

中学・高校への化学実験出張講義における ティーチングアシスタントの役割と継続的改善

南川慶二・安澤幹人・荒川幸弘・今田泰嗣・藤田眞吾*

(徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部, *徳島科学技術高校)

1. 背景および目的

発表者らは工学部の学部生・院生への創造教育と高大連携を同時に実現することを目的とした高大院連携出張講義を実施している^{1)~6)}。これまでの実践で、院生と学部生による TA グループが主体的に高校生を指導する方法をとり、教えることによる学びを活用した効果的な教育法を検討してきた。ここでは、中学校への化学実験出張講義の実践における実験内容や実施方法の変更とその結果を高校での実践に反映させて継続的改善を試みたことについて、TA の役割を中心に報告する。

2. 出張講義の実施

過去 6 年間の連携実績を持つ徳島県立徳島科学技術高校との打ち合わせで、本年度も 9 月に実施する計画を立てていたところに、石井町立高浦中学校から科学実験の体験学習を夏休みに実施したいとの依頼を受けた。対象学年と実験内容を調整した結果、3 年生のみを対象として、科学技術高校での実験内容を一部変更して計画した。改訂した実験を高浦中学校で行い、その結果を元に科学技術高校での実施内容や方法の見直しを行うことにした。

高浦中学校では 8 月 21 日の登校日に 3 年生 2 クラス 65 名を対象に実施した。一方のクラスは教室、もう一方は理科室で 45 分間の実験を体験し、2 コマ目に交代することで同じ内容を体験できるように計画した。普通教室では火気や薬品類の使用を極力控えるとともに、水を多量に使う実験も避けた。科学技術高校で実施してきたテーマのうち、ナイロンの合成とプラスチック判別の代わりに、野菜に含まれる酵素の触媒作用を調べる実験を新たに取り入れた。すりおろしたニンジンに低濃度の過酸化水素水を添加すると、ニンジン

に含まれる酵素の作用で過酸化水素が分解され、酸素が気体として発生するものである。中学校では二酸化マンガンを触媒として同じ化学反応を学習しているが、化学式は使わず、触媒という言葉や概念も詳しく学習する機会がない。この実験は化学反応の原理を理解させるために有効であると予想した。TA を務めた大学院生の研究テーマのうち、酵素反応を基礎とする合成化学分野の学生がいることから、酵素に関する説明を TA 自身が工夫して行うことにした。これまでの実践において、TA として高校生を指導することが自身の能力向上に役立ったと考える学生が多くみられたことから、TA に対する教育効果が得られると期待した。

酵素反応の特徴として、温度や pH への依存性がある。これを理解させるために、生のニンジンを使う試料とは別の試験管に、加熱したものとレモン汁を入れたものを用意した。加熱や酸の添加により酵素の活性が失われるため、これらの試験管に過酸化水素水を入れても酸素は発生しない。操作の手順として、3 つの試料に A, B, C というラベルをつけて、それぞれを試験管に入れた後で過酸化水素水を加えた。1 本だけは気体が発生し、火をつけた線香を入れると激しく燃える様子が観察できる。ほかの 2 本では気体が発生しないことから、外見は同じニンジンにどのような操作を加えたかを考えさせた。さまざまな意見が出された後、TA が酵素の特徴を詳しく説明したことで、興味を持たせて理解を促進することができた。また、実験の後に TA が研究室で行っている酵素機能を模した化合物を合成する研究テーマを簡単に紹介し、その化合物の特徴である蛍光の発光現象を実物を使って観察した。

その他の実験テーマは、過去に科学技術高校で

実施したものを選び、事前に指導経験を持つ院生が学部生に実験テーマの説明や操作の指導方法を助言して準備した。教員は院生・学部生 TA に助言を与えつつ、効果的な説明・指導方法を TA 自身が考えるように指導した。

中学校での実施に基づいて科学技術高校での実施方法を多少変更した。従来と同様に1年生3班編制でローテーションにより行った。3つの実験室に分かれて40分間で実験を体験させ、学部生および院生のTAが指導した。実験内容は既報³⁾のテーマを元に組み合わせを変更した。(1)水質浄化、超親水性・撥水性表面、(2)BR反応、(3)酵素の触媒作用とした。新しい実験(3)の他に、BR反応(2)も実施方法を一部見直した。これまではTAがあらかじめ試料溶液を調製することで効率的に実験を進めていたが、高校生にとっては薬品を秤量して溶液にすることも興味の対象であることから、なるべく高校生自身が最初の過程から体験できるように変更した。TAは事前に手順を決めて実験に臨んだが、当日は時間が足りなくなり、振動反応が観測できたのは終了直前の5分間ほどになったグループもあった。また、教室移動の時間が遅れて進行に多少影響した。このため、アンケートでは時間配分について不満足であったという回答が目立ち、実験テーマの評価も比較的低調であった。このテーマは、何も手を加えないのに溶液の色が周期的に変化するという予想外の挙動が興味をひくと期待され、実際に過去の実施でも高い評価が得られていた。時間配分が実験内容と同等以上に重要であることを示している。

3. 結果と考察

過去の出張講義終におけるTAへのアンケート回答の中に、プラスチック判別は物理的な内容に偏っているため化学的な実験のほうが良いという意見があったことを参考に、酵素による化学反応を取り入れたことは、化学実験の体験という目的にかなっていると同時に、指導する院生の研究テーマに近いことで、説明を工夫しようとする意欲が向上した。中学生のアンケートでは、高校生

と比べると内容を深く理解した様子はそれほど見られなかったが、3本の試験管で同じように操作して異なる反応が見られたことや、蛍光に興味を示した生徒が多く、TAの説明が面白かったと回答した生徒も多数見られた。化学反応などについての予備知識は中学3年生も高校1年生も大差ないと予想したが、高校生は理系進学を想定したコースであり、実験中の態度や理解度は中学3年生よりも全体的に良好であることがわかった。

以上の実施結果から、中学生対象では説明内容をさらに工夫することと、全体的に実験操作にかかる時間をあらかじめ十分に検討しておくことが今後の改善につながると考えられる。

【謝辞】本研究はJSPS科研費24501103の助成を受けて行った。

1. S. Kamitani et al., A Senior High School Chemistry Laboratory Class Observed by University Students, *J. Eng. Edu. Res.*, **13**(5), 15-19, 2010.
2. M. Yasuzawa et al., Production of Chemistry Laboratory Class for Senior High School Freshmen, *J. Eng. Edu. Res.*, **13**(5), 55-60, 2010.
3. 南川慶二他, 化学実験出張講義を通じた高大院連携教育の試み, 大学教育研究ジャーナル, **10**, 89-94, 2013.
4. 南川慶二他, 高大院連携化学実験の継続実施による改善と体験イベントへの活用, 大学教育研究ジャーナル, **11**, 151-155, 2014.
5. K. Minagawa et al., Attractive Materials for Engineering Chemistry Education Performed under High School / University / Graduate School Partnership, 4th Asian Conference on Engineering Education, Kumamoto, 2014.
6. K. Minagawa et al., Design of Effective Chemistry Laboratory Class Based on Partnership among High School, University and Graduate School, *Int. J. Res. Appl. Nat. Soc. Sci.*, **3**(10), 2015.