

# RCAST NEWS

最先端をのぞこう

Vol. 1

Research Center for Advanced Science and Technology

Feb. 2015

RCAST 東京大学先端科学技術研究センター



## RCAST CrossTalk

喧研譔学 第5回

### 「風をつくる力」

飯田 誠 特任准教授 × 神崎亮平 教授

## Featured Project

### センサ社会の盲点を 解決する

極小デバイス理工学 年吉 洋 教授

エネルギー・環境

**飯田 誠**  
特任准教授

広報委員長

**神崎 亮平**  
教授

## 「風をつくる力」

日本は特定のエネルギー資源に頼ることができません。太陽、風、波などの再生可能エネルギーは立地や環境条件が異なる反面、互いに補完することができます。日本の豊かで過酷な自然環境を生かすエネルギー対策に必要な力は？ 予想外の盛り上がりを見せた意外な提案もお楽しみください。

### ● 発想を学んだ、情報・メディア研究

**神崎** 飯田先生は再生可能エネルギーの分野でとても活躍されていて、国や企業とたくさんのプロジェクトを立ち上げていますよね？ 今回は飯田先生が現在の研究をどのように展開されてこられたかなど、その根源にもさかのぼってお聞きしたいと、楽しみにして参りました。

**飯田** ありがとうございます。私はもともと流体力学が専門で、世界初の風車の三次元シミュレーションを行い学位をいただきました。その後、機械工学科の助手を経て、原島・苗村研究室という情報・メディアの研究室で助手を務めました。

**神崎** 情報・メディア？ 不思議な組み合わせですね。

**飯田** ご縁がありまして。私が当時シミュレーションや流体力学を研究していたのは、情報技術を活用したフィジックスの探究だったんです。ところが原島・苗村研は、既存のメディアや情報技術を応用して新しいことを生み出したり新しい発想を作るといった逆のベクトルで、知識の探究と組み合わせれば面白いことができる、と初めてそこで感じました。流体力学や機械工学の枠にとられない発想は、ここで学びました。

### ● 総合力と想像力で自然を読み解く

**飯田** 先端研に来て、企業連携や瀬川研究室の太陽光研究者の皆さんとの交流を通じて、研究や思考の幅が非常に広がりました。どの再生可能エネルギーも自然を相手にしなければいけないし、実用的な電気に変換しなければいけない。いかに自然の不確かさと付き合っていくか。物理を追究しても自然の力は偉大で、複雑な自然現象でコストが上がってしまうこともあります。一筋縄ではいかないところが面白いですね。

**神崎** なるほどね。自然を相手にするジレンマですね。

**飯田** 従来の機械工学の設計手法は、システムの入口と出口の状態を定義して最適化しますが、風車は入口が不安定で、建設場所によって制約があるにもかかわらず、出口は“使える電気”です。状態を定義できない中でどう最適化するか。高効率化を目指すだけでなく、変化する状況でも高効率な方法を考えなければいけません。だから再生可能エネルギーの設計は、一点集中高効率化と、自然の不確かさに対応できるフレキシブルな発電システム化という2つがポイントになると考えています。

**神崎** それは生物でもまさに同じで、生物は不安定でゆらぎのあ

表紙写真

福島県23km沖の太平洋に浮かぶ浮体式洋上風力発電実証試験機「ふくしま未来」。経済産業省による「福島復興・浮体式洋上風力発電の実用化・事業化に向けた実験・検証を行っている。

写真提供：一般財団法人 新エネルギー財団・永尾 徹 氏



### RCAST Cross Talk 喧研諤学 第5回

#### 「風をつくる力」

エネルギー・環境 広報委員長  
**飯田 誠** 特任准教授 × **神崎 亮平** 教授

### Featured Project 先端研探検団II #file 12

#### センサ社会の盲点を解決する

極小デバイス理工学 年吉 洋 教授

### Special Report 知られざる先端研②

#### 大学院と研究の支援 教育研究支援担当

### Topics

先端研ボード会議を開催／異才発掘プロジェクト「ROCKET」開校／西村幸夫教授（都市保全システム）が中華民国（台湾）文化省の名誉顧問に／ひらめき☆ときめきサイエンス開催／アラブ首長国連邦政府視察団が牧原教授を訪問／国際交流イベント「Setsubun and Mochi-Pounding」開催

### Information

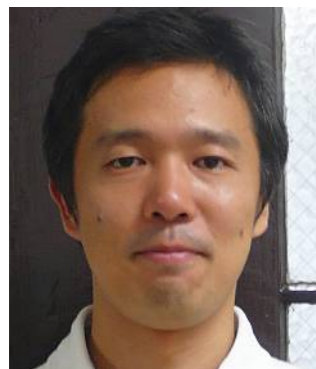
#### Relay Essay 一先端とは何か 第十四回

#### 先端とは理想を追求することである 合成生物学 谷内江 望 准教授

#### 輝け！ 未来の先端人

#### 斉藤 圭亮 さん「光合成の謎を計算で解明する」

### 編集後記



広報委員とは名ばかりで、いつも一読者としてしか機能していない渡邊です。しかし、毎回「対話」の力には驚かされますね。今回のRCAST NEWSでの飯田先生と神崎先生の喧研諤学の内容の充実ぶりは対話ならではでしょう。これを一人で話して下さいといっても、とても無理。そもそもヒトが使う言葉は、講演をしたり論文を書いたり相手を論破するためにあるのではなく（←ここ研究者は勘違いしがち）、他人と対話するた

めにあるわけです。さらに本人も気づいていなかったことが対話を含めたコミュニケーションで明らかになることって良くあることで、それこそが研究の醍醐味の1つだと思います。先端研のモットーの1つである「学際性」って結局は「対話性」をかつつけて言っただけなんですよね。そんな先端研の雰囲気を感じながら今回もRCAST NEWSをご一読下さい。

広報委員 渡邊 克巳（認知科学 准教授）



**飯田 誠**  
エネルギー・環境 特任准教授

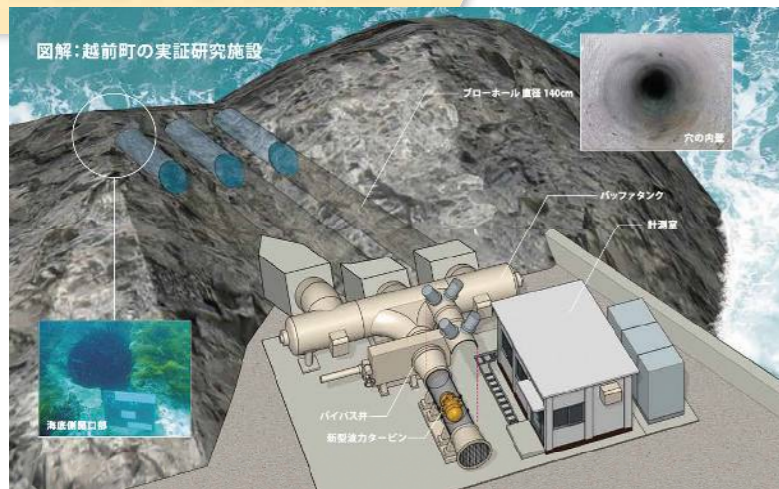
1974年東京都生まれ。2001年3月東京大学大学院工学系研究科機械情報工学専攻博士後期課程修了。博士（工学）。2001年4月東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻助手、2002年4月東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻助手、2006年4月東京大学大学院工学系研究科総合研究機構特任講師、2008年4月東京大学教養学部附属教養教育開発機構特任講師を経て、2010年8月より現職。次世代の高効率風力発電システムに向けた要素技術の研究開発、風力発電に関する国際標準規格策定のための研究開発を中心に、2014年10月には福島県に風力発電の知見を用いた世界初・自然共生型ブローホール波力発電システムの実証実験を開始した。



**神崎 亮平**  
生命知能システム 教授

1957年和歌山県生まれ。1986年筑波大学大学院生物科学研究科博士課程を修了。博士（理学）。1986年よりアリゾナ大学神経生物学部博士研究員、1991年筑波大学生物科学系助手、講師、助教授を経て、2003年同大学教授。2004年東京大学大学院情報理工学系研究科教授。2006年より東京大学先端科学技術研究センター教授、現在に至る。生物の環境適応能（生命知能）の神経科学に関する研究に従事。日本比較生理生化学会会長。小中高生向けのアウトリーチ活動にも積極的に取り組む。昆虫の脳の信号で動く「サイボーグ昆虫」の研究について書かれた最新刊「サイボーグ昆虫、フェロモンを追う」は多くの書評で話題に。

喧研諤学とは：喧はにぎやかな様で、諤は遠慮せずに直言すること。「喧々囂々」と「慌々諤々」が混合した表現で、近年市民権を得つつある「喧々諤々」という言葉をベースに、「喧」と研究の「研」、諤と学問の「学」を組み合わせることで、2名の研究者がにぎやかに率直な議論を展開する対談を表現しました。



▲世界初・自然共生型 ブローホール波力発電システム（福井県）  
波力の専門家との雑談から生まれたプロジェクト。岩盤に穴を掘り、穴に入る波の上下動によって起こる空気の流れでタービンを回転させ発電させる。波から空気に変換する「空気室」がコストの8割を占めるため、岩盤に穴を空け空気室を作った。気流の乱れを制御するシステムも採用し、低コストかつ高効率な運転を可能にした。風力発電の知見を生かした展開事例。

る環境の世界で情報を得て、最適な行動をとります。今までの工学設計のように、入力と出力にフィードバックをかけて安定させるという話ではないですね。その発想って、工学の人にもすぐになじみましたか？

**飯田** まあ、私がそういう話が好きだったこともあります。いろいろな人に話を聞いて刺激を受けるうちに考えるようになりました。

**神崎** 変化する中でいかにうまく振る舞うか、というのは僕らが宿命的に背負った課題ですね。どのように対応されるのですか。

**飯田** やはりさまざまな知見を使って想像することが必要だと思っています。コストの話でも、例えば化石燃料が今の10倍の価格になると太陽光や風力の価格は問題なくなります。じゃあ、再生可能エネルギーのコストや価値ってなんだろう？と考えたときに、どのような世界を想像して、どんな状態にあることを前提に再生可能エネルギーを普及させるかが重要だと。

**神崎** プロジェクトを立ち上げたときにコストも求められますよね？  
**飯田** もちろんです。だから、コスト要因を徹底的に分解して課題に落とすやり方を考えます。

### ●風力発電、隠れた課題は…

**飯田** 例えば、バードストライク対策技術は情報・メディア研究の経験から発想した成果でした。ある人から風車に鳥が飛び込むバードストライクの問題を相談されたんです。調査も行いリスク対策もしているが、なぜ鳥がぶつかるかは学者を含めてまだまだ研究段階を越えない、と。聞けば聞くほど鳥に期待するのは難しいという気がして(笑)。

**神崎** 彼らの長い進化の中では、空中にこんなものがあるのは経験ないですから(笑)。

**飯田** 神崎先生はご専門なので詳しいと思いますが、鳥は陸を見て餌を探していると真正面が気に入らないし、風車がある回転数以上に達するとモーショントムミア効果で動きを認識できなくなるんです。

**神崎** そうですよ。我々だって、扇風機の羽根が速く回ると後ろの景色が見えてしまう。鳥も限界を超えているので、仕方ない

ですよ。  
**飯田** ええ。で、鳥に期待するのはやめよう、というのが発想の転換で。いっそ風車に目を付けて鳥を見つければ、回転を緩めたり風車を止めたりとフレキシブルに運転できるのでは？と。そこでセンシングと画像処理技術を使ってカメラで鳥を見つけることにしました。

**神崎** 風車って一般の人にはゆっくり回っている感覚があるから、鳥だって気づくと思われていませんか？

**飯田** 風車は羽根の先へ行けば行くほど速くなるんです。根元は人が感じる風、外側に向かって徐々に速くなって、自転車、自動車、鉄道のレベルになり、先端は流体力学的な相似でいうと飛行機の現象が含まれます。風車1本に流体力学が全て入っているのが面白いところです。

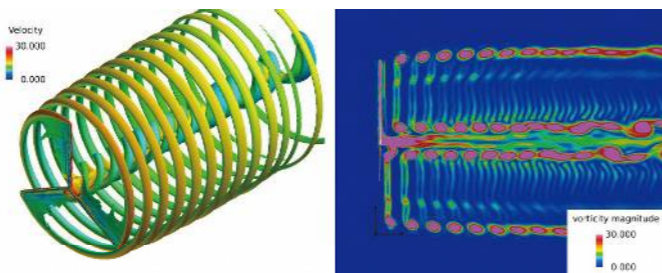
**神崎** 飯田先生はいつも新しいことにチャレンジされていますが、今はどんな新しいことを考えていますか？

**飯田** 特に楽しくやっているのが風車のメンテナンスプロジェクトです。事業全体から見ると、運転効率だけでなくメンテナンスも大きな課題で、実は風車と同じくらいのコストがかかります。

**神崎** 人が行うからですか？  
**飯田** そうです。これまで風車のトラブルは事後対応でしたが、もっと賢く早いタイミングで対応できる仕組みを考えました。風車の状態監視を行う既存のモニタリングシステムに、メンテナンスに必要なモニタリング情報も加えて、計画的にメンテナンスを行います。現状のシステムは若干コスト高ですが、付加価値を付ければ使い道が増えるのでトータルのコストは下がるはず。プロジェクトにはメンテナンス技師やメーカーが参加していますが、保険会社とも協力して進めています。故障診断と保険をセットにすれば風車のトラブルに関する保険金の支払いが減り、保険のコストが下がり、結果的に風車全体のコストが下がる、という計画です。

**神崎** 保険会社まで巻き込むとは驚きました。  
**飯田** トラブルの原因はメンテナンス技師の経験に頼る部分が多いので、将来的にはデータベース化、ネットワーク化して学習させることでシステムティックなメンテナンスを可能にしようと、森川研究室と共同でデータ分析を行っています。

**神崎** なるほど。やはり他分野とのコラボレーションが必要になりますね。ただ、一人で全てマネジメントしていくのはかなり大変では…。  
**飯田** 大変です(笑)。最大の問題は人の確保で、メンテナンス



▲数値流体力学による風車シミュレーション(2012)  
JAXAとの共同研究で行ったシミュレーション。数値流体力学では全体を格子状に区切り計算する。格子点数が多いほど精度が上がるが、時間は増大する。このシミュレーションでは格子点数5,000万点を2日で解析した。

事業はプロジェクトメンバー、研究室スタッフがサポートしてくれますが…自分の任期の問題もあり、正直、限界がありますね。

### ●先端研にも仕組み提案!?

**神崎** それは逆に、先端研の10年任期がデメリットになるということですかね？

**飯田** 自分の任期も含めて考えないと人を採れないので…。先端研に来て何が違うかという、共同研究のしやすさが全然違いました。私レベルの人間でもプロジェクトを提案・運営できる風土はありがたいし、他の先生方の研究を見て一緒にやらせてもらえたら成立するかもという幅も見えてきます。事務の支援もかなり大きくて、相談すると投げ返されるのではなく、受け止めて動いてくれる。先生方や事務の方々をはじめ、やりたいことを前向きにやらせてもらえる環境はすごい。あまりに自由なので、逆に先端研を離れると一気にできなくなることもあると心配しています。

**神崎** ポストを探すのも大変だし、大きなプロジェクトほど場所が変わるといろんな関係性も変わりますからね。

**飯田** 私、内部公募があってもいいと思っていて(笑)。例えば、メンテナンス事業について私がプレゼンテーションして、こういう人が欲しいんですけど、って。

**神崎** ターゲットは見えるわけだし、その中で自分の技術やノウハウがどう使えるかもハッキリしているわけですよね。いいアイデアですね、それ！

**飯田** ですよ？ だから外に公募を出す前に、エフォート\*の一部、例えば週1日でやれる人いませんか？と内部公募できたら。

**神崎** 大きなプロジェクトを持ってきたら、計画研究は外部から採るとしても、公募研究は内部からという話ですね。

**飯田** 何か、そういう仕組みができると…。研究員などの人件費も抑えられるとも思うんです。

**神崎** 週1日で別の研究に携われれば、研究者としても新たな展開になるだろうし。再生可能エネルギーは重要な分野だから、モチベーションも出るんじゃないかな。

**飯田** 若い先生たちが他の先生の研究に興味を示す仕掛けとしても。

**神崎** 先端研はいろいろな分野があって、研究室間でコラボは進みつつあるけど、若手研究者を巻き込んでさらに加速できるという意味でも、よい仕掛けになりますね。



▶動画と資料で研究を説明する飯田特任准教授。

**飯田** はい。  
**神崎** 内部からすごく活気づきますよね。ただ、成果を出すという宿命がある場合、純粋にサイエンスとしてやりたいという若い人にとってはどうでしょうか？

**飯田** 私は大学は両方あってしかるべきだと思っています。実際に多くの委託元から「大学で研究プロジェクトを立てる以上、成果に付随する学術研究も多少は許容します」と言われます。サイエンスで説明できない限りシステムが成立しないものも結構ありますし。実際のプロジェクトは応用研究ですが、視点は原理原則ですね。やっぱりそこに立たないと。

### ●日本だからできる、風車の課題解決

**神崎** 風力発電の国際的状況はどうでしょうか？  
**飯田** 海外は力の注ぎ方が違いますが、日本の技術は全く劣っていません。日本ほど過酷な自然環境の中で風力をやる国は他にないです。1～2兆円の風車市場で日本のメーカーの占有率は2～5%。でも部品は30～50%もシェアがあります。世界の風車の約半数に日本製部品が入っています。私が考えたメンテナンスの仕組みは万国共通な上にトラブルの経験が重要ですから、日本発になる可能性があります。

**神崎** なるほど。そういう状況を見越してのプロジェクトですね。  
**飯田** 孫の世代まで適切なエネルギー資源を維持できるシステムを開発したいんです。「あの時代に余計なことをしたから」ではなく「あの時ががんばってくれたから今がある」と思われる研究をしたい。目的のためには手段を選ばず、で課題を解決していきます。

### 対談を終えて



▲対談後の記念写真。お互いに「面白かった～」の声が。

飯田先生は、国や企業と連携して高効率風力発電システムの研究を行っている、まさに日本の再生可能エネルギー研究のホープだ。風力発電は自然との勝負。自然が持つ不安定で確率的な状態を読み解き、効率的に安定した風力発電を目指す。自然の難しさの中から多くの新しい知識を学び取り、それを原理から生かすことで自然と一体化した風力発電の手法を導き出す。目的のためには手段は選ばない。多くの異分野の研究者との会話から新しい発電の道筋をつける。話を聞くのが好きだという。いつも動き回って自説を説き、周りの人を虜にしよう。話し終わった頃には相手を納得させ、何か解決したような気にさせる。気軽な会話から融合研究が生まれる。次の課題はメンテナンスで、センサネットワークの研究者との共同研究もすでに開始した。保険会社も巻き込み、保険料削減によるコストダウンで風車普及への道筋もつけている。常に数歩先を読み、起こりうる可能性に備え、その対策を頭に浮かべながら研究を展開している。飯田先生は、まさに自然を相手にしてきた研究者だ。自然を相手にするには、予測し、素早く動き、そして常の備えが重要だ。飯田先生が自然に対峙しながら生み出す、さらに新しい再生可能エネルギーの世界を早く見てみたい。(広報委員長 神崎 亮平)

\*エフォートとは：国の競争的研究資金に応募する際に求められる指標。研究者の年間の「全仕事時間」を100%と考えた場合、応募する研究に必要な時間の配分率を示す。「全仕事時間」には研究活動だけでなく教育活動等も含まれる。

## 先端研探検団II #file 12

# センサ社会の盲点を解決する

極小デバイス理工学  
年吉 洋 教授

製造業のキーデバイスと注目されるMEMS。MEMSとはMicro Electro Mechanical Systemの略で、半導体製造技術やレーザー加工技術などの微細加工技術を応用した微小電気機械システムのこと。スマートフォンや自動車用部品のセンサなど、すでに身近な製品に組み込まれています。あらゆる製品がセンサを搭載しビッグデータが社会を変えると期待される今、言われてみれば納得の問題とその解決策とは？

### ■ センサの中にMEMSあり

スマートフォンの向きを縦から横に90度回転させると画面がクルリ。全長数mm、各部品はμmのミクロの機械「MEMS」がこの技術を支えている。一見PCのICチップと似ているが、機械自体が動くことが大きな違いだ。「MEMSには、カバンの中でも計測できる万歩計や、自分の動きが反映されるゲーム機のコントローラーのように物理的な動

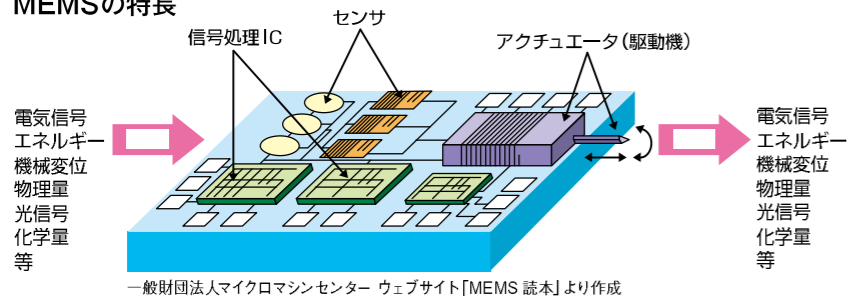
きを信号に変えるセンサ系と、レジのスカナ、シネコンのデジタル映画プロジェクタのように、電気信号を物理的な動きに変えるアクチュエータ系がありますが、いずれも信号↔動きの変換という特長があります」と年吉教授。

話題のビッグデータをいかに集めるかは、センサにかかっているといても過言ではない。腕時計なのに運動や健康データを記録し、SNSなどのネットワークとつながるスマー

### 「MEMS」が製品の付加価値を高める

半導体は電気の流れを小さくする電気回路で、固定された基板の電気信号のみを処理します。一方MEMSは、そこに動く構造を盛り付けたもの。様々な信号を処理できるため、製品に組み込むことで、優れた付加価値を生み出します。

#### MEMSの特長



半導体微細加工（一括加工）技術で作られるMEMSは、超小型、高精度、高品質な部品。1つの基盤にセンサや信号回路、アクチュエータなどを搭載できる3次元構造で、電気信号以外にもエネルギーや物理量など多様な入出力信号を使えるため、最終製品に組み込むことで製品を高付加価値化できます。

#### フィジカル MEMS①



スマートフォンの「加速度センサ」

大きな「おもり」を梁などで支える構造。加速度によって「おもり」に発生する慣性力が構造を変形させ、その変形を検出する。

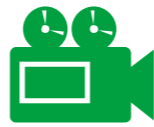
#### フィジカル MEMS②



自動車の「圧力センサ」

シリコンダイアグラムが圧力を受けたときの応力・変異を電気信号に変換し、圧力を計測する。エンジンの圧力測定などに搭載。

#### 光 MEMS

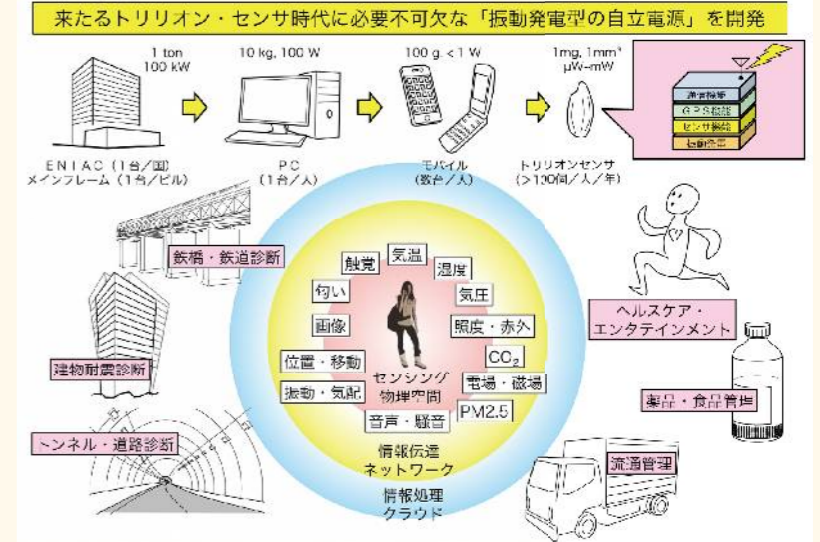


デジタル配信映画の「デジタルミラーデバイス」

ディスプレイ画像の画素に相当する部分をマイクロミラーで構成。ミラー反射光量を制御してディスプレイ画素の明るさを調節。

トウォッチのようなウェアブルデバイスから便利なスマート家電まで、モノが直にインターネットへつながる＝あらゆる場所にセンサが存在するInternet-of-Things (IoT) 社会が目前に迫っている。「一人1台のPCから一人数台のモバイル。次は一人100個のデバイスを持つ時代が来るかもしれません」と年吉教授。「テクノロジーが進化してデバイスのサイズも消費電力もどんどん小さくなり、米粒くらいの中にGPS、通信機能、センサ機能が入ると予測されています」。米国では全世界で使用されるセンサが10年後には100倍になると予測され、年間1兆個のセンサを活用する社会「トリリオンセンサ・ユニバース」への動きが本格化しているという。東京の面積と人口で計算すると1mに1個。「でもね、実は“電源”が問題なんですよ」。

### 研究開発コンセプト



▲トリリオンセンサ時代に米粒くらいのセンサが実現すれば、これまで欲しくても取れなかったデータが取得可能になり、多くの現場で活用できる。

### ■ もう充電はいらない

私たちが目にする情報は、テクノロジーによる新たな機器の開発や劇的に変化する社会に焦点が置かれているが…。「米粒くらいのデバイスに機能を入れることは技術的にはほぼできるとわかっています。唯一の課題は電源をどうするか。電源があればほぼ実現できるのに、まだ方法がわからない」。壁掛け時計ほどの大きさなら可能だが米粒になると難しい。そこで年吉教授が作ろうとしているのが“発電するMEMS”。センサや通信機能を担うMEMS自体が発電すれば電源につなぐ必要はなくなる。「目標は乾電池と置き換えること。乾電池をガーンと振るだけで発電できて、しばらく使えたらうれしいですね？ 携帯電話も持っているだけで発電できる。充電不要！」。



▲ライブラリーのような年吉研究室。企業に所属する研究者も多く在籍する。みんな和気あいあい楽しんでる雰囲気。

### 教授の横顔

小さな頃になりたかった職業は、大工。「端材を正確に測って額を作ったら棟梁がスカウトに来た」という実績もある。大学院進学前の研究室見学でMEMS研究に出会い、今や大きな家ではなく極小のデバイスを作る研究者。「モノを作るという根本は同じだよ」と笑いながらも「自分の研究が最先端になる若い分野で自由にやりたかった」と語る。年吉研究室の運営方針は「放牧(笑)」だが、学生の傍らには企業研究者が机を並べ「マナーも自然と身に付いて、ありがたい」環境。実験でモノが動いた瞬間には、クリーンルームにいた全員が“原始人の収穫の舞”のような意味不明な踊りをしたとか。終始笑いの絶えない取材でした。



1996年3月東京大学工学系研究科博士課程修了。1996年4月東京大学生産技術研究所助教授。2002年4月東京大学生産技術研究所助教授。2002年5月東京大学大規模集積システム設計教育センター助教授。2005年東京大学生産技術研究所マイクロメカトロニクス国際研究センター助教授を経て、2009年7月より現職。

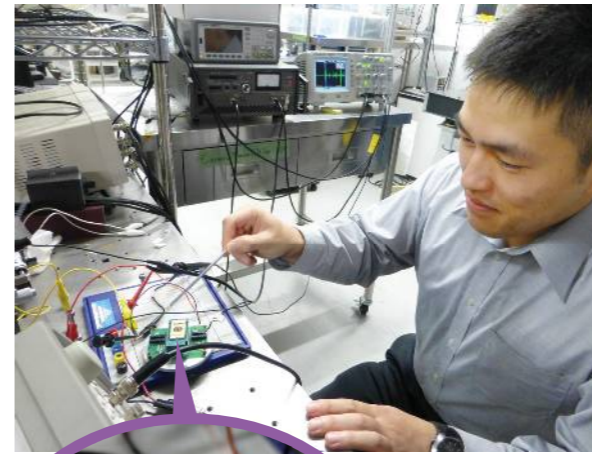
振動からエネルギーを作り出す技術は振動発電と呼ばれるが、多くはデバイスに広い面積が必要になる。「小さな面積に電極をたくさん刻み込めば面積が多数ある構造になり、極小のデバイスでも発電できる」と年吉教授は説明する。「すると弱い振動でも発電できるんですよ。エアコンの風とか、車が通ったすぐ脇の道路とか」。名付けて『環境振動』。日常生活で発生する些細な振動でMEMSが自己発電し、動くのだ。道路脇の振動は約数10Hz。この振動を拾いMEMSに埋め込んだ電極と電極の間で静電誘導を起こすと、相対的なズレによって電流が流れるという。「今、スマホに入っているGPSは10mWくらい消費しています。これは未来永劫の値ではなく、部品や機器が微細化すると消費電力は下がっていくんです。国際的な指針となるITRSのロードマップでは、MEMSがスマホの消費電力をまかなえるのは2040年。でも、待てないですよ(笑)」。

■ 2020年にはお目見え？

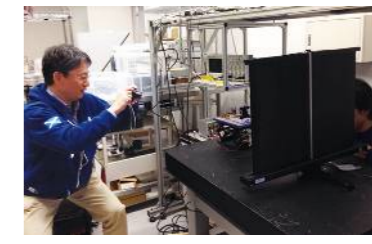
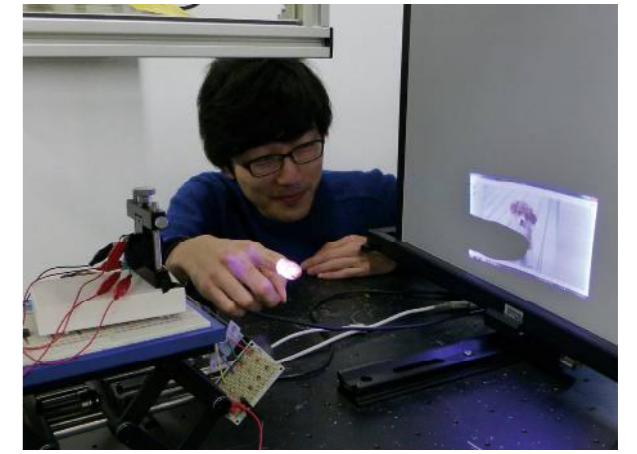
「橋の裏や線路脇にセンサを付けてインフラの修繕計画に活用したくても、電源供給の電線を引くのは難しいそうです。無人センサに電池を使う現状から環境振動のMEMSに変えれば、電線を引くことも人による点検や電池交換も不要になります」。

トリリオンセンサ時代は、建造物から道路、鉄道、街路樹からゴミ箱までセンサが取り付けられ、建築、交通、農業、医療などの情報がつながることで社会インフラや経済活動に役立つと期待されている。1個10mWのセンサが1兆個あると1,000万kWhの電力が必要となり、さらに通信やデータ処理の電力を加算すると、原子力発電所10基分の膨大な電力が必要になる。「米粒ほどのセンサにコネクタを差し込むのは無理。でも、米粒センサが電源をしょっていただければいいんです」。

年吉研究室のポリシーは“役に立つMEMSを作る”。「一円玉はちょうど1g。重力と同じ1Gで振動すると約2mWの発電。半分は取り出せるだろうから、1mWは発電できる」。課題となる取り出す技術の研究プロジェクトも動き出した。「最初に環境振動を考えたのは別の人ですよ。僕も最初は、マイクロワット？役に立つの？と思いました。でも自分でロードマップを引いてみたら、技術が向上しデバイスの消費電力が下がれば交点ができる。これは使えると思ったんです」と話す。夢はこうだ。「まずは、2020年東京オリンピックの頃までに十円玉くらいのセンサを作り、東京に来る人たちを驚かせたい。ふふふ。息の長い仕事、と言いつつ、とても楽しそうな表情で話す。「でも夢物語じゃないんです」。



振動発電のデモ。振動させると、奥の計測器で発電量が測定される。目標は0.1Gで10mW。腕時計を動かすことができる電力の1,000倍。



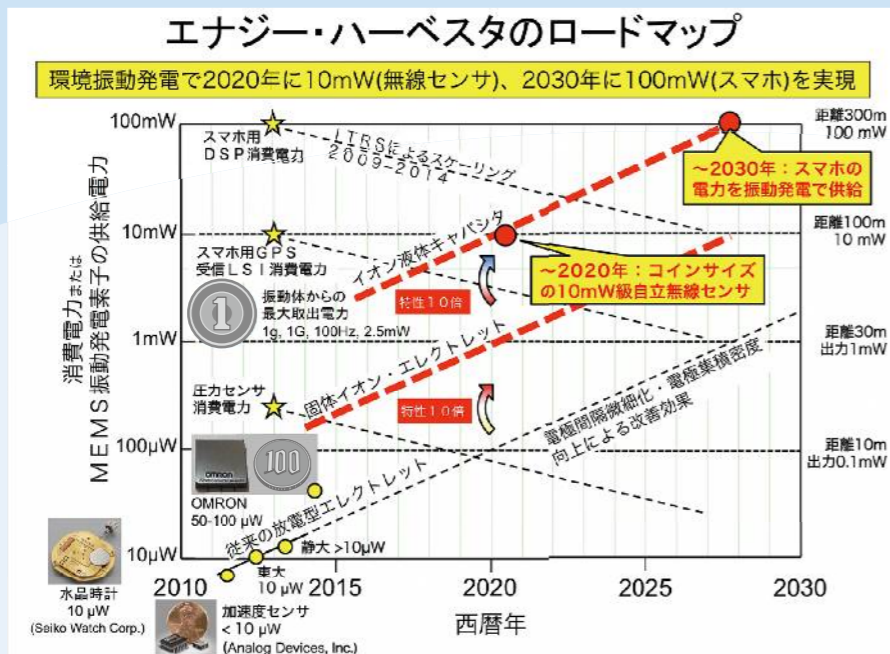
光スキャナを内蔵したスマートフォンサイズの画像ディスプレイ。指でサッと光を遮ると次のスライドに進む。実験室が暗くうまく撮影できない様子を見かねて、年吉教授が急遽カメラマンに変身。

ガンバレMEMS



そこが知りたい!

デバイスのサイズも消費電力も小さく、MEMSの発電は大きくなる





## 大学院と研究の支援

先端研は、国立附置研究所で唯一大学院があります。そのため、通常の研究支援に加えて教育支援も行いますが、先端研では1つの部署で2つをサポートしています。今回は、一部署二役「教育研究支援担当」のレポートです。



## 先端研ボード会議を開催

先端研では、運営全般に関し内部の利害から独立した視点から助言及び評価を行う諮問機関として「先端研ボード」を設置しています。本年度のボード会議は10月29日に開催され、先端研固有の問題に留まらない、大学全体を取り巻く状況や経営課題も含む広範な議論が展開され、経営基盤の維持強化や人材育成等の重要課題への中長期的対応が求められる中、多くの有意義な唆を得る機会となりました。同時に、異分野融合をはじめとする先端研の特色を活かした活動の進展に対する期待も寄せられ、「先端研らしさ」を失わず活動を継続するうえでの刺激、原動力ともなった会議でした。



▲先端研の運営について活発な議論が行われた。

ボードメンバー（敬称略、50音順）：

- ・大隅 典子 東北大学大学院医学系研究科教授
- ・大西 隆 日本学術会議会長
- ・小泉 英明 (株)日立製作所役員待遇フェロー
- ・小林 喜光 (株)三菱ケミカルホールディングス取締役社長
- ・立川 敬二 立川技術経営研究所 代表 / (独) 宇宙航空研究開発機構元理事長
- ・永山 治 中外製薬 (株) 代表取締役会長
- ・グレン・S・フクシマ センター・フォー・アメリカンプログレス シニア・フェロー / 元在日米商工会議所会頭 / 元米国大統領府通商代表部通商代表補代理
- ・増田 寛也 (株)野村総合研究所顧問
- ・宮野 健次郎 (独)物質・材料研究機構フェロー
- ・武藤 敏郎 (株)大和総研理事長

## 異才発掘プロジェクト「ROCKET」開校

12月10日、異才を発掘し継続的にサポートすることで、将来の日本をリードしノーベル賞をもたらす人材を養成する異才発掘プロジェクト「ROCKET」の開校式が先端研にて行われました。

中邑賢龍教授（人間支援工学）は報道関係者に向けて「ユニークな子を“育てる”のではなく、“潰さない”ためにどうするか。今の学校システムの否定ではなく、学びの多様性、突き抜けた子が育つ社会を目指す」と話し、日本財団の笹川会長は開式の言葉として「今回のプロジェクトは初めての試みであり、ここがスタート。さまざまなことがあるだろうが、このユニークな教育の試みがうまくいくよう力を尽くしたい」と語りました。

当日は、約600人の応募者の中から選ばれた異才の子どもたち15名に、ロボットクリエイターの高橋智隆客員研究員（人間支援工学）によるトップランナー講義も行われました。



▲入学証書のiPadを手渡されるスカラー

## 西村幸夫教授（都市保全システム）が 中華民国（台湾）文化省の名誉顧問に

11月19日、西村幸夫教授（都市保全システム）が中華民国（台湾）文化省から名誉顧問に任命されました。台北文化センター長 朱文清氏が先端研を訪れ、西村教授に任命証を手渡しました。



▲台北文化センター長の朱文清氏と西村教授

## ひらめき☆ときめきサイエンス開催

日本学術振興会委託事業「ひらめき☆ときめきサイエンス ～ようこそ大学の研究室へ～」のプログラム「ロボットで探る昆虫の感覚と脳と行動の不思議」が、12月13日、神崎研究室（生命知能システム）にて開催されました。

このイベントは、研究機関で行う最先端の科研費研究の成果について、研究者が体験・実験・講演プロデュースを行い、子どもたちが直に見る・聞く・触れることで科学の面白さを感じる場を提供するもので、中高生を対象にした神崎研究室のプログラムは、2013年にひらめき☆ときめきサイエンス推進賞に選ばれた人気のプログラムです。今回は多数の応募者の中から42名が参加。昆虫の行動実験、脳の解剖、昆虫ロボットを通して、昆虫の秘められたパワーを知った子どもたちは、終始興味津々の楽しい笑顔を見せていました。



▲昆虫の知られざる能力に興味津々の子どもたち

## アラブ首長国連邦政府視察団が 牧原教授を訪問

10月15日、国家アイデンティティ育成にかかるアラブ首長国連邦政府視察団4名が先端研を訪れ、牧原出教授（政治行政システム）と面談を行いました。牧原教授は、近代以降の日本において、内閣を通じて政治統合を進めた過程について解説。調査団は特に、国家アイデンティティがどのように形成されたかに関心を示し、成功例としての日本の政治史と他のアジア諸国への応用の可能性についての質問が数多く出され、活発な議論が行われました。



▲牧原教授とアラブ首長国連邦政府視察団

## 国際交流イベント「Setsubun and Mochi-Pounding」開催

2015年1月16日、所内の外国人研究者・留学生に、体験を通して日本文化への理解を深めてもらう国際交流イベント「節分＆餅つき」が開催されました。冒頭で餅つきと節分について英語で説明した後、3号館の陰から登場した鬼に向かって参加者が一斉に豆まきを開始。逃げ回る鬼に飛び交う豆。中には豆をポリポリ食べながら投げる参加者もいました。続いてスタートした餅つきは、我こそは、と餅つき体験を希望する人が絶えない人気ぶりでした。参加者にはお土産としてつくたてのお餅と福豆が配られ、2015年最初のイベントは大盛況のうちに終了しました。



▲退治される前の呑気な鬼三兄弟



▲おいしくつくには最初の「こね」が重要だとが。

## Information

### 人事情報

採用・転入			
異動日	氏名	職名	前職
2014年12月16日	Cojocar Ludmila	特任研究員	日本学術振興会 外国人特別研究員
2015年1月1日	上田 浩平	特任研究員	東大附属病院 特任臨床医

任命			
異動日	氏名	職名	前職
2014年12月1日	関 元昭	特任助教	東大先端研 特任研究員

退職・転出			
異動日	氏名	職名	転出先
2014年11月30日	王 云鵬	特任助教	大連理工大学 准教授

### 受賞

2014年12月4日  
池内 真志 助教（医用マイクロマシン）  
第41回日本臓器保存生物医学学会学術集会において会長賞を受賞  
受賞研究：胚様体の均一・大量生産を実現する培養デバイス“TASCL”の量産化（先端研と日東電工株式会社、グローバルヘルスケア財団の共同研究契約に基づく成果）

2014年12月4日  
梁瀬 将史さん（岡本研究室・化学生命工学専攻M1）  
日本化学会秋季事業第4回CSJ化学フェスタ2014にて優秀ポスター発表賞を受賞  
受賞研究：プロテオミクス解析を可能にするヒドロキシチロシン含有タンパク質の選択的濃縮

2014年10月30日  
石野 誠一郎さん（中村・宇佐見研究室・M1）  
日本物理学会・領域1第3回（2014年秋季大会）学生プレゼンテーション賞を受賞

2014年10月4日  
梁瀬 将史さん（岡本研究室・化学生命工学専攻M1）  
化学生命工学専攻第7回ChemBioハイブリッドレクチャーにてベストポスター賞を受賞  
受賞研究：プロテオミクス解析を可能にするヒドロキシチロシン含有タンパク質の選択的濃縮

### 活動報告

#### ■プレスリリース■

2015年1月21日  
中居研究室（人間支援工学）◇ICTを活用して障がい児の学習・生活支援を行う「魔法のプロジェクト2015～魔法の宿題～」協力校を募集を発表  
[http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01\\_270121\\_j.html](http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01_270121_j.html)

2014年12月23日  
神崎 亮平 教授（生命知能システム）ほか◇研究成果「昆虫の匂い源探索を担う神経回路を解明」を発表  
[http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01\\_261223\\_j.html](http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01_261223_j.html)

2014年12月5日  
小泉 宏之 准教授（数理創発システム）ほか◇小型イオン推進システムの宇宙動作実証に成功～100 kg以下の小型衛星における世界初のイオンスラスト作動～  
[http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01\\_261205\\_j.html](http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01_261205_j.html)

2014年11月3日  
油谷 浩幸 教授（ゲノムサイエンス）ほか◇日本人症例を中心とした大規模な肝細胞がんゲノムを解読。約70%症例で見られる高頻度の遺伝子異常を発見。日本人に特徴的な発がん要因の存在も初めて確認

2014年10月28日  
藤田 敏郎 名誉教授（臨床エビデンス）ほか◇アルドステロン拮抗薬が慢性腎臓病患者の蛋白尿を抑制することを証明—塩分を過剰摂取する日本人の慢性腎臓病に適した治療—

#### ■研究成果■

神崎 亮平 教授（生命知能システム）ほか◇昆虫の脳内においてフェロモンの匂い情報を処理する経路を特定し、匂い情報が脳内に入り行動を起こす情報に変換されるまでの全過程をはじめて明らかにした論文「Information flow through neural circuits for pheromone orientation」が、オンライン科学誌「Nature Communications」に掲載  
<http://www.nature.com/ncomms/2014/141223/ncomms6919/full/ncomms6919.html>

神崎 亮平 教授（生命知能システム）ほか◇脳神経回路の匂い濃度の効率的なコーディングについての論文「Odorant concentration differentiator for intermittent olfactory signals」が「The Journal of Neuroscience」に掲載  
<http://www.jneurosci.org/content/34/50/16581.short>

浜窪 隆雄 教授（計量生物医学）ほか◇生理学研究所の深田正紀教授および深田優子准教授をはじめとする研究グループとの共同研究により、遺伝性てんかんのひとつである常染色体優性外側側頭葉てんかんの原因が、タンパク質の構造異常に基づくことを見出した論文を「Nature Medicine」に掲載  
<http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/full/nm.3759.html>

年吉 洋 教授（極小デバイス理工学）ほか◇医療用人体行動検知センサとして有用な加速度を超広域・高分解能で検知可能なMEMSセンサを開発  
<http://www.titech.ac.jp/news/2014/029271.html>

瀬川 浩司 教授（エネルギー環境）ほか◇内閣府最先端研究開発支援プログラム（FIRST）の成果として技術開発した色素増感型太陽電池用の増感色素「DX」の製品化を田中貴金属工業株式会社が発表  
<http://pro.tanaka.co.jp/topics/fileout.html?f=128>

## トピックス

2014年12月11日  
島根県立浜田高等学校 1年生 25名が先端研リサーチツアーに参加

2014年11月13日  
都立武蔵高等学校附属中学校3年生29名が先端研リサーチツアーに参加

## テレビ・ラジオ出演

2015年1月27日  
テレビ朝日◇「報道ステーション」でアメリカ北東部に大雪をもたらした低気圧が急発達した要因について、メキシコ湾流の役割と偏西風の蛇行の観点から解説◇中村 尚 教授 (気候変動科学)

2015年1月2日  
BSジャパン放送◇「久米宏・未来への伝言 ～ニッポン100年物語～第4章」に出演◇生田 幸士 教授 (医用マイクロマシン)

2014年12月20日  
NHK総合テレビ◇「マサカメTV」年末年始ドライブ必勝法で、年末の高速道路渋滞について解説◇西成 活裕 教授 (数理創発システム)

2014年12月19日  
NHK総合テレビ◇「視点・論点」で、有権者の選択とこれからの政治について解説◇牧原 出 教授 (政治行政システム)

2014年11月5日  
NHK Eテレ◇「オイコノミア」“障害”を見つめ直そう：考えるポイントは「依存」に出演◇熊谷 晋一郎 特任講師 (バリアフリー)

2014年10月26日  
TBSテレビ◇「未来の起源」「明日を見続ける若き研究者」に出演◇光野 秀文 特任助教 (生命知能システム)

2014年10月19日  
TBSテレビ◇「夢の扉+」「進行がんの薬をスパコンで設計する」に出演◇児玉 龍彦 教授 (システム生物医学)

## 新聞掲載

2014年11月26日  
【読売新聞】朝刊◇「視座14衆院選 党内外に対抗勢力」◇御厨 貴 客員教授 (情報文化社会)

2014年11月17日  
【日本経済新聞】朝刊◇「経済教室」職務発明制度の論点(上)◇玉井 克哉 教授 (知的財産法)

2014年11月16日  
【読売新聞】朝刊◇「量子の特性活用の時代に」◇中村 泰信 教授 (量子情報物理学)

2014年11月14日・15日  
【産経新聞】朝刊◇「イスラム国の正体」(上) (下)◇池内 恵 准教授 (イスラム政治思想)

2014年10月31日  
【北陸中日新聞】朝刊◇「見て味わう料理 科学で迫る 会席を解析せよ」◇渡邊 克巳 准教授 (認知科学)

その他の活動状況は先端研ウェブサイト活動報告をご覧ください。  
<http://rcast.jp/activity/>

## 雑誌

2015年2月号  
【月刊化学】◇分子動力学シミュレーションの進化◇山下 雄史 特任准教授・児玉 龍彦 教授 (システム生物医学)

2015年2月号  
【月刊教知】◇運命を切りひらくもの (対談)◇北方 謙三 (作家) × 福島 智 教授 (バリアフリー)

2014年12月27日号  
【週刊ダイヤモンド】◇2015総予測【59企業秘密】米国の漏えい厳罰化が波及 日本企業も秘密保護強化へ◇玉井 克哉 教授 (知的財産法)

2014年12月号  
【月刊Journalism】◇2014政治報道を読む「小さな変化を読み取りながら大きな流れを理解していく。そのためには想像力も必要」◇牧原 出 教授 (政治行政システム)

2014年11月  
【文藝春秋オピニオン2015年の論点100】◇「2020年夏、東京を猛暑が襲う」◇中村 尚 教授 (気候変動科学)

2014年11月  
【文藝春秋オピニオン2015年の論点100】◇「イスラム国」とグローバル・ジハード◇池内 恵 准教授 (イスラム政治思想)

## 新刊

イスラム国の衝撃／池内 恵 著 文藝春秋 2015.01.20刊

感覚デバイス開発～機器が担うヒト感覚の生成・拡張・代替技術～／廣瀬通孝、神崎高平、櫻井健志、光野秀文、渡邊克巳[等]著 エヌ・ティー・エス 2014.11刊

甞る鉢山都市の記憶 佐渡金山を世界遺産に／西村幸夫 監修 ブックエンド2014.10刊

## イベント情報

本郷・本部棟1階ロビーにて、先端研の広報展示を開催

キーワードは、昆虫ロボット、IT創薬、渋滞、電源、会席料理。逆立ち、投げキス、ユニフォーム？

西村所長が掲げるスローガン「Human-centered」をコンセプトにした先端研の広報展示を行っています。先端研の組織的な特徴や研究の一部をフリーハンドで説明したパネル、先端研の人々が自分の研究の10年後や先端研だからできることを手書きフリップと共に語るムービー、ロボットや太陽電池など人と社会に関係する研究成果を、一般の方にもわかりやすく紹介しています。

ムービーには、若手研究者から西村所長まで、さまざまな分野の研究者が登場。研究への情熱と先端研への愛あふれる内容になりました。学外の方もご覧いただけますので、お近くにお越しの際はぜひお立ち寄りください。

開催期間：2015年3月31日まで

開催場所：東京大学 本郷・本部棟1階ロビー



▲ロボットや太陽電池が展示されたショーケース



◀先端研についてわかりやすく紹介するパネル

## —先端とは何か—

第十四回



合成生物学  
谷内江望 准教授

## 先端とは理想を追求することである

サイエンスは贅沢な大人の遊びです。私にとっては子供の頃に床に転がって絵を描いたり、昆虫採集に行ったり、「LEGO」ブロックで遊んだりしたのとよく似ています。またそこに傾ける情熱も「スーパーマリオブラザーズ」を最短時間でクリアするチャレンジをしたり、授業中に教科書の隅を使ってパラパラ漫画を作ったりしたときのものとはほぼ同じです。一方で、サイエンスは未来を創造するために様々な責任を果たすプロフェッショナルなビジネスでもあります。仲間を作り、新しいサイエンティストを育て、多くの人々に賛同してもらいながら面白いアイデアを練り、研究を進めます。

サイエンスに大切なのは、研究者がヴィジョンを持って勇敢で自由な発想を生み出せる仲間達と空気感であり、またコントロールを効かせてプロジェクトを打ち上げ、きちんと着地させられるプロフェッショナルの技能と環境です。

2014年の7月に先端研でスタートしたばかりの私達の研究室は、生物学と情報科学の両方をバックグラウンドに持ちます。そのミッションは、合成生物学やデータマイニング技術などを駆使して分子・細胞計測と設計のための新しい実験・テクノロジーを創出することです。超並列DNAシーケンサー、分子バーコード、ゲノム編集技術などを組み合わせて「高速な細胞内分子間相互作用測定」「細胞分化・発生系譜の大規模一斉トラッキング」といった新しいテクノロジーを開発しています。これまで観察不可能であった生命科学現象にどんどんアクセスできるようにすることで、新しい生命科学・医学研究のコンセプトを作っていく事が目標です。また、そのような人材を世界にどんどん輩出することも狙っています。

私はテクノロジーの開発者として、一見小さくて地味でも芯があって見通しの利いた仕事は大きく世界を変化させることができると信じています。そのような切れ味の良い国産テクノロジーを生み出していけるチーム作りを目指しています。また、研究者個人が起こすそのようなリーフログ(跳躍)は、異分野を恐れずに世界中の研究にアンテナを張り、心の豊かさを携えた合理的なマネジメントによって、限界まで切り込んでいったときに生まれるとも信じています。

研究室の環境基盤はフラットな人間関係です。学部1年生達も参加しており、誰もが研究室運営について考えてくれます。最近ある学生が「実験スタート前に、朝食を摂りながらラボミーティングをしませんか？」と提案してくれました。毎週の担当者が通勤・通学途中にあるパン屋さんを調査して全員の軽食を用意し、ラボのエスプレッソマシンでコーヒーを入れてディスカッションするということになりました。とびきりのアイデアとそれを着地させるまでの一連の流れが、様々なバックアッププランと同時に次々とホワイトボードに描かれ、半ば熱狂とともにプロジェクトがスタートする。途中多くのハードルにぶつかるが、それらをプロフェッショナルな知恵と技術を蓄えながら、仲間達と汗をかきながら乗り越えて未来を変えて行く。そんなプロジェクトを多く生み出したいです。

私自身も若い研究者ですが、研究室の運営者としてこの理想を崩さず追求することが、たくさんの友人達と良いサイエンスの「先端」を創っていく方法だと考えています。



# 輝け! 未来の先端人

さいとう けいすけ  
**斉藤 圭亮さん**

「光合成の謎を計算で解明する」



◀13号館地下1階にある計算機。通常の事務用パソコン約900台分の計算能力があるという。書き初め通りの表情で。

## 斉藤 圭亮

石北研究室(理論化学)助教。小学生の時にNHKのドキュメンタリー『電子立国・日本の自叙伝』を見てエンジニアに憧れ、工学部へ。筑波大学第三学群工学基礎学類卒業。学部時代に量子力学と生物学に興味を持ち、筑波大学大学院数理物質科学研究科へ。博士(工学)。大阪市立大学博士研究員、京都大学特定研究員、大阪大学助教を経て現職。

小学校で習う「光合成」。植物が太陽光と水と二酸化炭素から酸素とエネルギーをつくる仕組み。しかし、なぜ酸素が発生するのか、実は解明されていない。「2011年に酸素をつくるPSⅡというタンパク質の詳細な分子構造がわかりました。ただ、それは構造、つまり見た目の話で、なぜその反応が起こるのかはわかっていません」と話す斉藤助教は、PSⅡの反応の仕組みを研究している。

実験は一切しない。使うのは頭と計算機だけ。反応が起こる過程を逆算したり、関係分子を入れ替えたりする計算を繰り返し、本来の反応経路を発見する。「光合成は生物の営みですが、光の粒による反応なので量子力学です。計算機能力が向上し、誰でもタンパク質構造のデータベースを使える時代だからできる研究手法です」。博士時代は鉛筆で式を書き計算した。限界を感じていた時期に、タンパク

質の量子化学計算手法の開発者でノーベル化学賞受賞者Arieh Warshel教授の下で研究した石北教授の研究室に入った。「たとえ生命現象でも、原理的には物理法則で説明できるはずですが、実際にはすごく複雑で調べるのも大変。そこで計算機の助けが必要になります。でも面白いことに、計算自体は複雑でも、そこから見えてくるタンパク質の仕組みは意外に単純だなと感じます」。

理論化学と呼ばれる実験不在のこの分野では、何が研究の明暗を分けるのだろうか。「計算は機械がします。重要なのは、何を見るためにどんな計算をするか、という着眼点。石北先生はそのセンスが素晴らしい、とても勉強になります」。言われてみれば簡単な“コロンブスの卵”的な発想にこそ、センスが問われる。「どんな理論を使うかというテクニックにはあまり興味はないんです。酸素が発生する仕

組みに興味があり、それを解明したい」と言う。

光合成の原理を利用した「人工光合成」は、再生可能エネルギーの技術として注目されており、斉藤助教は、JSTのさきがけ研究員として藻類バイオエネルギーの研究も行う。実験系のチームで唯一の理論担当。その理由は「藻を使ってエネルギーをつくる研究をするにも、光合成の仕組みをきちんと知らないと行き当たりばったりになってしまう。自然から学んだ仕組みをうまく利用するには、理論が必要だと思って」。

斉藤助教の夢を聞いてみた。「物事はシンプルにできているという感触があるんです。それは複雑なタンパク質の研究でも同じで、今は漠然とした感触だけど、近い将来、複雑な中にある普遍的な原理を体系としてまとめられたらいいですね」。