

生物工学教育

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクトを通じた 中学生への生物工学実験の体験講座とその効果

高橋 利幸

都城工業高等専門学校物質工学科

(2012年4月11日受付 2012年6月14日受理)

はじめに

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (Science Partnership Project, SPP) は、文部科学省が平成14年度から実施している「科学技術・理科大好きプログラム」の一つである¹⁾。特に、SPP事業は、児童・生徒の科学技術および理科・数学に対する興味・関心と知的探究心などの育成を目的とした独立行政法人科学技術振興機構が活動支援を行うプロジェクトである²⁾。他の科学イベントなどと同様に、SPP活動を通して、若年層の理工離れの抑制を目指している。SPP活動は、実施機関や活動内容などがHP上で公表されている²⁾。採択機関の内訳をみると、7割弱が高等学校となっている(図1)。プロジェクトの制約から、これらの高等学校は主に大学と連携し活動を実施しており、SPP事業は大学などの高等教育機関にとっても無関係ではない。高校生は大学にとって次の入学候補者であるため、大学の教員はSPP活動以外に出前授業や各種の公開講座を各地で実施し、各校

のPR活動を行っている。

一方、多くの高等学校で文系・理系のコース分けが実施され、高校生全体のうち約半分弱が文系に振り分けられる³⁾(図2A)。昨今の不景気な経済状況下の時には、就職の安定を求め、技術を身に付けるために理工系学部の人気が増加すると報道されることがある⁴⁾。大学に入

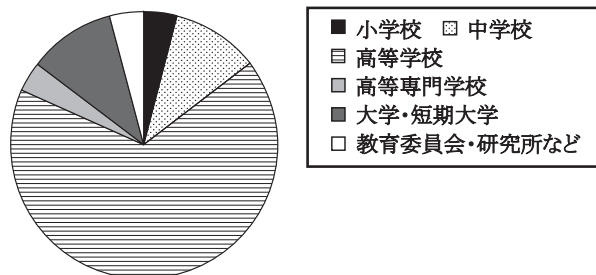


図1. 平成23年度SPP (プランA) 採択実施機関の内訳。なお、このデータは、独立行政法人 科学技術振興機構:サイエンス・パートナーシップ・プロジェクトHP²⁾から作成した。

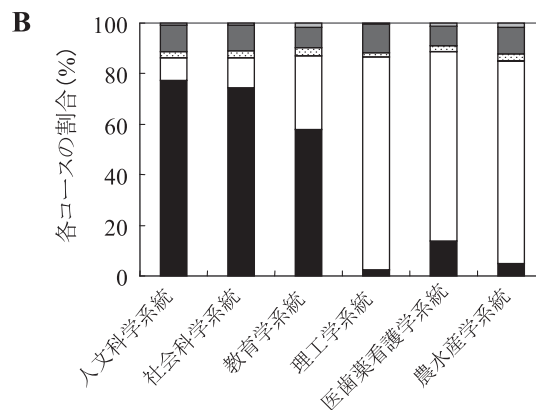
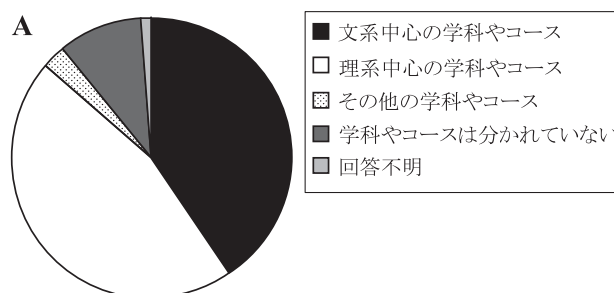


図2. 高等学校におけるコース選択の実況と当該生徒らの進路。A) 高等学校におけるコース選択の実況。B) 各学部に所属する大学生の高等学校におけるコース選択状況。なお、これらのデータは、株式会社ベネッセコーポレーションにより実施された平成17年度経済産業省委託調査報告書³⁾から作成した。

連絡先 E-mail: mttaka@cc.miyakonjo-nct.ac.jp

学した学生を調査すると、文系学部に所属する大学生の中には高校での理系中心のコース出身者が程度の割合で存在するが、理系学部では文系中心コース出身者がほとんどいない³⁾ (図2B)。若年層の理工系離れの現象の一環として選ばれがちな文系コース選択の生徒らの中には、将来の明確なビジョンを描く前にコースを選択してしまった生徒も存在すると考えられる。しかし、いったん文系中心コースに進むと途中で理系に変更することが難しいという実体がデータから分かる。このようなコース選択時の問題を避けるには、中学生のようなコース選択前の段階で十分に多くの生徒らに理系の情報提供や実験体験をすることが重要である。また、進路選択過程の調査として「文系・理系を意識した時期」を大学生に調査したところ、全体の40%が中学生の頃と回答している³⁾点からも、中学生の時期の十分な情報提供は意義が高い。

本高专では、上述の独立行政法人科学技術振興機構の指導・支援の下、平成22年度⁵⁾および平成23年度にSPP事業として実験体験をベースにした講座を実施してきた。特に本稿では、SPP事業により実施した中学生を対象とした実験体験型の公開講座の取り組みを報告する。さらに本稿では、本講座受講による教育効果や受講者の科学に対する考え方の変化を解析したので、本講座の取り組みの様子に加え、その分析結果もあわせて報告する。

実施内容

主要テーマの設定とその目的 本講座では、物理学・化学・生物学・地学という理科の学習内容の中でも「生物学」を主要内容として講座を企画した。生物学を題材とした場合、高校生は遺伝子の概念やタンパク質の性質など生物学の中心となることを学習しており、ある程度の専門用語の使用も可能である。学習内容を鑑みると、実験は大学で専門学科の学生が1・2年生次に基礎実験として実施する程度のレベルの実験は実施可能であろう。実際に、高等学校の学習指導要領の範囲内で、PCR法やES細胞などの先端技術に関する用語も掲載されている⁶⁾。一方、中学生を受講対象とする場合、その知識量から受講者が十分に理解できるように実施内容を考慮する工夫が必要である。タンパク質や酵素は、生物学の中心的題材であり、その機能や応用利用は生物工学の取り扱う重要な主要テーマである。中学校の学習指導要領の範囲では、ペプシンやアミラーゼといった代表的な消化酵素は記載があるが⁷⁾、その他の酵素やタンパク質の熱やpHなどへの最適反応条件などの特性は上記学習指導要領の範囲を超え、高等学校の学習指導要領の範囲と

なる⁶⁾。

SPP講座で実施する内容を選定するにあたり、中学校の教科書や副読本に紹介済みの実験を追試するだけでは、受講する生徒らの理科や科学技術への大きな興味・関心を誘起するには不十分であるし、せっかく高等教育機関に来校して受講する意義も少ない。そこで今回、知識の少ない中学生でも興味を抱きやすい「生活の中でも使える知識」をテーマとして、「ゼリー作り」を実験の一つとして組み込んだ。また、先端科学への興味を促すきっかけも兼ねて、本来の中学校の学習内容を超えるが大学などの先端科学実験で使用する器具も併用できる実験を計画・実行した。

本講座内容と生物工学分野との関連性 生物工学の範疇とする学問領域の中で、発酵工学や酵素工学は酵素の使用や食品工業と関連が深い。酵素を含め、生体中でタンパク質がどのように働いているのか、また、生活の中でどのようにタンパク質が活用されているのかは中学生の学習段階では記述は少ない。そのため、コラーゲンやインシュリンなど日常生活の中でもよく耳にするタンパク質もいくつかあるが、ほとんどの中学生は、自分の身の回りに酵素やタンパク質を利用した応用製品がたくさんあることに気付いていない。本講座では、構造タンパク質のゼラチンおよびタンパク質分解酵素を豊富に含む果実を用いた「ゼリー作り」を通じた実験とその他の身近な酵素の利用例（たとえば、「酵素入り」と記述された洗剤の写真など）も講義の中で紹介しながら、タンパク質の構造や機能について受講した中学生に学習してもらった。ここで学習した「ゼリー作り」は、帰宅後に受講生らが母親などと一緒に行うこともでき、その際に、講座で得た知識を家族に披露することもあるだろう。本講座を通して、参加生徒らに身近な科学としての「料理」の側面を気付かせることもできる。すなわち、この取り組みを通して、中学生は、身の回りに溢れる生物工学技術の一端を認識するだけでなく、「ゼリー作り」という身近な作業と科学との関わりを認識し、勉強して学ぶ知識と生活との関わりを実感することができる。

理科教育支援として実施される実験講座には、「もの作り」といったテーマで石鹸や簡易な電子製品、ロボット製作などさまざまな実験が実施されている。それらの化学系および機械系分野と比較すると、生物工学分野には、調理と関連したより生活に密着した実験テーマに取り組むこともできることが特徴である。特に、本講座のように、「料理」との関わりをもたせた実験テーマは、全体的に見ると理工系人気の低い女子生徒らの興味を引き付けることに大きく貢献できると考えられる。

実際の講座プログラム すべての実験は、中学生2

表1. 講座当日のタイムスケジュール

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	ゼリーの調整と凝固反応
9:15～	実験手順の説明と実際の操作 (タンパク質を使ったゼリー作り) (実験1)	
9:50～	・タンパク質に関する講義 ・電気泳動法に関する講義	電気泳動
10:45～	実験手順の説明と実際の操作 (マイクロピペットの使い方と 電気泳動法を用いたタンパク質の分離) (実験2)	
12:00～	昼食 (ゼリーの試食を含む)	染色・脱染操作 ⇕ 酵素の生化学実験
13:00～	タンパク質 (酵素) の特徴と働き (実験3)	
14:30～	実験結果の整理と考察 (グループワーク)	
15:10～	実験結果の発表	
15:30～	プログラム修了式 アンケートへの記入 ～ お疲れ様でした ～	

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。それ以外は、講義や成果発表の準備に利用した。

～3人を1グループとして実施した。1グループあたり本高専5年生1名をティーチング・アシスタント (TA) として各グループに配置した。具体的な実施内容は以下の通りである。

- ・タンパク質や酵素に関する講義
- ・電気泳動法に関する講義
- ・ゼリー作り (実験1)
- ・タンパク質の SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (実験2)
- ・タンパク質 (酵素) の活性に関する生化学実験 (実験3)
- ・各グループの成果発表会

実際の詳細なタイムスケジュールは表1に示した。各実験の反応時間を利用して、関連する必要な知識を提供するために講義を実施した。講座終了後、各グループに実験結果や分かったことを模造紙に記載してもらい、各々発表用のポスターを作ってもらった。本講座の取り組みの特色として、作成したポスターを使い、各グループによる成果発表会を実施した。なお、本講座の主要テーマである実験1と実験2に関しては、下記に概要とその実験方法を示した。実験3については詳細の記述を割愛したが、温度やpHに依存した酵素活性の変化を定性実験により確認する生化学実験を実施した。

講座で実施した実験1：ゼリー作り ゼリーは、凝固剤にタンパク質 (ゼラチン) を使用する場合と多糖 (寒天) を使用するタイプがある。凝固剤として利用したゼラチンの特徴として、タンパク質分解酵素を豊富に含有する食物 (パイナップル, キウイフルーツなど⁸⁾) によってゲル化能が著しく減少することが知られている。本講座では、タンパク質の機能と関連付けながら実験内容を理解してもらうために、ゼリーを作る際に、上手くゼリーが作れる具材 (みかんや缶詰のパイナップル) とゼリーが固まらない具材 (生のパイナップルやキウイフルーツ) の両者を用いてゼリー作りに取り組んでもらった (図3A)。今回、各グループでなるべく使用する具材が異なるように材料を多数揃え、自分達の実験結果は自分達の実験でしか得られないようにして、各自が実験に真剣に向き合えるように配慮した。これにより、どのような具材を利用した時にゼリーが固まりづらいのか実験を通して各班で結果の確認をしてもらった。実施当日の参加生徒らによる具体的な実験操作は以下の通りである。

・「ゼリー作り」の実験プロトコル

- (1) ゼラチン原液 (水 50 ml に 5 g のゼラチンを溶かしたもの) 10 ml と好きなジュース 90 ml をゼリー作成用の容器 (市販のプリン容器など) に入れ、

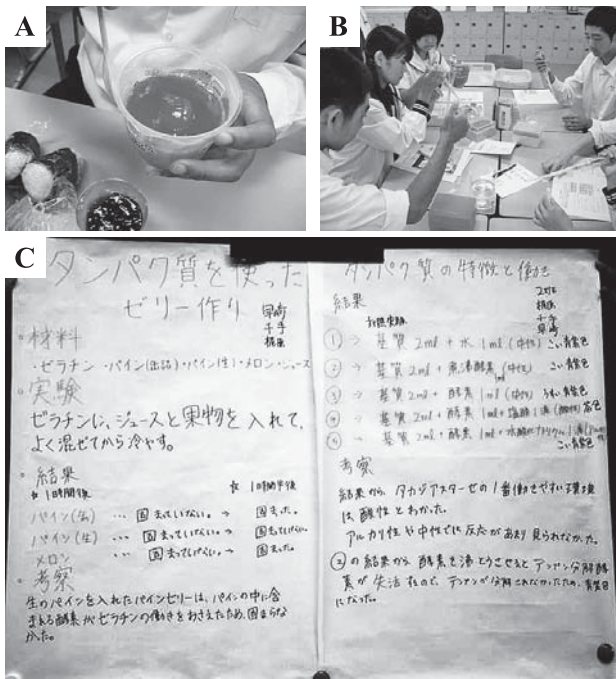


図3. 講座実施中実際の様子. A) 講座で作成したゼリーを試食中の受講者. B) マイクロピペット操作の練習中の様子. C) 講座で作成した成果発表ポスターの例.

混ぜる^{注1}.

- (2) 砂糖を耳かき一杯程度入れる.
- (3) 容器を氷の入ったアイスボックスに入れ、冷やす(60~90分).

・「ゼリー作り」で具材の影響を調べるための実験プロトコル

- (1) ゼラチン原液 10 ml^{注2}, 好きなジュースを 90 ml と具材 2, 3 切れ^{注3} をゼリー作成用の容器に入れ、砂糖を耳かき一杯程度入れてからスプーンを使って混ぜる.
- (2) 1.5 ml のチューブに (1) の混合液を 1 ml 程度回収する.
- (3) 容器を氷の入ったアイスボックスに入れ、冷やす(60~90分).
- (4) 冷却後、各試料が固まったかどうか確認する^{注4}.
- (5) 固まっていない試料をスプーンでよく混ぜて、(2) と同様に新しい 1.5 ml チューブに再度試料を回収する.

注1 ゼラチン原液やジュースの量は、50 ml チューブを使った計量の精度で十分である.

注2 ゼラチンの濃度が濃すぎると、入れる具材の量が不十分な場合はキウイなどを入れても部分的に固まる場合がある.

注3 1 班にゼリーが固まる具材と固まらない具材の両方を用意する.

注4 チューブに回収した試料は、ゼリーが固まったかどうか確認する目安になる.

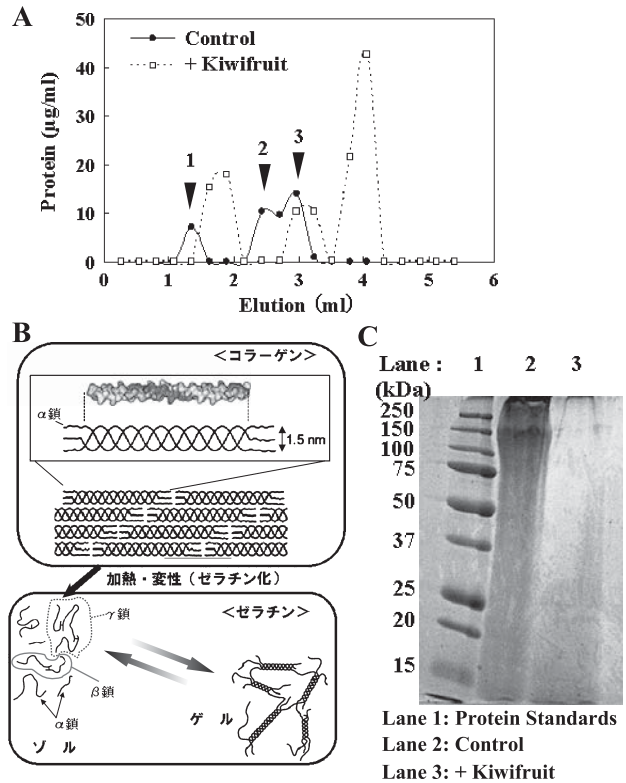


図4. ゼラチンを用いた生化学実験の実際. A) スタッフによって事前に実施されたゲルろ過クロマトグラフィーによる予備実験の様子. ゴル状のゼラチン試料をゲルろ過カラム (GEヘルルスケア; PD-10カラム) で分離し、Bradford法でタンパク質定量した結果. ゼリー化できる条件 (Control; 実線) では、市販ゼラチン中に含まれる γ 鎖 (矢頭1: α 鎖の3量体), β 鎖 (矢頭2: α 鎖の2量体) および α 鎖 (矢頭3) の3つのピークが観察された. 一方、キウイフルーツを添加した試料 (+Kiwifruit; 破線) ではキウイフルーツ中のタンパク質分解酵素の働きにより、各ピークの位置がずれた. なお、このゲルろ過クロマトグラフィーは、TAの理解を深めるために予備的に実施したのみで、講座の中では実際には実施していない. B) 市販コラーゲンおよびゼラチン中に含まれる分子成分とその構造およびゾル状・ゲル状のゼラチンの分子構造の模式図 (新田ゼラチンのHP⁹⁾より改変). C) 講座中に実施したゼリー試料のSDS-PAGEの結果.

講座で実施した実験2: タンパク質のSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 ゼリー化できる条件とうまくできない条件は、実験1を通して定性的に結果を知ることができる. しかし、なぜゲル化しないのかを理解するために、ゼリー作りで起きる現象を生化学的手法 (SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動法, SDS-PAGE) で解析し、高等教育機関ならではの科学実験も体験してもらった (図4). この電気泳動の実験に先立ち、マイクロピペットの取り扱いを含む先端科学実験でも利用する実験器具も体験してもらった (図3B). なお、SDS-PAGE法は標準的プロトコルに従うが、具体的な実験操作は以下の通りである.

表2. 講座実施後のアンケートの設問内容

質問の分類	アンケートの設問項目
内容の理解度	Q4. 今回の講座は面白かったか
	Q5. 講座の内容は理解できたか
興味・関心	Q6. 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
	Q7. 今回の講座を受けて、「科学技術」や「理科・数学」に興味・関心を持ちましたか
	Q8. 講座の中で、「課題を発見する」ことができましたか
観察・考察	Q9. 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
	Q10. 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
対話能力・表現力	Q11. 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
	Q12. 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
	Q13. 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
科学に対するモチベーション	Q14. 今回のような講座があったら、「参加したい」と思いますか
	Q15. 今回の講座を受けて、「理科・数学」を勉強することは、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
	Q16. 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
	Q17. 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

なお、Q1～Q3は、受講者の学校・学年および性別に関する設問であり、表2では割愛し表示していない。

- ・ゼラチンを用いたSDS-PAGEの実験プロトコル
- (1) 上記実験1で事前に1.5 mlチューブに回収した試料をタンパク質試料とする。
- (2) 固まった条件のゼリー試料（ゼラチン混合直後に回収した試料）は、あらかじめ湯煎などで短時間加熱し、溶解させる。
- (3) 1.5 mlチューブにマイクロピペットを用いて、以下の①～②の各試料50 μ lに10 μ lのSDS化用試薬（プロモフェノールブルー【BPB】含有）を加える。
 - ①固まった条件のゼリー試料（50 μ l）+ 5倍濃度のSDS化用試薬（10 μ l）
 - ②固まらなかった条件のゼリー試料（ゼラチンと反応90分後の試料）（50 μ l）+ 5倍濃度のSDS化用試薬（10 μ l）
- (4) スタッフの指示に従い、恒温装置を用いて100°Cで5分間チューブを加熱する。
- (5) ゲルの一番左端のウェルに分子量マーカを入れる。次に、各自の試料を20 μ l吸って、空いているウェルに順番に静かに入れる。
- (6) スタッフの指示に従い通電し、色素マーカ（BPB）がゲルの中を移動していくのを確認する。
- (7) 色素マーカが流れきったら通電を止め、泳動を終了する。スタッフがゲルをゲル板から外し、ゲルを蒸留水の入ったタッパーに移すので、代表者が

- 手袋をして容器を受け取る。
 - (8) ゲルを落とさないように、余分な水を廃棄する。容器にゲルが浸る程度のCBB染色液（Quick-CBB PLUS^{注5}、Wako社製）を注ぐ。
 - (9) 振とう機に容器をのせて、60分間反応させる。
 - (10) 容器の染色液を専用の廃液回収ビンに廃棄し、容器に蒸留水をいれる。
 - (11) 容器を振とう機にのせて、バンドが見えるまで振とうし、洗浄する（～20分程度）。
- 本講座の受講傾向の調査** 募集段階で本講座受講者の男女別人数および学年を調査し、受講者の傾向を調査し、講座で取り組むグループワークの班編成の資料とした。また、同データを利用し、他の公開講座との受講者傾向の相違点を分析した。
- 本講座受講による教育効果の評価方法** SPP事業では、講座実施後に指定のアンケート調査を行うことになっており、本講座でも講座後に規定のアンケート調査を実施した。表2にあるように、本アンケートの調査項目は、「内容の理解度」「興味・関心」「観察・考察」「対話能力・表現力」および「科学に関するモチベーション」と多岐にわたる。さらに今回、アンケート結果を集計後、

^{注5} 通常のCBBよりも染色時間が短く、脱色操作も少なくよい。また、有機溶媒を使用する必要がなく、公開講座などの限られた時間でも短時間に安全に実施できる。

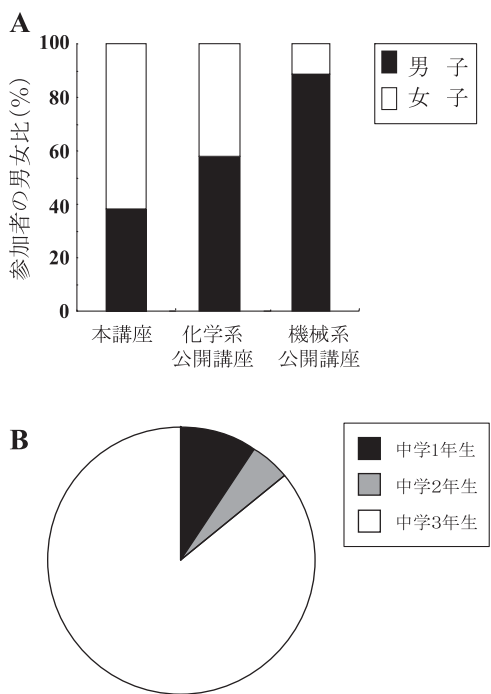


図5. 本講座参加受講者の傾向. A) 本講座と同年度に実施された中学生対象の他の公開講座における受講者の男女比率. B) 本講座受講者の学年.

回答別に点数化し、受講者の各項目の傾向を独自に評価した。

実施結果と考察

本講座への参加状況の傾向 本高専では、本講座以外にもスライムや手鏡作りを含む化学系公開講座やロボット作りを含む機械系公開講座など多数の公開講座を実施している。前述のように、本講座は、「ゼリー作り」といった生活に密着したテーマを扱うため、他のテーマ以上に女子生徒の興味を引き付けられる可能性がある。実際に、本講座の受講者の男女割合と同年度に実施された中学生対象の化学系および機械系公開講座の受講者の男女の割合を調査した(図5A)。大学の学部においても、理工系の中で生物系や化学系学部(または学科)は機械・電気系学部(または学科)と比較すると女性の割合が多いが、公開講座の受講段階においても、今回の調査からその傾向が確認できた。また、本講座は、化学系の公開講座と比較してもより女子生徒の参加率が高いことが分かった(図5A)。

文部科学省の統計を基に作成されたデータによれば、大学の理工系学部(医歯薬学部を含む)在籍者の女子の割合は、男子と比較すると相対的に低い³⁾。女子生徒の理科系公開講座などへの受講率を増加させることができれば、文系に偏りがちな女子生徒にも理系への情報を提

供する機会となり得る。特に、中学時代は今後の進路決定の志向に大きく関与する傾向があることから³⁾、中学生女子生徒の関心をも誘起できる本活動のような実施テーマは、結果的に理工系への女子生徒の進学率の増加につながる可能性もある。

本活動における取り組み上の工夫 このSPP事業では、事後活動として、受講者は実験結果の発表やレポートの作成を課題とする²⁾。そのため、単に実験を行うことだけでなく、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・討論を通した問題解決的取り組みが必要である。しかし、知識量も少なく、実験経験も少ない中学生が十分に意味のある考察や討論を行うことは難しい。そのため、実験作業の合間に行った講義では、身近な例を示しながらタンパク質や酵素の十分な説明を行った。また、実験の途中や成果発表ポスターを作成するときに再度見直すことができるように、講義内容に関するテキストを作成し、配布した。講義やテキストの中には、実験結果の直接的な解答は書かれていないが、ゼラチンがタンパク質であることや酢豚に入れられるパイナップルがタンパク質である豚肉を消化しやすくするために入れられているなどの部分的な情報を与え、考察のヒントを与えながら講義を行った。なお、受講者の85%程度が中学3年生だったが、一部1・2年生が参加してきた(図5B)。3年生とそれ以外では知識や理解の程度に差があることが想定されるため、1・2年生を含む班には、公開講座での実験補助の経験を有する学生をTAとして配置するなどの配慮を行った。また、一班の人数を少なくすることで、班員全員が主体的に実験作業に参加する必要性をもたせ、互いに譲り合う必要なく積極的に実験作業に関与できるように実施にあたり配慮した。実際に講座を受講した生徒らは、普段から同じ学校・学級で学ぶクラスメイトではなく、他の学校の生徒などほぼ初対面同士であったが、実験操作のグループワークを通して、講座終了時の成果発表案の作成(図3C)までに互いに打ち解け、討論ができる雰囲気形成することができた。

本活動における安全対策を含む実験上の配慮 実験経験の少ない中学生にマイクロピペットのような精密器具や電気泳動装置のような通電機器を使用させるため、2~3人の中学生に1人TAを配置した。ある程度の知識や実験経験を有する大学生や高専生を対象にする通常の大学・高専における実験と比較すると、中学生が危険な操作などを行わないか注意深く監視する必要があるため、多くのスタッフを必要とした。また、本講座の中で実験の一つとして実施する電気泳動は、ゲル作成の際に神経毒性のあるアクリルアミドを使用したり、ゲル作製そのも

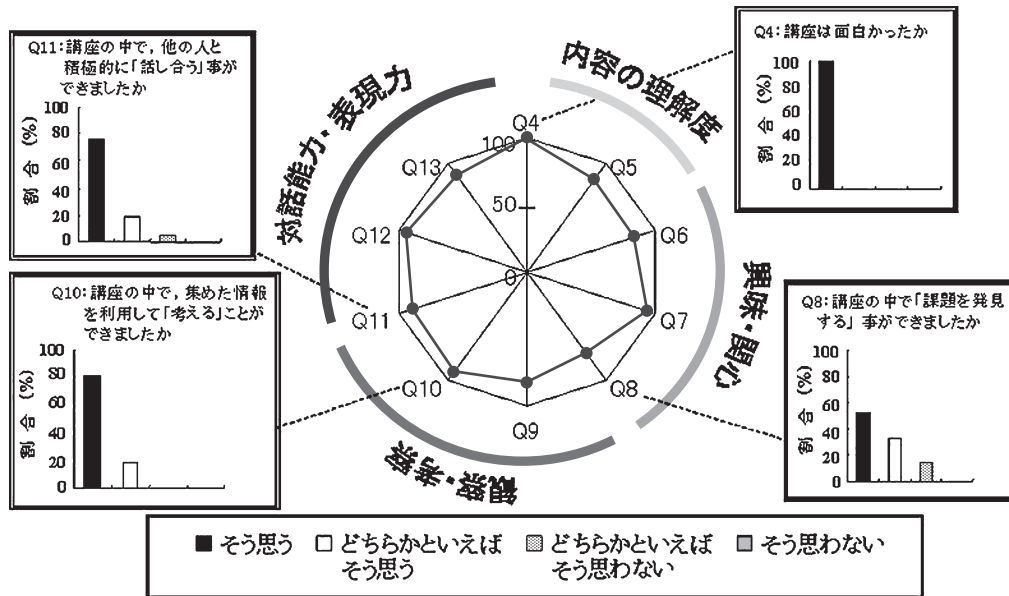


図6. 本講座受講による教育効果. 回答例の結果としてQ4, Q8, Q10およびQ11の結果を表示してある. 集計した各回答は、「そう思う=5点」「どちらかといえばそう思う=3点」「どちらかといえばそう思わない=1点」および「そう思わない=0点」として集計し、合計点を100点換算した(図中の多角形レーダーチャート). すなわち、チャートの外周に数値に近いほど肯定的意見が高いことを意味する.

のに時間を要する. 実施時間の都合もあり, 毒劇物の使用を含むゲルの作製は事前にスタッフがおこない, 当日は泳動作業から始められるように準備し, 中学生が危険な操作を行う必要のないように極力配慮した. 電気泳動後の染色液も通常は有機溶媒による固定操作を必要とするが, 今回は有機溶媒不要の染色液を用意し, さらなる安全上の配慮に努めた.

アンケート結果と受講による教育効果の分析 講座での実験終了後, 受講者に対してアンケート調査を実施した(表2). アンケートでは, 学校・学年・性別(Q1~3), 内容に関する項目(【理解度】【興味・関心】【観察・考察】および【対話能力・表現力】)(Q4~13)および受講による科学技術に対する意識の変化(Q14~17)を調査した. アンケート調査の結果, 「内容の理解度」「興味・関心」「観察・実験」および「対話能力・表現力」に関する回答結果を独自に点数化して評価したところ, 関連する全項目で高い点数であった(図6). 特に, 本実験題材であるタンパク質や酵素は, 内容的には中学生の学習指導要領の範囲⁷⁾を超えるが, 「ゼリー作り」という身近な実験をテーマに入れた結果, 内容の理解度は十分に高かった. また, 講座の最後に「成果発表会」を導入したこともあり, 受講者が十分にグループ内で満足する実験考察や討論を実施できたことがQ10~Q13の設問(表2)の回答結果から判断できた. 本高专では, 公開講座を含む外部対象の講座に関して, 自由記載を含む

独自のアンケートも行っている. 本講座でもSPP事業指定のアンケートとは別に, 本校独自のアンケートも同時に行った. 本校のアンケートの設問自体は, SPP事業指定のアンケートと重複する設問が多いので詳細は割愛するが, 特に自由記載の受講者の「声」として興味深かった回答として, 「違う中学の人と色々考えることができ, とても楽しかったし, 勉強になりました」との回答があった. 初対面の受講者同士が協力して実験操作を行ったり, 成果発表を行うには必然的に互いにコミュニケーションをとる必要がある. 受講者の回答やアンケート結果から, 今回の取り組みはそのようなコミュニケーション能力鍛錬のためのよい「きっかけ」をも提供できたと判断できる. さらに, 最終的に, 自分達の実験成果をポスターとしてまとめ, 人前で発表することによって, 受講者らは深く自分たちの実験成果および達成感を確認できたようである.

受講による学習意欲や科学技術に対する意識の変化 受講による学習意欲の変化に関係する設問として, 「Q6. 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」がある(表2). 知的探究心と自主学习への意欲向上は, SPP事業の主目的とするところでもあり, その成果は重要である. 今回のQ6のアンケートの結果, 「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」という肯定的意見が約9割に達した(図7). 受講前後で当該生徒らの学力や普段の学習への

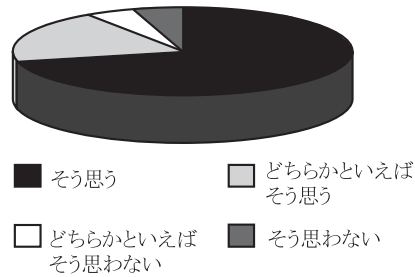


図7. 本講座受講による学習意欲の変化. 学習意欲に関する設問(「Q6. 今回の講座を受けて、『知りたいこと』を自分で調べてみようと思うようになりましたか」)の回答結果の割合.

モチベーションがどのように変化したかは、大変興味深い研究対象である。この調査は、大学や高等専門学校が初等教育および中等教育機関に対して実施している出前講座・出前実験や公開講座などの各々単発の通常取り組みではなく、普段のカリキュラムも含めた高度に密接した組織間連携なしには実現できないが、今後の取り組むべき教育課題の一つであるだろう。

SPP事業の期待する成果の中には、単発での科学体験や実験体験を超えて、受講者らが継続的な意識をもって科学技術などに向き合えるように意識改革を促すことも含まれる。今回のアンケート調査の中では、科学に対する受講後の意識の変化も調査した(表2; Q15~Q17)。該当するすべての設問に対して、8割以上の受講者の科学技術に対する意識が受講前よりも肯定的に変化していた(図8)。なお、「Q14. 今回のような講座があったら、『参加したい』と思いますか」として、受講者のほぼすべて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法は、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十分な成果をもたらすことができた。

問題点と今後に向けての改善点および課題

実施における問題点と課題 当日は実験中の毒劇物の使用を避け、安全対策を行う一方、実験器具や機器台数の制限もあり、一度に実施できる対象を15名程度に制限せざるをえなかった。受講を希望しながら受け入れできなかった多くの生徒らがいたことから、この点に関しては周辺対象学校への事前の受講希望者数の調査や設備の拡充による今後の改善や対策が必要である。

アンケートによる状況把握における問題と改善点 前述のように、本講座では、支援機関の指定のアンケート調査を実施した(表2)。一方、このアンケートはすべてのSPP事業に該当する項目を設問にしているため、曖昧な質問も多い。したがって、「ゼラチンが固まる仕

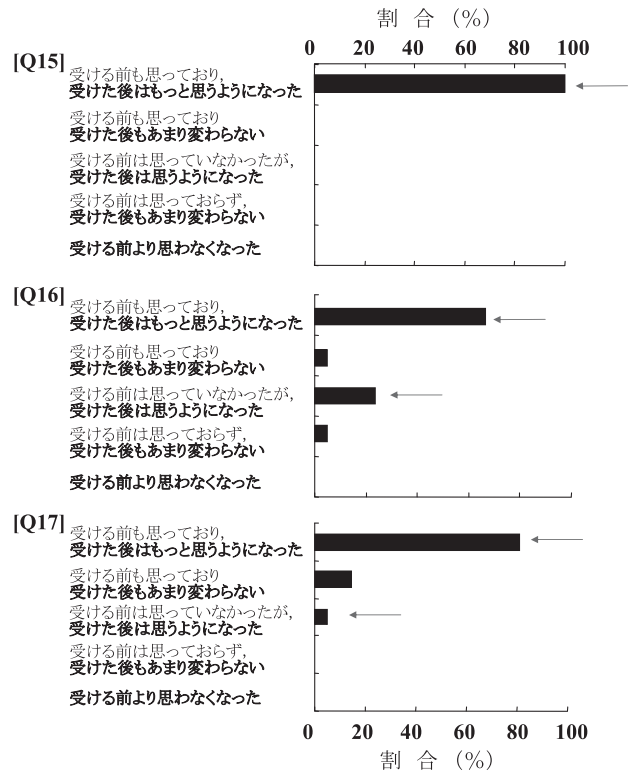


図8. 受講による科学技術に対する考え方の変化. Q15~Q17の結果を示す. 矢印は、受講以前より意識が上がった部分を示す。

組み」や「酵素の作用」といった本講座の内容に直接言及した質問は調査していない。今後の改善点として、本講座とその実施内容のさらなる詳細な評価のためには、活動内容と密接に関連したアンケートを別途作成し、その調査を実施する必要がある。また、コミュニケーションに関する分析についても、指定の設問では若干不十分な点もある。今後の改善点として、「自分の考えを述べることができたか」や「相手の考えを評価できたか」などの細分化した設問も実施し、グループワーク状況のより一層の解析が必要である。

おわりに

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (SPP) は、高等学校と大学との連携において例年一定の成果を収めている(図1)。しかし、コース選択後である高校生対象では、ほぼ理工系に進学することが概ね決定しており(図2)、SPP事業を含む理科支援事業の目的の一つである「理工系人材の増加」には大きく貢献していない可能性がある。また、高校時代に理系学科やコースに在籍した生徒は、その一定数が文系学部へも進学可能である点に対して、いったん文系中心コースに進むと途中で理系に変更することが極端に難しい³⁾。コース選択時に明

確なビジョンを持たず文系中心コースを選択してしまう可能性をもつ生徒らに対して、前もって理系の実験体験や科学技術に対する情報を提供することは、本国の理工系離れの真の抑制および将来の理工系人材の増加に大きく貢献できる。以上の点から、コース選択が行われない中学生への実験体験は、将来の理工系人材の増加に大きく貢献できる。

一方、中学生を受講対象とすることにより、その知識量から受講者が十分に理解できるように実施内容を考慮する工夫が必要である。本講座では、構造タンパク質のゼラチンを用いた「ゼリー作り」を通して、タンパク質の構造や機能について中学生に実験を通して学習してもらった。特に、本講座の一部の実験において、中学や高等学校では目にしない実験器具を使用することより、先端技術への興味・関心を誘起できるように心がけた。これらの体験は、中学生に学習意欲の向上や科学技術に対する肯定的な意識改革を促すことが確認できた。

他の高等教育機関と同様に本高専でも、出前講座・出前実験および公開講座などを通して、地域貢献を兼ねた理科教育支援活動を実施してきた。しかし、その講義・実験内容は比較的簡易な実験に自ら限定していた。本講座で実施した実験は、一度に受講できる人数の制限はあるが、組織的に多人数に実施するシステムを構築できれば、低年齢層に生物学への興味・関心を促す有効な理科実験プログラムとして機能できる。今後、連携する中学校と地域の中で組織的・継続的に実施できるシステムの確立に努めていきたい。

要 約

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクトを通じた中学生への生物学教育に関して、身近な食材である

ゼラチンを利用した「ゼリー作り」を題材にした講義・実験を企画した。その結果、中学生の学習指導要領の範囲を若干超える内容であったにも関わらず、受講した中学生の十分な理解を得られた。それに加え、事後アンケートの結果から、受講を通して生徒らの学習意欲の向上や科学技術に対する意識の改善など肯定的結果を得ることができた。中学生は高校生と異なり、文系・理系のコース選択を実施していない。したがって、中学生に対する生物学教育は、文系・理系の明確なビジョンを持っていない生徒らに対する理工系離れ抑制のための真に有効な手段となり、本国の理工系人材の増加に大きく貢献できる。

本活動は、独立行政法人科学技術振興機構 平成23年度サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（プランA）および財団法人日本教育公務員弘済会宮崎支部 奨励金給付事業の両支援を受けて実施した。また、ゼリー作りに用いたゼラチンは、ゼラチン販売会社の株式会社アイビスから御厚意で提供して頂いた。ここに著者より心からの謝意を表する。

文 献

- 1) 宇佐美初彦, 足立 敏, 安田健一, 金子恵一, 岩崎政次: 工学教育, **53**, 91-94 (2005).
- 2) <http://spp.jst.go.jp/>
- 3) 株式会社ベネッセコーポレーション: 平成17年度経済産業省委託調査報告書 (2005).
- 4) 朝日新聞, 2011年1月17日, 朝刊.
- 5) 高橋利幸: 高専教育, **35**, 431-435 (2012).
- 6) 河合塾教育研究部 ガイドライン編集部: 河合塾の進学情報誌 Guideline, **11**, 2-20 (2009).
- 7) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説 理科編 (2008).
- 8) 加藤良一, 大岩悠子, 小川馨慧, 高橋大輔, 原田隆人, 吉田貴行, 鈴木 隆: 山形大学紀要 (教育科学), **14**, 283-293 (2008).
- 9) http://www.nitta-gelatin.co.jp/gelatin_lab/