

令和4年6月1日発行(毎月1回1日発行) 通巻853号 昭和15年4月18日第3種郵便物認可 CODEN:KAKYAU ISSN 0451-1964

C H E M I S T R Y

化学

JUNE
2022
Vol.77

6

解説 • Research article

DNA修復の 新たなしくみを発見

解説 • Research article

一次元半導体の
ヘテロ接合に成功

解説 • Research article

オリジナルなキラル
スルフィド触媒の開発





B5判・528頁・オールカラー
2022年4月5日刊 定価5500円

最新刊!『基礎講座 有機化学』を著者が語る

有機化学の教科書と教育に いま何が求められているか

松島芳隆先生・渡邊総一郎先生・古荘義雄先生

有機化学の新しい教科書『基礎講座 有機化学』が2022年4月に刊行された。オールカラーで500頁を超える有機化学の教科書としては数少ない和書であり、教育現場での活用が期待される。この教科書の著者3人に、教科書に込めた思いや、ぜひとも見てほしいポイントを語っていただいた。話は最終的に、教科書という存在や、教科書を書くことの意義にまで膨らんだ(4月8日収録)。

● でき上がった本を手にして ●

——できたてホヤホヤの本をご覧になって、第一印象としていかがですか。

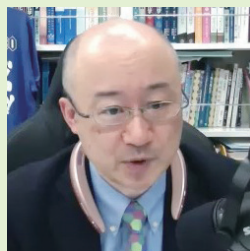
松島 本を手にとってみて、まず見開きになっているのが新鮮でしたね。ゲラを見ているときは、1頁単位でしたので。

渡邊 官能基一覧表の頁の端に色がついていて、閉じた状態でも見つけやすくしてあるのにはじめて気がきました。オールカラーで色もきれいで、見やすく仕上がっています。

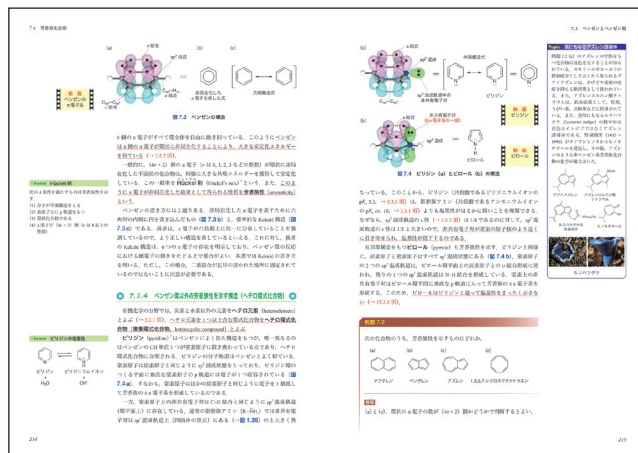
古荘 きれいなものやおいしそうな食べ物などの写真も意識して入れましたからね。有機化学というと、毒とか危険とかいうイメージが強くなりがちですが、できるだけよい面や楽しい面を知ってもらえる本にできたと思います。

● なぜ教科書を執筆することにしたか ●

松島 最初に有機化学の講義を担当したとき、前任者が指定



松島芳隆 (まつしま よしたか)
1968年三重県生まれ。東京大学農学部農芸化学科卒業、東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了。東京工業大学理学部助手、浜松医科大学医学部准教授などをを経て、2014年より東京農業大学応用生物科学部農芸化学科教授。博士(農学)。専門は、生物活性物質の有機合成。



見開き頁の例 (p.214, 215)

していた翻訳教科書を引き継ぐかたちで使いました。その教科書には生体分子の内容も入っていて、医学部でしたから、代謝などと絡めて教えるにもよかったのですが、反応機構の説明には不足を感じていました。そこで、巻矢印の書き方などをていねいに教えるために PowerPoint の資料で補足し、最終的にはアプリもつくりました。その後、化学同人の編集の方から声をかけていただいたのですが、なぜ私だったのでしょうか？

——カラーの500頁くらいの教科書をつくりたいということと、学生さんの実情がよくわかっている教育熱心な先生にご執筆いただきたいというコンセプトからお声がけしました。
松島 お話を聞いて、これはたいへんな仕事だとは思いまし

たけど、1人ではなくて、助けていただける共著者がいらっしやるならやってみようかと考えるようになっていきました。

渡邊 私は松島先生ほど熱い教育者ではないですが、サポートならできるのでは、とお引き受けしました。私が今教えているのは理学部のバイオ系の学科で、多くの学生は卒業研究以降は有機化学から離れますから、500頁くらいでひととおり学べる教科書が適していて、いくつか使ってきました。それらの教科書はそれぞれに特徴がありますが、自分で教科書を書けば、経験を生かして、学生がよく質問したりまちがえたりするポイントも示せるのではないかと思ったのです。

古荘 私は2015年から医学部で化学を教えるはじめました。そのころから医学部では「臨床教育を充実させよう」という動きが強くなって、一般教養や基礎医学は簡素化される流れにありました。実際、授業評価アンケートでは、「医学と関係ないものは排除してほしい」なんていうコメントも寄せられます。教科書も、理工系向けはもちろん、薬学系のものを使って教えても、学生から見ると「なんでこんな(臨床で役に立たない)ことを学ばなくてはいけないのか」と不満に思うんです。ですから、できるだけ学部色のないニュートラルな教科書がほしいと思っていました。それができそうだと感じたので、執筆をお引き受けしました。実際、いろいろな要求をしてしまいましたので、とくに松島先生はたいへんだったのではないかと。

松島 いえいえ、3人とも専門も性格も違うので、それぞれ補完しあえて、よかったんじゃないでしょうか。専門の近すぎる先生と一緒に教科書をつくったら、「ニュートラル」という視点はもち込めなかったかもしれません。

古荘 自分の専門ではなくても有機化学は必要だよ、勉強すると面白いよ、と思ってもらえるようにしたいという気持ち

↑ Assist 骨格構造式に C と H を書くか

ブタン $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ の骨格構造式で、炭素の C のみを書いたものを目にしたことはないだろうか。この書き方は適切でない。炭素 C を書くなら水素 H も書かなければならない。また、実際の分子の形に近い形になるように表記するのがよい。ブタンは、下図で○をつけた表現が最もふさわしい(→4.4節)。△は間違っているが、積極的にその表記にする理由がある場合以外は勧めない。

○
 (炭素を C と書く場合は水素も H と書く)

↑ Assist 巻矢印を記入する位置

例えば、結合の切断を巻矢印で表記するとき、巻矢印を結合の上下・左右どちらに書くべきか、疑問に思うかもしれない。これには決まりはなく、電子の移動を正しく表していればどちらに書いてもよい。下の2つはどちらも同じ意味である。

本文を補足説明する「Assist」の例
(2章より)

渡邊総一郎

(わたなべ・そういちろう)



1969年栃木県生まれ。東京大学理学部化学科卒業。東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。東邦大学理学部生物分子科学科助手、講師、准教授を経て、2017年より教授。博士(理学)。専門は、多環芳香族化合物などの有機合成。

は3人とも強くありましたね。

● この教科書のココを見てほしい！ ●

松島 3章までは基礎の部分になりますが、授業ではなかなか時間をかけられません。その部分を渡邊先生が、非常に充実した内容にしてくださいました。本文を補足する内容を欄外に「Assist」として散りばめているのですが、とても役に立つと思います。反応機構の巻矢印の書き方もすごくいいですね。これまで、巻矢印の書き方を教える教科書はあまりなかったのではないのでしょうか。何か疑問をもったときに、辿れる場所がいっぱいある教科書です。

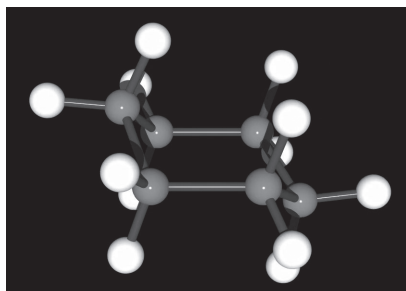
渡邊 有機化学は、入り口でつまずいてしまう学生が少なくありません。たとえば、構造式を描くとき・読むときにまちがえてしまうことがあります。ちょっといいねいに説明して、コツがわかればすぐ修正されるのですが、普通の教科書に「ここに線が1本でていたら……」などということまでは書かれていませんし、学生も疑問が生じるたびに先生に聞きに行けるわけではないでしょう。そういうところは先ほど話にでた「Assist」などで、なるべくいいねいに説明できたらいいなと思っていました。

古荘 私が一番見ていただきたいのは、立体的なCG画像ですね。最初は、普通にChemDrawで図をつくっていましたが、立体化学がどうしてもうまく見せられず、三次元のCG

古荘義雄 (ふるしょう・よしお)

1968年熊本県生まれ。東京大学農学部農芸化学科卒業。東京大学大学院工学系研究科博士課程中退。大阪府立大学工学部助手。名古屋大学大学院工学研究科准教授などを経て、2015年より滋賀医科大学教授。博士(工学)。専門は、高分子化学、超分子化学。





付録動画集「4章 p.113
図 4.28 シクロヘキサンの環反転」より

画像にしてみようと考えました。立体が苦手な学生は多いですが、自分で分子模型を組み立てると理解が進むのですが、化学科以外ではなかなか指定教材にできません。それじゃあと、最初は PowerPoint で立体図を描いていましたが、最終的にはフリーソフトで、くるくる回ったりする動画もつくりました。すっかりハマってしまい、最後のほうは本文より CG の動かし方に気を使ったり(笑)。授業ではすでに動画を使っており、多くの学生がわかりやすいといってくれています。高分子や超分子の学会ではよく動画が用いられますが、有機化学教育であまり使われていなかったのは驚きでした。教科書にそれを導入したという意味では先駆的だと思いますね。

松島 途中からは「これも動画にできますか？」という感じで、古荘先生に次つぎとお願いをしてしまいましたね。

古荘 「シクロヘキサンの環反転」(上に QR コードを掲載)はとくにたいへんでしたよ(笑)。

——講義の教科書としてだけでなく、学生さんが自学自習するときの適した教材にもなりそうだと思います。

松島 そうですね。授業で教科書の内容をすべて取りあげるの、時間的に難しいです。この教科書はていねいに説明しているので自力でもしっかり学べると思います。ここまで細かく書いてある有機化学の教科書は、そんなになんじやないかな。

渡邊 同感です。執筆期間がちょうどコロナ禍と重なってしまい、コロナと並走してしまっていて、ほとんど対面授業をやらない時期もありました。そのとき、教科書にはできるだけ細かいことまで書いたほうがいいのではと感じたんです。

松島 教科書は究極の在宅学習教材ですね。

●苦勞したこと・工夫したこと●

松島 本書をつくっていくうえでたいへんだったのは、文章で読んでわかるようにすることでした。PowerPoint の図を見せながら授業をするときは、ポイントだけ説明すればだいたい伝わるのですが、文章で書くとなると別物で苦勞しま

PLUS

10.4

有機合成化学入門 1「逆合成解析」

一般に、比較的構造が簡単で入手しやすい有機化合物を使って、より複雑な有機化合物を合成する手法を**有機合成** (organic synthesis) という。その有機合成を専門に研究する分野を**有機合成化学** (organic synthetic chemistry) という。エーテルの合成法について学んだところで、有機合成化学の入門として、合成計画の立て方についてごく簡単に説明しよう。

PLUS マークをつけたこの節は、発展・応用的な内容を取り扱っている。飛ばしても学習に支障はない。必要や関心がある場合は取り組んでみよう。

発展・応用的な内容として「PLUS」マークを付けた 10.4 節

した。

渡邊 私は、書き始めようとしたとき、まわりにある教科書をあらためて見てみたのですが、すでにより教科書がたくさんあるわけです。そこに加えて新たな教科書をつくるとすると、どう差別化できるのだろうか？ 自分に何ができるだろう？ としばらく立ち止まってしまいました。それでもなんとか書き始めるうちに、徐々に、「ここはもう少ししていいに説明したい」とか、「ここはいつも学生がつまずくポイントだな」と思うようになって、筆が進みだしました。

古荘 私が気を配ったのは、有機合成中心の書き方になりすぎないようにすることでした。有機合成をしない読者も想定していますからね。たとえば、原稿には「後処理」という用語が頻出していましたが、有機合成をしない人には「？」となるものですので、なるべく減らしました。「〇〇ができる」という表現もかなりいい換えました。最終的には、有機合成のテイストがいい意味で残りながら、そうじゃない有機化学の側面も感じてもらえる教科書にできました。

——有機合成を正面から取り扱った節もいくつかありますが、それらは「PLUS」という扱いにして、必ずしも全員が学ばなくてもよいようにする工夫もされていますね。

渡邊 多くの有機化学の教科書には、スペクトルや生体分子の章があります。それらは大事ですが、別の講義があったりして、有機化学の講義では飛ばすことが多いと思います。この教科書では、付録などに少し盛り込みましたが、章にはせず、その分、メインの基礎的内容にページを割く方針にしました。これも大きな選択だったと思います。

●教科書を書くということ●

松島 教科書を書くにあたって、私自身が「今さら？」と思う基礎をよくわかっていなかったことや、「ここが重要なんだ」ということを再認識できました。知識を人に伝えるには整理されていないといけないので、非常に勉強になりました。

古荘 この教科書はわれわれ 3 人と編集の方が本当にたいへんな労力をかけて書きあげました。自己満足ではだめです

が、この『基礎講座 有機化学』を末永く使っていただけるとよいと思います。

松島 授業でしか伝わらないライブのインパクトは確かにあり、私は森 謙治先生*の講義を聴いて有機合成をやろうと決めました。一方、本は形になり、それを渡すだけで知識を伝えられることが存在意義ではないでしょうか。教科書を読んではじめて細かいことが伝わることもあると思います。

●有機化学を学ぶ人へ●

松島 有機化学は、ほかの分野との交わりが大きい学問です。とくに生命系では基礎となりますので、本来なら高校でしっかり学んでほしいのですが、受験科目の都合もあって、化学を学んでいない人も多いですね。

渡邊 大学では、高校で化学をしっかり学んだ人もほとんど学んでいない人もいて、専門もバイオや医学などそれぞれ違う。そういう人たちに、自分の専門分野が有機化学という基

* 昆虫フェロモンなど、生物活性物質の立体選択的合成の分野を開拓した。東京大学名誉教授。2019年逝去。

礎の上に成り立っていること、少なくとも、そういう側面があることを感じてほしいです。有機化学の反応はフラスコの中というのが一般的なイメージでしょうが、実は人体でも同じ反応が起こっていることにも気づいてもらいたいかと。

古荘 1980年代にわれわれが有機化学を習っていたときは、天然物合成が花形で、「有機合成こそ有機化学」という雰囲気でした。その後、1990年代は遷移金属を使った不斉合成がさかんで、日本人はその中心的役割を果たしていましたが、今はずいぶん変わってきています。昨年のノーベル化学賞の授賞対象となった有機触媒が発表された2000年ごろ、研究の流れが変わることに気がついた人はわずかでした。ほかに、有機合成の合成ターゲットが有機ELになったり、光や物性、ケミカルバイオロジーのほうに研究がシフトしていったりと、有機化学というゲームのルールは大きく変わってきています。そういうときに柔軟に対応していけるように、これから有機化学を学ぶ学生さんには有機合成以外の部分も含めて有機化学だと捉えて勉強していただきたいなと思います。そして、本書がその一助になれば幸いです。（『化学』編集部）

基礎講座 有機化学

(東京農業大学教授) (東邦大学教授) (滋賀医科大学教授)

松島芳隆・渡邊総一郎・古荘義雄【著】 B5判・528頁・オールカラー 定価 5500円

好評発売中

これ1冊で有機化学の基本が学べる！教育的配慮の行き届いたオールカラー教科書

- * オールカラーで、見やすく、学びやすく、わかりやすい！
- * 内容を基本事項に絞り、その分ページを割き、ていねいに説明！
- * 当たり前にも思えても学習者がつまづきがちなことを Assist でフォロー！
- * 医・薬・農・食などに結びつく興味深い話題を随所に紹介！
- * 分子の形や電子の動きを視覚的に理解できるオリジナル動画あり！

こちらから動画が見られます(YouTube)→



主要目次 1章 化学結合と混成軌道／2章 有機化合物に関する基礎知識／3章 酸と塩基／4章 アルカンとシクロアルカン／5章 有機立体化学／6章 アルケンとアルキン／7章 芳香族化合物／8章 有機ハロゲン化合物：置換反応 (S_N2 と S_N1) と脱離反応 ($E2$ と $E1$)／9章 アルコールとフェノール／10章 エーテルとエポキシド、チオールとスルフィド／11章 アルデヒドとケトン (1)：求核付加反応を中心に 12章 /アルデヒドとケトン (2)：エノラートアニオンとエノールの反応／13章 カルボン酸とその誘導体：求核付加・脱離反応を中心に／14章 エステル・ケトンの反応：Claisen 縮合など／15章 アミンとそれに関連した窒素化合物／他



化学同人