

特集

大学での学びの内容を知る③ (化学系)

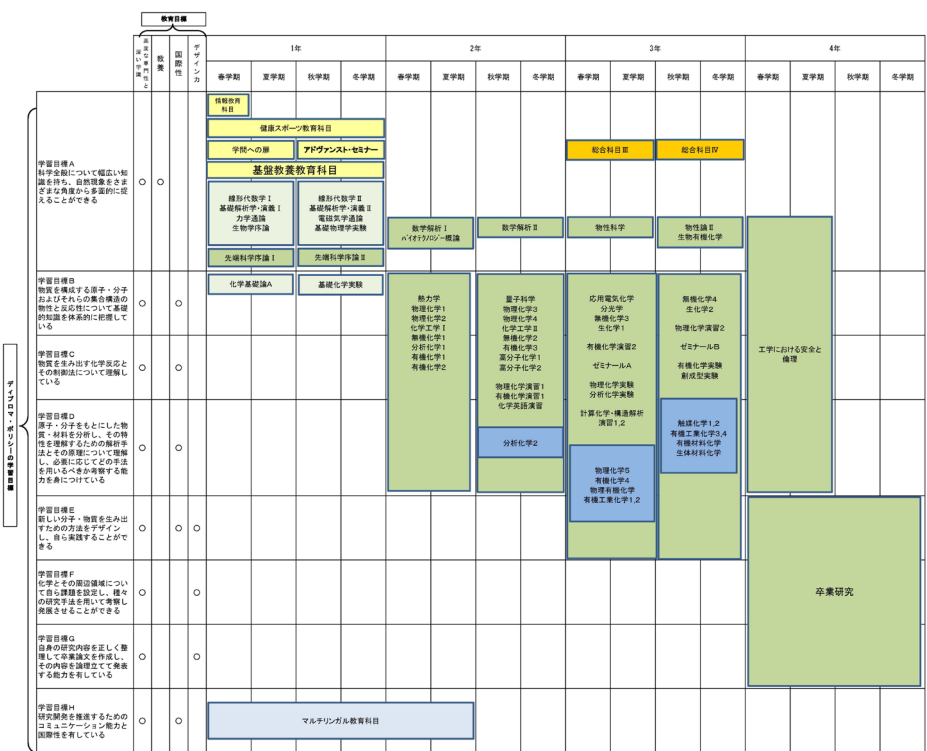
「大学での学びの内容を知る」をテーマに大学の先生方のインタビューを交えながら大学での学びについて紹介する企画の第3弾である今回は、「化学系の学び」をとりあげる。化学は、物質の構造や性質、反応を解き明かし、新しい材料や技術へと応用する学問である。プラスチックや医薬品、化粧品といった身近なものから、環境・資源やエネルギーの課題への対応まで、その成果は暮らしと社会の幅広い領域を支えており、近年は基礎研究を社会実装へとつなぐ実学としての側面にも関心が集まっている。今回の特集では、大阪大工学部応用自然科学科、佐賀大コスメティックサイエンス学環の学びの内容を紹介する。大学で何を学ぶべきか、大学選びの参考にしてもらいたい。

1 化学系の学びの実例
～大阪大工学部応用自然科学科～

大阪大は1838年に緒方洪庵が開いた私塾である適塾を原点とする、『『知の創造、継承及び実践』』を使命とし、『『地域に生き世界に伸びる』』をモットーに、学問の独立性と市民性を備えた世界水準の高度な教育研究を推進し、次代の社会を支え、人類の理想の実現を図る有能な人材を社会に輩出すること」を目的とする大学である。その中で工学部は、1896年に全国で2番目の官立工業学校として設立された大阪工業学校を源流とし、2026年に創始130周年を迎えた、最先端の研究成果を実際に世の中に役立てる「実学」を設立当初から重んじてきた学部である。現在は応用自然科学科、応用理工学科、電子情報工学科、環境・エネルギー工学科、地球総合工学科の5つの学科で構成されている。

具体的な学びの内容として、大阪大工学部応用自然科学科・応用化学コースでは、1年次に「線形代数学」や「力学通論」などの講義で自然科学全般の基礎を固めつつ、「化学基礎論A」で高校化学から専門化学への橋渡しを行い、基礎的な化学実験で実験の基本操作を身に付ける。2年次以降は、「物理化学」「無機・分析化学」「有機化学」を3本の柱とする講義で物質の構造や反応、解析法を体系的に学び、演習で理解を確かめて、各分野の実験科目で自ら手を動かして専門技能を磨く。並行して「化学英語演習」や「ゼミナール」で研究に必要な英語力と発表能力を養う。4年次には研究室に配属され、「卒業研究」で課題設定から実験、卒業論文の執筆・発表までを一貫して経験する。

図1 大阪大工学部応用自然科学科応用化学コースカリキュラムマップ



出典：大阪大ホームページ

〈大阪大工学研究科応用化学専攻 宇山浩教授インタビュー〉

「私は30年ほど、『環境に優しい』というキーワードで研究を続けてきました。今でこそ環境という言葉は多くの人から関心を集めていますが、私が大学の助手として研究を始めたのは、まだそれほど意識されていない時代でした。『環境に優しい』という言葉は本当は気をつけないといけない言葉です。言ったもん勝ちになりやすいですし、ある指標で『環境に良い』とされる技術や行為が、別の側面では環境を破壊しかねないものであることもあります。ですから、『環境に優しい』と主張する場合には、本当に環境に良いのかどうかを、きちんと考えて言わなければいけない、というのが私の基本的な姿勢です。



宇山 浩教授

私の研究の入口は漆でした。漆は日本の伝統的な素材で見た目も良く性能面でも優れた素材ですが、かぶれますし、国産のものはほとんどなく値段も高価です。そこで、漆を人工的に作れないか、という発想から研究を始めました。原料として使ったのはカシューナッツの殻の油でした。カシューナッツは、中身は食べられますが、殻に含まれる油は、食用にはならず、十分に利用されていない資源でした。それを使うことで、これまで十分に利用されていなかった資源を有効に使える上、石油などの化石資源への依存を減らせる点を高く評価しました。

その後、植物油脂、なかでも大豆油の活用に着目しました。大豆は皆さんもよくご存じの身近な作物かと思いますが、この大豆油を用いた屋根用の塗料は、石油などの化石資源の使用を減らせる材料です。大学の研究をそのまま実用化に移すのはとても難しいことなのですが、こちらはご縁のあった企業が私たちの技術の一部をうまく取り入れてくださり実用化されました。

また、縁があり発見した手法の中で面白かったのが服のリサイクルに関する技術です。皆さんが着ているシャツも、多くはポリエステルと綿が混ざっています。こうした素材は、それぞれを分けて再利用することが難しいため、着なくなった服を集めても、まだ着られる服として誰かに使ってもらう以外の出口がなかなかありません。そんな中、電子レンジの仕組みを使って、綿を残したままポリエステルだけを分解し、工業的に衣服を作る一歩手前の素材の状態まで戻す、という手法を見つけました。仕組みとしては極めて単純で、適切な触媒と環境があればほんの数分でできてしまいます。

自然のものや生分解性のものを扱ううちに、でんぷんやセルロースといったバイオマス、さらには工業の現場で必ず出る廃材の有効利用へと関心が広がっていききました。たとえば、医薬品やサプリメントに使われるソフトカプセルの製造工程では、余ったゼラチンが廃材として出てきます。これを、自然界に還る生分解性プラスチックの一部として混ぜて使うといったこともしています。

今の私の研究の大きな柱は、資源をいかに循環させるか、という『資源循環』です。スーパーやコンビニに行けば食べ物も生活用品もほとんどはプラスチックに包まれているように、現代人にとってプラスチックはもっとも接する機会の多い素材の1つです。しかし、こういった包装や容器は使ったらすぐ捨てる、といった形で、1回切りの利用が想定されていることがとても多いです。こういった使い捨てを社会全体で減らし、製品をできるだけ長く使い、使い終わった資源も次のサイクルでもう一度利用していこう、という考え方が『サーキュラーエコノミー』です。『リサイクル』が廃棄物を資源として再利用する技術とすると、『サーキュラーエコノミー』は社会全体のしくみとしてとらえる考え方なんです。



図2 宇山教授の研究図

正直に言えば、私は自分の作るバイオベースの材料が万能だとは思っていません。ポリエチレンやポリプロピレンといった一般的なプラスチックは、化学の目で構造を見ると、本当によくできていて優秀です。バイオベースの材料にも良さがありますが、性能面だけで評価するとやはり従来のプラスチックを利用する方がいい場面も多い。だからこそ、それをどう賢く使い、どう資源として循環させるかが大事なのです」



写真1 研究室の様子

■研究室での学生の学び

「私の研究室の看板は、植物油脂をはじめとする再生可能資源を使ったバイオマスプラスチックや、生分解性の材料、そしてリサイクルまでです。こうしたテーマをいくつか用意しておいて、4年生には、その中から選んでもらいます。4年生の段階では自分でテーマを設定するのは難しいので、こちらが用意したテーマから始めてもらい、卒業研究として取り組みます。工学部の場合、多くの学生はそのあと大学院に進み、研究の方向性や意味、背景を知るとともに、『研究というやり方』そのものを学んでいきます。自分でテーマを広げていけるようになるのは、博士課程くらいからです。

実験については、最初は手順を細かく指示しますが、だんだん自分で組み立ててもらおうようにしています。最初から難しすぎるテーマを与えて全くデータが出ないと、実験が面白くなってしまわないので、はじめは少し甘いくらいでも結果が出るテーマをやってもらおう。そこから実験を進めていくと、学生自身から『こうではないか』と試したいことが出てきたり、予想した結果と違う『失敗』が起こったりすることもあります。そうすると元々の想定したルートとは異なるルートを進むことになりますが、私はこのようなルート変更はとても大切だと考えています。ふと思いついたアイデアが予想もしていなかった発見につながることもありますし、そういったアイデアは失敗した原因を丁寧に検証した経験の積み重ねから生まれます。ですから、学生が『こうではないか』と考えたことや、思ってもみなかった方向に進んだ結果についても、学生と一緒に検討して次の実験につなげていきたいと思っています。

たとえば、学生の予想外の実験結果が、海の中で分解する新しい材料の研究につながったことがあります。これも偶然から始まりました。もともとその学生は、海で分解する材料を作ろうとしていたわけではなく、ゲルと呼ばれる、ゼリーのように水を多く含む材料を研究していました。その実験結果を見たとき、私は『あれ？』と思いました。普通なら、ゲルを乾かすと縮んで形が崩れてしまうのですが、その材料はきれいなシート状になったのです。しかも、一度乾かしたものをもう一度水につけても、元のように膨らまず、水に強い性質を持っていました。引っ張ったときの強度もしっかりとありました。これは、その学生が最初から狙っていた結果ではありません。しかし、思いがけない結果から、とても面白い新しい研究の道が開けた瞬間でした。その学生は卒業が近かったため、その方向に研究を進めることはできませんでしたが、興味を持った別の学生がテーマを引き継ぎ、研究を発展させていきました。

研究室にはいろいろなテーマがあるので、扱うものも測定装置もさまざまで、その分メンテナンスも大変です。テーマによって基礎となる知識も違うので、指導する側も気は抜けませんが、それでも、学生たちと向き合う中でいろいろなことをやっていると本当に楽しいです」

■大阪大工学部応用自然科学科を目指す学生へのメッセージ

「これから進路を考える高校生の皆さんには、できるだけ幅広く勉強してほしい、というのが私からの一番のメッセージです。環境という分野は、私たちは『横糸』と呼びますが、私の専門である化学だけでなく、いろいろなことを知らないと取り組めない学際的な領域です。だからこそ、幅広く学んでほしいのです。

その意味でも、基礎学力はやはり大事です。AIがどれだけ進んでも、出てきた答えを最後に判断するのは人間ですから、その判断力や『目利き』の力を支えるのは基礎学力です。そして、環境については特に、社会に出て実際に使われる形にならないと意味がありません。大学でいくら環境の研究をしても、社会で実装されなければ意味がない。値段の問題やさまざまなしがらみもあって、本当に環境に良いことを実現するのは簡単ではありません。それでも、自分が学んだことをいつか社会で役立てるのだ、という気持ちを持って取り組んでほしいと思います。

正直に打ち明けると、私自身が化学の道に進んだのは、けっして最初から強い志があったからではありません。国語が苦手で理系に進み、選択できる枠が化学しか空いていなかった、いわば消去法のようなところもあったのです。ですから、何か嫌いだからそこに行った、というのでもかまわないと思います。大切なのは、そこで好きになればいい、ということです。とはいえ、何かを嫌ったことで

自分の可能性を減らしてしまうのはやはりもったいないので、基盤となる学力は身に付けておいてほしいです。

もう1つ伝えたいのは、いろいろな人とつながることの大切さです。地球環境という大きなものを、1人でなんとかできることは絶対にありません。いろいろなことを勉強し、いろいろな人と知り合って、それを少しずつ繋いでいく中で改善に向けて前進するしかないものです。近ごろは『ネイチャーポジティブ』、つまり自然が失われていくのを食い止め、傷ついた自然を回復させていこうという考え方も広がっていますが、これを本当に実現していくためには経済活動とうまく両立させていくことが不可欠です。学生や若い研究者を見ていると、行動力があり、社会との距離の近さや、私たちの世代とは違うものの見方があると感じています。自分たちの地球は自分たちで守る、という気持ちを持って、幅広い視野で学び続けてほしいと願っています」

●おすすめコンテンツ紹介

『使い捨てない未来へ プラスチック「革命」2』

更家悠介責任編集（日経BP2022年）

～コメント～

「環境についてはさまざまな論点や立場からたくさんの書籍が出されています。環境に関する本を何冊か読んでみると、いろいろな見方がることがわかります。1つの答えを覚えるためというより、多様な見方に触れる読み物として、気になったものを手に取ってみてほしいと思います。この本は私も執筆に参加したもので、身近な話題からプラスチックと環境の関わりについて読み解いています」



図3 『使い捨てない未来へ プラスチック「革命」2』書影