

① 令和元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									
<p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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なスキルの先取りを実施するなど高大連携の強化</p> <p>(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</p> <p>(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、地域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</p>									
③ 令和元年度実施規模									
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)	238	6	153 (78)	4	159 (78)	5	550 (156)	19
	サイエンス科			80	2	81	2	161	
計		238	6	233	6	240	7	711	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 研究開発内容									
○研究計画									
第 1 年 次	<p>【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。</p> <p>【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。</p> <p>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。</p>								
	第 2 年 次	<p>【附属中学】「サイエンスリテラシー」2 学年の計画を開始。</p> <p>【高 校】「白堊研究 II」「科学英語」開始。</p> <p>「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</p>							

	する発表会は、「SSH 成果発表会」を2月、「SSH 研究発表会」を翌年6月に実施した。第3期の計画においては「白堊研究Ⅱ」のまとめを3年次の「白堊研究Ⅲ」で行うためである。
第3年次・本年	【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う。また、茨城大学工学部との連携研究も含めて、全体的なブラッシュアップを行い、教員・生徒の作業効率の向上を図る。各種マニュアルを完成させる。
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、目標達成の道筋について再検討する。このとき、平成29年度入学の附属中学生については、高校2年次であるため、「白堊研究Ⅱ」の成果までを検討する。この後も追跡調査し、生徒の「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」「コミュニケーション能力」の習得が行われたか検討する。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

学科	開設科目	単位数	代替科目名	単位数	対象
普通科	白堊研究Ⅰ	1	総合的な学習の時間	1	1年次
	白堊科学A	3	物理基礎	3	
	白堊科学B	3	生物基礎	3	
サイエンス科	白堊研究Ⅰ	1	総合的な学習の時間	1	
	白堊科学A	3	理数物理	3	
	白堊科学B	3	理数生物	3	
	白堊研究Ⅱ	2	社会と情報 課題研究	2	2年次
	科学英語	1		1	
白堊研究Ⅲ	1	総合的な学習の時間	1	3年次	

○令和元年度の教育課程の内容

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「総合的な学習の時間」1単位
- (カ) 3年次で実施する「総合的な学習の時間」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」

○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

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」（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、研究におけるディスカッションの重要性に気づかせるとともに、生徒のディスカッション能力の向上を図った。茨城大学工学部と高大連携の在り方の研究も行った。その一端として、大学院生をチューターとして配置し、生徒のディスカッション能力を向上させた。

②学校設定科目「白堊研究Ⅲ」（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、論文を作成した。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。アブストラクトについては、英文で作成し、研究論文集にまとめた。

(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

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開始した。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った。併せて、問題の解決や探究活動に協働的に取り組む態度を身に付けられるようにした。

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った。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を育成した。

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った。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。探究活動を通して、実験・実習を行い「科学的な考え方」を育成する。自分たちでテーマを選び、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、決定した。

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った。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を設けた。

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」の研究開発

「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」を実施した。「海外語学研修」は、新型コロナウイルス感染症対策による臨時休校により中止した。

⑧学校設定科目「科学英語」（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、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、コミュニケーション能力の伸長を目的とした取組を行った。生徒は、前半に、科学を学ぶための英語表現を学んだ。後半は、英語による科学の授業を受講した。

⑨「海外研修」の実施 「海外サイエンスセミナー」「イギリス研修」を実施した。

⑩「白堊英語セミナー」の実施

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」の実施

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主に工学に関する講義（90分）を14回受講した。

⑫「科学講演会」の実施 「科学講演会」を実施した。

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

⑮科学発表会等での発表及びコンテストへの参加

⑯白堊ネイチャースクールでのTAとしての活動

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」であり、生徒と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えると、生徒が活動する研究発表会等の機会を多く設けた。

(1) 外部に向けた発表会の実施

6月「SSH 研究発表会」と2月「SSH 成果発表会」を行い、他校教員及び保護者に公開した。

(2) 大学等による科学発表会

科学系部活動や「白堊研究Ⅱ」の研究において、様々な発表会に出展し、研究者や他校生等と積極的なディスカッションを行った。

(3) その他の成果の普及方法

近隣中学校に配布するSSH通信、学校HPにおける活動掲載、「いばらきサイエンスコンソーシアム」での本研究の取組を紹介、他校からの研修の受け入れ等。

○実施による成果とその評価

(1) 【目指す生徒像(Can-Do リスト)】について

※「Ⅷ資料編 資料1」参照

2・3次生徒全員を対象に、1年次「白堊研究Ⅰ」を受講したことで【目指す生徒像(Can-Do リスト)】に関する項目が向上したかを調査した。約6割の生徒が向上したと回答した。サイエンス科は全体的に評価が高い。「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」行ったことでさらに向上したと考える。本研究は「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」であり、研究スキルの向上とともに、ディスカッション能力の向上も図っている。ディスカッションに関する項目の評価は、全体的に高い。サイエンス科はさらに高い。「白堊研究Ⅱ」において茨城大学工学部大学院生をチューターとして配置した成果と考える。

(2) 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

※「Ⅷ資料編 資料2」参照

サイエンス科3年次は、第3期計画を入学時から実施した生徒である。「SSHの取組に参加したことでの興味、姿勢、能力の向上」について調査した。1年次から3年次まで経年変化を調べたところ、2年次に評価が落ち込んだ項目もあるが、3年次ほぼすべての項目で評価が上がった。3年次で評価の高い項目は「周囲と協力して取組む姿勢」「考える力」「成果を発表し伝える力」「粘り強く取組む姿勢」である。「周囲と協力して取組む姿勢」が低いと研究内容が深まらないと考え、それを改善するために第3期計画を立てた。「周囲と協力して取組む姿勢」が向上したことでもまず1つ、目標を達成したと考える。

(3) 「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」による生徒の研究スキルの変容

※「Ⅷ資料編 資料3」参照

「白堊研究Ⅱ」において、9月は中間報告書と口頭による説明を評価し、12月と2月はポスター発表を評価した。回を重ねるごとに、「研究内容」「報告書」「質疑応答」の評価が上がった。生徒は研究の進め方や研究内容の理解が深まり、それがポスター作成や質疑応答に反映されたためと考える。本研究では、茨城大学工学部大学院生をチューターとして配置し、生徒に対して質問を投げかける役割を担っていただいている。生徒は、チューターから質問され

ることで研究や考察の根拠を確認するようになっていった。「白聖研究Ⅲ」は「白聖研究Ⅱ」で行った研究を論文にまとめる授業である。生徒は必要に応じて追加実験を行った。「白聖研究Ⅱ」の研究の深まりが論文作成にも生かされており、「白聖研究Ⅲ」に対する教員の評価は非常に高い。生徒は、自分の研究内容を理解し、しっかりした論文が作成できたと考える。

(4) サイエンス科 3 年次生徒による SSH の評価 ※「Ⅷ資料編 資料 4」参照

生徒は、サイエンス科が履修する SSH 科目「科学英語」「白聖数学Ⅱ」「白聖研究Ⅲ」を高く評価している。1 年次全員が履修した SSH 科目「白聖研究Ⅰ」「白聖科学 A・B」も挙げている。3 年間の SSH 活動を通して興味や能力が向上した項目で評価平均の高いものは、「科学に対する興味関心」「科学に対する理解・知識」「プレゼンテーション能力」である。次いで「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」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。SSH 事業は、生徒から高い評価を得ており、第 3 期計画は十分成果を上げていると考える。

(5) 課題研究に関する科目「白聖研究Ⅱ」の研究開発 ※「Ⅷ資料編 資料 6・7」参照

「白聖研究Ⅱ」の取組による興味、姿勢、能力で特に向上した項目は、「学んだことを応用することへの興味」「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」「考える力」「成果を発表し伝える力」であった(資料 6)。今年度、チューターを 7 人配置した。チューター配置に対する生徒の評価は、毎年 3 月最後の授業で行っているため、平成 30 年度の生徒評価を基に考察すると、大部分の生徒は、チューターとのディスカッションにより、研究を深めた様子が窺える。必要に応じて、自らチューターに質問をする生徒も見受けられた(資料 7)。

(6) 課題研究実施前に基礎となる資質・能力の育成をするための科目「白聖研究Ⅰ」の研究開発

※「Ⅷ資料編 資料 1・8」参照

「白聖研究Ⅰ」では、授業アンケート及び意識調査は、毎年授業 2 回目と最終回に行っており、今年度のデータはまだ揃っていない。そのため、平成 30 年度のデータで考察を行った。「資料 8 設問 1」において全体的に低下した項目が多い。これは、「白聖研究Ⅰ」が生徒に対し、学問的な厳密さを学ばせることも目的にしており、それにより値が低下したと考える。「資料 8 設問 2」において増加した項目は、「人がどのような考えを持っているか、よく知りたいと思う」「話し合いをしているとき、よく反対意見を言う」であり、「白聖研究Ⅰ」でディスカッションを活性化させる手立てが身に付いたためと考える。「資料 1 設問 3」より、「白聖研究Ⅰ」で生徒が能力向上に効果があったと考える講座を検証した。各年次ともに「探究活動」「テーマ研究」「批判的思考力」の評価が高い。「批判的思考力」は「知の理論」を参考とした講座である。生徒の科学的スキルを向上させるため、「知の理論」は有効と考える。

○実施上の課題と今後の取組

(1) 【目指す生徒像(Can-Do リスト)】について

【目指す生徒像(Can-Do リスト)】の評価について、それぞれの項目を「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」のどこで向上させるかを明確にし、さらなる目標達成を図る。

(2) 「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」における研究スキルの評価方法

「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」で生徒の研究スキル等を向上させるため、生徒のスキルの評価方法を研究する。その際、生徒のスキルを正しく測るため、教員間でばらつきが出にくい「ループリック評価」の研究、あるいは教員研修の充実を図る。「白聖研究Ⅰ」では、意識の向上だけでなく、実践的に活用する能力の育成を図る。

(3) 「指導マニュアル」の作成

生徒が、研究スキルとディスカッション能力を身に付けるための活動ができるように、指導マニュアルを作成し、教員間で一貫した指導ができるようにする。また、生徒自身も活用できるものにする。

(4) 中高 6 年間を見通した研究開発について

「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」から見えてくる、中学時代に身に付けてほしいスキルを明確にし、附属中学校と連携して研究する。中高 6 年間、楽しく研究することで研究スキルとディスカッション能力が身に付けられるよう取り組む。

(5) 日立一高・附属中学校 SSH の普及活動について

「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」は常に校内研修の場として開いている。外部に対しても機会をとらえて実施する。生徒が行った「白聖研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の成果は、積極的に外部の発表会に出展する。学校 HP・校内発行「SSH 通信」などを通して、広く普及活動をする。