

サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した 生命工学講座とその効果(3)

久川浩太郎

東邦大学理学部生物分子科学科 佐藤 浩之

平成 24 年度から 26 年度の 3 年間、独立行政法人科学技術振興機構のサイエンス・パートナーシップ・プログラムに採択された。平成 26 年度は東邦大学理学部の佐藤浩之教授と連携して行い、遺伝子に関する講座を高等部 1 年生を対象に実施した。新教育課程への移行に伴い、遺伝子に関する内容が多く扱われることになったことから、遺伝子の働きや遺伝子診断に関する講義や実験を行った。平成 26 年度の取り組みから、講座を通して知的探究心や自主学習意欲の向上、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。

【キーワード】 SPP 大学との連携 体験型講座 実施時の配慮 新教育課程

1 はじめに

全国の大学や研究機関では、中高生を対象にした公開講座を実施している。公開講座の内容は、大学や研究機関で行っている研究を中高生に分かりやすく伝えるものであり、本校生徒の中にも興味がある講座に参加したいと訴える生徒がいる。しかし聴覚障害生徒にとって、そのような公開講座に参加することは情報保障や進行方法などの面から難しいのが現状である。

サイエンス・パートナーシップ・プログラム（以下、SPP）は、独立行政法人科学技術振興機構が活動支援を行う事業で、小中学校、高等学校、特別支援学校と、大学などの研究機関の連携による学習活動を支援する取り組みである。児童生徒の科学技術、理科、数学に対する興味・関心と知的探究心等の育成や、進路意識の醸成および科学技術人材の育成を目的としている。SPP からは必要経費が支給され、消耗品などの物品購入費や講師謝礼のほか、手話通訳者費用も賄うことができる。そのため、手話通訳など十分な情報保障のもと、聴覚障害生徒へ講座を実施することができる。また、連携先の講師と入念な打ち合わせを行うことで、対象生徒に合った講座の内容や進め方を工夫することができる。

本校高等部普通科では、平成 24 年度に初めて SPP の申請を行い、東京大学先端科学技術研究センターの神崎研究室と連携し、高等部 2 年生を対象に、昆虫の感覚と脳と行動のしくみに関する講座を 1 日で実施した。講座後に実施したアンケート結果では、内容の理解や興味・関心に関する項目では肯定的な意見が多かったものの、情報の収集や発表など、実験以外での生徒の主体的な活動については肯定的意見が多くなかった。1 日で終了する講座であったため、討議や発表に十分な時間が取れなかったことが要因であると考えられた（久川・神崎, 2014）。

平成 25 年度も SPP に採択され、再度東京大学先端科学技術研究センターの神崎研究室と連携し講座を行った。平成 25 年度は 24 年度の反省を踏まえ講座を 2 日間にし、生徒自身が実験方法を考えたり、レポート作成をして発表したりする活動を取り入れた。その際、グループ全員の意見をまとめやすくするために、ワークシートを工夫した。生徒がまとめたワークシートは実物投影機を用いてスクリーンに投影し、全員で確認できるようにしたり、発表をしやすくしたりした。その結果、アンケートの全ての項目で平成 24 年度の結果を上回り、特に考察や表現力の項目では大きく上回る結果となった（久川・

神崎, 2015)。

平成 26 年度は、新教育課程の移行に伴い、高等部 1 年生で履修する「生物基礎」の中に DNA や遺伝子について取り上げられるようになった。そこで、高度な実験や発展的な内容を扱うために、東邦大学理学部の佐藤浩之教授と連携を取り講座を行った。佐藤教授は植物を用いた遺伝子組換えに関する研究や、遺伝子解析実験に関する教材開発を行っており、本講座を佐藤教授に学ぶ意義は大きいと考え依頼した。



図 1 講義の様子

2 実施目的・内容

近年、再生医療や遺伝子診断、遺伝子治療など、遺伝子を応用した生命科学分野の発展が目覚ましい。新教育課程で改定された生物の学習内容にも遺伝子に関する内容が幅広く扱われていたり、バイオテクノロジーなど最先端の内容も含まれていたりするため、生徒たちの生命科学に関する興味・関心は高い。高等学校で履修するの学習指導要領の目標には、日常生活や社会との関連を図りながら生物や生物現象への関心を高める必要性が記されており、生徒たちが生命科学に関する講座を受ける意義は大きい。そこで、DNA の構造や遺伝子の働きを学び、ノロウイルスの感受性に関する生徒自身の遺伝子を調べることで、生物基礎で扱った学習内容の理解を深めたり、発展的な内容を学習することを目的とした。講座のテーマは、「遺伝子の働きと遺伝子診断—遺伝子でわかるノロウイルスの感受性—」とし、東邦大学理学部の佐藤浩之教授に依頼し、本校と連携して講座を行った。

対象は本校高等部 1 年生 26 名で、1 グループを 5～6 名とし、5 グループで講義 (図 1)、実験を行った。実施日は平成 26 年 9 月 4 日で、講座当日のタイムスケジュールを表 1 に示した。

手話通訳は、県の登録手話通訳者に依頼し、午前 2 名、午後 2 名計 4 名の手話通訳者を設置した。手話通訳者には事前に講座の資料を送ったり、生徒の実態を伝えたりした。

表 1 講座当日のタイムスケジュール

時間	実施内容
9:30～	講師・手話通訳者との打ち合わせ、準備
10:40～	講義：遺伝子に関する講義
11:00～	実験：DNA を採取して増幅する実験 ・ほおの粘膜の採取と細胞の破壊 ・PCR 法による DNA の増幅
12:00～	休憩
13:00～	実験：DNA の分析に関する実験 ・制限酵素処理と電気泳動 ・遺伝子診断に関する討議 ・実験の結果、考察 討議：遺伝子診断に関する討議、発表
14:40～	まとめ、質疑応答、後片付け

(1) グループ分けと補助者配置

一つのグループを少人数にし、全員の生徒が実験に関われるようにした。補助者は全員東邦大学理学部の 4 年生で、各グループに一人ずつ配置した。補助者は実験の補助や解説を担当し、実験・考察が円滑になるよう参加者同士の議論を促した。各グループにホワイトボードを用意し、コミュニケーションがうまくいかないときや、実験手順を説明するときに使用した (図 2)。積極的に関われない生徒には声掛けをし、全員の生徒が実験に関われるよう促してもらった。補助者は教職課程を選択している学生

が多く、本校生徒と積極的に交流しようとする姿勢が見られた。補助者との交流を通して大学での研究の様子を知ること、大学入学後の具体的なイメージを描くことができ、学習意欲を高めたり、進路意識の醸成につながったりしたと考えられる。



図2 補助者が説明している様子

(2) 手話単語の確認

事前学習時に、生徒に対して手話単語の確認を行った。確認した単語は、講座の中で多く使用されるが、生徒の日常会話での使用頻度が少ない手話単語を講座企画者の筆者が精選したものである(表2)。この手話単語は、打ち合わせの時に手話通訳者にも伝え、講座中はその手話単語を使うようお願いし、頻出単語の手話通訳がスムーズにできるようにした。手話通訳者は、「日常生活で使用しない手話単語を事前に抽出してくださり助かった。」と述べており、手話単語の確認の重要性を改めて感じた。

「マイクロピペット」や「電気泳動」など、標準手話にない手話単語は、筆者が表現しやすい手話を考え生徒と手話通訳者に伝えた。例えば、「マイクロピペット」は、指文字の「ま」+「ピペット」の手話で表現するようにした。また、「電気泳動」はDNAがゲル中を移動する様子を視覚的に表現した。

表2 確認した手話単語

遺伝子診断	ノロウイルス
マイクロピペット	DNA
制限酵素処理	PCR法
電気泳動	遠心分離

(3) 事前学習

講座内には授業で扱わない発展的な内容も含まれていた。夏期休業後すぐに講座が行われるということもあり、事前に一学期の復習と発展的な内容の簡単な学習を行った。事前学習用のワークシートを作成し、1時間の授業で学習できるようにした。特に、「DNAの複製」、「PCR法」について詳しく取り扱った。また、新聞に掲載されているノロウイルスへの注意喚起の記事も使用し、ノロウイルスを身近に感じられるようにした。

(4) DNAを採取して増幅する実験

午前中はDNAを採取して増幅する実験を行った。まず、綿棒を使って自分のほおの粘膜の細胞を取り、細胞を破壊した。次に、タンパク質分解酵素でタンパク質を分解してDNAを取り出した。そして、昼休みを使い、取り出したDNAをPCR法で増幅した(図3)。

実験の内容や手順などは生徒にとって比較的高度な内容であったが、事前学習でDNAの複製やPCR法を学習していたため、一つ一つ理解しながら実験に取り組むことができた。



図3 サーマルサイクラーでDNAの増幅

(5) DNAの分析に関する実験

午後はDNAの分析に関する実験を行った。昼休みに増幅させたDNAを用いて、制限酵素処理を行いDNAを切断した。次に、切断されたDNAの長さを比べて塩基配列の違いを分析するために、電気泳動を行った(図4)。その後、電気泳動の結果を分析するために、DNAを染色してポロライド撮影を

行った。染色と撮影は講師である佐藤教授が担当した。

電気泳動槽への DNA の注入は慣れていない生徒にとって大変困難であったが、補助者が文字や身振りを交えながら伝えてくれたため、生徒は正確に実施することができた。



図4 電気泳動槽への DNA の注入

(6) 遺伝子診断に関する討議、発表

講座の終盤の討議では、夏期休業中に課題で出したレポートや講座で学んだ内容をもとに、遺伝子診断に関してグループで話し合っまとめ(図5)、グループごとに全員の前で発表した。



図5 話し合った結果をまとめている様子

平成 25 年度の講座で行った討議・発表が大変有意義であったため、平成 26 年度もグループの意見をまとめる際にワークシート(図6)を用いて、生徒全員が意見を出せるようにし、まとめられるような工夫を行った。ワークシートは下書き用(A3)2枚と、発表用(A4)1枚を用意し、下書き用には出た意見を羅列し、その後発表用のワークシート

にまとめる方法をとった。下書き用のワークシートを2枚用意し、どのような意見も書きこむように指示することで、活発な討議を行えるようにした。この活動を行ったことで、講座の内容を整理して理解することができ、効果的な発表にもつながった。

図6 討議で使用したワークシート

討議の発表は実物投影機を用いて、書き込んだワークシートをスクリーンに映しながら発表した(図7)。視覚情報がない発表では聞き流してしまったり、要点を落としてしまったりする生徒もいるが、発表者はスクリーンを指しながら発表を行うなどの工夫を行ったため、発表グループの意見を全員で共有することができた。これは、聴覚に障害があり視覚情報が重要な生徒たちにとって、発表者の意見を全員が的確に理解していくための有効な手立てであった。

発表後、発表に対しての補足や感想などを講師から伺った。講師からは、「他の高校よりも活発に議論を行っており、深く考察することができている。」との評価を頂くことができた。

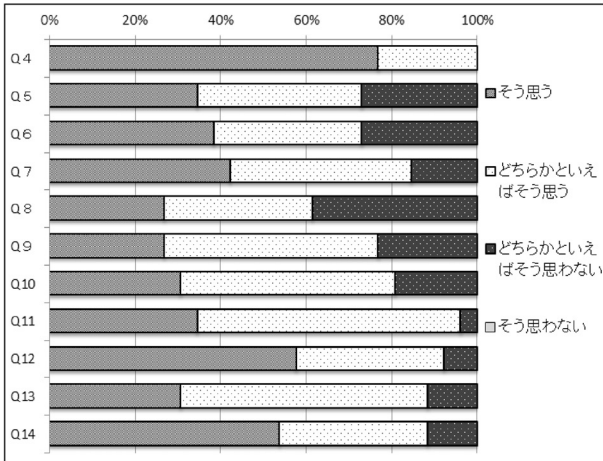


図7 発表の様子

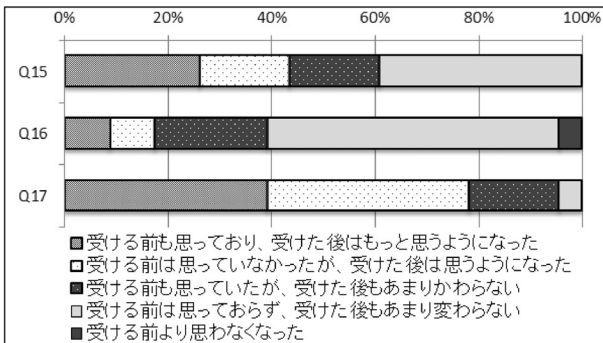
3 アンケート結果

(1) SPP 指定アンケート

講座実施後に SPP 指定のアンケート調査を実施した(図7、8)。Q1~3は学校・学年・性別、Q4~5は内容の理解度、Q6~7は興味・関心、Q8~10は観察・考察、Q11~13は対話能力・表現力、Q14~17は受講による科学技術に対する意識の変化に関する項目であった。



アンケート結果 (Q4~14 N=26)



アンケート結果 (Q15~17 N=26)

① 内容の理解度

内容の理解度を問う Q4~5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どちらの項目も9割を超えた。この結果から、講座の内容は、授業で学習した生物の発展的な内容であったが、おおむね理解できたと考えられる。これは、事前授業で既習事項を復習したこと、生徒主体の実験を通して理解が深まったこと、手話通訳から情報が正しく伝わったこと、講座内で使用される手話単語を事前に確認したこと、各グループに実験補助者を配置したこと等が要因として考えられる。

② 興味・関心

興味・関心を問う Q6~8の結果、肯定的意見がどちらも7割を超えた。この結果から、本講座が知的探究心や自主学習の意欲向上につながると考えられる。これは 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といえる。そして、Q4~7の結果から、講座の目的はおおむね達成できたといえる。しかしながら Q8の「課題を発見することができましたか」の設問では肯定的意見が6割程度にとどまった。これは、講座の流れが、講師や実験補助者からの指示が多く、生徒が自主的に課題を発見する活動が多くなかったためであると考えられる。今後の取り組みに生かしたい。

③ 観察・考察

観察・考察を問う Q9~10の結果、は肯定的意見がどちらも8割前後であった。課題を解決するために、情報を集めたり、集めた情報を活用できていたと考えられる。

④ 対話能力・表現力

対話能力・表現力を問う Q11~12の結果、肯定的意見がどちらも9割を超えた。これは、少人数グループの中で生徒同士で話し合い、協力しながら実験を進めることができたためだと考えられる。また、実験補助者が適切な助言を与えたことで、グループ内の議論が活発になったことも考えられる。Q13「レポート作成や発表ができましたか。」という項目も肯定的意見が9割近くあり、遺伝子診断に関する討議、発表がグループ活動に生かされたと考えられる。

⑤ 科学技術に対する意識の変化

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せんか。」では、肯定的意見が8割近くあった。講座を通して科学技術の有用性や、生徒自身の生活と科学との密接性を認識することができたと考えられる。また、今回のような講座に参加したいと答えた生徒が8割近くいたことから、生徒の科学技術への興味関

心が高まったり、科学技術の重要性を理解できたりしたりしたことがうかがえる。

(2) 独自アンケート

SPP 指定のアンケートは選択式の回答のみであったため、生徒の具体的な感想や意見までは汲み取れなかった。そこで、自由記述による本校独自のアンケートも同時に行った。

アンケート項目は、①講座内の講義について、②講座内の実験について、③普段の授業との関わりについて、④今後の講義や実習について、⑤手話通訳について、それぞれ興味・関心が高かったことなどを自由記述式で記入してもらった。

① 講義について

講義についての記述では、遺伝子診断や、個体間の遺伝子の違いに興味をもったと挙げる生徒が多かった。このことから、授業で学習した DNA や遺伝子に関することが身近に感じることができ、科学的に見る視点が養われたと考えられる。代表的な記述を挙げる。

- ・どんなに顔が良い人であろうと、DNA の 99.9% はその他の人と一致するという事に驚いた。
- ・ヒトとサルとでもかなりの割合で一致するということがわかり、面白かった。
- ・今や遺伝子診断は、高校の理科室でもできるようになっていると知ったときは、ときめくと同時に少し怖くなった。
- ・たった、0.01% の遺伝子の違いで個性が全く異なっていることに興味をもった。
- ・ノロウイルスへのかかりやすさが、たった1つの塩基で違うことを知り興味深かった。
- ・インターネットなどで、簡単に自分の遺伝子検査ができることに驚いた。しかし、恐怖心もあり、自分のことを知り、守るためにも、様々な知識が必要だと感じた。

② 実験について

実験についての記述では、自分の細胞を用いて実験したことやマイクロピペットなど初めて使用する

実験器具に関することについて挙げる生徒が多かった。講義だけでなく、生徒全員が自分の細胞を用いて生徒主体の実験を行うことで、講義で学習した内容を体験的に理解することができたと考えられる。代表的な記述を挙げる。

- ・自分の細胞にいろいろなものを混ぜたり、それを熱したりしたのがとても興味深かった。
- ・実際に研究者が使っているような実験器具を見たり使ったりできたということがうれしかった。
- ・遠心分離などの実験をして、DNA をより身近な存在に感じられた。
- ・マイクロピペットの目盛を変えながら実験をするのが楽しかった。
- ・自分の細胞を取って、細胞を破壊し、タンパク質を分解して DNA を取り出したり、電気泳動は緊張したが、とても楽しかった。

③ 授業との関わりについて

本講座を受講した生徒は、全員「生物基礎」を履修していた。高等学校で履修する「生物基礎」では、「遺伝子とその働き」でゲノムと遺伝子や DNA の構造、タンパク質の合成について扱う。発展的な内容では転写・翻訳のしくみ、遺伝子暗号表、遺伝子の変化について扱う。

生徒の記述から、講義や実習を通して「生物基礎」で学習した内容の理解を深めることができたり、発展的な理解につながったりしたと考えられる。代表的な記述を挙げる。

- ・転写や翻訳、コドン、タンパク質の合成など理解を深めることができた。もっと知りたくなった。
- ・129 番目の遺伝子の違いでノロウイルスにかかりやすいか、かかりにくいかが分かることを確かめた。
- ・塩基配列によって、ウイルスに感染しやすかったり、しにくかったりすることが良く分かった。
- ・塩基に関して、これが暗号で、情報をもっていることについて理解が深まった。

④ 今後の講義や実習について

今後受けたい講義や実習についての記述では、具

体的にテーマを述べる生徒や、今回のように実験が多い授業と述べる生徒が多く、体験的な授業を受けることへの興味関心の高さを知ることができた。代表的な記述を挙げる。

- ・今回のように生物を使った講座で、実験が豊富な講座を受けたい。
- ・天体や宇宙についての講座を受けたい。
- ・情報や機械など、自分の進路と関係がある講座を受けたい。

⑤ 手話通訳について

手話通訳についての記述では、多くの生徒が、「手話通訳はわかりやすかった。」と答えていた。また、講師の声が大きく口形もはっきりしていたため、情報のほとんどを講師から得たという生徒もいた。このことから、事前打合せの時に、生徒の実態やニーズを講師や手話通訳者に確実に伝えられたと考えられる。代表的な記述を挙げる。

- ・佐藤先生に合わせて手話通訳していて、速さも丁度よく分かりやすかった。
- ・事前に確認した手話も含めて、手話が分かりやすく表現されていた。そのため、講義の理解が深まった。
- ・電気泳動など、日常生活で使わない手話は確認してくれたのでよかった。手話通訳を受けるのは初めてだが、分かりやすかった。
- ・事前に手話単語を確認したので手話通訳が分かりやすかった。このような方法は良いと思った。

4 まとめと今後の展望

平成 24 年度から 26 年度の 3 年間、SPP に採択され講座を行った。平成 26 年度の講座では、新教育課程への移行に伴い、遺伝子に関する内容が多く扱われることになったことから、遺伝子の働きと遺伝子診断に関する講義や実験を行った。また、授業では扱わなかった発展的な内容や生徒が主体となる討議や発表を取り入れた講座を計画した。その結果、SPP 指定のアンケートからは、本講座を通して知的探究心や自主学習意欲の向上、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。

独自アンケートの結果からは、興味・関心が高まっただけでなく、既習事項の内容の理解を深めることができたり、発展的な理解につながったりしたことや、講師や手話通訳者に対しての事前打合せの重要性を再認識することができた。

アンケート結果から分かる成果以外にも様々な効果があったと考えられる。生徒は、大学で研究している講師や学生と直接交流したり、大学の研究を知ったりすることで、科学への興味関心が高まっただけでなく、進路意識の醸成につながったと考えられる。また、聴覚障害がある生徒にとって一般に公開されている高校生対象の講座への参加は、情報保障の面から難しいのが現状である。しかし、SPP を利用することで、手話通訳など十分な情報保障のもと、聴覚障害生徒へ講座を実施することができた。そして、生徒の科学技術などに対する興味・関心や知的探究心等を育成することにつながった。

SPP を利用した講座は生徒に様々な成果をもたらしたが、担当した教員にも有意義であった。講師や手話通訳者に、よりの確な配慮をしてもらえるよう、生徒の実態やニーズの把握をこれまで以上に丁寧に行った。また、講座の様子やアンケート結果から、生徒の要望等を知ることができた。これらは、普段の授業の取り組みにも生かせるものである。今後も理科の授業における大学との連携を続けていきたいと考えている。

平成 26 年度の講座では、新聞社の取材もあり、新聞にも掲載され、広く本校の取り組みを発信することができた。

平成 27 年度は SPP の募集がなかったことから、筑波技術大学と連携して高大連携プログラムの一環として講座を実施した。筑波技術大学では、聴覚障害者への専門的教育環境・教育資産を活かし、大学と高校との組織間連携における協調型教育プログラムを実施している。そこで、物理や社会との関係を実感したり、進路意識を醸成したりするために、建築と地震に関する講座を実施した。講座のテーマは「社会活動を支える建築構造工学」で、筑波技術大学産業技術学部の田中晃先生を講師に、学生 3 名をティーチングアシスタントに迎え、2 日間の講座

を行った。

〔謝辞〕

本研究で報告した取り組みは、独立行政法人科学技術振興機構のサイエンス・パートナーシップ・プログラムの支援、東邦大学理学部生物分子科学科の佐藤浩之教授の協力を受けて行われたものであり、ここに関係各位の皆様に感謝申し上げます。

〔参考文献〕

久川浩太郎・神崎亮平（2014）サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した生命工学講座とその効果（1）.筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要,36,60-66.

久川浩太郎・神崎亮平（2015）サイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用した生命工学講座とその効果（2）.筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要,37,68-74.

〔資料〕 アンケートの質問の分類と項目

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ですか
	Q5. 講座の内容は理解できましたか
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・関心をもちましたか
	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

Q1～Q3は、受講者の学校・学年および性別に関する設問