

①令和3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									
(1) 中高一貫校の特性を生かし、課題研究の指導に重点をおいた教育課程の開発									
(2) プレゼンテーション能力やグローバル化に対応した外国語コミュニケーション能力の向上に加え、リーダーシップ教育や「知の理論(TOK)」のエッセンス導入によるディスカッションのできる生徒の育成									
(3) 茨城大学工学部等と連携し、大学での講義や大学での研究に必要となるスキルの先取りを実施するなど高大連携の強化									
(4) 日立製作所等の企業城下町である日立市の特性を生かした、地域人材の活用									
(5) 本校中高生によるサイエンスショーなどを通じた、地域の小中学生に科学の面白さを伝える活動や、地元の理科教員等の授業スキル向上を図る公開授業の実施など、SSHの成果に係る情報発信機能の強化									
③ 令和3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)	240	6	155 (54)	4	155 (63)	5	550 (117)	19
	サイエンス科			80	2	80	2	160	
計		240	6	235	6	235	7	710	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	【附属中学】「サイエンスリテラシー（1学年）」 「附属中学コミュニケーション能力育成プラン」「海外研修」を開始。								
	【高 校】「白堊科学A・B」「白堊研究Ⅰ」「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」を開始。 平成28年度入学生（2年次サイエンス科）については、第2期SSH計画を継続し、「科学研究」「科学英語」を実施した。また、「第2年次（平成30年度）」における「白堊研究Ⅱ」の準備を始め、計画が円滑に進むように配慮した。茨城大学工学部とも十分に話し合いを進めた。各事業の記録を十分に取るとともに、各種マニュアルの仮版を作成、内容の検討を行った。校内におけるSSHに関する発表会は、「SSH中間報告会」を12月、「SSH科学研究成果発表会」を2月に実施した。								
第2年次	【附属中学】「サイエンスリテラシー」2学年の計画を開始。								
	【高 校】「白堊研究Ⅱ」「科学英語」開始。 「白堊研究Ⅱ」における茨城大学工学部との連携研究を実施した。各事業を記録し、検討・精査するとともに、各種マニュアルの仮版を作成、順次精選した。校内におけるSSHに関する								

	発表会は、「SSH 成果発表会」を2月に実施した。第3期の計画において「白堊研究Ⅱ」のまとめ（論文作成）を3年次の「白堊研究Ⅲ」で行うため、「SSH 研究発表会」は、翌年6月に実施予定である。
第3年次	【附属中学】「サイエンスリテラシー」3学年の計画を開始。 【高校】「白堊研究Ⅲ」開始。 SSHの中間年として、事業についての見通しをしっかりと立て、計画について十分吟味した。今後、目標達成のために修正計画を立てる。校内におけるSSHに関する発表会は、課題研究の最終的な報告となる「SSH 研究発表会」を「白堊研究Ⅲ」の一環として6月に実施した。2年次「白堊研究Ⅱ」の成果を報告する「SSH 成果発表会」は2月に実施した。本研究の中間報告もここで行った。各種マニュアルは完成しつつある。
第4年次	SSH中間評価を受け、全体計画の検討を行った。茨城大学工学部との連携研究も継続的に行い、「白堊科学セミナー」はオンラインで行った。「白堊研究Ⅱ」におけるチューター配置による成果も出ている。SSH 事業における生徒とのコミュニケーションにおいて ICT 化を進めた。教員研修も、各事業で数多く行った。各種マニュアルをほぼ完成した。
第5年次	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を集約し、成果と課題を明確化した。課題解決に向けて、次計画を立案した。内部研修と普及を兼ねて、「白堊研究Ⅰ」の公開授業を行うとともに、これまで研究・蓄積してきた「白堊研究Ⅰ」の指導案、及び「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」のルーブリック評価表をHPに掲載した。

○教育課程上の特例

既存の枠組みでは対応できないことから、以下に挙げる教科・科目のそれぞれの単位を減じ、学校設定教科「白堊サイエンス」を開設した。

- (ア) サイエンス科1年次で実施する「理数物理」3単位、または、普通科1年次で実施する「物理基礎」3単位
- (イ) サイエンス科1年次で実施する「理数生物」3単位、または、普通科1年次で実施する「生物基礎」3単位
- (ウ) サイエンス科2年次（SSクラス）で実施する「社会と情報」2単位
- (エ) サイエンス科2年次（SSクラス）で実施する「課題研究」1単位
- (オ) サイエンス科2年次（SSクラス）で実施する「総合的な探究の時間」1単位
- (カ) 3年次で実施する「総合的な探究の時間」1単位

学校設定教科「白堊サイエンス」11単位は、以下のような科目設定で展開した。

学校設定科目「白堊研究Ⅰ」	1単位	「1年次生徒全員を対象に実施」
学校設定科目「白堊科学A」	3単位	「1年次生徒全員を対象に実施」
学校設定科目「白堊科学B」	3単位	「1年次生徒全員を対象に実施」
学校設定科目「白堊研究Ⅱ」	2単位	「2年次SSクラス生徒を対象に実施」
学校設定科目「科学英語」	1単位	「2年次SSクラス生徒を対象に実施」
学校設定科目「白堊研究Ⅲ」	1単位	「3年次SSクラス生徒を対象に実施」

○令和3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
	白堊科学A	3	科学英語	1			
普通科	白堊科学B	3					全員

「白堊研究Ⅱ」で科学をテーマに課題研究を行った。その論文を「白堊研究Ⅲ」で作成した。「科学英語」では、科学を英語で学ぶほか、論文のアブストラクトを英語で作成する。「白堊研究Ⅱ」における研究の進め方や考え方は、「白堊研究Ⅰ」でディスカッションをしながら身につけていった。「白堊科学A」では、物理現象を模式図化する方法を学ぶとともに、化学分野についても学んだ。「白堊科学B」では、生物分野の実験を通し、実験ノートの作り方について学び、地学分野の実験も体験した。また、「白堊科学A・B」は、研究テーマの参考にもなった。

○具体的な研究事項・活動内容

教育課程等に以下の科目・取組を配置し、それぞれの中で、協働的に学んだり、ディスカッションをしながら理解を深めたりする学習を計画的に取り組むことで、最終的に発表会などにおけ

るディスカッション能力の向上を図った。

(ア) 課題研究に関する科目

①学校設定科目「白堊研究Ⅱ」（サイエンス科2年次）の研究開発

課題研究を進めていく中で、研究スキルを向上させるとともに、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させることにより、研究におけるディスカッションの重要性に気づかせ、併せて、生徒のディスカッション能力を向上させる。生徒は、自らテーマを決め、グループで研究する。茨城大学工学系大学院生をチューターとして配置する。

②学校設定科目「白堊研究Ⅲ」（サイエンス科3年次）の研究開発

研究内容の深化と論理性を高めるため、「白堊研究Ⅱ」で実施した研究をもとに、論文を作成する。発表会で得られた知見や必要な部分の追加実験を行い、内容を修正する。アブストラクトは英文で作成し、研究論文集にまとめる。グループや教員とディスカッションしながら論文を作成する。

(イ) 課題研究実施前に基礎となる資質・能力を育成するための科目・取組

a 課題研究の基礎的なスキルを育成する科目

③附属中学校「サイエンスリテラシー」の研究開発

中高6年間の充実した「課題研究」における教育課程の研究を行う。中学時代から研究の基礎スキルを身に付けるとともに、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の育成を図る。併せて、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育む。

④学校設定科目「白堊科学A・B」（1年次）の研究開発

「白堊研究Ⅱ」（2年次）で「課題研究」に取り組むにあたり、基礎となる資質・能力の育成のための研究を行う。事象を探究する過程を通して、科学における基本的な概念、原理・法則などについての系統的な理解を深める。科学的、数学的に考察し、表現する能力と態度を育て、創造的な能力を高める。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身に付けるとともに、実験を通して、科学的な見方や考え方の育成を図る。

⑤学校設定科目「白堊研究Ⅰ」（1年次）の研究開発

「白堊研究Ⅱ」（2年次）で「課題研究」に取り組むにあたり、基礎となる資質・能力の育成のための研究を行う。論理的思考力や表現力、探究心等を高めるとともに、研究の進め方など、基本的な研究のスキルを身に付けるため、国際バカロレア・ディプロマプログラムの中核をなす「知の理論(TOK)」の中から題材を選び、学問的な厳密さについて学ぶ。探究活動では「科学的な考え方」を育成し、テーマ研究では自分たちでテーマを決めるとともに研究の計画を立ててみる。サイエンス科生徒は2年次「白堊研究Ⅱ」で行う「課題研究」のテーマを自ら探し、決定する。共同研究者も自分で探す。

b 数学的リテラシーの伸長を目的とした取組

⑥「数学力育成講座」の実施

「白堊研究Ⅱ」（2年次）で「課題研究」に取り組むにあたり、基礎となる資質・能力の育成のための研究を行うとともに「数学的リテラシー」の伸長を目的とした取組を行う。数学的知識の枠組みを理解して「数学的リテラシー」を高めるとともに、高度な数学にふれることで、生徒が数学研究の面白さ、数学の楽しさ、美しさを実感する機会として、大学教授から離散数学を学ぶ。

c コミュニケーション能力の伸長を目的としたもの

⑦「附属中学コミュニケーション能力育成プラン」の研究開発

英語を含めたコミュニケーションスキルの向上を図るため、「イングリッシュタイム」「グローバルコミュニケーション」「国内語学研修」「海外語学研修」を行う。

⑧学校設定科目「科学英語」（サイエンス科2年次）の研究開発

「白堊研究Ⅱ」（2年次）で「課題研究」に取り組むにあたり、ALTが学んだ海外の科学教育を取り入れるとともに、科学を学ぶための英語コミュニケーション能力の伸長を目的とした取組を行う。生徒は、前半に科学を学ぶための英語表現を学び、後半は英語による科学の授業を受講する。「白堊研究Ⅱ」の英語アブストラクトの作成も行う。

⑨「海外研修」の実施

実践的英語コミュニケーション力の育成、学習意欲の向上を図るため、「イギリス研修」「海外サイエンスセミナー」を行う。「海外サイエンスセミナー」では、海外の最先端の科学技術を体感するとともに、海外で活躍する日本人科学者とも交流し、自分のキャリアを考える上での参考とする。

⑩「白聖英語セミナー」の実施

実践的英語コミュニケーション力の育成を図るため、平日の放課後に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等（90分）を12回受講する。

d 課題研究に向けて、意欲・好奇心を高めるとともに、テーマを設定するための取組

⑪「白聖科学セミナー」の実施

工学分野に対する興味・関心を高めるため、平日の放課後及び夏季休業中に、茨城大学工学部教授等による工学に関する講義（90分）を14回受講する。

⑫「科学講演会」の実施

自然科学への興味・関心を高めるとともに、学習意欲を喚起するため、最先端の研究者を招聘し、講演会を実施する。

⑬「科学研修会」の実施

地元大学（筑波大学・茨城大学等）、地元研究所（独立行政法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所等）、地元の企業、県外も含めた先進的な研究実績の高い研究施設や教育機関等での研修を実施する。

(ウ) 研究者になるための資質としての思考力、論理性、集中力、持久力、コミュニケーションの必要性への理解の育成を目的とした取組

⑭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能力の向上を図るため、それぞれの部が、活動の一環として、市などの主催するイベントに、ブースを出展し、科学実験等を行い、小中学生に科学の面白さや楽しさを伝える活動を行う。

⑮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能力やディスカッション能力など、科学的コミュニケーション能力の向上及び研究内容の深化、意欲の向上を図るため、大学・学会・県教育委員会等が主催する「科学研究発表会」「国際科学オリンピック」「科学の甲子園」等へ参加する。事前のトレーニングも実施する。

⑯白聖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能力、プレゼンテーション能力の向上を図るため、本校等において、小中学生向けに実験・観察会を行い、小中学生への指導などを行う。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

本研究は「科学的な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」である。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ようと考え、外部に向けた発表会の開催や大学等の研究発表会への積極的な参加などの機会を多く設けた。生徒は、その力を十分に発揮し、活躍し、コンテスト等で受賞するなど高い評価を得た。

校内の「課題研究」に関する発表会を年2回開催した。2月の「SSH成果発表会」は非公開となったが、6月の「SSH研究発表会」は人数制限を設けて公開した。それぞれの口頭発表は、動画をYoutubeに限定公開した。また、「SSH研究発表会」における化学部の発表動画は、県立附属中学校5校合同で行われた「令和3年度 輝け！私たちの未来「探究プロジェクト」「探究意見交換会」（1学年）」の教材として活用された。

第Ⅲ期計画において、特に研究開発を行ってきた「白聖研究Ⅰ」については、指導案19本をHP掲載した。さらに、公開授業を来校とオンラインと両方で行った。その後の研修会では、生徒が積極的にディスカッションを行っていることや生徒も教員も楽しく授業を行っていることなど、良い評価を得た。

○実施による成果とその評価

(1) 3年間、SSHの取組に参加したことでの興味、姿勢、能力の向上 (p.94 資料7・8参照)

サイエンス科3年次生徒における意識調査において、1年次からの評価が高くなった項目は

「科学・技術、理科・数学の理論・原理への興味」「観測や観察への興味」「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」「粘り強く取組む姿勢」「独自のものを創り出そうとする姿勢」「発見する力」「考える力」だった。これは、本校の進めるSSHにおける教育課程「白聖科学A・B」「白聖研究Ⅰ」「白聖研究Ⅱ」「白聖研究Ⅲ」が相互に連携し、十分に機能したためと考える。本校のSSH第Ⅱ期計画時に低かった「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」は、今期高い。本計画と前計画との違いは「白聖研究Ⅰ」「白聖研究Ⅲ」の導入やディスカッションの機会を多く設けたこと、「白聖研究Ⅰ」で「知の理論 批判的思考力」を取り扱ったこと、「白聖研究Ⅲ」で「白聖研究Ⅱ」の研究を論文にまとめるなど、日頃からディスカッションを行うことで、根拠をもって、物事を正しく伝える意識が身に付いたと考える。生徒は、本校のSSH研究開発を通して、本校の目的である「科学的ディスカッションができるリーダー」に成長していると考えられる。

サイエンス科3年次生徒は、サイエンス科が履修できるSSH科目「白聖研究Ⅱ」「白聖研究Ⅲ」「科学英語」を高く評価した。1年次全員が履修したSSH科目「白聖科学A・B」「白聖研究Ⅰ」も評価が高い。校内で行った「SSH研究発表会ポスターセッション」「SSH成果発表会インデクシング・ポスターセッション」、外部での「高校生の科学研究発表会@茨城大学」など生徒自身が発表してプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力を向上させる機会も評価が高い。

3年間のSSH活動を通して特に向上した興味や能力は「科学に対する理解・知識」「実験・観察する能力」「自主性・積極性・挑戦心」「コンピュータ操作」「プレゼンテーション能力」だった。SSH計画における「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」が効果的であったと考える。

(2) 「白聖研究Ⅰ」の成果と評価 (p.92-93 資料6参照)

今年度、11講座の基礎スキル研修と探究活動及びテーマ研究を行った。1年次教員が科目担当をしており、本校ではどの教科の教員でも生徒の基本的な研究スキルや科学的思考力の向上に対して支援することができるように研修を行っている。

「白聖研究Ⅰ」では、評価を正確に測定するために年度最後の授業で意識調査を行った。そのため令和2年度のデータであるが、生徒は「未知の事柄への興味」「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」「自分から取組む姿勢」「周囲と協力して取組む姿勢」「粘り強く取組む姿勢」「独自のものを創り出そうとする姿勢」「発見する力」「問題を解決する力」「考える力」「成果を発表し伝える力」が向上したと評価している。生徒は、能力向上に効果があった講座として「目的・目標とは?」「批判的思考力」「演繹・帰納・反証」「ロジックツリーで原因を探る」「ヒストグラム作成とデータ解析」「エクセルデータ処理」「グラフの描き方」「評価方法とは」「探究活動」「テーマ研究」を挙げた。授業当初、うまく話がまとまらないときに「多数決で決める」が多かったが、受講後には「粘り強く合意点を探す」が多くなり、ディスカッションを多く重ねることで、生徒の意識が大きく変容した。

(3) 「白聖研究Ⅱ」の成果と評価 (p.89-90 資料2参照)

生徒は自らテーマを決め、グループで課題研究に取り組むことにより、未知の事柄への興味、理科実験への興味、学んだことを応用することへの興味、科学技術を正しく用いる姿勢、粘り強く取組む姿勢、真実を探って明らかにしたい気持ちを高めることができた。また、多くの生徒がディスカッションの重要性を感じており、日々の活動において、研究をよりよいものにするためにグループメンバーや教員とディスカッションする姿が見受けられた。研究活動や発表での質疑応答の機会でも、研究の効率化と内容の深化を意識した活動が行われていた。

本校では、ディスカッションをさらに活性化させる手立てとして、茨城大学工学系大学院生を「白聖研究Ⅱ」のチューターとして配置した。チューターは、研究のアドバイスをするのではなく、質問を投げかけ、生徒自らが気付くことができるように活動を行っている。チューターは、注意深く生徒の活動の様子を観察し、一つ一つの行動に対し、何を目的にしているのか、何のためにするのか、本当にその方法でよいのかなどの問いかけをし、生徒とディスカッションを行う。生徒は、その中で研究の内容を理解したり、考えを深めたりしていく。多くの生徒がチューターの活動を高く評価した。

(4) 「白聖研究Ⅲ」の成果と評価 (p.91 資料4参照)

2年次で行った「白聖研究Ⅱ」の研究をもとに、論文を作成した。2年次での成果発表会で得られた知見や追加実験が必要な部分については、さらに実験等を行い、内容を修正することができた。今年度は、SSH研究発表会を人数制限して公開した。質疑応答では、活発なディスカッションが行われた。2年次当初から新型コロナウイルス感染症拡大による休校等により、研究の時

間を十分に確保することができなかったが、3年次となり、2年次から重ねてきた研究成果を、自分の言葉でしっかりと発表することができた。教員は、多くの生徒が、レポート形式を正しく理解して見やすい論文を作成することができ、データや解析結果の取り扱いについても正しく活用できた。また、考察においても結果に基づいて科学的に妥当な考察・まとめをし、研究方法や論理の導き方に独自のアイデアや工夫をすることができたと評価した。

○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。「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」において、数多くのデータをとっていても、統計的に評価している研究は1割程だった。
- ② 「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。これは、課題設定があいまいで、生徒自身が研究目的を正しく理解していない、見通しをもって研究に取り組めていないためと考える。
- 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拡大の影響

(ア) 課題研究に関する科目

① 学校設定科目「白堊研究Ⅱ」

9月及び1月の4回の授業をオンラインで行った。2月には、チューターがオンラインで授業に参加した。

(イ) 課題研究実施前に基礎となる資質・能力を育成するための科目・取組

b 数学的リテラシーの伸長を目的とした取組

⑥ 「数学力育成講座」

2月に1泊2日で計画していたが、オンラインで1日だけ実施した。

c コミュニケーション能力の伸長を目的としたもの

⑦ 「附属中学コミュニケーション能力育成プラン」

「海外語学研修」を「国内語学研修」に変更、さらに「オンライン語学研修」に変更した。

⑨ 「海外研修」

「海外サイエンスセミナー」は中止した。「イギリス研修」は、「カナダオンライン研修(国内研修)」に変更して3泊4日で実施した。

d 課題研究に向けて、意欲・好奇心を高めるとともに、テーマを設定するための取組

⑪ 「白堊科学セミナー」 オンラインで実施した。

⑫ 「科学講演会」 オンラインで実施した。

⑬ 「科学研修会」

「理化学研究所研修」をオンラインで実施。「メディカルセミナー」の一部をオンラインで実施。「茨城大学工学部研究室インターンシップ」「日立グループインターンシップ」「日本科学未来館・東京大学総合研究博物館研修」「JAXA・ミュージアムパーク研修」を中止した。

(ウ) 研究者になるための資質としての思考力、論理性、集中力、持久力、コミュニケーションの必要性への理解の育成を目的とした取組

⑭ 科学の祭典・サイエンスショー等でのパフォーマンス 中止した。