

Hyogo

ひょうごサイエンス

Science

2025.3

Vol. 42

CONTENTS

- ① 対談
研究者のように深く考え
芸術家のように創造する喜びを
株式会社steAm 代表取締役 中島 さち子さん
- ⑨ Hyogo EYE 科学研究の第一線を訪ねて
自己駆動運動における粒子間相互作用の解明を目指す
神戸大学大学院人間発達環境学研究科 助教 小谷野 由紀さん
- ⑪ 自然科学分野の研究活動を支援 -2024 (令和6) 年度研究助成者-
- ⑫ 実践的教育支援事業
“堅実型” と竿を駆使したタイプの2種で挑戦
- ⑭ 県内企業の技術高度化などを目的とした研究開発を助成
-技術高度化研究開発支援助成事業- 企業・大学院連携研究事業-
研究紹介 / 株式会社ユメックス、
兵庫県立大学大学院機械工学専攻 岡田 翔汰さん
- ⑰ 国際フロンティア産業メッセ2024を共催
グループ出展企業訪問 / SKYLAB株式会社
- ⑲ 講演録
第42回ひょうご科学技術トピックスセミナー
古生物学者 河部 壮一郎さん
- ⑳ セミナーレポート
ものづくり共創セミナー、2024年度ものづくりシンポジウム
- ㉓ 大型放射光施設SPring-8の産業利用支援
- ㉔ 青少年のための科学の祭典2024 ひょうご大会を開催
第12回科学の甲子園ジュニア全国大会を支援
科学分野のボランティア活動を支援
サイエンスフレンドシップ事業を実施

科学技術を探る

川崎重工業株式会社

研究者のように深く考え 芸術家のように創造する喜びを

社会が激しく変化する中、従来の正解を重視した学びから、唯一解のない問いに向き合うことで創造性を引き出す学びへと、教育の変革が求められています。創造性を育む学びとして世界中で推進されているSTEAM教育^{*1}の実践者であり、数学者、ジャズピアニストとしても活躍する株式会社steAm代表取締役の中島さち子さんに、活動の内容や目指すもの、これからの科学技術人材の育成などについてお聞きしました。

解ける面白さではなく 解く試行錯誤の過程の面白さ

平尾 中島さんはフェリス女学院高校在学中に、日本人女性として初めて国際数学オリンピックで金メダルを獲得、東京大学理学部数学科を卒業後は音楽家として活動するなど、さまざまな分野で活躍されています。小さい頃はどんなお子さんで、ご両親の教育方針はどのようなものだったのですか。

中島 両親は何も勉強道具のようなものを与えてくれなかったので、ずっと砂場で何かを創って遊んでいました。それがすごく楽しくて、何かを受け取るというよりは、自分で創り出すことが好きでした。それは、両親が勉強道具を与えてくれなかったお

かけですね。

特に母は学ぶことが大好きで、よく「分からないからこそ面白い」と言っていました。いろいろな角度から考える過程が面白いというのです。だから、子どもにも、いわゆる「教える」ことは一切なかったのですが、本人は「学びって楽しい!」と。すると、こちらも楽しいことを探したくなって、表面的なことではなく、背後にあるもっと深い何かを考えるようになりました。数学も、ちょっと見方を変えてみると違う証明ができたなど、常識を超える楽しさがあるので、そこが魅力です。

平尾 数学は中学生時代から好きだったのですか。

中島 中高一貫校で高校受験がなかったこともあって、最初は音楽に没頭していました。クラシックピアノと並行して作曲をし

ていたのですが、作る曲がみんな似てきてしまい、人生経験が足りないせいだと思います。音楽は中学2年生で一度やめました。その後は数学が面白くなり、ずっと証明問題を解いていました。「大学への数学」という雑誌を購読するようになり、当時、数学者のピーター・フランクルさんが1カ月に1題、「今月の宿題」を出していました。時間に追われる学校の数学の試験と違い、1カ月考え続けられるとあって、じっくり、深く考えたい私にとって最適でした。その問題を解いて投稿すると名前が掲載されるので、うれしかったですね。アプローチの仕方は違っても、同じ問題を解決しようと考えている仲間が大勢いることもうれしくて。そういう人たちが国際数学オリンピックに挑戦していたので、私も参加しました。

平尾 ピーター・フランクルさんに数学を



楽しむ場を与えていただいたのですね。私も大学の「解析論」の最初の授業でオイラーの公式^{※2}の美しさを教えてもらって、数学の面白さを知りました。数学は本当に奥深いですね。小川洋子さんの小説「博士の愛した数式」にもオイラーの公式が出てきます。文学者らしい表現で数式について記されており、感銘を受けました。



国際数学オリンピックで金メダルを獲得



STEAM教育^{※1}

科学 (Science)、技術 (Technology)、工学・ものづくり (Engineering)、アート・リベラルアーツ (Art/Arts)、数学 (Mathematics) の英単語の頭文字を組み合わせた、心躍動する、創造的・実践的・横断的な学びを表す造語。科学者や数学者のように考え、芸術家やエンジニアのように創り出す学び方・生き方を象徴する。わくわくを中心とした、「知る（発見・気づき）」と「創る（創造・探究）」の循環を生み出す学びとして、世界中で広く推進されている。

オイラーの公式^{※2}

Euler's formula: 人類の至宝

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

ネイピア数
自然対数の底 $e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = 2.71828\ 18284\ 59045\ 23536\ 02874\ 71352\ \dots$

i 虚数 $i^2 = -1$

π 半径1の円の面積 = 3.141592653589793238462643383279...

0 ゼロの発見は人類文化史上に巨大な一歩



株式会社steAm 代表取締役

中島 さち子 (なかじま さちこ)

1979年大阪府生まれ。96年、高校2年生の時に国際数学オリンピックインド大会で日本人女性初の金メダルを獲得。2002年東京大学理学部数学科を卒業し、ジャズピアニストとして活動を始める。17年、株式会社steAmを創業、代表取締役に就任。数学者、STEAM教育者、音楽家、企業経営者など多彩な顔を持つ。内閣府「STEM Girls Ambassador」、経済産業省や文部科学省の委員会等に多数所属、大阪・関西万博テーマ事業「いのちを高める」のプロデューサーを務める。

数学も音楽も 感性と論理性が混在

平尾 これまでに多くの数学者たちがクラシック音楽を解析し、数学との関係を議論してきました。ジャズピアニストでもある中島さんは、双方の専門家として、音楽と数学の関係についてはどう思われますか。

中島 私の著書「ヒット曲のすごい秘密」は、ヒットした曲をはじめさまざまな名曲の背景には数学があるという内容です。数学は、デジタルで全て表現できるわけではなく、揺らぎみたいなものをすごく扱います。感覚的なものと論理的なものが混在しており、「なるほど、こういう見方もあったか」みたいなところを何度も繰り返して、自分の考えが拡張していきます。

私は数学も音楽も感性が重要だと思います。情緒的な部分がないと、新しいものを目指すことはできません。じゃあ感性だけがいいのかとなると、そうでもない。感性は意外と不自由で、自分が感じているものを正しとみなしてしまいます。でも正しいものは

幾つもあるのです。感性に違う視点が入ることによってイノベーションが起こります。

平尾 とても面白いですね。ジャズピアニストとしての活動は今、どの程度やっていますか。

中島 常々、杵を取り扱うことを考えているので、音楽だけ、ジャズだけということはありません。音楽はもともと、みんなが集まったら誰かが歌いだしたり、また違う誰かがそれに続いたりして、わーっと生まれてくるものだと思います。今、いろいろなイベントやワークショップを企画したり、講演をしたりしていますが、そこには必ず音楽を楽しむ時間を入れさせてもらっています。講演であれば、最後はステージから降りて観客の皆さんと一体になって楽器を鳴らしたり、歌ったりしています。

平尾 私はクラシック音楽を聴き始めて長いですが、いまだに新しい発見があります。

中島 本当にその通りです。クラシックピアノを練習していた頃は、クラシックには正解があると思っていましたが、けっこう揺らぎがあるというか、譜面には書かれていない呼吸のようなものがありますよね。AIには、



立命館大学大阪いばらきキャンパスで行われた地域交流イベントにKURAGE Bandを率いて出演 ©steAm, Inc.



大阪・関西万博のプレイベント「HANAZONO EXPO」で演奏 ©steAm, Inc. / KURAGE Band

あの微妙で豊かな表現はできないと思います。郷土芸能やジャズも近いものがあります。だからこそ、面白いのです。

平尾 ジャズは即興で曲を作りますね。

中島 ジャズにはフレームみたいな箱があり、最初と最後はテーマ（メロディー）が決まっていて、それ以外はコード進行だけが決まっています。でも、そのフレーム自体をちょっと変えたりもします。うまくいかない時もありますが、失敗も含めて楽しいですね。即興演奏は仕事や研究の構図と似ているところがあり、何か気配を感じ取って、ふわっと生まれるものです。

平尾 私の場合、研究中は同じテーマについてずっと考えています。

中島 でも、はっとひらめく瞬間があるのではないですか。

平尾 その時が一番楽しいですよ。まだ誰も気付いていないことに初めて気が付いた場合など、本当に興奮します。

中島 理系科目もできる・できないではなく、研究的な観点の面白さが伝わればいいですね。

多様な感性で 何かを深く掘り下げる

平尾 なぜ、STEAM教育に興味を持ったのですか。

中島 数学も音楽も、できる・できない、解ける・解けないではなく、それを超越した、創り出す面白さがあります。私自身、数学と音楽は別物という形で20代まではやっていました。30代に入って2つは似ていると思うようになり、それぞれの面白さとともに、融合した際の面白さがもっと伝わってほしいと思い、STEAM教育を始めました。

日本の教育はいいところもたくさんありま

すが、割と早めに基礎力をしっかり付けさせ、全員を一律に育てます。それには限界が来ているのではないかと思いますね。本来、学問や芸術の面白さは多様で、人それぞれのペースや好みがあります。小さい頃から自由に、多様な感性で何かを深く掘り下げる機会を与えて、「科学者のように考える」「芸術家のように何かを生み出す」楽しさが伝わるというなど考えています。

平尾 そのような考え方は、日本ではまだまだ浸透していませんね。

中島 日本では、研究者や芸術家の喜びが伝わりにくい教育システムになっています。まず正解があり、それに向かって一生懸命、マニュアル通りにしっかりと取り組むことが重要視されます。でも、AIが多様なことをできるようになった現代、もっと自分なりの視点で何かを生み出したり、考えたり、批判的に物事を見たりすることの方が大事だし、実は楽しい。深く考えるということは、誰かにやらされているわけではないから楽しいのです。その楽しさが自己肯定感につながり、生きる力が湧いてきます。

日本の教育システムは 限界に来ている

平尾 先日、文部科学省の高官と話す機会があり、「文科省は優秀な子どもを育てる教育しかしていない。だからもっと、ものを創造する教育をしなければ世界に太刀打ちできなくなる」と進言しました。日本の教育システムは、確かにある時期までは機能していました。しかし、その後がなかなかうまくいっていない。世界の先頭に立った今、次は何をすればいいのかを考えていけないといけません。

中島 私はニューヨークに2年ほど住んで



(公財)ひょうご科学技術協会 理事長

平尾 公彦 (ひらお さちみこ)

1945年愛媛県生まれ。74年京都大学大学院工学研究科燃料化学専攻博士課程修了。名古屋大学教養部教授、東京大学工学部教授などを歴任し、2004年に東京大学工学部長、07年に東京大学副学長に就任。退官後は理化学研究所計算科学研究機構機構長に就任。18年から同研究所顧問、当協会理事長のほか、京都大学福井謙一記念研究センターリサーチダイレクター。東京大学名誉教授、理化学研究所名誉研究員。専門は理論化学、計算科学。05年に「量子化学における分子理論の開発」で日本化学会賞、07年にAPATTCのFukui Medal、08年に東京応化科学技術振興財団の向井賞、24年に井植記念会の井植文化賞などを受賞。

いました。その時、周りの人たちがみんな「日本人はクリエイティブだ」と言うのです。でも、「自分はクリエイティブだと思うか」という問いに対するイエスの割合は、日本人は他国と比べると圧倒的に低いです。実際、日本の一般的な教育では創造性への自信は育みにくい。正解を求めるだけの教育には限界が来ているのです。

平尾 いい子をつくる教育ですよね、日本の教育は。

中島 でも、それでは自己肯定感を得られません。うまくできなかつたら、自分は駄目だと思ってしまう。だからこそ、自分で考え、自分で動き、自分で失敗しなければいけないのです。しかも、一人ではなく、さまざまな人々と協働しながら行うことが重要です。こういう経験は慣れもあります。若いうちから自分で考えて動いていると、それが当たり前になります。

平尾 具体的にどのような活動をされているのですか。

中島 最近多いのが、学校の「探究」「総合」といった授業枠を使った教育です。これらの時間は、ややもすると調べ学習になったり、教科と分離したりするのですが、私たちは多彩なプログラムを実践し

ます。例えば、算数・数学やテクノロジーにアートをかけ合わせて作品をつくる「Playful Coding (メディアアートで遊び創る)」や、工学に身近な課題をかけ合わせて探究する「Playful Robotics (センサーやロボットで身近な課題解決)」、AIを育てどんな仕事をやってもらうかを考えて試す「Playful AI (AIさんを育て、協働を探る)」などです。他にも、「インクルーシブ」や「好き」や「祭り」など、大テーマの中で探究する子どもたちの伴走をしたりしています。

平尾 学校に出向いているのですか。

中島 はい。私たちが行くと、子どもたちが生き生きしてきます。いつもとは違う人が来て、出会い、普通の授業とはちょっと違う、遊びみたいなことをする。これはわくわくしますよね。

同時に、多くの場合、先生たちも生き生き楽しそうに動き始めます。STEAM分野の専門家とつながると、実現できることが増えます。私たちは人と人をつなぐお手伝いをしています。ただ、全て私たちでやるとは意味がありません。先生たちとコミュニケーションを密に取りながら、まず授業のモデルをつくります。授業は基本、先生た

ちが行い、私たちは要所要所で入ります。授業以外の時間も、オンラインでやり取りをしています。先生が一番、変わりますね!

創造することで 感動を得る機会を

平尾 他にはどのような活動をされていますか。

中島 学校や図書館などの公的な場所に「STEAMの遊び場」をつくっています。今はプログラミングなどが簡単にできるキットや道具がそろっていて、誰でもテクノロジーに触れることができます。でも、それを「探究」や「総合」の時間にやってしまうと、みんなが一律に同じものをつくることになります。そうではなく、道具がそろっている遊び場を用意して、「使いたくなったら使ってもいいよ」くらいの場所。私が小さい頃に遊んだ公園の砂場みたいなものです。そこで、何かを創造して遊んでもらいます。

平尾 小学生の頃、雑誌の付録に鉱石ラジオのキットがあって、初めてラジオを作りました。最初に音が鳴った時は本当に感激しました。科学に興味を持つ大きなきっかけになりました。感動を与えることが重要だと思います。

中島 ラジオは使っているだけだと、「すごい人たちが作ったものすごい機械」と思いがちですが、自分で作ってみると「自分でも作れる簡単な機械」と実感できます。そして、どういう仕組みになっているのか考えるようになり、科学とつながることできる。私もアマチュア無線部だったので、中学生の頃に秋葉原で部品を買ってラジオを作ろうとしたことがありました。その時はどうしても音が鳴らなくて、悔しかったの



大阪府立桜和高校で教育探究実践 ©steAm, Inc.



大阪府交野市の小学校で実施した「Playful AI Workshop」 ©steAm, Inc.

ですが、でもその時の感覚は今の根っこにあるのかも。

平尾 子どもたちを作る喜びを味わってもらいたいですね。

中島 お膳立てをし過ぎているのです。ワークショップでもやるのが決まっていて「みんなよくできました」では駄目で、それぞれの創造性を加えることができたり、試行錯誤できたりする方がいいのです。自分でラジオを作ってみるのは、とてもいい方法です。

平尾 音が届くと本当に感動します。

コロナ禍を経て 変わったこと

平尾 私が専門とする理論化学、計算科学の分野では、コロナ禍を経て研究者の興味がずいぶん変わりました。今はマシンラーニングやAIが圧倒的に興味を得ています。中島さんはコロナの影響を感じられますか。

中島 会議がオンラインになり、地方の人でも参加できるようになりました。ただ、その分リアルな感覚が薄れつつあります。特に音楽はリアルで演奏会が開けない時期が続いたので、その影響はありますね。

平尾 オンライン会議は、実際に顔を突き合わせて議論するのはどうしても違います。発言の行間を読むようなことはできないですね。

中島 音楽もそうです。リアルでは単に音がすごいだけでなく、演奏者の人間味を感じる。研究者も、「あの人のあの感じ」みたいなものが見えにくいと、交流しづらいと思います。でも、ネットが開いた包括的な可能性も大きい。共にうまく活用したいですね。



「KIOI STEAM LAB」での数学講座の様子

いのちや創造性には 遊びが大事

平尾 中島さんは2025年大阪・関西万博のテーマ事業プロデューサーを務めていらっしゃいます。

中島 今回の万博のテーマは「いのち輝く未来社会のデザイン」。このテーマを実現するために、「いのちを知る」「いのちを育む」「いのちを守る」「いのちをつむぐ」「いのちを拓げる」「いのちを高める」「いのちを磨く」「いのちを響き合わせる」という8つのテーマ事業を設定しています。それぞれにプロデューサーがいて、私は「いのちを高める」を担当しています。内容は「遊びや学び、スポーツや芸術を通して、生きる喜びや楽しさを感じ、ともにいのちを高めていく共創の場を創出する」というものです。

万博ではテーマパビリオンを必ず造ります。1970年の大阪万博では、芸術家の岡本太郎さんがプロデューサーを務め、テーマパビリオンは太陽の塔でした。今回は、8人のプロデューサーが8様にテーマパビリオンを建てます。テーマ事業「いのちを高める」のパビリオンの名称は「いのちの遊び場 クラゲ館」、愛称クラゲ館です。クラ

ゲというモチーフは、2020年から2021年にかけて開催した閩鍋会議の中で生まれました。閩鍋会議では、芸術家や数学者、教育者、建築家など多様な人が集まり、「万博とは何か」「なぜ今万博か」「いのちが高まるとは何か」「そもそもいのちや創造性とは何か」などについて、みんなで自由に語り合いました。毎週のように話しているうちに「いのちや創造性には遊びが大事である」という結論になりました。それも、決まりきった遊びではなく、原始的な身体を使う遊びにテクノロジーなどが交じり合うことで生まれる揺らぎ、つまりは余白がある遊びです。そんなところからクラゲのイメージが湧いてきて、パビリオンの名称も決まりました。

クラゲ館の外観もクラゲをモチーフにしており、実際のクラゲのように光っています。館内は大きくは、「プレイマウンテン」、地上の「創造の木」を中心とする「いのちの揺らぎ場」、地下の「いのちの根っこ」の「わたしを聴く」、「わたしを祝う」の4つに分けられます。「いのちの揺らぎ場」には、ジェリー状のものを触ると音や光を発したり、カードをかざすといろんな音が重なり合ったりする、いろんなSTEAM的魔法の楽器があります。五感を使っていろいろと遊ぶうち

に、「自分も何かできるのではないか」という感覚を持ってほしいと思います。「わたしを祝う」では、世界の祭りや各地の郷土芸能が映し出された360度の映像体験ができます。最後は周囲に80人ほどの人が出てきて一緒に回る。参加者も一緒になって歩き踊り、音楽家も共に一期一会の祭りを繰り広げます。一緒に創造する共創・協奏があり、自分の内へと向かう時間があり、思い切り解放される祭りもあり。「自分も何かできる」「未来のかけらが作れる!」という感覚にもっていただけたいですね。

万博は世界中の人が 対話・交流する場

平尾 世界では紛争が続いていて、気候変動などの問題もあります。こういう時代に万博がどれだけ夢を掲げられるのかが大切です。2024年、日本原水爆被害者団体協議会がノーベル平和賞を受賞したのは画期的なことで、重要なのは核をなくすことだと思います。そうしないことには人類は生き残れません。万博では、皆さんが向

き合って核について一緒に考えることはあるのでしょうか。

中島 万博は1970年に一度ピークを迎えました。しかし、その頃から世界で環境問題が叫ばれるようになって、万博はボイコットされることもありました。どんどん環境博のようになり、^{うんちく}蘊蓄が多くなると面白くなり、さらに「万博自体が環境を破壊している」という自己矛盾を抱え、欧米列強国は、20世紀最後に興味を失ったのが正直なところ。過去には植民地博などの負の歴史も背負っています。

でも、多くの国にとっては今でも自国をアピールして世界とつながるチャンスです。万博は世界最大のお祭りなので、普段はなかなか出会えない国と出会えます。差別もいじめも、もっと言えば戦争も、相手を知らないからこそ傷つけ合うことがある。少なくとも、もっと知り合うことで、対話することで、核の問題の解決まではいなくても、今ある問題のうちの幾つかはほどける可能性があるのではないかと考えています。

平尾 確かにそうですね。

中島 今回クラゲ館は、目が見えない方や耳が聞こえない方、病気でなかなか外

に出られない方など、障害がある方々に多数参画いただきました。さらに協賛してくださる大企業が加わり、立場や特性、場合によっては言語などが異なる人たちが一緒になって、社会をかき混ぜ、何かをつくらうとしています。従来の仕事のように分担して効率よく進めるのではなく、多様な人が「ああでもない」「こうでもない」と“本音”で言い合いながらやることに意味があるのです。人生に唯一解はなく、一人ひとりみんな違う。だからこそ、未来の答えは一つではないし、課題に対しても100%の解決はできないかもしれませんが、集い、出会うことで、どうしたらいいかとみんなで考えることはできます。まずは楽しくご飯を食べたり、好きなものを紹介し合ったりしながら、仲良くなって、理解し合う。そこから対話を重ねて、課題の解決につなげていく。実際の祭りも、そういう側面があります。だから万博を、世界中の人たちが対話、交流する地球規模の大きい祭りと思えば、開催の意味はあるのではないのでしょうか。

平尾 月の石を見てわくわくするというよりは、知り合って、みんなで一緒になって、何か新しいことをつくっていくわくわくですね。



クラゲ館 ©steAm Inc. & Tetsuo Kobori Architects All Rights Reserved



創造の木 ©KURAGE Project & Dai Nippon Printing Co., Ltd. (DNP) All Rights Reserved



「わたしを祝う」 ©KURAGE Project & Dai Nippon Printing Co., Ltd. (DNP) All Rights Reserved

女性がもっと活躍するために

平尾 工学や数学、科学などの分野で、女性がもっと活躍するためには、どうしたらいいと思いますか。

中島 先日、資生堂のグローバルラグジュアリーブランド「クレ・ド・ポー ボーテ」から、2025年の「パワー・オブ・ラディアンズ・アワード」を頂きました。同アワードは、毎年STEAM分野の女性を応援する人を表彰しているもので、これまではマレーシアやインドネシア、アメリカ等から選ばれており、資生堂の本国である日本から選出されたのは私が初めてです。日本にはSTEAM分野で活躍する女性がまだ本当に少ないのです。周りも無難な道を勧めるので、文系の学部を選んだり、理系の学部に入っても就職では違う方向に進んだりして、本当は好きなのに諦めているケースが多い気がします。自分の好きなものを好きと言い続けられない現実があります。

女性が対象であることを明確に打ち出したイベントを、もっと増やしていくべきだと思います。女性研究者はいったいどんな生活をしているのか、どんな喜びがあるのか、課題ではなく楽しさを実際の声で発信することが必要です。それは、ひいては男性たちにとっても、自分らしく生きやすい社会につながります。実は今、資生堂と一緒に女性対象のワークショップやコンテストを企画しているところです。

あとは、多様性の効果がもっと伝わるといいですね。男性が中心の組織に女性が加わることで、いい影響が表れることがあります。女性だけでなく、障害がある方や海外の方など多様な人たちが一緒に何か

をする機会を増やすのもいいのではないのでしょうか。

平尾 ひょうご科学技術協会は兵庫県で科学技術を振興したり、人材育成をしたり、若い研究者に研究費用を補助したりしています。私どもの活動に何か希望はありますか。

中島 女性研究者を含め、実際の研究者の声を発信する機会をつくっていただきたいです。理系と文系の融合、理系と文系のはざま、みたいな部分をフィーチャーしてはどうでしょうか。私自身もそうですが、理系のこの分野だけというよりは、割と好きな分野がたくさんあって、何を中心にやろうか迷っている人は多いはずです。海外のSTEAM関係のサミットに呼ばれた際に、そこに参加している女性研究者がこう言っていました。「自分はサイエンスが大好きだけど、社会とコミュニケーションも大好き。2つのはざまの部分で自分なりの仕事をするようにしたら、結果的にいい方向に進んだ」。とにかく成功例を示していくことが大切です。

大人も子どもももっと試行錯誤を

平尾 これまで当協会は、若い世代に対して伝統的なやり方でサイエンスの面白さを伝えてきました。そういうところにSTEAM教育を取り入れていくといいかもしれませんね。

中島 今までの教え方は、早く正解を見つけてもらうためにパスを短くしてきたのですが、それでは試行錯誤がなされません。アメリカのマサチューセッツ工科大学が2000年に「全授業を公開する」と宣言して、OCW (Open Course Ware) というも

のを作りました。最初は批判されましたが、双方向的な授業が増え、いかに体験的に学ばせるかを教授たちが考え、必要なら情報交換をしながら、研究や芸術の本質が早い段階から体験できるようにしました。誰もが持つ創造性を引き出すためには、試行錯誤でき、失敗してもいい場所をつくることが重要です。

平尾 若い世代ではなく、もっと上の世代、大人たちに対するアプローチについてはどう考えますか。

中島 大人たちももっと試行錯誤しないとダメですね。試行錯誤に慣れると、子どもたちの導き方も分かってきます。頭ごなしに否定するのではなく、失敗をサポートしながら創造性を引き出す教育ができるようになります。今は地域の学校も開かれてきましたので、学校の中に大人の遊び場、学ぶ場を仕組みごとつくるのができればいいですね。

平尾 行政がSTEAM教育を取り入れていくということですか。

中島 欧米ではSTEAMを国や地方の政策に生かして、予算を組んだり、中期・長期計画に盛り込んでいます。しかし、日本では、国と地方で関わり方に温度差があります。例えば、全国の学校に顕微鏡があるのは、「顕微鏡は大事だ」と国の誰かが言い出して、その考えが地方にも届いたわけです。与えられるのではなく、現場が欲しいものを自分たちで獲得する、予算を取ってくるくらいのやり方があっていいと思います。優秀な子に補助金を出すのもいいですが、これから芽吹く種がまかれているような所にSTEAMに触れる機会をつくり、鼓舞することはもっと大事ではないでしょうか。

平尾 本日は実りのあるお話を聞けてよかったです。ありがとうございました。



Hyogo EYE
科学研究の第一線を訪ねて

自己駆動運動における 粒子間相互作用の解明を目指す

神戸大学大学院人間発達環境学研究科 助教 小谷野 由紀さん

物理学では生物・非生物を問わず自発的に運動する仕組みを持つ物体を「自己駆動粒子」といい、それらの集合体を「アクティブマター」と呼んでいます。例えば鳥の群れなどがこれに当たります。近年これらに関する研究が盛んに行われていますが、それぞれ実際の状況を簡略化して考えられていることから両者の考察には隔たりがあります。そこで、小谷野由紀さんはまず、2つの自己駆動粒子間の相互作用を解明する研究に取り組んでいます。

樟脳を用いて2つの粒子の相互作用について観察

自発運動を行う自己駆動粒子として今回の研究題材に選んだのは、クスノキから抽出され着物の防虫剤などに利用されてきた樟脳です。樟脳は固体の化学物質で揮発性があり、その粒を水に浮かべると、分子が溶け出し水面に広がります。ところが粒には若干のいびつさがあることから粒の周りの濃度は場所によってわずかに高低が生じ、それが表面張力の差を生み出します。すると、粒は表面張力^{*1}の小さな方から大きな方へと動き出し、運動することで進む先と通過した所でも濃度差ができて表面張力差が生まれ、さらに動き続けることができます。

また、揮発性があるため水面の樟脳分子は次々と空気中に蒸発し、樟脳粒が蒸発し切ってしまうまで水面が樟脳で飽和することはなく自発運動を続けるので、一定期間同じ状態で観察することができます。

さらに、粒同士の距離が近い場合、水面に溶けた分子を介して互いの粒の運動に影響を及ぼし合うことから、2粒の樟脳を使って条件を変えながら観察することで、相互作用について探れるのではないかと推測しました。

*1 表面張力…液体と気体の境界において、液体分子同士が分子間力によって引き付け合い、液体が表面をできるだけ小さくしようとする力のこと

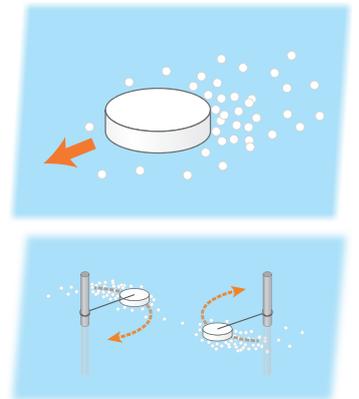
実験ではなく数理モデルに当てはめシミュレーション

研究では、2つの回転する樟脳粒の回転中心を固定し、互いの距離を少しずつ変えながら、双方が同じ方向に回転する

場合と逆方向に回転する場合で起こる現象を、数式で表した「数理モデル」に当てはめて解析しました。固定するのは、動ける範囲を制限することで一定の条件下で継続して観察できる状態にしたかったからです。

具体的には次のような状況を考えました。まず、水を入れた容器にリボン

状のプラスチック板を片方の端のみ固定し、そこを中心に板が自由に回転できるようにします。次に板のもう片方の端に樟脳の粒を取り付けます。この板を2枚、一定の距離を開けて設置します。するとそれぞれの樟脳は、粒の形によって時計回りまたは半時計回りに動き始め、同じ方向に回り続けます。これは樟脳から分子が水面に放出されることで互いの表面張力が働き反発するものの、板の端を固定しているため回転せざるを得ないからです。そして、この状態は次の2つの方程式で表すことができます。一つは、経過時間によって粒がどこに位置するかという「運動方程式」、もう一つは時間とともに放出される樟脳分子の広がり方を表す「反応拡散方程式」です。



(上) 周囲の濃度差によって表面張力にも差が生まれ動き出す樟脳粒のイメージ。
(下) 一端を固定することで回転する樟脳粒のイメージ。

同相同期と逆相同期が周期的に切り替わることが判明

2つの方程式に当てはめて計算したところ、2粒とも同じ方向に回転した場合も異なる方向に回った場合も、ある程度時



間が経過すると2粒の動きには相関関係が見られることが明らかになりました。

まず、それぞれ回転しながらもう一方に近づいたり遠ざかったりするうちに、2種類の同期現象^{*2}が起こります。一つは双方が同じタイミングで両者の中間地点に近づき合う「同相同期」、もう一つは片方が両者の中間地点にある時、もう一方はそこから最遠の位置にあり、交互のタイミングで中間地点に近づき合う「逆相同期」です。同期するまでの所要時間は2つの粒の距離が広がるにつれて増加し、同相同期と逆相同期は距離によって交互に切り替わることが分かりました。これは、双方から放出される樟脳分子の影響で場所によって水面の濃度が異なり表面張力にも差が生まれ、力の向きが変わることが要因と考えられます。

今回の研究は樟脳の粒そのもので行いましたが、最近はそのから発展させ、樟脳をろ紙に染み込ませてからろ紙を多様な形に切って2枚を水面に浮かべることで、形によって相互作用にどう影響が出るかを調べています。さらに今後は樟脳以外にも複雑な動きをする物質を探し、それらの自己駆動粒子の相互作用について探るつもりです。

これらはあくまで物理の基礎研究の一環ですが、自己駆動粒子は広い意味でとらえると人間が運転する車にも通ずるものがあり、自己駆動粒子とアクティブマターに関する法則性を見つけることが、車や人の流れに関する物理的知見を得ることにもつながるのではないかと考えています。例えば高速道路や駅のコンコース、避難経路などで混雑を解消したい時、道路や経路の設計を数理モデルに落とし込んで考えることで、解決策が見えてくるともかもしれません。

これからも多様なパターンで自己駆動粒子とアクティブマターについての法則性を探り、将来的にさまざまな研究で生かしてもらえるようになればと思います。

***2 同期現象…異なるリズムを持つ個体同士が互いに影響し合うことで、リズムがそろう現象**



研究室の学生たちと

小谷野さんの ある日のスケジュール



9:00
起床
愛車のGB350(バイク)で大学へ



10:00
大学到着
事務作業や講義準備を進める

10:40
講義



12:20
昼食

13:00
研究室の学生と議論



15:30
海外の共同研究者とオンラインで議論



18:00
事務作業や自身の研究を進める

21:30
帰宅
関係論文を読んだ後、趣味を楽しむ



2:00
就寝



小谷野 由紀 (こやの ゆき)

東京都生まれ。2018年に千葉大学大学院理学研究科博士後期課程を修了。学位取得後、東北大学で日本学術振興会特別研究員として研究に従事し、22年から現職。専門は非線形物理学。生物に代表されるような自発的に動く物体の物理や、複雑な環境下での物質拡散について研究を行っている。



メッセージ

私の幼少期を振り返ると、植物の世話が好きだったり、折り紙やタイルのパターンの形などに関する法則性が気になったり、月や太陽の方向は人間が動いても変わらないように見えることに不思議さを感じたりと、興味が分散していました。競争の激しい研究分野もありますが、私が関わっている分野は未開拓な部分が多く研究テーマが多岐にわたっており、平凡な私でも研究が続けられているのは昔から興味の対象が広がったことも大きいと感じます。今抱いている「好き」「気になる」をぜひ大切にもらえればと思います。

自然科学分野の研究活動を支援 -2024(令和6)年度研究助成者-

ひょうご科学技術協会では、自然科学分野の研究活動を支援するため、県内の研究者から研究計画を募集し、研究資金を助成しています。

2024年度は、23年9月1日から10月13日まで研究計画を募集し、応募のあった研究について、当協会に設置する審査委員会で審査を行い、助成者を決定しました。

24年5月29日には、研究助成金の贈呈式と併せて助成者による研究内容の発表会を行いました。



研究助成金贈呈式

助成者と研究テーマ

学術研究助成：基礎的・基盤的な研究から産業の高度化に貢献する優れた研究および若手研究者が行う創造的な基礎研究に対する助成

(応募件数129件、助成件数33件、助成額100万円以内/件)

(敬称略、系ごと五十音順)

系分類	氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ 研究の背景と意義
医学・薬学・看護学系	あきはら 浅原 俊一郎 しゅんいちろう	神戸大学医学部附属病院 病院講師 [糖尿病・代謝学]	膵β細胞におけるmTORC1活性亢進が膵島可塑性に及ぼす影響の解明 2型糖尿病患者ではインスリンを分泌する膵β細胞量が減少していることが明らかになっているが、その原因はよく分かっていない。膵β細胞におけるmTORC1活性の膵β細胞分化への影響を解明し、新規治療法の確立を目指す。
	おかだ 岡田 守弘 もりひろ	理化学研究所 生命機能科学 研究センター 客員研究員 [がん生物学]	がん悪液質を改善する新規治療法の探索 がんが進行すると全身に異常が生じ「がん悪液質」と呼ばれる状態に陥るが、個体レベルでの分子機構の多くは未だに不明である。本研究提案では、申請者が発見したがん悪液質を誘導する因子に着目し、新規がん悪液質治療法の開発を目指す。
	こたに 小谷 武徳 たけのり	神戸大学大学院 医学研究科 助教 [生化学・分子生物学]	細胞間シグナルCD47-SIRPα系の阻害を利用した新規がん治療法 本研究では、がん細胞-自然免疫細胞間で形成される細胞間シグナルCD47-SIRPα系を阻害する「抗SIRPα抗体」と、私共が見出している「がん細胞上の抗原を認識する抗体」を併用することによる新たながん治療法の確立を目指している。
	ささき 佐々木 良平 りょうへい	神戸大学医学部附属病院 教授 [放射線腫瘍学]	過酸化チタンナノ粒子を用いた内因型がんワクチン療法の新規開発 独自開発した過酸化チタンナノ粒子が放射線増感作用を有し、さらに免疫チェックポイント阻害剤との併用でより優れた治療効果を発見した。がん抗原放出と樹状細胞から細胞障害性T細胞への抗原提示に起因するが、治療抵抗性腫瘍にも効果を有することを検証する。
	なかむら 中村 誠 まこと	神戸大学大学院 医学研究科 教授 [緑内障・神経眼科]	乳酸輸送・情報伝達病としての緑内障の病態解明と特定臨床研究による治療探索 乳酸輸送・情報伝達に関連する遺伝子多型を同定し、その障害が網膜神経に及ぼす影響を分子レベルで明らかにし、適応外既存薬の視神経保護効果を検討することで、中途失明原因のトップである緑内障の病態を解明し、新たな治療戦略を開拓する。
	ふくもと 福本 毅 たけし	神戸大学大学院 医学研究科 准教授 [皮膚科学]	がんにおける一次繊毛の動的挙動の解明と薬剤耐性 がん診療において大きな問題点となっている、分子標的薬への耐性の獲得機序を解明する研究である。特に、一次繊毛に焦点を当て、悪性黒色腫を対象として、一次繊毛の動的制御と薬剤耐性獲得の関連を探索する。
	ふなこし 船越 洋平 ようへい	神戸大学医学部附属病院 助教 [トランスレソノナルリサーチ・がん免疫]	レノア解析を用いた新規抗原反応評価法による「真のネオオンチゲン」の同定 我々が独自に開発した「特定の抗原に対する免疫反応を、抗原受容体レノア解析を用いて評価する方法(QASAS法)」を利用することで、真の「ネオオンチゲン」を同定し、究極のがん個別化治療である「個別化がんワクチン療法」の実現を目指す。
	みずしま 水島 恒裕 つねひろ	兵庫県立大学大学院 理学研究科 教授 [構造生物学]	ユビキチンリガーゼを利用した病原細菌タンパク質分解誘導剤の開発 薬剤耐性菌への対応は世界的な問題であり、既存とは異なる作用機序の抗菌剤が求められている。本研究では、病原細菌のユビキチンリガーゼに特異的に結合する化合物を用い、病原因子を強制的にユビキチン化することで分解誘導する新規抗菌剤開発を目指す。
	ゆるべ 由留部 崇 たかし	神戸大学医学部附属病院 助教 [整形外科]	化膿性脊椎炎の早期制御を目指したゼラチンハイドロゲル徐放化抗菌薬局所治療 難治性疾患である化膿性脊椎炎に対して薬物送達システムを応用し、ゼラチンハイドロゲルで作製した徐放化抗菌薬を局所投与することで早期の感染制御と正常組織の可及的温存を図る、革新的な新規治療法の確立を目指す。
	りゅうの 龍野 洋慶 ひろちか	神戸大学大学院 保健学研究科 講師 [高齢看護学]	高齢者施設の科学的介護に役立つAIシステムの構築と臨床応用に関する研究 本研究は介護施設における科学的介護情報システム(LIFE)や電子カルテに集積された入所者データから機械学習システムによって解析し、個人内の健康問題やWell-beingに関連する因子をマイクロ縦断的に解明する。
生命科学・農学系	いとうえ 井上 一哉 かずや	神戸大学大学院 農学研究科 教授 [農業工学・環境地盤工学]	地下ダムの水質汚濁・濁水を同時予測する人工知能の創生 地下ダムは、地下水を堰き止めて貯水・配水する農業水利施設であり、農業用水の安定確保に貢献している。本研究では、持続可能な水利用に向けて、地下ダム貯水湖の水質汚濁レベルと貯水量を同時に予測できる人工知能の開発を目的とする。
	おかた 緒方 英明 ひであき	兵庫県立大学大学院 理学研究科 教授 [生物無機化学・構造生物学]	異化的硫酸還元酵素の構造解析による硫酸代謝機構の解明 数十億年前の酸素が無い環境で繁栄していた硫酸還元細菌は硫酸を最終的に硫化水素へ還元することでエネルギーを得ている。硫酸還元過程がどのように起こるのか、SPring-8を利用し構造化学的解析を行うことによって硫酸還元代謝機構を明らかにする。
	さが 佐賀 達矢 たつや	神戸大学大学院 人間発達環境学研究所 助教 [昆虫生態学・進化生物学]	クロスズメバチの女王とオス、働き蜂はどのような餌種を分配されているのか? ミンバチではローヤルゼリーが与えられたメスが女王蜂になるように、社会性昆虫の女王蜂と働き蜂では餌が異なることが予想されています。本研究では、クロスズメバチの女王蜂とオス、働き蜂の餌の種類と量に差異があるか否かを明らかにします。
	さくらい 桜井 一 はじめ	兵庫県立大学大学院 理学研究科 助教 [細胞生物学]	2型糖尿病における膵臓β細胞「疲弊」のメカニズムの解明 2型糖尿病初期においては膵臓におけるインスリン分泌が徐々に増加するものの、後期においてはインスリン分泌が著明に減少する。本研究では、2型糖尿病進行による膵臓β細胞「疲弊」をゴルジ体ストレス応答に着目して解き明かすことを目指す。

系分類	氏名	所属・役職 [専門分野]	研究テーマ
			研究の背景と意義
生命科学・農学系	しばた なおき 柴田 直樹	兵庫県立大学大学院 理学研究科 准教授 [結晶構造解析・構造生物学]	バクテリアが産出する顆粒状構造体のバイオリアクター利用のための基盤研究 バクテリア内に存在するウイルスカプシドに似た顆粒状構造体(BMC)をバイオリアクターとして利用することを目指して、BMC内に抗菌剤などの有用物質の原料を取り入れるために必要な細孔を構造生物学手法によって設計・改変する。
	はやし さちこ 林 紗千子	兵庫県立大学大学院 理学研究科 特任助教 [分子生物学・生化学・細胞生物学・遺伝学]	tRNAイントロンと多彩な細胞機能を繋ぐ因子の同定 一部のtRNA遺伝子にはイントロンが存在する。このtRNAイントロンの有無は幅広い細胞機能に影響を与える一方、そのメカニズムは不明である。本研究では、網羅的にイントロンを含むtRNA分子と直接的に相互作用する因子の探索・同定を試みる。
	もりがき けんいち 森垣 憲一	神戸大学バイオシグナル 総合研究センター 教授 [生物物理学]	パターン化人工膜を用いた光合成分子機構の研究 高等植物などで光合成を行うチラコイド膜内での膜タンパク質・脂質の分布は光合成のエネルギー利用に重要である。本研究はガラス基板表面にチラコイド膜を2次元膜として再構成し、脂質と膜タンパク質の組成・分布が光合成機能に与える影響を詳細に解析する。
理学系	あべ まさひろ 阿部 将大	武庫川女子大学 薬学部 助教 [有機合成化学]	メカニドックス反応を活用した無溶媒型ヨウ化アルキル合成法の開発 化学工場での大規模な合成では、大量の有機溶媒が使用され、コストの増大、溶媒毒性、廃棄物の増加などの問題に繋がる。本研究は、機械的な衝撃により反応が進行する「メカニドックス反応」を活用し、溶媒を使わない環境調和型の有機合成法を開発する。
	グオン Kweon サンヒョ Sang Hyo	神戸大学大学院 工学研究科 助教 [センシングデバイス工学分野]	スパッタ法によるエピタキシャルPLT強誘電体薄膜を用いたPEC反応CO ₂ 還元に関する研究 本研究では、強誘電体薄膜の分極現象を利用した新しい光電気化学的(PEC)手法を確立し、温暖化の主な原因であるCO ₂ の還元を目指す。特に、人工光合成の実現に向け、外部バイアスに頼らず太陽エネルギーのみで反応を進行させることを目標とする。
	くろさわ こうすけ 黒澤 耕介	神戸大学大学院 人間発達環境学研究所 准教授 [惑星科学]	隕石に残る衝撃変成度2相性:初期太陽系の軌道力学環境復元 隕石には太陽系初期の天体衝突の痕跡が残されている。これを解読することができれば初期太陽系の姿を復元できる。本研究では有機物を多く含む「炭素質小惑星」が衝撃を受けた時に何が起ころのかを明らかにし、「隕石解読辞書」に新たな記載を加える。
	はむら としゆき 羽村 季之	関西学院大学 生命環境学部 教授 [構造有機化学]	高密度型多環式シクロファン系の系統的合成と機能開拓 二つの多環式芳香族分子あるいは反芳香族分子をアンサ鎖で重ね合わせて分子間空隙を可能な限り縮小させた高密度型の多環式シクロファンを効率良く合成するための方法を開発する。近接π電子系に働く新たな物性を明らかにし、機能性材料創成への展開を図る。
	ひらた つばき 平田 翼	神戸薬科大学 薬学部 助教 [有機合成化学]	光エネルギーを活用した共役ポリエーへの付加反応の精密制御法の開発 共役ポリエー化合物への位置および立体選択的な付加反応を達成するために、光触媒を用いて光エネルギーを活用することにより、環境低負荷かつ高効率な精密反応制御法を開発する。本手法を適用することで、生物活性物質や機能性高分子の選択的な誘導および合成を目指す。
	ふじい たくと 藤井 拓斗	兵庫県立大学大学院 理学研究科 助教 [物性物理学]	ワイル半金属における磁性とベリー曲率の磁場による制御機構解明 磁性単極子の役割を果たすワイル電子を有するワイル半金属において、巨大な仮想磁場(ベリー曲率)の発生が観測されている。この仮想磁場の発現・制御機構を核磁気共鳴(NMR)測定と密度汎関数理論(DFT)計算を組み合わせた研究手法によって研究する。
	まき ひでし 牧 秀志	神戸大学大学院 工学研究科 准教授 [無機物質創成化学]	高安全性を実現する二次電池用水系電解液の分子設計の確立 有機電解液を用いるため燃焼性を有するリチウムイオン電池などの二次電池や電析用電解液の安全性向上を実現するため、不燃性の水を溶媒とする電解液の分子設計の確立を目指す。そのために不可欠な超濃厚電解質水溶液におけるイオンペア生成の制御を実現する。
	おおさか あい 大坂 藍	兵庫県立大学大学院 工学研究科 助教 [精密加工・機能薄膜創製]	強相関酸化物の構造因子制御による柔軟応答性の創出 間違いをわずかに許容する適当(柔軟)なデバイス動作による消費電力削減が期待されている。本研究では温度等のわずかな刺激で金属から絶縁体に0/1の変化を示す二酸化バナジウムの応答特性を作り分ける方法論を確立し、人の神経回路に似た構造を作製することでランダム応答可能なデバイス動作を実証する。
工学・情報・学際系	かわい こうたろう 河合 孝太郎	神戸市立工業高等専門学校 准教授 [応用光学]	3次元高ダイナミックレンジ形状計測を実現するダブルヘテロダイン同軸干渉計 本研究は、厚さが数nmから数mmのさまざまな測定対象における3次元形状を、1つの測定装置を用いるのみで非接触かつ高速に測定可能な汎用的光計測手法を、理論と実験の両側面から確立することを目的とする。
	くわた やすこ 鞆田 泰子	神戸大学大学院 工学研究科 教授 [地震工学]	地震時スロッシングによる配水池内沈殿物の舞上がり機構の解明 水道システムの一構造物である配水池には沈殿物が溜まる。本研究は、沈殿物が入った模型水槽を振動台加振によってスロッシングを励起させて、地震時の配水池内の水流と沈殿物の舞上がりメカニズムを明らかにすることを目的としている。
	すずき のぞ望 鈴木 望	神戸大学大学院 工学研究科 講師 [高分子化学]	ラビング法を用いたキラルポリマー粒子作製法の確立 左右非対称性(キラリティー)を有する粒子は、円偏光発光性、コレステリック液晶性、自走性などの興味深い物性を発現することが期待されている。本研究ではラビングによりキラルな形状を有するポリマー粒子を作製する手法を確立することを目指す。
	ちゅうご だいすけ 中後 大輔	関西学院大学 工学部 教授 [サービロボティクス・福祉工学]	正常歩行のための随意運動を促す歩行リハビリ装置の開発 脳卒中で片麻痺がある患者さんを対象に、エルゴメーターのペダルの重さを患者さんの筋肉の状態(回復度)に合わせてリアルタイムに変えることで、歩く時の筋肉の使い方を練習できる装置を開発します。座った姿勢での安全・効果的な歩行訓練を実現します。
	ながせ たかし 永瀬 隆	大阪公立大学大学院 工学研究科 准教授 [有機エレクトロニクス]	溶液プロセスを用いたアップコンバージョン型低電圧有機発光ダイオードの開発 ドナー/アクセプター界面での電荷移動励起状態を介したアップコンバージョン過程を利用することで有機発光ダイオードの低電圧発光が可能となる。本研究では、溶液プロセスで作製でき、かつ高い大気安定性を有する低電圧有機発光ダイオードを開発する。
	なかだて りゅう 中橋 龍	神戸大学大学院 医学研究科 准教授 [医療創成工学]	軟性内視鏡手術支援ロボットの効果的な操作インターフェースの構築法 おなかを切らずに口や肛門から体内にアクセスできる、胃カメラ型の手術支援ロボットを開発しています。本研究では、複雑な内視鏡の操作を直感的に変換してくれ、さらにロボットの能力を最大限に発揮するよう誘導してくれる操縦桿のプログラムを開発します。
	まつだ しゅうへい 松田 晶平	日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター 研究員 [物理化学・光化学]	3価プラセオジム錯体における共鳴多光子電荷移動 ランタノイドの特徴的な光吸収を利用することで、元素選択的に価数を制御できる可能性がある。これにより工程数と二次廃棄物の少ない元素の分離精製法の実現が期待できる。これまで報告のない元素へ拡張し、希少元素のリサイクル技術の革新を目指す。
	やまぐち ひでふみ 山口 秀文	神戸大学大学院 工学研究科 講師 [建築・都市計画]	兵庫津における明治初期地籍図の復元と歴史的なまちづくり資源に関する研究 本研究は、近世の歴史的なまちの姿が消失した地域である神戸市兵庫区の兵庫津を対象に、明治初期の地籍図復元とその空間的社会的特徴を明らかにし、現代のまちとの関連から歴史的資源を活かしたまちづくりに資する知見を得ることを目的とする。

実践的教育支援事業

ひょうご科学技術協会は「アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト（通称：高専ロボコン）」に参加する県内の高専2校にロボットの製作費用などを助成しています。本年度の課題「ロボたちの帰還」は、親機のロボットから子機を飛ばし、周りのボールとボックスを回収して親機に届け、着地点と回収物により点数を競います。10月6日の近畿地区大会には明石高専と神戸高専から各2チームが参加し、神戸高専Aチームが特別賞と11月17日に国技館で開かれた全国大会への出場権を獲得。神戸高専Bチームはアイデア賞、明石高専の2チームは特別賞を受賞しました。



全国大会で競技する神戸高専Aチーム

“堅実型”と竿を駆使した タイプの2種で挑戦

神戸市立工業高等専門学校 ロボット工学研究会

方針転換が功を奏し全国へ

ロボット工学研究会の部員は1年生～4年生の計24人。昨年4月に課題が発表されると、さっそく2チームに分かれて開発に取りかかりました。

Aチームのロボット「^{サテラント}SATERANT」は当初、ボールとボックスを大きな一つの袋にまとめて回収し、一度で親機に届けるプランでした。しかし、思うような動きをさせるアイデアがなかなか出なかったこと、帰還時に問題が発生すれば無得点になる恐れがあることを懸念し、6月にボールとボックスを分けて回収するパターンも並行して開発を始めます。8月にはOBの意見も参考にしながら2パターンを比較し、より確実に得点を積み重ねることができる後発機に絞り込みました。部長兼リーダーの電気工学科4年生の梅崎功宇さんは「チーム内で意見が分かれて迷いましたが、両方を比べることで後悔のない決断ができました」と振り返ります。

完成したのは、着地用、ボール回収用、ボックス・ボール回収用の3機を親機から発射するタイプ。ボール回収用機は、ベルトコンベヤーでボールを取り込み、親機に向かって飛ばします。一方のボックス・ボール回収用機は、吸盤でボールや箱を吸い上



左から梅崎さん、高木さん。ロボットは左がAチームの「SATERANT」、右がBチームの「超神星」

げて籠に入れ、親機との間に設けられた着地禁止ゾーン上に2本の竿を延ばして架橋、その上を籠を滑らせて親機へと運びます。

近畿大会では準決勝まで勝ち進み、手堅く得点を獲得できる構造が評価され全国大会の切符を手に入れました。その後は全国大会に向けて改良に着手、「近畿大会では籠の重みで竿が床に着いてしまったので、竿を強固な材質に変えました」と梅崎さん。ところが、迎えた全国大会では、個体により空気圧が異なるボールが狙った所に飛ばなかったり、親機から発射したボックス・ボール回収用機が着地の際に横転したりと思うようにいかず、無念にも初戦で敗退。「本番までの練習と調整がもっと必要でした。後輩たちにはこれを教訓に私たちが越えてもらいたいです」と思いを託します。

竿がうまく延びず3回戦で敗退

Bチームのロボット「^{ちょうしんせい}超神星」は、親機から子機5台を発射するタイプです。まずは1台目が着地で得点を稼ぎます。2台目は竿を使ってボールを壁際に集め、3台目がそれを吸盤で吸い上げ、残り2台は連携して竿をつなげて親機へと続く橋を作り、そこにボールを乗せれば自ずと転がって親機に運ばれる仕組みです。ボックスは大きな箱に入れて橋を渡らせ親機に送るつもりでしたが思うようにいかず、ボールの回収に専念することにしました。

本番では着地で点数を稼いで3試合目に勝ち進みますが、親機への竿がうまく延びずに競技終了。「竿さえ延びていれば、あとはボールを乗せるだけで次々得点できるはずでした」と悔しそうに話すリーダーで電気工学科2年生の高木大輔さん。新年度は部長に就任する予定で、早くも新体制の運営プランを練り始めたそう。「Aチームを見て、自分たちも全国に出場し、出るからには優勝を目指したいという気持ちが湧いてきました。私の代では運営班を設けて皆で役割分担することでチームの力を高め、昨年より良い結果を出したいです」とリベンジに向けて闘志を燃やします。

県内企業の技術高度化などを 目的とした研究開発を助成

—技術高度化研究開発支援助成事業— —企業・大学院連携研究事業—

ひょうご科学技術協会では、播磨地域に事業所を有する企業や個人事業者を対象に、新分野進出や新事業創出を図るための研究開発事業に対して助成金を交付しています。また、県内の研究開発型企業の技術高度化と大学院生の研究レベルの向上を図ることを目的に、当該企業と共同研究を行っている県内大学や研究に携わる大学院生に対し、研究費の一部を助成しています。

2024年度の助成企業、助成者は以下の通りです。

※次ページから株式会社ユメックス、兵庫県立大学を紹介しています。

● 技術高度化研究開発支援助成事業

(五十音順)

企業	事業名
大城戸織布	端材等をリユースさせた高付加価値商品への展開事業
(株)サンライト	ソーラー・LED・蓄電池を組み合わせた新しい商品の開発
(株)日本海水	製塩過程で排出される脱塩海水を活用した微細藻類培養システム開発
(株)ユメックス	ショートアークランプ寿命を3倍にする革新的W微細放熱構造形成

● 企業・大学院連携研究事業

(五十音順)

大学	研究の課題名、①指導教官名(所属、役職)、②大学院生名(専攻、年次)、③企業名
甲南大学	活量調質水の簡便な品質確認と機能・効果の解析、①白井 健二(フロンティアサイエンス学部、准教授) ②吉田 秀平(生命化学専攻、博士後期課程2年)、③(有)リベラル
神戸学院大学	アセチル化油脂の機能性探索、①吉村 征浩(大学院食品薬品総合科学研究科、准教授)、 ②藤井 文(食品薬品総合科学研究科、博士前期課程1年)、③(株)カネカ
神戸大学	「かこっとんプロジェクト」における農福連携事業、①藤岡 秀英(大学院経済学研究科、教授)、 ②李 金陽(経済学・経済政策専攻、博士前期課程1年)、③かこっとん(株) 山田錦の米ぬかをを用いた化粧品の開発、①宇野 知秀(大学院農学研究科、教授)、 ②田中 愛奈(生命機能科学専攻、博士前期課程1年)、③(株)muni
兵庫県立大学	段ボール紙のような空隙付チタン容器の形成技術開発、①原田 泰典(大学院工学研究科、教授)、 ②岡田 翔汰(機械工学専攻、博士前期課程2年)、③福伸電機(株) pH応答性ナノゲル微粒子の作製、①遊佐 真一(大学院工学研究科、准教授)、 ②臼田 冴里(応用化学専攻、博士前期課程1年)、③姫路科学(株) 木造住宅を対象にした地震後の残留変形角と地震時最大層間変形角の関係、①永野 康行(大学院減災復興政策研究科、教授)、②小谷 菜央(減災復興政策専攻、博士前期課程2年)、③(株)明神総合建設

ショートアークランプ寿命を3倍にする革新的W微細放熱構造形成

株式会社ユメックス 代表取締役
千木 慶隆さん



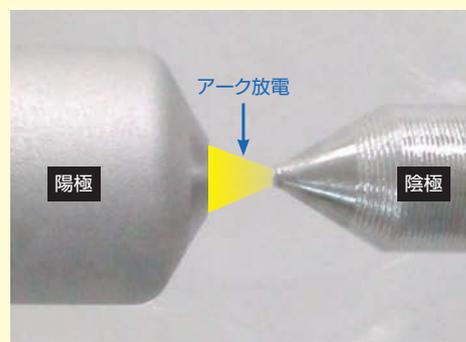
2つの独自技術を組み合わせ 世界初の放熱構造を形成

Q 開発に至った経緯は

弊社は、半導体や液晶パネルの製造工程などで使われる特殊なランプを製造しています。ショートアークランプといって、陰極と陽極間でのアーク放電により数千℃～1万℃にもなる超高温のプラズマを発生させ、発光させます。その際、陽極の先端温度も3,000℃ほどに上昇します。すると、陽極に使われているタングステンが蒸発し、ガラス管内壁に付着して黒くなります。それが積み重なると照度の低下を引き起こすため、陽極をいかに冷却して蒸発を抑えるかがランプ長寿命化の鍵を握っています。構造上、陽極を直接冷却することはできないので、陽極自身の放熱性をさらに高める技術の開発に注力しています。

Q 具体的な手法は

放熱性を高めるには、陽極の表面積を広くすることが有効です。そこで、弊社が独自に開発した数十μm程の微細構造形成技術と、県立大学との共同研究で確立した数μm程の微細構造形成技術を組み合わせ、陽極表面に新たな放熱構造を形成することを考案しました。まず、タングステンにレーザーを照射して表面にランダムな穴が開いた構造体を形成し、そこにヘリウムプラズマを照射することでさらに小



アーク放電により陽極に使用されているタングステンが蒸発することが、ランプ劣化の要因に

さな穴が無数に開いた構造体が出来上がりました。熱シミュレーションの結果、放熱性が高く、最高温度を100℃以上下げる効果が期待できます。両形成技術を組み合わせた放熱構造の形成は世界初の試みで、2024年4月に開発に着手して早々に実験に成功し、11月には特許の出願も終了したところです。

Q 現在の状況と今後の見通しは

今はまだ実験段階で、付箋サイズの平板にしか形成できません。技術をランプに応用するためには専用装置が必要で、陽極に均一にレーザーを照射できる装置の開発と、陽極へプラズマ照射できるよう既存装置の改造に取り組んでいるところです。これらが完成し、革新的放熱構造の開発に成功すれば、コストは大して上がらないまま寿命が3倍になるので、需要は高まると思います。半導体や液晶パネルに限らず、映画館の映写機や灯台のサーチライト、ソーラシミュレーターなどさまざまな用途で活躍できるのではと期待しています。まずは小さなランプから搭載し、大きなランプにまで拡大していきたいと考えています。



半導体や液晶パネルの露光や照明用光源として広く産業界で使用されているショートアークランプ。平均寿命は数千時間といわれています

株式会社ユメックス

姫路市夢前町糸田400
TEL 079 (335) 5111 FAX 079 (335) 5212
<http://yumex-inc.co.jp/>

企業・大学院連携研究事業

段ボール紙のような空隙付チタン容器の形成技術開発

兵庫県立大学大学院機械工学専攻 博士前期課程2年
岡田 翔汰さん一度のプレス成形で
より軽量で強度の高いチタン容器を

Q 研究の背景は

研究室では、自動車の金属部品などの軽量化と機能性向上のために波形のコルゲート構造に着目し、金型を使って一枚の薄板金属を波形にすると同時に別の薄板で上下から挟む加工技術の開発に取り組んできました。金属を段ボール紙のような空隙のある構造に加工することで、軽量化や高強度化、緩衝効果、保温効果などが期待できます。私はその技術を、金属の薄板を立体に成形する深絞り加工と組み合わせることで、側面が薄くて強度の高いコルゲート構造になった容器を目指しました。深絞りは飲料缶や調理鍋、燃料電池などさまざまな製品に使われている加工技術で、汎用性があり、つなぎ目がないため耐食性が高いのも特徴です。

Q 具体的な研究手法は

まず計算式を基に何度もシミュレーションして金型を製図し、学内の工作センターで実物を作ってもらい、それを使ってチタンの薄板を加工、仕上がりを検証しました。波形を作るには金型の内側に並べる鋼球の素材や大きさ、数などが決め手となり、その選定や計算に苦労しました。加工中に球がくるくる回らないと波形ができない半面、球の間にも隙間があると規則的な波にはなりません。また、チタンの



鋼球に沿って波形状を再現する金型（左上）を使い、深絞り加工で成形した5層のコルゲート容器とその断面

深絞り加工は先行研究が少ないため、当初は解析値と実験値が合わなかったりして金型を20回以上作り直し、ようやく納得のいく容器を作ることができました。

Q 完成した容器の特徴は

当初は厚さ0.5mm～0.8mmの純チタン板を使っていましたが、0.2mm～0.3mmにしてさらなる軽量化を図るとともに、コルゲート構造を二重にすることで強度が増すと考え、3層に加え5層タイプも完成させました。曲げた材料が元に戻ろうとする現象を利用しているので、板同士は手では外れないほど密着しています。輪切りにしてきれいな波の形状が現れた時は、本当にうれしかったです。現在は既存の容器との違いを客観的に評価するために、圧縮試験や衝撃試験等を実施してデータ解析を進めているところです。

Q 将来的にどのような用途を考えているか

衝撃に強いので、キャンプ用品などと相性がいいと思います。特にコップは深絞り加工で作られている製品も多く、保温性の高いものが一度の加工で出来上がれば効率的です。また、電気自動車の駆動用電池カバーも深絞り製品なので、強度化や軽量化に貢献できるのではと考えています。

薄板を用いた空隙構造の容器成形はこれまで行われたことがない新しい技術である分、失敗も苦労もありましたが、真面目に取り組んで研究を進めてくれました。社交的な性格で、鋼球を選定し実際に作成した金型でうまくいった時に、工作センターの人たちと喜び合ったことが強く印象に残っています。

兵庫県立大学大学院工学研究科 教授
原田 泰典さん



指導教官の声

国際フロンティア産業メッセ2024を共催

幅広い分野のオンリーワン企業が集結し 最先端の技術や製品を出展

兵庫経済をけん引する新産業の創出を推進するとともに、兵庫を中心とした国際的な技術・ビジネス交流の基盤形成を一層加速させるため、国内外の企業・大学・研究機関が一堂に会する西日本最大級の総合展示会である「国際フロンティア産業メッセ2024」が開催されました。

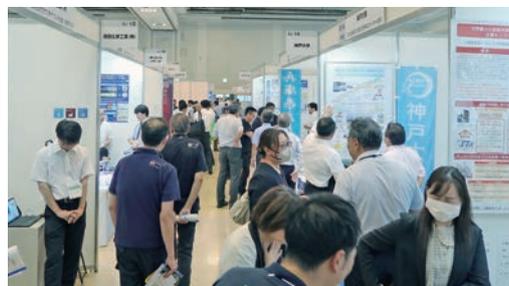
2024年は、528社・団体が参加。小間数は590と過去最高となり、「環境・エネルギー」「DX (ICT・ロボット)」「航空・宇宙・ドローン」「健康・医療」など、さまざまな分野から未来社会を支える技術展示が行われました。大型展示では、量産メーカーで、世界で初めて公開走行した水素エンジンモーターサイクル等が展示され、小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星「リュウグウ」の試料の展示や、乗用人型変形ロボットの実演展示が人々の注目を集めました。

また、日本が抱える課題や未来社会に向けた取り組みに係る講演のほか、2025年4月に開幕する大阪・関西万博の最新動向に関する講演も開催されました。

ひょうご科学技術協会では、「国際フロンティア産業メッセ2024」を共催するとともに、当協会の支援により積極的に技術開発や商品開発に取り組んでいる企業や県内大学・高専と共にグループ出展を行い、新商品や技術・学術をPRしました。



開会式



グループ出展ブース

開催概要	日 時	2024年9月5日・6日 10:00~17:00
	場 所	神戸国際展示場1・2号館
	全体出展規模	528社・団体 590小間 (同時開催事業含む)
	来場者数	1万5,400人(2日間計)

ひょうご科学技術協会グループ出展

(五十音順)

◎企業(18社、17小間)

- | | |
|-----------------|------------------------|
| ①浅田化学工業(株)(姫路市) | ⑪龍野コルク工業(株)(たつの市) |
| ②(有)アトリエケー(姫路市) | ⑫田中繊維(株)(加古川市) |
| ③(株)江渕工業所(姫路市) | ⑬西日本衛材(株)(たつの市) |
| ④エムズ(明石市) | ⑭西村製作(株)(たつの市) |
| ⑤岸本工業(株)(姫路市) | ⑮日章興産(株)(太子町) |
| ⑥ケィ・マック(株)(姫路市) | ⑯兵庫県手延素麺協同組合
(たつの市) |
| ⑦ケニックス(株)(姫路市) | ⑰(株)フジソレノイド(太子町) |
| ⑧SKYLAB(株)(姫路市) | (有)マルブン(たつの市) |
| ⑨(株)セルリサーチ(姫路市) | |
| ⑩大興化成(株)(市川町) | |

◎大学・高専 (8大学、2高専)

- ①関西学院大学
- ②吉備国際大学
- ③甲南大学
- ④神戸学院大学
- ⑤神戸大学
- ⑥姫路大学
- ⑦姫路獨協大学
- ⑧兵庫県立大学
- ⑨明石工業高等専門学校
- ⑩神戸市立工業高等専門学校

グループ出展企業訪問 →

SKYLAB株式会社

姫路市香寺町恒屋1046-1
TEL 079(232)6666 FAX 079(232)6662 <https://skylab-seiwa.com/>

代表取締役 橋本 征和さん

困難な作業をドローンで解決する

建設業界の未来を切り開く挑戦

建設業の現場経験を 生かしたドローン活用

SKYLAB(株)の前身は、測量業と建設業を手がける(有)征和建設が2006年に立ち上げた、情報通信技術等を駆使して施工管理を行う部署。建設現場での経験や知識を生かして2018年にドローンによる測量を開始。2022年には独立、法人化を果たしました。現在は主に建設会社を対象に、ドローンを活用した3次元設計データを作成し、施工を行うことで幅広い請負業務を実現可能にしています。

3次元設計データは地形の構造を立体的に表現し、平面の図面では分かりにくい起伏や勾配などの複雑な形状を視覚的に分かりやすく表示するため、その後の施工が容易になります。

まず、レーザーシステムとカメラが搭載されたドローンを建設現場に導入することで、2、3日かかるような広範囲の測量が1時間ほどで完了します。人が立ち入れないエリア、ヘリコプター等の有人機では困難な狭い場所、トンネルなどの暗闇での計測も可能です。測量で得られた地形データと設計図面を3次元化し、切土や盛土の施工量を自動で算出。そのデータと連動してICT建設機械が自動で作業を行います。

「一連の作業の間を取得したデータはお客様に電子納品するため、煩雑なデータ管理の手間も解消できます」と代表取締役の橋本征和さんは話します。

難所への安全で効率的な運搬

2023年からは、建設現場での資材や苗木の運搬を想定した運送ドローン導入に向けた実証実験を、山間部のような過疎地で行っています。使

用するのは、30kg～40kgの荷物を荷台や吊り下げ機能を用いて運ぶ大型ドローンです。建設現場で培った実践的なノウハウを生かし、安全に運搬できる資材の長さや荷崩れしない固定方法、バランスが取れる運び方などを考案。それを基に、協力会社の(株)SkyDriveと共同で技術の検証等を現場やテストフィールドで行いました。その後、小型のドローンで適切な運送ルートを調査し、配達実験に取り組んでいます。

「離陸地点と着陸地点の2カ所に操縦者が必要である課題を解決するため、ドローンの発着拠点となる専用ポートの設置を検討するなど、完全な自動化を目指しています」と橋本さん。未来の建設現場を支える技術としてドローンがどのように活躍できるかを考え、その実現を目指しています。

ドローンはインフラ資材の配送や災害時や緊急時の食料供給といった、さまざまな事業や分野での応用が考えられています。例えば、鉄塔の洗浄の現場では、作業員が背負って運んでいた20ℓの水タンクをドローンで運搬することで、重労働をせずに一度にたくさんの水を運べます。同社では建設現場に限らず、さまざまな分野でのドローン活用を模索しています。



角材を運搬する様子

第42回ひょうご科学技術トピックスセミナー

デジタル技術を用いた
恐竜研究

恐竜王国・福井の人気スポット「福井県立恐竜博物館」を調査・研究の面から支えているのが、同館研究員の河部壮一郎さんです。河部さんはX線CTスキャナを活用して、福井で発見された恐竜や世界的に有名な恐竜の骨を解析し、新種認定に導いたり、生態を解明したりしています。子どもにも人気のテーマとあって、親子連れの姿も目立ちました。



講師

古生物学者

かわべ そういちろう

河部 壮一郎さん

PROFILE

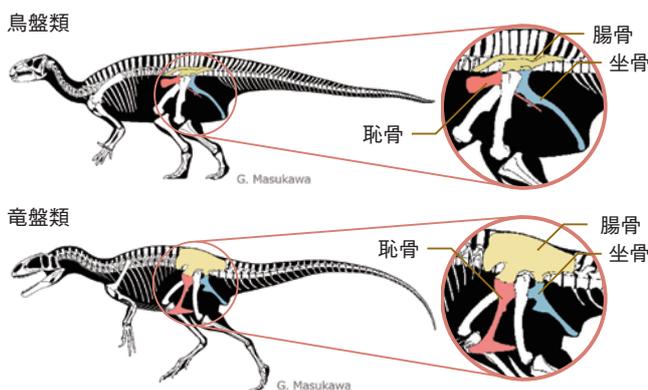
1985年、愛媛県生まれ。愛媛大学理学部卒業、東京大学大学院理学系研究科博士後期課程修了。岐阜県博物館学芸員を経て、2018年、福井県立大学恐竜学研究所の准教授に就任。県立恐竜博物館の研究員も兼務する。CTスキャナや3Dプリンタ等を駆使して、さまざまな恐竜の脳や内耳、神経などの形状を調べ、恐竜の能力や生態を探る研究に取り組んでいる。2024年に初の著書「デジタル時代の恐竜学」を出版。

現生鳥類は恐竜の進化形

全国の恐竜化石の8割が福井県で発見されたもので、これまでに6種類が新種に認められました。兵庫県も発掘調査が盛んで、福井県に次ぐ4種類の新種が見つかっています。

まず、恐竜とはどのような生き物だったのでしょうか。恐竜は中生代三畳紀の2億3000万年前に誕生し、白亜紀の6600万年前に絶滅しました。爬虫類のグループの一つですが、トカゲやワニとは体の構造が異なります。最も大きな違いは、恐竜は胴体の下に真っすぐ脚が付いていて、直立できたことです。

恐竜は「鳥盤類」と「竜盤類」の2つのグループに分けられます。前者は草食恐竜、後者には肉食恐竜と首の長い恐竜が含まれます。「盤」の字が入っているのは骨盤に違いがあるからです。恐竜の骨盤はヒトと同じく、腸骨、恥骨、坐骨の大きく3つの骨で構成されています。鳥盤類と竜盤類の見分け方は恥骨の向きで、一目で分かります。鳥盤類の恥骨は後ろ向き、竜盤類の恥骨は斜め下を向いています【図1】。皆さんも博物館



【図1】鳥盤類は恥骨が坐骨と並行で後ろ方向に伸び、竜盤類の恥骨は斜め下方向に伸びています

で骨格標本を見た時は、まず恥骨に注目してください。ちなみに福井県立恐竜博物館のドーム型展示室は、入り口から見て左半分が竜盤類、右半分が鳥盤類のコーナーです。

大人の方の多くは、恐竜といえば全身がうろこに覆われているイメージを持たれていると思いますが、最近の図鑑には羽毛が生えた恐竜も描かれていることをご存じですか。1996年に中国で初めて羽毛が付いた状態の化石が見つかったのを皮切りに、羽毛恐竜の化石が次々と発見されました。実は英国の生物学者、チャールズ・ダーウィンが1859年に「種の起源」を出版した頃、恐竜と鳥はとても近い関係にあるといわれていました。その説はしばらく下火になっていましたが、羽毛恐竜の発見により再燃しました。現在ではさまざまな解析結果から、一部の恐竜が進化して鳥になったというのが定説です。

CTスキャナでトリケラトプスの真の姿に迫る

私が取り組んでいる研究は、恐竜の頭の中、脳や内耳、血管などの形状を調べ、生きていた頃の様子を探るというものです。恐竜の脳の研究は歴史が古く、1871年に英国人の外科医が最初に手がけたといわれています。その方法は脳函（脳を囲んでいる骨）の化石を真っ二つに割り、脳が収まっていたくぼみの型を取るというものでした。しかし、研究だからといって、頻繁に貴重な頭骨を割るわけにはいきません。

そこで、2000年以降に使われ始めたのが、医療検査機器として知られるX線CTスキャナです。多方向から物体にX線を照射し、撮影した画像をコンピュータで解析することで立体的なX線画像を生成でき、これなら化石を壊すことなく、恐竜の頭

の中の構造が分かります。恐竜博物館にあるCTスキャナは自動車エンジンの点検などに使う産業用のもので、医療用よりも強い光を発することができます。

2017年、私は恐竜博物館に展示しているトリケラトプスの頭骨をCTスキャナで撮影し、空洞やくぼみを解析しました。脳や三半規管などの形から、トリケラトプスの能力が見えてきました。トリケラトプスは、体長10mに対し脳の大きさはテニスボール3個分ほどしかなく、知能はかなり低かったと思われます。嗅覚情報を処理する脳の領域、嗅球も他の恐竜と比べて小さく、鼻が利く方ではなかったことが分かります。また、バランス感覚をつかさどる三半規管はあまり発達しておらず、目が回りやすいタイプだったと推測されます。

トリケラトプスに代表される角竜類の先祖は、二足歩行の小型恐竜で機敏に動くことができました。しかし、角竜類は進化とともにどんどん体が大きくなり、頭には角が生え、大きなフリルができたことで動きが鈍くなっていきました。よく映画や絵本で、トリケラトプスが肉食恐竜に突進し、角で突き刺すというシーンが描かれていますが、あれは外見から着想を得たフィクションに過ぎないというのが私たちの見解です。

SPring-8の力を借りて新種に認定

私たちが発掘調査を行っている福井県勝山市の手取層群北谷層からは、恐竜と同じ前期白亜紀に生息していた動物の化石も多数見つかっています。鳥類のフクイプテリクスの化石は、岩石に骨がぎっしり詰まった状態で見つかりました。半面の岩石は何とか取り除けたものの、もう半面はどうやってもはがれません。長い間、岩石の中に骨が埋もれていると両者の成分が近くなっていき、物理的に取れなくなるのです。

恐竜博物館のCTスキャナで岩石に埋もれた部分を調べたところ、ざっくりと骨があることは分かりましたが、細かな形状までは解析できませんでした。そこで思いついたのが、大型放射光施設「SPring-8」にある高精度CTスキャナです。SPring-8のCTスキャナはX線の性質が異なり、産業用のCTスキャナと比べてはるかに高解像度で撮影できます。予想は的中し、岩石に埋もれた骨はデジタル上できれいにクリーニングできました。立体的な構造が判明したことで、フクイプテリクスは新種として認められました。現在も本物の骨は岩石に埋もれたままですが、高精度CTスキャンで得られたCGモデルを基に3Dプリンタで骨格標本を作成し、恐竜博物館に展示しています【図2・3】。

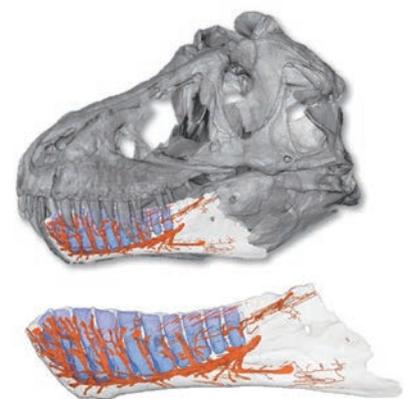


【図2・3】岩石に埋もれたままのフクイプテリクスの骨と、3Dプリンタで作成した骨格標本（いずれも福井県立恐竜博物館蔵）

最後にもう一つ、近年の研究の中からティラノサウルスの下顎の神経について分かったことを紹介します。ティラノサウルスは後期白亜紀に生息した肉食恐竜で、これまでもさまざまな研究がされてきましたが、下顎の内部構造を解析した事例はありませんでした。そこで、2019年に恐竜博物館にある下顎の化石をCTスキャナで撮影し、血管や神経が通る血管神経管を3Dモデルで復元しました【図4】。同時に比較対象として、角竜類のトリケラトプスや鳥脚類のフクイサウルス、エドモントサウルス、そして現生ワニの下顎もCTスキャナで解析しました。

結果、ティラノサウルスの下顎は他の恐竜と比べて、血管神経管が複雑に枝分かれしていて、その密度の高さは現生ワニと同程度であることが分かりました。ワニの下顎はきわめて触覚に優れていて、水流や水温のわずかな変化を感知します。つまり、ティラノサウルスの下顎にも、ワニに匹敵する高感度の触覚センサが備わっていたといえます。ワニが子どもを口にくわえて安全な場所へ移すように、ティラノサウルスも下顎をうまく使って捕食や育児をこなしていたのかもしれない。

このようにCTスキャナを活用して恐竜の脳や内耳、神経、血管の形を復元することで、骨格からだけでは分からなかった恐竜の生態の解明につながることをご理解いただけたかと思います。本日は、ご清聴



【図4】ティラノサウルスの下顎は神経が細かく枝分かれしており、特に先端は神経の密度が高いことが分かります

開催概要

日時：2025年2月1日14:00～15:30
場所：神戸ポートピアホテル
参加者数：83人

ものづくり共創セミナーを開催

製品の企画・研究開発・生産を、消費者や連携企業、大学・研究機関、自治体等さまざまな関係者と協力して行うことで、新しい製品の開発や多様化するユーザーニーズに対応するなど、新たな価値を創出しようとする動きが広がっています。

産学官の共創によりこの動きを推進することで地域の活性化に資することを目指して、ものづくりの高度化や新産業の創出につながる技術、情報を紹介する「ものづくり共創セミナー」を、姫路ものづくり支援センターと共に開催しました。



開催場所：姫路商工会議所

開催日：8月23日 生産性向上、省力化に向けたロボット導入事例

参加者：75人

第1部 ロボット導入は多品種少量生産に役立つ



高丸工業株式会社

代表取締役 高丸 正さん

中小企業の生産性の向上のためにロボットシステムインテグレーターとしてロボット導入を支援。ロボットを使用する人材育成活動にも取り組む。

当社は製鉄、自動車、電車、航空機、建設機械などさまざまな分野の製造業に対し、アーク溶接やレーザー溶接を行うロボットの導入を支援する産業用ロボットシステムインテグレーターです。ロボットを単なる大量生産のための手段ではなく、品種に合わせて柔軟に対応し業務を効率化させるためのものと捉え、主に中小企業の多品種生産に役立てる提案をしています。

資金面での不安や慢性的な人手不足などの課題を抱える中小企業と、潤沢な資金があって人材にも困らない大企業では、ロボットによる自動化の目的と手段が根本的に異なります。中小企業の現場では、1品種を大量生産するための自動化ではなく、多様な品種ごとに細かく対応できる自動化により生産性を向上させ、人手不足を解消することが求められます。

また、人間にはできない動きをするロボットは、重さに悩まされることなく自在に制作物を運び、危険を伴わずに溶接作業を行い、不可能だった作業を可能にします。40時間連続運転など、就業時間に捉われず稼働させることもできます。人と同じ方法でロボットに作業させるのではなく、工程全体を見直して費用対効果が高まる導入方法を考えることが大切です。

ロボットは今後、技能を補う装置としても求められると予想しています。事務所や自宅などから遠隔操作できるようにシステム化し、技術を持っていない人でも熟練の技術者と同等の作業を可能とするところにロボットの需要があると考えています。

第2部 最適な自動化により費用対効果が高まる



宮脇機械プラント株式会社

システム技術部 マネージャー 小谷 晋也さん

ロボット導入による自動化を検討する企業に対し、最適な機械メーカーを提案し、現場での取り付けや導入後のアフターフォローなどに携わる。

生産現場にロボットを導入する上で大切なことは、現在どのような課題があり、どういった効果を期待しているのかをまず把握することです。当社は工作機械や鍛圧機械の導入を検討している企業に、現状の業務体制や作業工程、求める効果を聞き取り、それを可能とする技術や機械メーカーを提案しています。そして、現場の希望を整理した資料を基に、機械メーカーと共にシステムを構築します。

自動化を考える上でのポイントは、制作物1個当たりの仕上がりに対してではなく、作業全体における生産性の向上です。鍛圧機械でプレスした際に出る廃材を整理と収納するシステムを取り入れた事例では、より多くの廃材を一度に処理できるようになったことで業務の手間を減らすことができました。

その他にも例えば、溶断ロボットシステムを導入した現場では、積み下ろしなどの重労働や危険な作業からの解放をかなえました。さらに、自動化を機に生産工程が見直され、3人の作業で当たっていた工程に機械オペレーター1人で対応できるようになり、人材不足の解消にもつながりました。

自動化すること自体を目的とするのではなく、それによって大きな効果を得られるように考えることが重要です。ロボットを難しいものとして考えず、制作物の積み下ろし作業や廃材の処理など普段の業務で不便に感じている工程に取り入れることで、成果を実感できると思います。

2024年度ものづくりシンポジウム

企業のビジネスチャンスへ！脱炭素セミナー

姫路商工会議所、姫路市、はりま産学交流会とひょうご科学技術協会が主催する「ものづくりシンポジウム」。本年度は、地球の温暖化対策としてCO₂をはじめとする温室効果ガスの排出量をゼロにする「カーボンニュートラル」をテーマに、川崎重工業株式会社の山本敏之さんを招いてカーボンニュートラル社会の実現に向けた世界の動きと、同社の取り組みについてお話いただきました。

(2024年12月3日 姫路商工会議所本館 参加者:61人)

初めにカーボンニュートラルに関する世界の動きについて、2015年に採択されたパリ協定では地球温暖化対策として2100年の世界の平均気温を産業革命前と比べ1.5℃程度の上昇に抑えることを目標に定めており、2050年にカーボンニュートラルが実現すればそれが可能といわれていると解説。「日本でも2050年までの達成を目指しているものの、温室効果ガス濃度は観測史上最高を更新中で厳しい状況」と話します。

次に、カーボンニュートラルに向けた具体的な取り組みを紹介。世界では石炭火力を廃止しメガソーラーや風力発電などへの移行が進んでいるといいます。また、EUでは企業や組織に対して排出するCO₂に応じた金銭的負担を課し、削減できない分は金銭で売買できる制度や、輸入品に国内と国外の炭素価格の差額の支払いを求める制度もできていることを説明しました。さらに、世界の大手企業では、自社だけでなく取引のあるパートナー企業を含めたサプライチェーン全体でCO₂削減に取り組む動きも出てきており、米国のApple社は、部材の発注先の企業にも再生可能エネルギーへの変更を要請。「今後は日本でもこのような動きが広がるだろう」と述べました。

続いて、川崎重工グループの取り組みについて紹介。日本では現在、エネルギー自給率が13%しかない上、使用するエネルギーの83%が化石燃料であることを踏まえ、同社では2030年までに国内全事業所において、水素発電を軸にCO₂の発生をゼロにする“自立的なカーボンニュートラル”の実現を目指すことを明示。具体的には、年間約30万t発生しているCO₂を減らすため水素発電や再生可能エネルギーに切り替えたり、長年蓄積してきた潜水艦内でのCO₂除去技術を駆使して大気や排ガスからCO₂を回収したり、省エネ化を進めたりすること。2030年以降は、海外の拠点や海外での資材調達においてもその方針を適用していくそうです。

さらに、同社が描く水素発電の普及に向けたプランにも言

及。まずは、水素をオーストラリアでコストを抑えて製造し液化、船で日本に運び国内に供給する仕組みです。これらは水素ガスタービンを用いた発電と、水素エンジンモーターサイクルをはじめとするモビリティへの転用が想定されているとのこと。「現在、国内での普及量はそれほど多くありませんが、2030年には年間300万t、2050年には年間2,000万tの水素の供給が想定されます」と話します。一番の課題はコストで、現在年間で36tを運ぶのに約170円/Nm³と、LNGガスの10倍近くかかっていることから、2030年には水素単価を約30円/Nm³まで下げることが目標に掲げています。同時に「カーボンニュートラルにはサプライチェーン全体で進めることが欠かせません」と強調。製造事業者は使用する素材を現状より少ないエネルギーで加工できるものに代えたり、輸送事業者は梱包を簡素化してエネルギー使用量を抑えたりと、多様な対策が考えられると例を挙げ、まずは自社のCO₂排出量を算定し、削減量を見据えた上で何ができるか検討するよう呼びかけました。川崎重工グループでは、本年度から主要な取引企業を対象にカーボンニュートラルの勉強会や交流会を開催しているそうです。

最後に、国の「CO₂削減比例型中小企業向け支援事業」やカーボンニュートラルを進めるための相談窓口にも触れ、「これらをうまく活用しながら、ぜひ前向きにカーボンニュートラル社会に向けて各企業も取り組んでもらえたら」と締めくくりました。



山本 敏之さん

川崎重工業株式会社
企画本部サステナビリティ推進部環境企画課
事業内容：船舶、鉄道車両、航空機、モーターサイクル、ガスタービンやエンジン、産業プラントなどの製造
所在地：神戸市中央区東川崎町1-1-3
<https://www.khi.co.jp/>

放射光研究センターを拠点とした 産業利用を促進

兵庫県では、大型放射光施設「SPring-8」において、兵庫県放射光研究センターを支援拠点とした放射光の産業利用を促進しています。今回は、県専用ビームラインであるBL08B2を利用した研究を紹介します。



SPring-8 (提供: 理化学研究所)

しょうゆ醸造の伝統技術と世界最先端の放射光サイエンスの融合化

淡口しょうゆ発祥の地である龍野の地において、当社はしょうゆ醸造に取り組んでまいりました。

その中で新たな醸造技術を模索しようと、地元西播磨にある世界最先端の研究施設SPring-8に注目しております。

こうじ菌による大豆原料の分解プロセスやもろみの熟成過程における大豆構造の変化を、放射光X線CTによるイメージングを用いることにより解析しました。

高精度に「見える化」することに挑戦した結果、伝統的な醸造の技に対して、最新のサイエンスとの融合活用の可能性

を見いだすことができました。

革新的なしょうゆ造りの技術開発がこれからの目標となります。この取り組みを継続し、「楽しく、豊かで、安全な食生活」に貢献していきたいと考えています。

本研究は、「兵庫県成長産業育成のための研究開発支援事業」を活用して実施いたしました。技術支援いただきました兵庫県、兵庫県立大学、東北大学、高輝度光科学研究センターの皆さまにはこの場をお借りして御礼申し上げます。

【ヒガシマル醤油株式会社 研究所 副所長 眞岸 範浩】

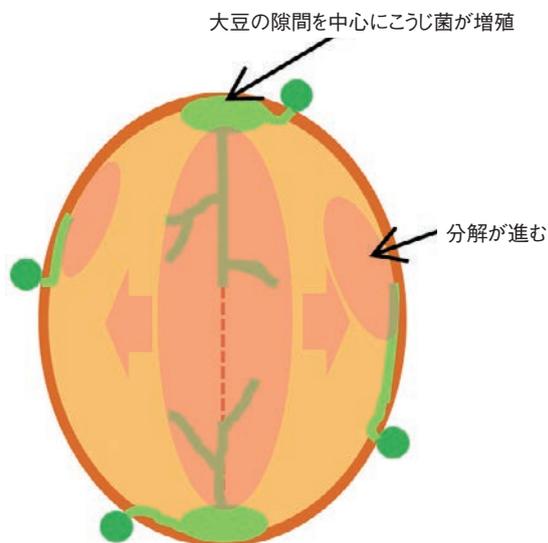


図1. こうじ菌の増殖と原料分解の模式図

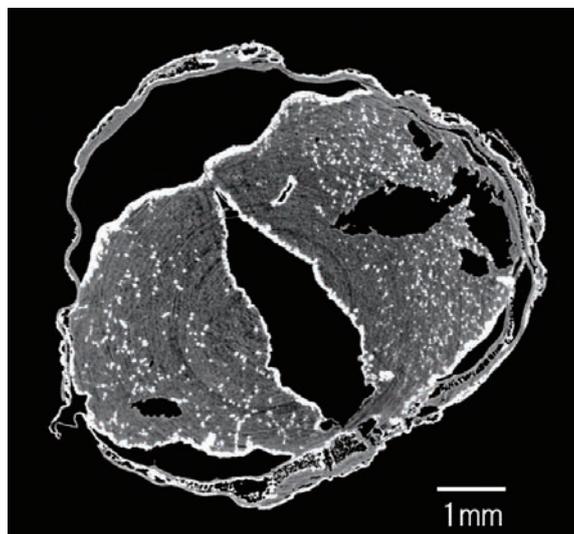


図2. もろみ中の大豆の観察 (BL08B2による撮影)
後期もろみ 乾燥処理試料

兵庫県放射光研究センターの概要

放射光の産業利用促進拠点として、SPring-8敷地内に設置
開設：2008年（平成20年）
施設内容：共同研究室10室、化学実験室等
RC2階建、延床面積1,600㎡
管理運営：（公財）ひょうご科学技術協会 放射光研究センター



青少年のための科学の祭典2024 ひょうご大会を開催

楽しい科学実験や科学工作などを通じ、子どもたちが自ら体験していく中で、科学に対する興味や関心を高められるよう、「青少年のための科学の祭典2024ひょうご大会」を県内5会場において、各大会実行委員会等と共に開催しました。

主な内容

- 実験教室や科学工作教室の開催
- 物理、化学、生物分野などの各ブースでの実験、ワークショップの実施
- 小学校、中学校、高等学校、大学の教員と生徒による演示、展示の実施

開催日	開催場所		参加人数
2024年7月27日・28日	豊岡会場	兵庫県立但馬文教府	474人
2024年7月28日	丹波会場	ゆめタウン「ポップアップホール」	467人
2024年8月3日・4日	東はりま会場	加古川総合文化センター	1,631人
2024年8月17日・18日	姫路会場	兵庫県立大学姫路工学キャンパス	1,603人
2024年9月7日・8日	神戸会場	バンドー神戸青少年科学館	4,920人
夏休み時期の土・日に、延べ開催日数9日			合計 9,095人



いずれも神戸会場の様子

第12回科学の甲子園ジュニア全国大会を支援

科学好きの裾野を広げるとともに、次世代の科学技術・イノベーションの創出を担う優れた人材の育成を目的として、各都道府県代表の中学生が科学の力を競う「第12回科学の甲子園ジュニア全国大会」が2024年12月13日から15日まで姫路市のアクリエひめじで開催されました（主催：科学技術振興機構）。

各都道府県から選抜された1チーム6人合計47チーム282人の中学生が、理科や数学などにおける複数分野の競技に参加。協働して取り組むことを通じて、科学の楽しさ、面白さを知り、科学と実生活・実社会との関連に気付き、科学を学ぶことの意義を実感できる場となりました。

兵庫県チームは、残念ながら入賞を逃しましたが、協力して課題に取り組みました。

ひょうご科学技術協会も協働パートナーとして開催を支援しました。

〈兵庫県チーム参加メンバー〉

- 市川町立市川中学校（3人）
- 明石市立大久保中学校（3人）

〈競技スケジュール〉

- 1日目 開会式
オリエンテーション
- 2日目 筆記競技
実技競技①、②
- 3日目 展示ブース見学
表彰式



兵庫県チームのメンバー



実技競技の様子

科学分野のボランティア活動を支援

青少年等の科学への関心と正しい理解を促進するため、自然科学系の教育者や研究者などが小学校高学年から中学生を対象に行う実験教室など、科学分野におけるボランティア活動に対し、サイエンスボランティア支援事業を実施しています。

グループ名等	活動地域	令和6年度の主な活動内容
竹内 裕美	佐用町	コズミックカレッジ in 西はりま(太陽系の広がり、金と銀の不思議を探るなど)
村瀬 吉孝	川西市	技術工作教室(ラジオの製作、からくり機構など)
神戸大学・農学研究科 宇野 知秀	神戸市	大豆や米などの農産物に含まれている成分を調べる
寺子屋クラブ 山中 修	神戸市	子ども科学実験教室(お天気とミニ測候所、光の反射、光の性質など)
レイラ・ジャパン 香田 達也	神戸市	ひよどりキッズ・サイエンスラボ(野菜・果物の不思議、単位の世界など)
青少年と科学技術を楽しむ会 武市 久仁彦	神戸市 明石市 三木市	青少年のための電子工作、実験教室(ラジオ・アンテナ製作など)
舞子天文同好会 穂積 正人	尼崎市 三木市 淡路市 加古川市 西宮市	星の観察会・小型望遠鏡製作・プラネタリウム上映など
かがく教育研究所 觜本 格	加古川市	かがくカフェ(観察・実験・工作の講習と交流会)(教員向け)



事業活動の様子

サイエンスフレンドシップ事業を実施

県内高等学校に理系大学生・大学院生をアドバイザーとして派遣し、高校生の課外研究活動の支援を行ったり、「サイエンスフェア in 兵庫」などにおいて、理系大学生・大学院生が、研究内容や学生生活の魅力などを高校生にアドバイスするサイエンスカフェを実施しています。

実施日	開催場所	実施内容
2024年7月14日	神戸大学百年記念館	「10th Science Conference in Hyogo」において開催
2025年1月26日	甲南大学FIRST	研究発表会「第17回サイエンスフェア in 兵庫」において開催



サイエンスカフェの様子

公益財団法人
ひょうご科学技術協会

Hyogo Science and Technology Association
<https://hyogosta.jp/>

〒650-8567 兵庫県神戸市中央区下山手通5丁目10番1号
 (兵庫県庁1号館7階)

【企画調整課・事業課】

TEL.078-362-3845 FAX.078-362-3851

【播磨産業技術支援センター】

〒670-8505 兵庫県姫路市下寺町43番地
 (姫路商工会議所本館2階)

TEL.079-287-1212 FAX.079-287-1220

【放射光研究センター】

〒679-5165 兵庫県たつの市新宮町光都1丁目490-2
 (大型放射光施設SPring-8敷地内)

TEL.0791-58-1452 FAX.0791-58-1457

<https://www.hyogo-bl.jp/>



〈アクセス〉

- JR / 元町駅下車 西口北へ徒歩8分
- 阪神 / 元町駅下車 西口北へ徒歩8分 ● 市営地下鉄 / 県庁前駅下車すぐ



〈アクセス〉 JR姫路駅よりバス・徒歩でお越しの場合

- 神姫バス / 日出町行乗車 → 商工会議所前下車
 東姫路駅・阿保車庫行乗車 → 商工会議所前下車
 鹿島神社行、夕陽ヶ丘行、別所駅行乗車 → 坂田町下車
- 徒歩 / 所要時間20分程度



〈アクセス〉 JR相生駅、JR播磨新宮駅よりバスでお越しの場合

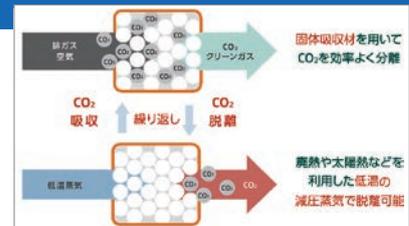
- (株)ウイング神姫 / SPing-8行乗車

カーボンニュートラルの達成に向けて

川崎重工グループでは、2030年に目指す将来像としてグループビジョン2030「つぎの社会へ、信頼のこたえを」を制定して、さまざまな社会課題に取り組んでいます。その中で、水素社会の実現を中心に据え、さらにCO₂の回収・利用などカーボンニュートラルの達成を目標として各種開発・実証を進めています。

潜水艦から生まれた省エネルギーな分離・回収技術

当社グループでは、戦後国産第1号から継続的に潜水艦を建造しており、その閉鎖空間中空気からのCO₂除去技術として、固体吸収剤を使用したプロセスを開発してきました。表面に専用アミンをコーティングした吸収剤を使用することで、約60℃の低温蒸気でCO₂を回収することが可能となり、従来プロセスよりも省エネルギーでの回収が期待できます。



固体吸収法のメカニズム

排ガスからの回収 (KCC:Kawasaki CO₂ Capture)

商用化に向けさらなるエネルギーの低減、コンパクト化を目指し、固体吸収剤を移動させてCO₂の吸収・脱離、水分の乾燥をする塔を循環させる移動層方式により連続回収できるようにしました。パイロットスケール試験設備 (40t-CO₂/日回収量相当) の長期連続運転実証試験*を (公財) 地球環境産業技術研究機構 (RITE) と共に実施しています。

*NEDO事業「カーボンサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂分離・回収技術の研究開発/先進的の二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究」として関西電力株式会社舞鶴発電所にて実施

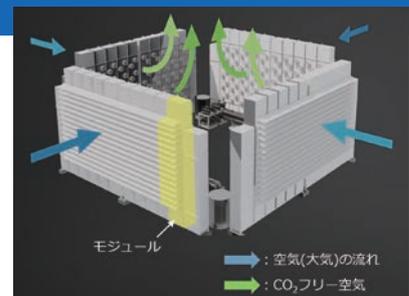


移動層パイロットスケール試験設備

大気からの回収 (DAC:Direct Air Capture)

カーボンニュートラルの実現には、排出する二酸化炭素を減らすだけでは不十分であり、大気からCO₂を回収する必要があります。社内で実施した5kg-CO₂/日回収量 (約2t/年) の実証試験*で、1,000時間の連続運転を完了し、事業目標を上回る成果を達成しています。さらに、2025年ごろには約2万t-CO₂/年の設備 (大型DAC) での実証により事業化を進めていきます。

*環境省事業「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務 (低濃度二酸化炭素回収システムによる炭素循環モデル構築実証)」



大型DAC実証設備通風イメージ

固定化/利用

2024年7月、大気から回収した二酸化炭素を鹿島建設株式会社らが開発したCO₂吸収コンクリート「CO₂-SUICOM® (シーオーツースイコム)」の製造に利用するための共同研究を開始しました。製造時にCO₂を吸収・固定することでコンクリートのCO₂排出量を実質ゼロ以下にします。

また、社内では回収したCO₂と水素を組み合わせることで合成燃料や化成品原料を製造し、再利用するための研究開発も進めています。



CO₂-SUICOM炭酸化養生槽のイメージ