

①令和4年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題									
科学的思考力をもち、科学的ディスカッションができるリーダーを育成するための研究									
② 研究開発の概要									
ア. 将来、科学技術分野の研究者が身に付けておくべき能力を、課題研究を通して確実に育む。特に、研究の過程において、「統計学」を意識させたり、ディスカッションの機会を多く設けたりすることにより科学的思考力や表現力を重点的に育成する。									
イ. 生徒に高いレベルの科学技術や研究者を身近に感じさせ、将来、科学技術分野の職業において自分の能力を発揮しようとする意欲を高める。									
ウ. 日頃からコミュニケーションやディスカッションをする機会だけでなく英語を使う機会を増やす。さらに海外で英語を活用する経験を積み、英語でコミュニケーションができる自信を持たせ、国際的に活躍する人材を育成する。									
エ. 科学が好きな生徒が活躍する機会を多く設け、将来の科学者・技術者を育成する。また、科学技術・理数系コンテスト等への参加を促進するため、科学系部活動部員を中心に中高合同の勉強会を開催する等、意識・知識・思考力の向上を図る。									
③ 令和4年度実施規模									
課 程	学 科	第1年次		第2年次		第3年次		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科 (理系)	241	6	159 (81)	4	153 (51)	5	553 (132)	19
	サイエンス科			81	2	80	2	161	
計		241	6	240	6	233	7	714	19
附属中学校		1 学年		2 学年		3 学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
計		80	2	80	2	80	2	240	6
<ul style="list-style-type: none"> ・附属中学校及び高等学校の全校生徒を対象に実施 ・高等学校サイエンス科（SS クラス）の生徒を対象に実施 ・科学系部活動の生徒を対象に実施 									
④ 研究開発の内容									
○研究開発計画									
第1年次	【中学校】「サイエンスリテラシー」「附属中学校コミュニケーション力育成プラン」「海外研修」								
	【高 校】「白堊科学A・B」「白堊研究Ⅰ」「総合的な探究の時間(1年次)」「白堊研究Ⅱ」「科学英語」「白堊研究Ⅲ」「数学力育成講座」「海外研修」「白堊英語セミナー」「白堊科学セミナー」「科学講演会」「科学研修会」「科学の祭典・サイエンスショーでのパフォーマンス」「科学研究発表会等での発表及びコンテストへの参加」「白堊ネイチャースクールでのTAとしての活動」								
校内におけるSSHに関する発表会は、「SSH 研究発表会」を6月、「SSH 成果発表会」を2月に実施する。外部からの参加教員に、生徒の能力を評価してもらうためのルーブリック評価表を作成する。1年次「白堊研究Ⅰ」等の公開授業を行う。その際、教材開発、授業展開、評価方法の研修会を行う。次年度から開始する普通科2年次「総合的な探究の時間」の授業計画・評価方法の検討を行う。									

第2年次	<p>【高校】普通科2年次「総合的な探究の時間」</p> <p>「SSH 研究発表会」「SSH 成果発表会」で、外部からの参加教員の評価を参考に、課題研究やプレゼンテーションの指導方法やルーブリック評価表を改善する。「白堊研究Ⅰ」等の公開授業では、前年度検討した評価方法を用いて、外部からの参加教員に評価をしてもらい、その結果を基に評価の在り方の研究協議を行う。また、普通科2年次「総合的な探究の時間」においても公開授業を行い、教材開発、授業展開、ルーブリック評価について研究協議を行う。生徒の能力伸長を図る「課題研究」におけるルーブリック評価表については、公開授業後の研修会で作成を進める。また、成果普及のため、HPのレイアウト、開発教材の見直しを行う。</p>
第3年次	<p>中間評価に向け、6月の段階で、生徒全員に意識調査を行い、全体計画の評価検討を行う。また、年度末には、目標達成に向けて、計画の見直しを行う。「SSH 研究発表会」「SSH 成果発表会」のルーブリック評価表については、外部からの参加教員に生徒の能力を評価してもらい、その意見を参考にして、さらに改善する。2年次「総合的な探究の時間」の公開授業では、前年度作成したルーブリック評価表を用いて評価を行い、その後、外部からの参加教員と授業展開・評価方法の研修会を行う。課題研究の指導方法・評価方法の普及のための公開授業の開催時期、研究協議の在り方について検討を行う。</p>
第4年次	<p>「白堊研究Ⅰ」等の公開授業を行い、課題研究に関する科目の指導方法・評価方法の普及に努める。成果普及のため、HPのレイアウトや開発教材の見直しを行う。第Ⅳ期計画終了に向け、本校としての国際的な科学技術人材の育成の検討を始める。</p>
第5年次	<p>SSH 最終年度として全体的な研究開発内容についての結果の集約をする。20年間のSSH事業の財産について再度成果の確認をし、その後の教育活動の在り方について、方向性を決定する。第Ⅳ期計画における教育課程と次期改訂の新教育課程の間をどのように繋いでいくかについて、方向性を決定する。</p>

○教育課程上の特例 ※開設する教科名は「白堊サイエンス」とする。

学科・コース	開設する教科・科目等		代替される教科・科目等		対象
	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	
サイエンス科 普通科	白堊科学A	3	理数物理(物理基礎)	3	1年次 ※表記の仕方 サイエンス科科目 (普通科科目)
	白堊科学B	3	理数生物(生物基礎)	3	
	白堊研究Ⅰ	1	理数探究基礎 (総合的な探究の時間)	1	
サイエンス科	白堊研究Ⅱ	2	理数探究 情報Ⅰ	2	2年次
	科学英語	1		2	3年次
	白堊研究Ⅲ	1		2	

「理数物理」「物理基礎」は学校設定科目「白堊科学A」で、「理数生物」「生物基礎」については学校設定科目「白堊科学B」で、分野の基本的な概念・原理・法則の理解をした上で、科学分野全般について触れ、実験等により自然に対する関心や探究心を高めるとともに、研究に必要な基礎スキルの修得を目指し、科学的な自然観の育成を図ることで目標達成ができる。「理数探究」「理数探究基礎(総合的な探究の時間)」は、学校設定科目「白堊研究Ⅰ」「白堊研究Ⅱ」「白堊研究Ⅲ」で課題研究を行うことで目標を達成できる。「情報Ⅰ」の「コミュニケーションと情報デザイン」「コンピュータとプログラミング」「情報通信ネットワークとデータの活用」は、「白堊研究Ⅱ」「白堊研究Ⅲ」で課題研究を進める中で、情報通信ネットワークなどを適切に活用した情報の収集・処理とともに、課題解決を進める中でのプログラミング活用、データ解析、発表用のポスターや論文作成、口頭発表におけるプレゼンテーション用資料作成、ICTを活用した情報共有やコミュニケーション・ディスカッションを行い、「情報社会の問題解決」は、学校設定科目「科学英語」で海外のサイトからの情報収集やサイトの選択、教育ソフトの活用、コミュニケーションツールの活用などを学ぶことで、情報の活用と表現、情報通信ネットワークとコミュニケーション、情報社会の課題と情報モラル、望ましい情報社会の構築等を理解することができる。

○令和4年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項

学科・コース	第1年次		第2年次		第3年次		対象
	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	
サイエンス科	白堊研究Ⅰ	1	白堊研究Ⅱ	2	白堊研究Ⅲ	1	全員
	総合的な探究の時間	1	科学英語	1			
普通科	白堊科学A	3	総合的な探究の時間	1			全員
	白堊科学B	3					

「白堊科学A」は、物理現象を模式化する方法を学ぶとともに、化学分野も学ぶ。「白堊科学B」は、生物分野の実験を通し、実験ノートの作り方を学び、地学分野の実験も体験する。これらは、研究テーマ決定への基礎になる。「白堊研究Ⅰ」は、研究の基礎スキルやディスカッション力を身につける。研究の信頼性を高めるため「統計学」の活用法も学ぶ。1年次「総合的な探究の時間」は、「何のために研究するのか」「どのように研究するのか」を常に意識することを心掛ける。サイエンス科「白堊研究Ⅱ」は科学をテーマに課題研究を行い、「白堊研究Ⅲ」で論文作成をする。「科学英語」は科学を英語で学ぶほか、論文の英文アブストラクトを作成する。

○具体的な研究事項・活動内容

ア. 課題研究に関する科目の研究開発

a. サイエンスリテラシー（総合的な学習の時間）

中学生の段階から自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、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する。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つけるため、科学研究を行い、ポスター発表をする。

b. 学校設定科目「白堊科学A・B」

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ぶことで、科学的思考力を育成する。また、実験等を通して、事物・現象を明らかにするための実験方法・実験器具の使い方を学び、科学的・数学的な考察、表現する能力と態度を育て、創造的な能力を高める。科学の知識を身につけることにより「白堊研究Ⅱ」のテーマ設定にもつながる。

c. 学校設定科目「白堊研究Ⅰ」

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つける。

d. 「総合的な探究の時間」（1年次）

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。

e. 学校設定科目「白堊研究Ⅱ」

課題研究を進めていく中で、研究スキルの向上を図るとともに、主体的・対話的な学びを体験し、対話的な学びが、深い学びにつながることを実感することで、研究におけるディスカッションの重要性に気づかせ、生徒のディスカッション力の向上も図る。中間報告会や発表会を行うことにより、「目的」と「研究方法(計画)」にずれが生じていないか、「目的」は達成されるかを吟味する。「サイエンスリテラシー」「白堊研究Ⅰ」「総合的な探究の時間」での取組を踏まえ、研究を通して、科学的思考力の向上を図る。

f. 「総合的な探究の時間」（2年次）

課題研究を行い、問題発見能力、問題解決能力の育成を図る。

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つけ、研究内容を深化させる。大学で研究するために必要なスキルを身につける。

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、「白堊研究Ⅱ」の参考にする。また、科学的思考力の向上を図る。

b. 白堊科学セミナー

高校生にとってなじみの薄い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、「白堊研究Ⅱ」のテーマ設定や進路選択の一助とする。茨城大学工学部教授等による講義を14回受講する。

c. 科学研修会

研究機関等を訪問したり、研究者と交流したりすることで、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。

d. 科学講演会

最先端の研究者を招聘し、講演会を実施する。講演内容については、専門分野の話題に加えて、研究テーマとの出会い、研究の進め方や困難の克服に関するエピソードや、高校時代どのようなことを考えていたか、研究者を志したきっかけなど、課題研究のテーマ設定や進路選択に参考となる情報を含める。

ウ. 国際性を高める取組

a. 附属中学校コミュニケーション力育成プラン

将来、国際的に活躍する人材を育成するため、「海外サイエンスセミナー」で国際的な科学交流を行うため、中学段階から英語を含めたコミュニケーション力の向上を図る。

b. 学校設定科目「科学英語」

将来、国際的に活躍する科学技術人材を目指し、科学を学ぶための英語コミュニケーション力を身に付ける。

c. 白堊英語セミナー

海外研修に向け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において、ネイティブスピーカー等の講義を12回受講する。

d. 海外研修

実践的英語コミュニケーション力の育成により学習意欲の向上を図る。

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、研究発表会等に出展する。

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を図るため、地域が主催するイベントにブースを出展し、科学実験等を行う。

c. 白堊ネイチャースクールでのTAとしての活動

コミュニケーションやプレゼンテーション力の向上を図るため、本校等において、小中学生向けの実験・観察会を行う。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

本校生徒と外部の方が直接ディスカッションすることで、本研究の成果を体感してもらえと考へ、外部に向けて「SSH研究発表会(6月)」「SSH成果発表会(2月)」を開催したり、大学等の

研究発表会への積極的に参加したりした。生徒は、コンテスト等で受賞するなど高い評価を得た（p. 60 資料 12 参照）。その他にも、科学系部活動の生徒が地域で行われるイベント等に参加し、小中学生を対象に日頃の成果を発表したり、科学の楽しさ不思議さを伝えたりする活動を行った。

また、県内の教員に対して、令和 4 年度未来の科学者育成プロジェクト事業「探究指導講座」を県と共催して開講した。そこでは、本校 1 年次生徒全員が取り組む「白堊研究 I」の統計学を活用した探究活動のポスター発表会を行った。参加教員には、発表する生徒たちとディスカッションしていただいた。その後、本校が取り組む探究活動の指導方法について報告をし、質疑応答を含めた研修会を実施した。その他に、茨城県教育研究会生物部実験指導委員会や高校教員研究会「いばらきサイエンスコンソーシアム」においても、本校の取組を発表した。

本校の HP においては SSH のページを設け、「SSH 研究開発実施報告書」「SSH 通信」「SSH 事業報告」や本校でこれまでに研究開発した「白堊研究 I・II・III」の指導案やルーブリック評価表等を掲載している。

○実施による成果とその評価

(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「粘り強く取り組む姿勢」「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、年度最後の授業に意識調査を行っているため、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」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。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」だった。生徒は、「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」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・成果を上げることができた事業として、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、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」だった。SSH科目「白聖研究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。「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。

○実施上の課題と今後の取組

1. 研究開発実施上の課題

- (1) 「目指す生徒像(Can-Do リスト)」に対する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(第Ⅳ期)から「白聖研究Ⅰ」の探究活動に、「統計学」を導入した。今後、2年次の「白聖研究Ⅱ」「総合的な探究の時間」へと引き継がれ、本校が掲げる「目指す生徒像(Can-Do リスト)」が達成されるかを研究する。
- (2) 「白聖研究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」「白聖研究Ⅰ」に探究活動(ミニ研究)の機会を多く設けた。探究活動で、発表・振り返りを繰り返すことで、課題設定の重要性に気づき、常に「目的」「研究方法(計画)」を意識した研究ができるようになると考えた。今後、2年次の「白聖研究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) 「課題研究」の指導に不安を感じる場合、これまで培ってきたものを生かし、教員同士がディスカッションをすることで解決策を見出している。そこで、他校の「課題研究」の指導に不安を感じる教員に対し、本校が行っている生徒が主体的に行う「課題研究」の進め方や生徒の活動の様子、普通科「総合的な探究の時間」の生徒の活動の様子、教員のサポートの仕方、地域人材の活用についての普及を図ることは、非常に重要と考える。

2. 今後の研究開発の方向性

- (1) 科学的思考力の向上を図る探究活動「統計学」の導入と数学力の強化を図る
- (2) 「目的」「研究方法(計画)」を意識した「探究活動(ミニ研究)」を複数回実施する
- (3) 成果の普及のために「課題研究」研修会を開催する

⑥ 新型コロナウイルス感染症の影響

イ. 大学や研究機関、産業界との連携

c. 科学研修会

「JAXA・ミュージアムパーク研修」を中止した。

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

「海外語学研修」を中止した。その上で「京都大学留学生との文化交流会」を行った。

d. 海外研修

「海外サイエンスセミナー」を中止した。その上で「留学生との国際交流会」を行った。

「イギリス研修」を中止した。その上で「カナダオンライン研修」を行った。