

小中学校教員向け理科授業リカレントセミナーの実施

三留規誉、碓賀厚、渡邊美紀、弘中真哉、三吉克己

Implementation of Recurrent Seminar of Education of Scientific Experiment for Teachers in Elementary School and Junior High School

Noriyo MITOME, Atsushi IKARIGA, Miki WATANABE, Shinya HIRONAKA, Katsumi MIYOSHI

Abstract : We held a recurrent seminar on the education of scientific experiment for teachers in elementary school and junior high school. The purpose of this seminar is to contribute to the community by producing excellent engineers through enriching science education with the implementation of experimental courses for elementary and junior high school teachers. It is important to deepen the understanding of science classes for elementary and junior high school students in order to develop engineering human resources that will support Japanese industries in the future. For this purpose, it is necessary to provide opportunities for teachers in elementary and junior high schools to encourage interest in science and engineering. In this paper, we will discuss the implementation of experimental courses for elementary and junior high school teachers.

Key words : science course, science education, education in junior high school, education in elementary school

はじめに

宇部高専では、公開講座として、資格試験取得講座や自由研究課題サポート講座、小中学生向けの実験・体験講座など地域向け実験講座を実施してきている^{1),2)}。特に小中学生の実験・体験講座は理科実験を通して、生徒に科学に関心を持ってもらう、高専を知ってもらうなどの効果がある。一方、生徒が進学先として、高専を選ぶ理由の中には、「数学や理科が好きだから、得意だから」や「学校の先生にすすめられたから」というのをきっかけとして高専に進学した学生も多くおり、小中学校の教員の指導と助言も生徒の進学先の決定に影響を与えていると考えられる。本活動の目的は、将来の日本の産業を支える工学系の人材育成にある。そのためには、小中学生の時期から工学に関わる理科授業の理解を深めることが重要と考える。これには、小中学校の生徒を教育する教員に工学への興味と関心の喚起を促す機会を設けることが必要である。本活動の特徴は、高等教育機関である高等専門学校（以下、高専）の教員の視点で小中学校の理科授業を行うことであり、活

動の展開は高専の有する知識や機材を用いることで、新たな知見を得て理科授業に活かせるセミナーにすることである。高専が、小中学校教員向けの実験講座を実施することは、理科教育の充実を通して地域貢献でき、理科教育の充実には優れた技術者を輩出するための高専の一つの役割と考えられる。

この論文では、高等専門学校の地域教育の一環として、小学校教員向け実験講座を導入の実際について論じ、今後の高専の教育に生かしていきたい。

2015年第1回小中学校教員リカレントセミナーの実施

2015年度に、宇部高専と宇部市教育委員会との共催で小中学校教員向けのリカレントセミナーを実施することになった。2015年1月に地域共同テクノセンターから各学科に実施の依頼があり、電気工学科と物質工学科が電気工学会からの助成を受けて実施することになった。

5月に募集要項を作成し、夏休み期間中の2015年8月24日に実施することになった。小学校教員と中学校教員が2つのクラスに分かれて、実施することになった。

本活動での第1回セミナーとして、電気クラスと化学クラスの二つの理科授業を実施した。それぞれのテーマと日

(2017年1月6日受理)

*宇部工業高等専門学校

程は以下のとおりである。

・授業内容：

① 電気クラス：ボルタ電池の実験（電気分解と電池について学ぶ）

講師：電気工学科・教授 碓賀 厚

② 化学クラス：水の状態変化の実験（水の三態について学ぶ）

講師：物質工学科・准教授 三留規誉

・日程：8月24日（月）

9:00～10:30 ① 電気クラス（小学校教員）

10:40～12:10 ② 化学クラス（小学校教員）

13:00～14:30 ① 電気クラス（中学校教員）

14:40～16:10 ② 化学クラス（中学校教員）

参加者は、小学校教員19名、中学校教員8名であった。小中学校が夏休みの期間で教育委員会で大きなイベントがない、上記日程での実施となった。中学校教員の参加者が少ない要因として、セミナーの開催が小中学校で同時であったことや夏休み終盤の日程、並びにテーマの選定が挙げられる。今後のセミナー開催に配慮する必要がある。しかし、セミナー参加者の評価は良好であった。

電気クラス（講師：碓賀厚 教授）では、ボルタ電池の実験をテーマに、まずLEDの電圧と電流の特性を測定し、次にボルタ電池を作り、LEDを接続して電圧と電流の変化を測定する実験を行った。

化学クラス（講師：三留規誉 准教授）では、水の状態変化の実験をテーマとし、水を加熱したり、冷却したりした時の変化を観察し、水の性質について、理解する実験を計画した。

化学クラスの内容について、詳述する。

水の性質について、温度の変化と水の温まり方や体積の変化とを関係付け、水の性質についての見方や考え方を身に着ける実験を計画した^{3),4),5),6)}。

ここでは、水を温めると体積は膨張し、冷やすと収縮するといった、温度変化と体積変化との関係をとらえる。

さらに、水は温度の変化によって、液体、気体、または固体に状態が変化するというところを、水が氷になると、体積が増えることを学べる実験とする。

具体的には、3つの実験を行った。

実験1：500 ml ビーカー（大ビーカー）に300 mlの水と沸騰石を入れ、50 ml ビーカー（小ビーカー）を大ビーカーの中に空気が入らないようにして逆さまにして沈める（Fig. 1）。アルミ箔で蓋をして、真ん中に穴をあけ、スタンドで固定した温度計をビーカーに入れ、水を熱した。一分ごとの温度をはかり、温度と水の中の様子を記録した⁵⁾。

結果

しばらくすると小ビーカーの中で気泡が発生し、ビーカー表面に泡が付着する。大ビーカーの表面は、曇る。加熱を続けると小ビーカーの中の気泡が上部にたまる。小ビーカーの水の量が減っていき、90度付近で浮き始める。その後、浮き沈みを繰り返し、気泡の量が多くなると浮き、最後はバランスを崩しひっくり返る。水の温度は100度近くまで上がり、湯気が盛んに出る。

考察

まず、加熱により水中の空気が気泡となる。加熱により時間の経過とともに小ビーカーの中では、液体の自ら気体の水蒸気に代わっていき、その量は増加していく。その結果、小ビーカー内は、まわりの水よりも密度が小さくなり、浮いた。小ビーカーが浮いて空気に触れた時、中の水蒸気が冷やされて、水に変わったため、再び沈んだ。加熱により再び水は水蒸気に変化し、その量の増加で浮く。これにより浮き沈みした。



Fig.1 ビーカーを温めた時の小さなビーカーの様子を調べる実験

実験2：沸騰した蒸気を集める実験

漏斗にチューブを付け、その先に袋を付け泡を集める装置を組み立てた。ビーカーに水と漏斗を入れ、水中から出てくる泡を袋に集め、その様子と袋に入っているものを観察した⁴⁾。

結果・考察

泡を集めて冷やすと水になるという結果から、この泡は空気ではなく水が変化したもの、すなわち、水蒸気であると確認ができる。

実験3：水が氷になる体積変化を調べる。

ボウルに水と氷と食塩を混ぜ寒剤とする。アルミ箔を巻いた試験管に水を入れ、片方には水面に印をつけ、もう一方には温度計を入れ寒剤の中に入れて冷やし温度の変化と中の水が氷になった時の水面の変化を観察した⁵⁾。

結果

温度が 0 度より下がると水が氷になり、水面は印より上がる。

考察

水が凍り始めて、全ての水が氷になるまで温度は変わらず、完全に氷になると温度は下がっていく。

実験 1~3 により、「水は温度によって、液体、気体、固体に状態変化する。」ことを理解することができる。

実験では、ガスバーナーによる加熱があるため、やけど、引火に気を付ける必要がある。

受講者から「子供に考えさせる実験内容で参考になった。」「教科書に載っていない実験のコツが分かって良かった。」「新しい実験器具に触れることができ、教材研究になった。」「明日からの授業に役立てたい。」などの好評をいただいた。

時間がかかる複数の実験を盛り込んだため、時間的に余裕がなかった。次回の講座では、新しいテーマの実験を実施するとともに、時間の配分を考慮したい。また、高専をよりよく知ってもらうために、研究室見学を取り入れたい。

2016 年第 2 回リカレントセミナーの実施

2016 年 8 月 23 日 (火)、宇部高専微生物工学実験室において、宇部市の小・中学校の理科担当教員を対象にした「理科授業リカレントセミナー」(宇部高専主催、宇部市教育委員会後援、日本農芸化学会助成)を開催した。当日は、宇部市教育委員会と宇部市内の中学校から 6 名の参加があった。内容は以下の通りである。

日時：平成 28 年 8 月 23 日 (火) 9:30~11:30

会場：宇部工業高等専門学校 物質棟 3F 微生物工学実験室

対象：宇部市内公立小中学校理科担当教員 (希望者)

受講料：無料

内容：

① 化学の実験講座

講師：物質工学科・准教授 三留規誉

1. 水溶液の性質の実験
2. DNA 抽出実験

② 学内・研究室見学

①. 化学実験講座 (講師：三留規誉准教授、技術室職員 3 名)

1. 水溶液の性質に関する実験⁷⁾

実験 1: 炭酸水に溶けているものを調べるために、炭酸水から二酸化炭素を水上置換法で収集し、得られた気体の性質の確認、石灰水を用いて二酸化炭素であることの確認

をした。

実験 2: 酸性、中性、アルカリ性の水溶液をいくつか用意して、リトマス紙、BTB 溶液で水溶液の性質を確認した。

水溶液として、化粧水、炭酸水、塩酸、酢酸、お茶、食塩水、アンモニア水、漂白剤を用意し、それぞれの pH をリトマス試験紙、BTB 溶液で調べる。化粧水、炭酸水、塩酸、酢酸が酸性、お茶、食塩水が中性、アンモニア水、漂白剤がアルカリ性であることが分かる (Fig. 2)。

実験 3: 塩酸に鉄、アルミニウムを添加して変化を見る。



Fig.2 BTB 溶液による各種溶液の性質の確認

塩酸にこれらの金属を添加すると、水素が激しく発生して溶けるのが観察される。この水溶液を集め蒸発皿を用いて蒸発させ、得られる固体を観察した。また、得られた固体を再び塩酸に溶かす。

2. DNA 抽出実験⁸⁾

DNA の抽出実験では、ブロッコリーからアルカリ法を用いて DNA の抽出を行った。

水溶液 ブロッコリーを乳鉢に入れ、2.5%食塩、1.5%中性洗剤を加え、すりこぎですりつぶした。この懸濁液を茶こしでこしたろ液に等量の冷やしたエタノールを添加すると、ろ液とエタノールの境界面付近に綿状の DNA が析出する (エタノール沈殿) (Fig. 3)。

この実験を通して、細胞の中に DNA が存在すること、農芸化学、遺伝子工学の分野で広く使われているアルカリ法という DNA 抽出法の基本原理を学ぶことができる。



Fig.3 ブロッコリーからの DNA 抽出

②. 研究室見学について

宇部高専物質工学科の生物化学系研究室である鳥袋研究室を見学した。超遠心機や蛍光顕微鏡システムなど中学校にはない高専の設備を見学してもらうとともに、高専での研究を紹介した。高専生が研究室で先端的な研究に取り組んでいることを理解してもらえ、良い機会となった。

③. 農芸化学の普及活動について

2016年度のリカレントセミナーは、日本農芸化学会の助成を受けて実施した。このセミナーの中の農芸化学の普及活動として、公開講座「理科授業リカレントセミナー」(宇部高専主催、宇部市教育委員会協力、日本農芸化学会助成)と案内や配布資料に明記し、実験講座と研究室案内の中で農芸化学との関連を説明した。

リカレントセミナー実施報告を宇部高専のHPで掲載する際に、農芸化学会から助成を受けたことを記載した。

参加していただいた先生からは、「身近なものを使った実験で、生徒たちもより身近に感じて意欲的に取り組むと感じた」、「DNAの抽出実験は簡単にでき、とても勉強になった」、「多くの実験を経験できて嬉しかった」など、ご好評をいただきました。

中学校の教員と理科実験を通して交流することができ、宇部高専のことを知ってもらうことができた。2016年度は日本農芸化学会から学校教育における農芸化学活動の普及活動の補助の申請を行った。同様な理科教育事業の助成を行っている学会がいくつかあるので、今後のリカレントセミナーを実施する際には、理科教育助成事業への申請を検討すると良い。受講者の確保には、宇部市教育委員会の協力が必要である。講座の内容については、年度によって異なったテーマで実施することが望ましい。力学実験など、化学や生物以外の分野や新しいテーマでのセミナーを実施したい。

2013年度の小学校教員向け実験講座の企画

中学校の理科の担当の教員は、理工学部や教育学部で実験教育を受けているため、実験の技術を身に着けている一方、小学校教員の多くは、理工系が専門でないことが多く、理科実験の教育を受けていないことも多い。子供は理科実験をきっかけとして理科に関心を深めることも多いため、教員向けの実験講座を行うことは、子供の理科教育への効果があると考えられる。

2013年度に小学校教員向け実験講座を企画した。宇部高専の公開講座は地域教育テクノセンターからの依頼で各学科は1講座以上の公開講座を提案している。物質工学科ではこれまで夏休み自由研究サポート講座を実施していたが、この講座は3-6人の教員が2日間で3-9名の小中学生の自由研究をサポートするというものであった。受講者

には非常に好評であったが、1教員当たりの受講人数が少ないことが課題であった。そこで、これまでの公開講座の代わりに小中学校教員向けの実験講座を提案することにした。この講座は、小中学校教員をターゲットにすることで、その教員を通じて、1クラス分の小中学生への教育効果があると考え、1回の実施での地域貢献効果がより高いと評価され、学科の賛同を得ることができた。テクノセンターに下記の内容の企画書を提出した。

- ・小学校教員向け実験講座
- ・対象：小学校教員
- ・実施日 2013年8月22日 13:00-16:00
- ・受講費用 5400円
- ・宇部高専微生物学実験室

広報活動として、宇部高専のHP掲載、教育委員会へのパンフレットの配布を行った。しかし、この年は受講希望者は一人もいなかった。

この原因は受講料が高すぎることで、実施時期の決定や、公開講座の広報では、宇部市教育委員会の協力を得る必要があることがわかった。

2014年度の小学校教員向け実験講座の企画

2014年度も地域共同テクノセンター長の強い意向もあり、物質工学科として、資格試験講座とともに小学校教員向け実験講座の企画を改善して再提案することとなった。

山口県義務教育課に問い合わせ、2013年度の敗因を分析したところ、受講費用が高すぎるとのことだった。山口県内では、山口大学付属小学校と連携して、実験講座を実施しており、費用は無料か高くても2000円であった。これらの講座の費用は交通費を含め各教員の自己負担であった。また、この講座は山口市で開催されることが多く、宇部高専で実施すれば、宇部・山陽小野田地域の教員は受講しやすく、参加者が見込まれることが期待された。この講座の成功の鍵はいかに受講料を抑えるかにあったので、講座の実施には2万円の予算が必要であったが、地域共同テクノセンターと学科の金銭的サポートを受けて、受講料1000円で実施することにした。日程を調整する際、山口県義務教育課、宇部市教育委員会、山陽小野田市教育委員会に確認し、教員向けの大きなイベントと重なる日程を避けて、日程を調整し、宇部市教育委員会と山陽小野田市教育委員会の後援で実施した。

実験講座では、物と重さ(3年)、空気と水の性質(4年)、振り子の運動(5年)、燃焼の仕組み(6年)を実験テーマとした⁷⁾。実験書は文科省の実習書をメインに、理科実験書を参考に実施する実験を計画し、必要な物品を予算2万円で購入した。実験書を作成し、3週間前に予備実験を行った。この時期に予備実験を行えば、不足のものがあっても、購入依頼して納品が間に合う。

準備と予備実験を行ったものの、受講希望者が 1 名いたが、当日の辞退により、講座を実施することができなかった。

費用が発生すると、参加者の募集が難しくなる。募集前に宇部市の教育委員会の後援を取り付け、日程を調整して実施したい。予算をリーズナブルなものに抑えつつ採算が合うように実施していきたい。また、受講者のニーズに合わせて、実験テーマを増やしていきたい。

まとめ

2015 年度と 2016 年度に宇部市教育委員会の後援で教員向け理科授業リカレントセミナーを実施した。セミナーに参加した教員の方は、実験の本質を理解した上で、実際の指導方法を習得でき、教育現場ですぐに役立つ基礎的な実技を習得していただくことができた。小学校、中学校の教員に高専のことを知ってもらい良い機会となった。今後もこのような取り組みによって、地域に貢献するような理科教育を進めていきたい。

参考文献

- 1) 日高良和他：宇部高専研究報告第 51 号 2005 年 3 月 pp. 21-24
- 2) 日高良和他：宇部高専研究報告第 54 号 2008 年 3 月 pp. 7-10
- 3) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編，大日本図書（2008）
- 4) 江川多喜男他：小学校理科新学習指導要領の検討，子どもの未来社（2008）
- 5) 河村康文他：実験で実践する魅力ある理科教育，オーム社（2010）
- 6) 三浦登他：新しい化学分野上 教師用指導書 観察・実験編 東京書籍（2009）
- 7) 文科省：小学校理科の観察，実験の手引き（2011）
- 8) 3 年（1・2 分野）未来へ広がるサイエンス平成 21 年度用補助教材 啓林館（2009）