

2016. 春号  
vol.35  
[サムワン]

# someone

〈特集〉

## めぐる水素が地球をかえる

〈サイエンストピックス〉

見えなかった宇宙が重力波で見えてくる





# someone vol.35 contents

## P 0 4 特集 めぐる水素が地球をかえる



- 0 6 水素が社会を変える
- 0 8 圧力との戦いが水素を広く届けていく
- 1 0 燃料電池は、水とのかけひき

### サイエンストピックス

- 0 3 見えなかった宇宙が重力波で見えてくる

### Ah-HA！カフェ

- 1 3 メロディが脳の感情に関わる部分に働く

### Mission-E 未来のエンジニアへ

- 1 4 1枚の図面は、ものづくりのすべてを示す道しるべ

### 研究者に会いに行こう

- 1 6 誰も見たことのない元素「ウンウントリウム」を自分の手で作り出した人
- 1 8 記憶の出現を「制御」する
- 2 0 生命の中の数理的原理を求めて、人工知能でがんを挑む

### 私のみらい創生記

- 2 2 生活に溶け込むロボットを、チームの技術でつくり出す

### イベント pick up

- 2 4 研究者の情熱で未来をつくらう

### となりの理系さん

- 2 6 加賀 三鈴さん 東京大学教育学部附属中等教育学校 4年生

### この指とまれ

- 2 7 地球を支える小さな生き物を研究しませんか？

### ポケットにサイエンス

- 2 8 いま熱い！腸内細菌の世界をボードゲームに

### 生き物図鑑 from ラボ

- 2 9 うちの子紹介します 第36回 「下克上」を生きる社会性昆虫 トゲオオハリアリ



# 見えなかった宇宙が 重力波で見えてくる

夜空を彩る星々、銀河や、時おり通り過ぎる彗星。人はさまざまな天体や天文現象を、光などの「電磁波」を観測することで見つけてきました。しかし、「重力波」を観測する技術を得た私たちは、まったく新しい宇宙の姿を見ることができるようになります。たとえば、まだ誰も見たことのないブラックホールの存在を確かめられるのです。2016年2月12日、世界で初めて「重力波」が観測されたというニュースが世界をにぎわせました。歴史的快挙ともいわれるこの発見は、宇宙観測に革新をもたらします。

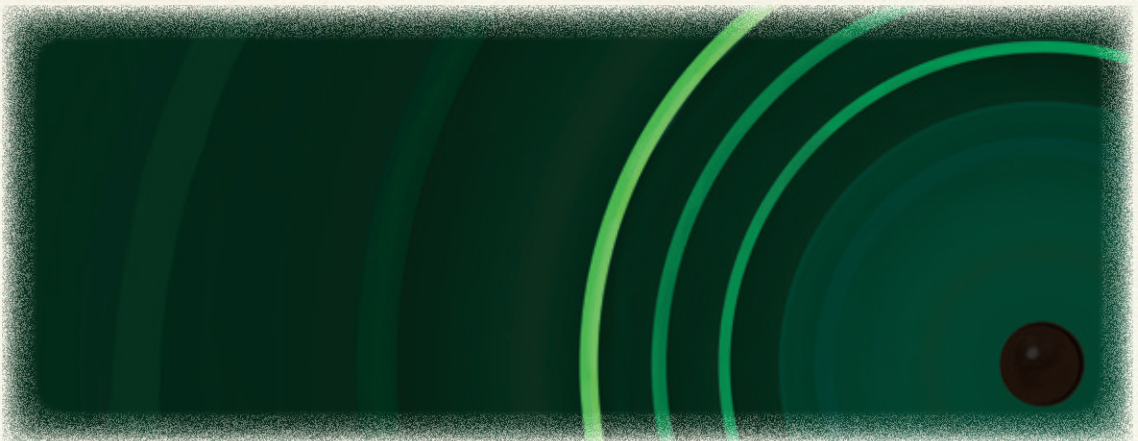
13億年前、2つのブラックホールが衝突し、合体しました。その衝撃は宇宙空間にゆがみを生じさせ、まるで池に石を投げ込むとできる波紋のように、宇宙空間に広がっていきました。この空間のゆがみが、光の速度で波のように広がっていく現象を「重力波」と呼びます。今回、13億年かけて遠く離れた地球に届いたゆがみを、世界で初めてとらえることに成功したのです。

ブラックホールは巨大な質量をもっています。そのため、周辺の空間がゆがんでしまいます。すると、電磁波がブラックホールから出られないため、私たちがそれを観測することはできません。

一方、重力波は、ブラックホールが生まれる瞬間や移動する際に生じます。重力波をとらえられれば、ブラックホールが実際にそこに存在していることの証明につながります。将来的には、宇宙誕生の瞬間に起こったとされる、ビッグバンで生じた重力波もとらえられるかもしれないと期待されています。

重力波で起こる空間のゆがみは、長さの変化としてとらえられます。しかし、その変化は、長さ1 kmもの棒が、たった1000兆分の1 mm長くなったり短くなったりするくらい、極めてわずかなものなのです。これからは、宇宙からの小さなさざ波を感じることで、知りえなかった宇宙の真実を知ることができるかもしれません。

(文・戸金 悠)





# めぐる水素が 地球をかえる

約150億年前、ビッグバンの大爆発により、超高温の宇宙が誕生した。

宇宙は急激に膨らみ続け、その温度が下がったとき  
この宇宙で最初の原子「水素」が生まれた。

そして、約46億年前、水の惑星「地球」が生まれた。  
宇宙全体には、水をつくるための水素と酸素はほぼ均等に存在していたが  
地球だけは水を「液体」として留めておく条件が奇跡的にそろっていた。

地球最初の生命は「水」の中で生まれたと考えられている。  
すべての命は、水に生かされている。



人類はこの宇宙でもっとも単純な原子「水素」から「水」をつくり出す過程の中でエネルギーを生み出す方法を手に入れた。



水素から水へ、水から水素へ。

私たちの生活に必要なエネルギー、すべてがこの循環の中でめぐることができれば  
私たちは未来にどんな地球を残すことができるだろう？



# 水素が社会を変える

次世代のエネルギー源として期待されている水素。なぜ、水素が注目されているのでしょうか。それは、化石燃料に依存したエネルギー社会の問題が、エネルギーの源を化石燃料から「水素」に置き換えることで解決できるからです。今、「エネルギー社会」は革命の時を迎えようとしています。

## これまでのエネルギー社会

約50万年前、火の利用で人とエネルギーの関係が始まり、人類はエネルギーの使用量に比例して行動範囲を広げ、生活を豊かにしてきました。現在の日本では化石燃料を原料にした火力発電によって、コンセントにつなげばいつでも電気を使える便利な生活がある一方、地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出、化石燃料の枯渇、電気をつくる場所と使う場所が離れていることによる送電ロスなど、課題があることも事実です。

日本で排出される二酸化炭素の量は、年間13億1,100万トン。その14.8%にあたる1億8,612万トンは車から排出されています(※1)。自動車、バイク、耕うん機など年間約3,000万機という世界で最も多くのエンジンを世に送り出している本田技研工業株式会社の三部敏宏さんは「大気汚染や、二酸化炭素ガス排出による地球温暖化といったモビリティが引き起こした問題を解決するのは、Hondaの使命です」と言います。

## 水素をエネルギーにする究極のエコカー

これらの課題を解決するために、1990年代から、携帯電話のように車をコンセントで充電することで走る電気自動車が身近に出回るようになりました。しかし、電気は溜めるのが難しく、つくったら即使わなければならないため、1回の充電で走れる距離がどうしてもガソリン車に劣ってしまいます。

そこで、注目されているエネルギーが「水素」です。周期表の一番左上に位置する水素は、一番小さく、軽い原子です。臭いも色もなく、あまり存在を主張しませんが、じつは、この世界に最も豊富に存在しています。この水素から、マイナスの電気を帯びた電子を取り出し、プラスの方向に流すことで電気を生み出すことができます。しかも、電子を取られた水素は、空気中の酸素とくつつくことで水になるので、電気をつくり出しても、地球温暖化の原因になる二酸化炭素を排出しません。また、水素であれば、電気が苦手な大

※1) 国土交通省による2013年度  
「運輸部門における二酸化炭素排出量(内訳)」より



量、長期保管ができるので、水素と酸素を化学反応させ、発生した電気でモーターを回して走る水素燃料電池自動車は、地球にやさしいだけでなく、1回の水素補給でガソリン車と同じだけの距離を走ることができます。

### つくる・つかう・つながる

しかし、水素をつくるのに、二酸化炭素が発生していたら意味がありません。だから、Hondaでは、水素をつくることから取り組み、再生可能エネルギーを電源として、水道水から水素をつくり出す「スマート水素ステーション」の開発にも成功しました。水素をつくり、電気に変えて車を走らせる。でも、車は24時間365日走っているわけではありません。そこで、車で作った電気を家電などにつなぐ「パワーエクスポーター」を活用します。この流れがあれば、車だけでなく、生活に関わるすべての電気を水素でまかなうこともできます。

電気を使って水素をつくり、水素からまた電気をつくる、一見無駄に感じるでしょうが、電気を溜めること、運ぶことができます。必要なときに必要な分だけ電気をつくる地産池消のエネルギー社会が見えてきたのです。

### 子どもたちに青空を

「私たちはまさに今、大きな変革期の中にいます」と三部さんは語ります。ガソリン車が生まれてからじつに100年以上、車は基本的な構造を

変えてきませんでした。しかし今、車の変革とともに、新たなエネルギー社会への第一歩を踏み出そうとしています。まったく新しい価値を世の中に打ち出していかなければなりません。「日本は水素で世界をリードしていくことができる。新しい科学技術が世の中に定着するかどうかの勝負です。未来の子どもたちに青空を残すためにも、今、私たちは長い人間の歴史の中でとても重要な時期にいます。ワクワクしますよ」。そう目を細める三部さんが見ているのは、そう遠くはない、地球と完全に共生しているクリーンな世界です。

(文・上野 裕子)



取材協力：本田技研工業株式会社

執行役員 三部 敏宏さん



つくる

## 圧力との戦いが水素を広く届けていく

化石燃料を使わずに車の排出ガスを削減したい。そのためには、どこでも手に入る太陽光からエネルギー源となる水素をつくり出すことができる「水素ステーション」の開発が不可欠でした。「水を入れるだけで走る、究極のエコカーをつくりたい」。そんな開発者のアイデアをきっかけに、コンパクトで効率のよい新しい水素ステーションが生まれたのです。

### 太陽光から水素エネルギーをつくり出せ


「車のルーフにつけた太陽光パネルで発電し、その電気を使って水を電気分解して、できた水素で車を走らせる。車だけでエネルギーを生み、消費する究極のエコカーをつくってみたかったんです」。そう語るのは、株式会社本田技術研究所の中沢孝治さん。しかし、それを実現するには、大型バスの屋根に乗るほど大量の太陽光パネルが必要になってしまいます。それなら、太陽光から水素をつくる機能は車から外そう、と始まったのが、ソーラー水素ステーションの研究開発でした。

初代ソーラー水素ステーションでは、「太陽光パネル」を用いて発電し、できた電気を「水電解セル」に流します。そこで水が電気分解され、発生した水素は「コンプレッサ」で圧縮されて「水素タンク」に貯蔵されるのです。しかし、このしくみでは、太陽光パネルでつくられたエネルギーの約20%がコンプレッサのロスとして消費されてしまい、水素の製造効率を下げていることがわかりました。

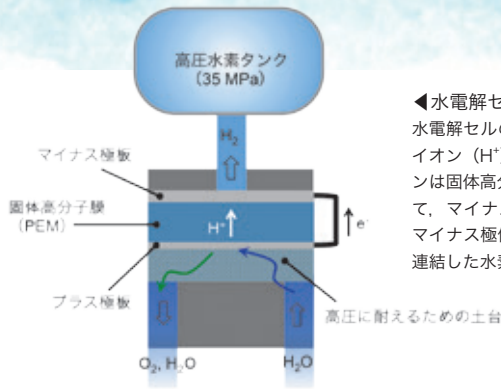
### 詰め込むだけで、勝手に圧縮

そこで、開発されたのが水素を圧縮するコンプレッサ部分を取り除いた小型の「スマート水素ステーション (Smart Hydrogen Station : SHS)」です。

SHSの水電解セルは固体高分子膜 (PEM) と、それを挟むプラス極板とマイナス極板で構成されています。プラス極側に水を入れて電圧をかけると、水の電気分解が起こり、水素イオン、酸素、電子に分解されます。水素イオンは、PEMを通り抜けてマイナス極側へ行きますが、酸素は通り抜けることができずにセルの外へ出て行きます。電子は導線を伝わってマイナス極側に移動し、水素イオンと反応して水素ガスとなって、直接水素タンクに貯蔵されていきます。セルに水を入れて電圧を加えていけば、水素ガスがどんどんつくられます。コンプレッサを使わなくても、タンクに直接接続された水素ガスは、徐々に圧力を上げながらタンクに溜まっていくのです。機械式コンプレッサと異なり、電気化学的な方法で水素ガスを







◀水電解セルのしくみ

水電解セルのプラス極側に水を供給すると、プラス極上で水は水素イオン (H<sup>+</sup>)、酸素 (O<sub>2</sub>)、電子 (e<sup>-</sup>) に電気分解される。水素イオンは固体高分子膜を通して、マイナス極側へ移る。電子は導線を伝って、マイナス極側へ移る。一方酸素は、水とともに外へ出て行く。マイナス極側で水素イオンと電子が結合して、水素になる。水素は連結した水素タンクに 35 MPa に達するまで貯蔵されていく。

圧縮するため、とても効率が高いのが特徴です。

### 350 kg もの重さに耐える土台

これまでの水素ステーションで、コンプレッサをなくすことができなかつた理由——それは、「水素を圧縮する」以外にも、タンクに溜まっていく水素ガスの圧力を受け止める役割があったからです。コンプレッサをなくすと、水素タンクから生じる 35 MPa もの圧力が、タンクと直接つながっている水電解セルの PEM にかかってしまうのです。PEM は、わずか 0.1 mm の厚さで、1cm<sup>2</sup> あたり 350 kg もの重さに耐えなければなりません。

そこで中沢さんたちは、プラス極板の下に「土台」を付けることにしました。しかし、土台には、同時にプラス極板まで電気分解のための水を届ける通り道が必要です。そこで、微細な穴を空けて、水の流路を設計しました。しかし、流路を増やせば土台がスカスカで耐圧性が低下し、一方で流路を少なくすればプラス極まで水が行き届かないというジレンマが生まれてしまいます。穴の大きさや間隔、使う素材の強度などを変えて、じつに何百回もの実験を経て、中沢さんたちはこの土台を開発したのだといいます。

### 「努力しなくてもエコ」な世界を目指して

水素社会の実現を目指して、日本政府は 2015 年度までに 4 大都市圏（東京、大阪、名古屋、福

岡）に 100 か所の水素ステーションを設置することを予定しています。

しかし、導入予定の水素ステーションは非常に大型で、設置工事に数か月かかってしまいます。一方、SHS はコンパクトで、1 日程度で簡単に設置できることから、より早く、広く水素社会を実現していくことが期待されています。「SHS は家庭でも水素がつかれるように、よりコンパクト化を目指しています。今は環境によいことをするために、多くの人がいちいち気づかれています。そんな気づかいはすることなく、誰もが普通に生活しているだけで環境によいことができる世界をつかっていきたいですね」と中沢さんは話します。開発者によって行われる、数えきれないほどの実験のくり返しが、「当たり前」にクリーンな水素社会を実現へと近づけています。（文・中島 翔太）



取材協力：株式会社本田技術研究所

四輪 R&D センター 中沢 孝治さん



水素で走る車が当たり前になる社会を現実にも近づけるため、革新的な進化を遂げたのが、水素を使って電気をつくり出す「燃料電池スタック」です。「いかに効率よくガスを通し、いかに効率よく水を出すか」。Hondaの技術が改良の末に生み出した独自の構造が、高い発電効率を実現しました。

### 水しか出さない発電装置

燃料電池スタックは、スーパーの買い物カゴを少し大きくしたぐらいの、両手で抱え込めるほどの長方形ボックスです。中には「セル」と呼ばれる薄い発電装置が数百枚も重なって入っています。ひとつのセルは、水素イオンを通すことができる固体高分子膜 (PEM) を、プラス電極とマイナス電極で挟み、さらにその外側から、セパレーターと呼ばれる、いくつもの溝が走った金属板2枚で挟んだ構造をしています。マイナス極側のセパレーターの溝には、水素ガスが送り込まれます。水素が電極と接触し、電子が放出されてプラス極に流れることで電気が生み出されます。一方、電子を放出した水素は、水素イオンとなってPEMを通り抜け、プラス極側セパレーターの溝に流れている空気までたどり着きます。そこで水素イオンは空気中の酸素とくっついて水となるのです。燃料電池は、電気を生み出しながら水しか発生しない、クリーンな発電方法として期待されています。

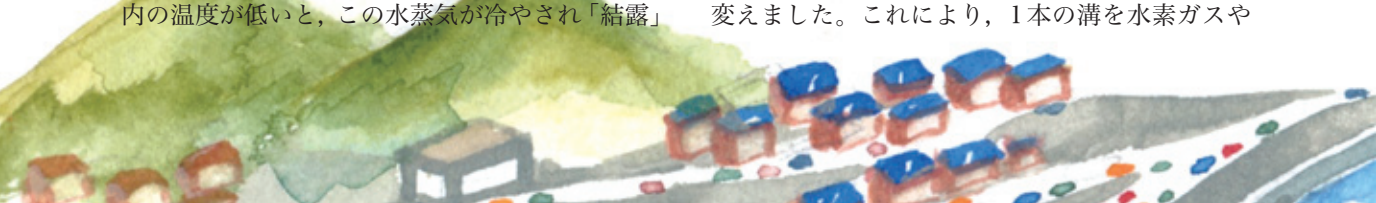
### 水との戦い

電気をつくる過程で生まれた水は、通常、水蒸気としてセルの外に排出されます。しかし、電池内の温度が低いと、この水蒸気が冷やされ「結露」

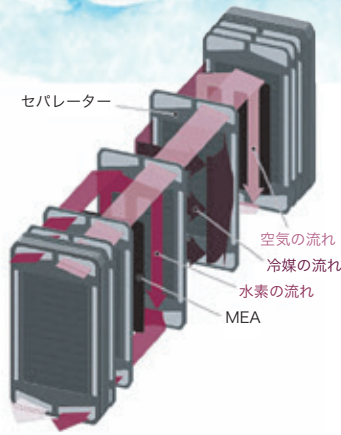
してしまいます。たとえば、冬の寒い朝、部屋の窓に水滴がついていたことはありませんか？ これは、部屋の中の水蒸気が、窓を通じて冷たい外気によって冷やされて液体になったものです。「燃料電池内でも、このように水蒸気が結露して水になると、じつは大変困ることがあるんです」。そう語るののは、株式会社本田技術研究所の名越健太郎さん。「余分な水が溜まると、空気や水素のガスが通りにくくなってしまっただけでなく、金属でできたセパレーターなどを劣化させる可能性があります」。だからこそ、燃料電池にとって余分な水は大敵であり、なんとしても水蒸気のまま外に出したい存在。しかし、PEMに水素イオンを通すには、ある程度の水が必要なのも事実です。だからこそ、セル内を適度に湿って、それでいて結露するほど湿りすぎない「適度な加湿状態」を保つことがポイントとなるのです。

### 「流れ」を変えて、水は留めない

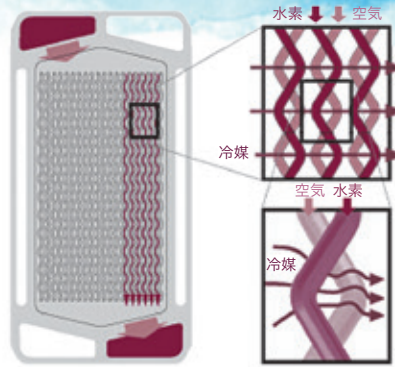
適度な加湿状態を保つカギは、温度調節にあります。2008年に発表されたFCXクラリティに搭載されたHondaが独自に開発した「V Flow FCスタック燃料電池」では、これまで横方向で直線状だったセパレーターの溝を「縦方向」「波型」に変えました。これにより、1本の溝を水素ガスや







▲燃料電池スタックの構造  
PEMをふたつの電極層で挟んだMEA（膜電極接合体）を中心に、水素ガス、空気を流すための通路や、冷媒を流すための通路をもったセパレーターで構成されたセルが、何層も重なったかたちをしている。



▲「波型」セパレーターで構成されるセル  
空気と水素ガスが流れる溝を波型とし、冷媒は空気と水素ガスの流れの間を立体的に縫うように流れることができる。

空気が流れる距離が長くなり、直線状だったときよりも約10%多く発電することに成功したのです。さらに、発電で発生した熱を吸収したり放出したりすることで温度を均一に保つことができる「冷媒」を、水素と空気の流れの間を立体的に縫うように直行に流せる構造に改良。これにより発電面をより均等な湿度にすることができるようになりました。また、空気の通り道を縦にしたことで、できてしまった水は重力で下に流れるようにもなりました。これにより、安定的に高い効率で電気を生み出すことができるようになったのです。電気を作り出しても「水」しか生まないことで期待されている燃料電池ですが、じつは水こそが大敵であり、水蒸気のまま外に出せるようさまざまな工夫がされているのです。

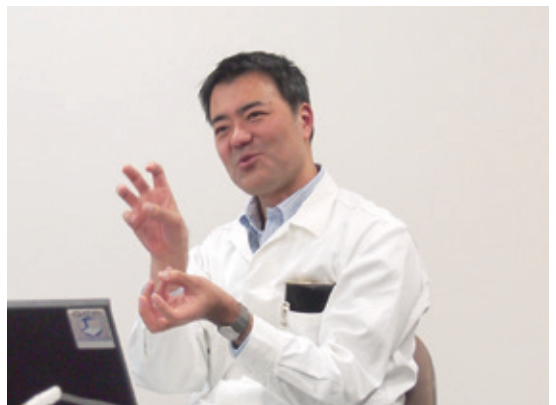
## 燃料電池が世界平和につながる

燃料電池スタックは、車だけではなく、将来的にはロボットやオートバイなど、動力を必要とするさまざまな機械に使われる可能性を秘めています。そのためには、さらなる燃料電池スタックの小型化、そしてエネルギー生み出す効率の向上が必要です。「あらゆる動力源を、水素を使う燃料電池に置き換えた水素社会が実現できれば、その

効果は地球環境を守ることだけにとどまらないと思うんです」と名越さん。「世界はいまだエネルギー源である石油をめぐる争っています。誰しもに平等に降り注ぐ太陽エネルギーを使って水素を生み出し、それを使って電気がつくれば、必ず世界平和につながるはずです」。

自分がつくり上げたものが、世界や地球を変える可能性をもっている。そんな開発者のワクワクが、エネルギーを永続的に使い続けることができる未来を今、かたち作りつつあります。

（文・山田 翔士）



取材協力：株式会社本田技術研究所

四輪 R&D センター 名越 健太郎さん



水から水素へ，水素から水へ。

宇宙が生み出した2つの物質が今  
私たちにエネルギーを与えながら，めぐり始める。

人間が使うエネルギーのすべてが  
この単純な変換の中でめぐるようになれば  
きっと，明日も青空を見ることができよう。



# Ah-HA!カフェ

最近よく耳にする話題の「キーワード」。  
それに関する疑問に、研究者が答えます。



その疑問、私がお答えしましょう！  
メロディが脳の感情に関わる部分に働く

東京大学 白松 知世 さん



頭の中にピアノの鍵盤を思い浮かべてみましょう。まずドの鍵盤だけ叩くと、ごく単純な音が鳴りますね。このとき耳の鼓膜から入った音の信号は、主に脳の聴覚系だけで処理されます。次に、高さの違う音をいくつか弾いてみると、音の組合せによっては、長調の明るいメロディや、短調の暗いメロディとして聞こえてきます。ごく単純な音ではなく、それが長調や短調の曲になったとたん、じつは脳の中では受け止め方が変わります。聴覚系に加えて、ヒトの喜びや悲しみといった感情に関わる脳の場所も、同時に働くようになります。さらに、長調の場合は、ごほうびをもらったときなどのうれしい感情に関わる「線条体」が、短調の場合は、悲しみや怒りなどの感情に関わる「扁桃体」という脳の部分が活動します。

このように長調や短調の曲を聞くことで、感情に関わる脳が働くのは、人間だけの特権なのでしょう。もう少し原始的な哺乳類、ラットに長調の和音と短調の和音を聞かせてみました。すると、ラットの脳でも、感情に関わる部分が同時に働いている可能性が見えてきたのです。音楽を習っていないラットが、長調や短調の曲を聞いて喜びや悲しみを感じているかは定かではありませんが、長調や短調というものを認識する能力は、人間だけでなく、他の哺乳類ももしかしたら持ち合わせているのかもしれない。



私が飼っているハムスターにも音楽を聞かせてみようかな。

音楽を理解できているかはわからないけど、何かを感じているかもしれないよね。



(文と構成・塚越 光)

取材協力：東京大学 先端科学技術研究センター 白松 知世 さん





## 最終回 1枚の図面は、ものづくりのすべてを示す道しるべ ～設計図を通じて海に挑む、若きエンジニア～

「これが完成したらいろいろな人が喜ぶんだ、みんなの役に立つんだ、と思えるようなものを設計したい」と話すのは、新日鉄住金エンジニアリング株式会社の笹井綾乃さん。入社からのおよそ4年間で、さまざまな海洋鋼構造物の設計に携わってきましたが、それでも「技術者としての一人前」にはまだ届かないといいます。

### 設計は無駄遣いを減らす武器でもある

ものづくりでは、たとえば「これくらいの力に耐えられるものを」といった条件が必ずあり、それを満たすような構造と部材を最初に決めます。次に、それが本当に条件を満たしているのか、計算や解析で確かめたり修正したり。それから、図面に起こすのです。そして、設計が終わったら次は試作……と思ったら、「試作はしません」と笹井さん。実験は、わからないことを確かめるためにいきます。しかし、ものづくりでは、「実際につくる段階に入る前に、条件を必ず満たしていることがわかっていないといけないのです」。試作が必要になる場合、それは「設計した」といえません。そのためには、設計の段階で、理論的に条件を満たしていることを証明することが大事なのです。

### 大きなものも、人の手で作られている

笹井さんが、初めて設計の難しさを感じたのは、さんばし 栈橋を沖に運ぶ船の上に、と 栈橋を留めておくためのストッパーを設計したときでした。船が荒波で揺れると、ストッパーにかかる力も大きくなります。それに耐えられるストッパーを設計するのが

笹井さんの仕事でした。しかし、考えることは強度だけではありません。ストッパーは、人の手によって溶接することではしか取り付けることができないのです。溶接量を増やせば大きな力にも耐えられるようになりますが、作業時間が長くなり、人手もお金もかかってしまいます。実際にそのストッパーを見に行ったとき、その製作をしている方から「溶接が多くて大変だよ」と言われ、「もっと工夫ができたのかもしれない」と、悔しい思いもしました。人の手で作られるからこそ、設計で気をつけないといけないことがたくさんあるのです。

### 実力で勝負、エンジニアとして成長したい

設計というと、CADで図を描いたり、専用のソフトで解析をしたり、デジタルなイメージをもっている人も多いでしょう。笹井さんも最初はそんな考えをもっていましたが、「解析するだけでは技術は身につけません。頭で考え、手を動かすことで習得していくものなんだと知りました」。そんなふうに「泥くさい」努力を続けていくことで技術を磨いていくのです。エンジニアの仕事の魅力のひとつは、役職に関係なく実力で勝負できること。な

どんな技術を参考にした？

どんな理由でこの構造にしたの？

これで安全だといえる根拠は？

メンテナンスのとき、人が上れる？

1枚の設計図が示すもの





ぜその構造にしたのか、その計算の根拠は何か——きちんと説明してみんなに理解してもらうことができれば、新人

の意見だって採用されることがあるのです。上司や先輩たちの活発な議論に、いつか自分も加わって、自信をもって意見を言えるようになりたい。それが、今の笹井さんの目標です。(文・磯貝 里子)

◀新日鉄住金エンジニアリング(株)の笹井綾乃さん。作業服を来て現場に出ることも。

▶笹井さんのデスク。何枚もの設計図がここでつくられてきた。



## プロのエンジニアも 未来の洋上風力発電所を設計中!

～新日鉄住金エンジニアリング北九州チーム～

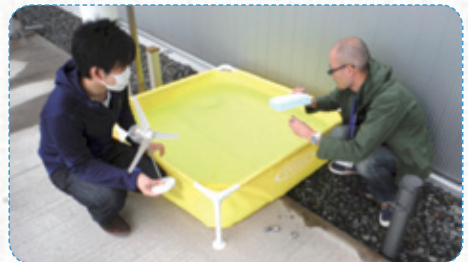
情熱・先端 Mission-E「エネルギーアイランドプロジェクト」には、4校の参加校とリバネスチームの他、新日鉄住金エンジニアリング若手技術者も参加しています。プロのエンジニアたちは、今回の mission にどのように取り組んでいるのでしょうか。コメントをいただきました!

「私たち新日鉄住金エンジニアリング若手技術者チームは、社内の各部門から集まった5名のエンジニアで結成され、Mission-Eに取り組んでいます。今回の課題には、設計・コスト試算・実験検証・プレゼンテーションなど、私たちの日常の仕事内容がたくさん盛り込まれています。

決められた条件の中でいかに性能のよい設備をつくれるのか、答えがひとつではない課題に仲間と一緒に取り組むエンジニアリングのおもしろさも体感できると思います。僕たちも高校生のみなさんに負けないようがんばります!」



◀浮体が転覆しないよう、傾いた浮体を正常な位置に戻すように働く「復元力」を徹底的に計算しながら、どんな構造にするか議論しました。



▲会社の敷地内に設置したプールで実験中。

Presented by 新日鉄住金エンジニアリング株式会社

材料は何を使ったらよい?

どれくらいの量が必要?

どんな環境を想定した?





# 誰も見たことのない元素「ウンウントリウム」を自分の手でつくり出した人

森田 浩介

理化学研究所 仁科加速器研究センター  
超重元素研究グループ グループディレクター

「水兵りーべ、ぼくのふね——」。化学でおなじみの周期表だが、右下に空欄があることを知っているだろうか？ 周期表の113番、115番、117番、118番は、じつはまだ発見されていなかったのだ。しかし、理化学研究所の森田浩介さんらは113番元素を発見し、2015年12月アジアで初めて新元素に名前をつける権利が与えられる快挙を成し遂げた。



## 大きな装置で研究したい！

時計を分解したり、ロボットを自作したり、子どもの頃からものづくりが大好きだった森田さん。研究分野を選んだきっかけは、原子を加速させる「加速器」に魅力を感じたからだという。「大きな装置を使って実験してみたかった」の言葉の通り、加速器は小部屋ひとつほどの大きさがあり、自分の手で改良したり、部品をつくったりできる。装置に自分の手を加えられることが楽しくてしかたがなかった。

森田さんに転機が訪れたのは、理化学研究所に研究の場所を移し、先輩研究者に「元素をつくらないか？」と誘われたときだった。そんなことが自分にできるのかと戸惑いも感じたが、原子を研究していた森田さんは「周期表の空欄を自分で埋めたい」という想いから、世界で最初に113番元素を見るべく研究に挑み始めた。

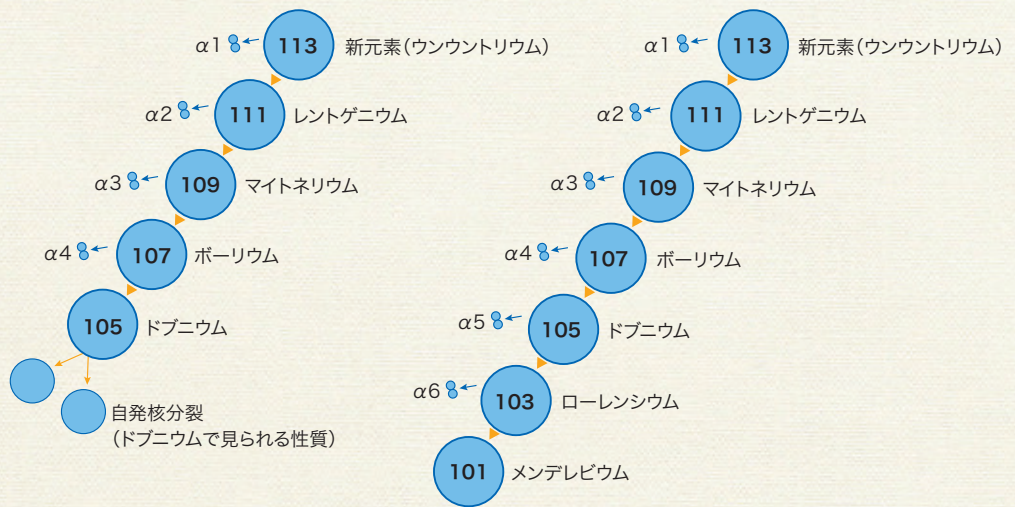
## 不安はない、この方法は正しいから大丈夫

「元素をつくる」とは、2つの原子を衝突させ、まったく新しい原子をつくるということ。しかし、

原子はプラス電荷をもつ陽子と、電荷をもたない中性子から成る「核」をもつため、2つの原子を近づけてもプラス同士が反発し、簡単には衝突させることができない。そこで、加速器を使って原子を光速の10%（秒速約3万km）まで加速した上で衝突させ、核を融合させる必要がある。森田さんは113番元素、つまり陽子が113個の原子をつくることを目指して、陽子数83のビスマスを標的に、陽子数30の重鉛ビームを1秒間に2.5兆個のペースで打ち込み続けた。

2004年7月23日、ついにそのときが来た。113番元素が観測されたのだ。「感動して、言葉が出ませんでした。からだが震え、ただ『来た……』と思った」。結果から見れば実験を開始してわずか10か月だったが、毎日変化のない、単調な日々が何か月、何年もかかる覚悟で取り組んでいた。しかし「それほど不安はなかった」という。なぜなら、108番や110番といったすでに発見されている原子をつくらせてみたところ、短期間で続けて成功。正しい方法で進めているという自信をもっていた。「結果が出ないのは当たり前。でも必ず出る」。そう確信していた。





▲ウンウントリウムを観測した際の、原子が崩壊していく様子。(左) 1回目・2回目の観測では4回の $\alpha$ 崩壊とドブニウムの自発核分裂を観測した。(右) 3回目の観測では6回の $\alpha$ 崩壊を観測し、メンデレビウムになったことを確認した。  
理化学研究所プレスリリースを参考に作成

## 見えないものを証明する

目で見えない新元素が「できた」と証明するには、すでに知られている元素の情報を組み合わせて論理的に説明する必要がある。陽子数が多い原子は、核を保てず、陽子を2個ずつ放出し、別の原子に変化する「 $\alpha$ 崩壊」を起こす。

113番の原子の場合、陽子が113個あるので、 $113 \rightarrow 111 \rightarrow 109 \rightarrow \dots$ と崩壊していくはずだ。111番や109番はすでに知られている元素のため、何回の $\alpha$ 崩壊を経てこれに変化したかがわかれば、もともとあった元素は113番であったことが証明される。

森田さんは、これまで3回113番元素をつくることに成功しており、1回目と2回目では、4回の $\alpha$ 崩壊を経て、ドブニウム(105番)が観測された。逆算すると113番と一致する。そして研究開始から9年後、3回目の作成では6回の $\alpha$ 崩壊の後、メンデレビウム(101番)に変化したことを観測した。2種類の観測結果が得られたことで、113番元素ができていたことへの信頼性が格段に上がり、正式に「発見」が認められた。じつは、2回目の作成後も発見を申請していたが認定されなかった。今回、113番元素の命名権が森田さんに与えられたのは、データに疑いがなくと世界に認められた証でもあるのだ。

## きれいな周期表は壊したい

113番元素と同時に、115番、117番、118番元素は海外のチームによって発見、認定された。これで周期表の7周期目までのすべての元素が出そろった。「きれいな周期表ができた。今度はこのきれいな周期表をぶち壊したいですね」。森田さんはまったく新しい「8周期目」の新元素発見に挑むつもりだ。「今の周期表が118番までなのは、人が扱える最も大きな原子が98番であること、さらに20番には核の「のり」の役割をする中性子をたくさんもっているものが見つかるから。98 + 20で118番までは比較的つくりやすいともいえる。逆に、119番からはまったく新しい技術が必要になりますが、アイデアは見えてきている」と森田さんは自信をのぞかせる。

ものづくり大好き少年の「つくりたい」という想いが、これからも世界に存在しない新元素をつくり出すかもしれない。(文・戸金悠)

※ウンウントリウムとは、その存在が発見されるまでの仮の名称であり、ラテン語で113を意味します。正式な元素名は、今後、森田グループが提案した名前を、国際機関の審査を経て決定されます。

森田 浩介(もりた こうすけ) プロフィール

1984年、九州大学理学研究科物理学専攻博士後期課程満期退学。同年より、理化学研究所サイクロトロン研究室に所属。1993年、九州大学にて博士(理学)を取得。2006年より現職。



## 記憶の出現を「制御」する

森田 泰介

東京理科大学 理学部 第二部 准教授

授業中にふと、昨日見たテレビのことを思い出し、してしまい集中できなくなった、という経験はないだろうか。記憶が頭に浮かぶタイミングを自分の意志でコントロールできるようにする、つまり「制御」することを目指している研究者がいる。いつ現れるかもわからない現象を、いったいどのようにして制御していくのだろうか。



### ふと浮かぶ記憶のミステリー

自分で意図していないのに、記憶が頭に浮かんでくる現象を「無意図的想起」という。想起とは「思い出すこと」であり、記憶の重要な機能のひとつだ。私たちの生活に不可欠な機能であるにもかかわらず、自分で意図的に記憶を呼び起こしている場面は全体の半分程度、残りの半分が無意図的なものだといわれている。東京理科大学の森田泰介さんは、なぜ、どのように、無意図的想起が起こるのかを解明する心理学者だ。

心理学は感情や思考、知覚といった「心」のしくみを研究する分野であり、記憶もここに含まれる。「心」という実体のないものを扱うこと自体が難しいのだが、記憶の無意図的想起の場合は特に研究が難しい。意図的想起であれば、「昨日のことを思い出してください」と指示することで実験ができるが、無意図的想起はいつ起こるかタイミングが特定できず、外からも見えない。この神出鬼没でとらえどころのない現象に、どのように挑めばよいのだろうか。

### 見えないものを捉える

森田さんは、無意図的想起のしくみ解明のため「実験法」と「質問紙法」の2つの方法を用いた。実験法とは、人が置かれた状況によって、無意図的想起が出現する頻度や、その内容がどのように変わるのかを調べるものだ。たとえば、実験協力者に20分間、単調なリズム音に合わせてポチ、ポチとボタンを押し続ける作業をしてもらう。途中、何度か作業を突然中断し、そのとき考えていた内容と、退屈感を記録していく。この実験から、退屈感が高まるにつれて、未来の予定を突然思い出す無意図的想起の数が増えることが発見された。

質問紙法は、数値で回答するアンケート調査のような方法だ。森田さんは、独自に開発した質問紙を用いて調査したところ、身の回りのできごとひとつひとつに注意を向けやすい人や高齢の人では、無意図的想起の頻度が少なく、これからやろうとしている行為を忘れてしまう「し忘れ」も少ないことを明らかにした。反対に、無意図的想起





▲実験法で実験する際にリズム音に合わせて押すボタンボックス。

が頻繁に起こる人ほど「し忘れ」が多くなる。注意の向け方ならば意図的にコントロールできることから、これによって無意図的想起を適切に制御し、「し忘れ」の防止に応用できるのではないかと森田さんは期待している。

### 揺れ動く記憶を適切にコントロールする

森田さんが記憶に関心を持ったきっかけは、高校時代、「せっかく試験勉強したのに、なぜ完璧に覚えてられないのだろう」と思ったことだった。しかし、記憶の研究を続けるうちに、完璧にすべてを記憶できることは必ずしもよいわけではないと考えるようになった。「忘れてたり、関係のない記憶が頭に浮かんだり、記憶が不確実に揺れ動くことは一見役に立たないようですが、じつは人間の生活にとって重要な役割を果たすこともあるのです」と森田さんはいう。嫌な記憶などは絶えず浮かんでくることがないよう、忘れてたり抑えこんだりする必要がある一方、やるべきことをタイミングよく思い出すことや、何気なく浮かんだ無関係な記憶が目の前の問題を解決するヒントになることがある。こうした記憶の揺れ動きを適切にコントロールすることができれば、たとえば大切な薬の飲み忘れや、車輪の出し忘れによる飛行機事故など、「し忘れ」によって発生する惨事をなくすることができるだろう。

### ゴールのない挑戦

記憶という心のメカニズムを研究する森田さん。実験法や質問紙法で数値化できるのは、あくまでも結果としての人の行動や反応であり、心そのものが調べられるわけではないという。「観測された結果だけを手がかりに、見えない心の世界を解明していく。その意味では、心の研究にゴールはありません」と、森田さんはもどかしそうに、しかし楽しそうに語る。「さまざまな方法で模索を続けていく中で、『記憶』の真実の姿のヒントが見えてくることがあります。真実に一歩ずつ近づいているという実感が、私のやりがいです」。見えないものをとらえようとする心理学者の挑戦は終わらない。  
(文・江川 伊織)

森田 泰介（もりた たいすけ）プロフィール

関西大学文学部卒業、同大学大学院文学研究科博士前期課程修了、同博士後期課程単位取得後退学、博士（文学）。2009年より東京理科大学専任講師、2015年より現職。専門は認知心理学で、研究テーマは記憶や思考がふと意識に浮かぶ現象、ぼんやり現象など、意図せぬ心の活動の解明と制御。



# 生命の中の数理的原理を求めて、 人工知能でがんに挑む

宮野 悟

東京大学 医科学研究所  
ヒトゲノム解析センター長

日本人の死亡原因のトップは「がん」だ。しかし、いまだその全貌は明らかになっておらず、世界中でたくさんのがん研究が進んでいる。データ量は膨大になり、生命科学に関する論文を印刷して積み上げると、富士山の高さを越えるそうだ。この膨大なデータや知識を効率的に使うため、人工知能に注目したのが東京大学の宮野悟さんだ。



## 情報はそろった。さあどうする？

ヒトのからだをつくるためのすべての遺伝情報は、たった4種類の文字 A (アデニン) T (チミン) G (グアニン) C (シトシン) と呼ばれる「塩基」でできており、これをヒトゲノムという。約30億個の塩基から成るヒトゲノムの中には、設計図である「遺伝子」も含まれており、このすべての文字の並び順を解読することを目指したのが「ヒトゲノム計画」だった。これだけ膨大な文字の情報を解析するためには、生物学だけでなく情報科学の知識が必要。そこで、当時、計算理論を研究していた宮野さんに声がかかった。そして計画に参加してから12年後の2003年、ヒトのすべてのゲノムが解読された。

ところが当時は、得られた膨大な文字の羅列を前に、みんなこれをどう使っていいかわからなかったのだという。しかし、宮野さんは違った。「ここが生命を理論的に理解するためのスタート地点

だと思ったのです」。得られたゲノムの情報をどう使うのか、宮野さんの挑戦が始まった。

## がん細胞は進化する

ヒトゲノム計画が終了する3年ほど前から、がんがなぜ発病し、どのように進行するのか知りたいと宮野さんは考えていた。がんとは、ゲノム中の塩基が別の塩基に置き換わってしまう「変異」が数千～数万個蓄積することで、正常な細胞のシステムが乱されて暴走した状態を指す。その変異の場所や組み合わせはがんの種類によって異なってくる。30億もあるヒトゲノムの塩基の中から数個の変異を見つける作業は、まるで砂漠の砂の中からダイヤモンドを見つけ出すようなもの。そこで活躍するのが膨大な量の情報を高速で計算することできる「スーパーコンピューター（略称：スパコン）」だ。たとえば、大腸がん組織の24か所から細胞を取り、そのゲノム配列をスパコンを使って解析したところ、ひとりの人間のゲノムはすべて



の細胞で同じであるはずなのに、まったく違っていたという。さらに、変異の場所や量、変化の種類を調べることによって、大腸のどこでがんが始まり、どのように変異をくり返しながらかん細胞が「進化」していったのか、その道筋までもが見えるようになった。

## 世界中の知恵を集めてあなただけの治療を

がん細胞は、進化していく過程で抗がん剤に対する抵抗力まで獲得することができるという。「がんの理解はもはや生物学や医学といった人知を超えている」。だからこそ、これからは患者ひとりひとりのゲノム配列に合わせた治療が必要になるのだ。しかし、ゲノム配列は人間同士でも0.3%ほど違うため、がん細胞の全ゲノム配列中には1万～10万か所もの変異がある。どれががんに関係するものなのか、見つけ出すことは至難の業だ。一方、インターネット上にはがん細胞の変異に関する論文や、これまで蓄積されたがんに関与する薬などの情報があふれている。2014年だけでも約20万件のがんに関する論文が発表されているのだ。

そこで宮野さんが目をつけたのが、人工知能の利用だった。がんに関する膨大な情報を統合し、その上で個人に合わせた最も効果的な治療方法を提示してくれる。それを実現したのが、IBM社によって開発された人工知能「Watson」だ。たとえば、原因がまったくわからないPMPと呼ばれる盲腸のがんについて、これまでは全ゲノムを解析した後に1年ほどかけて、医師がさまざまなデータを見比べて原因を追求していた。しかし、インターネットにつながったWatsonは、世界中の情

報を駆使し、たった10分で患者にあった最良の治療法を見つけて出すことができるのだ。

## 分野の壁を超えて「原理」を探す

数学者でありながら、今は「がんがなぜ生まれ、どのように進化していくのかを解明したい」と語る宮野さん。その思考の原点はやはり数学の計算理論だった。どうすればコンピュータで自動化できるか、どうすれば効率化できるか、計算できることは何か、できないことは何か。想像を絶するデータ量を解析しなければならない時代に入ったからこそ、「数学をベースとして生命や医学を考えなければならない」と宮野さんは力強く語る。

「パイオニアになれ」。大学の数学科時代に先生からもらった言葉の通り、生命と数学を融合した生物情報科学という新たな分野を確立してきた。がんの進化の裏に、必ず横たわっているはずの「数理的原理」を求め、進み続ける宮野さんの足あとが、まだ誰も知らない道をつくっていく。

(文・上野 裕子)

宮野 悟 (みやの さとる) プロフィール

1977年九州大学理学部数学科卒業。理学博士。  
1985年～1987年西ドイツ・Alexander von Humboldt Research Fellow, 1987年西ドイツPaderborn大学情報科学科助手, 1987年九州大学理学部附属基礎情報学研究施設助教授。1993年同教授を経て、1996年より現職。神奈川県立がんセンター総長兼務。



# 生活に溶け込むロボットを、 チームの技術でつくり出す

近藤 那央 さん

ロボットいきもの工房  
トライボッツ  
TRYBOTS 代表



高校の卒業研究でペンギンロボットをつくるために集まったメンバーは「もっといいものをつくりたい」、その思いで卒業後も活動を続けることを決意した。いつかロボットと一緒に暮らす夢を実現するため、自分の興味をチームの夢にし、挑戦を続ける人がいる。

### 身近な疑問が開発のヒントに

2013年、東京工業大学附属科学技術高校の3年生だった近藤那央さんは悩んでいた。近藤さんがいる科学・技術科で出された卒業研究の課題でなにをつくるべきか。ネタを探しに、もともと好きだった水族館へふらっと足を向けると、目玉展示のペンギンに目が止まった。陸上でよちよちと不慣れに歩くペンギン。しかし、ひと先水の中に入ると、素早い動きで華麗に水を切って泳ぐ。「速い……。どうしてあんなに小さな翼でこんなにも速く泳げるんだろう」。そう思った近藤さんは、チームとともにペンギンロボットの製作を決意した。「水の中にもエンターテイメントを提供できるロボットがあったら楽しいんじゃないかと思った」と近藤さん。徹底的に本物のペンギンに似せたロボットの開発へ、挑戦が始まった。

### ペンギンロボット誕生！

いざ制作に取りかかってみると、そもそもどう

やってペンギンの水中の動きを再現したらいいのかわからなかった。生物の基礎的知識がなかったため、まずは本物をじっくり観察することから始めた。水族館の飼育員の方をお願いして、直接からだを触らせてもらったり、水中での動きを観察したりした。本物に近づけるため、動力にスクリュウは使わない、翼のはばたきだけで泳ぐことができるロボットを目指した。課題には5万円という予算の制限があったため、安いクリアファイルやタッパーの容器、かたいゴム板などを駆使し、本物のペンギンを触りながら、翼のかたさや質感を近づけた。水に入れるためには、防水加工も必要だ。また、翼だけで速く泳がせるという最も重要なポイントを実現するため、翼を取り付ける角度を何度も調整し製作をくり返した。「からだの位置によって使う素材を変え、やわらかさを変えることが速さへの秘訣でした」と語る近藤さん。試行錯誤の果てについて完成をしたのが、ペンギンロボット「もるペン！」だ。





◀ペンギンロボット「もるペン!」。全長50cm。水中での前進、旋回、潜水、浮上が可能。

## チームだからできることがある

もるペン!は完成後、水族館の協力も得てなんと本物のペンギンに混ざって泳ぐこともできた。しかし、同時に新しい課題も生まれた。ペンギンプールには水流があり、もるペン!はこれに押し流されてしまったのだ。もっと速く泳ぐ、もっと本物に似たペンギンロボットが作りた。そう考えたメンバーは高校卒業後も活動を続けることを決意した。そこで誕生したのが、チーム「TRYBOTS<sup>トライボッツ</sup>」だ。しかし、別々の大学に進学したメンバーが定期的に顔を合わせられる時間と場を設けることは大変だった。それでも近藤さんは、チームメンバーの力を信じていた。「自分にできないことも、彼らならできるんです」と近藤さんは言う。TRYBOTSは、機構の設計や全体構造の設計、電気系統、デザイン担当などそれぞれ自分の強みを活かしたメンバーで構成されている。全員が同じ目標に向かって着実に進んでいけるよう、近藤さんはチームが参加できるイベントを探しては、そのつど目標と締め切りを定め、チームがより力を発揮できる場をつくってきた。TRYBOTSをもっと大きくしたい。もっと強い組織にしたい。それが近藤さんの原動力だ。

## 自分たちの技術で世界にインパクトを

「もるペン!には、本来ロボットに興味がない

ような人でも興味を持ってもらえる、ふしぎな力があるんです」。若い女性や子どもたちが楽しそうにもるペン!に触れる様子を見て、近藤さんは、人の生活に自然に溶け込むことができるロボットはどういうものだろうと考えるようになった。進学先の大学では、あえて工学部ではなく、文学、政治経済、アートなどさまざまな背景を持った人が集まり、世の中の問題を解決することを目指した学部を選んだという。「ただつくるだけでなく、使う人のことを考え、社会問題と結びつけたロボットの開発がしたい」と近藤さんはいう。「TRYBOTSはこれから、自分たちの技術でたくさんの人が使いたい、欲しい、そう思えるものをつくっていきます」。当たり前のようにロボットと一緒に暮らしている、そんな未来をつくる人、近藤さんの挑戦はこれから始まる。

(文・上野 裕子)

近藤 那央(こんどう なお) プロフィール

2013年3月、東京工業大学付属科学技術高校 科学・技術科 システムデザイン・ロボット分野機械科卒業。卒業と同時に、生物の動きを成功に再現するロボットいきもの工房「TRYBOTS」を結成。代表としてペンギン型ロボットを開発する。2014年、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)環境情報学部に入學。新世代の女の子を発掘するオーディション「ミスiD2015」受賞。





初開催の東北大会の様子

## 3大会で781人の中高生研究者が集結しました！ 研究者の情熱で未来をつくろう

サイエンスキャッスル 2015 では、初開催の東北大会も含め、多くの中高生研究者が集まり、熱い発表と議論がされました。研究とは、「自らが立てた問いに情熱を持ち仲間とともに挑む」こと。これは、大学に入ってから、社会に出てからでなければできないというものではありません。サイエンスキャッスルでは、答えのない問いに挑み、私たちと未来をつくる仲間になってくれる中高生を待っています！

### 先輩に続け！各大会の最優秀賞受賞者を紹介します

大会当日は、多数の応募の中から事前審査を通過した発表者による口頭発表が行われ、サイエンスキャッスル最優秀賞が選ばれました。

#### 東北大会 大会テーマ『社会に根を張る先端研究』

ミカヅキモのSr<sup>2+</sup>の吸収能力について (福島成蹊高等学校 池上実那さん)

※ロート賞(東京大会に招待)およびサイエンスキャッスルポスター特別賞も同時受賞  
評価ポイント：ミカヅキモへの愛が非常に伝わってきた点、原発事故による放射性物質の拡散をミカヅキモに吸収させることによって解決できないかという地域の課題に対する研究である点が評価されました。



#### 関東大会 大会テーマ『科学と技術が創りだす未来』

気孔開閉運動からみる植物の環境適応 (東京大学教育学部附属中等教育学校 加賀三鈴さん)

評価ポイント：300ものデータをとるといふ地味な作業を積み重ねている点、統計処理まで行いばらばらなデータをしっかりと考察し結果を見出している点、収穫量や品質向上など農業に生かすという未来を見据えていた点が評価されました。

p.26「となりの理系さん」に登場！



#### 関西大会 大会テーマ『身近にあふれる課題研究の種』

論田川に生息する縦肋の多いカワニナの正体に迫る (岐阜県立岐山高等学校 櫻井基樹さん)

評価ポイント：身近な川で行われるカワニナの放流が生態系に悪影響を与えているかもしれないという、身近なきっかけからテーマを見つけていた点、3つの実験によって検証を重ねて、ひとつの結果を導いていた点が評価されました。



多くの企業・大学・学会が中高生の研究活動を応援しています

サイエンスキャッスルは、企業・大学・学会などさまざまな団体が協力して中高生の研究活動を応援する日本で唯一の学会です。  
 <特別協賛・特別協力> 東北大学 高度教養教育・学生支援機構 キャリア支援センター 高度イノベーション博士人材育成ユニット、東北大学・カタールサイエンスキャンパス、ロート製薬株式会社、TEPIA (一般財団法人高度技術社会推進協会)、大阪明星学園中学校高等学校  
 <協力企業・団体> 株式会社アトラス、株式会社クラレ、株式会社 THINKERS、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、株式会社スリーディー・システムズ・ジャパン、D.C.TRAINING JAPAN 株式会社、株式会社テクノバ、ニッポー株式会社、パイテック情報普及会、本田技研工業株式会社  
 <協力大学> 麻布大学、大阪工業大学、国際基督教大学  
 <後援学会> 化学工学会、高分子学会、土木学会、日本海洋学会、日本化学会、日本感性工学会、日本数学会、日本生態学会、日本生物物理学会、日本生理学会、日本地球惑星科学連合、日本統計学会、日本物理学会



今年のサイエンスキャッスルを見逃したキミへ

## みんなの研究発表を今からでも見ることができます！

発表者にはサイエンスキャッスルの会場外でも発信の場を準備しています。新しい研究テーマをさがしているキミも、一緒に研究できる仲間を探しているキミも、ぜひ参考にしてみてください。

イベント  
pick up

### 〈全国どこからでも〉 THINKERS に見に行こう！

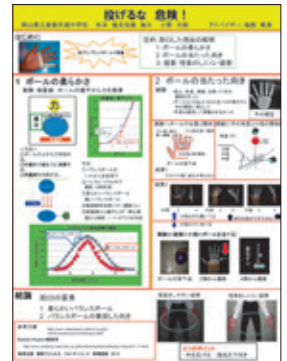
各大会参加者の中から希望者が THINKERS 上でポスター発表を実施しました。3大会のポスターを見ることができます。その中で最も人気を集めたポスターとして「サイエンスキャッスル THINKERS 賞」が決定しました。

#### 受賞演題

#### 「投げるな危険？」 (岡山県立倉敷天城中学校 佐藤海斗さん)

バランスボールを受け損ねてけがをした際、軽くてやわらかく、ぶつけれなくても痛くないボールなのになぜけがをしたのか疑問に思ったところから始まった研究です。ハイスピードカメラと画像解析ソフトを使って落下するボールの力積を測定し、けがをした原因について明らかにすることを目指しています。

THINKERS (<http://www.thinkers.jp/>) は、中高生が学校の枠を超えて学び合うための SNS です (中高生限定)。自分の興味を発信し、仲間とディスカッションすることができます。アップロードされたサイエンスキャッスルのポスターは現在も公開されているので、ポスターを見て発表者に質問することもできます。



### 〈関東に住んでいるキミは〉 TEPIA 先端技術館に見に行こう！

2016年4月～2017年3月の1年間、サイエンスキャッスル2015関東大会で発表した優秀校のポスターが、TEPIA先端技術館に展示されます。日本のさまざまな最先端技術を体験しながら学ぶことができる展示も見どころ！

### 〈関東・関西に住んでいるキミは〉 超異分野学会に見に行こう！

「超異分野学会」とは、大学、大企業、町工場、ベンチャー企業の研究者が分野を超えて集まり、新たな研究の種を生み出す場所です。今年のサイエンスキャッスル各大会の受賞者には、3月13日(東京)と3月19日(京都)に開催するこの学会でもポスター発表をしていただけます。中高生の見学参加も可能ですので、ぜひお越しください。超異分野学会の詳細・見学申し込みは、超異分野学会ウェブサイトよりお願いします。超異分野学会ウェブサイト <https://r.lne.st/choibunya/>

## 2016年6月発表校申し込み受付開始予定！みなさんの挑戦を待っています！

#### 東北大会

日程：2016年12月18日(日)  
場所：東北大学・カタールサイエンスキャンパスホール(宮城県・仙台市)(予定)  
大会テーマ：  
地域に根を張る先端研究  
審査員長からひと言：  
自分の周りの地域の課題解決をめざす研究を待っています！

#### 関東大会

日程：2016年12月24日(土)  
場所：TEPIA先端技術館(東京都・港区)  
大会テーマ：  
未来の実になる研究開発  
審査員長からひと言：  
世界を変えたいという思いをもった研究を待っています！

#### 関西大会

日程：2016年12月23日(金・祝)  
場所：未定  
大会テーマ：  
高大連携で加速する研究の芽生え  
審査員長からひと言：  
中学・高校の枠を飛び越えて大学などとの連携をしている研究を募集します！

#### 九州大会

日程：2016年12月11日(日)  
場所：未定(熊本県内を予定)  
大会テーマ：環境研究の育つ土壌づくり  
審査員長からひと言：持続可能な科学技術の発展の土台となる「環境」についての課題を解決するための研究は九州大会へ！

いよいよ九州上陸！

サイエンスキャッスル HP <http://s-castle.com/>

サイエンスキャッスル2014, 2015の発表演題と要旨が検索可能になりました！  
研究テーマに悩んだら、他の中高生がどんな研究をしているのかぜひ見てみてください。



今号の理系さん.....  
↓



## か が み れ い 加賀 三鈴 さん

東京大学教育学部附属中等教育学校 4年生  
(高校1年生)  
生物部

昨年12月に開かれた、中高生のための学会「サイエンスキャッスル2015 関東大会」で見事最優秀賞を獲得した加賀三鈴さん。葉の気孔開閉の分析を通じて、日がよく当たる葉（陽葉）と日が当たりにくい葉（陰葉）では、それぞれ日向と日陰での生育に適した性質を持っていることを明らかにしました。研究の何が加賀さんを惹いているのでしょうか。

### ◆なぜ今回の研究を始めようと思ったのですか？

私は食べることが大好きなので、おいしいものが食べたいな、と思ったのが研究の始まりです。学校の中庭にナツミカンの木が植えてあり、夏によくみんなでその実を食べます。ある日、光がよく当たる場所にできるミカンは大きい甘くておいしいのに、日陰のミカンは小さいしあまりおいしくないことに気がついたんです。そこで、甘さの元になる物質をつくる光合成は、気孔の開閉と関係があると聞いたことがあったので、葉に注目して研究を始めました。

### ◆どんなことを考えて研究をしていますか？

私は、植物ホルモンを添加して、陽葉と陰葉の気孔がどんなときに開閉するのか調べるため、毎日放課後2時間、チームの後輩と一緒に葉の気孔の写真を300枚ほど撮影してひたすらパソコンで分析をしました。グラフの選び方

など分析が難しく、思ったように結果が出ず落ち込むこともありましたが、海外でも発表をしていた尊敬する先輩も、部活では毎日地道に実験をしていたことを思い出して、私もめげずに努力しました。研究って、うまく結果がでないことの方が多いけど、コツコツがんばっていたらいつか報われる日が来ると思っています。

### ◆研究をしていてどんなときが好きですか？

今は、植物の葉はいつ陰葉と陽葉に分かれるのかを、身近な野菜を使って研究しています。もしも、陰葉を陽葉に変える方法が見つかったら、ミカンなど果物がもっと甘い実をつけられるようになるかもしれない、と思っているんです。実験結果を想像して、次にこんなことできるかな、って夢をふくらませて次の実験を考えているときが一番楽しいです。

加賀さんは

## 研究で夢の世界を描き上げる画家

研究テーマの設定は研究者にとって最初の難関です。「こんなことできたらいいな」と自由な発想で夢の世界を描き、わくわくしながら研究を進めていく加賀さん。ひとつの研究結果から次々と新しいテーマを創造し、一筆一筆でいねいに夢の世界を実現させていきます。彼女の夢が実現したとき、世界はおいしいものであふれているかもしれません。

(文・金子 亜紀江)



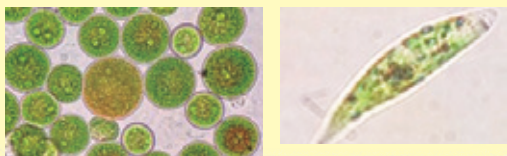
# 地球を支える小さな生き物を研究しませんか? ～新しい研究所がオープンします～

「研究したいなあ」。でも、研究できる「場所」がない。そうあきらめてしまっている人はいませんか? リバネスは、中高生が自由に藻類を研究できる場所「藻類・微生物研究所」を設立しました。藻類は海・川・温泉・樹皮とさまざまな場所に生息し、色やかたちも多種多様です。そのため、藻類にはまだ誰も発見していない秘密が多く残されているといわれています。どんな秘密が出てくるかはあなたの研究テーマ次第。藻類の博士と一緒に研究を進めることができるため、やりたい!という熱を持って参加してくれる人ならば特別な資格やスキルは不要です。一緒に研究したい中高生研究員を募集します。興味を持ったら、まずは研究所の見学に行こう!

## 藻類・微生物研究所, 3つの「できる」!

### ① 環境やエネルギーに関わる生物の研究ができる!

「地球に酸素をもたらす」「食物連鎖の底を支える」という特徴を持った藻類を研究テーマとすることで、地球環境に関する研究が可能です。さらに、藻類には油をつくる種も知られており、藻類の新しい能力や有用な能力を見つけ出せるかもしれません。



### ② 自分の研究テーマを持てる!

みなさんが不思議に思っていること、解決したい課題から研究を始められます。

#### 【新規生物の探索研究】

藻類はまだまだ新種が見つかる可能性があります。キミが新種の藻類発見者だ!

#### 【能力を社会に役立てる研究】

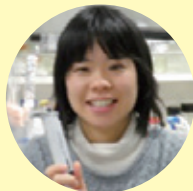
藻類の持つ有用な能力を環境問題解決などに役立てる方法を考えていきます。



### ③ ハカセと一緒に研究できる! 大学で研究してきたハカセが研究をサポートします。



●研究所所長  
丸 幸弘 博士(農学)



●主任研究員  
鈴木 るみ 修士(理学)



●研究員  
塚田 周平 博士(農学)



●研究員  
上野 裕子 博士(理学)

## 藻類・微生物研究所 オープンイベント

【日時】2016年4月17日(日)15:00～17:00

【場所】リバネス藻類・微生物研究所

【住所】〒131-0041

東京都墨田区八広3-39-5

(スーパーベルクス東墨田店正面)

【アクセス】京成八広駅出入口1 徒歩12分

東武亀戸線小村井駅 徒歩14分

【内容】新しい研究所ツアーや、ハカセによる「藻類のヒミツ」講演、藻類を使ったプチ実験を行います。

【申込方法】こちらのフォームからお申し込みください

<https://goo.gl/qp7MVB>





# いま熱い！ 腸内細菌の世界をボードゲームに



磯崎 達大 さん  
東京工業大学 生命理工学部 4年

徳間 啓 さん  
東京工業大学 生命理工学部 3年

西森 千華 さん  
東京工業大学 生命理工学部 2年

※学年は2016年3月現在のものです。

細菌たちが腸内での覇権を争う「陣取りバトル」を再現したボードゲーム「バクテロイゴ」。これを開発したのは、東京工業大学の学生グループです。中心メンバーの磯崎達大さん、徳間啓さん、西森千華さんにお話を聞きました。

このゲームの特徴は、学問に根ざした「リアルさ」。科学的な事実からは外れないように、でもゲームとしておもしろくなるように——。多種多様な腸内細菌の中から、どの菌をゲームに登場させるか、その特徴をカードでどうやって表現するか、論文を読み漁<sup>あさ</sup>って調べた情報をもとに考えていったといいます。

「自分が子どもの頃に、こういう学問の世界に踏み込んだゲームが欲しかったな、と思いながらつくりました。同じように、今あるおもちゃやゲームではもの足りないと思っている子たちが満足してくれたらうれしいです」と話すのは、発案者でもある磯崎さん。徳間さん、西森さんも「腸内細

菌という、いま熱い研究を20分のゲームで知ってもらうことができます」、「手軽に楽しめるゲームなのに、もっと深く学びたいと思えばそれも叶えてくれる。奥深いです」と、このゲームの魅力を話してくれました。

実際におなかの中できり広げられている菌たちの戦いを、あなたも体験してみませんか？

(文・磯貝 里子)



## 腸内細菌ボードゲーム バクテロイゴ

リバネス出版

定価：本体 2,980 円＋税

リバネスショップ (<http://www.lvnsshop.com/>)、全国書店、Amazonなどで購入できます。

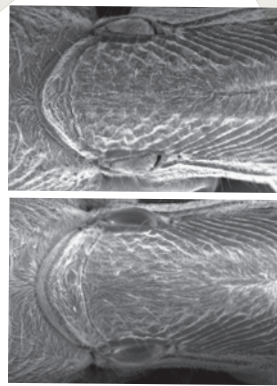


うちの子を紹介します

## 第36回 「下剋上」を生きる社会性昆虫 トゲオオハリアリ



▲羽化したメス(中央)が、女王アリ(右)にゲマを噛み切られている様子。



▲「ゲマ」部分の電子顕微鏡写真。上が女王アリで、下が働きアリ。

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

子どもの頃、アリが小さなからだで一生懸命エサを運んでいる姿を見たことはありませんか？アリは、巣の外に出てエサを運ぶ「働きアリ」や、巣の中で卵を産む「女王アリ」のように、家族で「分業」を行う社会性昆虫です。一般的なアリは、からだの大きさに働きアリと女王アリを見分けることができますが、今回紹介する「トゲオオハリアリ」は、すべてのアリが体長約1cmの同じ大きさ、同じかたちをしています。このアリの特徴は、集団内での順位によってその群れにおける役割が決まる順位制の社会をもつことです。では、どのようにして、たくさんのアリの中から女王アリが決まるのでしょうか。

トゲオオハリアリの背中には、少しふくらんだ楕円形だえんのものが2つついています。これは、「ゲマ」と呼ばれる、翅はねの痕跡器官。このゲマを持つ個体だけが女王になることができます。生まれたばかりのトゲオオハリアリはみんなゲマを持っている

のですが、そのときの女王アリが、新しく生まれたアリのゲマを噛み切ってしまう。そうすることで、女王アリは秩序を保つ元気がある間は王座に君臨し続けるのです。

東京大学の岡田泰和さんは、トゲオオハリアリがとる行動には、何かしらの分子が関係していると考えて研究を行っています。そして、最近ついに、ゲマを持つ女王アリは、ゲマを噛み切られたアリと比べて脳内のドーパミン濃度が高いことを明らかにしました。ドーパミンは神経化学物質のひとつで、ヒトでは興奮したときに分泌されることがわかっています。アリにおいても、ドーパミンがその行動に影響を与えている可能性があるのです。「はじめは噛み切られることに抵抗していたアリも、ゲマを噛み切られた後はしょんぼりとおとなしくなるんです」と岡田さん。このドーパミンこそが、女王アリを決める秘密なのかもしれません。(文・鹿子田 真衣)

取材協力：東京大学 大学院総合文化研究科 広域システム科学系 岡田 泰和 さん





## 教育応援 プロジェクト

私たち株式会社リバネスは、知識を生み出し、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、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)

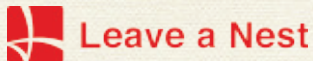
アサヒ飲料株式会社  
アズワン株式会社  
株式会社アトラク  
株式会社アトラス  
株式会社アパロンテクノロジーズ  
アルテア技研株式会社  
株式会社池田理化  
株式会社インターテキスト  
株式会社ウィズダムアカデミー  
AglC 株式会社  
株式会社 ENERGIZE  
NTT レゾナント株式会社  
合資会社オキスイ  
オムロン株式会社  
オリックス株式会社  
オリンパス株式会社  
カミハタ養魚グループ  
学校法人河合塾  
川崎重工業株式会社  
関西国際学園  
株式会社教育同人社  
協和発酵キリン株式会社  
株式会社くもん出版  
株式会社 Crowd Media  
クラシエフーズ株式会社  
株式会社クラレ  
株式会社グローカリンク  
ケイ・イー・シー株式会社  
ケニス株式会社  
コニカミノルタグループ  
GH 株式会社  
CST ジャパン株式会社  
株式会社 G-クエスト  
シーコム・ハクホー株式会社  
株式会社シーボン  
株式会社ジェイアイエヌ  
敷島製パン株式会社  
株式会社シグマクシス  
株式会社 THINKERS  
株式会社新興出版社啓林館  
新日鉄住金エンジニアリング株式会社  
株式会社神明  
株式会社 SCREEN ホールディングス  
株式会社タカラトミー  
多摩川精機株式会社  
DIC 株式会社

D.C.TRAINING JAPAN 株式会社  
株式会社テクノバ  
東レ株式会社  
株式会社常磐植物化学研究所  
株式会社仲善  
株式会社ニッピ  
ニッポー株式会社  
日本たばこ産業株式会社  
日本ポール株式会社  
日本マイクロソフト株式会社  
日本ユニシス株式会社  
株式会社熱帯資源植物研究所  
パーク24株式会社  
株式会社バイオインパクト  
株式会社はなまる  
株式会社浜野製作所  
株式会社ビー・エフ・シー  
株式会社ビクセン  
ビクトリノックス・ジャパン株式会社  
富士電機 IT ソリューション株式会社  
富士ゼロックス株式会社  
富士フイルム株式会社  
brain | arch  
ボンサイラボ株式会社  
本田技研工業株式会社  
株式会社マイクロテック・ニチオン  
マルキ平川水産株式会社  
三井化学株式会社  
三井製糖株式会社  
三井不動産株式会社  
三菱ガス化学株式会社  
株式会社ムトーエンジニアリング  
メーカーボットジャパン  
森下仁丹株式会社  
森永製菓株式会社  
森永乳業株式会社  
ヤフー株式会社  
山芳製菓株式会社  
ヤンマー株式会社  
株式会社ユーグレナ  
株式会社吉野家  
株式会社吉野家ホールディングス  
ライカマイクロシステムズ株式会社  
レイコップ・ジャパン株式会社  
ロート製薬株式会社  
株式会社ロジム



## ■ おしらせ ■

『someone』は2016年から、「中高生のためにキャリア・サイエンス入門」とキャッチフレーズを新たにしました。2回（6月、12月）発行となります。読むともっとサイエンスが好きになる、もっと研究が楽しくなる、そんな雑誌を目指します。今後はウェブでのコンテンツ配信も充実させていく予定です。おたのしみに！



## staff

編集長 上野 裕子

art crew 神山 章乃 / 張 千尋

KIYO DESIGN (清原 一隆)

編集 磯貝 里子 / 楠 晴奈

記者 江川 伊織 / 金子 亜紀江 / 鹿子田 真衣

鈴木 るみ / 瀬野 亜希 / 塚越 光

戸金 悠 / 中島 翔太 / 山田 翔士

印刷 合資会社 三島印刷所

© Leave a Nest Co., Ltd. 2016 無断転載禁ず。

ISBN 978-4-907375-73-7 C0440

## ++ 編集後記 ++

進級するみなさん、卒業するみなさん、おめでとうございます。

『someone』はこれまで、ワクワクするサイエンスをみなさんに届けてきました。今号からは、研究をするどんなキャリアがあるのか、その先の未来も一緒に伝えていきたいという思いから、キャッチフレーズを新たにしました。さらに新コーナー「私の未来創生記」がスタート！ 今や、研究は大学の中、企業の中だけで行うものではありません。研究者が自分で社会へ飛び出し、夢見た新しい世界をつくるべく動き出しています。これからも、たくさんの研究者の生き方を伝えながら、みなさんにサイエンスの魅力を伝えていきます。4月からは新学期！ 気持ち新たに、みなさんも夢に向かって進んでくださいね。  
(上野 裕子)

2016年3月1日 発行

someone 編集部 編

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5階

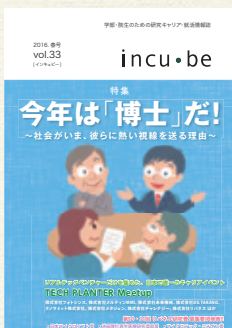
TEL 03-5227-4198

FAX 03-5227-4199

E-mail someone@leaveanest.com (someone 編集部)

リバネス HP <https://lne.st>

サイエンスメディア someone <https://someone.jp>



大学に行ったら学部・院生のための研究キャリア就活情報誌  
応援マガジン『incu・be』



ISBN978-4-907375-73-7

C0440 ¥500E

定価 (本体 500 円 + 税)



9784907375737



1920440005009

produced by リバネス出版

<http://someone.jp/>

夏から冬の間は、  
土の下に  
かくれているよ。

