



「出会い」によって 研究は導かれる

Masami Kamigaito

上垣外正己

名古屋大学大学院工学研究科教授

遷移金属錯体触媒を使ったリビングラジカル重合の開発者の一人である上垣外正己氏。
人間関係を大切に、偶然を見逃さないようにすることが、研究者には大事だと説く。

恩師との出会いが転機に

私たちの身の回りには、高分子でできたものがたくさんあります。プラスチックや合成ゴム、あるいは化学繊維などはいずれも工業生産された合成高分子でつくられています。

高分子は、小さな分子（モノマー）がつながった大きな分子で、その分子量は1万を超えます。それぞれの高分子は物性や特質を持っていますが、そうした物性はモノマーがつながった長さや立体構造などで異なります。逆にいうと、そうした構造や長さを制御することで、従来のものとは違う物性や特質を持つ高分子を合成できるようになるのです。

そうした構造が制御された高分子のことを、私たちは「きれいな高分子」と呼んでいます。きれいな高分子をつくるためには、小さな分子をつないでいくときの重合反応が重要。私たちの研究室は主に、その重合反応を開発する研究をしています。

私がこうした研究をするようになったのは、2人の恩師、東村敏延先

生（故人）と澤本光男先生との出会いがきっかけでした。澤本先生はノーベル賞の候補にもなられている方で、東村先生はその澤本先生の恩師にあたる方です。

学生の頃、私は修士課程を修了したら企業に就職しようと考えていました。ところが、京都大学で東村先生の研究室に入ってリビングカチオン重合の研究をするようになったら研究が俄然面白くなり、博士課程に進学する道を選ぶようになったのです。

影響力のある開発に挑戦

モノマーの結合によって高分子が生成されていきますが、通常の重合では成長している末端の活性種が失活し、停止反応と呼ばれる副反応が起こります。この副反応のため至るところでモノマーの結合が止まってしまう、高分子の構造が不均一になります。このように末端の活性種が失活せず、停止反応を起こさない重合がリビング重合で、どの成長種も

均一に成長するためきれいな構造の高分子をつくることができます。東村先生と澤本先生は、カチオンを使ったリビング重合である「リビングカチオン重合法」の開発に世界で初めて成功されました。

東村先生はとても温厚な方で、学生の考え方を頭ごなしに否定するようなことがなく、常に自主性を重んじる指導をされていました。だから私も研究が面白く感じられたのだと思います。私も今、自分の研究室ではできる限り学生の自主性を重んじるようにしています。

リビング重合には、プラスイオンを使うカチオン重合のほかに、マイナスイオンを使うアニオン重合、そして不対電子を持つラジカルを使うラジカル重合があります。

東村先生の研究室でリビングカチオン重合について研究し、博士号を取得する頃から私は澤本先生とともにラジカルを使ったリビングラジカル重合の研究をするようになりました。高活性なラジカルを制御してきれいな高分子をつくることができ

ば、工業的にも学術的にもインパクトがあると考えたからです。そして私たちは、高分子を精密に設計できる遷移金属錯体の触媒を使い、リビングラジカル重合法の開発に成功したのです。すでにこの重合法によって合成された高分子を材料にした工業製品も、いくつか市場に出ています。

座長を引き受けたことで…

私の研究者としての方向性は、東村先生や澤本先生との出会いによって決まりました。人とのつながり、あるいは偶然の出来事などが新しい研究テーマや技術の発見に結び付くことは往々にしてあります。そういう人間関係を大切にし、偶然を見逃さないようにすることが、研究者にとっては大切です。

私がポスドクのとき、ある学会での発表の座長を澤本先生がお務めになることになっていたのですが、ご都合が悪くなり、私に声がかかりました。ポスドクがそのような座長をすることはあまり例がないのですが、これも経験かと思ってお引き受けしました。

すると、その学会終了後に開かれた懇親会で、今度は別の先生から高分子系の若手研究会を主催してほしいと頼まれました。私はその会には参加したことすらなかったのですが、これもご縁かと思ってお引き受けしました。

とりあえずその若手研究会のことや雰囲気を知っておいたほうがいいと思い、先に開かれた研究会に出席することにしました。すると、その研究会で行われることになっていたある発表の座長役が私に回ってきたのです。

座長をするからには、発表する研究のことを下調べして勉強しておいた方がよいと思いました。ところが、その研究に関連する論文を私は持っていたのですが、いざ下調べをしよう



うと思ったらどうしても見つかりません。

偶然の重なりが光明に

それは1993年頃のことで、現在のようにインターネットはまだ普及していません。ある夜、教授室の片隅で、何冊もある論文冊子を1冊1冊順番に探していたら、その論文以外に、偶然に「ルテニウム錯体を用いる高選択的ラジカル反応」というタイトルの論文に出会いました。

実はこのとき私たちは、どういう化合物を使ったら不対電子を持つラジカルを制御して生成できるかという課題を解決できずにいました。ところがこの論文には、何とそこに「遷移金属触媒を使うとラジカルが生成できる」と書いてあったのです。この反応を使えば、私たちが目指しているリビングラジカル重合ができる。そう考えて私は、このテーマを一緒に研究していた学生さんと実験を計画し、学生さんの機転もあって、リビングラジカル重合の端緒となる結

果を得たのでした。

この論文に出会わなくても、いずれリビングラジカル重合法は開発できたかもしれません。でも、座長を頼まれ、それがきっかけで若手研究会の主催を依頼され、それが論文の発見につながるという偶然が重ならなかったら、そこに行きつくまでにはもっと時間がかかったことでしょう。

常にポジティブな姿勢を

頼まれたことは何でも引き受けたほうが良いというわけではありません。ただ、引き受けたからには、自分を

活かす方法を考える。そうすれば不安を抱きながら引き受けたことも、楽しみながらできるようになります。その経験は必ず、自分の力になるものです。

私たちが金属触媒を使ったリビングラジカル重合法を開発した頃から、世界中の研究者がいろいろな化合物を使ってリビングラジカル重合法を研究するようになりました。それから30年ほどが経ち、リビングラジカル重合に関する論文は世界で3万報ほど発表されています。私たちの研究が世界に与えたインパクトの大きさが、ここに現れています。

日本の科学研究力が低下している

といわれます。それが事実かどうかは別にして、今、大学の研究者には研究に使える時間も予算も余裕がないのは事実です。その一方で、研究の成果を求める風潮は強くなっています。そうすると、どうしても成果の出やすいテーマを選びがちになってしまいます。成果を早く出さなければならないという点では、企業の研究者は私たちよりもっと厳しいかもしれません。

しかし、研究は楽しみながらやるのが大切です。いろいろ制約はあるでしょうが、自分の良さや強みを見出し、自分に何ができるかを考えていろいろ工夫していけば、研究を楽しみながらやっていけるはずですよ。嫌々やっていたら、メンタル的にもしんどくなってしまいます。

自分の工夫が少しでもうまくいくと、達成感が得られます。そうするとまたもう一工夫してみようというポジティブな気持ちにどんどんなっていきます。そういうことを繰り返していけばきっと、自分の研究に希望が持てるようになるでしょう。

研究は、継続が大事です。継続することで初めて見えてくるものがあります。まさに継続は力なり、です。苦しくともポジティブな気持ちを失わず、希望を持って研究を続けてください。



1998年、留学先のスタンフォード大学でのポスター発表。背後の写真は受入先のRobert Waymouth先生。

Message for next generation



継続することで、 初めて見えてくるものがある。



かみがいと・まさみ 1965年、愛知県生まれ。京都大学工学部高分子化学科卒業、同大学院工学研究科博士後期課程高分子化学専攻修了、博士（工学）。日本学術振興会特別研究員、京都大学工学部助手、米スタンフォード大学化学科客員研究員、京都大学大学院工学研究科助教授、名古屋大学大学院工学研究科助教授を経て、2004年より現職。2020年、高分子学会賞受賞。上垣外研究室では毎週、上垣外が関連する研究の論文リストを作成する一方、学生は興味ある論文を選んで説明するセミナーを行っている。

〔第21回松籟科学技術振興財団研究助成受賞〕