

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501103

研究課題名(和文)創成型ティーチングアシスタント教育による高大院連携工学系化学教育プログラムの開発

研究課題名(英文)Development of cooperative chemistry education program among high school, university and graduate school based on creative design education for teaching assistants

研究代表者

南川 慶二 (Minagawa, Keiji)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・准教授

研究者番号：70250959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：大学生・院生の創造教育と高大連携を同時に実現するために出張講義を実施し、教えることによる学びを活用した教育法を検討した。学部生・院生のティーチングアシスタントチームで高校科学実験を指導した。学生同士の知識や技術の伝達で実施方法の改善が認められた。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、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への有用性も示された。費用やTAの労力に課題が残るが、生徒・学生への高い教育効果を実証することができた。

研究成果の概要(英文)：A chemistry laboratory class at a high school was designed on the basis of continuous cooperation of a high school and a university. The undergraduate and graduate students of the university acted as a teaching assistant (TA) at experiments performed in the high-school class. The laboratory program contained experiments aiming at effective education not only for the high-school students but also for the TAs themselves. A questionnaire survey for both the high school students and TAs was carried out after the class to evaluate the effectiveness of the class on their skills, knowledge and understanding of chemistry, and other influence. The effectiveness of the cooperation class on the education for both high school and university students has been confirmed. In addition, the method has been effectively applied to scientific events for children, indicating the usefulness for community education.

研究分野：高分子材料化学

キーワード：高大連携 化学教育 創成型教育 科学教育

### 1. 研究開始当初の背景

若い世代の理科離れ、工学離れなどが指摘され、対策として高校や小中学校等では大学教員による出張講義や実験教室などの要請が増加している。また、多くの大学では、工学系を中心に「ものづくり」教育が実践されているが、化学系の分野では実施例が少ない。これは、化学の基礎知識や技術が不足していると安全性の問題が生じるのが一因である。創造的実験のプログラムを導入できれば、教育効果が高まると期待される。

学生実験の指導には大学院生のティーチングアシスタント(TA)が大きな役割を果たしている。TAの能力を高めるプログラムを開発すれば、学生実験指導の質的向上に直結するとともに、教えることを通じて院生自身の専門知識や技術、コミュニケーションやプレゼンテーション能力の向上につながることを期待される。

以上の背景から、本研究では、院生と学部生との縦割りグループを編成し、高校生等を対象とする公開実験や出前実験などの実施を計画した。多数の学生に創造的化学実験を体験させるのは困難であるが、意欲を持つ少数の希望者を対象として試行し、効果的な実施方法を検討することにより、今後の教育体制を整備する方向性を見出すことができる。そのため、本研究では、このような教育方法の人的または設備等のコストなどの問題点と教育効果をバランスさせ、実現可能な仕組みを作ることを目標とした。

### 2. 研究の目的

院生から学部生、学部生から高校生への指導に創成教育を取り入れ、3年間で試行と実施、効果の検証を行うことを目的とした。創造性を取り入れる実験の実施には、教員による指導の労力がかかり、器具・試薬などの費用も必要となり、教育効果とそれにかかる労力や費用のバランスをとることが難しい。ここでは、TA参加型高大連携講座の効果と、そのために必要な予算や労力をそれぞれ具体的に調査し、バランスのとれた実施方法を確立するための問題点を明らかにすることを目標とした。

### 3. 研究の方法

(1) 大学院生のTAに実験テーマの提案と実施法を設計させた。テーマは高分子材料と環境問題に関連した内容を中心に設定した。高分子は身近な材料であり、特にプラスチックでは資源・エネルギー・廃棄物等、環境問題に関係することから、一般に関心の高い環境問題の一つとして興味を引くと予想した。1年目は、学部学生の基礎訓練実施後、TAとして高校での指導を体験させ、教育効果を検討した。2年目は、異なる学年の学生間で縦割りのグループを編成し、本格的に実施した。3年目は実施方法の評価と見直しを行い、効果を検証した。

(2) 出張講義を県立高校で行った。1年目はTAが主体的に説明・指導を行い、大学教員が補助した。高校教員が指導内容や技術を評価してTAにフィードバックした。2年目は前年の経験者が未経験者に指導しながらチームで実施し、3年目にはTAのみで十分な指導ができる体制になった。実験内容は、「高分子凝集剤を利用した水質浄化」「BR反応」「超親水性・撥水性表面」「ナイロンの合成」「プラスチック判別」などであった。少人数グループで各実験を順番に行うため、TAは同じ説明を異なるグループに繰返すことで、効果的な指導方法をTA同士で教え合ったり、大学教員や高校教員から助言を受けたりしながら改善することができた。2年目以降は、前年度の反省点を考慮し、実験内容や実施法を更新した。特にTAの説明には技術的な問題点も見られたことから、改善を検討した。

(3) 高校への出張実験の後、アンケートを実施し、高校側の反応や達成度を確認するとともに、院生および学部生TAが自身の学習等に役立ったかどうかを調査した。両者の結果に基づき、実施内容および方法の改良について詳細な検討を行った。

(4) 大学や学会が主催する科学実験教室に出席し、成果を地域に還元することを試みた。高校出張講義の経験をふまえ、改良しながら実施した。また、学会主催のイベントでは、出張講義を受講した高校生もブースを出席した。

### 4. 研究成果

(1) 出張講義を受けた感想を生徒および教員へのアンケートによって調査した。今回の実験は生徒にはすべて好評であり、どの実験も4段階評価の最高点を選んだ生徒が多数を占めた。その中でも、高分子凝集剤による水の浄化とプラスチック判別実験が高得点であった。前者では濁った水が瞬時に透明になるというわかりやすさと、大学で研究開発された新材料を使ったという説明が興味をひいたこと、後者では身近な材料が示す意外な性質と、それをわかりやすく伝える指導法が高評価の主な原因と考察した。これらの実験テーマは、過去にも同様の出張講義を行い、アンケート結果を比較することができた(文献1, 2)。過去に低評価であったテーマが高評価に変わったテーマが一部に見られ、実験内容そのものの魅力のほかに、指導体制や技術の重要性が改めて示唆される結果となった。

(2) 高校教員による評価は、指導の内容については全般的に好評であったが、若干難しい部分があったようで、よりわかりやすい表現や図解などが必要であることがわかった。また、複数の教員から「説明時の声が小さい」というコメントが寄せられたことから、プレゼンテーション能力を改善する必要性が明

らかとなった。この結果を TA にフィードバックすることで翌年には概ね、最終年度にはほぼすべて改善された。

(3) TA の視点から見た実施内容や指導方法についての考察を行っており、その結果を改善につなげるフィードバックも試みた。出張講義終了後に、実施内容や方法について意見を求めた。内容については、合成化学を研究テーマとする学生から、より化学的な内容にした方がよいとの提案があったほかには、内容的には肯定的な意見が多かった。一方、「指導していて困ったこと・気づいたこと」として、時間が不足して説明が不十分になったことや、ローテーション後半に生徒に疲れが見られ集中力が低下することなど、改善の参考になる意見があった。また、実験終了後にグループに分かれて高校生と TA との懇談を実施したところ、時間内に説明できなかった部分の補足を熱心に自分の言葉で伝えようと TA が努力している様子が見られた。

TA を対象に、教えることで自分自身の学びに役立ったかを検証するアンケートの結果からは、実験技術の向上や自身の研究に直接関わる知識の習得に関しては「少し役立った」あるいは「役立たなかった」という率直な意見が多数であった。一方、コミュニケーション能力やプレゼンテーション技術には「役立った」という意見が多く、出張講義が TA の能力改善にある程度有効であることがわかった。

(4) 上記の結果から、実験の指導については、これまでの継続的实施をふまえて十分に準備をして臨んだため、各 TA が自分の役割を認識して効率よく実施することができたと判断できる。懇談では各 TA に話題を任せため、時間を上手に活用できなかったグループもあったが、実験の説明を補足しようと努力する TA も見られ、ある程度効果があったと考えられる。高校教員によるコメントや高校生の率直な感想を元に、各 TA が能力向上に努めるとともに、各実験室でそれぞれ異なるテーマで高校生に直接接して指導を担当した TA 同士で意見を交換して改善策を提案することで、実験を通した高大連携教育をより効果的に行うことができると期待される。個々の TA の努力に加え、TA 同士での意見交換を通し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。

(5) 今回実施した高大院連携教育が高校生・学部生・院生のそれぞれに効果があることが確認でき、また短期間で問題点を改善できるとともに、大学教員や高校教員の労力も軽減

することができた。その一方で、費用の面では課題も残されている。TA は自身の学習に役立つものではあるが、実験指導の労力は大きい。学外での TA 業務に対する謝金の財源が必要である。TA 自身の研究テーマに直接つながる内容を研究の一環として実施することや、学外での実験・実習・演習等の指導を単位の一部として認定するなど、カリキュラムに取り込むことなどの方法も考えられるが、さらに検討が必要と思われる。

#### <引用文献>

M. Yasuzawa et al., Production of Chemistry Laboratory Class for Senior High School Freshmen, *Journal of Engineering Education Research*, Vol.13, No.5, pp.55-60, 2010.

S. Kamitani et al., Chemistry Laboratory Class in Senior High School by University Students, *Journal of Engineering Education Research*, Vol.13, No.5, pp.15-19, 2010.

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計3件)

Keiji Minagawa, Genki Shiizaki, Yukihiro Arakawa, Yasushi Imada and Masami Tanaka, Controlled Physical Gelation of Thermoresponsive Poly(2-propionamidoacrylic acid) Aqueous Solution, *Advanced Materials Research*, 査読有, Vol.1110, pp.96-99, 2015.  
DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.1110.96

南川 慶二、安澤 幹人、今田 泰嗣、藤田 眞吾、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*、査読無、Vol.11、151-155 頁、2014 年。

南川 慶二、安澤 幹人、今田 泰嗣、藤田 眞吾、化学実験出張講義を通した高大院連携教育の試み、*大学教育研究ジャーナル*、査読無、Vol.10、89-94 頁、2013 年。

##### [学会発表](計7件)

南川 慶二、安澤 幹人、荒川 幸弘、今田 泰嗣、藤田 眞吾、ティーチングアシスタントを主体とする高大院連携化学実験の実践と評価、*大学教育カンファレンス in 徳島*、2014 年 12 月 26 日、徳島大学(徳島県徳島市)

Keiji Minagawa, Mikito Yasuzawa,  
Yukihiro Arakawa, Yasushi Imada  
and Shingo Fujita, Attractive  
Materials for Engineering Chemistry  
Education Performed under High  
School/University/Graduate School  
Partnership, Proceedings of Asian  
Conference on Engineering Education  
2014 (ACEE2014), 10 Oct. 2014, 熊本  
大学 (熊本県熊本市)

Keiji Minagawa, Genki Shiizaki,  
Yukihiro Arakawa, Yasushi Imada  
and Masami Tanaka, Controlled  
Physical Gelation of  
Thermoresponsive  
Poly(2-propionamidoacrylic acid)  
Aqueous Solution, 7th International  
Conference on Advanced Materials  
Development and Performance,  
Busan, 19 July 2014, 韓国海洋大学校  
(韓国釜山市)

南川 慶二、安澤 幹人、今田 泰嗣、藤  
田 眞吾、化学実験出張講義および体験  
イベントにおける高大院連携の試み、大  
学教育カンファレンス in 徳島、2013  
年 12 月 26 日、徳島大学(徳島県徳島市)

南川 慶二、安澤 幹人、今田 泰嗣、藤  
田 眞吾、高大院連携化学実験講座によ  
る環境教育、日本エネルギー環境教育学  
会第 8 回全国大会論文集、126-127 頁、  
2013 年 8 月 17 日、島根大学(島根県松  
江市)

南川 慶二、安澤 幹人、今田 泰嗣、藤  
田 眞吾、化学実験出張講義における高  
大院連携教育の効果、大学教育カンファ  
レンス in 徳島、2012 年 12 月 26 日、  
徳島大学(徳島県徳島市)

佐藤 文彬、鳥羽 威人、南川 慶二、安  
澤 幹人、今田 泰嗣、藤田 眞吾、高校  
化学実験ティーチングアシスタントを  
通じた創造的学習と高大院連携教育へ  
のフィードバック、大学教育カンファレ  
ンス in 徳島、2012 年 12 月 26 日、徳  
島大学(徳島県徳島市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

南川 慶二 (MINAGAWA, Keiji)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス  
研究部・准教授

研究者番号：70250959