

平成26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3年次

研究開発課題

国際バカロレアの趣旨に基づく  
理数探究教育プログラムの開発および実践

平成29年 3月

東京学芸大学附属国際中等教育学校

## はじめに

校長 佐藤 正光

平成 26 年度指定スーパーサイエンスハイスクール(SSH)の認定校としての研究開発実施報告書(第3年次)を提出いたします。

本校は国際バカロレア機構(IBO)が提供するミドルイヤーズプログラム(MYP)とディプロマプログラム(DP)を実施する学校として、その特長である探究型のカリキュラムを活かした SSH の実践を目指して認定校の指定を受けました。模索しながらの2年間を経て、本年度はさまざまなプログラムを実施し、多くの大学や研究機関、企業、NPO などの研究者や事業者にご協力をいただいて、生徒たちの自発的な発想による研究活動を実践いたしました。

SSH は先進的な科学技術を活用し、理科・数学教育を通じて生徒の科学的思考力、判断力などを培い、将来国際的に活躍し得る人材の育成を目指し、理数系教育に関する教育課程等の研究開発を行うことを目的としています。本校では、日頃から授業や学校生活を通じて生徒たちに科学的な探究心を育むよう、日常の中に存在する素朴な疑問から国際社会における現代的課題にまで正面から取り組み、問題を解決するための努力を惜しまぬよう支援しています。そのため生命科学や宇宙物理学、情報工学などの先端研究から、部活動で行なっているスポーツの技術向上のための科学的追究など、研究の対象はとてもユニークです。国際バカロレア(IB)の目指す探究型教育により、6年一貫教育の課程で数十篇の課題レポートに取り組むほか、1年生の富士ワークキャンプ、3年生の沖縄ワークキャンプ、5年生のカナダワークキャンプにおける研究と体験活動、4年生が取り組むパーソナルプロジェクト(PP)、5・6年生の課題研究など多くの研究の機会を設け、その成果を校内で発表してきました。SSH の認定によって、カリキュラムの見直しを図り、またサイエンスカフェなど先端的科学と研究者に触れる機会を作ったほか、生徒の研究発表の場が飛躍的に拡大され大学や高校での合同発表やシンポジウム、また海外にまで出かけて意見交換やグループワークを行うなど、生徒たちに広い世界を提供することができつつあります。

本年度は SSH 事業の三年目に当たり、認定されて二年目を迎えたスーパーグローバルハイスクール(SGH)事業との整合性と相乗作用とを図りながら、前期課程(中学校課程)の生徒にも取り組む機会を提供して、多くの研究活動が行われました。生徒たちは昨年度の研究をさらに発展させたり、後輩に研究を継承してもらったり、いろいろな工夫も行うようになってきました。夏のスクールフェスティバルでは思うような結果の出ないまま発表していた生徒が、冬の合同発表会では自信を持って発表する姿を見たりしていると、生徒たちの持つ可能性と全力をそそぐ態度とに感心させられます。そして先輩のプレゼンテーションを見た後輩たちが、それを参考にしてさらに興味深く実証性の高い研究を生み出すのではないかと期待しております。

私たちは、生徒の抱く夢のような発想が実現の可能性に一步でも近づくことを、そしてその夢に向かって突き進む前向きな生徒たちを育てることを理想として、日々この事業に取り組んで参りました。その成果を御高覧いただき、ご指摘、ご助言を賜わることができましたら幸甚に存じます。

## 目次

研究開発実施報告（要約） 別紙様式1-1	1
研究開発の成果と課題 別紙様式2-1	5
平成28年度SSH研究開発報告書	
1章 研究開発の課題	9
(1) 研究開発課題	
(2) 研究開発の課題	
(3) 研究の仮説	
2章 研究開発の経緯・内容・実施の効果とその評価	11
(1) SS科目	
(1)-1 SS数学	
(1)-2 SS理科	
(2) SSIB講座	
(2)-1 SSIB講座	
(3) SS理数探究	
(3)-1 SS理数探究(各学年における国際教養)	
(3)-2 ISSチャレンジ(課題研究支援事業)	
(3)-3 研究倫理ガイドラインの策定	
(3)-4 グローバルサイエンス事業	
(3)-5 セミナー・フィールドワーク事業	
(4) 評価方法開発	
(4)-1 課題研究を促す評価方法の開発	
3章 校内におけるSSHの組織的運用体制	50
4章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	55
資料	
資料1：教育課程上に位置づいた課題研究一覧	56
資料2：ISSチャレンジ研究テーマ一覧	58
資料3：研究論文執筆要項・ループリック	60
資料4：引用文献の書き方	62
資料5：研究倫理ガイドライン	63
資料6：研究倫理申請関連	65
資料7：運営指導委員会報告	69
資料8：今年度の教育課程表	70

## ①平成 28 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	
国際バカロレアの趣旨に基づく理数探究教育プログラムの開発および実践	
② 研究開発の概要	
<p>IB の趣旨に基づき、国際社会で活躍できる科学技術人材の輩出に資する理数探究教育プログラムを開発する。具体的には、以下の開発に取り組む。</p> <p>◇IB の趣旨に基づく理数探究教育プログラムの開発と授業実践</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IB の特徴でもある学習者中心で協働型・双方向型の授業</li> <li>・ 科学の現代的課題や学際的課題を扱い、IB のディプロマプログラム（以下、DP）の授業の一部を（校外外）で共有</li> </ul> <p>◇SS 理数探究の充実による学際的な学びの開発と実践</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 課題研究を推進する能力となる課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力などの育成を柱とする中等教育 6 年を通した体系的な理数探究活動</li> <li>・ 生徒の多様な課題研究の推進を促す仕組みとしての課題研究コンテストおよび研究支援</li> <li>・ 生徒の多様な知的好奇心のニーズに応え、科学技術に理解のある人材のすそ野を広げる</li> </ul> <p>◇理数探究活動を促す IB の趣旨を生かした評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 理数系教科の学習指導における観点別評価の定着とその活用</li> <li>・ 実験観察に必要とされるスキルなど科学研究にもとめられる資質・能力の評価と活用</li> <li>・ 生徒の課題研究を推進する評価方法の開発と自己評価を促すメタ認知力の育成</li> </ul>	
③ 平成 28 年度実施規模	
中等教育学校前期課程を含む全校生徒（1 学年~6 学年）を対象とする。	
④ 研究開発内容	
<p>○研究計画</p> <p><b>1 年次：平成 26 年度 準備・試行段階</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SS 科目事業では IB の趣旨を取り入れた SS 科目を開設した。</li> <li>・ SSIB 講座事業として、東京大学及び東京学芸大学と連携して生命科学実験講座および電磁気学実験講座を実施した。</li> <li>・ SS 理数探究事業では、国際教養委員会、各学年会と協力し、理数探究活動を実施した。また、課題研究を促す機会としての校内科学コンテスト「ISS サイエンスチャレンジ」や「生徒研究支援事業」および研究者に身近な交流を実現する「サイエンスカフェ」等を実施した。また、科学的意識の高まりを調査するためにアンケート調査等を実施した。</li> <li>・ 評価開発事業として、SS 科目等の単元・教材レベルでのルーブリックを開発し、段階的に試行した。また、国内外の実践教員および研究者を招聘し、形成的評価を活用した授業展開について議論した。</li> </ul> <p><b>2 年次：平成 27 年度 拡張・展開</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SS 科目事業として、SS 数学では学際的な課題を教材化し授業実践を行った。また、テキスト作成に向け、単元設計および探究課題を開発した。SS 理科では DP の新シラバスの趣旨を反映させ、現実社会の課題や実験デザインを重視した授業設計を行った。さらに、公開研究会において SS 科目を公開し、研究協議会ならびに情報交換会を実施した。</li> <li>・ SSIB 講座事業では東京学芸大学と連携して材料科学講座を実施した。実施に際しては本校 DP</li> </ul>	

教員と大学研究者とが連携し、TT方式で実施した。

- ・SS理数探究事業では、各学年において課題研究を遂行するために必要な資質・能力を発達段階に応じて設定することにより、6カ年の理数探究活動の体系化の枠組みを国際教養委員会において開発した。
- ・1年次に実施した校内課題研究コンテストを「ISSチャレンジ」として企画・実施した。その中で、生徒研究支援事業として人的・物的支援を行い、課題研究の促進を図った。さらに各種講演会やサイエンスフィールドワークを実施した。
- ・評価開発事業として、理科では6年一貫した実験観察評価シート(PSOW)を開発し、生徒へのフィードバックの仕組みを構築した。また課題研究に対しては研究計画書・研究経過報告書・研究論文作成の流れを構築するとともに、その中で提示する評価規準やルーブリックを開発した。

### 3年次：平成28年度 深化・普及・評価（改善）

1, 2年次の実践を踏まえて事業の深化をはかるとともに成果の普及を図った。3年間の中間評価を行い、改善点を抽出した。

- ・SS科目事業では2年次までの実施を評価することで明らかになった課題をもとに授業方法の改善・教材の開発・実践を行った。
- ・SSIB講座事業ではSSIB講座を本校DPクラスと合同実施した。
- ・SS理数探究事業では2年次に設定した資質・能力を育成するプログラムを開発するとともに、「ISSチャレンジ」や「研究支援事業」の実態を省察し、改善点の抽出や運用の効率化をはかった。
- ・広報・普及事業としてWebページなどを通し、実践成果を広く公表するとともに、公開研究会においてSS科目を公開し事業成果の発表と研究協議の機会を設けた。

### 4年次：平成29年度 評価・改善

中間評価により明らかになった改善点を反映させた事業を展開する。

- ・SS科目事業で3年次までのSS科目の実施を省察し、中間評価を踏まえて検討・実施する。あわせて普及モデルの検討をおこなう。
- ・SSIB講座事業ではSSIB講座を公開講座として準備し、他校（SSH校及びIB校）の生徒も受講可能にすることで、学校間交流をはかる。
- ・SS理数探究事業では国際教養委員会および各学年会とともに、3年次の取り組みに対する評価・分析を行う。さらに6年間の体系だった理数探究プログラムを開発する。
- ・評価開発事業ではそれまで実施した評価規準および評価課題の分析・評価をもとにその内容を改訂し、IBの趣旨に基づく一貫した評価規準の設定および評価を実施する。
- ・学内外の組織との連携を強化し持続的な事業が展開できるようにする。

### 5年次：平成30年度 完成・普及

5年間の総括を行い、普及モデルを提示する。

- ・これまでのSS科目の実績をもとに、DPシラバスの趣旨を取り入れた授業設計やカリキュラム、DP導入に対する課題を具体的に対外的に提示する。
- ・これまでのSSIB講座の成果や理数系科目におけるDP授業の学校間共有を目標に新しい研究課題を模索する。
- ・これまでのIBプログラムにおける評価システムを調査・研究および実践をもとに、今日の教育に求められている評価規準の作成や工夫および改善の方法について具体的に提示する。

### ○教育課程上の特例等特記すべき事項 特になし

### ○平成28年度の教育課程の内容（別ページ教育課程表）

後期課程生徒が履修するSS科目は、既存の理科と数学科の科目として位置づけており、学習指導要領で指定されている学習内容を含めて構成されている。SSIB講座は、長期休業中に集中講義形式で実施する。SS理数探究は、総合的な時間（国際教養）の一部として位置づけて実施した。

### ○具体的な研究事項・活動内容（平成28年度）

## (1) SS 科目事業

本校の教育課程表において、理数系教科に属する科目として SS 科目を設置する。

SS 数学：3 年次は、「座標幾何」と「ベクトル」の紙面化を中心に行った。具体的には、探究課題とそれに付随する「問」、「Q」の作成、定義や性質等の文言などを作成し、実際にテキストの紙面を作成し、『TGUISS 数学 5・6(座標幾何、ベクトル)』として冊子にまとめた。

SS 理科：DP の Theory of Knowledge(知の理論)、International mindedness(国際的視野)、Nature of science(科学の本質)の考え方にもとづき、授業設計に意味のある文脈の導入を行った。また、実験デザインにおける総括的評価と形成的評価を明確に区別した科学的探究活動に必要な能力やスキルを評価する方法を整備した。

## (2) SSIB 講座

DP 化学のクラスの授業の一部に位置づく内容をあわせもつ集中実験講座として「SSIB 化学講座」を開設した。試験的に他校生徒を交えるなど公開講座化の準備を行った。あわせて管理機関(東京学芸大学)との連携により「SSIB 生物講座」を開設した。

## (3) SS 理数探究事業

### (3) - 1 SS 理数探究 (各学年における国際教養)

課題研究を軸とした理数探究活動の実現のために、昨年度(平成 27 年度)まとめた国際教養(課題研究を通して育成する資質・能力)に基づいて各学年における具体的な教材開発を行い、実践した。また、特別研究推進委員会を通して、他の事業(IB や SGH 等)を通して育成させる資質・能力との関係について調整・整理を行い、学校全体のなかで SSH 事業の役割や位置づけを明確にした。

### (3) - 2 ISS チャレンジ (課題研究支援事業)

個人やグループで自発的に行っている生徒の課題研究を奨励するために、校内科学コンテストを実施した。全ての在校生にその機会が提供され条件を満たす課題研究に対しては物的人的な研究支援を施し、生徒の研究活動を推進するとともに、生徒の興味関心に則しながら科学研究の方法を習得させ、自律的な課題研究の推進を促す。メンターの連携体制を見直すとともに、実態に応じた(生徒のニーズに応じた)研究支援体制の改善をおこなった。

### (3) - 3 研究倫理ガイドラインの策定

特別推進委員会を通じて、研究倫理に関するガイドラインを検討するとともに、該当する生徒課題研究に対して審査を通じて、生徒課題研究の質的向上をはかった。

### (3) - 4 グローバルサイエンス事業

海外 SSH 校の授業を経験したり、海外 IB 校との研究交流を行うプログラム、グローバルに活躍する科学技術人材の育成をめざす。英語によるプレゼンテーションだけでなく、IB の科学の授業 Group4 Project (フィールドワーク)を海外の学校において合同で行ったり、海外の科学教育プログラム(AP Capstone)のクラスと授業交流をおこなった。

### (3) - 5 セミナー・フィールドワーク事業

身近な生活に生かされている科学技術や、科学研究の社会的なつながりについての気づきや発見を促すしくみとして、サイエンスカフェやフィールドワークおよび対象を特化した各種セミナーを実施した。

## (4) 評価方法開発事業

SS 科目や探究活動および課題研究に関わる一連の教育活動において、IB の趣旨に則った評価の手法を導入することで、理数探究教育の充実をはかる。

### (4) - 1 課題研究を促す評価方法の工夫

昨年度(平成 28 年度)の評価規準および評価方法を省察し改善を行い、それをを用いて ISS チャレンジの課題研究論文の評価をおこなった。また、評価規準を事前に提示することで、評価の要求水準を示すとともに、生徒自身の省察を促す。

## 5 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

#### (1) SS 科目事業

本校の教育課程の理科と数学において SS 科目を開設し、IB の趣旨を取り入れた教育実践（授業改革）に取り組んだ。SS 数学では、事象の探究を志向した授業が実現され、ルーブリックを用いた評価によって、生徒の学習の到達度を明らかにする目的を達成することができた。SS 理科では、文脈の導入により、生徒たちの議論は活性化され、根拠のある意見を述べるためには科学的概念の理解が重要であることに自ら気づく生徒も見受けられた。6年間で効率的かつ確実に身に付けていくための評価課題の整備を急ぐ必要がある。

#### (2) SSIB 講座事業

管理機関の東京学芸大学と連携して DP の発展的学習内容を含む集中講座を設計し、実施した。一部他校の生徒の参加させることで、将来の公開講座化の知見を得るとともに、DP（1 回生）全員が参加することで DP の授業の関わりを意識した集中講義とすることができた。

#### (3) SS 理数探究事業

生徒が課題研究を主体的に遂行する能力を育成する「SS 理数探究」の開発を行い、生徒の課題研究の育成を全校体制で実施した。ISS チャレンジ（コンテスト）を通して生徒の多様で自発的な課題研究を促すとともに、直近の卒業生による研究支援活動による多面的な研究支援をおこなった。英語を用いたインタラクティブを通じた科学研究を進める能力を育成するグローバルサイエンス事業や、科学技術人材のすそ野を広げるためのセミナーやフィールドワーク等を開発し実施した。これらによって生徒の自由な発想に基づいた自律的な課題研究の推進をはかることができた。

#### (4) 評価方法開発事業

IB の評価手法を参考にすることで、教科学習や課題研究における評価方法を継続的に実施した。生徒の自律的な研究遂行に求められる実験観察の技能に特化した評価シート（PSOW）を継続的に実施した。

また、コンテスト事業（ISS チャレンジ）を通して、自律的に課題研究を遂行できる人材の育成するために研究（審査）過程毎の評価規準を設定することで、研究の到達水準を認識させ、研究推進をはかった。多様な研究テーマにも対応させることができた。

### ○実施上の課題と今後の取組

#### (1) SS 科目事業

SS 科目は IB の手法や考え方に基づいて設計されているために、一般的とは言い難い面がある。一般に活用し易くするために普及モデルを想定した研究開発を行う必要がある。

#### (2) SSIB 講座事業

DP との関係性の強化と公開講座化の試行を行ったが、多様な参加生徒への対応が想定され、事前・事後学習との関わり方が難しくなる。IB の授業を受ける機会の拡張と、DP の授業としての深化の両立とそのバランスに配慮した講座の設計が求められる。

#### (3) SS 理数探究事業

メンターの適性な配置及び研究支援員（TA）の活動（生徒との係わり）について適切でより効果的な方法の検討が求められる。研究倫理の審査に関わる適切な運用方法の確立が必要である。

#### (4) 評価方法開発事業

実施成果を蓄積して、実施効果を評価することが求められる。

②平成 28 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			
(1) SS 科目事業			
SS 科目の研究開発においては、教育課程上に SS 科目を数学および理科で開設し、IB の趣旨（特に DP）を取り入れた教育実践（授業改革）を志向して取り組んだ。28 年度（3 年次）SS 科目にかかわる研究開発の経過や成果は、公開授業として多くの教育関係者に公表するとともに、情報交換会や研究協議において、一定の評価をえるとともに、多くの意見をいただいた。			
28 年度（3 年次）：平成 27 年 6 月 18 日第 5 回公開研究会			
	学年	科目名	授業主題
数学	6 学年(高 3)	SS 数学Ⅲ	数学を使い、創る活動の水準を高める授業 - 微分法 -
理科	4 学年(高 1)	SS 地学基礎	東日本大震災から学ぶ地学
各教科で実施した取り組みおよびその成果の詳細は次の通りである。			
1. SS 数学			
3 年次は、これまでに開発していきたく探究課題を基に、「座標幾何」と「ベクトル」に関してテキストの紙面化を実現した。単元「ベクトル」の探究課題として開発したものを実践した。その結果、課題を生徒たち自身で解決することができ、生徒自らがベクトル方程式の知識をつくっていく授業を展開することができた。			
2. SS 理科			
①意味のある文脈の導入：DP の Theory of Knowledge(知の理論)、International mindedness(国際的視野)、Nature of science(科学の本質)の考え方を取り入れた授業設計を試みた。			
②実験課題における総括的評価と形成的評価の区別：6 年を通して実験デザインの経験を積み、科学的探究活動に必要な能力やスキルを明確に示した学習評価を実施した。			
(2) SSIB 講座事業			
SSIB 講座の研究開発においては、管理機関（東京学芸大学）と連携して発展的学習内容を含む集中講座を設計し実施した講座は下表の通りである。完成年度における IBDP 授業の公開講座化を目指し、平成 28 年度は材料化学講座を、本校の DP クラスの授業の一部として位置づけ実施するとともに、一部他校の生徒の参加を試験的におこなった。			
28 年度(3 年次)	材料化学講座	東京学芸大学	8/23, 24, 25
	生命科学講座	東京学芸大学	(8/22), 9/3, 10/29, 11/22
(3) SS 理数探究事業			
SS 理数探究事業の実施により、生徒の主体的な課題研究を遂行する能力を育成し、生徒の課題研究を支援し、コンテストを通して奨励することができた。SS 理数探究事業は、教育課程表に位置づく各学年における国際教養の時間において実施する「SS 理数探究」と、多様な生徒の発想に基づいて展開しているさまざまな課題研究を人的・物的の両面から支援し、優秀な課題研究の推進を促すためのしくみとして「ISS チャレンジ（課題研究支援事業）」、グローバルに活躍できる科学技術人材の育成をめざした「グローバルサイエンス」、さらに理系文系を問わず幅広い科学的素養をみにつけ科学技術に理解のある人材のすそ野を広げるため「セミナー・フィールドワーク事業」で構成され、全校体制で生徒の課題研究を支えた。			
1. SS 理数探究(各学年における国際教養)			



昨年度までに実態に応じて整理し体系化した 6 カ年の理数探究活動の各学年における目標及び育成したい資質・能力にしたがい、学年毎に教材を開発して実施した。

本事業は、前期課程をふくめた学年を通して全教員がかかわる事業であり、校内研究会等の機会を通して、SSH 事業に対する全教員の理解と意識の醸成が図られた。

## 2. ISS チャレンジ（課題研究支援事業）

コンテスト形式で研究成果を競う ISS チャレンジを企画・実施することによって、教育課程上に位置付いている課題研究だけでなく、部活動や有志など個人やグループで自主的に行っている課題研究も促進することができた。下表に ISS チャレンジへのエントリー件数を次に示す。年々倍増していることから、生徒の課題研究に対する理解や意欲の高まりがあると推測される。

年次（年度）	1 年次（2014 年度）	2 年次（2015 年度）	3 年次（2016 年度）
研究件数（人数）	15 件	34 件	65 件（149 名）

ISS チャレンジでは自己評価および審査を行うことで優秀な課題研究を奨励するとともに、ファイナリスト・セミファイナリストの研究論文およびエントリー者の研究要旨を集約した「理数探究論文集」を作成し、全国の SSH 指定校に配布する予定である。

### ◇研究支援

課題研究の支援としての枠組みは人的支援と物的支援の 2 つである。人的支援として研究支援員 (TA) を定期的に配置し、研究指導や相談を行った。物的支援は ISS チャレンジにエントリーしたグループに対し実験などで必要な備品や消耗品を提供した。

### ◇コンテスト事業

コンテストのため、4 段階の審査を行った。

1 次審査は研究計画書から判断し、研究の遂行が可能と判断した研究を物的支援の対象とした。

2 次審査は研究経過報告書に基づき必要なフィードバックを行い、論文の提出を求めた。

3 次審査は研究論文から判断し、最終公開審査会での発表者（ファイナリスト）および論文集に掲載する研究を選考した。

コンテスト（SSH 部門）には、65 件がエントリーされ、研究論文として提出がなされて 3 次審査を通過した研究は 54 件であり、内 16 件がファイナリスト・セミファイナリストとして最終審査に選出された。各段階における審査では、校外の各種合同研究発表会の参加者の選考を兼ねる他、学会等での発表においても成果を上げている。

・日本古生物学会 2016 年年会（平成 28 年 6 月 25 日）【優秀賞受賞】研究 No.17

・ウシオ電機株式会社主催サイエンスキャスル研究支援校 研究 No.36, 研究 No.61

### ◇研究倫理ガイドライン

## 3. グローバルサイエンス事業

参加する生徒相互のインタラクションが理数探究活動の充実につながるものとして、科学英語のスキルアップを目指す「サイエンス英語イマージョンセミナー」を、科学英語を実際に用いて主体的・協働的な活動を体験させるために「海外 IB 校との交流（台湾）」など海外の高校生との研究及び授業交流を企画・実施した。

### ◇サイエンス英語イマージョンセミナー

生徒が取り組んでいる課題研究の内容を、科学英語使用した 5 回のセミナー形式で、プレゼンテーションを行う際に必要となるポスターと発表原稿の作成に取り組んだ。ポスターや発表原稿を実際に作成することを通して科学英語の使い方を学ぶとともに、海外の学校の生徒と交流することに対する意欲の向上が見られた。

### ◇海外 IB 校との交流（台湾）

台湾の IB 校の義大国際高級中学を訪問し、授業交流・研究発表を行った。授業交流では、DP の Grope4 Project のフィールドワーク等を合同チームで実施することを通して、科学研究や協働的

な探究活動における外国語を用いたコミュニケーション能力の育成を促した。

◇AP Capstone サイエンスプログラムとの交流 (カナダ)

カナダの AP (Capstone) サイエンスプログラムを実施している Burnaby South Secondary School の Capstone クラスとの交流授業をおこなった。本校からは 5 件の課題研究チームが参加し、自分達の課題研究について情報交換を行うとともに、科学研究の社会的意義などについて英語で議論を深めた。来夏 (平成 28 年 6 月) には Burnaby South Secondary School の生徒が来日し、本校にて同様な研究交流を行う予定である。

4. セミナー・フィールドワーク事業

課題研究を促す手立てとして、最新の科学から身近な科学まで多様なアプローチでふれる機会を提供することにより、全ての生徒を対象として科学技術に対する興味関心を高めることができた。

◇セミナー・サイエンスカフェ

科学の現代的課題や学際的な課題をテーマとした、専門家による講演会や校外でのフィールドワーク活動を実施した。28 年度に実施したサイエンスセミナーは以下の通りである。

28 年度 (3 年次)	「機械学習 -AI のホントのところ-」 (セコム IS 研究所) 「マングローブ調査-実地調査の仕方や科学的な報告レポートのまとめかた-」 (沖縄国際マングローブ協会) 「科学研究のすすめ -今年度の課題研究をふり返って-」 (研究支援員有志)
-----------------	--

◇サイエンスフィールドワーク

サイエンスフィールドワークは 4 学年 (高 1) ・5 学年 (高 2) を対象に、「宇宙科学」「防災科学」「生命科学」「医療臨床」「生命産業」の 5 つのコースを設定し実施した。このフィールドワークを通して、「物理・化学・生物などの科学が現実社会で応用されているのかを改めて実感できた。」「私たちの身の回りと密接しており社会的問題解決のための研究にもつながっていると知った。」など、科学に対して大いに刺激を受け、科学に対する見方や考え方の幅を広げる生徒も確認できた。学校行事としての実施時期を 4 学年の秋に移行するために、今年度は 4 ・5 学年の 2 つの学年で実施した。

(4) 評価方法開発事業

2 年次に開発した SS 理科科目の、6 年一貫した実験観察評価シート (Practical Scheme Of Work, 以下 PSOW) を継続的に導入した。年度を越えてデータを蓄積することで、授業を通して育成される課題研究にかかわる技能を認識できるようにした。

課題研究の評価にあたっては、2 年次に開発した論文評価基準を昨年度の実績をもとに改善し行った。多様な研究分野にわたる課題研究を複数の評価者が短時間で適切に評価することが可能となり、課題研究のエントリー数の増加に対応することができた。

② 研究開発の課題

(1) SS 科目事業

1. SS 数学

引き続き他の内容の探究課題の開発、およびその実践を通じた探究課題の有効性を質的に検証していく必要がある。その際、「発展的学習の一部導入」、「教科横断的な取り組み」を探究課題に明確に位置付ける必要がある。

2. SS 理科

① 意味ある文脈の導入において、教科書等に示される学習内容と文脈のつながりを見出す作業が教科の特性上困難である。

② 実験課題における総括的評価と形成的評価の区別を明らかにし、実験・観察に必要とされる技能・スキルを明確に捉えるための評価課題の開発を行う必要がある。

(2) SSIB 講座事業

SSIB 講座において DP の内容や方法を取り入れることに対して以下の問題がある。

- ・専門性の高い学習内容（大学基礎レベル）と現実的な課題との接点をどのように見出すか。
- ・DP の趣旨について、外部講師との共通理解をいかに図るか。
- ・既習の学習内容と DP の求める学習内容のギャップをどのように埋めるか。

また、公開講座化にあたって普及モデルとして機能についても検討することが必要である。

### （3）SS 理数探究事業

#### 1. SS 理数探究（各学年における国際教養）

「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいて実施したプログラムを運用するにあたって次のような課題が明確になった。

- ・課題研究 I・II（5・6 学年）の変更において、生徒の課題研究の実施時期を 1 月～12 月としたため、年度をまたぐ際にメンター及び指導担当の教員が変更になってしまうことによる指導の分断がみられた。
- ・校内コンテスト（ISS チャレンジ）のサイクルとの不整合がある。コンテストの論文提出と課題研究 I・II では新たなサイクルが始まる時期が重なるために、生徒に過重な負担がかかり混乱がみられた。

#### 2. ISS チャレンジ（課題研究支援事業）

3 年目となるコンテスト形式での課題研究支援事業は、生徒への認識も高まりエントリー件数の確実な増加につながっているが、指導担当となるメンターの教員の人員及び時間の確保が課題となった。研究支援員などの手配により対応を試みたが、他の事業や活動との兼ね合いで活動する時間と場所の確保が不十分であったことが、今後の課題である。

#### 3. グローバルサイエンス事業

海外との交流実績が増えるにしたがい、研究交流の要請が増加している。受入事業の精査並びに、学校全体での負担増にともなう受け入れ態勢の整備および成果にみあった受入など教育効果を見込みながら効果的な運用が求められる。

#### 4. セミナー・フィールドワーク事業

セミナー事業は、学年対応で実施したが、他の事業や学校行事との関係から今年度は十分に開設することができなかった。次年度以降は新たに協力協定が得られた理化学研究所などとの連携を活かして、生徒の課題研究と密接なテーマ設定が求められる。

サイエンスフィールドワークは、進路指導の時期を考慮して 5 学年（高 2）の冬から 4 学年（高 1）の秋に実施時期を移行した。SS 科目等の学習内容や生徒の課題研究の関係から内容が十分に対応できていないことが想定された。実施目的との整合性を見直し、場所及び内容の検討が必要である。

### （4）評価方法開発事業

ルーブリック（評価基準）を事前に示すことにより、評価基準の形式的な条件を満たすことに注力するだけで、内容がおろそかでも高く評価されるケースが生じている。生徒の多様な課題研究の内容を通じて適切に生徒の能力を高めることのできる評価基準の記述語の工夫が必要である。

### （5）事業運用上の課題 ◇中間評価における指摘を受けて

本校における研究開発事業における SSH と IB の関係を明確にし、SSH 事業により得られた成果（育成した資質・能力）を明らかにする。研究開発によって得られた成果を Web 等や公開研究会などを通して発信していく。補足資料などを作成することによって他校への普及モデルを想定しながら開発していく。

## 1章 研究開発の課題

### (1) 研究開発課題

本研究開発では、国際バカロレアの趣旨に基づいた理数探究教育プログラムの研究開発を行う。中等教育6カ年を体系的に構成した理数探究活動を通して、国際社会で必要とされる種々の能力の育成や、それらの能力の評価方法を開発し、実践することをめざす。研究開発課題を達成するために以下の(1)～(4)の教育プログラムを計画した。

- (1) SS 科目事業
- (2) SSIB 講座事業
- (3) SS 理数探究事業
- (4) 評価方法開発事業

### (2) 研究開発の課題

IBの趣旨に基づき、国際社会で活躍できる科学技術人材の輩出に資する理数探究教育プログラムを開発する。平成28年度(3年次)は、項目毎に次の事業を展開した。

○IBの趣旨に基づく理数教育プログラムの開発と授業実践

- ・IBの特徴でもある学習者中心で協働型・双方向型の授業  
→SS科目の実施と理数系教科の授業改善および環境整備(テキストなどの作成)
- ・科学の現代的課題や学際的課題を扱い、IBのDPの授業の一部を(校内外)で共有  
→SSIB講座をDPの授業の一部として開設し、公開講座化の準備として一部他校の参加を募り公開講座化の準備を行った。

○SS理数探究の充実による学際的な学びの開発と実践

- ・昨年度整備を行った課題研究を推進する能力として、課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力を定め、各学年においてこれらの能力を育成するための中等教育6カ年を通じた体系的な教材や活動を開発し展開した。  
→SS理数探究(国際教養)の充実およびメンター制度の整備
- ・生徒の多様な課題研究の推進を促す仕組みとしての課題研究コンテストおよび研究支援  
→ISSチャレンジの実施と研究支援の充実
- ・生徒の多様な知的好奇心のニーズに応え、科学技術に理解のある人材のすそ野を広げる  
→各種セミナー・フィールドワーク・国内外交流の充実

○理数探究活動を促すIBの趣旨を生かした評価法

- ・理数系教科の学習指導における観点別評価の定着とその活用  
→観点別評価の充実及び形成的評価の活用
- ・実験観察に必要とされるスキルなど科学研究にもとめられる資質・能力の評価と活用  
→実験観察評価シート(PSOW)の開発
- ・生徒の課題研究を推進する評価方法の開発と自己評価を促すメタ認知力の育成  
→課題研究の遂行力(メタ認知)評価
- ・生徒の課題研究やそこで育成される能力を適切に評価する方法の開発  
→課題研究(論文)の評価や審査の方法の開発

これらの事業を通して、学際的な視点を取り入れ且つ科学的に専門性の高い内容を提供できるカリキュラムを提案する。また、理数科目を中心に、日本の学校におけるIBの導入への課題を明確化し、その解決策等を具体的に提案する。

本SSH事業の実施にあたり、管理機関(東京学芸大学)との連携や理化学研究所や大学などの校外の研究機関およびSSH指定校およびIB認定校との連携を強化し、その成果を日本におけるIBの普及の一助としたい。さらに本校のSSH事業により培われた生徒の独創的な理数探究活動に自発的に推進する意欲や姿勢、また、それに必要なスキルなどを

グローバルに活躍できる科学技術人材に必要な資質・能力として位置づけ、実践的レベルまで高めることをめざす。

### (3) 研究の仮説

(仮説1) 日本の現代的な教育課題に対する IB プログラムの有効性

IB の教育理念は全人教育にあり、そのカリキュラム設計の考え方は、学習指導要領の目指す方向性と同じであると考えられる。本校における MYP 実践の実績および日本語 DP 導入に向けての準備過程から、IB の提供するプログラムは、総合的でバランスのとれたものであり、プログラムを通じて生徒に思考力やコミュニケーション力、探究心、多様性に対する理解と寛容性などを育むものであると言える。このことは、文部科学省の「育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価の在り方に関する検討会」での議論の方向性に整合的であり、IB プログラムに基づく教育の導入は、日本の現代的な教育課題に対して有効だと考える。

(仮説2) 理数探究の充実による学際的な学びに対する取り組みの意義

グローバル社会に貢献していくには、課題発見力、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発信力などが求められている。中等教育段階でこれらの力を育成していくためには、各学問分野の知識を個々に学ぶことでは対応しきれない。各教科で学習したことを実社会での出来事や問題と関連付け、実際に活用できるように配慮した学習活動を提供することが必要である。

本 SSH 事業では、科学の現代的課題や学際的な課題を扱いながら、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発進力等の育成を目指し、中等教育6カ年の体系立った理数探究活動を行う「理数探究プログラム」を開発する。そこでの、探究型学習、プロジェクト型学習、協同的学習、および自発的な課題研究などを通じて、生徒が学習や経験から得た知識や概念を新たな状況に転換する能力や自律的な学習方法を習得していくことができる。

(仮説3) 6年一貫教育におけるルーブリックを用いた観点別評価の定着

現代の社会では、生徒の批判的思考力や問題解決力、コミュニケーション力の育成が要請されている。これまでの評価は、どちらかという学習内容を想起することに重点があり、上記のような諸能力を十分測ることができていないのではないかと考える。学習評価は、生徒にとっても教師にとっても学習過程における到達度をフィードバックさせる役割を果たすべきものである。到達目標を明確に示した観点別評価の実践により、生徒は学習目標を達成するために、今自分がどこにいて、次に何をすればよいかという気付きを与えられ、また教師は生徒の学習を評価するときに同時に自身の授業の効果を評価することができる。IB プログラムでは、評価規準に準拠した中・長期的な評価を行っている。これは、生徒の学習成果を他の生徒と比較するのではなく、あらかじめ設定した評価規準に対する達成度として評価するものであり、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会報告(平成22(2010)年3月)による学習指導要領の趣旨を反映した学習評価の在り方の基本的考え方と合致するものである。

本 SSH 事業では、IB プログラムにおける評価システムを調査・研究および実践することにより、今日の教育に求められている評価規準・基準の作成や評価方法の工夫改善の方法について提示することができる。

## 2章 研究開発の経緯・内容・実施の効果とその評価

### (1) SS 科目

#### (1) - 1 SS 数学

3年次のSS数学の研究開発の概略は、以下の通りである。

A 基礎研究：独自テキストの探究課題の作成および紙面化

B 実践研究：作成した探究課題の実践

V 検証：探究課題の有効性の検証

#### 1) 研究開発の経緯

A に関しては、1, 2年次と同様、毎月教科会を開催し、検討を重ねてきた。Bでは、単元「ベクトル」のテキストの素案を基に1, 2学期に授業実践を行った。

日時	内容
平成28年4月17日(日)	「ベクトル」、「座標幾何」の紙面化 WG (A)
平成28年5月28日(土)	「ベクトル」、「座標幾何」の紙面化 WG (A)
平成28年6月26日(日)	「ベクトル」、「座標幾何」の紙面化 WG (A)
平成28年8月6日(土)	「三角関数」の章構成、探究課題の検討 (A)
平成28年8月29日(月)	「座標幾何」の紙面化 (A)
平成28年9月25日(日)	「ベクトル」の紙面化 (A)
平成28年10月15日(土)	「極限と微分積分の考え」の章構成、探究課題の検討 (A)
平成28年11月26日(土)	「ベクトル」の紙面化 (A)
平成28年12月26日(月)	「三角関数」、「複素数平面」の章構成、探究課題の検討 (A)
平成29年1月28日(土)	「極限と微分積分の考え」、「三角関数」の紙面化 WG (A)
平成29年2月25日(土)	「極限と微分積分の考え」、「三角関数」の紙面化 WG (A)
平成29年3月18日(土)	「ベクトル」、「座標幾何」の教師用書の紙面化 (A)
平成29年3月	冊子『TGUISS 数学5・6(座標幾何、ベクトル)』の作成 (A)
平成28年度1, 2学期	「ベクトル」の探究課題の実践 (B)
平成28年度3学期	「ベクトル」に関する評価 (V)

#### 2) 研究開発の内容

##### 【仮説】

DPの趣旨を取り入れた5・6学年(高1・2)用の独自テキストを作成することによって、日本の特に高等学校数学科における現代的な課題である数学的活動の実現と充実に対する有効性を示すことができる。

また、観点別のルーブリックを作成することによって、数学教育における生徒の資質・能力を評価するための規準を提示することができる。さらに、仮説の検証方法の一つとしても機能することになる。

##### 【研究内容・方法・検証】

A 基礎研究：独自テキストの探究課題の作成および紙面化

1年次から5・6学年(高1・2)用の数学科独自テキストを作成してきている。その前提は表1に示す通りである。また、

表1 独自テキスト作成の前提

- |             |
|-------------|
| ①事象の探究を志向   |
| ②ICTの積極的利用  |
| ③発展的学習の一部導入 |
| ④教科横断的な取り組み |

単元構成は表 2 の通りである。ただし、「座標幾何」と「ベクトル」以外の単元名は仮称である。3 年次までに目標と内容が整理された単元は、「座標幾何」、「ベクトル」、「複素数平面」、「三角関数」、「微分積分の考え」である。

3 年次は、「座標幾何」と「ベクトル」の紙面化を中心に行った。具体的には、探究課題とそれに付随する「問」、「Q」の作成、定義や性質等の文言などを作成し、実際にテキストの紙面を作成し、『TGUISS 数学 5・6(座標幾何、ベクトル)』として冊子にまとめた。次年度以降、他の単元も含めた形で漸次内容を増やしていく予定である。紙面の一部は、以下のようになっている。

表 2 単元構成

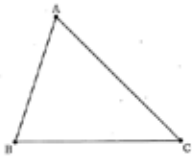
三角関数
初等幾何
座標幾何
ベクトル
行列
複素数平面
微分積分の考え
推測統計
微分積分

**§1 | 図形と方程式・不等式**

『TGUISS 数学 5』では、2元1次方程式  $ax+by=c$  のグラフは直線であることを学んだ。これは、逆に言えば、直線という「図形」を、 $ax+by=c$  という「方程式」で表すことができるということである。このようにして、「図形」の問題を「方程式」で表し、計算や式変形を強かして解決しようとする方法が1世紀に伝わり続けた。本節では、その方法を獲得しよう。

**探究 1** 三角形の3頂点から対辺またはその延長に下ろした垂線が1点で交わることを証明しよう

三角形の3頂点から対辺またはその延長に下ろした垂線は、1点で交わる。この命題が真であることを、方程式を用いる方法で証明してみよう。



**問 1** 三角形の3頂点から対辺またはその延長に下ろした垂線が1点で交わることを、作図をすることによって確かめなさい。

**問 2** 証明についてこれまでに学習してきたことを活かして、上記の命題が真であることを証明しなさい。

**問 3** 図形を方程式で表すには何が必要になるだろうか。

**問 4** 上の図のような一般の三角形に対して座標軸を設定し、3頂点  $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3$  の座標を表しなさい。

座標はどのように設定すればよいのかな?

**問 5** 直線 AB の方程式と、頂点 C から線分 AB またはその延長におろした垂線の方程式を求めなさい。

**Q** 2直線  $y=mx+n, y=m'x+n'$  が平行となる、また直線となる条件に関する条件を求めよう。

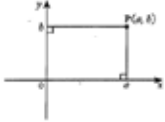
例えば、 $y=2x+1$  に平行な直線はどのような方程式になるだろうか。また垂直な直線はどのような方程式になるだろうか。

**Q** 2直線の平行と垂直

2直線  $y=mx+n, y=m'x+n'$  が平行  $\Leftrightarrow m=m'$   
 2直線  $y=mx+n, y=m'x+n'$  が垂直  $\Leftrightarrow mm'=-1$

**問 6** 「三角形の3頂点から対辺またはその延長に下ろした垂線は、1点で交わる」ことが真であることを、直線の方程式を活かして証明しなさい。

このように、図形に座標平面を導入し、図形を方程式で表して、図形の性質を考察する方法がある。



座標平面上の点 P の位置は、右の図のような実数の組  $(a, b)$  で表される。この  $(a, b)$  を点 P の座標といい、座標が  $(a, b)$  である点 P を  $P(a, b)$  と表す。

傾きが  $m$  で、 $y$  軸と点  $(0, n)$  で交わる直線は、 $x, y$  の1次方程式  $y=mx+n$  で表される。この直線を、直線  $y=mx+n$  ともいい、 $y=mx+n$  を、この直線の方程式という。一般に、 $x, y$  についての方程式を満たす点  $(x, y)$  の集合を方程式の表す図形という。また、その方程式を直線の方程式という。

座標を用いて図形の性質を証明するとき、証明をできるだけ簡単にするために、座標軸をうまく設定するとよい。

**Q** 次の直線の方程式を求めよう。

(1) 点  $P(x_1, y_1)$  を通り、傾き  $m$  である直線  
 (2) 2点  $P(x_1, y_1), Q(x_2, y_2)$  を通る直線

**Q** 1点と傾きの与えられた直線の方程式

点  $P(x_1, y_1)$  を通り、傾き  $m$  である直線の方程式は、 $y-y_1=m(x-x_1)$

**Q** 2点を通る直線の方程式

異なる2点  $P(x_1, y_1), Q(x_2, y_2)$  を通る直線の方程式は、

$$x_1 \neq x_2 \text{ のとき } y-y_1 = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}(x-x_1)$$

$$x_1 = x_2 \text{ のとき } x=x_1$$

一般に、 $x, y$  についての1次方程式  $ax+by+c=0$  の表す図形は直線である。この方程式で表される直線を、直線  $ax+by+c=0$  という。

図 1 「座標幾何」の紙面例

**探究 3 影の動きはどうなる？**

人や建物の影は、太陽や月、街灯などによってつくられる。夜に、街灯の近くを歩いていると、その動きに伴って、影が変化していく様子を見たことはあるだろうか。

ここでは、街灯の光によって地面にできた人の影の頭頂部が、どのような動きとなるのかを探究してみよう。

まずは、夜道をまっすぐ歩いた時について考えてみよう。



**問 1** 地面にうつされた影の頭頂部がどのような動きとなるか予想しなさい。

**Activity 1 反射板の断面図を作る**

教室内で実際に実験を行い、地面にうつされた影の頭頂部がどのような動きとなるのか観察してみよう。

**問 2** 高さ 3m の街灯の付け根から 1m 離れたところに、身長 150cm の人が立っているとする。この人が直線路上を歩くと、数学的モデルを作成し、影の頭頂部がどのような軌跡を描くか図解を答えなさい。

**問 3** 問 2 の解決の一つとしてベクトルを用いる方法について考えてみる。街灯の明かりを  $\vec{a}$ 、人が直線路上に立っている状態での頭頂部を  $Q$ 、人が歩く方向を  $\vec{v}$  とする。動いている時の人の頭頂部を  $P$  とし、 $\vec{AP}$  を  $\vec{u}$ 、 $\vec{v}$  を用いて表しなさい。

定点  $A(a_1, a_2)$  を通り、 $\vec{v}$  でないベクトル  $\vec{u}$  に平行な直線  $l$  を引く。この直線  $l$  上の任意の点を  $P(t)$  とし、点  $Q$  を位置ベクトルの基準の点とすると  $\vec{PQ} = \vec{u} + t\vec{v}$  ①と表される。 $t$  がすべての実数をとって変化すると、点  $P(t)$  は直線  $l$  上の全ての点を動く。このとき、①を直線  $l$  のベクトル方程式、 $t$  を媒介変数、 $\vec{u}$  を直線  $l$  の方向ベクトルという。

**問 4** 直線  $l$  の影を点  $P$  とするとき、 $\vec{AP}$  を  $\vec{u}$ 、 $\vec{v}$  を用いて表しなさい。

**問 5** 問 4 で表したベクトル方程式が、問 2 で求めた地面にうつされた影の頭頂部の軌跡になることを確認しなさい。

直線  $l$  の方程式をベクトルの成分を用いて表してみよう。

① 点  $A(a_1, a_2)$  を通る直線  $l$  の方向ベクトルを  $\vec{u} = (u_1, u_2)$  とする。このとき、直線  $l$  のベクトル方程式を、媒介変数  $t$  を用いて成分で表しなさい。

② 点  $A(a_1, a_2)$  を通る直線  $l$  の方向ベクトルを  $\vec{u} = (u_1, u_2)$  とする。このとき、直線  $l$  のベクトル方程式を媒介変数  $t$  を用いて成分で表しなさい。

平面上で、点  $P$  の座標  $(x, y)$  が媒介変数  $t$  を用いて  $\begin{cases} x = x_1 + at \\ y = y_1 + bt \end{cases}$  ①と表されるとき、 $t$  の変化に伴って点  $P$  は 1 つの直線を描く。①を直線の媒介変数表示という。

また、空間上では点  $P$  の座標  $(x, y, z)$  が媒介変数  $t$  を用いて  $\begin{cases} x = x_1 + at \\ y = y_1 + bt \\ z = z_1 + ct \end{cases}$  ②と表されるとき、 $t$  の変化に伴って点  $P$  は 1 つの直線を描く。②を直線の媒介変数表示という。

① ② で表した式から  $t$  を消去すると、どのような式が得られるか。

図 2 「ベクトル」の紙面例

**B 実践研究：作成した探究課題の実践**

3 年次には、単元「ベクトル」に関して、開発した探究課題のいくつかを実践した。ここでは、そのうちの「影の動きはどうなる？」に関する実践を記す。探究課題は以下の通りである。

**【探究課題】**

人や建物の影は、太陽や月、街灯などによってつくられる。夜に、街灯の近くを歩いていると、その動きに伴って、影が変化していく様子を見たことはあるだろうか。

ここでは、街灯の光によって地面にできた人の影の頭頂部が、どのような動きとなるのかを探究してみよう。まずは、夜道をまっすぐ歩いた時について考えてみよう。

実際に、スマートフォンのライトや、消しゴム、針金などを用いて実験を行った。その結果から、影が直線になると推測した。



写真 1 影の様子の観察

そして、クラス全体では理論的に考察しようということになり、数学的モデルを作成した。仮定



として、ライトの高さを 3m、人の身長を 1.5m、ライトから人までの距離を 1m として設定した。このモデルを基に、生徒たちはベクトルを用いて解決をした。座標軸や、座標の設定もすべて生徒たちが行った。また、その後、初等幾何的に相似を用いての証明も行い、動き方が直線でも相似な三角形ができることによって影の軌跡が決まることを確認した。

一通りの解決の後、その過程で用いた考え方を例にベクトル方程式を定義した。

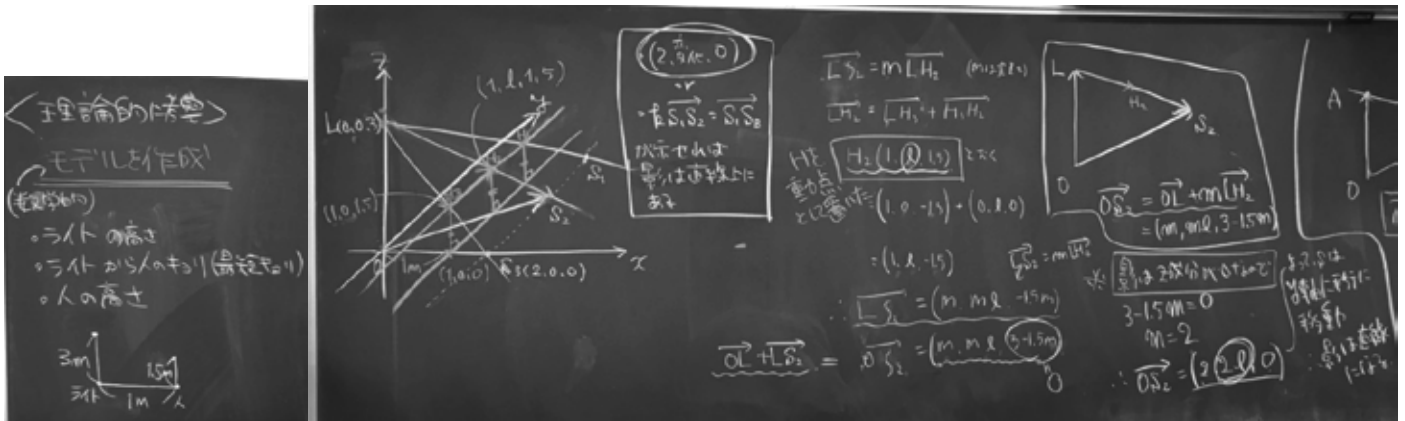


写真 2 板書

### V 検証：探究課題の有効性の検証

SS 数学における検証は、実践研究である B を振り返ることによって行う。

B では、単元「ベクトル」の探究課題として開発したものを実践した。その結果、課題を生徒たち自身で解決することができ、生徒自らがベクトル方程式の知識をつくっていく授業を展開することができた。すなわち、独自テキストの前提の一つである「①事象の探究を志向」の実現がなされる探究課題であることがわかった。

### 3) 実施の効果とその評価

3 年次は、2 年次までに開発してきた探究課題を基に、「座標幾何」と「ベクトル」に関してテキストの紙面化を実現することができたという点が大きな効果として認められる。まだ 5・6 年の内容としては一部分ではあるが、次年度以降に実際に使用し、その有効性をさらに検証していく必要がある。

また、全国の SSH 校へも配布している。ただし、この独自テキストは生徒用として考えているため、紙面上には探究課題と問、定義などが書いてあるだけであり、探究課題設定の意図や問の構成の意図などについては書かれていない。すなわち、本校の教科会で議論された内容は紙面上には記していない。そこで他校においても、この独自テキストを使用していただけるよう、教師用書を作成中であり、次年度以降に配布予定である。

## (1) - 2 SS 理科

SS 理科の研究開発の概略は、以下の通りである。

A 課題の明確化：2年次のSS理科科目の実践における問題点を整理し、課題を明確にする。
B 実践研究：単元設計書の作成・修正とともに、授業実践を行う。
V 検証：実施した評価課題やそれに対するルーブリックを用いた学習評価の分析を行う。

### 1) 研究開発の経緯

平成 28 年 4 月	2年次までのSS理科科目の実践における問題点を整理し、課題を明確にする。(A)
平成 28 年 4 月～	各SS理科科目において授業実践(B)
平成 28 年 6 月 18 日	第5回公開研究会において、SS理科科目の公開および研究協議会を実施。(B,V)
平成 28 年 10 月～	SS理科科目で行っている実験・観察課題の実施状況の調査・分析(B)
平成 29 年 2 月	教科会にて、検証(V)

### 2) 研究開発の内容

#### 【仮説】

後期課程の理科の科目において、1年次の基礎研究および2年次の実践に基づき、授業設計における文脈の導入や科学的研究の方法の獲得を重視するIBプログラムの趣旨を取り入れた授業実践を行うことによって、課題発見力、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発信力の育成を柱とした学習者中心で協働型・双方向型の授業を開発することができる。

#### 【研究内容・方法・検証】

##### A：課題の明確化

1年次に実施した基礎研究を基に、SS理科においては、以下の3点を取り入れることとした。

- ・「社会への応用，現代社会の課題」を授業設計の軸にする
- ・「科学的な研究の方法」を習得することを目的とした実験デザインの重視
- ・発展的学習の一部導入

2年次の実践から、本取組の課題が以下の通り整理された。

#### ① 意味のある文脈の導入

SS理科科目では、理科と他領域とのつながりへの視点をMYPに引き続き継続するために、DPにおけるTheory of Knowledge(TOK 知の理論)、International mindedness(国際的視野)、Nature of science(科学の本質)の考え方を取り入れた授業設計をしている。つまり、各学習単元で意味のある文脈を導入していくことになるが、この文脈の設定に試行錯誤している。

② 実験観察課題における総括的評価と形成的評価の区別

6年一貫したカリキュラム編成の中で、実験デザインの経験を積み、科学的探究活動に必要な能力やスキルを明確に示した学習評価を実施している。ここでは、IBの学習評価の手法に則り、総括的評価<sup>1</sup>課題と形成的評価<sup>2</sup>課題を併用している。実験・観察に必要とされる技能・スキルを明確に捉え、6年間で効率的かつ確実に身に付けていくための評価課題の設定について、整理する必要がある。

**B: 実践研究① 意味のある文脈の導入について**

SS理科の評価規準には「科学による影響の振り返り」という項目がある。この評価規準には、実社会における具体的な問題または課題への対処に科学がどのように応用され、用いられるかを考えるとねらいが含まれている。各科目でこの部分に焦点をあてた単元設計を行い、実践した(表1参照)。

**表1 SS理科学目における文脈の設定**

学年・科目	テーマ
4年 SS 生物基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヒトの性格や才能を遺伝子検査ではかる動きが遺伝子ビジネスの台頭とともに加速している。この現象が、社会に与える影響について、正負の両側面から考える。</li> <li>遺伝子組み換え作物 (GMO) について</li> </ul>
4年 SS 地学基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>全球凍結や大規模な火山の噴火、小惑星の地球への衝突など、劇的な環境変化が生物の進化に与えた影響について考える。</li> <li>地震や津波、火山の噴火が人間生活に与える影響について考える。</li> </ul>
5年 SS 物理基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>高層大気中の電気現象など直接とらえること難しい現象 (物理量) は、関係する物理量を測定することで間接的に観測したり理解している。科学者は基礎研究や技術をどのように応用して解決しているか、適切な例をあげて考える。</li> <li>身のまわりで使われている電気は、直流か交流のいずれかで供給されている。その機器や設備などでその方式が採用されているか、その根拠や合理性について考える。</li> </ul>
5年 SS 化学基礎	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子の構造および化学結合の学習をもとに、水の構造が折れ線形ではなく、直線形だったなら、この世の中がどう変わるか調べ、自分が考えた変化する現象をひとつあげて、理論的に説明する。</li> <li>現代生活に欠かせない電気を得る方法やしくみの学習で得た酸化還元の見識、電池作製のスキルで、私たちの生活をよりよくするために活かす自作電池を考える。</li> </ul>
6年 SS 物理	<ul style="list-style-type: none"> <li>再現が困難な現象はシミュレーションや数理モデルなどを用いて研究する場合がある。こうしたモデルを用いた研究の妥当性 (信頼性) についてどのように考えるか? 議論する。</li> <li>虹の発生原理 (光のふるまい) を考えて、嘘の虹の写真 (CG など作られたもの) を推論する。その根拠を説明する。(その妥当性について評価する。)</li> <li>ドップラー効果を応用した技術やシステムを取り上げ (調べ)、身の回りで自然法則がどのように応用 (場面) されているか考える。</li> </ul>

<sup>1</sup> 総括的評価

評価規準に準拠した評価課題に対する評価。単元終了後に目標がどの程度達成されたかを総括的に判定し、評価したもの。

<sup>2</sup> 形成的評価

単元学習の過程で行う種々の達成度を調べるための評価。小テストや日々の活動など、学習を助けるための評価。



4～6年で実施されているSS理科科目における実験観察課題の実施状況を表2に示す。

表2 SS理科科目における実験観察課題の実施状況

学年	科目名	総括的評価課題					形成的評価課題	
		課題数	A	B	C	D	課題数	評価の視点・方法
4年	SS生物基礎	14	1	3	13	0	5	主に、観察の記録やスケッチを評価の視点とし、提出物を評価している。
4年	SS地学基礎	2	0	2	2	0	12	主に、観察の記録を評価の視点とし、プリントへの記載を評価している。

評価規準 A:知識と理解 B:探究とデザイン C:手法と評価 D:科学による影響の振り返り

学年	科目名	総括的評価課題							形成的評価課題	
		課題数	A	B	C	D	E	F	課題数	評価の視点・方法
5年	SS物理基礎	7	2	3	2	3	2	2	9	主に、観察や測定の記録を評価の視点とし、プリントへの記載を評価している。
5年	SS化学基礎	6	2	4	3	1	4	2	15	主に、実験観察の記録を評価の視点とし、実験ノートの記述を評価している。
6年	SS物理	11	5	4	2	6	2	4	10	主に、観察や測定の記録を評価の視点とし、プリントへの記載を評価している。
6年	SS化学	9	4	3	6	6	5	0	16	主に、データ処理や実験器具の扱い方を評価の視点とし、実験ノートの記述を評価している。
6年	SS生物	8	0	2	2	2	3	1	0	

評価規準 A:知識と理解 B:探究 C:実験観察の技能 D:データ処理 E:評価 F:科学による影響の振り返り

## V: 検証

本年度のSS理科の検証は、上記実践研究①②を振り返ることにより行う。

### 実践研究① 意味のある文脈の導入について

表1に示すように、各SS理科科目の担当者ごとに様々な文脈の導入が実践された。理科という教科の特性上、教科書等に示される学習内容と文脈のつながりを見出すのに苦労した部分もあった。しかし、文脈の導入により、生徒たちの議論は活性化され、根拠のある意見を述べるためには科学的概念の理解が重要であることに自ら気づく生徒も見受けられた。この取組が、自律的で深い学びにつながる第一歩になると確信する。

### 実践研究② 実験・観察課題における総括的評価と形成的評価の区別について

表2のように整理してみると、各授業で実験・観察が多く扱われていることがわかる。また、6年で実施しているSS科目は週5時間あるので、実験デザインを含むものや実験観察に時間を要するものなどボリュームのある総括的課題に取り組んでいることがわかる。これらの事より、SS理科科目の1つの要素である『「科学的な研究の方法」を習得することを目的とした実験デザインの重視』の実践が、IBの手法を参考にすることにより実現されてきている。今後は、生徒が総括的評価課題の目標に到達できるようスモールステップとして実施する形成的評価の有り方を明確にし、形成的評価課題が目標到達に効果的に働いていることを検証していきたい。

### 3) 実施の効果とその評価

この3年間の取り組みから、これまでの理科授業をより学習者中心で協働型・双方向型の授業に転換するための方策が具体的に見えてきた。本年度は、各科目や担当者ごとの実践研究が中心となったが、SS理科科目として育成すべき資質能力を明確にし、バランスを考慮した全体像を作り上げていくことが今後の課題となる。

## (2) - 1 SSIB 講座

本項目の研究開発の概略は、以下の通りである。

A：講座の設計 講座の規模，内容，構成等を検討。
B：講座の実施
V：検証 講師および受講者に対するアンケートにより検証。

### 1) 研究開発の経緯

平成 28 年 4～6 月	SSIB 講座設計のための検討会議。(A)
平成 28 年 8 月 23～25 日	SSIB 化学講座の実施。(B1)
平成 28 年 8 月	アンケート調査(講師および生徒)の実施。(V)
平成 28 年 9 月 3 日 10 月 29 日, 11 月 22 日	SSIB 生物講座の実施(B2)
平成 28 年 11 月	アンケート調査(講師および生徒)の実施。(V)

### 2) 研究開発の内容

#### 【仮説】

DP の学習内容の一部を SSIB 講座として、希望者を対象に短期集中講座として実施することにより、科学的に専門性の高い発展的学習内容を含む講座の開発ができるとともに、日本の学校における IB 導入への課題を明確にし、その解決策等を具体的に提案できる。

#### 【研究内容・方法・検証】

##### A：講座の設計

##### A-1 SSIB 化学講座について

DP Sciences には、Options という選択制のトピックがある。以下に示す DP Chemistry におけるトピックは、各トピックには定量化学、分析技術、環境問題、有機化学の要素が必ず含まれている。また、先端科学技術や高度な測定機器の扱い等も含まれ、研究活動の基礎を構築し、科学的素養を高めるための学習内容となっている。

< DP Chemistry > Option A: Materials 材料化学 Option B: Biochemistry 生化学 Option C: Energy エネルギー Option D: Medicinal chemistry 医薬品化学
---

これらの内容を、本校の DP 教員と大学や研究施設とで連携を図りながら、IB の授業として実施することとした。SSIB 化学講座の設計にあたり、以下の設計方針を定めた。

- ・授業設計においては、概念理解のための“*Inquiry question*” (本質的な問い)を設定し、現実社会の課題について科学的な知識を得た上で分野を超えた解決策を考えられるよう授業形態の工夫をする。
- ・長期休暇中の集中講座として開講し、1日 6～7 時間×3 日間程度を目安とする。

DP シラバスの規定では、各トピックをスタンダードレベルでは15時間、ハイヤーレベルでは22時間実施することになっているため、それに準じるように時間を設定する。

- ・授業は、各講座の専門性の高い外部講師と本校 IB 教員との TT 形式をとる。  
外部講師は、東京学芸大学をはじめとする高等教育機関、理化学研究所をはじめとする研究機関などから招聘する。
- ・各講座内で、最先端の科学技術施設の見学や高校理科では扱うことのできない測定機器の操作なども行う。
- ・本校 DP 化学受講者および希望者対象の講座とする。
- ・公開講座としての開講を視野にいて、東京学芸大学附属高等学校からの受講希望者も受け入れる。

#### A-2 SSIB 生物講座について

DP Biology にも Options という選択制のトピックはあるが、本年度の SSIB 生物講座は試行のため DP Biology の趣旨を取り入れ、先端科学技術や高度な測定機器の扱い等も含む講座内容とした。SSIB 生物講座の設計にあたり、以下の設計方針を定めた。

- ・授業設計においては、概念理解のための “Inquiry question” (本質的な問い)を設定し、現実社会の課題について科学的な知識を得た上で分野を超えた解決策を考えられるよう授業形態の工夫をする。
- ・1日6～7時間×3日間程度を目安とする。
- ・授業は、各講座の専門性の高い外部講師と本校 IB 教員との TT 形式をとる。
- ・各講座内で、最先端の科学技術施設の見学や高校理科では扱うことのできない測定機器の操作なども行う。
- ・希望者対象の講座とする。

#### B: 講座の実施

##### B<sub>1</sub> SSIB 化学講座について

本年度の SSIB 化学講座は、テーマを DP Chemistry Option A の「材料化学」とし、以下の要領で実施した。

日 時 2016年8月23日(火) 10:00–16:30 (東京学芸大学)  
8月24日(水) 10:00–16:00 (東京学芸大学)  
8月25日(木) 10:00–16:00 (東京学芸大学)

場 所 東京学芸大学 小金井市貫井北町4-1-1  
自然科学系研究棟1号館 M108

指 導 者 東京学芸大学教育学部自然科学系 基礎自然科学講座分子化学分野  
吉原伸敏准教授  
前田優 准教授  
山田道夫准教授

東京学芸大学附属国際中等教育学校 教諭 鮫島朋美

参加生徒 17名(本校一般プログラム生 5名, 本校 DP 生 8名, 附属高校生徒 4名)

講座のスケジュール

1 日目 (8/23)	10:00	オリエンテーション ・自己紹介(講師・TA・生徒) ・グループ分け (生徒 4~5 人+TA) ×4 グループ ・材料化学講座の説明+課題提示 “Inquiry question” に対するプレゼン 7分 「高分子材料の導入によって, 世界は経済・社会・環境等にどのような影響をうけているか?」 各グループでテーマ(副題)を設定すること。 ・コンセプトマップの作成
	11:00	講義: 実験操作について 高分子について アジピン酸クロリドの合成について 実験: アジピン酸クロリドの合成実験
	12:30	昼食
	13:30	実験: 13 時半~14 時ごろ反応終了 塩化チオニル留去 アジポイルの蒸留 IR 測定 (市販アジポイルの IR との比較) 6,6-ナイロンの合成
2 日目 (8/24)	15:30	講義: IR の説明
	16:00	実験: 液晶の調製 1 回目
	10:00	実験: 液晶の観察 上手くいかない場合には液晶の調製 2 回目
	11:00	講義: ポリウレタンの合成について 偏光板の作成について
3 日目 (8/25)	12:00	昼食
	13:00	実験: ポリウレタンの合成実験 偏光板の作成 (2 班ずつ交互に実施)
	10:00	講義: ポリスチレンの熱分解について NMR の測定について
	10:30	実験: ポリスチレンの熱分解 単量体の NMR 測定
	12:00	昼食
	13:00	グループワーク 講義・実習を経て, グループで課題に取り組む。
	15:00	プレゼンテーションおよび講評 各グループ 7 分間のプレゼンを実施する。 質疑応答および相互評価の実施



## B<sub>2</sub> SSIB 生物講座について

本年度の SSIB 生物講座は、Inquiry Question を「私たちにとって“環境”とは何か？」と設定し、以下の要領で実施した。

日 時 2016 年 8 月 22 日（月）10：00－16：00（東京学芸大学）

→台風による悪天候のため延期

9 月 3 日（土）10：00－16：00（東京学芸大学）

10 月 29 日（土）10：00－16：00（東京学芸大学）

場 所 東京学芸大学 小金井市貫井北町 4－1－1  
自然科学系研究棟 1 号館 CN207, CN208（生物学第一・第二実験室）

指 導 者 東京学芸大学教育学部自然科学系

岩元明敏（東京学芸大学・生物教室・准教授）

狩野賢司（東京学芸大学・生物教室・教授）

原健二（東京学芸大学・生物教室・准教授）

吉野正巳（東京学芸大学・生物教室・教授）

参加生徒 9 名

## 講義・実習内容

- 神経生理：環境世界からの様々な情報は刺激として受容器(外部受容器と自己受容器)で受け取られ、神経の電気信号として中枢神経系に伝えられる。ここでは、①コオロギの肢部に存在する機械感覚受容細胞から電気信号(活動電位又は神経インパルス)を細胞外誘導法で記録する。②肢の関節の開閉刺激及び肢の体表面上への接触刺激は、いかなる神経応答を引き起こすか調べる。実験事実に基づき、“環境世界”と“神経系の働き”の関係について認識を深める。
- 行動生理：社会という環境について理解を深めよう。①クロオオアリのコロニーを観察し、個体間相互作用の役割について認識を深める。②クロオオアリの光感受性に関する行動実験をおこない、社会は多様な個から成り立っていることへの認識を深める。
- 行動生態：動物は環境から様々な刺激を感受し、採餌や捕食回避、群れ形成に利用している。ここでは、どのような刺激(環境要因)が動物を誘引し、魚類の群れ形成や昆虫の採餌に利用されているのかを調査する。①水槽を用いた二者択一実験により、同種や異種、個体数や体サイズなど、他個体からの刺激が魚類の群れ形成に与える影響を調べる。②野外で花を模したモデルを提示し、昆虫がどのような色や匂いに誘引されるかを調べる。なお、悪天候の場合、①のみの調査を行う。
- 植物形態：環境要因による植物の形態・構造の変化を理解することを目指す。今回は、同じ植物(樹木)において日光のよく当たる部分の葉(陽葉)とあまり当たらない部分の葉(陰葉)の違いに

注目する。それぞれの葉を採集し、シリコン印象剤を用いて葉の表面構造の鋳型を作成する。この鋳型から葉のレプリカを作成し、電子顕微鏡を用いてその表面構造を観察する。特に、陽葉と陰葉で気孔の分布密度にどのような差があるのかを調べる。さらに、陽葉と陰葉の横断面も電子顕微鏡で直接観察し、クチクラ、表皮、皮層細胞の各層の構造の違いを明らかにする。

事前指導		① オリエンテーション ・自己紹介(講師・TA・生徒) ・グループ分け (生徒3人+TA) × 3グループ ・課題提示 “Inquiry question” に対するプレゼン10分 「私たちにとって“環境”とは何か？」 各グループで副題を設定すること。 ・コンセプトマップの作成
9月3日	10:00	① 講義&実習 行動生理【DP BiologyA4】
	13:00	② 講義&実習 行動生態【DP BiologyA4, A6】
10月29日	10:00	① 講義&実習 植物形態【DP Biology8.3】
	13:00	② 講義&実習 神経生理【DP Biology11.2,A3】
11月22日	放課後	“Inquiry question” に対するプレゼンテーション 講評

#### V: 検証

本項目の研究開発に対する検証として、担当講師・TAおよび生徒アンケートを実施した。

講師・TA アンケートにおける質問事項は以下の4つである。

- ・本校生徒の理解や反応などいかがでしたか？やりがいのある点、やり難かった点など具体的な場面をあげ、考えられる理由もお教えてください。
- ・ご多忙なか本講座をお引き受けいただくにあたってのインセンティブ（動機・誘因）は何でしたか？あわせて先生方にメリットと考えられることがございましたらお教えいただくと幸いです。
- ・本講座をお引き受けになられたことによって本務（研究など）に支障もしくは負担を感じられましたか？また、それらの解消が期待される対策案などがございましたらお教えてください。
- ・次年度もお引き受けいただけることが出来る場合は、実施しやすい時期など条件や要望などをお教えてください。

担当講師・TAからは、“Inquiry question”と担当した実験・講義との整合性やグループワークの意義に対する指摘、実施時期や期間に対する負担感等のご意見・ご感想を頂いた。生徒アンケートの自由記述からは、「材料化学」「環境」という分野への興味、学校の授業では扱えない測定機器や実験器具を使用できたことに対する充実感がうかがえた。

### 3) 実施の効果とその評価

SSIB 化学および生物講座の検証として行ったアンケート結果から、高校では取り組むことのできない実験を経験することができたこと、実際に社会で応用されている科学的手法を実践することができたことなどについては一定の効果があったと考える。一方、DPを取り入れることに対する以下の問題点はまだ完全には解決されていないため、今後はより一層大学教員との協働が必要となる。

- ・ 専門性の高い学習内容(大学基礎レベル)と現実的な課題との接点をどのように見出すか。
- ・ DPの趣旨について、外部講師との共通理解をいかに図るか。
- ・ 既習の学習内容とDPの求める学習内容のギャップをどのように埋めるか。

DP教員と外部講師との連携を密にし、よりDPの趣旨を共通に理解し、それを反映させた講座の実践をしていく。また、SSIB講座を通じて、本校のDP理科の授業を他校の生徒や先生方に公開していく予定である。

また、生徒から講座内容のテキスト化の要望もあがったので、学習内容の定着や課題研究等への応用につなげるためにも、SSIB講座のテキストを作成していくこととした。

### (3) SS 理数探究

#### (3) - 1 SS 理数探究(各学年における国際教養)

資料「平成 28 年度教育課程表」に示す通り、1 学年(中 1)から 6 学年(高 3)の「国際教養」に「SS 理数探究」を設定している。「国際教養」は、人間理解、国際理解、理数探究の 3 つの柱で構成されている。本 SSH 事業では、この 3 つの柱の中の理数探究を「SS 理数探究」として、理数領域のみに偏ることなく、学際的な学びを通して現実社会・生活への問題意識を基に課題を見つけ、科学的なアプローチができるカリキュラム設計とし、課題研究を軸としてさらに発展・拡充させることとしている。

1 年次には、「国際教養」が 6 カ年体系だったものになっていないことが指摘された。それを受け、2 年次には各学年が育成すべき資質・能力を設定した(表 1)。

表 1 [各学年で育成すべき資質・能力]

	課題発見力	情報収集力	分析・評価力	自律的活動力	コミュニケーション力
<b>国際社会で活躍できる科学技術人材の育成</b>					
課題研究 I・II	実現可能性のある課題設定力			研究の目的や計画を必要に応じて修正しながら遂行する力	科学的論文作成能力 研究発表力 協働
PP	実現可能性のある課題設定力	適切な先行研究の収集・分析		研究の一連のプロセスを遂行する力	
3 学年(中 3)			選択もしくは創りだした方法を用いて分析する力	必要な方法を選択もしくは創りだす力	
2 学年(中 2)		データ収集のためのデザイン力	統計的分析力		統計的表現を適切・効果的に使用する力
1 学年(中 1)	探究課題を明確に定義する力	情報・データ収集力			他者に伝える力

【備考】

- ・[前提]に記されていることを踏まえ、教科の授業では実施が難しいような、中長期的な課題研究を軸として実施する。
- ・1 年間で trial and error を繰り返すことができるようにプログラムを組む。

そこで、3 年次にはその資質・能力を育成するためのプログラムを開発し試行した。研究開発の概略は以下の通りである。

A: 「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいたプログラムの開発および試行
V 検証: 各学年で開発したプログラムに関する課題の整理

#### 1) 研究開発の経緯

日時	内容
平成 27 年 4 月～12 月	「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいたプログラムの開発および試行(A)
平成 27 年 1 月～3 月	各学年で開発したプログラムに関する課題の整理(V)

## 2) 研究開発の内容

### 【仮説】

各学年のSS理数探究における取り組みを整理することによって、発達段階に応じた自律的に課題研究を遂行するに必要な資質・能力を設定し、6カ年の体系だった理数探究プログラムを開発することができる。

### 【研究内容・方法・検証】

#### A:「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいたプログラムの開発および試行

先に述べた通り、3年次は2年次に設定した「各学年で育成すべき資質・能力」を基にプログラムを各学年で開発し試行した。各学年において取り組んだ内容、方法について以下の項目に沿って記述する。尚、育成すべき資質・能力の項目名が表1と異なる場合、括弧内に表1に該当する項目を記しておく。

(i)育成すべき資質・能力(表1に対応する資質・能力) (ii)プログラムの概要

#### [1 学年(中1)]

##### (i) 育成すべき資質・能力と評価規準

1 学年(中1)で設定した資質・能力は以下の通りである。

- ①問題発見力：個人的な関心や背景となる情報に基づき、探究課題を明確に定義する力。
- ②情報収集力：探究課題に関連のある情報を集め、論理的な探究方法をデザインし、探究課題に関連する生データを収集する力。
- ③コミュニケーション力：得られたデータによって裏付けられた結論を、科学用語を応用して正確に伝える力。情報源を明記する力。

また、これらの力を評価規準としたルーブリックを作成し評価した。

##### (ii)プログラムの概要

7人の教員がそれぞれ大きなテーマを設定し、その下で個人またはグループの探究活動を行った。各テーマは以下の通りである。

- ・植物を探究する
- ・生活の科学
- ・感性を数値化して見る世界
- ・香りを科学する
- ・身の回りの科学
- ・音の持つ人間らしさを科学する
- ・商品開発

#### [2 学年(中2)]

##### (i) 育成すべき資質・能力と評価規準

2 学年(中2)で設定した資質・能力は以下の通りである。

- ① 統計的手法を用いて分析する力(統計的分析力)
- ② 統計的表現を適切・効果的に使用する力

##### (ii)プログラムの概要

#### ○統計グラフコンクールへ応募しよう

統計的問題解決を行い、そのプロセスとプロダクトをポスターにまとめる。自ら問題を見つけ、課題を設定し、計画を立て、事実やデータを根拠にした結論を導く。この統計的問題解決のプロセスを生徒各々の問題意識に基づいて1サイクル経験できるようにする。ポスターを東京都統計グラフコンクールに応募する。

そのために、国際教養の時間を数時間使い、次の学習に取り組んだ。(1) 1年次に学習した「統計的問題解決とは何か」といった内容の確認、(2)過去のポスターを鑑賞することによる適

切・効果的な統計的表現の学習、(3)コンピュータを用いた統計的分析の学習。

[3 学年(中 3)]

(i) 育成すべき資質・能力と評価規準

第3学年では、「実現可能性のある課題を設定する力」の育成を目標の主軸とした。それに伴い、生徒に育成したい力(スキル)として、以下の3つを具体的に設定した。

- ① 研究デザインスキル(研究の一連のプロセスを遂行する力、必要な方法を選択もしくは創りだす力)
- ② 実地調査スキル(適切な先行研究等を収集・分析する力、選択もしくは創りだした方法を用いて分析する力)
- ③ アカデミックライティングスキル(適切な先行研究等を収集・分析する力、研究の一連のプロセスを遂行する力)：

(ii) プログラムの概要

I：愛のある研究をしよう～自分が本気で取り組める研究とは？～

自分が本気で取り組める研究テーマを見出し、設定することを意図したプログラムである。一通りの研究プロセス(テーマ設定から論文作成まで)を体験しつつ、自分が何に興味があり何を探究し、研究として成果を出したいのかを模索する機会を設けた。

II：沖縄ワークキャンプにおける理数探究フィールドワーク

沖縄の大自然の中で、フィールドワークを実施したプログラムである。マングローブや沖縄特有の動植物の観察、鍾乳洞における地学的な学びを意図したコース別のプログラムを設定した。

[4 学年(高 1)]

(i) 育成すべき資質・能力と評価規準

冒頭に示した通り、4 学年(高 1)では、PP<sup>1</sup>を実施している。PP で設定されている能力は以下の通りである。

- ① (「グローバルな文脈」の中で) 持続的で主体的な探究力
- ② 創造的な(新しい) 洞察力と、徹底的な調査力(を通じて理解を深める。)
- ③ 長期間のプロジェクトを完成させるのに必要な技能、態度、知識
- ④ 状況に応じた効果的なコミュニケーション力
- ⑤ 学習の結果として責任ある行動力

また、これらの力を評価するための評価規準として以下が設定されており、ルーブリックを用いて評価した。

- ・調査
- ・計画
- ・行動
- ・振り返り

(ii) プログラムの概要

- ・プロポーザル提出・口頭試問
- ・スーパーバイザーとのミーティング
- ・プロセスジャーナルへの記録
- ・報告レポート(説明会)
- ・発表会

PP は生徒が自分の探究を設定し推し進める、MYP における「探究」の集大成である。MYP における探究は「調査」「計画」「行動」「振り返り」のサイクルで実施されるが、その際生徒は

---

<sup>1</sup> 詳細は、International Baccalaureate Organization(2016)「中等教育プログラム プロジェクトガイド」(日本語訳)を参照。

以下のような行動をする。このような探究サイクルを経験することにより、中等教育後期や高等教育における課題研究の導入としても位置付けることができる。

- ・ 何について学ぶかを決める。すでに何を理解しているかを確認する。プロジェクトの完成には何が必要かを見いだす。
- ・ プロジェクトの計画案や評価規準を作成する。時間や資料の計画を立てる。プロジェクトの進展を記録する。
- ・ 意志を決定したり、理解を深めたり、問題を解決したり、指導教員や他の人々と情報交換する。そして作品や成果を生み出す。
- ・ 作品や成果を評価し、自分のプロジェクトと学習したことを振り返る。

(International Baccalaureate Organization(2016)「中等教育プログラム プロジェクトガイド」(日本語訳)p.19 より)

[5・6 学年(高1・2)]

(i) 育成すべき資質・能力と評価規準

5・6 学年(高1・2)で設定した資質・能力は以下の通りである。

- ① 実現可能性のある課題設定力
- ② 研究の目的や計画を必要に応じて修正しながら遂行する力
- ③ 科学的論文作成能力
- ④ 協働

(ii) プログラムの概要

5・6 学年(高1・2)では、それぞれ「課題研究Ⅰ」「課題研究Ⅱ」として課題研究の時間を確保している。本科目を担当する教員が講座を開設する。講座開設時には、担当教員が研究指導できる内容について生徒に説明をする。一方で、生徒たちは研究したいテーマについて自分たちで考える。そして、講座の説明を聞いたうえで、自分の研究にあった講座を選択し、その教員の指導の下で研究を行うことになる。尚、5・6 年(高2・3)合同で行う。従って、異学年で研究グループを組むことや、研究内容を下級生に継承することも可能となる形態となっている。

そして、1 年間の研究の途中で以下の作成を行った。

- ・ 研究実施計画書の作成

研究を遂行するにあたり、年度当初に、研究の動機、目的、方法を明らかにし、年間の計画を立てる。

- ・ 研究経過報告書の作成

年度途中(10 月末)に、それまでの研究を振り返り、必要に応じて研究の目的や方法を修正する。

- ・ 研究論文の作成

1 年間遂行した課題研究のまとめとして、論文を作成する。

尚、これらの作成およびその時期を課題研究支援事業(ISS チャレンジ)と連動させて実施した。

## V 検証：各学年で開発したプログラムに関する課題の整理

各学年でプログラムを開発した結果、以下の課題が明確となった。

[1 学年(中1)]

各講座で設定されたテーマの中で、普段から疑問に思っていたことを課題研究のテーマとして設

定することができた。しかし、設定した課題にどのような手法を用いて探究したらよいかを自ら考えることや、手法として科学的手法を用いることについては課題が残った。

本年度は学年末だけではなく、スクールフェスティバルについても理数探究の各講座に関する発表を行った。年度の途中で各自の研究の概要や中間期までのまとめを発表できたことは、その後の研究を進めていく上でよい機会となった。発表のスキル（プレゼンテーションにおけるコミュニケーション力等）は長けているが、科学的情報を正確に提示するという部分には課題が残った。

#### [2 学年(中 2)]

生徒たちは本プログラムに意欲的に取り組み、東京都統計グラフコンクールにおいては下記のように賞を獲得するなど、目標とする資質・能力の育成について一定の成果がみられた。一方で、ポスターに対する教員の評価と生徒による振り返りにギャップのある生徒が散見された。目標とする資質・能力にメタ的要素を位置付け、育成していくことも検討してよいのではないか。また、統計的手法や適切・効果的な統計的表現については数学科と連携し、数学科で学習した内容を活かせるようにしているが、1年次や2年次で学習した内容（例えば相関）があまり活かされていない点も課題である。

##### 第64回東京都統計グラフコンクール

佳作 2年2組 吉田杏花 2年4組 大和田怜那 2年4組 伏見竹琉

入選 2年2組 森愛未

東京私立中学高等学校協会会長賞 2年4組 山田貴翔

##### 第64回全国統計グラフコンクール

佳作 2年4組 山田貴翔

#### [3 学年(中 3)]

本校国際教養の取り組みとして設定している国内ワークキャンプ（沖縄）との関連：理数探究の切り口で見たときに、沖縄ワークキャンプにおいては生物・地学的な学びが中心になる。手法が統計的であれば対象は基地問題や文化的なものでもかまわないが、東京でできることと現地で実施できることには限界がある。それらを踏まえ、次年度以降、理数探究フィールドワークを実施するとしても、その内容を再度検討する必要がある。

PPと課題研究の接続：課題研究の取り組みは、第2学年までで培った力を発揮するという意味でも、そして第5学年以降（大学含む）での研究活動の充実という意味でも、第3学年で一度実施する価値はあると考える。一方で、本校はMYPも実施しているため、第4学年ではPPに取り組む。PPは独自の形式で成果物を作成し、またテーマやプロダクトよりもプロセスを重視した取り組みになる。それ自体は研究において非常に有意義な活動になり得るが、一般的な研究活動とは異なる性質を持ち合わせていることも事実である。その間にいる第3学年において、どのように研究活動の理解と体験をさせるべきか、検討する必要がある。

#### [4 学年(高 1)]

プロジェクト型学習として位置づけられているPPではあるが、SSHの課題研究という側面も担いつつあるのが現状である。引き続き、相互のすり合わせが必要である。

#### [5・6 学年(高 2・3)]

5・6 学年(高 2・3)合同で課題研究を実施する時間を確保したことには、一定程度の効果をもたらすことができたと考えられる。一方で、課題研究Ⅰ、Ⅱのサイクルを年度ではなく1月～12月としたことによる歪も浮き彫りとなった。その要因の一つは、1月からをサイクルとしたときに、年度



をまたぐ際に担当教員が変更になってしまう可能性が大いにあるということである。もう一つは、ISS チャレンジの論文提出が1月となっており、そこから校内発表の準備など研究の仕上げとなっていく時期に、課題研究Ⅰ・Ⅱでは新たなサイクルが始まる時期、すなわち研究テーマを設定する時期となっていまっているということである。これらの歪は何らかの形で解消していかなければならないだろう。

### 3) 実施の効果とその評価

「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいたプログラムを開発、試行したことにより、プログラムの課題が明確になった。これらの課題は、次年度以降につなげていく必要がある。

また、5・6学年(高2・3)の課題研究Ⅰ・Ⅱでは、2学年合同で時間割を組み実施した。その結果、実際に異学年と研究グループを組んで研究を遂行したり、異学年と研究の交流をすることができた。異学年とグループを組んだことにより、研究内容を下の学年に引き継ぐことも可能となった。2学年合同で課題研究を行う時間を確保することによって、継続研究を促す仕組みとして機能することがわかった。

### (3) - 2 ISS チャレンジ (課題研究支援事業)

課題研究への一層のモチベーション向上を図るために、課題研究の成果発表会をコンテスト形式にて実施する。昨年度より SSH, SGH 共催で実施しており、今年度も課題研究の遂行を目的とし、研究計画・研究経過報告・研究成果報告(論文)を一連の課題研究の中に位置づけ実施した。研究開発の概要は以下の通りである。

A: 支援内容と方法の検討
B: 課題研究支援事業の実施
V: エントリー状況, 外部発表状況などによる検証

#### 1) 研究開発の経緯

平成 28 年 4 月	SGH 委員会と合同で、今年度の ISS チャレンジのスケジュールを調整(A)
平成 28 年 5 月	SGH 委員会と合同で、研究計画書の内容と形式を協議・作成(A)
平成 28 年 9 月	SSH 委員会にて、研究経過報告書の内容と形式を協議・作成(A)
平成 28 年 11 月	SSH 委員会にて、課題研究成果としての研究論文の評価規準の見直し・作成(A)
平成 29 年 2 月	SSH 委員会にて、研究論文評価の生徒へのフィードバックの方法を協議・実施(A)
平成 28 年 5 月～ 平成 29 年 3 月	研究計画書提出から口頭発表会・表彰までの一連の ISS チャレンジの実施(B)
平成 29 年 3 月	ISS チャレンジ (SSH 部門) エントリー者対象アンケート実施(V)

#### 2) 研究の内容

##### 【仮説】

課題研究の校内コンテストの実施、研究の人的支援・物的支援など課題研究の支援事業を開発することにより、生徒の課題研究を促進することができる。さらにこの仕組みを構築することにより、教育課程上に位置づいた課題研究のみならず、部活動や有志などで独自に実施していたり、異学年でのチームで実施していたりする科学研究を促進することができる。

##### 【研究内容・方法・検証】

##### A: 支援内容と方法の検討

###### (i) 校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」

###### ◇「ISS チャレンジ」の目的

本校では 6 学年を通して設置されている国際教養の時間において、生徒の探究活動や課題研究の遂行に資する能力や態度の育成を目指しているが、科学部の活動や外部科学コンテストなどへの参加を目指した有志団体、もしくは個人でさまざまな課題研究や探究活動が行われている。これらの研究は、現状では広く認知されておらず、適切に評価される機会も少ない状況にある。これらの主体的な課題研究を効果的に支援し、奨励する機会を設けることで潜在的に活動している生徒の課題研究を顕在化させ、学校全体の生徒の自律的な課題研究を活性化させることを目的として、校内の課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」を実施する。さらに生徒の課題研究を支援するために、研究環境(研究支援員および機材等の物的支援)を整える。

###### ◇「ISS チャレンジ」の目標

生徒の課題研究活動の奨励および活性化をめざし、生徒の研究成果を論文としてまとめ、その成果を評価し、優秀な研究を表彰する。

###### ◇「ISS チャレンジ」募集時の生徒への提示内容

研究対象: 科学, 科学技術, 数理科学などに関わる内容全般を対象とする。なお、手法が科学的であれば対象は問わない。

研究支援 1: 理数探究 Extra (水曜午後) に研究支援員 (TA) の研究支援を受けることができます。また、必要に応じて研究指導者(大学・研究機関の研究者・専門家)の研究指導が得られるようにする予定です。

研究支援 2: 課題研究における実験等に必要な備品や消耗品の支援をおこないます。エントリーシートの研究計画にもとづき申請を行い、夏休みには実験には実施できるようにする予定です。SSH 事業として執行するため、支援内容に制約を受ける場合もあります。(執

行できない場合もある)

(ii) 人的支援・物的支援

◇研究支援の目的と内容

生徒の課題研究活動における物的・人的支援を行い、生徒の発想に基づく独創的な課題研究を活性化させる。物的支援においては、必要な消耗品や機材等を提供し、人的支援においては課題研究支援員による研究の方法や進め方などの相談を行ったり論文やポスターの書き方などの指導・助言を行ったりする。

◇SSH 理数探究 Extra 研究支援員制度

本校 SSH 事業として実施している ISS チャレンジ 2016 の一環として、生徒の研究活動を効果的に実施できる環境の整備をめざして、ISS チャレンジにおける SSH 部門の研究活動を支援する支援員制度を設け実施する。

**B：課題研究支援事業の実施**

(i) 校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」

◇ISS チャレンジの流れ

4月13日	ISS チャレンジオリエンテーション	全校生徒対象に、今年度の ISS チャレンジの一連の流れを説明
4月下旬	募集要項の提示	プリントを配布し、HR で告知
5月13日	エントリーオリエンテーション	研究計画書の書き方についてのオリエンテーション
6月6日	研究計画書締切 【1次審査】	特に問題がなければ基本的に1次審査は通過。研究として達成できないと判断されるものは、計画修正をもとめる。
6月下旬	物的支援対象審査	物的支援の要請があった研究に対して、要求品目の必要性・正当性を委員会にて審査
7月19日	研究オリエンテーション	研究ノートの受け渡しと記入のレクチャー 夏季休業中の研究の進め方（人的支援の要請等） 物品（物的支援）の受け取り
10月20日	研究経過報告書締切 【2次審査】	メンターによる研究経過の確認及び指導
1月10日	理数探究論文締切 【3次審査】	評価規準表に基づいて提出論文を評価 ファイナリスト（口頭発表者4組）、セミファイナリスト（ポスター発表者12組）を選出
2月7日	発表オリエンテーション	評価のフィードバックとファイナリスト・セミファイナリストに対する口頭発表・ポスター発表の連絡
2月18日	公開口頭発表会 【4次審査】	ファイナリスト4組による口頭発表と、セミファイナリスト12組のポスター展示
3月22日 修了式	表彰	ファイナリストに対して4つ、セミファイナリストに対して数点の賞を用意

◇ISS チャレンジ生徒研究成果発表会（公開口頭発表会）

目的：ISS チャレンジのファイナリストの研究成果について口頭発表を行うことにより、研究成果及びその発表能力を競い、その審査を行う。

日時：平成 29 年 2 月 18 日（土）8:45～12:30

参加者：3,4,5 学年（中 3，高 1，2）生徒（全員）、1,2 学年（中 1,2）生徒（任意参加）、保護者、一般見学者

発表者：ファイナリスト 4 件

司会進行：有志生徒

発表時間：20 分（質疑応答なし）

使用機器：プロジェクタ、パワーポイント等の PC 機器

■発表タイトル一覧（発表順）

蜂蜜・砂糖レモンを作ったときの苦味の原因解明	1名	5学年（高2）
暁新世野田層群港層産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現	3名	5学年（高2） 4学年（高1） 3学年（中3）
食品中の鉄分とルミノール反応	2名	3学年（中3） 3学年（中3）
Shewanella Oneidensis の発電機構～細胞壁の関与の探究～	2名	5学年（高2） 5学年（高2）

※) 一部の研究タイトルはエントリー時から変更されている。

■評価用紙

見学生徒にはファイナリストの発表に対し評価を行った。

評価用紙抜粋

	観 点	内容の説明
A	科学的手法が優秀な研究	科学研究の方法（調査・実験・分析）が科学的・実証的で秀逸な研究（課題設定と結論の独創性や新規性等は問わない）
B	社会的影響のある研究	実用性のある研究で、実社会（国際的視点も含む）で活用したり応用・発展が期待できる研究
C	独創的な研究	研究テーマが独創的であったり、研究方法が独創的であるなど、アイデアや発想がユニークな研究
D	革新的な研究	新奇性があり従来（大人の）の科学研究には見られない常識を超越した研究
E	教科的研究	数学や理科などの教科の内容や授業で扱う方法に強い関係がある研究
F	その他	A～Eにあてはまらない観点の場合はFをいれて、「観点Fの場合の観点」の欄に、評価した観点をキーワードとして記入してください。

研究発表毎にその研究発表に最もあてはまると思うものを評価観点 A～F から一つ選び〔評価観点①〕に記号を記入しなさい。〔評価観点①〕で選んだものの他に（次に）あてはまる評価観点がある場合は〔評価観点②〕に記号を記入しなさい。いずれかで観点Fを選んだ場合は、その作品のどのような特長（観点）を評価したのか、キーワードを記入して説明しましょう。

	研究テーマ	評価観点①	評価観点②	観点Fの場合の観点
①	蜂蜜・砂糖レモンを作ったときの苦味の原因解明			
②	暁新世野田層群港層産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現			
③	食品中の鉄分とルミノール反応			
④	Shewanella Oneidensis の発電機構～細胞壁の関与の探究～			

(ii) 人的支援制度

<研究支援員>

	所属	学年
A	Amherst College	3年
B	東京工業大学	4年
C	お茶の水女子大学	2年
D	星薬科大学	2年
E	東京農工大学	4年

	所属	学年
F	東京学芸大学	1年
G	お茶の水女子大学	2年
H	慶応義塾大学	2年
I	東京工業大学	4年

#### <研究支援員の形態>

今年度は本校の課題研究の取り組みについてよく理解している卒業生に研究支援を依頼した。後期課程の課題研究として位置付けている水曜日の午後に来校してもらい、研究方法や論文作成の相談やアドバイスをおこなってもらった。

### V. 検証

#### (i) ISS チャレンジについて

この取り組みは今年度で3回目となる。エントリー数の推移は、21件(平成26年度)、34件(平成27年度)、65件(今年度)となっている。エントリー数がほぼ倍増する結果となった。これは、前期課程のうちから課題研究を意識した取り組みやプレ課題研究を国際教養の時間でおこなってきた結果であると考えられる。また、あるいは校内口頭発表会などとおして課題研究とはどのようなものかを感じ取り、自らも研究をしたいと思う生徒が増えたものと考えられる。これは大きな成果であろう。

一方、今年度は校外での生徒研究成果発表会への参加が昨年度よりも減少している。校内的なイベントと重なっていたことも要因として考えられるが、委員会としても外部発表のPR方法を再考する必要があることを認識した。今年度の参加の状況は以下の通りである。なお、別表中では、Pは口頭発表、Oは口頭発表を表している。

#### <生徒が参加した校外での生徒課題研究発表会>

- ①The 3<sup>rd</sup> Symposium for Women Researchers (平成28年11月6日：都立戸山高等学校)
- ②東京都SSH指定校合同発表会(平成28年12月23日：慶應義塾大学)
- ③都立戸山高等学校第5回生徒研究成果合同発表会(平成29年2月7日：都立戸山高等学校)
- ④都内国立校合同SSH/SGH課題研究成果発表会(平成29年2月19日：東京学芸大学)
- ⑤サイエンスフェア(平成29年3月11日：群馬国際アカデミー)(英語による発表)
- ⑥関東近県SSH校合同発表会(平成29年3月20日：東京工科大学)

また、各種学会主催の発表会に参加した研究は以下の通りである。

#### <生徒が参加した各種学会主催の発表会>

- ・日本古生物学会2016年年会(平成28年6月25日；福井県立大学)【優秀賞受賞】  
研究No.17「暁新世野田層群港層産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現」

#### <生徒が参加した企業主催のイベント>

- ・ウシオ電機株式会社主催サイエンスキャスル研究支援校  
研究No.36「プロテアーゼの活用～マイタケに含まれる酵素について～」  
研究No.61「食品中の鉄分とルミノール反応」

#### (ii) 研究支援制度について

#### <物的支援の実施状況>

上記65研究のうち、審査を経て、20件の研究に支援を行った。研究計画書提出とともに物的支援要求書を添付させ、計画と要求された物品とを委員会の中で議論・審査し、支援対象を決定した。支援の内容は主に実験や観察などに用いる消耗品であるが、研究計画がしっかりしており、成果が見込まれると思われる研究については必要な実験機器等の備品の支援も行った。

#### <人的支援の実施状況>

昨年度は「理数探究Extra」として金曜日の7時間目相当の時間帯に実施していた人的支援を、今年度は水曜日の午後に変更した。昨年度はほぼ放課後の実施であったため、他の活動と重複している生徒が多く十分に利用されていなかった。そこで今年度は後期課程課題研究の時間である水曜日の午後に変更し、支援を依頼し、来校してもらった。また、支援員も今年度は本校の取り組みについてよく理解し、さらに在校生とも年齢的に近い卒業生に依頼し、生徒がより相談しやすい環境を整備した。多種の分野にわたる支援員を募ることができたため、昨年度よりも生徒は積極的に研究支援を受けていた。

### 3) 実施の効果とその評価

3年目となるこの取り組みについて、生徒への浸透度も深まってきている。これはエントリー数の増大からもうかがえる。一方、エントリー数の増大に伴い、メンターとしてその指導にあたる際に十分な指導が行えない状況もある。指導の在り方について今後考える必要がある。

### (3) - 3 本校における研究倫理ガイドラインの策定について

本項目の研究開発の概略は、以下の通りである。

A <sub>1</sub> ：本校の課題研究における研究倫理に対する現状把握
A <sub>2</sub> ：本校における研究ガイドラインの策定
B：研究倫理ガイドラインの試行
V：検証

#### 1) 研究開発の経緯

平成 28 年 6～7 月	今年度実施の課題研究に対する現状把握(A <sub>1</sub> )
平成 28 年 9～10 月	研究ガイドラインの策定(A <sub>2</sub> )
平成 28 年 10 月～	研究ガイドラインの試行(B)
平成 29 年 2 月	検証

#### 2) 研究開発の内容

##### 【仮説】

本校における課題研究やプロジェクト学習における研究倫理ガイドラインを策定することにより、課題研究等における研究活動において研究倫理を遵守し、責任を自覚することができる。

##### 【研究内容・方法・検証】

##### A<sub>1</sub>: 今年度実施の課題研究に対する現状把握

本校におけるパーソナルプロジェクト、国際教養で実施する課題研究、SSH や SGH で実施する課題研究等において、研究活動を進めていく中で、以下の研究倫理や生命倫理に関わる事項が問題になるようになった。

- ・アンケートの取り方
- ・人を対象とする研究の手法
- ・動物の飼育を伴う研究のあり方
- ・データ分析の手法

そこで、特別研究推進委員会にて情報を共有し、今年度の SSH および SGH の課題研究(PP, 課題研究 I・II を含む)における実態を調査したところ、以下のような状況であることが分かった。

ヒトを対象とする研究	A 身体活動に関わる研究	19 件
	B 心理学的, 教育学的, および意見に関する研究	23 件
	C 非識別/匿名化されていないデータの記録を閲覧する研究	4 件
脊椎動物の取り扱いが必要となる研究		2 件

##### ヒトを対象とする研究について

IB プログラム導入の効果なのか、生徒の知的好奇心にもとづいた多様で学際的な視点からの研究テーマ設定が多いことは本校のプロジェクトおよび課題研究の特徴であろう。一方、より身近な問題解

決をテーマとするため、ヒトを対象とするプロジェクトや研究が多いのも事実である。特に、以下のキーワードに関連するものは、毎年テーマとして挙げられる傾向にある。

食事や食生活・運動技術の向上・心理

いずれも、安易にアンケートや物質摂取等を伴う研究計画が立てられることが多い。研究の目的を尊重し、かつ信頼性の高い分析値を提示するためにも、研究方法に対する指導やアドバイスが必要であると思われる。

### **脊椎動物の取り扱いが必要となる研究**

現時点で、脊椎動物の取り扱いが必要となるプロジェクトや課題研究は多くない。あるいは、研究計画時点では必要としていても、指導者との検討や先行研究の調査を行う中で研究の方法を変更していくことが可能なケースが多いと思われる。しかし、生命倫理的視点からも、さらに IB 認定校における動物取り扱いに関するガイドラインに遵守するためにも、脊椎動物の取り扱いについては中高生の段階から、適切な基準を認識している必要があると思われる。

これまでの生徒の学習経験から考えても、自身のプロジェクトや課題研究が倫理的な問題に直面しているとの意識が低い(もしくは無い)とも考えられる。故意に研究倫理に反するのはもちろん悪いが、無知であることも同様であると考える。中高生とはいえ研究に携わるものとして、研究活動における自己管理を行うために、早い段階で研究倫理を身につけることが必要であろう。

以上の現状を踏まえ、校内におけるプロジェクトおよび課題研究における研究倫理ガイドラインを策定するとともに、指導者(SV およびメンター)への周知が必要であると思われる。

### **A2:本校における研究倫理ガイドライン**

上記現状把握を踏まえ、本校の状況に即した研究ガイドラインを策定した。  
資料 5 を参照。

### **B : 研究ガイドラインの試行**

現時点で、研究倫理申請を行い、校長(特別研究推進委員会)からの承認のもと研究活動を行っているグループは以下の 3 つである。

- ・「母子間におけるお臍の菌叢の比較」
- ・「クラシック音楽を聞くことが集中力につながっている理由」
- ・「ヒトにおける音の認識性」

研究計画の段階では、倫理申請が必要となる手法を計画していても、先行研究の調査や指導者からのアドバイスを受けて、研究倫理ガイドラインに抵触しない研究方法に変更していくケースも多くあった。

これまで、課題研究の計画時点での研究倫理の指導が行き届かなかったこともあり、実施の段階になって研究手法に関する種々の問題点に気付くことが多かったと思われる。生徒自身がその可否の判断に迷うこともあり、その判断の基準となるガイドラインが求められていた。研究倫理については、

6年間の探究的活動(各教科の授業および国際教養)における指導の中で、発達段階や学習状況に応じて繰り返し指導していくことが必要である。

#### **V：検証**

SSHおよびSGH事業の推進に伴い、生徒課題研究の指導体制、評価方法、外部評価等が課題となっている。これは、研究活動やプロジェクト活動を通じて培う資質・能力の体系的整理が完全ではないことに起因するものである。特別研究推進委員会としては、IB、SSH、SGHそれぞれの特徴を捉え、校内でのカリキュラム評価、事業評価等の機会を通じて、育成すべき資質・能力を意識した目標の体系化を図っていくことが課題である。



### (3) - 4 グローバルサイエンス事業

本項目の研究開発の概略は、以下の通りである。

A：内容の検討

B：実施

V 検証：アンケートや生徒レポートによる検証

#### 1) 研究開発の経緯

生徒が取り組んでいる理数探究活動をより良いものにするをめざし、科学英語のセミナーや海外の科学系授業の体験などを企画・実施した。

	サイエンス英語 イマージョンセミナー	海外 IB 校との交流 (中華民国)
平成 28 年 4 月		交流校と打合せを開始 (A)
10 月		参加生徒の募集
11 月	内容の検討 (A)	参加生徒の選考
12 月	実施 (26 日) (B)	参加生徒の事前指導
平成 29 年 1 月	実施 (5 日, 12 日) (B)	参加生徒の事前指導
2 月	実施 (5 日, 9 日) (B)	参加生徒の事前指導 実施 (19~23 日) (B)
3 月	検証 (V)	参加生徒の事後指導 検証 (V)

#### 2) 研究の内容

##### 【仮説】

英語を用いた主体的・協働的な学習活動・研究発表などを経験することにより、生徒の理数探究活動を充実させることができる。

##### 【研究内容・方法・検証】

##### A：内容の検討

参加する生徒同士のインタラクションが、理数探究活動の充実につながるものを検討した。国内外の課題研究を発表する場においては、科学英語のスキルが求められるため、それに対応するものとして科学英語のスキルアップを目指すセミナーを開設することにした。また、科学英語を実際に用いて主体的・協働的な学習を体験させるために、海外の IB 校の生徒と協同で授業を体験する機会をつくることにし、本年度は以下の内容を行った。

##### (i) サイエンス英語イマージョンセミナー

科学英語のスキルを高めることを主な目的とし、口頭発表などで使用するポスターや発表内容をネイティブ講師の指導の受けながら作成した。

##### (ii) 海外 IB 校との交流

中華民国 (台湾) の IB 校である義大国際高級中学において、本校及び義大国際高級中学の生徒の混合チームをつくり DP の Group 4 project (生徒が実験計画を立て、実際に計画した実験を行

い、実験結果を客観的に分析、考察・結論を出す、学習の一通りをすべて生徒たちが行うプロジェクト)の課題を行った。また、その系列校である義守大学医学部を訪問した。

## B：実施

### (i)サイエンス英語イマージョンセミナー

- 日時：平成28年12月26日(金) 14:00～16:00 What makes a good research poster? (1)  
 平成29年1月5日(木) 16:00～18:00 What makes a good research poster? (2)  
 1月12日(木) 16:00～18:00 Poster making and checking?  
 2月5日(日) 10:00～16:00 Presentation skills workshop and final poster making  
 2月9日(木) 16:00～18:00 Poster presentation

### (ii) 海外IB校との交流

日時：平成29年2月19日(日)～23日(木)

場所：義大国際高級中学/義守大学医学部及び医学部附属病院(中華民国高雄市)

参加者は3～5年生の20名(男子8名, 女子12名)

	訪問先等(発着)	実施内容
2月19日	成田空港発・高雄国際空港着	BR107
2月20日	義大国際高級中学 義守大学	a) Group 4 project(discussion) b) 義守大学医学部・附属病院訪問
2月21日	義大国際高級中学 旗津島	a) Group 4 project (Field trip to Cinjin island)
2月22日	義大国際高級中学	a) Group 4 project (poster making & presentation) c) 課題研究ポスターセッション
2月23日	高雄国際空港発・成田空港着	BR108

(ii) a) 義大国際高級中学の生徒と本校生徒の混合グループをつくり、Group 4 projectの課題に取り組んだ。

b) 義守大学医学部及び医学部附属病院を訪問し、研究室で行われている研究の説明を受け先端研究に触れた。また、海外の大学や研究施設(病院)の様子について理解を深めた。

c) 本校生徒の課題研究9件を義大国際高級中学の生徒に向けて、ポスターセッション形式で発表した。

### 【本校の研究テーマ】

Analysis into the cause of bitterness when making honey sugar lemon
Make an original low irritation facial cleanser
Scientific events expressed through video
Development of a better sucker using the principles of the Echeuis naucrates' oval sucker
Anatomical classification and paleoenvironmental reproduction of stone fossils from the Paleocene period Minato and Noda layer
Comparison of the navel flora between mother and child

Utilization of protease
Recognition of human sound
Developing a composing software for disabled and kindergarteners. Solve the demerits automatic composing system
Chemiluminescence: What light emission conditions are useful for emergencies?
Analysis of the mechanism when plasmid DNA is introduced into E. coli

## V 検証：アンケートや生徒レポートによる検証

参加した生徒の感想をもって検証とする。

<p>義大国際の生徒たちは男女関係なくとても仲が良く、実験中でも積極的に話し合っていた。日本でももっと男女隔てなく話し合えば、より良い実験や考察につながるのではないかと思った。また、義大国際では、ほとんど全授業が英語で行われているので、生徒の英語のレベルの高さにも驚いた。英語での授業によって、将来的にも国際的な仕事につけるといったメリットがあるのではないかと思った。</p>
<p>自分の課題研究のポスター発表では、専門的な用語は口頭で付け加えるなど工夫して、台湾の小学生や中学生の生徒にも分かるように説明することができた。自分の研究を英語で発表し、国を越えてシェアすることができたのは自分にとって大きな進歩となったので良かったと思う。</p>
<p>自分は将来薬剤師といった医療関係の仕事に就きたいので、義守大学の附属病院の見学は多くの収穫があった。病院の施設や研究器具などはハイレベルな物が多く、ここで学習している学生も多くの国から来ているので、様々な人と意見交換することが出来て良い学習ができると感じた。</p>
<p>台湾研修を通して、英語での科学のコミュニケーション能力及びプレゼン能力を高めることができただけでなく、IBの学習者像でのバランスのとれた人・探究する人に近づけることができたと思う。知識的な面はもちろん、義大国際生との交流は、自分の視点をより広げることができた貴重な体験になった。</p>

上記生徒のように、本年度実施したセミナーや交流事業を通して、科学英語スキルを含むコミュニケーション能力の必要性に気付き、実践する機会となった。また、海外で異なるバックグラウンドを持つ生徒と協同で課題を自ら設定するグループプロジェクトを行うことによって、研究の方法についても考える機会となっていた。さらに、先端研究に触れることで、理系分野への進学をより具体的に考え、自分の課題研究を継続していく意欲を高める機会にもなり、理数探究活動に対する取り組みへの意欲が向上していることが確認できる。

### 3) 実施の効果とその評価

本項目の研究開発については、前述の通り一定の効果が認められる。また、海外IB校との交流に参加した生徒は、現地でDPのGroup 4 projectを実際に体験する機会を得るとともに、交流に行くために課題研究が促進されるという効果もあった。昨年度の反省から、今年度は実施時期を生徒の課題研究がある程度進んだ3学期に変更したことにより、生徒の理数探究活動をより充実させることができた。今後も、研修内容の改善や実施時期の検討を引き続き行っていく。

### (3) - 5 セミナー・フィールドワーク事業

科学的なアプローチができる生徒の育成をめざし、科学に関わる各種の講演会等を行うセミナー事業と、自らが実際に見たり触れたりする機会となるフィールドワーク事業の研究開発の概要は以下の通りである。

A：企画・実施

V：生徒アンケートや報告レポートによる検証

#### 1) 研究開発の経緯

##### (i) セミナー事業

①	平成 29 年 1 月 18 日(水)	機械学習 -AI のホントのところ- (A, V)
②	平成 29 年 3 月 2 日(木)	マングローブの調査研究について(A, V)
③	平成 29 年 3 月 15 日(水)	科学的課題研究のススメ(A, V)

##### (ii) フィールドワーク事業

平成 28 年 11 月 15 日(火)	4 年生(高 1)を対象にサイエンスフィールドワークを実施(A)
平成 28 年 11 月	4 年生(高 1)フィールドワーク報告レポート提出(V)
平成 29 年 1 月 16 日(月)	4 年生(高 2)を対象にサイエンスフィールドワークを実施(A)
平成 29 年 1 月	5 年生(高 2)フィールドワーク報告レポート提出(V)

#### 2) 研究の内容

##### 【仮説】

科学の現代的課題や学際的な課題をテーマとした外部講師による専門的な講演会や、フィールドワーク等を通して実際に見たり体験したりすることにより、科学に対する興味・関心を高めることができる。

##### 【研究内容・方法・検証】

##### A：企画・実施

##### (i) サイエンスセミナー

###### ① 「機械学習 -AI のホントのところ-」セコム(株)IS 研究所 氏家秀紀氏

5 年生(高 2)対象に世間で話題となっている AI の中核となる技術の一つである機械学習について、その仕組みや内容などの基本的な事柄をお話しいただいた。

###### ② 「マングローブの調査研究について」(一社)沖縄国際マングローブ協会 岸本司先生

2 年生(中 2)対象に、次年度おこなう沖縄フィールドワークのプログラムの一環として、マングローブの現地調査の仕方や科学的な報告レポートのまとめ方を講演いただく予定である。

###### ③ 「科学的課題研究のススメ」本校卒業生 東京農工大学 4 年 田濤修平氏

希望者対象に、いかにして科学的な課題研究を進めることができるのか、課題発見から問題解決さらに結果の発表まで、一連のプロセスを講演いただく予定である。

(ii) サイエンスフィールドワーク

4年生(高1)および5年生(高2)ともに以下のコースでフィールドワークを行った。

<コース>

【1：宇宙科学コース】(物理・地学) (定員 40名)

宇宙の起源にかかわる科学研究を行っている「高エネルギー加速器研究機構」の研究・実験施設の見学と、宇宙開発の中核機関である「JAXA 筑波宇宙センター」の活動について理解をふかめる。

【2：防災科学コース】(化学・物理・地学) (定員 30名)

気象現象や自然界のさまざまなふるまいを研究し防災に応用している「気象研究所」と「国土技術政策総合研究所」の見学を通して、防災に関わる科学研究について理解をふかめる。

【3：生命科学コース】(生物・化学) (定員 30名)

「理化学研究所」のバイオリソースセンターを中心に生物学の先端研究にふれるとともに、生物学研究を農業や畜産分野での応用について「動物衛生研究所」にて理解を深める。

【4：医療臨床コース】(医療) (定員 20名)

「川崎幸病院大動脈センター」の医療現場に接することで医療の現実を理解する。

【5：生命産業コース】(生命・産業) (定員 10名)

「セルバンク工場」にて生命科学の研究の成果を産業に応用して社会に貢献する仕組みを理解する。

V：生徒アンケートによる検証

生徒の感想をもって検証とする。

(i) セミナー事業

前から興味はあったが、実際にどのような場面で使われているかを具体的にわかりやすく説明していただいたので、AIが本当に今の社会で活用されているという実感がわき、より興味を持った。他の企業もどのようにAIと向き合っているのかを知りたい。

特にテレビの影響で、人間は近い将来AIに抜かされてしまうのではないかという不安や恐怖などネガティブなイメージがあったが、今日の講演を聞いて、AIと人間はお互いにはない部分を補い合い、それぞれの良さは残していくことで、これからの社会や経済は効率よく機能されるだろうと、ポジティブなイメージに変わった。

正直、今日の講演を聞いて思ったことは、『AI』にはできない人間の思考力や場面や状況に合わせた判断が行える人間にならなければいけないと思った。AIによって新しい仕事が増えるのも確かだが、その分応用力の高い人が求められるようになる。その面で将来自分の職業を考える上で、今回の講演を活用できると思う。

「機械学習『AI』のほんとのところ」

(ii) フィールドワーク事業

サイエンスフィールドワークから得たものは自分の将来の進みたい道への確信だ。普通なら立ち入ることのできない現場や、聞くことのできない現役の医師や看護師の話などを見たり聞いたりすることができた。そこで、改めて医師や看護師たちを尊敬した。患者のために自分の時間をさいて、睡眠も十分にとれず、体調だつて崩れやすい生活をしている中、日々進歩している医療の勉強をし、全力で苦しんでいる人々を救う人々にとても尊敬した。ま

た、看護師という仕事は医師から見てもとても大変らしい。あまり寝れず、へろへろになりながらも患者の前ではいつもニコニコしながら対応している看護師は尊敬に値する存在だ。思いやりの気持ちを常に持っている。自分もそういう人になりたいと思った。

#### 臨床医療コース

このフィールドワークを経て、建築物や都市の防災機能的側面を見られるようになった。しかし、それと同時に自分の興味分野は防災的側面ではないことも分かった。

自分の興味分野は、景観や快適さ、また外見的なデザインにかんする研究であると分かったが、防災機能はこれからの環境づくりを考えていく中で必要不可欠な要素であり、常に考慮しなければならないことなので、具体的な実験施設や研究内容を知ることができたのは、とても意味があったと思う。 防災科学コース

産総研で行われている研究は、デジタルヒューマン、分子プロファイリングとともに、病院や大学、研究機関、民間企業など連携し、データの共有、基盤技術開発などを行っている。研究されていることは、どれも最終的には人々に活かされることを目指して行われていることが実感できた。三学期の DP の TOK の授業では、自然科学を人間科学と比較して考え、その学問の成り立ちや意義、特徴を考えている。自分とは縁のほど遠い分野だという意識を持っていたが、研究の説明や成果を聞くことで、自分の意識が広がったと思う。また、見学では人工知能の研究も聞き、どのような方法で人間の思考がプログラム化されているのかを初めて知る機会となった。ここで習った「機械学習」は、数日後のセコムによる SSH Global Café とつなげて考えることができた。自分とは全くかけ離れている分野の話聞くことで、世の中で自分が張っているアンテナの範囲の狭さを感じ、いろんな分野を覗いてみたいと思うようになった。 生命産業コース

上記生徒のように、講演会やフィールドワーク等を通して科学に興味を持ったり、課題研究の問題発見だけでなく手法やとらえ方の振り返りに活用している事例がみられる。また、通常授業と関連など他の学びとの関連づけて捉えることができている。次年度も引き続き幅広いテーマでの講演会やフィールドワークを実施していく。

#### (4) - 1 課題研究を促す評価方法の開発

課題研究の支援事業として開発した校内課題研究コンテスト形式の「ISS チャレンジ」に伴う評価事業の研究開発の概略は以下の通りである。

A 開発研究：形成的アセスメントに資する研究計画書およびルーブリック・研究経過報告書・研究成果論文ルーブリックの作成および生徒への提供  
V：効果の検証

#### 1) 研究開発の経緯

平成 28 年 9 月	SSH 委員会にて，研究経過報告書の内容を協議(A)
平成 28 年 11 月	SSH 委員会にて，課題研究成果としての研究論文の評価規準を協議(A)
平成 29 年 1 月	SSH 委員会にて，研究論文評価の生徒へのフィードバックの方法を協議(A)
平成 29 年 3 月	SSH 委員会にて，効果について検証(V)

#### 2) 研究の内容

##### 【仮説】

研究計画，研究経過報告，研究成果論文の一連の活動に関する評価規準やルーブリックを開発することにより，形成的アセスメントとして生徒の課題研究が促進する評価の手法を提示することができる。

##### 【研究内容・方法・検証】

##### A：開発研究

##### (i) 研究計画書

校内課題研究コンテスト「ISS チャレンジ」のエントリー時に研究計画書の提出を求めた。

■生徒への研究計画書の提示：5月中旬

■研究計画書提出期日：6月6日

<研究計画書の項目>

##### ●研究の動機・背景

- ・なぜこの研究をしようと思いましたか？
- ・先行研究では，どこまで研究されていますか？

##### ●研究の目的および想定されるゴール

- ・この研究では，何を目的として何を明らかにしようとしていますか？
- ・その目的を達成することに，どのような社会的価値がありますか？

##### ●研究の方法・内容と年間計画

- ・目的を達成するために，具体的に何についてどのような方法で研究を行いますか？
- ・それをどのような日程で実施していきますか？

##### ●研究方法の妥当性および計画の実行性

- ・この研究方法是適切ですか？そのように判断できる根拠は何ですか？

##### ●必要となる人的支援

- ・どのような方にアポイントメントをとってアドバイスをもらいたいですか？
- ・それはなぜですか？

●必要となる物的支援

- ・実験や研究の実施に必要な実験装置(備品)や消耗品等を箇条書きで上げてください。

研究計画書とともに自己評価としての評価規準とルーブリックを作成した。その評価規準は以下の通りである(ルーブリックは巻末の資料参照)。

【観点A：研究の目的】 評価対象：「研究の動機・背景」「研究の目的」

【観点B：先行研究】 評価対象：「研究の動機・背景」「研究の方法・内容と年間計画」

【観点C：研究方法の妥当性】 評価対象：「研究方法の妥当性および計画の実行性」

【観点D：実現可能性】 評価対象：「研究方法の妥当性および計画の実行性」

(ii) 研究経過報告書

研究の中間報告として、ISS チャレンジにエントリーした研究グループにはそれまでの進捗状況の報告として研究経過報告書の提出を求めた。研究経過報告書には進捗状況の報告のほかに、そのような進捗状況であると判断した根拠も記すように求めている。これは自己の研究をメタ認知させる目的である。それらの自己分析を通し、改めて今後の研究の予定を構築させた。

■生徒への研究経過報告書の提示：9月下旬

■研究経過報告書提出期日：10月27日

<研究計画書の内容>

●昨年度と同様に、時系列に沿った研究経過の報告に続き以下の報告をさせた。

- ・研究経過の分析
- ・今後の研究スケジュール
- ・「研究経過のメタ認知力」の自己評価
- ・「研究遂行力」の自己評価
- ・研究ゴールの再設定

●また、今年度は昨年度の項目に加えて、「研究ノートの活用状況」「研究支援活用状況」「校外発表会・校外研修会の参加希望」についても報告をさせた。

<研究ノートの活用状況>

0	以下のいずれにも達していない
1	研究の進捗状況を記録している。
2	研究の進捗状況をある程度記録できており、他者への開示にも応えられる内容となっている。
3	継続的かつ定期的に研究ノートを記録できており、他者への開示にも応えられる内容となっている。

<研究支援活用状況>

1	活用しなかった。
2	活用した 活用頻度・研究支援員・内容など、具体的に記してください。

<校外発表会・校外研修会の参加希望調査>

発表会・研修会名	日時	参加希望生徒名
台湾研修	2/19(日)~23(木)	
東京都 SSH 校合同発表会	12/23(金)	
戸山高校生徒発表会	2/5(日)	
関東近県 SSH 合同発表会	3月	
ぐんま国際サイエンスフェア	3月	



### (iii) 研究成果論文のルーブリック

課題研究の成果として ISS チャレンジにエントリーした研究グループには研究論文の書き方のルーブリックを提示し、それに基づいて評価した。このルーブリックは、国際バカロレアの DP における Extended Essay の評価規準に準じて作成した。このルーブリックは SS 理数探究の国際 5 で生徒に提示したものと同様のものである。評価規準と設定した A から I までの 9 つを以下に示す。なお、具体的なルーブリックについては、巻末の資料に示した。

<ルーブリックの評価規準>

#### **規準 A：形式・体裁**

この規準は、論文のレイアウト、構成、見た目、形式要素が、標準的なフォーマットに沿っているかどうかを評価する。なお、形式要素とは、タイトル、図解資料、引用、出典表記（参考文献、文献対照注、参考文献目録）、付録（必要な場合のみ）のことを指す。科学的研究では、図表やスケッチ、写真などの参考資料が必要になることがあるが、文献から借用した図や絵などの出典を明記する際には注意が必要である。また、明確な目的もなくただ単に図や絵などを論文に載せることは避けなければならない。図や表などの資料は、それが議論の補強となる場合や、別の方法では表せないような情報を提供できるような時にものみ使用するようにする。自分自身で撮影した写真や、ダウンロード、コピーをした画像には、題名をつけるか、研究の文脈の中に位置づけるようにする。そうしない限り、これらの資料は論文を補強するための役割を果たさない。

#### **規準 B：要旨**

論文要旨は、それを読めば研究の概要が分かるように記述されなければならない。そのため、要旨の要件は「研究目的」「どのようにして研究が実施されたのか」「論文の結論」を明確に述べられなければならない。

#### **規準 C：序論**

##### **C-1：先行研究の調査**

自身の研究の新規性やオリジナリティを主張するためにも、過去に先人たちはどのような研究を行い、どこまで明らかになっているのか、何がまだ明らかになっていないのかを明記する必要がある。継続研究の場合は、これまでの取り組みについてもそれらのことを明記しなければならない。もちろん、レビューする先行研究は自身の研究と関連が深くなければならない。

##### **C-2：本研究の意義**

この規準は、先行研究を踏まえた上で、「なぜ研究に値するのか？」に対する説明が、どの程度明確に説明されているかを評価する。

##### **C-3：今年度の研究目的**

研究は、その目的が大きければ大きいほど、いくつものステップを踏んで段階的に行われる必要がある。従って、そのステップごとに研究活動の目的が設定されなければならない。本論文は、今年度の研究活動のまとめとして執筆するものである。よって、今年度の研究活動に限定して、どのようなことを明らかにしたいのかなどの目的を明確に説明する必要がある。継続研究の場合は、本研究全体の中での今年度の研究活動がどのように位置づいているかを示す必要がある。

#### **規準 D：研究の方法**

##### **D-1：研究方法の妥当性**

研究成果を主張するためにも、その研究方法に妥当性がなくてはならない。その妥当性を主張したうえで、さらにその研究方法を客観的に評価することが求められる。例えば、その方法でどの精度の結果が得られるのか、あるいはその方法で研究のどこまでが明らかにできるのかについて言及することが考えられる。

##### **D-2：研究方法の再現性**

研究で得られた成果は、他者によって追試・再現可能でなければならない。そのために、研究成果を再現できるだけの必要な情報をすべて論文の中で明らかにしておくことが求められる。

#### **規準 E：適切な分析スキルと評価スキルの適用**

データは、結論につながる議論をより明確にしたり補強したりするような形で分析、提示するようにする。未加工データの表などを提示するだけではこの目標を果たすことはできない。原データは必ず論文の中心となる議論に明確かつ直接につながる形で分析、処理、提示する。必要に応じて、この分析で仮説の正当性について評価する。また、研究手法、機器や技術に関する誤差や不確定要素、物理データにおける不確実性の程度についても分析し、批判的に評価しなければならない。

## 規準 F：考察

目的に即して適切な方法で行ってきた研究から得られた結果について、なぜその結果が得られたのか、その結果からどのような解釈ができるのかなどについて、論理的に考察しなければならない。そのためには考察の根拠となる研究結果を明確に参照する必要がある。

## 規準 G：結論

この規準は、研究目的に対して適切な結論が論文に組み込まれているか、また、その結論が論文の中で扱った証拠と一致しているかについて評価する。よって、結論において新たな問題や無関係な問題に触れたり、結論が序論の単なる繰り返しになったりすることは避けなければならない。結論は研究目的に直接関連し、かつ主要な研究結果について述べたものでなくてはならない。科学的研究では、予想外の結果が明らかになることがしばしばある。このような場合、たとえ結果が当初の計画にはまったく含まれていなかった場合でも、これらを報告しなくてはならない。最初に設定した研究目的に完全に答えることができないこともある。そのような場合には、解明できなかった問題を指摘し、これらをさらに研究するためにはどうしたらいいかを提案するようにする。

## 規準 H：適切な言葉の使用

正確な専門用語と用語体系は、論文を通じて効果的に、一貫性をもって使用されなければならない。また、物理量には必ず正確な単位を使用し、有効数字を適切に使うことが求められる。

## 規準 I：総体的評価

この規準の目的は、知的活動における主体性、理解の深さや洞察力などの、ある論文と他の平均的な論文との間の違いをつくり出すような特質を評価すること。これらは、最も優れた論文において明確に見受けられる特質ですが、そこまでのレベルに至らなかった論文もこれらの特質をある程度備えていることがある。そのような場合においては、当規準においてその価値を評価する。

以下のような資質がうかがえる論文はこの規準において追加点が与えられる。

**知的活動における主体性**：トピック・研究課題の選択や、研究課題に取り組む際の革新的なアプローチの使用などでこの資質を示すことができる。

**洞察力と理解の深さ**：この資質は詳細な研究と徹底した熟考の結果として生まれるものであり、豊富な知識に基づいた、論理的な議論によって示すことができる。また、これらの議論は一貫性をもって効果的に研究課題を扱うものでなくてはならない。

**独創性と創造性**：これらは、しっかりとした研究と論理に裏づけされた上での独自のアプローチによって表される。

### <研究論文に関する流れ>

- 生徒へのルーブリックの提示：12月中旬
- 研究論文提出期日：1月8日
- 教員による論文の評価期間：1月16日～1月25日
- 教員の評価の集計：1月27日
- 生徒への評価結果のフィードバック：2月7日

### <教員による評価>

提出された各研究論文について2名の教員が評価規準に基づき評価を行った。各観点について平均点を求め、その観点の評価とした。

### <集計結果>

次の一覧が評価結果である。A～Iがそれぞれ評価規準A～評価規準Iの教員の評価（2名の平均点）である。差A～差Iは評価規準A～評価規準Iにおける「(自己評価) - (教員評価)」の値を表している。差が0点の場合は空欄としている。また、差A～差Iが全て空欄のものは自己評価表が未提出のものである。今年度も全般的に教員による評価よりも自己評価の方が点数の高い傾向がみられる。自身の作成した論文についての満足度の表れであるとも捉えることができるが、より客観的に研究の取り組みや論文を評価できるようになることが求められる。

研究No.	A	B	C1	C2	C3	D1	D2	E	F	G	H	I	合計	差A	差B	差C1	差C2	差C3	差D1	差D2	差E	差F	差G	差H	差I
1	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	27.0	1.0		1.0					-1.0	-2.0		0.7	
2	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	1.5	2.5	0.5	20.5	1.5	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.5	0.5	1.5	0.5	0.3
3	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	0.0	24.0			1.0	-1.0		-1.0		-2.0		-1.0	1.3	
4	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	0.0	15.0	2.0	1.0	1.0	1.0		2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	
5	2.0	1.0	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	3.0	1.0	23.5	1.0	1.0			0.5	1.0		1.5	0.5	1.0	-0.3	
6	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	1.0	1.0	1.0		1.0		1.0				1.0	1.0
7	0.5	1.5	1.5	1.5	1.0	2.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	0.0	13.5	2.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0
8	1.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	0.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	8.0	1.5	1.5		1.0		-0.5	-0.5			1.0	1.0	
9	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	1.5	3.0	2.5	2.5	2.5	1.0	23.0	1.5		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	-1.0
11	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	0.0	19.0		-1.0	1.0			-1.0	-1.0	-1.0	-2.0	-1.0	-1.0	0.7
12	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.0	4.0												
13	2.5	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.5	2.5	2.0	1.0	2.5	0.0	18.0	0.5		1.0		1.0		1.5	0.5		2.0	-0.5	1.7
14	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	12.0	2.0		1.0		1.0		2.0	2.0	1.0	1.0		
17	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	1.0	29.0						-1.0	-2.0		1.0			1.0
19	2.0	1.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	0.0	13.5		-0.5		0.5			-0.5	0.5		1.0	0.5	0.3
20	1.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.5	1.0	2.5	1.5	1.5	2.0	0.0	15.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0	2.0
21	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	17.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0		1.7
22	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0		2.0		1.0			1.0	1.0		3.0	
23	1.5	1.5	1.0	0.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	2.0	0.0	13.0	0.5	0.5		1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0			1.0
24	0.0	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	4.0	1.0	0.5	1.5		1.5						0.5	1.0
25	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.0	6.0	2.0	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5	0.7
27	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	8.0	0.5	1.0		-0.5	-1.0		0.5	-1.0	2.5	0.5	0.5	1.0
28	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	11.0	1.0	-1.0	1.0		1.0		2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.7
29	3.0	2.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	0.0	24.0		-1.0			-1.0					1.0		2.0
31	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	2.0	3.0	1.5	1.5	1.5	0.0	18.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0
32	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	1.0	1.0	2.5	0.0	18.5		0.5	0.5	-0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0	0.5	0.3
33	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	9.0												
34	2.5	1.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.5	3.0	2.0	2.0	2.0	0.5	18.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	2.0	1.5			1.0	1.0	1.0
35	2.5	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.5	3.0	0.0	19.0	0.5	1.0	1.0		1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.5		2.0
36	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	0.0	23.0						1.0			1.0	1.0		1.0
37	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.5	0.0	16.0		1.0	-0.5				1.0	1.0	1.0	2.0	0.5	0.7
39	2.0	1.0	0.5	1.0	1.5	2.0	1.5	2.5	2.5	2.0	2.0	0.5	19.0	1.0	1.0	1.5	1.0	0.5	1.0	1.5	1.5	0.5	1.0	1.0	0.5
40	1.0	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	0.5	1.0	0.5	13.5	2.0	0.5		0.5		-0.5	1.5	2.0	1.5	2.5	2.0	1.0
41	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	8.0	1.0	2.0	1.0		1.0							1.0
42	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	18.0				-1.0				1.0	-1.0	1.0		1.0
43	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	11.0	2.0		1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0
44	0.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	0.0	15.0	2.0	-1.0								-1.0	-1.0	0.3
46	0.0	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	0.0	8.0	2.0	1.0	1.5	-1.0		2.5	2.5	2.0		2.5	1.0	1.3
47	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	0.0	11.0	2.0		1.0			1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7
48	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	0.0	11.5		1.5		1.5		0.5	-0.5	1.0	0.5			0.7
49	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	7.0	1.0	1.0	1.0					2.0	1.0			
51	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.0	1.0	2.0		1.0	1.0				1.0	2.0	0.7
52	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	1.5	1.5	1.0	2.0	0.0	16.0	0.5	-1.0				-0.5	-1.0	1.5	0.5		-1.0	0.7
54	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	3.5												
55	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	9.0					2.0	3.0		1.0	2.0	-1.0	-1.0	1.0
56	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0		1.0	1.0				1.0		1.0	1.0	-1.0	
57	0.5	1.5	0.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.0	0.0	17.0	2.5	-0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.0	1.5		1.5	1.0	2.0
59	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	13.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	2.0			1.0
60	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	0.0	12.0	1.0	1.0	1.0			1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.7
61	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	27.0	1.0	-1.0			-1.0	1.0	-1.0					-1.0
62	0.5	1.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	1.0	0.5	0.5	1.5	0.0	6.5	2.5	1.0	1.0	0.5	1.5	0.5	1.0	1.0	0.5	1.5	0.5	0.7
64	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	0.0	23.0	1.0	1.0					1.0		1.0			
65	3.0	2.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	2.5	2.5	2.5	1.0	24.5			1.0	0.5	0.5	1.0	1.0		0.5	0.5	0.5	-0.3

表 1：生徒提出論文評価結果一覧

## V. 検証

ループリックを提示していない場合との比較はできないが、生徒の論文の中には、ループリックを意識して執筆したことがうかがえるものが多くみられた。授業等でもループリックを意識したレポート作成を行っている生徒が多く、論文作成にも生かされていると判断できる。

表 1 からは「知的活動における主体性」「洞察力と理解の深さ」「独創性と創造性」についての項目である評価規準 I について、教員は 0 点をつけている場合が多く、生徒の自己評価の方が高い場合が多い。課題の設定や研究手法について、生徒にとっては真新しいことであること

が多く，このような生徒の自己評価となったことが考えられる。

### **3) 実施の効果とその評価**

前述の通り，ルーブリックによる評価の生徒への影響については一定の効果は認められる。一方，自身の作成した論文について客観的に評価することや，最終的にどのように研究をまとめるのか見通しをもって研究に取り組むことについて，引き続き見直していくことが必要である。

### 3章 校内におけるSSHの組織的推進体制

3年目を迎え、校内におけるSSH事業における推進体制に一層の強化が図られている。

#### (1) 校内組織の強化

校内分掌において、SSH事業を含む特別研究（SSH・SGH・IB）を位置付け、全校的取り組みを一層強化するため、教員全員が特別研究のいずれかにグループとして所属し、特別委員会に位置付ける。

平成28年度組織図  は全員が所属する



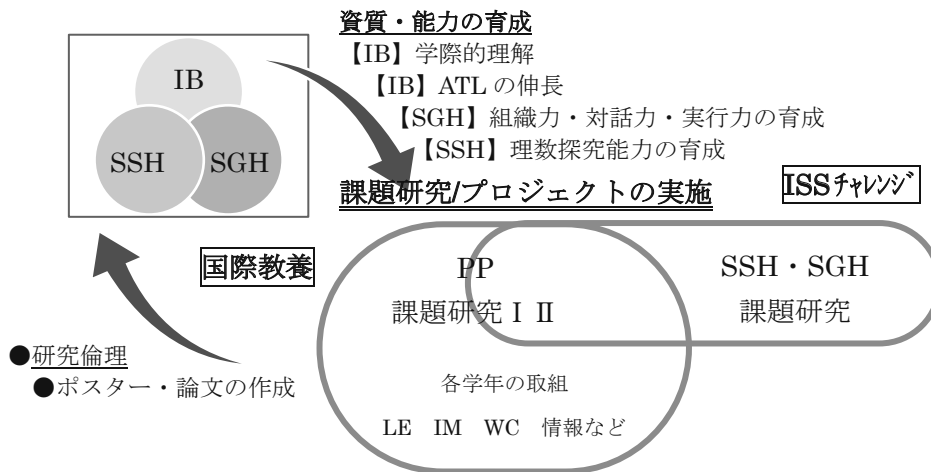
#### 特別研究推進委員会メンバー

校長・副校長・主幹教諭・研究部長・SSH委員長・SGH委員長・IB委員長・国際教養委員長

※昨年度より、特別研究推進委員会を組織し、特別研究を進めるにあたって必要な調整（協働内容・実施計画等）を行っている。以上の校内組織強化を行うことでより全校的取り組みとなるとともに、生徒及び教員に可能な負担軽減を行うことができる。

#### (2) 特別研究推進委員会による推進

特別研究推進委員会では、以下の図に示すように、本校で取り組んでいる3つの研究開発およびプログラムの事業内容の協働および調整等を行った。



本年度は、主に研究倫理ガイドラインの策定および試行、本校研究開発で育成すべき資質・能力の整理および共有を行った。研究倫理ガイドライン策定に関する研究開発の詳細は、2章(3)-3に示す。育成すべき資質・能力の整理については、本校の研究テーマでもある「グローバル化社会に生きる資質・能力の育成～国際バカロレアの教育システムに基づく『目標・指導・評価一体型』の取組～」を実現し、さらに学習指導要領の改訂を視野に入れた「学びの地図」

の作成を目指し、現段階で図1のように整理した。

		本校の育てたい生徒像			
		現代的な課題を 読み解く力	知識とイメージを 自分で再構築する力	対話を通じて人との 関係を作り出す力	異文化への 寛容性・耐性
目 標	IB Learner Profile	考える人 知識のある人 探究する人	コミュニケーションができる人 振り返りのできる人	バランスのとれた人	信念をもつ人 挑戦する人 心を開く人 思いやりのある人
	ATL	批判的思考スキル 創造的思考スキル 転移スキル 情報リテラシースキル メディアリテラシースキル	コミュニケーションスキル 整理整頓する力 省察スキル 振り返りスキル	転移スキル 協働スキル	
	SSH	課題発見力 情報収集力	分析・評価力 コミュニケーション力 自律的活動力	組織力	
	SGH		実行力	対話力	
		次期学習指導要領における 資質・能力の3つの柱	知識・技能 思考力・判断力・表現力	学びに向かう力・人間性	
評 価	教科学習：PP・SSH・SGH課題研究>ルーブリックを用いた観点別評価 学校行事>SEASを総行 など 各教科や個々の取組に対する評価方法は異なり、 今後、資質・能力の評価方法(定量化を含む)を検討していく必要性あり。				
指 導	教科学習				
	国際教育				
	学校行事				
	生徒会活動				
	SSH				
	SGH				
	その他(部活動など)				

図1 本校の育てたい生徒像を基準とした資質・能力の整理

さらに2月に実施した校内研究会において、「ATL<sup>1</sup>から考える SSH・SGH 研究開発における資質・能力の整理」のグループワークを実施し、ATLがSSHやSGHのどのような活動の場面で育成され

<sup>1</sup> ATL Approaches to learning  
IBの学習の方法。思考スキルや方法、態度、そして自分の学習を振り返る能力の発達に焦点を置く。

ているかについて、全教員で協議・共有した。

ATL	SSH		SGH
コミュニケーションスキル	統計・図など言葉によらない示し方→数学的表記を理解し用いる。	課題研究における論文作成・発表・議論・発信等。フィードバックをもらい、軌道修正する。インタビューやアンケートを通して、情報収集し、先行研究の解釈をする。	FW等を通して、多様な文化の理解を用いる
批判的思考スキル	<u>証拠や議論を評価</u>		
	→知識はあるが、自分のやったことがどのように批判的スキルとしてあがったのか、自分でまとめることができない。問題を正しく理解していないのではないか。		
創造的思考スキル	<u>仮説→検証の手法</u> →SS 理数探究や教科学習、ISS チャレンジにおける課題研究で繰り返すことで身につく	課題研究の実践そのものが創造的思考スキルの育成に寄与する。	作品や提案が、「実現可能か?」「社会貢献できるか?」等を考察する。
	創造性とは〇から始めることだけでなく、結びつけることも含む。 段階を経て指導していく必要がある。		
転移スキル			SGH 課題研究→多数の教科や学問分野を横断し、インタビュースキルや渉外能力などを転移させている。
	転移は「はしご酒」と「ちゃんぽん」の両側面があるのではないか 生徒自身が「転移させている」ことや「統合的にみると理解が深まる」こと自体をメタ認知・意識化すると、その発想自体が知識・スキルの転移を促すのではないか?		
情報リテラシースキル	理数探究(1年)→低学年からの積み上げが必要である。	課題研究の実践において育成されていく複合的に集める能力については心配もある。	グローバルカフェにおいて、統計・数値をテーマとしたところもある。
	<u>サイエンスカフェ、グローバルカフェの実践を、情報としてとらえる観点を持つ。</u> 情報リテラシーの必要性を生徒自身も実感している		
メディアリテラシースキル			イデオロギーの背景に気付く、気付かなければならない、気付くことで批判的・客観的に見られる。
	<u>課題研究</u> の場面で概ね使う→情報ソースの多様性をうまく活用している。		

	<p>論文検索→PCのリテラシーが落ちていないか？</p> <p>統計やデータの活用→矛盾や問題を発見できた時、それにアプローチできたときに身につく。</p> <p>比較軸・評価軸の設定→批判的にメディアを見る。</p>
協働スキル	<p>物的支援→自身の権利を主張</p> <p>SNSの活用→外部連携</p> <p>他者の考えに耳を傾ける</p> <p>→「べき」論になっているから、答えがすでに決まっているため、この経験が少ないのではないか。自分と考えを異にする人の意見を受け入れられるか？多角的に物事を見られているか？</p> <p>互いの研究を共有する時間の設定</p> <p>→「無関心」と「共感」しかないのではないか。“おかしいことを言う時間”として必要。</p> <p>自分の意見や主張と正反対の主張を書き上げてみる</p> <p>→いい子すぎて、「真の対話」を阻害しているのではないか。</p>
整理整頓する力	<p>発表等のゴール設定→メ切を守る力、計画を立てる力が身につく。</p> <p>計画倒れの経験→ダメなことに気付く力</p> <p>PPを用いた発表→情報を整理し提示できる力</p> <p>研究ノートの利用→計画を立てる上で有効に働いている。</p>
情動スキル	<p>PSOWの導入により、失敗の原因を分析する。</p> <p>結果が出ない→違う角度から見る粘り強さが育成される。</p> <p>論文の作成→注意深さに関する自覚を促す。</p> <p>グループ研究→矛盾や軋轢を乗り越えるスキルが育成される。</p> <p>発表に対する振り返り→自己反省や他者からのフィードバックにより、対処方法が身につく</p>
振り返りスキル	<p>スキル・テクニック・方法の構築</p> <p>自己評価シート等の導入→強みと弱み、自分がすでにできることの把握につながる</p> <p>研究ノートの導入→記録の重要性</p> <p>システム開発的な研究→創作プロセスの焦点化</p>

## (2) 全教諭による推進組織と分担

課題研究であるSS理数探究の企画立案及び運用を国際教養委員会が担って、それを中心に教科、委員会、学年が以下のような内容を分担し、全教員がSSH事業に関わる体制をとった。

数学科	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS 数学に関わる研究開発・企画立案及び実施(仮説 1, 3)</li> <li>課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)</li> </ul>
理科	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS 理科に関わる研究開発・企画立案および実施(仮説 1, 3)</li> <li>SSIB 講座の企画立案及び実施(仮説 1)</li> <li>サイエンスフィールドワークの企画立案及び実施(仮説 2)</li> <li>課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)</li> </ul>
国際教養委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS 理数探究に関わる企画立案及び運用(仮説 2)</li> <li>ISS チャレンジの企画立案及び運用(仮説 2)</li> </ul>



IB 委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PP に関わる企画立案及び運用(仮説 2)</li> <li>・ IB 評価と本事業で開発する評価方法の支援(仮説 3)</li> </ul>
SGH 委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS チャレンジの企画立案及び運用(仮説 2)</li> </ul>
各学年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SS 理数探究に関わる企画立案及び実施(仮説 2)</li> <li>・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)</li> </ul>

また、定例の職員会議で随時情報を共有するとともに、校内研究会において以下のように SSH 事業について共有、議論する機会を設けた。

H28 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3 年次計画のポイント</li> </ul>	H28 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SSH 情報交換会について</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各学年の SS 理数探究実施について</li> </ul>	H28 年 9 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国際教養(含 SS 理数探究)の体系化</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ISS チャレンジ計画</li> </ul>	H28 年 10 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研究倫理ガイドラインについて</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ グローバルサイエンス事業計画</li> </ul>	H29 年 2 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SSH/SGH 研究開発における資質・能力の整理について</li> </ul>

#### 4章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性・成果の普及

本校の SSH 事業は、IB の趣旨にもとづいた理数探究教育プログラムを開発し、その有効性を検証することを主たる目的としている。指定 3 年次の平成 28 年度は、1, 2 年次の実績と課題をふまえ、生徒の課題研究を推進させるしくみの充実と、SS 科目に関わる開発研究の成果を授業改善などの見える形にすることを念頭において事業を展開した。

それぞれの事業を進めるうえで明らかになった実施上の課題と、それに対する研究開発の方向性を次にしめす。

実施上の課題	研究開発の方向性
(SS 数学)テキストの原稿作成を進めるとともに、他校への普及を想定した開発が必要となる。	原稿の作成、実践を通じた検証を進めると同時に、テキストの教師用書を作成していく。
(SS 理科)実践研究を積み重ね、特に実験デザイン重視のカリキュラム、IB の手法に倣った文脈の導入の手法を確立していく必要がある。	学習指導要領との対応を踏まえた上で IB の趣旨を取り入れる SS 科目であることは継続し、SSH 科目として育成する資質・能力を明確化した上で、次年度以降も実践研究により重心を置く。
(SSIB 講座)DP の趣旨について、外部講師との共通理解をいかに図るか。公開講座としての準備。	連携機関の開発をつづける。相互の理解を深めることも含めて事前準備を制度化する。理数系 DP 授業の普及モデルと位置付ける。
(SS 理数探究・評価開発)各学年で開発した SS 理数探究のプログラムについて、各学年で育成したい(評価したい)資質・能力との妥当性について吟味する必要がある。	各学年で育成したい資質・能力を再度明確にするとともに、それを育成するためのプログラムの精緻化を行う。
(SS 理数探究・研究支援)生徒の課題研究の件数の増加に伴い、生徒への指導やフィードバックがなかなか十分ではない。	本校の流れをよく知っている卒業生の協力が得られそうであるため、より広範な分野の卒業生への協力を依頼する。
(事業評価) 本校 SSH 事業の課題設定の性質上、即効的な成果の効果を示し難い。また、その効果を客観的に評価する方法が確立されていない。	事業評価に関わる質的データを分析する方法を検討していく。量的データも収集し、個の生徒の変容を客観的に示す指標の一つとして検討していく。

成果の普及

- ・ Web 等を活用した広報活動
- ・ 普及モデル(教科書・教材)の開発

##### 【中間評価における指摘と改善策】

指摘	改善策
国際バカロレアを踏まえて、SSH 校として何を目指すのかをより明確にしていくとともに、SSH 事業により生徒をどう変容させたいかを十分に考慮して取り組んでいくことが重要である。	本校における研究開発事業の中での SSH の位置づけをより明確にし、SSH 事業を通して育てたい資質・能力を再検討するとともに、現在開発中のプログラムと評価方法の確立を試行していく。
SSH, SGH, 国際バカロレアそれぞれの特色やねらいを生かし、成果を出していくためにも、更なる検証と改善を進め、得られた成果を発信し、他校にも普及していくことが期待される。	研究開発によって得られた成果を Web 等や公開研究会などを通して発信していく。補足資料などを作成することによって他校への普及モデルを想定しながら開発していく。

# 資料 1 教育課程上に位置づいた課題研究一覧

教育課程表における「国際教養」内の SS 理数探究で実施した課題研究の一覧である。

4 学年(高 1)は「PP(Personal Project)」, 5 学年(高 2)は「国際 5」, 6 学年(高 3)は「国際 6」という名称でおこなっている。

## 1 学年(中 1) : 理数探究

植物を探究する
感性を数値化して見る世界
身の回りの科学
生活の科学
香りを科学する
音の持つ人間らしさを科学する
商品開発

## 4 学年(高 1) : 「PP(Personal Project)」

ポケモンのバトル及び育成を数学的にリサーチする
映像で表現する科学的事象
What genre of music helps you focus ?
ゲーム理論の必勝法 ~仮想空間における人の行動~
中学生の野球人口の減少を検証する
お小遣いから見る ISS 性の特徴
ロボット制作から学ぶ社会でのロボットの重要性
ゴズゴーラのブレンドハーブティーの効能
サッカー選手の論理的で公平な評価方法
ISS 生が使いやすいアプリを作る
不協和音の数学的な定義
科学的観点から見る〇〇顔の違い
小金井市の森を分断する道路の建設がキツネノカミソリに与える影響
視覚・嗅覚による味わい方の違い
色彩は人の感性にどのような影響を与えるのか
空気抵抗を極限までへらす車を作成する
東京湾の酸性化問題
蜂蜜, 砂糖レモンを作った時の苦味の原因解明
オリジナルの低刺激の洗顔料をつくる
コバンザメのコバンの原理を用いてより良い吸盤を開発する
自動車市場活性化のための自動車の設計
水中での音の認識性に関する研究
人の体のタイプと人の心理パターンの関連

# 資料 1 教育課程上に位置づいた課題研究一覧

## 5 学年(高 2) : 「国際 5」

アンピシリンが <i>Shewanella Oneidensis</i> に与える影響～形態変化・微生物燃料電池 (MFC) を利用した細胞外電子伝達効率の調査～
アリの経路記憶の分析による昆虫の学習能力の探究
フォルマントを用いた韻の研究—人はどのようなときに韻を踏んでいると感じるのか—
ヒョウモンエダシャクはなぜアセビの毒に耐えられるのか
シャンパンタワーの量的関係
ヒトにおける音の認識性
映像を元にロボットの動きをシミュレーション化
ナンバーリンクの解法
コマの研究
線香花火を極める
大腸菌へのプラスミド DNA の導入のメカニズムの解明

## 6 学年(高 3) : 「国際 6」

プロテアーゼの活用
シャンパンタワーの量的関係
海上食糧生産
効率的な物品管理システム開発のために
事象に対する数学的アプローチ
母子間におけるお臍の細菌叢の比較
キーボードレイアウトの効率性についての考察
算数数学教育における「良問」の必要性・意義
VoidCube

## 資料2

2016年度 ISSチャレンジ SSH部門 研究テーマ一覧

No.	研究テーマ	背景	物的支援	論文提出	審査結果	外部発表					
						①	②	③	④	⑤	⑥
1	蜂蜜・砂糖レモンを作ったときの苦味の原因解明 ーレモンの苦味成分の抽出・分離・同定方法の検討ー	PP(4年・個人)	○	○	F		P			P	P
2	雑草の生命力の有効活用	有志(3年・団体)	○	○	SF	P	P	P	P		
3	オリジナルの低刺激の洗顔料をつくる ー低刺激の洗顔料に必要な原材料は？ー	PP(4年・個人)	○	○	SF		P			P	
4	映像で表現する科学的事象 ーサイエンススイッチー	部活動(4年・団体)		○							
5	コバンザメのコバンの原理を用いてより良い吸盤を開発する ーApply a Remora's Adhesion System to Suction=Cupー	PP(4年・個人)	○	○	SF		P				P
6	蜘蛛の脚から出る油の意義とは？	有志(3年・団体)		○							
7	「つま」の効果の研究 ーResearch in the Effectiveness of Sashimi Garnishー	有志(3年・団体)	○	○							
8	人の体のタイプと人の心理パターンの関連	PP(4年・個人)		○							
9	アンピシリンがShewanella Oneidensisに与える影響 ～形態変化・微生物燃料電池(MFC)を利用した細胞外電子伝達効率の調査～	課題Ⅰ(5年・団体)	○	○	F		P	P	P		P
10	自動車市場活性化の為に低燃費車の開発	PP(4年・団体)									
11	アリの経路記憶の分析による昆虫の学習能力の探究	課題Ⅰ(5年・個人)		○							
12	避難所における環境と快適さについて ～環境と人間の思う快適さ関係～	理数探究(1年・団体)		○							
13	Determining the element of classical music that is responsible for the Mozart Effect	PP(4年・個人)	○	○	SF		P				P
14	レゴマインドストームを用いたゴミ箱作りによるごみ問題の解決	PP(4年・団体)		○							
15	無意識に受けた刺激に行動、思考が影響されるのか	PP(4年・個人)									
16	はねた雨粒の軌道から予想する雨天の防水対策	課題Ⅱ(6年・団体)									
17	暁新世野田層群港層産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現	部活動(4年・団体)	○	○	F						
18	スマートフォンに付着している菌の研究	PP(4年・個人)									
19	プランクトンの数や種類は周辺環境にどのように影響されるか～緑色のプールの水を観察する～	理数探究(1年・団体)	○	○							
20	フォルマントを用いた韻の研究 ー人はどのようなときに韻を踏んでいると感じるのかー	課題Ⅰ(5年・個人)		○							
21	アニメ「アンパンマン」の登場人物の数学的要素が与える心理 ーAIやロボットなどの社会適応性を高めるためにー	PP(4年・団体)		○							
22	ヒョウモンエダシャクはなぜアセビの毒に耐えられるのか	課題Ⅰ(5年・個人)		○							
23	シャンパンタワーの量的関係	課題Ⅰ(5年・団体)		○							
24	各自動車会社が行なっているモーター研究に対する見解	理数探究(1年・団体)		○							
25	学生にとっての計画の立て方とは	有志(3年・団体)		○							
26	本当にみんな自分に合ったシャンプーをつかっているの？	有志(5年・団体)									
27	蝶の鱗粉とその防水機能について	有志(3年・団体)		○							
28	陸上競技で効果的に記録を出すためには	PP(4年・団体)		○							
29	現世と化石のメタセコイアの気孔指数から出せる大気中の二酸化炭素濃度を算出し、新生代から現世代の二酸化炭素濃度の推移や環境の変化について明らかにする	部活動(2年・団体)		○	SF	P					
30	効率的な物品管理システムの開発のためには	課題Ⅱ(6年・団体)									
31	コーヒー豆の抽出粕を用いた消臭方法に関する研究	有志(3年・団体)	○	○	SF						
32	海草による水質改善	有志(3年・個人)	○	○	SF	P					
33	より良い洗濯の方法	理数探究(1年・個人)		○							
34	同じカエデ科の植物でも葉脈の構造に違いは見られるのか ークリアドリーフ標本を用いた葉脈観察ー	理数探究(1年・個人)		○							
35	母子間におけるお臍の菌叢の比較	有志(3年・団体)		○	SF		P			P	P
36	プロテアーゼの活用 ～マイタケに含まれる酵素について～	PP(4年・団体)	○	○	SF	P	P				P

## 資料2

No.	研究テーマ	背景	物的支援	論文提出	審査結果	外部発表					
						①	②	③	④	⑤	⑥
37	シソによる殺菌菌を実生活に生かすには	有志(3年・団体)	○	○			P				
38	感性工学と統計学で作る有効な授業～日本の学習における2極化を防ぐ～	有志(3年・団体)									
39	ヒトにおける音の認識性	部活動(5年・団体)	○	○	SF		P	P	P	P	P
40	仮想空間における人間の行動～パパ抜き必勝法～	PP(4年・団体)		○							
41	映像を元にロボットの動きをシミュレーション化	課題I(5年・個人)		○							
42	デジタル的な手法を利用した音楽の才能の発掘環境の開発	PP(4年・個人)		○			P				P
43	分かりやすい先生は何がズバ抜けている？	PP(4年・団体)	○	○			P				
44	ゴツコーラを使用したブレンドティーとその効能	PP(4年・個人)	○	○							
45	卵の長期保存	理数探究(1年・団体)	○	○							
46	100%のパフォーマンスを出すことができるほど良い緊張へのコントロール	有志(3年・個人)		○							
47	ロボット工学を用いた社会貢献	PP(4年・団体)		○							
48	日本人が「おいしい」と感じる食品を開発する	有志(3年・団体)	○	○							
49	健康的なカップラーメンは作れるのか	理数探究(1年・団体)		○							
50	植物ホルモンの操作によるセイロンベンケイソウの実態解明	有志(5年・個人)									
51	ブラナリアの光と記憶の関係	有志(3年・団体)		○							
52	子供が食べられるピーマンにしようーおいしく食べられる調理法の提案ー	有志(2年・団体)	○	○			P				
53	メグスリノキの香りを科学する	有志(3年・個人)									
54	自分に合うトウシューズ選び	有志(3年・団体)		○							
55	ナンバーリンクの解法	課題I(5年・個人)		○			P				
56	コマの研究	課題I(5年・団体)		○							
57	黄金比顔と平均顔の関連性～人の感じる美しさとは～	有志(3年・団体)		○							
58	水銀汚染の除去及び水銀中毒被害者の少ない未来へ	有志(3年・団体)									
59	睡眠薬の代わりとなる、体に害のない効果的な香りをつくる	有志(3年・団体)		○							
60	太陽フレアを望遠鏡で見るー紫外線吸収剤によるフィルターを使った望遠鏡の開発ー	理数探究(1年・個人)		○							
61	食品中の鉄分とルミノール反応	有志(3年・団体)	○	○	F						
62	線香花火を極める	課題I(5年・団体)		○							
63	エレキテルで電力不足解消	課題I(5年・団体)									
64	大腸菌へのプラスミドDNAの導入のメカニズムの解明	課題I(5年・個人)		○	SF						P
65	対数の性質	PP(4年・個人)		○	SF			P			P

審査結果:ファイナリスト(F), セミファイナリスト(SF)

## 【執筆要項】

- ① 要旨を含め、6 ページ程度にまとめる。
- ② 構成は原則以下の通りとする。isspublic にあるフォーマットに従って執筆すること。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・タイトル</li> <li>・研究者氏名(学年)</li> <li>・要旨→日本語の場合は600字、英語の場合は300語以内の要旨とする。</li> <li>・序論(研究の背景や目的)</li> <li>・本論(研究の方法、結果、考察)</li> <li>・結論(研究の結論、今後の課題)</li> <li>・謝辞</li> <li>・引用文献(reference)</li> <li>・英文要旨 300語以内 (冒頭の要旨が英語の場合は不要)</li> </ul>
---

※引用文献の書き方については、別紙参照

## 【評価標準の設定】

以下に示す規準A～Iによって、研究論文を評価します。

**尚、規準Aが「0」の場合は、その時点でISSチャレンジアライナリスト審査の対象外となります。**

**規準A：形式・体裁**

この規準は、論文のレイアウト、構成、見出し、形式要素が、標準的なフォーマットに沿っているかどうかを評価する。なお、形式要素とは、タイトル、図解資料、引用、出典表記(参考文献、参考文献目録)、付録(必要な場合のみ)のことを指す。科学的研究では、図表やスケッチ、写真などの参考資料が必要になることがあるが、文献から使用した図や絵などの出典を明記する際には注意が必要である。また、明確な目的もなくただ単に図や絵などを論文に載せることは避けるべきではない。図や表などの資料は、それが議論の補強となる場合や、別の方法では表せないような情報を提供できるような時にのみ使用するようにする。自分自身で撮影した写真や、ダウンロード、コピーをした画像には、題名をつけるか、研究の文脈の中に位置づけるようにする。そうしない限り、これらの資料は論文を補強するための役割を果たさない。

到達度	レベルの説明
0	指定されている形式・体裁となっておらず、許容しきれない。
1	概ね指定されている形式・体裁となっているが、修正を必要とする。
2	指定されている形式・体裁となっている。
3	指定されている形式・体裁となっており、非常によく整えられている。

**規準B：要旨**

論文要旨は、それを読めば研究の概要が分かるように記述されなければならない。そのため、要旨の要件は「研究目的」「どのようにして研究が実施されたのか」「論文の結論」を明確に述べなければならない。

到達度	レベルの説明
0	要旨が指定の字数または語数をこえている。もしくは、上記の3つの要素のどれかが欠けている。
1	要旨は上記の3つの要素を含んではいるが、すべて明確に述べられているわけではない。
2	要旨において、上記の3つの要素がすべて明確に述べられている。

**規準C：序論****C-1：先行研究の調査**

自身の研究の新規性やオリジナリティを主張するためにも、過去に先人たちはどのような研究を行い、どこまで明らかになってきたのか、何がまだ明らかになっていないかを明記する必要がある。継続研究の場合は、これまでの取り組みについてもそれらのことを明記しなければならぬ。もちろん、レビューする先行研究は自身の研究と関連が深くなければならぬ。

到達度	レベルの説明
0	先行研究が全くレビューされていない
1	先行研究をある程度レビューし、先行研究や過去の取り組みから、これまでに何が明らかになっており、何が未解決なのかがある程度記述されている。
2	研究の目的と関連の深い先行研究を明確にレビューし、先行研究や過去の取り組みから、これまでに何が明らかになっており、何が未解決なのかの的確に記述されている。

**C-2：本研究の意義**

この規準は、先行研究を踏まえ、上で、「なぜ研究に値するのか?」に対する説明が、どの程度明確に説明されているかを評価する。

到達度	レベルの説明
0	「なぜ研究に値するのか?」について説明しようという試みが見えたり、あるいはまったく見受けられない。
1	先行研究を踏まえ、上で、「なぜ研究に値するのか?」が説明されている。また、本研究では何が明らかになり、どの程度の社会的価値や学術的価値につながるのかが、簡単に説明されている。
2	先行研究を踏まえ、上で、社会的意義や知的好奇心等の具体的な理由とともに、「なぜ研究に値するのか?」が明確に説明されている。また、本研究では何が明らかになり、どの程度の社会的価値や学術的価値につながるのかが、的確に説明されている。

**C-3：今年度の研究目的**

研究は、その目的が大きければ大きいほど、いくつものステップを踏んで段階的に行われる必要がある。従って、そのステップごとに研究活動の目的を設定しなければならない。本論文は、今年度の研究活動のまとめで明確に説明する必要がある。よって、今年度の研究活動に限定して、どのようなことを明らかにしたいのかなどの目的を明確に説明する必要がある。継続研究の場合は、本研究全体の中での今年度の研究活動がどのように位置づいているかを示す必要がある。

到達度	レベルの説明
0	全く書かれていない。
1	先行研究の調査を踏まえ、今年度の研究活動において、何を明らかにするのかを説明されている。
2	先行研究の調査を踏まえ、今年度の研究活動において、何を明らかにするのかを明確に説明されている。

**規準D：研究方法****D-1：研究方法の妥当性**

研究成果を主張するためにも、その研究方法に妥当性がなくてはならない。その妥当性を主張したうえで、さらにその研究方法を客観的に評価することが求められる。例えば、その方法でどの程度の結果が得られるのか、あるいはその方法で研究のどこまでが明らかになるのかについて言及することが考えられる。

到達度	レベルの説明
0	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法が示されていない。
1	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法を述べている。
2	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法を述べている。さらに、なぜその方法が適しているのか、その方法はどれくらい精度で目的に到達できるのか、その方法の限界のいずれかについて言及している。
3	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法を述べている。さらに、なぜその方法が適しているのか、その方法はどれくらい精度で目的に到達できるのか、その方法の限界のいずれかについて、適切な根拠を基に言及している。

**D-2：研究方法の再現性**

研究で得られた成果は、他者によって追試・再現可能でなければならぬ。そのために、研究成果を再現できるだけの必要な情報をすべて論文中で明らかにしておくことが求められる。

到達度	レベルの説明
0	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法が示されていない。
1	今年度の研究の目的に到達するための研究の方法を述べている。
2	誰がみても同じ研究を再現できるように、研究結果に影響を与える要素(測定条件や試薬の量、研究対象者、アンケート項目など)が示されている。
3	誰がみても同じ研究を再現できるように、研究結果に影響を与える要素(測定条件や試薬の量、研究対象者、アンケート項目などが詳細にかつ分かりやすく示されている。

**規準 E：適切な分析スキルと評価スキルの適用**

データは、結論につながる議論をより明確にしたり補強したりするよりな形で分析、提示するようにする。未加工データの表などを提示するだけではこの目標を果たすことはできない。原データは必ず論文の中心となる議論に明確かつ直接につながる形で分析、処理、提示する。必要に応じて、この分析で仮説の正当性について評価する。また、研究方法、機器や技術に関する誤差や不確定要素、物理データにおける不確実性の程度についても分析し、批判的に評価しなければならぬ。

到達度	レベルの説明
0	研究結果が示されていない。
1	研究結果は示されているが、その提示において「何を伝えたいのかわかる形」で示されていない。
2	研究結果が、グラフ・表・図・写真などを用いて「何を伝えたいのかわかる形」に変換された上で示されており、正しくキャプションがつけられている。
3	研究結果が、グラフ・表・図・写真などを用いて「何を伝えたいのかわかる形」に変換された上で示されており、正しくキャプションがつけられている。さらにそのデータ分析から読み取れる内容が述べられている。
4	研究結果が、グラフ・表・図・写真など「何を伝えたいのかわかる形」に変換された上で示されており、正しくキャプションがつけられている。さらにそのデータ分析から読み取れる内容が明確に述べられている。また、研究方法、機器や技術に関する誤差や不確定要素、物理データにおける不確実性の程度についても分析している。

**規準 F：考察**

目的に即して適切な方法で行ってきた研究から得られた結果について、なぜその結果が得られたのか、その結果からどのような解釈ができるのかなどについて、論理的に考察しなければならぬ。そのためには考察の根拠となる研究結果を明確に参照する必要がある。

到達度	レベルの説明
0	得られた研究結果に対して、考察がなされていない。
1	得られた研究結果に対して、そのような結果となった要因や、結果から言えることなどについて考察している。
2	得られた研究結果に対して、そのような結果となった要因や、結果から言えることなどについて考察しているが、部分的に根拠が不明確、不十分であったり、論理的な飛躍が見受けられる。
3	得られた研究結果に対して、そのような結果となった要因や、結果から言えることなどについて、根拠となる研究結果を的確に参照しながら、筋立てて論理的に考察している。

**規準 G：結論**

この規準は、研究目的に対して適切な結論が論文に組み込まれているか、また、その結論が論文の中で扱った証拠と一致しているかについて評価する。よって、結論において新たな問題や無関係な問題に触れたり、結論が評論の単なる繰り返しているかについては避けるべきである。結論は研究目的に直接関連し、かつ主要な研究結果について述べても構わない。科学的研究では、予想外の結果が明らかになることがしばしばある。このような場合、たとえ結果が当初の計画にはまっていなかった場合でも、これらを報告しなくてはならない。最初に設定した研究目的に完全に答えることもある。そのような場合には、説明できなかつた問題を指摘し、これらをさらに研究するためにどうしたらいいかを提案するようにする。

到達度	レベルの説明
0	今年度の研究の目的に対して、適切な結論になっていない。
1	今年度の研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいて論理を組み立てようとしているが、完全ではない。
2	今年度の研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいて、取り組んだ研究課題に対する結論を、筋立てて論理的に示している。
3	今年度の研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいて、取り組んだ研究課題に対する結論を、筋立てて論理的に示している。さらに、この研究成果によって今後どのような展開があるのか(新たな課題や社会・学術面への貢献など)を具体的に示している。

**規準 H：適切な言葉の使用**

正確な専門用語と用語体系は、論文を通じて効果的に、一貫性をもって使用されなければならない。また、物理量には必ず正確な単位を使用し、有効数字を適切に使うことが求められる。

到達度	レベルの説明
0	言葉による表現が不正確かつ不明確である。専門用語の効果的使用がまったく見受けられない。
1	考えや情報などが言葉によって明確に伝えられているところもあるが、そうでないところも多い。専門用語の使用に関しては部分的にしか正確でない。
2	考えや情報などが言葉によって明確に伝えられている。若干の誤りや時折見受けられるものの、専門用語がおおむね正確に使用されている。
3	考えや情報などが言葉によって明確かつ正確に伝えられている。専門用語が、正確に使用されている。

**規準 I：総体的評価**

この規準の目的は、知的活動における主体性、理解の深さや洞察力などの、ある論文と他の平行的な論文との間の違いをつくり出すような特質を評価すること。これらは、最も優れた論文において明確に見受けられる特質ですが、そこまでのレベルに至らなかつた論文もこれらの特質をある程度備えていることがある。そのような場合においては、当該規準においてその価値を評価する。

以下のような資質がうかがえる論文は、この規準において追加点が与えられる。

**知的活動における主体性**：トピック・研究課題の選択や、研究課題に取り組み際の**革新的なアプローチの使用**などでこの資質を示すことができます。

**洞察力和理解の深さ**：この資質は詳細な研究と**徹底した熟考**の結果として生まれるものであり、**豊富な知識に基づいた論理的な議論**によって示すことができます。また、これらの議論は**一貫性をもって効果的に研究課題を扱う**ものでなくてはなりません。

**独創性と創造性**：これらは、しっかりとした**研究と論理に基づきられた上で独自のアプローチ**によって表されます。

到達度	レベルの説明
0	上記のような特質はまったく見受けられない。
1	上記のような特質が明らかに見えとれる。
2	上記のような特質が際立って存在する。



2016年度ISSチャレンジ(SSH部門)の研究論文集における引用文献の書き方は、以下の規定に従うようにしてください。

### 1. 引用文献リストに記載するものについて

「引用文献」は、原則、本文中に引用したもののみを記載すること。参考にしたが、本文中には登場しない文献は、リストの対象外とする。

### 2. 本文中での書き方

#### (1) 原文をそのまま引用する場合

著者名(出版年)は、「~~~~」(p.ページ数)・・・・

例：佐藤(2016)は、「~~~~」(p.5)と述べている。

鈴木(2015)は、「~~~~」(pp.13-14)と指摘している。

1 ページのみの場合：p.○  
複数ページにまたがる場合：pp.○-○

原文そのままを、**一字一句正確**に記入しなければならない。  
例え原文に誤字脱字があろうと、そのまま記入する。ただし、その場合は脚注に誤字であることを指摘することが望ましい。

#### (2) 原文を整理して引用する場合

著者名(出版年)によって、~~~~~ということが明らかにされている。

#### (3) 著者が複数の場合

日本語：著者名ら(出版年)は、~~~~

英語：著者名 et.al(出版年)は、~~~~

例：田中ら(2014)は、~~~~

John et.al(2013)は、~~~~

(1) とは逆に、原文そのままを記入してはいけない。

### 3. 引用文献リストの書き方

#### (1) 論文(和文)の場合

著者名(出版年)「論文のタイトル」, 論文の掲載された雑誌名, 掲載雑誌の巻数・号数, 掲載ページ

例：佐藤太郎(2016)「○○○○○○」, ○○学会誌, 75, pp.35-48

鈴木二郎(2015)「○○○○○○」, ○○学会誌, 75(2), pp.35-48

#### (2) 論文(欧文)の場合

著者名(出版年). 論文のタイトル. 論文の掲載された雑誌名. 掲載雑誌の巻数・号数, 掲載ページ

例：Cobb,P.(2016). ○○○○○○. ○○○○○○. 75. pp.35-48

#### (3) 本(和書)の場合

著者名(出版年)『本のタイトル』, 出版社

例：佐藤太郎(2016)『○○○○○○』, ○○書店

雑誌名を斜体にする

#### (4) 本(洋書)の場合

著者名(出版年). 本のタイトル. 出版社

例：Cobb,P.(2016). ○○○○○○. ○○○○○○.

#### (5) ホームページの場合

「トップページタイトル」, 作成者, <URL>, 最終閲覧日

例：「○○○○○○○○」, 田中三郎, <△△△△△△△△△△>, 最終閲覧日 2014/4/21

本のタイトルを斜体にする

#### (6) 出典の並べ方

著者名を五十音順に並べる。

わかれば

# 資料5

東京学芸大学附属国際中等教育学校 生徒課題研究倫理規定

2016年10月17日  
特別研究推進委員会

## 1 なぜ、研究倫理なのか？

研究倫理とは...研究を進めるうえで必要とされる規範。  
公正、健康と安全、守秘義務、人権、動物保護、環境問題に対して適切であるかの基準を示すもの。

### <研究倫理規定の目的>

研究という崇高な目的があつたとしても、対象や方法、手段、公表には、多くの配慮すべき事項がある。本倫理規定は、生徒の身体的、精神的、社会地位的な安全確保を大きな目的とする。同時に、長期的視点から、生徒が研究を実施するにあたり必要となる事項の意識付けを目的とする。研究を実施する生徒は、本倫理規定を十分に理解し、研究実施期間を通じて、常に規定を遵守しているかどうかを繰り返し確認することが要求される。

生徒は研究対象、情報源に対して、常に最大級の敬意を持って接することが要求される。また、発信する内容については、あらゆる方面に対する深い配慮が要求されると同時に、その内容に対して責任を負うことを自覚する必要がある。これらのことをおろそかにすることによって、生徒の身体的、精神的、社会地位的な安全確保に支障を来す可能性があることを、十分に認識しておく必要がある。

### <配慮すべき点>

研究とは、知識や経験を得る「学び」とは異なり、物事を学問的に捉え、深く考え、詳しく調べ、新たな理論や事実などを明らかにしていくことである。つまり、研究は人類の英知の発展と深化に寄与するという崇高な活動であり、それゆえ直接的であれ間接的であれ何らかの形で社会に還元されるべきものである。高い目標達成のために研究の自由という特権を与えられる一方で、その対象や手法には研究者として配慮すべきことが多くある。いくつかの事例を考えてみよう。

### ①誰かを傷つけていないか？

ヒトを対象とした過去の研究に対して、以下のような報告がある。  
「阪神・淡路大震災後に...一部の学者たちが「研究のための調査」と称して重複したアンケートを繰り返して避雑所であつてまわつたことは、ボランティアや避難民の憤激をかうものになつた」  
(水谷雅彦、『情報の倫理学』、丸善、2003)

ヒトを対象とする研究の調査対象者は、調査者と同一人間である。このことを常に忘れてはならないのではない。思いつきで行動してないだろうか。調査者と被調査者との間に信頼関係はあると言えるのだろうか。

### ②自分を傷つけていないか？

最近の科学研究におけるミスコンダクト(不正事件)に、理化学研究所のSTAP細胞事件がある。  
「新万能細胞の論文に画像改ざんなどの不正。当初、論文の筆頭著者は不正を認めず、論文撤回に反対したが、現在までに全論文撤回に同意。」

- この事件の調査の結果、以下の事がわかつた。
- ・STAP細胞が多能性を持つという論文の結論は否定されること
  - ・論文の画像等に不正や誤りが多々あること
  - ・論文の図表の元になる実験記録やオリジナルデータがほとんど残されておらず、「責任ある研究」の基盤が崩壊していること
  - ・それらの限りを共同研究者や論文の共著者が見落とした、あるいは見逃した

研究ノートの記録・保存は、成果が正しいかどうかを後で確認することを可能にする手段にもなるため、とても重要なものである。研究成果に嘘がないことを証明することにも繋がり、あなた自身を守ることに繋がるものである。

「つい、うっかり...」、「間違つて...」、「知らずに...」では、許されないのでないか。精神的にも社会的にも、不正行為により失うものは大きい。「自分自身を守るために」という意識はあるだろうか。

## 2 本校の研究倫理ガイドライン

本校で実施するすべてのプロジェクトおよび課題研究において、研究倫理に関する以下のガイドラインを設定する。

**不正に関するもの**...捏造 fabrication、改竄 falsification、盗用 plagiarism 等、学問的誠実性に反するもの

以下に従うこと。

- 1 研究成果は、学問的誠実性と論理的忠実性によって導かれた、新たな知見、発見であることに鑑み、生徒は、他者の成果を自己の成果として発表してはならない。
- 2 生徒は、先行研究を精査し尊重するとともに、他者の知的財産を侵害してはならない。
- 3 研究成果発表における不正な行為は、信頼性を喪失する行為であることを自覚し、次に掲げる不正な行為は、絶対にしてはならない。
  - (1) 捏造 (存在しないデータの作成)
  - (2) 改ざん (データの変造、偽造)
  - (3) 盗用 (他人のデータや研究成果等を適切な引用なしで使用)
- 4 研究発表や論文作成における不適切な引用、引用の不備、誇大な表現、都合のよい誤解をさせる表現等は、不正行為とみなされる恐れがあり、生徒は、適切な引用、誤解のない完全な引用、そして真摯な表現をしなければならない。

### ヒトを対象とする研究に関連する事項

...個人情報、個人の行動、環境、心身等に関する情報、データ等を収集・採取して行われる研究活動のこと。アンケート調査を含む。

次の点に留意した上で、以下の分類に従うこと。

- (1) 対象者の人権を尊重すること
- (2) 研究を行うことにより、対象者に不利益及び危険が生じないように十分に配慮すること

分類	具体事例	概要
A	身体活動に関わる研究	身体運動 <sup>※1</sup> 、任意の物質の摂取 <sup>※2</sup> を伴う。 <small>※1 被験者が日常的に行っている以上の運動 ※2 物質の摂取、試験、匂いを嗅ぐこと、発汗すること。</small>
B	心理学的、教育的、および意見に関する研究	調査、アンケート、テストの実施
C	非識別/匿名化されないデータの研究	個人写真、名前、誕生日など個人特定が可能なものを閲覧する必要がある。

倫理申請書(様式1)を提出し、特別研究推進委員会による事前審査および承認が必要。承認が得られたら、研究同意書(様式2)により、被験者およびその保護者からの承認も必要。  
※2に該当する事例で、一般に入手可能な食品や飲料の場合、特別研究推進委員会がリスクの検討・評価をする。

アンケート実施に関するチェックシート(様式4)の記入および実施前に指導者(メンター、S0)の承認が必要。情緒的ストレスをもたらす可能性がある行為、憂鬱や不安などの感情を抱かせたり、自尊心を傷つけたたりするような質問に回答することは避けること。

倫理申請書(様式1)を提出し、特別研究推進委員会による事前審査および承認が必要。承認が得られたら、研究同意書(様式2)により、被験者およびその保護者から

		<p>の承認も必要、個人を特定することが可能な研究データが外部に公開されないよう対策をとる必要がある。もしくは、研究データとデータを提供した個人とを結びつけることができないような方法によってデータを収集する必要がある。</p>
--	--	---

ただし、以下の場合は適用外とする。

- 生徒が考案した研究方法が、その研究にあたる生徒のみによって行われる場合。ただし、健康や安全性への被害を起さないことを条件とする。
- 公開済みでだれでも入手が可能なデータ(例：スポーツに関する統計、犯罪統計など)から収集したデータ・記録に関する調査研究であり、ヒトとの接触や研究対象者からのデータ収集が行われない場合。
- 立ち入りが自由で一般に公開された場面(例：公園、道路)での行動観察で、観察対象との接触がなく、観察環境を操作せず、個人を特定できるデータを記録しない場合。

**脊椎動物の取り扱いが必要となる研究に関連する事項**

…校内での動物の飼育、実験用動物の使用、動物の解剖を含む研究

脊椎動物の取り扱いが必要となる研究を行う場合は、以下の①～③に従う。

- ① 脊椎動物を用いる研究は、実験開始前に審査され、承認されなければならない。  
「脊椎動物」の定義は以下の通りとする。
  - ヒト以外の哺乳類の生きている胚または胎児
  - 孵化までに72時間以内の鳥類および爬虫類の卵
  - 孵化したもしくは出生したヒト以外のすべての脊椎動物
- ② 研究計画の中では、脊椎動物を用いる研究に代わる手段として以下の「4R」を模索し、それを示す必要がある。
  - Replace(置き換える)：可能であれば脊椎動物を無脊椎動物、比較的単純な生き物、組織・細胞培養、あるいはコンピュータシミュレーションに置き換える。
  - Reduce(減らす)：統計学的妥当性を損なうことなく、使用する動物の数を減らす。
  - Refine(改善する)：動物に対する痛みや苦痛を最小限に抑えるために実験手順を改善する。
  - Respect(敬意を払う)：動物および研究への貢献に敬意を払う。
- ③ 実験用動物の飼育環境や実験操作において、痛みや苦痛を与えないよう十分配慮する。  
動物から実験者への感染を防ぐ手立てを十分に行う。

# 資料 6

【様式 1】

倫理審査申請書

平成 年 月 日提出

東京学芸大学附属国際中等教育学校

学校長 佐藤 正光 殿

申請者

東京学芸大学附属国際中等教育学校

【様式 2-1】

平成 年 月 日

## 「(課題研究名を記入)」の説明および同意書

本研究を以下のとおり実施したいと思えます。研究の目的や実施内容等をご理解いただき、本研究にご参加いただける場合は、同意書にご署名をお願いいたします。

### 1. 研究の意義・目的

### 2. 研究方法

### 3. 研究対象にさせていただく方

### 4. 個人情報の保護

### 5. 研究への参加と撤回について

### 6. 個人情報、研究データの取り扱いについて

1. 課題名	
2. 本校研究生徒氏名 研究指導者氏名	
3. 研究の概要	
4. 研究実施期間	
5. 本研究の対象者、その人数および実施場所 対象者： 実施場所：	
6. 研究の対象とするサンプルと入手方法、およびその解析	
7. 本研究における倫理的配慮について	

【様式2-2】

研究参加の同意書

私は、「(課題研究名を記入)」について研究の目的、方法等 について理解し、研究に参加いたします。

生徒氏名 \_\_\_\_\_ (署名)

保護者氏名 \_\_\_\_\_ (署名)

同意された場合、この研究成果は、論文や発表ではお名前などの個人情報公開せず、データの扱いは個人が特定できないよう、個人とデータ番号の対応表を残さない「連結不可能匿名化」という方法で行います。

<本件に関する問い合わせ先>

東京学芸大学附属国際中等教育学校  
〒178-0063 練馬区東大泉5-2-1  
TEL 03-5905-1326

研究メンバー

年 ( 氏名を記入 )

年 ( 氏名を記入 )

年 ( 氏名を記入 )

指導者  
(指導教員氏名を記入)

【様式3】

平成 年 月 日

東京学芸大学附属国際中等教育学校  
殿

東京学芸大学附属国際中等教育学校  
学校長 佐藤正光

研究倫理に関わる研究計画の審査結果について (通知)

下記の本校生徒による研究計画について、審査の結果、【承認】と判定いたしましたので通知します。

研究課題名

研究実施生徒

研究実施指導教諭

判定理由

本校特別研究推進委員会において審査をこない、安全性に問題はなく、個人情報取り扱いも十分に考慮されていると判断された。

研究の実施に当たり  
留意すべき事項

・研究倫理審査申請書全編を遵守して計画を遂行すること。

以上

【様式4】

アンケート実施に関するチェックシート

本校で実施するプロジェクトおよび課題研究において、アンケートを実施する場合は、以下のチェックシートを指導者(スーパーバイザーやメンターなど)に提出して審査を受けること。審査の結果、許可が出なければ、アンケートを実施することはできません。このチェックシートを提出せずに実施したアンケートは、プロジェクトまたは課題研究における有効なデータとして認めることはできません。

1	アンケート実施者名
2	プロジェクトまたは課題研究の名称
3	アンケートの目的・意義(アンケートが課題研究を実施するうえで不可欠であるとする理由)
4	アンケート実施日
5	アンケート対象者
6	実施する調査の種類
6.1	<input type="checkbox"/> 全数調査 ※研究の対象となるもの全てからデータを得る調査
6.2	<input type="checkbox"/> 標本調査 ※研究の対象となる母集団から一部の標本を抽出して、母集団を推定する調査 母集団の大きさ ※研究対象とするもの数 例:ISS生徒の性別を研究するのであれば、母集団の大きさは700 標本の大きさ ※実際に収集されるアンケートの数
7	アンケートの実施方法
7.1	<input type="checkbox"/> 校内でアンケートを実施する アンケートの実施方法
7.2	<input type="checkbox"/> 校外でアンケートを実施する アンケートの実施方法
	現場での監督者
	安全を確保する手段 ※公共の場で行うのであれば交通・歩行者への配慮と自身の安全確保など。不特定の人物との接触を想定しているのであれば、接する人物から自身から異なる可能性のある不利益・被害とその対応など。
8	アンケートを通して得られる情報

① アンケート実施に際しての倫理的配慮  
対象者に生じる負担並びに予測されるリスク

9

対象者の負担およびリスクを無くすあるいは最小化するための対策

10

負担およびリスクが実際に生じた場合の対策

11

個人の思考、行動、個人情報、身体等、個人のプライバシーにあたる情報・データの有無およびその

12

② 個人情報の取り扱い  
収集する個人情報(特定の個人を識別できるもの)

13

14 個人情報の匿名化の有無と方法

14.1  匿名化しない  
理由

14.2  匿名化する  
 連結可能匿名化  
※ 必要な場合に特定の個人を識別できるように、当該個人と新たに付された符号又は番号との対応表を残す匿名化  
 連結不可能匿名化  
※ 特定の個人を識別できないように、当該個人と新たに付された符号又は番号との対応表を残さない匿名化  
詳細

14.3

15 収集した情報の保管・管理と廃棄  
保管方法

15.1

廃棄時期

15.2

廃棄方法

15.3

15.4 将来の研究利用などのため廃棄しない場合にはその理由

③ 研究に関する情報公開  
16 研究対象者への開示

16.1	<input type="checkbox"/> する 情報公開の方法
16.2	<input type="checkbox"/> しない 情報公開を行わない理由
17	研究・調査結果の公表の際に、研究対象者が被る不利益、不快感
18	研究・調査結果の公表の際に、企業・団体等が被る不利益、不快感
19	研究・調査結果の公表の際に、個人が特定される可能性
20	公開の可否、および公開範囲の確認の方法

# 資料 7

## 運営指導委員会報告

### 第 1 回運営指導委員会

日 時 平成 28 年 8 月 23 日 (火) 14:00 ~ 16:00

場 所 東京学芸大学 図書館第 3 会議室 (附属図書館 3 階) 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

運営指導委員 6 名		第 1 回
滝澤 修	情報通信研究機構 室長	出席
古屋 輝夫	理化学研究所 理事長室長	欠席
森上 展安	森上教育研究所 社長	出席
吉富 芳正	明星大学 教授	欠席
Bruce Stronach	テンプル大学ジャパン 学長	出席
クインシー亀田	玉川大学 学術研究所 講師	出席

本学参加予定：太田伸也 (副学長：附属学校・現職教育担当)，附属学校課

本校参加予定：佐藤正光 (校長)，赤羽寿夫 (副校長)，星野あゆみ (副校長)

SSH 委員会 (後藤貴裕，高橋広明，鮫島朋美，成田慎之介，前田陽子，菊地英明，足助志野)

### 記 録

- (1) 本年度の事業計画と事業経過報告
  - ・事業計画の見直しと再構成 (前年度までの事業の振り返り) [後藤][資料 1]
  - ・教科 (I B) を中心とした取組【SS科目開発事業】・【SSI B 講座開発事業】 [鮫島・成田]
  - ・生徒課題研究を中心とした取組【理数探究開発事業】 [高橋・成田][資料 2][資料 3]
  - ・生徒のニーズに対応する取り組み (グローバルサイエンスプログラムなど) [前田・菊地]
- (2) 他組織との連携について (管理機関との連携)
  - ・管理機関 (東京学芸大学) との組織化  
第 1 回 SSH 推進委員会 [太田・後藤]
  - ・校内組織 (学校関係) との関係 [後藤]  
国際教養委員会，SGH 委員会，研究推進委員会の運用  
同窓会・卒業生との連携
- (3) 事業成果の評価について
  - ・中間評価について[後藤] 9 月～11 月の文部科学省で実施される
  - ・JST からの指導について (情報共有と対応について)  
6 月 28 日主任調査員 訪問 (主担当) ・公開研究会の SSH 情報交換会の評価について  
7 月 28 日主任調査員 訪問 (管理職面談) ・中間評価に対する注意事項アドバイスなど
  - ・事業成果の評価の対応案に対する質疑応答・議論
- (4) 質疑応答・情報提供
  - ・今後のスケジュールの確認  
会議後に SSIB 講座見学 (自然科学系研究棟 1 号館) を実施した。

### 質疑応答及び委員からの意見等

○管理機関 (東京学芸大学) との連携について具体的なビジョンにはどのようなことがあるか？

7 月 25 日に第 1 回の推進委員会を開催した。具体的な見通しとして、生徒課題研究の研究支援および、SSIB 講座の開催 (現在実施している) の他セミナーなどの講師等を担当することが想定される。

SGH 事業と連携して、生徒研究成果発表および生徒交流会を本年度中に開催することを目指す。

○東京学芸大学への連絡進学を設けることができないか？

現在、高大接続プログラムとして特別入試が実施されている。このプログラムの規準の一つに SSH 等  
で実施している課題研究の成果もと選考する仕組みを設けるのが現実的であると考え。

○課題研究の記録や研究倫理にあわせて研究成果の知的財産的価値も考えるべき。

研究倫理ガイドラインを策定した。さらに課題研究ガイドブックの制作を目指している。





平成 26 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 3 年次

2017 年（平成 29 年）3 月 24 日 発行

国立大学法人 東京学芸大学 附属国際中等教育学校

〒178-0063 練馬区東大泉 5-22-1

TEL. 03-5905-1326

FAX. 03-5905-0317

<http://www.iss.oizumi.u-gakugei.ac.jp/>

印刷 有限会社 サンプロセス