

昆布から手袋を作る高校生

—本校の探究活動への取組—

東京都立多摩科学技術高等学校教諭 吉本 治

1. はじめに

本校、東京都立多摩科学技術高等学校は、科学技術科単科の進学型専門高校である。科学技術科にはバイオテクノロジー（BT）領域、ナノテクノロジー（NT）領域、インフォメーションテクノロジー（IT）領域、エコテクノロジー（ET）領域の4つの領域があり、1学年で各領域の基礎的な知識をつけ、2年次以降に各領域に生徒が配属され、探究活動を行うカリキュラムとなっている。平成24年に文部科学省より第1期スーパーサイエンスハイスクール（SSH）に採択されており、現在SSH3期目3年目である。3期の研究開発課題は「国際的な共同の元での研究をやり抜く力を生徒が主体的に育む教育課程の開発」となっており、さらに昨年度より「未知なる現象を、最先端の環境シミュレーション技術を使って分析することで、新たな価値を創造する力を育成する」というテーマで科学技術人材育成重点校の指定も受けた。SSH校の立場から、科学教育に関する研究開発を行っており、3期目の主な開発課題・仮説として仮説A「研究内容を掘り下げ

る力」の育成、仮説B「研究計画を修正する力」の育成、仮説C「研究交流で対話する力」の育成が掲げられている。それぞれ、探究活動をメインとした授業を軸に身につけられる力である。

2. 本校での探究活動の仕組み

本校の主な探究活動に関わる授業として、1年次は「分野等融合探究（1単位）」、2年次は分野等融合探究に加え「課題研究（3単位）」、3年次に「卒業研究（3単位）」が設定されている。

学校設定科目の分野等融合探究は、2年次以降の探究活動につながるよう共通科目の教員の指導の下、2年生が1年生のメンターとなり探究活動の流れ、考え方を伝える内容となっている。3年間を通して、探究活動に携わるシステムが構築されている本校では、校内で実施される発表会の他にも、連携大学主催の発表会やスーパーサイエンスハイスクール発表会などの外部での発表会にも積極的に参加している。

生徒の中には外部の発表会に参加していく中で、その学習内容を深め、社会的にも認められる研究成果をあげる者もいる。

本校では、さらに校内外の研究ネットワークの構築にも力を入れている。外部での発表会で研究テーマが似ている発表の研究者に積極的に声をかけていき、共同研究の形で、研究の振り返りと振り返り方の共有を行っている。

今回本誌ではこれらの活動の成果として本校ET領域に所属していた生徒3名の生徒が行った



図1 本校の外観

研究の「アルギン酸塩を用いた多価金属イオン架橋を用いた手袋の作成」について紹介したい。

3. アルギン酸手袋の研究が行われるまでの流れ

アルギン酸ナトリウム水溶液（以下 Na-Alg aq）に Ca^{2+} などの多価金属イオンを加えると、ゲルが生じることは一般に知られており、これを利用したものに人工イクラが挙げられる。この反応は、Na-Alg aq に多価金属イオンが加わると、アルギン酸構造中のカルボキシ基が多価金属イオンによって架橋されてゲルができるためだとされている。

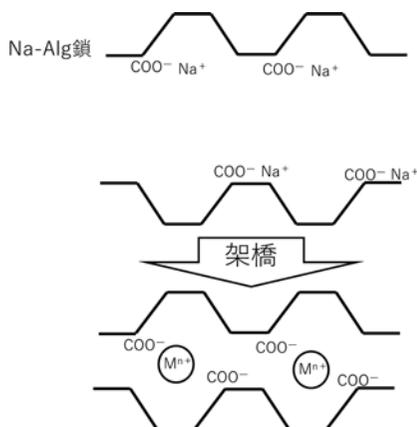


図2 Na-Alg と多価金属イオンの反応

原料である Na-Alg は、廃棄海藻からとることもでき、できたゲルも生分解性を有する。この研究を行っていた生徒はもともとこの生分解性の性質に目をつけ、Na-Alg から生分解性のプラスチックを作ろうと考えていたが、実験中に余った Na-Alg aq を手にまとわせて、塩化カルシウム水溶液（以下 CaCl_2 aq）につけたところ、手の表面にアルギン酸ゲルができ、手にピッタリフィットしたゲルが形成された。当時はコロナ禍であったことから、感染防止の観点から手袋の需要が増えていたこともあり、ここを起点に研究が開始された。

4. 研究中の試行錯誤

Na-Alg を用いた手袋の作成の研究が始まっ

たが、需要の調査、材料として本当に適切かなどの検討が必要であった。

まずもってこの手袋の耐久性は極度に低い。実際、試作品として最初に作った手袋は1分程度で破けてしまったため、手袋が破ける原因を

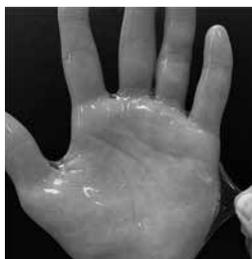


図3 手にまとわせた Na-Alg aq と CaCl_2 aq との反応後の様子

考える必要があった。強度に影響を与える要因にゲル内の化学的・物理的構造の影響があるという仮説を生徒たちは立てた。

そこで、Na-Alg aq の濃度を変化させ、添加物を加えるといった方針で研究は進んでいった。添加物を加える際、考えなくてはならない事として、生分解性の性質を生かすために、添加物も生分解性であり、安価で、人体に優しいものを用いることが求められた。



図4 手袋の完成品

添加する成分によっては手袋の厚みが極端に厚くなるなどの使用感の問題が生じたが、適切な配合を調べ上げ、長時間、強度を保つことに成功した。

次に、実用的な範囲でどの程度の強度があるのかを定量的に測定するにはどのような手法で評価するのが適切かを考える必要があった。

生徒3人で話し合った結果、課題研究中に手袋を作成し、そのまま授業を受け、破れるまでにかかった時間を測定するといった評価方法をとった。

ある Na-Alg の濃度、添加物の配分によって、長時間破けず限定的な作業を行う分には十分に使用できるレベルにまで達した。

5. 研究成果のアウトプット

研究成果のアウトプットとして生徒たちは多数の外部の研究発表に参加した。

代表的なものとして、スーパーサイエンスハイスクール生徒発表会（神戸）やJSEC（高校生・高専生科学技術チャレンジ：JapanScience & Engineering Challenge）などがある。

スーパーサイエンスハイスクール生徒発表会では、作成が簡単なものであることから、実演も行い、聴衆から高い評価を得て、他校の参加生徒からの投票で決まる、生徒投票賞を受賞した。また、JSECでは、デンカ賞を受賞し、朝日新聞に取り上げられるほどの成果が得られた。

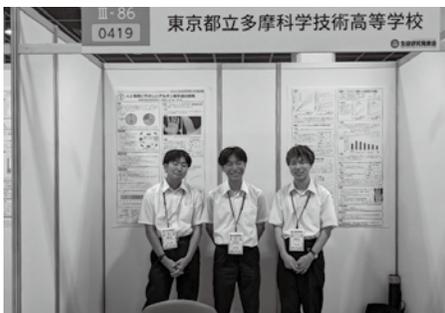


図5 スーパーサイエンスハイスクール発表会



図6 新聞掲載記事

JSECのデンカ賞受賞を経て、ISEF（国際学生科学技術フェア：International Science and Engineering Fair）での発表の日本代表に選出されるまでに至った。

6. その後の展開研究ネットワークの構築

ひょんなことから始まった、アルギン酸手袋の研究であったが、アルギン酸を利用した研究

は全国の高校でも多くあり、南多摩中等教育学校など他校との情報交換をする機会が得られ、さらにその後、素材が安価で、環境にやさしいものであり、化学的特性として化学装飾が簡易であることから後輩たちにもその関連した研究が進んでいる。

現時点では「廃棄海藻からのアルギン酸の抽出」、「アルギン酸フィルムの生成」、「アルギン酸を利用した障害者補助具の作成」など多岐にわたって、このアルギン酸関連の研究が展開されている。

研究ネットワークを構築するにあたって、重要なこととして、情報発信の方法が挙げられる。「アルギン酸塩を用いた多価金属イオン架橋を用いた手袋の作成」の研究は、外部での発表会を多く行い、関連研究との結びつきの体制を作った。また、校内においても、手袋をつけて授業を受けるなど教員間でも話題となるきっかけになり、多くの生徒が認知する本校を代表する研究テーマとなったことが、のちの後輩たちの派生研究につながっている。



図7 学校交流の様子

7. 探究活動に向けた教員の動き（分野等融合）

本校の探究活動のキーワードは、“絶対的生徒主体”である。その基盤に今後なる分野等融合探究について簡単に説明する。本題のアルギン酸手袋の3名も、この授業の先駆けとなる夏季休業中に行われていたデモンストレーション

授業を受けている。

分野等融合探究の授業の目的は主体的な探究力を育成することにある。

探究活動を行う上で、当然、生徒自身が深めたいと思う分野の専門的知識は必要不可欠である。しかし、その知識だけでは研究は行えない。研究を行う上で重要なこととして「背景」がある。科学技術の進歩の多くは社会的な背景を起点として進んでいる。よって、現状の社会的な状況、それを読み解く力、それを表現する力、そもそも何が問題となっているのかを把握する力が求められる。

これらを身につけるためには「科学技術科」の専門的な学習だけではなく、普通教科の知識、技能が求められる。

従来、本校での探究活動は「科学技術科」が一手に担ってきたが、普通教科の先生方にも探究活動に参加していただき、探究活動を学校全体の取組にするということも視野に入れ、分野等融合探究の取組が始まった。

研究における「背景」の設定は「目的」そして「仮説」を立てることに直結する重要な部分である。

この授業は今年度より週時程に含まれた形で始まった授業であるが、2年前からデモンストレーションとして、夏季休業中に実際に普通教科の教員複数名体制で、分野等融合探究の授業が行われた。

その時のアンケート結果を見ると、コミュニケーション力、課題発見力を身につけたとの回答が多くみられた。

本校の生徒感として、そもそも探究に対して

主体的に行う態度が身につけているため、出てきた課題に対して、真剣に取り組む傾向がみられる。

課題研究の授業で一番困難な部分は課題の設定であると考えている。

デモンストレーションではあったが、アルギン酸手袋の研究を行っていた生徒たちはこの授業を受けることで、“課題設定力”を身につける機会があった。

課題研究を行うプロセスとして、生徒が主体的になる準備段階を設けることが必要であり、その後、課題設定力を身につけるフェーズが必要だと考える。多くの専門高校で課題研究の授業が設定されているが、探究活動を行うためには1年間3単位の単位数では明らかに足りず、1年次から主体的に探究活動を育てる態度を育てるとともに、課題設定力を身につけさせる必要があると考えている。

8. 今後の展開

本校での探究活動に対する取組、とりわけ分野等融合から課題研究への接続によってこのような成果が得られたのかの検証が必要である。そのためには、週時程に含まれた分野等融合探究開始年度からの生徒の変化の追いかける必要がある。また、アルギン酸を研究テーマに持ち出す生徒は校内外に多くあることからそこでできたつながりを大事にしたい。

9. 参考文献

- 1) 朝日新聞 (2024年3月25日朝刊)
- 2) JSEC 通信 (2024年2月発行)

工業教育資料 通巻第414号
(10月号)

2024年10月5日 印刷
2024年10月15日 発行
印刷所 恵友印刷株式会社

©  実教出版株式会社
代表者 小田良次
〒102-8377 東京都千代田区五番町5番地
電話 03-3238-7777
<https://www.jikkyo.co.jp/>