

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4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30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4年次)を提出いたします。

本校は国際バカロレア機構(IBO)の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、その特長を活かしたSSHの実践を目指しています。実施から4年目に当たる本年度は、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き、さまざまなプログラムを実施し、生徒達の自発的な発想による研究活動を推進してまいりました。

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て、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、研究の対象はとともユニークです。

国際バカロレア教育の目指す探究型の学習により、本校では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の指定によって、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の科学と研究者に触れる機会を作ることができました。また、生徒の研究発表の場が飛躍的に拡大し、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できるようになりました。

本年度は、指定4年目を迎えたスーパーサイエンスハイスクール(SSH)とSGHとの整合性と相対性、相乗作用とを注意深く考慮しながら、事業を進めてまいりました。管理責任者である東京学芸大学も特別推進委員会を設置し、今年度で2度目となるSGH・SSH合同研究発表会を開催し積極的に支援してくれております。

失敗こそが研究の基礎であり、1年で達成できなかったことも2年、3年と取り組むことが研究の本質です。そして研究に何度でも挑戦できるのが、6年一貫教育の最大の利点です。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、いろいろな工夫を行うようになってきました。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ようになってきています。

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、ご助言を賜う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 29 年度 SSH 研究開発報告書	
1 章 研究開発の課題	8
(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	10
(1) SS 科目	
(1) - 1 SS 数学	
(1) - 2 SS 理科	
(1) - 3 SS 家庭科	
(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 グローバルサイエンス事業	
(3) - 4 セミナー・フィールドワーク事業	
3 章 校内における SSH の組織的運用体制	48
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	50
5 章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	51
資料	
資料 1 : 教育課程上に位置づいた課題研究一覧	52
資料 2 : ISS チャレンジ研究テーマ一覧	54
資料 3 : 運営指導委員会報告	55
資料 4 : ISS チャレンジ 2017(SSH 部門) 審査用紙	56
資料 5 : 理科学習評価シート(改訂版)	57
資料 6 : 今年度の教育課程表	58

①平成 29 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"> ・ IB の特徴でもある学習者中心で協働型・双方向型の授業 ・ 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）の授業の一部を共有 <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"> ・ 課題研究を推進する能力の育成を柱とする中等教育 6 カ年を通じた体系的な理数探究活動 ・ 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 ・ 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取りくみ <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"> ・ 理数系教科の学習指導における観点別評価の定着と検証の定量化のための活用 ・ 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
③ 平成 29 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>1 年次：平成 26 年度 準備・試行段階</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 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。 ・ 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。 ・ 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。 <p>2 年次：平成 27 年度 拡張・展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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。 ・ 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 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 年間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図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した。

- ・SSH 事業の評価検証を定量化し、分析するために、Web 回答による調査を導入した。
- ・SS 科目事業では、すべての科目において「探究の過程」を重視した単元開発を実施した。授業研究会において、SS 科目（SSH 指定科目）のうち理科および家庭科の授業を公開し、研究協議会を開催した。SS 数学においては、『TGUISS 数学5・6(三角関数、極限と微分積分の考え)』として冊子にまとめた。SS 理科科目においては、年間を通じて、総括的評価課題における観点別評価の数値を蓄積し、分析に活かした。
- ・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、これまでの内容を精査し、6 年間の体系だった理数探究プログラムを開発した。
- ・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した。
- ・理化学研究所との連携を強化し、持続的な事業が展開できるようにした。

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 29 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29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：4年次は、「三角関数」と「極限と微分積分の考え」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』として冊子にまとめた。また、その内容に基づき、この2単元については授業実践を行った。

SS理科：3年次に引き続き、授業設計に「意味のある文脈」の導入を行った。また、学習指導要領の改訂にも対応すべく、「探究の過程」を重視し、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、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開発した。

SS家庭科：5年生の「家庭基礎」において、科学的視点をを用いて生活の諸課題について考える題材を設定し授業実践を行った。実践においては、数学・理科での既習事項を踏まえながら生活と結び付けさせること、実験・実習を多く取り入れることに留意した。

（2）SSIB講座

DP化学の学習内容を扱う集中実験講座として「SSIB化学講座」を開設した。本年度の講座内容は、有機材料化学としてのカーボンナノチューブに焦点をあて、クロマトグラフィーやNMRなど化学分析に関する知識とスキルを学習した。この講座での経験が、授業や課題研究における実験に活かされ、物質の同定を意識する生徒が増えた。

（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、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・能力に従い、学年毎に教材を開発して実施した。

（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した。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 グローバルサイエンス事業

海外IB校の授業への参加や研究交流を行うプログラムを通して、グローバルに活躍する科学技術人材の育成をめざす。さくらサイエンスの受け入れ、英語によるプレゼンテーション、海外IB校の科学の授業への参加、海外の大学の医学部の見学を行った。

（3）－4 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した。

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，数学，家庭科において 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）に取り組み，授業公開することができた。SS 数学では，事象の探究を志向した授業が実現され，ループ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，総括的評価課題の観点別評価の定量的変化を本 SSH 事業の分析に活用することにより，教員間で評価規準を共通理解することにつながり，さらに教員の変容につながった。また，理科学習評価シート(PSOW)の継続的導入により，理科の見方・考え方に対する振り返りが生徒に定着した。

(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。よりテーマを焦点化すること，実験スキルの定着をはかることを目標とすることにより，質問紙調査の結果からも生徒の理解度およびねらいの達成度は深まったと考えられる。

(3) SS 理数探究事業

生徒の課題研究の育成を全校体制で実施したことにより，校内課題研究コンテストの参加率や研究内容の深化から見ても，SSH 課題研究が活性化された。また，本 SSH 事業がスタートして 4 年目となり，SSH 指定後の卒業生による研究支援活動が増加した。前年度まで課題であった SSH 課題研究における研究倫理についても，特別研究推進委員会の立ち上げに伴い運用することができた。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することができ，生徒自身の振り返りや本研究開発の検証に活かすことができるようになった。特に，課題研究の評価開発においては，研究の到達水準を認識させ，研究推進をはかることにより，校内における課題研究の活性化および定着につながった。

○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

連携機関の開発をつづけ，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必要がある。日本における IBDP 導入の課題を明確にするためにも，本講座が理数系 DP 授業の普及モデルと位置付けられるよう開発を進める。

(3) SS 理数探究事業

生徒の外部発表への参加数がまだ少ない状況である。外部への発信力のさらなる育成を図ることが求められる。

(4) 評価方法開発事業

蓄積したデータの分析が十分ではないため，その分析を進めることが必要である。また生徒課題研究については，より生徒が自らの力をメタ認知できるようにループリックの改善が求められる。

②平成 29 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、これまで実施してきた数学および理科に加えて、SS 家庭科を開設し、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。29 年度（4 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。

29 年度（4 年次）：平成 28 年 11 月 24 日 H29 年度授業研究会

	学年	科目名	授業主題
理科	5 学年(高 2)	SS 物理基礎	協働による実験デザインを試み
家庭科	5 学年(高 2)	SS 家庭基礎	生活と科学を結びつける授業実践

授業研究会への参加者は約 350 名、それぞれの授業の参観者は、理科は 63 名、家庭科は 8 名であった。

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

昨年度に引き続き、テキストの紙面化を行った。今年度は「三角関数」および「極限と微分積分の考え」の 2 単元を冊子としてまとめ、その探究課題に基づき授業において実践した。冊子については SSH 校に配布した。

2. SS 理科

学習指導要領の改訂に対応すべく「探究の過程」を重視し、総括的評価課題の観点別評価の定量的変化を本 SSH 事業の分析に活用することにより、教員間で評価規準を共通理解することにつながった。それは、さらに授業や評価課題の改善等の教員の変容につながった。また、理科学習評価シート(PSOW)の継続的導入により、理科の見方・考え方に対する振り返りが生徒に定着した。

3. SS 家庭科

5 年生の「家庭基礎」において、科学的視点を用いて生活の諸課題について考える題材を設定し授業実践を行った。また、授業研究会等で授業を公開した。家庭科で扱う生活の諸課題について、自然科学との結びつきが深いと感じる生徒が増加した。

(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。SSH 指定 4 年目となり、連携機関との共同開発も進み、講座内容の改訂、テキスト化も進んでいる。テーマの焦点化と実験スキルの定着を明確化したことにより、生徒の理解度も深まり、本講座で獲得した実験スキルを自身の課題研究に活用する姿も見られた。

(3) SS 理数探究事業

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実施する「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)

本事業は、前期課程をふくめた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	1年次	2年次	3年次	4年次(本年度)
研究件数(人数)	15件	34件	65件(149名)	57件(150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褒賞し奨励するとともに、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、課題研究に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（SSH 部門）には、57件がエントリーされ、研究論文の提出により3次審査を通過した研究は46件、内18件がファイナリスト・セミファイナリストとして4次審査に選出された。

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、4・5学年の全生徒を対象としたさくらサイエンスプランの受け入れをおこなった。また、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」、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の「海外 IB 校との交流（台湾）」などが定着し、前期課程を含む生徒の課題研究推進につながった。

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。

◇サイエンスセミナー

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を実施した。いずれのセミナーも事前・事後学習を行うことにより、深い理解と探究心の伸長に対する効果につながった。

◇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）を対象に、「宇宙科学」「防災科学」「生命科学」「医療臨床」の4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、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。

（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)を改良して、継続的に導入した。改良の視点は、総括的評価と形成的評価の区別を明確にすることと形成的評価課題においても評価の視点を明確にすることである。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資質・能力を分析できるようにした。

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, 「③発展的学習の一部導入」, 「④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

SSH 課題研究につながる自然事象に対する気付きや課題設定ができるようになるために, 「探究の過程」を重視した取り組みを実践しているが, その効果を評価分析する方法を確立する必要がある。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)

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。また, 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)

4 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

海外との交流実績の蓄積にともない, 研究交流の要請を受けて受入が求められるようになった。受入事業の精査並びに, 学校全体での負担増にとま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。

(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

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(本報告書内では、(1)(3)に含める)

(2) 研究開発の課題

平成29年度(4年次)は、項目毎に次の事業を展開した。また本年度は、各事業に対する検証方法の模索に重視し、観点別評価の分析や質問紙調査(Web 回答)を実施してきた。

○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
- ・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)の授業の一部を共有
 - 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)
 - SSIB講座を、大学教員との連携の元、DPの授業の一部として開設した。

○SS理数探究の充実による学際的な学びの開発と実践

- ・中等教育6カ年を通じた体系的な教材や活動の開発
 - SS理数探究(国際教養)の充実およびメンター制度の整備を行った。
- ・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を行った。
- ・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・国内外交流を実施した。

○理数探究活動を促すIBの趣旨を生かした評価(方)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、形成的評価を充実させ、理科学習評価シートの改良を行った。
- ・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
 - 課題研究の途中段階における研究の遂行力をメタ認知的視点から評価した。
- ・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
 - 課題研究の成果物としての研究論文の評価や発表の審査の方法を開発した。

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 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

4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、テキストの素案をもとに、単元「三角関数」は2学期に、単元「極限と微分積分の考え」は3学期に授業実践を行った。

日時	内容
平成29年4月22日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化 WG (A)
平成29年5月13日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化 WG (A)
平成29年6月3日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化 WG (A)
平成29年7月29日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化 WG (A)
平成29年8月23日(水)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化 WG (A)
平成29年9月30日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化(A)
平成29年10月7日(土)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化(A)
平成29年11月23日(木)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の紙面化(A)
平成29年12月26日(火)	「三角関数」, 「極限と微分積分の考え」の指導書検討(A)
平成30年1月28日(日)	「推測統計(確率分布)」の探究課題の検討(A)
平成30年2月12日(月)	「推測統計(確率分布)」の探究課題の検討(A)
平成30年3月22日(木)	「推測統計(離散分布と連続分布の接続)」の探究課題の検討(A)
平成30年3月	冊子『TGUISS 数学5・6(三角関数, 極限と微分積分の考え)』の作成 (A)
平成29年度2学期	「三角関数」の探究課題の実践 (B)
平成29年度2学期	「三角関数」に関する評価 (V)
平成29年度3学期	「極限と微分積分の考え」の探究課題の実践(B)
平成29年度3学期	「極限と微分積分の考え」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。単元構成は表2の通りである。3年次には「座標幾何」と「ベクトル」の内容をまとめ、テキストとして冊子にまとめた。

4年次は、「三角関数」と「極限と微分積分の考え」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(三角関数、極限と微分積分の考え)』として冊子にまとめた。

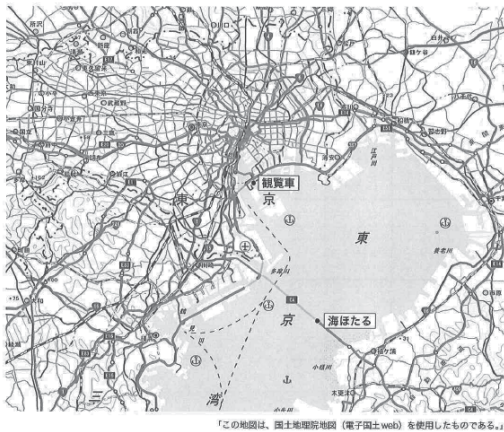
表1 単元構成

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

探究2 観覧車のゴンドラの高さはどう変化する？

めぐみさんは、りゅうへいさんとは別のプログラムとして、観覧車から見えるスポットと、その見える時間を知らせるようなものを取り入れることを考えた。

問1 この観覧車では、どこまでの範囲を見渡せることが可能であるか。



問2 たとえば、海ほたるが見えるとしたら、見え始めるときのゴンドラの高さを求めなさい。

問3 めぐみさんは、この観覧車から海ほたるを何分間見ることができるかを考えることにした。ゴンドラが始めの位置から角度にしてどのくらい動いたかがわかれば、何分間見えるかがわかる。まずは、観覧車のゴンドラの高さ h を、角度 θ の関数として表してみよう。

問4 問3で求めた関数の式をグラフ電卓に入力して、その高さの変化について考えよう。

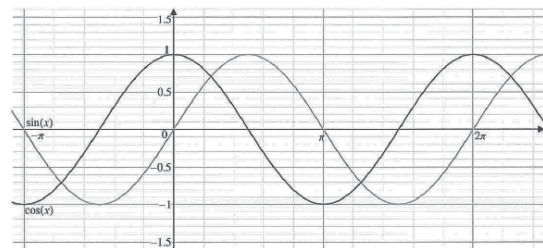
LpでAngle(角度)がRadになっているか確認しよう



探究1 正弦と余弦の和で表されたグラフは？

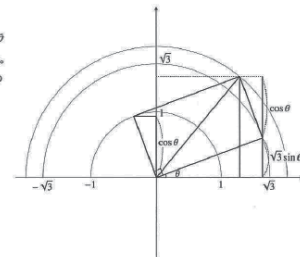
『TGUISS 数学3』では、関数の和で表されたグラフについて探究した。正弦と余弦の和で表されたグラフは、どのような形になるだろうか。

問1 $y = \sin \theta + \cos \theta$ のグラフはどのような形になるだろうか。 $y = \sin \theta$ 、 $y = \cos \theta$ のグラフをもとにして、 $y = \sin \theta + \cos \theta$ のグラフをかきなさい。



問2 問1のグラフについて、どのような特徴が挙げられるだろうか。また、それが正しいことを確認しなさい。

問3 めぐみさんは、 $y = \sqrt{3} \sin \theta + \cos \theta$ のグラフをかくために右の図を使うことを考えた。この図を使って、 $y = \sqrt{3} \sin \theta + \cos \theta$ の式を変形し、グラフをかきなさい。

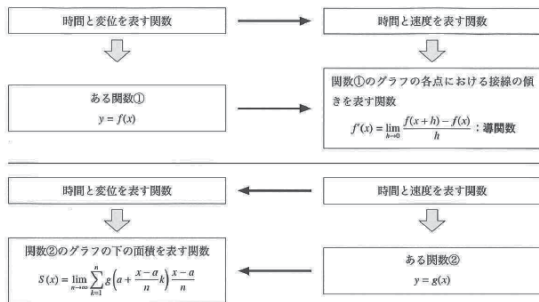


問4 $y = a \sin \theta + b \cos \theta$ のグラフは正弦曲線になることを示しなさい。

図1 「三角関数」の紙面例

探究 3 接線の傾きと面積の関係は？

探究 1 と探究 2 での活動を整理すると、以下ようになる。



これまでの活動を振り返ると、関数 $g(x)$ と $S(x)$ はどのような関係にあるだろうか。

問 1 関数 $g(x)$ と $S(x)$ はどのような関係にあると推測されるか。

問 2 問 1 で考えた関係が成り立つとすると、 $y = g(x)$ のグラフは $y = S(x)$ のグラフにおいて図形的に何を表しているだろうか。

問 3 問 1 や問 2 で推測した関係を証明しなさい。

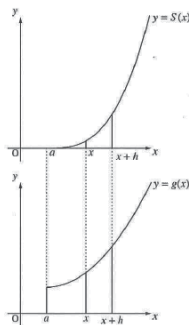


図 2 「極限と微分積分の考え」の紙面例

探究 2 $f(x)$ が負の場合にも基本定理 II は成り立つ？

これまで、 $f(x) \geq 0$ として考えてきた。ここでは、 $f(x)$ が負の場合まで拡張して考えてみよう。

$f(x) < 0$ の場合、 $S(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(a + \frac{x-a}{n} \cdot k) \frac{x-a}{n} < 0$ ($a \leq x$) となり、 $S(x)$ は面積として考えづらい。そこで、 $S(x)$ を面積という意味から切り離して、和 $\sum_{k=1}^n f(a + \frac{x-a}{n} \cdot k) \frac{x-a}{n}$ の極限值として

とらえなおしてみよう。

このとき、以下の基本定理 I, II が成り立つかどうかを確認しよう。

○微分積分学の基本定理 (I) ○

関数 $f(x)$ に対して、 $S(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(a + \frac{x-a}{n} \cdot k) \frac{x-a}{n}$ とおくと、

$$S'(x) = f(x)$$

が成り立つ。

○微分積分学の基本定理 (II) ○

$f(x)$ の原始関数の 1 つを $F(x)$ とすると、

$$\int_a^b f(x) dx = [F(x)]_a^b = F(b) - F(a)$$

問 1 基本定理 I が成り立つことを確認しなさい。

$f(x) = -h(x)$, $H(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n h(a + \frac{x-a}{n} \cdot k) \frac{x-a}{n}$ とおいて考えてみよう。

こうすれば、 $h(x) > 0$ として考えられるね！

問 2 基本定理 II が成り立つことを確認しなさい。

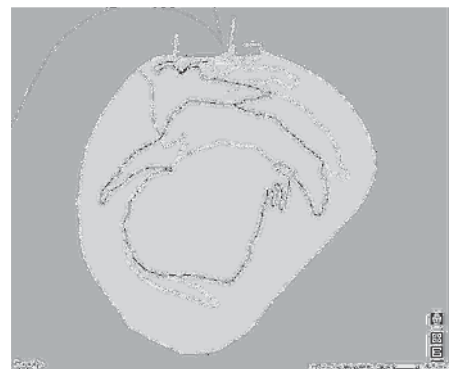
B 実践研究：作成した探究課題の実践

4 年次には、単元「三角関数」および単元「極限と微分積分の考え」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「極限と微分積分の考え」の“島の面積は？”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】

土地を整備、管理するためには、面積を測ることが必要となる。

では、どのようにして面積を測れば良いだろうか。右の図は、ある島の地図である。まず、この島の面積について、できるだけ精度の高い測定を試みよう。



生徒たちの多くは、方眼紙に島の形を写し取り、その中の方眼の数を数える活動を行なった。また、三角形や円などに近似して考える生徒も多くいた。

比較検討の場面では、まず図 3 のような大半の生徒が実施した考えを取り上げた。特徴としては、正方形なり長方形なり面積を測る単位を定め、その個数を数え上げるというものであった。その後、

図4のような反応例も挙げ、それぞれの方法のメリット・デメリットを、問うた。すると、図3の方は汎用性が高いこと、図4の方は誤差は小さい（精度は高い）が図形に依存したやり方になること、などが挙げられた。

その後図3において、精度を高めるにはどうすればよいかを考え、マス目を小さくしていくなどの意見が挙げられた。その判断基準についても問うたところ、真の値からの誤差が小さい方がよいという話にまとまった。それを受け、誤差や誤差の限界、内側近似、外側近似などを定義した（写真1）。

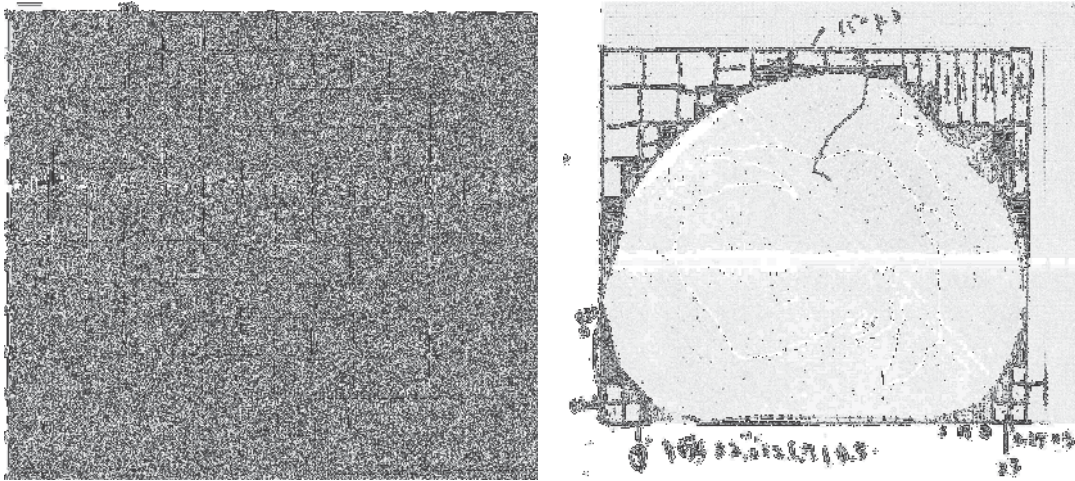


図3 生徒の反応例①

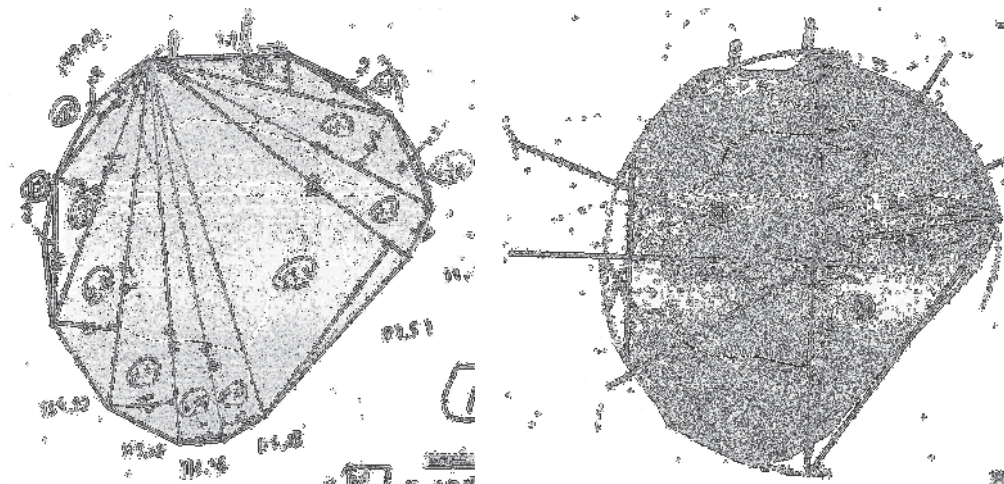


図4 生徒の反応例②

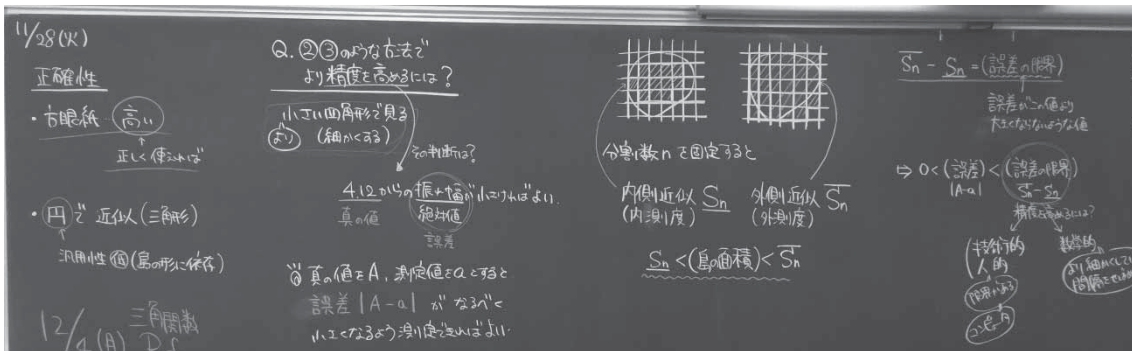


写真1 板書

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「極限と微分積分の考え」の探究課題として開発したものを実践した。この教材は極限概念をしっかりと育むことをねらいとしている。この探究課題を通して分割数を増やしていくと、外側近似の値（外測度）と内側近似の値（内測度）との差（テキストでは誤差の限界と定義している）はいくらでも小さくできることを実感を通して理解することができたと考える。この考え方が自然と積分の考え方に結びつき、積分を微分の逆演算としてではなく、リーマン和の極限として理解していった。通常の教科書とは異なる流れでの微分積分の指導ではあるが、微分・積分のそれぞれの概念理解は深まったものと思われる。

3) 実施の効果とその評価

4 年次は、3 年次に開発した単元「座標幾何」と「ベクトル」のテキスト紙面化に続き、2 つの単元「三角関数」と「極限と微分積分の考え」を紙面化できたことが大きな成果と認められる。紙面化した成果物は全国の SSH 校や関連各署に配布しているが、その反響も少なくない。配布していない学校からも問い合わせの連絡を多く受けている。このように多くの方に見てもらい、意見をいただくことでさらにより教材へと昇華させていきたい。

また、前年度から作成した単元の教師用書の作成も並行して行っているが、広く公にできるまでの内容にはまだ至っていない。今後は教師用書の作成も丁寧におこない、多くの学校で参考になるようなテキストの作成に励みたい。

(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： 3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。
B 実践研究：教科会＋授業実践
V 検証：Web 回答による質問紙調査および評価データの分析

1) 研究開発の経緯

平成 29 年 4 月	3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 29 年 4 月～11 月	教科会＋授業実践 (B)
平成 29 年 8 月	Web 回答による 1 学期振り返りに関する質問紙調査 (V)
平成 29 年 11 月 24 日	授業研究会において SS 理科科目の公開および研究協議会を実施 (B)
平成 29 年 12 月	Web 回答による 2 学期振り返りに関する質問紙調査 (V)
平成 29 年 1 月	SS 理科科目で行っている学習活動、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年次から3年次の研究・実践に基づき、探究的な学びを重視する 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、ATL¹の育成に寄与し、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

3年次までに行った基礎研究・実践から、今年度の SS 理科における課題とその対応策を以下の2点に整理した。

	課題	対応策
①	学習指導要領の改訂にも対応すべく「探究の過程」 ² を取り入れた単元設計を取り入れる必要がある。	「探究デザイン」(図1参照)に焦点化した実践の導入。
②	これまでの SS 理科研究開発の定量的検証が不十分である。	ルーブリックを用いた観点別評価の蓄積と分析。 定期的な振り返り質問紙調査の実施とその分析

¹ ATL (Approaches to learning)

IB の示す「学習の方法」のスキルで、Approaches to learning の略。学習スキルを発達させるための学習の方法であり、IB ではプログラムの主要構成要素として捉えている。10 のクラスターがある (コミュニケーション、協働、整理整頓、情動、振り返り、情報リテラシー、メディアリテラシー、批判的思考、創造的思考、転移)。ATL のねらいは、生徒が生涯にわたって学習を享受するために必要な自己認識やスキルを発達させることである。

² 文部科学省『中学校学習指導要領 (平成 29 年 6 月) 解説—理科編—, p.9, 図 1 資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージ (中央教育審議会答申を一部修正)

上記①，②の詳細を以下に示す。

① 学習指導要領の改訂にも対応すべく

「探究の過程」を取り入れた単元設計を取り入れる必要がある。

SS 理科科目では、これまでも探究活動を取り入れた単元設計を行ってきた。しかし各科目での探究活動の実施状況を整理したところ、探究活動の各過程の中でも、生徒自身による課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案に関する活動の実施回数が少ないことがわかった。これらの活動は、課題研究の第1歩であり、「科学的な研究の方法」を習得するために重要な活動だと考えられる。そこで本年度は「探究の過程」の一部である課題の設定から検証計画の立案までの過程を「探究デザイン」とし、「探究デザイン」に焦点を当てた探究活動を授業に取り入れた。

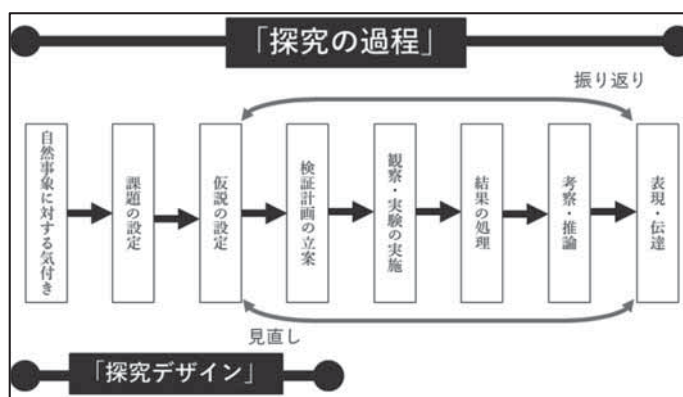


図1 「探究の過程」と「探究デザイン」

② これまでの SS 理科研究開発の定量的検証が不十分である。

3年次までの SS 理科研究開発においては、IB と学習指導要領の学習内容との整合性を整理し³、IB の趣旨を取り込むために「意味のある文脈」を単元に導入し、「実験デザイン」を重視し、学習者中心で協働型・双方向型の授業の開発を行ってきた。授業担当者として、生徒の変容や授業スタイルの変化を実感してきたが、その変化を十分に定量的検証してこなかった。そこで本年度は、これまでも SSH 事業として導入してきた理科学習評価シート (PSOW) の配布とともに、各学期終了時に行っている振り返りを Web 回答方式に変更し、生徒の変容をデータ分析することとした。

B：実践研究① 「探究デザイン」に焦点を当てた探究活動の実施

図1に示されるように、「探究デザイン」は中央教育審議会答申に示された「探究の過程」の一部である。本校 SSH で導入している評価規準には、4年生では「規準 B：探究とデザイン」、5、6年生では、「規準 B：探究」を設定している。これらの評価規準は、「探究デザイン」を評価するための基準であり、生徒自ら課題や仮説を設定し、仮説をもとに検証計画を立案することで科学的に探究する力を養うというねらいが含まれている。そこで本年度は探究活動の中でも「探究デザイン」に焦点を当てた単元設計を行い、総括的評価課題を作成し、授業の中で実施した。この1年間に実施した「探究デザイン」を重視した各科目の取組を表1に示す。

³ 2015年度本校 SSH 事業報告「国際バカロレアプログラムの趣旨を取り入れた理科授業の実践報告～学習指導要領との対応を踏まえて～」を参照。

B：実践研究② SS 理科研究開発の定量的検証

SS 理科研究開発の定量的検証の方法として、以下の2つがある。

1. 総括的評価課題におけるルーブリック評価の蓄積とその分析
2. 定期的な振り返り質問紙調査の実施とその分析

この2つを実現させるために、3年次まで導入していた理科学習評価シート（Practical Scheme of Work）のフォーマット(図2参照)およびその活用方法(図3参照)を改良した。

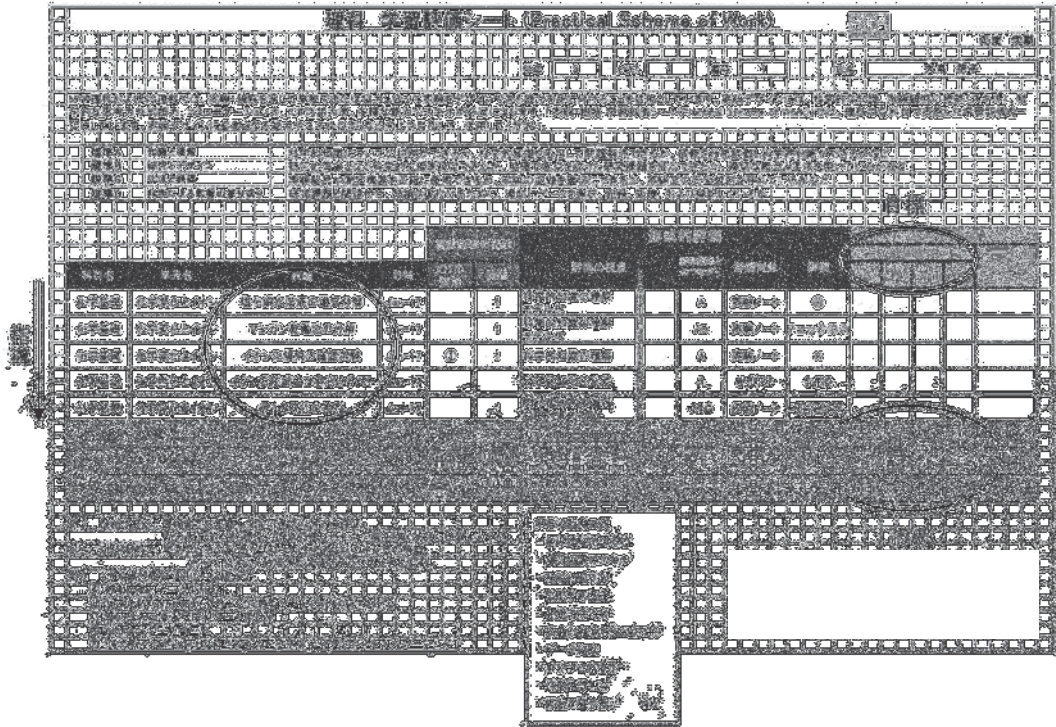
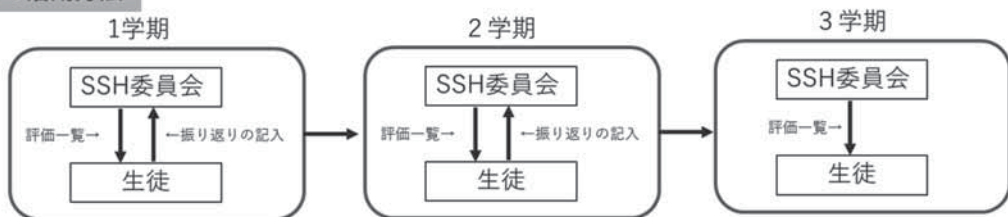


図2 SS 理科における理科学習評価シート

フォーマット改良のポイントは、実験・観察以外の取組も含める、形成的評価と総括的評価を区別して表記する、形成的評価においてその視点を示したことである。

3年次までの活用方法



4年次からの活用方法

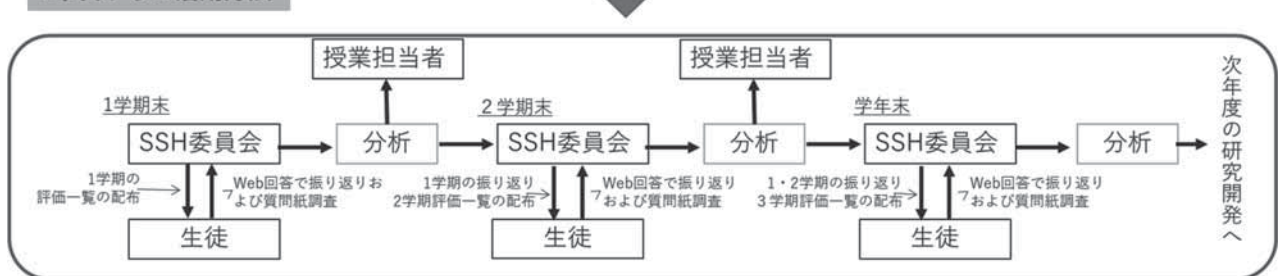


図3 理科学習評価シートの活用方法の変更

活用方法の変更のポイントは、Web 回答による振り返りおよび質問紙調査の導入により、分析作業が実施しやすくなり、学期ごとに分析し、授業担当者にフィードバックし、授業改善に活かせるようにしたことである。

V: 検証

本年度の実践研究を検証するために、実践研究①②を振り返る。

実践研究① 「探究デザイン」に焦点を当てた探究活動の実施

表 1 に示すように、各科目において、探究デザインに焦点を当てた探究活動を実施した。理科は実験・観察をもとに学習していくことが多い。しかし、多くの場合、焦点が当てられるのは学習内容であり、活動を通して資質・能力を育むという視点が抜け落ちてしまいがちである。そこで本年度は「探究デザイン」に焦点を当てた探究活動を計画し、4～6 年生の各 SS 科目で実施した。これらの学習活動を通して、生徒たちはより主体的に授業に取り組み、議論を通して仮説や結論を構築していく姿も見受けられた。その姿勢が、資質・能力の育成に寄与していると考えられる。その具体的検証については、実践研究②の検証で述べる。また、「科学的な研究の方法」を習得させるための重要な資質・能力として、IB プログラムにおける ATL を指標とした。各 SS 理科科目で行っている探究活動の中で、教員が学習活動において育成したいと考えている ATL を整理した（表 1 参照）。各理科科目において、教員は複数の ATL を育むことをねらいとして授業を実施していること、3 年間の各科目を通してすべての ATL を網羅していることがわかる。教員側が育成したいと狙った ATL と生徒側が身についたと感じる ATL のマッチングについては、実践研究②の検証で述べる。

実践研究② SS 理科研究開発の定量的検証

＜②-1＞総括的評価課題におけるルーブリック評価の蓄積とその分析について

「理科学習評価シート」の作成のために、すべての学年の理科授業で実施した総括的評価課題の観点別評価のデータを蓄積している。本報告書では、その成果と課題が如実に現れた SS 化学選択者 30 名の実験・観察に関わる観点(評価規準)について、2 年間分のデータ分析を図 4 に示す。対象生徒は、5 年生の SS 化学基礎および 6 年生の SS 化学において計 30 の実験・観察を伴う総括的評価課題を実施している。

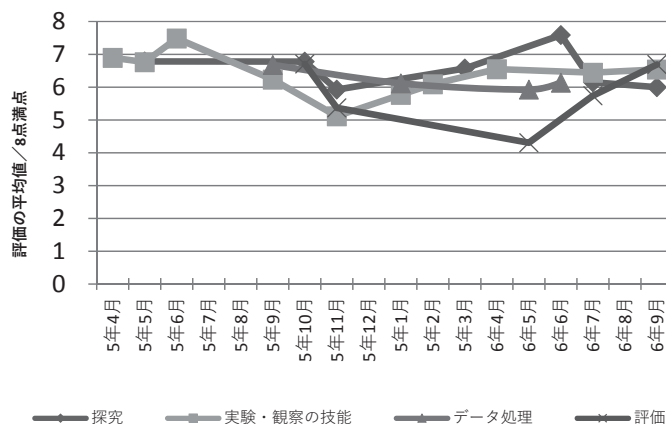


図 4 観点別評価の推移

ここで示す 4 つの観点は、いずれも本年度の SS 理科で重視した「探究デザイン」に関わる評価であり、8 点満点のルーブリック評価において高得点を示しているの、SS 理科における取組の効果があったと考える。一方で、このデータ分析において課題となったことが、教員間の意識の差である。すべての科目において同一のルーブリックを用いて評価を行っているが、教員によってその評価の厳しさ・甘さが異なるのではないかという問題が挙げられた。これは、評価の基準のブレにつながるものであり、分析の根幹に関わる大きな問題である。そのため、今後、教科会にて、評価基準の統一を図るために、標準化作業を実施することとした。

<②-2> 定期的な振り返り質問紙調査の実施とその分析

1学期と2学期の学期末に生徒に対して行った質問紙調査の分析をする。質問項目として、各評価規準に対する振り返りの自由記述および自己評価によるATLの伸長について設定した。ここではその中の1つである「今学期の実験・観察を通して、あなたに身についたスキルは何ですか？（複数回答可）」という質問項目に注目し、図5に示す。複数回答可にしたところ、平均で3.2個の項目に回答しており、理科の授業を通して複数のATLが育まれていると生徒自身も考えていることがわかる。表1で教員側が設定した「学習活動を通して育成したいATL」と比較してみると、●印が多かった「コミュニケーションスキル」「協働スキル」「整理整頓する力」「振り返りスキル」においては、生徒の自己評価でも高い数値を出しており、授業実践が資質・能力の育成につながっていると考えられる。一方で、「情動スキル」や「転移スキル」など1学期と2学期を通して低い項目もある。今後、これらの資質・能力の育成を目指した授業実践が望まれるが、これらの資質・能力はp.37に示すように、SSH課題研究にて育成されている項目であるので、SSH事業全体として授業開発と課題研究のバランスを考慮する必要がある。

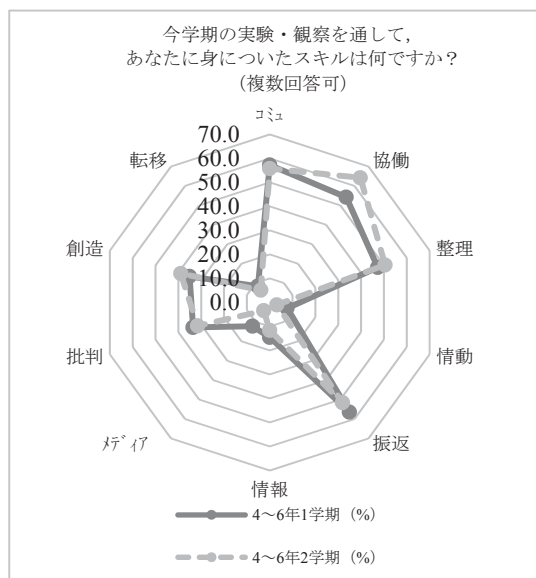


表6 生徒が身についたと回答したATLの割合

図5 ATLの変容

	コミュ	協働	整理	情動	振り返	情報	デザイン	批判	創造	転移
1学期 (%)	57.3	54.2	47.3	7.6	56.5	14.5	12.2	33.6	35.1	8.4
2学期 (%)	55.8	64.2	50.5	3.2	51.6	11.6	4.2	31.6	38.9	6.3

3) 実施の効果とその評価

本年度のSS理科科目の研究開発の実施の効果として、11月24日（金）に実施した授業研究会において、以下のSS理科科目を公開できたことが挙げられる。

科目：5年生SS物理基礎

テーマ：協働による実験デザインの試み

授業者：北岡和樹，西村壘太

授業の概要：電気分野の単元の導入として行った。静電振り子のメカニズムを解明するため、各自で探究デザインを考え、実験を行い、結論を導く。公開した授業は、各自が考えた仮説と検証計画の妥当性・実現性について生徒同士で検討する時間とした。

本年度の大きな取り組みとしては、理科学習評価シートの改良およびWeb回答による質問紙調査の導入により、研究開発実施の効果分析が可能になった事が挙げられる。これまで、教師の実感として、教員主導の授業から学習者の中心で協働型・双方向型の授業に転換できていると感じてきたことが、定量化されることで、より鮮明になった。一方で、今年度の実践研究から見えてきた課題としては、生徒の到達度を測定するために、教員間の評価基準に関する意識の共有が測られていない事である。今後は探究活動を授業において実施するとともに、教員間の評価に関する意識の共有を図り、SS理科科目における生徒の到達度を測定する方策を開発していく。

(1) - 3 SS 家庭

SS 家庭の研究開発の概略は、以下の通りである。

A 課題の明確化：家庭科の授業内容を自然科学的な視点を用いて考える上での問題点を整理し、課題を明確にする。
B 実践研究：題材の検討、開発とともに、授業実践を行う。
V 検証：A で挙げた課題について検証する。

1) 研究開発の経緯

平成 29 年 4 月	授業内容を自然科学的な視点を用いて理解する上での問題点を整理し、課題を明確にする。(A)
平成 29 年 5 月 ～平成 29 年 10 月	題材の検討、開発(B)
平成 29 年 11 月 22 日	授業研究会において、SS 家庭基礎の公開および研究協議会を実施。(B,V)
平成 29 年 12 月 ～平成 30 年 2 月	A で挙げた課題について分析・検証。(V)

2) 研究開発の内容

【仮説】

家庭科の授業において、数学や理科での既習事項を用いる題材を設定し、生徒が家庭科と自然科学との結びつきが深いことを理解すれば、家庭科や生活の中での諸現象について自然科学的な視点を用いて考えることができる。

【研究内容・方法・検証】

A：課題の明確化

5 年生の家庭基礎の授業の開始前に、生徒向けに質問紙調査を行った。

調査のうち、この研究開発に関する質問項目は以下の通りである（いずれも複数回答可）。

- ・ SSH の課題研究を進めるうえで関係が深いと思う教科・科目は何か。
- ・ 家庭科は、人文科学・社会科学・自然科学のなかでどれと関係が深いと思うか。

この結果、生徒の多くが「家庭科と SSH」「家庭科と自然科学」の結びつきが深いとは考えていないことが明らかとなった。結果の詳細については V で示す。

よって、数学や理科での既習事項を用いる題材を検討、開発し、実践することとした。

B：実践研究① 題材の検討・開発

家庭基礎の学習内容の中にはもともと自然科学との結びつきが深いものも多いが、それを生徒がより実感できるような題材を検討、開発することとした。開発に当たっては東京学芸大学生活科学講座の教員より助言をいただいた(表 1 参照)。なお、内容については昨年度から扱っているものもある。

表1 家庭科の分野ごとの題材の内容の例

分野	題材の内容
食物	・消化, 吸収 ・糖やたんぱく質の加熱による変化
被服	・洗剤 (界面活性剤) ・衣服気候, 衣服圧 ・繊維の性質 ・平面構成と立体構成
住居	・住居の構造 (筋交い など) ・日射, 換気
家族・家庭生活	・生活に関する費用
消費生活・環境	・住宅ローン ・環境への影響

B: 実践研究② 授業の公開

11月22日(木)に実施した授業研究会において, 以下のSS家庭科目を公開した。

科目: 5年SS家庭

テーマ: 生活と科学を結び付ける授業実践 (住居)

授業者: 菊地英明

内容: 透明半球, 窓付きの家の模型, 懐中電灯等を用いて, 窓の向きや季節による日射時間帯や

日射量の違い, 軒・カーテンの効果的な利用について学習するための実験を行った。

透明半球を用いる授業は2年生の理科で行われている。今回の家庭科の授業では, 理科で学習した内容 (観測方法やその結果等) を簡単に復習してから学習内容に入った。

実験に用いる透明半球には日本付近における冬至・春分秋分・夏至の軌道が刻まれており, それぞれの軌道に授業者があらかじめおおよその時刻を記入したシール (季節ごとに色を変えたもの) を貼ったものを用いた。

透明半球の中心に家に見立てた窓付きの模型を置き, 透明半球上の軌道を懐中電灯でなぞることで, 季節や窓の向きの違いによる日射時間帯や日射量の違いを観察することができる (図1)。この時, 模型を置く場所は理科で学習するときの観測者の見立て上の位置にあたり, 懐中電灯が太陽にあたることを確認しながら実験を行った。



図1 実験の様子

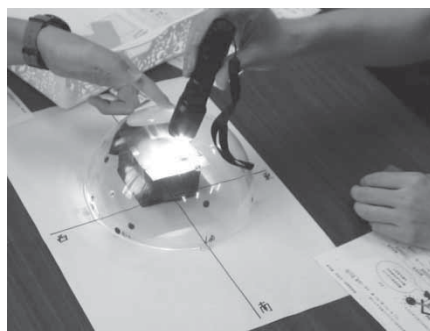


図2 南向きの窓に軒をつけた様子 (夏)

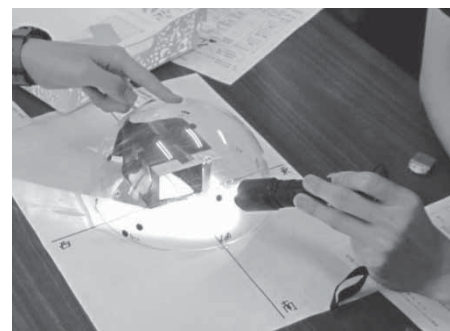


図3 南向きの窓に軒をつけた様子 (冬)

また、窓に厚紙や布で軒やカーテンをつけることで、その働きや太陽高度との関係を観察することができる。例えば、軒の働きについて、夏の暑い時期は軒によって日射がさえぎられていることが分かり（図2）、冬の寒い時期は日射がそれほど遮られないことがわかる（図3）。

なお図1～図3は、授業研究会の時に授業者が生徒の近くで撮影できなかつたため、昨年度のものを用いている。

V：検証

(1) 授業で用いたワークシート

授業後、生徒のワークシートには以下のように窓の向きや軒の利用による日射量の違いについて、実験結果をもとに科学的な視点から述べる様子がみられた。

- ・窓が南向きであることがいい、ということは何となくわかっていたが、実験をしてみて、それは日射時間が長いからなのだ、ということがよくわかった。
- ・窓の向いている方角によって日射時間が大きく変わることにとっても驚いた。
- ・今住んでいる家には軒ではなくてカーテンしかないが、夏は日を遮り冬は日が入るという軒のよさがよく分かった。

(2) 質問紙調査

5年生の家庭基礎の授業の開始前（4月）と2月に、生徒向けに質問紙調査を行った。調査のうち、この研究開発に関する質問項目は以下の通りである（いずれも複数回答可）。

- ・SSHの課題研究を進めるうえで関係が深いと思う教科・科目は何か。（表1）
- ・家庭科は、人文科学・社会科学・自然科学のなかでどれと関係が深いと思うか。（表2）

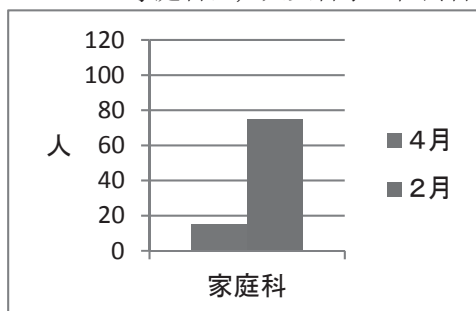


表1 SSHと関係が深いと思う教科・科目

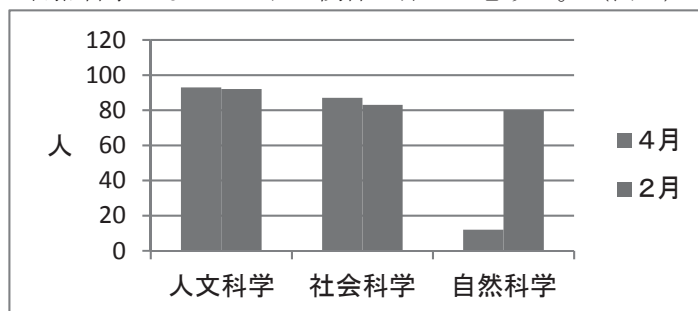


表2 家庭科は人文科学・社会科学・自然科学のどれと関係が深いか

この結果、「家庭科とSSH」「家庭科と自然科学」の結びつきについて、実施前は深いと考えていなかった生徒が多かったが、1年間の授業を通して、それらの結びつきが深いと考える生徒が増加した。

3) 実施の効果とその評価

多くの生徒が家庭科で学習する生活に関する諸事象について、SSHや自然科学との結びつきを感じていなかったが、それらの結びつきを意識した題材を設定することで、1年間の授業を通して結びつきが深いと考える生徒が増加した。しかしながら、授業で自然科学との結びつきを扱った内容以外について、生徒がその結びつきを感じる事が難しい。今後もさらに自然科学との結びつきを感じるとともに科学的な視点を用いて考えることのできる題材の開発を進めていく。

(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 29 年 4～6 月	SSIB 講座設計のための検討会議。(A)
平成 29 年 8 月 23～25 日	SSIB 化学講座の実施。(B)
平成 29 年 8 月	Web 回答による質問紙調査(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

DP Sciences には、Options という選択制のトピックがある。右に示す 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*”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。
- ・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。
- ・IB Chemistry, Course Book: Oxford IB Diploma Programme, 2014 Edition, Chemistry, Higher Level, for the IB Diploma (Pearson Baccalaureate) (2nd Edition)等を参考にし，本講座のテキストを作成する。
- ・本校 DP 化学受講者および希望者対象の講座とする。

次ページの表 1 に本講座の内容とねらいの一覧を示す。

表1 SSIB 化学講座の内容とねらい

	内容	講義・実験のねらい	DP 化学のねらいとの対応
<p>① 事前学習と発表</p>	<p>・DP Chemistry Option A: Materials (材料化学) に取り上げられているテーマを一人一つ割り当て、事前学習として資料にまとめる。 ・一人5分でプレゼンを行う。 ・テーマは次の17つ： 金属結合、イオン結合、共有結合、極性、NMR、IR、ICP 分光分析法、質量分析、クロマトグラフィ、触媒の仕組み、触媒の種類、液晶、高密度ポリエチレンと低密度ポリエチレン、熱可塑性及び熱硬化性プラスチック、プラスチックと残留性有機汚染物質が野生生物に与える影響、ナノテクノロジー、カーボンナノチューブ</p>	<p>・SSIB 講座に対して主体的に取り組む姿勢をもたせる。 ・材料化学の基本的な概念や原理について、講義時間内に説明しきれない部分の共通理解を補完する。</p>	<p>1. 刺激的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。</p>
<p>② フラーレンの分離 (TLC およびカラム クロマトグラフィ)</p>	<p>・主成分として C₆₀ と C₇₀ を含むフラーレン混合物から、活性炭とシリカゲルをパストゥールピペットに詰めたカラムを用いたカラムクロマトグラフィにより C₆₀ の分離実験を行う。</p>	<p>・化合物の分離方法について実験し、分離の本格的な理解や基本的技能を養う。</p>	<p>1. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。 3. 科学情報を分析、評価、統合する能力を身に付ける。 4. 科学活動の中で、効果的な協働およびコミュニケーションの必要性と価値に対して批判的意識を身に付ける。 5. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。</p>
<p>③ フラーレンの1付 加体の合成実験と 分離</p>	<p>・フラーレンに対してブROMOモロン酸ジエチルと DBU を用いて求核的付加・脱離反応を行い、Bingel 付加体の合成を行う。 ・反応混合物からシリカゲルを用いたカラムクロマトグラフィにより一付加体、二付加体と未反応の C₆₀ の分離実験を行う。</p>	<p>・化合物の化学反応について実験し、化学反応の基本的な理解や基本的技能を養う。</p>	<p>1. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。 3. 科学情報を分析、評価、統合する能力を身に付ける。 4. 科学活動の中で、効果的な協働およびコミュニケーションの必要性と価値に対して批判的意識を身に付ける。 5. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。</p>
<p>④ 機器分析 (MS, NMR)</p>	<p>・質量分析およびNMR 測定における基本的な原理の説明、スペクトルの読み方について講義を行う。 ・フラーレンの分離実験で分画した試料の質量分析を行う。 ・フラーレンの反応実験で合成し、カラムクロマトグラフィにより分画して得られた試料の質量分析および 1H NMR 測定を行う。</p>	<p>・機器分析を活用することで科学的根拠に基づいて考察・判断し、科学的に探究する資質、能力を養う。</p>	<p>1. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。 3. 科学情報を分析、評価、統合する能力を身に付ける。 4. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。</p>
<p>⑤ 自分たちの合成し たフラーレン誘導 体のスペクトルの 帰属・考察</p>	<p>・④の機器分析で得られた質量分析および NMR のデータを解析し、スペクトルの帰属と考察を行う。</p>	<p>・機器分析結果から根拠に基づいた結論を導き出す過程を通して、科学的に探究する力を養う。</p>	<p>1. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。 3. 科学情報を分析、評価、統合する能力を身に付ける。 4. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。</p>
<p>⑥ 最終課題</p>	<p>課題として、 1. 今回使用した機器分析の実社会への応用例とその問題点について、具体的事例を挙げて論ぜよ。 2. ナノ物質・ナノテクノロジーの使用のメリットとデメリットについて、具体的事例を挙げて論ぜよ。 のいずれかの課題を選択し、ホームワークとして個人調査を行う。その上で、グループで討論し、発表資料としてまとめるとともに、各グループ 10 分程度のグループ発表(プレゼン)を行う。</p>	<p>・観察・実験などを踏まえて、広く科学的に社会に関する調査を行い、発表と討論を通じて理解を深める。</p>	<p>1. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 2. 科学技術の特徴づける知識体系、方法、および手法を習得する。 3. 科学活動の中で、効果的な協働およびコミュニケーションの必要性と価値に対して批判的意識を身に付ける。 4. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。 5. 科学的でチャレンジに満ちた機会を通じて、グローバルな文脈における科学研究とその創造性について理解する。 6. 実験および研究に関する科学的スキルを身に付ける。スキルには、現在、利用可能な技術を活用することを含む。</p>

B: 講座の実施

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 2017年8月23日(水) 10:00-16:00

8月24日(木) 10:00-16:00

8月25日(金) 10:00-16:00

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

参加生徒 18名



図1 講義の様子



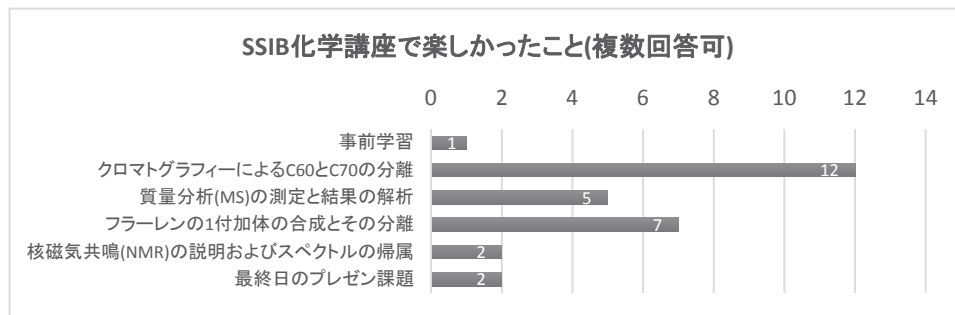
図2 実験の様子

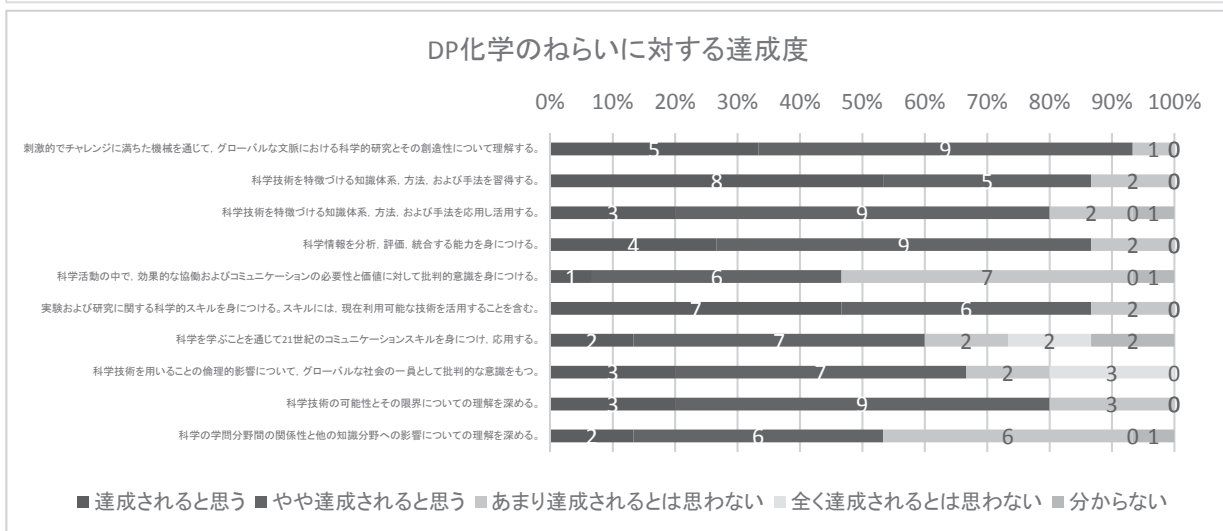
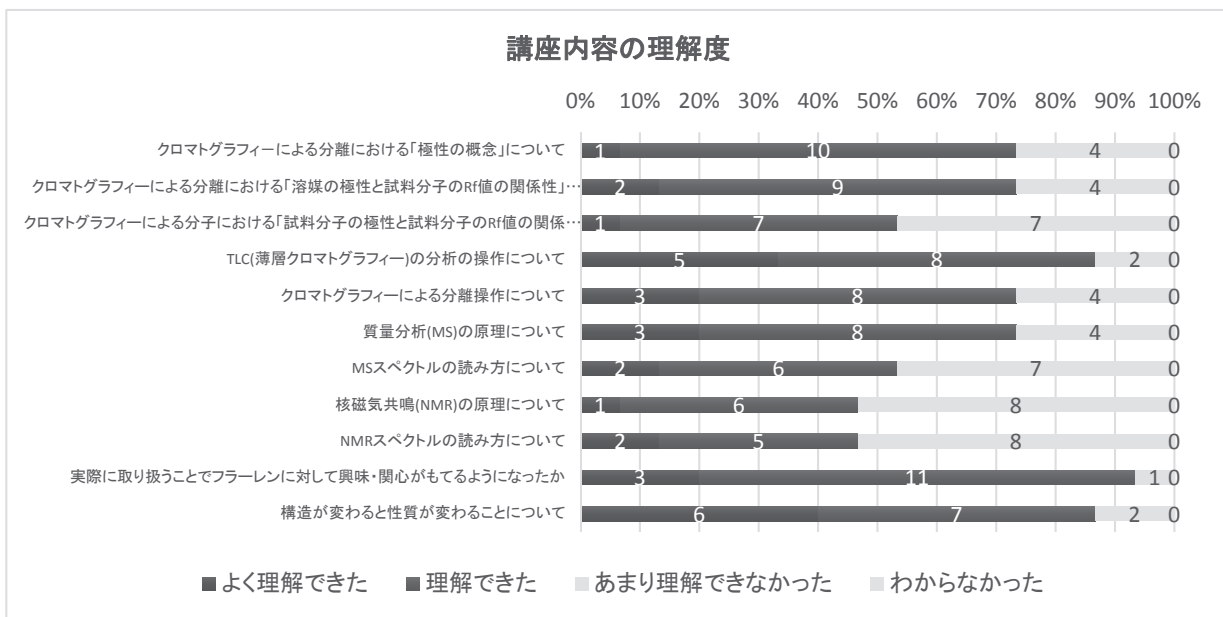
講座のスケジュール

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) ・事前学習の発表
	13:00	実験: フラーレンの分離 (MS と HPLC による分析)
2日目 (8/24)	10:00	実験; フラーレンの反応 (1付加体) と分離、 実験: TLC 機器分析: MS, NMR
	13:00	実験: 反応試薬の当量を変えて、フルーレン多付加体の合成 考察: 自分たちの合成したフルーレン誘導体のスペクトルの帰属・考察
3日目 (8/25)	10:00	講義: 自分たちの合成したフルーレン誘導体のスペクトルの帰属・考察② 調査学習 (発表準備)
	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

V: 検証

Web 回答による質問紙調査の結果を以下に示す。





以上の結果より、クロマトグラフィーによるフラーレンの分離実験に対する興味・関心が強く、3日間の講座において繰り返し実施した操作なので、スキルの定着にもつながったことがわかる。また、IBの授業形態を導入することにより、そのねらいの達成についても多くの項目で良い結果が得られている。

3) 実施の効果とその評価

本年度のSSIB化学講座の検証として行った質問紙調査の結果から、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。

(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1「平成29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展開している。

申請時の事業計画に基づいてSS理数探究を実施してきたが、大きく2点が課題として挙げられた。1つ目の課題は、申請時の事業計画に記載した目標とプログラムに従って各学年において試行的に取り組んだものの、それらが6カ年を見通した体系だったものとなっていないということである。校内研究会やSSH運営指導委員会等において、申請時に記した目標とすべき資質・能力を変更する必要性が指摘された。2つ目の課題は、IBプログラムとの関わりである。4学年(高1)の「国際教養」では、IBMYPの集大成として実施するPersonal Project(PP)が位置づいている。PPはIBプログラムとして必須の取り組みであり、SSHとしての開発の余地がないものである。またプロジェクト型学習であり、いわゆる課題研究とは質的に異なるものである。これを「SS理数探究」にどのように位置づけるかということに、校内研究会や4学年(高1)の学年会等において指摘された。

これまでに、各学年が育成すべき資質・能力を設定し(表1参照)、4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29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30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。

表1 「SS理数探究の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
対応するATL*	転移	情報・メディア	振り返り・批判・創造	整理整頓・情動	コミュニケーション・協働
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
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
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出す力	
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	
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

国際社会で活躍できる科学技術人材の育成へ

*ATLについてはP15を参照。

【研究内容・方法・検証】

4年次では、これまでの反省や総括を踏まえ、課題研究を軸としたSS理数探究活動を実施した。さらに、ISSチャレンジ、グローバルサイエンス、セミナー・フィールドワークを図ることによって、生徒の課題研究に有機的に関連させ、研究内容とプロセスの質の向上を図った。その際、科学的な内容に関する研究に特化させるだけではなく、国際教養の他の2つの柱である、人間理解と国際理解、およびIBのGlobal ContextsやLearner Profileといったことと関連させながら、学際的な視点からアプローチしていくことも重視した。

先述の通り、SS理数探究は、教育課程上の国際教養の中に位置付けている。4年次におけるPPは、探究活動のプロセスを重要視しており、課題研究を遂行する能力を育成することに大きく関与するものである。そこで、これらの事を踏まえて、平成26年度、27年度、28年度の3年間の研究開発によって、次のように国際教養の時間の再編、各学年でのSS理数探究としての目標を設定し、6カ年の体系立ったものにした。

表2 「国際教養」の時間の再編

	4月	・・・	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1・2年	各1年間の理数探究活動								
3年	理数探究活動					PP			
4年	PP			課題研究Ⅰ（準備、課題設定）					
5年	課題研究Ⅰ（課題研究）					課題研究Ⅱ（課題設定）			
6年	課題研究Ⅱ（課題研究）								

(前提)

SSH事業の最終的な目標である「国際社会で活躍できる科学技術人材の育成」に資するために、課題研究Ⅱを終える時点で自律的な課題研究を遂行することが出来るようにする。そのために、各学年において課題研究を実施し、課題研究に必要な一連のプロセスを経ることが出来るようにする。その上で下記の網掛け部分の資質・能力に焦点化して重点的に育成し、学年が上がるにつれてスパイラルな展開となるようにする。

なお、これらの資質・能力の育成はSSH事業の最終目標である「国際社会で活躍できる科学技術人材の育成」の必要条件であり、十分条件ではない。SSH、SGH、国際教養全体、各教科のそれぞれで育成すべき資質・能力が補完関係にあり、それらを総合して最終的な目標を達成するものである。

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

先に述べた通り、4年次は表1に示す「SS理数探究の各学年で育成すべき資質・能力」を基にして3年次に構築した体系立った理数探究プログラムの深化、必要に応じて調整を加えた。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。なお、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。

- ・ゼロから始めるプログラミング
- ・事象を様々な視点から考察する
- ・感性を数値化して見る世界
- ・東日本大震災から学ぶ地学
- ・身の回りの科学
- ・音の「聴こえ方」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

「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、鍾乳洞における現地調査を伴う活動を行い、各自が研究テーマを設定し、報告書としてまとめた。以下に研究テーマ例を示す

分類	件数	具体的な研究テーマ例
マングローブ	24件	「マングローブと陸上植物の境界線」
イノー	6件	「イノー生態系と生物の生存戦略」
ヒカゲヘゴ	9件	「ヒカゲヘゴはどのような特徴を持つ土壌に生息するのか」
ミナミコメツキガニ	10件	「ミナミコメツキガニの習慣が砂浜に及ぼす影響」
鍾乳洞	8件	「場所による鍾乳石の色の変化」
塩分濃度	13件	「慶佐次川の塩分濃度と動植物の分布の関係」
深海生物	2件	「深海生物の飼育について～そこから見える水族館の役割～」
観光	1件	「東京湾と沖縄県の海の観光面からの比較分析」
その他	39件	「ガマが人々の命を救えたのはなぜか」 「沖縄における防風林と生育環境の関係性」 「カヤックを早く漕ぐには?」 など

[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、PP¹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。

(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。

[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 研究発表力
- ⑤ 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。なお、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(5 月) 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(10 月) 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 月) 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。

なお、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。

¹ 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。

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

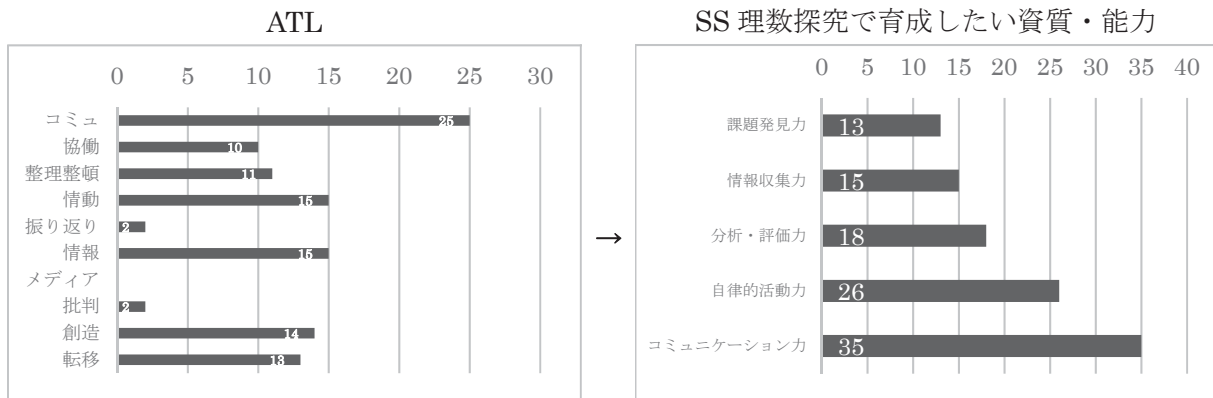
課題研究に対する振り返り，および表 1 に示す「各学年で育成すべき資質・能力」の定着を測るために，5 学年(高 2)生徒を対象に Web 回答による質問紙調査を行った。

質問事項は以下の通りである。

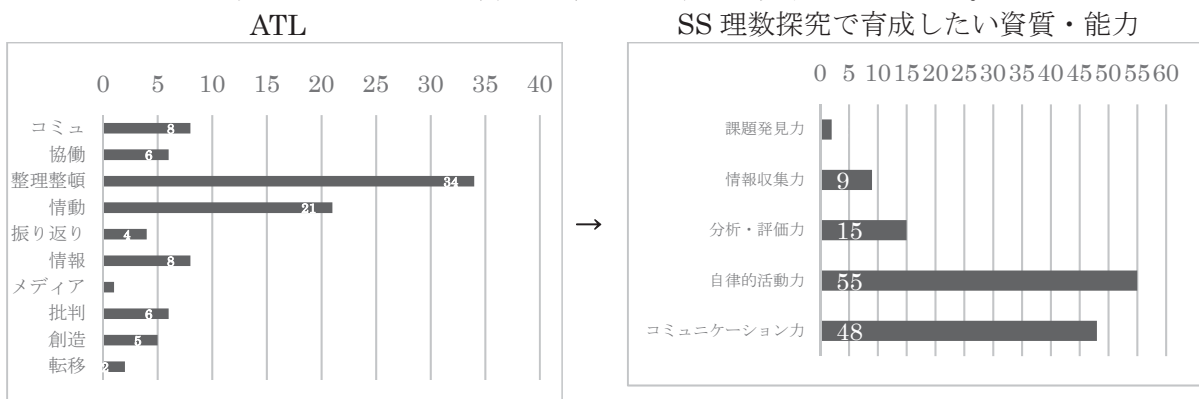
- ・論文の"最終タイトル"
- ・研究目的（研究の問い）
- ・研究目的に対して，どのような方法をとったか。
- ・研究結果
- ・自分たちの発表に対するコメントの内容を踏まえた発表の感想
- ・研究として今後に残された課題
- ・研究継続の意向
- ★「課題研究」を通して，自分で"伸ばせた"と考える「力」や「スキル」
- ★「課題研究」を通して，自分に"不足していた"と考える「力」や「スキル」

本報告では，★の項目についての集計結果を示す。ただし，今回の質問紙調査は自由記述の形式を取り，生徒の記述を ATL に置き換えることにより分析した。

伸ばせたと考える力やスキルに対する回答を整理すると以下の通りである。



不足していたと考える力やスキルに対する回答を整理すると以下の通りである。



生徒の記述によると，伸ばせたと考える力やスキルは，研究過程における達成感に起因するもので，グループ活動における協力や結論を導き出すための思考に対する項目が多く挙げられた。一方，不足していたと考える力やスキルは，圧倒的に計画性に対するものが多く，計画通りに進行しなかったこと，やり遂げられなかったことを挙げている。

また、各学年のSS理数探究担当教員に対する聞き取りから、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の定着が未熟なため、調べ学習との区別が明確でない研究も少なからずあった。発表のスキルは長けているが、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。図表の示し方、フローチャートの有効な活用等、指導が必要であると考ええる。

[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、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。

[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。

[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)]

昨年度と同様、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昨年度と同様に浮き彫りとなった。その要因の一つは、1月から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。

3) 実施の効果とその評価

2学年で応募した第65回東京都統計グラフコンクールにおいては下記の賞を受賞した。

- ・ 第4部（中学生の部）
 - 東京都知事賞 「どこへ向かう！？捕鯨問題」
 - 東京私立中学高等学校協会会長賞 知っている？少子高齢化」
 - 入選 「本当にあなたは太っている！？」
 - 佳作 「知っていますか？ 難民事情」
 - 佳作 「良いの？悪いの？若者言葉」
- ・ パソコンの部
 - 佳作 「ヨーグルトが大人気？！」
 - 佳作 「増子化計画」

「各学年で育成すべき資質・能力」に基づいて3年次に構築したプログラムを深化および調整したことにより、3年次には見えなかった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2年目であり、1年目の反省を活かされた。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昨年度に比べ充実したものになった。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: Web 回答による質問紙調査による検証, 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 29 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 29 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 29 年 6 月	研究計画時における質問紙調査(V)
平成 29 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 29 年 10 月	研究経過時における質問紙調査(V)
平成 30 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・実施(A)
平成 29 年 5 月～ 平成 30 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 30 年 1 月	研究論文提出時における質問紙調査(V)
平成 30 年 2 月	ISS チャレンジ (SSH 部門) 成果発表会における審査(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、課題研究に必要とされる種々の資質・能力の伸長をはかり、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。

◇SS 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11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
5月24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1日	研究実施説明会	メンターの教員の発表 物的支援の申請について 研究倫理についての説明
6月上旬	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
10月18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14組)を選出
2月1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17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14組のポスター展示
3月20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30年2月17日（土）8:40～12:30

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（質疑応答を含む）

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(高2)
ポリフェノールの抽出とその活用	3名(高1)
赤色葉における色素の働き	3名(高2)
Whole plant reconstruction から見た暁新世 港層産”無道管被子植物”の材化石	2名(高2・高1)

※) 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

見学生徒は、ファイナリストの発表に対し評価を行った。(資料4参照)

評価用紙抜粋

Web 上での回答項目は以下の通りです。発表を聞く際の参考にしてください。

1. 各発表について、優れていると思われる項目を選択（複数回答可）

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> テーマの設定 | <input type="checkbox"/> 仮説の立て方 | <input type="checkbox"/> リサーチ力 |
| <input type="checkbox"/> 実験・観察や分析のスキル | <input type="checkbox"/> 結論の導き方 | <input type="checkbox"/> 研究に対する粘り強さ |
| <input type="checkbox"/> 論理的に展開する力 | <input type="checkbox"/> 独創性 | <input type="checkbox"/> 新たな視点を与える魅力 |
| <input type="checkbox"/> 研究の社会的・学問的意義 | <input type="checkbox"/> 発表の構成 | <input type="checkbox"/> コミュニケーション力 |
| <input type="checkbox"/> その他（ ） | | |

2. 各発表へのコメント

3. 最優秀科学研究賞の選択（1つだけ選択）

(ii) 支援制度

(ii)-1 人的支援・・・研究支援員の配置

<研究支援員>

	所 属
A	慶応義塾大学薬学科
B	千葉大学園芸学部緑地環境学科
C	お茶の水女子大学理学部生物学科
F	東京学芸大学理科教育
G	東京薬科大学生命科学
H	東京工業大学第3類

	所 属
I	慶応義塾大学環境情報学
J	早稲田大学教育学部理学科
K	電気通信大学情報理工学域Ⅲ類
L	東京大学教養学部理科Ⅱ類
M	東京医科歯科大学医学部医学科
N	一橋大学社会学部

<研究支援員の形態>

昨年度に引き続き今年度も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や長期休暇中に来校してもらい、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。また、1月の生徒の論文提出後には、それぞれの論文について添削してもらい、生徒へのフィードバックを行った。

(ii)-2 物的支援

上記 57 研究のうち、審査を経て、23 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。

V. 検証

(i) 質問紙調査による ATL スキル¹の伸長の定量化

課題研究に生徒が主体的に遂行するためには、科学的な知識も必要とされるが、それ以上にリサーチスキル、コミュニケーションスキル、思考スキル、社会性スキル、自己管理スキルなどの多く

¹ ATL スキルとは

IB の示す「学習の方法」のスキルで、Approaches to learning の略。学習スキルを発達させるための学習の方法であり、IB ではプログラムの主要構成要素として捉えている。

の資質・能力が必要とされる。本校で実施している IB プログラムでは、この資質・能力の指標として、ATL(Approaches to learning)が設定されている。今年度の SSH 事業においては、ISS チャレンジに参加した生徒を対象に、試行的にこの ATL に関する質問紙調査を実施し、生徒の変容を数値化し、分析・検証をした。

質問紙調査の概要を以下に示す。

対象：ISS チャレンジ参加者 143 名

実施時期：研究計画書提出時(6 月)、研究経過報告書提出時(10 月)、研究論文提出時(1 月)の計 3 回

調査方法：各 ATL の項目について 3 つずつの質問を作成し、Office365 のアンケート機能を使用して、Web 上で調査を行った。質問作成にあたっては、「MYP:原則から実践へ」²を参考に、研究計画時、研究経過報告時、研究論文提出時それぞれに合った内容の質問を作成した。そのため、共通の質問事項を心掛けたが、3 回のアンケートで必ずしも同一の質問文とはなっていない。集計は、「そう思う」を 5、「そう思わない」を 1 として 5 段階の得点化をした。項目毎の平均値、標準偏差は表 1 に示す通りである。

表 1 ATL に関する質問紙調査

ATL の分類	質問内容	研究計画時		経過報告時		論文提出時	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
コミュニケーション	①他の生徒や先生と考えや知識を話し合うことができた。	3.82	0.98	3.64	0.93	3.81	0.91
	②多様なデジタル環境やデジタルメディアを用いて、他の生徒や専門家と協働することができた。	3.13	1.15	3.07	1.05	2.93	1.07
	③情報を求め、楽しむために多様な資料を読むことができた。	3.97	0.93	3.66	0.97	3.85	0.87
協働	①自分の行動に責任をもつことができた。	3.98	0.93	3.40	0.98	3.70	0.94
	②他者の見解や考えに積極的に耳を傾けることができた。	4.06	0.95	3.79	0.80	4.06	0.91
	③リーダーシップを発揮し、集団の中で様々な役割を引き受けた。	3.50	1.19	3.17	1.12	3.47	1.24
整理整頓	①計画を立て、メ切を守ることができた。	3.88	1.24	3.64	1.06	3.62	1.12
	②困難だが、やりがいがあり、現実的な目標を設定した。	4.07	0.91	3.79	1.03	3.87	0.96
	③(計画時)複雑な情報を整理するために、適切な方法を用いた。(経過報告時・論文提出時)研究ノートを整理された、論理的な状態に保つことができた。	3.72	0.85	3.15	1.17	3.19	1.20
情動	①粘り強さと忍耐を示せた。	3.69	1.00	3.51	1.01	3.60	1.07
	②前向きな思考で実践できた。	3.95	0.98	3.77	0.95	4.06	1.00
	③専念し、集中することができた。	3.75	1.06	3.53	1.01	3.62	1.08
振り返り	①効果的な学習(研究)に必要なスキル、テクニック、方法を構築することができた。	3.54	1.06	3.47	0.94	3.76	0.89
	②学習(研究)方法の選択と使用において、柔軟性を示すことができた。	3.56	1.02	3.51	0.77	3.77	0.93
	③倫理的、文化的、環境的影響を考えることができた。	3.78	1.10	3.30	0.99	3.55	1.05
情報リテラシー	①さまざまな情報を関連付けることができた。	3.75	0.97	3.72	0.96	3.70	0.92
	②特定の課題(研究テーマ)に対する妥当性に基づいて、情報やデジタルツールを評価し、選択することができた。	3.47	1.05	3.45	1.01	3.49	0.96
	③(計画時)広く認められている書式に従って、参考文献目録を作成することができた。(経過報告時・論文提出時)解決策を特定し、情報に基づいた決定をするために、データを収集し、分析することができた。	3.79	1.05	3.79	0.90	3.65	0.94
メディアリテ	①さまざまな資料やメディアから情報を見つけ、整理し、分析し、評価し、統合し、そして倫理的に用いることができた。	3.52	1.06	3.74	0.89	3.54	0.93

² 国際バカロレア機構 (IBO), 「MYP:原則から実践へ」2014年9月

ラシー	②多角的で多様なソースからさまざまなものの見方を求めることができた。	3.43	1.08	3.51	0.99	3.41	1.05
	③さまざまなメディアや形式を用いて、多数の受け手と情報や考え方を効果的にやり取りすることができた。	3.28	1.03	3.26	1.04	3.17	1.05
批判的 思考	①(計画時) 事実に基づき、時事的で、概念的な議論の余地のある問題を提起することができた。 (経過報告時・論文提出時) 問題を認識するために、注意深い観察を実践することができた。	3.70	0.90	3.46	0.90	3.58	1.16
	②多角的なもの見方に基づき、アイデアを検討することができた。	3.84	0.95	3.38	0.95	3.85	0.87
	③議論を形成するために、関連する情報を集め、整理することができた。	3.81	0.86	3.51	1.01	3.68	0.92
創造的 思考	①(計画時) 新しいアイデアや質問を提起するために、ブレインストーミングや視覚的な図表を用いることができた。 (経過報告時・論文提出時) 思考の可視化の方法やテクニックを実践した。	2.94	1.37	3.43	1.01	3.71	1.02
	②新しい考えやプロセスを生み出すために、既存の知識を応用することができた。	3.88	0.92	3.83	0.93	3.98	0.97
	③推測し、「もし~だったら」という問いかけをし、検証可能な仮説を立てることができた。	3.59	1.13	3.45	1.09	3.93	0.96
転移	①(計画時) 多数の教科や学問分野を横断して、概念的な理解を比較できた。 (経過報告時・論文提出時) なじみのない状況においてもスキルや知識を応用することができた。	3.46	0.99	3.41	0.92	3.67	1.02
	②複数の教科や学問分野を関連付けることができた。	3.41	1.00	2.96	1.17	3.47	1.07
	③解決策を生み出すために、知識や理解、スキルを組み合わせることができた。	3.90	0.96	3.77	0.95	3.89	0.97

3回の調査結果の各項目の平均値を比較した図を図1に示す。研究計画時に比べ、研究経過報告時の方が、各質問項目に対する自己肯定感が低く、値は下がっていることがわかる。どのグループにおいても、研究が進むにつれて課題が明確になり、課題研究が思うように進行していない状況を示していると思われる。また、研究論文提出時においては、1年間の課題研究をまとめる作業を通して達成感を得られることから、各ATL値が上昇すると考えられる。

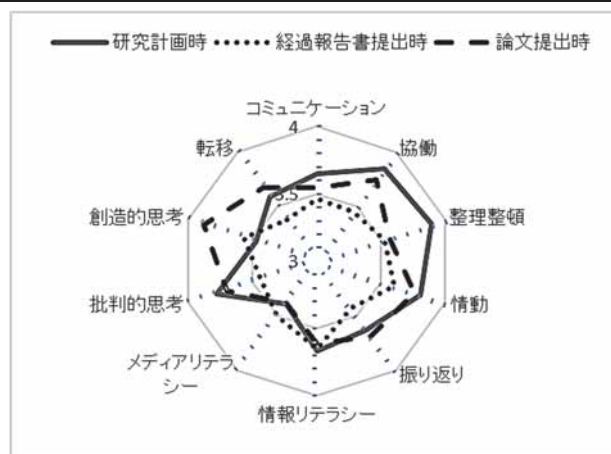


図1 課題研究の各時期におけるATL値

(ii) 課題研究の経験者と初心者との比較

本質問紙調査をISSチャレンジにエントリーするのが2回目以上の生徒(経験者)と今年度が初めての生徒(初心者)で比較してみた。各時期の比較を図2に示す。

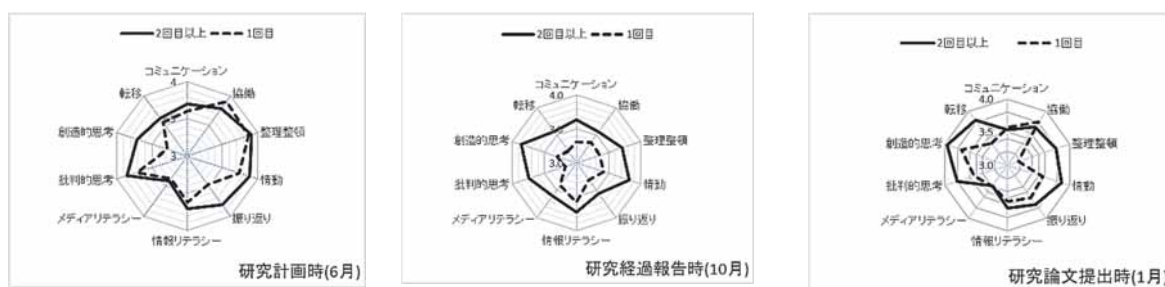


図2 ISSチャレンジ経験者と初心者との各時期におけるATL値の比較

研究計画時、研究経過報告時、研究論文提出時、すべての時期において、経験者の方が ATL の数値が高い傾向があるようにも見えるが、ISS チャレンジへの参加経験の有無によって、各 ATL 値に有意な差があるか否かを検討するために t 検定を行った。結果を表 2～4 に示す。

表 2 研究計画時の ATL 値

研究計画時	ISS チャレンジへの参加が		今回が初めての参加の生徒		t 値
	2 回目以上の生徒		今回が初めての参加の生徒		
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
	回答者：31 名		回答者：37 名		
コミュニケーション	3.70	1.07	3.59	1.11	0.70
協働	3.78	1.12	3.90	1.00	-0.76
整理整頓	3.91	1.05	3.87	1.01	0.28
情動	3.87	0.94	3.74	1.08	0.92
振り返り	3.81	1.01	3.48	1.09	2.21 *
情報リテラシー	3.71	1.04	3.64	1.02	0.50
メディアリテラシー	3.43	1.08	3.39	1.04	0.31
批判的思考	3.87	0.89	3.71	0.91	1.24
創造的思考	3.71	1.22	3.27	1.18	2.56 *
転移	3.62	1.07	3.56	0.96	0.46

表 3 研究経過報告書提出時の ATL 値

研究経過報告書提出時	ISS チャレンジへの参加が		今回が初めての参加の生徒		t 値
	2 回目以上の生徒		今回が初めての参加の生徒		
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
	回答者：22 名		回答者：25 名		
コミュニケーション	3.64	0.98	3.30	1.04	1.97
協働	3.56	1.06	3.36	0.95	1.18
整理整頓	3.71	1.12	3.36	1.09	1.87
情動	3.82	0.94	3.41	1.01	2.44 *
振り返り	3.56	0.86	3.31	0.94	1.66
情報リテラシー	3.73	0.96	3.59	0.97	0.86
メディアリテラシー	3.61	1.10	3.41	1.10	1.15
批判的思考	3.74	0.84	3.18	0.98	3.58 **
創造的思考	3.86	1.03	3.31	0.95	3.32 **
転移	3.57	1.04	3.21	1.07	1.97

表 4 研究論文提出時の ATL 値

研究経過報告書提出時	ISS チャレンジへの参加が		今回が初めての参加の生徒		t 値
	2 回目以上の生徒		今回が初めての参加の生徒		
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
	回答者：30 名		回答者：17 名		
コミュニケーション	3.53	0.98	3.57	0.72	-0.30
協働	3.71	0.78	3.80	0.71	-0.69
整理整頓	3.78	0.75	3.18	0.75	4.55 **
情動	3.87	0.96	3.57	0.77	1.88
振り返り	3.73	0.78	3.61	0.94	0.85
情報リテラシー	3.66	0.73	3.55	0.78	0.81
メディアリテラシー	3.38	0.78	3.39	0.88	-0.06
批判的思考	3.81	0.81	3.53	0.91	1.85
創造的思考	3.97	0.88	3.73	0.81	1.57
転移	3.83	0.79	3.40	0.84	3.01 **

* p < .05, ** p < .01

表 2 に示されるように、研究計画提出時においては、「振り返り」スキルおよび「創造的思考」スキルに有意な差が認められる。また、表 3 に示されるように、研究経過報告時においては、「情動」スキル、「批判的思考」スキル、「創造的思考」スキルに有意な差が認められる。表 4 に示されるように、研究論文提出時には「整理整頓」する力、「転移」スキルに有意な差が認められる。これらの事から、課題研究の一連の流れを経験することは、思考および自己管理に関わるスキルを伸長させ

ることが考えられる。一方、いずれの時期における比較においても、コミュニケーションやリサーチに関わるスキルについては、有意な差は認められなかった。これらについては、SS科目において身につけているとの自己評価結果が得られている。

(iii) ISS チャレンジファイナリスト口頭発表における評価
ファイナリスト4件の優れている項目に対する評価を以下に示す。

研究テーマ	教員による評価	生徒による評価
蜂蜜・砂糖レモンを作ったときの苦味の原因解明		
ポリフェノールの抽出とその活用		
赤色葉における色素の働き		
Whole plant reconstructionから見た暁新世 港層産”無道管被子植物”の材化石		

教員による評価と生徒による評価の傾向はほぼ一致している。また、上記円グラフより、「コミュニケーション力が優れている」や「研究に対する粘り強さが秀でている」など各研究の特徴は表れているが、どの研究においても課題研究に必要とされる要素が網羅され、課題研究を通じた資質・能力の育成が実現されている。

3) 実施の効果とその評価

「ISS チャレンジ」 エントリー数の推移

平成 29 年度	平成 28 年度	平成 27 年度	平成 26 年度
57 件	65 件	34 件	21 件

「ISS チャレンジ」 研究者の内訳比較

	2017 年度	2016 年度
1 学年	14 名	21 名
2 学年	36 名	8 名
3 学年	11 名	46 名
4 学年	45 名	38 名
5 学年	37 名	29 名
6 学年	7 名	7 名
計	150 名	149 名

ここ 2 年間、ほぼ同じようなテーマ件数および研究者数となっている。研究者の内訳から、6 学年生徒は別として、他学年では前年度に ISS チャレンジにエントリーして研究した生徒は、引き続き今年度もエントリーする傾向が確認できる。したがって、低学年からの課題研究について意識付け、エントリーを促すことによってさらに研究者が増加することが期待できる。

一方、校外での発表会等への参加数も前年度よりも若干減少してしまった。外部発表のさらなる励行を引き続き行っていく必要がある。なお、別表（資料 2）では、P はポスター発表、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 >

- ① 第七回 高校生バイオサミット in 鶴岡（平成 29 年 7 月 31 日～8 月 2 日）

【科学技術振興機構賞受賞】

研究 No.54「*Shewanella oneidensis* MR-1 の発電機構の探求 ～ペプチドグリカン層の関与～」

- ② 平成 29 年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会【奨励賞受賞】

（平成 29 年 8 月 9 日 10 日：神戸国際展示場）

研究 No.54「*Shewanella oneidensis* MR-1 の発電機構の探求 ～ペプチドグリカン層の関与～」

- ③ The 4th Symposium for Women Researchers（平成 29 年 11 月 5 日：都立戸山高等学校）

- ④ 東京都 SSH 指定校合同発表会（平成 29 年 12 月 23 日：文京学院大学本郷キャンパス）

- ⑤ 都立戸山高等学校第 6 回生徒研究成果合同発表会（平成 30 年 2 月 4 日：都立戸山高等学校）

- ⑥ 東京学芸大学主催 SSH/SGH 課題研究成果発表会（平成 30 年 2 月 18 日：東京学芸大学）

研究 No.28「雑草の生命力の有効活用」【ポスター賞受賞】

- ⑦ サイエンスフェア（平成 30 年 3 月 11 日：群馬国際アカデミー）（英語による発表）

- ⑧ 関東近県 SSH 校合同発表会（平成 30 年 3 月 18 日：芝浦工業大学）

- ⑨ 日本化学会主催第 35 回化学クラブ研究発表会（平成 30 年 3 月 27 日：東京工科大学）

< 生徒が参加した各種学会主催の発表会 >

- ・ 日本古生物学会第 167 回例会（平成 30 年 2 月 3 日；愛媛大学）【奨励賞受賞】

研究 No.16「Whole plant reconstruction から見た暁新世港層産”無道管被子植物”の材化石」

< 企業から助成を受けた研究 >

- ・ 東熱科学技術奨学財団助成プロジェクト（平成 29 年 10 月）

研究 No.05「*Echeneis Naucratis* のラメラ機構を応用した吸盤開発」【本賞受賞】

研究 No.01「蜂蜜・砂糖レモンの苦味の原因解明」【奨励賞受賞】

研究 No.08「ポリフェノールの抽出とその活用」【奨励賞受賞】

< 学術誌への掲載 >

- ・ Journal of Molecular Graphics and Modelling

「Structural comparison among the 2013-2017 avian influenza A H5N6 hemagglutinin proteins: A computational study with epidemiological implications」

(3) - 3 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

今年度は、(i)さくらサイエンスプラン、(ii)海外研修の2つの事業を実施した。それぞれの事業の研究開発の概略は、以下の通りである。

(i) さくらサイエンスプラン

1) 研究開発の経緯

日時	内容
平成 29 年 5 月上旬	運営に携わる TeamSSH 結成・役割分担
平成 29 年 5 月中旬	全体企画・クラス企画のそれぞれの検討
平成 29 年 6 月 8 日(木)	さくらサイエンスプラン実施

2) 研究開発の内容

当日の流れ

1 時間目	受け入れ準備・会場設営	各クラスおよび体育館の会場準備，クラス企画確認
2 時間目	化学事前学習	各クラスのコア SSH メンバーが事前に錯体について自ら学習し，その内容を分かりやすくクラス生徒に教える。
3 時間目	クラス企画	各クラスのコア SSH メンバーが考えたクラスでの交流企画を実施。内容はすべて英語で行うこととした。
4 時間目	全体企画	派遣された各国の生徒が自分たちの国や学校についてプレゼンしたのち，本校の紹介およびコア SSH メンバーが企画した大科学実験を披露した。
午後	講演会	ノーベル化学賞を受賞された野依良治先生によるご講演

訪問生徒および配当クラス

クラス	国 (学校名)	高校生	引率者
4-1	インド(Sanskriti)	8 名	1~2 名
4-2	インド(Sanskriti, Sinhya)	8 名	1~2 名
4-3	インド(Sishya)	8 名	1~2 名
4-4	インド(RN Podar)	8 名	1~2 名
5-1	インド(RN Podar, City Montessori GM)	8 名	1~2 名
5-2	インド(City Montessori GM)	8 名	1~2 名
5-3	モンゴル	10 名	2 名
5-4	ラオス	10 名	2 名

クラスおよび全体企画

クラス	企画内容
4-1	班に分かれ，理数系のパズルやクイズを出題する
4-2	食塩水を使って 6 色の層をつくる実験
4-3	レゴブロックを用いて各班でより速く走れるモーターカーの作成し競う
4-4	班に分かれてのクイズ大会と，人間電池をつくる実験
5-1	ストローだけでタワーをつくり高さを競う
5-2	葉肉を水酸化ナトリウムで溶かして朧づくりと折り紙講習
5-3	紙とのりを用いて紙タワーをつくり，高さを班で競う
5-4	人間ビンゴゲーム，耐重量構造を作成し競う
大科学実験	過酸化水素とヨウ化カリウムの反応を利用し泡をつくる



図1 活動の様子

(ii) 海外研修

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よ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 29 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		参加生徒の事前指導
平成 30 年 1 月	実施 (22 日) (B)	参加生徒の事前指導
2 月	実施 (9 日, 19 日, 23 日) (B)	
3 月	実施 (12 日) 検証 (V)	参加生徒の事前指導 実施 (18~22 日) (B) 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によるポスターセッションを行った。また、サイエンスの授業に参加したり国立科学工芸博物館の見学、系列校である義守大学医学部を訪問したりした。

B: 実施

(i) サイエンス英語イマージョンセミナー

日時: 1 月 22 日 (金) 15:45~17:45 What makes a good research poster? (1)
 2 月 9 日 (木) 15:45~17:45 What makes a good research poster? (2)
 2 月 19 日 (木) 15:45~17:45 Poster making and checking
 2 月 23 日 (日) 15:45~17:45 Presentation skills workshop and final poster making
 3 月 12 日 (木) 15:45~17:45 Poster presentation

(ii) 海外 IB 校との交流

日時：平成 30 年 3 月 18 日（日）～ 22 日（木）

場所：義大国際高級中学/義守大学医学部/国立科学工芸博物館（中華民国高雄市）

参加者は 3～4 年生の 17 名（男子 8 名，女子 9 名）

	訪問先等（発着）	実施内容
3 月 18 日	成田空港発・高雄国際空港着	BR107
3 月 19 日	義大国際高級中学	a) サイエンスの授業への参加 b) Maker activity - Robots
3 月 20 日	義大国際高級中学 国立科学工芸博物館	a) サイエンスの授業への参加 b) 国立科学工芸博物館の見学 c) 課題研究ポスターセッション
3 月 21 日	義大国際高級中学	a) サイエンスの授業への参加 b) 義守大学医学部訪問
3 月 22 日	高雄国際空港発・成田空港着	BR108



図 2 課題研究発表の様子



図 3 施設見学の様子

V 検証：アンケートによる検証

Web 回答によるアンケート結果を基に検証する。図 4 に自己評価によるサイエンスイマージョンセミナーで身についた資質・能力を示す。図 5 に海外 IB 校との交流に期待することを示す。(%)

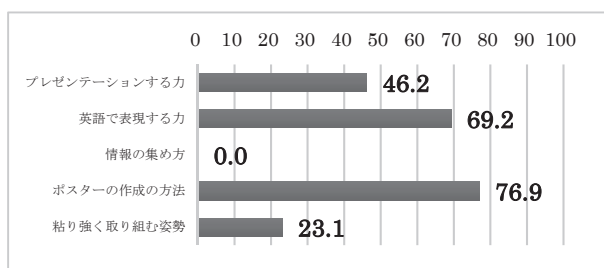


図 4 サイエンス英語イマージョンセミナーの効果

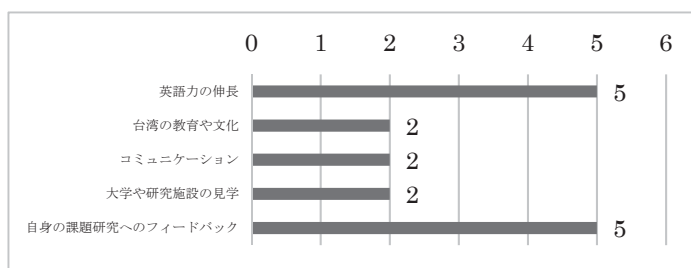


図 5 海外 IB 校との交流に期待すること

SSH 台湾研修の事前学習の位置づけで行ったサイエンスイマージョンセミナーにおいては、ポスターの作成方法、英語での表現、プレゼンテーション力等の実践力が身についたことがわかる。さらに、海外 IB 校との交流に期待することに対する自由記述からは、英語による発表および自身の課題研究に対するフィードバックに対する期待が大きく、本取り組みが生徒の課題研究をより充実させていることがうかがえる。

3) 実施の効果とその評価

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づき、実践する機会となった。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。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) - 4 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：質問紙調査や報告レポートによる検証

1) 研究開発の経緯

○セミナー事業

・南極教室

平成 29 年 7 月 10 日(月)15:00～15:45	国内接続試験 (A)
平成 29 年 7 月 11 日(火)	南極教室の事前学習 (A) (担当；本校理科教員)
平成 29 年 7 月 18 日(火)15:00～15:45	南極接続試験 (A)
平成 29 年 7 月 19 日(水)	南極教室の実施 (A)
平成 29 年 7 月末	Web 回答による質問紙調査(V)

・講演会「原子力とは何だろう？一宇宙の歴史と人間の歴史から」

平成 30 年 2 月	事前学習①「チェルノブイリの実状」(担当:本校社会科教員) (A)
平成 30 年 2 月	事前学習②「福島の高校生の声」(担当：本校社会科教員) (A)
平成 30 年 2 月	事前学習③「原子力発電の原理」(担当：本校化学科教員) (A)
平成 30 年 2 月	事前学習④「六ヶ所村の現在」(担当：本校社会科教員) (A)
平成 30 年 2 月 20 日(火)	講演会の実施 (A)
平成 30 年 2 月	事後学習：ダイアログ「原発とどう向き合うか」(A,V)
平成 30 年 3 月初旬	Web 回答による質問紙調査(V)

○フィールドワーク事業

平成 29 年 10 月	事前学習(A)
平成 29 年 11 月 13 日(月)	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 29 年 11 月末	Web 回答による質問紙調査(V)
平成 29 年 12 月	4 年生(高 1)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】

A₁「南極教室」：企画・実施

南極で観測を行っている南極地域観測隊員と本校生徒がリアルタイムで交信することにより、地球環境や地球の歴史、さらには宇宙の謎にまで迫る南極観測の現在を学び、南極を通じて地球や宇宙のことを考える機会となった。

講師：第 58 次南極地域観測隊 鈴木裕子氏

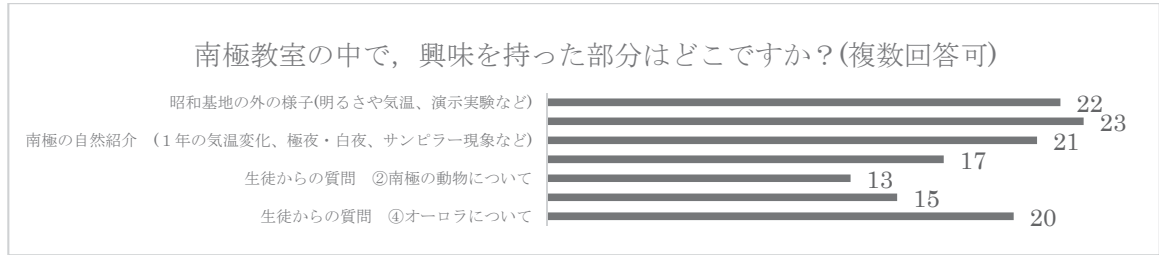
開催日時：2017 年 7 月 19 日(水) 15:00～15:45



図 1 南極との中継

V₁：検証

開催後の質問紙調査の結果を以下に示す。回答数：30



A₂ 講演会「原子力とはなんだろう？—宇宙の歴史と人間の歴史から—」：企画・実施

本校教員による 4 回の事前学習を経て、原子核工学がご専門の澤田先生に、宇宙の歴史と人間の歴史から「原子力とは何か？」についての講演をしていただいた。原子力発電の是非に留まらず、放射線やエネルギーの原点から考える新たな視点を教えていただいた。

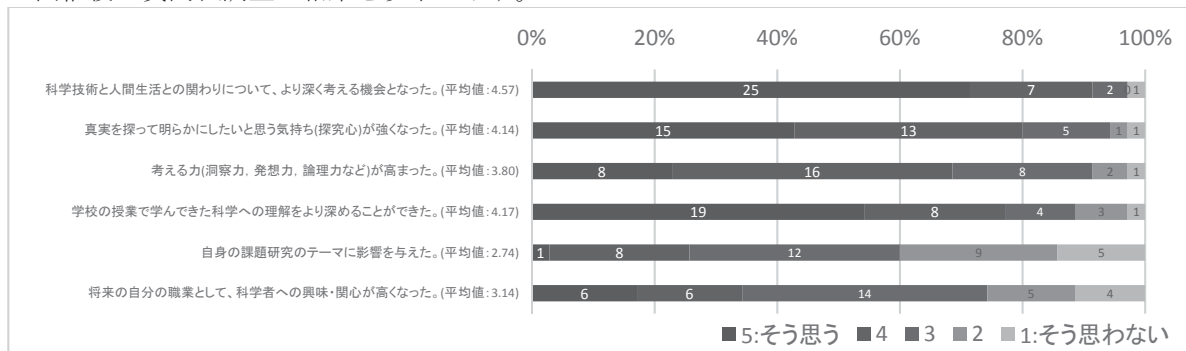
講師：東京工業大学 澤田哲生先生
開催日時：2018 年 2 月 20 日（火） 10:30～12:20



図 2 講演会の様子

V₂：検証

開催後の質問紙調査の結果を以下に示す。



質問紙調査および講演会後の事後学習として実施したダイアログ「原発とどう向き合うか。」における生徒の発言から、社会的問題でもある原子力発電の是非について多様な見方を学び、個々の生徒が自分事として捉えることができたことがわかった。単発の講演会ではなく、事前・事後学習の実施が、原子力発電に対する深い理解と探究心の伸長に対する効果につながったものと考えられる。

A₃ サイエンスフィールドワーク：企画・実施

4 年生（高 1）を対象に以下のコースでフィールドワークを行った。コースの割り振りは生徒から希望を取った後、受け入れ施設と調整して以下の人数配分とした。

<コース>

【1：宇宙科学コース】(物理・地学) (40 名)

宇宙開発の中核機関である「JAXA 筑波宇宙センター」と、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・実験施設の見学を通して宇宙科学について理解を深める。

【2：防災科学コース】(化学・物理・地学) (27 名)

気象現象や自然界のさまざまなふるまいを研



図 3 サイエンスフィールドワークの様子

究し、防災に応用している「防災科学技術研究所」と「気象研究所」の見学を通して、防災や地球温暖化に関わる科学研究について理解を深める。

【3：生命科学コース】(生物・化学) (27名)

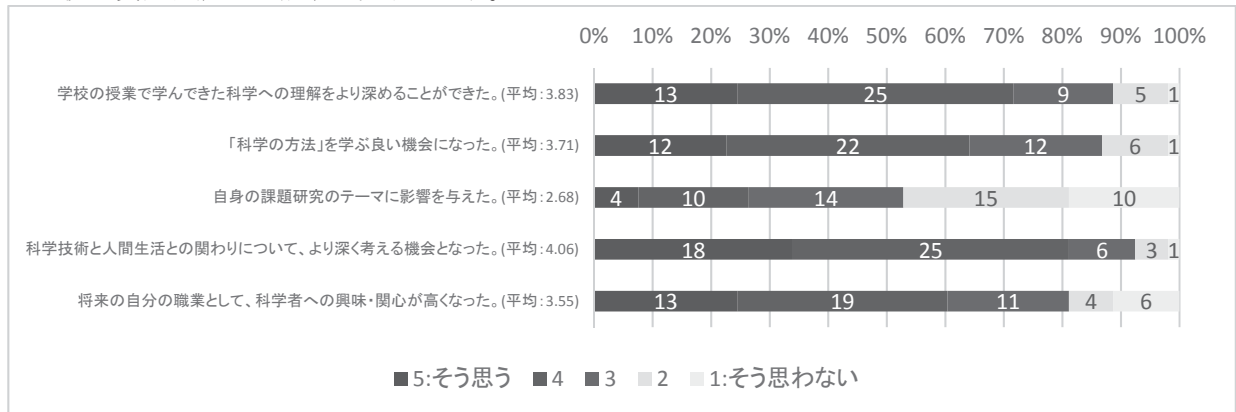
「理化学研究所」のバイオリソースセンターを中心に生物学の先端研究に触れるとともに、生物学研究における農業や畜産分野での応用について「農研機構」にて理解を深める。

【4：医療臨床コース】(医療) (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。

V₃: 検証

実施後の質問紙調査の結果を以下に示す。



(生徒の感想より)

- ・研究員の人たちが実際に実験をしている姿を見て、科学の発展が現実的に感じられた。
- ・今回のサイエンスフィールドワークでは、最先端の科学を実感するとともに、学校で学ぶ科学とのつながりも見出せた。

アンケート結果から分かるように、最先端の研究・実験施設や医療現場の見学を通して、科学について理解を深め、科学技術と私たちの生活との関わりについて考える機会となったことがわかる。また日頃授業で学んでいる理科の内容と研究、日常生活と関連付けて捉えることができている。一方、自分が行っている課題研究と関連付けて考えることができている生徒が多いこともわかる。今年度はフィールドワークの事前学習を十分に行っていないため、目的意識を持ってフィールドワークに臨むことができなかったのではないかと考えられる。次年度も幅広いテーマでのフィールドワークを実施するとともに、コース決定後、各コースの施設や見学内容について学習させ、目的意識を持って参加できるような手立てを行う。

3) 実施の効果とその評価

セミナー事業として実施した講演会「原子力とはなんだろう？—宇宙の歴史と人間の歴史から—」に参加した生徒の投稿が毎日新聞(2018年3月3日)に掲載された。

セミナー・フィールドワーク事業は、SSH 課題研究のテーマに直結するものではないが、授業での学習や科学の方法をより深めるよい機会となっていることがわかる。

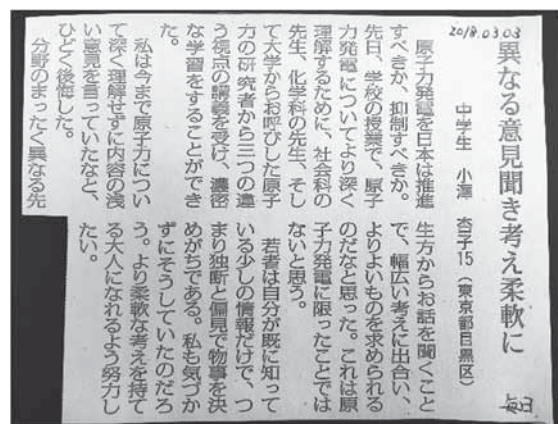


図 4 生徒による新聞投稿

い。研究倫理審査は、主にヒトを対象とする研究から 10 件の申請があり、特別研究推進会にて審査した。

(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"> ・ SS 数学に関わる研究開発・企画立案及び実施(仮説 1, 3) ・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)
理科	<ul style="list-style-type: none"> ・ SS 理科に関わる研究開発・企画立案および実施(仮説 1, 3) ・ SSIB 講座の企画立案及び実施(仮説 1) ・ 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) ・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)
家庭科	<ul style="list-style-type: none"> ・ SS 家庭科に関わる研究開発・企画立案及び実施(仮説 1, 3) ・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)
国際教養委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・ SS 理数探究に関わる企画立案及び運用(仮説 2) ・ ISS チャレンジの企画立案及び運用(仮説 2)
IB 委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・ PP に関わる企画立案及び運用(仮説 2) ・ IB 評価と本事業で開発する評価方法の支援(仮説 3)
SGH 委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・ ISS チャレンジの企画立案及び運用(仮説 2)
各学年	<ul style="list-style-type: none"> ・ SS 理数探究に関わる企画立案及び実施(仮説 2) ・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2)
SSH グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 課題研究に関わる生徒指導(仮説 2) ・ 課題研究論文の審査(仮説 2) ・ SSH 事業に関わる生徒引率等(仮説 2)

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。

- 4月6日(木) SSH 研究計画概要について
- 4月27日(木) 授業研究会(公開授業)の方針および ATL の整理
- 6月22日(木) 学習指導要領の改訂および高大接続改革への対応について
- 7月10日(月) MYP 研修—各学年における課題の整理および IDU の設定について
- 9月21日(木) 国際教養の体系化と整備について
- 10月19日(月) 「学びの地図」作成について
- 11月20日(月) MYP 研修—各学年における課題の整理および IDU の設定について
- 2月22日(木) 学びの地図」作成について

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 4 年次の平成 29 年度は、中間評価における指摘事項ふまえ、各 SSH 事業の検証の定量化、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、それに対する今後の研究開発の方向性を次に示す。

実施上の課題	研究開発の方向性
(検証の定量化) 研究開発の仮説を検証できる方法を確立させる必要がある。	SS 科目の開発(仮説 1)においては、総括的評価課題に対する観点別評価データの蓄積を分析する。ただし、教員間で評価規準の共通理解することが前提となる。 SS 理数探究の開発(仮説 2)においては、基本的に ATL を基準とした質問紙調査を活用していく。ただし、種々の調査が生徒の負担にならないように、回答率は多少下がるが Web 回答の方法を取る。
(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、探究の過程を念頭においた実験デザイン重視の単元設計、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、SS 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重心を置く。
(SS 家庭科) 授業で自然科学との結びつきを扱った内容以外について、生徒がその結びつきを感じる事が難しい。	今後もさらに自然科学との結びつきを感じるとともに科学的な視点を用いて考えることのできる題材の開発を進めていく。
(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) 各学年において構築・開発した SS 理数探究のプログラムについて、各学年において育成したい資質・能力との妥当性・整合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・課題研究の充実) SSH 課題研究実施に関わる時間および学校施設(実験室等)の使用に限界がある。	課題研究の時間を 6 時間目に設定し、放課後を活用させる。夏休み、冬休み等の長期休暇を上手く活用させる。
(SS 理数探究・研究支援) 生徒の課題研究の件数の増大に伴い、生徒への指導・フィードバックが十分ではない。	メンター制度を見直すとともに、広範な領域・分野の卒業生への協力を依頼する。

5章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

指摘事項 1

課題研究を通して育てたい生徒の資質・能力についてしっかりと設定していることや、国際バカロレアの教育システムとの整合性を図りながら、理数系の探究活動を促す教育プログラム確立の試みを行っている点は評価できる。

指摘事項 1 に対する状況

- ・評価いただいている内容については引き続き継続的に行っている。生徒の課題研究を促す仕組みであるコンテンツ形式での ISS チャレンジは生徒に定着してきており、教育課程上に位置づいている課題研究だけでなく、有志を募って自ら課題研究を行おうとする生徒が年々増加している。また、IB の評価システムに基づくルーブリック評価を課題研究でも行っており、今後もその評価の観点を改善しつつ継続的に行う予定である。

指摘事項 2

国際バカロレアを踏まえて、SSH 校として何を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。

指摘事項 2 に対する改善策

- ・生徒の課題研究に対して育成すべき資質・能力として設定していた「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 IB の ATL スキル (approaches to learning skills) に対応させ、より精緻化を図る。
- ・課題研究における研究計画書提出 (5 月)、研究経過報告書提出 (11 月)、研究論文提出 (1 月) のそれぞれについて、ATL スキルに関連する項目を設け同一の項目で達成度や到達度をアンケート調査し、課題研究に取り組んでいる生徒の変容を量的に捉えることができるようにした。

指摘事項 3

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。

指摘事項 3 に対する改善策

- ・SS 数学および SS 理科で開発した教材や成果物について冊子にまとめ、全国の SSH 校や関連する IB 校などに配布した。SS 数学では、オリジナルのテキストとして、「座標幾何」「ベクトル」「三角関数」「極限と微分積分の考え」を作成した。従来の教科書にとらわれず、探究課題の解決をする中で概念を習得する流れをとっている。SS 理科では DP と学習指導要領との学習内容の対応を整理し、探究的な学びを実現する単元設計の実践報告書を作成した。
- ・引き続き、公開研究会や授業研究会にて SS 科目の授業を公開するとともに、研究協議をしっかりと行い、様々な意見をいただきながらさらに改善・発展させていく。

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) : SS 理数探究

SNSは社会にどのような影響を与えているか
Education
有機野菜は本当に安全？
探査ロボットの実験
ウイルスとは何か
葉はなぜ緑色なのかー葉が緑色になった理由を探究するー
有名なダイビングスポットの共通点ー身近なダイビングスポットの発見へー
クマムシの生態ークマムシは生物界最強ー
ゴルファーの成績、スイングから読み取るー松山秀樹選手から考えるー
LEDの安全性ー白熱電球とはどのように違うのかー
同性芸能人のうち、どのような人が一番憧れをもたれるのだろうか。[憧れの要因の数値化]
「かっこいい・かわいい」は何を基準に判断されるのか
なぜディズニーのパレードダンスは印象に残るのか [覚えやすさの数値化]
SNSは社会にどのような影響を与えているか

4 学年(高1) : 「PP(Personal Project)」(SS 理数探究)

外国のトップリーグで活躍する選手を分析する
カエデ翼果を利用したプロペラの実生活への応用
平均顔の有効性
海の環境とそこに住む生物の関連性
感性工学から作る売れる曲
食品中の鉄分とルミノール反応の関係
カメラを搭載した花火紙飛行機を作成する
効率良く持久力を高められる食事とは何か
安全で性能の良いパラシュートを研究する
雑草の生命力の有効活用
カブトムシの縮小が示す土壌の栄養について
比較実験による既存の除草法の評価
菌の培養とその特徴について
統計データでみるJリーグと海外リーグの差
クビレズタの浄化能力を利用した陸上養殖の効率化

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」(SS 理数探究)

RESEARCH ON CONFECTIONERIES USING CHARACTERISTICS OF SUGAR
Whole plant reconstruction から見た暁新世港層産”無道管被子植物”の材化石
オイルによる日焼け止め効果と有効活用
サッカーの試合におけるユニフォームの色と勝率の関係
データからみるコーナーキック
ハーブティーを使ったカフェインレスエナジードリンクの作成
ヒューマンエラーをカバーできる衝突安全性の高い車の開発
プロテアーゼの活用～卵アレルギーの分解を目指して～
レゴ・マインドストームを用いた地域美化活動
環境に悪影響を与えない発電装置の作成
集団心理の影響と作用について ～同調行動を示す人間の傾向分析～
数理モデルを用いたアイドルの人気度の解析
対数の性質の拡張
土に還るペットボトル
蜂蜜・砂糖レモンの苦味の原因解明
人間の価値を定量化する
動物の視界の再現
陸上競技において効果的に記録を出すためには

6 学年(高3) : 「国際6」(SS 理数探究)

サッカーの試合におけるユニフォームの色と勝率の関係
諸指標の関連から探る政治的選択の背景
ペプチドグリカン層と細胞外電子伝達速度
校舎内の雑菌に関する調査及び提言
線虫による匂いの識別
淡水と海水における珪藻の分布の違い
土壌内の各種産生菌及び白色腐朽菌の検出
Applying Psychology to Daily Life
陸上競技において効果的な記録を出すには
建築物の崩壊をシミュレーション
紙飛行機の性能の比較
ナンバーリンクの解法

資料2 2017年度 ISS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	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
1	蜂蜜・砂糖レモンの苦味の原因解明	課題I(5年・個人)	○	○	F	P	P	P			P	O
2	物質の温度と撥水	有志(4年・団体)		○								
3	太陽光での水の分解～次世代クリーンエネルギーの可能性～	有志(2年・個人)		○	SF							
4	色と3Dオブジェクトを利用した新しい作曲ソフトのシステム開発	課題I(5年・個人)		○								
5	Echeneis Naucrates のラメラ機構を応用した吸盤開発	課題I(5年・団体)		○	SF							
6	ゼータ関数の拡張	有志(3年・団体)		○	SF			P	P			
7	音楽の分析	有志(4年・個人)		○								
8	ポリフェノールの抽出とその活用	有志(4年・団体)	○	○	F		P	P				
9	IoT技術を活用した風力発電機の発電効率について	有志(4年・団体)		○								
10	果物や野菜でスマホを充電できるのか？	有志(2年・団体)	○	○								
11	対数の性質の拡張	課題I(5年・個人)		○	SF						O	
12	カエデ翼果を利用したプロペラの実生活への応用	有志(4年・団体)	○	○								
13	持久力を向上させるための効率の良い食事の仕方とは何か	PP(4年・個人)										
14	電気活性ポリマー性の自動的変更・運動補助スーツの開発	有志(3年・団体)										
15	カメラを搭載した火花紙飛行機を作成する	PP(4年・団体)	○	○								
16	Whole plant reconstructionから見た暁新世港層産”無道管被子植物”の材化石	課題I(5年・団体)	○	○	F							
17	サッカーの試合におけるユニフォームの色と勝率の関係	課題I(5年・団体)		○								
18	土に還るペットボトル	課題I(5年・団体)	○	○		P						
19	大腸菌へのプラスミドDNA導入のメカニズムの解明	課題II(6年・個人)		○	SF							
20	集団心理が意思決定に及ぼす影響を研究する	課題I(5年・団体)		○								
21	赤色葉における色素の働き	課題I(5年・団体)	○	○	F							
22	クビレズタの浄化能力を利用した陸上養殖の効率化	PP(4年・個人)	○	○	SF		O					
23	様々な観点から見て美容と健康的効果のあるパックを作る	有志(2年・団体)		○								
24	数理モデルを用いたアイドルの人気度の解析と予測	課題I(5年・個人)										
25	個人による様々な違いをグループに分けて考えたとき、それによる快適さの条件の違いと共通点は何なのだろう？	有志(2年・団体)		○								
26	チューイングガムからのガムベースの抽出および再利用	PP(4年・団体)	○	○								
27	ルミノール反応と食品中の鉄分	PP(4年・団体)	○	○	SF					P		
28	雑草の生命力の有効活用	PP(4年・団体)	○	○	SF	P			P	P		
29	プロテアーゼの活用	課題I(5年・団体)	○	○	SF	P	P					P
30	人工宝石の製造	有志(1年・団体)	○	○					P		P	
31	精油の活用	有志(4年・団体)										
32	オキシベンゾンの実用性～身近な太陽フレア望遠鏡の開発～	有志(2年・団体)	○	○								
33	ハーブティーを使ったカフェインレスエナジードリンクの作成	課題I(5年・個人)		○								
34	人が与える第一印象について	有志(2年・団体)		○								
35	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(4年・団体)	○	○	SF							
36	非可食バイオオマスの利用について	課題I(5年・団体)	○									
37	レゴ・マインドストームを用いた地域美化活動	課題I(5年・団体)	○	○								
38	被災地探査ロボット研究	有志(1年・団体)		○								
39	ヒューマンエラーをカバーできる衝突安全性の高い車の開発	課題I(5年・個人)										
40	ヒトの音の方向認識能力について	課題I(5年・団体)	○									
41	Estimation of Past Carbon Dioxide Concentration From Stomatal Index of Leaf Fossils!	有志(3年・団体)	○	○	SF	P				P		
42	環境に優しい除草剤の開発	有志(2年・団体)		○								

No.	研究テーマ	背景	物的支援	論文提出	審査結果	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
43	ジュニア世代のweb交流の場	有志(1年・個人)										
44	子供が食べられるピーマンにしよう	PP(4年・団体)	○	○	SF		P	P	P	P		
45	ナンバーリンクの解法	有志(4年・団体)		○								
46	セルロースを分解してエネルギー開発	PP(4年・個人)										
47	オイルによる日焼け止め効果と有効活用	課題Ⅰ(5年・個人)	○	○								
48	オゾン層と似た性質の空気の層を作る	有志(2年・団体)		○								
49	「平均顔」に関する研究	PP(4年・団体)		○	SF		P		O			
50	ハムスターの知能	有志(2年・団体)		○								
51	効果のある振動止めを作ろう	有志(2年・団体)										
52	現代のニーズに沿った衣服の染色及びその加工	有志(4年・個人)		○								
53	RESEARCH ON CONFECTIONERIES USING CHARACTERISTICS OF SUGAR	課題Ⅰ(5年・団体)	○	○								
54	ペプチドグリカン層と細胞外電子伝達速度	課題Ⅱ(6年・個人)										
55	ディズニールランドにおける攻略方法	課題Ⅰ(5年・団体)		○								
56	サポニンの界面活性作用の応用	有志(4年・個人)		○								
57	環境に悪影響を与えない発電装置の作成	課題Ⅰ(5年・個人)		○	SF			P			P	

- ① The 4th Symposium for Women Researchers
 ② 東京都SSH指定校合同発表会
 ③ 都立戸山高等学校第6回生徒研究成果合同発表会
 ④ 東京学芸大学主催 SSH/SGH課題研究成果発表会
 ⑤ サイエンスフェア
 ⑥ 関東近県SSH校合同発表会
 ⑦ 日本化学会主催第35回化学クラブ研究発表会

資料3 SSH運営指導委員会の記録

日時 2017年8月1日(火) 14:00～16:00

場所 東京学芸大学附属国際中等教育学校 E棟201教室

議題 本校SSH事業の中間評価を含む事業経過報告

- (1) SSH指定3年目の中間評価報告とその後の対応
- (2) 各事業の進捗状況および1学期の活動について
 - ・SS理科学目の開発について
 - ・SS数学科目の開発について
 - ・ISSチャレンジ(生徒課題研究)
 - ・さくらサイエンスプラン
 - ・南極教室
- (3) 生徒の課題研究の見学および発表
- (4) 意見交換等

運営指導委員 6名

氏名	所属	職名等	備考
滝澤 修	情報通信研究機構	マネージャー	
古屋 輝夫	理化学研究所	理事長室長	
森上 展安	森上教育研究所	社長	
吉富 芳正	明星大学	教授	
Bruce Stronach	テンプル大学ジャパン	学長	
クインシー 亀田	玉川大学 学術研究所	講師	

参加者

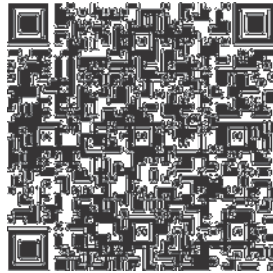
管理機関：太田伸也(副学長), 川村次郎(附属学校課長), 野口憲一(附属学校課)

本校：佐藤正光(学校長), 後藤貴裕(副校長)

鮫島朋美, 高橋広明, 菊地英明, 祖慶良謙, 北岡和樹, 足助志野, 松田はじめ(SSH委員会)

ISS チャレンジ(SSH 部門)のファイナリスト (最終審査進出者) の研究成果の発表を聴いて、ISS 生の科学研究について評価しましょう。

今年度の審査は、Web 上で回答してください。SSH 委員会からのメールもしくは以下の QR コードから、リンク先に接続し、本日中に回答してください。



ISS チャレンジ 2017(SSH 部門)のファイナリストの口頭発表は以下の通りです。

10:40-11:00	SSH 発表① 「蜂蜜・砂糖レモンを作ったときの苦味の原因解明」 ○○○○ (5年)
11:00-11:20	SSH 発表② 「ポリフェノールの抽出とその活用」 ○○○○・○○○○・○○○○ (4年)
11:20-11:40	SSH 発表③ 「赤色葉における色素の働き」 ○○○○・○○○○・○○○○ (5年)
11:40-12:00	SSH 発表④ 「Whole plant reconstruction から見た暁新世港層産“無道管被子植物”の材化石」 ○○○○ (5年) ・○○○○ (4年) ・○○○○ (6年)

Web 上での回答項目は以下の通りです。発表を聞く際の参考にしてください。

1. 各発表について、優れていると思われる項目を選択 (複数回答可)

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> テーマの設定 | <input type="checkbox"/> 仮説の立て方 | <input type="checkbox"/> リサーチ力 |
| <input type="checkbox"/> 実験・観察や分析のスキル | <input type="checkbox"/> 結論の導き方 | <input type="checkbox"/> 研究に対する粘り強さ |
| <input type="checkbox"/> 論理的に展開する力 | <input type="checkbox"/> 独創性 | <input type="checkbox"/> 新たな視点を与える魅力 |
| <input type="checkbox"/> 研究の社会的・学問的意義 | <input type="checkbox"/> 発表の構成 | <input type="checkbox"/> コミュニケーション力 |
| <input type="checkbox"/> その他 () | | |

2. 各発表へのコメント

3. 最優秀科学研究賞の選択 (1つだけ選択)

資料5 理科学習評価シートのサンプル

理科 学習評価シート (Practical Scheme of Work)



2017年度2学期

学年 クラス 番号 氏名

MYP理科およびSSH理科では、実験・観察を通じて、単独または協力して実験をデザインできる能力を身に付けることを目標としています。実験デザインには、科学的な知識、実験観察の技能(スキル)、科学的な思考力や判断力、コミュニケーション力、ICT活用能力等、多様な能力やスキルが必要になります。「理科 学習評価シート(Practical Scheme of Work)」では、理科の各科目で実施した形成的評価課題・総合的評価課題の評価の観点および学習評価を一覧にしています。実験デザインに必要な能力やスキルのさらなる向上を目指して、活用してください。

規準A	知識と理解	科学的知識についての説明ができるか、科学的知識を応用して問題解決できるか、情報を分析評価し科学的判断ができるかなど
規準B	探究	研究の背景となる科学的文脈を設定できたか、明確で焦点を絞った研究課題を提示できたか、適切な概念と手法を用いているかなど
規準C	実験観察の技能	実験器具や測定機器を正確に使用できるか、実験の記録を適切にできるか、実験室の安全規則を守れているかなど
規準D	データ処理	研究課題と関連付け、結論を裏付けるために、適切にデータを選択、記録、処理、および解釈しているか
規準E	評価	研究および結果について、適切に評価しているか
規準F	科学による影響の振り返り	科学の応用やそれが与える影響について説明・評価できるか、科学的用語を適切に使用できるかなど

- ※1 総合的評価：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合的に判定し評価したものである。
- ※2 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。
- ※3 ICTの活用は以下の①～⑤を示す。

- ① Datalogging データの記録
- ② Graph plotting software グラフ作成用のソフト(Excelなどの使用)
- ③ Spreadsheet 表計算用のシートの使用
- ④ Database データベース
- ⑤ Computer model/simulation コンピュータによるモデル化やシミュレーション

科目名	単元名	課題	日時	実験観察の記録		形成的評価 ^{※2}				総合的評価 ^{※1}							
				使用回数	時間(hrs)	評価の観点	評価対象	評価	評価規準						評価対象		
											A	B	C	D	E	F	
SS物理基礎	波	波の性質	2017年4月～6月	7	Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ										実験レポート
SS物理基礎	波	プラスチックバネによる定常波	2017年6月	1							6	6					定期考査
SS物理基礎	波	波の性質	2017年7月	1													定期考査
SS物理基礎	力と運動	力と運動	2017年4月～6月	8	メタ認知	A	「授業の振り返り」	チェックのみ									
SS物理基礎	運動学	運動学	2017年5月	1	科学的知識の理解	A	クリッカー小テスト	700									
SS物理基礎	動力学	動力学	2017年6月	1	科学的知識の理解	A	クリッカー小テスト	300									
SS物理基礎	運動学	運動学	2017年5～6月	2	実験観察の技能	CDE	水平面グラフ	8.5									
SS物理基礎	運動学	運動学	2017年5～6月	2	実験観察の技能	CDE	斜面グラフ	8.5									
SS物理基礎	動力学	動力学	2017年6月	②③④	2							6	7	6			実験レポート
SS物理基礎	力と運動	力と運動	2017年7月	1								7					定期考査
SS物理基礎	波の性質	音	2017年9月～10月		Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ										
SS物理基礎	波の性質	気柱共鳴実験の考察	2017年10月	1	ワークシート	ワークシート	チェックのみ										
SS物理基礎	電気	電気	2017年11月～12月		Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ										
SS物理基礎	電気	画板の動くメカニズムの解明	2017年12月	1								4	8		4		レポート
SS物理基礎	波の性質	音	2017年12月									5					定期考査
SS物理基礎	力と運動	力と運動	2017年9月～12月	12	メタ認知	A	「授業の振り返り」	チェックのみ									
SS物理基礎	作用反作用の法則・落体の運動	力と運動	2017年10月	1	科学的知識の理解	A	クリッカー小テスト	FB読み									
SS物理基礎	作用反作用の法則・落体の運動・仕事	力と運動	2017年12月	1	科学的知識の理解	A	クリッカー小テスト	FB読み									
SS物理基礎	抵抗力	抵抗力の探究	2017年11月	4								4	8	7	4		実験レポート
SS物理基礎	力と運動	力と運動	2017年7月	1								6					定期考査
SS化学基礎	化学変化と量的関係	炭酸カルシウムから発生する二酸化炭素の質量の測定	2017年4月～5月	4	化学的観念の定着と実験技能の向上	ABC	ワークシート	チェック									
SS化学基礎	物質の三態	エタノールの蒸留	2017年6月	2	実験観察の技能・グラフ作成	CD	ワークシート	チェック									
SS化学基礎	化学変化と量的関係	炭酸カルシウムと塩酸の実験	2017年5月	2								6		6	7		実験レポート
SS化学基礎	物質の三態	混合物の蒸留実験	2017年7月										8				期末テストでの出題
SS化学基礎	化学変化と量的関係	期末テスト	2017年7月									7					期末テスト
SS化学基礎	物質の変化	物質量とは何か?	2017年9月		知識の定着	A	プリント	8									
SS化学基礎	物質の変化	6色の水溶液を作ってみよう	2017年10月	2								6					レポート
SS化学基礎	物質の変化	中和滴定	2017年11月	①②③	4								7	8	7		レポート
SS化学基礎	物質の変化	ワークキャンプ課題	2017年11月												7		レポート
SS化学基礎	物質の変化	期末テスト	2017年									2					テスト

振り返り(Reflection) 1学期

規準A 知識と理解	今学期、知識と理解の能力は物理、化学両方において身に付けることができた。授業で習ったばかりのことで初めは理解ができなくても、それを自分の知識とするために復習をしたり、問題集を何回も解いたりして科学的知識を深めていった。さらに基礎がしっかり定着していることとまた新しいことを授業で習ったときにその蓄えた知識が生かされたりして応用にも役立った。
規準B 探究	今学期私は探究が一番好きだとわかった。先生から提示された実験を行うことはできるがその研究の背景をくみ取って自分の言葉で表したり、その実験からさらにできることはなにかを考えたりする能力はまだまだだと実感した。
規準C 実験観察の技能	実験器具は正確な手法を使って使用できた。取扱いに注意を払わなくてはいけない器具や薬品は班のメンバーと協力して安全に使えるように努めた。また考察する際に正確さが必要となる実験の結果も班のメンバーと分担して正確に必要な分量を取ることができた。
規準D データ処理	化学においては各授業の実験で正確なデータを取ることができ考察や結論を正しく導くことができた。しかし物理ではデータの処理に誤りがある結果が正確ではなくなってしまう。そのデータのせいでレポートにミスが出てしまったので2学期以降データの処理に気を付けていきたいと思う。
規準E 評価	レポートや各授業の実験の自己評価については結果、友達との意見交換などを踏まえたうえで適切に評価できたと考える。しかし自分の立てた仮説がなんともなく理由であったりすることもあったので妥当性の評価の面ではまだまだのところがあった。実験方法の妥当性や改善は説明ができた。
規準F 科学による影響の振り返り	今回の理科の授業では私たちの生活にもすぐ身近にかかわっているというものではなかった。しかしその習った科学が応用されている場面に出くわすことは少なくはないのでそういうところで今学期習ったことは使えようと思う。科学が与える影響は人々の生活を多少はサイエンス的に説明することができた点と今学期の授業から思った。

生徒の皆さんへ

本日、SSH委員会から「理科学習評価シートの振り返りについて」というメールが送られます。2学期の理科の学習について、Web上のアンケートに回答することにより、振り返りを実施してください。アンケート回答のめ切りは1月9日(火)とします。

資料6 教育課程表

添付資料

国際バカロレア MYP実施				国際バカロレア DLDP実施			
前期課程			後期課程			後期課程	
1年 (中1)	2年 (中2)	3年 (中3)	4年 (高1)	5年 (高2)	6年 (高3)	5年 (高2)	6年 (高3)
1	国語	国語	国語総合	現代文B	体育	体育	体育
2				古典B		保健	
3				社会 (基礎地理)		社会 (基礎歴史)	
4	地理A or 地理A(IM)	日本史A	Japanese A Literature HL				
5				数学1	数学2	数学3	SS数学 I
6	理科	物理	理科				
7				生物	化学	理科	SS生物基礎
8	地学	音楽	音楽				
9				音楽	美術	美術	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)
10	美術	保健体育	保健体育				
11				美術	保健体育	保健	体育
12	技術・家庭	技術・家庭	芸術				
13				英語	英語	C英語 I	家庭基礎
14	英語	英語	英語表現 I				
15				国際教養 (含HR)	国際教養 (含HR)	国際教養 (含HR)	情報の科学
16	国際理解	国際理解	国際理解				
17				国際理解	国際理解	国際理解	選択科目 Global Issues フランス語 ドイツ語 スペイン語 中国語 韓国・朝鮮語
18	国際理解	国際理解	国際理解				
19				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
20	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
21				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
22	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
23				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
24	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
25				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
26	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
27				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
28	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
29				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
30	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				
31				SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	人間理解 国際理解
32	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究				

- ①国際教養とは、学習指導要領で定められている「総合的な学習の時間」「学級活動(HR)」および「道徳」(前期課程)を再編した領域。
- ②国際教養では、「人間理解」「国際理解」「SS理数探究」の3つの柱を情報・知識の入り口として設け、教科教育とは違った視点で様々なテーマ学習を行う。校
- ③4年次に集中講座としてシーズンスポーツ(1単位)を選択することができる。

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 4 年次

2018 年（平成 30 年）3 月 14 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