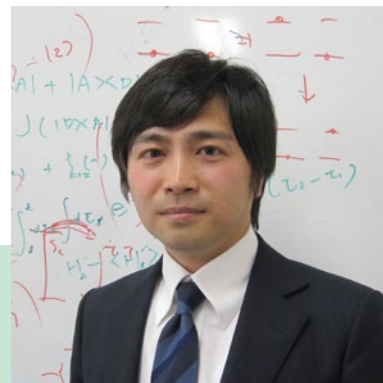


独創の原点

私の「特別研究員・海外特別研究員」時代



メニューのない海外ラボへ

石崎章仁

分子科学研究所 理論・計算分子科学研究領域 教授

石崎章仁 (いしざき・あきひと)

分子科学研究所
理論・計算分子科学研究領域
理論分子科学第二研究部門 教授

1977年生まれ。博士(理学)。2008年、京都大学大学院理学研究科博士課程修了。2008~10年、米国カリフォルニア大学バークレー校化学部化学科にて海外特別研究員。2010年、米国ローレンス・バークレー国立研究所物理生物科学部門博士研究員。2012年、分子科学研究所特任准教授。2016年より、分子科学研究所教授、総合研究大学院大学教授。

光合成などの理論研究を進めている石崎さんは、海外特別研究員のころを、次のように振り返る。「研究室のボスに研究テーマを相談すると、『好きにしろ』のひと言。悩んだ末、自分が本当に面白いと思える研究をやろうと考え、現在につながる研究を始めました。あの経験がなかったら今の私はありません」石崎さんの独創の原点とは？

物理学の一分野として化学を捉える

— 京都大学理学部のご出身ですね。

石崎：数学や素粒子物理学を志望して入ってくる学生が多く、私もそうでした。しかし入学早々に、これは難しく自分には無理だと(笑)。3年生から学科に分かれるのですが、受講登録もなしにどの学科の講義も受けることができました。数学や物理学が好きで、化学にはあまり興味がありませんでしたが、3年生のときにたまたま受講した、故 加藤重樹教授の量子化学の講義で、化学も物理学の一分野だと捉えれば面白い、と思いました。

化学に興味を持つ人の多くは、分子の構造を少し変えると性質が変わるといった分子の多様性に魅力を感じるのでしょう。逆に私は、分子の構造を変えても変わらない普遍的な性質が美しいと感じます。複雑で多様なものをシンプルな理論で理解したいようです。

物理学と化学の境界領域に興味を持った私は、4年生のときに理論化学の研究室に入りました。そこは、電子などのミクロの世界を記述する量子力学や、膨大な数の原子や分子が集まったマクロの世界を記述する統計力学などの物理理論により、化学反応を理解しようという研究室でした。さらに、化学専攻の修士課程に進みました。ところが、化学は分子の個性にこだわるので、私には面白くなくなってきました。化学専攻の修士課程を終えようとしていたのですが、やはり自分の興味は物理学だと、物理学専攻の修士課程を受験

し直しました。そして統計力学の研究室に入ったのですが、しっくりきません。そんなときに、谷村吉隆先生が分子科学研究所から京都大学に移ってこられました。「この人だ！」と研究室を移りました。

— 谷村教授の研究のどこに惹かれたのですか。

石崎：物理学の実験では、極低温や真空にすることで分子の振動などの「揺らぎ」を排除して、量子現象の研究を行います。一方、化学の実験で扱う溶液では分子が動き回り、その中で化学反応が進みます。谷村先生は、溶液のような揺らぎだらけの環境の中で分子のダイナミクスがどのように観測されるのか、実験とのつながりを常に意識した理論研究を行っていて、そこに惹かれました。

学科にとらわれずに物理学と化学の両方を専門的に学ぶことができた学部の制度設計、学生が好奇心に従って専攻や研究室を移るのは自然なことだと認める、京都大学理学部の自由な校風に感謝しています。そして、加藤先生や谷村先生との幸運な出会いにより、本当に面白いと思える研究にたどり着くことができました。

「ここはレストランじゃないんだ」

— その後、特別研究員DC2に採用されました。

石崎：親に経済的な負担をかけたくなかったため、学部からアルバイトで生活費や授業料を賄う忙しい毎日でした。それが特別研究員に採用されたおかげで、研究に専念

できるようになりました。1日はこんなに長いんだ、と思いましたね(笑)。独自の理論を使って超高速レーザーによる分子の分光実験のデータを説明する研究を進めました。

また博士課程2年生の秋から、学位を取った後の行き先を探しました。谷村研究室と似た研究を行っているラボは国内にはなかったため、ポストはなさそうです。私は、米国カリフォルニア大学バークレー校化学科の実験グループのラボに行きたいと思っていました。すると2007年の春、そのラボからある論文が発表され、衝撃を受けました。それは、光合成で働くタンパク質の中で起きている量子現象に関する論文でした。私はそれまで、光合成のような生命現象で起きている量子現象について考えたこともありませんでした。しかし、そのラボに行けば研究を新しい方向へ展開するきっかけになると思いました。幸い海外特別研究員に採用され、2008年4月、そのラボに赴任しました。

——どのような研究を進めたのですか。

石崎：着任直後、ラボのボスであるGraham Fleming教授に研究テーマを相談しに行くと、「好きにしろ」のひとりで終わり。それはご自身が雇用している研究員や大学院生に対してさえも同じで、「ここはレストランじゃないんだ」と。メニューが用意されていて、その中から研究テーマを選ぶのではない、自分で考えろ、という意味です。

ボスは成果の出ている人しか相手にせず、私のように成果がまだ出ていない者には見向きもしません。日本では経験したことのないボスの態度に、最初は戸惑いました。

——ボスに存在が認められたのは、いつからですか。

石崎：20名ほどのラボメンバーの中で、理論家は私一人だけでした。どういう切り口で研究を進めるべきか悩みました。また、海外特別研究員として経費を頂いているので、良い成果を出さなければ、というプレッシャーも感じていました。でも周りの人たちを見てみると、自分が面白ければそれでいいという感じです。私も自分が本当に面白いと思える研究をやろう、と考えるようになりました。

光合成で働く光を捉えるタンパク質には、クロロフィルなど多数の色素分子が含まれています。その色素分子に光が当たると、電子がエネルギーの高い状態に励起されます。そのエネルギーが移動して、反応中心と呼ばれるタンパク質へ運ばれることで光合成の化学反応が進みます。そのとき、色素やタンパク質は常に振動するなど、揺らぎがあります。その揺らぎが小さすぎると、移動したエネルギーが逆戻りしてしまいます。揺らぎが大きすぎるとエネルギー移動は起きません。私は、光合成で働くタンパク質の揺らぎの大きさと時間スケールが最適化されることで、効率よくエネルギー移動が起きていることを理論的に示しました。その研究を、着任から半年後の9月にラボのミーティングで報告しました。そのとき目を見開いたボスの表情を、今でもはっきりと覚えています。その日から私に対するボスの態度ががらりと変わりました。私はその研究を2本の論文にまとめ、2009年に発表しました。

異分野の参入で独創的な研究が生まれる

——その後、どのように研究を発展させたのですか。

石崎：やがて、ラボの周りに量子コンピュータなどを研究する量子情報の研究者たちが集まるようになりました。量子コンピュータは、「量子重ね合わせ」や「量子もつれ」といった量子現象を利用して超高速の計算を行います。それらの量子現象が光合成で働くタンパク質の中で起きていることが議論され始めたからです。私も同世代の量子情報の研究者たちと共同研究を進めました。

Fleming教授は物理化学の大家です。異分野の参入にアレルギー反応を示す大家もいるようですが、Fleming教授は量子情報の人たちの議論を面白がっていました。そんなボスのもとで、異分野の人たちに光合成の研究者たちが刺激を受けて研究が進展し、分野全体が国際的に大きく発展していく現場に、私も立ち会うことができました。

——現在はどのような研究を進めているのですか。

石崎：天然の光合成の研究で得た知見を、人工光合成や太陽電池に応用する研究を進めています。太陽電池に光が当たると、量子効果により電子と正孔(ホール)のペアができ、電子が負極へ、正孔が正極へ移動してたまることで、発電することができます。しかし両極へ移動する前に電子と正孔が再結合すると発電効率が低下してしまいます。揺らぎの効果をより注意深く考察すれば、その再結合を防ぐメカニズムについても理解が深まるのではないかと考えています。

私は10年ほど光合成の研究を続けてきましたが、それは量子現象と揺らぎの相互作用が重要となる現象の一例です。量子現象と揺らぎが共存するさまざまな現象をシンプルな概念で記述する普遍的な理論を築くことも、私の目標です。

——若い研究者にアドバイスをお願いします。

石崎：視野を広げ自分の価値観やスタイルを客観視できるようになるためにも、海外で研究を行うことは良い経験になると思います。ただし、海外特別研究員として赴任しても、ラボから強制的にメニューを与えられ、やりたい研究ができない例も身近に見ました。ボスをよく調べて、覚悟を持ってレストランではない海外ラボを目指してください。

(取材・構成：立山 晃／フotonクリエイト)
平成30年3月12日取材

カリフォルニア大学バークレー校化学科で研究をしていた石崎さん(左端)、Fleming教授(右端)、量子情報が専門のBirgitta Whaley教授(後列中央)、Whaley研究室のMohan Sarovarさん(前列)たちと石崎さんは共同研究を進めた。

© 2010 The Regents of the University of California, through the Lawrence Berkeley National Laboratory.

