

論文集 「高専教育」

JOURNAL OF EDUCATION IN
THE COLLEGES OF TECHNOLOGY

第35号 2012年3月

中学生と高専低学年生の共同参加型実験講座の試み

高橋 利幸^{*1}

A Pilot Style of An Extramural Lecture through Cooperative Works and Debate between College and Junior High School Students

Toshiyuki TAKAHASHI

An effective method of experience-based science education for junior high school students was investigated. It is difficult for junior high school students with poor experiences of science experiments to explicate logical and scientific discussion through an experience-based science program. College students in the lower grades have attended scientific courses including experiments since enrolling in college. The feature of this program was that college students as co-participants not teaching assistants also attended this program. Cooperative works and debate between college and junior high school students could help junior high school students to understand contents of the lecture sufficiently and explicate logical discussion. This pilot style of the extramural lecture was put into practice in the science partnership project supported from Japan Science and Technology Agency.

KEYWORDS : science education, experience, science partnership project

1. まえがき

中等教育機関に対する理科教育支援を目的として、中学生に対する公開講座「都城高専で体験するバイオテクノロジー実験」を実施した。本活動は、独立行政法人 科学技術振興機構の平成 22 年度サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト【講座型学習活動】(プラン初 A) (以下、SPP と表記) として実施した¹⁾。特に本活動では、高専低学年生を「実験補助員(ティーチング・アシスタント; TA)」ではなく、中学生と一緒に「受講者」として参加させる事を特色とした。

本高専では他の高専と同様に、小中学校の理科教育支援を目的として、地域の中で公開講座、出前実験や出前授業を実施してきた。通常、これらの活動に高専生が参加する際は、TA としての参加である。また、実施内容も先端技術を体験するというよりも、小中学生が手を動かして実験を楽しめる事を優先し、意図的に高度な実験を避けてきた。代表的な実験内

容としては、スライム作りやシャボン玉作り等で、現状では作る事が目的であり、原理の理解や原理に関する講義などの取り組みも行っていない。

SPP 事業の一環として実施した本活動では、高専低学年生と中学生という知識や実験経験の全く異なる生徒および学生らを同時に指導した。したがって、受講者である高専生にとっても興味深く実験を楽しめる講座内容にするために、中学校の学習内容をある程度超える内容を実施テーマにした。また同時に、中学生でもその内容を理解できるように実施形態を工夫する必要もあった。そこで今回、実験を含む全ての活動を高専生と中学生の混合グループで共同作業させた。グループ内での実験結果の議論や考察およびその実験成果の発表を経て、中学生を含む受講者全員が実施内容に対するより深い理解を得られるよう工夫した。本稿では、本活動の取り組み内容と実施による中学生と高専生への教育効果と科学技術に対する考え方の変化を検証した。

*1 都城工業高等専門学校物質工学科(Dept. of Chemical Science and Engineering, Miyakonojo National College of Technology)

〒885-8567 宮崎県都城市吉尾町4 7 3 - 1 E-mail: mttaka@cc.miyakonojo-nct.ac.jp

時 間	実 施 内 容	実験時間
9:00~	集合・スタッフ紹介と参加者の自己紹介	
9:15~	実験手順の説明と 実際の操作(細胞の採取とDNA抽出)	DNA抽出
10:00~ (実験操作修了次第)	・アルコール代謝に関する講義 アルコールパッチテスト ・遺伝子DNAに関する講義	遺伝子増幅 (PCR)
12:00~	昼食 (余裕のある人は、各自の細胞の顕微鏡観察)	電気泳動・ 染色
13:00~	実験手順の説明と実際の操作(電気泳動)	
13:30~	・遺伝の法則 ・DNA模型の作成	
14:40~	電気泳動による遺伝子型の判定	
15:10~	実験結果の発表(班の代表者) プログラム修了式	
15:45~	アンケートへの記入 ～お疲れ様でした～	

図1：講座当日のタイムスケジュール

今回実施した分子生物学実験では、機械が反応を行う時間も多く、網掛け部分が実際に手を動かして操作を行った箇所を示す。反応の待ち時間に講義(主に午前中)と受講者らによる実験結果についての議論や考察を行った。

2. 本活動の取り組み

2. 1 本活動の実施内容

都城市には、全国有数の焼酎メーカー「霧島酒造」があり、春・秋の酒まつりや酒蔵見学などが観光名所となっている。今回の公開講座において、実施地域と関連した実験テーマとして、受講者自身のアルコール代謝の特性を調べる実験を行った。具体的には、各自の細胞を回収し、回収した各自の細胞から遺伝子DNAを抽出し、遺伝子増幅法(PCR法)を用いてアルコール代謝関連遺伝子の増幅と検出を行った。実際の講座当日のタイムスケジュールを図1で示した。アルコール代謝関連遺伝子の増幅と判定は、大学などの学生実習のテーマとして実施する事もある。しかし、この実施にはPCR反応を行う反応装置や微量を取り扱う専用の実験器具が必要であり、通常は設備・予算や指導者の経験不足から、中学校や高校では実施の難しい実験である。今回、中等教育機関では実施の困難な遺伝子増幅を含む分子生物学実験を実際に体験してもらい、先端技術を実感してもらう事とした。

2. 2 本活動における工夫：高専低学年の活用

このSPP事業では、事後活動として、参加者は実験結果の発表やレポートの作成を課題とする。そのため、単に実験を行うだけでなく、講義を通したより深い科学現象の理解と他の受講者との考察・討論を通じた問題解決的な取り組みが必要である。しかし、特別な訓練なしに、実験経験の少ない中学生が、

十分に意味のある考察や討論を行う事は難しく、実施における工夫を必要とする。

高専生は、高専入学当初から実験科目を履修し、目的・方法・結果・考察を含む実験レポートを作成するという科学研究のプロセスを遂行している。今回実施したSPP事業は、高専低学年生(1~3年生)も受講資格をもつ。そこで、公開講座という1回の科学体験で、経験の浅い中学生に最大限の教育効果をもたらすため、高専低学年生(今回は2年生)にも受講生として参加してもらった。高専生と中学生の混合グループを設定し、実験操作を通じたグループワークと考察・討論の実現を試みた。特に、本活動において高専生は、グループ内での討論における司会者としての役割も担ってもらった。ただし、討論後の発表は、中学生が行う事とし、中学生が積極的に共同作業や討論に参加できるように配慮した。実験後の考察・討論を通して、高専低学年生を含む受講者に実験操作や知識そのものに加え、科学研究のプロセスの体験と討論・発表を通じたコミュニケーション能力や表現力を育む「きっかけ」の場を提供できると考えた。

3. 本活動の効果

3. 1 本活動による教育効果

公開講座終了後、受講者に対してアンケート調査を行った(表1)。アンケートは、学年・性別、内容に関する項目(【理解度】、【興味・関心】、【観察・考察】と【対話能力・表現力】)および受講による科学技術に対する意識の変化について調査した。今回の

表1：公開講座実施後のアンケート調査内容

質問の分類	アンケートの質問項目
内容の理解度	Q1. 今回の講座は面白かったか Q2. 講座の内容は理解できたか
興味・関心	Q3. 今回の講座を受けて、「知りたいこと」自分で調べてみようと思うようになりましたか Q4. 今回の講座を受けて、「科学技術」や「理科・数学」に興味・関心をもちましたか Q5. 講座の中で、「課題を発見する」ことができましたか
	Q6. 講座の中で、課題を解決する為に「情報を集める」ことができましたか Q7. 講座の中で、集めた情報を利用して「考える」ことができましたか
	Q8. 講座の中で、他の人と積極的に「話し合う」ことができましたか Q9. 講座の中で、グループの人と「協力」して実験を進めることができましたか Q10. 講座の中で、実験・観察の結果を使って、「レポート作成」や「発表」ができましたか
対話能力・表現力	Q11. 今回のような講座があったら、「参加したい」と思いましたか Q12. 今回の講座を受けて、「理科・数学」を勉強する事は、将来自分にとって必要となりそうなので、重要だと思うようになりましたか Q13. 今回の講座を受けて、「科学技術」に関連する仕事につきたいと思うようになりましたか Q14. 今回の講座を受けて、科学は自分の身の回りのことを理解するのに役立つと思いましたか

アンケート結果から、「内容の理解度」、「興味・関心」、「観察・実験」および「対話能力・表現力」に関する回答を点数化し評価したところ、関連する全項目

で高い点となつた（図2）。講義・実験の内容は、講座を企画・運営する講師やスタッフの準備と努力による要因が強い。一方、充実した討論や発表は、受講者側の積極的で自発的な取り組みが重要になり、「論理的で有意義な討論ができる基盤作り」と「委縮せずに発言できる雰囲気作り」を含む工夫を必要とする。特に、中学生は学外からの自由応募であり、ほとんどの受講者は互いに初対面で、公開講座の進行とともに議論・討論の場に適した環境に誘導する事は最重要課題であった。今回、高専生と中学生の混合グループの設定および実験操作を通じたグループワークにより、互いに打ち解け、講座終盤までにグループ内で討論する十分な雰囲気を形成できた。その結果として、中学生と高専生両者ともに過半数以上の受講者が満足のいく討論ができたと実感しているようであった（図3）。またこの事は、グループ内の討議の中で、高専生が指導的に機能し、実施内容に対する中学生の理解をも深める事につながっているのではないかと考えられる。

3. 2 受講による学習意欲の変化

学校での勉強を含め、知識を習得する上で最も重

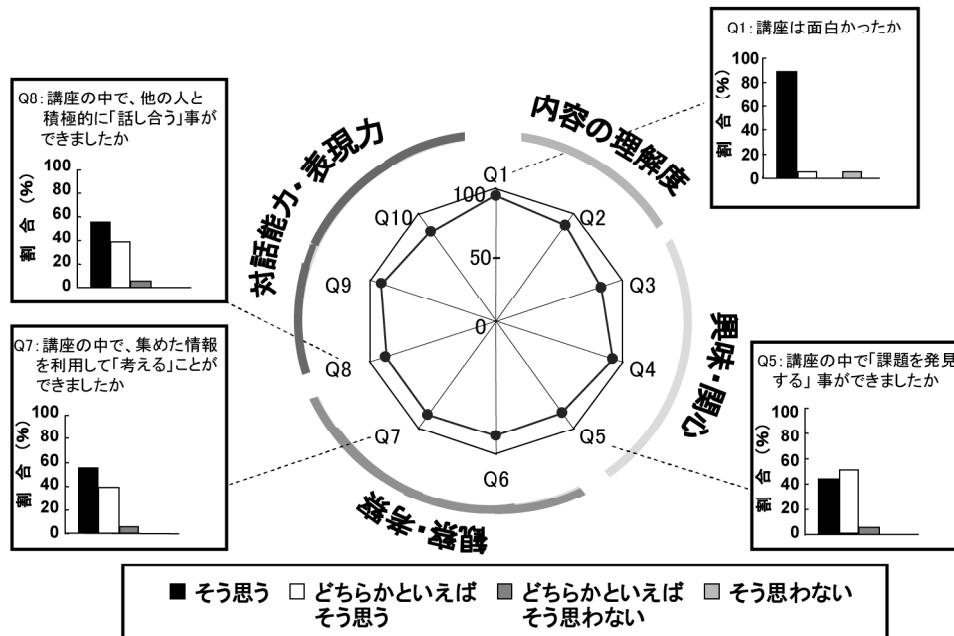


図2：本講座受講による教育効果

回答結果の例としてQ1, Q5, Q7 およびQ8 の結果を表示してある。集計した各回答は、「そう思う=4点」・「どちらかといえばそう思う=3点」・「どちらかといえばそう思わない=2点」および「そう思わない=1点」として集計し、合計点を100点換算した（図中の多角形レーダーチャート）。すなわち、チャートの外周に数値が近いほど肯定的意見が高い事を意味する。

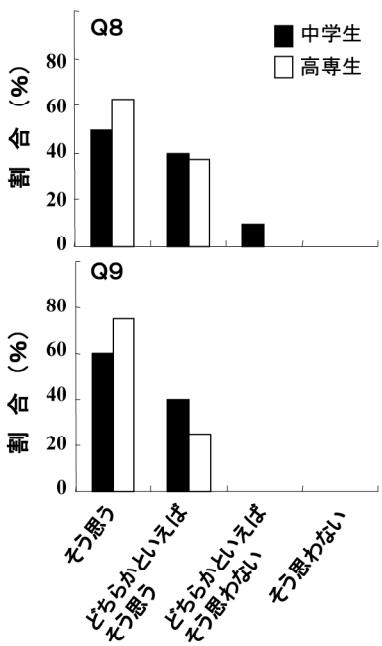


図3：本講座受講による教育効果

グループでの議論や協力に関する設問（Q8とQ9：表1）の結果を中学生と高専生について各々抽出した。

重要な事は、自分で学習する「自主自学」の習慣を身につけられるか否かである。今回のアンケートで「自主自学」に最も関係ある項目は、Q3（表1）である。その結果を集計したところ、中学生と高専生の両者で「そう思う」または「どちらかといえはそう思う」という肯定的な意見が約9割に達した（図4）。この事は、今後の学習意欲に大きく影響し、受講した高専生の今後の成績の推移は特に興味深い追跡対象の一つといえる。

一方、その他の意見として自由に意見を記入してもらったところ、数名の中学生が本高専に興味をもち、実際に本高専を受験し、入学した学生も確認できている。本実施内容は、高専生も対象とした事もあり、中学の学習指導要領の内容から大きく飛躍している。そのため、中学生だけで本講座内容を実施した時の事例がない。本当の意味での講座受講による教育効果の比較には、中学生だけを対象とした場合の実施例が必要である。しかし、今回の取り組みの利点として、中学生は高専生との実験を含む共同作業を通して、高専生の実験考察に対する姿勢や論理的意見などを目の当たりにでき、数年後の自分の姿を想像し易い。このような点は、中学生の高専への興味の増加にもつながる可能性が高いと考えられる。

される。

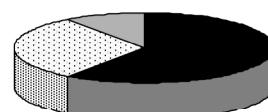
3. 3 受講による科学技術に対する意識の変化

全国各地で実施されている理科・数学や科学技術に関する公開講座や「青少年のための科学の祭典」などの科学イベントの目的は、児童・生徒らに科学および理科・数学の重要性を自覚させ、若年層の理科離れを止める事にある。すなわち、単に「受験のための理科・数学への学習の動機づけ」という観点を超えて、自分の身の回りの自然現象を理解したり、将来の職業として科学をとらえるように、児童・生徒の科学に対する意識改革を促す事が最も大きな目的である。今回、アンケート調査の中で、科学に対する受講後の意識の変化も調査した（表1）。特に、自分の将来と科学技術との関連についての設問の結果を図5に示した。該当する設問について、中学生を含む過半数の受講者が、受講前よりも科学技術に対する考え方方が大きく肯定的に変化した（図5）。なお、Q11（表1）として、90%弱の受講者が次回も参加したいと肯定的意見であった。以上の結果から、本活動の取り組み方は、受講者に理科や科学技術への考え方の意識改革をもたらす点でも成果を収めることができた。

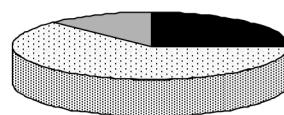
4. あとがき

科学を学び・体験する場として、大学・高専などの高等教育機関の役割は大きい。特に、大学が少な

(A) 中学生



(B) 高専生



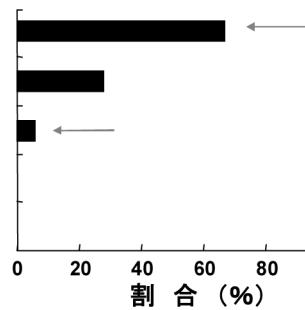
Category	Symbol
そう思う	■
どちらかといえはそう思う	▨
どちらかといえは	▨
どう思はない	□
どう思わない	□

図4：本講座受講による学習意欲の変化

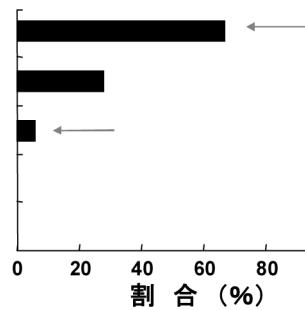
学習意欲に関する設問（Q3. 今回の講座を受けて、「知りたいこと」を自分で調べてみようと思うようになりましたか）の結果を中学生と高専生について各々抽出した。

(A) Q12

受けた前も思っており、受けた後はもっと思うようになった
受けた前も思っており
受けた後あまり変わらない
受けた前は思っていなかったが、受けた後は思うようになった
受けた前は思っておらず、受けた後あまり変わらない
受けた前より思わなくなった



(B) Q13



(C) Q14

受けた前も思っており、受けた後はもっと思うようになった
受けた前も思っており
受けた後あまり変わらない
受けた前は思っていなかったが、受けた後は思うようになった
受けた前は思っておらず、受けた後あまり変わらない
受けた前より思わなくなった

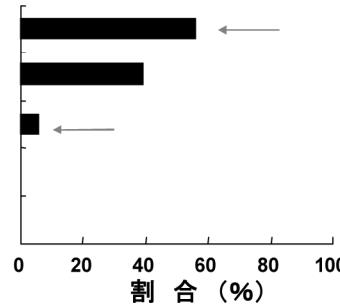


図5：受講による科学技術に対する考え方の変化

Q12～Q14 の結果を示した。矢印は、受講以前より意識が上がった部分を示す。

い地方であるほど高専の社会的および教育的意義も高くなってくる。本高専は、近隣の小・中学校へ出前実験などの理科教育支援活動を行ってきた。しかし、その実施内容は極めて簡易実験に限定され、必ずしも高等教育機関ならではの科学教育を十分に追求してきたとはいえない。今回のSPP事業を通して、高専生をTAとして活用する従来型の取り組みだけでなく、高専生と中学生がともに学び成長できる「理科教育支援」の新たな形と可能性を見出す事ができた。今後、地域の中で組織的・継続的に取り組む仕組みの構築に努めたい。

5. 謝辞

本講座は、独立行政法人科学技術振興機構 平成22年度サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（プラン初A）の支援により行われた。また、予備実験や実施当日のTAとして本高専物質工学科5年生（実施当時）の長崎歩、有馬菜生子、東口モモ子、山下利沙の協力を得た。ここに著者より心からの謝意を表する。

参考文献

- 1) 高橋利幸：「H22年SPP実施報告書都城高専で体験するバイオテクノロジー実験」、URL:
<http://spp.jst.go.jp/jisshi/22/data/HD102006.pdf> (2011)