

分子を創造できる人材育成を目指した実験と講義の連携

物質生命化学科 澤田 剛

1. 緒言

現代社会は医薬品、染料、プラスチックなどの多くの有機物質によって支えられている。これら、現代生活に不可欠な有機物質を作り出すことは、有機化学工業における「ものづくり」の重要な課題であり、その手法を身につけることが要求されている。

しかしながら、有機化学における「ものづくり」で対象となる有機物質は、分子で構築されており、直接、目で出来上がりを見る事は不可能である。そのため、創りだした分子の構造を確認する手法も習得しなければならない。

そこで本プロジェクトでは、分子を創り出す「有機化学実験」と分子の構造について学ぶ「構造有機化学」との連携を計画した。

2. 実施計画

以下に有機化学における「ものづくり」の流れを示す。有機化学における「ものづくり」と他の分野の「ものづくり」との違いは、有機分子が目で見えないほど小さいので、ものができたことを確認するために、分子の構造を解析する過程が必要とされることである。

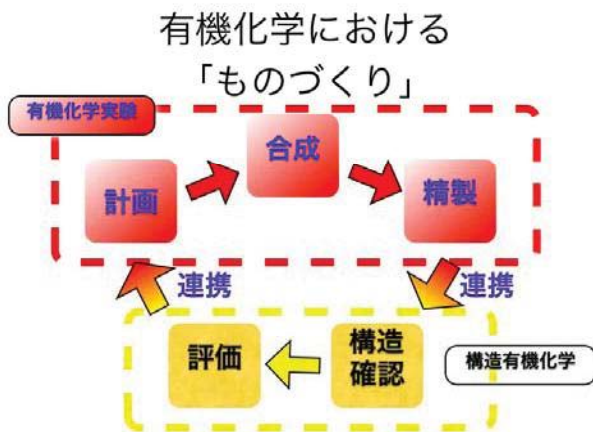


図1. 有機物質の「ものづくり」の流れ

現在、熊本大学工学部物質生命化学科におけるカリキュラムでは、どのような有機分子を造るのかという「計画」実際に有機分子を創り出す「合成」、そして創りだした分子を取り出す「精製」の課程を、「有機化学実験」という実験科目で行い、有機分子の構造を調べ

る「構造確認」およびその性質を明らかにする「評価」の課程を「構造有機化学」という講義科目で行っている。

しかし、実践的な、有機物質の「ものづくり」技能を持った学生を育成するためにはこの2つの科目を密接に連携させることが必要である。

以下に、授業連携の計画を示します。

授業連携の計画

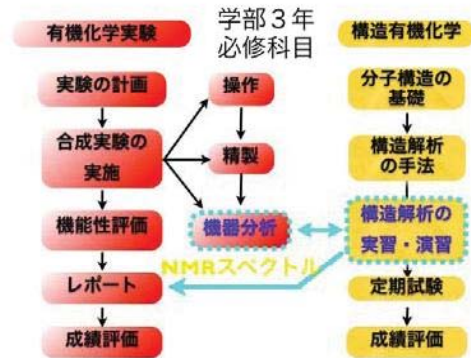


図2 授業連携の計画

有機化学実験、及び構造有機化学は上記のような流れで行っている。この二つの授業は、ともに学部3年生の必修科目であり、連携が可能です。連携するポイントとしては、有機化学実験の一環として行ってきた機器分析の実習の充実と、それによって得られたデータを教材として構造有機化学の授業で取り扱うことを計画した。また取り扱った結果について有機化学実験のレポートに反映させることで、全体を一連の流れとして習得させることを期待しました。

3. 実施概要

授業連携の実施について、図3に示します。

「有機化学実験」は、現在、有機合成の操作技術の習得を目的として図3に示した実験を実施しています。また「構造有機化学」の講義では、有機分子の構造と機器分析(核磁気共鳴 ^1H NMR, ^{13}C NMR, スペクトル, 赤外吸収 IR , スペクトル, 紫外可視 UV-Vis 吸収スペクトル)に関する授業を行っています。

授業連携の実施



図3 授業連携の実施

本連携プロジェクトでは、特に、赤外吸収スペクトル、紫外吸収スペクトル、核磁気共鳴スペクトルについて「有機化学実験」「構造有機化学」の二つの授業で取り扱うことで連携を計画した。具体的には紫外可視吸収スペクトルに関して、アゾカップリング反応の生成物についてのデータを参考資料として構造有機化学の授業を行い、Friedel-Crafts反応の出発物質のアルデヒド、生成物のアルコールとカルボン酸について、構造有機化学の赤外吸収スペクトルの授業で取り扱った。また核磁気共鳴スペクトルについては、脱水縮合反応で得られたシクロヘキセンを測定して、スペクトルの解析を行った。

さらに、核磁気共鳴スペクトルについては、生の測定データと積分データを学生自身に配付し、各学生に各自のPCでフーリエ変換、ピークの拡大、スペクトル解析を行わせる演習を計画した。そのため、核磁気共鳴スペクトル測定装置の更新を行い、日本電子「HFXOEXU」を導入した。また解析ソフトとして京都大学の竹腰先生の開発した「竹QPU」を、先生の承諾を得て学生に配付しました。演習については、装置の更新が遅れたため、後期の演習科目「化学プレゼンテーション」にて、QPUスペクトルによる未知試料の構造解析として実施した。

4. 実施結果

「有機化学実験」における脱水縮合反応の式とサンプルを図4に示す。

実験は3年生の学生に対して行った。学生実験では、各3-4名のグループに分かれてローテーションを組んで実施した。

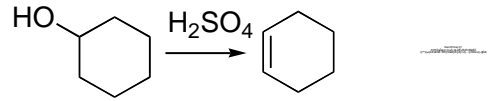


図4 シクロヘキサンの脱水縮合反応とシクロヘキセン
上記の化合物について Q P U スペクトルを測定し、そのスペクトルについて「構造有機化学」の授業で解析を行った (図5)。

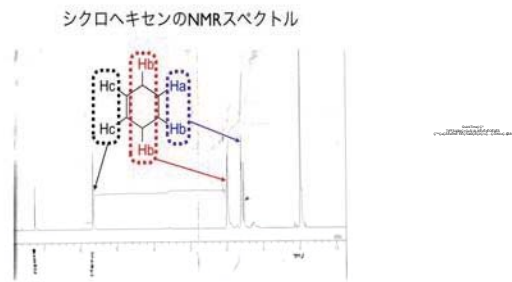


図5 シクロヘキセンの Q P U スペクトルと実験風景
また、赤外吸収スペクトル、紫外可視吸収スペクトルについても同様に実施した。

Q P U スペクトルの構造解析演習を「化学プレゼンテーション」の一環として行い、学生からレポートを集めた。3種類のサンプルの生データを学生に配付し、フーリエ変換と化合物の同定の演習を行った。得られたレポートを図6に示す。

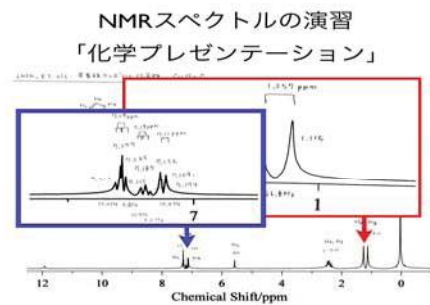


図6 構造解析の実習の結果

5. 反響と反省点

これらの結果、学生は機器分析に関する実際的な知識を習得し、ものづくり教育の基礎を形成することができたと思われる。反省点としては、実験と授業を連携させるタイミング、また連携した結果の評価方法の検討が必要である。未知試料を用いた演習は好評であったので今後も継続して行う予定である。