

# Hyogo

ひょうごサイエンス

# Science

2017.3

Vol.34

## CONTENTS

- ① 対談  
世界最高性能のガスタービンを目指して  
青木 素直さん 三菱重工業株式会社特別顧問
- ⑨ Hyogo EYE 科学研究の第一線を訪ねて  
世界に先駆けて女王アリにおける  
精子の長期貯蔵メカニズムを探る  
甲南大学理工学部 講師 後藤 彩子さん
- ⑩ 自然科学分野の研究活動を支援  
—2016(平成28)年度研究助成者—
- ⑬ 実践的教育支援事業  
チームで高みを目指す楽しさ  
ロボコンに懸ける青春に悔いなし
- 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 / 株式会社セルリサーチ  
関西学院大学理工学部 加藤 彩織さん、東久保 遼さん
- ⑰ 国際フロンティア産業メッセ2016を共催  
グループ出展企業訪問 / 佐藤精機株式会社
- ⑲ 講演録  
第34回ひょうご科学技術トピックスセミナー
- ⑳ ものづくりシンポジウム  
ものづくりシンポジウム2017  
「IoT導入による生産改革の成功事例」を開催
- ㉓ 次世代ものづくりセミナー  
次世代ものづくりセミナーをシリーズで開催
- ㉕ サイエンスカフェひょうごを開催  
科学分野のボランティア活動を支援  
第14回ひょうごSPRING-8賞の受賞者が決定  
科学学習体験ツアーを実施  
青少年のための科学の祭典2016ひょうご大会を開催
- 科学技術を探る  
三菱電機株式会社 先端技術総合研究所

# 世界最高性能の ガスタービンを目指して

東日本大震災を契機に、日本の電力をめぐる状況は一変。原子力発電の割合がほぼゼロになり、現在、国内の電力の約9割が火力発電によって賄われています。その中で注目が高まっているのが、通常の火力発電より多くの電力をつくり、かつCO<sub>2</sub>の排出量が少ないガスタービンコンバインドサイクル発電システムです。ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせたこの発電システムの要である、世界最高性能のガスタービンを次々と開発してきた三菱重工業株式会社(以下、三菱重工)で長年にわたってその技術開発をけん引し、今は特別顧問を務められている青木素直さんにさまざまなお話を伺いました。

## 航空機からガスタービンへ

**熊谷** 本日はお忙しい中、貴重な時間をお割きいただき、まことにありがとうございます。これまで、青木さんには当協会の総合企画委員や主要な事業である学術研究助成の審査委員などをお務めいただき、大変お世話になってきました。あらためて御礼申し上げます。今日は技術開発にまつわる苦労話や理工系教育の在り方など幅広いテーマでお話を伺いたいと思います。まず、お生まれはどちらですか。

**青木** 広島県呉市です。

**熊谷** そこから九州大学工学部に進学されたいきさつをお聞かせください。

**青木** 飛行機が好きだったので、当時クライダーの研究が盛んだ九州大学航空

工学科なら実際の飛行機に近い研究ができるのではと思い、選びました。しかし実態はまるで違って、流体力学、材料力学、構造力学と、力学の勉強ばかりでした。

**熊谷** 発電用ガスタービンの技術開発に

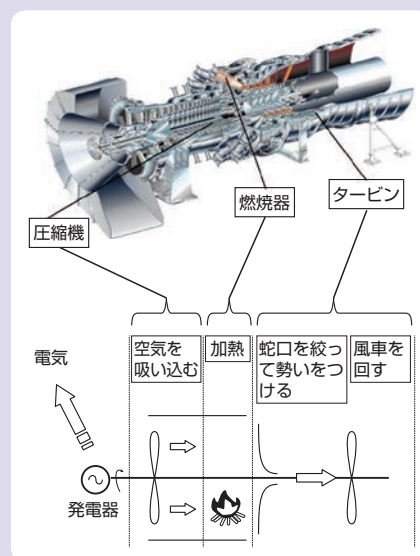
40年以上携わってこられたわけですが、そもそもガスタービンは航空機のジェットエンジンに使われているものと同様の技術なので、ご縁はあったということですね。

**青木** はい。学部では航空原動機の講座

用語解説

## ガスタービン

天然ガスなどの燃料を燃やして動力を得るエンジン。大量の空気を吸い込み圧縮する「圧縮機」、高圧の空気と燃料を燃焼させる「燃焼器」、高温高圧になった燃焼ガスを使って回転する「タービン」の3つで構成されています。タービンの回転力を使って発電機の軸を回転させ、その回転エネルギーで発電しています。タービンの回転力を電力として取り出す代わりに、タービンから出る排気エネルギーを加速させ、ジェットとして噴出することで推進力を得ているのが、航空機のジェットエンジンです。





を専攻し、ジェットエンジンに関するいろいろな研究に触れることができました。

**熊谷** その後、大学院にお進みになったわけですが、そこではどういっご専攻に進まれたのですか。

**青木** やはり航空系で、ロケットやジェットエンジンの基礎的な勉強をしました。特に、火炎偏向板という、ロケットの打ち上げ時に噴射される高温・高速のガスの流れの方向を変えて地上の機器を守る装置についてです。数値シミュレーションによって、ガスがどのように偏向板に当たり、表面の熱伝達率がどういっもので、高温から守るにはどのように冷却したらいいのか、といったことを研究していました。

**熊谷** 学生生活はいかがでしたか。

**青木** 中学生の時から卓球が好きで、大学でもずっと卓球をやっていました。

**熊谷** 全国国公立大学の大会では、シングルの部で優勝されたとお伺いしました。

**青木** はい。大学に入学した日に、両親に「4年間は卓球をやらせてほしい。その後は大学院に進みたい。卓球で必要なお金はバイトをして自分で稼ぐから」と宣言し、実際、学部時代は卓球ばかりやっていました。工学部ですから夕方4時過ぎまで実験があり、そこから1時間かけて場所が違っキャンパスにある練習場に行って3時間ぶっ通しで練習し、また1時間かけて下宿に帰って勉強する、という生活を繰り返していました。

**熊谷** 研究者や技術者の大事な資質の一つに、凝り性を挙げる人もいますが、まさにそれですね。大学院を修了後、三菱重工に入社された理由をお話してください。

**青木** 恩師は航空原動機が専門だったので、就職先を探す時、その関係の会社を紹介してくれました。それで東京にある工



シングルスで優勝した全国国公立大学卓球大会で、卓球部のチームメイトたちと(後列右から2人目が青木さん)。



三菱重工業(株) 特別顧問

**青木 素直** (あおき すなお)

1947年広島県生まれ。72年九州大学大学院工学研究科修士課程修了(工学博士)。同年、三菱重工業(株)に入社。以来、33年にわたり高砂研究所と高砂製作所でガスタービンの研究や新型機の開発に従事。高砂研究所長、取締役技術本部長、取締役副社長などを歴任した後、2011年三菱総合研究所副理事長、14年三菱重工業(株)特別顧問に就任。15年からオックスフォード大学セント・アンズカレッジ名誉フェロー。

2000年から3年間、ひょうご科学技術協会の総合企画委員、学術助成審査委員を務めた。また、05年から中国・清華大学客員教授。

日本機械学会フェロー、米国機械学会フェロー。

場を見学に行ったところ、ちょうど通勤ラッシュにぶつかり、「こんなに人の多い所は嫌だ」と思いました。また、当時ジェットエンジンはすでに一大産業になっており、「修士を出たばかりの学生が大きな組織に入ったところで大きなことはできないだろう」とも。ですから、もっと田舎にあるもう少し小さな会社で、ジェットエンジンもしくはガスタービン、ロケットの分野をやっている所がいいなと思い、その会社には入りませんでした。

**熊谷** なるほど。

**青木** その後、主任教授から「お前にぴったりの所がある」と紹介されたのが三菱重工でした。ちょうど産業用ガスタービンの自主開発をスタートさせようとしているところで、私が希望する田舎にあるということで、高砂は想像以上に田舎でしたが、ガス

タービン事業をやっている会社がほとんどない時代でしたから、ここに入れば自分のやりたいことができるのではと思い、入社したというわけです。

**熊谷** 学生時代から自分がやりたいと思っていた分野に行けたのは、研究者、技術者として非常に幸運なことですね。若手社員時代に印象に残っているエピソードはありますか。

**青木** 入社当初、ガスタービン事業はほとんど売上がなく、研究費はゼロでした。三菱重工にはガスタービンの研究をすることで入社したので、上司に「約束が違うではないか」と文句を言ったので随分いらまれました。そんな中、自分の得意分野をつくろうと思い立って始めたのが数値シミュレーションの勉強です。当時のコンピュー

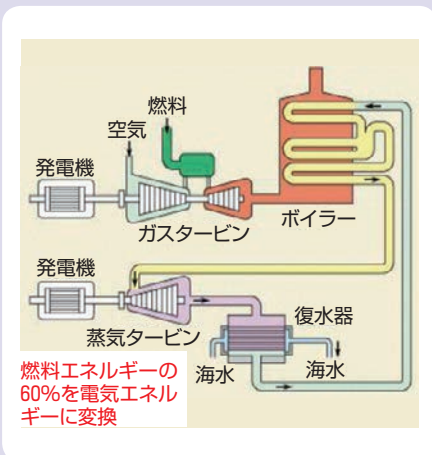
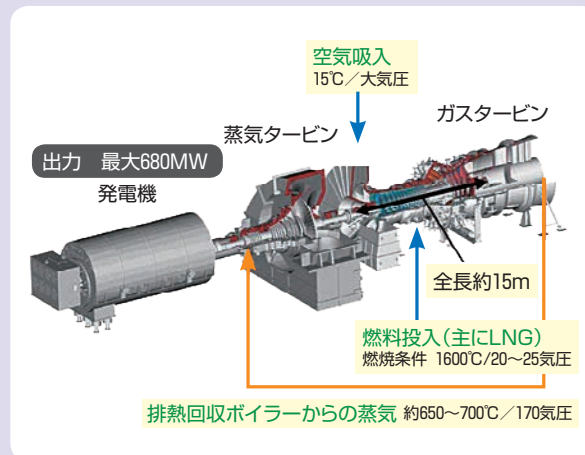


1975年ごろの高砂工場

用語解説

## ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC)

ガスタービンに蒸気タービンを併設した発電システム。ガスタービンでの発電で発生した高温の排気ガスを利用して水を沸騰させ、その蒸気で蒸気タービンを回し、ダブルで発電することで熱効率が高くなります。



ターの能力は今のパソコンに遠く及びませんが、物を作らずに性能や信頼性をシミュレーションで検証することが次代のガスタービン開発の鍵を握ると考え、寮に帰ってからその勉強に取り組みました。それが後に三菱重工のガスタービンの技術開発の方向性を決め、さらに製品開発の期間を大幅に縮めるなど、大いに役立ちました。

### 最新分野の設計・開発に挑戦

**熊谷** 発電用ガスタービンについては国も重視し、日本の大手メーカーが協力して開発に当たったと伺っています。

**青木** そうです。1978年から10年間、当時の通産省が推進した「ムーンライト計画」という省エネ技術を高度化するプロジェクトの中に、高効率ガスタービンの開発がありました。15の民間企業と国内電力会社が集結し、オールジャパン体制で技術開発に挑むというものです。当時、発電の主力であったボイラー・蒸気タービンの熱効率が40%、燃焼温度が1,100℃の世界最新のガスタービンを用いたコンバインドサイクルの熱効率が44%だったところを、同プロジェクトでは

1,300～1,400℃、コンバインドサイクル熱効率51%を目指すという非常にチャレンジングな目標を掲げていました。予算は総額260億円。開発の目玉である高圧タービンには、従来の産業用ガスタービンの冷却構造を大幅に変え、1,300℃以上の燃焼温度で運用されているジェットエンジンが使っているタイプを採用しました。

**熊谷** 複数の企業が協業することで、ご苦労もあったのではないですか。

**青木** ええ。大型のガスタービンを自主開発できる会社は日本にはなく、米国のゼネラル・エレクトリックやウエスティングハウスのライセンスとして図面を購入して製品を作っていた時代でしたから、主要なメーカーはこぞってプロジェクトに応募しました。そこで起こったのは主導権争いです。どこの会社がどの部分を担当するかということで随分もめました。当時私は35歳で主任になった頃でしたが、必然的にその渦の中に巻き込まれ、寄り合い所帯で大きなプロジェクトを進めることの難しさを痛感しました。

**熊谷** その中で、狙った方向に進めることができた決め手は何でしたか。

**青木** 当時、日本にコンセプトすら無かったガスタービン設計支援システムです。ど



公益財団法人ひょうご科学技術協会 理事長

### 熊谷 信昭 (くまがいのぶあき)

1956年大阪大学大学院(旧制)研究奨学生修了。カリフォルニア大学(パークレー)電子工学研究所上席研究員などを経て、60年大阪大学工学部通信工学科助教授。71年同教授。85年大阪大学総長。91年同大学名誉教授。科学技術会議(現総合科学技術・イノベーション会議)議員などを歴任し、2004年兵庫県立大学長。10年同大学名誉学長。現在、国際電気通信基礎技術研究所取締役会長、兵庫県参与、その他。

専攻は電磁波工学。工学博士。電子情報通信学会元会長。米国電気電子学会Life Fellow。

日本学士院賞、瑞宝大綬章などを受章。文化功労者。

### 用語解説

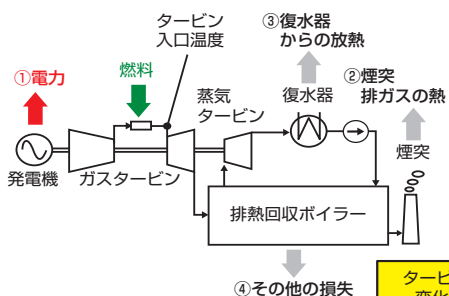
## 燃焼温度

ガスタービンでは燃焼器から排出される高温高压のガスを回転エネルギーに変えているため、燃焼温度が高いほど、ガスのエネルギーが高くなります。また、燃焼温度が高いと、排熱回収ボイラーに送る排ガスの温度も高くなることから、蒸気タービンの発電効率も良くなります。一方、燃焼器内での燃焼温度が高まれば、NOxの発生量が増えたり、ガスを受けるタービン翼が高温に耐えられずに溶けたりするなどの問題が発生します。

### ガスタービンコンバインドプラント

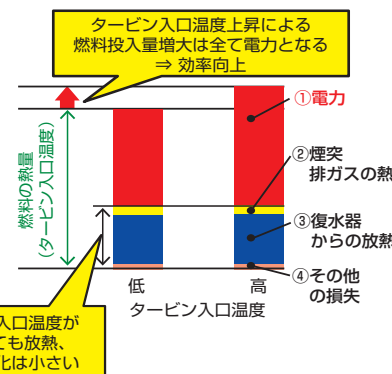
投入した燃料の熱は以下から出る熱の合計に等しい。

- ①電力
- ②煙突排ガスの熱
- ③復水器からの放熱
- ④その他の損失



### タービン入口温度と効率

- ①タービン入口温度が上昇すると燃料投入量が増大する。
- ②タービン入口温度が上昇しても放熱や損失の変化は小さい。
- ③②よりタービン入口温度上昇による燃料投入量の増大分の燃料の熱量増大は、全て電力となり、効率が向上する。



の会社も最も難しいタービン部分をやりたいということで、さまざまなせめぎ合いがありました。そこで、私は「同一の設計条件で、1カ月間でどこまで設計できるか」によって担当を決める設計コンペを提案しました。

**熊谷** なかなか面白いアイデアですね。

**青木** 透明性があり、結果に対して誰も反対できないですからね。当時の設計作業は、一度にたくさんの方がコンピューターで計算し、たたき出したデータをグラフに書いて、結果を評価し、次のプログラムにその結果を入力するといった具合で、非常に時間が掛かっていました。そこで私は28歳の時、流れ解析や振動解析、寿命評価など約30のプログラムを一つにまとめた設計支援システムを開発しました。当時の大型計算機の能力は現在のパソコンに遠く及ばないものでしたが、設計支援システムを用いることで、4人が4カ月間、毎日土日なしで夜の12時まで働かなければ完成しなかった設計を、1人がわずか5日間でするようにしました。プロジェクトが始まった頃にはすでに社内でも何度も使って実績もできていたので、自信を持ってコンペを提案したというわけです。

**熊谷** なるほど。

**青木** そのコンペで、われわれはタービン

全段の基本設計を終えて提出しました。一方、他社はまだ設計の入り口の所で止まっていた。ですから当然のごとく、タービン部分は三菱重工が担当することに決まりました。全く新しい分野の、最も技術的に難しい部分を自分たちで設計する権利を手に入れたわけです。おかげで、一企業ではできなかった高価な検証設備などを社内に作らせてもらい、たくさん勉強することができました。

**熊谷** そのプロジェクトが技術の進歩に直接役立ったわけですね。

**青木** そうです。ムーンライト計画によって、私たち世代の技術力は飛躍的に向上しました。三菱重工だけでなく、三井造船、川崎重工、日立製作所など現在ガスタービンを作っている会社でそれぞれ自主開発に携わった中心的なメンバーは、ムーンライト計画の中で技術を磨いた連中です。この計画がなかったら日本のガスタービン関連技術は現在のレベルに無く、場合によっては依然として欧米のメーカーのライセンスで止まっていた可能性があったと思います。

**熊谷** 日本政府がエネルギー問題は非常に大事だという認識でプロジェクトを支援したのは、なかなか立派なことですね。

## 戦力を集中させ強みをつくる

**熊谷** 半世紀以上にわたって科学技術の世界に身を置いてきた者としてその発展を振り返ってみますと、私の専門である情報通信工学も含めてつくづく思うのは、物質や材料の研究・開発の重要性が高いということです。ガスタービンの研究・開発でも、材料の改良・進歩は大きな役割を果たしているとお考えですか。

**青木** はい。そう思います。材料で私が一番力を入れたのは、セラミックスによる遮熱コーティングです。私はそれを産業用ガスタービンに採用した世界で最初の技術者だと思います。25年ほど前のことです。非常に薄いセラミックスをタービン翼の周りに溶射で吹き付けて薄い膜を作るのですが、セラミックスは熱伝導率が低いのでわずか厚さ0.3~0.5mmでも翼の温度を100~150℃ほど下げることができます。

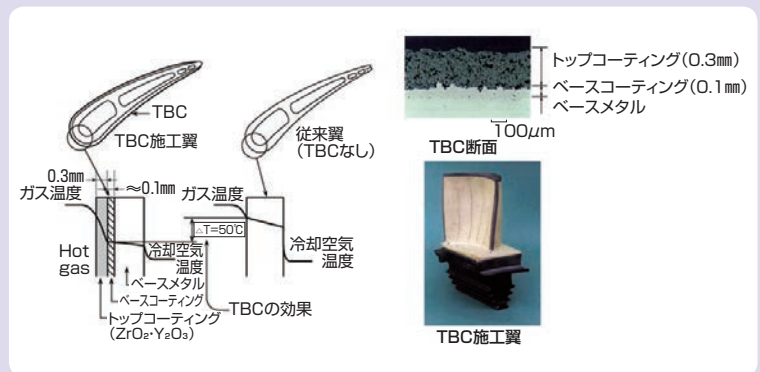
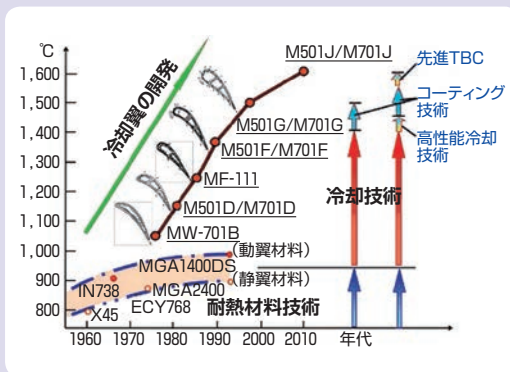
**熊谷** 材料が機器の性能や改良・進歩に直接関係するという例ですね。

**青木** そうです。その当時、私は空気力学、中でもスーパーコンピュータを用いたシミュレーションが専門でしたが、ガスタービン技術・製品開発のリーダーとして、三菱重

用語解説

### 遮熱コーティング

熱伝導率の低いセラミックスを翼の表面に吹き付け、コーティングすることで、翼を高熱から守っています。直径30~150μmのセラミックスの微粒子をプラズマで溶かし、翼に均一に薄く吹き付けています。



工のガスタービンが世界に先駆けてやるべきことは何かと常に考えていました。その一つがセラミックによる遮熱コーティングでした。当時は耐熱合金と翼冷却の改良で、より高い燃焼温度を実現することに世界中のガスタービンメーカーがしのぎを削っていました。しかし、それは、いずれ限界に到達するだろうと思われました。そこで、セラミックコーティングに着目しました。ガスタービン関係者の大半の意見は「そんなに薄いコーティングを信頼するのはリスクが大きすぎる」というものでしたが、先行する欧米のガスタービンメーカーがまだあまり力を入れていないこの素材を突き詰めれば今までの歴史を引っ繰り返すことができるだろうと考え、開発に力を入れました。成分の改良、施工条件を変えるなど、いろいろなことを試しました。

**熊谷** なるほど、面白いですね。科学技術の進歩・発展は、新材料の創出や材料の改良・進歩で決まると言っても過言ではないですね。私はかねがね、「材料を制する者は技術を制し、技術を制する者は経済を制す」と考えています。

**青木** おっしゃる通りです。私はゼネラル・エレクトリックやシーメンスといった先行する

ガスタービンメーカーがやっている技術の後追いしても、三菱重工ガスタービンの強みにはなり得ないと考えました。彼らを抜くために必要な技術は何かと熟考しました。当時、競争相手は遮熱コーティングにあまり関心を持っていませんでした。そこで、遮熱コーティングを短期開発し、ガスタービンに実用し、実績を蓄積すれば、三菱重工のガスタービンの強みにできると考えました。

開発についても同様で、たくさん実験をするのではなく、全てをコンピューター上でシミュレーションすることを目指しました。この30年、世界の大学と協業しシミュレーション技術の開発を進めた結果、今の三菱重工のガスタービン設計におけるシミュレーション技術は、ソフトウェア、ハードウェア両面において世界トップクラスだと自負しています。

**熊谷** シミュレーション技術で特に重視されたことは何ですか。

**青木** 精度を上げて、設計の見積もり誤差を少なくすることです。何年も、何億円もかけて開発したガスタービンが、いざ運転してみたら全く性能が出なくて無駄になったというような事態は絶対に避けねばなり

ません。そのためにいろいろな工夫をしました。

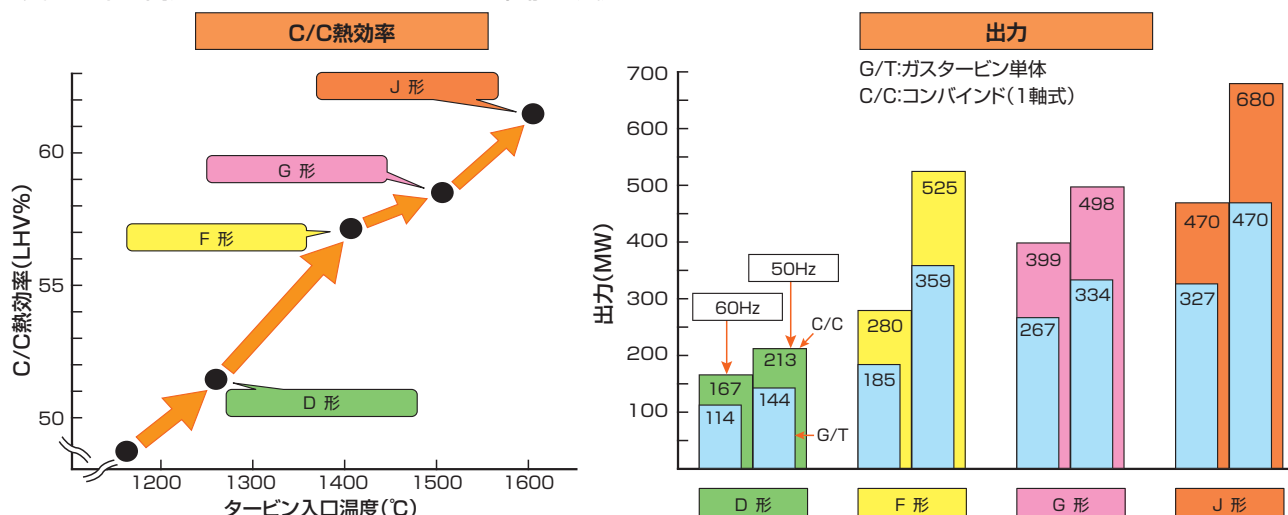
**熊谷** 例えば、どのような。

**青木** 製品開発の考え方も、要素検証試験の在り方も全て変えました。従来は新設計したガスタービンと同等の高速流で性能を検証することを優先し、50mmくらいの大きさで実翼の3分の1サイズのモデル翼を使い、実験していました。しかし、それではモデルのサイズが小さく、かつ高速の流れのため計測データの信頼性が乏しい欠点がありました。そこで、発想を変えて流速は遅いけれども実寸大のモデル翼を用いて詳細な計測ができる実験設備を新たに作り、シミュレーションプログラムの精度を徹底的に検証しました。そして、ガスタービン開発では、そのプログラムを信じて設計し、検証実験は最小限にとどめるようにしました。

## 若者の工学離れへの憂慮

**熊谷** 最近よく耳にする「若者の理工系離れ」という言葉は、あまり正確ではありません。新しい学部・学科や大学院などを含めた理系への入学志願者は減っておら

三菱重工業が開発したガスタービンとGTCCの性能の変遷



## 世界最高性能のガスタービンを目指して

ず、むしろ増えています。問題は「工学離れ」「技術離れ」なのです。その最大の元凶は、「これからはソフトの時代」とか、「ハードよりソフト」という、誤ったはやり言葉だと思っています。

ソフトウェアというのは、本来、コンピューターを設計したり働かせたりするのに必要な技術的なものなのですが、日本では「技術」に対比する言葉として広く使われています。そのために多くの人たちに大きな誤解を与えていると思うのです。

**青木** 私同感です。

**熊谷** 例えばテレビでいえば、送受信装置や中継装置などの「技術」に対して、ドラマとか音楽などのような放映される番組の内容を指して「ソフト」と呼んでいるのです。そして、「ハードよりソフト」と言うものですから、若者たちの考え方にも大きな混乱と誤解を与えているのです。

そして、「ハード」はもともと与えられているもののように思って、それらを研究・開発・実用化するためにどれほど多くの研究者や技術者が大変な努力をしてきたかという事は考えられていない。しかし、そもそも「ハード」がなかったら日本でいう「ソフト」の仕事は存在せず、「ハード」の進歩がなければ新しい「ソフト」の事業も生まれません。「ハード」がなければ話は始まらないのです。もちろん、「ハード」だけでは話は終わらないことも事実ですが。

**青木** ソフトとハードの両方が必要なのに、日本のマスコミは一面的な見方になりがちです。マスコミがどちらにウエートを置いて喧伝するかによって人々の見方も決まりますね。エネルギーも資源もない日本で、外貨の9割を稼いでいるのが製造業であるにもかかわらず、バブルが弾けるまで、マスコミはその重要性を言いませんでした。ところが、バブルが弾け、同時期に冷戦が終

わり、世界がグローバル時代に入った頃、日本の製造業の多くが国内向けの高級志向の製品を新興国市場に投入して失敗しました。その途端、「日本の製造業は苦戦している」という報道が増えました。

**熊谷** いわゆる、失われた20年ですね。

**青木** ええ。確かに、日本の製造業はマーケットが変わったにもかかわらず国内市場と同じ戦略を取って失敗し、その間違いに気付くまでに20年かかったのは事実です。その間、「日本の製造業はもう駄目だ」という記事がたくさん出ました。その結果、工学系の学生が銀行や証券会社など業績が良く、給料の高い業界に流れました。高砂工場で設計課長をしていた1990年ごろは、成績が良く、やる気がある工学部の学生を採用するのが難しかったですね。今もその傾向は続いています。

**熊谷** そうですね。せっかく工学部あるいは工学系の大学院を出ながら、製造業ではなくサービス業に行きたがる学生が本当に増えました。若者の工学系離れを招いたもう一つの原因に、「ものづくり」という言葉の問題があるように思うのです。若者は流行やキャッチフレーズに敏感で、格好悪い、野暮ったいと感じるようなものを本能的に嫌います。今の若者たちは「ものづくり」というとまず、「古くさい」という印象を持ちます。だから、その言葉はなるべく使わないようにした方がいい。

**青木** 同感です。「ものづくり」という言葉も、日本の製造業が力を落としていったところに使われ始めました。私が嫌いな言葉は「匠」です。「匠」は作業員100人のうち1人ほどしかいないから呼ばれるもので、「匠」の技術は20年、30年間一つのことをやって初めて身に付くものです。では、今の若い人がそれだけの期間、同じことだけをやるかといえば、それはあり得ません。工芸品を

作る分にはいいかもしれませんが、工業製品においては、「匠」に頼っている限り、グローバル展開は不可能だというのが私の持論です。

**熊谷** 本当に、おっしゃる通りです。技術には科学のつかない「技術」と、「科学技術」という2種類があります。「技術」は長年の熟練によって得られたもので、例えば、その人が一生かかって得たその人だけが持つ優れた技術が「匠の技」です。一方、「科学技術」は他の人も使える普遍的なものです。言葉の問題は案外ばかにできなくて、想像以上の影響を与える重要なものなのです。

**青木** そうですね。

## 理工系教育の在り方とは

**熊谷** 青木さんは中国を代表するような大学である清華大学で客員教授をされていますが、大学教育、特に理工系教育についてご意見があれば教えてください。

**青木** 日本の教育で、私が最悪と思ったのはゆとり教育です。大学入試の科目も随分少なくなっており、良くないことだと思います。製造業で長年、技術開発に携わった経験から申し上げますと、大学でいえば1、2年生の教養部で教わる内容を自由に使い回せたら大抵のことは処理できるのではないかと思います。例えば、設計を例にとると、企業では、設計のやり方を一から考えて設計するのではなく、既に確立した設計マニュアル、蓄積された実験データ、検証されたシミュレーションプログラムなどを使い設計をします。計算結果から、次に設計パラメーターをどのように修正すれば設計基準を満たした部品になるか、同時に他の技術分野の制約を満足させられるか



を考えると、基礎知識を使い回すことが必要です。

**熊谷** なるほど。具体的にはどのようなことでしょうか。

**青木** 製品は1つの技術分野だけで成り立っているものではなく、7つから8つ、場合によっては10以上の異なった技術をうまく調整して設計する必要があります。例えば、ガスタービン翼の空力性能を上げようとすれば薄いタービン翼が必要になりますが、薄い翼は振動しやすく、壊れやすいなど、トレード・オフの関係にあるものをどう調整するのが非常に重要です。このような場合に1つの技術しか知らなければ、最適な調整点を見つけることはできません。調整作業で一番重要なのが、物事のメカニズムをきちんと理解する能力です。私はガスタービンに関してですが、自分の専門分野以外でも未知の分野にチャレンジしてきました。なぜそのようなことができたのかということを考えますと、物事の本質は何かということに常に考えてきたからではないかと思っています。本質を考える力というのは専門性とは無関係で、場合によっては文系の知識も必要になります。特に、製品がトラブルを起こしたときなどは根本的な現象を理解しなければトラブルの原因が分かりません。トラブルの本質は何かを考えるためには教養部で学んだ学問を使い回せる能力が必要です。

**熊谷** 全く同感です。若い頃、カリフォルニア大学のバークレー校で研究生活を送っていた時に工学部の学生たちをすぐそばで見えていましたが、彼らは毎日、毎日、講義や演習、宿題やレポート、テストに予習と、本当に勉強が大変で、まさに勉強漬けの生活を送っていました。また、米国ではその頃から1つのことだけを勉強するのではなく、ダブルメジャー、場合によってはトリプルメ

ジャーが大事だといわれていました。一時、日本の企業からは大学や大学院を出てすぐに役に立つ人材を送り出してほしいという要望がありましたが、そのような学生は賞味期限が短いのではないかと思います。

**青木** 雇ってすぐに専門分野で能力を発揮してくれる学生など、期待していません。会社に入ったらまずガスタービンの技術を学んでから一部を担当し、その一部がちゃんとできるようにになったら次にもう少し大きな仕事を任せる、というように順番があります。ですから、専門性よりも、現象をきちんと理解できる能力の方が重要だと思います。

**熊谷** なるほど。大学にもいろいろな性格の大学があってもいいのですが、深い専門的基礎知識と、できるだけ幅広い教養、そして判断力、思考力を身に付けた人材の育成を目指すべきだと私も思いますね。最後に、これからの若い研究者や技術者に向けて、アドバイスをお願いします。

**青木** 決して自分の大学や日本に閉じこもらず、目を外に向けなさいということです。世界には優れた人やアイデアがたくさんあります。できれば、自分が憧れる研究者や技術者を持った方がいい。そうすれば、おのずと進む方向が決まってきます。アドバイスとすれば、それくらいですかね。

私は30歳の時に初めて欧州に出張し、帰途、ケンブリッジ大学のホイットル研究所(ジェットエンジンの空力研究で有名)を訪ねました。そこで、世界トップの研究者に会い、「世の中にこんなすごい人がいるのか」

とびっくりしました。そして、ケンブリッジ大学と協業することを決心しました。当時、三菱重工は自前主義で、海外の大学と交流するとは技術本部の研究者の風上にも置けないと随分批判されました。それでも、外に目を向け、ケンブリッジ大学やマサチューセッツ工科大学などと交流を続け、世界一のガスタービンを目指して技術開発をしてきました。世界トップの研究機関と積極的に協業したことが、三菱重工におけるガスタービンの技術開発が井の中の蛙にならなかった最大の理由です。現在、若い技術者も頻繁にこれらの研究機関の人たちと交流しています。

**熊谷** 最近私がよく言っていることと全く同じです。「自分がやっているテーマだけに閉じこもっていたのでは新しい発見や発展が望めない。いろいろな分野、他の世界にも興味や関心を持たなければ駄目だ」と言っています。発想の転換や新しいアイデアというのは、広くあちらこちらを見なければ生まれないので、簡単に言うなら「脇目を振って研究せよ」ということです。

**青木** なるほど。分かりやすい言葉です。

**熊谷** 青木さんのおっしゃることは同感することばかりでした。貴重なご意見をいただき、本当にありがとうございました。



ケンブリッジ大学ホイットル研究所のデントン所長を高砂研究所に招聘(しょうへい)した際、青木さんが実験棟で新設計のタービン翼を説明している様子。青木さんにとって、デントン所長は“技術者人生を決めた人であり、尊敬する友人”だといえます。



Hyogo EYE

科学研究の第一線を訪ねて

# 世界に先駆けて女王アリにおける 精子の長期貯蔵メカニズムを探る

甲南大学理工学部 講師 後藤 彩子さん

後藤彩子さんは、10年以上にわたりアリの生態を研究し、5年前からは常温で長期間精子を貯蔵できる、女王アリの体内の仕組みの解析に取り組んでいます。体内に蓄えられた精子の動きの分析と、生殖器官で活躍する遺伝子の分析の双方からアプローチするというもの。将来的に、さまざまな生き物における精子の長期貯蔵につなげるため、一步一步実験を進めています。

## なぜ女王アリには精子の長期貯蔵が必要なのか

アリは日本中どこにでも生息する身近な昆虫ですが、その体の仕組みについてはあまり知られていません。例えば、受精卵からメスが、未受精卵からはオスが生まれること。同じ遺伝的背景を持つメスの中で、幼虫期に栄養豊富な餌をどれだけ与えられたかなどにより、生殖器官を持つ女王アリになるか、持たない働きアリになるか運命が分かれることなどが挙げられます。また、解明されていない謎も多く、10年以上生きる女王アリがその生涯を終えるまで、体内に常温で精子を貯蔵できるメカニズムもその一つです。数日間であれば、交尾後のメスが体内に精子を貯蔵する生き物はいませんが、アリはその能力がずば抜けているといえます。

この女王アリにおける常温での精子の長期貯蔵メカニズムを研究することで、ゆくゆくはアリ以外の生き物、家畜の繁殖技術の向上や人間の不妊治療などの一助となることを目標としています。生物の精子は常温の場合、射精してから通常数時間で著しく劣化します。精子の人工的な保存方法としては冷凍が主流ですが、冷凍や解凍の際に細胞を傷つけたり、災害時など停電で維持できなくなるといふリスクを伴っており、新たな保存方法が求められているのです。

そもそも、なぜ女王アリにこのような能力が必要なのか、それは



実験材料として愛用するキロシリアゲアリのコロニー

アリの生き方そのものに関係しています。羽化して成虫となった女王アリは、その生涯においてたった一夜だけ、巣から飛び立ちオスと交尾をします。そし

て精子をもらい受けると羽根を落とし、地中に潜って卵を産み自分のコロニー(生活共同体)を築きます。種や環境によって時期は異なりますが、最初の数年は身の回りの世話をする働きアリをたくさんつくってコロニーを形成。環境が整うと、女王アリとオスもつくり始め、それは死ぬまで続きます。ですから自分のコロニーを維持し、遺伝子をたくさん残すには、精子をできるだけ多く、しかも長く貯蔵することが不可欠なのです。

ここまででは生態学の分野で、大学、大学院と6年かけてフィールドワークに取り組み研究してきました。ですが、アリの内部に迫ろうとすると、そこに遺伝子や細胞解析の知識、顕微鏡などの専門機器を扱う技術といった分子生物学や細胞生物学の知識が求められます。アリの研究者はほとんどが生態学の専門家のため、精子の長期貯蔵メカニズムの研究に挑戦した人は世界中を探してもいませんでした。それならやってみよう、さらに約3年を費やしてさまざまな研究機関で分子生物学の基礎を勉強。やっと研究のスタートラインに立てたのは、2011年のことでした。

## 蓄えられた精子の動きに着目

研究開始に当たり、まずは女王アリの体内で貯蔵されている精子の動きに着目しました。長期間保存するには、精子を休眠させて無駄なエネルギーを使わせないことが効果的なのではと考えたからです。オスからもらい受けた精子は、生殖器官の一部、袋状のかたちをしている受精囊<sup>のう</sup>に蓄えられます。卵巣で作られた卵を産み落とすと同時に、普段はきゅっと閉められている受精囊の入り口が開いて精子が外に出て、卵と精子が受精することでメスに、反対に、閉められた状態のまま卵を産むとオスになるという仕組みです。

実際に、受精囊の中を見てみると、精子は全く動いていません。さまざまな種類で試しましたが結果は同じでした。ところが、受精



囊から外に出した精子は動き出しました。交尾から3年たった個体でも同様です。研究前は他分野の研究者から「DNAを収蔵する核だけが機能し、精子自体は細胞として死んでしまっているのでは」とも言われましたが、実際には精子はしっかり細胞として機能する状態で貯蔵されていることが分かりました。

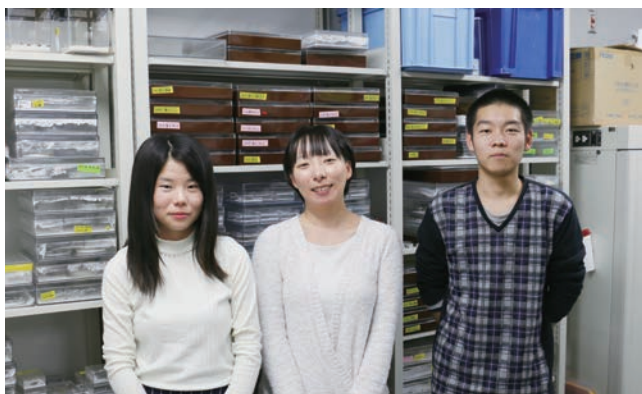
そして、受精囊の中に精子を不動化させる何かがあるのではというところに行き着き、内部の浸透圧やさまざまなイオン、精子のエネルギーとなっている糖や酸素濃度の数値はどうか、受精囊の内部はねばねばしているため、その粘着物質が物理的に動きを止めているのではないかと、多方面から候補を考えました。残念ながらまだ、該当する「何か」は見つかっていません。専門的な分析など他分野の研究者からの協力も得て、一つ一つ試してはこれも駄目、あれも駄目と可能性を探りながら現在も実験を繰り返しています。

### 受精囊だけで働いている遺伝子を発見

精子の動きを探る一方、受精囊で多く発現する遺伝子を見つけることも解明につながるのではないかと、2年ほど前から遺伝子に対するアプローチを始めました。具体的には、メスの体全体で働いている遺伝子と受精囊で働いている遺伝子を比べて、後者でより活発に働いている遺伝子を割り出しました。

結果として、活性酸素の働きを抑える遺伝子、受精囊の内部の糖やアミノ酸などの化学組成の制御に関わると考えられる遺伝子、粘性に関わる遺伝子などが、受精囊で活発に働いていました。また、受精囊だけに発現する遺伝子も現段階で12個見つかり、その中に他の生物では見られない遺伝子を発見しました。





今後は12個それぞれの遺伝子からつくったたんぱく質を精子と一緒に培養し、精子が長生きするかどうかの実験を進めていきます。それが成功したら、次はアリ以外の生き物、例えばマウスなどでも試し、最終的には他のあらゆる生き物での実証につなげていきたいと考えています。



研究室では3万匹以上の女王アリを飼育。その飼育女王アリ数は世界一を誇る。「学生たちにはそれぞれ好きなテーマで研究してもらっています」と後藤さん

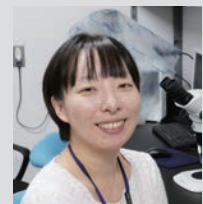
## 後藤さんの

### 女王アリ採集日の タイムスケジュール

- 8:00  
起床 
- 8:45  
研究室に到着。講義の準備
- 9:00～  
昼まで講義し、昼食 
- 13:00～  
研究室で実験や学生の指導、翌日以降の講義の準備など。2時間おきに天気予報をチェックするのは、女王アリの結婚飛行は種によって異なるものの、5月、9月の蒸し暑く雨が降った日の翌晩またはにわか雨が降った日の夜に行われることが多いためだそう 
- 19:00  
屋外でアリの飛行が確認できたら、自転車で近隣のコンビニやクリーニング店など明るくてアリがよく集まる施設に採集へ
- 20:00～  
研究室に戻り、交尾直後の個体の解剖実験
- 23:00～  
再び外に出て、翌朝までアリを採集 

### 後藤 彩子 (ごとう・あやこ)

2002年東京都立大学理学部卒業後、東京大学大学院で生物科学を専攻し修士課程を修了。愛媛大学大学院で生物環境保全学を専攻し博士号を取得。自然科学研究機構基礎生物学研究所の特別協力研究員、同生理学研究所の専門研究職員、日本学術振興会の特別研究員を経て14年から甲南大学理工学部の講師に。研究の傍ら、豊富な知識と経験を生かし教壇に立っている。15年にひょうご科学技術協会から本研究で学術研究助成を受ける。



## メッセージ

学生時代は興味のある科目だけでなく、全ての授業をしっかり聞いて何でも吸収してください。私自身、この研究では、生態学と分子生物学、時には他分野の知識も含めさまざまな勉強で得た知識をパズルのように組み合わせて問題の解明に当たっています。いろいろな視点から物事を見ることは研究だけにとどまらず、世界が広がり、人生も豊かになると思います。

また、今後やりたいことをやるには周囲の協力が欠かせません。協力して下さる方と気持ちよく仕事ができるように、学生のうちにマナーや社会常識をしっかり身に付けておくことが必要だと思います。

# 自然科学分野の研究活動を支援 -2016(平成28)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。

2016年度は、15年9月1日から10月15日まで研究計画を公募し、応募のあった研究について当協会に設置する専門委員会で審査し、助成者を決定しました。

16年5月24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：生活と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  
(上限助成額100万円/件 助成件数35件 応募件数183件)

(敬称略、系ごと50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
電気・電子情報系	さかもと たくや 阪本 卓也	兵庫県立大学大学院 工学研究科 准教授 [電波工学]	超広帯域アレイレーダによる特定個人の呼吸・心拍の選択的遠隔測定技術の開発 複数人が存在する環境でレーダ測定を行うと全員の運動・呼吸・心拍により生じるドップラー成分が重畳して受信される。本研究では適応的アレイ処理と生体信号抽出技術の併用により特定個人からの信号を選択抽出し、遠隔での呼吸・心拍測定を実現する。
	なかむら たつや 中村 龍哉	兵庫県立大学大学院 教授 [固体物理学・電気電子物性]	遷移金属イオンの電解液への溶解を抑制することによるリチウムイオン二次電池の長寿命化 持続可能社会を実現するためには、再生可能エネルギーをうまく使うことが最大の課題で、最も効果のあるものが蓄電池である。エネルギー密度、出力密度がともに高いリチウムイオン二次電池の高温動作における電池劣化の要因を解決し、この電池の長寿命化を狙うものである。
医学・薬学・看護系	いけだ こうじ 池田 宏二	神戸薬科大学 准教授 [血管生物学・肥満・メタボリック症候群]	血管内皮-成熟脂肪細胞ネットワークによる脂肪組織恒常性維持機構の解明 肥満・メタボリック症候群は世界的に増加の一途をたどっている。本研究では未知の血管内皮-成熟脂肪細胞ネットワークの存在と概要を明らかにし、脂肪細胞機能調節の新しい分子機構を解明するとともに、肥満・メタボリック症候群に対する新しい治療法の開発を目指す。
	えのもと ひらゆき 榎本 平之	兵庫医科大学 内科学 肝・胆・膵科 准教授 [消化器内科学]	肝癌由来増殖因子のエピゲノミック制御による新規肝癌治療法の開発 我々は新規増殖因子Hepatoma-derived growth factor (HDGF)を発見し、それが肝癌細胞に対する増殖促進因子として作用することを示してきた。本研究ではエピゲノミック視点からHDGFの制御機構や肝癌増殖への作用を明らかにし、新たな肝癌の治療法開発への貢献を目指したい。
	すぎもと くにしき 杉本 邦久	公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 研究員 [X線結晶学、放射光科学]	放射光を用いたX線精密構造解析による医薬品共結晶体の物性予測制御法の研究 共結晶体構築による医薬品は、主となる効能を発揮する分子構造を変更することなく、組み合わせる分子を最適化することにより物性を制御できる利点がある。本研究では、精密なX線構造解析を基盤とした共結晶医薬品の物性を予測制御する方法論を確立する。
	とう りん 鄧 琳	神戸大学大学院 医学研究科 助教 [感染制御学]	C型肝炎ウイルスによる糖代謝異常の分子機構の解明 C型肝炎ウイルス(HCV)は慢性肝炎、肝硬変、肝臓癌等を引き起こすのみならず、2型糖尿病発症と密接な関連があることが臨床的に知られているが、その詳細な分子機構は不明な点が多い。本研究では、HCV感染による糖代謝異常誘導機構を解明することを目的とする。
	とみやま ゆみ 通山 由美	姫路獨協大学 薬学部 教授 [生化学・免疫学]	好中球のNETosisを契機とする血栓誘導の分子メカニズムの解明 好中球独自の細胞死であるNETosisは、好中球が抗菌網と化して死ぬことで感染拡大を防止する免疫システムであるが、一方で血小板や血液凝固シグナルを活性化して血栓を誘導する。その分子機構の解明は血栓性疾患の新規治療法の開発に貢献する。
	はせがわ たくみ 長谷川 巧実	神戸大学大学院 医学研究科 助教 [口腔外科学]	Stemness factor 抑制による新規口腔癌治療法 近年、癌の進行・転移には癌幹細胞やそれに関連した幹細胞関連因子が影響していることが示されている。本研究では、正常組織と癌組織の幹細胞関連因子を比較し、さらに、その経路を抑制できる新規口腔癌治療法の開発を目的とする。
	ふなこし あきこ 船越 明子	兵庫県立大学 看護学部 准教授 [精神看護学]	児童・思春期精神科病棟における看護実践能力コンピテンシーモデルの開発 精神疾患を抱える子どもの治療に携わる看護師には、高い看護実践能力が求められる。本研究は、児童・思春期精神科病棟に勤務する看護師の看護実践能力に関連したコンピテンシーとその評価基準を明らかにし、クリニカルラダーと統合したコンピテンシーモデルを開発する。
	ほし なみこ 星 奈美子	神戸大学大学院 医学研究科 助教 [消化器病学、免疫学]	プロトンポンプインヒビターによる細菌性腸炎感染リスクへの影響とその機序の検討 プロトンポンプ阻害薬(PPI)は胃酸分泌抑制剤で、胃潰瘍治療等で頻用される薬剤である。しかし、胃酸は経口侵入した病原菌の殺菌作用を持っており、PPIは感染リスクを増加させる可能性がある。本研究では、PPIによる感染性腸炎の発症リスクへの影響について検討する。
	ますだ しげお 増田 茂夫	大阪大学大学院 医学系研究科 特任准教授 [再生医学]	iPS細胞を用いた臨床応用における癌化予防～分子標的療法の開発～ ヒトiPS細胞を臨床応用するに際し、いかに癌化を予防し安全性を担保するかが喫緊の課題である。本研究では分子標的薬剤を用いることによって、残存した未分化細胞を試験管内で選択的に除去することを目指す。
	みやた まさのり 宮田 将徳	関西学院大学 理工学部 助教 [薬学・生化学]	慢性閉塞性肺疾患の治療薬 PDE4 阻害剤に対する薬剤耐性獲得機構の解明 慢性閉塞性肺疾患(COPD)は2030年には世界死因の第3位になると予測されている。本研究ではCOPD治療薬の薬剤耐性に関与するタンパク質およびそれによって発現調節される遺伝子群の解析を行い、新規COPD治療戦略の開発を目的とする。
むらた ようじ 村田 陽二	神戸大学大学院 医学研究科 准教授 [生化学・分子生物学]	腸内細菌-腸上皮細胞間による腸管免疫制御機構の解析 腸管免疫の破綻は炎症性腸疾患の発症と密接に関連しており、最近の研究から、腸上皮細胞がその制御に重要な役割を果たすことが明らかとなりつつある。本研究では、腸上皮細胞と腸内細菌との相関に着目し、腸上皮細胞による腸管免疫制御機構の解明を目指す。	
農学・生物学系 生理心理学系	おおぐろ あみ 大黒 亜美	関西学院大学 理工学部 助教 [ストレス応答制御学]	脂肪酸代謝酵素sEHの癌や糖尿病における機能解析とその発現解析 アラキドン酸やDHAをはじめとする不飽和脂肪酸の生理機能が注目されているが、その作用機序は明らかでない。本研究ではこれら脂肪酸の代謝産物とそれに関与する酵素に着目し、癌や糖尿病における機能を明らかにする。

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
農学・生物生命理学系	おおにし 大西 美輪	神戸大学 先端融合研究環 特命助教 [植物生理学]	セントポーリア葉組織を用いた植物の温度感受機構の解明
			イワタバコ科のセントポーリアは、葉に冷水が掛かると褐色に変色することが知られている。この傷害は、急激な温度降下で引き起こされる。セントポーリアのユニークな温度感受性を解析し、未だ明らかでない植物の温度感受機構の解明を目指す。
	さがわ 佐川 貴志	国立研究開発法人 情報通信研究機構 研究員 [生物物理学]	進化分子工学的手法によるバクテリアバイオセンサーの機能改変
			近年、線虫を使ったガン診断用のセンサーのような、微生物自体を化学物質の検出器として用いるセンサーが注目されている。大腸菌の遺伝子を改変することにより、さまざまな化学物質に反応することができる微生物センサーの実現を目指す。
	さねやす 實安 隆興	神戸大学大学院 農学研究科 助教 [栄養生理・生化学]	筋管細胞におけるMRTFの役割に関する研究
			Myocardin-related transcription factor (MRTF)は筋管細胞の形成過程において重要な役割を果たしているが、形成後の役割はほとんど明らかにされていない。本研究では、その一端を明らかにすることを目的に行う。
	たかすか 高須賀 圭三	神戸大学大学院 農学研究科 研究員 [生態学]	寄生バチのクモ網操作系を用いたオミクス解析による分子機構と糸遺伝子の探索
			クモの寄生バチには、クモの造網行動を操作するという極めて高度な能力が進化しており、近年注目を集めているが、その分子機構は全く分かっていない。本研究ではオミクス解析を駆使し、ハチとクモの両面から操作に係る発現動態を探り、クモ網操作の分子機構の解明を試みる。
にしかわ 西川 幸志	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 助教 [結晶構造解析・構造生物学]	新規酸素安定性ヒドロゲナーゼの構造化学	
		ヒドロゲナーゼは、白金等の高価な金属を必要とせず、高い効率で水素の合成・分解を触媒する酵素である。本研究では、新規酸素安定性ヒドロゲナーゼの構造解析を通して、本酵素の有する酸素耐性機構を明らかにすることを目的とする。	
まえかわ 前川 昌平	神戸大学大学院 理学研究科 教授 [神経細胞生物学]	神経細胞の膜脂質動態と膜タンパク質機能の解析	
		動物細胞の細胞膜内の微小領域(ラフト)は細胞の情報伝達において重要な機能を担っている。本研究は神経細胞膜のラフトでの膜脂質の動態と膜タンパク質との機能関連を解析することで、ラフトが担う神経細胞機能を解明することを目指している。	
まちだ 町田 幸大	兵庫県立大学大学院 工学研究科 助教 [タンパク質工学]	ヒト翻訳関連因子と人工細胞を利用したタンパク質凝集スクリーニング系の開発	
		近年、疾患原因タンパク質の凝集機構の解明と凝集抑制因子の探索は効果的な予防法や治療法の開発につながるかと期待されている。そこで本研究では、ヒトの翻訳関連因子で構築した無細胞タンパク質合成系を利用し、タンパク質凝集スクリーニング系の開発を目指す。	
よしひさ 吉久 徹	兵庫県立大学大学院 生命理学研究科 教授 [分子生物学・細胞生物学]	出芽酵母を用いたtRNA機能におけるイントロンの生理的意義の解析	
		tRNA遺伝子の一部はイントロンを持つが、その生理的意義は不明である。我々は、tRNA種ごとに全重複遺伝子からイントロンを除いた酵母株群を作出した。本計画では、イントロン欠失のtRNA量や細胞内分布、翻訳への影響を検討し、その生理的意義に迫る。	
もとい 元井 直樹	神戸大学大学院 海事科学研究科 准教授 [制御工学・ロボット工学]	視覚情報と力覚情報に基づく移動ロボットの遠隔制御技術に関する研究	
		災害現場等において遠隔操作型の移動ロボットによる周囲環境情報の収集を行うためには、高い操作性が必要となる。そこで本研究では、人間の「五感」、その中でも特に、視覚情報と力覚情報に基づく直感的かつ操作性の高い遠隔制御技術の開発を目指す。	
機械建設系	いなもと 稲本 浄文	武庫川女子大学 薬学部 准教授 [有機合成化学・有機金属化学]	遷移金属触媒による炭素-水素結合活性化を基盤とした革新的分子構築法の開発
			遷移金属を触媒として用いることで、化学的に不活性な炭素-水素結合を種々の官能基へ変換することが可能である。本手法を利用して、医薬品や機能性分子の母核として広く存在する「複素環化合物」の革新的・効率的構築法を広範に開拓する。
	いらい 乾 徳夫	兵庫県立大学大学院 工学研究科 准教授 [量子物理学]	ピコグラム分解能を有する単一ナノ粒子の質量計測
			物体の質量はサイズが小さくなると急激に小さくなり測定が困難になる。例えば、直径1マイクロメートルの金球はおよそ10ピコグラム(千億分の1グラム)である。このような微粒子1個の質量を1兆分の1グラムの分解能で測定できる技術を開発する。
	おざわ 小澤 芳樹	兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 准教授 [無機化学・結晶化学]	柔軟な金属コアを持つ多核錯体におけるフォルミネセンス圧力応答
			フォルミネセンスを示し分子内部に柔軟な構造を持つ多核錯体の、固体状態での外場刺激に対する応答、特に圧力下での結晶構造と発光挙動の相関を定量的に明らかにし、発光特性の制御可能な分子設計に基づく機能性物質の開発を目的とする。
	かのう 加納 伸也	神戸大学大学院 工学研究科 助教 [ナノ電子素子]	自己組織化プロセスに有用なシリコンナノ結晶の機能開発
			サイズ制御されたSiナノ結晶に機能性有機分子を付加することで、自己組織化プロセスで有用なナノ材料を創出する。アミノ基、カルボキシル基、π共役基を有する有機分子で修飾したSiナノ結晶は、電子素子やバイオイメージングへの利用が期待される。
どい 土居 久志	国立研究開発法人理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター チームリーダー [有機化学、PET化学、創薬化学]	膵臓やがん組織の選択的イメージングに向けたジペプチドPETプローブの開発	
		本研究では、膵臓ならびに癌の選択的PETイメージングの実現を目指して、ペプチドトランスポーターに着目した新規ジペプチド化合物を設計し、独自の高速C-[11C]メチル化法を用いて、その11C-標識PET分子プローブの開発を行う。	
ふくい 福井 宏之	兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 助教 [高圧物質科学]	新しいX線イメージング法による酸化ゲルマニウムガラスの圧縮挙動の解明	
		酸化ゲルマニウムガラスの局所構造は加圧により変化する。しかしながら、そのときバルク体積がどのように変化するかは明らかではない。高圧3次元X線イメージング法によりガラスの体積変化を測定し、バルク体積と局所構造の変化の関連性を明らかにする。	
まつばら 松原 孝典	産業技術短期大学 機械工学科 助教 [染色化学・染料化学]	天然由来物質の色素形成反応を利用した繊維の染色機能加工法の開発	
		天然由来物質を用いた生体や地球環境への負荷の小さい天然繊維の染色機能加工法の開発を目指す。カテキン類などの天然由来のカテコール化合物が自然界から受ける色素形成反応を染色に活用する。本研究が進展すると、持続可能な社会への貢献や繊維産業の振興につながる。	
まるやま 丸山 達生	神戸大学大学院 工学研究科 准教授 [界面化学]	次世代二次電池用電解質のための超分子イオン液体ゲルの開発	
		本研究では、電池実用上の大きな問題となっている電解質溶液の液漏れ・爆発性を、イオン液体超分子ゲルにより防止し、超分子ゲル化剤を用い、金属イオンの溶解性・運動性、および高い導電性を維持したまま固体電解質化することを目指す。	
もちだ 持田 智行	神戸大学大学院 理学研究科 教授 [物性化学]	可逆応答性を有する光硬化性液体の開発と反応性の評価	
		光硬化性樹脂は、産業用途の上でも有用な物質である。本課題では、金属を含む分子を素材として、新しいタイプの光硬化性液体を開発する。本系では、光照射によって配位高分子が形成されるため、この原理は、光で機能性固体を作る新たな方法論となる。	
物理・環境基礎・学際系	こぶね 小舟 正文	兵庫県立大学大学院 工学研究科 教授 [無機化学・機能材料]	非鉛圧電体の高性能化と理想的ドメイン構造解明に関する研究
			環境配慮型高性能な非鉛圧電体が強く求められているが、現状ではまだ鉛系を凌駕する性能は実現されていない。本研究では、リン酸錯体水溶液法によりナノ粒子を合成し、低温焼結して得られるニオブ酸アルカリ系固体の電気物性と放射光分析を行い、理想的ドメイン構造を解明する。
	さかい 坂井 徹	兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 教授 [計算物理学・物性理論]	スピリノチューブの新しいカイラリティ誘起超伝導の理論的・計算科学的研究
スピリノチューブと呼ばれる磁性を持つナノチューブが合成され、将来の多機能材料への応用を目指して基礎研究が進められている。本研究では、大規模数値解析により、新しい超伝導機構の起源と期待される量子スピリノ液体現象が起きる可能性を探索する。			
たなか 田中 義人	兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 教授 [放射光科学・光物性]	X線励起による過渡的物性変化の分光学的研究	
		高輝度放射光X線を用いた物性計測では、強力なパルスX線を照射するため、X線自身の影響を受けた物性を観ている可能性がある。そこで過渡吸収分光法により、X線パルス励起による物性変化を調べ、X線計測結果への影響や、新物性発現の可能性を追究する。	

# チームで高みを目指す楽しさ ロボコンに懸ける青春に悔いなし

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校に参加費用を助成しています。神戸市立工業高等専門学校と国立明石工業高等専門学校からそれぞれ2チーム、計4チームが助成金を活用してロボット製作に取り組み、コンテストに参加しました。2016年度の大会で全国ベスト4という好成績を残した国立明石工業高等専門学校のBチーム「あさごん」のリーダー、藤本恭子さんを紹介します。



国立明石工業高等専門学校  
電気情報工学科3年 藤本 恭子さん



2016年11月20日に開かれた高専ロボコン全国大会の様子

## ● チーム競技であるロボコンに興味

学内にある20畳ほどのプレハブハウスが、藤本さんが所属するロボット工学研究部の部室兼製作場です。床には作りかけのロボットや部品などが置いてあり、30人以上いるという部員が一度には入れない、決して十分とはいえない環境です。

「ロボットの組み立てや実戦練習は体育館でやります。ただ、体育館を使っている運動部の練習が終わってからなので、18時45分以降になります」と藤本さん。それまではロボットの整備をしたり、会議を開いて進捗状況を報告し合ったり。体育館での練習が終わるのは21時20分だそうです。「部の活動は普段は週5日で、8月以降は10月の大会まで休みなしです。毎日遅くまで大変だね、とよく言われますが楽しいので全然苦ではありません」と笑顔を見せます。

プログラミングがやりたくて電気情報工学科に進んだという藤本さんが高専ロボコンのことを知ったのは入学する少し前。学校説明会で、同部が行うミニロボコンのチラシをもらった時でした。「面白そう」と思い、春休み中にロボットを製作して参加、そのまま入部しました。

「プログラミングは一人で黙々とやる作業なので、チームで取り組むロボコンに興味を湧いたんです」

同部では、4月、ロボコンのチームリーダー2人をまず選出。この時、藤本さんは自ら立候補しました。

「普通は部員みんなでリーダーを決めるのですが、どうせやるならリーダーという立場で頑張りたいと思って。中学の時も生徒会長をやっていました。もともと先頭に立つのが好きなんです」

選出されたリーダー2人でチームの核となるメンバーを決め、チームごとに目標を設定。部員は目標を見て、どちらのチームに入るかを決めました。そこからは2チームに分かれ、夏休みに入るまでに設計を済ま

せ、9月中旬には組み立てを完了。以降は改良しながら運転練習を繰り返し、10月の関西地区大会に備えました。2016年度のルールではとりにてブロックを高く積んだ方が勝ち。Bチームのロボット「あさごん」の特徴は、ブロックを積み上げる際、いったん積んであるブロックを持ち上げ、一番下に新しいブロックを置き、その上にまた重ねるという方法を採用すること。安定性抜群で、本番でもその力を発揮。全国大会でベスト4という結果を残しました。

「全国優勝を目標にしていたので、ものすごく悔しいですが、みんなで一つになって頑張れたことは良かったです」

## ● 皆がやりがいを持って楽しめるように

チームリーダーとして気に掛けたのは「みんながやりがいを持って楽しんでいるかどうか」。作業や練習の間は明るい雰囲気をつくるように心掛けました。「実際、本当に楽しかった」と藤本さん。ロボコンの審査員に「声を掛け合ってチームワークが大変良かった」と言ってもらえたのが何よりうれしかったと話します。

実は藤本さんは陸上部と兼部しており、16年8月に行われた「第51回全国高等専門学校体育大会」の女子砲丸投げで優勝しました。「夏の大会までは週に3日陸上部で、残り3日をロボットに充てていました。どちらの部も私が兼部していることを理解し助けてくれます」。ロボット作りで煮詰まった時など、砲丸を投げるとストレスを発散できるそうです。

「ロボコンも陸上もどちらもあきらめたくない」と藤本さん。どこまでも前向きなリケジョの視線は、もう次の大会に向かっていきます。



全国高等専門学校体育大会の女子砲丸投げで優勝

# 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生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、研究費用の一部を助成しています。

2016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)セルリサーチ、関西学院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

企業	事業名
さくらい工業(株)	極低温機器に用いる異材パイプ用摩擦撹拌接合加工技術の開発
佐藤精機(株)	チタン-アルミニウム超難削材の精密切削加工技術の開発
サワダ精密(株)	ニッケル基超耐熱鋼(インコネル718)を用いたタービンプレードの量産化事業
(株)セルリサーチ	特定波長光照射による革新的な生物付着制御システムの開発
播州調味料(株)	アミノ酸液色素成分が有する機能性を活用した商品開発

### ● 企業・大学院連携研究事業

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
関西学院大学	酢酸菌培養技術を改良した機能性食酢の開発、①藤原 伸介(理工学部生命科学科、教授)、②東久保 遥(生命科学専攻、博士前期課程1年)、③加藤 彩織(生命科学専攻、博士前期課程1年)、④マルカン酢(株)
甲南大学	機能性表面創製のための高分子設計と特性解析、①渡邊 順司(理工学部機能分子化学科、教授)、②梶井 弘樹(自然科学研究科化学専攻、修士2年)、③多木化学(株) 生体分子を用いた炭酸カルシウムのミネラル化のナノ制御、①臼井 健二(フロンティアサイエンス学部生命化学科、准教授)、②尾崎 誠(フロンティアサイエンス研究科生命化学専攻、修士2年)、③ミナト医科学(株)
神戸大学	免疫賦活物質のスクリーニングとマクロファージ活性化メカニズムの解析、①西方 敬人(フロンティアサイエンス学部生命化学科、教授)、②角谷 祐(フロンティアサイエンス研究科生命化学専攻、修士2年)、③株ビオスタ 曲面を用いた光のコントロール手法とその評価に関する研究、①鈴木 広隆(大学院工学研究科 建築学専攻、准教授)、②吉田 綾香(建築学専攻、2年)、③浅田 卓馬(建築学専攻、1年)、④前村 拓哉(建築学専攻、1年)、⑤エステック(株)
兵庫医療大学	海水中のワイヤレス給電システム、①三島 智和(大学院海事科学研究科 マリンエンジニアリング講座、准教授)、②森田 栄太郎(海事科学専攻、2年)、③田畑 洋一郎(海事科学専攻、1年)、④(有)アール・シー・エス 膵臓がんの転移・再発防止に向けた前臨床研究、①堀 裕一(大学院保健学研究科 病態解析学、教授)、②西山 悟史(保健学研究科、保健学専攻2年)、③(株)カン研究所
兵庫県立大学	インスリン注入器用補助器具の形状およびサイズの個別化と使用性の関連性に関する検討、①天野 学(薬学部医療薬学科、教授)、②田中 里佳(医療薬学専攻、1年次)、③(株)阪神調剤薬局 タンパク吸着を抑制する新規ポリマーの開発、①遊佐 真一(大学院工学研究科 応用化学専攻、准教授)、②中畑 利奈(応用化学専攻、博士前期課程1年)、③大和薬品(株) ガラスクラスターイオンビーム(GCIB)の表面活性化接合(SAB)への応用、①豊田 紀章(大学院工学研究科 電子情報工学専攻、准教授)、②佐々木 智也(電子情報工学専攻、博士前期課程2年)、③アユミ工業(株) チタン合金のエンドミル加工における高圧クーラント供給による工具摩耗抑制効果、①奥田 孝一(大学院工学研究科 機械工学専攻、教授)、②竹上 学(機械工学専攻、博士前期課程1年)、③(株)ぎしる 超硬合金都市鉱山からのレアメタルの資源循環法の開発および回収資源による新規白金代替触媒材料の創成、①森下 政夫(大学院工学研究科 化学工学専攻、教授)、②坂本 史明(化学工学専攻、博士前期課程1年)、③サンアロイ工業(株) 水素社会に向けた高精度低電力駆動水素分子認識技術の研究開発、①本多 信一(大学院工学研究科 電気物性工学専攻、教授)、②加藤 雅基(電気物性工学、博士前期課程1年)、③(株)ステップワン マイクロショットピーニングによる耐熱合金の表面硬化技術の開発、①原田 泰典(大学院工学研究科 機械工学専攻、教授)、②佐伯 優斗(機械工学専攻、博士前期課程2年)、③ハマックス(株)

## 特定波長光照射による革新的な生物付着制御システムの開発

株式会社セシルリサーチ 取締役社長  
山下 桂司さん



# 藍色LEDの光を使って 海洋生物の付着を制御する仕組みを確立

### Q 開発に至った経緯は

火力発電所ではボイラーで水を沸かし、その高温高压の蒸気でタービンを回して発電、その後、蒸気は冷却されて水になり、再びボイラーへ送られるということを繰り返しています。冷却には大量の水が必要で、一般的に海水を使いますが、海から海水を取り込む管にフジツボ類やイガイ類が大量付着することで通りが悪くなり、管の腐食や冷却効率の低下などの問題がありました。

現在は、塩素などの薬剤を注入したり管の内側に防汚塗装をしたりして対策していますが、費用がかかる上、海洋環境保全の面から使用規制の動きが強まりつつあります。また、2mm以上に成長すると取り除きにくくなることから、幼生のうちに対処できる方法を含め、薬剤を使わない新たな生物付着制御システムの開発に着手しました。

### Q 研究過程で何が分かりましたか

付着生物の調査・研究を手掛ける当社では、以前に幼生の繁殖状況を調べる検出キットの研究・開発過程で、フジツボ類の幼生に、ある波長の光を照射すると特異的に光ることを発見しました。その特性から、光が幼生の付着に何らかの作用があると発想し、室内で幼生を飼育して照射試験をしたところ、ある波長の藍色LEDの光に対してフジツボは付着を避け、ムラサキイガイは閉殻反応を示しました。この結果から、付着してほしくない場所に照射すれば、生物の付着が抑えられると考えたのです。

### Q どのような優位性がありますか

これまでに紫外線の照射による付着制御技術の研究例がありますが、水中における透過性が劣り、他の生物への影響も大きい実用化には至りませんでした。今回見つけた波長400～440nmのLED光は水中での透過性が比較的高く、いろいろ

な場所に設置できる上、ランニングコストが極めて低いのが特長です。また、閉殻したまま管を流れたムラサキイガイが、照射場所を過ぎて数分後に元の状態に戻ることから、安全性も確認されています。

### Q 助成金の用途は

照射実験では400～440nmの間で波長を変えて調べましたが、一番効果が高い波長の光には紫外線が約1%含まれ、照射基材の劣化の大きな要因になる可能性があります。そこで、基材にもほとんど影響がなく、かつ付着抑制効果も高い波長を見つけようと、助成金は照射試験装置の製作費用に充てました。現在、水深2mの海中で試験しており、得られた結果を基に実用化に向けて研究を進めていきます。



一番効果が高い藍色LEDの光を放つ照射試験装置

### Q 今後の展開について教えてください

装置の主な販売先として、国内外の火力発電所や自家発電所、水産養殖施設など付着被害を受けている海洋産業の設備機器メーカーを見込んでいます。環境影響への関心から需要はますます増えると考え、引き続き光と生物との作用を調べて、対応できる種類も増やしていきたいです。

また、繁殖状況を検知する検出キットと組み合わせて使えば繁殖時期だけの照射で済みます。今後は繁殖状況の調査から照射時期や場所の提案まで手掛ける総合エンジニアリング事業として伸ばしていきたいと思っています。

### 株式会社セシルリサーチ

姫路市白浜町甲770  
TEL 079(245)3037 FAX 079(245)3038  
<http://www.sessile-research.com/>



企業・大学院連携研究事業

## 酢酸菌培養技術を改良した機能性食酢の開発

関西学院大学理工学部生命科学専攻 博士前期課程1年  
加藤 彩織さん(左) 東久保 遥さん



# 微生物の未知なる力を追究し 人々に役立つ物質の高生産を目指す

## Q 研究の概要は

酢を造るのに必要な酢酸菌に対して、従来の遺伝子操作技術とは違う、遺伝子を“つぶす”という手法を使うことでさまざまな働きを持った酢を開発しようと、2012年からマルカン酢株式会社と共同研究を進めています。これまでに、酢酸菌から特定の遺伝子を抜き取り、代謝を変えることで、飛翔昆虫を誘引する効果があるポリアミンを多く含んだ『匂う酢』や、BCAAを多く含んだダイエット酢の開発に成功しています。

## Q 研究内容とこれまでの成果は

**加藤** ポリアミンの働きを調べています。酢や納豆などの醗酵食品に含まれていますが、その働きはいまだに解明されていません。そこで、マルカン酢からいろんな酢のサンプルをもらい、米を酢に変えるこうじ菌、糖を酒に変える酵母、酒を酢に変える酢酸菌のうち、どれがポリアミンの生産に関わっているかを調べたところ、こうじ菌と酵母の働きによってより蓄積することが分かりました。次に醗酵方法との関わりを調べると、現在主流の空気を送り込んで醗酵を促進させる方法よりも、長期間じっくりじわじわと醗酵させる昔ながらのやり方の方が多く含まれることが判明しました。

**東久保** 新たな遺伝子操作技術の研究を進めています。これまでは遺伝子を抜き取ってつぶすという手法を用いてき

ました。一連の作業でDNAを加工しますが、通常、加工に用いる制限酵素や連結酵素を使わないユニークな技術を取り入れたところ、驚異的に効率が良くなりました。現在は技術の安定化に力を入れています。

## Q 研究の面白さや苦労話などはありますか

**加藤** 酢の製造では、醗酵方法に合わせて数種類の酢酸菌が用いられています。同じようにこうじ菌や酵母にもいろいろな種類があるので、3つの菌とポリアミンとの関係を調べたときは、組み合わせのパターンが非常に多く、苦労しました。

**東久保** 加える遺伝子作りに半年かかってしまい、菌に戻す作業も含め、スピードアップに苦労しました。思うように進まなかったとき、異分野の講演会で聞いた手法を取り入れたところ飛躍的に早くなり、研究室のメンバーと声を上げて驚きました。普段からいろんな情報にアンテナを張っておくことも大切だと実感しました。

## Q 今後の目標や卒業後について教えてください

**加藤** 近年、ポリアミンには寿命促進や炎症抑制の効果があると報告されており、高齢社会において着目すべき物質といえます。引き続きこうじ菌、酵母の働きを研究し、卒業後はポリアミンのような優れた機能を持つ物質をたくさん生産できるシステムづくりや微生物の育種に関わる仕事に就きたいです。

**東久保** 現在、私たちが培養できる微生物は、自然界に存在するうちの1%にも満たないといわれています。微生物には未知の部分が多く、まだまだ開拓できる将来性の高い分野です。卒業後は、進めている培養技術を使って人々に役立つ物質を多く生産し、例えばダイエット酢を使ったドレッシングを開発するなど、製品化まで携わりたいと思っています。

2人には研究に必要な熱意と粘り強さがあります。企業や研究員との関わりを通じて社会のニーズが見えてくることもあるので、多くの経験と実践を積んでもらいたいです。



関西学院大学理工学部生命科学科 教授  
藤原 伸介さん

指導教官の声

国際フロンティア産業メッセ2016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神戸から発信

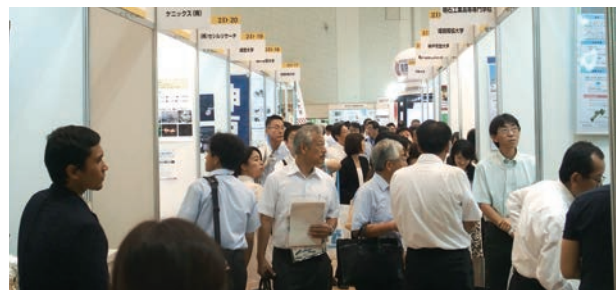
兵庫経済をけん引する新産業の創出を推進するとともに、兵庫を中心とした国際的な技術・ビジネス交流の基盤形成を一層加速させるため、国内外の企業・研究機関が一堂に会する国際総合見本市として「国際フロンティア産業メッセ2016」が開催されました。

今年のテーマ「次世代を創生する技術の結集」に、過去最多の481企業・団体が参加。幅広い分野のオンリーワン企業による新技術・新商品の展示に加え、産学官連携による研究成果・開発技術の紹介を通じて、兵庫・神戸の技術力を発信しました。また、今回は2016年9月に開催されたG7神戸保健大臣会合に合わせ、「ひょうごKOBEMED 医療健康フェア」も開催されました。

ひょうご科学技術協会は、「国際フロンティア産業メッセ2016」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ました。



開会式



ひょうご科学技術協会ブース グループ出展

開催概要

日 時：2016年9月8日・9日 10:00～17:00  
場 所：神戸国際展示場1号館・2号館・3号館  
全体出展規模：481企業・団体 540小間(同時開催事業含む)  
来 場 者 数：2万9,875人

### グループ出展団体

#### ◎グループ出展した企業

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| ①(株)イトデンエンジニアリング<br>(姫路市) | ⑩龍野コルク工業(株)(たつの市)     |
| ②(株)井上鉄工所(姫路市)            | ⑪(株)帝国電機製作所<br>(たつの市) |
| ③(株)イノベーション・アイ<br>(姫路市)   | ⑫(株)テクノツリー(明石市)       |
| ④(株)クマガワ(姫路市)             | ⑬西日本衛材(株)(たつの市)       |
| ⑤ケニックス(株)(姫路市)            | ⑭(株)日伸電工(たつの市)        |
| ⑥佐藤精機(株)(姫路市)             | ⑮パイオニア精工(株)(姫路市)      |
| ⑦(株)三光システム(姫路市)           | ⑯(株)ブレイン(西脇市)         |
| ⑧三相電機(株)(姫路市)             | ⑰(株)ユメックス(姫路市)        |
| ⑨(株)セシルリサーチ(姫路市)          |                       |

#### ◎グループ出展した 大学・高専

- ①関西学院大学
- ②甲南大学
- ③神戸学院大学
- ④神戸芸術工科大学
- ⑤神戸大学
- ⑥神戸常盤大学
- ⑦姫路大学
- ⑧姫路獨協大学
- ⑨兵庫県立大学
- ⑩国立明石工業高等専門学校
- ⑪神戸市立工業高等専門学校

グループ出展企業訪問 →

## 佐藤精機株式会社

姫路市余部区下余部240-6  
TEL 079(274)1047 FAX 079(273)6964 <http://www.ssc-e.co.jp/>

代表取締役社長 佐藤 慎介さん

# 超難削材の精密加工技術

## 厳しい精度要求に応える

### 他社がやらない仕事をやる

削るのが非常に難しいとされる素材、例えばインコネルの切削研磨でミクロンレベルの精度を実現するなど、同社の精密加工技術は全国でも最高水準を誇ります。「他社がやりたがらない仕事を引き受けるのが信条」と佐藤慎介社長。取引企業からのオーダーは「1個だけ」「今回限り」「超特急」など難しいものばかり。こういった仕事は効率が悪い上に、現場の社員に負担がかかりますが、自社の付加価値を高めるため、あえて挑戦してきたといいます。今では「兵庫に佐藤精機あり」といわれるまでになり、2015年11月に東京ビッグサイトで開かれた「新価値創造展」では、出展440社から7社のみが選ばれる新価値創造展賞の技術賞を受賞しました。



精密加工を可能にする最新鋭の工作機械

1955年、佐藤鉄工所として創業。72年に株式会社に移行すると同時に現在の社名に変更しました。当初は株式会社東芝の姫路工場からの仕事がほとんどで、1社依存からの脱却を模索していました。仕事を広げるきっかけとなったのは、10年前に参加した兵庫県主催の取引商談会でした。その場で東京に本社を置く半導体関連メーカー、株式会社ディスコと出会い、取引が始まりました。

「手渡された図面は見たことのない精度でしたが、社名に精機と名乗っている以上、難度の高い精密加工ができなければいけないと思い、社員たちと試行錯誤を繰り返し、要求精度を実現しました」と佐藤社長は振り返ります。その後もビジネスマッチングの場や展示会に参加して他社がやらない非効率な仕事を引き受け、厳しい要求に応えてきまし

た。こうした戦略が実り、現在は一部上場25社と直取引をしています。

### 先を見据えて新工場を建設

2015年に川崎重工業株式会社と取引を開始。そして新たに、株式会社IHJや新明和工業株式会社等から航空機や宇宙関連部品の加工を受注しました。その後、程なく理化学研究所や宇宙航空研究開発機構(JAXA)の仕事も始まっています。

「企業間競争も都市間競争もますます激しくなっています。将来を見据えて、より難しい仕事に挑戦していくことが大事」と、そのための製造拠点となる新工場「たつのテクニカルセンター」を15年10月に建設しました。最新の同時5軸加工機のほか、大型3次元測定機を2台導入。建屋は工作機械が性能を最大限に発揮できるように設計されています。床下には振動防止のために厚さ1メートルのコンクリートの土台が埋め込まれているほか、工場内の上部と下部の温度差を低減する大気循環システムも完備しています。



24時間温度が一定に保たれている測定室

さらに、社員のレベルを底上げするため、積極的に中途採用を行い刺激を与えています。15年にベトナム人2人を迎えたのを皮切りに外国人も採用。現在は、海外から日本の大学に留学していた人も含め8人が在籍しています。

「社員には加工だけでなく設計もできるようになってほしいとスキルアップを奨励しています。そのための支援は惜しみません」と佐藤社長。これからも「進化する技能集団」として、佐藤精機にしか頼めない仕事を増やしていく構えです。

## 第34回ひょうご科学技術トピックスセミナー

## 超スマート社会への挑戦

科学技術の各分野における第一人者を講師に招き、最先端の話題を分かりやすく紹介する「ひょうご科学技術トピックスセミナー」。大阪大学総長の西尾章治郎さんに、「超スマート社会への挑戦」と題し講演いただきました。



講師

大阪大学総長  
にしお しょうじろう  
西尾 章治郎さん

## PROFILE

1975年、京都大学工学部卒業。80年、同大学院工学研究科博士後期課程修了。92年、大阪大学工学部教授。その後、同大学サイバーメディアセンター長、同大学院情報科学研究科教授、同大学理事・副学長などを歴任し、2015年、第18代大阪大学総長に就任。

## ビッグデータと超スマート社会

政府はこれまで科学技術政策について5年ごとに基本計画を提示してきました。2016年度から20年度までを想定した「第5期科学技術基本計画」では、人工知能やビッグデータを利活用した超スマート社会の実現のため、新たな価値やサービスの創出を目指しています。

これまで私たちは、社会の発展とともにさまざまなものを生み出してきました。今から200年ほど前には部品50点ぐらいの銃、その後部品1,000点ぐらいの自転車が生産され、やがて部品数万点の自動車、さらにはその10倍もの部品から成る飛行機を造るまでに至っています。それらを動かす仕組みも複雑化が進んでいます。最近では自動車をはじめ、あらゆるものがインターネットとつながる時代になりました。そして、社会や日常生活のあらゆる場で得られた多種多様なデータが毎日世界中で大量に蓄積される、「ビッグデータの時代」がやって来たのです。

日常生活を振り返ると、私たちはスマートフォンやパソコンのディスプレイを見ている間、現実空間に身を置きながら、同時に



サイバー空間にもいることになります。今、これら2つの空間が高度に融合した社会をつくることが求められており、そのためには現実空間で生産される多種多様なデータをサイバー空間にインプットして処理し、さまざまな形で私たちに有用なものとして現実空間にフィードバックするという流れをいかにスムーズに行うかが重要です。その際、年齢や性別、地域、言語といったさまざまな違いを乗り越え、あらゆる人が必要なものやサービスを必要な時に必要なだけ享受し、快適に暮らせるようにしなくてはなりません。それが、「超スマート社会」なのです。

## イノベーションが新しい社会をつくる

私たちの社会の基盤の変遷をたどると、狩猟に始まり農耕、工業、そして情報へと移り変わってきました。この次の新しいステージをつくるのがイノベーションです。イノベーションを起こすには、先進的な科学と技術が必要ですが、それだけでイノベーションが起きるわけではありません。例えば携帯電話の開発では、あらゆる最新の機能を1台の端末の中に盛り込む傾向がありました。年輩のユーザーには使いにくくて不評でした。しかし、彼らがどのような商品をお求めなのかと考えた時に、固定電話の機能が十分だということに気が付き、「らくらくホン」のように利用者層を想定して必要な機能に絞った機種を開発したところ、爆発的に売れたのです。このように、イノベーションはユーザーが何を欲しているのかを考えないと起こすことはできないのです。

世の中に新しい技術を普及させるには、法律の問題も立ちはだかります。私の知り合いの研究者は、ウェアラブル・コンピュータを広めようと、かなり前からヘッドマウントディスプレイを装着してい

ました。しかし、もし使用中に事故が起きた場合、法律上メーカーが責任を取らなければならなかったため、当時この製品は普及しませんでした。ところが最近この法律が緩和され、途端に世界の大企業がこぞってヘッドマウントディスプレイを製造するようになったのです。このように新しい技術を広めるには、法律が障害となる場合があり、これらに立ち向かう力も必要です。

また、イノベーションはただ机に向かって考えるだけでは起こりません。その事柄に関する現場の多様なデータを解析し、そこから何かを見つけることが新たな発見につながるのです。例えば、米国のあるスーパーマーケットがレジの記録を解析したところ、紙おむつとビールが同時に売れていることが分かりました。そこで両方の商品が一目で見えるように置いたところ、売上げがさらに上がりました。これが、データを基に社会を考える新しい姿です。

科学へのアプローチ法も進化しています。私たちの祖先は昔、日常の経験を基にして道具を使って観測するという手法で科学に取り組んでいました。それが第2段階ではアインシュタインのように真実を示す方程式を創り出すようになり、第3段階ではスーパーコンピュータを使ったシミュレーション科学や計算科学が登場し、実際には実験を行わず、計算機の中で実験ができるようになりました。そして第4段階の今、時々刻々と蓄積されている大量のデータを世界中の研究者がアクセス・解析し、そこから新たな真実を導き出す「データサイエンス」の時代へと進んでいます。

では、超スマート社会を支える情報通信技術はどうなっているのでしょうか。日本はNTTをはじめとするネットワーク事業者により、世界最先端のネットワーク環境が国内どこでも利用可能です。モバイルなど移動タイプのネットワークはもちろん、さまざまな場所にセンサーが設置され、高度なネットワークを構築しています。しかし、そこから得られる膨大なデータを使って何かサービスを展開するには、データを蓄え、データベースシステムを構築しなくてはなりません。データはそれだけでは単なる数字で、それが何か価値を持つようになって初めて情報と呼べるのです。さらにそれをサービスへと昇華させるには、提供する情報が信頼性や信ぴょう性を有するものでなければなりません。そのような確かな情報によるサービスにより、安全・安心な超スマート社会が実現できるのです。

### 進化する人工知能

16年3月、Googleの子会社DeepMind社が開発した

「AlphaGo」という囲碁プログラムが世界最強で「囲碁界の魔王」との異名を持つ韓国のイ・セドル九段と対局を行い、勝利しました。かつてチェスで人間を打ち負かしたコンピュータはありました。しかしチェスにおける一手の選択肢は平均約25通り。駒の種類が多いため複雑そうに見えますが、ルールが複雑であるが故意外と戦略のパターンは限られています。一方、囲碁は一手につき平均約200通り、勝負が決まるまでの手順はおおよそ10の360乗ともいわれています。ルールはシンプルですが、高度な戦術が求められるのです。

「AlphaGo」は、対局の中で2つの確率を基に次の手を選んでいます。一つは相手が次に打つ手の確率。これは3,000万回の自己対局の棋譜データを基に分析や解析を行っています。もう一つは、仮にその場所に打った時に最終的に勝てる確率です。これは機械の中で2つのプログラムを何度も何度も戦わせて導き出します。これら2つの確率から次の一手を選んでいるのです。しかし、人間が相手の場合、予想外の手を打つこともあるので、必ず勝てるとは限りません。人工知能が人間を超えるには、まだまだ研究が必要です。

### 超スマート社会における大学の役割

超スマート社会は大学の役割そのものも大きく変えようとしています。今世紀に入ってから、環境問題やエネルギー問題など、従来の手法や考え方では解決できない複雑で難解な問題がたくさん出てきました。これらの解決には社会、産業界、大学によるオープンな対応が必要不可欠です。

近年、企業から「今後何をすればいいのかわからない」という声を聞くことが多くなりました。これまでは、ある問題に対してどのように解決するかという方法を問われていましたが、これからはイノベーションが目指す先の姿を見据えた上で、そのために何をやるかが問われる時代です。そしてその一連の取り組みの中で、大学がいかに関わっていくかが課題となっています。

大阪大学では昨年、「データリテリフロンティア機構」を設立し、率先してスマート社会の実現を目指し研究を進めています。いずれこの機構で得られた知見を他大学にもオープンにし、大学間が互いにデータを共有し、それらを用いて世界に有益な情報を発信していけたらと考えています。

#### 開催概要

日 時：2016年11月22日 15:00～16:30  
場 所：ホテルクラウンパレス神戸  
参 加 者 数：200人

ものづくりシンポジウム2017「IoT導入による生産改革の成功事例」を開催

## IoT活用で生産性が向上した 2社の取り組み事例を紹介

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共催する「ものづくりシンポジウム」。今回は、IoT (Internet of Things モノのインターネット) を利用してウェブ上で生産管理するシステムを開発した武州工業株式会社の林英夫社長と、建設現場のありとあらゆる情報をICT (情報通信技術) でつなぎ新たな生産改革に取り組んでいるコマツの高橋良定専務執行役員CIO兼情報戦略本部長を講師に招き、活用事例や成果などを話していただきました。

開会に先立ち、姫路商工会議所の齋木俊次郎会頭があいさつ。「近年、インターネットを通じてあらゆるモノがネットワークとつながるIoTに注目が集まっています。製造業の喫緊の課題である生産性の向上や人材不足の解消に大きな役割を果たすと期待されており、2社の事例を参考にIoTへの理解を深めていただきたい」と述べました。

初めに林英夫社長が登壇し、新興国との激しい価格競争にさらされている自動車用金属加工部品の製造で実績を重ね、近年では培った技術を生かして医療・介護機器の分野にも挑戦していると現状を報告。その背景には「業務のIT化と、IoTの導入がある」として、本題に入りました。

一人の作業員が材料調達から加工、品質管理、出荷管理まで一貫して担当する“一個流し”と呼ばれる独自の生産体制で多品種少量生産とコストダウンに成功した同社は、早い段階でIT化に着手。2004年に在庫や生産状況などをウェブ上で管理するシステム「BIMMS (ビム



林英夫社長

ス)を開発し、運用をスタートさせたと話しました。システムは棚卸しを切り口に倉庫在庫管理や生産実績管理、工程不良管理などが日々決算できる仕組み。当初は、各作業員がタブレット端末を使って入力していましたが、IoTの導入でデータの自動収集が可能になり、生産性の向上や経費削減に大いに役立っていると述べました。

中小企業へのIoT普及を進めたいと、今春からシステムをクラウド化して外販する「BIMMS on AWS」には受発注などの一般的な生産管理システムのほか、iPodの歩数計機能を使って工作機械の稼働状況を調べる独自の技術も搭載しており、生産実績や進捗率<sup>しんちよく</sup>などをリアルタイムで計測することで、一日の生産量が平準化できるとメリットを強調。価格はデータ量で課金する従量制とし、月額1,000円から利用できると説明しました。

最後に、「IoTの導入で現場の見えなかった部分が“見える化”でき、いろんな分析が可能になりました。経営面ではもちろん、現場にもさまざまな“気付き”をもたらしています」と利点を強調。導入の心構えとして、「何のために導入するのか、という明確な目的を持つことが大事です」と締めくくりました。

続いて、高橋良定さんが登壇。油圧ショベルやブルドーザー、ホイールローダーといった主力商品や、ものづくりへの考えなどを紹介しました。同社のIoTへの取り組みは、2001年に「KOMTRAX (コムトラックス)」というシステムを自社の建設機械に標準搭載し、世界中での稼働状況を“見える化”したのが始まりで、どの機械



約200人が真剣な表情で話に耳を傾けた

がどの場所にあるか、エンジンが動いているか、燃料がどれだけ残っているかといった情報を遠隔で確認できることから故障を未然に防ぎ、稼働率も上がったと成果を報告しました。

次に、建設現場のさまざまな情報をつなぎ、生産性向上や課題解決を支援するソリューション「スマートコンストラクション」の中核を成すシステム「KomConnect(コムコネクト)」について解説。例えば、施工現場にドローンを飛ばして3次元測量データを取得し、そのデータを読み込んで作業計画やシミュレーションに活用することで、測量や作業の効率化につながり、生産性は飛躍的に高まると言います。

また、スマートコンストラクションを支えているのが、13年から市場への導入を進めているブルドーザーや油圧ショベルといった

か、建機周辺に配置する補助作業員が不要になることから人件費抑制にもつながると話しました。

操作が簡単なICT建機を使えば、誰でも容易に現場作業ができることから、「スマートコンストラクションが現場の生産性を高め、建設業の労働力不足を解消する可能性がある」と示唆。また、ICTを駆使した建設現場を運営することで建設業のイメージアップになり、業界全体の人手不足の解消につながれば、と期待を述べました。

講演後、質疑応答が行われ、最後に姫路市産業局の高馬豊勝局長があいさつ。「参加者の表情からIoTへの関心の高さが伺えました。引き続きIoTの活用を目指す企業を支援していきたいです」と締めくくりました。



高橋良定さん

ICT建機で、3次元測量データ、3次元施工データに基づく作業機の自動制御により、経験が浅いオペレーターでも熟練者と変わらない精度で作業できるようになったとメリットを強調。作業工程の大幅な削減や工期の短縮のほ

開催概要

日 時：2017年2月13日 14:00～17:20  
場 所：姫路商工会議所  
対 象：全般  
参 加 者 数：約200人

武州工業株式会社

事業内容：自動車用金属加工部品などの製造  
所在地：東京都青梅市末広町1-2-3  
<http://www.busyu.co.jp/>

コマツ

事業内容：建設・鉱山機械などの製造  
所在地：東京都港区赤坂2-3-6  
<http://www.komatsu.co.jp/>

# 次世代ものづくりセミナーをシリーズで開催

開催場所：姫路商工会議所

近年、製造業を中心に、インターネットを通じてあらゆるモノがネットワークでつながるIoT (Internet of Things) が注目を集めています。IoTはビジネスにイノベーションをもたらし、製造業の現場においては喫緊の課題である人材不足の解消や生産性向上に有効であると考えられます。

そこで、IoTへの理解を深め、IoTの活用方法を知っていただくため、市場の動向や今後の展望、企業の取り組みを紹介するセミナーを、姫路ものづくり支援センターと共に開催しました。



第2回セミナー風景

## 第1回:7月28日 「IoTが社会にもたらすインパクト」

参加者:61人



講師：富士通株式会社 ネットワークサービス事業本部 IoTビジネス推進室  
ソリューション部 マネージャー 吉田 洋さん  
演題：「IoTがもたらすビジネスイノベーション」

IoTとは社会の情報をデジタル化し、分析・活用することで価値を生み出すもので、近年急速に身近なものとなりました。身近となった要因は、センサーの省電力化やスマートフォンの普及などによる、通信環境の向上と低価格化です。

活用事例としては、工場の情報をデジタル化し、可視化することにより、分析が容易になり作業効率が改善しました。また、スマートフォンの位置情報を利用してショッピング中のお客様へ商品情報を提供することにより、購買の促進につながりました。

IoTがもたらすイノベーションのポイントは①アナログをデジタル化し分析・活用すること、②利用者がどのようなメリットを享受しているか、③社会にどのような価値を提供しているかということです。

富士通は、あらゆるデジタル情報を活用し、人を中心とした価値のあるビジネスをお客様と創り出す取り組み「ヒューマンセントリックIoT」を推進しています。



講師：株式会社イトデンエンジニアリング  
代表取締役社長 伊藤 茂男さん  
演題：「身近なIoT (モノのインターネット)」

身の回りのあらゆるモノがインターネットにつながることで、消費者の生活を簡便にしてくれるだけでなく、サービス提供側にとっても新たなビジネスチャンスとなっています。例えば、さまざまな知覚情報にデジタル情報を追加する技術により、人工的に感覚を与えたり、仮想現実で動きを体感させるなど、実際には存在しない新たな感覚に働き掛けることができます。これは、身体能力が欠如してしまった人や、高齢者支援などのサポートに期待されています。

センサーを搭載したカメラとスマートフォンを連動し、遠隔操作による見守りや監視等が可能となりました。水門操作にネットワークカメラを使うことにより安全な場所から操作ができたり、介護ロボットでは多数のセンサーで動きを検知し、モニタリングできるなど、安心と安全を保つことができます。

ビジネスチャンスの中心は、スマートフォンなどのモバイルとなっています。モバイルデバイスを使っている人の状況や何をしようとしているのかを読み取り、サービスを提供することが重要です。



〈実演風景〉監視カメラの遠隔操作中

### PROFILE

#### 吉田 洋さん

インターネット向けネットワークサービスの企画・開発を経て、現在IoTを活用したソリューション企画に従事。製造業、サービス業との共創ビジネスにも取り組む。

#### 伊藤 茂男さん

大阪産業大学工学部機械工学科卒業後、大阪昭和電気株式会社、伊藤電気商会の勤務を経て1980年株式会社イトデン設立。88年現在の株式会社イトデンエンジニアリングに社名を改名。2009年太陽光発電施工事業・カメラ事業開始。株式会社コンフォート設立。介護見守りロボットに取り組む。

#### 鶴原 吉郎さん

日経マグロウヒル社(現日経BP社)に入社後、新素材技術誌、機械技術誌を経て2004年、日本で初めての自動車エンジニア向け専門誌「日経Automotive Technology」の創刊に携わる。同年6月同誌創刊と同時に編集長に就任。13年12月まで9年9カ月にわたって編集長を務める。14年3月日経BP社を退社。同年5月自動車技術・産業に関するコンテンツの編集・制作を専門とするオートインサイト株式会社を設立し、代表に就任。日経BP未来研究所客員研究員。



## 第2回:9月15日 「IoTと自動運転が変えるこれからの自動車産業」

参加者:62人



講師：オートインサイト株式会社 代表  
技術ジャーナリスト・編集者 鶴原 吉郎 さん

近年、モノの販売からサービスを売るという時代へ変わってきており、その流れは自動車業界でも始まっています。変化のキーワードは、「モノ+ネット」であり、スマートフォン専用アプリで一般ドライバーが運転する車両を呼ぶライドシェアと呼ばれるサービスは、タクシーよりも利用料金が安く、サービスの質も高いことから、ITを活用した新しいサービスとして、世界で急速に利用が拡大しています。そして、ネットとつながることにより可能となってきたのが自動運転車です。

自動運転車により、車は「所有するもの」から「必要な時に呼び出すもの」となることが可能となり、低コストでの移動が自由になります。また、交通事故や交通渋滞、CO<sub>2</sub>排出量の減少など社会的にも個人的にもさまざまなメリットがあります。

しかし、自動運転技術により、今後の自動車産業が大きく変わってきます。これまでの完成車メーカーに加え、IT企業も開発を図っています。完成車メーカーでは品質の高さが強みとなっていましたが、自動運転ソフトの性能などネットとのつながりが重要となってきます。自社の強みをどこに定めるのか、特徴を見出していく必要があります。

## 第3回:11月17日 「IoTを活用した生産性の向上」

参加者:63人



講師：シスメックス株式会社  
生産統括本部長 田中 庸介さん  
演題：「シスメックスの“デジタルものづくり”とIoT活用事例の紹介」

医療機器のため品質保証体制の要求があり、また、供給の約90%が海外向けであるため、世界共通仕様にて製造しています。高品質なものづくりのため、工場全体をネットワークでつなぐシステムをつくりました。作業者のおおのに端末が設置されたことにより、管理者はリアルタイムで作業状況の確認や指示ができるため、効率よく確実に作業することが可能となりました。このシステムをベースとして作業手順を3D化したことにより、手順が直感的に理解でき、経験が浅くとも熟練工のような作業が可能となりました。

ITを活用しているのは製造現場だけではなく、検査機器とカスタマーセンターをネットワークで接続することにより、機器のセンサー情報を活用し、機器の状態が把握できるようになりました。それにより異常発生を事前予測して保守できるため、品質維持やオンラインサポートによる顧客満足度の向上、エンジニア訪問回数減などのコスト削減となりました。

変化し続ける世界に追いつくためには、そして継続して社会貢献するには、停滞せずに変革することが必要です。



第3回セミナー風景



講師：オムロン株式会社 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー  
商品事業本部 企画室 拡業推進本部長 本条 智仁さん  
演題：「IoT時代におけるオムロンの製造現場革新取組」

情報を収集し、データの分析・解析が瞬時にできるようになった現在、それをどのように活用するかが鍵となります。製造業のデータ分析・解析には、現場より確かなデータを収集することが必要で、そこからできることが見えてきます。

オムロンでは自社工場自社製品を試し、いろいろなデータの取り方を現場で実施し、お客さまへ商品の価値を提供する事例を創出しています。まずは手入力であったデータを、作業コントローラーから直接データベースに上げる仕組みをつくりました。これにより、入力ミス等で漠然としていた作業効率改善ができました。次に、この成果を他工場にも取り入れてクラウドでつなぎました。他工場と比較ができるため、モチベーションや能力の向上といった相乗効果を生み出しています。

IoTは現場のいろいろが見えるようになってきており、現在は予兆保全やデータ価値の拡大などに取り組んでいます。さらにこの先データの利活用がもっと進化し、全てがつながる世界となり、企業内の工場同士だけでなく、社外へのデータのオープン化で他社との比較ができたり、業界内での相対評価などができる時代になると考えています。

## PROFILE

## 田中 庸介さん

1988年東亜医用電子株式会社(現シスメックス株式会社)に入社。主に開発部門において流体制御技術者、プロジェクトリーダーとして新製品開発に従事。2008年診断システム開発本部診断システム開発グループ部長。15年生産統括本部本部長。新たに発足した生産統括本部にて、機器製品の生産技術と生産管理システム開発を担当、さらに、診断薬製品のグローバル生産の統括管理を推進中。

## 本条 智仁さん

1990年4月オムロン株式会社入社以来FA業界におけるPLC技術サポートを14年担当。2004年オムロン韓国にて韓国市場へPLC拡販業務に当たる。帰国後、コントローラ事業部にて事業企画・商品企画業務を担当。16年4月から商品事業本部企画室にてオムロンにおけるIoTの取り組みに注力している。

## サイエンスカフェひょうごを開催

県民の科学技術に対する興味・関心を高めるため、科学の専門家と一般の方々が身近にある喫茶店や博物館などで、少人数で気軽に科学などの話題について語り合うサイエンスカフェを実施しています。

(神戸大学サイエンスショップ、甲南大学フロンティア研究機構の協力により、大学コンソーシアムひょうご神戸等と共同開催)

開催日	開催場所	内容
2016年 9月18日	花の北市民広場 (姫路市)	「山から海まで～森林とダムの功罪」 村上 光正(元兵庫県立大学環境人間学部教授)
2016年 12月19日	SODA島の学舎 (南あわじ市)	「これからのエネルギー源をどこに求めるか ～再生可能エネルギーの将来性と課題～」 田畑 智博(神戸大学大学院人間発達環境学研究科准教授)



「山から海まで～森林とダムの功罪」

## 科学分野のボランティア活動を支援

青少年の科学技術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室など、科学分野におけるボランティア活動を支援しています。

### 支援した活動

- 水辺の生き物探検

足立 勲(宝塚市自然保護協会)



- 自然にあふれた科学教室

上田 倫範(ネイチャーはりま)



- 中学生のためのサイエンスツアー

樋口 真之輔(神戸大学大学院理学研究科)



## 第14回ひょうごSPring-8賞の受賞者が決定

大型放射光施設SPring-8および関連施設の成果として公表された優れた研究、あるいはSPring-8の研究活動に貢献する高度な技術のうち、産業・生活への応用を含め、将来、社会経済全般の発展に寄与することが期待される研究成果を選考し、2016年9月7日に兵庫県民会館において表彰式を開催しました。また、同日に開催された「第13回SPring-8産業利用報告会」において受賞者による受賞記念講演を実施しました。

【主催】ひょうごSPring-8賞実行委員会

[兵庫県、公立大学法人兵庫県立大学、SPring-8利用推進協議会、(公財)ひょうご科学技術協会]

【後援】国立研究開発法人理化学研究所放射光科学総合研究センター、(公財)高輝度光科学研究センター、SPring-8ユーザー協団体

- 受賞者 住友ベークライト(株) コーポレートR&Dセンター部長研究員 妹尾 政宣さん
- 受賞テーマ 「超高引き裂き強度シリコンゴム開発への貢献」

●受賞理由

シリコンゴムは、耐熱・耐寒性、化学的安定性、電気絶縁性、気体透過性などの優れた特性を利用して医療機器に用いられていますが、ウレタンゴムなど他のゴム材料と比べて強度が劣り、特に引き裂き強度や引張強度が極度に弱く信頼性が低いため、利用範囲は限定されています。

妹尾さんをリーダーとするチームは、強度の異なるさまざまなシリコンゴムとナノシリカ（フィラー）複合材料を引張試験で延伸しながら、SPring-8の放射光を用いてナノシリカ凝集体の形成と挙動を調べた結果、フィラー（充填材）とマトリックス（母材）の界面が強固に結合されていればフィラーが十分に引っ張られ、引き裂き強度が強くなることを解明しました。また、界面の密着性を制御することにより、劇的な耐久性等の改善に成功しました。

本開発による超高引き裂き強度シリコンゴムは、医療用機器のみならず、車両・航空機などの摺動部品をはじめとした機器部品や衣料品、ウェアラブル関連商品など幅広い用途と大きな市場が期待されます。



（医療用シリコン利用製品例）  
手術後における創部の血液、滲出液などの持続吸引器

## 科学学習体験ツアーを実施

青少年等の科学技術学習の推進を図るため、各地域の企業・研究機関などを生きた科学技術を学べる「1つの科学技術ミュージアム」に見立ててネットワーク化し、工場見学や各種の科学実験・工作を行う「科学学習体験ツアー」を、関係団体と共同で開催しました。（参加対象：地域の小学4～6年生とその保護者）

### 東はりまの魅力KIDs体験ツアー

—東播磨県民局、東播磨ツーリズム振興協議会、東播磨青少年本部と共催—

開催日：2016年7月28日（20組40人参加）  
8月 9日（20組40人参加）  
8月24日（19組38人参加）

内 容：工場・施設見学（アサヒ飲料(株)明石工場、六甲バター(株)稲美工場、ハリマ化成(株)加古川製作所ほか）、科学実験・工作体験（ロボット製作）



LEDポケットライト作り体験

### 淡路ものづくり体験ツアー

—淡路県民局、淡路地域人材確保協議会と共催—

開催日：2016年8月22日  
（19組38人参加）  
内 容：工場・体験  
（株）吹き戻しの里、  
プライミクス(株)



消臭剤作り体験

## 青少年のための科学の祭典2016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する中で、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2016ひょうご大会」を県内7会場において、各会場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、生物分野等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説・展示の実施

開催日	開催場所		参加人数
2016年7月24日	丹波会場	ゆめタウン「ポップアップホール」	842人
2016年7月30・31日	豊岡会場	但馬文教府講堂兼体育館	1,302人
2016年8月7日	北はりま会場	多可町中央公民館	579人
2016年8月20・21日	姫路会場	兵庫県立大学姫路工学キャンパス	1,464人
2016年8月20・21日	淡路会場	三原ショッピングプラザパルティ	558人
2016年8月27・28日	東はりま会場	兵庫県立東播磨生活創造センター	2,266人
2016年9月3・4日	神戸会場	バンドー神戸青少年科学館	7,718人
夏休み時期の土・日曜に、延べ開催日数12日			合計
			14,729人



神戸会場の様子

## 超高速エレベーターを支える技術

### 世界最高\*分速1,230<sub>メートル</sub>の超高速走行と快適性を両立

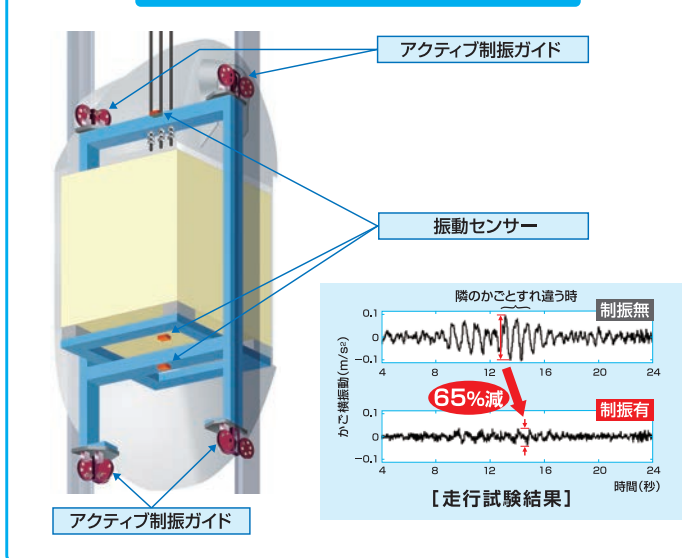
エレベーターの性能は速さだけでなく、乗る人にとっての快適性が不可欠です。超高速エレベーターにおいて快適性を保つ上で課題となったのが「横揺れ」と「騒音」でした。「新型アクティブローラーガイドシステム」は独自の制振技術により超高速走行で起きる横揺れを大幅に抑え、乗客が揺れを感じることはほとんどありません。また「超高速向け低騒音化技術」は分速1,000<sub>メートル</sub>超でありながら、一般のエレベーター並みの静かさを実現しました。この技術は中国上海市の中国最高層ビル「上海中心大廈(地上632<sub>メートル</sub>)」に設置された分速1,230<sub>メートル</sub>の世界最高速エレベーターに搭載されています。

※2017年1月時点、三菱電機(株)調べ



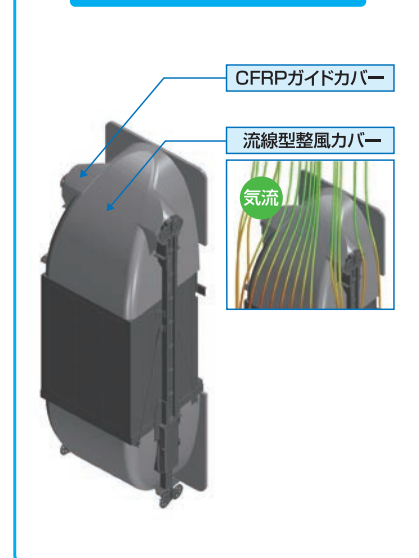
上海中心大廈

#### 新型アクティブローラーガイドシステム



かご室の振動を加速度センサーによってリアルタイムに検出し、ローラーガイドのバネと並列に設置したアクチュエーターをその振動を打ち消す方向に駆動することで、かご室に生じる振動を低減し高品質な乗り心地を提供します。「新型アクティブローラーガイドシステム」は、従来かご枠だけに設置していた加速度センサーをかご床下にも追加して振動を検知し、上部・下部計4カ所のアクティブ制振ガイドによって、超高速時も横揺れの低減を可能にしました。

#### 超高速向け低騒音化技術



気流により発生する騒音は走行速度の約6乗に比例して増加し、分速1,230<sub>メートル</sub>の世界では緻密な騒音対策が要求されます。そこで風をできるだけスムーズに流して騒音の発生を抑えるよう、かごの形状を新設計しました。