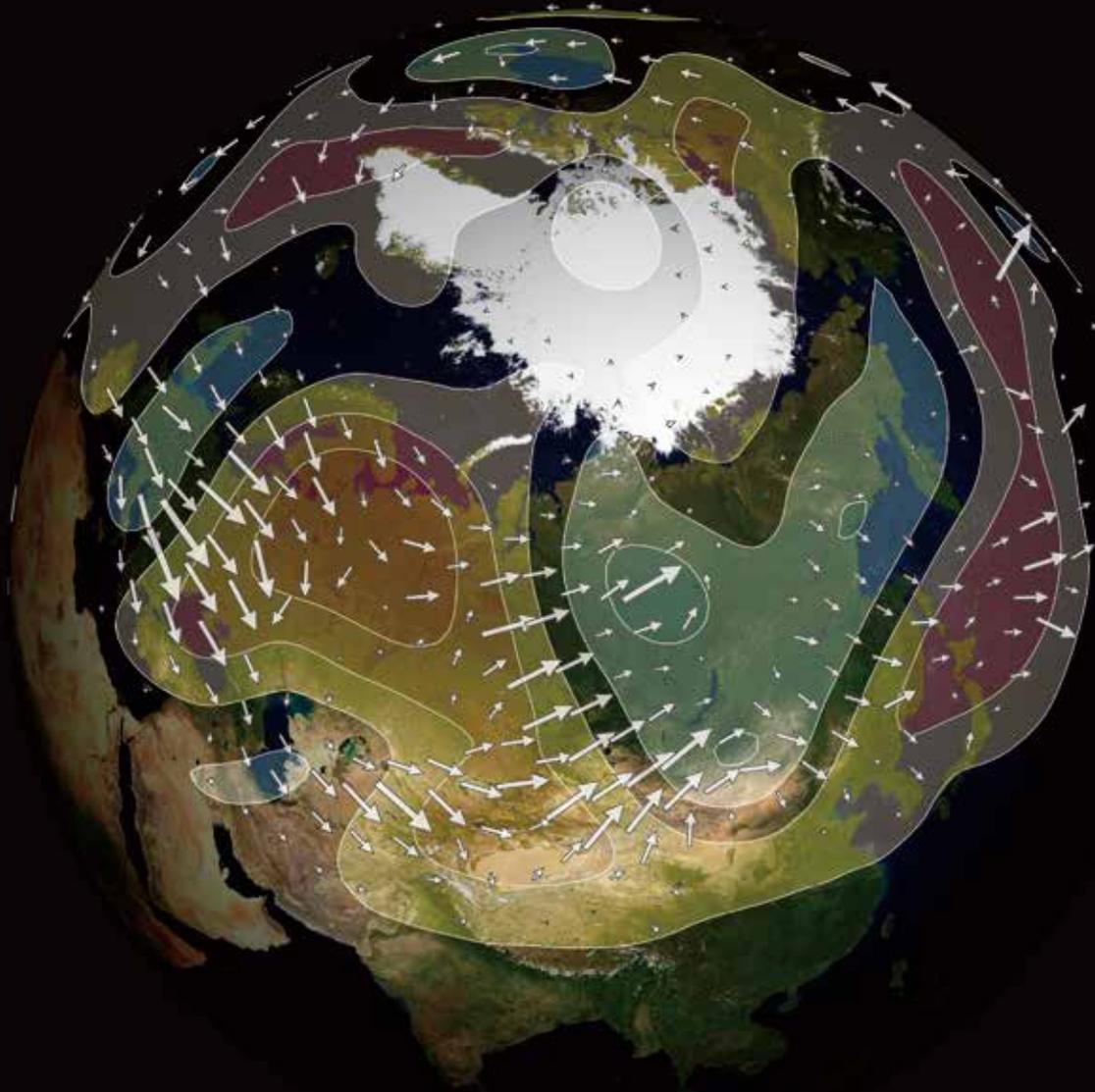


# RCAST

Research Center for Advanced Science and Technology NEWS

93

2015  
VOL.4



RCAST Cross Talk 喧研講学 第8回

## スピリット・オブ・サイエンス

石北 央 教授 × 神崎 亮平 教授

先端研探検団II file 14

## “疑似地球”で気候の揺らぎを探る

気候変動科学 中村・小坂研究室

Relay Essay 先端とは何か 第17回

## 先端とは時間との闘いである？

マクロ経済分析 新谷 元嗣 教授

輝け！ 未来の先端人

## 関 元昭 さん

ケン ケン ガク ガク  
喧 研 譎 学

[第8回]

理論化学  
石北 央 教授

広報委員長  
神崎 亮平 教授

## スピリット・オブ・サイエンス

未だ仕組みが解明されない光合成。鍵を握るのは、光を捕まえて電子に置き換えるPhotosystem II (PS II)という巨大タンパク質。PS IIが水を分解する仕組みは、光合成に残された最大の謎とも言われ、人工光合成の実用化に向けても重要です。複雑で難解、だからこそ解き明かしたい。終始、科学者の探究心に満ちた対談でした。

■ 理論化学 石北 央 教授

Hiroshi Ishikita

1974年群馬県生まれ。2000年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了後、2005年ベルリン自由大学にてPh.D.取得。京都大学特定助教、大阪大学教授等を経て、2014年より現職。理論化学、生物物理学をベースにタンパク質分子の機能を明らかにしていくことで、生命活動の根源「エネルギー・物質変換」機構解明に迫る。



Ryohei Kanzaki

生命知能システム 神崎 亮平 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)。アリゾナ大学博士研究員、筑波大学教授、東京大学大学院情報理工学系研究科教授等を経て2006年より現職。日本比較生理生化学会会長。生物の環境適応(生命知能)の神経科学に関する研究に取り組み、特定の匂いを検出する警察昆虫ことセンサ昆虫や昆虫操縦型ロボットなどの研究が目玉されている。

### 発想を変えると、次が変わる

神崎：石北先生はドイツで学位を取られたんですね。

石北：はい。実は修士で普通に就職活動をしたのですが、内定を取って初めて「やり残したことはないか？」と真剣に考えたら、留学と博士号取得が思い当りました。そこで、海外で博士号を取れば良いと考えて、ドイツへ行っただけです。

神崎：ドイツにはお知り合いの研究者はおられたのですか？

石北：いいえ。やりたい研究を論文検索で見つけ、ベルリンにいた先生にエアメールを書いて受け入れてもらいました。当時は

電子メールを失礼と感じる時代だったので。

神崎：研究室を主宰しているとどうしてもお聞きしたくなるのですが、研究室の雰囲気はどんな感じでしたか？

石北：何より、ボスとの会話がフラット過ぎて愕然としました。ドイツ語にも敬語がありますが、学生がボスに「お前」という言葉を使っていて「教科書と違う！」と。だから逆に何でも話せて、ボスとの精神的なバリアもすごく低かったです。今、日本で率直に生意気なことを言うてしまうのは、きっとそのせいです(笑)

神崎：修士までは実験系だったとのことですが。

石北：電子デバイスに興味があり、東大では物理をやるつもり

でした。むしろ生物は苦手でしたが、教養課程でいろいろな話を聞いて、化学も生物も面白いなあと考えていたところ、タンパク質の中の電子移動を知りました。今まで生物と思っていたものが、電子デバイスのように光を受けたら電子を出すんです。学部・修士ではさまざまな電位を持つタンパク質を作り、それを重ねてダイオードにするという野望がありました。

**神崎**：博士から理論へ方向転換するのは、かなり大きな決断ですよ。何かきっかけがあったんですか。

**石北**：実験は楽しかったのですが、時間とコストをかけても欲しい機能を持つタンパク質がなかなかできなくて、理論計算で予測すれば効率的に実験できると考えました。実験と理論はどちらの経験も役立つし、博士の3年間くらいなら、と軽い気持ちです。ただ、ベルリンに行った早々「お前の研究計画書のテーマはちょうど終わったところだよ」とボスに言われてしまい…。

## 人工光合成＝光で役に立つものを作る

**石北**：「でも、自然にも非常に美しいダイオードの系がある」と。

**神崎**：それが、酵素発生源光合成タンパク質、PSⅡですか。

**石北**：はい。PSⅡは、電気を使わず光のエネルギーだけで高効率な電気分解反応を起こす、生物というより高集積なデバイスです。タンパク質の電子移動と人工光合成はとても似ている部分があります。

**神崎**：光合成のことは小学校から習うわけですが…それが最新科学にどうつながっているのですか。

**石北**：教科書の定義では、光合成には酸素を出す反応と二酸化炭素から糖を作る反応がありますが、人工光合成という言葉を使う場合はもっとラフで、光でモノを作る反応も人工光合成と呼ばれます。地球上には酸素がたくさんあるので、工業的には光で水を分解して酸素を出してもあまり意味がありません。むしろ、水素を出せば燃料電池自動車の水素として使えますし、水素を作る膨大な費用も抑えられます。あるいは、二酸化炭素からメタンを取り出して燃料となるメタンガスを作るとか。光を当てて電流を作るのが太陽電池なら、「光で役に立つ物質を作る」のが人工光合成です。

**神崎**：実用化に向けた具体的なプランは出ているのでしょうか。

**石北**：おそらく30年～40年先のレベルで、すぐにできる反応ではないというのが現状です。太陽電池と人工光合成では立ち位置が全く違い、実用化されている太陽電池ははるかに上です。ただ、明らかに昔よりは進歩があり、太陽の力だけで水を分解できる触媒の性能は着実に上がっています。

**神崎**：PSⅡというのは、ものすごく複雑な構造をしていますよね？

**石北**：はい。おそらく、現状で構造がわかっているタンパク質の中で最も複雑だと私は思っています。規模が大きく、形も一見複雑ですが、その複雑さを構成している1個1個の要素はシンプル

であり、そこが美しい。複雑なことをシンプルに説明したいというの、やりがいのひとつですね。解が見えたときには、本当に神様がこのタンパク質を作ったのではないかと思うくらいです。

**神崎**：しかし、そんなに複雑にする必要があったのでしょうか？なぜそこまで巨大化したのでしょうか。生物は進化の過程でいらなくなったものも残しておくことがあるので、本当はいらぬものもたくさんありそうだし、構造自体に進化の痕跡があるように見えそうな気がしますね。

**石北**：そうですね、同じPSⅡでも高等な生物に入っているものほど複雑な気がします。聞いた話だと、初期の原子炉だか核融合炉は対称性をもちシンプルな形状でしたが、最近ではどんどん入り組んできて、でも機能は上だそうです。生物もそういうものかもしれませんね。

**神崎**：複雑さが重要なのか、あるいは他と相互作用のために複雑なのか…。

**石北**：PSⅡには水を分解する反応コアの部分と、周りに光を集めるアンテナ部分があります。反応コアはどんな生物のPSⅡでも同じ形状を保っていますが、アンテナ部分の形は、PSⅡをもつ生物の生活環境によって多種多様です。光合成と聞くと自然でマイルドなイメージですが、PSⅡにとって光は諸刃の剣でもあるので、高等になるほど自分を保護する機能も複雑です。PSⅡは、30分に1回、自分自身を壊しながら働いているんです。



▲次々に話が展開していくジェットコースター対談でした。

## 維持するために、自己破壊と修復を繰り返す

**神崎**：え、それはどういう意味ですか？

**石北**：日焼け止めは、光が酸素にあたってできる活性酸素のダメージから肌を守るものです。PSⅡの水を分解する重要な部分では、地球上の99%の酸素を生み出していて、それ故に自身で作った酸素から活性酸素も作ってしまい、ダメージを受けるリスクが高まります。光を利用して酸素を出す以上、活性酸素の攻撃は

避けられないので、自らPSⅡの外部にある分解酵素を呼び込んで、ダメージ部分を取って壊し、新たに合成したものと入れ替えてフレッシュなPSⅡを作り直します。これを30分に1回くらい繰り返すおかげで、光合成の仕組みは維持されています。

**神崎**：壊れた構造を作り直しながら機能を維持するというのは、まさに進化の賜物ですね。結果的に今のところは30分に1回、自己破壊と修復を繰り返すことが最適解なのでしょうが、進化の過程ではトライ&エラーをしているはずですよ。

**石北**：トライ&エラーは繰り返行われていて、高等な植物のPSⅡほどオプションで光から自身を防御するプロテクターやシステムをたくさん装備しています。触媒として考えた場合、触媒は永続的に反応を起こすことが可能とされながらも、現実には工業界で使われる触媒の使用回数は決まっています。光合成のシステムは、たとえ30分に1回の自傷行為によって作り直していても、工業触媒と比べたら比較にならないほど寿命が長いので、十分かなと思います。

**神崎**：私の専門は神経科学なんですが、鼻の嗅覚細胞が2~3週間で完全に入れ替わるのはよく知られています。しかし、入れ替わるにもかかわらず、リンゴの匂いはいつも変わらずリンゴの匂いとして認識できる。不思議ですよ。石北先生は、このような複雑なタンパク質の構造と機能の関係をシミュレーションしていますが、シミュレーションの結果が本当に正しいのか、という話はよく出てくると思います。この辺はどのようにお考えですか。

**石北**：その通りです。ただ私の場合、計算はしていますがシミュレーションではなく、実験をしている意識です。私たちは、X線結晶構造解析などの実験で得られたタンパク質の原子座標によって、タンパク質分子内の原子間の相互作用を計算します。計算の強みも弱点もわかっているので、強いところだけでなせる議論で研究を進めています。現実世界に持ってきたら覆ような話は一つもしていません。



▲爽やかな外見からは意外なほど、ズドンと直球で意見を述べる石北教授。

## いかにして見たいものを見るか

**神崎**：QM/MM法(タンパク質分子を取り扱える量子化学計算)<sup>\*)</sup>は、量子力学と古典力学の組み合わせですよ。異なる粒度の計算を組み合わせたときに、粒度の悪いレベルの解しか出ないのではないですか？異なる階層をつないで全部一発で説明できればうれしいですが。これはさまざまな分野の研究が抱えている共通の課題でもあるわけです。

**石北**：量子化学的手法での計算は、計算能力と計算時間の両面でコストがかかります。タンパク質原子は数万原子からなる分子ですが、一般に利用されているソフトウェアでは数百原子を取り扱うのが現実的な限界です。一方で、QM/MM法は、フォーカスしたい重要な部分をコストのかかる量子化学計算で厳密に捉え、そこから離れた部分は楽な手法、すなわち古典力学で計算します。コストを抑えつつ、巨大なタンパク質を量子化学的に見ることが出来ます。

**神崎**：QM(量子力学計算)だけで見ることはできないのですか？

**石北**：タンパク質分子から重要な部分だけを抜き出してQMで見ればいいのか、と思われるかもしれませんが、でも、QMで解く重要な部分だけでなく、その周辺を取り囲む一見重要ではない“烏合の衆”の部分も、厳密でなくても計算に含めないと、タンパク質を語れません。重要な部分から離れた場所で見べきものはQMとは異なる相互作用なので、QMほど厳密な計算をしないMM(分子力学計算)でも全く問題はありませぬ。楽な計算は悪ではなく、現実的にそれで十分なんです。闇雲に計算するのではなく、見たいところをセンスよく、というのが重要だと思います。

**神崎**：ところで、少し話は変わりますが、石北先生は今は理論畑ですが、もともと実験系なわけで、理論から出てきたことを自分で実験で確かめたくはないですか。

**石北**：将来は理論と実験の両方を扱うラボができればと渡独しました。でも実際には一つに集中しないといい研究はできないというのが、今の考えです。いろいろ広げることはいませんが、例えば、現状では水のシンプルな化学反応機構ですら解けていないので、次のステップへ進むのは、そこを解明してからでもよいと思っています。

**神崎**：今後、先端研でどのように研究を展開していくのか、お聞かせください。

**石北**：実は今、ラボでPSⅡを研究している学生は誰もなくて、PSⅡとは全く関係のない水チャンネルタンパク質や、タンパク質すら関係ないオーソドックスな小分子の化学の研究をさせています。一見するとバラバラですが、でも実は全部つながっています。

**神崎**：それらをつなぐキーワードは何ですか？

**石北**：結局はタンパク質分子なのかもしれませんが…。光合

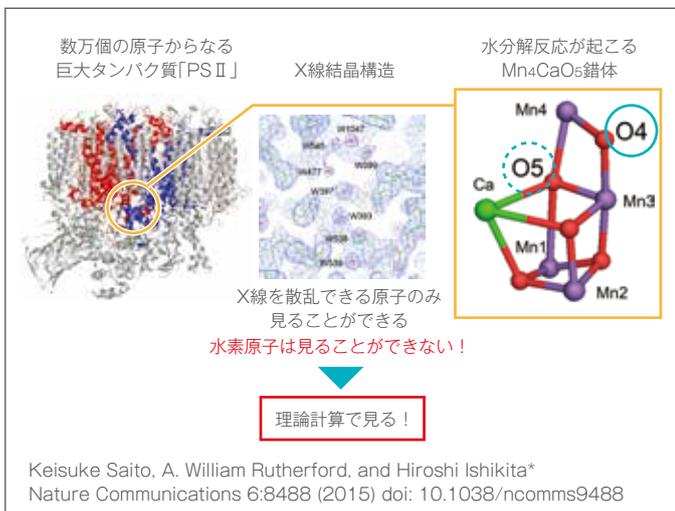
成を狙ってそこばかり見ていたら、わからないことがたくさんあります。敢えて違うテーマをやってみて初めに見えることがあるんですね。今まで当たり前とされていた定説が実は違った、ということもありますし。知らないことがたくさんあると思うと、ワクワクします。PS II にしか興味がなく他を知らない人は、「何が他のタンパク質と同じロジックで説明がつくこと」であり「何がPS II にしかない特有のものであって腰を据えてフォーカスしなければならないこと」なのかという区別ができず、本質を見失いやすいように思えます。

**神崎**：富士山に登るためには多様なルートがあるでしょうが、頂上に向かうことのできるルートは、きつとしっかりとした基礎とプランのもとで開拓されてきたのでしょね。基本を押さえながら一步一步と。石北先生にとってはこれが分子の構造なんでしょ

うね。一步一步と進めて頂を目指すわけですが、後にはしっかりとルートができています。

**石北**：もちろん、必要があればどんどん手法を変えていきます。QM/MM法を始めたのも3年ほど前ですし、そういう意味では実験だってするかもしれません。一つの方法に固執するつもりはなく、見たいサイエンスのためには何でもやっていくつもりです。実験から理論にスイッチできたように、他へのスイッチも決して難しくは感じないでしょう。

※1 Quantum Mechanics/ Molecular Mechanics法の略。計算精度を持ち合わせた量子力学計算(QM)と計算速度を持ち合わせた分子力学計算(MM)を組み合わせることで、タンパク質のような巨大分子を実用的な精度・速度で計算することができる。2013年ノーベル化学賞受賞者A. Warshel教授・M. Levitt教授らにより開発された。



## 2015年10月、水分解反応の第一段階における定説を覆す論文を発表

高等植物や藻類で行われる光合成の過程で、水が酸素に分解される際の副産物「水素イオン」が最初に放出される位置が定説とは異なることを、QM/MM法による理論化学計算で発見した。モデルを用いたシミュレーションではなく、すべての水素原子を考慮した計算により、実験事実であるX線結晶構造解析の結果を矛盾なく説明。水分解反応の第一段階における定説を覆した。今後、第二段階以降の機構解明を大きく進展させるものと期待される。

◀これまで水素イオンが放出されるのはO5の位置とされていたが、O4で水素イオンが放出されることを理論で解明

## 対談後記

石北先生は人工光合成の実現にかかわる酸素発生型光合成タンパク質(PS II)を対象に、水が水素分子と酸素に分解される仕組みを理論から明らかにする研究を行っている。PS IIはタンパク質の中でも最も複雑な分子構造をもつ。複雑な構造の中にも形が持つ美しさがあり、そこにはタンパク質が持つ共通の機能美があるという。QM/MM法や他の計算手法を組み合わせ、PS IIの深遠な形に隠された仕組みを一枚一枚とはぎ取っていく。確実な基礎理論から進め、明らかとなったことから、さらに次のプロセスを明らかにしていく。実施困難な実験は理論により補完する。石北先生はこれを「理論による実験」という。過剰な予測は必要ない。わかるところをいれなく埋めることで理解を目指す。着実な理論と事実の裏付けによる「理論による実験」からPS IIを紐解く。2時間のインタビューで改めて石北先生の科学に対する信念を垣間見た。科学に対峙する基礎研究者の姿を久しぶりに見た。(広報委員長 神崎 亮平)



▲この1枚から、いかに楽しかったかは一目瞭然。

# “疑似地球”で気候の揺らぎを探る

酷暑に厳冬、集中豪雨やそれに伴う自然災害…。メディアでは頻繁に異常気象や地球温暖化に関するニュースが取り上げられます。気象・気候はなぜこんなに激しく変動するのか。予測はどこまで正しいのか。今回は、気候変動のメカニズムの解明と予測シミュレーションを研究する中村・小坂研究室を訪ねました。

## 2015年はエルニーニョで冷夏のはずが…

太平洋高気圧の張り出しが弱くなり、日本は冷夏になると言われるエルニーニョ現象。「エルニーニョ現象は熱帯の海と大気が結合して一緒に揺らぐ現象で、その発生は数ヶ月前から予測可能です」と小坂准教授。では、なぜ今年の夏はあんなにも酷暑だったのか。「気候は大気だけではなく、海、風、氷など多くの要因が複雑に絡み合ったもので、実際には偶然起こった小さな揺らぎが大きな変動へと成長します。冬に南米ペルー沖で発生したエルニーニョが、時期も位置も遠く離れた日本の夏に影響する“遠隔影響”は確かに重要ですが、それが異常気象のすべての原因ではないんです。異常気象にも予測できる部分とできない部分があり、後者が優勢になると通説がひっくり返り、今回のようなこととなります。今年の場合、6月くらいまではエルニーニョの予測は当たっていました。7月以降に“予測できない

部分”が勝ってしまった…ということです」。

温暖化など外部からの影響で気候が変化する「気候変化」、CO<sub>2</sub>排出などの人間活動がなくても自然が自らのリズムで繰り返す「気候変動」のうち、中村・小坂研は「気候変動」に軸足を置く。「実際の地球で揺らぎを実験することはできませんよね？だから膨大なデータを使ってコンピュータ上の“疑似地球”でシミュレーションを行います」と話す中村教授。プログラムに従ってコンピュータが計算する“疑似地球”が、気候モデルと呼ばれるものだ。

## 過去を再現して、未来を測る

古典的な描像では、熱帯で発生した気候変動の情報が大気によって日本を含めた中緯度域へ伝わり、中緯度の海はこれに受動的に応答するだけとされていた。「米国留学時、周りの多くが熱帯の

### 研究者の横顔①

大学院時代、山歩きときにはラジオと天気図用紙を持ち、天気図を描いたという。「だって、山の天気はすぐ変わるから危ないでしょ」と笑う。中学生からの筋金入りの天気図少年だったらしい。「天気図を見ると、自分がいま地上から見ている空をはこんな状態になっているんだ！と、俯瞰できるのがすごく面白くて」と嬉しそうに話す元天気図少年だが、小坂准教授によると「研究室では学生の言葉遣いに厳しい」とか。「日本語は因果関係が曖昧な言語なので、特に気候の研究については使い方を間違えると間違った推測や解釈につながって大変なことになってしまうからね」と話す中村教授。外国人研究者との交流には、ノンバーバルなKARAOKEが活躍するとか。



いつも穏やかに話す中村教授。天気図の話になると、こんな笑顔に。

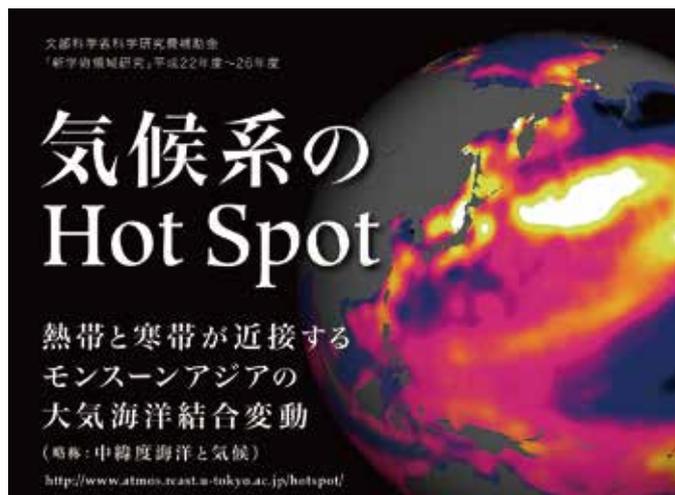
### 中村 尚 教授 Hisashi Nakamura

1990年6月ワシントン大学大気科学科博士課程修了。プリンストン大学客員研究員、東京大学理学部助手、東京大学大学院理学系研究科教授を経て、2011年4月より東京大学先端科学技術研究センター教授。

変動やそこからの遠隔影響を研究する中、僕はあまのじゃくなので中緯度を選んだんです(笑)。現在では、中緯度の海は熱帯の変化に影響されるだけの受け身的なものではなく、中緯度の海の変化が中緯度の大気に影響し、その影響はさらに広い範囲にも及ぶとわかってきました」と中村教授。昨年7月には、東シナ海の季節的な水温上昇が九州の梅雨期に起こる集中豪雨の発生時期の重要な決定要因であることを明らかにした。温暖化に伴い、今後東シナ海の水温が激しく上昇すると、今世紀末には集中豪雨の発生時期が早まり、雨量も現状よりさらに増大する可能性がある。防災・減災への社会的な適応策を策定する上で極めて意義深いと多くのメディアで取り上げられた。

一方、小坂准教授は熱帯及び熱帯から中緯度への影響を研究。「研究室では私があまのじゃくですよ」。今年7月、小坂准教授をはじめとする研究グループは、日本の夏に異常気象をもたらす遠隔影響について、現在のような観測体制が整っていなかった1897年にまで遡って過去117年間の気象観測データを復元し、長期解析を行った研究成果を発表。解析は、日本の気象庁をはじめ、フィリピン、台湾、上海、さらにはアメリカ議会図書館等から埋もれている紙媒体の気象資料を収集・電子化して行われた。この研究成果は、台風や猛暑・冷夏等、日本を含む東アジアの人々の生活や農業に大きな影響を及ぼす夏の異常気象について、季節予報に大きく貢献すると期待されている。

近年、天気予報などで目にするシミュレーションが著しく進化しているため、一般的な発想では、温暖化に関しても精度の高い予測シナリオが描けると考えてしまうが、中村教授はこうコメントした。「将来を決めるのは、人類ですよ」。



▲中村教授が総括を務めた科研費の新学術領域研究(平成22~26年度)「気候系の Hot Spot」。中緯度気候系の随一の“hot spot”である極東・北西太平洋域に焦点を当て、アジアモンスーンと黒潮・親潮の強い熱輸送による「熱帯と寒帯とのせめぎ合い」の下で、海洋から大気への莫大な熱・水蒸気の放出をもたらす大気海洋(海水)間の多様な相互作用現象の実態とメカニズムの解明を目指した。



▲楽しそうに笑っていますが、実は数式の間違いを指摘されていました。

## 研究者の横顔②

中村研究室出身の小坂准教授。中村教授は「彼女の学位論文は素晴らしかった。これから研究室の可能性やテリトリーを広げてくれる人です」と期待を寄せる。もともと理論物理が好きだった小坂准教授は、物理の法則を使って将来を予測するこの分野で研究をしてみたいと思ったという。「温暖化の話が出てきたのは中学生の頃でした。当時よく読んでいた『Newton』の編集長が地球物理学者だったので、内容に影響されたのかもしれないですね。クールに見える小坂准教授だが、「予想通りの数値が出るとうれしくて、グラフを見てはニマニマしています」という意外な一面が。「ハイエイタスの全球気温を再現できたときは、週末の間ずーっとグラフを眺めてましたね(笑)」。



難しい話を噛み砕いてわかりやすく説明してくれた小坂准教授。

### 小坂 優 准教授 Yu Kosaka

2007年3月東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了。ハワイ大学国際太平洋研究センター ポストドクトラル・フェロー、カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリプス海洋研究所 プロジェクト・サイエンティストを経て、2014年9月より東京大学先端科学技術研究センター准教授。

## 気候シミュレーションは、判断材料

「気候シミュレーションによる予測には、必ず“不確実性”が含まれます。さらに、人間活動によるCO<sub>2</sub>排出量の増加が将来どうなるかもわかりませんし、火山活動等も気候に影響します。また、数値予測では必ず“バタフライ効果”といって、ほんの小さな違いが後に大きな誤差を生む現象もあります」と中村教授。小坂准教授も「もちろん予測の精度を上げる努力はしていますが、私たちの仕事のひとつは、例えばCO<sub>2</sub>の濃度がいくつになっただの程度の影響があるのか、といった“社会が考えるための判断材料を提供する”ことです」と話す。つまり、予測ではなくシナリオ分析ということだ。「気候モデルの精度はかなり上がっていますが、実際に予測で使われるデータは、観測時点の地球の真実とはほんの少しズレがあります。例えば、降水予測には水温のデータが必要で、近年の人工衛星により水温変化の細かな構造をかなり捉えきれてきましたが、まだ十分ではありません。ひょっとすると沿岸域の豪雨や霧の予測に誤った情報を与えているのでは、とも危惧しています」。中村教授によると、日本周辺の世界は着実に温暖化が進んでいるという。「影響が出てくるのはこれからで、特に雨の降り方は変わると思います。現在の極端な天候に海の温暖化がどれだけ効いてくるのか。今後は、海と

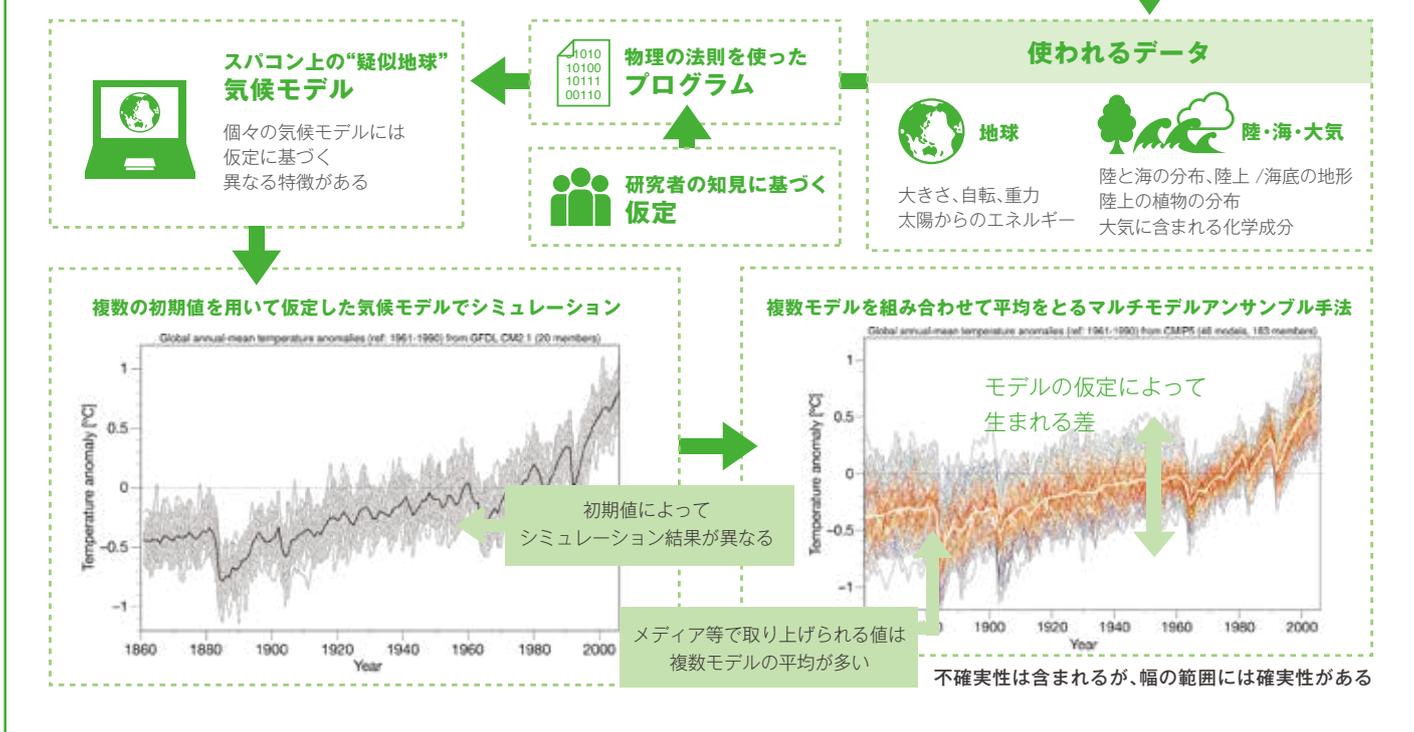
大気がどのように影響し合っているのか、最新の研究成果を踏まえて評価し直したい」と話す。

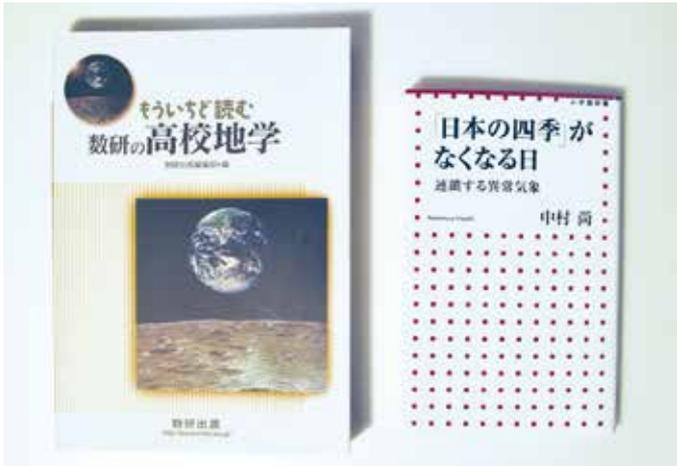
日本の観測史上、最も暑い夏トップ5のうち4つは平成、そのうち3つはここ5年以内に観測された。果たして日本の気温はどこまで上がるのか。「現在の観測データでは、全球平均気温の上昇が15年ほど温暖化が停滞する“ハイエイタス”にあります。実は、この停滞に寄与している熱帯太平洋変動は、日本の夏を暑く、冬を寒くすると言われています。温暖化が再開すると、日本の夏は当面はそれほど暑くならないかもしれませんが、でももっと温暖化が進んでからまた停滞が起こったら、今よりもさらに厳しい酷暑が何年も続く恐れがあります」と小坂准教授。「これまで主に夏の研究をしていますが、今後は他の季節にも広げ、日本を含む東アジアの異常気象のメカニズムや予測に関わる研究を進めていきたい。熱帯や外部からどんな影響がどのように来るのか。予測できるものとできないものは何か。まだやるべきことはたくさんありますね」。

また、大気現象の中でも雲は気候モデルでの再現が極めて難しい。「特に大気下層にへばりつくような雲は地球を冷やす働きがあるため、雲の専門家との共同研究を広げていきたい」と中村教授。年間を通してメディアの問い合わせが多い中村・小坂研究室。多忙と情熱の上昇気流は、ますます勢いを増しそうだ。

### そこが知りたい！

## 「気候シミュレーション」って？





▲中村教授は教科書『高校地学』（数研出版）の「地球の大気と海洋」も執筆。右側は最新著書『日本の四季がなくなる日』（小学館新書）。異常気象がなぜ起こるのかを、詳しくかつわかりやすく解説。



▲「本を持って写ろう！」と学生が提案すると「わざとらしいよ…」と気乗りしなかった中村教授。みんなの勢いに負けて撮ると、こんなにいい写真に。前列左端の西井助教は空気椅子状態。にも関わらず、この笑顔です。

# 天気は世界をつないでいる



## 先端研 若手研究者交流会を開催

9月3日、助教を中心とした18名の若手研究者による交流会を開催しました。所内の若手研究者支援制度等を紹介後、参加者は渡邊研究室(認知科学)、岡田研究室(新工エネルギー)を見学。「学生時代から見たいと思っていた研究室を見られて嬉しい」(近藤研・松下助教)などの声も挙がり、他分野の研究室を見学できる貴重な機会になったようです。今回は初対面に近い参加者も多くいましたが、研究室見学後に行われた自己紹介も終始打ち解けた雰囲気でした。交流会終了後には有志で懇親会を開催。「知能とは何か」といった話題に各研究者が意見を語るなど、若手研究者ならではの盛り上がりを見せました。経営戦略企画室では、交流会定例化も視野に入れ、次回開催に向けて議論を始めています。



▲岡田研究室の見学。異分野の研究に興味津々の様子



▲後半にはグループに別れてディスカッションを行った

## 先端研リサーチツアーに 岐阜県立関高等学校ほか参加

8月6日、猛暑の中、岐阜県立関高等学校が先端研リサーチツアーに参加しました。神崎亮平副所長が先端研の概要説明と簡単な研究紹介を行った後、御厨貴客員教授、巖淵守准教授による講義が行われました。御厨貴客員教授(情報文化社会)は、記憶と語りによって歴史を残すオーラルヒストリーを、歴史や政治的な背景を盛り込みながら紹介。質疑応答では、18歳選挙権や現在の政治についてなどの質問が相次ぎました。巖淵守准教授(支援情報システム)は「障害とテクノロジー」をテーマに、好きなエリアをスイッチに設定し、重度障害のある方のコミュニケーション支援を行う「どこでもスイッチ」のデモを実施。全員が一斉に身を乗り出して見入る姿が印象的でした。このほか、9月10日には群馬県立高崎高等学校の47名、10月8日には島根県立益田高等学校の24名が、リサーチツアーに参加しました。



▲岐阜県立関高等学校のみなさん

## インターナショナルガーデンパーティを開催

10月8日、駒場リサーチキャンパスにて海外からの研究者・留学生と日本の研究者・学生・職員との交流を深める「International Garden Party」が開催され、700人以上が参加しました。会場のユニバーシティ広場には各国のビールやフードのブースが並び、長蛇の列が…。ステージでは各国の文化を代表するパフォーマンスが行われ、和太鼓や阿波踊りも登場。飲み、食べ、踊り、楽しむ熱気あふれるイベントとなりました。



▲各国ビールや人気フードには長蛇の列

## 先端学際工学専攻の岩松琢磨さん (神崎研究室)が、Best Student Oral Presentation Awardを受賞

9月26日、先端学際工学専攻3年 岩松琢磨さん(神崎研究室)が、米国カリフォルニアで化学生態学をテーマに開催されたThe 8th Asia-Pacific Association of Chemical Ecologist (APACE2015) Conferenceでの口頭発表論文で「Best Student Oral Presentation Award」を受賞しました。講演では、病気を媒介する昆虫であるヒトジラミにおいて、嗅覚受容体により検出し探索した匂い物質に対する行動と受容体の応答値に関連性があることを見出した成果を発表しました。



▲受賞した岩松琢磨さん

## ミュンヘン大学の学生が先端研を見学

9月11日、ミュンヘン大学の学生8名が先端研を訪れました。物理、医学、メディア情報学、教職課程などさまざまな専攻の学生が、神崎研究室(生命知能システム)、巖淵研究室(支援情報システム)、瀬川研究室(環境・エネルギー)を見学しました。東京大学はミュンヘン大学と交流協定を結んでおり、この交流プログラムはミュンヘン大学の学生が東京大学教養学部でドイツ語を学んでいる学生との交流を目的に来日し、1997年からほぼ毎夏継続的に実施されています。

ミュンヘン大学による終了後の参加者アンケートでは、先端研は毎回「次年度も見学先に入れるべき場所」に挙がるとのこと。このような学生交流を通じ、異分野での学問的交流がより一層発展するとともに、先端研の存在が広く世界に知られる契機となることが期待されます。



▲色素増感太陽電池の制作実演(瀬川研)



▲ロビくんとバリアフリー(巖淵研)

## 大学院先端学際工学専攻 平成27年度秋季学位記授与式 27年度秋季入学式を挙

9月25日に、先端研にて平成27年度大学院工学系研究科先端学際工学専攻の学位記授与式が行われ、博士課程7名に学位記が授与されました。

10月1日には平成27年度秋季入学式が行われ、博士後期課程9名(うち社会人学生7名)が入学。式辞等はすべて英語で行われました。西村幸夫所長は先端研の前例に囚われない歴史について触れ、分野を超えて交流し、新しい視点を得られる先端研で学ぶメリットを活用してほしいと伝えました。



▲平成27年度秋季入学式の記念撮影

**人事情報**

**HR**

**受賞**

**WINNING**

**採用・任命・転入等**

発令日	氏名	職名	前職等
2015年8月16日	井上 純哉	准教授	東大大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 准教授
2015年9月1日	中津 健之	特任教授	内閣府政策統括官 (科学技術・イノベーション担当)付 参事官(資源配分担当)
2015年9月1日	城野 亮太	特任助教	東大大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 特任助教
2015年9月1日	玉木 浩一	特任研究員	
2015年9月1日	MURUGESAN VIJAY SRINIVASAN	特任研究員	愛知工業大学博士研究員
2015年9月1日	野口 篤史	特任助教	日本学術振興会特別研究員
2015年10月1日	出村 雅彦	特任教授	物質・材料研究機構主幹研究員
2015年10月1日	柳澤 大地	准教授	東大大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 准教授
2015年10月1日	永江 玄太	特任講師	東大先端研 助教
2015年10月1日	別所 毅隆	特任講師	
2015年10月1日	KAPIL GAURAV	特任研究員	九州工業大学大学院博士後期課程
2015年10月1日	DANG JINGSHUANG	特任研究員	大阪大学大学院工学研究科 応用化学専攻 博士研究員
2015年10月1日	WANG WEIWEI	特任研究員	自然科学研究機構・分子科学研究所 研究員
2015年10月1日	PEIRIS THELGE ANTON NIRMAL	特任研究員	英国 ラフボロー大学 博士研究助手
2015年10月1日	GLOPPE ARNAUD	特任研究員	フランス ニール研究所 ポスドク研究員
2015年10月1日	渡辺 剛	特任専門員	早稲田大学環境保全センター
2015年10月16日	RATTANAKUL SURAPONG	特任研究員	東大大学院工学系研究科博士課程
2015年11月1日	渡辺 健太郎	特任講師	東大統括寄附講座特任助教

**退職・転出**

発令日	氏名	職名	転出先
2015年8月31日	南 敬	特任教授	熊本大学生命科学部 生命資源・支援センター 教授
2015年9月30日	神尾 明日香	特任研究員	東京農業大学生物資源 ゲノム解析センター 博士研究員
2015年9月30日	木下 肇	特任専門員	
2015年10月21日	藤井 真理子	教授	駐ラトビア大使
2015年10月30日	岡部 篤史	特任研究員	千葉大学大学院医学研究院 テニュアトラック特任助教

**2015年10月**

福島 智 教授(バリアフリー)が第12回「本間一夫文化賞」受賞  
受賞理由:研究・教育・社会的活動のみならず、コミュニケーション方法という生き方においても、その実践によって、すべての障害を持つ人々に多様な選択肢と、多大な影響を与え続けている

**2015年9月26日**

先端学際工学専攻3年 岩松 琢磨さん(神崎研究室)が米国カリフォルニアで化学生態学をテーマに開催されたThe 8th Asia-Pacific Association of Chemical Ecologist (APACE2015) Conferenceでの口頭発表論文で「Best Student Oral Presentation Award」を受賞  
講演タイトル:「Search for odorants inducing olfactory behavior on the body louse, *Pediculus humanus corporis*, based on the response of olfactory receptor」

**2015年7月31日**

年吉 洋 教授(極小デバイス理工学)らのグループが第6回集積化MEMS技術研究ワークショップにて研究奨励賞を受賞  
講演タイトル:「MEMS 慣性センサを用いた移動体制御の検討」(ポスター発表)

**活動報告**

**REPORT**

【プレスリリース】 <http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp/pressrelease/>

**2015年10月7日**

光合成水分解反応初期に利用される水素イオン移動経路を解明 ～これまでの定説を覆す結果に～

**【研究成果】**

**2015年10月1日**

浜窪 隆雄 教授、岩成 宏子 特任准教授(計量生物医学)ほか  
◇糖分を細胞内に輸送する膜たんぱく質の立体構造と動きを解明 一肥満やがんの抑制策に役立つ新たな知見ー  
研究の結晶化に使われたFv抗体フラクションを取得する部分で貢献

**【テレビ・ラジオ出演】**

**2015年10月25日**

NHK Eテレ◇サイエンスZERO『超嗅覚! 驚異の生物センサー』◇神崎 亮平 教授(生命知能システム)

**2015年9月8日**

NHK総合◇クローズアップ現代『サメ! 凶暴バチ! 温暖化で“危険生物”があなたに迫る?』◇中村 尚 教授(気候変動科学)

**2015年8月25日**

テレビ朝日◇テレメンタリー2015「未来のエジソンたちへ」◇中邑研究室(人間支援工学)

2015年8月13日

テレビ朝日◇モーニングバード『お盆渋滞、今日が下りのピーク！ 高速道路はどうして混むのか？』◇西成 活裕 教授(数理創発システム)

[新聞掲載]

2015年10月23日

【毎日新聞】朝刊◇これまで・これから 戦後70年「司法改革で土壌整う」◇牧原出 教授(政治行政システム)

2015年10月17日

【東京新聞】朝刊◇土曜訪問 盲ろうの東大教授 福島 智さん◇福島 智 教授(バリアフリー)

2015年10月2日

【毎日新聞】朝刊◇心の病を生きる「つらさ」当事者が研究、発表◇熊谷 晋一郎 准教授(当事者研究)

2015年9月11日

【毎日新聞】朝刊◇オピニオン「異見を認識し向き合え」◇佐藤 信 助教(政治行政システム)

2015年9月11日

【日本経済新聞】朝刊◇「想定超す大雨 複合要因」◇中村 尚 教授(気候変動科学)

2015年8月26日

【化学工業日報】◇「新規高脂血症薬 申請へ」◇児玉 龍彦 教授(システム生物医学)

2015年8月24日

【日経産業新聞】◇「抗体医薬 パーツ分け製造 東大が新手法」◇浜窪 隆雄 教授(計量生物医学)

2015年8月13日

【読売新聞】朝刊◇「語る 自民党総裁選 東大名誉教授 御厨貴氏」◇御厨 貴 客員教授(情報文化社会)

2015年7月30日

【毎日新聞】大阪版 朝刊 ◇「東大などチーム エルニーニョ影響に周期性？ 「翌年冷夏」予測できぬ時期も」◇小坂 優 准教授(気候変動科学)

2015年7月30日

【日経産業新聞】◇「超電導素子と磁性体の球 東大が量子的に接続」◇中村 泰信 教授(量子情報理工学)

2015年7月26日

【毎日新聞】朝刊◇「TPP著作権 告訴不要化を議論」◇玉井 克哉 教授(知的財産法)

2015年7月17日

【日経産業新聞】◇「東大、抗原抗体反応を可視化」◇山下 雄史 特任准教授(システム生物医学)

[雑誌掲載]

2015年10月20日

【Wedge】11月号◇「孤軍奮闘の新日鉄 経済スパイ対策はまだ甘い」◇玉井 克哉 教授(知的財産法)

2015年9月17日

【日経バイオテク】9月14日号◇「若手研究者の肖像」(第6回)◇谷内江 望 准教授(合成生物学)

2015年9月14日

【Journalism】9月号◇連載:政治をつかむ「安保法制めぐる議論からみえた専門家周辺のアマチュアの重要性 両者の交流の場、メディアは作れ」◇牧原 出 教授(政治行政システム)

新 刊

BOOK

「日本の四季」がなくなる日

中村 尚 著 / 小学館 / 2015年10月6日 刊

図説 都市空間の構想力

東京大学都市デザイン研究室 編 / 西村 幸夫 [ほか] 著 / 学芸出版社 / 2015年9月15日 刊

Synthetic biology. Volume 2 (Royal Society of Chemistry)

Maxim Ryadnov ; Luc Brunsveld ; Hiroaki Suga / 2015年8月 刊

電磁波工学の基礎(新・電子システム工学 ; 8)

中野 義昭 著 / 数理工学社 / 2015年7月25日 刊

政治の眼力 : 永田町「快人・怪物」列伝

御厨 貴 著 / 文藝春秋 / 2015年6月19日 刊

学校の中のハイブリッドキッズたち

魔法のプロジェクトを通して見えたICTと子どもの能力・教育の未来

中邑 賢龍 著 / こころリソースブック出版 / 2015年5月 刊

セクシュアリティをことばにする : 上野千鶴子対談集

上野 千鶴子 著 ; 熊谷 晋一郎 [ほか] 対談者 / 青土社 / 2015年4月 刊

先端研ウェブサイトでも最新の活動状況をご覧ください

## 先端研のおさいふドコロはこんな人ですよクイズ

財務と聞くとカタそうなスタッフをイメージすると思いますが、先端研は…？  
下の写真から想像するに、右側の取材ネタはどの人のことが当ててみてください。



### さて、私は誰でしょう？

- A** 某パティシエに師事した経歴を持つ、お菓子づくりのセミプロ。
- B** キャンパス公開の先端研ポスターを家に貼りたがっていました。
- C** テニスの番人。話のどこかにナイスなダジャレが入ります。
- D** カレーと音楽を愛する自転車ライダー。カリフォルニアの高速道路を自転車で走った経験アリ。
- E** 将来は子どもと一緒にテニスやマラソンを楽しみたい。
- F** 東大で最初の配属は病院の受付。昼食はお気に入りの和食屋でかきこみます。
- G** 何事も手早くババッとやりますが、実は雑という話も…。

正解は先端研  
ウェブサイトにて！



## 財務企画担当&NEDOプロジェクト室メンバー



財務企画チームを総括  
**相見さん**

予算・決算、外部資金の受入れ、執行、旅費、謝金、資産管理等を扱う財務企画チームを総括しています。先端研は外部資金の割合が高く、共同研究や知財関連の手続きも多いですが、コミュニケーションが取りやすい規模で先生方も協力的です。どのスタッフもとても信頼できるので、困ったときには、小さなことでも気軽に相談してください。

大学運営費担当  
**国井さん**

大学運営費、概算要求、内部監査に関する業務、経営戦略会議のサポートをしています。本部配属が長かったため、研究現場に近い仕事に新鮮味とやりがいを感じています。研究室と事務部の距離感の近さが嬉しいですね。



共同研究費担当  
**飯塚さん**

共同研究契約、秘密保持契約、機関補助金などの契約手続きを担当しています。共同研究等の入金時に研究室へお知らせメールを送った際、先生方がすぐにお礼メールを返信してくださることに、毎回感激してしまいます。



NEDOプロジェクト室  
**金子さん**

NEDOの委託事業及び助成事業の受託研究関連事務を行っています。札幌・千歳空港内に約350台の空気清浄機を置いて実験した橋本先生の光触媒プロジェクトは、今まで目にした一番大掛かりな研究成果で、とても印象に残っています。



受託研究費担当  
**永吉さん**

受託研究費の受入れ・契約などの業務と外部資金関係調書作成を行っています。4月に着任する前は規模の大きな部局が多かったのですが、先端研はこじんまりしていて、業務だけでなくイベントでもまともりがあっていいですね。



科研費・寄附金担当  
**辻さん**

科研費や寄附金の受入れ、研究者登録などを行っています。修正などで先生方の手を煩わせないよう、スムーズな処理を心がけています。お昼休みに先生や学生さんとテニスを楽しめるのは、先端研らしいなあと感じます。



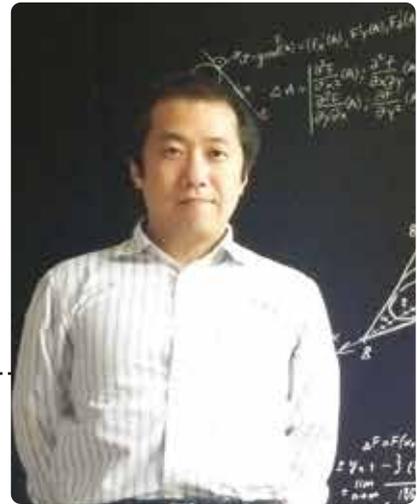
NEDOプロジェクト室  
**宮本さん**

金子さんのサポートをしています。今年の4月から勤務していますが、まさか自分が文化財の建物の中で働くとは思っていませんでした。異動した先輩方がよく訪ねてくるのは、きっと先端研の雰囲気がいいからでしょうね。



# 先端とは何か

マクロ経済分析 新谷 元嗣 教授



## 先端とは時間との闘いである？

経済学で用いられる重要な概念のひとつに「裁定取引（アービトラージ）」がある。同じモノが異なる値段で取引されていれば、安く買って高く売って儲かる余地が生じる。しかし、そんな状況は長続きしないだろう。確実に儲かることに気付いた人々が殺到して取引することで、価格差が短期間のうちに消滅してしまうからだ。このような裁定取引の存在は市場の需給バランスを保つ原動力となっている。しかし、たとえ裁定取引の機会が一瞬であっても、価格差の情報を一番最初に入手して利益を得ている者がいるはずだ。それはいったい誰なのか。

昨年ニューヨークタイムズ紙ベストセラーとなったマイケル・ルイス著『フラッシュ・ボーイズ』では超高速取引業者（ハイ・フリークエンシー・トレーダー）たちの「時間との闘い」が描かれている。現代の株式市場は高度に電子化されているため、ミリ秒、マイクロ秒単位の時間の差が裁定取引の機会を左右する。彼らは投資家による株式の買値や売値の情報を、競争者よりも早く手に入れるために、ありとあらゆる手を尽くす。証券取引所のデータセンターになるべく近い場所にサーバーを設置するために隣のビルを買い取り、シカゴ・ニューヨーク間を最短で結ぶ光ケーブルを敷設するために極秘裏に一直線の地下トンネルを掘ったという。

私の研究テーマは経済データを使ったマクロ経済モデルの推定である。別に利ざやを稼ぐために研究しているわけ

ではないので、私自身の「時間との闘い」はマイクロ秒レベルの話ではない。一国の経済活動を把握するための集計には時間を要し、例えば代表的なマクロ経済データであるGDPは3ヶ月に一度しか公表されない。モデルの推定精度を高めたいければ、十分なサンプルサイズの時系列データを確保できるまで、さらに待つ必要があるだろう。問題は、マクロ経済構造そのものが長期にわたって安定しているわけではないことだ。大きな構造変化が起こってしまえば、過去のデータに含まれている情報が即座に陳腐化してしまう。

通常、マクロ経済モデルは政策効果を検討する目的で使われる。構造変化を無視して長期のデータを用いてモデルを推定しても、現状の政策分析に用いることはできない。一方で構造変化がおきる前の早い段階で推定すれば、サンプルサイズが小さいためモデルの信頼性が低くなる、というジレンマに陥ってしまう。この手の「時間との闘い」において、ベイズ流の分析が力を発揮すると私は考える。サンプルサイズが小さい欠点を、学者やエコノミストの間で共有し蓄積されてきた先験的な知識や信念でうまく補うことができれば、比較的短時間で現状の把握や政策評価が可能となるだろう。このようなベイズ流のアプローチは、限られた時間内でのビッグデータの情報処理等でも今後活用されることが期待できる。

## 関元昭さん

せき もとあき

# 誰かを助ける道のどこかへ

関元昭

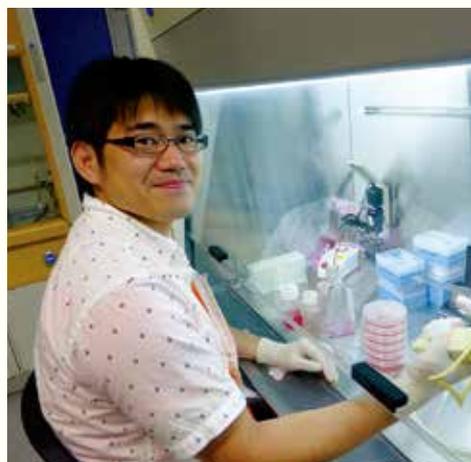
谷内江研究室(合成生物学)特任助教。東京大学農学部卒業、大学院農学系研究科生産・環境生物学専攻修士課程修了後、2003年油谷研究室(ゲノムサイエンス)へ。2007年、東京大学大学院工学系研究科先端学際工学専攻博士課程修了。博士(工学)。愛媛県出身ゆえ、取材当日はシャツの下にみかんTシャツを着て登場。

チャンスを後押ししたのは、いつも技術だった。修士で蚕の性決定を研究をするも、心の奥には「ヒトの研究をしたい」という思いが。研究で使っていたマイクロアレイの技術をゲノムサイエンスの油谷研究室でも使うと知り、博士課程から念願の分野へ飛び込んだ。「ヒトの生物学の知識はほとんどなかったけど、材料が変わるだけと思ってチャレンジしたんです」。昨年12月からは、ゲノム編集技術を扱う谷内江研究室へ。「最初は油谷研の一研究員として、共同研究ができる面白さだろうなあと思っていた」が、ゲノム編集技術の改変ができる助教を探していると、声がかかった。

研究テーマは、「CRISPR/Cas9(クリスパー・キャスナイン)」の改変と大規模化。CRISPR/Cas9は、目的の遺伝子の一部を切り取ったりピンポイントで置き換えたり、さらには同時に複数の遺伝子操作も簡単にできる最先端のゲノム編集技術として世界が注目している。「とは言え、目的の遺伝子以外を編集してしまうこともあり、精度を上げる必要があります」。ヒトの遺伝子と同数の2万個を同時に改変した結果を見ることは現時点でも可能だが、1細胞で起こる変化の過程を見ることはまだできない。「目指しているのは、今まで見えなかった精度で変化を捉えられる技術。圧倒的

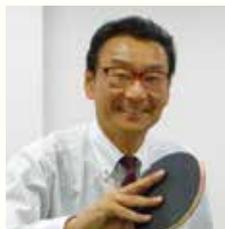
な数のプロセスを見ることができれば、治療につながる基礎研究のポテンシャルが上がります」。

博士から分野を変えたのには、理由がある。「修士の時に祖父ががんになって。目の前の祖父は助けられなくても、親や子どもの時には役立てるかもしれない。大切な人を亡くして悲しい思いをする人が少しでも減ってほしい」と話す。「誰かを助ける研究につながる道のどこかを歩いていたいんです」。開発中の技術はクオリティチェックをして一刻も早く投稿したいという。かつて願った道を、今はただ、ひたすら進む。



「回り道をしているので人と比較すると正直しんどいこともあります。研究自体は本当に楽しい」。生き生きとポーズを決め、にんまり。

### 編集後記



事務長 糸井 和昭

事務長の糸井です。今回のRCAST NEWSに事務部の知られざる先端研(財務企画担当&NEDOプロジェクト室)を掲載させていただきましたので、関連したことを書かせていただきます。

私が思う大学組織とは、教員・学生・職員であり、その役割は、教員(教育研究の知識向上)学生(教育研究の修得)職員(教員への弛まぬサポートと学生の価値を高めるサービスの提供)で、職員は常に黒子の存在でした。しかし、先端研に来て教員から耳にし

たのは「教員と事務は両輪である」。こんなに嬉しくモチベーションが上がる言葉は、事務職冥利に尽きると言うものです。今後とも事務職員はサポートとサービスに惜しまぬ努力をまいりますので、皆様のご協力を賜りたいと存じます。

最後になりますが、私は来年3月で定年を迎えます。最後の所属が先端研で本当に良かったと、心より感謝と御礼を申し上げます。

先端研ニュース 2015 Vol.4 通巻93号 発行日:2015年11月20日

© 東京大学先端科学技術研究センター  
転載希望のお問い合わせ  
press@rcast.u-tokyo.ac.jp

発行所: 東京大学先端科学技術研究センター

〒153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1 <http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp>

編集: 広報委員会[神崎亮平(委員長)、岡田至崇、高橋哲、池内恵、ティクシェ三田アニエス、巖淵守、谷内江望、村山育子、山田東子]

表紙写真: 2010年8月上旬に日本に記録的猛暑をもたらした上空の高・低気圧(中村・小坂研 宮坂貴文特任研究員 作) ISSN 1880-540X

 この冊子は植物インキを使用しています。