

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5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31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 荻野 勉

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 5 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、本 SSH 事業におきましても、国際バカロレア(IB)の教育手法を生かし、数学・理科・家庭科における授業開発、中高一貫 6 年間の継続教育の強みを生かした理数探究活動開発を行ってまいりました。特に、授業開発におきましては、身に着けるべき能力・資質を明示しながら、IB の特徴である批評型・双方向型・探究型の授業づくりを 5 年間してまいりました。その間、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いただき、教育の質を高めてまいりました。

SSH 指定最終年度となる今年度は特に、中間評価での指摘を踏まえ、取組みの成果を検証する手立てとして資質・能力の伸長の度合いを定量化することを試みてまいりました。しかしながら、その壁は厚く、その試みにおいて著しい成果は得られませんでした。この点につきましては、今後とも挑戦をしていく覚悟です。

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、生活目線で、チョークを再利用する研究やコーヒー豆抽出カスを消臭に活用する研究など、研究の対象はとても多様でユニークです。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。5 年間の SSH の諸活動により、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ました。

それら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 30 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 化学	
(2) - 2 SSIB 物理	
(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 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	49
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	51
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	52
資料	
資料 1：教育課程上に位置づいた課題研究一覧	53
資料 2：ISS チャレンジエントリー課題研究テーマ一覧	57
資料 3：PSOW フォーマット	59
資料 4：研究実施計画書	60
資料 5：研究経過報告書および自己評価シート	62
資料 6：論文の書き方・研究論文フォーマット	66
資料 7：SSH 論文評価規準	68
資料 8：生徒課題研究倫理規定	72
資料 9：ISS チャレンジ審査について	75
資料 10：運営指導委員会報告	76
資料 11：今年度の教育課程表	77
資料 12：5 年間の成果	78

①平成30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 <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30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公開し、研究協議会を開催した。SS 数学においては、『TGUSS 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、普及モデルを提示した。

- ・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した。具体的には、SS 数学においてはテキストを作成し、SS 理科においては実践報告書「ルーブリックで変わる高校理科の授業～創造的思考・批判的思考を育てる～」を作成した。
- ・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4 年次に引き続き導入し、分析に活かした。
- ・SS 理数探究事業では国際教養委員会とともに、課題研究のルーブリック評価について検討し、評価の標準化の作業を導入した。これにより、校内でルーブリックの記述に対する共通理解が進んだ。
- ・SSH 事業成果報告会を開催した。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

特になし

○平成30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30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：5年次は、「複素数平面」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た。

SS理科：4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物理の学習内容を扱う集中講座として「SSIB物理講座」を開設した。講座内容は、相対性理論を扱った。また、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。講座内容は、無機材料化学としてのフェライト磁石や蛍光材料に焦点をあて、XRDやICPなど化学分析に関する知識とスキルを学習した。

（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、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（ISSチャレンジ—SSH部門—）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 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、講演会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，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。テキストや実践報告書などの成果物の作成にも至った。

(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 5 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。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。メンター制度の効果的活用については，検討する必要がある。

(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ブリックの改善が求められる。

②平成 30 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、理科、家庭科で開設し、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。30 年度（5 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。

30 年度（5 年次）：平成 29 年 6 月 23 日（土） 第 6 回公開研究会

	学年	科目名	授業主題
理科	5 学年(高 2)	SS 物理基礎	力と運動の探究
家庭科	4 学年(高 1)	SS 家庭	生活と科学を結び付ける授業実践(被覆)

公開研究会への参加者は約 500 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

SS 数学では、本 SSH 事業における研究開発で独自テキストの作成を行った。5 年次は、4 年次に開発した単元「三角関数」と「極限と微分積分の考え」のテキスト紙面化に続き、単元「複素数平面」を紙面化できたことが大きな成果と認められる。

2. SS 理科

SS 理科では、この 5 年間を通してルーブリックによる観点別評価を行い、単元設計書や総括的評価課題、生徒作品等を蓄積してきた。本年度は、この 5 年間の蓄積をもとに、SS 理科の成果物として、実践報告書「ルーブリックで変わる高校理科の授業～創造的思考・批判的思考を育てる～」を作成した。

3. SS 家庭科

5 年生(高 2)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。公開研究会では、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 5 年目となった今年度は、連携機関との共同開発も進み、講座内容の改定、テキスト化も進んだ。また、今年度は、物理および化学において講座を開設した。

講座名	会場	実施日
SSIB 化学講座	東京学芸大学	11/24、11/25
SSIB 物理講座	東京学芸大学附属国際中等教育学校	11/23、11/24

(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」、幅広い科学的素養を身に付け科学技術に理解のある人材のすそ野を広げるための「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。今年度は、交流校との日程調整ができず、これまで「グローバルサイエンス事業」として実施してきた海外研修を行うことができなかった。

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—SSH 部門— (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、教育課程上に位置づ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—SSH 部門—へのエントリー件数を示す。年々増加していることから、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	5年次 (本年度)
研究件数	15件	34件	65件 (149名)	57件 (150名)	63件 (163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章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 指定校に配布した。

◇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。

3. グローバルサイエンス事業

交流校(台湾)との日程調整がつかず、本年度は「海外IB校との交流」を実施しなかった。

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触れる機会を提供することにより、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。

◇その他フィールドワーク

今年度は、生徒課題研究テーマを発端としたフィールド調査として、原子力発電や核廃棄物に関連した以下の活動を行った。

- ・核物理学者 Taylor Wilson 氏との交流会開催(4/14)
- ・放射線に関する討論会「おこしやす。京都の陣」(7/27、28)
- ・「JST 活動報告会：福島を未来へ活かすために」(11/23、24)
- ・中学生サミット@六ヶ所(12/22、23、24)
- ・地層処分事業の理解に向けた選択型学習支援事業の交流会(2/16)
- ・福島スタディーツアー(3/14、15)

その他にも、4月21日(土)に開催された理化学研究所和光地区の公開イベントに参加した。今年度は見学だけでなく、本校生徒がサポートスタッフとしてラボのお手伝いをした。

(4) 評価方法開発事業

SS 理科科目において開発した実験観察評価シート(Practical Scheme Of Work)を継続して導入し

た。総括的評価課題と形成的評価課題の区別を明確にすること、形成的評価課題においても評価の視点を明確化すること等の改良を加えて、年度を超えたデータの蓄積を行った。これにより、授業を通して育成される資質・能力を分析できるようになった。

② 研究開発の課題

SSH 指定 1 期目の研究開発において、生徒の主体性を促す探究的な学びを実現する授業改善や課題研究への取組みについて、IB に関する実践研究に基づき、他校への汎用的なモデルとして新たな提案をし、実践してきた。具体的には、教育課程上に設置した「SS 科目(数学・理科・家庭科)」 「課題研究 I・II」の開設が挙げられる。

「SS 科目」においては、IB プログラムのカリキュラムと現行学習指導要領および新学習指導要領の比較を行い、以下の表 1 に示す共通点と相違点を見出し、実社会の状況を取り込んだ探究的な学びを実現する授業改善に関する研究開発が進んだ。

表 1 IB と学習指導要領の相違点

共通点	相違点
数学・具体的事象への活用 ・客観的、論理的に物事を説明する力の育成 理科・探究的な学習の重視 ・持続可能な社会の構築を目指すための環境教育の充実 ・科学と人間生活との関連の重視	数学、理科共通して、 ・学習内容の構成 ・学習範囲 ・評価方法(評価の観点)

これにより、これから IB 認定校を目指す高校だけでなく、非 IB 校(一般的な学校)にも参考となる成果として、SS 数学ではオリジナルのテキストを作成し、SS 理科では「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～」 「ルーブリックで変わる探究的な理科の授業～創造的思考・批判的思考を育てる～」の授業実践報告書の作成に至った。

「課題研究 I・II」においては、研究倫理や情報収集の方法など課題研究に必要な情報を整理した「課題研究ガイド」を作成し、1 年間で研究計画書(5 月)→研究経過報告書(10 月)→研究論文(1 月)を提出し、課題研究を実施するシステムを導入することができた。それらの評価には、ルーブリックを用いた観点別評価を導入し、それぞれのステップにおいて、生徒自身がその達成度を理解した上で研究活動できるよう整備した。

しかし一方で、「SS 科目」においても「課題研究 I・II」においても、その効果の検証を資質・能力の伸長という視点で定量化することが、課題となっている。授業改善や課題研究の実施による生徒の質的変容を授業者や担当者の実感として感じる部分は大いにあったが、定量化する方法が確立できていなかった。

また、生徒課題研究における課題は、現実社会における課題と高校生による課題研究との関係性についての検討が足りなかったことが挙げられる。指定 1 期目の生徒課題研究のテーマの中には、以下の表 2 に示すように社会への貢献や変化(SOCIAL CHANGE)を目指した研究テーマがあったが、その視点を研究活動に活かすできなかった。

表 2 研究テーマと SOCIAL CHANGE の視点の例

テーマ	視点
雑草の生命力の有効活用	発展途上国での農業としての利用
ポリフェノールの抽出とその活用	日々の献立の提案
コバンザメのコバンの原理を用いてよりよい吸盤を開発する	着脱が容易な吸盤の商品開発
小型原子力発電所における自動化アルゴリズムの開発	有人宇宙探査の電力源の稼働システムの開発

1 つの社会事象に対して、その解決を探る方法は多数ある。課題研究として限られた時間内でできることには限界があるかもしれないが、多様なアプローチで臨むことの意義を伝え、生徒の主体的な行動をより支援するシステムを構築することが望まれる。

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

平成30年度(5年次)は、項目毎に次の事業を展開した。また本年度は、昨年度と同様に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
→SS科目の開設と教科授業改善
- ・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で共有
→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

- ・課題研究を推進する能力となる課題発見力、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発信力などの育成を柱とする中等教育6カ年を通じた体系的な活動の開発
→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・耐性（レトランス）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、どちらかといえば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と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

5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、1～4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「複素数平面」を2学期（11月に6年生（高校3年））に授業実践を行った。

日時	内容
平成30年4月28日(土)	「推測統計」, 「複素数平面」の探究課題の検討(A)
平成30年5月26日(土)	「推測統計」, 「複素数平面」の探究課題の検討(A)
平成30年7月28日(土)	「推測統計」, 「複素数平面」の探究課題の検討(A)
平成30年9月24日(月)	「推測統計」, 「複素数平面」の探究課題の検討(A)
平成30年11月7日(水)	「複素数平面」の紙面化WG(A)
平成30年11月24日(土)	「推測統計」の紙面化WG(A)
平成30年12月1日(土)	「複素数平面」の紙面化WG(A)
平成30年12月22日(土)	「推測統計」, 「複素数平面」の紙面化の全体検討(A)
平成31年1月19日(土)	「複素数平面」の紙面最終確認(A)
平成31年2月23日(土)	「推測統計」の探究課題の検討(A)
平成31年3月23日(土)	「推測統計」の探究課題の検討(A)
平成31年1月	冊子『TGUISS 数学5・6 (座標幾何・三角関数・極限と微分積分の考え・ベクトル・複素数平面)』の作成(A)
平成30年度2学期	「複素数平面」の探究課題の実践(B)
平成30年度2学期	「複素数平面」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・3)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・3)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『TGUISS 数学5・6(座標幾何・ベクトル)』としてまとめた。

4年次は、「三角関数」と「極限と微分積分の考え」の内容をまとめ、テキストとして冊子『TGUISS 数学5・6(三角関数・極限と微分積分の考え)』としてまとめた。

本年次(5年次)は、「推測統計」と「複素数平面」の2つの単元の紙面化を目指した。全体で紙面構成および探究課題の検討をし、大枠が決まった段階で、「推測統計」「複素数平面」の2つにワーキンググループに分かれ、細部の検討に入った。「複素数平面」は数年前から少しずつではあるが検討に入っており、検定教科書の内容の不足や内容の精査を行った。「推測統計」も昨年度から教材の収集・検討は始めており、次期学習指導要領に含まれる「検定の考え方」をはじめとする「推測統計」の単元の再検討を行った。「推測統計」はまだ検討の必要性を感じ、今年度の紙面化を断念した。「複素数平面」は紙面化し、これまでの紙面化した「座標幾何」「ベクトル」「三角関数」「極限と微分積分の考え」を含め『TGUISS 数学5・6(座標幾何・ベクトル・三角関数・極限と微分積分の考え・複素数平面)』と合本冊子にした。

表1 単元構成

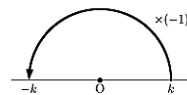
三角関数
初等幾何
座標幾何
ベクトル
行列
複素数平面
微分積分の考え
推測統計
微分積分

S1 複素数平面

探究1 複素数を視覚化しよう

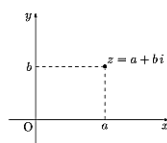
実数は数直線上に表すことで視覚化することができる。複素数を視覚化するにはどうすればよいのだろうか。18世紀の終わりに、ヨーロッパの数学者などが、初めて複素数を視覚化し、幾何的に表示することができたと言われている。どのように幾何的表示を考えたのだろうか。

■問1 ある実数に-1をかけると、答えはその実数を、原点を中心に180°回転した位置の点になる。このことから、-1をかけるという操作を、「実数直線上の点を原点のまわりに180°だけ回転すること」と考えることができる。では、iをかけることを、どのように考えればよいか。図をかくて説明しなさい。

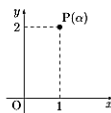


iを2回かけると-1になるね

複素数 $z = a + bi$ (a, b は実数) を、座標平面上の点 (a, b) に対応させると、複素数と座標平面上の点は1対1に対応する。複素数を表示する平面を複素数平面またはガウス平面といい、 x 軸を実軸、 y 軸を虚軸という。複素数 z の表す点 P を点 $P(z)$ または点 z と書く。実数0の表す点は原点 O である。純虚数に大小関係がないので、複素数にも大小関係はない。



■問2 右の図の点 P が示す複素数 α を答えなさい。

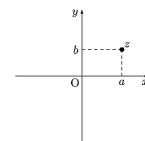


確認1 複素数平面上に、次の複素数を図示しなさい。

- (1) $A(3+2i)$ (2) $B(3-2i)$ (3) $C(-2)$ (4) $D(3i)$

Q. 複素数 $z = a + bi$ に対して、次の点は点 z に関してどのような位置関係にあるだろうか。

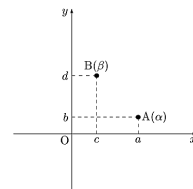
- (1) $-z$ (2) \bar{z} (3) $-\bar{z}$



Q. 複素数の和・実数倍の図形的意味を考えよう

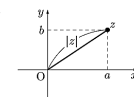
複素数 $\alpha = a + bi$, $\beta = c + di$ とする。このとき、 $A(\alpha)$, $B(\beta)$ に対して、次の点は複素数平面上ではどこに位置するだろうか。

- (1) $C(\alpha + \beta)$
 (2) $D(\alpha - \beta)$
 (3) $E(2\alpha)$
 (4) $F(-\frac{1}{2}\beta)$



確認2 0でない2つの複素数 α, β について、3点 $0, \alpha, \beta$ が一直線上にあるための条件を考えてみよう。

複素数平面上の点 z に対して、原点 O と点 z との距離を z の絶対値といい、 $|z|$ で表す。



Q. 絶対値の性質について実数との違いは?

a, b が実数のとき、絶対値には次のような性質があった。

- (1) $|a| \geq 0$ (2) $|a| = 0 \iff a = 0$ (3) $|a| = |-a|$
 (4) $|a|^2 = a^2$ (5) $|ab| = |a||b|$ (6) $|\frac{a}{b}| = \frac{|a|}{|b|}$

(7) $|a+b| \leq |a| + |b|$
 実数 a, b を複素数 α, β に拡張してもこれらの性質は成り立つだろうか。成り立つ場合はそのことを示してみよう。

図1 「複素数平面」の紙面例

B 実践研究：作成した探究課題の実践

5年次には、単元「複素数平面」に関して、開発した探究課題のいくつかを6年生（高校3年生）実践した。ここでは、そのうち“宝はどこに埋まっている？”に関する実践を記す。探究課題は以下の通りである。

探究1 宝はどこに埋まっている？

宇宙創成時の「火の玉宇宙論」を提唱した物理学者ジョージ・ガモフ（1904～1968）は、彼の著書の中で次のパズルのような問題を紹介している。

冒険家が、ある無人島で次のような古文書を発見した。

『この島にある井戸から松に向かって真っすぐ進み、そこから右に 90° 曲がって同じ距離だけ進み、そこに杭1を打て。次に、同じ井戸から榎の木に向かって真っすぐ進み、そこから左に 90° 曲がって同じ距離だけ進み、そこに杭2を打て。杭1と杭2の真ん中に財宝を埋めた。』

この島には松の木と榎の木はあったが、井戸は土に埋もれてしまったらしく、どこにも見当たらなかった。しかしこの冒険家は宝を発見することができたという。宝の場所はどこだったのだろうか。

下の図がこの島にある松の木と榎の木の位置を示している。この図で、宝の場所を数学的に探ってみよう。

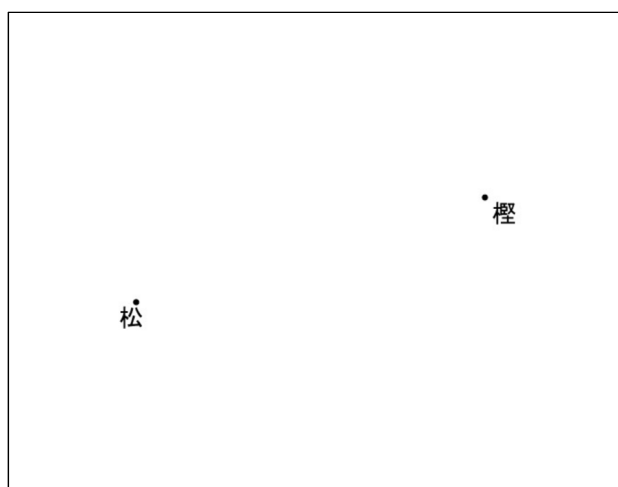


図2 探究課題「宝はどこに埋まっている？」

生徒たちは5年生の「座標幾何」の学習時において、都合の良い座標軸を設定すればよいことを学んでいる。また、この探究以前に複素数平面は導入され、実部を x 座標、虚部を y 座標と考えて座標平面に表現する仕方を学習済みである。したがって、生徒の多くは「松」と「榎」の点を直線で結び、実軸と捉えた。虚軸は「松と榎の点を結ぶ線分の垂直二等分線」「松を通り実軸に対して垂直な直線」「榎を通り実軸に対して垂直な直線」と捉えた。ある生徒は「井戸」の場所を仮定し、その位置を原点として実軸、虚軸を引いた。この探究課題は5年生の「ベクトル」においてレポート課題と出された「タイムカプセルはどこか？」の複素平面版になる。生徒はその課題をよく覚えてお

り、「宝」は「井戸」の場所に依存しないことを知っていた。「井戸」を原点にして実軸、虚軸を設定した理由が過去の学習によるものであった。

比較検討の場面では、座標幾何の方法とベクトルの方法が挙げられた。複素数平面で考えることになる段階で「 90° 曲がる」を複素数で用いてどう表現するかに焦点が集まった。複素数の積が回転を表すという前時までの学習から複素数の積であることはすぐに理解できた。

適切な実軸、虚軸を設定し、「松」と「樫」の位置を複素数で表し、 90° 回転を複素数の積で表現するところまではすんなりといったが、これから先の操作が生徒には難しかったようである。

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「複素数平面」の探究課題として開発したものを実践した。この教材は複素数平面上の回転移動の概念を育むことをねらいとしている。この探究課題を通して回転移動を理解することができたと考える。この考え方が既習の座標幾何やベクトルの考え方そして三角関数に結びつき、極形式など複素数の表現の仕方の妥当性を理解していった。ガモフが複素数の有用性について挙げた「ガモフの問題」は複素数平面上の点の回転や分点など複素数の性質が総合的に学習でき、その理解を確かなものにするものである。

3) 実施の効果とその評価

5 年次は、4 年次に開発した単元「三角関数」と「極限と微分積分の考え」のテキスト紙面化に続き、単元「複素数平面」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い教材へと昇華させていきたい。

また、今年度は断念せざるをえなかった「推測統計」の紙面化は更なる検討重ね、来年度には完成を目指す予定である。さらに「微分積分」の紙面化をこれから目指す予定である。前々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：
4 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：
授業実践 (IB の趣旨に基づく授業の実践, ルーブリック評価)
教科会 (ルーブリック評価・新学習指導要領と IB の評価に関する基礎研究, 評価調整)
V 検証：
ATL ¹ に関するアンケート調査, Web 回答による質問紙調査, 評価データの分析

1) 研究開発の経緯

平成 30 年 4 月	4 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 30 年 4 月 ～平成 31 年 2 月	教科会+授業実践 (B)
平成 30 年 6 月	第 6 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)
平成 30 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 30 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 30 年 4 月 ～平成 31 年 2 月	SS 理科科目で行っている学習活動および実験・観察課題の実施状況の調査・評価調整・実施結果の分析 (B)
平成 31 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 4 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、新学習指導要領で重視されている「探究の過程²」を実現し、生徒の ATL の伸長に寄与し、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

4 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次の 2 点に整理した。

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.7

	課題	対応策
①	新学習指導要領に対応した探究的な理科授業の普及モデルを提示する。	<ul style="list-style-type: none"> IB プログラムの趣旨に基づく探究的な理科授業が、どのように「探究の過程」と対応しており、生徒の資質・能力をどのように評価するのか、具体的な授業実践に基づき提示する。 観点別評価規準に注目し、新学習指導要領と IB プログラムの対応関係を明らかにする基礎研究を行う。
②	SS 理科研究開発が、生徒の ATL の育成に寄与しているかを定量的に検証する。	<ul style="list-style-type: none"> 探究的な学習を導入した単元前後で質問紙調査を実施し、結果を分析する。

上記①、②の詳細を以下に示す。

① 新学習指導要領に対応した探究的な理科授業の普及モデルを提示する。

これまで SS 理科科目では、IB プログラムの趣旨に基づく探究的な理科授業について、単元設計から総括的評価課題と単元・教材レベルでのルーブリックの開発、ルーブリック評価の実施、そしてアンケートによる生徒の資質・能力育成に関する定量的検証まで実践的に研究してきた。そしてこのたびの学習指導要領改訂で、授業における探究の過程の実現は、より一層明確に求められるようになった。また同時に、「何を知っているのか」だけでなく、「何ができるようになったのか」といった点が重視されるとともに、資質・能力ベースのカリキュラムマネジメントが求められるようになった。そこで本年度は、これまでの SS 理科科目の研究開発の成果に基づき、探究的な理科授業の普及モデルを提示するとともに、新学習指導要領と IB プログラムとの対応関係を観点別評価規準に注目してまとめる基礎研究を行うこととした。

② SS 理科研究開発が、生徒の ATL の育成に寄与しているかを定量的に検証する。

SS 理科科目では生徒自身で「探究の過程」の自然現象に対する気づきから課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案を行う「探究デザイン」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ことで、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。4 年次の研究では、その変化を定量的に検証するため、理科学習評価シート（Practical Scheme of Work; PSOW）のフォーマットとその活用方法を改良するとともに、各学期終了時に行っている ATL に関する振り返りを Web 回答方式に変更し、生徒の変容をデータ分析した。これにより、理科の授業を通して生徒は「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」が身についたと自己評価している一方で、「情動スキル」や「転移スキル」などの ATL はあまり身につけていないと自己評価していることがわかった。しかしながら、質問紙調査は 1 学期末と 2 学期末に行われており、どの科目の授業が、どの ATL をどの程度伸ばしたのかという点を検証することはできていなかった。新学習指導要領で求められる資質・能力ベースのカリキュラムマネジメント実現のためには、具体的に生徒のどのような資質・能力をどのように育てるのかまで見通して、授業実践を行わなければならない。そこで本年度は、上記の学期ごとに実施している ATL に関する質問紙調査を継続しつつ、生徒による探究的な学習が実施された単元の前後で質問紙調査を行い、単元ごとに該当生徒の ATL に関する自己評価の変容を分析することとした。

B：実践研究

① 新学習指導要領に対応した探究的な理科授業の普及モデルの提示

これまでの SS 理科科目の研究開発の成果に基づき、実際に授業実践が行われた単元について以下の点についてまとめることで、普及モデルとした。

・探究の問い ・対象学年、科目 ・単元の目標 ・育成を目指す ATL ・焦点化した探究の過程 ・学習内容 ・単元構成 ・総括的評価課題とルーブリック ・評価の方法 ・授業者から

また、理科の観点別評価規準に注目して、文部科学省によって設定されたものと、IB によって設定されたものを文献調査に基づいて理論的に比較し、その類似点と相違点を考察する。

② SS 理科科目による ATL 育成への寄与の定量的検証

理科授業の探究的な学習を通して生徒がどのように ATL を発達させているのかの評価を試みることにした。具体的には、まず本校で実践されている探究的な学習を導入した理科授業の多くに共通して見られた「振り返りスキル」「批判的思考スキル」「創造的思考スキル」の三つの ATL について、それぞれのスキルの具体的な内容を記述したスキルクラスターを参考に、本校独自で質問項目を作成した。そして作成した質問項目を、SS 理科科目の授業を受ける生徒を対象として、年度当初および観点別評価 MYP 規準 B「探究とデザイン」または SS 理科科目規準 B「探究」の総括的評価課題を実施した単元、つまり生徒による探究的な学習が実施された単元の終了直後に配付し、自らの行動や思考などと照らし合わせながら、当てはまるものがいくつあるか、何が該当し、何が該当していないのかなどを回答させた。回答はリッカート尺度で「5→あてはまる」から「1→あてはまらない」の 5 段階である。集計は生徒の発達段階や情報機器の使用スキルや環境に応じて、紙ベースのものと Web ベース（Office365 アンケート機能 Form）のもの大きく二つのパターンで行った。具体的な質問項目は下のとおりである。質問項目のうち「振り返りスキル」に該当する項目は 1, 5, 9, 「批判的思考スキル」に該当する項目は 2, 4, 6, 8, 10, 12, 「創造的思考スキル」に該当する項目は 3, 7, 11 となっている。

ATL 質問項目

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. 探究の途中や終わりで、何がどこまでわかったのか、あるいは、わからなかったのか、次はどうすれば良いのかを振り返る。2. 探究の課題を見いだすために、自然現象を注意深く観察する。3. 探究の仮説は「もし～だったら」という問いかけをしながら立てる。4. 探究をより良いものとするために、課題と関連する情報を集め、整理する。5. 探究の途中や終わりで、自分の探究方法を検討し、より良く探究するために何ができるかを考える。6. 探究で得られた実験データや観察結果、集めた情報などを、科学的な根拠に基づき評価する。7. 課題を設定したり、仮説や観察・実験デザインを考えたりするときは、ありえないものや不可能なものも含めて、多数の案を検討する。8. 探究でデザインした実験や観察の方法が、安全で実現可能で倫理に反しないものであるかどうかを評価する。9. 探究の途中や終わりで、探究の過程を記録するようにしている。10. 複雑な問題を探究するために、単純化したいいくつかの課題に分けて考えたり、他のものに置き換えて考えたりする。11. 課題を設定したり、仮説や観察・実験デザインを考えたりするときは、すでに持っている知識を組み合わせたり応用したりする。 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

12. 探究で得られた結論に基づいて、未知の現象の結果を予想したり、これからの未来について予測したりする。

実践研究①②の一環として、6月23日（土）に実施した第6回公開研究会において、以下のSS理科科目を公開した（科目：5年生SS物理基礎，テーマ：力と運動の探究，授業者：西村壘太，北岡和樹）。運動学や運動方程式の知識を活用し、身の回りの物体の様々な運動の解析を通して、物体にどのような力がはたらいているのかを生徒が探究的に学習する単元で、経過報告プレゼンテーションの次の授業で、生徒各自が友達からのアドバイスを受けて、各自の探究で不足している点を改善すべく、追実験を行ったり、データ処理を見直したりする授業が公開された。その後の協議会での「振り返りスキル」「批判的思考スキル」「創造的思考スキル」を育成するための学習活動とその評価についての議論や、講師からの助言指導、および教科会での議論を通して、授業実践と評価を随時改善していった。

V：検証

実践研究① 新学習指導要領に対応した探究的な理科授業の普及モデルの提示

前述したように、SS理科科目の研究開発の成果に基づき、実際に授業実践が行われた単元についてまとめた。「育成を目指すATL」では、IBの趣旨に基づく理科授業が、どのように教科科目によらない一般的な資質・能力、いわゆるコンピテンシーの育成に関わっているのかが、事例ごとにまとめられている。また新学習指導要領で理科の基礎科目では一つ以上、基礎無し科目ではすべての「探究の過程」を少なくとも一回以上取り上げた授業の実践が求められていることから、「焦点化した探究の過程」はそういった授業実践に活用できるものと考えられる。「総括的評価課題とルーブリック」「評価の方法」で、実際にSS理科科目の授業で生徒に課された総括的評価課題と、それらをルーブリックでどのように評価することができるのかという具体例が紹介されたことで、パフォーマンス課題の評価を教員が行う際の参考にできるのではないかと考える。

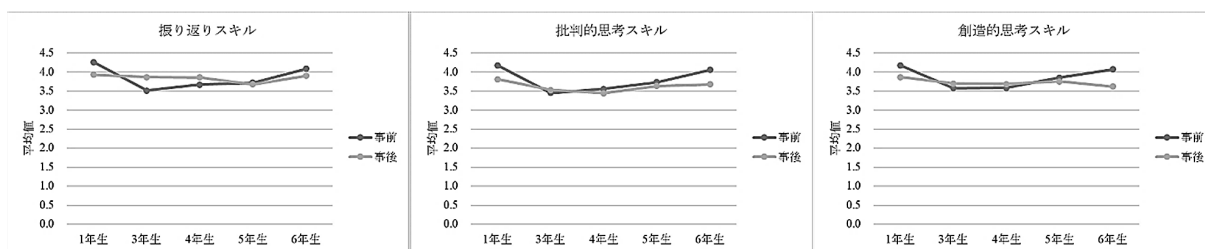
また、文部科学省とIBの理科の観点別評価規準の比較研究を通して、新学習指導要領がIBの学習と評価についての考え方に近づいてきていることがわかった。具体的には、「主体的・対話的で深い学び」のすべての教科・科目での推進により、生徒にこれからの社会を生きるための資質・能力の育成が明確に求められるようになったことで、“資質・能力のバランスのとれた学習評価を行っていくために、指導と評価の一体化を図る中で、ペーパーテストの結果にとどまらず、論述やレポートの作成、発表、グループでの話し合い、作品の制作等といった、多面的な評価を行っていく必要がある”³と述べられ、教員が学習評価の質を高めることができる環境づくりが必要であると考えられている点である。

実践研究② SS理科科目によるATL育成への寄与の定量的検証

本節では、本年度新たに実施した単元前後でのATLに関する質問紙調査の結果とその考察について述べる。書くATLの値は該当する質問項目の回答値の平均をとったものであり、「振返」は振り返りスキル、「批判」は批判的思考スキル、「創造」は創造的思考スキルをそれぞれ表す。

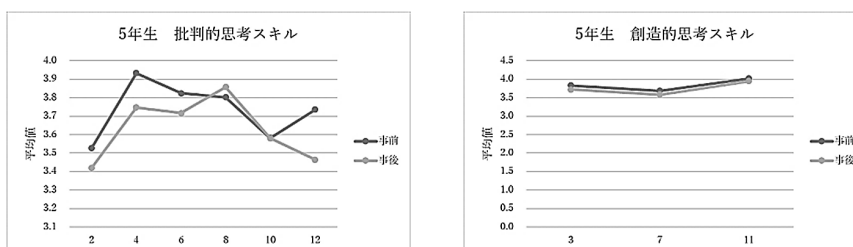
図〇は事前・事後調査の結果をATLごと、学年ごとにまとめたものである。ただし2年生は本稿執筆時点で、まだMYP規準B「探究とデザイン」を評価する総括的評価課題に取り組んでおらず、事後調査を実施していなかったため、図からは除外している。

³ 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会総則・評価特別部会（第9回）配布資料：総則・評価特別部会、小学校部会、中学校部会、高等学校部会のとりにまとめに向けた論点（案），（2016）。



図○ 事前事後調査結果 (左：振り返りスキル, 中：批判的思考スキル, 右：創造的思考スキル)
 各科目で規準 B の総括的評価課題を実施した時期は異なるため、単純に学年ごとの違いを比較することはできない。どのスキルも平均値は 3.0 以上になっているため、生徒は単元の学習や総括的評価課題を遂行する際に、ここに挙げた三つの ATL スキルを意識しながら学んでいるということが言えるだろう。

図☆は、5年生の批判的思考スキル、創造的思考スキルのアンケート項目ごとの事前事後調査の結果である。なお、本アンケートに該当するのは5年生の実践は物理基礎の力学分野である。図☆より、5年生では批判的思考スキルのアンケート項目4「探究をより良いものとするために、課題と関連する情報を集め、整理する。」、12「探究で得られた結論に基づいて、未知の現象の結果を予想したり、これからの未来について予測したりする。」で事前調査に比べて事後調査の方が大きく平均値が減少してしまった。項目4については、単元指導計画の中で、身近な運動について調査する時間を取れなかったことや、生徒がレポート執筆に有用な情報を見つけられるようにするための手だてを、教師は打つことができなかったからであろう。項目12については、本課題の目標が調べたい運動を一つ決めて、その運動と力の関係を運動方程式によって明らかにすることだったため、得られた結論を似た現象に適用し、その妥当性を評価するところまで、生徒の探究活動としては求めていなかったからであろう。5年生は創造的思考スキルにはほぼ変化が見られなかった。



図☆ アンケート項目ごとの結果 (5年生 左：批判的思考スキル, 右：創造的思考スキル)

以上より、ATL を基にしたアンケートを単元の前後で実施したことで、アンケート結果と総括的評価課題に取り組む生徒の姿とを重ね合わせ、自らの授業を分析的に振り返る機会とすることができた。従来のテスト等で評価する知識・理解と比べて、数値化・客観化の難しい資質・能力ではあるが、数値的・客観的に評価するための方法の開発と研究が今後の課題である。

3) 実施の効果とその評価

本年度の大きな取り組みとしては、探究的な学習を導入した単元の前後で、ATL に関する質問紙調査を実施したことで、単元ごとの研究開発実施の効果の分析が可能となったことが挙げられる。これまで教師が一方向的に授業で意識していた ATL を、質問紙調査を定期的実施して生徒に質問項目を読ませ回答させることで、単元の学習を通して生徒がどのように ATL を活用し、発達させているのかを生徒と教師の両者が把握することを可能とした。一方で、1年生で事前調査に比べて事後調査で平均値が減少してしまうなど、できるだけ数値的・客観的に評価するための方法の開発と研究が今後の課題である。

(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 30 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 30 年 5 月 ～平成 31 年 2 月	題材の検討、開発(B)
平成 30 年 6 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 30 年 7 月 ～平成 31 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

例年、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ている。

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ている。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、実践してきた。しかし、これら既習事項の定着度が生徒によって異なることが題材の開発にあたって課題となっていた。

よって今年度は、既習事項の定着度の如何にかかわらず、自然科学的な視点でとらえることができるような題材の開発に取り組んだ。

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ている(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。これらの題材のうち、今年度は被服分野の立体構成に焦点を当て、裁断された布が衣服になるときに、「立体構造になるときに工夫されていることは何か」「体の部位の動きとどのようなかわりがあるの

か」が理科・数学の既習事項の定着度にかかわらず科学的にとらえることができるような題材を開発した。

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

6月23日(土)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 (被服)

授業者: 菊地英明

裁断した上衣のパーツ (襟, 前身頃, 後ろ身頃, 袖) と, 市販のシャツとジャケットを準備した。パーツは前と後ろ等をわかりやすくするために2色の布を用いて裁断した。また, パーツによっては縫い合わせたものも準備した。

授業では, 図1の内容について3~4人のグループごとに考えさせた。それぞれの項目に対応したパーツを配布し, ひとつの内容について3分で考えさせ, 次のグループに回す, という形式で, それぞれのグループが全ての内容について順番に考えることとした。

例えば, 内容の1では, 縫い合わせていない表襟と裏襟の他に, あらかじめこれらを縫い合わせたものも準備しておいた方がなぜ違うのかがわかりやすい。生徒は縫われて中表になっているパーツを外表にひっくり返すことで, 表襟の方が裏襟よりも大きく裁断されているのは表襟の端が裏襟側に控えられていることに気付く (図2)。

また, 内容の2では, 縫い合わせた前後の見ごろを肩に当てることで, パーツの後ろ肩側にふくらみができていること, 自分の肩も後ろ側がふくらんでいることがわかり, 「肩の形にそうように形成されていること」「後ろ肩のパーツを長くすることで後ろ肩がふくらむような立体的な構成ができること」に気付く (図3)。

1. 表襟と裏襟の大きさはなぜ違うのか。
2. 前身頃と後ろ身頃で肩の長さが違うのはなぜか。
3. 袖が左右で線対称でないのはなぜか。
4. シャツとジャケットで袖のつき方が違うのはなぜか。
5. 直線と曲線で縫い代分量が違うのはなぜか。
6. 布目の方向が決まっているのはなぜか。
7. 袖口などの縫い代の形状が外側に広がっているのはなぜか。

図1 上衣について考える内容



図2 実習の様子（表襟と裏襟）



図3 実習の様子（前肩と後ろ肩）

グループごとの考察が終わった後はクラス内で意見の共有をし、まとめや授業の感想の記入を行った。

生徒は、グループに回ってきたパーツを両端を持って引っ張ったり、身体にあてたりしながら、それぞれの内容について、「なぜそのようになっているのか」という視点で考えることができた。

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な記述がみられた（下線は筆者による）。

- ・布を切ってただ縫っているだけだと思っていたが、ただ縫い合わせるだけよりもさらに立体的になるための様々な工夫がされている⁽¹⁾ことに驚いた。
- ・立体的にするときに、腕をどのように動かすか、とか、体の凹凸などの構造がどのようになっているのか⁽²⁾、とかが考えられていてすごいな、と思った。
- ・ただの布、と思うと服は高いと感じてしまうが、様々な工夫をされながら縫われている、と思うと結構コストがかかりそう⁽³⁾。だから日本ではなく海外に工場がある⁽⁴⁾のだな、と思った。

これらの記述からは以下のように科学的な視点で理解をしていることがうかがえる。

- ・被服構成に用いられている平面（布）から立体（服）にする技術。ただ縫い合わせているのではなく、より立体的に仕上げる技術。（下線部（1））
- ・被服構成と人体工学との関連。（下線部（2））
- ・技術に対するコスト。（下線部（3））

また、自然科学的な視点だけではなく、下線部（4）のように海外での縫製など社会科学的な視点で考えている意見も見られた。

(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）

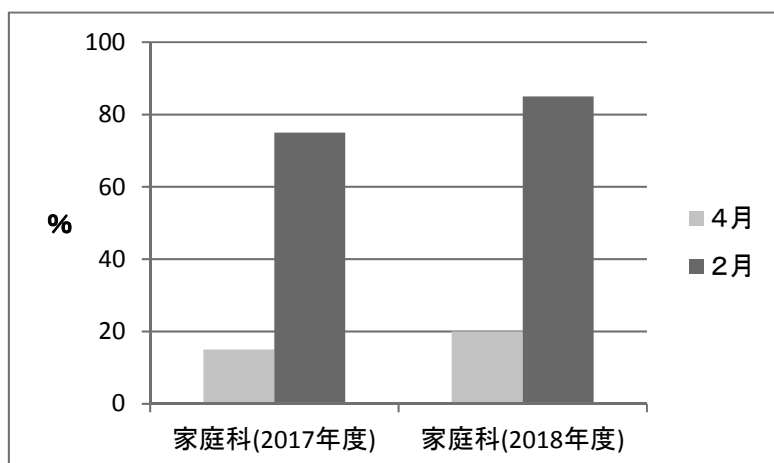


表1 SSHと関係が深いと思う教科・科目

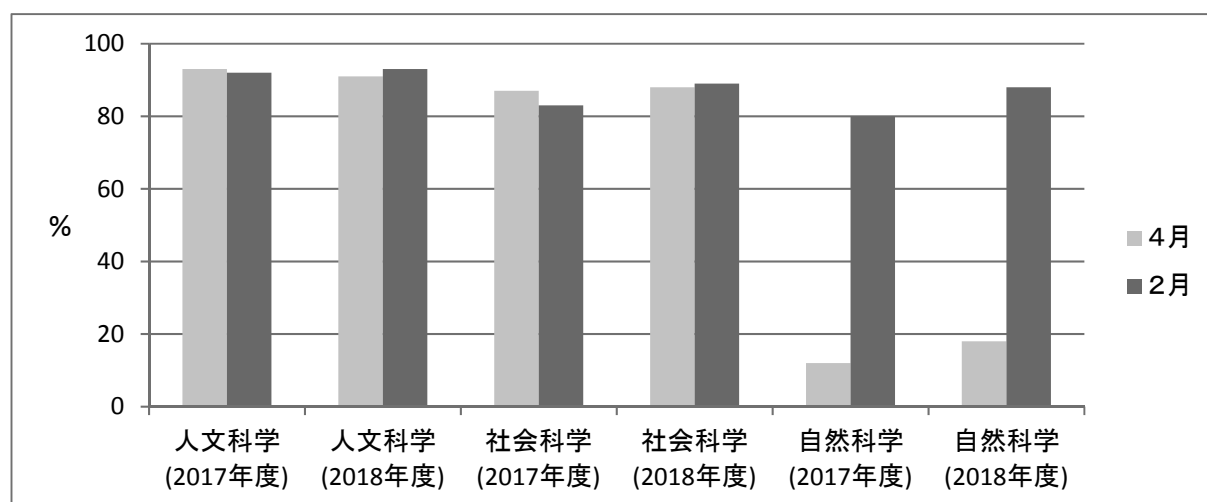


表2 家庭科は人文科学・社会科学・自然科学のどれと関係が深い

この結果、昨年度に引き続き今年度も「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。また、今年度の実践のように理数教科の既習事項の定着度の如何を問わずに取り組める題材のほうが、授業に積極的に参加し考えようとする様子が多くみられた。しかしながら、依然として、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 化学講座

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 30 年 4～6 月	SSIB 講座設計のための検討会議。(A)
平成 30 年 11 月 24～25 日	SSIB 化学講座の実施。(B)
平成 30 年 11 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。

B: 講座の実施

本年度の SSIB 化学講座も、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 2018 年 11 月 24 日 (土) 10:00–16:00

11 月 25 日 (日) 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 M208

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

小坂知己准教授

國仙久雄 教授

参加生徒 13 名

講座のスケジュール

1 日目 (11/24)	10:00	オリエンテーション ・自己紹介(講師・TA・生徒) 講義：固体材料の磁気特性
	13:00	実験：フェライト磁石の合成
2 日目 (11/25)	10:00	講義：蛍光材料と機器分析法の原理 実験：炭酸カルシウム系蛍光材料の合成
	13:00	機器分析：XRD, ICP, 蛍光分光光度計

講義・実習内容

材料は、液晶テレビ、スマートフォン、自動車や航空機など社会生活の様々な分野で利用されている。本講座では第一日目に材料が持つ面白い特性を紹介した上で、固体材料の磁気特性について簡単に講義する。午後にはフェライト磁石の合成を行う。具体的にはニッケルや鉄イオンが溶解した混合溶液を調製し、アルカリ溶液を加えることで沈殿を生成させる。この沈殿を洗浄、乾燥させた後、電気炉で焼成して合成を行う。第二日目には蛍光材料と機器分析法の原理について簡単に講義をした後で、炭酸カルシウム系蛍光材料の合成を行う。塩化カルシウムと賦活剤としてセリウムやマンガン、テルビウム等が溶解した混合溶液に炭酸アンモニウムを滴下して沈殿を生成させる。この沈殿をろ別して回収し乾燥させる。更に一日目に合成したフェライトの結晶構造を XRD、蛍光材料の蛍光特性を蛍光分光光度計、ろ液の金属イオンを ICP で測定し、合成した材料の特性と関連付けて考察を行う。



図1 講座の様子

V: 検証

Web 回答による質問紙調査の結果を以下に示す。

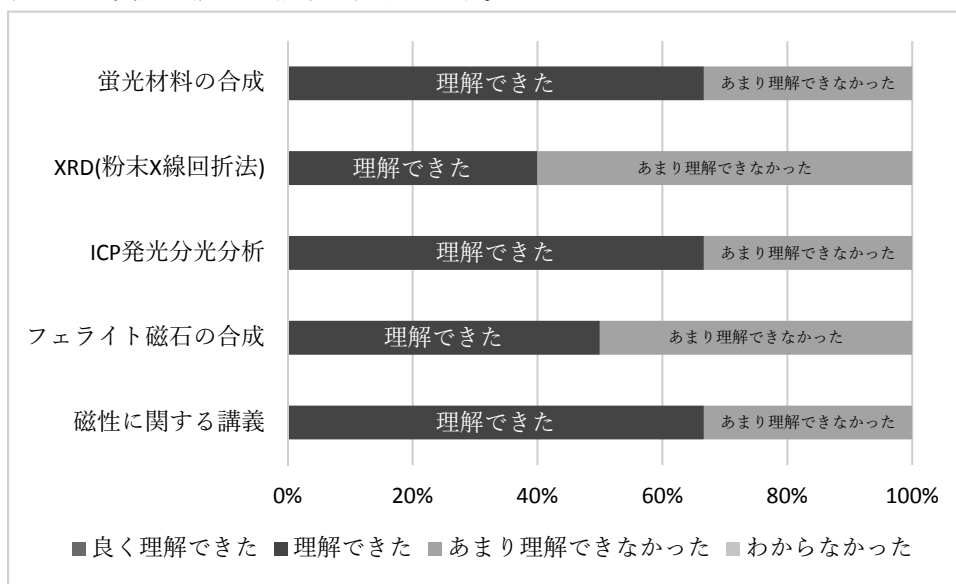


図2 講座内容の理解度

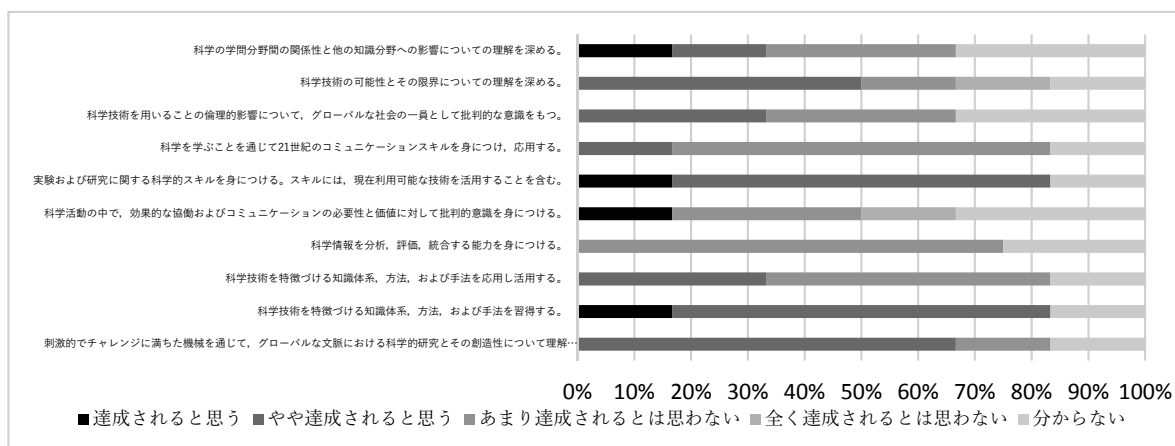


図3 DP Chemistry のねらいの達成

今年度の SSIB 化学講座は、日程調整の関係から2日間の実施となった。これまで同様に、DP Chemistry Option A 材料科学の学習内容を学ぶことを目的とした講座とした。自分たちで合成した試

料を使用して、XRD および ICP 発光分光分析の操作を行えたことは貴重な経験であった。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。

一方で、課題となることもあった。実施時期を再検討する必要がある。講座の特性上、専門性の高い学習内容(大学基礎レベル)を扱うことになるが、化学の基本が身につけていない時期に本講座を実施しても、理解度が低いと考えられる。少なくとも、物質量の概念、原子の構造、基本的な実験操作を習得してからの受講が望ましいと考える。

(2) - 2 SSIB 物理講座

SS 理科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（受講者に対するアンケート）

1) 研究開発の経緯

平成 30 年 4 月～11 月	SSIB 講座設計のための検討会議 (A)
平成 30 年 11 月 23, 24 日	SSIB 物理講座の実施 (B)
平成 30 年 11 月～12 月	Web 回答による質問紙調査 (V)

2) 研究開発の内容

【仮説】

DP の学習内容の一部で、日本の高等学校理科学習指導要領の範囲外の学習内容を、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 Physics には、Option という選択制のトピックがある。下に示す DP Physics におけるトピックには、日本の高等学校理科学習指導要領の範囲外の学習内容も含まれるなど、非常に発展的な内容となっており、同時に、大学での理論物理学ならびに実験物理学の基礎となる重要なトピックが挙げられている。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であると言える。

< DP Physics >

Option A: Relativity 相対性理論

Option B: Engineering 基礎工学

Option C: Imaging イメージング

Option D: Astrophysics 天体物理学

これらの内容を、本校教員と大学や研究施設とで連携を図りながら、IB の趣旨に基づく授業として実施することとした。SSIB 物理講座の設計にあたり、以下の設計方針を定めた。

- ・ 授業は、本校の物理の授業で学んだ知識から出発し、議論や生徒実験、思考実験を通して、生徒自身で理解し、新たな見方・考え方に到達できるよう工夫する。
- ・ 長期休暇中の集中講座として開講する。
- ・ 授業は、専門性の高い外部講師と本校教員の TT 形式をとる。
- ・ 本校希望者対象の講座とする。
- ・ 予習として、関連する書籍を参加生徒に貸し出し、講座当日までに読んでくることを課す。

B: 講座の実施

本年度の SSIB 物理講座は、テーマを Option A: Relativity 相対性理論とし、以下の要領で実施した。

日時 2018 年 11 月 23 日 (金) 9:00-15:00

11 月 24 日 (土) 9:00-12:00

場所 本校物理実験室

指導者 東京学芸大学教育学部自然科学系

基礎自然科学講座物理科学分野

新田英雄 教授

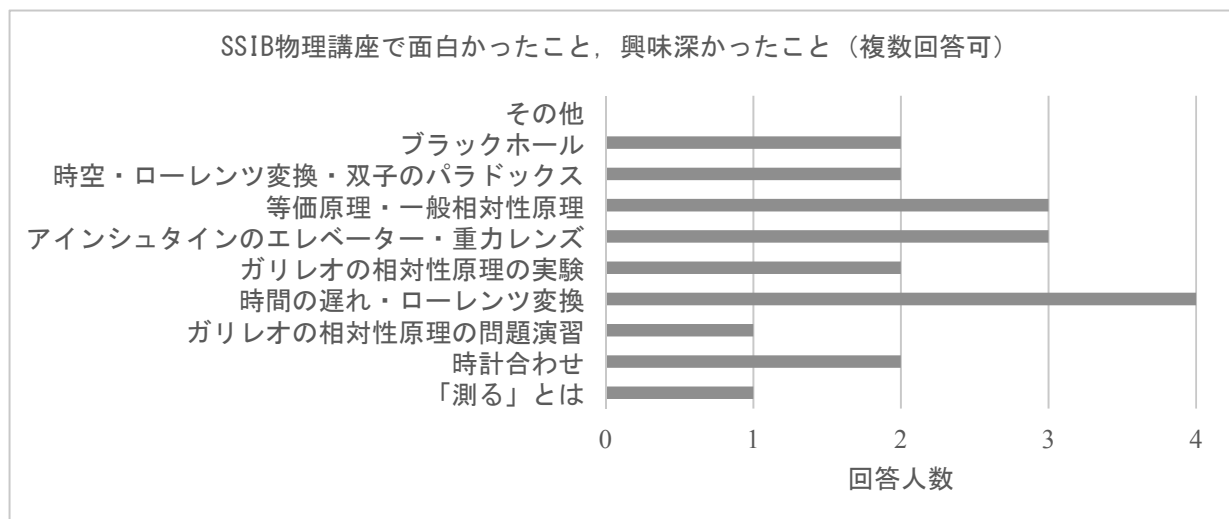
参加生徒 4 名

講座のスケジュール

1 日目 (11/23)	9:00	オリエンテーション (自己紹介) 「測る」とは何か 時計合わせ	Option A. 1 相対性理論のはじまり
	13:00	ガリレオの相対性原理 (演習・生徒実験) 時間の遅れ ローレンツ収縮	Option A. 2 ローレンツ変換
2 日目 (11/24)	9:00	双子のパラドックス アインシュタインのエレベーター 重力レンズ 等価原理 一般相対性原理 時空 ローレンツ変換 ブラックホール	Option A. 3 時空図 Option A. 5 一般相対性理論

V: 検証

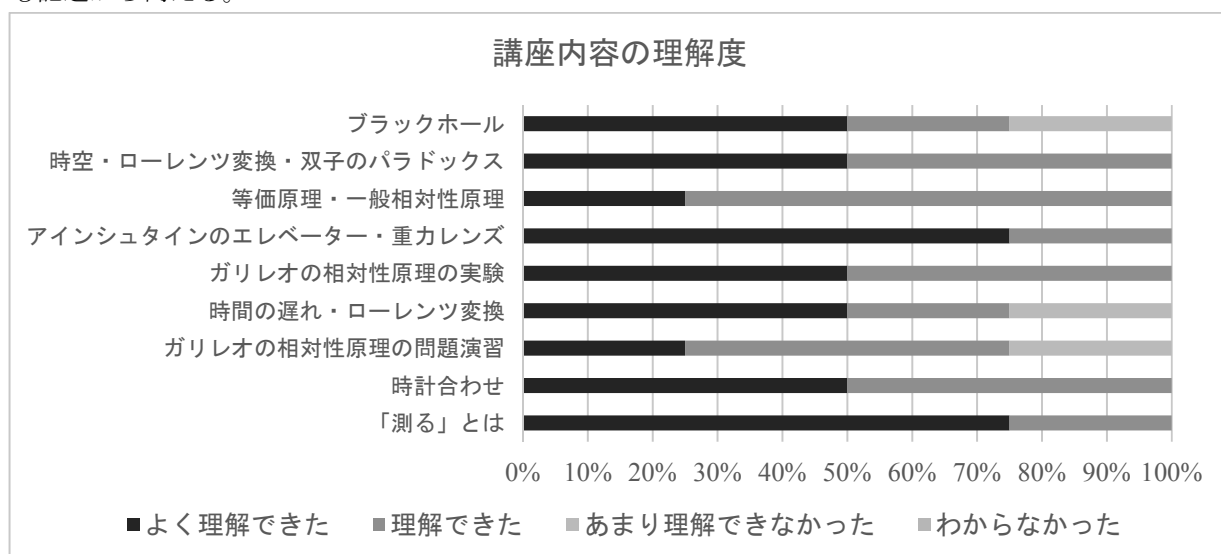
Web 回答による質問紙調査の結果を以下に示す。



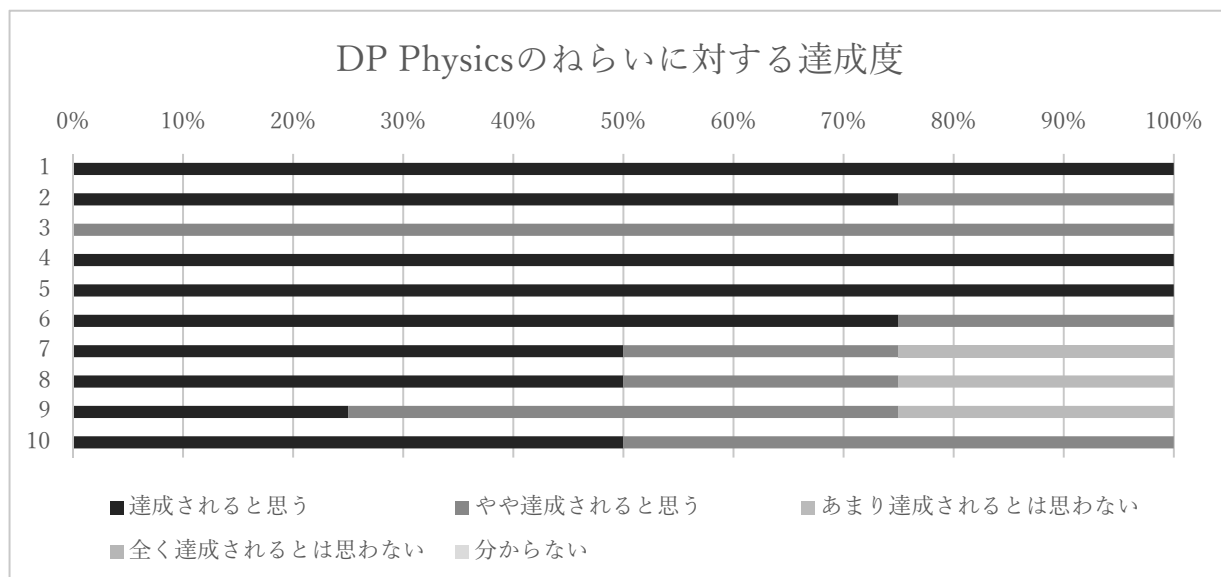
SSIB 物理講座 2 日間の感想

- ・ 本を読むだけだとわからないようなことが理解できてよかった
- ・ 内容的にはかなり実生活と離れていて、主に思考実験がほとんどだったが、問題解決する過程はなかなか面白かった。難易度的には普通に難しかったが、この世の中に起きうる現象についてなんとなくのイメージが掴めたような気がする。
- ・ 相対性理論という量子力学と共に物理学の双璧を成す分野について学べ、素晴らしい経験となった。理論だけでなく、実際に実験を行ってガリレオの相対性原理などを確かめられたのがとても良かった。また同学年の生徒と物理について議論ができて楽しかった。
- ・ 物理が楽しいと感じることのできた2日間でした。

上記より、「相対性理論」という一度は聞いたことはあるが、学んだことのない未知の学習内容について、参加者が十分に学び、非常に満足していることがわかった。物理の学習に動機づけられている様子も記述から伺える。



上図より、ほぼすべての項目で、「よく理解できた」「理解できた」と生徒が答えていることがわかる。少人数のゼミ形式で授業を展開したため、一人ひとりが納得するまでじっくりと議論し、意見を交換することができたからであると考えられる。



(上図の質問項目は以下の通り)

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的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. 科学技術の特徴づける知識体系，方法，および手法を応用し活用する。
4. 科学情報を分析，評価，統合する能力を身につける。
5. 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つける。
6. 実験および研究に関する科学的スキルを身につける。スキルには，現在利用可能な技術を活用することを含む。
7. 科学を学ぶことを通じて 21 世紀のコミュニケーションスキルを身につけ，応用する。
8. 科学技術を用いることの倫理的影響について，グローバルな社会の一員として批判的な意識をもつ。
9. 科学技術の可能性とその限界についての理解を深める。
10. 科学の学問分野間の関係性と他の知識分野への影響についての理解を深める。」

上図より，DP Physics のねらいは，本講座でその多くが達成されたことがわかる。高等学校理科学習指導要領の範囲を超える高度な学習内容であったが，議論や生徒実験など能動的な学習活動を随所に導入することで，IB の趣旨に基づく学び方が可能となったのだと考えられる。

SSIB 物理講座への要望

- ・ 他にも色々な分野の講座も解説してくれたら嬉しいです
- ・ 今回の SSIB 講座は比較的少人数で、個人的にはとてもやりやすく感じた。そのため、今後も少人数体制の講座を行って欲しい。
- ・ 次回はぜひ量子力学の講座を開いてください。
- ・ 今回の SSIB 物理講座は非常によかったです。

上記より，DP Physics の Option の学習内容を短期集中講座として取り上げる本講座は，生徒の興味関心を刺激し，物理の学習への動機づけを高める効果があると示唆される。また，少人数でのゼミ形式での講座は，生徒が普段受けている 30～40 名の集団授業とは違い，生徒と講師の距離が近く，議論も深まりやすいということで，需要があることがわかった。

3) 実施の効果とその評価

本年度の SSIB 物理講座の検証として行った質問紙調査の結果から，高等学校では取り組むことのできない発展的な内容を学ぶことができたこと，少人数でゼミ形式の講座とすることで，生徒と講師，あるいは生徒同士での議論が非常に深いものになることがわかった。一方，DP Physics を実際に学校に導入し，実施していくということを考えると，以下のような問題点はまだ完全には解決されていない。今後はより一層大学教員など，専門性を有する外部講師との連携を密にしていく必要がある。

- ・ 専門性の高い学習内容（大学基礎レベル）を生徒が探究的に学ぶための手立て
- ・ 集団授業において上記の学習内容を生徒の活動中心に展開する授業モデルの開発
- ・ 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

(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30年度教育課程表」に示す通り、本校では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。

これまでに、各学年が育成すべき資質・能力を表1のように設定した。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30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31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だす力	
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					

【研究内容・方法・検証】

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。

また、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実施し、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。

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

5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、4年次までに構築した体系立った理数探究プログラムをさらに深化させ、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。

[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。

- ・モノの形を科学的に考える
- ・身の回りからはじめる防災
- ・動植物の特徴を生かしたものづくり
- ・ゼロから始める Scratch
- ・「情報」の「正しさ」？- メディアの修正・補正 -
- ・音の「聴こえ方」を科学する
- ・身の回りの科学

[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。フィールドワークのコースごとに設けられたテーマにより、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、その結果から考察を行い、発表等により学年内で共有した。

[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、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 |

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。

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。

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

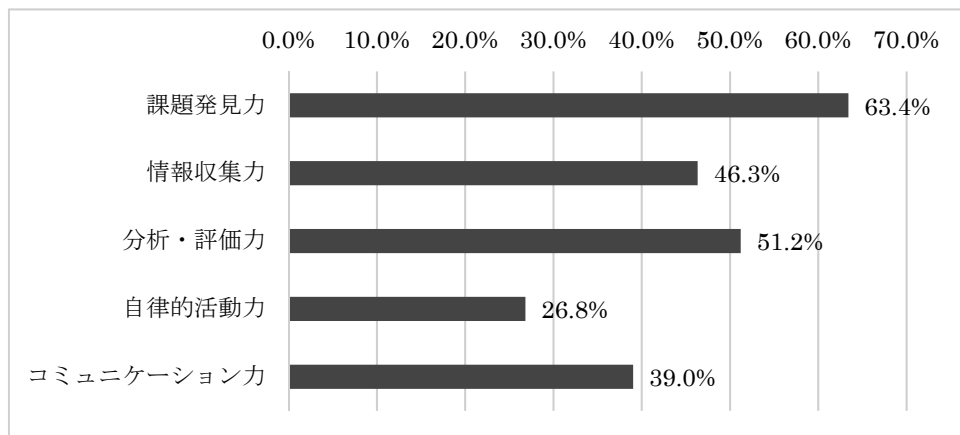
課題研究に対する振り返り、および表 1 に示す「各学年で育成すべき資質・能力」の定着を測るために、5 学年(高 2)生徒を対象に Web 回答による質問紙調査を行った。

質問事項は以下の通りである。

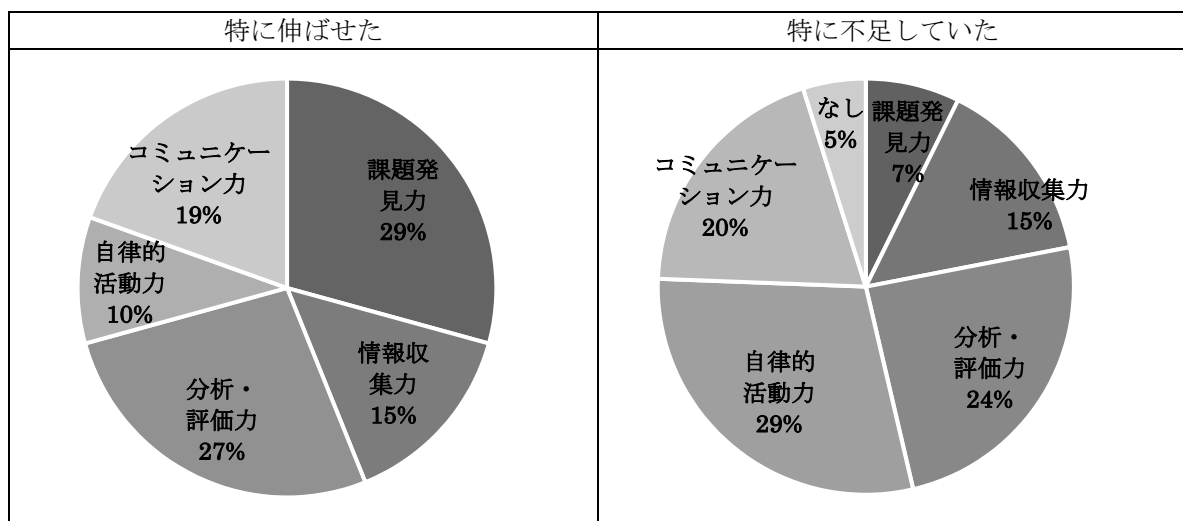
- ・論文の"最終タイトル"
- ・研究目的 (研究の問い)
- ・研究目的に対して、どのような方法をとったか。
- ・研究結果
- ・自分たちの発表に対するコメントの内容を踏まえた発表の感想
- ★「課題研究」を通して、自分で"伸ばせた"と考える「力」や「スキル」(複数回答可)
- ★「課題研究」を通して、自分で"特に伸ばせた"と考える「力」や「スキル」(1つ)
- ★「課題研究」を通して、自分に"特に不足していた"と考える「力」や「スキル」(1つ)

本報告では、★の項目についての集計結果を示す。

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。(n=41)



「特に伸ばせたと考える力やスキル」や「特に不足していたと考える力やスキル」の分布は以下の通りである。



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られる。

[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と考えられる。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。

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 30 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 30 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 30 年 6 月	研究計画時における質問紙調査(V)
平成 30 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 30 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 30 年 5 月～ 平成 31 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 31 年 1 月	研究論文提出時における質問紙調査(V)
平成 31 年 3 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 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11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28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13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23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7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
1月31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16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31年2月16日（土）8:45～12:20

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）

ポリフェノール抽出とその活用	3名(高2)
自転車の事故防止のアイディア	1名(高2)
フラボノイドと腸内細菌の関係	4名(高1)
食品中の鉄分とルミノール反応	2名(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

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）

テーマの設定 仮説の立て方 リサーチ力

実験・観察や分析のスキル 結論の導き方 研究に対する粘り強さ

論理的に展開する力 独創性 新たな視点を与える魅力

研究の社会的・学問的意義 発表の構成 コミュニケーション力

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

(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		所属	
A	慶応義塾大学薬学部	F	横浜国立大学都市科学学部
B	お茶の水女子大学理学部	G	千葉大学工学部
C	東京大学教養学部理科学部Ⅱ類	H	一橋大学社会学部
D	早稲田大学教育学部	I	東京工業大学第Ⅲ類
E	電気通信大学情報理工学域Ⅲ類	J	クイーンズランド大学獣医学部

<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。長期休暇中などに来校してもらい、研究方法や論文作成の相談やアドバイスをこなしてもらった。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 63 研究のうち、審査を経て、29 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

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。

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 163 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。	3.91	0.97	3.78	1.05	3.96	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。	2.97	1.10	3.17	1.05	3.15	1.18
	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。	3.57	0.97	3.75	1.10	3.78	0.86
協働	①自分の行動に責任をもつことができた。	3.86	0.95	3.83	0.78	3.74	1.03
	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。	4.00	0.96	4.13	0.78	4.17	0.82
	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。	3.51	1.10	3.55	0.97	3.61	1.07
整理 整頓	①計画を立て、必切を守ることができた。	4.04	0.95	3.97	1.02	3.76	1.00
	②困難だが、やりがいがあり、現実的な目標を設定した。	4.03	1.08	3.92	0.82	3.76	1.05
	③複雑な情報を整理するために、適切な方法を用いた。	3.73	0.84	2.85	1.09	2.89	1.13
情動	①粘り強さと忍耐を示せた。	3.84	1.03	3.43	1.02	3.59	1.17
	②前向きな思考で実践できた。	3.99	1.00	4.02	0.97	3.78	0.98
	③専念し、集中することができた。	3.79	1.09	3.72	0.95	3.78	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。	3.55	0.96	3.42	0.81	3.57	0.95
	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。	3.57	0.93	3.56	0.87	3.51	0.93
	③倫理的、文化的、環境的影響を考えることができた。	3.58	0.91	3.62	0.98	3.72	0.97
情報 リテ ラー	①さまざまな情報を関連付けることができた。	3.64	0.95	3.83	0.88	3.83	0.94
	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。	3.61	0.95	3.73	0.89	3.33	0.84
	③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。	3.78	1.16	3.77	0.74	3.57	1.04

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

メディアリテラシー	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。	3.46	0.99	3.55	0.94	3.50	0.97
	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。	3.44	0.93	3.58	0.80	3.54	0.88
	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。	3.30	0.97	3.47	0.92	3.15	0.91
批判的思考	①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。	3.58	0.95	3.77	0.99	3.61	0.97
	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。	3.74	0.93	3.67	0.83	3.67	1.02
	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。	3.52	0.94	3.52	0.92	3.58	0.93
創造的思考	①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。	3.04	1.08	3.45	0.99	3.48	0.99
	②新しい考えやプロセスを生み出すために、現存の知識を応用することができた。	3.81	0.97	3.90	0.83	3.78	0.92
	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。	3.39	1.04	3.65	0.96	3.46	1.12
転移	①多数の教科や学問分野を横断して、概念的理解を比較できた。	3.22	0.93	3.53	0.88	3.48	1.04
	②複数の教科や学問分野を関連付けることができた。	3.43	0.99	3.30	1.14	3.46	1.06
	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。	3.72	0.96	3.82	0.81	3.78	0.87

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、研究経過報告時や論文提出時の方が、「整理整頓」の値が低くなっていることがわかる。一方で、「コミュニケーション」や「創造的思考」、「転移」の値は、研究計画時に比べ、研究経過報告時や論文提出時の方が高くなっていることがわかる。これらのことから、最初に立てた計画に困難を感じたものの、その困難に対して様々な知識を関連付けながら、創造的に研究に取り組めた状況があったと思われる。

また、「情動」の値は研究計画時が最大となっている。研究が進んでも前向きに研究に取り組めるような支援が必要であると考えられる。

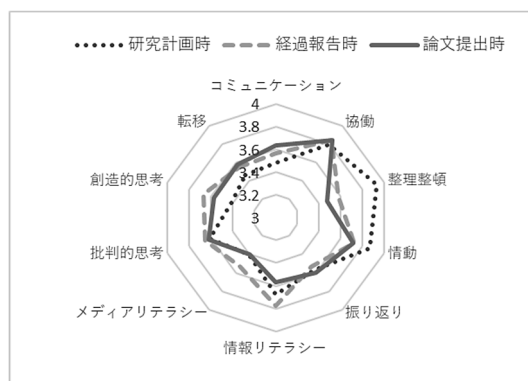


図1 課題研究の各時期におけるATL値

(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。

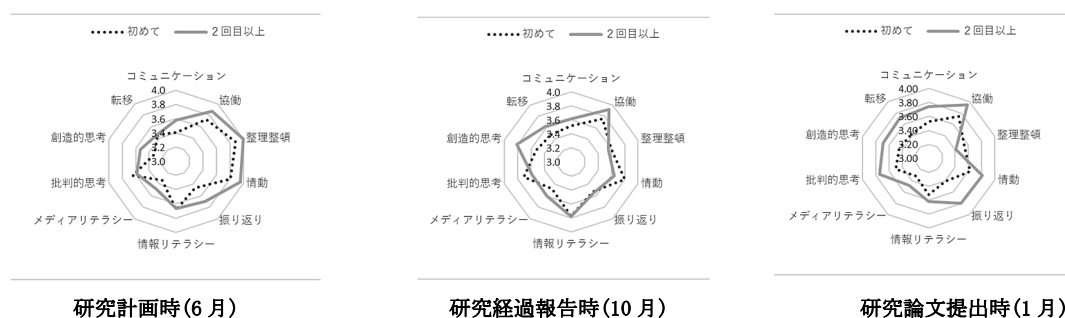


図2 ISSチャレンジ経験者と初心者との各時期におけるATL値の比較

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：38 名		
コミュニケーション	3.58	1.12	3.40	1.06	0.77
協働	3.87	1.10	3.73	0.96	0.72
整理整頓	4.00	0.95	3.88	0.99	0.60
情動	3.96	1.08	3.81	1.01	0.68
振り返り	3.70	1.06	3.46	0.80	1.21
情報リテラシー	3.67	1.13	3.68	0.93	-0.04
メディアリテラシー	3.48	1.01	3.34	0.92	0.74
批判的思考	3.58	1.05	3.64	0.85	-0.30
創造的思考	3.53	1.22	3.32	0.93	1.10
転移	3.46	1.08	3.46	0.89	0.03

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：29 名		回答者：31 名		
コミュニケーション	3.62	1.12	3.52	1.08	0.50
協働	3.92	0.87	3.76	0.88	0.90
整理整頓	3.55	1.26	3.60	0.95	-0.27
情動	3.64	1.08	3.80	0.93	-0.69
振り返り	3.54	0.95	3.53	0.84	0.04
情報リテラシー	3.78	0.86	3.77	0.82	0.04
メディアリテラシー	3.60	0.90	3.47	0.87	0.65
批判的思考	3.59	1.02	3.71	0.81	-0.58
創造的思考	3.82	0.97	3.53	0.91	1.53
転移	3.62	1.01	3.48	0.95	0.72

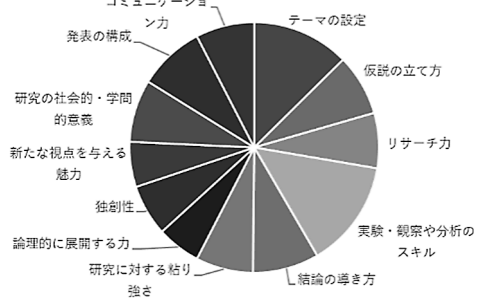
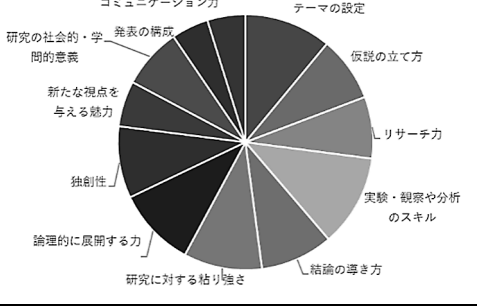
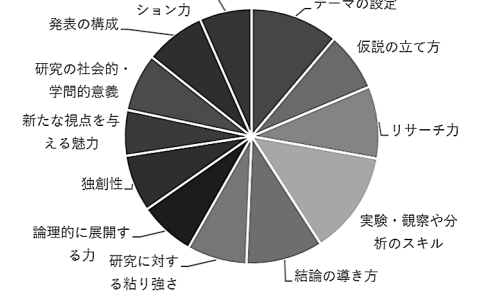
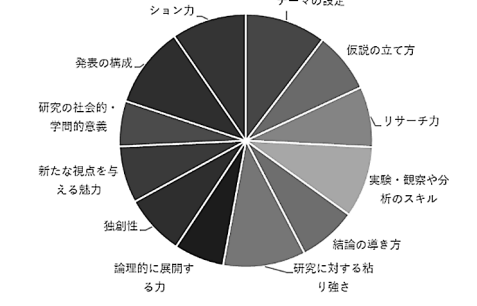
表 4 研究論文提出時の ATL 値

研究論文提出時	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：23 名		回答者：23 名		
コミュニケーション	3.74	1.03	3.52	1.06	0.96
協働	3.94	1.05	3.74	0.96	0.89
整理整頓	3.41	1.27	3.54	0.99	-0.53
情動	3.81	1.13	3.62	1.02	0.66
振り返り	3.79	0.95	3.41	0.92	1.72 *
情報リテラシー	3.62	1.01	3.52	0.91	0.45
メディアリテラシー	3.48	0.84	3.32	1.01	0.69
批判的思考	3.74	0.96	3.50	0.98	0.94
創造的思考	3.69	1.02	3.45	1.01	0.98
転移	3.71	0.98	3.43	1.00	1.13

* p < .05

表 4 に示されるように，研究論文提出時においては，「振り返り」スキルに有意な差が認められる。効果的な学習（研究）に必要なスキルなどの構築や，学習（研究）方法の選択などにおける柔軟性は，課題研究を経験し，試行錯誤を繰り返していく中で身につくものと考えられる。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。

(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	生徒による評価	コメント
ポリフェノールの抽出とその活用		<p>・実より皮に多く含まれ、熱調理などで減ることは去年にも発表していた気がするが、茹で汁に着目するなど発展していて良い研究だった。ポリフェノールをたくさん摂取できる美味しいレシピなどを考案して発表するとより広まると思う。</p> <p>・実験結果を様々な視点から考察し、それに対して新たな実験デザインを考えていたのが良いと思った。また結果が仮説と違ったらどうしてそうなるのかを考え、そこからまた仮説通りになるように実験を考え行っていたので結論も分かりやすかった。</p>
自転車の事故防止のアイデア		<p>・自転車のモデルを元に計算をし数値を求めて、仮説をしっかりとたてていた所がすごいと思いました。</p> <p>・自転車のレコーダーの提案ということで社会的にも良い影響があるというのと、手法が計算式を用いていて、どのようにして求めたのかなどすごくわかりやすくして信憑性があると思った。質問に対してもより多くの情報を答えていて素晴らしいと思った。</p>
フラボノイドと腸内細菌の関係		<p>・専門的で発展した研究だった。実験の結果をもって正確に分析し次に繋げる力がすごい。目的や思考経路がわかりやすく、一般人にもある程度理解できる研究発表だった。</p> <p>・最初のテーマ設定や実験への過程がとても明確で、わかりやすかった。研究になっていると思うし、サンプル数やデータが多く根拠づけがしっかりなされていると感じた。素人でも理解できるくらい、発表構成もよかった。</p>
食品中の鉄分とルミノール反応		<p>・成功していた時なぜ成功したのかを考えることがすごいなと思った。それによって、失敗したということがわかったということも知り、大切なことだなと感じた。</p> <p>・良い結果のようにみえるところにたどり着いた後でも自問して間違いに気づけたのは素晴らしいと思う。四年間の研究を経て鉄定量という分野で大きな進歩をもたらす研究だと思う。ルミノール反応に着目したのがユニークで、きっと有効に活用できるので研究を続けてほしい。</p>

どの発表においても、「実験・観察や分析のスキル」が評価の大きな割合を占めており、科学の手法が身につけていると考えられる。また、どの研究においても課題研究に必要な要素が網羅され、課題研究を通じた資質・能力の育成が実現されている。SSH 口頭発表については「私たちの年齢でも新たな道がきりひらけることに気づかせてくれた発表だった。」というコメントもあり、研究成果を発表することで、研究をしていない生徒への研究意欲の向上につながる側面があることもうかがえる。

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

「ISS チャレンジ」研究者の内訳比較

	2018 年度	2017 年度	2016 年度
1 学年	26 名	14 名	21 名
2 学年	35 名	36 名	8 名
3 学年	16 名	11 名	46 名
4 学年	36 名	45 名	38 名
5 学年	39 名	37 名	29 名
6 学年	11 名	7 名	7 名
計	163 名	150 名	149 名

ここ 3 年間、ほぼ同じようなテーマ件数になっているが、研究者数は増加傾向にある。低学年（1 学年・2 学年）での研究者数が特に増加していることから、低学年からの課題研究への意識付けができていくことがうかがえる。六か年を通した SS 理数探究を引き続き行うことにより、低学年で意識付けたあとも、研究を続ける機会を設けることで、さらに研究者が増加し、課題研究が活発になることが期待できる。

また、校外での発表会等への参加数は前年度よりも増加している。外部発表を行った研究の方が ISS チャレンジにおける評価が高い傾向にあることから、積極的な外部発表は研究の促進に効果があると考えられる。そのため、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。

< 生徒が参加した校外での生徒課題研究発表会 >

- ① 平成 30 年度スーパーサイエンスハイスクール（SSH）生徒研究発表会
（平成 30 年 8 月 8 日 9 日：神戸国際展示場）
- ② 第 8 回 高校生バイオサミット in 鶴岡（平成 30 年 7 月 30 日～8 月 1 日）
- ③ The 5th Symposium for Women Researchers（平成 30 年 11 月 4 日：都立戸山高等学校）
- ④ 平成 30 年度「科学の祭典」研究発表会及び表彰式
（平成 30 年 11 月 25 日：東京ビッグサイト）
- ⑤ 日本古生物学会 第 168 回例会
（平成 31 年 1 月 25 日 26 日 27 日：神奈川県立生命の星・地球博物館）
- ⑥ 東京都 SSH 指定校合同発表会（平成 30 年 12 月 23 日：工学院大学新宿キャンパス）
- ⑦ 生徒研究成果合同発表会（平成 31 年 2 月 3 日：都立戸山高等学校）
- ⑧ 関東近県 SSH 校合同発表会（平成 31 年 3 月 21 日：東海大学高輪キャンパス）
- ⑨ 日本農芸化学会 2019 年度東京大会
（平成 31 年 3 月 24 日 25 日 26 日 27 日：東京農業大学世田谷キャンパス京王プラザホテル）
- ⑩ 東京学芸大学主催 SSH/SGH 課題研究成果発表会（平成 31 年 1 月 27 日：東京学芸大学）
- ⑪ 第 36 回化学クラブ研究発表会（平成 31 年 3 月 26 日：芝浦工業大学豊洲キャンパス）
- ⑫ 第 9 回中高生国際科学アイデアコンテスト つくば Science Edge2019
（平成 31 年 3 月 22 日 23 日：つくば国際会議場）

(3) - 3 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。

本年度は、生徒課題研究を発端とした原子力発電や核廃棄物と向き合うための交流会やフィールド調査の実施を行った。

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

・「原子力発電」や「核廃棄物」と向き合う

平成 30 年 4 月 14 日	核物理学者 Taylor Wilson 氏との交流会の実施(A)
平成 30 年 7 月	放射線に関する討論会「おこしやす。京都の陣」への参加(A)
平成 30 年 11 月	「JST 活動報告会：福島を未来へ活かすために」への参加(A)
平成 30 年 12 月	中学生サミット@六ヶ所への参加(A)
平成 31 年 2 月	地層処分事業の理解に向けた選択型学習支援事業の交流会での発表(A)
平成 31 年 3 月	福島スタディーツアーの開催(A)
平成 31 年 3 月	Web によるアンケート実施の予定(V)

・サイエンス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 14 日(水)	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 原子力発電や核廃棄物と向き合う：企画・実施

生徒課題研究で原子力発電について扱った研究があったことが発端となり、インタビュー調査や実地調査も兼ねて、各種のイベントへの参加や福島スタディーツアーの実施をした。

①核物理学者 Taylor Wilson 氏との交流会の実施

講師：核物理学者 Taylor Wilson 氏

開催日時：2018 年 4 月 14 日(土) 9:00~12:00

場所：本校 E201 教室

内容：Taylor 氏は、14 歳で核融合の実現に成功したこと

とで有名な核物理学者で、小さい頃の自宅での実験、原子力発電や放射性廃棄物の問題、原子力の将来性などについてお話を伺った。

“Science have big impact”という言葉が印象的であった。



②放射線に関する討論会「おこしやす。京都の陣」への参加

講師：京都大学放射性同位元素総合センター 角山雄一先生他

開催日時：2018年7月27日(金)～28日(土)

場所：京都大学放射性同位元素総合センター分館講義室

内容：京都大学放射性同位元素総合センターの角山雄一先生とともに、放射線の生体への影響を学び、福島、東京、京都の高校生とともに原子力発電の有り方、福島復興に関する課題等について、議論した。



③「JST 活動報告会：福島の事故を未来へ活かすために」への参加

講師：京都大学放射性同位元素総合センター 角山雄一先生他

開催日時：2018年11月23日(金)～24日(土)

場所：京都大学

国際科学イノベーション棟 5F シンポジウムホール

内容：「我々は福島から何を学んだか」をテーマとし、高校生、科学者、市民など様々な立場の人たちと議論し、交流する場であった。



④中学生サミット@六ヶ所への参加

講師：東京工業大学 澤田哲生先生他

開催日時：2018年12月22日(土)～24日(月)

場所：日本原燃株式会社 六ヶ所再処理工場

東京国際交流会館

内容：高レベル放射性廃棄物の地層処分問題について考える「中学生サミット@六ヶ所」に参加した。六ヶ所原燃 PR センター、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理施設などを見学した後、六ヶ所村住民と意見交換の場を持った。東京国際交流会館では「最終処分地問題をどう考えるか」をテーマに、全員がマイクを持って発言し、活発な議論を行った。本校からは、1年生6名とファシリテーターとして5年生4名が参加した。



⑤地層処分事業の理解に向けた選択型学習支援事業の交流会での発表

開催日時：2019年2月16日(土)

主催：原子力文化財団

内容：これまで参加してきた①～④での経験をもとに、高校生の立場から核廃棄物の地層処分についてどのように考えるかを発表した。

⑥福島スタディーツアー

開催日時：2019年3月14日(木)～15日(金)

内容(スケジュール)：

1日目	檜葉遠隔技術開発センター 国道6号(帰還困難区域を通過) 浪江町内フィールド学習 講話 AFW 吉川代表 ダイアログ 「原発とどう向き合うか？」
2日目	富岡町・夜の森地区 富岡復興メガソーラー・SAKURA 東京電力・福島第一原発構内視察

A₂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)

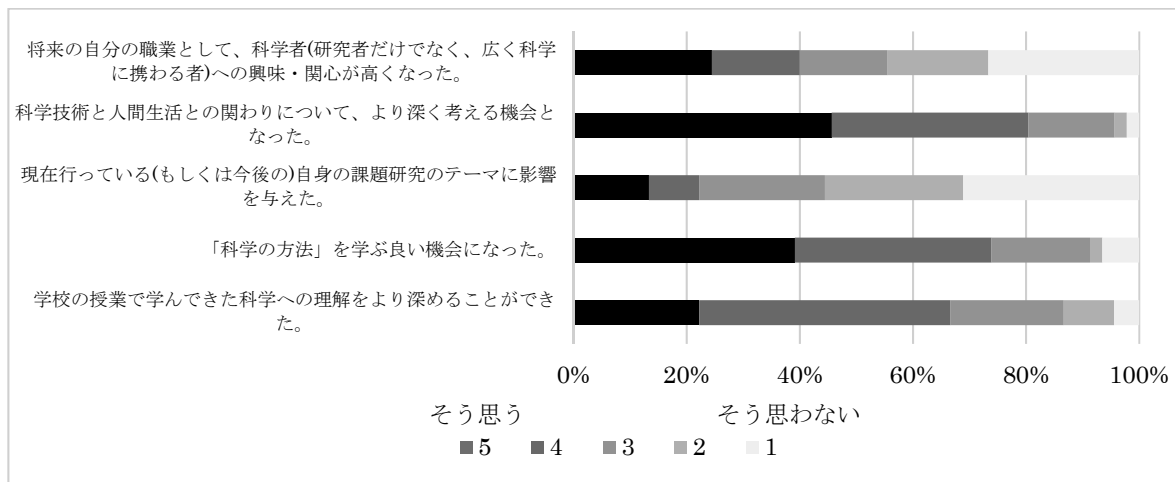
「川崎幸病院大動脈センター」の医療現場に接することで医療の現実を理解する。



図1 サイエンスフィールドワークの様子

V₂: 検証

実施後の質問紙調査の結果を以下に示す。



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かったため、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

中学生サミット@六ヶ所に参加した生徒の投稿が朝日新聞(2019年1月18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。

核のゴミについて知る責任

<p>中学生 児玉 龍之介 (神奈川県 13)</p> <p>「地層処分、知っていますか？」。僕が最近参加した、核のゴミがテーマの「中学生サミット」の討論で、こう聞かれた。僕の答えは「いいえ」だった。地層処分とは、原子力発電によってできた危険な放射性廃棄物を、地中深くに埋めて保管する処分の仕方だ。僕はその名前すら聞いたことがなかった。</p>	<p>きたのに、僕は原発についてもそれにより出る廃棄物のことも知らなかった。先生が「自分たちで出したゴミを、知らないふりしてそのままにするのと同じだ」といった。僕は責任を感じた。原発怖いとか、不思議だとか、そういう単純な気持ちだけではなく、自分が使う電力の源について知るべきだ。地層処分をする場所は決まっていな</p>
<p>首都圏の電気の支えになって</p>	<p>い。だからこそ、よく知ることが最低限の責任だと思う。</p>

図 2 生徒による新聞投稿

3章 校内におけるSSHの組織的推進体制

5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30年度組織図  は全員が所属する



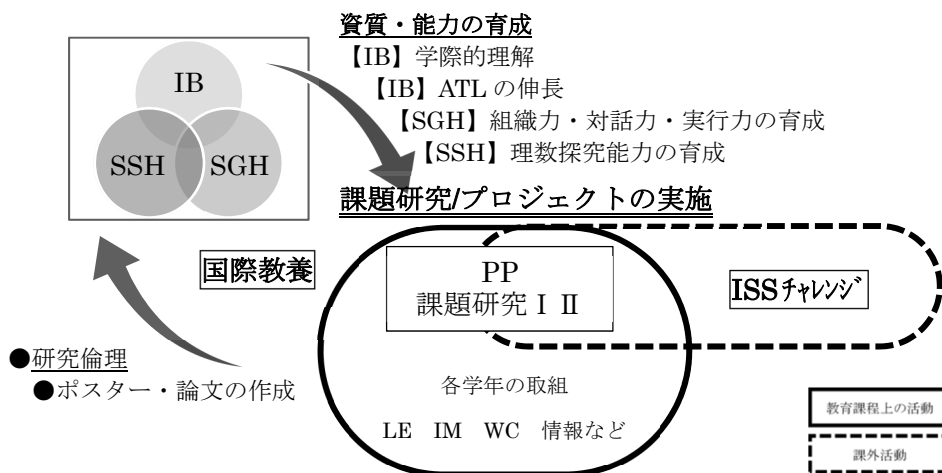
特別研究推進委員会メンバー

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

※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、「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『学びの地図』作成へー」を研究主題とし、公開研究会を実施した。公開研究会では、新学習指導要領でその重要性が示されているカリキュラム・マネジメントを具現化する試みとして、本校の「学びの地図」を提案するとともに、各教科の授業を公開し、教育実践研究の過程およびその成果を公表した。各教科における中高一貫6年間で育成を目指す資質・能力を、以下の3つ

の要素を基に視覚化し、資料として提示した。

- ・各教科の見方・考え方（教科の目標や評価規準）
- ・ATL(Approaches to learning)
- ・新学習指導要領における資質・能力の3つの柱

詳細は、本校研究紀要、第6回公開研究会資料を参照されたい。

（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5日(木) 今年度の研究について、SGH・SSH・IB研究計画概要
- 4月23日(月) 第6回公開研究会について
全体提案およびATLを中心とした「学びの地図」の作成について
- 5月24日(木) 6回生進路結果から見る分析（ベネッセ）
- 6月12日(火) 第6回公開研究会について
- 8月30日(水) 今後のカリキュラム・マネジメントについて
- 9月20日(木) 新カリキュラムへの対応について
- 10月18日(木) MYP評価訪問について
- 11月20日(月) SSH2期目の申請について
- 12月10日(月) IB研修で学んだこと+各自治体でのIB導入の動きについて

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 5 年次の平成 30 年度は、中間評価における指摘事項ふまへ、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。この課題は、4 年次から継続である。	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。そのため、教科会等の機会を定期的に設定する。 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、実践を通し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、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。評価の標準化の作業が必須である。
(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。メンターの役割を明確化する必要がある。

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いる。今年度は、ルーブリック評価のブレを是正するために、評価の標準化作業を行った。

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、より精緻化を図った。
- ・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、「複素数平面」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「ルーブリックで変わる探究的な理科の授業－創造的・批判的思考力を育てる－」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

モノの形を科学的に考える
身の回りからはじめる防災
動植物の特徴を生かしたものづくり
ゼロから始める Scratch
「情報」の「正しさ」? - メディアの修正・補正 -
音の「聴こえ方」を科学する
身の回りの科学

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

有袋類の育児囊から、より良い抱っこ紐を提案する
人はなぜ怒るのか? またどんな時なのか?
音楽の効果と音楽療法
記憶に適した環境・方法
新しい調味料の容器形状を考える
乳幼児用ポンチョ内蔵ヘルメットのモデル開発
人が住みやすい家具配置
倫理と論理
巨大プリンを作るレシピ開発
学校教育における個人の体内時計とベストパフォーマンスの関係と各人のパフォーマンスを最大化する教育システムについて
より良い数学の入門書とはどのようなものか
ショパンの数学的分析
伊達メガネが光らずに写真を撮れるようにするには?
Sustainable earth : Power of Dictyledon Contribution to global warming
Why do peple procrastinate?
ステレオグラムで視力は本当に回復するのか
calming music for dogs
中高生におけるイヤホン、ヘッドホンの使用による聴力低下の現状
個人個人の運動の強度ごとに適当な食べ物は何か
人の記憶を活性化する環境・方法
最高の目覚めを実現する音

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

変化球習得マニュアルの作成 (カーブ編)
観客にとって理想的なパフォーマンス舞台の設計
日本の B リーグ創立は多面的に見て成功と言えるか?
原子力発電における燃料デブリの最適な処理方法を考察する
フライングディスクのカーブの要因を探る
コーンフレークと牛乳をおいしく食べるには
リフティングが効率よく上手くなるには?
二酸化炭素濃度と気候指数の関係を利用した地球温暖化の解決策の提案
子どもが食べられるピーマンにする
音による植物の成長の促進
ボルダリングの課題を美しく楽に完登するには
最高のアルバムづくり
テニス上達計画 ガットのテンションはプレーに影響を及ぼすのか
身近な数学と活用
子どもにとって理想の公園
トマト嫌いの人でもトマトからリコピンを効率よく摂取する料理の提案
髪質改善 : 身近で簡単にできる髪質改善法
カビの効果的・持続的な除去方法
イヤークラムを止めるには
次に流行するファッションとは? ~流行の循環~
Development of a computer algorithm for automated Q&A service
ラッセルの感情円環モデルからよみとる脳波と感情

資料 1

教育課程上に位置づいた課題研究一覧

5年（高2）：国際5

セルロース分解菌を利用してエタノールを抽出する
LINEbotを使用した人間のように会話できる会話ボットの開発
食品中の鉄分とルミノール反応
失われし記憶 ～短期記憶を最大限に発揮する方法～
コーヒー豆の抽出粕を用いた消臭方法に関する研究
液垂れの発生に影響する要素とは
食品ロスへの企業からのアプローチ
昼食後の睡眠における室内気温と睡眠段階の関係性
抗力型の風力発電の効率を上げる
近年の日本の水処理を改善できるか
御朱印収集支援ソフトの開発
自転車の事故防止のアイデア
暁新世野田層群港層から算出したカツラ科化石について
雑草の生命力の有効活用
エビとクビレズタの複合養殖の可能性
お茶の代替となる新たなお茶の開発 ～新しいお茶が見出す価値とアイデンティティ～
ポリフェノールの抽出とその活用
最も優れた除草法の決定
ドッグセラピーの動物への利用
日本で売れる車の条件とは？
発展途上国における勉強できる環境づくり 《持続可能なライト制作》
高校生の生活習慣から学ぶうつ病の原因と追求
新たな忘却曲線と効率の良い記憶法
音楽の分析
Extraction of limonene from orange peels
サポニンの抽出と起泡性
人の歩行動作についてのアドバイスの提案
発展途上国における木造建築の耐震構造について
海の環境とそこに住む生物の関係性
プロスポーツ選手の身体的特徴・身体構造・体の動かし方の解明
マジックに騙される理由
蟻酸によるありの仲間の分別を利用した、異世帯コロニーの作成
初等教育における教育支援グラスの提案

6 学年(高 3) : 「国際 6」(SS 理数探究)

体に負担の少ない山の歩き方
シャンプーの残り香の研究
ISS のプールを年中きれいに保つには
環境に悪影響を与えない発電装置の作成
ディズニーランドにおける攻略方法をグラフ理論という視点から考える
赤色葉における色素の働き
効率の良い暗記方法の確立
陸上競技において効果的に記録を出すためには
高校生における授業中の居眠り防止について
海洋酸性化
白米に一番合うお漬物
対数の性質の拡張
PET におけるカテキン類の吸着度の測定
チェスからみる AI と人間の考え方
全自動野球盤製作理論
レゴ・マインドストームを用いた社会貢献
蜂蜜・砂糖レモンの苦みの除去方法の検討
プロテアーゼの活用
FIFA ランキングの信憑性の検証
坂道グループに対する偏見を楽曲面からなくす△

資料 2

ISS チャレンジエントリー課題研究テーマ一覧

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	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
1	人口宝石の製造	有志(1年)	○	○	SF						○	○	○		○	○	
2	蜂蜜・砂糖レモンの苦味の除去方法の検討	課題Ⅱ(6年)				○											
3	赤色葉における色素の働き	課題Ⅱ(6年)															
4	エビとクビレズタの複合養殖の可能性	課題Ⅰ(5年)	○	○	SF												
5	被災地探査ロボットの作成	有志(2年)															
6	ポリフェノールの抽出とその活用	課題Ⅰ(5年)		○	F	○		○							○		
7	初等教育における教育支援グラスの提案	課題Ⅰ(5年)	○	○													
8	積分ゼータ関数の性質	有志(4年)		○	SF				○		○		○		○		
9	二十日大根の成長の促進には何が必要か	有志(2年)	○	○													
10	プログラミングの活用による数学的問題の解決	有志(4年)		○					○			○	○				
11	静電気発電	有志(1年)		○													
12	宇宙開発用小型原子力発電機の自動化プログラムの開発環境の構築(1)	有志(4年)		○					○				○				
13	液だれの発生に影響する要素とは	課題Ⅰ(5年)		○	SF					○					○		
14	社会に貢献する物を作る	有志(1年)	○	○													
15	菌を健康にするDIYガムを作ることはできるのか?	有志(2年)															
16	日本の都市部における少子化に関連する要因の分析	有志(1年)		○													
17	音楽の分析	課題Ⅰ(5年)	○	○	SF		○				○						
18	有袋類の育児嚢からより良い抱っこ紐を提案する	PP(4年)	○					○									
19	蜘蛛の粘着成分の有効活用	有志(1年)															
20	チョークの粉を再利用しよう	有志(1年)	○	○													
21	Echeneis Naucrates のラメラ機構を応用した吸盤開発	有志(6年)	○	○													
22	雑草であるカラスノエンドウから学ぶものづくり	有志(1年)		○													
23	対数の性質の拡張	課題Ⅱ(6年)															
24	自転車の事故防止のアイデア	課題Ⅰ(5年)		○	F	○							○				
25	食品中の鉄分とルミノール反応	課題Ⅰ(5年)	○	○	F	○											
26	蜘蛛の糸の遺伝子配列に似たタンパク質を利用した化学繊維の開発とそれを利用した製品化	有志(3年)	○	○													
27	Estimation of Past Carbon Dioxide Concentration from Stomatal Index of Leaf Fossils!	PP(4年)	○	○				○									
28	フライングディスクの軌道	PP(4年)	○	○	SF	○			○				○				
29	ドクダミの生存戦略を探る	有志(3年)		○													
30	嫌いな人でも飲める野菜ジュースにつくろう	有志(2年)															
31	音による植物成長の促進	PP(4年)	○	○	SF			○					○		○		
32	抗力型の風力発電の効率を上げる	課題Ⅰ(5年)	○	○													
33	プロテアーゼの活用	課題Ⅱ(6年)	○					○									
34	雑草の生命力の有効活用	課題Ⅰ(5年)	○	○	SF			○			○			○		○	
35	発展途上国における木造建築の耐震構造について	課題Ⅰ(5年)		○													
36	人は何を持って美味しそうと感じるのだろうか	有志(2年)		○													
37	吸水性の分子で水溜まりを作る	有志(4年)							○								
38	高校生の生活習慣から学ぶうつ病の原因と追求	課題Ⅰ(5年)		○													
39	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	課題Ⅰ,Ⅱ(5,6年)	○	○	SF					○							
40	コーヒー豆の抽出粕を用いた消臭方法に関する実験	課題Ⅰ(5年)	○	○	SF	○					○				○		
41	昆虫の酸素濃度の変化に対する環境適応能力についての研究	有志(2年)	○	○	SF							○					
42	快適さについて	有志(3年)		○													
43	発展途上国における勉強できる環境づくり	課題Ⅰ(5年)		○				○									
44	脳波と感情の関係性	PP(4年)															
45	屋外塗料の耐光性の向上	有志(4年)	○	○	SF			○			○				○		
46	グッピーが及ぼす自然への被害	有志(1年)	○	○													
47	太陽光での水の分解	有志(3年)	○	○													
48	シャンプーによるタンパク質変性について	有志(3年)	○	○	SF			○									
49	サボンの抽出と起泡力の研究	課題Ⅰ(5年)		○								○					
50	Decomposing polystyrene and oil using d-limonene in orange peels	課題Ⅰ(5年)	○	○													
51	オキシベンゾンを活用したUVカット、防水Tシャツの作成	有志(3年)	○	○													

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	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	
52	人間の記憶力を高めるためには？	有志(3年)																
53	トウモロコシアレルギーの短期完治は可能であるか	有志(2年)																
54	昼食後の睡眠における室内気温と睡眠段階の関係性	課題 I (5年)		○														
55	ハンドスピナーは何によって回転量は変化するのか？	有志(2年)	○															
56	インクラゲの繁殖	PP(4年)		○	○													
57	外来種の粘液を利用し、接着剤を作る！	有志(2年)																
58	セルロースを分解してエタノールを抽出する	課題 I (5年)		○														
59	フラボノイドと腸内細菌の関係	有志(4年)	○	○	F								○	○				
60	子供が食べられるビーマンにしよう	PP(4年)	○	○							○	○						
61	近年の日本の水処理を改善できるか	課題 I (5年)		○														
62	PETにおけるカテキン類の吸着度の測定	課題 II (6年)																
63	ヒット曲におけるコード進行と人の感情の関連性	有志(3年)		○														

- ①平成30年度スーパーサイエンスハイスクール(SSH)生徒研究発表会
- ②第8回 高校生バイオサミットin鶴岡
- ③The 5th Symposium for Women Researchers
- ④平成30年度「科学の祭典」研究発表会及び表彰式
- ⑤日本古生物学会 第168回例会
- ⑥東京都SSH指定校合同発表会
- ⑦生徒研究成果合同発表会
- ⑧関東近県SSH校合同発表会
- ⑨日本農芸化学会2019年度東京大会
- ⑩東京学芸大学主催SSH/SGH課題研究成果発表会
- ⑪第36回化学クラブ研究発表会
- ⑫第9回中高生国際科学アイデアコンテスト つくばScience Edge2019

PSOW フォーマット

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活用力等、多様な能力やスキルが必要となります。「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視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。

規程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
規程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
規程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
規程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
規程E	評価	研究および結果について、適切に評価しているか
規程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を。
- ※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 Data logging 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	学習時間 (hrs)	実験観察の記録				形成的評価 ¹⁾				総合的評価 ²⁾									
					評価の視点	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日	7	Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ															
SS物理基礎	波	プラスチックバネによる定常波	2017年4月6日	1										6	6						実験レポート	
SS物理基礎	波	波の性質	2017年7月	1										6							定期考査	
SS物理基礎	力と運動	力と運動	2017年4月6日	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	クイズカードテスト	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	クイズカードテスト	300														
SS物理基礎	運動学	運動学	2017年5月6日	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月6日	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	2	②③④										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		Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ															
SS物理基礎	波の性質	京柱共鳴実験の考察	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9日-12日		Reflection Sheetへの記入	Reflection Sheet	チェックのみ															
SS物理基礎	電気	画面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日	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・物体の運動	力と運動	2017年10月	1	科学的知識の理解	A	クイズカードテスト	FB済み														
SS物理基礎	作用反作用の法則・物体の運動・仕事	力と運動	2017年12月	1	科学的知識の理解	A	クイズカードテスト	FB済み														
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3日-5日	4	化学的概念の定義と実験214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214・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											6							レポート	
SS化学基礎	物質の変化	中和滴定	2017年11月	4	①②③										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

規程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て役に立って応用にも役立った。
規程B 探究	今学期は探究が一番楽しかった。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へたりする能力はまだまだと実感した。
規程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瓶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データを取ることができた。
規程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った結果が正確ではなくなってしまった。そのデータのせいでもレポートにミスが出たので2学期以降データの処理に気を付けていきたいと思う。
規程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へる。しかし自分の立てた仮説がなんとなくの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できた。
規程F 科学化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そうと思う。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ると今学期の授業からは思った。

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。アンケート回答の締切は1月9日(火)とします。

		研究 No.
研究テーマ		
研究者	代表者 年 組 番	mail
	年 組 番	年 組 番
	年 組 番	年 組 番
講座担当教員		
研究の動機・背景	<p>・なぜこの研究をしようと思いましたか？</p> <p>・先行研究では、どこまで研究されていますか？</p> <p>【引用参考文献等】</p>	
研究の目的 および 想定されるゴール	<p>・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？</p> <p>・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？ (ゴールが想定される場合は具体的なゴールを書いてください)</p>	
研究の方法・内容と 年間計画	<p>・目的を達成するために、<u>具体的に何について</u>どのような方法で研究を行いますか？</p> <p>・それをどのような日程で実施していきますか？</p> <p>(例)</p> <p>【4月～6月】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>先行研究の整理, 課題の明確化</u> <p>以下の先行研究を参照し, ○○の研究に関する現在の課題を明確にし, 本研究の目的を設定した.</p> <p>・天川あす花, 稲葉千尋, 大地里奈, 高木優衣, 富澤郁美(2015)「海上食糧生産」, 理数探究研究論文集, 東京学芸大学附属国際中等教育学校, pp.57-68</p> <p>【7月～8月】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>△△の実験, 分析</u> <p>.....</p> <p>※継続研究については今までの研究で何がどこまで明らかになっているのか, また, そこからさらに何を研究するのか, 過去の研究との違いはどこにあるのかなどを明確にすること。</p>	

研究倫理申請の 必要性	<p>課題研究ガイドブックの p.●●を読み、計画予定の研究方法が下記の研究倫理申請の項目にあてはまる場合は()内に○をつけてください。</p> <p>ヒトを対象とする研究</p> <p>()A：身体活動に関わる研究</p> <p>()B：心理学的、教育学、および意見に関する研究</p> <p>()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</p> <p>()：脊椎動物の取り扱いが必要となる研究</p> <p>ここでいずれかの項目に○が付けられた研究は、研究を実施する前にメンターの教員と相談して、チェックシートの記入・提出もしくは研究倫理申請を行うことになります。</p>
研究方法の妥当性 および 計画の実行性	<p>・この研究方法は適切ですか？そのように判断できる根拠は何ですか？ (現時点までの準備状況や先行研究などをあげて説明するとよいでしょう)</p>
位置付け	<p style="text-align: center;">SSH SGH</p> <p>(当てはまるものに○をつけてください。両方に当てはまると思う場合は両方でもかまいません)</p>
必要となる 人的支援	<p>・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？ (所属や氏名が明確であれば詳細も)</p> <p>・それはなぜですか？</p>

※以下の項目は、該当する研究のみ記入してください。

SGH の関連概念 (SGH に位置付けた人のみ)	<p>リスク (risk) 葛藤と軋轢 (dilemma・conflict) 教育 (education)</p> <p>※ (SGH に位置付けた人のみ) いずれかに○をつけてください。また、研究課題との関連性について簡単に説明して下さい。</p>
必要となる 物的支援 (SSH に位置付けた人のみ)	<p>※ (SSH に位置付けた人のみ) 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。(ISS チャレンジの研究支援対象となった場合は、価格概算など詳しい内容を記載する研究支援品要求リストを提出します。)</p>

※ 誰が読んでもわかるように書くこと。必要に応じて、写真や図等を貼り付けても良い。

※ 「研究 No.」 は記入する必要はありません。

資料 5 2018 年度 ISS チャレンジ（SHH部門） 研究経過報告および自己評価

研究 NO.		
研究テーマ		
研究代表者	年 組	
メンバー	年 組	年 組
	年 組	年 組
	年 組	年 組

1. 研究経過報告

以下に実験ノート「Content」に記入されている内容を入力してください。

DATE(日付)	SUBJECT(主題)

(行が足りない場合は、行を挿入してください。)

2. 研究経過の分析

1の研究経過報告をもとに、現在の研究状況について分析しましょう。

① 現在の研究状況として、もっとも当てはまるものに○をつけてください。

<input type="radio"/>	おおむね当初の計画通りに研究が進んでいる
<input type="radio"/>	当初計画とは異なる部分はあるが、研究は進んでいる
<input type="radio"/>	研究があまり進んでいない

② ①のように判断した理由を具体的に述べてください。

--

3. 「研究経過のメタ認知力*」の自己評価

1,2の記述をもとに、該当する grade に○をつけ、自己評価しましょう。

0	以下のいずれにも達していない
1	研究経過の分析が不十分である。 そのような研究経過に至った経緯の要因は述べられているが、不明確である。
2	研究経過を分析することができる。 そのような研究経過に至った経緯の要因が明確に述べられている。
3	研究経過を客観的に分析することができる。 そのような研究経過に至った経緯の要因を、具体的な根拠に基づき明確に述べられている。

*メタ認知力とは

自分の行動や考え方などを客観的な立場から自分自身が認識する能力のこと。ここでは、課題研究における活動を客観的に捉え、自己評価した上で、制御・コントロールする能力について考える。メタ認知力を向上させることで、「自覚する」→「考える」→「行動する」というプロセスを成熟させることができる。

4. 研究ゴールの再設定

実際に研究してみて、計画通りに研究が進まなかったり、思わぬ結果により展開が変わってしまったりなど、研究計画時のゴールの達成が難しいこともあるかと思います。研究レポート提出までの研究期間は約2ヶ月です。この期間で達成可能な現実的な研究ゴールを再設定し、記入してください。記入の際は、研究により何を明らかにするのかを明記すること。

(研究計画時のゴールと変更がない場合は、計画時に設定したゴールについて記入してください。)

--

5. 今後の研究スケジュール

研究レポート提出までの残りの研究期間のスケジュールを具体的に示してください。

11月上旬	
11月中旬	
11月下旬	
12月上旬	
12月中旬	
12月下旬	
1月10日	研究レポート提出

6. 「研究遂行力」の自己評価

4、5の記述をもとに、該当する grade に○をつけ、自己評価しましょう。

0	以下のいずれにも達していない
1	達成可能な研究ゴールが再設定されていない。 今後の研究の進め方について、なすべきことが不十分もしくは不明確である。
2	達成可能な研究ゴールが再設定されている。 今後の研究の進め方について、ゴール達成のためになすべきことが示されている。
3	達成可能な研究ゴールが再設定され、具体的に示されている。 今後の研究の進め方について、ゴール達成のためになすべきことが、実験方法の概要や役割分担等を示すことにより具体的に示されている。

7. 研究ノートの活用状況

研究ノートを十分活用し、他者へ状況提供できるものとなっているでしょうか。結果が出なくても、おこなってきたことを記録に残していくことは大切です。研究ノートの活用について振り返ってみましょう。

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。

8. 研究支援活用状況

水曜日の午後や夏休み期間中に行われている卒業生や同窓会による研究支援の活用状況の調査です。

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。

ISS チャレンジ 2018 (SSH 部門) 論文の書き方



【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。

- タイトル
- 研究者氏名(学年)
- 要旨→日本語の場合は 600 字、英語の場合 300 語以内の要旨とする。
- 序論(研究の背景や目的)
- 本論(研究の方法、結果、考察)
- 結論(研究の結論、今後の課題)
- 謝辞
- 引用文献(reference)
- 英文要旨 300 語以内 (冒頭の要旨が英語の場合は不要)

- ③ 図表・写真・資料についてはそれぞれの種類ごとに通し番号 (図 1, 図 2, 表 1, 表 2 …) をつけ、本文中の適切な場所に挿入し言及すること。
- ④ 原稿のテンプレートは iss_public>ISS チャレンジ>H29>SSH 部門に入れておきます。上書きや切り取りは厳禁!
- ⑤ 論文の提出締め切りは 2019 年 1 月 日 () です。
SSH 委員会メールアドレス ssh@tguiss.jp に提出してください。

※引用文献の書き方については、別紙参照

【評価規準の設定】

以下に示す規準 A～F によって、研究論文を評価します。

規準 A：体裁

この規準は、論文に期待されるレイアウト、構成、見た目などが、標準的なフォーマットにどの程度従っているかどうかを評価する。構成とは、【執筆要項】に示される要素のことを言う。

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のみ使用するようにする。

図表・写真・資料についてはそれぞれの種類ごとに通し番号（図 1，図 2，表 1，表 2…）とキャプションをつけ、本文中の適切な場所に挿入し、言及すること。キャプションは、図や写真なら下部，表なら上部につけるのが一般的である。

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、許容しかねる。
2	概ね指定されている形式・体裁となっているが、一部修正が必要である。
4	完全に指定されている形式・体裁となっている。

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、要旨では「研究目的」、「どのようにして研究が実施されたのか」、「結論」が明確に述べられなければならない。

到達度	レベルの説明
0	上記の 3 つの要素のどれかが欠けている。
2	上記の 3 つの要素がすべて述べられている。
4	上記の 3 つの要素がすべて明確に述べられており、研究の概要がわかりやすくまとめられている。

規準 C：序論

C-1：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。自身の研究の新奇性でオリジナリティを主張するためにも、先行研究について調査することは重要である。

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ほとんど、あるいはまったく見受けられない。
1	先行研究を踏まえた上で、「なぜ研究に値するのか？」について説明されている。
2	先行研究を踏まえた上で、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？」について明確に説明されている。また、本研究では何が明らかにされ、どのような社会的価値や学術的価値につながるのか、的確に説明されている。

C-2：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、昨年度までの研究を踏まえ、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。また今年度の研究の目的を明確にするためにも、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。

到達度	レベルの説明
0	全く書かれていない。
1	研究目的が述べられているが、明確に説明されていない、または幅広すぎる。
2	今年度の研究活動において、何を明らかにするのか説明されている。
3	先行研究の調査または継続研究を踏まえ、今年度の研究活動において、何を明らかにするのか説明されている。
4	先行研究の調査または継続研究を踏まえ、今までに何が明らかになっていないのかということが明記されており、それをもとに今年度の研究活動において何を明らかにするのか説明されている。

規準 D：研究の方法**D-1：研究方法の妥当性**

この規準は、示された研究目的を到達することのできる研究方法になっているかを評価する。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。

到達度	レベルの説明
0	研究の方法が示されていない。
1	研究の方法を述べているが、今年度の研究の目的に到達し得る方法になっていない。
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。
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、先行研究等の情報に基づいて、方法論を選定した証拠が見られる。

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	示された研究方法では、追試・再現ができない。
1	示された研究方法は、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）が示されており、追試・再現可能である。
2	示された研究方法は、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）が示されており、追試・再現可能である。 さらに、フローチャートや研究の様子を示す図などを活用して、研究の方法がとてもしっかりと示されている。

ISS チャレンジ 2018 (SSH 部門) 論文の評価規準



規準 E : 結果・考察

E-1 : 論理的展開

今年度の研究から得られた結果を示し、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提示する必要がある。

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。
2	得られた研究結果に対する考察が限定的であるため、目的に対応する考察になっていない。
4	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、不十分であり、論理的な飛躍が見受けられる。
6	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、筋道立てて論理的に考察している。

E-2 : 分析スキルと評価スキルの適用

研究結果は、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。加工されていない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、評価しなければならない。

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「何を伝えたいのかがわかる形」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「何を伝えたいのかがわかる形」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「何を伝えたいのかがわかる形」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。 また数値データを示す場合、測定の限界を理解し、有効数字を考慮して示している。
4	研究結果が、グラフ・表・図・写真など「何を伝えたいのかがわかる形」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。 また数値データを示す場合、測定の限界を理解し、有効数字を考慮して示している。偶然誤差や系統誤差、データのばらつきや有意差についても分析している。

ISS チャレンジ 2018 (SSH 部門) 論文の評価規準



規準 F : 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。

到達度	レベルの説明
0	研究の目的に対して、適切な結論になっていない。
2	研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいた結論を構築しているが、その論理には一貫性が欠けている。
4	研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいて、結論を論理的に示している。さらに、これまでの研究方法の妥当性を評価し、今後の課題を明確に示している。
6	研究の目的に対し、得られた研究結果に基づいて、結論を論理的に示している。さらに、これまでの研究方法の妥当性を評価し、今後の課題や今後の展望（社会・学術面への貢献など）を具体的に示している。

各規準の配点一覧

	規準 A	規準 B	規準 C-1	規準 C-2	規準 D-1	規準 D-2	規準 E-1	規準 E-2	規準 F	合計
	体裁	要旨	序論		研究の方法		結果・考察		結論	
満点	4	4	2	4	3	2	6	4	6	35

資料 8 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

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が与えられる一方で、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難所などでとってまわったことは、ボランティアや避難民の憤激をかうものになった」

(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、調査者と同じ人間である。このことを常に忘れてはならないのではないかと。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、以下の事がわかった。

- ・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
- ・それらの誤りを共同研究者や論文の共著者が見落とし、あるいは見逃したこと

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、許されないのではないかと。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 ^{※1} 、任意の物質の摂取 ^{※2} を伴う。 ※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、試飲、匂いを嗅ぐこと、塗布すること。	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。
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	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、SV)の承認が必要。 ただし、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、自尊心を傷つけたりするような質問に回答することは避けること。
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	個人写真、名前、誕生日など個人の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。 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。
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ただし、以下の場合には適用外とする。

- ・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こ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ー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。



ISS チャレンジ (SSH 部門) 2018 審査について

2018/02/16
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。

審査は Web 上で回答してください。SSH 委員会から配信されたメール、または以下の QR コードからリンク先に接続し、本日中午に回答してください(SGH の審査も同じ QR コードから回答することができます)。



ISS チャレンジ 2018(SSH 部門)のファイナリストの口頭発表は以下の通りです。

10:45～11:05	SSH 発表① 「ポリフェノールの抽出とその活用」
11:05～11:25	SSH 発表② 「自転車の事故防止のアイデア」
11:25～11:45	SSH 発表③ 「フラボノイドと腸内細菌の関係」
11:45～12:05	SSH 発表④ 「食品中の鉄分とルミノール反応」

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

SSH 運営指導委員会の記録

日 時 2018年7月24日(火) 14:00~16:00

場 所 東京学芸大学附属国際中等教育学校 ミーティングルーム

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4年目の中間評価報告とその後の対応
- (2) 指定1期目の振り返りと2期目申請の方向性の検討
- (3) 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：荻野勉（学校長），後藤貴裕（副校長）

鮫島朋美,菊地英明,祖慶良謙,川上佑美,西村墨太,足助志野,松田はじめ(SSH 委員会)

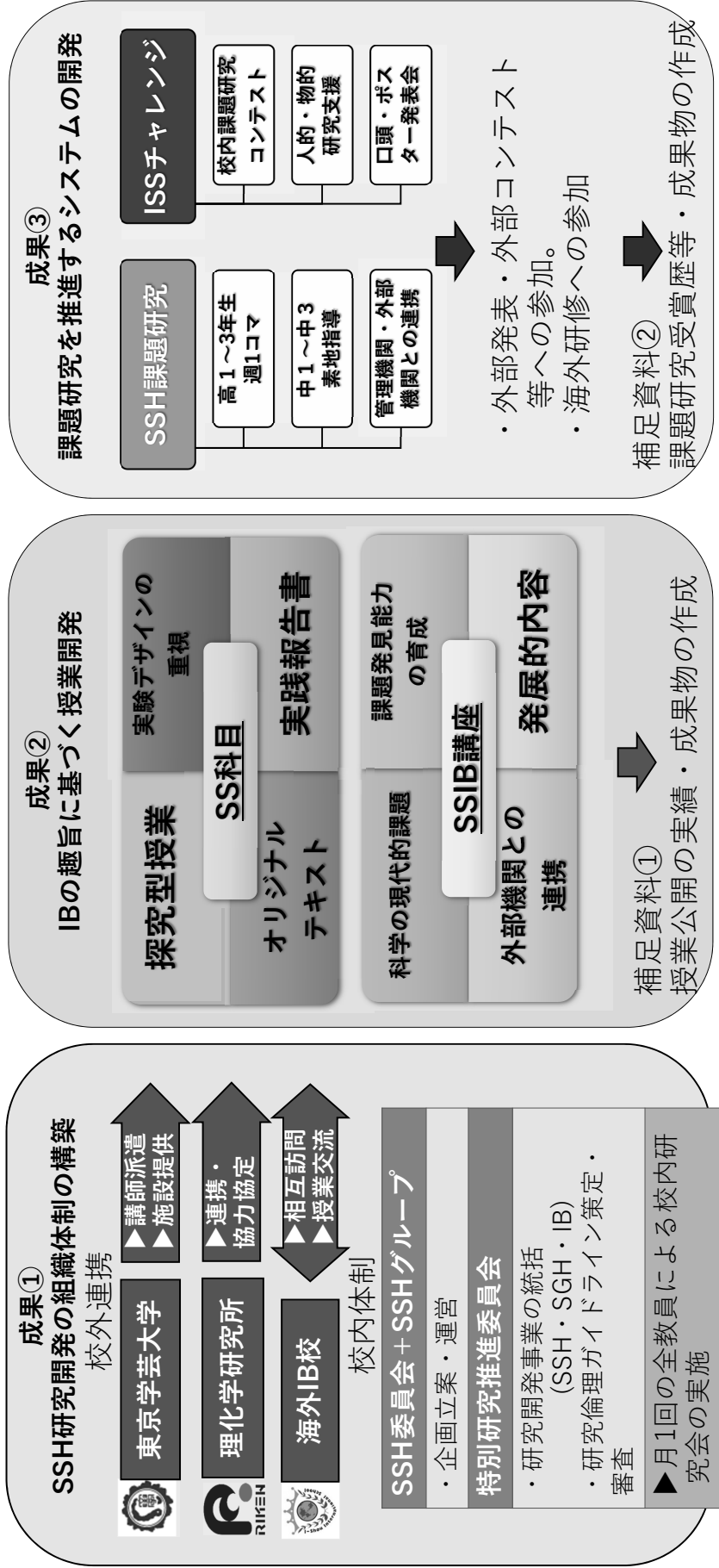
教育課程表

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				保健		Japanese A Literature HL					
3							古典B	家庭基礎			
4				Japanese A Literature HL							
5	社会 (基礎地理)	社会 (基礎歴史)	社会 (現代総合社会)	世界史A or 世界史A(IM)	国語 ・現代文B(2) ・古典A(2) ・古典B(2) ・国語表現(2) ・日本語理解(2)	Japanese A Literature HL	Japanese A Literature HL				
6				日本史A				English A Lang&lit HL/ English B HL			
7	数学1	数学2	数学3	SS数学 I		SS数学 II	地理歴史 ・世界史B(4) ・日本史B(4) ・地理B(4) ・世界史特講(2) ・日本史特講(2) ・地理特講(2)		English A Lang&lit HL/ English B HL		
8								SS数学A or SS数学A(IM)		SS数学B or SS数学B(IM) or 芸術	公民 ・倫理(2) ・政治・経済(2) ・IM政治・経済(2)
9					SS生物基礎						
10	SS地学基礎 or 科学と人間生活(IM)	SS化学基礎	芸術 ・音楽・美術・書道(2) ・音楽演習(2)	Mathematics SL							
11					SS数学Ⅲ(5)	数学 ・活用数学a(4) ・活用数学b(2) ・活用数学c(2) ・数学活用(IM)(2)	Mathematics SL				
12	理科	理科	理科	理科 ・SS物理(5)[SS課題研究] ・SS化学(5)[SS課題研究] ・SS生物(5)[SS課題研究] ・SS地学(3) ・SS地学基礎(2)				Chemistry SL			
13					化学	物理	物理		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	Chemistry SL	
14	生物	生物	化学	数学 ・物理基礎演習(1) ・化学基礎演習(1) ・生物基礎演習(1) ・地学基礎演習(1) ・物理イメージン(2)				Visual arts SL			
15					地学	地学	音楽		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	Visual arts SL	
16	音楽	音楽	美術	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
17					美術	美術	保健体育		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
18	保健体育	保健体育	体育	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
19					技術・家庭	技術・家庭	芸術		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
20	英語	英語	C英語 I	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
21					英語	英語	英語表現 I		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
22	技術・家庭	技術・家庭	C英語 II	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
23					英語	英語	情報の科学		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
24	英語	英語	英語表現 I or 生物イメージン	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
25					SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
26	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
27					SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
28	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
29					SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
30	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
31					SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究		国際 ・国際A(2) ・国際B(1)	TOK	
32	SS理数探究	SS理数探究	SS理数探究	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)				TOK			
					国際教養(含HR)	国際教養(含HR)	国際教養(含HR)		国際教養(含HR)	国際教養(含HR)	国際教養(含HR)

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。

SSH指定1期目 5年間の主な成果

H26～30年度 1期目指定
 研究開発課題名 「国際バカロレア(IB)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」



SS科目の授業公開の実績

- H26年度 第4回公開研究会(H26/6/21)** 参加者：417名
SS 数学Ⅲ 高校3年「数学的モデルとしての微分方程式」
SS 物理 高校3年「波動性が有する情報の活かし方」
- H27年度 授業研究会(H28/1/30)** 参加者：250名
SS 数学Ⅰ 高校1年「数学を使い、生み出す統計授業」
SS 化学基礎 高校2年「酸化還元を社会に活かそう」
- H28年度 第5回公開研究会(H28/6/18)** 参加者：400名
SS 数学Ⅲ 高校3年
SS 地学基礎 高校1年「東日本大震災から学ぶ地学」
「数学を使い、創る活動の水準を高める授業－微分法－」
- H29年度 授業研究会(H29/11/24)** 参加者：323名
SS 物理基礎 高校2年「協働による実験デザインを試み」
SS 家庭基礎 高校2年「生活と科学を結びつける授業実践(住居)」
- H30年度 第6回公開研究会(H30/6/23)** 参加者：450名
SS 物理基礎 高校2年「力と運動の探究」
SS 家庭基礎 高校2年「生活と科学を結びつける授業実践(被服)」

成果物の作成→全国SSH校に送付, Web上で公開

- H27年度
SS 理科 実践報告書の作成
「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実践報告
～学習指導要領との対応を踏まえて～」
- H28年度
SS 数学 テキストの作成
「座標幾何」「ベクトル」
- H29年度
SS 数学 テキストの作成
「三角関数」「極限と微分積分の考え」
- H30年度
SS 数学 テキストの作成
「複素数平面」
SS 理科 実践報告書の作成
「ルーブリックで変わる探究的な理科の授業
～創造的思考・批判的思考を育てる～」

生徒課題研究受賞歴等

- H27年3月22日
日本物理学会主催第11回Jrセッション
奨励賞受賞 「ハイスピードカメラを用いたバドミントンシャトル運動の観察」
- H27年8月6日
平成27年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会
ポスター発表賞 「画像測定を用いた運動解析システムの開発」
- H28年6月25日
日本古生物学会2016年年会@福井県立大学
優秀賞受賞 「暁新世野田層群産立樹幹化石の解剖学的分類と古環境再現」
- H28年
ウシオ電機株式会社主催サイエンスキャスル
研究支援校の指定 「プロテアーゼの活用-マイトケに含まれる酵素について-」
「食品中の鉄分とルミノール反応」
- H29年7月31日～8月2日
第7回高校生バイオサミット in 鶴岡
科学技術振興機構賞受賞
「Shewanella oneidensis MR-1の発電機構の探求
-ペプチドグリカン層の関与-」
- H29年8月9日～10日
平成29年度SSH生徒研究発表会@神戸国際展示場
奨励賞受賞
「Shewanella oneidensis MR-1の発電機構の探求
-ペプチドグリカン層の関与-」

- H29年10月
東熱科学技術奨学財団助成プロジェクト
本賞受賞 「Echenis Naucratesのラメラ機構を応用した吸盤開発」
奨励賞受賞 「蜂蜜・砂糖レモンの苦味の原因解明」
奨励賞受賞 「ポリフェノールの抽出とその活用」
- H30年2月3日 日本古生物学会第167回例会@愛媛大学
奨励賞受賞
「Whole plant reconstruction から見た暁新世産層産“無道管被子植物”の材化石」
- H30年 Journal of Molecular Graphics and Modeling
学術誌への掲載 「Structural comparison among the 2013-2017 avian influenza A H5N6 hemagglutinin proteins: A computational study with epidemiological implications」
- H30年10月 第13回科学の芽
努力賞受賞 「人工宝石の製造」
- H30年12月 第16回高校生科学技術チャレンジJSEC
入選 「蜂蜜・砂糖レモンの苦味の原因解明と苦味除去方法の検討」
- H31年 Journal of Molecular Graphics and Modeling
学術誌への掲載 「Structural significance of residues 158-160 in the H3N2 hemagglutinin globular head: A computational study with implications in viral evolution and infection」

成果物の作成

- H28年度 研究倫理ガイドラインの策定
H29年度 「課題研究 Guide 2018-19」の発行
H30年度 「課題研究 Guide 2019-20」の発行

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 5 年次

2019 年（平成 31 年）3 月 15 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