

太陽炉を用いた教材開発と実践および地域の化学教育活動

(広島市立基町高等学校) ○植田 和利

Development and Practice of Teaching Materials Using a Solar Furnace and Regional Chemistry Education (*Hiroshima Municipal Motomachi Senior High School*) ○Kazutoshi Ueda

The solar furnace, which produces clean ultra-high temperatures, makes it possible to easily perform experiments that used to be difficult to carry out at school. I have developed experimental materials using a solar furnace for high school chemistry classes and have been practicing them in the classroom. I have also been involved in research and educational activities for chemical education through local research groups in Hiroshima for many years. My talk will give an overview of the teaching materials using a solar furnace and some examples of the activities in regional chemistry education.

Keywords : Solar Furnace, Teaching Material, Chemical Education

クリーンな超高温が得られる太陽炉を用いると、従来学校現場で実施が難しかった実験が容易にできるようになる。演者は、太陽炉を利用した高等学校化学で扱える内容の実験教材を開発し、授業実践を行ってきた。また、長年にわたり地域の研究会活動を通じて、化学教育の研究・教育普及活動に携わってきた。講演では、太陽炉を利用した教材の概要と地域の化学教育活動の一例を紹介する。

1. 太陽炉を用いた実験教材の開発と授業実践

(1) 小型太陽炉を利用した実験教材の開発

大きさ 1.4×1 m, 焦点距離 1 m のフレネルレンズを用いた透過集光型太陽炉(以下、小型太陽炉)は 2000°C もの超高温を発生させる。この超高温を利用して、これまでに以下のような実験教材を開発した。

① ルビーの合成

酸化アルミニウムと微量の酸化クロム(III)の混合物を小型太陽炉で加熱することで、フラックスを用いることなくルビーを短時間で合成できることを見いだし¹⁾、授業で実施できる実験教材とした。

② 二酸化ケイ素 SiO_2 の還元

SiO_2 とマグネシウムの粉末との混合物を小型太陽炉で 2 分程度加熱すると、大きさ $2 \sim 3$ mm の塊状 Si がフォルステライトの中に生成することを見いだした。Si の生成を高等学校化学の知識・理解をもとに確認させる実験として、浮遊法による密度測定と AM ラジオの検波ダイオードとしての性質を調べることを取り入れた実験教材を構成した²⁾。

③ カーバイド CaC_2 の合成

生石灰 CaO と炭素材としての備長炭を混合して小型太陽炉で加熱すると、 CaC_2 が得られることを見出した。 CaC_2 の生成は水和反応によるアセチレン C_2H_2 の発生とその定性実験で確認し、さらに C_2H_2 の発生量から生成物中に含まれる CaC_2 の含有率の決定までを取り入れた実験教材を構成した(図 1)³⁾。



図 1 カーバイドの合成

(2) 卓上型太陽炉を利用した実験教材の開発

① 卓上型太陽炉の製作と鉄の製錬

市販材料を用いて、機動性に優れた卓上型太陽炉（以下、ミニ太陽炉）を製作した。光学系に大きさ 29.5×36 cm、焦点距離 55 cm のアクリル製フレネルレンズを 2 枚重ねて作製したミニ太陽炉では約 1300°C の高温が得られる。ミニ太陽炉を種々の金属化合物の還元実験に適用したところ、金属化合物の還元に必要な性能を有することが確認できた。その能力が特に発揮される実験として、ガスバーナーでは実施が困難な鉄の製錬を取り上げ、授業実践を行った⁴⁾。

② 炭素熱還元による銅合金の作製

ミニ太陽炉を用いて、孔雀石とスズ石、および酸化銅(II)と酸化ニッケル(II)、それぞれの混合物を備長炭で還元すると、青銅および白銅が容易に得られた。これらの合金の定性分析を取り入れた実験教材を構成し、授業実践を行った(図2)⁵⁾。



図2 青銅の作製

③ 太陽エネルギーによる化学蓄熱の実験教材

消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の脱水および生石灰 CaO の水和を利用した太陽エネルギーによる化学蓄熱の実験を考案した。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ をミニ太陽炉で加熱して CaO を生成させ、得られた CaO に水を加えたときの発熱量が CaO に蓄えられた蓄熱量とする。さらに、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の加熱時の日射量とミニ太陽炉のレンズ面積から加熱に使われた太陽エネルギーを見積り、これと蓄熱量を比較することで蓄熱率を計算するという、エネルギー変換効率の学習までを含めた実験教材を確立した⁶⁾。

2. 地域の化学教育活動

広島市立高等学校教諭として勤務すると同時に広島地区化学研究推進委員となり、定年まで務めた。その間、広島地区の研究会活動を通じて、地域の化学教育の研究・教育普及活動を行った。中でも、1988年の広島県版化学実験書（第一学習社）の大改訂の編集に関わるとともに、以降の改訂作業にも参画し、広島県における高等学校化学の実験活動の標準化に努めた。そして、同実験書の紹介と理科教員の研鑽を目的として実施される実験講習会では、講師を4回務めるなど中心メンバーとして活動した。講習会では、実験書で扱われている実験のノウハウだけでなく、発展的・探究的な内容の実験の指導も行った。そのうち、2019年に紹介した密度測定によるプラスチックの同定実験⁷⁾は、化学と教育誌に掲載されるとともに、広島地区の他校での探究活動に取り入れられた。

参考文献

- 1) 植田和利, 伊東和彦, 上原誠一郎, 宮崎一博, 佐藤博樹, 化学と教育 **2013**, *61*, 610.
- 2) 植田和利, 伊東和彦, 上原誠一郎, 科学教育研究 **2019**, *43*, 146.
- 3) 植田和利, 伊東和彦, 上原誠一郎, 網本貴一, 科学教育研究 **2022**, *46*, 59.
- 4) 植田和利, 伊東和彦, 上原誠一郎, 佐藤博樹, 科学教育研究 **2016**, *40*, 334.
- 5) 植田和利, 伊東和彦, 上原誠一郎, 化学と教育 **2021**, *69*, 536.
- 6) 植田和利, 令和元年度東レ理科教育賞受賞作品集 (第51回) **2020**, 15.
- 7) 植田和利, 化学と教育 **2019**, *67*, 49.