

MARCH

2025

Vol.80

化学

CHEMISTRY 3

解説

メタベンゼインの 常温常圧化学合成

ベンゼン環内部に化学結合!?

紹介

化学者の新生活に役立ったもの
研究室の移転に伴う各種工事を自らの手で

有機化学の効率的な指導法

西村能一
駿台予備学校化学科

今回は、有機化学の効率的な指導法についてお話しします。有機化学は指導にかかる時間の短さに対して入試での配点が高く、約3割です。有機化学を得意にできれば化学での高得点につながりますが、予備校の生徒からは「有機化学がわかりません」という言葉をよく聞きます。どうしてこうになってしまうのでしょうか。その解決につながるヒントをまとめました。

高校有機化学の分類

高校の有機化学は、「有機化合物(脂肪族・芳香族)」、「天然高分子化合物」、「合成高分子化合物」の三つの分野に分けられます(表1)。入試ではこれまで「有機化合物」からの出題が多かったですが、近年は「天然高分子化合物」または「合成高分子化合物」のどちらかがあわせて出題されることが増えています。

表1 高校の有機化学で学ぶ分野

有機化合物 (脂肪族・芳香族)	<ul style="list-style-type: none">・有機化学の基礎(元素分析, 異性体)・脂肪族炭化水素(アルカン, アルケン, アルキン)・脂肪族酸素化合物(アルコール, アルデヒド, ケトン, カルボン酸, エステル, 油脂, セッケン)・芳香族化合物 (ベンゼン, フェノール, サリチル酸, アニリン)
天然高分子 化合物	<ul style="list-style-type: none">・糖類(炭水化物)・アミノ酸, タンパク質・核酸
合成高分子 化合物	<ul style="list-style-type: none">・合成高分子化合物の分類・合成繊維(ポリアミド系, ポリエステル系, ポリビニル系)・合成樹脂(フェノール樹脂, イオン交換樹脂)・ゴム(天然ゴム, 合成ゴム)

駿台予備学校の指導方針

駿台予備学校では、通期の授業で「有機化合物」を約15コマ、「天然高分子化合物」を約5コマ、「合成高分子化合物」を約5コマで教えています(1コマ50分)。週2コマの高卒クラスで約13週、週3コマの高3クラスで約8週です。

前回事べた無機化学と違い、教科書の順番に従って指導します。ただし、「油脂」と「セッケン」は教科書だとエステルのもとに学びますが、駿台では天然高分子化合物とともに「有機化合物」のあとで学びます。

駿台では、 C_5H_{12} 、 C_5H_{10} 、 $C_5H_{12}O$ などの異性体をすべて描く演習問題がどのクラスでも必ず行われます。異性体が描けなければ、構造決定問題で構造を想像することはできません。そして、この演習を生徒任せにしている描けるようにはなりません。すでに描いたものとかぶらないように「ずらして描きだす」ことを意識させながら、授業で一緒に描くことが大事だと考えています。

また、現行の教科書では、発展・参考の分野に「シクロヘキサンの立体配座」「マルコフニコフ則、ザイツェフ則」「ケト・エノール互変異性」「配向性」といった、大学レベルの内容が掲載されるようになりました。これらは入試でも問われる内容なので、教えておかなければ対応できません。さらに上位クラスでは「混成軌道」「ジアステレオマー」「有機電子論(濃硫酸による脱水反応を例に)」のような発展的内容も指導しています。共通テストを含めて、近年の入試では発展的な内

容が出題されることが増えており、受験生の負担は大きくなる一方です。

有機化学の指導のポイント

筆者の授業では、書き込みができるオリジナルのプリントを使って進めています。書き込む部分は大きく開けており、単純な穴埋めではなく、反応がどのように起こっているかを有機化合物の形をイメージしながら書き込めるようにしています(図1)。有機化学の反応を覚えるには、しっかり手を動かして書くことが重要だと考えています。プリントを使うメリットは、「生徒が板書をまとめやすい」、「こちらがあらかじめプリントに書いておくことで、生徒には必要なことだけ書かせることができる」などがあげられます。

天然高分子化合物と合成高分子化合物は、代表的な化合物が描けないと問題の対応力が低下します。

・油脂

パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸の示性式と名称を覚えます。また、ステアリン酸の分子量 284 とステアリン酸からなる油脂の分子量 890 を覚えておくと、計算問題を解く速度があがります[ニワシパクレ(284890)という語呂合わせが覚えやすい]。

・糖類

グルコースとスクロースは何も見ずに描けるようにします。「グルコースを描けという問題はでないで覚えなさい」という考えでは、そもそも問題を解けるようにはなりません。

・アミノ酸

Gly, Ala, Phe, Tyr, Ser, Cys, Met, Glu, Asp, Lys の構造式を描けるようにします。

・タンパク質

ビウレット反応、キサントプロテイン反応、ニンヒドリン反応、酢酸鉛(II)との反応(硫黄反応)における試薬、色の変化、検出できるものを覚えます。

・合成高分子化合物

ナイロン 66, ナイロン 6, PET (ポリエチレンテレフタレート), HDPE (高密度ポリエチレン) と LDPE (低密度ポリエチレン), PVAc (ポリ酢酸ビニル), PMMA (アクリル樹脂の一種), フェノール樹脂, イオン交換樹脂, イソプレン, ブタジエンの繰返し構造や単量体を描けるようにします。さらに、ビニロンは日本で生まれた合成繊維ということもあり、その反応と計算は出題頻度が高いのでしっかり演習します。

「有機化合物の構造決定問題」を攻略する

「有機化合物」の入試問題で苦手とする受験生が多いのが「構造決定問題」です。まるで推理小説の謎解きのようなともいわれます。あげられている証拠(反応)から、それらを組み合わせる犯人(構造)を決定します。その際、探偵(受験生)のひらめきが欠かせません。ただ証拠を見ているだけでは犯人にたどり着けないからです。そこで大事なものは、犯人捜しのメモです。図2のように経路図を描いていくと明確になります。もちろん、すべての問題で描けるわけではありませんが、このように問題文に書かれていることをメモにして抜きだし、まとめることはたいへん効果的です。

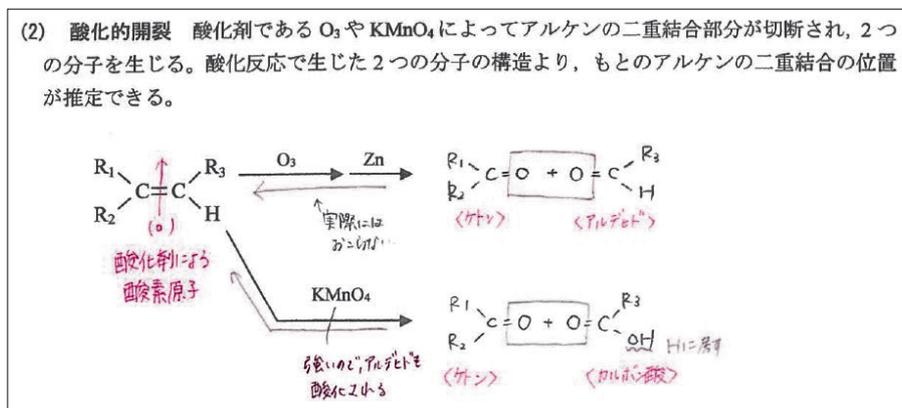


図1 筆者オリジナルのプリントに生徒が書き込んだもの

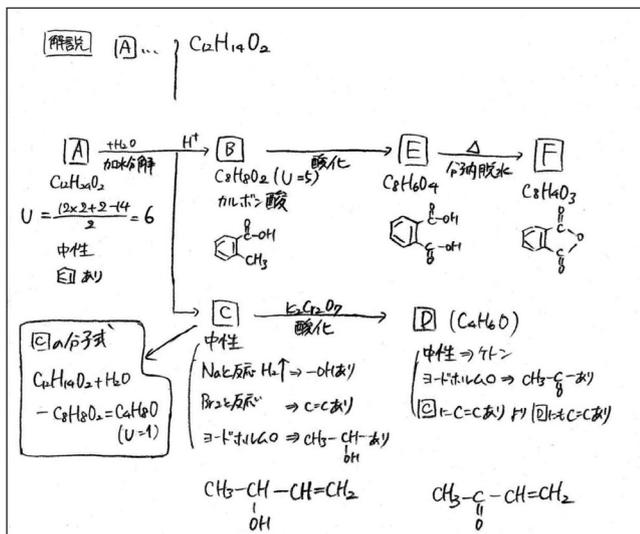


図2 構造決定問題の推理メモ

新課程における有機化学の変更点

分子の形や化学反応の理解を助ける混成軌道の理論が、「発展」から「本文(参考)」扱いになりました。有機化合物(炭化水素など)の分子の形や、不飽和結合への付加反応などの発展的な解説に活用するためとのことです。また、有機化学の用語は、2016年2月26日の日本化学会 化学用語検討小委員会による「高等学校化学で用いる用語に関する提案(2)」¹⁾において変更が

表2 2016年に変更が決定した高校化学の用語

変更前	変更後
アルデヒド基	ホルミル基
ケトン基	カルボニル基
幾何異性体	シス-トランス異性体
光学異性体	鏡像異性体

望ましい用語があげられ、2023年発行の化学の教科書で採用に至っています(表2)。

大学の有機化学の授業も高校とは大きく異なっています。今のカリキュラムでは、覚える内容が多くて生徒の負担になっています。高校と大学をスムーズに接続するのなら、教える内容を減らして、反応が起こる理由を丁寧に教えるなどの対応が必要だと感じます。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本化学会 化学用語検討小委員会, 「高等学校化学で用いる用語に関する提案(2)」, 2025年1月確認 (<https://www.chemistry.or.jp/activity/report/20160226.html>).

にしむら・よしかず ● 学校法人駿河台学園 駿台予備学校化学科講師, 1996年明治大学理工学部工業化学科卒業, <研究テーマ> 高等学校化学の教授法の研究とその普及, <趣味> 野球観戦, ランニング