

実験教材・方法およびソフトウェア等の開発と化学教育に対する貢献

(長野県松本深志高等学校) ○西牧 岳哉

Development of Experimental Teaching Materials, Methods, Software, etc., and Contribution to Chemical Education

(Naganoken Matsumoto Fukashi Senior High School) ○Takeya Nishimaki

I have developed many experimental teaching materials and software that are useful in high school education. I have also contributed to the founding of the Nagano Prefectural High School Science Association and have inspired young teachers in Nagano Prefecture and the Hokushinetsu region. I have made many research presentations at the National Science Education Conference. Many young teachers and high school students were affected. In this lecture, I will introduce the development of advanced teaching materials and the results of teaching at the Nagano Prefecture High School Science Association and Matsumoto Fukashi High School Chemistry Club.

Keywords : Experiment materials, Chemical Education, Chemistry Club, Nagano Prefecture, High School Education

高等学校の教育現場で役立つ、多くの実験教材やソフトウェアを開発してきた。また、長野県高等学校科学協会の創設に貢献し、長野県及び北信越地域の若手教員に刺激を与えてきた。全国理科教育大会等で研究発表を重ね、影響を受けた若手教員や高校生は多い。本講演では先進的な教材開発と長野県高等学校科学協会および松本深志高校化学部での指導実績について紹介する。

1. 実験教材・方法およびソフトウェア等の開発

「教科書に記載された電池の図では豆電球が点灯しているのに、手作り電池では豆電球が点灯しない」という点にこだわりを持ち、高出力な手作り電池を開発し、授業で活用してきた。その活動において、塩化カリウム寒天ゲルを用いて、1個のセルでも豆電球が点灯し、それを5~6個直列に接続するとUSB機器を稼働できる電池を開発した。2018年全国理科教育大会では、その電池を用いて生徒実験授業でファラデー一定数を求めた実践について発表し、翌年に令和元年度日本理化学協会賞を受賞した。その後、研究をさらに進め、3Dプリンター製のケースなどを用いた新しいタイプのダニエル型電池を開発した。その特長は、セパレーターに9mm厚の硫酸ナトリウム寒天ゲルを用い、硫酸銅(II)などの活物質が少量でも高出力が得られることである。この電池は、生徒実験授業でのファラデー一定数の測定はもとより、タブレット端末を充電するUSB電源にも利用できた。2022年3月には、その功績が認められ、第53回東レ理科教育賞文部科学大臣賞を受賞した。

また、2000年に、指定された酸や塩基の種類と濃度から滴定曲線を作成するプログラムを作成した。それは「中和滴定、pH曲線作成プログラム」としてソフトウェアライブラリサイトで公開されており、現在も利用可能である。開発には電離平衡の

方程式をもとに、水溶液中の水素イオン濃度を求め、グラフ化するという方式がとられている。滴定曲線を作成できるだけでなく、その上に指示薬の変色域や色の変化がカラーで表現されるものである。

2. 化学教育における ICT の活用と安全な実験方法の考案

実験動画を作成・編集して動画投稿サイトにアップロードし、その URL の QR コードを手作り教材プリントに掲載するという手法を開発し、授業において実践した。その開発により、場所や時間の都合で実施がためられる演示実験を計画的に授業に取り入れることができるようになった。現在長野県内の複数の高校の授業で活用されている。

また、現在高校の生徒実験授業で行われる機会が減少した有機合成実験を、教科書に掲載されている試薬で安全かつ確実にを行う方法を開発した。従来の実験では、反応容器に主に試験管が用いられていたために、突沸事故や攪拌の難しさなどがあり、近年ではマイクロスケール実験や教科書と異なる試薬を用いる方法に移行する流れがあった。そのような状況の中で、50 mL 平底フラスコを反応容器とすることで、攪拌が容易に行え、教科書に記載された試薬で安全に有機合成ができる方法を開発した。それらの成果は、2020 年の全国理科教育大会（誌上研究発表大会）にて発表された。

3. 長野県内の理科教員団体における実践と貢献

2014～2015 年度の 2 年間、長野県理化学会の事務局長を務め、長野県の理科教員をまとめてきた。2016 年度には、それまで別組織だった長野県理化学会と信濃生物会の統合が実現し、新しく長野県高等学校科学協会が発足した。筆者は、同協会の初代事務局長として新しい組織作りに尽力した。その主たる行事である長野県理科教育研究大会においては、研究だけでなく、若手教員の手本となる実践例を多数発表している。中でも、事務局長として大会を企画運営した 2016 年には、Google フォームを利用した授業の実践を他に先駆けて紹介した。翌 2017 年には、演示実験講習の講師を務め、若手の化学教員に実験のノウハウを伝えるなど、化学教育の持続的な発展に貢献している。

4. 化学部における指導

20 年以上にわたり、高校の化学部を指導し、生徒の探究活動を陰ながら支えてきた。中でも、長野県松本深志高等学校化学会（化学部）は 2020 年度に長野県学校科学教育奨励金の交付を受け、「ダニエル電池の二次電池化」の研究で第 19 回 SBC 学校科学大賞優秀賞を受賞した。これは、セパレーターに陰イオン交換膜を用いて銅(II)イオンの負極側への混入を防ぎ、電解液を寒天ゲルに浸み込ませて用いる目新しい手法であった。この研究成果は地方テレビ局の番組で放映された。