

中高生のための研究キャリア・サイエンス入門

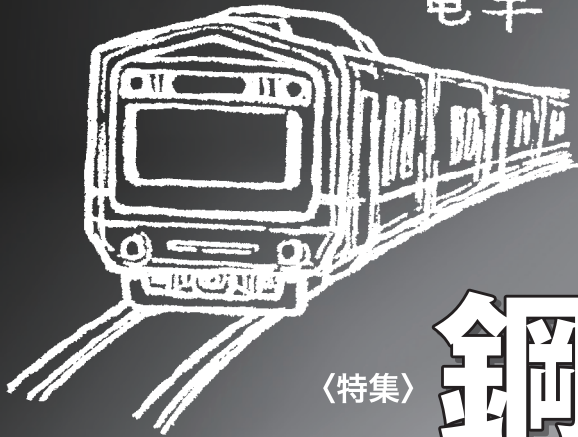
2023. 秋号

vol.64

[サムワン]

someone

電車



〈特集〉

# 鋼と人類の 歩み



バネ

磁石



日本刀



## P 03 特集 鋼と人類の歩み



- 06 日本刀の魅力は結晶構造にあり
- 08 素直な鋼に問いかける安全な建築基準のつくりかた
- 10 水素を使いこなす未来の生活で活躍する鋼

### 叡智へのいざない

- 13 木造建築の文化を職人と道具から伝える

### 実証！検証！サイエンス

- 14 山の形や土砂崩れを調べたい

### 研究者に会いにいこう

- 16 泳ぐ宝石、錦鯉の色の秘密
- 18 AIと人間がともに成長する世界をつくる
- 20 人類の夢が詰まった核融合炉研究

### イベントpick up

- 22 サイエンスキャッスル2023 まだ間に合う！！ポスター発表エントリー
- 24 マリンチャレンジプログラム2023 共同研究プロジェクト

### FOCUS ヒトモノギジュツ

- 25 「もったいない」が「おいしい」に大変身！

### となりの理系さん

- 26 張契洙さん 富山大学教育学部附属中学校2年生

### あなたのあるく一歩さき

- 27 興味の点と点をつなげて自分の道をつくる

### カガクなブンガク

- 28 “世界をデザインする”ことを目指すロボットエンジニアが選ぶ3冊

### うちの子紹介します

- 29 ないものだらけの不思議な生き物

# 鋼と人類の歩み

人類と鋼の<sup>はげ</sup>出会いは紀元前<sup>きげんぜん</sup>に遡<sup>さかのぼ</sup>ります。  
現在のトルコのアナトリア半島で、鉄から鋼  
をつくることに成功したといわれています。  
それから今に至るまで、文明の進化のそばに  
は常に鋼がありました。鋼は組成によつてさ  
まざまな特徴を持ちます。私たち人類の歴史  
とともに歩んできた鋼の世界の秘密をのぞい  
てみませんか？



# 鋼を扱う技術の変遷

鉄に少量の炭素を混ぜることでできた鋼。はじめは鉄を繰り返して熱しては叩いてつくっていました。当時は現在よりも低温で熱することしかできませんでした。やがて、高温で熱する技術や炉の送風機が発展し、鋼は硬く粘り強い素材となり用途を広げていきました。鋼は、その中に加える他の元素の量を調整すると、建物に使う建材や包丁、磁石やバネなど様々なものに姿かたちを変えることができます。過去から未来へ。人類はどのように鋼を生活に取り入れてきたのか、またこれから活用していくのでしょうか。

## 紀元前 2500 年以前

自然界において、鉄は酸素などを含んだ状態で、鉄鉱石として存在しています。鉄鉱石を熱しては叩き、不純物を取り除いて使用するこの技術は、世界各地の文明に広がっていきました。



## 紀元前 16 世紀頃～12 世紀頃

たたら炉で鉄鉱石や砂鉄を低温で加熱しながら「ふいご」を用いて風を送り、酸素の還元を行いながら、炭素量が少なく、これまでより丈夫な鋼を作りはじめました。ただし品質は不均質でした。

## 現在

高炉を使うことで、熱して溶かし純度が高くなった鉄をさらに熱して溶かす工程を繰り返すことで、炭素濃度が5%程度の銑鉄をつくります。さらに転炉で炭素などの不純物を除き、硬く粘り強い鋼を手に入れることが可能となりました。

## 18世紀から19世紀

反射炉を使い高温で加熱させることで、不純物が多く含まれる鉄を溶かし、純度の高い鋼のみを手に入れることができるようになり、良質な鋼を生産することが可能になりました。しかしながら1回の精製工程に長時間を要し、得られるのは少量でした。





## 日本刀の魅力は結晶構造にあり

古くは平安時代からつくられてきた日本刀。武器としてだけでなく、権威の象徴や信仰の対象、さらには美術品としても扱われ、それぞれの時代の刀工たちが残した名刀が存在します。昨今では人気のアニメやゲームによって、これまで以上の注目を集めている日本刀ですが、その更なる魅力を、材料である「鋼の構造」に着目してのぞいてみましょう。

### じつはよくわかっていない日本刀のつくり方

日本刀には、切れ味だけでなく、割れない、刃こぼれしない、硬いといった特性が求められますが、昔の刀工たちはどのようにして、その要求に応えてきたのでしょうか。その秘密には、鋼という材料の特性が関係しています。今日においても工業材料として重要な鋼は、鉄に少量の炭素(0.0218～2.14%)を含むものと定義されています。鋼は、炭素の量や加熱や冷却によって、硬さや靱性などの特性をつくり分けられることから、工業材料として幅広く使われています。しかし、このような特性を巧みに引き出しながらつくられているはずの日本刀においては、そのつくり方があきらかになっていない古刀もあるのです。

### 刀工たちの創意工夫は 鋼の結晶構造に眠る

鋼の特性は含まれる炭素の量で大きく変化します。鋼は炭素量が多いほど硬くなり強くなりますが、多過ぎると延びがなく硬くて脆い性質をもちます。硬さを保ちながら割れない材料はつくれない

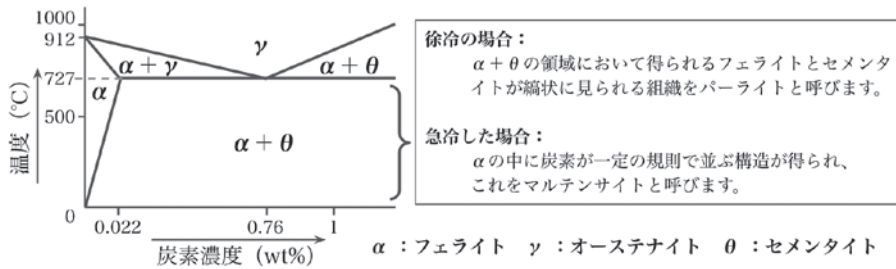
いのだろうか。刀工たちは試行錯誤を繰り返したに違いありません。彼らがたどり着いた答えは、鋼に0.8%程度の炭素を含ませることでした。この鋼をさらに硬くしたい、刀匠たちはそう思ったに違いありません。そして行きついた匠の技のひとつが「焼入れ」という技術です。焼入れは、高温に熱した鋼を水などに入れて急冷する方法で、これによって刀工たちは、鋼の結晶構造を操り、部位ごとに異なる硬さや靱性を日本刀のなかに実現してきたのです。つまりは、その結晶構造を紐解くことで、何度に熱し、何度の水で、どのくらいの時間をかけて冷やしたらよいか。そんな刀工たちの秘伝の技を明らかにできるかもしれないのです。

### 温度によって移り変わる性質

水を冷やすと氷になるように、鉄も高温では液体になり冷やすと固体になります。さらに鉄の場合は温度によって結晶構造が変わります。常温から912℃に達すると鉄の結晶構造が体心立方格子の「フェライト」から、面心立方格子の「オーステナイト」と呼ばれる相に変化します。この鉄に



# 鋼と人類の歩み



▲鉄と炭素の状態図 ※結晶構造変化の温度には諸説あります。

炭素が含まれると硬くなり鋼としての特性が得られるのですが、フェライトはその性質上、多くの炭素を含むことができません。フェライトに入りきらなかった炭素は鉄原子と結合して「セメンタイト」と呼ばれるセラミックスのようなものになります。このセメンタイトは硬くてもろいのですが、柔らかいフェライトと混ざることによって、粘り強い「パーライト」と呼ばれる、しましま模様の組織になります。

高い温度のオーステナイトは、フェライトに比べて多くの炭素を含むことができます。そこで、炭素を多く含むオーステナイトから急冷し、炭素を逃さずにフェライトに閉じ込めることで強くしなやかな鋼を得る。これが熱によって鉄を強くする「焼入れ」のメカニズムなのです。この方法によって得られた通常のフェライトよりも硬い構造を、特に「マルテンサイト」と呼んでいます。興味深いことに、日本刀に求められる硬さはマルテンサイトが、割れにくさはパーライトが担っています。これを刀工たちは経験的に利用して日本刀をつくってきたのです。

## 匠の技を見抜く新たな技術

北海道大学名誉教授の鬼柳善明さんや島根大学

の森戸茂一さんらは、こうした日本刀の結晶構造に着目し、昔の刀工たちの日本刀づくりの技法を紐解こうとしています。材料科学の分野では結晶構造解析に電子顕微鏡やX線回折がよく用いられていますが、これらは表面の構造しか捉えることができません。そこで近年注目されているのが、X線よりも組織の内部にまで透過することができる中性子によるイメージングです。この技術は、数cmの厚みがある鉄の結晶構造も可視化することが可能です。内部構造にも非破壊で迫ることができるため、価値ある古刀を傷つけずに解析することに適しているのです。鬼柳さんらの研究により、日本刀の種類の微妙なつくり方の違いが少しずつ明らかになってきているといいます。日本刀のつくりかたを完全に推測するためには、中性子イメージングによって得られるプロファイルと実際の結晶構造が対応しているかをまだまだ調べる必要があります。しかしそのデータを蓄積することで、遠からずこの解析技術は実現するものと期待されます。日本刀の刀身の刃文や反りもまた焼入れの技術によって得られる特徴です。もし日本刀を見る機会があれば、刀工たちの技術の結晶である、その鋼の結晶構造にも思いを馳せてみてください。

(文・濱田 有希)

取材協力：島根大学 材料エネルギー学部  
教授 森戸 茂一さん



## 素直な鋼に問いかける 安全な建築基準のつくりかた

時は現代。鋼は、世界中でもっとも生産され、そして使いやすい金属として、人々の生活になくてはならない存在となりました。そんな鋼を最も多量に使用しているのが「建築」の分野です。地震大国とも言われる日本で、崩れる心配のない鋼建築を実現するため、鋼の性質を追求してきた研究の世界をのぞいてみましょう。

### 暮らしを支える“粘り強い”存在

なぜ建築には鋼が使われているのだろうか？と考えると、多くの人はその“硬さ”に着目すると思いますが、鋼材が建築に使われる理由は強度だけではありません。中学や高校でも習う「延性」も大地震による大きな外力が生じた際には重要です。鋼がしなやかに伸びることで地震のエネルギーを吸収し、地震に耐えることができます。また、素材の粘り強さを表す「靱性」も大切な性質のひとつです。これは、ガラスのように急激に割れることなく、粘り強く耐える性質のことで、少しの亀裂が柱や橋の鋼材に入っても、辛抱強く耐え、私たちの安全を守ってくれているのです。そんな鋼のもつ性質を追求し、より安全な建築を目指し研究をしているのが東京大学の佐藤恵治さんです。建築において安全性は最も重要な要素といえるかもしれません。しかし安全性のみを追求して頑丈にしようとすればするほど、使用する鋼材が増えお金がかかります。人々の豊かな暮らしのためには安全性と経済性のバランスが重要

だと佐藤さんは語ります。そこで大切になるのが「どれくらいの鋼をどのように使えば、経済的で安全な建物ができるのか」という建築の基準だといえます。

### 小さくてもながーい揺れにご用心

鋼は外力によって変形しますが、その力を取り除くと元の形に戻ろうとする「弾性」という性質をもっています。ただし、外力の大きさが限界点を超えると、鋼は激しく変形し元には戻れなくなります。元に戻れなくなってしまうこの性質を「塑性」といいます。驚くかもしれませんが、めったに起こらないような大地震に対しては塑性変形を起こすことを想定した建築をしてよいと、現在の基準は定められています。これは建物が傾いてしまっても、倒壊せずに人の命を守れるのであればよいという考え方です。つまり「外力と鋼の関係性を理解し、基準に正しく反映させること」が人々を危険から救うことになるのです。そんな建築の基準を見直すきっかけは、やはり災害です。2011年の東日本大震災の際、建築業界は「長周

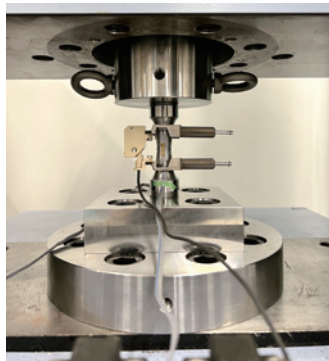




## 鋼と人類の歩み



▲小さな揺れの繰り返し実験の様子



◀シミュレーション用に鋼の特性データをとる様子

期地震動」という現象に改めて注目をするようになりました。これは、1往復するのに2-3秒以上と長い時間がかかる大きな揺れのことです。エネルギーの大きな地震で発生します。長周期地震動の特徴的な影響のひとつとして、高層ビルが長時間揺れ続けることは知られていましたが、東日本大震災の際は、なんと10分以上もの長さでビルが揺れ続ける事例が多く発生しました。この「揺れの繰り返し」に、鋼材はどれほど耐えられるのか。多くの研究者が研究をおこなってきましたが、そのほとんどは大きな塑性変形を起こすような強い揺れに関するものでした。そこで佐藤さんは「小さな揺れの場合でも、揺れる回数が多ければ鋼は破断する。だからこそ小さな揺れの繰り返し実験も、より安全で合理的な基準をつくるためには必要なのではないか」と考えました。

### 良き相棒はシミュレーションモデル

佐藤さんは現在、実際の構造物に見立てた実物大の鋼部材に対して、小さな揺れを繰り返し与える実験を続けています。実験ごとに与える力を徐々に小さくして繰り返す地道な実験を続け、こ

れまでに塑性変形を起こす力の6割程度の外力であれば、数千回の繰り返しに耐えられることを明らかにしました。しかしこの研究手法は大規模かつ、長い時間と労力を要することから、佐藤さんは新たなアプローチ方法にも挑戦をしています。それが、揺れの繰り返しを受ける鋼材の挙動をシミュレーションするモデルをつくる研究です。鋼棒に繰り返しの変形を与え、その変形量と外力の関係を表現する数学モデルを作成します。そのモデルを使い、柱や梁といった部材の挙動を予測し、最終的に建築物の安全性を推測できるような方法を開発しているのです。鋼は均一性が高く、さらに物理的性質が方向性によって変わらない等方性という特徴を持っています。そのため、力学の法則に当てはまりやすく、シミュレーションモデルとの相性がよいといえます。「私は数学や物理が好きなので、そんな鋼の素直さが好きなのかもしれません。」と佐藤さん。その性質をより詳細に明らかにし、建築基準に活かしていくことで、鋼はこれからの時代も私たちの暮らしの安全を支えてくれるパートナーであり続けてくれるでしょう。

(文・河嶋 伊都子)

取材協力：東京大学 大学院工学系研究科  
建築学専攻 助教 佐藤 恵治さん



## 水素を使いこなす未来の生活で活躍する鋼

燃料電池，水素ステーション，そんな言葉を耳にするようになってきた昨今。持続可能社会の実現に向けて，新たなエネルギー源として水素の活用が期待されています。しかし水素は鋼を脆くするという性質があります。来るべき未来の世界で鋼はどのような役割を担い，どんな進化を遂げていくべきなのでしょう。

### 貯める，運ぶ，使う，を実現する

最近よく耳にする「燃料電池」は，私たちの身近にある水を電気分解することで得られる「水素」を使って発電するため，資源が豊富で持続可能性が高い発電方法として注目されています。

とくに最近，ガソリンスタンドのように燃料電池車に水素を供給する設備，「水素ステーション」が全国に広がりつつあります。この設備には水素を溜め込むタンクや通り道となる管，流れを止めたり通したりするバルブなどが使われていて，圧力の高い気体を繰り返し閉じ込めたり解放したりします。これらは物理的な強度と耐久性が求められるため，その特徴を持つ「鋼」でできていることが多いです。10年ほど強度を維持しながら使い続けられるのが理想ですが，繰り返し負荷がかかることによる強度の低下だけではなく，タンクや管の中を流れる水素も，鋼の強度を維持する上で問題になりうるのです。

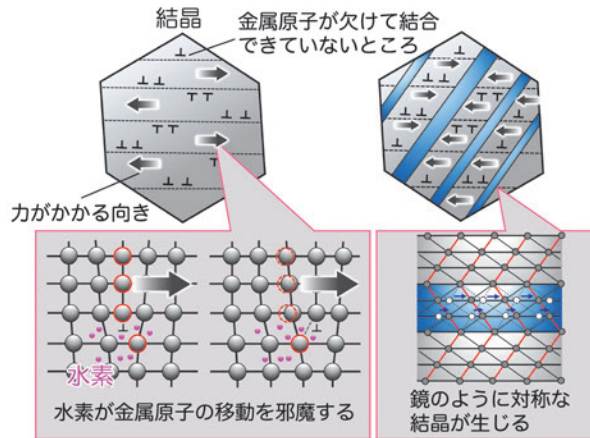
### 水素を弱点から強みに変える

鋼は構成する金属原子が美しく並び，結合していることによって強度と粘り強さを保っています。しかしながら金属原子同士の結合の間に水素という小さな元素が入り込むことによって，鋼は脆くなって，破断しやすくなります。この現象を水素脆化<sup>ぜいか</sup>といいます。金属材料の研究者は，長年この課題の解決を目指し，さまざまな金属を混合させたり，混合比率を変えたりして鋼を作製しています。

そんな中，国立研究開発法人 物質・材料研究機構の小川さんはさまざまな鋼材を調べた結果，水素を吸収すると脆くなるどころか，なんと強度と伸びが大きくなる材料を発見しました。それはクロムが24%，ニッケルが19%含まれる鋼で，水素の吸収前後で破断が起きるまでの強度と伸びの積が30%も向上するのです。ミクロな視点で鋼の中で何が起きているか見てみると，力を加えた時に金属の原子が移動しにくい状態になっていると考えられます。今回発見された鋼では，「水



# 鋼と人類の歩み



▲水素を吸収して強度と伸びが良くなる金属結晶内での2つの作用を表した図

素が金属原子の移動を邪魔する作用」と、「力を加えたときに結晶の一部が鏡に写ったような反転構造の新たな結晶になって、結晶間を金属原子が移動しにくくなる作用」の2つの作用によって変形が起きにくくなったと考えられます。しかし、まだそのメカニズムを明確にできたわけではありません。小川さんは、これを明らかにできれば、マンガンや炭素など、もっと安価な元素を使って同様な機能を持つ素材が作れるかもしれないと考えています。

## 未来でも社会を形づくる存在

水素がより普及した未来の社会では、気体ではなく液体の状態でも取り扱うようになるのではないかと考えられています。液体水素は、 $-253^{\circ}\text{C}$ の極低温の状態では、体積は気体の1/800程度に小さくなります。つまり、一度で大量に扱うことができるのです。一方で、鋼は低温では引っ張った時の「伸び」が起きにくくなり、壊れやすくなり

ます。小川さんが発見した水素を吸収して強くなる鋼は、低温でも伸びが保てるため、この課題もクリアできるだろうと考えられています。

このように、未来の社会を支えるテクノロジーが実装されるためには、設備やシステムとそれを構築する構造材料が必要です。人類の歴史において、プラスチックなどの人工的な材料はたくさん開発されてきましたが、強靭さや入しやすさから今も昔も鋼は活用され続けています。そんな鋼が長い年月の中で進化し、水素が液体として流通する高度なテクノロジーが実現した未来でも活躍する可能性を秘めているなんて、1000年、2000年も前には誰も予想もしていなかったでしょう。鋼が秘める可能性に、今後も目が離せません。

(文・小山 奈津季)

取材協力：国立研究開発法人 物質・材料研究機構 (NIMS)  
 構造材料研究センター 材料評価分野  
 鉄鋼材料グループ 研究員 小川 祐平さん



私たちの生活を豊かにすべく、過去から現在、そして未来へ日々進化し続ける鋼。その変遷には、意外にも教科書に載っているサイエンスがたくさん隠れていたのではないのでしょうか。これからも人類は鋼とともに、文明を築き続けていこう。

# 睿又智への いざない

有形・無形に関わらず、学芸員を始めとした  
プロフェッショナルたちの手によって、  
世界の歴史が保存・研究・集積されている博物館。  
まだ知らない興味深い世界を、「研究の種」を、  
見つけに行きませんか。

## 木造建築の文化を職人と道具から伝える 竹中大工道具館

日本の木造建築技術は世界でも評価され注目を浴びています。そしてそれらを作る大工に欠かせないのが大工道具です。竹中大工道具館は、工芸品のように高度に発達した日本の大工道具を集めた世界的にも珍しい博物館です。建築文化を支える職人の世界をのぞいてみましょう。

### 五感を研ぎ澄まし、匠の技術に触れよう！

平屋の建物に入った瞬間から「ヒノキやスギ」の心地良い香りに包まれます。自然と一体となった建物の内装は全て職人の手仕事です。この館では、大工の「技」と「心」を、実際に昔の大工が用いた大工道具約1000点を通して伝えていきます。展示ではただ見るだけではなく、五感を大切にしています。建物の模型でリアリティを味わい、映像でその成り立ちを知り、大工道具に触れることで、ものづくりの奥深さに気づいてもらいたいのです。例えば、複数の木材を組み合わせた「木組」に触れてみてください。大工はそれら木組を3次元の構造物に組み立てます。建築物ができるのは、大工が「規矩術」と呼ばれる高度な数学的設計をしているからです。建築文化には、大工道具をはじめ、多くの技術や人が関わっています。ここは、数千年かけて日本が築きあげてきた木の文化とものづくりの奥深さを体験できる場所です。(文・正田 亜海)

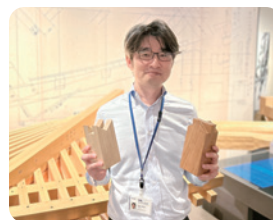


▲木組とそれを作り出す大工道具



▲「規矩術」の設計に用いられる曲尺(さしがね)

**中高生への一言** 教科書からはわからない職人の世界を体験しにきてもらいたいですね。本だけでは伝えきれない日本の建造物の魅力やその背景にいる職人の精神・技や道具の使い方を五感を使って感じてもらえれば。仕掛けの詰まった体験ワークショップにも遊びにきませんか？  
(公益財団法人竹中大工道具館 主任学芸員 坂本 忠規 さん)



竹中大工道具館 ウェブサイト



## 山の形や土砂崩れを調べたい

2021年に静岡県熱海市で発生した土砂災害のニュースを見た有賀さんは、大きな土砂災害がなぜ起こるのかに興味を持ちました。自分が通う学校の付近にある東山三十六峰でも土砂崩れが発生しやすい地点があることを知り、どのような地形で土砂崩れが起こりやすいのか、砂山実験を行って研究しています。



東山高等学校1年生  
有賀 匠音さん

### 検証したい仮説

土砂崩れが発生しやすい地形がある

### 実験材料・器材

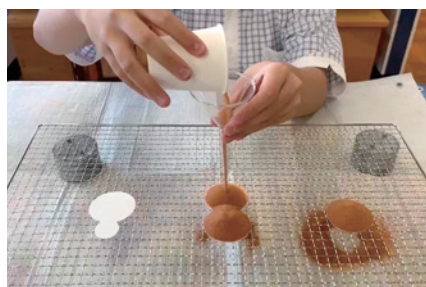
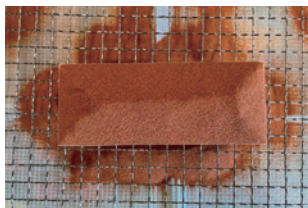
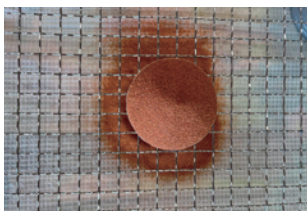
- 砂漠の砂(ナミブサンド) • 厚紙 • 方眼紙 • カッター • 網 • 5cm程度のプロック×4個
- 地形図 • ペン • ろうと • 紙コップ

### 実験1:基本図形の上に見える砂山の性質を調べる

1. 厚紙に方眼紙をはり、色々な形を切り抜く
2. 網に切り抜いた厚紙を乗せる
3. ろうとで厚紙の上に砂を落とす
4. 砂山の形が安定したら、砂を止める

### 実験で工夫したポイント!

図形の中心をめがけて砂を落としませんが、まずはろうとの位置を固定するのが重要です。図形が複雑な場合は、ろうとの位置を変えたり、動かしたりして、砂山をつくります。



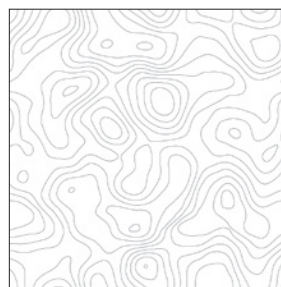
▲ろうとの位置を固定して真上から砂を落とすのがポイント

### 結果

円や正方形などは図形の中心に頂点ができましたが、長方形には頂点が連なって尾根線が出現しました。実際の山には入り組んだ部分もあるため、花形を試したところ、途中で五角形が出現し、続けるとその上に頂点、そこから凹みに向けた谷線が出現しました。砂を落とすと谷線に沿って流れていく様子が観察されました。

## 実験2：地図上に実際の山を再現する

1. 東山三十六峰の等高線地図を用意し、切り取る等高線を決める
2. 地図を厚紙に貼り、決めた等高線で切り取る
3. ブロックの上に網を置き、その上に切り取った等高線地図を乗せ、ろうとで砂を落とす
4. 砂山が安定したら止めて、実際の地形と比較する



▲再現したい地形を一回りできる等高線を見つけよう

## 結果と考察

実際の山の様子を思わせる砂山が出来上がりましたが、実際の地形とは異なりました。山は砂や岩など、大きさや性質の違う土砂でできているため、今回の均一な砂と差が出たと考えています。



▲東山三十六峰 1/25000 標高200メートルの等高線で切り取った

## 今後の予定

今回の実験では砂のみを使って地形を再現しましたが、実際の地形とは違いがありました。今後は食塩や片栗粉、畑の土など、砂とは特性の違う材料を使って実験することで、より実際の地形に近い、土砂崩れの再現性が高い模型づくりに挑戦したいと考えています。

## 研究者からのアドバイス

今回、有賀さんが取った砂山を使った実験方法は、地形の形成や土砂災害メカニズムの研究などで度々使われます。この実験は、粒子の動きを実際に観察できるため、地形の形成過程や粒子の動態などのイメージを掴み易く、問題へのアプローチを考える上で大変役に立ちます。ただ、砂山に使う粒の大きさや性質、地図の縮尺によっても出来上がる形や砂の流れ方は変わってきます。目的に合わせて様々な素材や地図を試してみてください。

現在はより高度化し、コンピューターで数値シミュレーションをしたり、3Dプリンターで地形模型を作成して様々な検討を行います。例えば今回作った砂山が実際の山とどれだけ整合性があるかは、砂山をスマートフォンなどで3Dスキャンし、国土交通省が公開する国土数値情報のデータと比較する方法も考えられます。ぜひ挑戦してみてください。



## 今回の研究アドバイザー

奈良文化財研究所  
埋蔵文化財センター遺跡・調査技術研究室  
主任研究員

村田 泰輔 さん

## 実践！検証！サイエンス テーマ募集

本コーナーでは、みなさんから取り上げてほしい研究テーマを募集します。自分たちが取り組んでいる研究、やってみたいけれど方法に悩んでいる実験など、someone編集部までお知らせください！研究アドバイザーといっしょに、みなさんの研究を応援します。  
E-Mail : ed@Lnest.jp メールタイトルに「実践！検証！サイエンス」といれてください。

## 泳ぐ宝石， 錦鯉の色の秘密

水澤 寛太 さん

北里大学海洋生命科学部  
魚類分子内分泌学研究室  
准教授

美しい色と模様から日本の国魚に指定されている錦鯉。黒色のマゴイが起源とされ、江戸時代からさまざまな色の品種が作られてきた。多くの魚は周囲の色に合わせて体色に変化するが、錦鯉の色は変わりにくい。美しい色が簡単には変わらないのはなぜか？その仕組みを明らかにしようとしているのが、北里大学の水澤さんだ。



### 周囲に合わせて変化する，魚の体色

マゴイを黒い水槽で飼育すると、昼間は体の色が黒くなる。これは周囲の色に体色を近づけることで、敵から身を守るためだと言われている。逆に夜間や、白い水槽で飼育した際は、黒色は薄くなる。

水澤さんの元々の研究対象は白と紺色の縞模様をしたゼブラフィッシュだ。この魚も水槽の色を白くすると色が薄くなるが、幼い時は紫外線を当てると体色が黒くなる。つまり水槽の色だけではなく当たっている光の質、波長も重要なのだ。それでは他種は？大人はどうなのか？ヒラメなど他種の研究に取り組んでいたときにたまたま出会ったのが、現在の研究対象である錦鯉だ。

### 色が変わらない不思議

その出会いは国際学会。「魚の体色変化を研究しているなら、なぜ日本を代表する魚である錦鯉を研究しないのですか」参加していた錦鯉研究者

に強く勧められ、まずは研究をしてみようと、一緒に新潟県の試験場まで足を運んだ。

「何をしてもね、体色がほとんど変わらないんですよ！」と当時の驚きを語る水澤さん。紫外線を当てたり、明るい水槽や暗い水槽で飼育してみたが、これまで調査してきた魚で体色に変化する条件を試しても、錦鯉ではほとんど変化がない。しかし考えれば、錦鯉はその美しい色が命だ。元のマゴイから色の美しいもの、変わりにくいものを選んで飼育してきた結果、体色に変化しないものが選別されてきたのだろう。次第に「どうして体色に変化しないのか、他の魚とどこが違うのか」興味がわき、自身の専門である魚の体内のホルモンの働きから調べてみることにした。

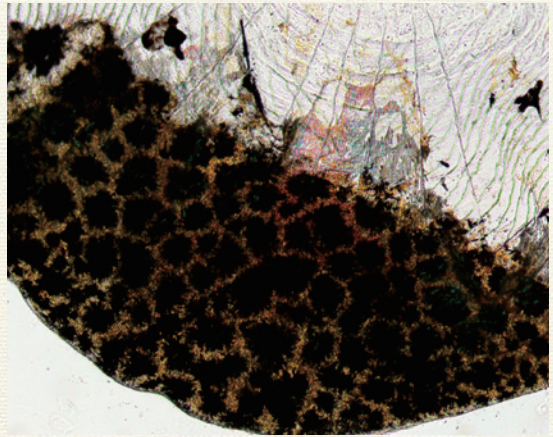
### 長い間の育成が生み出したその姿

魚の体色に変化するのには、脳で作られるホルモンが体表にある「色素胞」という、色のついた細胞にはたらいで、細胞の中で色素を広げたり、縮ませたりして、見える面積を変えるためだ。黒





▲研究対象の錦鯉「大正三色」。大正時代のはじめに創り出され、赤白黒の三色が美しいことから名付けられた。



▲大正三色の鱗の顕微鏡写真。黒い斑点模様に見える1つ1つが黒色素胞。細胞内で色素の粒が広がっているために黒く見える。

色の色素胞の動きをコントロールしているのはメラニン凝集ホルモン (MCH) だ。脳でMCHが生成されると、血液に乗って体表の細胞まで運ばれる。MCHが黒色素胞に辿り着くと、色素の粒が凝集して黒色は薄くなる。MCHの生成量やその働きは、実際に錦鯉の血液を採取したり、ホルモンを直接細胞に垂らすことで調べることができる。

錦鯉の中でも特に色が変わりにくい大正三色という錦鯉で実験を行ったところ、そもそも光の変化でMCHの生成量にほとんど変化がないことがわかった。加えて、細胞に直接MCHを垂らしても、ほとんど色素胞が反応しないことが明らかになった。大正三色の美しい色が変わらないのは、マゴイと比べてMCHの生成量が光によって変化しにくく、その反応も鈍くなっているからではないか。水澤さんはそう予想している。

### 昔ながらの方法にこだわる理由

遺伝子やゲノムを使った研究の技術がどんどん発達して、どの遺伝子が体色に影響するのかという事は、すぐにわかるようになった。でもその先、その遺伝子に変化があると、どんなことが体

の中で起こって体色が変わるのか、実際に何が起こるのかまでは、すぐにはわからない。水澤さんの直接採血してホルモンを調べたり、細胞に垂らして観察する手法は、最近の研究手法と比べるとかなり「昔ながらの方法」だ。しかし、そこが強みになると信じ、あえてこれらの手法を使っている。実際に生の魚に触れ、実験や観察をしないとわからないことがある。そこにこだわってこれからも未知なことを明らかにしていきたいと水澤さんは語る。古くから美しい色で親しまれてきた錦鯉、しかしその謎は今もなおある。錦鯉の変わらない美しさの秘密を明らかにする研究は、まだまだ続く。

(文・戸上 純)

水澤 寛太 (みずさわ かんた) プロフィール

2002年東京大学大学院農学生命科学研究科にて博士 (農学) を取得。帝京科学大学理工学部 アニマル研究員、国立遺伝学研究所 プロジェクト研究員、北里大学水産学部 (現 海洋生命科学部) 講師を務めたのち、2007年より現職。魚類分子内分泌学を専門とし、現在は、環境制御による魚類の成長促進や、魚類の体色調節機構などの研究を行う。

# AIと人間がともに成長する世界をつくる

品川 政太郎 さん

奈良先端科学技術大学院大学  
助教

近年、人工知能 (AI) が大きく発展し、人間の知能を持っているかのように会話ができるようになった。将棋のような分野では人間を超えることもある。しかし、なぜAIがここまでの性能を出せているかは専門家でもわからないことが多い。品川政太郎さんは、そんなAIを人間が理解し、またAIも人間の思考に対して適切な行動を取れるように、AIが対話型で人間から指示を受けたり、人間に働きかけたりできる仕組みをつくらうと考えている。



## 人間の分かり合えなさから始まった研究

幼い頃は工作が好きで電子機器に興味があった品川さん。大学で柔道部の主務をやっている時に、「人」にも興味が向いた。部活では、他の部員と意見がぶつかることも多く、建設的にコミュニケーションをとることの難しさを経験した。そんな時、なぜ人間同士のコミュニケーションが難しいのかを考えたという。「素朴な疑問ですが、私たちってなんでこんなに分かり合えないんだろうって思いました」と振り返る。そんな複雑な人間を機械で再現できると面白そうだと考え、機械への興味と人への関心が重なってAIの研究に進んだ。

品川さんは、神経細胞の情報伝達の仕組みに着想を得たニューラルネットワークと呼ばれるものに惹かれた。品川さんがこの技術を知った2014年には、これを使ったAIが数々の画像認識のコンテストで圧倒的な成績を残したことが話題に

なっていた。この技術は今でもほとんどのAIに使われる重要なものだが、与えられたデータから画像認識のような問題を自動的に解けるように学習するニューラルネットワークには謎も多い。人間の狙い通りの挙動になるよう学習を調整することは難しく、現在のChatGPTのようなAIでもユーザの意図しない出力を行うことが大きな課題になっている。どのような入力をするるとどのような出力が得られるか、なかなか思い通りにはいかない難しさが、人間の分かり合えなさと同じかと思った品川さんは、ニューラルネットワークを理解できれば面白そうだと考えたという。

## 人間とAIが歩み寄るための方法の模索

品川さんは、対話をするようにAIと人間がやりとりをすることが、AIの挙動の理解につながると考えた。人間が誰かに指示をする時、言語を使って伝えるだけでは不十分で、相手がどのように行動すべきかをイメージできる必要がある。そ

## “put a glasses”



▲文章で画像を編集するAI。右に行くにつれて、編集がより加わった画像になる。

Shinagawa, et al. (2018) Interactive Image Manipulation with Natural Language Instruction Commands. より Figure. 8を引用, 一部改変

ここで初めの一步として、言葉から画像を作成できるAIをつくらうとした。始めは、「メガネをかけた茶髪で短髪の女性」のように画像全体を指示していたが、画像全体の説明をしようと文を長くすると画像の作成が難しかったと品川さんは語る。そこで、指示をより単純にするために、元からある画像を少しずつ編集する方法を採用した。例えば、既にある人物の画像に対して「メガネをかけて」というように入力するのだ。今でこそ似たようなAIはあるが、当時は人が指示をして画像を編集する方法を採用したものはほとんどなく、品川さんの研究は最先端のものだった。

現在ではこの研究を発展させて、人間が指示するだけでなく、AI側からも提案する仕組みをつくり、理想の画像に近づける研究をしている。例えば、「メガネをかけて」と人物の画像を編集するように指示した後、AIが編集した画像をいくつか示し、その中で一番良い画像を人間が選ぶというシステムが考えられる。人間が指示するだけでなく、AI側から提案する仕組みをつくることで、AIがどのような画像が望まれているかを学習し、人間の思考を汲み取った結果を返してくれるようになる。対話型のシステムをつくることで、人間とAIが歩み寄れるのではないかと品川さんは話す。

## AIと共生する未来を目指して

特定の分野では人間の知能を超えることがある

ので、AIが人間の成長を手助けできる世の中が来るだろうと品川さんは話す。将棋の世界ではAIが打つ手を人間が学んでいるが、それと似たように、なりたい自分になるための行動を提案してもらうことで、成長を助けてもらえるのではないか。「人間がAIを利用して成長しつつ、AIも人間のデータを学び変化を続けるような、両者が共生する社会がくると考えています。そんな人間とAIがお互いに寄り添う関係になるために、自分の研究が貢献できると考えています」と品川さんは語る。

現在、品川さんは言語学といった自分の専門外の分野も学び直しているという。AIを使う中で、指示の仕方やどのように利用するかを考えるために、様々な知識があると発想が広がるのだという。「自分の興味を追求する時に、実際にAIを使ってみると、どのように自分の成長に利用できるかがわかってきます。少しずつ自分自身でAIを理解しながら、将来きっと来るAIと共に成長する社会を楽しみにしてほしいです」と品川さんは語る。  
(文・八木 佐一郎)

品川 政太郎 (しながわ せいたろう) プロフィール  
奈良先端科学技術大学院大学にて博士号(工学)を取得後、  
2020年より現職。視覚と言語の融合研究と対話システム研究に従事。画像の認識・理解シンポジウムMIRU2023にて若手プログラムの共同実行委員長を務め、研究者同士の交流にも積極的に関わる。

## 人類の夢が詰まった核融合炉研究

後藤 拓也 さん

株式会社ヘリカルフュージョン共同創業者・取締役  
核融合科学研究所 / 総合研究大学院大学 助教

「夢のエネルギー源」として注目されながら、いまだ実現に至っていない核融合炉。その研究の歴史は1930年代から始まり、多くの研究者が挑戦し続けている。実現が難しいと言われてきたが、ここ数年で実用化にむけた大きなうねりが世界中で起き始めている。後藤さんも、核融合炉研究に人生をかけ、そのうねりを生み出しているひとりだ。



### 小さな太陽を地球上につくる

今の便利な暮らしは、人間が化石燃料から大量のエネルギーを取り出せるようになったことでつくられてきた。一方、そのエネルギーをつくる過程で大気中に大量の二酸化炭素が放出されるようになり、それが地球温暖化の原因のひとつであることが知られるようになった。そのため、二酸化炭素を出さないエネルギー源として活用されはじめたのが太陽光や風の力をエネルギーに変える方法だ。しかし、より地球にも優しく、より効率的にエネルギーを得られる方法はないだろうか？そこで注目されたのが太陽そのものだった。

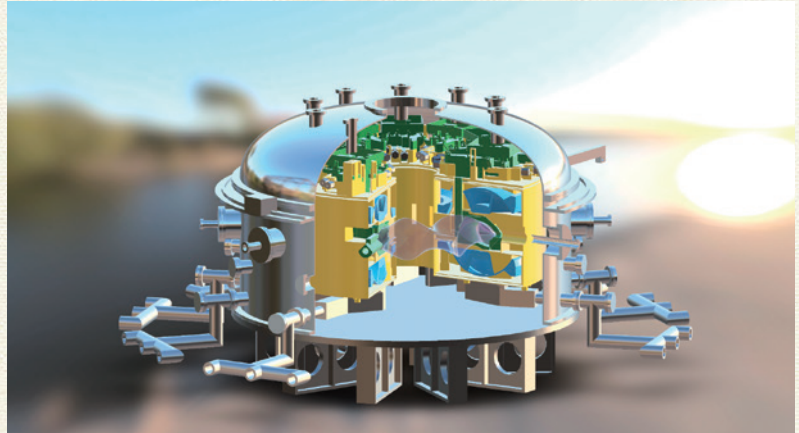
太陽のエネルギーは核融合反応によって生み出されている。水素原子が超高温状態でプラズマとなり、互いにぶつかり合ってヘリウム原子へと変わるときに膨大なエネルギーを生み出す。この反応を人間の手で再現しようとしているのが、核融合炉の研究。そのため核融合炉は「小さな太陽」とも呼ばれている夢の技術だ。

### シミュレーションから装置全体を支える

人間が80年以上掛けてきた核融合炉の研究だが、いまだに実用化の正確な時期は見通せていない。実用化に向けた鍵は、プラズマの温度・密度のさらなる向上や各機器の高性能化にあるという。核融合を起こすためには、電磁石で磁場をつくり、プラズマを高温・高密度の状態に保つ必要がある。この磁場が強力なほどより高温・高密度のプラズマをつくることができ、発生するエネルギーも大きくなる。しかし、磁場を強力にするために電磁石を太くすると、他の機器の設置スペースに影響してしまう。装置全体を大きくすればスペース自体は稼げるが、そうすると、装置を維持・運転するための消費エネルギーも結果として大きくなってしまう。実用化のためにはできるだけ小さな装置で、かつ効率よくエネルギーを生み出すことのできる設計が必要。このためには同じ大きさでより強力な磁場を発生できる電磁石など、各機器の高性能化も求められる。



▲3Dプリンターで装置を構成する各機器をつくり組み立ててみたもの。



▲後藤さんと仲間が作ろうとしているヘリカル型核融合発電炉のイメージ図。

後藤さんは、ひとつひとつの機器が他の機器にどのような影響を及ぼすのか、丁寧に数値を求め、シミュレーションによって装置全体の設計を見極める。その結果をもって、3Dプリンターで模型をつくり、構造全体に無理がないかなどを確認する。得られた結果をさらに、シミュレーションに反映させることで、理想的な設計図を求め続けてきた。そして2021年10月、いよいよ現実味を帯びてきた核融合炉の本格的な開発に向けて、仲間とともに株式会社Helical Fusionを起業。理想を追求する研究から、2030年代の発電実現を目指して、仲間とともに実証機を建設するフェーズへとギアを上げたのだ。

### ワクワクを原動力に社会実装を目指す

装置開発には膨大な時間やお金が必要だが、実現できたとしても、社会に受け入れられるのか？ みんなに使ってもらえるのか？ という疑問は常にあるという。それでも続けてこられた理由は、核融合炉の実現が世界のエネルギー問題の解決につながるだけでなく、人類の文明を大きく飛躍させると信じているから。「その実現に少しでも貢献できると思えたら、それだけで楽しいんです。だ

れも実現できていないテーマだからこそ、自分のアイデア次第で一気に研究開発が進むというのも魅力です」と目を輝かせる。

中高生のころは、実は数学が苦手だったという後藤さんは、環境・エネルギー問題への興味から理系への進学を決意。今では数学の知識も駆使してシミュレーションによる研究開発を主導している。「得意・できそう、という理由で選ぶと、挫折したときに心が折れてしまう。でも面白い・楽しいと思える道を選ぶと、困難な壁にぶつかっても、どうにかしようと思える。だからこそ迷ったときにはワクワクして没入しちゃう方を選ぶことにしています」。後藤さんのワクワクが原動力となり、核融合炉の開発は着実に進んでいる。

(文・海浦 航平)

#### 後藤 拓也 (ごとう たくや) プロフィール

1981年神戸市生まれ。高校までは岐阜県各務原市で過ごす。2008年東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻博士課程修了。同年より核融合科学研究所・総合研究大学院大学助教に就任。主にヘリカル型を中心とした核融合炉のシステム設計研究に従事。2021年に株式会社ヘリカルフュージョンを共同創業し、取締役を務める。

## まだ間に合う!!ポスター発表エントリーはwebページから!

サイエンスキャッスルのエントリー申請内容は下書きを残しながら書き進めることができます。締切ギリギリにならないように、余裕を持って下書きの作成、申請内容の見直しを行って申請を完了しましょう!

### 早めにやっておいた方がいいこと!

- ・テーマと概要文の記入
- ・共同研究者の入力
- ・同意書の作成
- ・指導者の登録のために、指導者にメールアドレスを聞いておく

エントリーはこちらから!

募集締切 9月29日 18:00



## 大会情報

今年度もたくさんのパートナーのサポートのもと、サイエンスキャッスルを開催する運びとなりました!ぜひ、彼らをみなさんの研究に対する情熱で、研究やプロジェクトに巻き込み、世界を共に変える仲間にしてください!

### サイエンスキャッスル大会パートナー

KOBASHI HOLDINGS 株式会社, 株式会社ダイセル, 株式会社山陽新聞社, 株式会社中国銀行, THK株式会社, 株式会社フォーカスシステムズ, 三井化学株式会社, ロート製薬株式会社, 神奈川工科大学, 慶應義塾大学薬学部, 一般社団法人日本先端科学技術教育人材研究開発機構

### サイエンスキャッスル研究費パートナー

THK株式会社, 公益財団法人ベネッセこども基金

#### 関東大会

2023年12月2日(土)  
昭和女子大学附属  
昭和中学校・高等学校

#### 関西大会

2023年12月17日(日)  
大阪明星学園中学校高等学校

#### 中四国大会

2023年12月23日(土)  
岡山理科大学

## サイエンスキャッスルASIA大会実施します!

日時: 2023年10月21日(土) 22日(日)

場所: サイバージャヤ(マレーシアクアラルンプール国際空港から車で20分程度)

施設: RekaScape

(Block 3750 Persiaran APEC, Cyber 8,63000 Cyberjaya, Selangor, Malaysia.)

※エントリー募集は締め切っております

来年は2024年10月5日(土), 6日(日)を予定しています

## 研究への情熱をぶつけて、大人たちと世界を変える場所

私たちリバネスは、研究者の仲間を増やしたいという思いのもと、企業、大学、若手研究者とディスカッションを交わしてかわして研究者になる階段をのぼる、「研究者の登竜門」としてサイエンスキャッスルを運営しています。ここへ集まって来ている皆さんの研究を、サイエンスキャッスルの場だけではなく、さらに発展させて欲しい。その願いから、次世代による次世代のための「ADvance Lab (次世代研究所)」を立ち上げました。

## 次世代研究者の研究を加速する場、ADvance Lab 始動！

8月5日、株式会社リバネスは次世代による次世代のための「ADvance Lab (次世代研究所)」の開設を発表しました。所長は関西学院大学の**大城彩奈さん** 19歳です。彼女は、中学生の頃から、生分解性プラスチックの研究や生体の血糖濃度を測るセンサーの開発など、研究に取り組んできました。自分自身でも同じ課題感を持ち、自身で次世代の活動の場を作ろうとしていたところ、リバネスが思いを同じくしていることを知り、研究所設立に加わりました。ほかに、ものづくり部門リーダーに、小学生の時からロボット研究を始め、高校を卒業した**立崎乃衣さん**、バイオ部門リーダーに高校生で合成生物学の研究を行う**大竹海碧さん**が就任しました。今後、ADvance labでは彼らとともに、今後、小中高大の研究機会の提供や、中高生同士での共同研究や発表機会、論文投稿や学会の立ち上げなども作っていきます。今後、資金を調達し、研究指導をしてくれる研究者や実用化に協力してくれる企業、そして何より、一緒に研究する仲間を募集していきます。



ADvance Lab 所長 **大城 彩奈さん**

“AdvanceのAdは目的に向かって進んでいくこと、そして次世代のAdolescentという言葉をかけています。自分の経験をもとに、次世代のための機会と場を作っていきたい”



リバネス教育開発事業部 部長 **齊藤 想聖**

サイエンスキャッスルの場で出会った中高生研究者の皆さんと話をしていると、もっと研究を突き詰めたいのに研究できる設備や資金がない、また、大学ではすぐ研究に携わることはなかなか難しい、など年齢や環境によって研究に取り組めない次世代研究者がたくさんいると気がきました。せっかく中学校や高校のころから、研究に取り組んでいるのにそれを続けることができないことは大きな課題だと感じました。これを解決するために、「ADvance Lab (次世代研究所)」を、大城 彩奈さんと立ち上げたのです。未来に生きる皆さんのアイデアには無限の可能性と価値があります。だから、研究を熱く語って、皆さんの実現したい未来を共有してほしい。私たちがそれを叶える仲間になります。

私たちリバネスは、皆さんとの出会いから、「未知を解明したい」「課題を解決したい」という情熱に感銘を受けています。皆さんの研究への情熱は、自ずと皆さんの世界観や実現したい社会をより鮮明に伝え、共に同じ未来を目指す仲間を集める力になります。サイエンスキャッスルの場や、ADvance Labを、世代や分野を問わず、一緒に研究やプロジェクトを進められる仲間と出会う機会にして欲しいです。

# マリンチャレンジプログラム

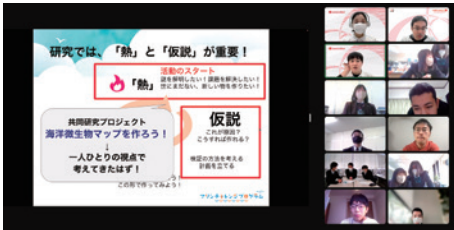
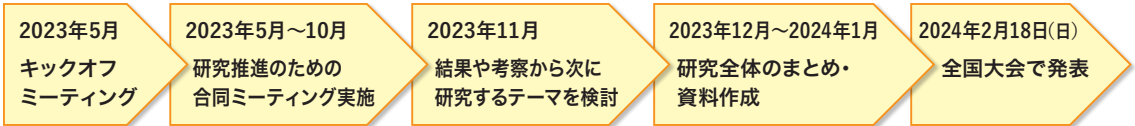
## 共同研究プロジェクト

マリンチャレンジプログラム共同研究プロジェクト（主催：日本財団、JASTO、リバネス）では、自然科学研究や海のおもしろさを知りたい、誰も答えを知らない新しいことに自分で挑戦する力を磨きたいという思いを持った仲間が集まり、全国の研究仲間たちと一緒に研究活動に取り組んでいます。参加チームには研究費5万円の支給と研究コーチによる研究サポートを行います。

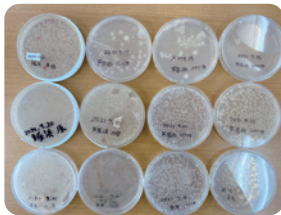
### 2023年度テーマ

## 「日本の海洋微生物マップを作ろう！」

各地域で採水した海水等から海洋微生物を単離・培養することで、目に見えない海洋微生物の世界を明らかにします。また、研究経過や結果を共同研究チーム内で共有し、海洋微生物についての知見を深めます。



全国10校共同で  
研究を推進！



### 2023年度参加チーム

東北から九州まで、日本を南北に広くカバーできる参加校が集まりました。また、海水のサンプリングを日本海、太平洋、瀬戸内海と複数の海域で行う他、東京湾・大阪湾・大村湾などの内湾でも実施します。

No.	学校名	研究代表者	所在地
1	青森県立久井農業高等学校	泉山 菜摘	青森県
2	秋田県立秋田高等学校	藤井 由紀子	秋田県
3	土浦日本大学高等学校	鈴木 大輝	茨城県
4	千葉県立船橋高校	柳原 麻子	千葉県
5	横浜市立金沢高等学校	太田 湊馬	神奈川県

No.	学校名	研究代表者	所在地
6	東海大学付属相模高等学校中中部	久保 祐輔	神奈川県
7	福井県立藤島高等学校	鈴木 孝志朗	福井県
8	神戸市立科学技術高等学校	小熊 一輝	兵庫県
9	近畿大学附属広島高等学校福山校	松尾 美利	広島県
10	佐世保工業高等専門学校	加藤 千夏	長崎県

※学校名は2023年8月時点の所属です

### 研究コーチ：中島 悠 (国立研究開発法人海洋研究開発機構)

#### 中島さんから一言

「私も日々、海洋微生物学の研究をしています。地球上に生息する培養可能な微生物は1%以下とも言われていて、宇宙にある未知の物質になぞらえて「微生物ダークマター」とも呼ばれています。海や湖といった水圏環境においても、微生物の世界はまだまだ未解明のことが多いです。一緒に研究をしていきましょう！」

このプログラムは、次世代へ豊かで美しい海を引き継ぐために、海を介して人と人がつながる“日本財団「海と日本プロジェクト」”の一環で行っています。





# 「もったいない」が「おいしい」に大変身！

## ASTRA FOOD PLAN 株式会社「過熱蒸煎機」

食べ残しや売れ残りなど、まだ食べられるのに、捨てられてしまう食べ物のことを「フードロス」と呼びます。日本では1年間で約600万トンも捨てられており、これ以外にも産地が出る規格外の作物や、食品工場から出る食材の端材などの量はそれをはるかに上回り、4倍以上にもなります。果たして、世の中に眠るもったいない食べ物をなくせる方法はあるのでしょうか。



▲過熱蒸煎機と粉末化した野菜

### 数百度の蒸気と熱風が突破口

ASTRA FOOD PLANの加納千裕さんは、私たちに届くまでの見えないプロセスで出る規格外農作物や食材の端材のことを「かくれフードロス」と呼び、その削減に挑戦しています。そこで開発したのが、風味の劣化や栄養価の減少を抑えながら、食品の乾燥と殺菌を同時に行うことができる装置「かねつじょうせんき過熱蒸煎機」です。いまある代表的な乾燥技術は、高温に加熱された空気を送るタイプです。しかし、これでは酸素を含む高温の状態にさらされるため、素材そのものの栄養素が壊れてしまいます。この問題を解決するため、過熱蒸煎機は、熱風に加えて数百度の蒸気を併用しながら、なるべく乾燥させる空間を蒸気でいっぱいにして、酸素と触れる時間を極力減らしながら乾燥させ、栄養価を保つことに成功しました。さらに、数秒から数十秒という短い乾燥時間かつ連続的な運転を実現しています。

### すべてのかくれフードロスがおいしさ変わる未来

実は、加納さんがこの会社を立ち上げたのは、2020年とごく最近です。そして、ようやくこの過熱蒸煎機でかくれフードロスをおいしい食べ物として消費者に実際に届けられるようになりました。例えば、牛丼チェーン店の工場では、スライス玉ねぎの端材が多い時で1日約700キログラム廃棄されます。この玉ねぎを粉にして、パン生地に練り込んで風味の豊かなおいしいピザなどに大変身させてベーカリーチェーン店が販売しています。これにより年間で数百万円もかかっている廃棄の費用も抑えられます。「このようにかくれフードロスの問題は、私たちの会社だけではなかなか解決できないのです。食品メーカーや販売店などたくさんのプレイヤーを巻き込んでいく必要があります。」と加納さんは語ります。将来、かくれフードロスのすべてがおいしさになり、地球にも人間にも幸せな未来をもたらしてくれるのかも知れません。  
(文・内田 早紀)

取材協力：ASTRA FOOD PLAN 株式会社  
代表取締役社長 加納 千裕さん

今号の理系さん



ちゃん  
そるす  
張 契洙 さん

富山大学教育学部附属中学校  
(中学2年生)

小学生の頃から人工心臓の研究開発を続ける張さん。現在、実用化されているものは左心用人工心臓しかないことに課題を感じ、右心用の人工心臓の製作に取り組んでいます。難しい挑戦をする張さんが人工心臓にかかる情熱の原点と研究の変遷について、話を聞きました。

◆右心用人工心臓を作りたいと思ったきっかけはなんですか？

小惑星探査機「はやぶさ」がミッションに何度も失敗しても挑戦を続けたことに感銘を受け、宇宙に興味を持ちました。特に渦を巻き、光も飲み込んでしまう大きなエネルギーを持ったブラックホールは不思議に感じていました。そんなある時、漫画の中で人工心臓と出会いました。渦を巻くブラックホールと、血液循環のエネルギーを生み出し続ける心臓とが重なって、興味がわきました。心臓の図鑑を眺めていると、右心の弁は左心の弁と比べて構造が特殊だと直感しました。調べると、左心疾患のほうが多いため、左心用の人工心臓はあるのに右心用のものがないことが分かり、ないなら作りたいたいと思ったのです。

◆どんな研究をしてきましたか？

最初は、一方向のみに血液を流し、反対方向には流さない人工弁を作りたいと考えました。3Dプリンターで作った弁枠と天然ゴム素材の人工弁は、すぐにうまくいきました。次に取り掛かったのは、人工心臓

で押し出す元の流れを作る遠心ポンプの製作です。直径5cmほどのポンプを3Dプリンターで作り、水を流す実験をしたところ、今度はうまくはいきませんでした。今は、水を送り出す翼の形を飛行機の翼を模したものに変更するなど、工夫をしながら作り直しています。そして、人工弁の耐久テストと可視化を目的とした右心用の拍動シミュレーターを作ることに挑戦します。

◆どのようにチャレンジしているのですか？

たくさんの知見が必要になるので、日本人工臓器学会に出かけたり、研究者にコンタクトをとったりしてきました。思いついたらまず行動。ずっと泳ぎ続けているマグロの尾の筋肉を使って心臓をつくることのできないか、口が大きく開くのでその形を弁に応用できないかと思い、マグロの頭と尾の入手に動きました。また、ティラピアという魚の皮で皮膚再生治療ができることを知り、牛の心膜などからつくられている生体弁の代用にできないかとも考えて、動き始めています。今後は、人工心臓の可能性を探るため、発展途上国の医療のフィールド調査にもでかけたいです。

張さんは

循環するエネルギーの発生源に魅せられた研究者

まだない右心用の人工心臓を作ろうと日々研究に向き合う張さん。自分の手で人工心臓をつくるという情熱を胸に、きっといつか多くの心臓病患者の方を救ってくれることでしょう。

(文・立崎 乃衣)

少しだけ先を歩くセンパイたちに、どんなことを考え、経験し、道を行ってきたのか質問してみましょう。あなたも一歩踏み出せば、自分が思い描く未来に手が届くかもしれません。

あなたのあるく  
一歩さき



## 興味の点と点をつなげて自分の道をつくる

北海道大学 環境科学院  
生物圏科学専攻 修士2年

### 佐藤 寛通 さん

高校時代、自宅で飼育するほどクラゲに夢中になって研究していた佐藤寛通さん。現在は海洋環境の可視化を目指し研究や事業化を進めている。その興味はどのようにつながり、佐藤さんの歩んできた道を形作ってきたのだろうか。



高校時代



現在の佐藤さん

#### Q：海洋研究に興味を持ったきっかけはなんですか？

理科教員の父親の影響で幼少期から自然や科学に触れて育ちました。小学生の時から研究活動を行い、中学・高校時代には日本学生科学賞で入賞もしました。この頃はコオロギの死に真似行動や、クラゲの捕食とCO<sub>2</sub>の関係など、身近な生き物に関する素朴な興味が動機になることが多かったです。クラゲの研究発表を行った水産学会で海洋分野の研究支援プログラムに誘われ、高校3年生の時に参加しました。その中で「海底地形が未解明」と聞き、そんなこともできていないのかととても驚いたのを覚えています。そんな未解明なことが多い分野だからこそおもしろそうだと思います、海の世界に飛び込みました。

#### Q：クラゲから今の研究にどう至ったのですか？

大学に進学し、水産学を学ぶ一方で、大学1、2年生の時には海の現場で調査を行う学外のプログラムにも参加しました。実はこのときの有明海での調査の経験が今の研究テーマにもつながっています。ノリの色落ちの課題を調査したので

が、その原因は海域のポテンシャルを超えた養殖だと知り、海の状況を予測することで養殖の最適化ができないかと考えたんです。現在は数理モデルで、沿岸で生じる細かい渦とプランクトン量の関係の解明に向けて研究に取り組んでいます。数理モデルを扱うには、私がかつてあまり学んでこなかった物理やプログラミングが必要で、苦労して必死で勉強しました。

#### Q：今掲げる目標や野望はなんですか？

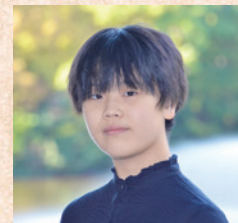
一番初めの興味の起点は海ではなかったですが、少しでも興味があればやってみるし、飛び込んでみる。そこで感じたことや考えたことが次の行動につながって、海の研究を続けています。どこにプランクトンが多くて魚の生産量が多いのか、どこに有害物が多いのかなどを可視化することで海と適切に付き合える未来がおとずれと思います。現在、仲間と一緒に、数理モデルを応用して地域の漁業を手助けする取り組みも行っています。今後も海洋環境の可視化や生態系メカニズムの解明をしたいです。 (文・吉川 綾乃)

# マガジンボンガク

科学を愛する『someone』編集部が、もっとサイエンスが好きになるオススメの書籍を紹介しつづけます。科学分野にとらわれず、あらゆるジャンルの本を紹介する書籍紹介。あなたもぜひ手にとって、読んでみてください。

## “世界をデザインする”ことを目指す ロボットエンジニアが選ぶ3冊

私は小学校3年生の頃からロボット製作をし、エンジニアになることを目指してきました。ですが、自分のやりたい事と向き合う中で「ただものづくりをするエンジニア」ではなく「社会課題の解決を先導するリーダーでもあるエンジニア」になることを目指すようになりました。ここでは、エンジニアリングを「目的」から「手段」にし、ロボットを含めた世界ごとデザインすることを旨とするように私を変えた3冊をご紹介します。



今回の紹介者 **立崎 乃衣** モルティング ジェネレーター※  
専門分野: ロボティクス

※類稀な才能を発揮して研究開発に取り組んできた18-22歳で、サステナブルビジネスを創るために活動する次世代リーダー。



吉藤オリイ『サイボーグ時代 リアルとネットが融合する世界でやりたいことを実現する人生の戦略』(きずな出版 刊)  
**テクノロジーの可能性に改めて気づかせてくれる本**

ロボット技術などのテクノロジーが発展した未来について語ると、人間がこれらに支配されてしまうディストピア的な話になることも多い。だが、本当に暗い未来だけなのか。テクノロジーを使って人間の「できる」を増やし、可能性を広げることはできないのか。それが生きる希望に繋がることはないのか。人間とテクノロジーが融和していく世界に迫る1冊。



D・カーネギー『マンガで読み解く 道は開ける』(創元社 刊)  
**悩みや困難に突き当たったとき、自然と心を救ってくれる本**

D・カーネギーの「道は開ける」を原作に、5つのストーリーを通して「悩みとの向き合い方」を楽しく学べる本。ポップなマンガで描かれたストーリーが自分の経験と重なる瞬間がある。自分の興味を突き詰める時、研究をする時、進路について考える時…。色々な場面で目の前に壁が立ちちはだかることがある。何事も失敗はつきもの。そんな時ふとこの本を手にとれば、きっとあなたを救ってくれるはず。



ムハマド・ユヌス『3つのゼロの世界 貧困0・失業0・CO<sub>2</sub>排出0の新たな経済』(早川書房 刊)  
**「世界」の捉え方を変えてくれる本**

バングラデシュでグラミン銀行を創設し、ノーベル平和賞を受賞したムハマド・ユヌス氏による世界の危機を救う具体策が書かれた本。「世界を変える」というと物凄いことに思えるかもしれない。だが、たったひとつの村を救うために始めたグラミン銀行の活動が世界を変える結果になったことから、世界は誰にでも変えることができ、起業家のDNAは全人類に共通のものだと気付かせてくれる1冊。

第 65 回

ないものだらけの不思議な生き物

ちんうずむし  
珍渦虫

うちの子を紹介します



▲珍渦虫の成体



▲体が破け産卵している様子

研究者が、研究対象として扱っている生きものを紹介します。毎日向き合っているからこそ知っている、その生きもののおもしろさや魅力をつづっていきます。

皆さんは手足や目鼻、心臓や脳さえない生き物を知っていますか？それが珍渦虫です。見た目はナメクジに似ていますが、世界中で6種類しか発見されていない珍しい生き物です。そのため生態の多くは未だ謎に包まれています。ゲノム解読の研究から我々の祖先の構造に近い可能性があるとも言われており、動物の起源や進化過程の解明につながるのではと期待されています。こんな珍渦虫の貴重な生息場所の一つが日本の海底。日本での生息を初めて発見したのが筑波大学下田臨海実験センターの中野裕昭さんです。

子孫を残すため当然繁殖はする珍渦虫ですが、明確な生殖器官がありません。なんとその卵は身体中ほぼどこからでも見つかるといいます。しかし今まで誰も、珍渦虫の産卵をみたことはありませんでした。そこで、中野さんはまず卵の産み方を調べました。学校の授業でも行われるウニに塩化カリウム溶液をかけて産卵させる実験から着

想を得て、同様の実験をしました。すると、仮説では口から産むと思われていた卵を、なんと珍渦虫は自分の体を破ることで外に出し産卵したのです。卵から孵化した幼生も観察できましたが、成体までは育てられませんでした。そのため中野さんの次なる研究目標は、成体までの発生過程を明らかにすることです。

最近技術が発展したおかげで、ゲノムが全て明らかになっている生き物も増えてきました。その結果、生物学の研究がとても発展しているイメージをもっている人もいるかもしれません。しかしそれは一部のモデル生物に限った話であることが多いです。その一方で、珍渦虫のように世の中には、まだまだ進化学として重要であったり、動物学的に面白いにも関わらず、解明が進んでいない生き物もたくさん存在しています。そのような生き物のなぞに、みなさんも挑戦してみませんか？  
(文・橋本 光平)

取材協力：筑波大学 生命環境系 下田臨海実験センター 中野 裕昭さん



## 教育応援 プロジェクト

私たち株式会社リバネスは、知識を集め、コミュニケーションを行うことで新しい知識を生み出す、日本最大の「知識プラットフォーム」を構築しました。教育応援プロジェクト、人材応援プロジェクト、研究応援プロジェクト、創業応援プロジェクトに参加する多くの企業の皆様とともに、このプラットフォームを拡充させながら世界に貢献し続けます。

(50音順)

株式会社 OUTSENSE  
株式会社アグリノーム研究所  
アサヒ飲料株式会社  
株式会社イヴケア  
株式会社池田泉州銀行  
株式会社池田理化  
株式会社イノカ  
インテグリカルチャー株式会社  
WOTA 株式会社  
株式会社エアロネクスト  
株式会社エコロジー  
株式会社エマルジョンフローテクノロジーズ  
株式会社 ElevationSpace  
大阪糖菓株式会社  
株式会社オリイ研究所  
オリエンタルモーター株式会社  
川崎重工業株式会社  
株式会社 CuboRex  
京セラ株式会社  
協和発酵バイオ株式会社  
KEC 教育グループ  
KMバイオロジクス株式会社  
KOBASHI HOLDINGS 株式会社  
株式会社木幡計器製作所  
株式会社サイディン  
サグリ株式会社  
佐々木食品工業株式会社  
サンケイエンジニアリング株式会社  
サントリーホールディングス株式会社  
株式会社山陽新聞社  
三和酒類株式会社  
敷島製パン株式会社  
Zip Infrastructure 株式会社  
株式会社ジャパンヘルスケア  
湘南ヘルスイノベーションパーク

株式会社新興出版社啓林館  
株式会社人機一体  
成光精密株式会社  
セイコーホールディングス株式会社  
SCENTMATIC 株式会社  
株式会社ダイセル  
タカラバイオ株式会社  
株式会社中国銀行  
株式会社デアゴスティーニ・ジャパン  
THK 株式会社  
東洋紡株式会社  
東レ株式会社  
日鉄エンジニアリング株式会社  
ニッポー株式会社  
日本オーチス・エレベータ株式会社  
株式会社日本教育新聞社  
株式会社 NEST EdLAB  
HarvestX 株式会社  
株式会社バイオインパクト  
株式会社 BIOTA  
ハイラブル株式会社  
株式会社橋本建設  
株式会社浜野製作所  
BIPROGY 株式会社  
株式会社ヒューマノーム研究所  
FiberCraze 株式会社  
株式会社フォーカスシステムズ  
株式会社ブランテックス  
株式会社ミスミグループ本社  
三井化学株式会社  
株式会社メタジェン  
株式会社ユーグレナ  
ロート製薬株式会社  
ロールス・ロイスジャパン株式会社  
ロッキード マーティン

## ■ 読者アンケートのお願い ■

今後の雑誌づくりの参考とさせていただきたく、アンケートへのご協力をよろしく申し上げます。みなさまからの声をお待ちしています。



## ++ 編集後記 ++

鉄は地球重量の約30%を占めると言われ、世界中いたるところにあると言われています。そんな鉄を太古の人たちが自由に使えるようにしたのが「鋼」です。私たちの身の回りに姿かたちを変えて、潜んでいます。自分たちの生活の中にどんな鋼があるのか、そして中に何が含まれていて、その結果どんな特徴があるのか、先人たちの努力を想像してみると、歴史と科学のロマンが見えてくるかもしれません。（滝野 翔大）

## Leave a Nest

2023年9月1日 発行

someone 編集部 編

staff

編集長 滝野 翔大

編集 石澤 敏洋/伊地知 聡/井上 麻衣/岡崎 敬

河嶋 伊都子/瀬野 亜希/戸上 純/仲栄真 礁

長谷川 和宏/前田 里美

記者 内田 早紀/海浦 航平/岸本 昌幸/小山 奈津季

正田 亜海/立崎 乃衣/西村 知也/橋本 光平

濱田 有希/八木 佐一郎/吉川 綾乃

art crew 乃木 きの

村山 永子

さかうえ だいすけ

清原 一隆 (KIYO DESIGN)

若手研究者のための研究キャリア発見マガジン

『incu・be』（インキュビー）



研究者のことをもっと知りたい!と思ったら

(中高生のあなたでも)

お取り寄せはこちらへご連絡ください:

incu-be@Lne.st (incu・be 編集部)

発行人 丸 幸弘

発行所 リバネス出版 (株式会社リバネス)

〒162-0822 東京都新宿区下宮比町1-4

飯田橋御幸ビル6階

TEL 03-5227-4198

FAX 03-5227-4199

E-mail ed@Lnest.jp (someone 編集部)

リバネス HP <https://lne.st>

中高生のための研究応援プロジェクト

サイエンスキャッスル <http://s-castle.com/>

印刷 株式会社 三島印刷所

© Leave a Nest Co., Ltd. 2023 無断転載禁ず。

雑誌 89513-64

雑誌 89513-64



4910895136431  
00500

定価 (本体 500 円 + 税)

produced by リバネス出版 <https://s-castle.com/>



鋼の特性を活かしたものたち