“おもしろい”が、
世界を拓く。
最先端研究の話

研究は刺激的で、人を成長させてくれる

有機化合物の反応を制御して、新しい現象を発見する

理工学群
機能性高分子化学研究室
林 正太郎 教授
Shotaro HAYASHI

Profile

所属／理工学群、大学院工学研究科基盤工学専攻化学コース、総合研究所　柔軟性有機分子集合体研究センター
1982年生まれ。東京工業大学総合理工学研究科で博士（工学）を取得。防衛大学校を経て現職。有機分子構造の設計、合成法、分子集積法を考案し、日々、新たな現象の発見をめざしている有機化学者。

弁護士や役者をめざしていたかも？

私たちの周りには砂糖やプラスチック、ガソリンなどたくさんの有機化合物がある。ヒトの体も3分の1以上が有機化合物でできている。その有機化合物について研究する学問が有機化学だ。

林教授は、有機化学の最前線を切り開き、様々な発見をしている。だが、高校生くらいまでは、どちらかというと文系だったという。

「親の影響で、法学を学んで弁護士になる道を考えていました。あと、演劇にもあこがれていたので、場合によっては役者をめざしていたかもしれないですね」

本で人生が変わった

高校生の頃の林教授は、文系、理系のどちらの大学にも進学できるように幅広く勉強していた。化学の道を選ぶきっかけとなったのが、本との出会いだった。

「本屋でたまたま、きれいな表紙の雑誌を見かけました。よく見ると、『現代化学』という化学の雑誌だったのです。内容もおもしろく、ロジックだけではないアート性に引きこまれるとともに、セレンディピティ（思いがけない幸運）のある化学であれば、天才のひしめく世界でも勝負できるチャンスがあると感じました」

そして、有機化学の研究者になることを決めるきっかけとなったのも、本だった。

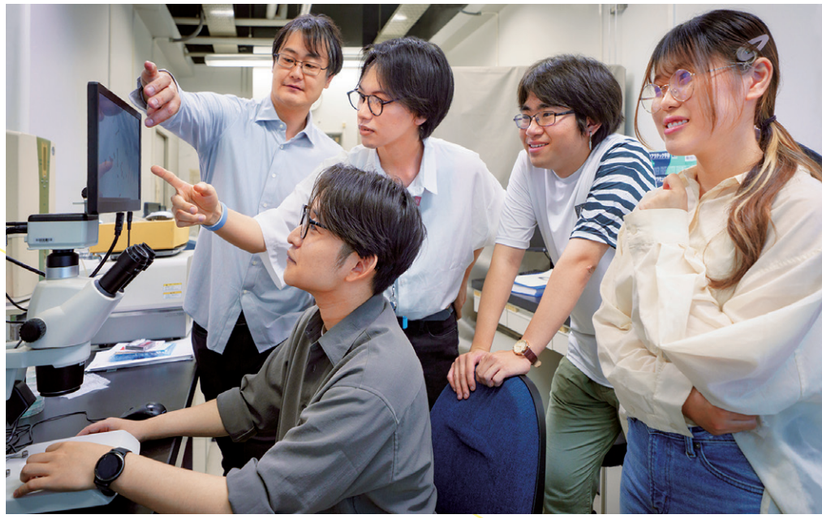
「大学で有機化学の教科書のひとつだった『ウォーレン 有機化学』は、当時、新しく出てきた教科書で、他の本よりもビジュアルがきれいで、章立ても独特でした。この本は、化学反応を電子の軌道から説明していて、読み進めるうちに、化学反応を設計できることがわかり、有機化学への興味が一気に湧きました」

研究テーマは「シンプル」にする

林教授は、物質が変化する過程がどうなっているのかという問いを持ち続けている。

「物質は、気体、液体、固体、液晶といくつもの状態があります。状態が変化する過程がどうなっているのかという部分に究極的な疑問があります」

その答えを探るために、原子や分子の結びつきを精密に制御し、様々な性質を持つ物質を生み出している。その研究は、未知の物理現象を解き明かし、この分野の「学問の土台」を作っているといえよう。



肉眼で見ることのできない有機化合物の研究では、顕微鏡で細かく観察して構造や機能を探る。

林教授は研究を進めるうえで「直感」を大切にしているという。

「常に新しい研究を作り上げることを意識していて、様々なコミュニケーションの中から、新しい発想の研究テーマを探しています。その過程で、アイデアが急に浮かぶことがよくありますね」

それに加えて、研究テーマを徹底的にシンプルにしていくことも心がけている。

「研究の根幹となる部分は、発想も分子構造もシンプルにしていきます。そうすると、他の人が研究していないテーマが浮かび上がります」

そう言って、林教授が例に挙げたのがアントラセンだ。アントラセンは化学者であれば誰もが知っている基本的な分子で、センサー、記録媒体などに使用する有機半導体などの研究に使われている。

「これまでたくさんの研究がされていますが、アントラセンにいろいろな分子をつけたものは、ほとんど研究されていません。基本となるコンセプトは、アントラセンにいろいろな分子をつけるというシンプルなものです」

このコンセプトを掲げ、林教授は学生たちと一緒に試行錯誤を繰り返した。その結果、アントラセンが反応するメカニズムを解き明かすための重要な発見にたどりついた。

光と熱で反応を制御

アントラセンは反応速度が速いことで知られている。2つのアントラセンが結合する反応は1億分の1秒から100万分の1秒ととても短い時間で終わってしまう。そのため、長い間、詳しい反応のメカニズムがわからないままだった。

林教授と学生は、アントラセンにくっつける分子を工夫することで、一瞬で終わってしまう反応時間をとても遅くすることに成功した。それだけでなく、光と熱で反応を自在に制御できるようになった。

「結晶の中で反応を制御する研究はほぼないので、私たちは反応を制御するために、研究を重ねました。この分子の反応は光で起こるので、まず、光で制御するという発想になります。研究を重ねていくと、熱で分子の構造が変わることがわかり、光と熱を混ぜて制御するという発想になりました」

普通は、光は光、熱は熱と別々に考えてしまうが、林教授たちは、分子に熱を加えることで光と反応する度合いが変化することを発見し、熱で光と分子の反応を制御してみせた。



林教授は、この「ウォーレン 有機化学」での化学反応の解説が腑に落ち、とてつもなく感動したという。「死ぬ瞬間まで捨てずにおいておきたい」と語るほどの宝物。林教授が学生時代、懸命に勉強をした跡が残る。

最先端研究

より専門的な研究の話はこちら

150年の謎。世界初の成果を達成

さらに、林教授は光の進む方向と結晶の中にある分子の方向に注目することで、アントラセンの反応の途中経過も見られるのではないかと考え、実験を担当した学生にX線構造解析をするように指示した。実際に解析してみると、反応の途中段階の分子構造を可視化することに成功した。これは世界初の快挙だ。

「この解析はとても難しく、やり遂げた学生は素晴らしいと思います」

2つのアントラセンが結合する反応は、150年以上前に発見されていたが、そのメカニズムが謎に包まれたままだった。だが、林教授たちによって、反応の中間状態が可視化されたことで、反応のメカニズムの解明に一歩近づいた。

学生とともに難問に挑む

林教授の研究は、有機化合物結晶だけでなく、高分子にも及ぶ。現在、力を入れて取り組んでいるのは、クッション、衣類、断熱材など私たちが日常的に使っているポリウレタンを利用したCO_2回収・活用システムの構築だ。

化学反応を促進させる触媒となるポリウレタンの開発に成功し、CO_2を電池の電解液や洗浄剤などに使われる「カーボネート」という有用な物質に効率よく変換する道を拓いた。

「このシステムは、実際の社会で使える仕組みにすることも視野に入れていて、高知県に新しい産業を生み出せれば嬉しいですね」

これらの研究は、様々なテーマの中からそれぞれの学生の興味や性格に合わせて選び、任せていく。だが、ただ任せるのではなく、学生たちが研究しやすくなるように環境作りをし、議論の時間もしっかりと取っている。

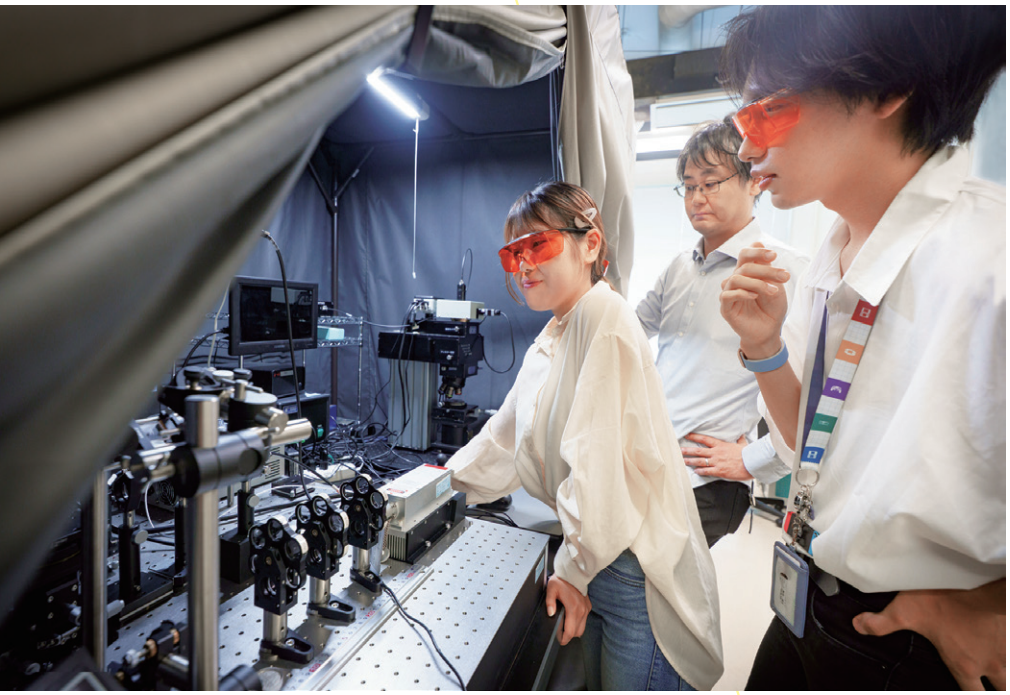
「学生が不自由に感じないようにするのは私の重要な仕事で、優先度は高いですね。高知工科大学の学生はとてもまじめで、興味のある部分にしっかりとコミットしていきます。難しい実験や解析もしっかりと取り組んでくれます」

刺激に満ちた研究生活

林教授は、「新しい着想でイレギュラーなことが発生しながらも、研究を進めていく過程が一番刺激的です」と話す。

だからこそ、これから大学をめざす中学生や高校生には「研究をしたいと思って大学に来て欲しい」と言う。

「研究は自分が思った通りには進まないことがほとんどです。だからこそ、人を成長させます。また、自分が思いもしなかった意外なことも起こります。その意外性を受け入れることは、人生の中で一番おもしろい瞬間ですし、自分を変えるきっかけにもなるでしょう。化学の分野に限らず、どんな分野でもいいので、大学でしっかりと研究に取り組んでもらえればと思います」



光を当てると性質が変わる光応答性高分子の研究では、防護メガネをかけ、レーザーを使って光学系の測定・調整を行う。

最先端研究

◎機能性高分子化学研究室メンバーが語る

研究室の魅力!

気さくでよく相談に乗ってもらいます



林先生は学生と気軽に話す気さくな方で、研究室選びの決め手になりました。学会発表のときも、時間を取ってしっかりと相談に乗っていただきました。

矢野 圭悟 さん／大学院博士後期課程2年
愛媛県立大洲高等学校出身

話題が豊富で面倒見がいい



話題が豊富で、趣味の話もしてくれます。自分が疑問に思ったことをわかる範囲で教えてくれたりして、とても話しやすい先生です。

畑野 晋吾 さん／3年
岡山県立玉島高等学校出身

好奇心を引き出してくれる



林先生は遊び心を持って研究している姿が魅力的です。議論を通して自分の好奇心を引き出してくれる存在で、モチベーションを高めてくれます。

飯田 瑛士 さん／大学院修士課程1年
愛知県・私立愛知高等学校出身

話しかけやすいオーラ



林先生は話しかけやすいオーラがあり、行き詰まったときも相談しやすいです。いつも、私が尋ねたことの一歩先を示してくれます。

松岡 鈴華 さん／3年
兵庫県立大学附属高等学校出身

OFF

息抜きは料理と日曜市

休日の楽しみは高知の日曜市。馴染みの店を回り、夕食の献立などを考えながら、野菜やしらすなどを買うのが好きだという。料理をつくるのも好きで、一度つくり始めると凝ってしまい、キッチンを汚してしまうこともあるとか。「片づけられない」と苦笑していた。

