

平成29年度指定

スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書・第5年次

令和4年3月

茨城県立日立第一高等学校・附属中学校



## はじめに

校長 青木 睦人

昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染症拡大防止のため9月1日から臨時休校となる等影響を受けた一年でした。そのような中でも、授業をオンラインで実施するなど、先生方の生徒への指導が途切れることはありませんでした。教職員、生徒、そして保護者が一体となってこのコロナ禍を乗り越え、令和3年度が終わろうとしています。

さて、本校のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）事業は今年度で3期目の5年次を迎え、全ての事業を完了し、その成果を本報告書にまとめることができました。文部科学省、科学技術振興機構、県教育委員会、そして運営指導委員の皆さまをはじめとしてご協力頂いた皆さまに衷心より感謝申し上げます。

第Ⅲ期において、本校は、課題研究を中心とした教育課程の研究開発を行い、「白聖研究Ⅰ」「白聖研究Ⅱ」「白聖研究Ⅲ」を設置しました。そのことにより、生徒は「科学とは何か」「科学的な正しさとは何か」やディスカッションの重要性を理解することができ、科学に対する興味や知識、応用力、科学的リテラシー、コミュニケーション力、論理的思考力、プレゼンテーション力を高めることができました。

これまでの成果を振り返ってみたいと思います。コンテスト等の全国レベルにおける主な結果として、SSH生徒研究発表会においては、平成29年度に化学部が「ポスター発表賞」を、令和2年度に同じく化学部が「1次予選」を通過しました。全国高等学校総合文化祭自然科学部門においては、物理部が平成29年度、令和元年度、地学部が平成30年度、令和元年度、令和2年度にそれぞれ出場し、特に平成30年度には、地学部が「ポスター部門奨励賞」を受賞しました。また、附属中学校においては、令和元年度の科学の甲子園ジュニア全国大会に初出場を果たし、初出場校の中では1位、全体でも全国6位という結果を収めました。県内のコンテストにおいても数多く受賞し、その中でも令和2年度科学の甲子園茨城県大会において「茨城県議会議長賞(2位)」と「選考委員特別賞」、同じく令和2年度IBARAKIドリームパス事業において、化学部が「総合グランプリ」を受賞したことが特筆すべき成果といえます。また、第Ⅲ期においては、第Ⅱ期と比較して進路実績を格段に向上させることが出来ました。

この他にも、今期のSSH事業で研究開発課題を達成できましたことは本報告書に示したとおりであります。何よりも、生徒、教職員が一体となって何事にも積極的に挑戦する姿勢が定着したことが、最大の収穫であろうかと思えます。

最後になりましたが、日頃より本校のSSH事業について、ご支援ご協力いただいている多くの皆さまに、心から感謝申し上げます。また、今後もさらに改善に取り組んでいきたいと考えています。本報告書をご高覧いただき、ご指導ご鞭撻をいただければ幸いです。



## 目 次

❶ 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書（要約）	1
❷ 令和3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	7
❸ 実施報告書（本文）	
○ 指定期間全体を通じた取組及び成果の総括	17
① 研究開発の課題	24
② 研究開発の経緯	30
③ 研究開発の内容	
1. 研究開発の仮説	34
2. 課題研究の取組を行う科目	34
3. 研究内容・方法・検証	
（ア） 課題研究に関する科目	35
・ 学校設定科目 「白堊研究Ⅱ」	
・ 学校設定科目 「白堊研究Ⅲ」	
（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	39
・ サイエンスリテラシー	
・ 学校設定科目 「白堊科学A・B」	
・ 学校設定科目 「白堊研究Ⅰ」	
b 数学的リテラシーの伸長を目的とした取組	44
・ 数学力育成講座	
c コミュニケーション能力の伸長を目的としたもの	45
・ 附属中学コミュニケーション能力育成プラン	
イングリッシュタイム	
グローバルコミュニケーション	
語学研修	
・ 学校設定科目 「科学英語」	
・ 海外研修	
海外サイエンスセミナー	
イギリス研修	
・ 白堊英語セミナー	
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	55
・ 白堊科学セミナー	
・ 科学講演会	
・ 科学研修会	
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	
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	
JAXA・ミュージアムパーク研修	

ションの必要性への理解の育成を目的とした取組

- ・科学の祭典・サイエンスショー等でのパフォーマンス  
青少年のための科学の祭典
- ・科学研究発表会等での発表及びコンテストへの参加  
科学の甲子園茨城県大会  
科学の甲子園ジュニアエキシビション大会  
発表会等参加一覧
- ・白聖ネイチャースクールでの TA としての活動  
海辺で自然体験活動～海岸緑地はおどろきがいっぱい！～

4. 必要となる教育課程の特例とその適用範囲 …………… 66

5. 教員の指導向上のための取組 …………… 67

④実施の効果とその評価 …………… 68

1. 生徒への効果とその評価

2. 保護者への効果とその評価

3. 教員への効果とその評価

4. 運営指導委員会における評価

⑤SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況 …………… 71

⑥校内における SSH の組織的推進体制 …………… 72

⑦成果の発信・普及 …………… 73

⑧研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向 …………… 75

1. 研究開発実施上の課題

2. 今後の研究開発の方向性

#### ④関係資料

①教育課程表 …………… 76

②運営指導委員会記録 …………… 78

③課題研究テーマ一覧 …………… 81

④資料編 …………… 88

資料 1. 「白聖研究Ⅱ」におけるループリック評価

資料 2. 「白聖研究Ⅱ」における意識調査

資料 3. 「白聖研究Ⅱ」におけるチューターアンケート結果

資料 4. 「白聖研究Ⅲ」におけるループリック評価

資料 5. 「白聖科学 A・B」

資料 6. 「白聖研究Ⅰ」意識調査

資料 7. サイエンス科 3 年次による SSH の評価

資料 8. 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

資料 9. 保護者への効果とその評価

資料 10. 教員への効果とその評価

資料 11. 「科学講演会」アンケート

資料 12. 研究開発教材一覧

資料 13. SSH15 年間の取組と成果

## 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"> <li>附属中学校及び高等学校の全校生徒を対象に実施</li> <li>高等学校サイエンス科（SSクラス）の生徒を対象に実施</li> <li>科学系部活動の生徒を対象に実施</li> </ul>									
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いった。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。

②令和3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。)

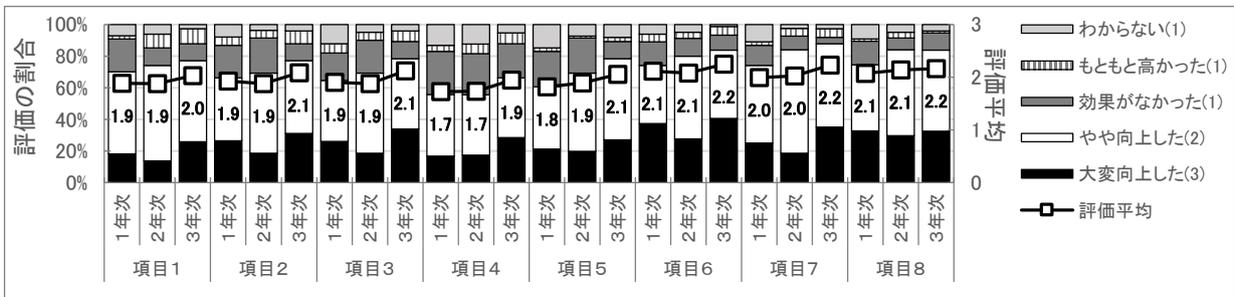
1. 本校の5年間の成果

(1) 生徒の資質の向上

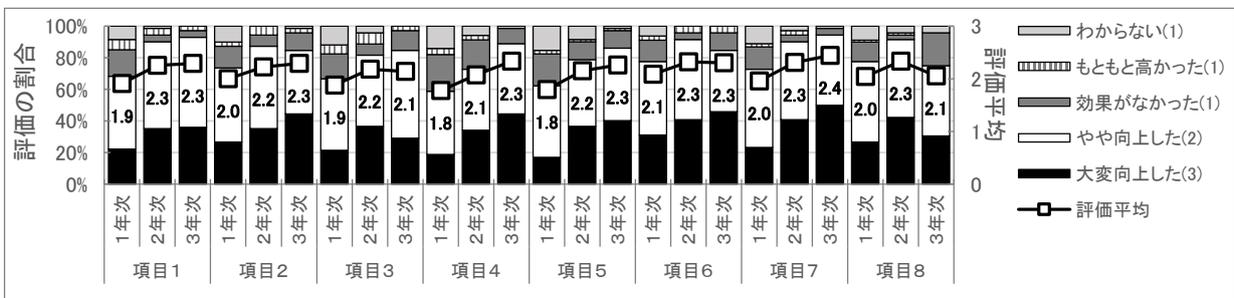
第Ⅲ期は、課題研究を中心とした教育課程の研究開発にあたり「白聖研究Ⅰ」「白聖研究Ⅱ」「白聖研究Ⅲ」を設置した。

「白聖研究Ⅰ」では、課題研究の質を高めるために基礎的な研究スキルを育成することを目的に、基礎スキル研修・探究活動・テーマ研究に関する40の教材を開発した。開発教材により生徒は、課題研究前に「科学とは何か」「科学的な正しさとは何か」などを意識することができた。特に、毎回の授業にディスカッションの機会を設けることで、ディスカッションの重要性を理解できた。

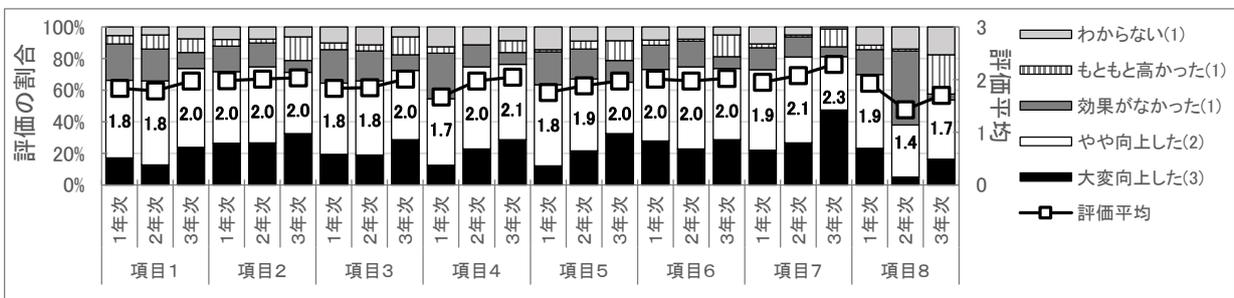
＜令和元年度卒業生＞



＜令和2年度卒業生＞



＜令和3年度卒業生＞



＜研究者として必要な資質＞

- 項目1 科学技術、理科・数学の理論・原理への興味
- 項目2 自分から取り組む姿勢(自主性、やる気、挑戦心)
- 項目3 粘り強く取り組む姿勢
- 項目4 独自のものを創り出そうとする姿勢(独創性)

＜ディスカッションの効果＞

- 項目5 社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- 項目6 周囲と協力して取り組む姿勢(協調性、リーダーシップ)
- 項目7 考える力(洞察力、発想力、倫理力)
- 項目8 成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)

図1. 生徒意識調査による3年間の興味・姿勢・能力の向上

「白堊研究Ⅱ」では、生徒のディスカッションの機会を増やし、発問に答えることで考えを深めることを目的に、茨城大学工学系大学院生をチューターとして7名程配置し、約30テーマのグループをサポートした。それにより、生徒は研究内容について根拠をもって説明ができるようになった。

「白堊研究Ⅲ」では、「白堊研究Ⅱ」の研究内容を論文にまとめた。その際、生徒はグループでディスカッションしながら考えることで、研究の考察をさらに深め、結論を導き出すことができるようになった。

これらの授業を通して、生徒は、研究者として必要な資質である「科学に対する興味や知識」「自分から取り組む姿勢」「粘り強く取り組む姿勢」「独自のものを創り出そうとする姿勢」、ディスカッションの効果である「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」「周囲と協力して取り組む姿勢」「考える力」「成果を発表し伝える力」を向上させていった。しかしながら、令和元年度後半からの新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、外部発表会等が中止となり、生徒は自身のプレゼンテーション力を確認することができないため、評価が下がってきてしまった。これは、生徒の能力を伸長し、自己肯定観を高めるために、コミュニケーションやディスカッションの場が、非常に重要であることを示す。

## (2) 科学技術人材の育成

表1. 「各種課題系コンテスト」等の参加状況(課題研究を含む)

SSH	第Ⅰ期					第Ⅱ期					第Ⅲ期					合計
	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	
出展数	0	6	70	27	84	82	74	63	67	80	58	61	34	58	62	826
受賞数	0	2	7	10	21	16	15	12	11	18	17	13	5	8	8	163
受賞数合計	40					72					51					

※R1、R2は新型コロナウイルス感染症拡大に伴い中止が多かった

<コンテスト等の主な結果>

- ・科学の甲子園ジュニア全国大会 R1「宇部興産賞」受賞 ※初出場校内1位(全国6位)
- ・IBARAKI ドリームパス事業 R2 化学部 「総合グランプリ」
- ・SSH 生徒研究発表会 H29 化学部「ポスター発表賞」、R2 化学部「1次予選」通過
- ・全国高等学校総合文化祭自然科学部門 物理部 H29、R1、R4 出場  
地学部 H30、R1、R2 3年連続出場 ※H30 地学部「ポスター部門奨励賞」受賞
- ・科学の甲子園茨城県大会 R2「茨城県議会議長賞(2位)」「選考委員特別賞」

表2. 科学系部活動の人数 ※高校科学系部活動は数学部・物理部・化学部・生物部・地学部の合計

SSH	第Ⅰ期					第Ⅱ期					第Ⅲ期				
	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3
附属中学校科学部						8	14	18	23	26	38	33	23	25	27
高校科学系部活動	45	60	58	67	78	60	54	52	49	46	45	52	47	37	55
平均	61.6					70.0					76.4				

本校は、SSH 指定時から課題研究による科学技術人材の育成に取り組んできた。SS クラス及び科学系部活動生徒は、外部の研究発表会等で研究成果を広めてきた。受賞数は、生徒が日頃からディスカッション力を高めてきた成果と考える。

本校の科学系部活動は、附属中学校の科学部をはじめ、高校においても、数学部、物理部、

化学部、生物部、地学部とすべての部活動があることが特徴である。附属中学校が併設されるにあたり高校は2クラス減ったが、常に多くの部員を維持し、活発な研究及び地域貢献活動を行っている。

### (3) 大学や研究所等関係機関との連携

表3. 「白堊科学セミナー」の受講者数

SSH	第1期					第2期					第3期					合計
	年度	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	
受講者数	14	15	8	17	15	13	14	11	11	14	17	8	11	25	37	230
中学														1	5	6

※新型コロナウイルス感染症対策により R2 は全部、R3 は一部オンライン

※オンライン講座は、附属中学生も参加

本校は、茨城大学工学部と「白堊研究Ⅱにおけるチューター配置」「茨城大学工学部インターンシップ」「白堊科学セミナー」など多くの連携をし、高大接続の研究をしている。「白堊科学セミナー（ものづくりの楽しさ）」は、SSH 指定当時から、大学教員（約 14 名）に 14 回わたり工学部の魅力を教えてもらう講座を本校や大学の施設も使い開講している。昨年度からは、新型コロナウイルス感染症対策のためオンラインで、基本、本校のみで実施した。それにより、中学生も参加できるようになり、今年度は 5 名が参加した。延べ人数では、37 名が参加するほど好評だった。

その他に、以下の大学や研究所等関係機関と連携を図った。

- ・筑波大学医学群医療系
- ・筑波大学附属病院
- ・横浜国立大学大学院環境情報研究院「数学力育成講座」
- ・東京大学物性研究所「スーパーコンピュータ研修」
- ・理化学研究所「OB 訪問」
- ・日立製作所日立研究所・日立グループ「OB 訪問」
- ・日立製作所日立病院
- ・JAEA
- ・KEK
- ・UC バークレー「天文研修・OB 訪問」

### (4) 課題研究における教育課程と教材開発 (p. 98 資料 12 参照)

課題研究における教育課程の研究開発にあたり「白堊研究Ⅰ」「白堊研究Ⅱ」「白堊研究Ⅲ」を設置した。特に、「白堊研究Ⅰ」では、課題研究の質を高めるために基礎的な研究スキルを育成すること、毎回の授業にディスカッションの機会を設けることを目的に、基礎スキル研修・探究活動・テーマ研究に関する 40 の教材を開発した。教材作成には、10 人以上の教員が携わり、教員研修の機会にもなった。

「白堊研究Ⅰ」の成果物「基礎スキル研修指導案」「テーマ研究(生徒用)活動計画書」を HP 掲載し、公開授業はオンラインも併用して行った。成果物は、生徒の話し合い活動の教材として他校でも活用されており、問い合わせも多数あった。公開授業では、ディスカッションにおける生徒の主体的な活動や開発教材の指導案に授業担当教員がアイデアを加えて進める授業展開に対し、外部からの参加教員から好評価を得た。

## 2. 本校の15年間の取組と成果 (p.99 資料13参照)

本校では、第Ⅰ・Ⅱ期計画から国際的に活躍する科学技術人材を育成するため「課題研究を中心とした教育課程の研修」「大学・研究機関との連携」「国際交流」を三本柱としてSSH事業を進めてきた。第Ⅲ期計画では、これまでの課題研究を行う科目「科学研究」を「白堊研究Ⅱ」とし、さらに課題研究の質の向上を目指して「白堊研究Ⅰ」「白堊研究Ⅲ」を設置、さらにそれぞれの授業展開においてディスカッションの機会を設けた。「白堊研究Ⅱ」には、茨城大学工学系大学院生をチューターとして配置した。それにより、研究の質や生徒の能力が向上し、大学への進学実績も向上した。

## 3. 令和3年度における研究開発の成果

本校の研究開発課題は「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」である。将来、研究分野において、リーダーシップを発揮できる人材の育成を目的とし、課題研究による研究者の資質を育成すること、ディスカッションの機会を多くすることで論理的思考力、表現力を育成することを目標として研究を進め、以下の成果を得た。

### (1) SSHの取組における成果

#### (ア) 課題研究に関する科目

##### ① 白堊研究Ⅱ (p.89-90 資料2・3参照)

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がある」「学んだことを応用することへの興味がある」「科学技術を正しく用いる姿勢がある」「真実を探って明らかにしたい気持ちがある」「理科実験への興味がある」「粘り強く取り組む姿勢がある」「科学技術、理科・数学の理論・原理への興味がある」「周囲と協力して取り組む姿勢」「考える力がある」の項目を高めることができた。

生徒に対して1月にアンケートを実施した。例年、研究テーマの決定は非常に時間がかかり、生徒が苦手とする活動であるが、3割近くの生徒が4月以前にテーマが決まっており、昨年度より多い6割以上の生徒が、年度始めから研究を始められた。研究テーマの決定に関しては、「教員・チューターに勧められて決定した」の割合が昨年度より減り、「教員・チューターの意見をもとにして自分で決定した」が増加した。今年度は、主体的にテーマを決定できた生徒が多い。研究テーマを決めるにあたり困ったことについては「やりたいことが見つからない」「やりたいことが高校では難しい」の割合が高い。「未知の事柄への興味(好奇心がある)」「科学技術、理科・数学の理論・原理への興味」があるという項目の評価が高いことから、研究に対して、高い意識で臨んでいることがうかがえる。

本校の課題研究の研究形態は、ディスカッション能力を高めるため、グループ研究を勧めている。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。グループでの研究活動や発表での質疑応答を通じ、ディスカッションによる意思の疎通や、研究の筋道をきちんと立てること、さらには作業を工夫して効率的に進めることの重要性に気付くことができたためと考える。ディスカッションについて「好き・やや好き」が81%と高い。「役に立つ・少し役に立つ」は99%と非常に高い割合だった。多くの生徒が、ディスカッションの重要性を実感できた。

平成29年度より茨城大学工学系大学院生を「白堊研究Ⅱ」のチューターとして配置した。チューターには、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する活動を依頼した。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、何のためにしているのか、本当にその方法でよいのかなどの問いかけをしている。それをきっかけに、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行く。その活動成果を正確に把握するため、年度の最後の授業で、生徒に対してチューター活用のアンケートを行っている。多くの生徒が、チューターとのディスカッションにより研究内容を深めることができたと回答しており、チューターに対して感謝する言葉が多く聞かれた。

## ② 白聖研究Ⅲ (p. 91 資料4参照)

2年次で行った「白聖研究Ⅱ」の研究をまとめ、論文を作成した。2年次での成果発表会で得られた知見をもとに、必要な部分について追加実験を行い、内容を修正することができた。また、今年度のSSH研究発表会は、新型コロナウイルス感染症対策のため、人数制限をした上で、外部の教員等を招いて実施した。ポスターセッションにおける質疑応答では、活発なディスカッションが行われていた。2年次から発表を重ねてきている成果として、全体的にスムーズに自分の言葉で発表することができた。ここでは、多くの生徒から高い評価を受けた研究に対して「ポスター発表優秀賞」を、また白聖研究Ⅱ・Ⅲにおいて優れた研究をした各分野の代表に「奨励賞」を授与した。

教員は、生徒の活動に対してループリック評価表を用いて評価した。93%の生徒は、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。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。昨年度はオンラインでの対応が多かったが、今年度は対面での授業が展開でき、教員やグループ内で十分にディスカッションができたためと考える。

## (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 サイエンスリテラシー (p. 39 図3参照)

中学段階から、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ため「課題研究」を行った。1学年の「ミニ研究をしよう」では、研究のまとめにおいて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。2学年は、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し、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成果発表会で発表することができた。SSH成果発表会の経験を踏まえ、3学年では、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、より深い内容をSSH研究発表会で発表することができた。多くの生徒は、この授業を通して、科学への関心、科学的な表現力・知識及びPCの活用を向上させることができた。

## ④ 白聖科学A・B (p. 91 資料5参照)

自然科学の領域毎の視点の特徴を理解するとともに、基本的な実験のスキルの習得及び確からしさの検討等を行った。授業では、生徒が工夫したノートをつくることで、知識の定着を図り、実験レポート作成を通して科学的原理の理解と実験結果から考察を組み立てる学習を行った。それにより、生徒の「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」が高まった。

## ⑤ 白聖研究Ⅰ (p. 92 資料6参照)

今年度、11講座の基礎スキル研修と探究活動、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、理科・数学教員以外に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会を行っている。

「白堊研究Ⅰ」は、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。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」「自分から取り組む姿勢」「周囲と協力して取り組む姿勢」「粘り強く取り組む姿勢」「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。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。また、授業当初は、うまく話がまとまらないときに「多数決で決める」が非常に多かったが、受講後には「粘り強く合意点を探す」が多くなり、「とりあえず他の人の意見に賛同する」が減った。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。

## **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** (p.44 図4-7参照)

今年度はZoomによるオンラインで行った。講師の講義を経て生徒たちは、数名ずつブレイクアウトルームに分かれ、TAの指導のもと演習問題に取り組んだ。TAは、生徒に、問題に対する考え方を引き出す発問をした。生徒は、仲間やTAとのディスカッションを通して問題を解決した。本講座を受講した生徒全員が数学への知識・理解が高まった。生徒は、この講座を通して「問題解決の仕方」「協力して問題を解決することの楽しさやよさ」「数学の教養」を得た。

## **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**

将来、国際的に活躍するために、中学段階からの語学教育に力を入れている。学校生活の始まりから英語に触れるイングリッシュタイム、国際的なコミュニケーション能力を身に付けるグローバルコミュニケーション、それらを実践的に活用する国内語学研修、海外語学研修を行っている。今年度は、海外語学研修をオンライン語学研修に変更して実施した。インドネシア、イギリス、フィリピン、ドイツ出身の講師に対して、プレゼンテーションを行った。その後、講師の母国をテーマにディスカッションを行った。国際交流を通して異文化理解を深め、培ってきた語学力を生かすことができた。

### **⑧ 科学英語** (p.50 図8参照)

「科学英語」を通して、英語や科学に対する学習意欲が高まり、科学英語に関する知識が深まった。英語で論文を書いたり、研究発表したりする力を高めたい意欲を多くの生徒がもつことができた。ALTが提供する映像やプレゼンテーションは日本人の発想と違い、マクロからミクロへという流れで構成されている。また、身近な話題もたくさん取り上げており、生徒は「日々起きていること」という意識で授業に参加することができた。担当教員にとっても、クロスカリキュラムなどカリキュラムマネジメントを考える機会となり、「科学英語」の授業と理科や英語の授業とのつながりを生徒が意識できる声のかけ方についても打合せをした。それにより、生徒は、高い意識で「科学英語」の授業に取り組めた。

### **⑨ 海外研修** (p.52 図10参照)

「イギリス研修」を変更して、「カナダオンライン研修」を行った。カナダのブリティッ

シュコロンビア大学の学生とオンラインによる SDGs に関するプレゼンテーションとディスカッションを行った。生徒の多くは、3 日目には研修中のネイティブとの英会話を「ほとんど理解できた」「英語を話せる・理解できると感じた」と回答しており、特に英語のみで集中的にコミュニケーションを行い、アウトプットの機会を経験することの重要性を感じた。

#### ⑩ 白聖英語セミナー

ネイティブスピーカー等による 12 回の講義等は、オールイングリッシュで実施された。募集時に受講経験者の率直な感想を紹介したことで、英語の発話に苦手意識をもつ生徒が挑戦するきっかけにもなり、昨年度以上の受講者が集まった。生徒は、英語を深める有意義な時間を過ごすことができた。授業では、グループワーク等があり、他校生と交流し、お互いの英語力を知る刺激的な機会にできた。

#### 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 白聖科学セミナー

今年度も、本校と茨城大学工学部をテレビ会議システムで結びオンラインで実施した。校内で実施するという参加のしやすさから、昨年度より増加し、延べ人数で 37 名の生徒が参加した。うち附属中学校の生徒も 5 名参加することができた。14 講座の幅広い茨城大学工学部の研究に触れることができた。生徒は、最先端の科学技術とものづくりの楽しさを体験することができた。

#### ⑫ 科学講演会 (p. 96-97 資料 11 参照)

東京大学新領域創成科学研究科准教授 小林亮太氏による「脳のシミュレーション～人間のように考える人工知能を目指して～」の講演会をオンラインで行った。モニター越しであったが、講師が生徒一人一人に話しかけるような講演だった。生徒もメモをとりながら講演を聞き、その後、活発な質疑応答が行われた。事前調査で「研究者になりたい」生徒は、中学生で 37.2%、高校生で 22.1%であった。これが事後調査では、中学生で 49.8%、高校生で 43.6%と高校生では 2 倍近く増加した。さらに、高校生では研究者になりたいと「とても思う」生徒は事前の 3.7%から 22.5%と大きく増加した。生徒の研究者を目指す意欲を高めることができた。

#### ⑬ 科学研修会

今年度の「理化学研究所研修」はオンラインで行った。2 人の本校 OB より最先端研究の現状や課題、今後の方向性などを学んだ。それにより、参加した全生徒の科学分野に対する興味・関心が高まった。「メディカルセミナー」は、研修のうち 4 回をオンラインで行った。生徒の医療に対する意識をしっかりと高めることができた。附属中学生に対しては、「ヒカリモ・地層研究会」を実施した。高校教員から説明を受け、日立市の自然について興味・関心を高めることができた。

#### (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。

#### ⑮ 科学研究発表会等での発表及びコンテストへの参加

14 件のコンテスト・発表会に 62 テーマ出展した。受賞は以下の通りである。

- ・日本機械学会関東支部第 29 回茨城講演会高校生セッション 優秀発表賞：地学部
- ・千葉大学第 15 回高校生理科研究発表会 奨励賞：生物部

- ・茨城県高等学校文化連盟自然科学部研究発表会  
最優秀賞：物理部（R4 全国大会へ） 優秀賞：化学部、生物部 奨励賞：物理部
- ・第 24 回げんでん科学技術振興事業 大賞：化学部
- ・第 12 回「高校生の科学研究発表会@茨城大学」 優秀発表賞：化学部

#### ⑩ 白堊ネイチャースクールでの TA としての活動

「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で実施した。入場した小学生やそれより小さい子供、保護者も含めて、科学の楽しさを体験してもらった。生徒は、来場者に積極的に声かけなどをする中で、コミュニケーション力を高めることができた。

「海辺の自然体験活動」では、生物部がフィールドワークで活動する東滑川ヒカリモ公園のヒカリモの魅力を、参加した小学生や保護者に、顕微鏡観察による体験、スライドによる説明を通して伝えた。この活動で、生徒のプレゼンテーション力を高めることができた。

### (2) SSH の取組に 3 年間参加したことでの興味、姿勢、能力の向上

サイエンス科 3 年次生徒における意識調査において、1 年次からの評価平均の増加の最大値は 0.4 であり、その項目は「独自のものを創り出そうとする姿勢」「考える力」、0.3 増加した項目は「観測や観察への興味」、0.2 増加した項目は「科学・技術、理科・数学の理論・原理への興味」「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」「発見する力」だった。これは、本校の進める SSH における教育課程「白堊科学 A・B」「白堊研究 I」「白堊研究 II」「白堊研究 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、今期第 III 期計画では評価が高い。本計画と前計画との違いは「白堊研究 I」「白堊研究 III」の導入やディスカッションの機会を多く設けたことである。「白堊研究 I」の基礎スキル研修では「知の理論 批判的思考力」を取り扱っている。「白堊研究 III」では、「白堊研究 II」の研究を論文にまとめている。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ター」に成長していると考えられる。(p. 94 資料 8 参照)

サイエンス科 3 年次生徒は、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」「白堊研究 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。1 年次全員が履修した SSH 科目「白堊科学 A・B」「白堊研究 I」も評価が高い。最先端で活躍する研究者からの直接話が聞ける「サイエンスセミナー」「科学講演会」もあげられている。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。「白堊研究 II・III」「SSH 成果・研究発表会」「サイエンスセミナー」など、生徒の記憶に残る経験をさせることができたと考えられる。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 4.2 の項目は「プレゼンテーション能力」、4.1 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」、4.0 は「科学に対する興味関心」「論理的思考力」「応用力」「独創性・創造性」だった。SSH 計画における「白堊研究 I・II・III」が効果的であったと考える。(p. 94 資料 7 参照)

### (3) 教員への効果とその評価 (p. 95 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、SSH において、学習指導要領よりも発展的な内容や教科・科目を超えた教員連携を重視し

た。また、SSHにより、生徒の科学技術に対する興味・関心・意欲や科学技術に関する学習意欲が増し、学校の科学技術、理科・数学に関する先進的な取組が充実したと考えている。「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2.5の項目は「成果を発表し伝える力」、2.4は「観察・実験への興味」「周囲と協力して取組む姿勢」、2.3は「問題を解決する力」、2.2は「科学技術、理科・数学の理論・原理への興味」「粘り強く取組む姿勢」「発見する力」「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、「プレゼンテーションする力を高める学習」「理数系コンテストへの参加」「大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習」「(自校で行う)個人や班で行う課題研究」などを挙げた。教員は、「白堊研究」に関するもの、普段の授業では体験できないものをあげている。教員もSSH事業を高く評価している。

#### (4) 成果の発信・普及

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たと考え、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。

##### ① 外部に向けた生徒研究発表会の実施

6月「SSH研究発表会」を人数制限して公開した。日立市民会館にて「白堊研究Ⅲ」・附属中学校・高校科学系部活動それぞれの代表が口頭発表を行った。その後、「白堊研究Ⅲ」・附属中学校3学年「サイエンスリテラシー」のポスター発表を校内で行った。

2月「SSH成果発表会」を非公開で行った。「白堊研究Ⅱ」によるインデクシング及びポスター発表、高校普通科2年次による「総合的な探究の時間」の口頭発表、附属中学校2学年「サイエンスリテラシー」のポスター発表を校内で行った。

「SSH研究発表会」における「白堊研究Ⅲ」・附属中学校・高校科学系部活動それぞれの代表の口頭発表と「SSH成果発表会」における「白堊研究Ⅱ」インデクシングは、動画を撮影し、Youtubeで限定公開した。

##### ② 大学等による科学研究発表会 (p.64「発表会等参加一覧」参照)

科学系部活動や「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」の研究成果は、様々な発表会に出展している。その際、生徒は、研究者や他校生等と積極的なディスカッションを対面やオンラインで行った。また、これらの活動を通して、生徒が日頃から培ってきたディスカッション力、グループやチューター、教員とディスカッションをすることで深めてきた研究成果の普及を図った。

##### ③ 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)への資料提供

令和2年度に開校した5校の県立附属中学校の生徒が、遠隔教育システムを利用して「探究意見交換会」を実施した。地域についての探究活動の良い目標として、本校化学部の取組とその研究発表の動画を視聴することで、研究テーマや研究の進め方などについて学んだ。

##### ④ 「白堊研究Ⅰ」公開授業

第Ⅲ期計画で、特に研究開発を進めてきた「白堊研究Ⅰ」の公開授業を来校とオンラインの両方で行った。講座は、「情報処理① 代表値の特性」「知の理論① 批判的思考力」を行った。その後、研修会を開催し、「課題研究前の生徒研修内容としてよい」「自校でも取り入れたい」「生徒が積極的にディスカッションしている様子を見て驚いた」「教員も生徒も楽しそう」など、高評価を得た。

##### ⑤ 研究開発教材等のHP掲載 (p.98 資料12参照)

「白堊研究Ⅰ」で研究開発した教材及びその指導案19本と「白堊研究Ⅱ・Ⅲ」における成果物や活動内容を評価するためのルーブリック評価表3本をHPに掲載した。

## ⑥ その他の成果の発信・普及

- ・高教研生物部実験専門委員会で、「白堊研究Ⅰ」の取組について研修会を行った。
- ・「SSH 通信」「SSH 事業報告」等を HP 掲載した。
- ・小中学生に対して「白堊ネイチャースクール」「日立シビックセンター科学館ポスター展示」ヒカリモや自然の大切さを紹介する「海辺で自然体験活動」を実施した。

## 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 (p.93 表 6-1 参照)

既実施の計画における「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、「白堊研究Ⅰ」の探究活動に、「統計学」を導入する。例えば、日立市は天気予報業務許可を取得し、日本で唯一、独自の天気予報を行っている地方自治体であり、市内 7ヶ所の観測データが公開されている。そのデータから年毎の気温や降水量の比較などを行い、相関係数、回帰直線、標準偏差などを活用する活動が考えられる。日頃から得られる結果をしっかりと分析し、評価することで、新たな課題を見つける能力、数学的に予測をする能力を育成する。

また、「数学力育成講座」においても、大学等との連携を図りながら「統計学」や「科学に関する数学」の講座を開催し、科学における数学の重要性を意識させる。これらの取組により、「課題研究」の質の向上も図る。

### (2) 「目的」「研究計画(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。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ので、見通しをもって研究に取り組めていないためと考えた。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る。探究活動では、発表会を開催して、多くの生徒・教員と質疑応答を行い、その後、目的に適した研究がなされていたかを振り返る。これらを何度も繰り返すことで、課題設定の重要性に気づき、常に「目的」「研究計画(計画)」意識した研究ができるようになる。また、探究活動(ミニ研究)の機会を増やすことで、「目指す生徒像」の「ウ 自然科学における、実験・推論の考え方が身に付いている」「ケ ディスカッションによって、自分の論理が正しいのか、どんな修正が必要なのかを明らかにし、研究を深化することができる」生徒が増加し、科学的思考力の向上も期待できる。

### (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。本校でも「課題研究」の指導に不安を感じる教員もおり、これまで培ってきたものを生かし、同じ指導をする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。そのため、他校でも「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。