

DNAを使った光電荷分離の研究 研究室を盛り上げる良き兄貴役

日々時間に追われ、ストレスを抱える研究者の生活。ときにはリラックスするのも大切。
オンタイムの研究テーマと、オフタイムのストレス解消策を聞いた。

大阪大学 産業科学研究所 工学博士 川井清彦 准教授

電荷の通り道としてのDNA。光化学療法や新しいナノデバイス創出の可能性も

植物は光合成により、光を他のエネルギーに変換している。光をエネルギーに変えるためには、まず光照射により電子移動を起こし、電荷分離状態を生成する必要がある。大阪大学産業科学研究所の川井清彦准教授の研究は、光電荷分離を効率よく起こすために、DNAを電荷の通り道として使うものだ。

なぜDNAなのか。

「DNAは、核酸塩基対の面と面が重なった π -スタック構造をとっている珍しい生体分子です。その発見当初から、DNAの中を電荷が流れるのかどうかは純粋な科学的興味の対象とされてきました。たしかに電荷が流れることは、99年ごろに発見されましたが、DNAは情報をもっている分子ですので、今度はその情報を電荷の動く速度で読み出せるのではないか、という期待が生まれました。とりわけ最近、SNP（一塩基多型）の検出に役立つのではないかと、という関心が高まっています。

また、電荷が通ると、DNAは損傷を起こしますが、そのメカニズムが理解できれば発ガンや老化の抑制の手がかりとなり、逆に積極的にDNAを損傷させることで現在ガン治療として用いられている光化学療法の効率を向上させることにも繋がるかもしれません。究極的には、生体のなかで光をエネルギーに変え、特定物質を生成させる新しいナノデバイスを生み出すことも夢ではないのです」

川井さんらは、DNA中に生じたホール（正電荷）がどのような速度で移動するのか、どのような配列なら効率よく移動するのか、電荷移動を支配する因子は何かなどを明らかにするために、まずDNA合成機を使ってさまざまな塩基の組み合わせのブロックを作り出すことから始めた。有機合成で一つ一つ作るのに比べてはるかに効率が良い。

さらに、レーザーを用いた時間分解測定法（レーザーフラッシュ・フォトリシス法）によるホール移動の実時間観測も進めている。配列によって速度が変わるという速度論的なアプローチである。DNAを使った光電荷分離において、こうした速度論的アプローチを用いた研究は、世界でもほとんど例がないという。その結果、DNA中に生じたホールは、G塩基間をホッピングして移動することなども証明された。

もともと、川井さんは京都大学の学生時代には、左巻きDNAの光反応性について研究をしていた。右巻きDNAを左巻きにするために化学的修飾を行い、その特異的反応を利用して左巻きDNAの生物学的意義を探索する研究だ。現在の真嶋研究室の公募に応募したときは、DNA研究からは離れ、光化学により特化した研究を進めようとしていた。

「かなり違う分野の研究に行くのかなと思っていたんですが、DNA合成機を隣の研究室の谷澤先生に譲っていただいたのがきっかけで、光化学とDNA研究を再び結びつけることができるようになりました」

DNA合成はもちろん業者に依頼すればできるが、お金もかかるし、それが手元にないとアイデアがひらめいたときに、す



PROFILE

かわい・きよひこ ●1994年、京都大学工学部合成化学科卒。96年、同大学院工学研究科合成・生物化学専攻修士課程修了。99年同工学研究科合成・生物化学専攻博士後期課程修了。工学博士（京都大学）。日本学術振興会特別研究員を経て、99年4月から大阪大学産業科学研究所助手。2005年10月同研究所助教授。2007年4月同研究所准教授。産業科学ナノテクノロジーセンター超分子プロセス分野（真嶋研究室）所属。専門分野は、核酸化学、生物有機化学、光化学。研究テーマは、DNAと速度。



DNA中に生じたホール（正電荷）がどのような速度で移動するのか、どのような配列なら効率よく移動するのかなどが研究テーマだ。

ぐに合成をすることができない。研究室間コンパのバーベキューの席上で、「うちの研究室に埃をかぶったのが一台あるよ」と聞いて、すぐに譲り受けた。

「真嶋教授も、好きな研究を進めていざとおっしゃってくれたので、それ以来、ここでの研究の方向性が明確になりました」

真嶋研の光化学の研究領域をDNAに広げたという意味でも、そのDNA合成機の“発見”は意義があったのだ。

川釣りキャンプや山中ジョギング。 自然と親しむのが最大のリラックス法

准教授として、日々、学生の指導にあたる川井さん。「研究者の卵たるもの、つねに機会を捉えて自分の考えや研究成果を貪欲に自己表現すべし」というのが口癖だ。どんな人でも、いつでも表舞台に立つチャンスはあるが、そのチャンスを捉えるためには、自分のテーマを追求する積極性が欠かせない。

「私の学生のころには、指導教官に何か否定されても、“いつか見とれよ”と思い、その悔しさが自分の研究の進化に繋がったものです。指導の枠を離れて、こっそり闇実験なんかも皆していましたね。まっ、たいていは失敗するんですが……。最近の学生にはそういうガッツが少なくなっているような気がします。先生たちもそれにつれて少し優しくなった。学生の興味を引き出してあげるために、先生たちが率先して盛り上げていかないと、なかなかついてきてくれませんか（笑）」

准教授としての役目の一つは、教授と学生の間にとって「楽



研究室の学生たちからは、研究室の雰囲気を盛り上げる“兄貴役”のように慕われている。学生のモチベーションを持続させることをつねに心がけている。





「いい研究室」を盛り上げることであると、自覚している節もある。

「私の父も有機化学の研究者で、大学退官後も研究室旅行などに呼ばれて、現役の学生たちと楽しく交流しているのを見ながら育ちました。本業の研究とは別に、大学に奇術サークルを作り、学生と一緒に楽しむというような人でしたね。私も研究者になったら、そんなふうな研究室にしたいなと思っていたということもあります」

というわけで、真嶋研の卒業生を含めた若手交流会「こぼの会」は、重要なイベントの一つだ。こぼは真嶋教授のテーマの一つである放射線化学のコバルトから採ったもの。会の面々が最近凝っているのは川釣りキャンプ。

「奈良県吉野郡の天川村。ここはアマゴの放流で有名なんです。去年、私は釣れなかったで、今年の5月は絶対にリベンジします。溪流でキャンプを張りながらのバーベキューも楽しみです」

ちなみに川井さんの釣り歴は、小学校2年から。

「川釣りでしたけれど、なかなか釣れなかった。ミミズでダメなら、チーズにしたり、ご飯粒にしたりと餌をいろいろ工夫して、最初に釣れるまで3日間同じ場所に通い続けたんですよ」

その飽くなき実験魂はもしかしたら、現在の研究スタイルと繋がっているのかもしれない。

それ以外にも、京大時代の研究室仲間との交遊も欠かせないイベント。

「大学の研究者になっている人も多いので、新世代の生物有機化学研究会と称して、夜まで飲みながら侃々諤々と議論します。それぞれ研究テーマは違ってても、研究者としてどう生きていくべきか、どうやって研究資金を確保すべきかなど、課題や悩みには共通のものがありますからね。で、その翌日はテニスやゴルフで汗を流します」

もともと、自然の中にいるのが好き。わざわざ車で大阪近郊の山麓まで足を伸ばし、マウンテンバイクや山中ジョギングを楽しむこともある。

脳だけでなく、体中から汗を発散させるとき、新しい研究アイデアがふと湧き出ることもあるに違いない。



現役の学生や京大時代の同窓生との交流は、研究の活力源の一つになっている。左は真嶋研の現役や若手OBでつくる「こぼの会」、最近恒例の奈良県天川村のキャンプ場で。右は京大齋藤研若手シンポジウムのスナップ。(12ページの3枚の写真は川井清彦准教授提供)