

## ②令和 3 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

| ① 研究開発の成果   | (根拠となるデータ等を「④関係資料」に掲載すること。) |
|---|-----------------------------|
| 1. 学校設定科目「課題探究」を中心とした探究力・論理力育成カリキュラムの開発   |                             |
| (1) 前期課程における総合的な学習の時間での取組 (図 3、図 4、表 25)  |                             |
| 前期課程では、総合的な学習の時間の中で、1 年次「ミニ課題探究Ⅰ」、2 年次「ミニ課題探究Ⅱ」、3 年次「ミニ課題探究Ⅲ」を実施してきた。   |                             |
| 1 年次「ミニ課題探究Ⅰ」では、「哲学的思考」を用いて(a)自由に考える力を伸ばすこと、(b)対話する力(生成的対話)を鍛えること、(c)問いを立て(課題設定能力)、「納得解」を見出す力をつけることを目的とした実践を行った。図 3 に示すアンケート調査から、次のことがわかった。設問④では、肯定的な回答が 97.9%であったことから、SDGs や世界の諸問題について新しい知見を取り入れたり、考えを深めたりすることができた生徒が多かったと言える。設問③では、肯定的な回答が 69.7%であり、平均値も唯一、3 以下である 2.9 と低迷していたことから、文献調査や読書による情報収集や自分が求めている情報を整理・判断することを苦手とする生徒がいることがわかった。設問⑤、⑥についてはいずれも肯定的な回答が 90%を超えており、このミニ課題探究Ⅰを通して、論理力及びプレゼンテーション能力の育成が図れたと考えられる。 |                             |
| 2 年次「ミニ課題探究Ⅱ」では、キャリア教育の視点から 4 つの能力の育成を目指し、現実社会と連動しながら「生きる力」を育む「クエストエデュケーション」プログラムを導入した。図 4 に示すアンケート調査から、次のことがわかった。設問③では、肯定的な回答が 87.6%と多く、クエストエデュケーションの企画を考える思考を通して、論理力が高まったと考えられる。さらに、設問②では 89.7%、設問⑥では 96.6%の生徒が肯定的に回答したことから、自らの考えを相手に伝えるための表現力が高まったのではないかと考えられる。  |                             |
| 3 年次「ミニ課題探究Ⅲ」では、「持続可能なまちづくりのための政策案を立案しよう」というテーマで以下の 3 点について実践してきた。  |                             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・つくば市との社会問題ミーティングや個人調査・グループ調査を通して、つくば市の社会的課題について考えることで育まれる「課題設定能力」の育成</li> <li>・グループで一連の探究活動をまとめ、発表の方法を工夫して、持続可能なまちづくりを市役所の方にご提案することで育まれる「課題解決能力」と「情報発信能力」の育成</li> <li>・グループで設定したテーマに対する仮説検証のフィールドワークを検討し、個人探究では得られない探究方法について学ぶことで得られる「情報収集能力」「情報選択能力」の育成</li> </ul>   |                             |
| これにより、後期課程における理数探究に必要な探究力・論理力の育成の素地となる諸能力を、3 年間かけて手厚く培ってきたと言える。   |                             |
| また、つくば市との社会問題ミーティングを 2 回開催し、表 25 に示す政策を立案し、つくば市の職員から意見をもらった。地域行政の専門家であるつくば市役所の方から直接話を聞くことは、新たな知識を得て、興味関心を高めるためにとっても有用であった。  |                             |
| (2) 学校設定科目「課題探究Ⅰ」、「課題探究Ⅱ」、「課題探究Ⅲ」での取組 (図 5)   |                             |
| 図 5 校内発表会直後の課題探究に関する生徒アンケート結果 は校内発表会直後の 5 年次生に取ったアンケート (5 年次 12 月実施) の結果である。課題探究の取組は、身に付いた力が目に見える形では実感しにくく、数年経って大学で研究をはじめた時に、「高校時代の課題探究の経験が役に立った。課題探究をやっていたよかった」と感じられるケースが多いと思われるが、昨年に比べて平均点がいずれも上昇し、設問③では 74.6%、設問①②④⑤ではいずれも 80%を超える肯定的な回答があった。これは、本校課題探究の満足度の高さが見てとれる。これは、「課題探究Ⅰ」と「課題探究Ⅱ」における目的が異なり、段階を経ながら一歩ずつ探究を進められる本校課題探究のシステムがよい効果をもたらしていると考えられる。一方、設問⑥に見られるように、進路選択とは異なり、自分の気になることをテーマとして探究していることがうかがえる。        |                             |
| PROG-H と生徒アンケートの結果から、数値的な面からも生徒の実感的な面からも、本校課題探究が「探究力」の育成に役立っていることが推測できる。  |                             |
| (3) 学校設定科目「課題探究基礎」での取組 (図 5)  |                             |
| 4 年次「課題探究基礎」生徒アンケート結果の生徒アンケート結果 (142 名) より、課題探究を進める上で基礎となる、「文献検索の方法」や「Excel を用いた統計処理の方法」、「発表スライドの作成方法」は身に付いたと実感している生徒が大変多いことがわかる。5 年次生の「課題探究校内発表会」の発表を見ても、オリジナルデータの分析に「相関係数」や「ヒストグラム」、「クロス集計」などを用いている生徒が多く、実際に自分の探究で統計処理を活用することにより、力が身に付いているこ   |                             |

とがわかる。また、課題探究基礎で学んだ「発表スライドの作成方法」を、「課題探究中間発表会」、「課題探究校内発表会」で実際にスライド作成することにより、スライドの作成技術が確実に向上し、論理力の育成に結びついていることがわかる。

さらに、課題探究基礎の授業の中で積極的にファシリテーションの時間を設けたことにより、「意見交換や対話が上達した」と実感している生徒が非常に多いことがわかる。課題探究は「正解のない学び」であるため、「他者と対話することによって得られる気付き」を本校では重視しており、課題探究は多くの人の力を借りることにより、中身の濃いものになることを生徒に知ってもらいたいと考えている。ファシリテーションを通して、「自分の探究に他者の存在が必要である」ことを実感できたことはとても有用なことだと考える。また、「仮テーマによる実証探究中間報告書」、「仮テーマによる実証探究最終報告書」を提出した後と「中間発表会」が終わった後に、自分の探究を振り返り 1000 字程度にまとめるリフレクションを年 3 回行ったことにより、設問⑤からわかるように、「自分の探究を振り返り、課題を次に活かす力が身に付いた」と実感している生徒が大変多いことがわかる。課題探究のオリジナルデータを取ることは簡単ではなく、失敗を繰り返し試行錯誤しながら、徐々にオリジナルデータを取り、分析、考察する力が高まっていくと考えているので、この振り返りは探究力を育成する上で大変重要な活動であることがわかる。

#### (4) 学校設定科目「論理国語」での取組

「論理国語」は、現代文分野と古典分野を総合的に学び、思考の根源となる論理力を養うものである。文章や資料を正確に読み取り、筆者や作者の主張をきちんと理解することが求められる。現代の評論文や小説の読解により身につけた論理力が、古典でも同じように伸長しているのかを確認するため、「土佐日記」の授業の振り返りとして、「本文をどのように読解したか」を振り返りシートに書かせた。生徒の回答として、「助動詞に注目し、きちんと文意を捉えた上で、紀貫之が伝えようとしたことを理解できた」「『御堂関白記』など漢文日記との比較によって、仮名による日記には個人の人間性が書かれていることが感じられた」「雰囲気や勘ではなくて、文法に従って正確に訳をしてみると、作者が伝えようとしたニュアンスがよく分かると思った」などが挙げられた。古典分野においても、生徒の論理的思考力を養うことができたと考えられる。

#### (5) 学校設定科目「数理科学 A・B」での取組

「数理科学 A・B」は従来の数学 A、数学 B の科目に数学と理科の教科融合型の学習内容を取り入れた科目である。物理の「交流回路における位相」について、従来のベクトルを用いた方法と複素数平面を用いた方法を併記し、比較しやすいように説明した。生徒の授業における振り返りからは、「面白かった」、「感動した」などの意見があった。物理の要素を加え、他の数学の学習内容と比較することで、生徒が多面的に捉えたり、数学に対する興味関心を高めることに有効であったと考えている。

#### (6) 理科における学校設定科目での取組 (図 7、図 8、図 9、図 10、図 11、図 12)

1 年次から 5 年次の授業の中で理科出前講座を実施した。

1 年次の出前講座では、「今回の講座では、虹ができる仕組みを、図を使ってわかりやすく教えてくださったので、理解することができました。」「授業では行わない発展的な内容を学ぶことができてよかったです。」など、SSH 出前講座を通して発展的な内容を学んだことで、より興味関心が高まっていた。また、「設問④「光の性質」に関して、理解が深まりましたか。」に対して「よく当てはまる」「やや当てはまる」の回答が 98.06%であったことから、授業を関連しさらに理解が高まったと考えられる。

2 年次の出前講座のアンケートから、この講義が理科の授業内容を深め、興味関心を高めるものに非常に有効であったことがわかる。設問①「講義内容を理解することができた。」や設問③「講義を聴いて、あなたの中で、新しい発見はありましたか。」の「よく当てはまる」「やや当てはまる」の回答は、共に 98%を超えている。また、設問⑤「講義内容から自分なりの問いを立て、考えを深めることができた。」の「よく当てはまる」「やや当てはまる」の回答は、92.90%であり、自分なりの問いを立てやすい内容であり、授業内容と関連付けて考えを深めることができたと考えられる。生徒の意見を見ても、「ヒジキには無機ヒ素が含まれているということだけを聞くと危険に感じるが正しい知識をもてば体にいいものであると知って驚いた」「インターネットでたくさんの情報が出回っているが、しっかりと科学を学んでいき、自分で正しいものや間違っているものを判断できるようにしたい。」など非常に肯定的な意見が多く、有意義な講演になった。

3 年次の出前講座「共有結合の量子化学的な意味」では、原子の組み合わせでできる分子や物質等の構造、性質、機能等は、エネルギーの状態や原子配置等が関わってくることを発展的な内容を用いて学習した。電子の波動性や不確定性原理、波動方程式を専門家の立場からわかりやすい講演を受けることができた。発達段階的に高度な内容ではあったが、設問④の「共有結合の量子化学的な意味」に関して、電子配置や軌道について自ら考えることができましたか。」では、「よく当てはまる」「やや当てはまる」の回答は、98.06%であり、授業内容と関連付けて考えを深めることができたと考えられる。

生徒の感想では、「原子配置は中学生の時に少しやったが、その原子配置がパウリの排他的原理とい

うもので構成されていることを知り、学びが深まったと思う」や「sp 軌道や sp 混成軌道、sp<sup>2</sup> 混成軌道など初めは理解することが難しかったが、その背景にある原理や原則を知ったことで理解が高まったと思う」等の感想を書いていることから、授業での学習がより深まったのではないかと考えられる。

4 年次の出前講座では、重力の測り方には、「物体の自由落下」、「振り子の周期」、「バネの伸び」などの種類があり、なぜ、複数の方法があるのかについて、測定器の支点や構造の観点から、長所・短所を併せて詳しく説明されていた。

重力をはかる目的は、①計量、②地下探査、③測量があるという。その中で特に、①の計量の話の際、「沖縄で 1kg の金塊が、北海道では約 1g 増える」と緯度によって重さが増えるという講師の話に生徒は大変驚きを見せていた。「高く売るために北に行こう！」という生徒もおり、大変興味関心をかき立てられる内容であった。また、豊福隆史氏が所属している国土地理院で測られている重力が理科年表に載り計測機器等の構成に使われていることにも驚きを見せていた。

生徒の感想では、「重力は弱い力だと聞いて、今までもっていた大きな力というイメージが変わった。」「万有引力と遠心力、重力の関係がよくわかった」「ジオイドを元に地球を見てみると、丸ではなくてボコボコしていることを初めて知った」「授業で重力のことを学習したが、具体的な内容とわかりやすい例えがあったのでわかりやすかった」といったものがあり、授業の発展的な内容につながったことから大変有意義な講演であったといえる。

5 年次の出前講座では、系統分類学は、様々な生物を区別し、進化の順に並べていく学問である。基本となるのは、生物を「分ける」学問である分類学と、生物を「つなげる」学問である系統学。前者は、生物の定義付けとグループ分けを、後者は、グループを進化の歴史に沿って並べる役割を担っているという内容であった。系統分類学は生物という受験科目の中のひとつとして見ると暗記が多く、覚えるという作業になってしまいがちであるが「分けるとつなげる。一見矛盾した学問同士が組み合わせることで、生物の歴史をひも解くことができるようになる」といった講師の話や例えから、興味深く講演を聴く様子が見られた。

生徒の感想では、「生物の授業で分類学を学んだときは、系統樹が系統樹にしか見えなかったのですが、今回の先生の講義を聞いて、それぞれの進化にストーリーがあることがわかって、とても面白かったです。」や「動物とはなにか」という問いを分類学と系統という観点から追求するのがすごくおもしろかったです。今では全く異なる形態や生活スタイルの動物でも、実は似たような構造を持っていたり、目に見えないサイズの世界で共通点があったりと驚きがいっぱいでした。」などと、など非常に興味関心が高くなったという意見が多く、有意義な講演になった。

1 年次から 3 年次の理科においては、課題解決型実験観察授業も実施してきた。

1 年次の「味噌から食塩を取り出す方法をさぐれ」は教科書に載っていない内容であり、「液体の正体は何だ。」は教科書の内容をさらに発展した内容で授業を行った。これら 2 つの授業は生徒が課題を解決するために主体的に実験を考えるとともに、実験の手順をフローチャートで表現することで、手順とともに見通しをもって活動を行えるようにすることを目的とした。事後アンケートの設問③の「実験を考え、フローチャートを用いて計画し実践することを通して、考える力は高まったと思うか。」の問いに対し、「よく当てはまる」「やや当てはまる」が 90.32%と答えるように、実践前は予想ができなかったと感じていた生徒も、この活動を通して予想の仕方や実験の見通しの立て方の理解が深まったのではないかと考えられる。また、設問④「実験を考え、フローチャートを用いて計画し実践することを通して、考える力は高まったと思いますか。」の問いに対し、「よく当てはまる」「やや当てはまる」が 90.97%と答えるように、思考力の向上にも良い影響を与えていると考えられる。よって、フローチャートを用いて実験の計画を生徒が自ら行い「課題に見通しをもって観察、実験を計画する場面」の活動を充実させることは、各実験の学習内容を関係付ける力や条件を選択する力などの探究の能力や、主体的に活動する意欲を高めることに有効であったと言える。

2 年次の「モーターの各部位の電圧・電流・抵抗は、どのように変化したのだろうか。」では、発展的な内容としてオームの法則に加えて「逆向きの起電力」の内容を組み入れて授業を行った。2 個のモーターの片方を止めると抵抗が大きくなり電圧が大きくなることで、本来であればもう片方のモーターの電圧が小さくなることでモーターの回転は遅くなるはずであるが、「逆向きの起電力」が小さくなることによって逆にモーターの回転が速くなるというものである。設問④「オームの法則についての理解が深まりましたか。」の問いに対し、「よく当てはまる」「やや当てはまる」が 94.19%と、設問⑤「電磁誘導についての理解が深まりましたか。」が 94.84%と高い値だったことから、発展的な内容を学習することによって、現在学習した内容が深化されるのではないかと考えられる。

3 年次では、小球が斜面を滑り下るとき、速さと高さなど、2 つの量の関係について測定した結果をグラフに表す実験を行った。グラフを描くときは、生徒は数学で学習した一次関数、二次関数を予想する。そこで一次関数や二次関数になるグラフも取り上げるが、定数関数や平方根関数についても取り上げた。机間指導を入れることで、実験結果からでは一次関数、二次関数で表現することはおかしいということに生徒が気づき、データに忠実なグラフを描こうとする姿が見られた。また、一次関

数、二次関数以外のグラフについて、周りと相談し、納得した上でグラフを修正する生徒の姿が多々見られた。アンケートの回答では、設問③「数学で学習したこと（関数）と関連付けて考えることができましたか。」の問いに対し、「よく当てはまる」「やや当てはまる」が 94.19%と、設問④「実験データをグラフ化する際、どの関数を使えばいいか根拠をもって答えることができましたか。」の問いに対し、「よく当てはまる」「やや当てはまる」が 94.84%という結果から、数学で学習したことを理科に活かそうとする思考ができていているといえる。

理科では、アクティブ・ラーニングによる授業改善にも取り組んでいる。

1 年次理科では、授業実践者は授業をより効果的に実践するために、iPad を活用したアクティブ・ラーニングを実施した。実験が始まると、各々が自由な発想で撮影をし始め、身の回りの物体や動作の瞬間を切り取ることができるカメラ機能をとっても効果的に活用していた。さらに、その撮影画像に力の三要素を書き込む活動では、個人または他者との協議の中で、目に見えない力を何度も書き直す様子がみられ、試行錯誤しながら思考・判断・表現を繰り返し行っていた。対話を進めていく中で、新たな疑問や課題が生じ、主体的な学習活動へとつながっていた。実践者はこの 1 年、理科の授業において iPad を活用したアクティブ・ラーニングを実施したことで、入学時と比較し生徒たちの自由な発想や発言が増え、授業が活発になったと感じている。以上の点から、アクティブ・ラーニングを活用した活動は効果的であったと感じている。

2 年次理科における「電流とその利用」では、グループで協働して、1 つの回路の電圧・電流・抵抗を求めていく中で、既習内容と逆の現象が起こっていることに、違和感や不思議さを訴える生徒が多かった。また、課題を解決するためには、オームの法則を必ず使わなければならない、回路や部位ごとに何回も計算している様子が見られた。さらに、本授業ではヒントカードを準備しておいたが、自力で解こうと必死になったり、友人の班と意見を活発に交換し合ったりするなど、主体的に実験や話し合いが進んでいた。これにより、オームの法則の活用方法が定着したり、電磁誘導による電流の起こり方の概念がより深化したりしたのではないかと考えられる。

4 年次「SS 物理基礎」における「波の性質」では、生徒同士の対話を通じて課題に取り組み、生徒にウェーブさせながら、位相の説明を行うという取り組みを行った。これにより、前時に球場等で行われるウェーブを用いたことでさらに本時の課題を身近に感じ、周りの友達との対話が活発に行われていた。また、「位相」という科学的な言語が、前時までに学習した波の波形と媒質の振動についての知識やこれまでの学習や生活経験などと照らし合わせながら主体的に考えるようすも見られた。最初から学習内容をインプットされるのではなく、生徒同士の取り組みから練り上げられたことで、問題演習にもより意欲的に取り組んでいた。

理科と他教科・他科目のクロスカリキュラム授業を開発してきた。

2 年次理科の化学変化とイオン「1 章 水溶液とイオン」の単元の授業に、英語担当教諭が出張講義をした。水の電気分解の応用として塩酸の電気分解を行い発生する気体を特定する授業を英語で説明した。生徒アンケートの自由記述では、「英語の知らない単語が多く、英語の説明にとってもびっくりしたけれど、塩酸の電気分解の仕組みが分かり、楽しい実験になった。」「水の電気分解を学習しているので、塩酸の電気分解も結局は同じように考えればよいことがわかった」「水の電気分解の仕方を思い出して実験を行った。実験技能を身につけることの大切さが理解できた」などという意見が寄せられた。

5 年次 SS 化学基礎の「化学反応の速さと活性化エネルギー」の単元の授業に、物理担当教諭が出張講義をした。「マクスウェル・ボルツマンの分布曲線（分子のエネルギーと分子数の割合を表した曲線）」を、5 年次物理「運動とエネルギー」で学習した『運動量保存の法則、エントロピー』の考え方をを用いて説明した。生徒アンケートの自由記述では、「化学と物理を同時に考えることで、理解しやすくなった。」「化学の授業でそれほど理解できなかった部分が物理でも考えることで理解できて良かった。」「マクスウェル・ボルツマン曲線の疑問を楽しく理解できた気がする。」などという意見が寄せられた。

5 年次 SS 物理の第 1 編力学第 4 章円運動と万有引力「3. 単振動」の単元に、数学担当教諭が出張講義をした。5 年の数学Ⅱでは、整関数までで三角関数の微分は学習していないこともあり、数学担当教諭が物理の時間に先行して行った。数学の学習内容が自然事象の理解に繋がるようにし、速度・加速度の式を、変位の式を時間で微分することで、速度が変位の第 1 次導関数、加速度が変位の第 2 次導関数であることを考えた。生徒アンケートの自由記述では、「数学と物理は関係が深いということが、今回の授業でより実感できた。」「数学の力を伸ばすために、物理も頑張ろうと思った。」「今回の説明で、日常の中での数学や物理の繋がっていることを実感できた。」「微分を用いることで、加速度の公式を導くプロセスが解け、友達に説明できてよかった」などという意見が寄せられた。

6 年次 SS 化学では、鉄を化学と社会の視点から考えることを行った。はじめに鉄について、化学の視点からとらえたメリット・デメリット、社会の視点からとらえたメリット・デメリットをそれぞれ付箋に書き出した。次に、書き出したものをふまえて、鉄の未来について考え、端的に表現した。最後に、共有シートに付箋を貼り、分類したり結びつけたりして整理したものを全体で共有した。この

活動を通して生徒たちは、製鉄は日本が世界に誇る高い技術力である一方、その精製過程で多くの二酸化炭素を排出することで、環境に及ぼす負の影響があることや、その特長からインフラをはじめとした生活に欠かせない基盤となっていることに気づいた。その一方で、武器として使われてきた歴史的背景があることなど、複合的に事象をとらえる生徒もいた。さらに、鉄を作り出した人間がどのように鉄を使っていくかが課題であると考えた生徒もいた。よって、各分野で習得した知識・技能をどのように活用して未来に活かしていくかという思考を身につけたと考えられる。

#### (7) SSH授業研究会 (図 13)

校外の教員を対象とした「教員対象授業公開」の参加者アンケートからは、図 13 のように肯定的な評価を得ることができた。具体的に良かった点を尋ねたところ、次のような回答が得られた。

- ・アクティブ・ラーニングにおける授業の展開、生徒たちの積極的な雰囲気を実際に参観して学ぶことができた貴重な体験であった。
- ・授業においてどこを意識して(どのような点に注意して)行っているかがわかった。
- ・学年や科目問わず、生徒が主体的に対話を行い、学び合う姿が印象的であった。
- ・授業公開と研究協議をセットで行うことにより疑問を解決できたり自身をふり返ることができるのでよかった。

本校の特色ある授業づくりや生徒が主体性をもって学ぶ姿勢を他校に広めるとともに、本校教員の授業改善を促し、ひいては生徒の学びの質を高める一助になっていることを改めて実感することができた。SSH授業研究会が他校への成果の普及の面でも、本校のカリキュラム開発推進の面でも効果的な取組であることが明らかになった。

## 2. 地域連携・高大連携による探究力・論理力育成システムの構築

### (1) つくばサイエンスフロント (図 14)

本年度は、つくば市の約 30 の国等の研究機関や約 300 もの民間の研究機関及び全国・世界の研究施設に目を向けた。その中からいくつかの研究所を調べた上で自分が最も興味をもった研究施設について「つくばサイエンスフロントのあゆみ」を作成した。その結果、計 40 カ所の研究施設についてレポートが作成された。内訳は宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター (JAXA) 15.2%、防災科学技術研究所 7.6%、国立天文台 6.9%、産業技術総合研究所 6.2%、物質・材料研究機構 5.5%であった。人気がある研究施設でも上記の割合であったことから、生徒が調べたいと思う研究施設に広がりがあったと考えられる。また、設問③「他者の説明を聞いたり読んだりするときに、その人の「意見・考察」に対して「自分ならどう思うか」を考えることが多くなった。」の平均値が 3.33、設問④「より建設的に人と話したり議論したりする技術が身についた。」の平均値が 3.52 と高水準であることから、論理力が高まったと考えられる。生徒の感想によると、「産総研には何回もいったことはあるが、展示とは違った内容の研究を知ることができた。」など数多くの肯定的な感想が得られた。オンラインによるつくばサイエンスフロント実施により新しい発見があり、テーマ設定のアイデアを収集することができ、継続実施の効果は有効であった。

### (2) 並木サイエンスインタラクション

SSH講演会では、数学と音楽を軸に、文系理系の垣根を越えた“学びの越境”を主題とした講演を依頼した。STEAM 教育に本気で取り組んでいく本校の趣旨に合ったお話をいただくことができた。SSH講演会の実施後に、参加した全生徒にアンケート調査を行った。その中で、特に STEAM 学習への理解が深まっているとみられる記述が数多く見られた。

SSH講座では、コロナ禍の中で 5 回実施することができた。『国立環境研究所の研究室を見学しよう！』および『物質・材料研究機構の研究室を見学しよう！』では、普段見ることのできない研究機関の研究室を見ることができ、生徒の好奇心を満たすとともに研究者という職業についての理解を深める機会となった。国立環境研究所では、遺伝子冷凍保存の技術について学んだ。絶滅した生物を再生する技術についても学んだ。また、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素量の測定技術について学び、地球温暖化問題について興味を持つきっかけを得ることができた。プラスチックゴミ問題を引き起こすマイクロプラスチックの研究室では、マイクロプラスチックの電子顕微鏡写真を見ることができ、プラスチックゴミ問題について深く考えるきっかけを得ることができた。物質・材料研究機構では形状記憶高分子が医療で実用されていることを学ぶとともにリチウムイオン電池の電力効率を上げる研究の説明を受け、身近な材料がナノスケールの科学技術によって成り立っていることを学ぶことができた。『電子顕微鏡で探るナノスケールの世界～電子顕微鏡で身近なものを観てみよう！～』では、実際の電子顕微鏡を扱う技能やその構造、原理についての理解を深めるとともに、各自の持参したものを観ることによって身近な物質が粒子から成っているということを実感する機会となった。

SSHサイエンスカフェでは、製薬会社、建築士、コンビニエンスストアの商品開発部門など、研究機関に限らず様々な職種の方を講師として招き、交流した。将来科学者として研究室に閉じこもるのではなく、社会のあらゆるところで、様々な形で科学研究がかかわっているということを感じさせることができた。建築士や商品開発者などは従事している方と中高生の間で直接話をするのは珍し

く、仕事内容を知る上で大変有意義な講座となった。サイエンスカフェは座談会形式で後半は生徒からの質問タイムを1時間程度設けている。これは生徒の質問力を育てることを目的としている。どの講座でも生徒が1時間近く積極的に質問し続け、生徒の質問力は大きく向上した。また、1～6年次生の様々な年次の生徒が参加することで、下級生は上級生の質問の視点や質問の仕方を学ぶことができ、これも質問力の向上に繋がっていると考えられる。

#### (3) 筑波大学『全国高校「探究」キャンプ ONLINE』への参加 (図 15)

図 16 の生徒アンケート結果 (17 名) より、テーマ設定やデータの取り方など探究の進め方に対して、自分の仮説を実証するために、大学での研究ではどのような手法が用いられるのかを大学の先生とディスカッションをしたことで、一段高いレベルで人文社会系の探究について考える力が身に付き、「探究力」の育成につながったことがわかる。また、自由記述の中で「他校の文系探究では、調べ学習で終わっていることが多いらしく、オリジナルデータを取って分析・考察することの大切さが分かった」という意見があり、全国の高校生との対話が自分の探究活動の客観視に結びついたことがわかる。また、ディスカッションの機会が多い大学の人文社会系のゼミ活動を体験したことにより、ディスカッションを通して他者からの気づきを重視する本校課題探究のゼミ活動が、大学のゼミ活動につながっていくことに気付いた生徒が多かったことがわかる。

本校で行っている課題探究は、身近な事物をテーマとし、試行錯誤を繰り返しながら理解を深めていくという趣旨である。そのため新規性、有用性を求められる大学での研究とは少々目的が異なる部分がある。しかし、テーマ設定やデータの取り方などに関して、仮説を実証するために大学での研究ではどのような手法が用いられるのかを大学の先生や大学生、大学院生とディスカッションをしたことで、自身の設定した課題に対してどうアプローチしたらよいかを考える「探究力」を養うことができた。文系をテーマとする探究は単なる調べ学習になってしまいがちだが、いかにして「オリジナルデータ」を生み出し、それをもとに考察するかを考える手掛かりとする機会となった。また、ディスカッションを通して他者からの気づきを重視する本校課題探究のゼミ活動が、大学での学びにつながっていくことに気付いた生徒が多かったと思われる。

今回の探究キャンプは大学の人文社会系のゼミ活動に参加できるという全国的に見てもめずらしいイベントであるが、「探究は高校で終わるのではなく、研究に形を変え、大学でも継続していく」ことを知ることができるとても良い機会であることがわかり、今後も参加者を継続的に増やすはたらきかけをしていきたい。また、これまでの参加者を見ると、課題探究において文系の内容をテーマとする生徒が多かった。しかし自身の見地を広げ、設定した課題に対して多面的な見方をするためにも、理系の内容を探究する生徒も、探究キャンプに参加する意義があるように思う。次年度以降は、理系をテーマとする生徒にもより多く機会を与えられるよう、呼びかけをしていきたい。

#### (4) その他の事業 (図 16、図 17)

「CS トレーニング」のアンケート結果より、「即興演技を通して、作品の読み取りの幅が広がった」という生徒が多いことから、演劇的手法を用いた読解が、相手の主張の筋道を読み解く論理力の育成につながることがわかった。また、「自分の中に湧き上がった言葉や感情を、即興演技を通してわかりやすく伝えることができた」という生徒が多いことから、自分の中の言葉や感情を他者が理解できる言葉に変換し、論理的にわかりやすく伝える論理力が育成されたことがわかる。国語の教職員に今回の授業を参観してもらったので、普段の授業から定期的に演劇的手法を用いた読解授業を取り入れていきたい。

「4 校合同 夏休み探究交流会」ので行った生徒アンケートにおいて、設問①から、探究の途中段階をまとめて発表することで、自分の探究を振り返り、課題点を今後活かす機会となったことがわかる。また、設問②から、今回の交流会が新しい気づきや視点を獲得する機会となったことがわかる。他校の探究活動の取組を見る機会は少なく、普段は学校内のメンバー (例えば理系探究の生徒にとっては文系探究の生徒) が異なる視点を生み出す存在になっているが、取り組み方の異なる他校の生徒と対話による協働的な学びを行うことで、既存のパターンを超え、より高次の見方・考え方からテーマ設定や課題解決をする力を養うことができ、課題探究の質の向上に繋がる取組であることがわかる。今後は交流会に参加する学校数を増やししながら発展させていきたい。

### 3. 科学技術人材育成に関する取組

#### (1) 科学研究部での取組 (表 1)

担当の顧問や生徒同志との対話を重ねながら研究を進め、論文やポスターを作成し、様々な発表会に出展している。その過程において、論理的に表現したり伝えたりする技術を身につけることができ、多くの成果を挙げている。今年度は表 2 のように多くの成果をあげることができた。

#### (2) 科学の甲子園ジュニア及び科学の甲子園に関する取組

科学の甲子園ジュニア茨城県大会予選における成績上位者には、茨城県から優秀賞が送られる。本校では1年次、2年次生合わせて61人が優秀賞に輝いた。また、学校賞も受賞することができた。

普段の授業では知識だけでなく、考えることを重視して取り組んでいる。理科においては、実験、

観察についてレポートを作成し、グループでの討議を重ねている。このような活動により、成績上位者を多く生み出すことにつながったと考える。

科学の甲子園ジュニア茨城県大会では、協力して実験に取り組む活動などはなかったが、本校代表生徒 2 チーム (12 名) が個々の最大限の力を発揮し、また、チームワークの良さをいかして、問題を解く仲間と助け合うことの大切さを実感し、わからないことを教え合ったり、考えを共有し合ったりすることが何より大切であることが実感でき、十分に満足感が得られ、とても有意義な活動となった。筆記競技の総合得点により、本校のチームが 2 年ぶりに全国大会出場を決めた。

科学の甲子園ジュニア全国大会では、入賞は果たせなかったが、出場した生徒からは、「楽しめば結果が出るという先輩のアドバイスを受け、プラス思考を心がけ、記述試験に取り組むことができた。」「チームの 6 人全員で協力して、筆記試験の難しい問題を解くことの楽しさを知りました。また、この科学の甲子園ジュニア全国大会を通して仲間と助け合うことの大切さを実感しました。来年もぜひ参加して優勝したいです。」「私は、仲間と協力することの大切さをこの科学の甲子園ジュニアという貴重な体験から学ぶことができたのがとてもよかったです。普段の授業の実験などでも、わからないことを教え合ったり、考えを共有し合ったりすることが何より大切ではないかと思いました。」などの感想を残し、とても有意義な体験であったことがうかがえる。

科学の甲子園については、今回は 5 年次生 1 チーム (A チーム)、4 年次生 1 チーム (B チーム) の合計 2 チームで県大会に臨んだ。県大会は 16 校 29 チームが出場した。その結果、B チームが総合第 1 位、A チームが選考委員特別賞を受賞し、B チームが茨城県代表として全国大会への出場権を得た。

参加した生徒からは、「みんなで一つの問題を解くことがとても楽しかった。」「みんなで悩めたのがよかった。」などの意見があり、改めてチームとして問題を解決することの大切さ、楽しさを強く感じる結果となった。この反省を今後の科学の甲子園だけでなく、授業での課題解決学習にも活かしていきたい。

### (3)「医学ゼミ」での取組

今年度の「医学ゼミ」は、医学部志望者向けに特化した「医学コースプログラム」として実施した。そのため、医学部進学を憧れる 3 年次生の受講者が昨年よりも増えた。一方、昨年度受講者が多かった 4 年次の受講者数は大幅に減少した。昨年度、医学部進学に関する情報を得ることができたことと、今年度の開催日程が平日の放課後、土曜日に集中したため、部活動との兼ね合いから受講を控えたのではと考えている。5 年次生は、昨年度から継続して受講しており、意識の高い生徒が参加していることが、感想文等からもうかがえた。また、進学を目前に控えた 6 年次生に特化した講座を開催することができた。この効果もあり、2 月 18 日現在、東北大学医学部医学科 1 名、筑波大学医学群医学類 4 名、防衛医科大学校医学科 1 名の合格を出すことができた。

医師から直接講義を受けることで、医師に必要な知見、考えを広げたり、大学での模擬授業を体験することができ、医師の大変さ、やりがいの大きさなどを感じる機会となったことが、感想等からも伺える。

## 4. 保護者・教員の変容について

### (1) 保護者の変容について (図 18)

平成 29 年度～令和 3 年度実施のアンケート結果 (図 18) から S S H に関する保護者の意識の変容について分析する。

過去 5 年間の保護者への意識調査の結果である。昨年度と比較したところ、平均点では、最大でも  $\pm 0.05$  以内の変動にとどまっている。また、昨年度と今年度について回答数に偏りがあつたかどうかを調べるために  $2 \times 5$  のカイ二乗検定を行ったところ、いずれの項目においても有意差は見られなかった。

③⑤は昨年度より 0.05 上昇している。これは、HP で S S H 事業に関する情報を発信したことにより微増したことが考えられる。一方、⑨は昨年度比  $-0.03$  となっている。S S H 事業を本校志願の大きな要因として考えている保護者が減少し、他にも魅力的な材料が増えたことが影響していると考えられる。⑰⑱についてはいずれも前年比  $-0.03 \sim -0.04$  である。探究力の育成を保護者に広報しきれていないことが一つの要因として挙げられる。

### (2) 教員の変容について (図 19、図 20)

平成 29 年度～令和 3 年度実施のアンケート結果 (図 19、図 20) から S S H に関する教職員の変容を分析する。

いずれの項目においても、平均点は大きく変化していない。昨年度と今年度について回答数に偏りがあつたかどうかを調べるために  $2 \times 5$  のカイ二乗検定を行ったところ、いずれの項目においても、5%未満での有意差は見られなかったため、大きな変動はないことがわかる。

平均点の上昇が大きかった⑮ (+0.14)、⑯ (+0.11)、⑰ (+0.25) について見ていく。今年度も約 5 分の 1 の教員が入れ替わっており、新任の教員にとって、これまでの学校とは異なり、どの年次でも S S H の研究開発課題に関わる課題探究に携わっている。初めて取り組む教員もいる中で、自分自身

も、そして生徒も意欲的に取り組んでいると考える教員が多くなったため⑮、⑯では平均点が上昇したと考える。また、⑰については、各普通教室に電子黒板が配備され、これまで以上に ICT を活用しようとする気運が高まったために、平均点が上昇したと考える。

次に平均点が下降した項目③ (-0.12)、⑳ (-0.11) について見ていく。③については、これまでの研究開発を継続していく中で、教員の意識が高い中での変容があまり見られないということで、平均点が下降したと考える。⑳については、前述のとおり、教員が入れ替わっている中で、教員に対してSSH事業についての説明が十分ではない点があったためと考える。特に前期課程においては、年次ごとの課題探究に取り組んでおり、年次の担当者はよく理解して取り組んでいる一方、新しく配属された教員は課題探究に慣れることで精一杯だったのかもしれない。このような教員に対する支援についても考える必要があると感じている。

## ② 研究開発の課題 (根拠となるデータ等を「④関係資料」に掲載すること。)

### 1. 学校設定科目「課題探究」を中心とした探究力・論理力育成カリキュラムの開発

今年度の取組で課題の残った事業、検討を要する事業は以下のとおりである。

ア 探究力・論理力の育成におけるルーブリック評価規準の検討と校内での普及

昨年度に引き続き、5年次の校内発表会でルーブリック評価を導入した。評価規準について再度検討する必要があると考えている。また、ルーブリックを取り入れた事例が出てきた。評価内容について教員内で意見を交わし、ルーブリックによる評価が校内で普及していくように検討を重ねていきたい。

### 2. 地域連携・高大連携による探究力・論理力育成システムの構築

今年度の取組で課題の残った事業、検討を要する事業は以下のとおりである。

イ デジタルポートフォリオの作成とその評価

今年度は、つくばサイエンスフロントにおいて視聴した動画のデジタルポートフォリオを作成した。これをもとに、生徒の興味関心について分析を行うとともに、興味関心を示さない分野の体験もできるように、実施方法などについて検討を重ねていきたい。

また、休校期間におけるオンライン授業において、感想や考えた内容についてデジタルポートフォリオを作成した実践が出てきた。今後は、通常授業におけるデジタルポートフォリオについて検討をしていきたい。

### 3. 科学技術人材育成に関する取組

科学研究部、科学の甲子園ジュニア及び科学の甲子園、医学ゼミそれぞれの取組については、これまで多数の成果を出している。今後もこれまで以上の成果が得られるよう、継続していきたい。