

茨城県立並木中等教育学校	指定第 2 期目	29~03
--------------	----------	-------

②令和 2 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報告書「④関係資料(令和 2 年度教育課程表、データ、参考資料など)」に掲載すること)
<p>1. 学校設定科目「理数探究」を中心とした探究力・論理力育成カリキュラムの開発</p> <p>(1) 前期課程における総合的な学習の時間での取組(図 2、3、表 22、図 4)</p> <p>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 2 に示すアンケート調査から、すべての調査項目に対して肯定的な回答が多かった。特に設問⑥では 90%以上が肯定的に回答をしており、論理力、プレゼンテーション能力の育成が図れた反面、設問③では 54.5%しか肯定的な回答をしておらず、文献調査等の情報収集などが苦手な生徒がいることがわかった。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て活動を行った。図 3 に示すアンケート調査から、設問②については、肯定的な回答が 80%程度であり、キャリア教育に関する諸活動が将来の職業・職種に結び付けられない生徒が見られた。しかし、おおむね肯定的な回答が得られたため、生徒の問いを立てる力や論理力などの育成を図ることができた。3 年次「ミニ課題探究Ⅲ」では、個人で地域の課題を発見し、その解決策を考え、模擬請願書という形でまとめ(表 22)、「理数探究」などで必要となる「情報収集能力」と「テーマ設定能力」、「探究力」と「論理力」を身につけさせる目的で行った。つくば市との社会問題ミーティング実施後のアンケート調査の結果(図 4)から、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ても有用であることがわかった。</p> <p>(2) 学校設定科目「理数探究Ⅰ」、「理数探究Ⅱ」、「理数探究Ⅲ」での取組(図 5、6)</p> <p>理数探究で身に付いた非認知能力を数値化するために、理数探究Ⅰがスタートした直後の 4 年次 6 月と校内発表会が終了した直後の 5 年次 12 月に「学びみらい PASS PROG-H」(河合塾)というジェネリックスキル測定テストを受検した。令和 2 年度 5 年次生(143 名)が 4 年次 6 月と 5 年次 12 月で測定されたジェネリックスキルを比較したグラフ(図 5)より、「課題発見力」が UP した生徒が最も多い。これは、本校理数探究ではテーマ設定に 4 年次の 1 年間をかけて、じっくりと自分の課題について考えることができるシステムによる効果と考えられる。次に「構想力」と「情報収集力」が UP した生徒が多い。これは、本校理数探究は 5 年次の目的が「試行錯誤して課題解決する力の育成」であり、オリジナルデータを取ることを必須としていることが影響していると考えられる。自分の仮説を実証するためにどのようなオリジナルデータを取ればよいか丁寧に考える必要がある。効果的な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、試行錯誤しながら新たな方法でオリジナルデータを取ることで、前述のジェネリックスキルが育成されると考えられる。実際に試行錯誤しながら様々な方法でオリジナルデータを取ることが、「実践力」の育成に結びついていると考えられる。また、実際にオリジナルデータを取るという実践を行うことで、「自分のチャレンジがデータを取ることに結びついた」という「自信創出力」につながっていると考えられる。PROG-H を用いてジェネリックスキルの変化を見える化したことにより、本校の理数探究が課題発見力や構想力、実践力などの「探究力」の育成に効果をもたらしていることが明らかになった。図 6 は校内発表会直後の 5 年次生に取ったアンケートの結果である。設問①～⑤の肯定的な回答がどれも 6 割程度を占めていることから、本校理数探究の満足度の高さが見てとれる。これは、4 年次と 5 年次で目的が異なり、段階を経ながら一步步探究を進められる本校理数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。</p>	

(3) 学校設定科目「理数探究基礎」での取組 (図 7)

図 7 の生徒アンケート結果より、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。5 年次生の理数探究校内発表会での発表を見ても、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力が身に付いていることがわかる。また、中間発表会、校内発表会において、学習した発表スライドを実際に作成することで、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。

また、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。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。そして、「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、1000 字程度にまとめるリフレクションを行ったことにより、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。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 (図 8)

4 年次生徒を対象に、昨年と同じ内容のアンケートを実施し、「論理国語」の授業による成果を確認した。今年度は年度当初に感染症による休校期間があり、オンライン配信で昨年と同じ進捗で授業を進めた。対面授業再開後、特に現代文分野での読解力が身につけていないことを痛感し、短期間で効率よく読解力を向上させる必要に迫られ、論理的に読む必要性を昨年以上に強調することになった。その結果が上のような調査結果に反映されているのだと考えている。

(5) 学校設定科目「数理科学 A・B」での取組

「数理科学 A・B」はこれまでの数学 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「反発係数を考慮した自由落下」を扱った授業の振り返りでは、「数学と物理とのつながりを意識できた」、「等比数列の有用性がわかった」などの意見が挙げられた。発展的な内容を入れるため、生徒が様々な現象を多面的に捉えることに有効であると考えている。

(6) 理科における学校設定科目での取組

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「光について」はオンラインでクラスごとに実習を行った。分光などの発展的な内容を学んだことで、設問④で肯定的に回答した生徒は 97.6%であったことから、出前講座を通してさらに理解が高まったと考えられる。2 年次は鳥類に関する講座を実施した。実施後のアンケート調査の結果から、ほぼ全員が肯定的な回答をしており、設問①などで多くの肯定的な回答を得ることができた。また、生徒の自由記述からも非常に肯定的な意見が多く、有意義な出前講座となった。5 年次 S S 物理 α の出前講座では教科書の内容を超える量子スピンの話があった。受講後の自由記述では、出前講座を行うことで新たな知識を得る喜びと共に、さらなる学習の発展が期待できる意見が多数見受けられた。

1 年次の課題解決型実験観察授業では、実験計画を立てる際にフローチャートを用いた。そのため、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 (図 11)。3 年次の 2 つの量の関係についてグラフ化する実習では、実験結果が既習の一次関数、二次関数では説明できないことから、計測した値に従って丁寧に考える必要があるなどの意見があった。

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 年次の iPad で撮影した身の回りの物体や動作の瞬間の画像に力の三要素を書き込む活動では、グループ内での協議から、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・表現を繰り返し行い、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。6 年次 S S 物理 β の演習授業においては、単に問題との対話をするだけでなく、解答解説、教科書、そして生徒との対話を十分に行ってきた。そのため、生徒自身が自分で問題や解説を読み、自分で考える訓練ができ、自

走する学びができたと考えている。

また、理科と英語のクロスカリキュラムを実施した。2年次理科の化学変化とイオンの単元の授業に、英語担当教諭が参加し、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わかり、楽しい実験になった」、「水の電気分解の仕方を思い出して実験を行なった。実験技能を身につけることの大切さが理解できた」などの意見が寄せられた。4年次SS物理基礎の放射線に関する授業では、教科書で一度学習してから英文テキストで復習をするという活動を行った。生徒の振り返りから、一度日本語で学習した内容を英文で読むため、内容がある程度頭の中にある前提での学習ではあったが、科学的な英語の文章は難しいという固定観念を払拭する一つの試みであったと考える。5年次SS生物αの遺伝子組換え実験は、英語表記のテキストを用いて実施した。生徒の感想から、英文テキストを使用し実験が成功したことで、生物分野の学びと共に、英語を学ぶ目的や、大学進学後を想像することのできる学びに繋がったと考えられる。

(7) SSH授業研究会 (図 12)

参加者のアンケートからは、全ての取組に対して高い評価が得られた。特に本校教職員による公開授業、研究協議・実践発表ともに、8割以上の参加者から肯定的な回答を得た。自由記述からも、本校の中高一貫教育を活かしたカリキュラム開発の成果を他校の教育関係者に普及できたと考える。また、本校職員の意見から、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

1年次生では研究内容の動画配信の他に仕事内容や、クイズを紹介するものがあり、自分の興味がある研究や分野について、全国のどこの研究所でどのような研究が行われているかを調べた。生徒の感想から、授業の内容から関連したことや発展的な内容の知識を得ることができたようである。2年次は「つくば科学動画配信 2020」を利用した。生徒の感想から数多くの肯定的な感想が得られ、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。1年間に3回以上オンラインで実施し、新しい発見や幅広く研究の内容がわかることから、継続実施の効果は有効であるといえる。

(2) 並木サイエンスインタラクション

SSH講演会では、前半は「接着剤」の番組例から、番組を作る際の探究活動について、後半は、プレゼン等での内容を伝えるための工夫についての講演があった。途中、生徒のアクティビティを入れるなど、より積極的に参加する工夫が取り入れられた。実施後の生徒へのアンケート調査では、すべての設問での平均値が3を超える結果(図 13)となった。探究活動をまとめている6年次生の自由記述から、4・5年次で実施してきた探究活動を振り返るとともに、探究活動の大切さを改めて実感することができた講演であったと考える。ミニ課題探究を行っている1~3年次生からは、4年次以降の探究活動への新たな決意が見られた。教員に対するアンケート調査では、各項目の平均値は3.3を超えていた(図 14)。感想から、教員自身がためになったという意見が多く挙げられ、生徒にとっても、そして教員にとっても、課題探究の意義、大切さを考えるきっかけとなる講演であったと考える。

SSH講座に関して、「みんなで対話しよう！ウィズコロナ時代の世の中を情報技術(GIS)やサイエンスで幸せにするには」の講座では、前半は「GIS(地理情報)って社会のどんな場面で使われているの？」をテーマに各先生方から小講義を行ってもらい、後半は講師の先生方と様々な課題を解決し、夢のある世の中にするにはどうしたらよいかを座談会形式で話し合った。講座後のアンケートでは、参加者全員が、情報技術(GIS)に関する興味・関心は高まったと回答した。また、生徒の感想から、世界を幸せにするためには情報技術がとても重要な役割をするということを学ぶ有意義な時間になったことが伺える。「おもしろ物理実験室」の講座では、「ものを回すってむずかしい？」をテーマに、①うまく回せるかな？②「回す」ってどういうこと？③回すとどうなるの？について考え、実際にものを

回しながら、数式を使わずに、視覚と体験重視で物理の視点で「回転」の本質に迫っていった。講座後のアンケートでは、参加者全員が「とても楽しかった」もしくは「楽しかった」と回答した。また、生徒の感想として、「普段何気なく見ている回転について深く知ることができた。「物理」とか難しそうで嫌だなと思っていたけど、今回、触れてみると、とっても面白くて、身近にたくさんあるのだなと感じた。物をなにげなく見るより、物理とか他の物と関連づけて考えてみると、深まる見方があるのだなと思った。」などが挙げられた。

SSHサイエンスカフェに関して、「コロナウイルスとは何か！～コロナ時代を私たちはどう生きるべきか～」は3部構成で実施した。第1部では本校理科教諭が「ウイルスと細菌の違い」、「ウイルスの増殖方法」などを解説した。第2部は国立環境研究所の先生が生徒からのウイルスの疑問を生物学的見地から丁寧に解説していただいた。第3部は参加者全員でワークショップ「コロナ時代を私たちはどう生きるべきか」を実施した。「AIをもっと知りたい！」は講師と学校をZoomで繋いで実施した。「AIとは何か（機械学習とディープラーニングの違い）」、「現在のAIには何ができるのか」などの話の後、AIについての質疑応答で盛り上がりを見せた。ちょっと難しいAIをとってもわかりやすく説明していただき、AIについてもっと知りたくなる講座となった。「私たちはアンドロイドロボットとトモダチになれるのか!？」では、アンドロイドロボットの感情制御の研究についての講話の後、アンドロイドロボットは現在どんなことができるのか、人間の感情を認識できるのかなどについて座談会を行った。「論理力を高めるディスカッション」はオンラインで行われた。「みんなが夢中になれる授業とは」について哲学的に対話し、教育の本質にまで対話が到達した。

(3) 筑波大学人文社会系研究室でのゼミ活動体験 (図 15)

図 15 の生徒アンケート結果 (15 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、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。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理数探究のゼミ活動が、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。

(4) CS トレーニング (図 16、17)

第 1 回 CS トレーニングのアンケートの自由記述欄から、対話活動に前向きに取り組むことができたと書く生徒も複数見られた。また、「生成的対話の方法がわかったので実践したい (15 名)」という意見もあり、1 年次で行ったことで今後の本校での学びがさらに有益になると期待される。

第 2 回 CS トレーニングのアンケート結果 (図 17) より、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力が育成できたことがわかった。

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 23)

担当の顧問や生徒との意見交換を行いながら、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。今年度の主な成果は表 23 のとおりである。

(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については、理科の問題や実験においても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有意義な活動となった。また、オンライン開催に向けた放課後の補習を通して、生徒自身が協働の大切さや実験手順の大切さ、考えながら試行錯誤する大切さに気づき、より生徒の関心を高めることができた。その結果、本校 2 年次生で構成した楓チームが総合第 4 位、数学部門第 1 位、1 年次生で構成した Always ride on waves チームが情報部門第 1 位に入賞した。

科学の甲子園については、茨城県大会に 2 チームが参加し、A チームが総合第 1 位、B チームは上位

1/3に入った。参加生徒は、改めてチームで問題を解決することの大切さ、楽しさを強く感じていた。

(3)「医学ゼミ」での取組 (図 18)

今年度は、本校の理数探究ゼミでも医学ゼミを実施するようになった。コロナ禍により、講演会や病院見学会はすべてオンラインによる実施となったが、5年次生にとっても満足のいく内容であったことが設問②④⑤からうかがえる。今後は、研究に対する取組意識を高めていくとともに、医学への志を高め、深い研究活動をするゼミ活動を進めていくことが必要と思われる。

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 19)

平成 29 年度～令和 2 年度実施のアンケート結果 (図 19) では、一番大きく変動しているのは③で、平均値で 0.2 下がった。2×5 のカイ二乗検定、そして残渣分析を実施した結果、「どちらでもない」を選んだ保護者が、今年度の方が優位に多いことがわかった (昨年度 54→今年度 95)。コロナ禍において、学校で実施している S S H 事業に保護者が参加する機会がなく、保護者へのアピールが不足していたと考えられる。

一方、⑨以降は平均値が微増している項目がある。⑨については、本校には S S H 以外にも魅力的なものがあると考えている保護者も一定数あるが、S S H 事業が志願要因として大きな位置を占めていると考えられる。⑬については、保護者の S S H 事業への理解の高さを表していると考ええる。また、⑰⑱⑲については、大学入試改革等において探究することがクローズアップされている中での保護者の期待感の表れであるという見方ができると考える。

(2) 教員の変容について (図 20、21)

平成 29 年度～令和 2 年度実施のアンケート結果 (図 20、21) では、平均値は昨年度から微増している項目が多い中で、微減している項目が見られた。この多くは教員自身の意欲に関する項目 (⑮、⑰、⑳) であった。今年度、教員の約 2 割が入れ替わっている。今年度赴任した教員は探究を含めた生徒の活動を見て S S H 活動に関して好意的にとらえている一方で、まだまだ S S H 活動に意欲的に取り組んでいない一面が垣間見られたと考える。そのような教員集団ではあるが、生徒が実際に行っている探究活動に関わることで、項目⑲、⑳、㉓、㉔のように、生徒は探究活動に意欲的に取り組んでいるという評価をしていることがわかる。コロナ禍の状況下であっても、生徒は意欲的に探究活動に取り組んでいる様子が、これらの項目からも伺うことができる。

② 研究開発の課題	(根拠となるデータ等を報告書「 ④関係資料 (令和 2 年度教育課程表、データ、参考資料など) 」に掲載すること)
------------------	--

1. 学校設定科目「理数探究」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、他の事業においてもルーブリック評価を導入できる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。

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。