

②令和4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。)
<p>1. SSH 取組における成果</p> <p>ア. 課題研究に関する科目の研究開発</p> <p>a. サイエンスリテラシー</p> <p>中学生の段階から主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育成し、併せて学び方やものの考え方、問題の解決や探究活動に主体的・協働的に取り組む態度を身に付けるために「課題研究」を行った。1学年「ミニ研究をしよう」は、テーマをいくつか設定し、研究のまとめでは、グループの仲間と協力して研究の成果を Google スライドでまとめてポスターを作成することができた。また、Google Meet を使って話し合うことができた。2学年では、生徒自身が、興味や関心のあるテーマについて課題を設定することができた。研究のまとめは Google スライドでポスターを作成して、2月の SSH 成果発表会で発表した。Chromebook に慣れていない生徒が多かったが、3学年では少しずつ慣れてきて、SSH 成果発表会の経験を踏まえ、工夫や改善をして実験等を行い、Google スライドでポスターにまとめることができた。</p> <p>b. 学校設定科目 「白堊科学A・B」</p> <p>課題研究を行うにあたり、科学における基礎的な知識や科学の法則や理論が確立された過程を学び、科学的思考力を育成するための科目の研究開発を行った。生徒は、本科目を受講することにより、「理科に対する理解・知識」「実験・観察する能力」「理数教科全般の学力」「論理的思考力」「自主性・積極性・挑戦心」「物事を考える応用力」が向上した。特に、「理科に対する理解・知識」「理数教科全般の学力」で「どちらともいえない」が大きく減り、「向上した」との回答が増えた。実験を多く行い、実験レポートの指導を充実することと、論理的に現象を考えていくことにより、基本的な研究スキルが向上したと考える。また、生徒に対して発表とディスカッションの機会を増やした。これにより「物事を考える応用力」も高まった。</p> <p>c. 学校設定科目 「白堊研究Ⅰ」</p> <p>課題研究実施前に科学的思考力や表現力、探究心等を高め、研究の進め方など基本的な研究のスキル、特に、統計学や批判的思考力など研究の根幹となるスキルを身に付けるため、「基礎スキル研修」「探究活動」「テーマ研究」を行った。基礎スキル研修では、生徒はグループでディスカッションしながら協働して活動をした。今年度より、科学的分析力の強化を図るため、大学の教員による「統計学講座」や「グラフの描き方」等をオンラインで実施し、「探究活動」は「統計学」に関するテーマで行った。「探究活動」におけるポスター発表は県内教員に公開した。SSH 運営指導委員や参加教員からは、テーマが多彩であること、同じデータを使っているのに同じ内容になる班がないことなど、好評を得た。生徒は、データ解析をしっかりと行い、思いもよらないデータの組み合わせも見られ、予想以上の出来になっていた。</p> <p>d. 「総合的な探究の時間（1年次）」</p> <p>よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を育成する。特に、探究活動・発表・振り返りを繰り返すことで、目的や計画を意識する重要性を理解し、2年次「白堊研究Ⅱ」「総合的な探究の時間」の質の向上を図る「探究スキル研修」「探究活動」を行った。探究スキル研修は、生</p>	

徒一人ひとりが探究活動に必要な手立てについて主体的に学び、グループ活動においては生徒同士が目的や目標・方法の違いについてディスカッションをした。探究活動は、「地球をより良くするための提案」「地球をより良くするために何を学ぶか」をテーマにポスターを作成し、発表した。グループでは試行錯誤しながら結果・考察・まとめの表記の仕方、発表の仕方などの工夫について学ぶことができた。さらに、発表を重ねるたびに、プレゼンテーションの方法を工夫するなど、思考力を高める活動ができた。

e. 学校設定科目 「白堊研究Ⅱ」

研究スキルとディスカッション力の向上を図るため、生徒が自らテーマを決めて行うグループによる科学研究に、茨城大学工学系大学院生をチューターとして配置した。生徒は、意識調査において、「白堊研究Ⅱ」で向上した興味・能力・姿勢について5段階評価すると「未知の事柄への興味(好奇心)がある」「学んだ事を応用することへの興味がある」「真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)がある」が4.1と最も高い。「科学技術, 理科・数学の理論・原理への興味がある」「科学技術を正しく用いる姿勢がある」が4.0、「理科実験への興味がある」が3.9など、研究者として必要な資質を十分に育成することができた。グループ研究の利点として、「みんなでディスカッションすることができる」「作業を分担することができる」の割合が高い。また今年度は「コミュニケーション能力が高まる」と答えた生徒も多い。コロナ禍で、教室においても、生徒間でコミュニケーションがとりづらい時期でもあり、そのことに気付いたためと考える。

f. 「総合的な探究の時間(2年次)」

SSH 第Ⅳ期計画において、次年度より開始。

g. 学校設定科目 「白堊研究Ⅲ」

論文作成の基本スキルを身に付けるとともに、研究内容を深化させるため、2年次のSSH成果発表会、3年次のSSH研究発表会で得られた知見を活かした考察の再検討や追加実験、教員とのディスカッションを行った。教員による論文の評価は、ほとんどの生徒が、オリジナリティーを持って研究したと認めている。8割の論文は、レポート形式に則ってレポートを作成できた。結果についても、わかりやすくまとめたものが多い。しかし、考察について、もっと深められる研究は3割程度あった。データの信頼性を標記した研究は26件中6件だった。グラフの表記が不適切な研究も3割程度見受けられ、改善が必要と考える。

イ. 大学や研究機関、産業界との連携

a. 数学力育成講座

数学的知識の枠組みを理解し「数学的リテラシー」を高めるとともに、高度な数学に触れることで、生徒が数学の楽しさ、美しさを実感し、数学研究の興味・関心を高め、科学的思考力の向上を図るため、横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授 中本敦浩先生のもと、「1対1対応の考え方」として、約数の個数、自然数の和の表し方、凸多角形に内接する多角形の個数、対角線の本数、階段格子に含まれる長方形の個数などの問題に取り組んだ。普段の授業では手があまり動かないような数学が得意でない生徒でも、楽しく意欲的に試行錯誤する様子が見られた。

b. 白堊科学セミナー

本校の多く生徒が進学先として選択する工学に触れる機会を設け、工学分野に対する興味・関心を高め、大学への学びへの接続を行うため、茨城大学工学部において、大学教授等による授業を14回行った。当初、一部の講座の受講のみを希望していたが、初日の開講式と茨城大学工学部の紹介で講座参加への意欲が高まり、全講座受講に切り替えた生徒が数名いた。「講座では物理分野、情

報分野など分野が分かれているが、研究やものづくりにおいてはすべての要素が水面下でつながっていることに気づいた」という生徒の感想が大変印象的だった。

c. 科学研修会

研究機関等の訪問や研究者と交流により、科学に関する知見を増やし、学習意欲を向上させるとともに、課題研究のテーマの設定や将来のキャリアを考える上での参考とするため、高校で「茨城大学工学部研究室インターンシップ」「理化学研究所研修」「日立グループインターンシップ～日立一高 OB 訪問～」 「メディカルセミナー(6回)」、中学で「日本科学未来館・東京大学総合研究博物館研修」「ヒカリモ・地層研修会」を行い、生徒の意識を高めることができた。

d. 科学講演会

最先端の研究者を招聘し、研究者を志したきっかけなど、進路選択の参考になる情報を得るため、慶應義塾大学先端生命科学研究所特任教授 福田真嗣氏に「茶色い宝石が切り拓く！病気ゼロ社会の実現」で講演いただいた。「研究者になりたい」生徒は、事前調査において中学生 38.6%、高校生 24%であったが、事後調査では中学生 50.3%、高校生 40.8%に大きく増加した。

ウ. 国際性を高める取組

a. 附属中学コミュニケーション力育成プラン

中学時代にコミュニケーション力の伸長を目的とした取組を行う。5時間授業後の15分間に English 4 skills を用いて英文を聞いたり読んだりして英語に親しむ「イングリッシュタイム」、 「総合的な学習の時間」にディベート大会や異文化交流などを行う「グローバルコミュニケーション」、2学年がブリティッシュヒルズ(福島県)において2泊3日の英語研修を行うとともに、研修に向けた定期的なトレーニングを行い、3学年が京都大学の留学生と日本の伝統や文化について英語でやりとりをする「国内語学研修」を実施した。

b. 学校設定科目 「科学英語」

英語で論理的に表現する力を養い、英語の論文構成を理解したうえで自身の研究を英語でまとめるため、自然科学に関する基礎的な語彙や表現を習得する授業を展開した。授業にあたっては、生徒の実態を踏まえ、英語科教員(ネイティブスピーカー)と理科教員が連携して独自の教材を作成することにより、生徒たちは興味・関心をもって授業に臨み、真剣に取り組む姿が見られた。

c. 白聖英語セミナー

海外研修に向けた実践的英語コミュニケーション力を育成するため、茨城キリスト教大学でネイティブの教員による12回の講座を開講した。授業では体験できない英語へのアプローチで生徒の興味関心が高まり、英語の本質や翻訳の基礎などに触れ、英語は生活や文化を表す生きた言葉だとの認識が高まった。

d. 海外研修

今年度は新型コロナウイルス感染症拡大の影響により中止した。そのため、国内で「留学生との国際交流会」と「カナダオンライン研修」を行った。

エ. 科学部等の課外活動を充実するための取組や科学技術・理数系コンテスト等への参加を促進するための取組

a. 科学研究発表会等での発表及びコンテストへの参加

プレゼンテーション力やディスカッション力など、科学的コミュニケーション力の向上、研究内容の深化、意欲の向上を図るため、多くの科学研究発表会やコンテストに参加した。千葉大学第16

回高校生理学研究発表会において「白堊研究Ⅲ」の研究「ヒカリモの膜の色のRGB値による評価」と物理部「凹面界面での光の全反射による色彩の変化」が奨励賞を受賞した。茨城県高等学校文化連盟自然科学部研究発表会では、生物部「東滑川ヒカリモ公園の洞穴における水位変化の要因を解析する」が口頭発表部門地学分野で最優秀賞を受賞し、来年度行われる全国大会「かごしま総文」に出場する。

b. 科学の祭典・サイエンスショー等でのパフォーマンス

科学的コミュニケーション力の向上と本校SSHの普及を図るため、附属中学校科学部と高校地学部が「青少年のための科学の祭典・日立大会」に、附属中学校科学部と高校物理部が「サイエンスショーフェスティバル」に出展した。

c. 白堊ネイチャースクールでのTAとしての活動

科学系部活動において、コミュニケーションやプレゼンテーション力の向上と本校SSHの普及を図るため、小中学生に科学の楽しさを体験させる「白堊ネイチャースクール」を日立市シビックセンター科学館の来場者と附属中学生に対して実施した。また、生物部がNPO Impactと協力して、小学生を対象とした「海辺の自然体験活動」を開催し、東滑川ヒカリモ公園のヒカリモについて紹介する活動を行った。

2. 生徒への効果とその評価

(1)サイエンス科3年次におけるSSHの取組に参加したことでの興味、姿勢、能力の向上 (p.57 資料8参照)

サイエンス科3年次は、第Ⅲ期4年次に入学した生徒である。1年次から3年次までの「SSHの取組に参加したことでの興味、姿勢、能力の向上」についての意識調査において、1年次からの評価平均の増加の最大値は「観測や観察への興味」「成果を発表し伝える力」で0.4だった。0.3増加した項目は「科学技術、理科・数学の理論・原理への興味」「学んだことを応用することへの興味」、0.2増加した項目は「粘り強く取組む姿勢」「発見する力」「考える力」だった。これは、SSH科目「白堊科学A・B」「白堊研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の成果であると考えられる。

(2)「白堊研究Ⅰ」の効果について(令和3年度のもの) (p.53-54 資料2参照)

「白堊研究Ⅰ」の評価を正確に測定するため、年度最後の授業において、意識調査を行っている。よって、令和3年度1年次生徒のデータを用いて評価する。評価平均の増加の最大値は0.5で「問題を解決する力」「考える力」「成果を発表し伝える力」、0.4増加した項目は「発見する力」だった。「白堊研究Ⅰ」により、研究者として必要なスキルを身に付けることができると考える。能力向上に効果があった講座は、評価平均の最大値が3.3で「テーマ研究」、3.2は「ポスターの作り方」、3.1は「ディスカッションへの貢献」「知の理論Ⅰ 批判的思考力」「体験実験」、3.0は「統計処理Ⅱ エクセルデータ処理」「グラフの描き方」だった。生徒は、基礎スキルを単体で学ぶよりも「テーマ研究」のように実践的に活用することで内容が理解できると考えているようだ。その反面、評価の低い講座は、「ブレインストーミングとタスクボードを利用した学習計画立案」「ブレインストーミングとKJ法による学習計画の検証」「知の理論Ⅱ 演繹・帰納・反証」「統計処理Ⅰ ヒストグラム作成とデータ解析」がある。これらは、研究を進める上でとても大切なスキルであるが、生徒にとって計画を立てることやデータ解析、考察の方法を考えることは難しいようである。設問3は「うまく話がまとまらないとき、どのように対応することが多いですか」と質問した。授業の最初は「多数決で決める」が非常に多かったが、最後は「粘り強く合意点を探す」が多くなった。「白堊研究Ⅰ」において、ディスカッションの機会を多く設けることで、生徒の意識が大きく変容した。

(3)「白堊研究Ⅱ」の効果について (p. 56 図 4-10 参照)

生徒に能力を5段階教科で自己評価してもらった。評価平均はすべて3.3以上だった。評価平均の最大値4.1は「未知の事柄への興味がある」「学んだことを応用することへの興味がある」「真実を探って明らかにしたい気持ちがある」、4.0は「科学技術、理科・数学の理論・原理への興味がある」「科学技術を正しく用いる姿勢がある」、3.9は「理科実験への興味がある」、3.8は「自分から取り組む姿勢がある」、3.7は「観測や観察への興味がある」「周囲と協力して取り組む姿勢がある」「粘り強く取り組む姿勢がある」だった。生徒は、課題研究を行う「白堊研究Ⅱ」に真摯に取り組んでいることがうかがえる。最低値3.3は「独自のものを創り出すことができる」、3.4は「成果を発表し伝える力がある」、3.5は「発見する力がある」「問題を解決する力がある」「考える力がある」であった。生徒は、2月下旬の「SSH成果発表会」に向けて研究をまとめる中で、研究の難しさを感じていたと考える。

(4)サイエンス科3年次生徒によるSSHの評価 (p. 57 資料7参照)

生徒は、3年間のSSHで良かったと思う事業や成果を上げることができた事業として、サイエンス科が履修できるSSH科目「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」「科学英語」を高く評価した。普段の授業では習得が難しいスキルを習得できたためと考える。その成果を発表する「SSH成果発表会インデクシング・ポスターセッション」「SSH研究発表会ポスターセッション」など生徒自身がプレゼンテーション力やコミュニケーション力を向上させる機会も評価が高い。3年間のSSH活動を通して興味や能力が向上した項目について5段階評価をしてもらった。評価平均の最大値4.3の項目は「実験・観察する能力」「プレゼンテーション能力」、4.2は「科学に対する理解・知識」「論理的思考力」「コンピュータ操作」、4.1は「科学に対する興味関心」「自主性・積極性・挑戦心」「応用力」、4.0は「理数教科の学力」「独創性・創造性」「コミュニケーション能力」だった。SSH科目「白堊研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の効果と考える。SSH活動で困ったことについては、「発表準備の大変さ」「時間外活動の多さ」「部活動との両立」「レポートなど提出物の多さ」が挙げられた。これは「白堊研究Ⅱ」の評価が高いことの裏返しで、生徒が研修に真剣に取り組んだことがうかがえる。「特に困らなかった」をあげている生徒もおり、学校生活を計画的に送ることができたと考える。

3. 保護者への効果とその評価 (p. 58 資料9参照)

サイエンス科3年次2クラスの保護者に対してアンケートを実施した。約80%の保護者が生徒をSSHの取組に参加させるにあたって「効果がある」と感じる項目は、「科学技術、理科・数学に関する能力やセンスの向上に役立つ」「理系学部への進学に役立つ」「学校の教育活動の充実や活性化」だった。「SSHの取組によってお子さんの学習全般や科学技術、理科・数学に対する興味、姿勢、能力が向上したと感じますか」の質問に対して3段階評価をしてもらった。評価平均の最大値2.1は「粘り強く取組む姿勢」だった。「お子さんに特に効果があったと感じているSSHの取組はどれですか」の質問に対し、「科学技術、理科・数学に割り当てが多い時間割」「個人や班で行う課題研究(自校の教員や生徒のみとの間で行うもの)」「プレゼンテーションする力を高める学習」を挙げており、「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」などSSHの取組を、保護者は高く評価したと考える。

4. 教員への効果とその評価 (p. 58 資料10参照)

「SSH推進委員会」「サイエンス部」構成メンバーは、すべての教科の担当者が含まれる。教員は、設問1から5の各項目においてSSHの取組にとっても肯定的と考える。「SSHの取組によって生徒の学習全般や科学技術、理科・数学に対する興味、姿勢、能力が向上したと感じますか」の質問に対して各項目を3段階で評価してもらった。評価平均の最大値2.7の項目は「成果を発表し伝える力」、2.3は「自分から取り組む姿勢」「周囲と協力して取り組む姿勢」、2.1は「未知の事柄への興味」「観察・実験への興味」「学んだ事を応用することへの興味」「問題を解決する力」「真

実を探って明らかにしたい気持ち」「考える力」だった。「生徒に特に効果があったと思う SSH の取組はどれですか」の質問に対しては、「個人や班で行う課題研究(自校で行うもの)」「科学者や技術者の特別講義・講演会」「大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習」「課題研究での観察・実験の実施」「プレゼンテーションする力を高める学習」などを挙げた。教員は、SSH 事業を高く評価している。

5. 運営指導委員会における評価

今年度、SSH 運営指導委員に 7 人を迎え、6 月、11 月、2 月に SSH 運営指導委員会を開催した。第 1 回は「SSH 研究発表会」で、生徒による研究発表、ポスター発表を見ていただいた。第 2 回は「白堊研究 I」の公開授業にともなう「探究活動」のポスター発表、その後の外部教員との探究研修会にも参加いただいた。第 3 回は「SSH 成果発表会」を見ていただいた。SSH 第 IV 期計画が開始されたこともあり、運営指導委員の先生方は、より一層、生徒の能力が向上するためにはどうしたらよいかを考えていただいた。とくに、「SSH 成果発表会」では、「目的と結論があっていない」など、厳しいご指摘をいただいた。

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. 科学的思考力の向上を図る探究活動「統計学」の導入・数学力の強化

前計画(第 III 期)における「目指す生徒像(Can-Do リスト)」の生徒意識調査において「エ 数学的な概念・手順・事実・ツールを使って事象を記述し、説明し、予測できる。」「オ データを数学的に評価できる。」に対する肯定的な回答は 50%程しかなかった。そこで、今期から基礎スキル研修において、茨城大学教員による「統計学講座」をオンラインで行い、その内容を活用した探究活動「日立市天気相談所データから法則性を見つけよう」を行った。生徒は、さまざまな統計学的解析が盛り込まれた、アイデア溢れるポスターを作成した。今後、2 年次の「白堊研究 II」「総合的な探究の時間」へと引き継がれ、「目指す生徒像(Can-Do リスト)」が達成されるかを研究する。

2. 「目的」「研究方法(計画)」を意識した「探究活動(ミニ研究)」の複数回実施

「白堊研究 II」において、「研究する」ことが目的となり、「何のために研究をするのか」を忘れてしまう生徒がいる。そこで、「サイエンスリテラシー」「総合的な探究の時間」「白堊研究 I」に探究活動(ミニ研究)の機会をできるだけ多く設け、発表会を開催して、多くの生徒・教員と質疑応答を行い、目的に適した研究がなされていたかを振り返りをする。今期、「白堊研究 I」は「探究活動」と「テーマ研究」、「総合的な探究の時間」は 2 回の「探究活動」を行った。今後、2 年次の「白堊研究 II」「総合的な探究の時間」を行うにあたり、常に「目的」を明確にし、「目的」を意識した取組が行われていくのかを研究する。

3. 成果の普及のために「課題研究」研修会を開催

本校で研究開発する課題研究科目は、サイエンス科における「白堊研究 II・III」である。課題研究前に取り組む科目は、1 年次の「白堊研究 I」と「総合的な探究の時間」である。この他に、「科学英語」では「白堊研究 II」のアブストラクトを作成している。これら「課題研究」に係る科目の公開授業などの研修会を計画的に実施し、「課題研究」の普及を図り、指導方法・評価方法などの研究をしていく。今年度、県と共催で「探究指導講座」を実施した。また、茨城県高教研生物部会で本校の取組を発表する事で、本校が行っている「探究活動」や「課題研究」に興味を示す教員もいた。今後は、県内をはじめ、県外に対しても、本校の「課題研究」の取組を普及していく。