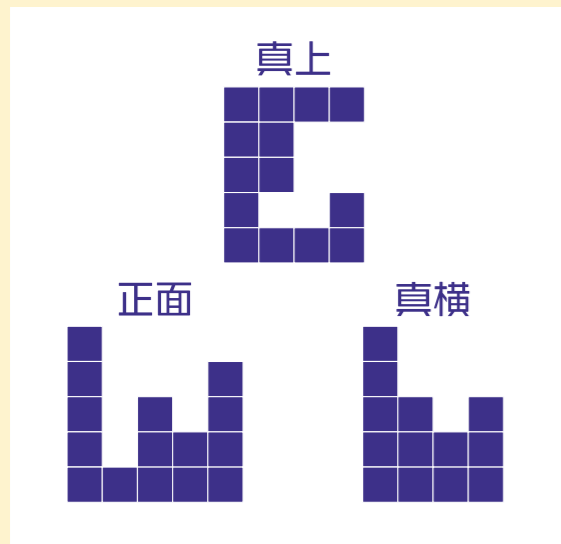


頭の体操 QUIZ

Q1 一辺が1cmの立方体を積み重ねて、それぞれの方向から見たとき図のように見える立体を作ります。立体の体積の最小値はいくつでしょう？



Q2 図の長方形を枠線に沿って切断し、書かれた数字の合計が等しいいくつかの断片に分割してください。最大でいくつの断片に分割できますか？

2	1	2	3	1	3	5	2
4	3	2	4	3	5	3	2
1	2	1	1	5	1	2	5
7	3	2	3	1	2	3	4
3	6	2	2	3	5	4	7

アンケートに答えて、解答 & プレゼントをゲット

下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://www.t2form.titech.ac.jp/sv/651346?lang=ja>

※応募者の中から5名の方にTechTech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。(2023年9月1日締切)



前回の答え	Q1	7
	Q2	35

※問題の詳細はTechTech41号の裏表紙をご覧ください。

東工大オリジナル
ソーラーランタン
(USB充電可)



直径86mm×高さ120mm

東工大情報はココ!!

入試関連のお問い合わせ 学務部入試課 TEL 03-5734-3990

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

大学院の入試に関すること
 URL <https://www.titech.ac.jp/prospective-students>
 Mail nyushi.daigakuin@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 <https://educ.titech.ac.jp>

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

広報誌・ウェブサイトに関すること 総務部広報課 Mail publication@jim.titech.ac.jp TEL 03-5734-2975



TechTech
No.42
2023年3月発行

TechTech
No.42
2023年3月発行

発行/東京工業大学総務部広報課 〒152-8550 東京都目黒区大田山2-12-1 TEL:03-5734-2975 <https://www.titech.ac.jp/>
 企画・編集/東京工業大学総務部広報課 桐原佐志 (リベラルアーツ研究教育院) 梅室博行 (工学院)
 学生企画/遠藤徳也、奥居美音、鈴木大河、武田紗貴乃、真翼、橋本広人、渡部晃子
 制作/アートクリエイション/株式会社WAVE ©2023 東京工業大学

東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

Tech Tech

テクテク
2023 SPRING
No.42

東京工業大学の
リアルを伝える情報誌

光の記録が映し出す世界



テクテク
Tech Tech

世界を創る
テクノロジー
工学院
山口 雅浩 教授
光の情報を集積し
空間に立体像を映し出す

ワクワク
Waku Waku

クロストーク
空想×現実の狭間で生まれる物語
コピーライター・漫画家・原作者 蛇蔵 ×
リベラルアーツ研究教育院・未来の人類研究センター 多和田 理実 講師
特集「データサイエンス・AI」
専門分野×データサイエンス・AIが生み出す無限の可能性

ドキドキ
Doki Doki

博士たちのキャリアデザイン論
自然電力株式会社
畦地 啓太
思い描いたキャンパスライフ。
いま、こうなってます。
東工大生 Before After

未来を創る **Tech Tech** と

理工系の枠に収まらない

Waku Waku、そして

東工大ライブの **Doki Doki**。

東工大のリアルをお届けします。

テクテク

Tech Tech

世界を創るテクノロジー

光の情報を集積し 空間に立体像を 映し出す

—ホログラフィー研究の
最前線

P.01

ワクワク

Waku Waku

クロストーク

空想×現実の狭間で 生まれる物語

P.05

特集

データサイエンス・AI 専門分野× データサイエンス・AIが 生み出す無限の可能性

P.09

ドキドキ

Doki Doki

博士たちのキャリアデザイン論

畦地 啓太

P.11

学生企画

思い描いたキャンパスライフ。
いま、こうなっています。

東工大生 Before After

P.13

光の情報を集積し 空間に立体像を映し出す —ホログラフィー研究の最前線

本来の意味での「ホログラム」とは？

「ホログラム」と聞くと、空中に浮かぶ立体映像を漠然と想像するだろう。間違いではないが、CGキャラクターなどの空中映像によるコンサートで立体のように見える映像は、ホログラフィー技術によって作られたものではなく、透明なスクリーンを利用した2Dの映像である。一番身近なホログラムはお札の虹色に光って見える部分で、2024年流通予定の新一万円札と五千円札では肖像が立体的に見えるホログラムが導入される予定だ。

実はARグラスにも応用されるホログラフィー技術

現実世界の映像に新たな画像やテキスト情報を加えるAR(拡張現実)グラスにもホログラフィー技術が活用されている。現状のARグラスでの立体的映像表示自体はホログラフィーではないが、実世界の光とプロジェクターの映像を合成する光学素子としてホログラムが使われている。また、この従来の立体映像は通常のピント調節と違う動きを目に課してしまうため、目に疲労が起こりやすい。ここに「物体からの光を完全に再現できる」ホログラフィーの技術を応用すれば、将来にはより自然な映像体験が可能になるのだ。

3Dの空中映像に「触って」操作する未来

ホログラフィーで作られた立体像に「触って」操作する3Dユーザーインターフェースの開発も進んでいる。空中に表示された3D映像に指を伸ばすと、指が像に当たった位置をセンサーが感知し、操作を進める仕組みだ。空中の像を直接操作するため直感的でわかりやすく、かつディスプレイに指が触れず汚損や感染対策にも有効であり、これからのインターフェースとして実用化が待たれる。

光の3次元的な情報を捉え、物体を立体像として再生する技術「ホログラフィー」。既に偽造防止や装飾、アートなどの分野で幅広く応用され社会に浸透しているが、等身大の人間が動く立体像を目の前に映し出すホログラフィーは、まだ映画の中だけのフィクションだ。物体から反射される光の情報のデジタル化と、それを人間に再提示するインターフェースの研究に長年取り組んでいる山口雅浩教授。目に見えない軌跡を追い求める、その心躍るテクノロジーの世界へようこそ。

デジタルで、アナログ撮影を越える精巧なホログラムを制作する

物体が人間の目に見えるのは、その物体が反射した光源からの光を目が受け止めているからです。その光を記録する際、一般的なカメラで撮影すれば光の強さや波長(色)を記録することが可能ですが、平面での像しか得られません。光の強さに加え、光の波としての伝わり方の情報(位相)もすべて記録し、物体を立体像として再現可能にする撮影と再生の技術がホログラフィーです。また、ホログラフィーによって撮影した、“立体的写真”をホログラムと言います。ホログラフィーの発明者であるデニス・ガボールは、1971年にノーベル物理学賞を受賞しています。私が学士課程4年次だった1980年代当時、ホログラムはアナログで撮影し作成するのが一般的で、研究テーマに選んだデジタルデータからの作成はまだ始まったばかりでした。アナログの場合、物体に暗室でレーザーを当てて撮影するため、大きな物体や柔らかい物体は記録できず、もちろん架空の物体のホログラムも作成できませんが、コンピュータで作った映像からホログラムを起こせれば、頭の中のイメージを立体的な映像で具現化する手段としてすばらしいと考えたのです。現在研究しているデジタルのホログラムは、現実世界で光が物体からどのように反射して伝わっていくかを計算で求める必要があるため、コンピュータ上で光の伝わり方のシミュレーションを行います。このように作成するホログラムを計算機合成ホログラム(CGH)といますが、さまざまな物体に光が当たったときの複雑な光のふるまいを全てホログラムとして模擬計算をする方法は確立していません。そこで、CG技術を組み合わせ、処理する光の情報を光線と波動^{※用語1}で使い分け、精巧なホログラムを再生する方法を日々研究しています。実際にこの方法で近年作成したダイヤモンドのCGHでは、光沢感や輝き、複雑な光の屈折が美しく再現されています。

ホログラムの最終到達点の一つ、究極の「リアル」を求めて

私たちの作るホログラムは主にガラス板やフィルムに静止画として記録されています。電子ディスプレイでホログラムを表示するには、現在の4Kや8Kを優に超える100Kレベル以上の画素が必要になるためまだ社会実装されてはいませんが、実現すれば裸眼の状態でのテレビとは全く異なる映像体験が楽しめるでしょう。

私は当面の目標として、デジタルのホログラムによる等身大の人間や部屋の空間全体の再現を掲げています。他の研究機関とも共同研究を行っていますが、やっと実サイズの人間の頭の部分ができたところです。今、AR・VRのような仮想世界も発展している中、ホログラム最大の特長は肉眼で違和感のない三次元の空間を感じられること。真に「リアル」な三次元空間映像表現を求め、これからも光の情報を追い続けていきます。

山口 雅浩 Masahiro Yamaguchi 教授 工学院 情報通信系

1989年、東京工業大学総合理工学研究所物理情報工学専攻修士修了。2011年、同大学学術国際情報センター教授。2016年より現職。工学博士(1994年11月、東京工業大学)。1999年から約10年間、(独)情報通信研究機構赤坂ナチュラビジョンリサーチセンターサブリーダーなどとして分光技術を用いた高色再現映像システムの研究に携わる。現在は、国際照明委員会(CIE)リサーチフォーラムRF-1コンピナーとして分光画像に関する国際連携活動を推進中。

【研究室ウェブサイト】 <https://www.oid.ict.e.titech.ac.jp/wp/>



テクテク
Tech Tech

世界を創る
テクノロジー

「人間が実世界から受け取る情報のうち光の情報が一番容量としては大きい。実世界の光をいかにデジタル化し人間に再び提示するか。成果がまさしく『目に見える』状態で現れる、やりがいのある研究分野です」

人間は左右の目の見え方のズレだけで「立体」と感じているのではない。ホログラムの真骨頂は実物と同じ光の情報を人間に提示することだ。

ホログラフィーは光の強さに加えて位相情報も記録・再生する撮影と表示の技術で、その撮影には物体から反射した光(物体光)と物体に当てずに記録材料に対して直接照射する光(参照光)の2つの異なる光が必要である。参照光と物体光の波の重ね合わせにより、光の強弱が変化する「干渉」という現象が起きる。光の記録媒体には、光波の干渉が非常に細かい縞となって模様を作る。できた干渉縞が記録された媒体が、ホログラムである。ホログラムに対し、撮影時の参照光と同じ位置に置いた光源から光を照射した際、ホログラムの干渉縞によって光の回折^{*#冊2}が起り、別方向に進む光が生じる。このときの回折光は記録した物体光と同じ形になっており、観察者には実際に物体が存在せずともホログラムの奥に元の物体があるかのように立体的に見えるというのがホログラフィーの原理だ。

ホログラフィーは、1948年、ハンガリー生まれの物理学者デニス・ガボールによって発明されたが、鮮明な像を映し出すものではなかったため、長らく注目を浴びていなかった。しかし1960年、レーザーが発明されたことによって再生する像の質が向上し、ホログラフィーは今や社会を支える技術へと発展を遂げた。



▲ダイヤモンドのCGH

広がる応用研究

山口教授は、コンピュータを用いたデジタルでのホログラム制作研究の最前線に立っている。

「私が研究を始めた当時は、コンピュータで計算した画像を何百枚もブラウン管に表示し、映画のフィルムで記録して、さらにレーザーの光を当ててホログラムに、というとても手間のかかる作業が行われていたのです。フィルムの代わりに画像を液晶テレビで表示させ、ホログラムを作成することが最初の研究テーマでした。光の情報をデジタル化するという原点は今も変わっていませんが、研究過程で生まれたさまざまな応用研究にも力を入れています」(山口教授)

肉眼で見たままの色を表現

基本のホログラムは光の回折を利用するため、再生光として、参照光の波長・

光線の方向と異なる太陽光や白色光を用いた場合には立体像がぼやけてしまう。これを、光の「分光」を用いて再現可能にした代表例が「レインボーホログラム」だ。分光は光を波長で分けるため、目の位置によって再生される像が虹色に変わる。クレジットカードや紙幣に印刷され、第三者による複製が困難なため偽造防止に役立っている。

山口教授は応用研究の一つとして、分光を駆使し、カラーカメラやディスプレイを従来のRGBの三原色ではなく、「分光」「多原色」で撮影・表示させる映像技術の開発を進めている。カメラで光のスペクトル^{*#冊3}自体を情報として取り込み表示できれば、まさに肉眼で見たままの色をディスプレイでも捉えられるのだ。

「物体の色や質感・光沢感などを正確に取得した色再現が特に貢献を期待される分野が、医療関係です。一例を挙げると、皮膚科では病変部のわずかな色の違いを見分けなければなりません。通常のカメラでは顔色に補正がかかり、きれいな色で出力されてしまう。それをスペクトル情報で表現すれば微妙な色合いが正しく判別できます。ここに特定の波長の光を目立たせる画像処理を適用すれば病変部の強調も可能です。また、分光カメラを持ち運べば過疎地や離島での遠隔医療の質が格段に向上するかもしれません。医療分野以外にも、美術品・文化遺産のデジタルアーカイブ作成や、商品の試作品の共有など活用できる範囲は多方面に広がっています」(山口教授)

次世代技術、「レンズレスカメラ」

デニス・ガボールが発案したホログラフィーは、もともとレンズが使えないX線や電子線の像を見る顕微鏡をつくるために、波動の性質をレンズ無しで撮影・再生するものだった。そのため、ホログラムは「レンズレス写真」とも呼ばれることがある。小型かつ軽量、加えて物体の三次元情報を記録でき、次世代のAI向け画像センサーなどとして近年需要が高まっている「レンズレスカメラ」も、実はこ

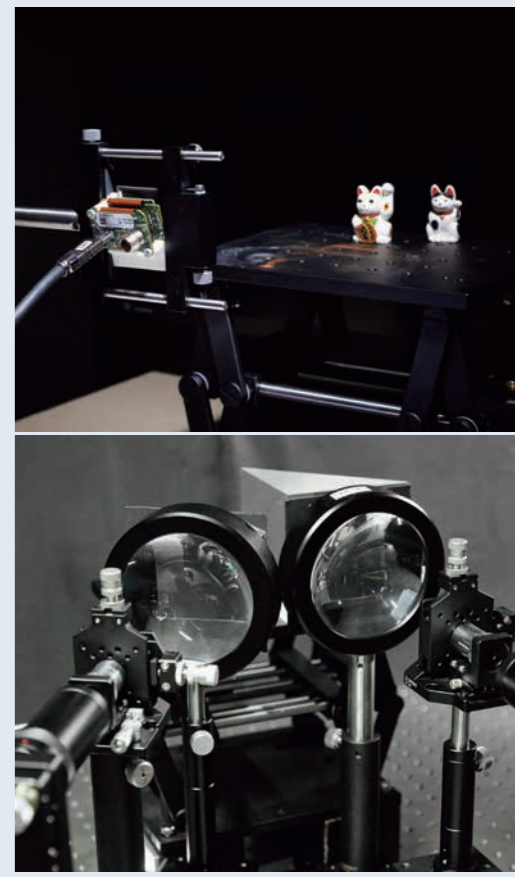
の技術の延長線上に存在している。

2022年3月、山口教授を含めた山口研究室のメンバーらはVision Transformer(ViT)と呼ばれる最先端の機械学習技術を用いた、レンズレスカメラにおける新たな画像再構成手法を発表した。これは、レンズレスカメラの画像処理を高速化し、高品質な画像を取得できる画期的な手法だ。

「レンズレスカメラは記録した光学情報をもとに、撮影後でもピントを自在に変えられるなどの可能性を有しています。この実現のためには撮影した像からの再構成の技術が鍵になります。近年著しく発展しているディープラーニングを応用する試みは既にありましたが、レンズレスカメラの光学系の特殊な特性に合っておらず十分な性能が得られていませんでした。今回開発した手法では、ViTがレンズレスカメラの特性をうまく表現できることに着目して、その課題をクリアしました」(山口教授)

山口研究室では光と画像処理技術を基礎として、多原色の映像やレンズレスカメラの他にも多彩な研究が行われている。それらは全て時代のニーズに応じたものであり、技術として目の目を見るようにしたいと山口教授は語る。目に見えない情報を「目で見える」形で表現し、一目で技術のすばらしさを実感できる画像工学。その魅力に取りつかれた研究者たちによって、究極の映像はいつか夢ではなく、私たちの前に映し出されるであろう。

Tech Tech
世界を創るテクノロジー



▲(上)レンズレスカメラの実験風景/(下)ホログラムの撮影風景

革新的 社会実装が待たれるレンズレスカメラ

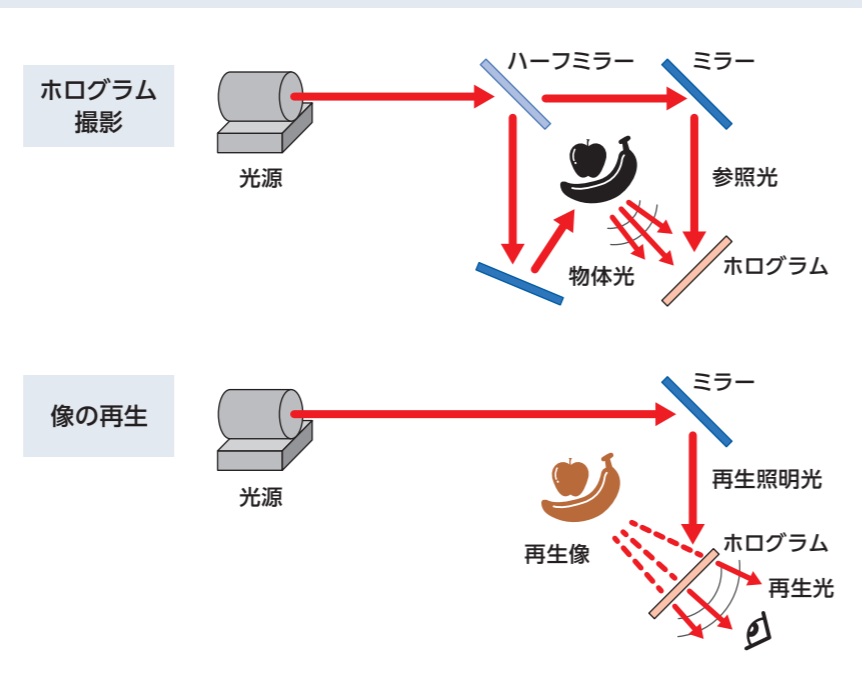
レンズレスカメラは、被写体から発せられた光をレンズの代わりにシート状の特殊なマスクを通して符号化し、センサーにパターンとして記録する。カメラの小型化・低コスト化・高機能化を実現し得る技術だが、計算処理に課題があった。山口研究室の提唱する新しい画像処理はレンズレスカメラを一気に実用化まで引き上げる力を秘めており、近い将来、超小型のデバイスで今までにないアプリケーションが社会に普及するかもしれない。



◀実際のレンズレスカメラ。

レーザー光の軌跡で見るホログラム撮影・像の再生方法

ホログラム撮影には一つの波長だけの光を出力するレーザーを光源として用いる。光源の光をハーフミラーによって物体を照射する光と記録材料に対して照射する光(参照光)とに分離し、物体からの反射光(物体光)と参照光を重ね合わせて記録媒体にあてることで撮影を行う。これらの光の干渉縞がホログラムに記録される。再生の際には撮影した時の参照光と同じ位置からレーザー光をホログラムに照射することで、ホログラムの干渉縞で回折した光が元の物体から発する光と同じように進むので、あたかも元の物体が3D映像として浮かんでいるように見えるのだ。



用語の解説

1…光線と波動 「光線」は幾何光学における概念で、光の進む道筋を線として表したものである。実際の光は波として振動しながら進む「波動」の性質も持っている。

2…光の回折 光の波が障害物に当たった際、まっすぐに進むだけでなく障害物背後の領域にも回り込んでいく波特有の現象。

3…スペクトル 光や信号などの波を波長ごとの成分に分解して表現したもの。

空想×現実の狭間で生まれる物語

ワクワク

Waku Waku

クロストーク

科学を始めとした多彩なテーマで漫画を制作する蛇蔵さんと、科学史の研究に取り組む多久和理実講師。2人は漫画家・監修者としてタッグを組み、ユニークな空想と現実の知識を織り交ぜた作品を世に送り出してきた。それぞれの専門性を生かしながら幅広いターゲットに共感される物語を描く秘訣とは何か。対話を通して創作の裏側に迫る。

対談日：2022年12月15日／大岡山キャンパスにて

多久和 理実

Yoshimi Takuwa

講師 東京工業大学

リベラルアーツ研究教育院・

未来の人類研究センター

蛇蔵

Hebizo

コピーライター・

漫画家・原作者

奥深い「科学史」に魅了された2人 共創によって広がる無限の可能性

多久和 科学上のさまざまな概念や実験の方法など、科学にまつわる事柄が歴史的にどう変化したのかを解き明かす学問が「科学史」です。私はアイザック・ニュートンの生涯や彼が考案した光の実験に魅せられて、学士課程の物理学科で学んだのち、修士課程へ進んで科学史を本格的に学修し始めました。漫画の監修を始めたのは、当時所属していた研究室に蛇蔵さんから依頼が舞い込んだことがきっかけです。蛇蔵さんはこれまで多様なテーマを作品に取り入れています。中でも科学史に関心を持たれたのはなぜでしょうか？

蛇蔵 興味に火をつけたのは、友人に勧められて読んだ、科学技術の基盤を築いた研究者についての小説です。私たちが何気なく過ごしている日常生活が、科学者たちの並々ならぬ苦勞と発見に支えられていたことに衝撃を受け、そのドラマを作品にしたいと思い立ちました。とはいえ、伝

×1
読者を
納得させる
「指摘」



監修の中では間違いの訂正だけでなく、蛇足かもしれないが注意すべき関連情報を伝えます。周辺知識を事前に共有しておけば、読者から質問を受けた場合も作者が自身の理解に基づいて的確な答えを返すことができ、物語の信頼性につながります。

記には後世の脚色がつきものです。史実と伝説を混同しないよう、専門家の指南が必要だと感じました。そこで東工大の教授を訪ねて監修の相談をしたところ、多久和先生を紹介いただいたんです。

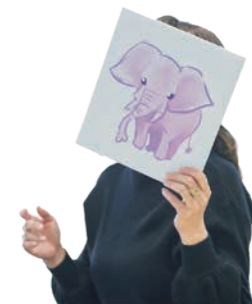
多久和 最初に担当した『決してマネしないでください。』では、数多くの科学者やその業績が取り上げられており、監修のために資料を読みあさる日々でした。次に監修した『天地創造デザイン部』は生物学の話題が中心だったので、分野を超えてますます調査の対象が広がりましたね。キリンの首をさらに伸ばしたらどうなるのか考えるために、首が長い恐竜に関する文献を読んだこともあります。蛇蔵さんの物語とともに未知の領域に踏み出すのは、新鮮でかけがえのない体験でした。

蛇蔵 漫画は読者に対する分かりやすさを優先するため不十分な説明も許容せざるを得ず、専門家にとっては本意でないことも多々あったと思います。多久和先生はそうした事情も酌んだ上で間違っている箇所とその理由を丁寧に説明し、ストーリーを成立させる代案をいくつも出してください

ました。一つ一つの言葉に対する指摘も的確で、研究領域にとどまらない「センサー」に驚かされましたね。特に印象に残っているのが、『天地創造デザイン部』でケンタウロスを取り上げた回。「ケンタウロスは人間と馬の体を併せ持つが、心臓などの内臓器官は人間と馬のどちらの部分に入れるべきか」という問いに対して、「心臓は循環器なので内臓とは表記しない」と訂正があり、細かな部分まで徹底的に調べる姿勢に感動しました。

多久和 もちろん、監修者として物語に説得力を持たせる努力は最大限したつもりです。その過程で直面した壁が、科学コミュニケーションの難しさ。相対性理論や量子力学といった専門知識を中学校の理科で習うレベルの用語で解説するには、大変な労力がかかります。私が数式を手書きして送ったところ、物理量をギリシャ文字で表すという習慣を共有していなかったため、「ρ(ロー)」が似た活字の「p」と印刷されそうになったこともありました。普段は理工系の学生と接することが多く意識していませんでしたが、蛇蔵さんとのやりとりの中で、科学の専門知識や慣例を知らない方々に対するコミュニケーションを模索できました。

「日常生活を陰で支える 科学者たちの功績。 専門家の知見を借り、 彼らの軌跡を示す漫画を 読者に届けます」



蛇蔵 コピーライター・漫画家・原作者(元東京工業大学非常勤講師) ゲーム会社でコピーライターとして勤務後、独立。コミックエッセイ『日本人の知らない日本語』(蛇蔵・海野風子、KADOKAWA)がベストセラーに。東工大をモデルにした漫画『決してマネしないでください。』(蛇蔵、講談社)が2019年にNHK総合でドラマ化、『天地創造デザイン部』(蛇蔵・鈴木ツタ・たら子、講談社)が2021年にアニメ化された。

「科学者の実験や 生涯に惹かれ研究の道へ。 監修を通じて 多彩な分野と出会い 関心が広がりました」



多久和 理実 講師 東京工業大学 リベラルアーツ研究教育院・未来の人類研究センター 東京工業大学大学院社会理工学研究科博士後期課程修了。博士(学術)。専門は科学史で、でも物理学史について豊富な知見を持つ。物理学・科学史にまたがる幅広い知識を生かして、漫画やテレビ番組の監修・企画協力なども多数手掛けている。

「面白い」物語と「正確な」知識 双方を兼ね備えた作品を読者に届ける

蛇蔵 創作の世界も研究も、他者と一線を画した発想や独自性が強みを持つことが多い分野です。多久和先生ならではの個性は研究にどう取り入れられているのでしょうか？

多久和 科学史研究の多くは、当時の実験ノートや学会の記録といった文字資料を参照する歴史学的手法で行われます。しかし、それだけでは理論と実験結果が合わなかったり、実験そのものが失敗したりして、「文字に残らなかった部分」を見いだせません。文献にはない試行錯誤の過程を知る手段として私が取り入れているのが再現実験です。例えば、ガリレオ・ガリレイが唱えた、物体の重さにかかわらず落下速度は等しくなるという「落体の法則」。彼はピサの斜塔から重さの異なる2つの球を落とし、どちらも同時に地面に着いたことからこの理論を証明したといわれています。ところが同じ実験をやってみると、空気抵抗を受けるため重い球から先に地面に到達することが分かります。このように、歴史上の実験結果は主張する学説に合わせて再構成されていることが少なくありません。行間にある新たな事実を知るのは楽しいですし、大学時代に物理学科で実験に取り組んだ経験も生かしています。

蛇蔵 強みを発揮できるニッチな領域を切り開く姿勢は、漫画制作にも通じますね。一方で、独自性だけでなく多くの読者が共感できる「王道」の魅力も兼ね備えないといけないのがエンターテインメントの難

×2
面白い作品の
「方程式」



映画などの作品を鑑賞したら、面白さの理由を徹底的に分析。導入や登場人物紹介に割く時間、伏線を回収するタイミングなど、事細かにメモを取ります。世間で愛される作品の「方程式」を見だし、独自の数値に置き換えることが、魅力ある作品づくりに欠かせません。

しいところ。自分にとって「面白い」かどうかを基準にしつつ、判断に迷ったときは周囲の反応も見て取捨選択をしています。

多久和 私は教養科目の「科学史」を担当しているのですが、学生に真剣に学んでもらうためにも「面白さ」への気付きが重要だと感じます。そこで、授業冒頭では毎回「ガリレオ・ガリレイは本当に『それでも地球は回っている』と言ったのか」「なぜ日本人は虹が七色だと思うのか」といった問いを投げかけ、歴史資料に基づく解説を行っています。当たり前だと思われていた言説の裏にある意外な事実を知れば、学ぶ意欲が湧き上がるのではないのでしょうか。

蛇蔵 人々が普段見過ごしている「面白さ」を紹介したいという気持ちは、私が作品を生む原動力でもありますね。それを漫画に落とし込んで最初の4ページで読者の心をつかむには、人気作品に共通する方程式×2を取り入れるなど、さまざまな工夫を凝らさなければなりません。特に配慮しているのは、適度に脚色を加えつつも誤解は招かない、エンターテインメントと事実のバランス感覚です。

多久和 蛇蔵さんの作品はどれも、物語の「面白さ」と知識の「正確さ」を絶妙な案配で両立されていると感じます。これまで監修者として発信のお手伝いをしてきましたが、今後は私自身でニュートンの人生や実験の魅力を伝える書籍を出版するつもりです。蛇蔵さんとの協働によって学んだ知見を生かしつつ、「面白さ」と「正確さ」に橋を架ける自分なりの基準を作り上げたいですね。

漫画家と専門家の強みを生かした協働が 人々に学問の魅力を伝える鍵となる

多久和 監修に携わる中で感銘を受けたのが、自分の知識や経験が及ばない範囲を把握し、専門家の意見を尊重してくださる蛇蔵さんの姿勢です。また、どの作品も各話で取り上げた事柄に対して丁寧な補足が付けられており、あらゆる専門分野に対する敬意も感じました。例えば、『決してマネしないでください。』には脚注や参考文献が付いているほか、特別インタビューとして研究者のコメントも掲載されています。『天地創造デザイン部』では登場した生物の詳しい生態が「生きもの図鑑」にまとめられています。読者の興味を呼び起こし、より正確な知識へいざなっていく構成が巧みですよね。

蛇蔵 そう言っていただけてうれしいです。私は、専門家が学問研究に打ち込む空間、いわゆる「象牙の塔」にのぞき穴を開けるつもりで漫画を描いています。のぞき穴からの景色は誰もが背伸びせず眺められますが、それが全体像だと思込ませてはいけません。そこで、作品内では人々の関心を引くユニークな事例を取り上げると同時に、専門分野の知識につながる道筋も示すようにしています。こうした前提を守った上で、学問の奥深い魅力を読者に伝えることが重要なのです。

多久和 科学史を取り上げた漫画を制作されると知ったとき、実は一般の読者にとって面白いものになるか不安だったんです。ですが、『決してマネしな

×3
共感と呼ぶ
「理工系あるある」



理工系の専門知識を持つ学生が共感するだけでなく、それ以外の読者もクスッと笑える小ネタが満載。実験器具の拭き取りなどに重宝される産業用ワイパー「キムワイパー」(日本製紙クレシア製品)のパッケージデザインを取り入れたTシャツは、作品内の登場人物も着用しています。

いでください。』の監修を経て杞憂だったと気付きました。この作品は理工系の学生たちが送る日常生活とそこで語られる科学者のエピソードの二重構造になっていて、知識の有無にかかわらず誰もが楽しめます。むしろ、私が世間には通用しないと思込んでいた「理工系あるある」×3が面白おかしく描かれ、それが幅広い層の読者に愛されていると知り、東工大の学生生活の素晴らしさを実感する機会にもなりました。

蛇蔵 東工大生が過ごしている日常の面白さを伝えたかったので、そう言うただけで感無量です。私の生涯のテーマは「学習をエンターテインメントにする」こと。今後も多くの人々に学問の魅力を広めるべく、メディアミックスなどを視野に入れた漫画制作に取り組んでいきます。そのためにも、多久和先生のような科学の専門知識を持った

監修者の協力は欠かせません。漫画に限らず、エンターテインメント業界には専門家の知見を必要とする作品が数多く存在します。研究・教育活動はもちろん、監修も仕事の選択肢に加えてもらえたらありがたいですね。

多久和 私も科学者やその歴史を題材にした作品を通して興味を広げてきたので、エンターテインメントの重要性は強く感じます。専門家は研究領域を詳しく解説できますが、誰もが楽しめる魅力的な「入口」を作るには、漫画家・原作者を始めとするクリエイターの協力が不可欠ではないでしょうか。科学の裾野を広げるために、これからより一層連携の輪が広がることを願っています。

まだまだ 深める知的好奇心

虹



日本で一般的な「七色の虹」という表現は、ニュートンの学説に影響を受けている。彼は白色光(太陽光)をプリズムに当て、分散させることで、七つの基本色に分けられると主張した。しかし、再現実験を行うと分散した光の色は連続的に変化するため、七色を明確に区別するのが難しい。実験結果を注意深く見ると、学校で習うような理論とその証明が実はそれほど単純ではないことが分かってくる。

せりふ



専門知識を分かりやすく伝えるには、登場人物のせりふが重要になる。その工夫の一つが、事実からかけ離れない範囲でインパクトある比喻や表現を用いることだ。例えば、アイザック・ニュートンを紹介するなら「ニュートンは心の狭い引きこもり」と前置きした方が読者の関心を得やすい。ただし、万人が理解できる表現でない場合は、ターゲットを考えて言葉を選び姿勢も必要だ。



科学史の逸話・伝説に潜む
思いがけない真実を発見すれば、
学習意欲が湧き上がるはず

「面白い」という感覚を原動力に、
多種多様な学問分野の魅力を
伝える作品を世に送り出します

専門分野×データサイエンス・AIが生み出す

無限の可能性

現代社会に巻き起こるさまざまな問題解決の糸口として「データサイエンス・AI(DS・AI)」が注目を集める。東工大は、かねてより取り組んできたデータサイエンス・AI教育を2022年度からさらに拡充。最先端の学びによって広がる可能性について、データサイエンス・AI全学教育機構の三宅機構長に話を伺った。

1. 多様な社会課題に対応できる力を養成 東工大が推し進めてきたDS・AI教育

社会が変革期を迎え、かつての常識では推し量れない問題があふれている昨今。これまで研究を始めとするアカデミックな領域で行われてきた「創造」は、今では未知の問題が生じる社会のあらゆる場面で必要とされています。特に発展が著しいデータサイエンス・AI分野において、課題を発見して解決策を探り、ビジネスとして成立させる「創造力」は不可欠です。東工大

はこうした潮流をいち早く捉え、2019年に「データサイエンス・AI大学院全学教育」を開始。2021年には学士課程を対象とした科目も設けるなど、着実に学びの輪を広げています。さらに、2022年度は「データサイエンス・AI全学教育機構」を設置。専門分野の境界を越えて課題解決・教育指導を行う「共創型エキスパート」人材を育成することを目的としています。

2. 社会との連携で広がる新たな学び ハイレベルなDS・AI教育によって「共創」する未来へ

「共創型エキスパート」とは、①DS・AIを駆使できる理論的な基盤を身に付け②DS・AIを介して多様な専門を持つ人々と交わり③DS・AIの未来を担う若者を教えられる人材を指します。こうしたスキルを効率的に修得できるよう、東工大ならではの工夫を盛り込みました。まず、データサイエンス・AI全学教育科目をすべての学院・学年に開講し、専門分野の垣根を越えた交流を実現。さらに、38社の企業と共同で教育コンソーシアムを形成し、実践を見据えた学びを提供しています。また、文部科学省により選定された「数理・データサイエンス・AI教育の全国展開の推進」拠点校として、他

大学の教育支援にも力を注いでいます。英語で行われる一部の大学院授業を海外大学へ配信していることも特長です。多彩な学びを通じて、データサイエンス・AIが分野の異なる人々にとっての「共通言語」になれば、より深い会話や技術交流ができるようになり、「共創」につながるはず。発展的・実践的な内容を網羅したエキスパートレベルの学びは、国内におけるデータサイエンス・AI教育の標準モデルとしても重要な役割を果たすことでしょう。



三宅 美博
データサイエンス・AI全学教育機構長/情報理工学院教授
専門分野は共創システム、コミュニケーション科学、非線形科学、ヒューマンコンピュータインタラクション。主に人間のコミュニケーションの分析、数理モデル化に取り組んでいる。



Student Voices

受講科目 基盤データサイエンス演習 実践を通じた学び データサイエンスの手法を学び、建築分野に応用



クラスタリングや回帰分析といったデータサイエンスに関するさまざまな手法を、プログラミング言語「Python」を使って学習。実際にコードを記述し、実行した結果を見ながら学んだことで、体感的に知識・スキルを習得することができました。目的に応じてどのような手法を用いればよいかを分かりやすく解説いただき、自身が専攻する建築学の研究に応用する際にも、活用の仕方がイメージしやすかったです。建物の情報や画像などのデータから分析を行うことで、より第三者の評価軸をデザインに取り入れた設計が可能になると考えています。



今出川 祐亮 さん
環境・社会理工学院 建築学系 修士課程2年

受講科目 実践AI・データサイエンス 幅広い業界に通じるDS・AI 数学の知見を生かして挑戦を続ける



小澤 真実 さん
情報理工学院 情報工学系 修士課程1年

難しいイメージを持たれやすいDS・AIですが、実はさまざまな技術の根本は数学にあり、東工大で学んだ情報工学系の知識を生かして学びを深めています。授業の中で特に印象に残っているのは、「実践AI・データサイエンス」。オムニバス形式で毎回異なる企業のデータサイエンティストの方の講義を受け、DS・AIの知識を駆使して社会課題への対応を考えるなど、実践的な問題に取り組みました。一見DS・AIと関係がなさそうな業界でもデータを使いこなせる人材が強く求められていると知り、学びの重要性を実感できたことも良い収穫だったと思います。

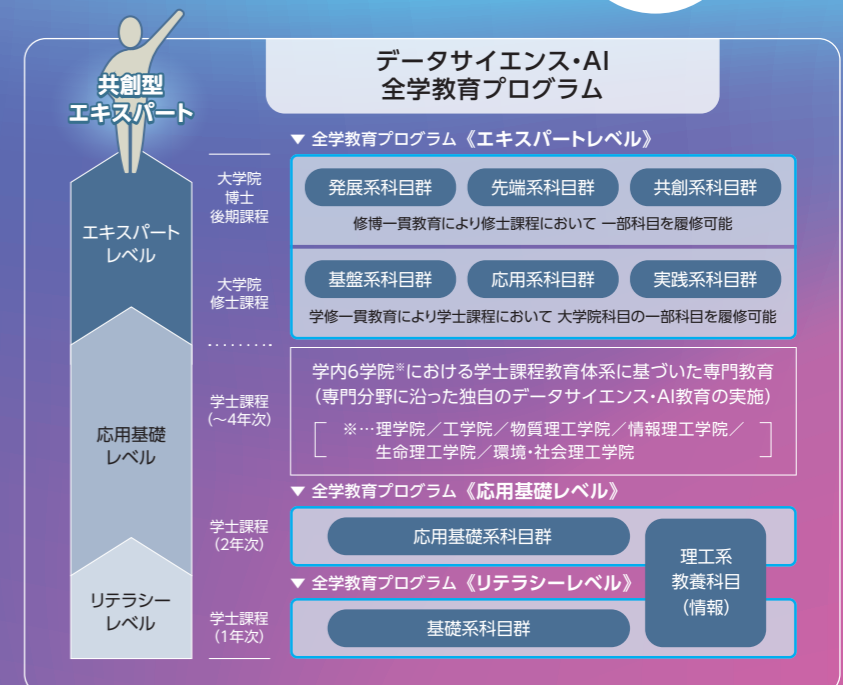
実践AI・データサイエンス協力企業 (2022年度)

ソニー株式会社	AGC株式会社
日本ガイシ株式会社	株式会社IHI
三菱電機株式会社	旭化成株式会社

2022年度から始まる 東工大のDS・AIプログラム

新たな可能性の創出へ

新たなデータサイエンス・AI全学教育プログラムは、段階的に幅広い内容を学べるよう設計されています。学士課程1年次で受講できるのは「リテラシーレベル」にあたる基礎系科目。今後の土台となる知識を身に付け、学士課程2~4年次に「応用基礎レベル」の学びを深めます。さらに、大学院では本プログラムの中心となる「エキスパートレベル」の学びを展開。修士課程では基礎系・応用系・実践系科目群を、博士後期課程では発展系・先端系・共創系科目群を受講することで、高度な知識やスキルを身に付けます。大学院では実際の企業における課題解決の方法を学んだり、データサイエンス・AIを扱う第一線の研究者から話を聞いたり、実践的な学びを数多く用意。他者との交流や指導の場を提供する共創系科目群なども設けており、多種多様な学びを通じて社会で活躍するための基盤を築きます。



サステナブル社会のリーダー国となる未来を見据え、再生可能エネルギーの推進に挑む

地球温暖化を始めとする環境問題が進行する中、抜本的な対策が急がれる今日。サステナブル社会の実現をライフテーマに掲げ、東工大での研究を重ねた畦地啓太さんは、現在自然電力株式会社で再生可能エネルギーの導入に携わっている。研究を始めた学士課程、卒業後に経験した農家と海外での生活、再び東工大で学んだ修士課程と博士後期課程。その10年の軌跡を振り返り、今につながる学び・気づきを語ってもらった。

畦地 啓太 Keita Azechi

自然電力株式会社 洋上風力事業部
博士(工学)

PROFILE

2009年、東京工業大学工学部 電気電子工学科を卒業後、世界各地を回る中で「電気のない暮らし」を経験。2010年に再び同大学大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻。2015年博士後期課程修了後、同年4月より自然電力株式会社に入社。国内外の再生可能エネルギーのプロジェクトを推進する業務に励んでいる。



再生可能エネルギーの導入でサステナブル社会の実現へ

取材日：2022年12月／自然電力株式会社にて

環境技術研究で感じた「限界」そして「電気ナシの社会」へ飛び込んだ

サステナブル社会の実現に興味を持ったのは15歳の時。『沈黙の春』（レイチェル・カーソン著）と『風の谷のナウシカ』（宮崎駿著）を読んで感銘を受けました。地球規模の環境問題を前に、人は国を超えてどう共生し、どう解決していくのか。一生をかけて取り組める大きなテーマだと感じて、その後の基軸となりました。当時は宇宙で太陽光を利用して高効率で発電する「宇宙太陽光発電」が世間で話題になっていて、サステナブル社会を叶える方法として再生可能エネルギーに着目。発電に関する学びへの関心はますます高まり、東工大の工学部電気電子工学科に入学しました。

学士課程では環境技術の一環として、蛍光灯の調光技術を研究しました。交流（AC）・直流（DC）の変換など、電力変換工学の分野にあたるものです。ただ、こうした技術を研究する中で徐々に「技術の限界」を感じるようになりました。技術の進展自体は日進月歩ですが、その技術が

人々の暮らしの内部にまで浸透するスピードは決して速くありません。サステナブル社会が本当に技術だけで実現できるのかどうか、疑問を覚えたのです。そこで、広い視野で「サステナブル社会実現の道」を探るべく、学士課程卒業後、半年間農家で住み込みで働きながら資金を貯め、ネパール、インド、タイ、カンボジアなどのさまざまな国を回りました。その半年間の海外生活の中でも特に、電気の無いコミュニティで2、3ヵ月暮らした経験が大きなターニングポイントになったと思います。明かりといえば、日中に太陽光を蓄電池で貯めて、夜にキッチンで点けるのみ。それ以外は自分の手元をろうそくで灯すくらいで、7時ごろには就寝します。この生活を通じて、「0から1」を生み出す再生可能エネルギーの価値を改めて感じ、研究に戻ろうと決意しました。

技術と社会をつなぐ立場を目指し、再び東工大での研究へ

「技術」にどっぷり浸かった学士課程と、電気のない「社会」を経験した数ヵ月を経て、自分は「技

術と社会の間に立つことで、自分の価値を発揮できる」と気づきました。当時、日本国内では風力発電の風車設置が地域の反対運動を受けてなかなか進まないという課題がありました。どうしたら再生可能エネルギーが社会に受け入れられていくのか、社会的合意形成や土地利用政策などに取り組める大学院を探したところ東工大の原科幸彦・錦澤滋雄研究室へ行きつき、結果的に東工大へ「帰る」ことになったのです。

修士課程では、日本中の風力発電建設の事例を調査し、地域住民の反対につながる因子を割り出して統計を取りました。一つの結論として、再生可能エネルギーの導入においては、民間事業者任せではなく、国や公共機関が指揮を執って、そこに民間事業者を呼び込む方が反対を受けにくいということが分かりました。実際にこうした制度を導入しているのが、再生可能エネルギーの先進国であるドイツです。1970年代のオイルショックおよび1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故による影響を受けた経験から、ドイツでは国や公共機関はもちろんのこと、民間にも再生可能エネルギーへの転換意識が強くと

ています。自分自身の体験としても、修士課程の2011年に東日本大震災での福島第一原子力発電所事故があり、そのときに「日本の再生可能エネルギーをもっと推進しなければ」と研究の継続を決めた背景があります。そこで、博士後期課程ではドイツを訪れ、再生可能エネルギー導入のステークホルダーとなる人々へのヒアリングを通じて、制度の強みや課題に関する研究を行いました。アポイントを取るためにメールを50-60通も送り、産官学問わず返信が来た相手にひたすら会って、ドイツ語を翻訳しながら話を伺う……という流れです。良い面だけしか見えない制度も、現場では愚痴が色々出てきます。政策を考える上では、その愚痴が大切な課題となって見えてくるのです。

修士課程・博士後期課程では東工大のグローバルリーダー教育院（AGL）にも第1期生として所属しました。業務では、全貌が見えない不確実な状況の中で一歩を踏み出す行動力・判断力や、スピードが求められる状況が多々あり、AGLでのワークショップやディスカッションを重ねる中で身に付けたデザイン思考がダイレクトに生かされて

います。また、AGLプログラムにあるスタンフォード大学やインド工科大学での研修でも、世界トップレベルの学生との議論の経験は、企業や住民との交渉の場面でとても役立っています。

サステナブル社会を国際的に牽引する「JAPAN」を目指して

現在勤務している自然電力株式会社は、実は、ドイツでのヒアリング中にご縁があった企業です。入社後に主に携わっているのは、風力発電の企画開発です。国内外の地点についての条件分析、風車を立てる地点の決定、実際の地域住民との合意形成や調整、行政との折衝、風車を立てる工事業者との調整など、初期段階を主に担当しています。特に現在は海の上に風車を設置する洋上風力発電を担当していて、国内外のパートナー企業と連携しながら進めています。多様な立場の人との調整はときに苦勞しますが、東工大で培ったロジカルシンキングとコミュニケーション能力、リーダーシップを存分に活用しています。業務の中で痛感するのは、論理的な思考だけでは人は動か

ないということ。相手の不安を取り除く接し方や見解の違いを受け入れる柔軟性、さらには複数の立場を考慮しながらプロジェクトを推進していく力が必要です。こうした力は、1年間の海外生活やAGLでのワークショップ、ドイツでのヒアリングで培われたと感じています。

今後は、政府が宣言している2050年までのカーボンニュートラル達成に主体的に携わっていきたくと考えています。現在担っている仕事の中心は風力発電ですが、それ以外にも太陽光やデジタル技術を活用した蓄電池など再生可能エネルギー全般に携わる業務もあり、全貌を捉えた仕事をしています。さらにその先のビジョンとして、「日本をサステナブル社会のリーダー国にしたい」という大きな目標があります。博士後期課程で訪れたドイツでは、人々が世界中から再生可能エネルギーを学びに集まり、その人材の集積がさらにドイツを強くする好循環がありました。「サステナブル社会といえば日本だ」「日本に学びに行こう」と思われる未来を目指して、国内外の再生可能エネルギーへの転換を推進していくつもりです。



2001

15歳の時、『沈黙の春』と『風の谷のナウシカ』を読んで環境問題に興味を持ち、サステナブル社会の実現をライフテーマとすることを決意

2005

太陽光電池や風力発電などの「電気」を学ぶため、東京工業大学工学部学士課程に入学

2009

学士課程卒業後にギャップイヤーとして、農家で半年間働いたのちに海外に半年間滞在し、電気のない暮らしを経験

2010

東京工業大学大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻修士課程入学。原科・錦澤研究室にて風力発電導入事例の分析に励む

2011

グローバルリーダー教育院（AGL）の第1期生として、博士後期課程修了までデザイン思考を学ぶ

2012

同大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻博士後期課程入学。再生可能エネルギー先進国であるドイツに留学。エネルギーインフラの制度と課題を分析し、研究テーマとする

2015

自然電力株式会社へ入社。国内外への再生可能エネルギー普及を目指し、複数のプロジェクトを推進中



思い描いたキャンパスライフ。いま、こうなっています。

東工大生 Before After

最先端の研究や文理の枠を超えた学びから、多くの刺激を得られる東工大。
今回は東工大広報サポーターの皆さんに、入学前に思い描いたキャンパスライフが
入学後の学びや経験を通じて、どのように変化したかを聞きました。



Before

量子コンピュータを研究したい

After

文理の学びを生かして研究を深めたい

「文系」「理系」の枠を超えた学びに出会い、
多角的な視点を研究に生かそうと決意。

高校生の頃は量子コンピュータや経営工学など工学系のこと
について幅広く学びたいと考え、多彩な研究が行われている東
工大へ進学しました。入学してから特に驚いたのは、文系科目
の充実度。今では社会科学系の研究会に所属し、いわゆる「文
系」の学びにも積極的に取り組んでいます。また、さまざまな学

生や研究者と交流する中で自分の意見が相対化され、物事を
多面的・批判的に考えられるようになりました。今後は文理にと
らわれず関心のある分野を学び、留学などの経験も積んで、培
われた視点を新たな研究につなげたいと考えています。

H.T.さん
工学院
学士課程1年



Before

生物・化学の学びに打ち込みたい

After

多様な人々と交流し視野を広げたい

医療に対する熱意を持ち続けながら、
多様な人々との交流を通して視野を広げる。

中学時代に病気で1年間入院生活を送っており、さまざまな医
療従事者にお世話になった経験から医学に貢献したいと考え
るように。その後、生命現象への理解を深めるべく東工大の生
命理工学院へ進みました。入学するまでは生物・化学を始めと
する理系の学びだけに打ち込む環境だと考えていましたが、文

系科目の豊富さを知ってその印象は一変。1年次の必修科目は
全学院を横断する「ユニット」単位で行われるため、専門分野
の壁を越えて交流できたことも良い経験になりました。これか
らは病気を扱う研究室への配属を目指して勉強しつつ、課外活
動にも力を入れて交友関係を広げたいです。

E.F.さん
生命理工学院
学士課程1年



Before

海外でエンジニアとして働きたい

After

海外で環境問題を研究したい

海外に行く目的が明確に。
Taki Plazaでの学生の交流促進にも力を注ぐ。

エンジニアとして海外で働きたいという夢がありましたが、環境
問題の解決にも興味があり、幅広い知識を学ぶため環境・社会
理工学院に入学しました。入学後、学内で出会う留学生たちは、日
本にきた理由や将来の目標をととても具体的に語ります。自分の夢
がいかに曖昧なものであるか気付き、なぜ海外に行きたいのか

真剣に考えるようになりました。そして、環境問題についてより先
進的な研究に取り組む海外の大学で学びたいという目標が見つ
かったんです。一方で、学生交流施設Taki Plazaで開催するイ
ベントの企画運営にも積極的にに関わり、多くの東工大生が交流で
きる場にしたというもう1つの目標もできました。

S.T.さん
環境・社会理工学院
融合理工学系
学士課程2年



Before

教育現場にe-learningの活用法を示したい

After

納得できる研究成果をもって大学院へ

沖縄マングローブ生態系という、
情熱を注がれる研究テーマに出会えた。

高校時代に留学したアメリカでは、アクティブラーニングのツール
として既にe-learningが普及していました。経営工学系の模擬授
業で“芸術の数値化”に関する講義を受けた際、e-learningの効
果を数値化し、国内の教育現場での活用法を示せる可能性を感
じて、この大学で学びたいと思ったんです。入学後、数学や実験だ

けでなく部活や文化祭にも夢中になっている友達と過ごすうちに、
優等生的な角がとれて、水泳や学勢調査、留学、研究など好奇心
のまま主体的に行動するように。そんな中で、これだ!と思える研
究テーマに出会えました。今は、学士課程のうちにできる範囲の研
究をやり切り、自信をもって大学院に進みたいと考えています。

W.A.さん
環境・社会理工学院
融合理工学系
学士課程4年



Before

優秀な仲間と共に学び、海外経験を積みたい

After

チャンスを逃さず、自分の可能性を広げたい

東工大でしか得られないチャンスをつかみ、
多様な経験を積み重ねていきたい。

より自分を高められる環境に身を置こうと、他大学から東工大
大学院に進学。海外経験を積みたいという目標の達成に向け
て、国際交流が盛んな研究室で活動しています。入学して半年
の間に、フランスのサマースクールへの参加や国際会議での
発表などの機会に恵まれました。座学中心だった学部時代の

学びと異なり、大学院では主体的な行動と挑戦する意欲が求
められていると感じます。挑戦には不安がつきものですが、東
工大にきたからこそこのチャンスだと捉え、貪欲に挑んでいま
す。そして、やり遂げるごとに徐々に自信がつかってきました。今後
もチャレンジを続け、自分の可能性を広げていきたいです。

T.S.さん
理学院
物理学系
修士課程1年



Before

何がなんでも東工大で学びたい

After

大好きな建築の学びをさらに深めたい

誰かと競い合うのをやめたら、
自分のペースで学べるようになった。

オープンキャンパスで東工大立志プロジェクトの模擬授業に参
加した際、率直に意見を交わせるオープンな雰囲気が心地よく
て、この大学で学びたいという思いが強くなりました。キャンパ
スで過ごす自分の姿を想像してはわくわくしたものです。しか
し、その前に入試という競争を乗り越えなければならず、必死

に勉強する日々が続きました。晴れて入学してからは、「優秀な
仲間たちと影響し合いながら、周りを気にせず自分なりに頑張
ろう」と、大好きな建築をのびのびと学んでいます。今はこの恵
まれた環境にいられることに感謝しつつ、大学院にも進み、さら
に学修・研究を深めたいと考えています。

Y.H.さん
環境・社会理工学院
建築学系
学士課程2年



Before

とにかく早く新薬の開発研究に携わりたい

After

博士後期課程で高い研究スキルを身に付けたい

微生物が働く仕組みを解明し、
憧れの医薬品開発に生かしたい。

入学前から、微生物が抗生物質を産生する仕組みや抗生物質
が病原菌を抑制する仕組みに関心がありました。大学では医薬
品開発に必要な幅広い知識を修得し、少しでも早く研究に携わ
りたいと思っていました。東工大は先進の研究環境が整い、早
期に研究を開始できる制度や博士後期課程進学への手厚い支

援もあります。次第に、より高い研究スキルを身に付け、医薬品
の開発研究者として社会に貢献したいという明確な目標も見え
てきました。関心のあるテーマは変わらず、医薬品開発に携わる
憧れが少しずつ現実味を帯びていくのを感じています。研究、考
察を深め、論文として発表するのが当面の目標です。

O.M.さん
生命理工学院
生命理工学系
学士課程3年

