

報告

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

南川慶二¹⁾ 安澤幹人¹⁾ 今田泰嗣¹⁾ 藤田眞吾²⁾
¹⁾徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 ²⁾徳島科学技術高校

要約：工学部の学部生・院生への創造教育と高大連携の同時実現を目的として高大院連携出張講義を実施し、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た。継続的に実施してきた高校への化学実験出張講義を学部生・院生のティーチングアシスタントが主体となって実践した。学生同士の知識や技術の伝達により、高大院連携化学実験の実施方法の改善が認められ、今後の課題も明らかとなった。また、この出張講義で指導した学生と受講した高校生の一部が小中学生や一般対象の化学展にブースを出展し、成果の活用を試みた。イベント出展の実践により、高大院連携が初等教育や科学リテラシーなどの地域貢献としても有用であることが示された。

(キーワード：高大連携, 出張講義, 大学院教育, 化学実験, ティーチングアシスタント)

Improvement of chemistry laboratory class at senior high school based on continuous cooperation among high school, university and graduate school, and its application to a chemistry event for children

Keiji MINAGAWA¹⁾ Mikito YASUZAWA¹⁾ Yasushi IMADA¹⁾ Shingo FUJITA²⁾

¹⁾ Institute of Technology and Science, The University of Tokushima

²⁾ Tokushima Prefectural Senior High School of Science and Technology

(Key words: high school-university cooperation, visiting lecture, graduate school education, chemistry laboratory class, teaching assistant)

1. 背景および目的

工学部の教育では専門的知識とともに、創造性を養うことが重視される。多数の学生が進学する大学院においても、専門的研究に加え、学生自身が積極的に創造的能力を発揮する機会を設けることが必要である。卒業論文および修士論文のための研究は、結果がわからない課題を解決する方法を学生自身が考えることで創造的能力を発揮する機会として有効であるが、論文作成を最終目標とする研究課題にはさまざまな制約もあるため、これらの研究とは別に自由な発想を活用できる機会を設けることは、多面的な問題解決能力を養う上で有用であると考えられる。また、創造的活動を遂行するためのスキルとしてコミュニケーションおよびプレゼンテーション能力を高めることも重要である。

一方、化学系の学部教育における学生実験では、多数の初心者が実験を安全に行うため、きめ細かい指導が必要とされることから、大学院生のティーチングアシスタント(TA)が指導に参加することが一般的である。大学院生に対する効果的な教育方法を開発することは、本人の将来の研究者・技術者とし

ての能力を高めることに加え、学部教育の充実にも貢献できる。さらに、初等中等教育におけるキャリア教育の導入にも関連して、高校等と大学との連携についての社会的要請も高まっている。工学部では専門分野に直接関係する専門高校と連携して教育を行うことで、双方に様々な効果をもたらすことが期待される。高校で実施困難な化学実験を大学の出張講義として指導することがその一例である。

これらの背景から、著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継続的に実施している¹⁾⁻³⁾。これまでの実践では、大学院生と学部生でTAのグループを構成して高校生を指導することで、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。前報³⁾では、化学に関する基礎知識の乏しい高校1年生を対象に工学部の学部生TAが教員および大学院生と協力して化学実験を指導する過程での学習効果および高大院連携化学実験の実施内容や方法を、TAの関わり方に着目して考察した。本報告では、継続的实施による運用方法の改善と、その成果を小中学生対象の化学実験

体験イベントに活用した試みを報告する。

2. 出張講義の実施

出張講義は過去 4 年間の連携実績を持つ徳島県立徳島科学技術高校で行った¹⁾⁻³⁾。これまでの実施において、同高校の総合科学類の環境系と情報系のコース選択のアンバランスを改善する効果があることなど、一定の成果を得ている。今回も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。

実験は 1 年生 4 班編制でローテーションにより行った。4 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。実験内容は前報³⁾で詳述したので略記する。

- (1) 高分子凝集剤を利用した水質浄化：水の濁りを凝集させて磁石で回収することで浄化した。
- (2) BR 反応：色が周期的に変わる振動反応を観察した。反応条件を変えて周期を計時記録した。
- (3) 超親水性・撥水性表面：超親水性および超撥水性に加工した基板表面を接触角計で測定した。
- (4) ナイロンの合成：油水界面で起こる重縮合反応で身近な繊維材料であるナイロンを合成した。
- (5) プラスチック判別：各種プラスチック片を固さや比重、燃え方、炎色反応などで判別した。

TA が主体的に説明・指導を行い、大学教員は補助的役割を担当した。これらの実験は過去の出張講義で実績があり、TA の数名は高校生を対象とした実験指導を経験している。必要に応じて教員も指導に参加したが、できる限り TA による説明・指導を優先させた。高校教員は、各実験室を巡回して実験を見学し、実施内容を確認するとともに、TA の指導についての評価を行った。図 1 では院生の TA が説明し、学部生 TA が補助をしている様子を示す。高校生グループのローテーションのため、同じ説明を異なるグループに計 4 回行った。最初と 2 回目を院生が説目し、3 回目からは学部生に交代するなどの方法で、経験豊富な院生の説明内容やプレゼンテーション技術を学部生が受け継ぎながら工夫をすることができた。



図 1 TA による超親水性・撥水性の説明

3. 前年度との比較

出張講義を受けた感想を生徒へのアンケートによって調査した。まず、個々の実験の具体的な内容と生徒からの評価の傾向について述べる。生徒の感想を 4 段階で評価した結果を 2012 年度と比較して以下に示す。2012 年の回答総数は 47 名、2013 年は 52 名であり、各項目の数字はそれぞれの回答数である。

表 1 実験(1)の評価

実験(1) 高分子凝集剤	2012	2013
1. とてもおもしろかった	29	34
2. おもしろかった	17	17
3. あまりおもしろくなかった	1	1
4. まったくおもしろくなかった	0	0

表 2 実験(2)の評価

実験(2) BR 反応	2012	2013
1. とてもおもしろかった	25	26
2. おもしろかった	21	24
3. あまりおもしろくなかった	1	2
4. まったくおもしろくなかった	0	0

表 3 実験(3)の評価

実験(3) 超親水性・撥水性	2012	2013
1. とてもおもしろかった	23	36
2. おもしろかった	22	15
3. あまりおもしろくなかった	2	1
4. まったくおもしろくなかった	0	0

表 4 実験(4)の評価

実験(4) ナイロンの合成	2012	2013
1. とてもおもしろかった	26	31
2. おもしろかった	19	20
3. あまりおもしろくなかった	2	1
4. まったくおもしろくなかった	0	0

表 5 実験(5)の評価

実験(5) プラスチック判別	2012	2013
1. とてもおもしろかった	31	34
2. おもしろかった	16	17
3. あまりおもしろくなかった	0	1
4. まったくおもしろくなかった	0	0

今回の TA は昨年度に続いて参加した院生が多く、経験者の院生が学部生を指導しながら自らも指導にあたったため、昨年の反省を元に十分な準備をして説明を工夫したことから、どのテーマも評価が上昇した。特に顕著な評価の上昇がみられたのは、実験 3(超親水性・撥水性)である。このテーマでは、まず最初に TA がホワイトボードに貼付けたポスター形式の資料を示しながら実験内容と方法を説明し、続いて実習に移る方法をとっている。昨年度の実施において、説明が聞き取りにくいというコメントが多かったことをふまえて説明方法を TA 自身が考え、また TA 同士で事前に打合せを十分に行うことなどで改善したことが、今回の評価上昇につながったと考えられる。

その他の実験については、ほぼ前回と同様の評価であった。ナイロンの合成とプラスチック判別について自由記述欄の感想を例示する。

「服などに使われているナイロンが薬品から作られることに驚いた。」

「炎色反応は化学の教科書で見たことはあったが、実物を見るのは初めてだった。」

身近な材料である高分子の合成や物性を、形態や色の変化によって直感的に理解できることが強い印象を与えたと考えられる。また、以下のコメントは、先入観にとらわれず自分で体験することが重要であるという開講前の説明を素直に実感した感想であり、今回の出張講義の成果の一つと考えられる。

「ポリエチレンテレフタレートやポリエチレンなどの物質は名前も知っていて身近にあるので調べることなんて無いだろうと思っていた。しかし、実験で性質を調べてみると知らないこともたくさんあったので、知っていると思っていることでもしっかり調べていきたい。」

出張講義全体についての感想を 4 段階で評価した結果を表 6 に示す。前年度とほぼ同様の結果が得られ、全体には好評であった。また、この出張講義によって科学(化学)に興味を持てたかを調査したところ、表 7 に示すように、2012 年と比べてわずかに評価が低下しているものの、「とても興味をもてた」と「興味をもてた」が大半を占める傾向は変わっていないことがわかった。

表 6 全体的な感想の評価

出張講義を受けた感想	2012	2013
1. とてもおもしろかった	28	29
2. おもしろかった	19	22
3. あまりおもしろくなかった	0	1
4. まったくおもしろくなかった	0	0

表 7 興味についての調査結果

科学(化学)に興味をもてたか	2012	2013
1. とても興味をもてた	23	18
2. 興味をもてた	22	31
3. あまり興味をもてなかった	1	3
4. まったく興味をもてなかった	0	0

今回の出張講義の良い点、悪い点について自由記述による回答のうち、TA に関係する意見・感想の例を下記に示す。

「自分の知らないことを大学生に教えてもらい、とても勉強になりました。大学生になると、あんな風な講義をするんだなあと思いました。」

大学生が教員の助けを借りずに自分の言葉で説明することが高校生に良い効果をもたらすと考えられる。一方、改善すべき点の指摘もあった。

「時間を長く」「時間配分が悪い」「スムーズに進行して」など、時間配分に関する意見(12名)

「難しい」「わかりにくい」「話が長い」など、説

明の内容に関する意見 (9 名)

「声が小さい」など技術的問題点の指摘 (5 名)
 技術的問題点の指摘が前回の 14 名から 5 名へと大幅に減少していることから改善が示唆されるが、時間配分や内容については前回と同様に多くの指摘がなされており、高校生の理解度を向上させるための工夫が必要であることがわかる。これらの意見をフィードバックすることで、指導法をさらに改善できることが期待される。

4. イベントへの出展

徳島科学技術高校への出張講義は毎年実施しながら改善してきた。その成果を活用する試みの一つとして、小中学生対象のイベントである日本化学会中国四国支部主催「おもしろワクワク化学の世界'13 徳島化学展」にブースを出展した。同化学展は 1993 年に広島で第 1 回が開催されて以来、中国四国地方の各県を巡回し、21 回目の今年は 9 月 21 日 (土)、22 日 (日)、23 日 (月・祝) の 3 日間にわたって徳島市で開催された。総計 2,300 名の来場者があり、うち 65% が小中学生であった。出展ブース数は、企業 4、大学・高専 16、高校 2 であった。図 2 に会場の様子を示す。



図 2 体験イベント「おもしろワクワク化学の世界'13 徳島化学展」の実施風景 (徳島市・あわぎんホール 3 階大展示室)

徳島大学のブースの一つで、出張講義で実験 1 として実施した高分子凝集剤による水質浄化実験を出展したほか、出張講義を受講した徳島科学技術高

校の生徒が所属する同校の総合科学同好会も、受講テーマとは異なるが、液体の色が変わる実験のブースを出展した。パンフレットに記載した実験内容の説明文を以下に示す。

[ブース番号 4] 汚れた水をきれいにする
 徳島大学工学部化学応用工学科 (図 3)

納豆のネバネバ成分であるポリグルタミン酸を原料とした凝集剤を用いて、濁った水を透明にする水質浄化実験を行います。また、磁性を持った凝集剤を用いて、磁石で回収する実験も行います。



図 3 出張講義を経験した徳島大学工学部学生の「汚れた水をきれいにする」のブース

[ブース番号 14] 液体信号インジゴカルミン
 徳島県立徳島科学技術高校総合科学同好会 (図 4)

2 つの液体を混ぜれば、色が変わることがありますが、ふつうは一度色が変われば、それきりです。振ることによって色がどんどん変化していく、そんな、楽しい化学の世界を体験してみてください。



図 4 科学技術高校による「液体信号」のブース

来場者アンケートは 40% 強の回収率であったが、自由記述欄への記載から反響の大きさが読み取れた。学生 TA に関連する意見をいくつか例示する。

「学生には難しいかもしれないが、子供たちがスムーズに実験できるような、ブースの運営を先生方が指導すべき。(教員)」

「実験に使っているものや液体はなんなのか、なぜ

それを使うのか、実験の過程に関する説明をもっとしてほしかったです。(会社員)」

「科学とは違った視点で、子供も興味を持って取り組んでいました。液体信号のような目に見えて変化する化学の世界がおもしろいと思います。(主婦)」

高校生がブースを出展することについてのコメントはそれほど多くはなかったが、たとえば下記のような感想が寄せられている。

「親切にわかりやすく対応して頂いて、大変良かったです。ありがとうございました。高校から、一般まで、一緒に開催していて、それも良かったと思いました。(主婦)」

「高校生の彼らは子供たちに説明する語りかける練習もしたのですね。科技高の彼らの優しい話し方と笑顔は良かったです。」

5. まとめ

過去4年間にわたって継続的に実施してきた出張講義による化学実験を、高校生および高校教員からの意見に基づいて TA 主体で実施方法を検討し、実践した。個々の TA の努力に加え、TA 同士での意見交換を通じた知識や技術の伝達により、高大院連携化学実験の実施方法の改善がある程度認められるとともに、今後の課題も明らかとなった。さらに、その成果を小中学生や一般対象のイベントに活用することで、高大院連携が初等教育や科学リテラシーなどの地域貢献としても有用であることが示された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 24501103 の助成を受けて行った。

参考文献

- 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.