley (アメリカ)
建築ディテール持論、他
環境・社会理工学院

14
Daniel C. Fredrickson Associate Prof.
University of Wisconsin-Madison (アメリカ)
分子と固体の結合モデル:方程式からコンピューターコード、理解まで、他
物質理工学院

15
Massoud Kaviany Prof.
University of Michigan (アメリカ)
熱輸送物理学
工学院

10

16
Murray Metcalfe Prof.
University of Toronto (カナダ)
グローバルリーダーシップ & マネジメント、他
環境・社会理工学院

17
Nam Quang Le Vaclav Hlavaty Assistant Prof.
Indiana University (アメリカ)
英語理学先端講義(数学3)
理学院

13

12

16

17

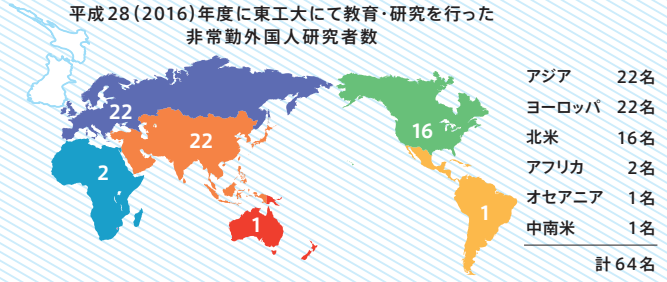
20

20
Subrata Ghoshroy Research Affiliate
Massachusetts Institute of Technology (MIT) (アメリカ)
先端/防衛技術の研究・開発・試験・評価の政策分析、他
環境・社会理工学院

世界の研究者が東工大に集結!

世界トップクラスの教育・研究環境をめざして

東工大キャンパスでは、世界中の大学・研究機関からやってきた気鋭の研究者たちが、さまざまな最先端研究に取り組んでおり、その一部は学生たちの教育にも携わっている。ここではその中から20名の外国人研究者を紹介する。うち6名からは TechTech 読者へのメッセージをいただいた。



1
John R. Parker Prof.
Durham University (イギリス)

数理・計算科学特別講義 A

情報理工学院
東工大在籍中に自分の研究(複素双曲格子)を大きく進展させることができました。それを支えてくれたのは恵まれた研究環境と素晴らしい同僚達との出会いでした。これから東工大で学ぶ若者たちにはこの恵まれた環境を活かして切磋琢磨していくことで多くの可能性が開かれていると思います。日本国内はもちろん、世界中に羽ばたけるチャンスがあります。いつかイギリスに来て、私と一緒に研究をしませんか?
Hyperbolic geometry

7
Graziano Chesi Associate Prof.
The University of Hong Kong (中国)

制御における多項式上の最適化のためのLMI手法 I、II

工学院
配電盤から大型航空機まで、社会のあらゆる分野で応用されている制御システムの研究をしています。東工大では広大なキャンパスと充実した研究環境の中、熱心な学生と研究者に囲まれ、中身の濃い日々を過ごしました。これまで数々の大学に滞在してきましたが、東工大はまさにノーベル賞受賞者が出るにふさわしい大学です。私は自信を持って理工系を志望する受験生に東工大をお勧めします。
2D systems, Computer vision

10
Catherine C.R. Sutton Honorary Fellow
University of Melbourne (オーストラリア)

化学工学基礎、他 移動現象操作

物質理工学院
主な研究テーマは「カルボン酸」の有機分子の働きと相互作用などを調べることです。この研究は、触媒や大気化学のセンサー、気候モデルの理解などへの応用が可能です。来日中は自分の研究を進めると同時に、東工大の素晴らしい研究設備や研究熱心な教員、そして学生たちが真摯に学ぶ姿勢に接することができたのはかけがえのない体験でした。これを読んでいる多くの受験生が、幅広い教育を行っている東工大に入学することを応援しています。
Chemical Engineering, Theoretical Chemistry

13
Linda J. Reha-Krantz Prof.
University of Alberta (カナダ)

遺伝子の分子生物学 遺伝子の分子生物学(上級)

生命理工学院
高校生の時にワトソン・クリック型塩基対と二重らせん構造について学んで以来、ずっと楽しくDNAの研究に取り組んできました。私の講義を聴いた東工大の学生たちも、私と同じように楽しんで学んでいるように見えました。東工大ではノーベル賞受賞者を含め、生命化学分野で幅広く、質の高い研究が行われています。いつかきっとこの大学の若い研究者によって重要な発見が達成されるに違いありません。期待しています!
DNA replication

18
G. Scott Watson Assistant Prof.
Syracuse University (アメリカ)

物理学特別講義第三 物理学特別講義発展第三

理学院
ビッグバン理論やインフレーション理論など、宇宙論の研究者です。理学院物理学系の山口昌英教授が取り組んでいる宇宙論の研究は世界レベルで、教授や学生との意見交換の中で、今後の共同研究につながる多くのヒントをいただきました。また東工大で私が教鞭を取った現代宇宙論基礎概念の講義で、多くの学生から思慮深い質問を受けたことも忘れがたい体験です。
Early universe cosmology

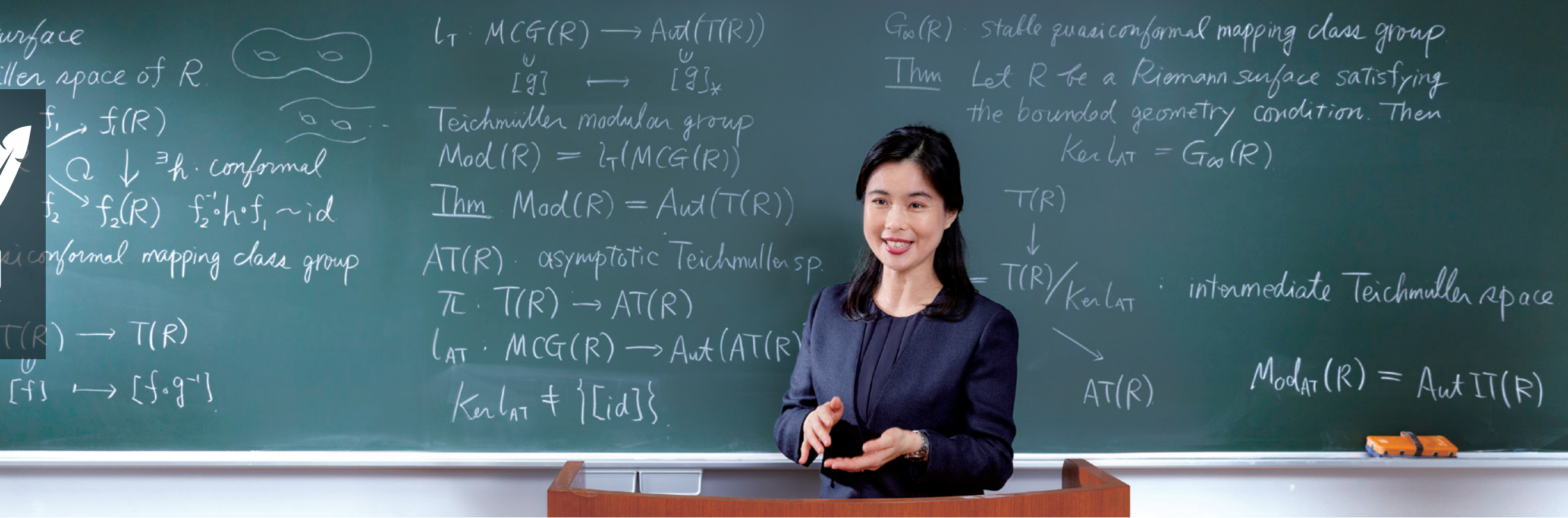
19
Brian Woodall Prof.
Georgia Institute of Technology (アメリカ)

エネルギー、環境、政策 グローバル開発入門

環境・社会理工学院
2014年、私はフルブライト研究員として初めて東工大を訪れました。翌年、環境・社会理工学院融合理工学系のエネルギー、環境、政策などの2つの講義を担当する特任教員として東工大から招聘いただきました。その際、受け入れ教員であった阿部直也准教授と意気投合し、ジョージア工科大学と東工大が提携する海外夏季プログラム(JSPSD)を立ち上げることとなりました。2017年夏、大岡山キャンパスで実施中のJSPSDには日米両大学の学生26人が参加・受講し、成功を収めています!
Energy Policy

博士たちの キャリア デザイン論

東工大で博士号を取得した方々が、歩んだキャリアパスと現在の活躍を紹介します。



藤川英華 Ege Fujikawa

国立大学法人 千葉大学
大学院 理学研究院 准教授
博士(理学)

PROFILE

1998年、東京工業大学大学院理工学研究科数学専攻修士課程入学。2003年、同博士後期課程修了。上智大学理工学部などを経て、2008年より現職。第11回大学婦人協会森田科学研究奨励賞(2009年)、千葉大学先進科学賞(2013年)などを受賞

「数学とともに生きていきたい！」
その気持ちだけは忘れたことはありません

数学好きが高じて叩いた東工大大学院の門。
そこから文字通りの“数学漬け”の日々が始まり、
現在は千葉大学大学院の准教授として、
研究と教育に多忙な日々を送る藤川英華さん。
大学の研究者となるまでのお話をうかがった。

人類が積み上げた知の宝物 高校時代に数学に目覚める

私の研究分野は、「複素解析学」です。1次元の複素多様体をリーマン面(Riemann surface)と呼んでおり、タイヒミュラー空間(Teichmüller space)とは、そのある種の変形空間のことです。私の研究では、有限次元(2次元や3次元など)とは、まったく異なる現象が起きる無限次元タイヒミュラー空間のメカニズムを追求し、有限次元と無限次元を統一した理論を確立することを目指しています。この分野の研究者は世界でもあまり多くありませんが、無限次元タイヒミュラー空間論が数学の幅広い分野での興味深い研究対象になることを期待しています。一般的に数学者というと、数式を扱っているというイメージがあると思いますが、私の研究は理論を考え、言葉で構築していくというスタイルなので、数式はほとんど使いません。

高校(神奈川県立横浜翠嵐高校)に入学した時点ではまだはっきりと進路を決めていませんでした。

が、高校での数学の授業と先生に刺激を受け、そして高校の数学教師だった父の影響もあってでしょうか、高校1年の冬には大学では数学を専攻しようかと心に強く決めていました。そして大学(お茶の水女子大学理学部数学科)に入学した時点で「できるだけ深く数学を勉強したい」という思いから大学院に進学するつもりでした。

数学の何がそれほど私を魅了するのか? なかなか説明するのが難しいのですが、数学の理論は人類が積み上げてきた知の宝物であり、美しい芸術だと思えます。

学部のゼミではそうした美しい理論を堪能できる解析学の一つである「複素解析」を学び、この分野では第一人者である志賀啓成教授(現・理学院数学系)のもとで学びたいと思い、東工大大学院の門を叩きました。

大学院生活で見えてきた 数学者として生きていく道

大学院時代はほんとうに充実した日々でした。

同学年20人のうち、女子学生は私一人だけ。でも、特に女性扱いはされず(笑)。研究室に入ってきた先輩の教授への挨拶は、「昨日の問題、解きました!」。朝から晩までみんなで数学の話ばかりしていました。そんな雰囲気がとても楽しかったですし、刺激的な毎日でした。単に勉強熱心というだけではなく、まだ誰も解明していない新しい分野に挑戦しようという気風があったと思います。私も負けず嫌いなので、そうした先輩たちや先生の話の中に出てくる論文をコピーし、書籍を



Fujikawa's
Career Path

片っ端から手に入れていました。学会や勉強会などにもできるだけ顔を出すようにして、専門分野以外でも自分の周囲にある知識をなるべく多く吸収したいと燃えていました。当時は必ずしもすべてのことが理解できたわけではありませんが、気になることや興味がある対象に積極的にアプローチする姿勢は、研究者として大切な心がけではないかと思えます。

優秀な仲間たちと議論する一方で、自分の思索にとことん没頭する楽しさも味わいました。静かに過ごしたいときは、大岡山キャンパスの本館4階にあった院生室で、思う存分に数学の世界に浸っていました。

現在の私の研究は、そんな大学院生活の中で1本の論文に出会ったことが出発点になっています。当時、京都大学に在籍していた谷口雅彦教授による無限次元タイヒミュラー空間論の論文です。私はその論文の内容を検討し、自分の考察を加えて、修士論文を書きあげました。その時、ようやく数学者としてのスタートラインに立ち、「数学

者として生きる」という可能性が自分の前に広がったと思いました。博士後期課程を修了後、さらに2年間、小島定吉教授(現・情報理工学大学院数理・計算科学系)のもとで日本学術振興会(JSPS)特別研究員(PD)として過ごしました。その間、米国ニューヨークにも研究留学をして、世界の研究者たちとも交流することができました。

今の自分があるのは 数学への強い思い+周囲の支え

私は明確なキャリアパスを見据えて、研究者になったわけではありません。高校生の頃からただひたすら興味がある道を追い求めた末に今がある、というのが正直なところです。その間、「数学とともに生きていきたい」という気持ちだけは忘れたことはありません。東工大大学院で、学問レベルも意識も高い仲間たちと切磋琢磨した経験があったからこそ、ここまで来ることができたと思います。もちろん、大学院時代の

恩師や影響を受けた研究者の方々にも感謝しています。

今でも数学のことを考えている時間は幸福です。学生たちには、そんな数学の魅力を少しでも多く理解して欲しいと思って、日々の授業に臨んでいます。また、わからないことをとことん追求し続けること、気になったことはすぐに解決できなくてもつねに頭の隅にとどめておくこと…を学生には大切にしたいと思っています。

もちろん時には研究に煮詰まることもあります。そんな時のリフレッシュ方法は、ピアノを弾くこととプールで泳ぐこと。実は10代の頃にピアニストの道に進もうと思ったこともあったのです。

大学の研究者というのは女性にもありがたい職場だと思います。考えることに男女格差はありませんし、出産をしても今までと変わらず働き続けることができます。とても恵まれた環境で、自分が活躍できる場に身を置ける幸せをかみしめています。

学生企画 学士課程学生、大学院生の1日

それぞれの過ごし方

東工大がどんな毎日を送っているのかわかりますか？

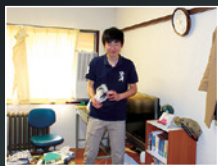
勉強ばかりしていると思われがちな東工大ですが、

趣味やサークル、バイトなど様々な過ごし方をしているようです。

そんな東工大生の一日の様子を見てみましょう！

寮での朝！

東工大の寮の一つである松風学舎は横浜市青葉区にあります。大岡山キャンパスまでは徒歩と電車で約1時間かかるので、1限がある日は少し辛いかもしれません。でもそんな時には寮の友達に起こしてもらえらるのも寮の強みです。



ちょっと変わった授業も

週一回著名なゲストの講演を聴き、それについて少人数のグループでディスカッションをする東工大独自の授業。みなさんは自分の「志」について真剣に考えたことはありますか？その答えを見つけるための授業です。



「東工大立志プロジェクト」

空きコマは何してる？

大学生活ではおなじみの「空きコマ」。授業1コマ90分の東工大では、空きコマの使い方も様々です。授業の予習復習をしたり、ご飯を食べに行く人もいます。筋トレに励む人もいます。



バイトは何してる？

留学生のソンジファンさんは、工場、試験監督、コンサート等のアルバイトを経験し、現在はレストランで働いています。失敗経験を積むことで調理の技術を身に付け、実力を認められました。それが自信になり、仕事が楽しくなっています。収入は主に家賃に充当しています。勉強時間を確保しつつ、アルバイトを通じて日本人の気質や社会の仕組みや風習をつかんでいるそうです。



学士課程学生の例



大学院生の例



修士課程の授業

修士課程では、テストやレポートもすべて英語という授業もあるので、科学技術分野の文章を英語で読み書きできるようになる必要があります。各自の研究のスケジュールと授業の課題をうまく両立させていくことも、必要な能力です。研究室内の同期で課題を協力しあう場面もよく見かけます。



研究室での実験

実験系の研究の難しいところは、実験装置の製作や条件の設定を、自分で考えて行わなければならないことです。逆に言えば、研究の姿勢や方法論を身につけていることを前提として評価されるという環境だということです。



自由時間をどう過ごす？／大学院(修士・博士後期課程)

映像で新たな表現をもとめて

池田大輝さん 生命理工学院 生命工学系 修士課程2年

普段から友人と写真・映像編集をしており、PVやアーティストのMVも制作しています。高校時代は作品がテレビで紹介され、日本や海外でも話題に。大学では「未完成映画予告編大賞」にて監督した映画が審査員特別賞を受賞！彼が生み出す作品に今後も注目！

東工大ニュース「未完成映画予告編大賞」で審査員特別賞を受賞
<http://www.titech.ac.jp/news/2017/038544.html>

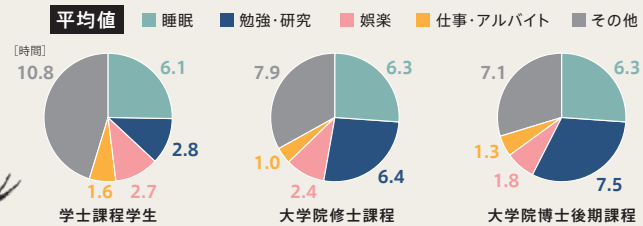
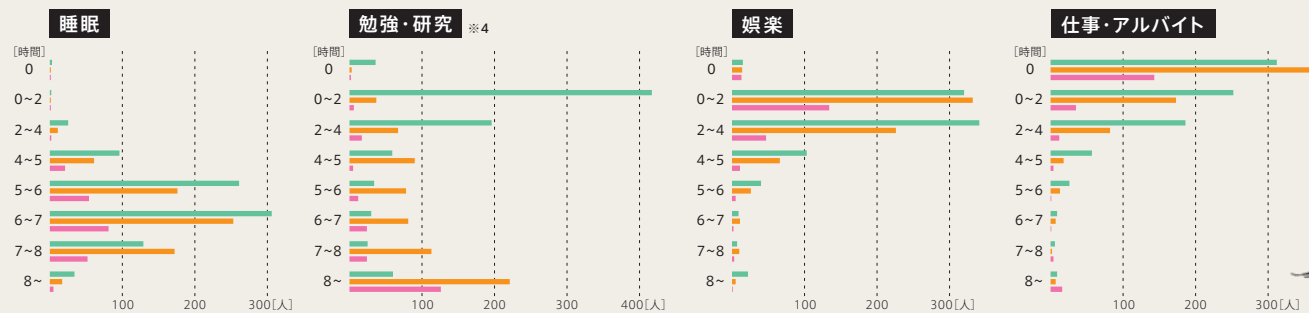
大学院生は自由！

岸本史直さん 大学院 理工学研究科 応用化学専攻 博士後期課程3年

大学院生は学部生とは違い、時間の拘束はあまりなく、自分のペースで自由に好きなだけ研究ができます。平日は1日平均8時間ほど研究していますが、休みたいときに休むことができ、休日は研究室仲間と旅行に行ったりします。

東工大ニュース 第31回独創性を拓く先端技術大賞「ニッポン放送賞」を受賞
<http://www.titech.ac.jp/news/2017/038725.html>

平日の平均的な時間の使い方

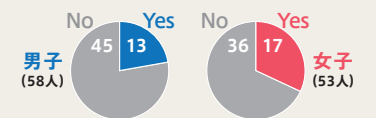


今回取り上げた東工大生の大学生活はどれもそれぞれ！勉強、研究、サークル、趣味、恋愛...忙しい生活の中でも自分のスタイルを作っていてどれも魅力的です。やりたいことを形にしていこうとや今までなかったものへ挑戦していく姿はまさに東工大のシンボル。実際にキャンパスを歩けばさまざまな東工大生を見つけられるかもしれません。是非、東工大で自分なりのキャンパスライフを見つけてみましょう！

東工大生の恋愛事情

男子が圧倒的に多い東工大。女子が少ない環境のせいか、恋愛事情も男女で違いがあるようです。今回の調査では、約4割の女子が東工大と付き合ったことがあるという結果に。勉強一筋なイメージの東工大ですが、校内で学内カップルを見かけることもありますよ！

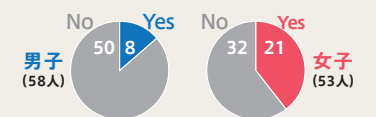
1 今、付き合っている人はいますか？



YES→付き合っている相手はどこの？

a:東工大生 b:他大文系 c:他大理系 d:その他
 男子 13人 (a.4人 b.7人 c.1人 d.1人)
 女子 17人 (a.14人 b.0人 c.1人 d.2人)

2 東工大生と付き合ったことはありますか？



※1:東工大内で学生企画メンバーが6~7月にかけて、東工大生を対象に聞き取り調査を実施。
 ※2:男女比は、学士課程では男子87% 女子13%、修士課程では男子81% 女子19%、博士後期課程では男子77% 女子23%と、上の課程に行くほど女子比率が高くなっています。