

頭の体操 QUIZ

Q 1 マスの中で縦横に線を引き、同じ数字を結んでください。線が交差したり、通らないマスがあったりしてはいけません。すべての数字を結んだとき、「1 2 3 4 3 1」があらわす言葉を教えてください。

		1					
5						3	4
9				6			
		1					
		8					
2						3	
	7		4				
	8		9				
		2				7	6
				5			

Q 2 □の中に1～12の数字を重複しないように入れてください。唯一入らない数字は何でしょう？

$$\begin{array}{r} \boxed{5} \times \square - \square = \square \\ + \quad \times \quad + \\ \square - \square + \square = \square \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ \square \quad \square \quad \boxed{10} \end{array}$$

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/757974?lang=ja>

※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。(2022年9月2日締切)
 ※色の指定はできません。



前回の答え	Q 1	19回
	Q 2	E

※問題の詳細はTech Tech39号の裏表紙をご覧ください。

東工大オリジナル
真空断熱
タンブラー
(ホワイトorライトブルー)



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>



Tech Tech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

Tech Tech

Tech Tech
No.40
2022年3月発行

発行/東京工業大学総務部広報課 〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-1-2-1 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)
 学生企画/相田有希歩、小島理左、鈴木大河、船岡佳生、宮本舞佳、矢部雅音
 制作/アートデザインラボ/株式会社WAVE ©2022 東京工業大学

東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

Tech Tech

テクテク
2022 SPRING
No.40

東京工業大学の
リアルを伝える情報誌

未知の世界に
ワクワクしよう



テクテク
Tech Tech

世界を創るテクノロジーGEEK
 東京工業大学 理学院 久世 正弘 教授

ワクワク
Waku Waku

クロストーク オペラ × 超音波
 声楽家(テノール) 高橋 淳 ×
 東京工業大学 科学技術創成研究院 中村 健太郎 教授

ドキドキ
Doki Doki

博士たちのキャリアデザイン論
 ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
 吉木 均

特集「未来シナリオ」制作の裏側
 東京工業大学 未来社会DESIGN機構 副機構長 大竹 尚登 教授

Discover Tokyo Tech courses
 —これぞ東工大、これも東工大

未来を創る **Tech Tech**と

理工系の枠に収まらない

Waku Waku、そして

東工大ライフの **Doki Doki**。

東工大のリアルをお届けします。

Tech Tech

Tech Tech

世界を創る
テクノロジー
GEEK

P.01

Waku Waku

Waku Waku

クロストーク

オペラ
×
超音波

P.05

特集

「未来シナリオ」
制作の裏側

P.09

Doki Doki

Doki Doki

博士たちのキャリアデザイン論

吉木 均

P.11

学生企画

Discover Tokyo
Tech courses

— これぞ東工大、これも東工大

P.13

タイムトラベルしよう。 宇宙誕生後の1秒間に

宇宙誕生後の1秒間に何が起きた？

138億年前、ビッグバンによる宇宙誕生の直後、物質と反物質が生まれた。理論上、両者は対消滅を起こし消え去るはずだったが、相互作用によりわずかな非対称が生じることで物質が残り(CP対称性の破れ)、今の宇宙を形成したと考えられる。

ニュートリノの質量はどう測る？

素粒子物理学における標準模型ではニュートリノの質量は「0」とされてきたが、スーパーカミオカンデでの研究により質量を持つことを発見。宇宙から降り注ぐ大気ニュートリノを観測し、地球の裏側からの数と上方からの数の比較からその証拠が得られた。

暗黒物質は、たしかに「存在する」

宇宙には天体として見えている物質の質量をはるかに越える質量が存在することは、銀河の回転速度・重力レンズ効果などの宇宙観測から明らかであり、その質量を担うとされるのが「暗黒物質(ダークマター)」だ。宇宙の約27%を占めている重要な物質だが、素粒子物理で現在知られている粒子では説明できず、その正体の解明が待たれる。

我々が存在するこの宇宙はどのようにして生まれたのか。その壮大な謎を解き明かす鍵と言われるのが、物質を構成する素粒子の1つ「ニュートリノ」だ。解明の糸口であるニュートリノにおける「CP対称性の破れ^{※用語1}」を証明すべく、最先端の高エネルギー加速器による国際共同研究に取り組む久世正弘教授。宇宙誕生後の1秒間に迫る、そのダイナミックなGEEKの世界へようこそ。

宇宙の根源を、極小のニュートリノ研究が解明する

人類は古代ギリシアの時代から、物質の最小単位を追い続けています。かつては原子、それが電子・陽子・中性子に分解され、そして現在は陽子と中性子がさらに小さなクォークという3つの素粒子から成ることが明らかになっています。素粒子物理学は、このような最小単位を追求し、解明していくことから始まりました。

私の研究活動も、陽子の内部構造を解明するためドイツの研究所で加速器を用いた研究に携わったことから始まります。2009年からはスイスのCERN(欧州原子核研究機構)にある世界最高エネルギーのLHC(大型ハドロン衝突型加速器)を使ったATLAS実験に参画し、素粒子の質量の起源となる「ヒッグス粒子」の発見に貢献。並行してニュートリノ実験にも研究分野を広げ、岐阜県にあるスーパーカミオカンデ検出器を用いて、ニュートリノが姿を変えながら飛行する「ニュートリノ振動」と呼ばれる現象を捉える研究に取り組んでいます。

ニュートリノ研究が面白いのは、宇宙の根源である「誕生の謎」に迫ると言うダイナミックさ。誕生後の1秒間に起こったことが徐々に明らかになるプロセスは、ある意味、タイムマシンでビッグバンまで遡り、ミニチュアの実験を繰り返しているようなものです。

「子どもの心」が、世紀の発見に向けて突き動かす

素粒子研究は、多額の費用がかかるため多くの国々が資金を出し合う国際共同研究を行います。年齢も国籍も違う人々が集い、宇宙の謎を解き明かすという1つの目標に挑んでいるのです。その結果、人類が初めて手にしたデータを見た瞬間の喜びは、他には代え難いものです。

思い返せば、私のルーツは高校生の頃に見た宇宙を題材とするテレビ番組です。地球外生命体の可能性や人類の情報を収めたレコードを積みボイジャー1号の存在を知って、宇宙に対する興味が大きく湧いたのです。研究者たちの寝食を忘れて実験に没頭する姿を見てると、やはり子どもの頃に抱いた純粋な好奇心を皆が持ち続けていると感じます。それがあれば、境遇が違って心を通い合うこともありますし、実験が上手くいかない時も乗り越えられます。純粋な好奇心を大事にしなが、これからも宇宙の謎に迫っていきたいと思います。

久世 正弘 教授 理学院 物理学系

1990年、東京大学理学系研究科物理学専攻修了。2016年東京工業大学理学院教授。理学博士(東京大学)。CERN(欧州原子核研究機構)のATLAS実験やJ-PARC・スーパーカミオカンデによるT2K実験、ハイパーカミオカンデ計画に携わる。

[研究室ウェブサイト] <http://www.kuze.phys.titech.ac.jp/kuzelab.html>



テクテク
Tech Tech

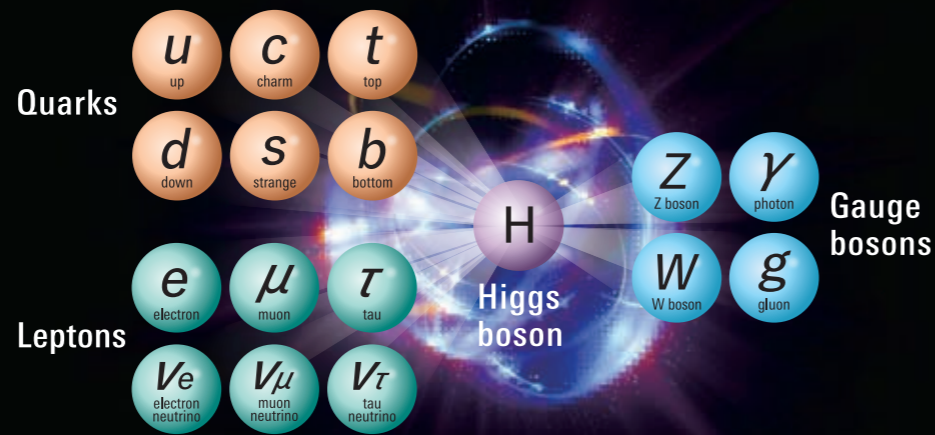
世界を創る
テクノロジー
GEEK

「138億年前の
ビッグバン直後の出来事が
徐々に明らかになる。
我々の創造の根源に迫る
非常にダイナミックな研究です」

標準模型 から見る

素粒子の世界

素粒子は、物質を形作る素粒子「クォーク」と「レプトン」、力を伝える「ゲージ粒子」、そして素粒子に質量を与える「ヒッグス粒子」から成る。「ニュートリノ」は、レプトン的一种であり電子ニュートリノ・ミューニュートリノ・タウニュートリノの3種類が存在する。



太陽から届く
ニュートリノが
この指の爪の先を
1秒間で
約660億個
通り抜けている。
にも関わらず
現在、1日に
検出できる数は
20個程度だ。

素粒子物理学の世界には「標準模型」と呼ばれる理論体系が存在する。素粒子間に働く3つの力である電磁気力・強い力・弱い力が、どのように相互作用するかを記述したもので、たった1つの数式で素粒子に関する物理現象のほとんどを説明可能だ。

しかし「標準模型」は完璧なものではなく、それだけでは説明できない現象がいくつか存在する。その1つがニュートリノの質量の存在だ。実は、標準模型におけるニュートリノは完全に質量をもたない。しかし、ニュートリノの種類が時間の経過により変化する「ニュートリノ振動」の発見から、わずかな質量を持つことが事実となったのだ。

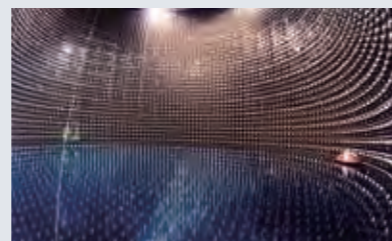
久世教授は語る。「そうした標準模型の“綻び”は、より大きな理論体系を確立するための足がかりになります。ニュートリノが質量をもつことは、現在唯一実証された“綻び”です。これが世界中の研究者たちがニュートリノに注目し、盛んに国際共同研究が進められている理由です」

日本の岐阜県飛騨市神岡鉱山内にあるスーパーカミオカンデ検出器を用いて日本が主導で進める「T2K実験」もその1つであり、数ある共同研究の中でも世界を牽引する存在だ。

茨城県東海村のJ-PARC(大強度陽子加速器施設)で、人工的に発生させたニュートリノビームを約300km離れたスーパーカミオカンデへ打ち込み、ニュートリノ振動を詳細に測定することを目的と

する。加速器では、ニュートリノだけでなく、それと対になる反ニュートリノのビームを発生させることが可能。両者のニュートリノ振動を測定し挙動の違いが現れれば、「CP対称性の破れ」が生じていることの証拠となる。

「T2K実験は順調に進捗しており、2020年には、ニュートリノと反ニュートリノの挙動の違いの大きさを決める量である『CP位相角^{※用語2}』が取り得る値の範囲を半分近くまで絞り込むことができました。この結果、CP対称性の破れを95%の信頼度で示すことができました」(久世教授)



(c) Kamioka Observatory, ICRR (Institute for Cosmic Ray Research), The University of Tokyo

素粒子物理学の世界では、99.7%の確率で「証拠」、99.9999%の確率で「発見」とされる。今後もT2K実験を通じてCP対称性の破れの証明を追求する一方、研究を加速させる新たなプロジェクトもある。2027年から実験開始を予定される「ハイパーカミオカンデ」だ。

スーパーカミオカンデの約10倍の有効体積を備えた施設を建設し、東海村からのビームも増強することで、これまでの約20倍のスピードでデータを取得すること

を目指している。ハイパーカミオカンデを使った実験には、20カ国、約500名の研究者が参加予定で、日本はまさに素粒子研究のメッカとなっている。

日本が素粒子物理学を牽引する理由を久世教授はこのように語る。「世界で唯一の実験施設カミオカンデの存在は大きい。ノーベル物理学賞を受賞した小柴昌俊博士の『奇抜なアイデア』から生まれたカミオカンデが、多くの研究者を育み、日本を素粒子研究大国へと成長させたのです」

「幽霊粒子」と呼ばれる程、ニュートリノは検出が難しい。原子炉や南極の水等を用いた手法が複数存在するが、宇宙線のノイズが少ない地下深い鉱山跡地に巨大な空間を作り、最も安価に入手できる純水^{※用語3}に満ちた巨大なタンクを設置するという独特な発想をとったのがカミオカンデだ。このような「奇抜なアイデア」が、実は日本の今の躍進を支えている。「難易度が非常に高いからこそ、個人の奇抜なアイデアが生きる。それがニュートリノ研究の醍醐味です」(久世教授)

加速器やハイパーカミオカンデを使った大規模な研究は、ビッグサイエンスと呼ばれ、世界中の多数の研究者が参加する。それぞれの研究者が観測装置の開発やデータ分析など役割を分担し、10年単位でデータを蓄積しながら結果に結び付けていくのだ。

学生が携わるのはプロジェクトの一部に限られるが、ビッグサイエンスに関わる意義は大きいと久世教授は言う。「宇宙の謎に迫るという大きなテーマのもと、みんなで1つの目標に向かい協力すること自体、かけがえのない経験です。また、他の研究者と議論を交わすことで広い視野が身に付くでしょう」

脈々と受け継がれてきた日本の素粒子物理学の系譜。久世研究室に集う学生もまた志を胸に、日々研究に没頭している。そう、宇宙誕生後の1秒間へのタイムトラベルが、一刻一刻近づいているのだ。

Tech Tech
世界を創る
テクノロジー
GEEK

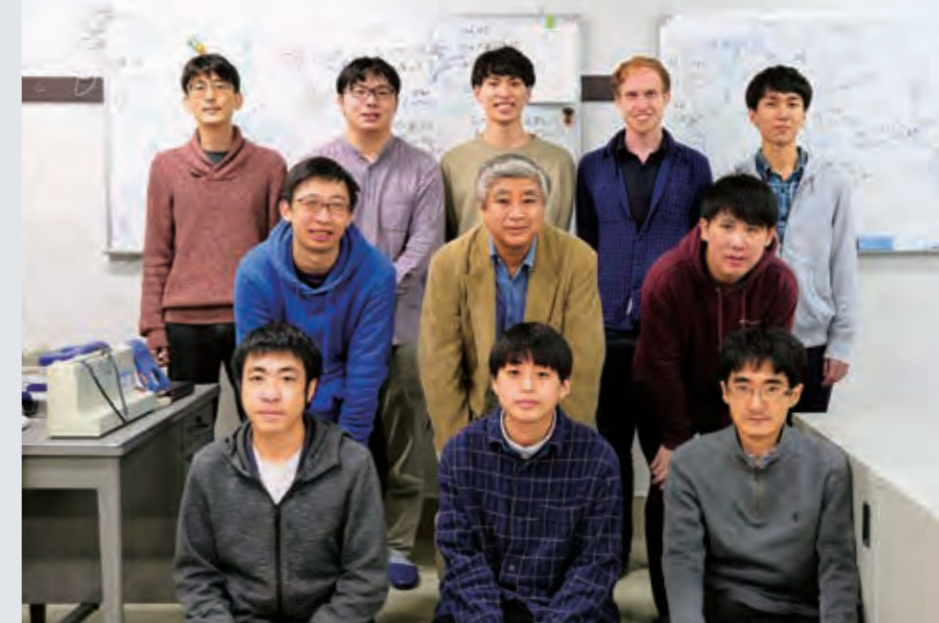
世紀の発見 も近い。「T2K実験」の今

地球すら貫通するニュートリノの性質を生かし、東海村の加速器で発生させたニュートリノを飛騨市のスーパーカミオカンデまでビーム発射し、検出するという壮大な実験が「T2K実験」。これまでに見つかったクォークの「CP対称性の破れ」は小さく、宇宙の物質の量を説明できない。しかしT2K実験ではニュートリノのCP対称性が大きく破れている可能性を示唆。CP位相角の測定が、宇宙の根源的な謎を解明する手がかりになると期待されている。



次世代の「ハイパーカミオカンデ」建設

ハイパーカミオカンデは2027年の実験開始を目指して現在、建設進行中だ。久世研究室の学生は、光センサーのシグナルを処理する電子回路の開発を担当。純水の中に沈めるという課題に向き合い、故障の防止や安定性、エネルギー効率等を考慮し、設計が進められている。



用語の解説

1…「CP対称性の破れ」 CP対称性の「C」は粒子と反粒子を入れ替える「C変換」、「P」は鏡写しのように空間に対して上下左右の向きを入れ替える「P変換」を表す。この「C変換」と「P変換」をした場合に、同じ物理現象が同じ確率で起きることを「CP対称性」、そしてこれに従わない場合「CP対称性が破れている」と呼ぶ。

2…「CP位相角」 CP対称性の破れの大きさを決める値であり、ニュートリノの基本的性質の1つ。CP位相角は-180度から180度の値を取り得る。CP位相角が0度と180度の場合はCP対称性が保存され、それ以外の場合は「CP対称性が破れている」ことを示す。

3…「純水」 ニュートリノは微弱な光を観測する必要があるため、汚れや不純物が極力少ない純水が必要となる。岐阜県神岡町(当時)は豊富な水の調達が可能であり、カミオカンデの設置場所として選ばれた理由の1つ。

ワクワク

Waku Waku クロストーク

異なる視点から「音」を読み解く

オペラ

高橋 淳 声楽家(テノール)



超音波

中村 健太郎 教授 東京工業大学 科学技術創成研究院

暮らしの中に、当たり前存在している「音」。楽器を用いた演奏や歌声、自然の音、騒音、そして超音波など、その種類は多岐にわたる。今回は「音」を題材に、声楽家として数々のオペラの舞台に立つ高橋淳さんと、最先端の超音波研究に取り組む中村健太郎教授が対談。異分野の知見から、「音」がもつ可能性を紐解く。

対談日:2021年12月10日 / ずずかけ台キャンパスにて

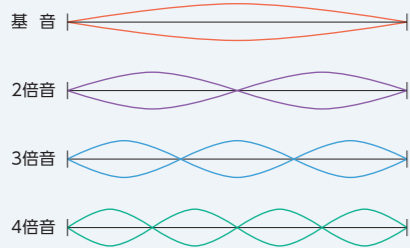
聞こえる「音楽」と聞こえない「超音波」 両者の意外な関わりとは

高橋 私は声楽家として日々活動していますが、今回は科学的見地から「音」について語っていただけるといことで非常に楽しみです。改めて、先生のご専門である「超音波」とは何か教えてください。

中村 まず、「音」は空気の振動現象であり、その振動数(周波数)は人が感じる音の高さに対応します。人間が聞き取れる周波数は20~20000ヘルツ。それ以上の周波数の音を「超音波」と呼びます。超音波の活用範囲は広く、自動車のセンサーや医用診断装置、その他にも工業の分野で、洗浄や切断、接合など、さまざまな用途に使用されています。身近な場所というと、眼鏡店にある洗浄機がいい例ですね。

高橋 声楽家としての活動の中でも、音波の存在を意識する場面は多々あります。音楽大学では「音響学」の授業でドップラー効果を教わりまし

「倍音」とは?



音を発したときに基本となる周波数のほかに生じる、その整数倍の周波数の音のこと。
倍音の生じ方がその音の印象を決めている。

たし、音階を学ぶうちに**倍音**の仕組みを理解しました。また、CDを制作する際、人間が感知できない音は省かれてしまうのですが、生の演奏ではそういった音が残るため、より豊かに聞こえるという話もあります。

中村 それは面白い観点ですね。私が研究を通して実感しているのが、計測結果と人の感覚にはズレがあるということです。例えば、測定値で音の大きさが2倍になったとしても、人間はその違いを2倍には感じない。デジタルオーディオではそのような性質を利用して記録し、容量を減らすことが可能なのです。あらゆる音を含めた生の演奏がより豊かだというのは、音楽家の方ならではの視点かもしれません。ところで、日々感覚を磨いておられる高橋さんにとって、演奏しやすいホールとはどのようなものですか?

高橋 ホールの音響設計には長い歴史があって、中でも株式会社永田音響設計を立ち上げた永田穂さんの作ったホールが有名です。彼が手掛けたサントリーホールでは演奏会に最適な残響時間

2.1秒が実現され、話題を呼びました。私自身、このように注意深く作られたホールでは、空間の広さを意識せずのびのびと歌えます。良いホールとは、舞台上のどこでも奏者が無理に力まず演奏し、響かせることができ、繊細なニュアンスまで客席に届けられる場所ですね。また、音をよく響かせるには、自分の身体をどう使うかも重要です。喉だけではなく、身体も音を響かせる空間の1つだと捉えることで、表現が大きく変わります。

中村 なるほど、身体の延長線としてホールを使い、音を響かせているんですね。超音波の研究でも、強い音波を出すときにはやはり「響かせ方」がポイントになります。その目安となるのが寸法です。音波を受けて振動する物体や空間の大きさを変えることで、音の響きを調整します。

高橋 数値によって音の響きを把握できるという感覚は、音楽と異なる部分ですね。演奏の場合、音の強弱が完璧なだけでは聞き手に物足りない印象を与えてしまいます。正確な演奏技術はもちろん必要ですが、より大切なのは、表現したいイメージを持つこと。それにより、人の心に響く豊かな音楽となります。

「生の演奏ならではの
さまざまな音の波。
その存在が、不思議と
音楽そのものの色彩を
豊かにします」



高橋 淳 声楽家(テノール)
埼玉県出身。東京音楽大学を卒業し、同大学院を修了。圧倒的な美声と高い表現力が評価され、数々のオペラ作品で世界初演・日本初演の舞台に立つ。現在は東京音楽大学の講師としても活躍している。(声楽家グループ)二期会会員。

「機械による測定の結果と、
人間の感覚は違う。
その差が音波を
研究する難しさであり、
醍醐味です」



中村 健太郎 教授 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所
東京都出身。東京工業大学卒業、同大学院修了。博士(工学)。超音波の応用や光ファイバを使った音響計測の研究を進める一方、聞こえの不自由を解消する技術の社会実装を目指した学会活動を行っている。また、硬式野球部部長として学生の活動をサポートしている。

「測る」こと「聞く」ことで 洗練される「音」の力

高橋 音はさまざまな形で社会に恵みをもたらしますが、音楽の分野では、精神的な豊かさへの貢献が大きいと感じます。良い音楽は人を癒すだけでなく、奏者の感情や呼吸、さらに、人間の根本にある心理まで伝えます。音楽を生活の一部として取り入れるヨーロッパでは、戦時下でも演奏会が開かれてきました。人の心の平安を大切にしているヨーロッパの文化からこの事実が読み取れるのではないのでしょうか。一方で、中村先生が扱われる音は、社会での実用を見据えて研ぎ澄まされたものですよ。

中村 そうですね。スーパーでよく見かける、惣菜が入ったプラスチック容器の接合や、洋菓子工場でのケーキの切断、さらに、白内障や前立腺がんの手術には、超音波技術が使われています。私たちの暮らしの至る所で、超音波は重要な役割を果たしているのです。また、その効果を十分に発揮するためには、緻密な計測作業が必要です。超音波は周波数が高く波長が短いため、通常のマイクロフォンでは正しく測ることができません。そこで、髪の毛ほどの細さのマイクロフォンを新たに開発し、計測に取り組んでいます。

高橋 良い結果を得るための確認作業の大切さは、私も身に染みて感じます。音楽では「測る」ではなく「聞く」ことにあたりますが、その技術を向上させるには修練が欠かせません。一例として「ソルフェージュ」と呼ばれる基礎訓練があり、楽譜を

音の「届け方」



声を出すときの イメージは 実は「球技」に近い

無理に大きな声を出そうとすると喉に負担がかかるため自らの身体で音を共鳴させるように歌うことがポイント。「ベルカント唱法」とも言い、音を飛ばず、投げるといった表現で伝えることも多い。

読んで実際に音を奏でる、音を聞いて楽譜に書き起こすといった体験を通じて、少しずつ鋭い感覚を身につけていきます。

中村 音楽は奏でる・聞く・評価するという過程のすべてに人が関わっていますし、画一的な判断は難しいですね。騒音問題が起こったとき、物理的な対策に加えて関係者間のコミュニケーションを促すことが効果的だという話も聞きます。

高橋 確かに、音を出している相手への印象が変われば、不満や怒りを抱きにくくなるかもしれません。私たちが創り出す音楽はもちろん、先生の研究が取り入れられた工業製品の数々も、最終的には人に届きますよね。どの領域においても、どうやって人に寄り添い、貢献するかという視点は欠かせないものだと感じます。

超音波と声楽、両分野の学びに通じる 「本物に触れる」体験の重要性

中村 人に「届ける」という点でいえば、高橋さんは声楽家の活動以外にも、東京音楽大学の講師として学生と接する場面がありますよね。指導される際、注意していることはありますか？

高橋 私自身が教えるときには、実演だけでなく、言葉で伝えることも意識しています。歌の場合、教師が実際に歌ってみせたとしても、性別や体格の異なる学生がその手本どおりに再現できるとは限りません。感覚的な事柄を理解してもらうには、言葉を通して具体的なイメージを伝える必要があると感じます。また、オペラには先人たちから受け

継いできた「様式」がありますから、いろいろな演奏に触れることも重要です。音楽の歴史を知って自分の中に落とし込み、新しい表現としてアウトプットする。その過程で育まれる自立心や挑戦心が、社会で活躍する素地になるのではないのでしょうか。

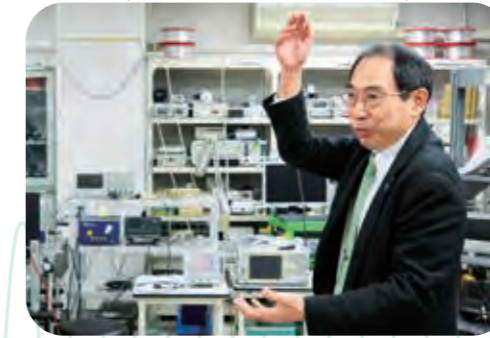
中村 教育者として、高橋さんのおっしゃる内容に大変共感します。私の研究室の学生に再三伝えているのが、実際に物理現象を観測し、自分の感覚を通して理解を深めてほしいということ。教科書や論文を読み込んで勉強してきたとしても、その知識を目の前の現象と結び付けられなければ意味がありません。さまざまな「体験」を通して、将来のものづくりに役立つ感覚を養ってほしいと思っています。

人間と音の可能性を引き出した先に、 想像もつかない未来が広がっている

高橋 そうした取り組みの成果を世に出すには、チームワークも大切ですよ。音楽の場合、特に合唱やオーケストラでは「聞く」力がチームワークの形成に不可欠です。耳を澄まして音程や発音を合わせるとともに、アイコンタクトなどの気配りをするので、より良い演奏が実現します。実は、指揮者には指揮棒を振る技術よりも人の心をつかむ力の方が重要だと言われるくらいなんです。

中村 そうなんですね。工学系の研究では、個人の発想や頑張りが起点になることも多々ありますが、実際に世の中の役に立つものに仕上げる過

「体験」で学ぶ



中村研究室で 重視される 「知識」と結びいた実体験

研究室には学生が試行錯誤し研究を進める機器が並び、音波で部屋の中の人の有無を判断する実験装置や、超音波でガラス面の汚れや雨粒を除く技術など、アイデアと工夫に満ちあふれている。



【研究室ウェブサイト】
<https://www.nakamura.pi.titech.ac.jp>

程は団体戦になります。社会に出てからは組織の一員として物事を成し遂げることがほとんどでしょう。違う価値観を持った人間同士が歩み寄り息が合わさったときに、人の心や暮らしを支える価値あるものが生まれるんでしょうね。

高橋 まさにその通りで、私たち声楽家の使命は、生身の人間が生身の人間に伝えることの価値の追求にあると考えています。昨今、音声合成技術やオンライン配信が急速に普及しましたが、人間だけを介したアナログな表現にもまだまだ成長の余地が残っています。その魅力を十分に引き出せば、より素晴らしい表現になるはずですよ。

中村 それは楽しみですね。高橋さんが携わる音楽を含め、そもそも「音」のもつ情報量は非常に豊かです。世間では視覚メディアが重視されがちですが、音にはそれに勝るとも劣らない、豊富な情報が含まれていると思います。例えば、ディスプレイの画素数はどんどん増えています。逆に音では、スピーカーの数は画素数ほど多くないものの、周波数や大小に視覚とは桁違いの広がりがあります。また、視覚情報は目を閉じれば遮断できますが、音は耳を塞いでもある程度聞こえてしまう。その不自由さも含めて、音には無限の可能性が秘められていると感じます。

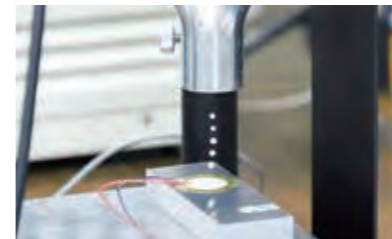
高橋 独自の特性をもった音と、それを奏でる人間の感情。2つをリンクさせることは、私の永遠のテーマでもあります。お互い、研究のタネは尽きませんね。

素晴らしい音楽は、演奏している人の
ブレスが波となって観客席に伝わり、
心地良さを生み出します

超音波技術を社会の
さまざまな場所で生かすためには、
精密な「計測」の作業が欠かせません

まだまだ 深める知的好奇心

超音波



超音波のエネルギーを生かし、多様な試みが行われている。音波の節に、液体や小物体を浮かせる技術(写真)もあれば、超音波の微小な振動により金属の表面をまるで泥のようにヌルっとさせることも実現可能だ。聞こえない・見えない「超音波」が起こすさまざまな事象に注目だ。

声楽



声を響かせるには、身体全体を共鳴させることが重要だ。特にオペラを中心とするクラシックの発声では、頭や胸を1つの部屋あるいはホールと考えて(頭声、胸声)、各々の人体構造の中にある空間を意識することで、喉の負担軽減にもつながる。また、声を面ではなく線として捉え、観客一人一人に届ける意識を持つことが、表現力の向上にもつながるといえる。



2030 場所の束縛から解放される



2040 ほとんどの仕事はオンライン化され、旅をしながら働くことができるようになる



2050 知能・五感・視点の着脱により、あらゆるものへの共感、体験の共有が可能となる



2060 宇宙におけるゼロベース都市開発が始まり、宇宙での快適な暮らしが実現する

ワクワク

Waku Waku 特集「未来シナリオ」

200年後の未来を、みんなで描く！

未来社会DESIGN機構 「未来シナリオ」制作の裏側

2200年までの未来を考える。そんな大胆な試みを行っているのが未来社会DESIGN機構だ。東工大らしく、ワクワクする未来を描いた「未来シナリオ」制作の裏側について、副機構長の大竹教授に伺った。



大竹 尚登

科学技術創成研究院/副研究院長・教授
未来社会DESIGN機構 (DLab) 副機構長

DLabとは

「未来社会DESIGN機構 (DLab) は、「人々が望む未来社会とは何か」を、社会の一員として考え、デザインすることを目的として2018年9月に設置されました。SDGsをはじめとしたあるべき未来の先にある、「ありたい未来」を若者や企業、公的機関の方々なども含めた多様な人々と一緒に考えています。」

自由な発想は、若者の特権 「高校生に負けたと思う瞬間もあります」

誕生の裏側

豊かな発想から生まれた113もの「未来要素」
たくさんの議論を重ねて「未来シナリオ」というかたちに

指定国立大学法人の指定を受ける際、現代社会が抱える課題を解決するためのプランの策定が求められました。そこで出てきたのが「社会の声から研究にフィードバックして未来につなげる組織を構築する」というアイデアです。それが、現在の「未来社会DESIGN機構 (DLab)」のベースとなっています。その後、プランを具体化するため数々のワークショップを開催してアイデアを募った結果、113もの「未来要素」が出てきました。膨大なアイデアをこの24の「未来シナリオ」にまとめるのは一苦労で、3~4ヶ月を費やしました。ときには、「妬みを感じない社会を作る」というテーマで、「妬み」の定義を問い直すなど議論が白熱したこともありましたね。「場所の束縛から解放される」や「コミュニティを自由に選び、つくれるようになる」といったシナリオでは、オンライン化の一方、人々が出会うコミュニティとしての機能も求められる大学の在り方をより一層考えました。

「未来シナリオ」には通底するテーマが潜んでいます。それらをつなぎ「未来社会像」を描く取り組みも行っています。2020年には、困難への挑戦を成長の原動力と捉えた「TRANSCHALLENGE社会」を発表しました。

ワクワクする秘密

「未来シナリオ」を現実に
ワクワクするような未来を描きたい

「未来シナリオ」の面白さは、調査研究に基づいた将来予測やこうあるべきという目標を定めたSDGsなどと異なり、「ありたい未来」つまり「予測ではなく、人々が望む未来社会」を描いたことにあります。DLabは、研究者や社会人だけでなく、高校生や大学生まで含めた自由な議論の場を設けていることも特徴です。モットーは“人の意見を否定せず、気づきに変えて議論を進める”こと。実際、高校生の自由で明るい発想がシナリオの構築に生かされ、明るく楽しい「未来への希望」が感じられるシナリオが並んでいます。

また「おうち完結生活」のように「未来シナリオ」の一部はすでにコロナ禍により前倒しで実現が進められている点も注目です。これは、危機に直面して自分事と捉えた時に、人類はようやく技術革新や行動を起こすということを示唆しています。つまり、このシナリオは現代の社会にすでに潜在している行動の「種」をわかりやすく可視化したものであるとも言えます。今後、「未来シナリオ」を多くの人が活用し、変革や行動につなげていただくことが私たちの理想です。

PICK UP!

大竹教授に聞く
注目の未来シナリオ

2040
おうち完結生活



「オンライン化が進み、在宅ワークなども普及して郊外に住むといった動きがすでにありますね。それに伴いシナリオで予測しているような家族や政治の「在り方」に関する変化が、今後起きてくるのではないのでしょうか」

2050
現在未開拓の空間資源
(宇宙・地底など)を
活用したエンター
テインメントが作られる

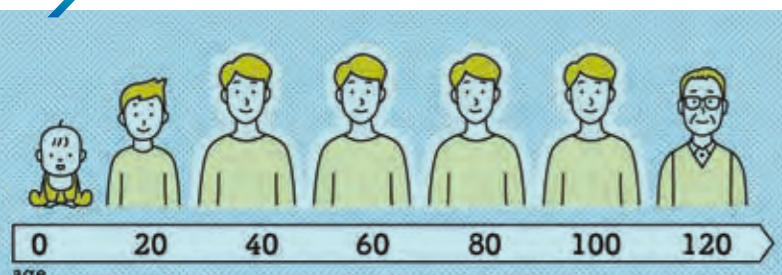


「民間人の宇宙旅行など、少しずつ実現されてきています。アメリカや中国の宇宙研究も進んできていますね。宇宙旅行はエンターテインメントそのものですし、世界的に前倒しで研究が進んでいると思います」

すべての
「未来シナリオ」を
CHECK!



2070 人々が、「老いる・老いない」を選択できるようになる



2100 人は最期まで、どんなことにも挑戦できるようになる



2150 誰もが宇宙規模の視点・視野を持つことで紛争の蓋然性が低下する



2200 物質と生命の根源が理解され、持続可能な社会が実現する



研究とビジネス、両方の知見を生かして 医療機器のさらなる発展に挑む

新たな発明がもたらす社会の姿を思い描き、
機械工学と医療を組み合わせた技術の開発に挑んできた吉木均さん。
研究に没頭した大学時代から、医療機器に携わる現在まで、その軌跡を振り返る。

吉木 均

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社メディカル カンパニー
博士(工学)

PROFILE

2013年、東京工業大学工学部機械知能システム学科を卒業し、四大学連合の医用工学コースを修了。同大学院総合理工学研究科メカノマイクロ工学専攻へ進み、グローバルリーダー教育院にも所属。2017年、同博士後期課程、グローバルリーダー教育院を修了。コンサルティング会社での勤務を経て、現在はジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社メディカル カンパニーで整形外科領域製品のプロダクトマネージャーを務める。



社会的価値の高い技術を開発し、 より良い医療システムの 構築へつなげる

取材日：2021年12月15日 / ジョンソン・エンド・ジョンソン インスティテュート東京にて

ロボット技術がつくる未来に憧れ、 研究に明け暮れた大学時代

ロボット技術に関心を持ったのは中学3年生の頃です。当時、二足歩行する人型ロボットASIMOの開発者が「鉄腕アトムのようなロボットを作りたい」と語るのをTVで見ました。子供の頃は想像の産物であっても、大人になる頃には誰かが似たようなものを実現するのだと気づき、自分も夢のある技術を生み出そうと決意。「鋼の錬金術師」という漫画が好きだったこともあり、高校の頃には人間の身体と機械を融合するサイボーグ技術に強い興味を持つようになりました。

高校卒業後は、機械工学を軸に医学を学べる環境を探し、四大学連合・医用工学コースを履修できる東工大へ進学。医学工学コースでは東京医科歯科大学の講義も受講しながら、有機・無機材料や生物、電気通信、生体情報、生理学、整形外科学など、医療と機械をつなぐ幅広い分野を学びました。多様な知の体系に触れたことで、1つの専門にとらわれない、俯瞰的な視点が得られたと感じます。

3年次からはサイボーグ技術の研究を本格化するため、さまざまな研究室の先生方を捕まえて、大まかな研究構想を説明し、今後の進路を相

談しました。その中のある先生の言葉に、私はハッとさせられました。「進んでサイボーグになりたがる人などいないし、いたとしてもその家族は嫌がるし止めるだろう。人間を見ず、自分の作りたい技術を押し付けるのは技術者としてあるべき姿ではない」。当時は夢を否定されたようでショックでしたが、電信しかり飛行機しかり、どのような技術革新も人間社会が受容して初めて発展したものであり、人から必要とされないものは後世に残せないのだと痛感しました。

そこで、人体そのものの融合を目指すサイボーグより早く社会に受容され、医療を発展させるであろう手術ロボットの開発に携わろうと発想を転換。大学院では、社会実装を視野に入れた手術ロボットシステムの研究活動に取り組む只野先生の研究室に所属しました。折しも所属した2013年は、只野先生と当時東京医科歯科大学に移籍された川嶋先生とが大学発ベンチャー、リバーフィールド株式会社の創業にむけ動き出したタイミングでした。黎明期に近くで研究できたことは、社会実装のダイナミズムと、市場と向き合い技術を実用化する難しさを肌で感じられる貴重な経験でした。私自身は医師へのヒアリングから課題を見出し、電気メス、超音波メスといった手術用

エネルギーデバイスの新たな機序を発明し、ロボットへの搭載を目指し研究開発に注力。前人未踏の分野だったため文献が少なく苦労しましたが、新たな医療機器の可能性を実証できた瞬間の喜びはひとしおでした。何より、自分が構想したものを追求し、実現までの計画・実行も自由にできるのは博士後期課程の研究ならではの、忙しくも充実した日々を過ごせました。とはいえ、後述のグローバルリーダー教育院も含め、フラフラといろいろなことに手を出す私を温かく支援・指導してくださった只野先生の器量によることも大きく、感謝してもしきれません。

技術を実用化するため、 学内外のプログラムで ビジネスに生きるスキルを習得

研究成果を社会で役立てようとする只野先生らの活動に感銘を受け、私自身もビジネスに必要なスキルを学ぼうと、グローバルリーダー教育院にも所属しました。このプログラムでは、企業・識者からの問題提起を受けて、専門分野や所属の異なる学生同士で議論を行い、解決策を探るプロジェクトが常に企画されています。バックグラウンドの異なる人々と協働するのは大変でした

が、学士課程時代に培った多彩な分野の知識を生かしながら、さまざまな環境下でどのようにリーダーシップを発揮すべきか、体験的に学ぶことができました。一方で独りよがりな考えに陥りやすいという性格に気づき、他者を巻き込んで物事を成し遂げることの重要性を実感。自分の長所・短所をはっきりと自覚し、改善策を見出せたことは、このプログラムで得た大きな収穫です。

さらにリーダーシップについての学びを深めつつ、グローバルな環境でも発揮できるスキルを磨くため、海外研修にも参加しました。ハーバード大学ロースクールのProgram on Negotiation(交渉学プログラム)にも挑戦。意思決定が求められる場面の種類や実例を学ぶとともに、コースワークにも取り組み、価値創造につながる、より広義の交渉力を養いました。また、スタンフォード大学のInnovation Masters Seriesで、前例のない課題を解決し、新たな製品・サービスを生み出す手法として注目される「デザイン思考」を学習。本場で知識を深めるだけでなく、大学院が企業の課題をもとに研究を行い、その成果に対して報酬を得るといったビジネスモデルを目の当たりにして、大きな刺激を受けました。

こうした学びの数々を経て、博士後期課程1年

次には世界各国で医療機器・サービスを扱うグローバル企業のインターンシップに参加。新規事業の開発担当として、新たな顧客のニーズを洗い出し、事業モデルを構築しました。一連の活動で身にしみて感じたのが、ステーキホルダーに将来の計画を伝えて説得し、人や資金といったリソースを確保することの大切さ。研究とビジネス、どちらにおいてもこの視点が不可欠だという気付きは、その後の人生の選択に大きな影響を与えています。

医療業界の最先端に立ち続け、 工学と医療に携わるという夢を実現

大学院卒業後は、医療機器メーカーや製薬会社の戦略策定に特化したコンサルティング会社に入社しました。グローバルなヘルスケアビジネスの主要なプレイヤーとともに、事業の将来を構想する仕事ができる環境は非常に刺激的でした。入社前に「今後必ず手術ロボットの需要が高まるので、その最前線に立たせてほしい」と伝えていたこともあって、医療機器に関する仕事を数多く経験。4年目には日本国内の医療機器案件をリードする役割を担いはじめていました。

転職が訪れたのは2021年。ジョンソン・エン

ド・ジョンソン株式会社メディカル カンパニーに転職しました。当時の仕事にやりがいを感じていたため悩みましたが、十年來の夢が叶うチャンスと捉えて熟考の末に転職を決意しました。現在は、整形外科領域におけるデジタル関連製品の事業戦略の策定や国内外のステーキホルダーとの協議など、幅広い活動に取り組んでいます。同職には整形外科での臨床経験やコンピューター支援手術(CAS: Computer Assisted Surgery)機器の知見を持つ社員がおり、戦略立案やグローバルな折衝を強みとする私とタッグを結成。各々の個性を生かして、日々の業務にあたっています。

今日に至るまで何度も重要な選択をしてきましたが、「工学と医療を組み合わせ、社会の役に立つものを生む」という根本的な姿勢は変わっていません。現在の目標は、事業として掲げているDigital Surgery構想を発展させ、医師が持つ臨床価値を最大限に発揮できる環境をつくること。基本的な医療サービスを医療機器がもっと担うことができれば、医師の働き方改革にも貢献できるはず。素晴らしい未来の実現に向けて、これからも技術の力を信じて挑戦を続けていきます。



2010

東京工業大学 工学部
機械知能システム学科所属
四大学連合 医用工学コースにて
東京医科歯科大学へも通学

2012

サイボーグ技術の開発について
教員から指摘を受け、方針を転換
手術ロボット分野での社会貢献を目指す

2013

東京工業大学大学院 総合理工学研究科
メカノマイクロ工学専攻 只野研究室所属 同グローバル教育院所属
ハーバード大学ロースクール Program on Negotiation(交渉学プログラム)、
スタンフォード大学 Innovation Masters Series参加

2017

博士後期課程修了後、
コンサルティング会社 入社
医療機器・製薬分野の
事業戦略策定に従事

2021

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 入社
整形外科領域における
デジタル関連製品の
プロダクトマネージャーに着任

ドキドキ

Doki Doki 学生企画

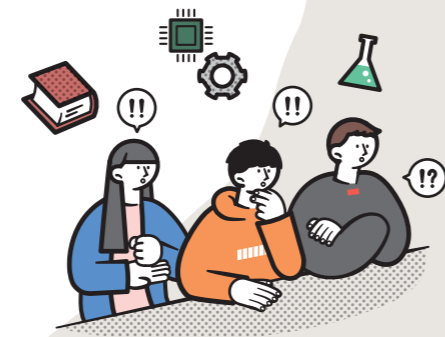
Discover Tokyo Tech courses

これも!?
東工大

これぞ!!
東工大

これぞ東工大、これも東工大

東工大の授業は実にバリエーション豊富で個性豊か。最先端の科学技術に触れられる“これぞ!! 東工大”な授業から、異分野の教養を深められる“これも!?” 東工大”な授業まで、実際に受講した東工大生の目線から魅力を紹介します!



これぞ!!
東工大

人工知能

【情報理工学院情報工学系】

飛躍的な進歩を遂げ、現代社会に急速に普及しつつある人工知能。講義では、初めに人工知能やAIの必要性、仕組みなどの基礎を学習。人工知能システムの構築の際に基本となる要素技術を身に付けることを目標とし、AIにインプットさせる思考回路を学びます。



人工知能とは何かという根本的な疑問に対する答えが見えただけでなく、人工知能に潜む倫理的な問題などについてさまざまな角度から考察することができました。
宮本舞佳さん 理学院 数学系 学士課程4年



これも!?
東工大

マインドフルネス for リーダーシップ

【リーダーシップ教育課程】

忙しい日々の中で立ち止まり、現在の状況を評価・判断せずありのままに認めていく態度を養う「マインドフルネス」。知識だけでなく実習を通して手法を身に付け、自己認識を深めることで自分自身をより大切にしながら、相互に助け合う他者や社会を思いやる心を養います。

瞑想、ヨガなどの実習や他の受講生と学びを共有する対話の時間を通して、多忙な現代社会におけるマインドフルなリーダーシップについて深く考えることができました。
船岡佳生さん
環境・社会理工学院 社会・人間科学系 修士課程1年



これも!?
東工大

宗教学B

【文系教養科目】

1980年代後半のバブル期から2011年の東日本大震災まで、日本で盛り上がったスピリチュアルブーム。社会との関係に着目し、スピリチュアル文化が形作られた背景や若者の死生観、大衆文化などを読み解くことで、スピリチュアリティに対する理解を深めます。



スピリチュアリティという言葉を独自に定義するなど、解答のない物事についてグループで意見を交わし、1つの解答を導き出す過程がとても刺激的でした。
相田有希歩さん 物質理工学院 応用化学系 学士課程3年



これも!?
東工大

伝統技術と国際共修

【広域教養科目】

日本刀の材料である玉鋼を作ることができる「たたら製鉄」の知識を得ることで、伝統技術と関連産業、歴史、文化の理解につながります。海外出身の学生とのグループワークや鍛冶体験などの実習を通して、国際感覚や実践力を身に付けることもできます。

たたら製鉄法の学内体験は貴重な経験となりました。留学生と英語でグループワークを行ったことでコミュニケーション能力が鍛えられました。
矢部潮音さん
生命理工学院 生命工学系 学士課程4年



これも!?
東工大

メディア編集デザイン

【広域教養科目】

デザインとは伝えるための技法。では、伝わらないデザインとはどのようなものなのか。あえて“伝わらないためのデザイン”を考えることで、他者へのコミュニケーションツールとしてのメディアへの理解、メディアにおけるデザインの役割への理解を深めます。

※2019年度受講 年度により内容は異なります。



“伝わらなさ”についてじっくり考えるのは初めての経験でとても新鮮でした。そのおかげで、身の回りにあるさまざまなデザインに対する捉え方が変わりました。
小島理佐さん
情報理工学院 数理・計算科学系 学士課程4年



これぞ!!
東工大

科学・技術の創造プロセス

【環境・社会理工学院】

建築学、土木・環境工学、融合理工学といった分野の現場で、どのようにものづくりを進めているかを学びます。「ロケットストーブを作る」「石積みを作る」「ジャンケンに強くなるための方法を考える」などユニークな演習を通して、創造プロセスを実践的に理解します。



「ジャンケンに強くなるための方法を考える」という演習では、実際にじゃんけんを何度も繰り返して必勝法を分析。実践することの大切さを実感しました。
鈴木大河さん 環境・社会理工学院 学士課程1年

