

東京都立小石川中等教育学校	指定第Ⅲ期目	指定期間 29～03
---------------	--------	------------

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							
6年間を貫く「高度な理数系カリキュラム」と「課題研究」の計画・実施及びその評価・改善を行う「小石川グローバルサイエンスシステム」を通じた科学的人材の育成							
② 研究開発の概要							
以下の研究開発を行い、「課題発見力」「継続的実践力」「創造的思考力」の育成を図ることを目的とする。							
(1) 6年間を貫く高度な理数系カリキュラムのさらなる改善							
(2) 6年間を貫く課題研究のさらなる改善							
(3) 科学的思考力をもったグローバルリーダーを育成するプログラムのさらなる改善							
(4) 大学との連携や接続のさらなる強化							
(5) 教員の指導力のさらなる向上							
③ 令和3年度実施規模							
全校生徒を対象に実施する。（令和3年5月1日現在）							
	1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	6年生	計
生徒数	160	160	160	156	156	158	950
学級数	4	4	4	4	4	4	24
④ 研究開発の内容							
○研究開発計画							
《年次計画》							
1年次 研究開発(1)～(5)を実施し、課題研究のプログラムの改善を検討。							
2年次 数学で「Advanced代数1～3」「Advanced幾何1～3」「Advanced解析1・2」「Advanced代数・幾何1・2」を、理科で「Advanced物理1～5」「Advanced化学1～5」「Advanced生物1～5」「Advanced地学1～4」を実施。							
3年次 「小石川フィロソフィーVI」「Advanced情報の科学」を試行。							
4年次 「小石川フィロソフィーV・VI」を学校設定科目として実施。							
5年次 第Ⅰ期から第Ⅲ期までの総括的な評価を行い、他校へ成果の普及を行う。							
○教育課程上の特例							
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			
普通科	小石川フィロソフィーV	2	総合的な探究の時間	1	第5学年		
○令和3年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項							
1年	「小石川フィロソフィーⅠ」		総合的な学習の時間				
2年	「小石川フィロソフィーⅡ」		総合的な学習の時間				
3年	「小石川フィロソフィーⅢ」		総合的な学習の時間				
4年	「小石川フィロソフィーⅣ」		「情報の科学」で課題研究に関わる事項を扱い、それを「小石川フィロソフィーⅣ」と位置付ける。				
5年	「小石川フィロソフィーⅤ」		学校設定科目				
6年	「小石川フィロソフィーⅥ」		学校設定科目				

○具体的な研究事項・活動内容

(1)6年間を貫く高度な理数系カリキュラムのさらなる改善

- ・学習指導要領を超える高度な理数授業（Advanced 科目）の実施
- ・大学等と連携した高度な理数授業の実施
- ・国際科学オリンピック、科学の甲子園などへの挑戦

(2)6年間を貫く課題研究のさらなる改善

- ・6年間を貫く課題研究「小石川フィロソフィー」の実施
- ・オープンラボ（生徒が自由に研究活動に打ち込める場の確保）の充実

(3)科学的思考力をもったグローバルリーダーの育成

- ・イギリス（ウェールズ）Cardiff 大学とオンラインによる海外研修の実施
- ・ALT の指導のもと、課題研究を英語にまとめ、発信

(4)大学・研究機関・企業との連携

- ・大学等の教育資源を利用した課題研究の充実
- ・先端科学に触れる機会の充実
- ・東京都教育委員会との連携

(5)教員の指導力の向上

- ・SSH-PJ、小石川フィロソフィーⅢ・Ⅴ・Ⅵ担当者会議などの実施
- ・小石川フィロソフィー共通テキストの活用
- ・第Ⅳ期SSH事業に向けたカリキュラムの検討（「理数探究基礎」等）

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・全国SSH生徒研究発表会、東京都内SSH 指定校合同発表会等に参加し、他校の生徒と成果を共有
- ・SSHだよりの発行、学校ホームページでの実践紹介、SSH事業で開発した教材等の公開
- ・SSH指定校教員、教育関係者対象に、オンラインによる本校SSH事業の成果説明会を実施

○実施による成果とその評価

・全校生徒対象のアンケートで「SSH事業に満足」と答えた生徒の割合は 96%、課題研究が「自分の将来に役に立つ」と回答した生徒の割合は 98%、また、理系大学への進学を希望している生徒の割合は 65%にのぼり、本校SSH事業が科学技術人材の育成に寄与している。

○実施上の課題と今後の取組

（実施上の課題）

- ・課題研究のカリキュラム（「小石川フィロソフィーⅣ・Ⅵ」のさらなる検討）
- ・発表会や、SSH海外研修等におけるオンラインの効果的な活用

（今後の取組）

- ・第Ⅳ期SSH事業に向けたカリキュラムの整備
- ・課題研究や理数系授業で教科の枠を超えた活動の充実
- ・オンラインを用いた課題研究の成果共有等、さらなる活用を推進

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

・英国（ウェールズ）のカーディフ大学での海外研修に関し、現地への渡航ができずオンラインによる実施となった。

・全校生徒対象の発表会等、対面でなくオンラインによる実施となった。

・オンラインの活用により、生徒が外部講師から直接指導を受けられる機会が増えた。また、生徒間での研究がオンライン上で共有できるようになった。

東京都立小石川中等教育学校	指定第Ⅲ期目	指定期間 29～03
---------------	--------	------------

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

令和3年度における研究開発の成果

(1)6年間を貫く高度な理数系カリキュラムのさらなる改善

学習指導要領を超える高度な理数科目（Advanced 科目）を1年生から5年生まで実施した。文理に分けないカリキュラムで、すべての生徒が理数分野を深く学び、理科は中学校1年生から物理、化学、生物、地学の4分野専門の教員が指導し、数学は全員が数学Ⅲの極限まで学んだ。6年生では、特別選択講座を理科7講座、数学5講座を開設し、高度な学びに結びつくカリキュラムを整備した。

カリキュラム改善の成果は、コンテストの入賞等で表れている。日本学生科学賞中央審査において3年生5名が化学分野で科学技術政策担当大臣賞を受賞し、5年生1名が応用数学分野で入選3等となった。

全国SSH生徒研究発表会では、6年生1名がポスター賞を受賞し、発信力の強化が成果となって表れた。

科学系コンテストでは、今年度は5年生が国際化学オリンピック日本代表に選出され、国際大会で銅メダルを獲得したのをはじめ、物理チャレンジでは3年生1名、5年生1名が奨励賞を受賞し、全国大会に進出した。

科学の甲子園東京都大会では、筆記競技の化学分野で1位を獲得した。前期課程（中学生）にも成果は波及しており、中学生科学コンテストでは、2年生の1チームが2位になり、科学の甲子園ジュニア全国大会に出場し、総合優勝した。

今年度実施した生徒、保護者、教員対象アンケートの質問項目「本校の理数教育は充実している」で「そう思う」と「どちらかだとそう思う」と答えた割合の合計は生徒 96.4%、保護者 95.3%、教員 98.5%であり、非常に高い割合を維持している。

(2)6年間を貫く課題研究のさらなる改善

「小石川フィロソフィーⅠ～Ⅵ」の具体的な指導内容は以下の通りである。

(1年生履修)「小石川フィロソフィーⅠ」言語スキル・情報活用力の向上

国語科教員によるクラス単位の授業で、本校独自の共通テキストを用いて、基本的言語スキル（話す・聞く・読む・書く）、意見構築力、思考整理法などの複合的言語スキルの育成を図った。

主に「話す・聞く」分野の発表と「書く」分野についての学習を行ったのち、2学期以降は正確に読み聞きする力、論理的に読み取る力、思考を深める力を身に付けることを目標に、個人の活動とグループでの活動を多く取り入れた。

(2年生履修)「小石川フィロソフィーⅡ」数量スキルの向上

数学科教員によるクラス単位の授業で、本校独自の共通テキストを用いて、主として統計学の基本を学んだ。統計の基本を学ぶとともに、実際にデータを扱い、他者にデータを伝える手法を体験させた。3～4人のグループに分かれて統計ポスターの作成を行い、この取り組みを通して、PPDAC サイクル（Problem（問題）、Plan（調査の計画）、Data（データ）、Analysis（分析）、Conclusion（結論）の一連の流れ）を体験した。

(3年生履修)「小石川フィロソフィーⅢ」プレ課題研究

本校の特色である「小石川教養主義」に基づき、文理の枠を超えた以下の各講座に分かれて、年間を通して教科等横断的な課題研究を実施した。各講座で随時中間発表会を行い、ルーブリック等

を用いて相互評価等を行った。3月に研究発表会を実施し、1、2年生が課題研究の準備として、発表を見学する予定である。まとめとして、研究概要を作成し、図書室やSSHコーナーで下級生が閲覧できるようにしている。

【令和3年度開設講座一覧】

- | | | |
|----------------|--------------|-------------------|
| 1) 平安人の心で古典を読む | 2) メディアリテラシー | 3) 哲学の扉 |
| 4) 三大宗教とその周辺 | 5) 数学研究 | 6) 自然科学・探究活動の基礎 |
| 7) スポーツ | 8) 日英言語文化研究 | 9) 国際協力について考えてみよう |

(4年生履修)「小石川フィロソフィーⅣ」 情報活用能力の向上

情報科の教員によるクラス単位の授業で、プログラムや統計解析の手法、ビッグデータの分析等の活動を行った。

プログラムでは、ロボットの自動動作や、迷路脱出のプログラムを作成した。統計解析の手法では、Advanced 解析(数学)の授業と連動させ、分散、標準偏差、共分散といった統計量を、ただ単に求めるだけでなく、意味を考えさせることに重点を置き、統計的な見方を学んだ。

ビッグデータの分析では、プロ野球選手のデータを用い、実際にデータ処理をすることにより、その重要性を認識させ、分析スキルの向上を図った。

(5年生履修)「小石川フィロソフィーⅤ」 専門的で高度な課題研究

年度当初に、6年生の英語による課題研究発表会に参加し、2年間の課題研究の見通しを持った。オリエンテーション後は、本校の特色である「小石川教養主義」に基づき、文理の枠を超えた以下の各講座に分かれて、年間を通して教科等横断的な課題研究を行った。各講座で随時中間発表会を実施し、ルーブリック等を用いて相互評価等を実施した。3学期に学年内で発表会を行い、6年生で論文を作成する準備を行った。

なお、2月の海外修学旅行では、シンガポール交流校で英語による研究交流を行う予定だったが、新型コロナウイルス感染症の影響で中止になった。一部オンラインで交流する計画である。課題研究を英語で発信する取組は継続し、国際部と連携し、Presentation Workshop (ALT と1対1で、英語によるプレゼンテーションの指導を受ける)を全員に実施した。

【令和3年度開設講座一覧】

- | | | | |
|---|--------------------------|---------------------|---------------|
| 1) 近代文学研究 | 2) 現代短歌 | 3) 「FACTFULNESS」応用編 | |
| 4) 数学研究 | 5) Cool Japan 海外へ広がる日本文化 | 6) 空飛ぶ物理一座 | |
| 7) 化学分野の研究 | 8) 生物学研究 | 9) 地学研究 | 10) 保健体育・スポーツ |
| 11) 音楽表現 | 12) 美術 | 13) 英文学研究 | |
| 14) International Understanding/ Debate (basic) | | | |

(6年生履修)「小石川フィロソフィーⅥ」 概要集の作成・課題研究の深化

5年生で行っていた研究分野に基づき、国語・社会・数学・理科・英語・体育・芸術の7講座のいずれかに属し、6年間の課題研究のまとめを行った。

自身の課題研究を振り返り、研究要旨を作成し、指導教員が添削指導を行った。また、各講座内でお互いの論文を読み合い、成果を発表した。研究要旨は、「研究概要集」としてまとめ、6年生全生徒へ配布するとともに、課題研究に携わっている教員、本校生徒が自由に閲覧できるようにし、6年間の成果を全校に広げた。

また、発信力を高める取り組みも実施しており、全校生徒参加による成果発表会をオンラインで実施し、6年生の各講座代表が発表し、全校で成果を共有した。

代表生徒だけでなく、すべての生徒が発表する機会を持たせている。全員が5年生に対し英語で課題研究を発表するとともに、学年内でも全員が研究成果を発表し、発信力を高めた。

(3)科学的思考力をもったグローバルリーダーの育成

今年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で、現地に渡航して実施予定であった英国（ウェールズ）のカーディフ大学の海外研修が中止になった。代替措置として、夏期休業中に3日間の日程でカーディフ大学とオンラインで結び、教員から英語による高度な理数系授業を受講するとともに、課題研究を英語で発表し、アドバイスを受けた。

「小石川フィロソフィーV」では、全員が英語ポスターを作成し、課題研究をシンガポールの現地校で発表する予定だったが、新型コロナウイルス感染症の影響で中止となった。英語ポスターは作成をすすめており、国際部と連携した Presentation Workshop で、ALTの個人指導により、課題研究を英語で発信できるよう指導している。来年度の新学期には、新6年生が新5年生に向けて英語による発表を行う予定である。

(4)大学・研究機関・企業との連携

高大連携・共同研究に関する協定を結んでいる東京農工大学をはじめ、総合研究大学院大学、東京大学、立命館大学等と連携し、課題研究や科学系部活動で指導いただいた。

「サイエンスカフェ」は、大学や企業の方をお招きし、研究活動についてお話を伺う自由参加型のワークショップであり、1月までに7回実施した。建築学からデータサイエンス、昆虫の生態から宇宙に関することまで幅広いテーマで行った。第1回、2回では現在理系学部・大学院に所属している本校卒業生を講師としてお招きし、専攻している学問だけでなく、本校SSH事業が大学での学びに役立っていることや進路選択について、卒業生の立場からお話ししていただいた。

第5回、第6回は企業との連携を進め、JAMSS（有人宇宙システム株式会社）・株式会社コンフォーカルサイエンスのご協力を得て、タンパク質結晶生成に関する実験を行った。

第7回は、「ヒトデ卵の減数分裂と受精の観察」をテーマに、お茶の水女子大学と連携し、講義と実験を交えた講習会を実施した。

本校卒業生の大学教授等にご協力をいただき、研究室を公開してもらう機会を設けている。今年度は東京大学大学院（柏キャンパス）、東京工業大学大学院（大岡山キャンパス）を訪問し、本校卒業生の教授・准教授から講義を受けた。また、4、5年生全員対象に「分野別大学模擬講義」を実施し、幅広い領域から教授・准教授・助教の方から大学の学びを紹介いただいた。そのうち3名の方は本校卒業生であり、進路選択に資する貴重な機会となった。

グローバルサイエンスキャンパスに参加を希望する生徒への支援を積極的に行っている。今年度は、東京大学のプログラムに1名が参加している。

(5)教員の指導力の向上

本校SSH事業は、課題研究の指導で全教科が関わっている。課題研究の担当者会議を定期的に行い、課題研究の実践や評価に関する情報を共有した。また、課題研究の指導では、ベテラン教員と本校の若手教員が共に課題研究の指導にあたる機会も多く、指導力向上に役立っている。

それらの指導方法の共有により、SSH事業の効果がすべての教科の授業に波及し、指導力の向上に役立っている。

アンケートでの定性的分析において、「課題研究の指導を通して、指導観が変わった」と考えた教員が多く、「課題設定から課題解決までを生徒と一緒に取り組むうちに、自分も課題解決能力が高まり、新学習指導要領で求められる授業力の向上につながった」「担当教科の枠にとらわれず、多面的な視野から問いを立てる力が身に付いた」などの意見が出された。

今年度はSSH第IV期申請に向けて、第III期の総括と第IV期のカリキュラム検討をSSH-PJおよび全ての教科会で行い、理数探究基礎の設置が決定した。カリキュラムの改善とともに、SSH事業を通して指導力の向上に努めている。

(6) 成果の公表・普及

今年度は、初めての試みとして、全国のSSH指定校を対象に、本校SSH事業の説明会をオンラインで実施し、課題研究の取り組み等の成果を共有した。

ホームページの活用も進めており、課題研究の基礎を学ぶ本校作成の独自テキスト2冊を公開している。あわせて、理数系科目の指導案や、各講座における課題研究についての年間指導計画や成果と課題について掲載した。また、ホームページ上に、本校教員が制作した理科の実験の楽しさを伝える「小石川チャンネル」を公開している。

さらに、SSH事業の活動をSSHだより（年2回発行）やホームページに公開し、SSH事業の魅力を伝えた。

他に、全国SSH生徒研究発表会、東京都内SSH指定校合同発表会、マスフェスタ等に対面・オンラインで参加し、他校生徒と成果を共有した。

(7) 事業の評価

SSH部では、年に1回、生徒・職員・保護者に対してアンケートを定期的に行っている他、サイエンスカフェなどのSSH事業で、その都度アンケートをとり、改善に活かしている。今年度は、第Ⅲ期最終年にあたり、第Ⅲ期総括のためのアンケートを実施した。今年度より同窓会の協力を得て、ウェブによる卒業生の追跡調査を実施した。

第Ⅲ期指定期間を通しての総括的な成果

(1) 小石川フィロソフィーを全学年に設置し、生徒と教員の意識が向上

令和3年度の生徒アンケートによると、「本校SSH事業に満足」と考える生徒は96%であり、本校第Ⅲ期SSH事業の核である課題研究が「自分の将来に役に立つ」と回答した生徒が98%、卒業後の進路で、理系大学への進学を希望している生徒の割合は65%である。定性的な観点では、生徒が在学中に執筆した査読付き英語論文のアクセプト、全国レベルの理数系課題研究コンクールで論文の多数入賞など、将来を担う科学技術人材が育っていることが実証できた。

教員アンケートの第Ⅲ期4年目の回答を、第Ⅲ期開始時と比較すると、右図の表のようになり、SSH事業の成果が教員の意識変容にも寄与していることが実証できた。

教員の意識（肯定の割合の変化）

質問	担当教科	第Ⅲ期1年目 平成29年度	第Ⅲ期4年目 令和2年度
SSH事業により、 職員の意識が変わった	理・数・情	79%	82%
	その他	41%	72%
SSH事業は、 自身の担当教科に関係がある	理・数・情	100%	94%
	その他	44%	80%
SSH事業により、 学校や生徒が活性化した	理・数・情	90%	94%
	その他	57%	82%
SSH事業により、 その他の教育活動にも変化が見られた	理・数・情	68%	82%
	その他	44%	77%

(2) 理科・数学のAdvanced授業が充実し、科学への興味・関心を喚起

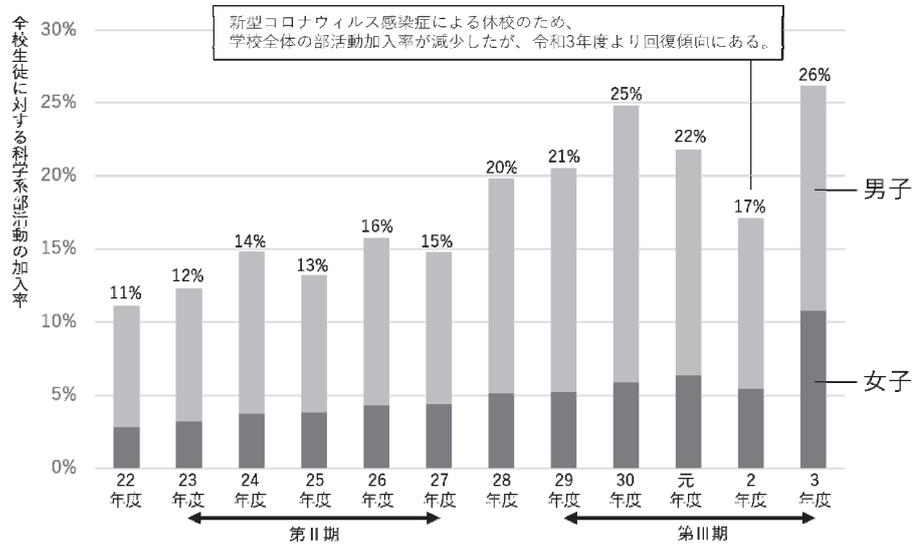
令和3年度の生徒アンケートによると、「本校の理数教育は充実している」と答えた生徒は90%を超えている。理科・数学の授業を通して、本校SSH事業が目指す三つの力が伸びたと答えた生徒は理科・数学ともに80%を上回った。

カリキュラム改善の成果は、国際科学オリンピックやその予選での入賞等にも表れている。第Ⅲ期以降、物理チャレンジ、化学グランプリ、生物学オリンピック、地学オリンピックの各分野本選でメダルを獲得し、国際大会へ駒を進めたオリンピックもある。数学オリンピック、情報学オリンピックに関しても、コンスタントに本選出場を果たしている。

(3)オープンラボ、科学系部活動により、課題研究が高度化

物理・化学・生物・地学・数学・情報の各実験室・研究室を、教員の指導のもと開放し、授業時間内に解決できなかった課題研究等、興味のあるテーマについて、実験・研究できるオープンラボを整えた。科学系部活動は、生徒の自主性によって研究を進めており、質の高い課題研究を行う土壌

となっている。右図のように、科学系部活動への加入率は全校生徒の25%を超え、女子の比率も高まるなど、盛んに活動している。第Ⅲ期に入り、ロボカップジュニア世界大会や、全国レベルの課題研究コンテストで、数多くの入賞を果たした。



研究開発の課題

令和3年度における研究開発の課題

昨年度から、6年生全員が履修する「小石川フィロソフィーⅥ」を本格実施している。前年度は、新型コロナウイルス感染症の影響を受けたが、今年度は臨時休業の影響がなく完全実施となった。

課題研究のまとめを行うとともに、概要の作成、5年生に対しての発表や、学年内の発表など、発信力を高める取り組みをカリキュラムに盛り込んだが、5年生で行った活動と重複するものがあり、内容がやや冗長になった感は否めない。この解決策の一つには、大学以降の学びと連携させることである。小石川フィロソフィーⅥで、6年間の課題研究を通して学んだ力を発揮でき、大学以降につながる手応えが感じられるカリキュラムを構築していきたい。

小石川フィロソフィーⅥの目標は、小石川フィロソフィーⅤで取り組んだ課題研究を深めることであり、このことは、Ⅵの課題はⅤに繋がっている。

小石川フィロソフィーⅤでは、5年生の2月に実施される海外修学旅行で実施されるシンガポールの高校生との研究交流が目標となる。それらの活動を踏まえて、小石川フィロソフィーⅥの学びに滑らかに接続できるような工夫が重要である。

新型コロナウイルス感染症に伴い、発表会の実施や海外研修に大きな制約が生じた。オンラインの活用は、時間的・空間的制約をなくす一方、ポスター発表の大きな目的である他者との対話の面で制約が生じることは否めない。オンラインと対面の良さを活かせるようなSSH事業の推進も大きな課題である。

第Ⅲ期指定期間を通しての総括的な課題

(1)小石川フィロソフィーの課題

第Ⅲ期では、6年間で貫く課題研究のプログラムを構築し、課題研究を行う「小石川フィロソフィーⅤ」を5学年に、それをさらに発展させる「小石川フィロソフィーⅥ」を6学年に新設し、2年間をかけて課題研究に取り組めるようにした。

しかし、3学年、5学年で課題研究を行うカリキュラムにより、4学年で課題研究の取組が一旦停滞する結果となった。ループリックを用いて自己評価した達成度にも、数値として表れている。

また、運営指導委員会で、大学の教養教育で重視されるようになった研究倫理について、6年間

を通して学ぶ機会が少ないことが指摘された。

(2)理数系授業の課題

これからの到来する知識基盤社会で新しい価値を創造するには、異なる分野間の知識・経験の融合が重要になる。教科・科目の枠を超えた学びに対する希望は生徒アンケートにも表れており、75%の生徒が理数科目を融合した授業を受けたいと答えている。

また、6学年で主に理系大学への進学を希望する生徒を対象とした理数授業については、これまで深い研究開発が行われてこなかった。しかし、生徒の意識調査では、理科の授業として「知識を活用するための問題演習」を求めている6年生が6%なのに対して、フィールドワークを含めた「観察・実験」を行う授業を求めている生徒が65%であるなど、受験を控えた6年生であっても、より探究的な授業を望む生徒像が明らかになった。

教科の枠を超え、6年間を通して探究的に学ぶための新たな理数カリキュラムを開発することが課題である。

(3)教育課程外の活動の課題

科学系部活動やオープンラボは物理・化学・生物・地学・数学・情報の6分野が揃い、充実した活動を展開しているが、部活動間での活発な交流には至っていない。さらに、教育課程外の活動を充実させるための指導者を確保すること、男子と比較して低い女子の理系志望率を高めることも、解決すべき課題である。

イギリスのカーディフ大学に代表生徒を派遣し、課題研究の発表などを行うプログラムは、課題研究を行う生徒の目標となり、英語による研究発表が充実した。これらの成果が、5学年で行う海外修学旅行におけるシンガポール交流校との英語による研究交流の発展に繋がるよう、今まで以上に事後学習や校内への発表活動をさらに充実させる必要がある。

(4)事業の分析における課題

本校は創設当時から理数教育に力を入れてきたため、理数系分野で活躍する卒業生が数多くいる。これまでも、課題研究や科学系部活動、サイエンスカフェなどで、積極的に外部講師をお招きしている。しかし、卒業生の追跡調査を継続的に実施できていないため、その成果の客観的分析及び、歴史に根差した優れた卒業生との活発な連携ができていない。このことは、長年の懸案となっている。

また、ルーブリックによる生徒の自己評価やアンケートの分析に統計的な手法を取り入れ、より詳細な考察を行うことも課題である。

(5)成果の普及における課題

ホームページに、独自に作成したテキストや指導書、ルーブリック等を掲載した。他校の教員からは、これらの活用プロセスや、細かな指導ノウハウなども、より詳細に教えてほしいというご意見をいただいている。

地域の小中学校との連携がほとんどできていない。教員間、生徒間の交流の仕組みをつくっていくことが課題である。