

## 高大連携プログラムにおける細胞生物学講座の取り組み

令和元年度 東京大学との連携

久川 浩太郎

令和元年度、高大連携プログラムの一環として、東京大学と連携して細胞生物学に関する講座を実施した。これは、細胞生物学に関する講座を通して、生物や化学など学校の授業で学んだ内容の理解を深めたり、最新の技術や身近な応用例などの知識を広げたりするために、東京大学工学部の竹内昌治教授と連携して実施したもので、高等部普通科生徒 24 名が参加した。質問紙調査の結果や生徒の感想から、講座を通して知的探究心や自主学習意欲、科学技術に対する意識の向上など、肯定的結果を得ることができた。

キー・ワード：高大連携 細胞生物学 実験・観察 キャリア教育

### 1 はじめに

平成 31 年 2 月に特別支援学校高等部学習指導要領が公示され、平成 31 年 4 月から移行措置期間となっている。新学習指導要領では、生きて働く知識・技能の習得など、新しい時代に求められる資質・能力を育成することや、学校で学んだことを人生や社会に生かそうとする力が重要とされている。また、生涯にわたる学習のために特別支援学校高等部卒業以降の教育や職業との円滑な接続が図れるよう、関連する教育機関等と連携することが示されている。特に理科の指導においては、教科の特性上、大学や研究機関との連携・協力を図るようにすることが強く示されている。聴覚障害者である生徒に対する配慮事項としては、生徒の興味・関心を生かして、抽象的・論理的な思考力の伸長に努めることが示されている。これらのことから、特別支援学校（聴覚障害）において理科を指導する際に、将来を見据えて人生や社会に生かせるような資質・能力を身につけさせることや、学校で学習した内容がどのような研究に生かされているのかを知ったり、進路意識の醸成につなげるために大学等と連携したりすることが求められている。

全国の大学や研究機関では、高校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高校生に分かりやすく伝えるものであり、筑波大学附属聴覚特別支援学

校（以下、本校）の生徒も興味がある講座に参加したいと訴える生徒がいる。しかし聴覚障害者である生徒にとって、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。

そこで、本校高等部普通科では、平成 23 年度から大学や研究機関から研究者を招き、理科の様々な分野に関する講座を行っている。平成 24 年度から 3 年間は、独立行政法人科学技術振興機構が活動支援を行うサイエンス・パートナーシップ・プログラムを利用して講座を実施し、外部講師による講座の有用性が示された（久川・神崎, 2014, 2015; 久川・佐藤, 2016）。平成 27 年度からは筑波大学技術大学等の教育機関や研究機関と連携して講座を実施した。

令和元年度は、授業では取り扱うことが難しい高度な実験や発展的な内容を扱うために、東京大学工学部の竹内昌治教授と連携を取り講座を行った。竹内教授は、人工培養細胞や培養肉に関する研究など、生物、化学、物理学など幅広い分野にまたがった研究を行っている。竹内教授から学ぶことで、既習事項の発展的な内容を体験的に学ぶだけではなく、学校の授業で学んだ内容が研究や実生活でどのように利用されているのかを理解することができると考え、竹内教授と連携を図った。

## 2 実施目的・内容

対象生徒は高等部普通科1年生から3年生の希望者で、24名が参加した。内訳は、1年生15名、2年生7名、3年生2名であった。事前に講師と打ち合わせを行い、生徒の実態や学習内容を伝え、講座の内容を検討した。講座は二学期期末試験終了後の12月4日の午後に、東京大学本郷キャンパスで行った。研究内容や基礎的な知識に関する講義を行った後、実験・観察を行い、最後に研究室見学を行った (Table 1)。

Table 1 タイムスケジュール

時間	実施内容
14:50～	研究内容や実験・観察の基となる基礎的な知識に関する講義
15:30～	実験：人工イクラの生成 観察：培養肉の観察
16:00～	研究室見学
16:20～	質疑応答

### (1) 研究内容や基礎的な知識に関する講義

まず、講師から研究室で取り組んでいる内容や、実験・観察の基となる基礎的な知識に関する講義を受けた (Fig. 1)。

培養肉についてはイラストを用いた冊子が配布され、生徒は興味・関心をもって聞くことができた。



Fig. 1 講義の様子 (右が講師)

### (2) 人工イクラの生成

塩化カルシウム水溶液に、着色したアルギン酸ナトリウムを滴下することで、人工イクラを生成する実験を行った (Fig. 2)。これは、アルギン酸ナトリウムを含む水滴が、塩化カルシウム水溶液に触れることでゲル化し、液滴の表面にアルギン酸カルシウムの不溶性膜が生成される現象であり、人工的に細胞を培養する際に応用される技術である。



Fig. 2 人工イクラの生成実験

細胞の培養に関する研究に応用されることを知ったり、生成した人工イクラを瓶に入れて持ち帰ることができたりすることもあり、生徒は意欲的に実験に取り組んでいた。また、化学反応の結果、様々な色の人工イクラができたことで、化学反応に対する興味・関心も深まったようである。講師から、ひも状のゲルに入れた細胞の様子について講義があると、ひも状のゲルを作成する生徒も見られた (Fig. 3)。

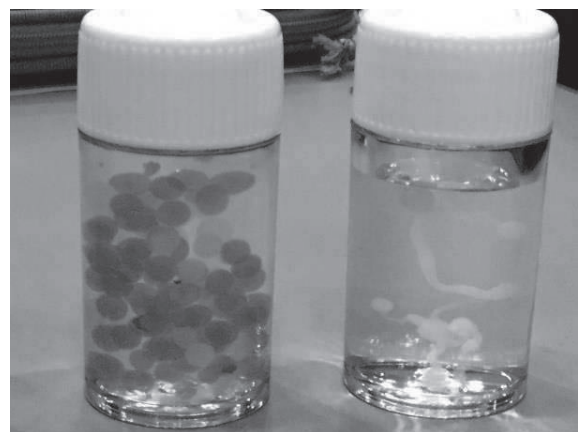


Fig. 3 生成した人工イクラ (左) とひも状のゲル (右)

### (3) 培養肉（筋組織）の観察

ワイヤレスデジタル顕微鏡を用いてノートパソコンの画面で培養肉を観察した (Fig. 4)。培養した筋組織を薄く切り染色したもので、培養肉の研究につながる貴重な試料であり、生徒は意欲的に観察することができた。

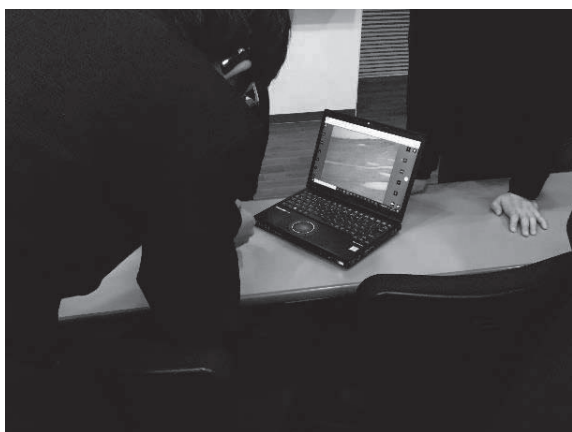


Fig. 4 培養肉の観察

### (4) 研究室見学

二つのグループに分かれて研究室見学を行った (Fig. 5)。大学の研究で使用するクリーンルーム、実験室、学生が過ごすための居などを見学した。実験室には、3Dプリンターやドラフト、クリーンベンチなど、高等学校にはない様々な設備を見学することができた。また、研究している学生から、培養した昆虫の細胞や3Dプリンターで作成した実験用具などの説明を受けることができ、大学での研究や生活について想像するきっかけとなった。

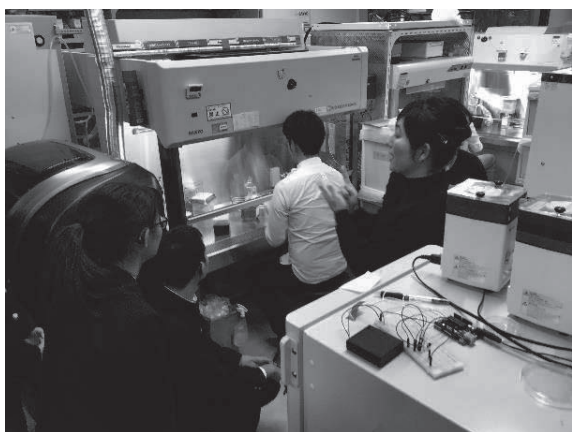


Fig. 5 実験室の見学

## 3 質問紙調査結果と成果

講座実施後、質問紙調査を実施した。質問紙は、本校で実施してきた高大連携プログラムで使用したものを基に作成した。Q1～2は内容の理解度、Q3～4は興味・関心、Q5～7は観察・考察、Q8～10は対話能力・表現力、Q11は今後の高大連携講座について、Q12～14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。また、Q15は既習事項の理解を深めることができたか、Q16は講義や実験の中で興味深かった内容について、それぞれ自由記述式で記述する項目であった。

以下に、調査結果 (Fig. 6, 8)、質問項目 (Fig. 7, 9) を示した。

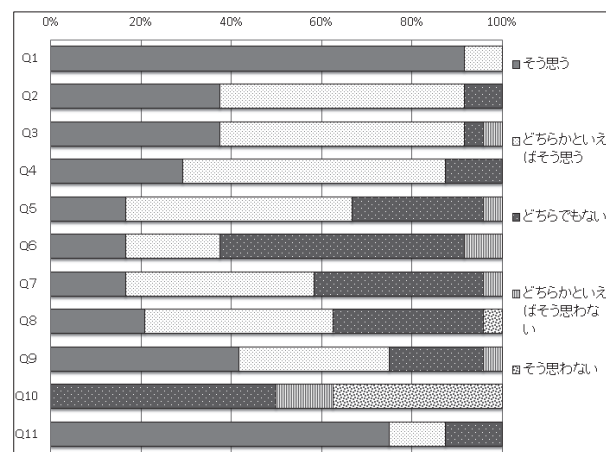


Fig. 6 質問紙調査結果 Q1～11 (N=24)

- Q1 : 今回の講座は、おもしろかったですか。
- Q2 : 講座の「内容」は理解できましたか。
- 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。
- 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、課題を解決するために「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。  
 Q11：今回のような講座があったら、「参加したい」と思いますか。

Fig. 7 質問紙調査項目 Q1~11

(1) 内容の理解度

内容の理解度を問う Q1~2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、授業で学習した内容の発展的なものであったが、おおむね理解でき、講座の難易度は適切であったと考えられる。また、Q1はすべての生徒が肯定的意見であったことから、本講座に対する興味・関心は高く、講座の内容の設定は適切であったと考えられる。

(2) 興味・関心

内容の理解度を問う Q3~4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割程度であった。この結果から、本講座が知的探求心や自主学習の意欲向上につながったと考えられる。これは、高大連携プログラム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、Q1~4の結果から、本講座の目的はおおむね達成できたといえる。

(3) 観察・考察、対話能力・表現力

観察・考察を問う Q5~7、対話能力を問う Q8~9はどれも肯定的意見が5割前後に留まり、Q10の肯定的意見を答えた生徒はいなかった。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り、発表する時間がなかったりしたためであると考えられる。講座の時間や内容等、今後の取り組みに生かしたい。

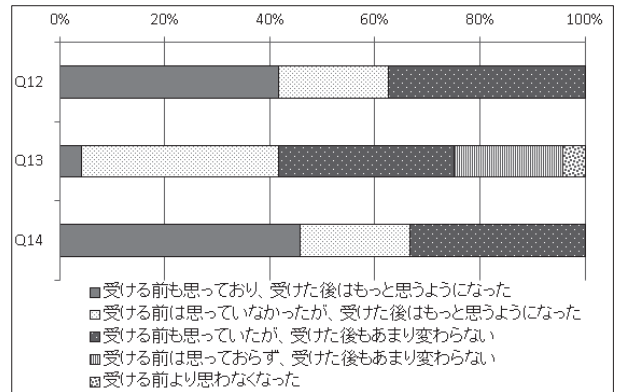


Fig. 8 質問紙調査結果 Q12~14 (N=24)

Q12：今回の講座をうけて、「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。  
 Q13：今回の講座をうけて、「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、「科学技術」や「理科・数学」に興味・関心をもちましたか。

Fig. 9 質問紙調査項目 Q12~14

(4) 科学技術に対する意識の変化について

Q12では、6割以上の生徒が肯定的意見であった。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関り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9割近くいたことから、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。

Q13では4割以上、Q14では7割近くの生徒が肯定的意見であった。講座の前と後で科学技術や関連する仕事への意識の変化があったことがわかり、本講座が生徒に対する科学技術の興味・関心を高めるだけではなく、キャリア教育にも寄与したことが示唆された。

(5) 既習事項の理解の深まりについて

本講座を受講した生徒は、全員「生物基礎」、「化学基礎」を履修していた。高等学校で履修する「生物基礎」では、細胞の構造やタンパク質の合成、「化



学基礎」では、化学変化と化学反応式について扱う。

生徒の記述から、講義や実習を通して「生物基礎」や「化学基礎」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。

- ・細胞分裂をして組織ができていく内容について、理解を深めることができた。
- ・学校で学んだことが、実際にセンサーや培養肉の研究に役立っていることがわかった。
- ・講座を通して、化学反応や細胞に関して理解を深めることができた。
- ・塩化カルシウム水溶液の反応は化学基礎の授業と関連しており、理解を深めることができた。
- ・タンパク質や筋繊維の仕組みについて理解を深めることができた。

#### (6) 講座の興味深かった内容について

講座の興味深かった内容については、竹内研究室で取り組んでいる培養肉に関することや、人工イクラの生成に関する記述が多かった。また、科学技術がもたらす恩恵や社会の変化についての記述も多かった。これらのことから、最先端の研究であっても研究者から直接話を聞くことで興味・関心が高まったり、研究者の話から科学技術に対する見方・考え方が養われたりしたと考えられる。代表的な記述を挙げる。

- ・培養肉の技術が人口増加や地球温暖化対策につながることに興味をもった。
- ・細胞の研究にも応用される技術を用いて人工イクラを作ったのが大変興味深かった。
- ・大学の研究室を見るのは初めてであり、普段見ることができない貴重なものばかりで大変勉強になった。
- ・培養肉の技術に驚いた。肉も細胞からできていると考えるととても興味深かったので、今後さらに勉強したい。
- ・生物と機械を融合して開発する「バイオハイブリッド」について興味をもった。研究中のものが実用化された未来を想像するのが楽しかった。

#### 4 まとめと今後の展望

講座における生徒の様子や質問紙調査の結果、講座を通して知的探究心や自主学習意欲、科学技術に対する意識の向上など、肯定的結果を得ることができた。しかしながら、観察や考察、対話能力や表現力に関する質問項目では肯定的意見が多くはなかった。これは、講座の時間が短かったために課題の収集や意見交換、発表等の時間が取れなかったことが大きな要因であると考えられ、今後の課題となった。今後も他の大学と連携を取り、授業では実施することが難しい実験等、発展的な内容を扱ったり、最先端の科学技術や身近な応用例などの知識を広げたりするような講座を提供していきたい。

#### 〔謝辞〕

本研究で報告した取り組みは、東京大学工学部の竹内昌治教授の協力を受けて実施されたものであり、ここに関係各位に感謝申し上げます。

#### 〔付記〕

本研究は、筑波大学附属聴覚特別支援学校研究倫理審査委員会の承認を得ている。

#### 〔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.
- 久川浩太郎・佐藤浩之（2016）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）.筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要,38,84-91.
- 文部科学省（2019）特別支援学校高等部学習指導要領.