

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1年次

平成27年 3月

東京学芸大学附属国際中等教育学校

## はじめに ～Our dreams will come true～

校長 佐藤 正光

平成 26 年度指定のスーパーサイエンスハイスクールとして研究開発実施報告書(第 1 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) を実施する学校として、平成 19 年 (2007) に創立して以来、探究型授業を実践して参りました。一般には、国際という本校の校名や国際バカロレア教育 (IB) のイメージから本校は英語重視の教育に特色があると思われがちですが、実際には国際社会の中に存在する現代的課題に正面から取り組み、科学的、数学的な探究を行なう授業を重視している点もまた大きな特色です。現代の社会が抱える格差や貧困、テロリズムなどの構造的矛盾や世界的な環境問題などに関心を持ち、その原因や解決方法を考える、そしてそのために科学的で合理的な方法や論理によって問題の本質を解析する、それが探究型授業です。

スーパーサイエンスハイスクールは先進的な科学技術、理科・数学教育を通し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なうことを目的としています。一方、本校における探究の対象は、上記のように理数系の内容に限りませんが、6 年間一貫の教育を通じて数十篇の課題レポートに取り組むほか、4 年生 (高 1 生に相当) が取り組むパーソナルプロジェクト (個人の関心によって取り組む研究) や 5 年生の国際 5 (講座ごとに実施する課題研究) など多くの課題研究の機会があり、さらに 6 年生の国際 6 の課題研究では「社会への提言」として社会に向けても発信しています。こうした本校の教育は、科学的な知識と探究力によってこそ確実なものとなり、実証的に裏付けられます。

そこで本校では、これまでの国際バカロレア教育の理念と方法を活かしながら、生徒がより一層科学的、実証的な研究を推進する能力を身につけるよう、理数系教育に重点をおいて開発研究を行い、その成果を広く社会に還元するために、スーパーサイエンスハイスクールの指定を受けることになりました。本年度ようやく 1 年を終えようとして、生徒たちの研究はまだ萌芽的なものばかりですが、ユニークで発展の可能性のある研究も少なくありません。来年度には、本年度の生徒の研究を参考にしてさらに興味深く実証性の高い研究が生まれるのではないかと期待しております。また、本校の 1～3 年生 (中学生に相当) にも同じ土俵で積極的に研究に取り組むよう指導しています。2、3 年後にはさらに高度な研究成果を示してくれるのではないのでしょうか。

題名に示しました“**Our dreams will come true**”は、本校の校歌で繰り返し歌われるフレーズです。夢のような発想が、科学的な分析や先端的な技術の力によって本当に実現することを信じる、そんな生徒たちを育てたいと私たち教員は願い、日々この事業に取り組んで参りました。その成果を御高覧下さり、ご指摘、ご助言を賜う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26年度SSH研究開発報告書

1. 研究開発の実施期間	7
2. 本校の概要	
3. 研究開発課題	
4. 研究開発の概要	8
5. 1 仮説1にかかわる事業	
5. 1. 1 SS数学	12
5. 1. 2 SS理科	17
5. 1. 3 SSIB講座	23
5. 2 仮説2に関わる事業	
5. 2. 1 SS理数探究（サイエンスカフェ・国際教養）	26
5. 2. 2 SS理数探究（ISSサイエンスチャレンジ）	30
5. 3 仮説3にかかわる事業	
5. 3. 1 SS科目，SS課題研究における評価事業	36
5. 3. 2 形成的評価に関する事業	44
6. 校内におけるSSHの組織的推進体制	48
7. 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	49

### 資料

資料1：教育課程表	51
資料2：SSH事業にかかわる研究発表会の参加一覧	52
資料3：他校との交流等	53
資料4：サイエンスフィールドワーク	55
資料5：SSH事業に関する意識調査	58
資料6：運営指導員会報告	60

## 研究開発実施報告（要約） 別紙様式 1 - 1

東京学芸大学附属国際中等教育学校

指定第 1 期目

26~30

### 平成 26 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ IB の特徴でもある学習者中心で協働型・双方向型の授業「SS 科目」</li> <li>・ 科学の現代的課題や学際的課題を扱い、IB のディプロマプログラム（以下、DP）の授業の一部を共有する「SSIB 講座」</li> <li>・ 課題発見力、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発信力の育成を柱とする中等教育 6 カ年の体系立った理数探究活動</li> <li>・ それらの能力を中・長期的に評価するルーブリックを活用した観点別評価の方法</li> </ul> <p>IB の趣旨を取り入れることにより、学際的な視点を取り入れ且つ科学的に専門性の高い内容を提供できるカリキュラムを提案し、また、理数科目を中心に、日本の学校における IB の導入への課題を明確化し、その解決策等を具体的に提案する。</p> <p>本 SSH 事業の実施にあたり、大学や国内外の IB 校との連携を強化していき、その成果を日本における IB の普及に役立てたい。</p>
③ 平成 26 年度実施規模	
	中等教育学校前期課程を含む全校生徒（1 年生～6 年生）を対象とする。
④ 研究開発内容	
	<p><b>1 年次：本年度 平成 26 年度 準備・試行段階</b></p> <p>本年度は、研究開発課題を達成するためのカリキュラム開発の準備段階ととらえ試験的に実行した。以下の 4 つの事業を展開した。</p> <p>①SS 科目事業：これまでの MYP の実践を評価分析し、IB の趣旨を取り入れた SS 科目を開設した。DP の学習内容の詳細については、2014 年 9 月から実施の新シラバスの分析を行い、学習指導要領との整合性の考慮や単元設計を計画した。</p> <p>②SSIB 講座事業：東京大学及び東京学芸大学と連携し、SSIB 講座を試行し、本講座の本格的実施に向けて講座内容や生徒の参加形式の検討、環境や設備の整備をした。SSIB 講座受講生徒、講師へのアンケートを実施し、SSIB 講座の評価・分析を行った。</p> <p>③SS 理数探究事業：国際教養委員会、各学年会と協力し、これまで実施してきた理数探究活動の見直しとともに、SS 理数探究を実施した。国際教養・SS 理数探究を生徒の課題研究を促す機会と位置付け、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」および研究者との身近な交流を実現する「サイエンスカフェ」等を実施した。アンケート調査等により生徒の科学的意識の高まりを調査するとともに、研究成果発表会を行い、その質と内容の向上を検証した。</p>

- ④評価開発事業：2014年9月から実施のIBの新シラバスに示される評価規準を考慮に入れつつ評価規準等の検討を行った。SS科目等の単元・教材レベルでのルーブリックの開発を行い、段階的に試行した。英国のBowland Math.の実践教員および研究者を招聘して形成的評価を活用した問題解決の授業の展開について研究を行った。

## 2年次以降の計画

- ① SS科目：2年次以降，1年次の分析等を踏まえ，IBの趣旨を取り入れた授業方法，学習スタイルの試行・分析【2年次】，その本格的な実践・評価【3,4年次】，成果の総括【5年次】を行う。
- ② SSIB講座事業：初年度の反省を踏まえた講座内容の検討，環境や設備の整備，および開設講座の拡張への検討【2年次】，前年度の実践の評価・分析に基づくより効果的な運用方法の策定【3年次】，SSIB講座の公開講座化【4年次】，SSIB講座の成果の共有を図るための学校間ネットワークの構築【5年次】を行う。
- ③ SS理数探究事業
- ・課題研究支援事業：企画・試行およびセルフアセスメント手法に基づく自己評価の実施【2年次】，2年次の評価・分析を行い，より効果的な運用方法に基づく実践【3,4年次】，一連の活動の評価・分析【5年次】を行う。
  - ・研究支援事業：研究支援人材バンクの構築に向けた計画立案【2年次】，構築された人材バンクの生徒課題研究への活用【3,4年次】，マッチングデータベースの確立【5年次】を行う。
- ④ 評価開発事業：2年次以降，1年次の分析を踏まえ，新観点・評価基準の実施【2年次】，見直し及び改訂【3・4年次】，成果のまとめ【5年次】を行う。

○教育課程上の特例等特記すべき事項 特になし

○平成26年度の教育課程の内容 関係資料のとおり（資料1 教育課程表 P51）

○具体的な研究事項・活動内容

### (1)SS科目事業

本校の教育課程表においては，理数系教科に属するSS科目として，数学科で7科目，理科で9科目が設置されている。

SS数学：「SS数学」の科目を開設した。ICTの活用，数学的モデル化の重視といったDPの趣旨を取り入れたオリジナルテキスト(5・6年用)を作成するために，探究課題の開発，実践およびその検証を行った。また，学習指導要領とDPカリキュラムとの整合性について分析を行った。

SS理科関係：「SS理科」に関わる科目を開設した。また，SS化学を中心に，学習指導要領とDPカリキュラムとの整合性について分析し，理科全般に共通する要素を特定した。

SS課題研究関係：特にSS物理課題研究において，DPカリキュラムのGroup4 Projectの趣旨を取り入れ，実験デザインを重視した，生徒が主体的に取り組める授業の実践を試みた。

### (2)SSIB講座事業

下記の2講座を実施した。

SSIB1 生命科学実験講座：プラナリアの再生実験・細胞培養実験を東京大学の実験施設において実施する生命科学系の実験講座

8/19, 8/22, 8/28 (東京大学駒場キャンパス)

SSIB2 電磁気学実験講座：電場を利用した電子楽器の原理および自然放射線の測定と CT スキャンなど放射線の応用原理を理解するための実験など東京学芸大学の実験施設において実施する電磁気系の実験講座

12/25, 1/6, 1/7 (東京学芸大学)

### (3)SS 理数探究事業

#### ①サイエンスカフェ

回 月日	タイトル	講師
第1回 7/16 放課後	信頼性・安全性の確保と未然防止 ～航空機・新幹線・自動車を例に～	鈴木和幸教授 電気通信大学
第2回 9/3 5限	福島の子供たちの視点で考える生活や食材	吉野裕之 氏 NPO 法人
第3回 9/17 放課後	統計によるものの見方：一に聴いて十を知る	椿広計 教授 統計数理研究所
第4回 10/8 5・6限	やってみなさい！たった一度の人生 「再生医療とビジネス展開」	北條元治 氏 株セルバンク
第5回 10/29 放課後	いよいよ宇宙旅行時代がやってくる！グローバルからユニバーサルの時代へ	山崎大地 氏 宇宙サービス
第6回 1/19 5・6限	感性工学入門～あなたの気持ちを具体的な形で表現する～	椎塚久雄名誉教授 工学院大学
第7回 2/17 放課後	問題解決に必要な力について～その重要性和評価～	Paul Crossley Redhill Academy

#### ②ISS サイエンスチャレンジ

個人やグループで自発的に行っている生徒の課題研究を奨励するために、校内科学コンテストを実施した。全ての在校生にその機会を提供し、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、生徒の興味関心に即しながら科学研究の方法の習得を目指した。

### (4)評価開発事業

SS 科目、SS 課題研究の評価開発事業：SS 数学、SS 理科、SS 課題研究において、6年一貫した評価の実施に向けて、IBの趣旨に基づいた5・6学年(高1・2)の評価の観点およびルーブリックを開発し、その一部を試行し、今後への課題を見出した。

形成的評価に関わる事業：イギリスより数学教育に関わる研究者・教員を招聘し、評価活動を通して理数科学的なプロセス能力を育成する授業を実践した。またその手法について研究協議を行った。

日時・場所	タイトル	講師など	対象
2月16日(月)	事前指導、指導案検討	Geoff Wake	本校教員
2月17日(火)	研究授業・協議会	the University of Nottingham	1学年
2月19日(木)	教員向けレクチャー	Paul Crossley Redhill Academy	本校教員
2月20日(金)	研究授業・協議会	Geoff Wake	5年生徒

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による効果とその評価

- ・ **SS** 数学では、オリジナルテキストの作成に向けて教材開発を行い試行した。**SS** 理科では **DP** と学習指導要領の対応関係を調査研究するとともに、**SS** 課題研究では探究過程ごとに求められるスキルを明示し試行した。
- ・ 校内科学コンテスト「**ISS** サイエンスチャレンジ」の実施により、授業時間内で行っていた生徒の課題研究はもとより、授業時間外で任意に行っていた生徒の科学研究を顕在化することができ、コンテストの審査内容をフィードバックすることにより生徒の研究の質の向上を図ることができた。また、それらの生徒に対し、外部での研究成果発表会への参加を促したことにより、各自の課題研究が進捗するとともに、課題研究に取り組むモチベーションを高めることができた。
- ・ 東京大学や東京学芸大学と連携し、**SSIB** 講座を 2 講座実施することができた。今年度は試験的運用であったが、実施方法や内容、大学教員と連携した授業デザインなどについて有効的な実施に向けた示唆を得ることができた。
- ・ **IB** プログラムの有効性を検証するうえで、**DP** と学習指導要領との整合性をとるための基礎研究を数学科および理科で行うことができた。
- ・ 観点別評価の実施に当たり、数学科および理科において観点の設定およびそれぞれのルーブリックを作成し、一部を試行することができた。

### ○実施上の課題と今後の取組

- ・ **SS** 科目において開発したルーブリックの具体的な記述のしかたなどは、単元や課題に応じて適切な表現がある。教科内容や課題に応じた適切な様式や表現を検討する。
- ・ **ISS** サイエンスチャレンジでは、年間のスケジュールを 4 月中に全校生徒に告知し、生徒が計画的に課題研究活動を行えるようにするとともに、研究成果発表会を公開し、多様な視点から生徒へのフィードバックが行えるようにする。
- ・ **SSIB** 講座について、講座内容の検討、環境や設備の整備、および開設講座の拡張への検討を行う。
- ・ **DP** と学習指導要領の整合性をとるための基礎研究をさらに進め、発展的な学習内容の導入を模索する。
- ・ **SS** 数学および **SS** 理科において設定した観点および開発したルーブリックに基づき、年間を通して評価を行い、評定につなげる。

## 2. 研究開発の成果と課題 別紙様式2-1

東京学芸大学附属国際中等教育学校

指定第1期目

26~30

### 平成26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

○研究仮説1に基づき、DPと学習指導要領との整合性をとるための基礎研究として、数学および理科の各科目について、学習指導要領における内容とDPにおける内容の対照表を作成した。

○数学科ではDPの趣旨を取り入れたテキスト開発に向け、いくつかの教材を開発し、授業で実践した。

○理科および課題研究ではDPカリキュラムのGroup4 Projectの趣旨を取り入れ、実験デザインを重視した、生徒が主体的に取り組める授業の実践を試みた。また校外での学習としてハークネスセミナーやサイエンスフィールドワークを実施することができた。

##### 2. SSIB講座事業

○今年度は生物分野の「生命科学実験講座（東京大学）：プラナリアの再生実験と細胞培養」および物理分野の「電磁気学実験講座（東京学芸大学）：電場や放射線の利用」の2講座を実施した。今年度は試験的運用であったが、実際に実施したことにより適切な実施規模および実施に当たっての留意点を確認することができた。また、異学年集団での講座開講であったが、運用の方法や大学教員と連携した授業のデザインなどについて示唆を得た。

##### 3. SS理数探究事業

○SS理数探究が位置づいている「国際教養」の時間の現状分析を行い、課題を明確化することができた。

○外部講師を招聘し、様々な見地から講演やワークショップ等を行うサイエンスカフェを7回実施した。様々な形態で行ったことにより、より効果的な実施に向けて示唆を得た。また、生徒の科学に対する興味関心の高揚に資することができた。

○4学年での国際教養（パーソナルプロジェクト）5学年での国際教養（国際5）の中で、科学的対象や科学的アプローチに基づく課題研究を行う生徒に対し、外部での研究成果発表会への参加を促したことにより、各自の課題研究が進捗するとともに、課題研究に取り組むモチベーションを高めることができた。

○課題研究支援事業として、校内科学コンテスト「ISSサイエンスチャレンジ」を企画・実施した。これにより、パーソナルプロジェクトや国際5はもとより、部活動や有志、あるいは個人で科学的研究を行っている生徒を顕在化することができ、コンテストの審査内容をフィードバックすることにより、研究の質の向上を図ることができた。

##### 4. 評価開発事業

○IBの趣旨に基づいた観点別評価を行うために、SS数学、SS理科、SS課題研究において、6年一貫した評価の実施に向けて、IBの趣旨に基づいた5・6学年(高1・2)の評価の観点およびルーブリックを開発し、その一部を試行し、今後への課題を見出した。

○形成的評価に関する研究・実践に向け、イギリスから講師を招聘し、教員向けに研修を行うとともに、アセスメントレッスンとして生徒に対して授業を行ってもらった。また、問題解決のプロセスについて、英語で生徒にレクチャーするとともにワークショップを行い、数学的思考力の向上と英語力の向上に寄与することができた。



## ② 研究開発の課題

### 1. SS 科目事業

- IB プログラムの有効性の検証を図るうえで、DP と学習指導要領の整合性をとるための基礎研究をさらに進め、発展的な学習内容の導入を模索する。
- 数学科においては、テキスト開発に向けた教材開発をさらに推し進め、今年度未着手の領域についての教材作成およびそれに基づく授業実践を行う。
- 理科では、コミュニケーション力の育成のために、報告書(実験レポート)の作成や研究の発表の場・表計算ソフトやデータベースの検索、コンピューターによるシミュレーションなど ICT の活用を積極的に行う。さらに、理科と他領域とのつながりへの視点を SS 理科科目でも継続するために、DP における TOK(知の理論)や International mindedness の考え方を取り入れた授業設計を試みる。

### 2. SSIB 講座

- 集中形式の実験講座の実施時期については、生徒の利便性を優先すると夏季休業中に実施することが望まれる。事前学習の設定の実施方法や他の行事等との調整が必要である。
- 大学の実験施設の使用および異学年の生徒が混在する集団における実験実習は、20名程度とする。実験支援をするTAは2～3名ほど確保するようにする。
- 本年度は集中形式の実験講座の実施方法を検討するために試験的に実施したため、内容については十分に検討するには至っていない。2年次以降は、日本語DPで開設する化学の Option の内容について取り上げ、DP クラスの講座として認定できるようにする。

### 3. SS 理数探究

- 希望者対象形態のサイエンスカフェ実施に当たり、今年度の実践および反省を踏まえ、より多くの生徒が参加するようなテーマ設定および講師依頼をする。
- パーソナルプロジェクトおよび国際5における課題研究活動をより推進するために、国際教養委員会と連携を強め、運用方法の改善を図る。
- サイエンスチャレンジでは、年間のスケジュールを4月中に全校生徒に告知し、生徒が計画的に課題研究活動を行えるようにするとともに、研究支援制度(人的・物的)を生徒が利用しやすいように体制を整える。研究成果発表会を公開し、優秀な研究成果を褒賞することで課題研究に対する要求水準を示すとともに、多様な視点から生徒へのフィードバックが行えるようにする。
- 生徒の視野を広げるために、海外交流事業を実施する。
- 専門性や特殊性の高い課題研究について、その研究を高度な専門性をもって指導できる体制が十分ではなかった反省に基づき、研究指導人材バンクの開発を進める。

### 4. 評価開発事業

- SS 数学および SS 理科において設定した観点および開発したルーブリックに基づき、年間を通して評価を行い、評定につなげる。
- 自律的な科学技術者の育成に向けて、自己評価、相互評価の方法、評価対象や方法など形式的評価に関する課題の明確化が必要となる。
- 本事業により開発した評価による成果(生徒の能力を高めるためにどのように関与したか)を評価する方法について研究する。

## 平成 26 年度 SSH 研究開発報告書

### 1. 研究開発の実施期間

指定日から平成 31 年 3 月 31 日まで

### 2. 本校の概要

(1) 学校名, 校長名

東京学芸大学附属国際中等教育学校 校長名 佐藤正光

(2) 所在地, 電話番号, FAX 番号

所在地 東京都練馬区東大泉 5-22-1

電話番号 03-5905-1326

FAX 番号 03-5905-0317

(3) 課程・学科・学年別生徒数, 学級数及び教職員数

全日制・普通科

学年	1 学年	2 学年	3 学年	4 学年	5 学年	6 学年
学級数	4	4	4	4	4	4
学年人数	109	116	122	113	126	124
現有生徒	710 (全 24 学級)					

教職員数

学校長

学校長	副校長	主幹	教諭	講師	養護	司書	事務	用務
1	2	1	47	28	2	1	6	3

教諭・講師 所属

教科	国語	地歴・公民	数学	理科	保健体育	芸術	外国語	技術家庭	情報
教諭	7	7	7	7	5	2	9	2	1
講師	2	1	2	2	1	3	15	1	1

### 3. 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 か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) 評価開発事業

## 4. 研究開発の概要

### 4. 1. 研究開発の課題

IBの趣旨に基づき、国際社会で活躍できる科学技術人材の輩出に資する理数探究教育プログラムを開発する。具体的には、以下の開発に取り組む。

- ・課題発見力、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発信力の育成を柱とする中等教育6カ年の体系立った理数探究活動
- ・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する「SSIB講座」
- ・それらの能力を中・長期的に評価するルーブリックを活用した観点別評価の方法

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

本SSH事業の実施にあたり、大学や国内外の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。

### 4. 2. 仮説

研究開発課題に対して次の3つの仮説を立てた。

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

(仮説2) 理数探究の充実による学際的な学びに対する取り組みの意義

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

本SSH事業では、科学の現代的課題や学際的な課題を扱いながら、問題解決力、協調性、論理的思考力、多面的考察力、発進力等の育成を目指し、中等教育6カ年の体系立った理数探

究活動を行う「理数探究プログラム」を開発する。そこでの、探究型学習、プロジェクト型学習、協同的学習、および自発的な課題研究などを通じて、生徒が学習や経験から得た知識や概念を新たな状況に転換する能力や自律的な学習方法を習得していくことができる。

#### （仮説3）6年一貫教育におけるルーブリックを用いた観点別評価の定着

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

本SSH事業では、IBプログラムにおける評価システムを調査・研究および実践することにより、今日の教育に求められている評価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。

### 4. 3. 研究開発の内容（教育プログラム）の概要

研究開発課題を達成するために、設定した教育プログラム（事業）の概要は次の通りである。

#### 4. 3. 1.（仮説1）SS科目事業に関する取り組み

（仮説1）に対して、DPで展開される Group4: Experimental Sciences, Group5: Mathematics and computer science のシラバスの趣旨を取り入れた授業として、4～6年の数学・理科の授業を「SS科目」として開設することによって、理数系科目におけるIBプログラムの有効性を実証することをめざす。

設定科目等：SS数学 「SS数学Ⅰ」「SS数学A」「SS数学Ⅱ」「SS数学B」「SS数学Ⅲ」  
SS理科 「SS生物基礎」「SS地学基礎」「SS物理基礎」「SS化学基礎」「SS物理」「SS物理課題研究」「SS化学」「SS化学課題研究」「SS生物」「SS生物課題研究」「SS地学」、その他イマージョンクラス

##### （1）SS数学に関わる取り組み

数学科では、SS数学の科目内容を検討するために「DPにおける指導内容と学習指導要領の対比及び整合性の確認」を中心課題とした数学カリキュラム研究と、SS数学で使用する「オリジナルテキストの作成」に向けて、教材開発（数学的探究活動）及び学習評価の研究開発をおこなった。オリジナルテキストに関しては、英語イマージョンクラスの翻訳も行い、他言語で事業を展開できるようにした。

オリジナルテキストに掲載する数学的探究課題は、授業において試行したところ、生徒のレ

ポートから、現実の事象の探究をとおして概念を獲得している様子や、数学的に表現して考察を行うことの良さを認識していることが読み取れ、一定の効果があることが確認された。あわせて、ICTを活用することで探究の幅が広がることの示唆を得ることができた。

## (2) SS 理科に関わる取り組み

理科では、SS 理科の各科目の指導内容にどのように IB の要素を取り入れるかを検討するために、IBDP と学習指導要領との整合性の検証の基礎研究をおこなった（化学領域）。この研究により「科学的な研究方法」の習得には 6 か年を見通したカリキュラム編成が必要であること、「社会への応用・現代社会への課題」を授業設計の軸にすることなどがわかった。

SS 課題研究に関しては、協働型、双方向型学習を実現するための単元設計や ICT の活用、現代的・現実的な課題発見から課題解決に至るまでのプロセスを自律的に行う能力の育成をめざした教材開発をおこない、SS 物理課題研究の単元において試行した。実践を通して、生徒の主体的な探究活動を促すためには、探究活動の過程のそれぞれの段階において必要な技能等を評価活動等を通して明示することや、ルーブリックなどを活用した形成的アセスメントを展開することが有効であることが示唆された。

その他、他の SS 理科の科目においては、ルーブリックの開発を行い、観点別評価を試行するとともに、物理（英語）イマージョンクラスの実施や、科学研究と社会との接点を観るサイエンスフィールドワーク、海外の SSH 校との共同授業であるハークネスセミナー及び国内 SSH 校との合同授業（ワークショップ）など、生徒の理数探究能力を高めるための試みを展開した。

### 4. 3. 2. (仮説 1) SSIB 講座事業に関する取り組み

(仮説 1) に対して、DP Group4: Experimental Sciences の Theory Options であつかう現代的・現実的な課題を一部取り入れた集中講座を開設する。それに基づき、大学教員と本校教員が共同で生命科学実験講座と電磁気学実験講座の 2 講座を希望生徒を対象として実施した。

参加生徒は、大学の実験施設での実験実習を通して、高度な専門的知識および技能を得るだけでなく、科学研究の社会的影響などアカデミックな内容により発展的でより深い洞察に至る様子が見られた。また、異学年の生徒による実験集中講座における TA の配置、実施規模や環境等など、適正な運用方法に関する示唆を得ることができた。

設定科目等：「SSIB 講座 1 生命科学実験講座」「SSIB 講座 2 電磁気学実験講座」

### 4. 3. 3. (仮説 2) SS 理数探究事業に関する取り組み

(仮説 2) に対して、1 年～6 年の学校設定科目[国際教養]に〔SS 理数探究〕の領域を設定する。ここでは、フィールドワークにおける実地調査活動や、個人での科学的な課題研究やグループでのプロジェクト研究を行う機会を設ける。その目的は、身の回りや世の中の様々な事象を、科学的視点からとらえ、実社会に活用していく方法を獲得することにある。その方策として、MYP でも重要視している「教科横断的な学習」の中で科学的アプローチの仕方や考察の仕方を獲得することを想定する。この趣旨をより明確化するために、6 か年を通して「課題発見力」、「行動、問題解決力」、「協調性、論理的思考力」、「多面的考察力、発信力」といった能力の育成を段階的目標として設定する。本 SSH 事業における「SS 理数探究」は、理数領域のみに偏るということなく、MYP における「学際的な学び」を通して培った現実社会・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する。

具体的には、大学教員や研究所の研究者や科学の実践者を講師として招聘し、科学に関する最先端の話や科学研究を進めるうえでの姿勢や方法またはエピソード、実地調査の仕方や科学的な報告レポートのまとめかたなど専門的見地からの講話やワークショップなど全ての学年の生徒が気軽に聞ける機会として「サイエンスカフェ」を設置した。

また、生徒の課題研究支援事業として、生徒個人および団体による独自の研究活動の奨励および活性化をめざし、生徒の研究成果（活動）を審査し、優秀な研究を表彰し奨励する校内科学コンテスト「ISS サイエンスチャレンジ」を実施した。さらに「ISS サイエンスチャレンジ」で科学課題研究に取り組み始めた生徒の課題研究を支援するため「研究支援員」など各種課題研究の支援制度を設け、生徒の自律的な課題研究の推進を促した。

その他、校内研究会において SS 理数探究に関わる運用方法などを全校教職員が議論する機会を設け、中高 6 年とおした体系的な理数カリキュラムのあり方を検討する機会とした。設定事業等：「国際教養・SS 理数探究」「サイエンスカフェ」「ISS サイエンスチャレンジ」「研究支援事業」

#### 4. 3. 4. (仮説3) 評価開発事業

(仮説 3) に対して、国際バカロレアの考え方に基づくルーブリックを用いた観点別評価方法を開発し実施した。

各教科の学習形態に応じた評価のためのルーブリックの開発をおこない、実際の学習評価活動においてルーブリックを活用することで、そのプロセスに現れる思考力・判断力・表現力等についての評価を試みた。

今年度は、MYP・DP とともに 2014 年 9 月から実施の新シラバスに示される評価規準の分析を行うとともに、各 SS 科目の実情に応じたレベル（単元・教材レベルなどの一部）でルーブリックの開発およびそれに基づく評価を試験的に実施した。また単元や教材によっては問題解決のプロセス能力の評価に基づいた授業のあり方や教材についても検討した。2 年次以降、6 年一貫した IB プログラムに基づく評価規準および適切な評価課題の設定、ルーブリック作成等の検討を行い、各教科科目で評価課題、評価規準、評価データを蓄積し、分析することを想定し、今年度は準備期として位置づけて評価開発のための基盤整備と位置づけて実施した。設定事業等「英国数学教師 (Bowland Math.) 招聘事業」

## 5. 1 仮説1に関わる事業

### 5. 1. 1 SS 数学

#### (1) 研究開発の経緯

SS 数学に関する内容について、8月以降、毎月教科会を開催し、検討を重ねてきた。日時と内容に関する項目を以下の表に示す。主な内容としては、(i) DP における指導内容と高等学校指導要領との対比および整合性の確認、(ii) 独自テキスト作成に向けての検討、である。また、評価についても教科会を開催しており、それについては 5.3.2 で述べる。

日時	内容
平成 26 年 8 月 21 日(木)	(i) DP における指導内容と高等学校指導要領との対比および整合性の確認
平成 26 年 9 月 20 日(土)	(i) DP における指導内容と高等学校指導要領との対比および整合性の確認 (ii) 独自テキスト作成に向けての検討 SSH テキストの方向性に関する検討
平成 26 年 10 月 19 日(日)	(ii) SS 数学テキスト作成に向けた二次曲線、極座標、極方程式に関する探究課題についての検討
平成 26 年 11 月 23 日(日)	(ii) SS 数学テキスト作成に向けた図形と方程式、二次曲線の探究課題についての検討 (ii) 極方程式の実践に関する報告、検討
平成 26 年 12 月 24 日(水) 26 日(金)	(ii) SS 数学テキスト全体の構成に関する検討 (ii) SS 数学テキスト作成に向けた図形と方程式、二次曲線の単元構成についての検討
平成 26 年 1 月 24 日(土)	(ii) SS 数学テキスト作成に向けた図形と方程式、二次曲線の単元構成についての検討
平成 26 年 2 月 14 日(土)	(ii) SS 数学テキスト作成に向けた図形と方程式の節構成についての検討
平成 26 年 3 月 30 日(月) (予定)	(ii) SS 数学テキスト作成に向けた図形と方程式の節構成のドラフトの検討 (ii) SS 数学テキスト作成に向けた領域、極座標、極方程式の探究課題についての検討

#### (2) 研究開発の内容

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」に関して、数学科においては、(a) DP における指導内容と高等学校指導要領との対比および整合性の確認、(b) 独自テキスト作成に向けての探究課題の作成、(c) 英語イマージョンクラスの使用テキストの翻訳、を行った。

##### (a) DP における指導内容と高等学校指導要領との対比および整合性の確認

DP での指導内容と高等学校指導要領との対比を調べるために、DP のガイドの検討を行った。DP 数学は higher level (HL) と standard level (SL) とに分かれており、それぞれ代数(Algebra)、関数と方程式(Functions and equations)、円と三角関数(Circular functions and trigonometry)、ベクトル(Vectors)、統計と確率(Statistics and probability)、微積分(Calculus)の 6 つの必修としての Topic が設けられており、さらに数学的探究(Mathematical exploration)も設けられている。HL ではその他に離散数学(Discrete mathematics)を含むいくつかの Topics が選択となっている。

表 1 : Mathematics HL Topic 5 Statistics and probability の分析例 (抜粋)

	Content (内容)	Further guidance (詳しい内容)	指導要領での内容
5.1	母集団、標本、無作為抽出、離散データと連続データの度数分布の概念。 まとめられたデータ：階級値、区間の幅、区間の上界と下界。	試験の目的のために、紙面上 1・2 セットのデータを母集団として扱う。 試験において、以下の式が用いられるべきである：	中 1 : D 資料の活用領域「資料の散らばりと代表値」 中 3 : D 資料の活用領域「標本調査」 数学 I : データの分析「データの散らばり」

平均値, 分散, 標準偏差. 必要としない事項: 標本からの母平均と母分散 の推定.	$\mu = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{n},$ $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^k f_i (x_i - \mu)^2}{n}$ $= \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i^2}{n} - \mu^2.$	数学 B: 確率分布と統計的な推測 △離散データと連続データ △外れ値 ▲母平均, 母分散, 母標準偏差
---	---	---

△DP にはあるが学習指導要領にはない

▲学習指導要領にはあるが DP にはない

上記のように, ガイドベースの分析のほか, 学習指導要領との整合を確認するために, 検定教科書(東京書籍)について科目ごとのそれぞれの内容について DP 数学がどこに位置づいているのかを探るための一覧表作成を行った。

表 2: 数学 B 「確率分布と統計的な推測」 と DP 数学の対応表

章	節		SL(単元)	HL(単元)
確率分布と統計的な推測	確率分布	事象の独立と従属	5.6	5.4
		確率変数と確率分布	5.7	5.5
		確率変数の平均と分散	5.7	5.5
		確率変数の和と積		
		二項分布	5.8	5.6
	正規分布	正規分布	5.9	5.7
	統計的な推測	母集団と標本	5.1	5.1
標本平均の分散				
母平均の推定				

以上のような考察を, DP 数学については SL および HL について 1 から 6 までのすべての Topics について, 対応表については数学 I, 数学 II, 数学 III, 数学 A, 数学 B のすべての単元について行った。

(b) 独自テキスト作成に向けての探究課題の作成

(a)での DP 数学の内容分析後, 5,6 学年(高 2,3) のカリキュラムの策定を開始した。今年度は数学 II 「図形と方程式」 および数学 III 「平面上の曲線」 に焦点化した。なおこれらは DP 数学の SL にも HL にも位置づいていない。これら 2 つの単元をどのように構成, 配列すべきかを教科で議論した結果, 1 つの単元として統合し, 5 学年で学習するものとした。単元名および節構成は以下のとおり(ただしいずれも仮称)である。

単元名『座標幾何』 §1 「図形と方程式・不等式」 §2 「いろいろな曲線」 §3 「いろいろな曲線の表し方」
--

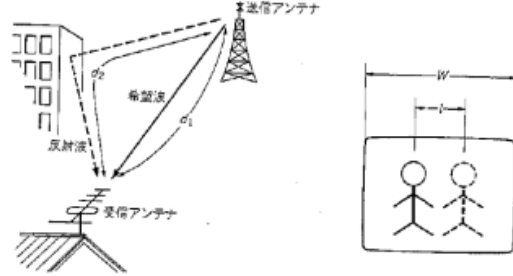
§1 は数学 II 「図形と方程式」の内容, §2 は数学 III における直交座標による表示として 2 次曲線に該当する内容, §3 は数学 III における媒介変数による表示および極座標による表示に該当する内容を扱う。これらの内容は, 条件を満たす点の集合としての軌跡の考え方が共通して用いられるため, その考えを中心に単元を構成しようと試みたものである。また, 学習に当たっては MYP で貫いてきたように, 探究活動を通して必要な概念を習得できるようにすることを目標としている。数学科では, それを実現するための探究課題をそれぞれが持ち寄り, より豊かで発展的な探究活動が可能となるように議論を重ねた。探究課題の例は資料を確認されたい。



【探究課題例】(SS 数学 III「2次曲線」楕円の導入課題)

テレビの画像は2次元の広がりを持っている。テレビの送受信側の画面は画素と呼ばれる小さな点から成っており、その画素に色彩情報を与え、映像化している。その情報の送受信は、まず送信側が持つ各画素の情報を順番通りに1次元の(つまり1列)に並べて送信し、受信側は順次到着した情報を順序よく並べて2次元としての画像を再現する。このように画像の分解または組み立てを行うことを走査といい、走査することによって生じる横線を走査線と呼んでいる。

このように送信局から電波に情報を乗せて受信側に送る仕組みとなっているが、高い山やビルなどがあると受信できなくなったり、それらに反射した電波も受信したりして、受信障害が起こることもある。特に反射による電波障害は本来の電波よりも時間的に遅れて受信アンテナに到達するため、本来の正像の右側にゴーストと呼ばれる像が現れてしまう。1本の水平走査線を描画する時間はテレビによって差があるが、その時間と正像とゴーストまでの長さが測定できれば電波の遅れを算出することができる。今、東京スカイツリー(A地点)から送信された電波をB地点で受信したときゴーストが確認できたとする。そのときの電波の遅れが $180\mu$ 秒であったとする。このとき何が電波の反射をもたらす原因であったかを探ろう。



- 問1 電波の速度はおよそ  $300\text{m}/\mu$  秒である。このとき  $180\mu$  秒の遅れは経路差( $d_2 - d_1$ )では何 km に相当するだろうか。
- 問2 東京スカイツリー(A地点)を原点とし、1kmが1となる座標平面を設定したところ、B地点の座標は(-24, -18)となった。このとき、A地点からB地点までの直線距離を求めなさい。
- 問3 反射をもたらす原因となる障害物の地点を  $P(x, y)$  として  $x, y$  の満たす方程式を求め、グラフツールを用いてグラフに表しなさい。

(c) 英語イマージョンクラスの使用テキストの翻訳

カリキュラムの中では数学 SS 数学 A (2 単位 ; 履修学年 4 学年 (高 1)), SS 数学 B (2 単位 ; 履修学年 5 学年 (高 2)), IM 数学活用 (2 単位 ; 履修学年 6 学年 (高 3)) で数学の英語イマージョンを選択できるようになっている。学習内容は日本語クラスと同様であり、違いは使用言語だけである。SS 数学 B については MYP 数学であることから、探究活動ベースの学習となるようにすべく、オリジナルテキストを作成しそれに基づいて授業実践をしてきたが、イマージョンクラスのためのテキストの英語化が十分に行われていなかった。今年度はすでに作成されている日本語のオリジナルテキストの翻訳を行い、英語版のテキストを作成した。

Research 1 Is it safe to drink an unfinished beverage from a plastic bottle?

Compact size plastic bottles are now widely used. Therefore, we often keep unfinished drinks for a long time and carry them around because they can be capped. However, is it safe to drink it after keeping it for a long time?

Once you drink something from a plastic bottle putting your mouth on it, bacteria residing in your own mouth will pass to it. Depending on the surrounding conditions, the number of bacteria may start increasing inside the bottle.



One of the books on microbiology says:

Microorganisms grow very fast if the surrounding environment such as the temperature, humidity, nutrition, and oxygen are suitable for them.

Growth rate (division rate) of bacteria can be shown as the time it takes for one cell to become two cells after the start of a cell division, which is called generation time (G). (omitted)

The value of this generation time becomes smaller as the growth rate becomes faster. The generation time (G) of E. coli and lactobacillus is normally 20 minutes, however, it becomes around 15 minutes in a very suitable growth media.

From Applied Microbiology for nutritionists, revised and written by Ane Mikko and Kazuhiko Niygi, published by Kodansha.

If you drink something that contains lots of bacteria, you may suffer from food poisoning. Suppose that the growth rate (division rate) is one hour. Let's study how the number of bacteria increases and consider if it is safe to drink it.

図 1 英語テキストの実際

### (3) 実施の効果とその評価

#### オリジナルテキスト作成に向けた探究課題の実践

SS 数学では、先に示した通り、5,6 学年用のオリジナルテキストの探究課題を開発すると同時に、それを用いた実践を通して、その有効性を検証してきた。以下にその例を示す。

■ 探究課題：「二重観覧車の動きを解析しよう」 ■ 対象：5 学年(高 2)

■ 実施時期：平成 26 年 11 月

■ 内容：§3 「いろいろな曲線の表し方」

内容は、事象の探究を通して媒介変数表示を創出するというものである。具体的な探究課題は次の通りである。

#### 探究 二重観覧車の動きを解析しよう

大分県別府市にある「ラクテンチ」に、日本で唯一の二重式観覧車「フラワーかんらん車」がある。フラワーかんらん車に乗るとふつうの観覧車に乗るとでは、どのように異なる体験ができそうだろうか。

この課題に対して、まず観覧車について必要だと考えたデータについて挙げさせると、図 2 のような意見がでた。そこで、これらのことについて、直接「ラクテンチ」に問い合わせたところ、回答を頂いた(図 3)。

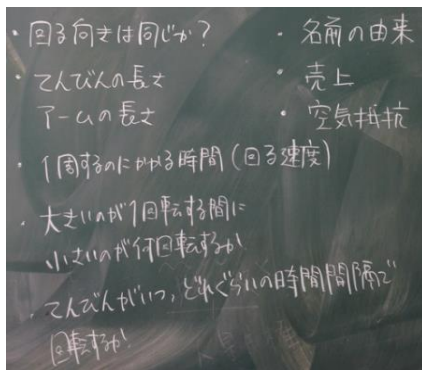


図 2 生徒から出た意見

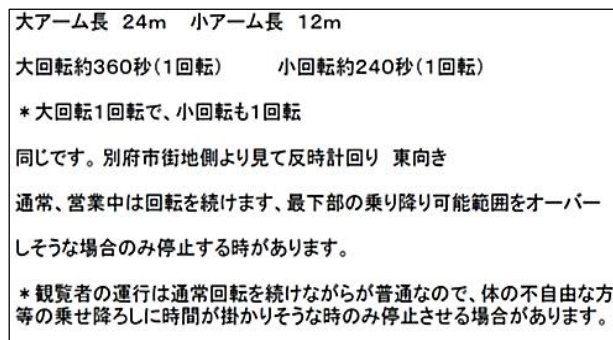


図 3 問い合わせの回答

実際の授業では、必要だと考えたデータを挙げた後、その時点での二重式観覧車の動きを予想させたところ、図 4 のような図を用いて考える生徒が現れた。そこで、点 Q の座標を表す方法を議論することによって、媒介変数表示のアイデアを引き出すことができた。その結果、生徒が考えた点 Q の動きが図 5 である。さらに、後日、先方からの回答を生徒に伝え、図 6 のように媒介変数表示を修正し、点 Q の描く軌跡について考察することができた。

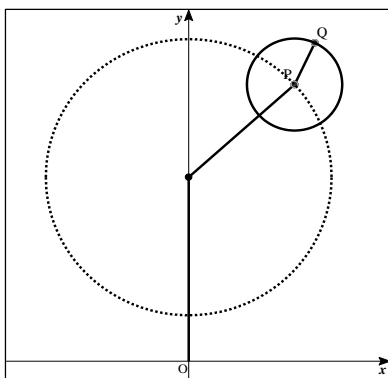


図 4 生徒が用いた図

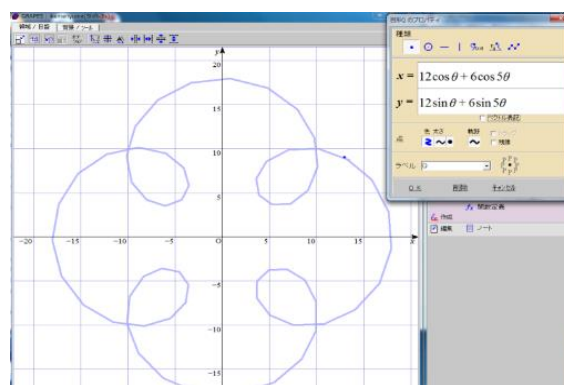


図 5 生徒が最初に考えた点 Q の動き

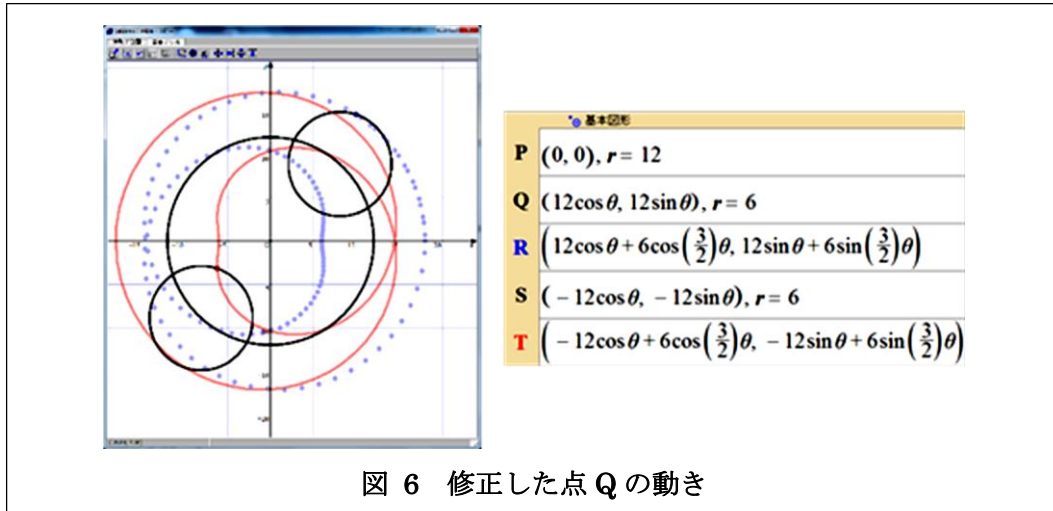


図 6 修正した点 Q の動き

オリジナルテキスト作成に向けた探究課題の実践の評価

授業後の生徒の振り返りには、以下のような意見が挙げられた。

身の回りにあるものを数学的にとらえることで、そこに用いた数学的手法が頭にメリハリがこもり、中学の時にやりましたが、今回もこの方式で楽しみながらできています。1つの円周上の点を中心として円を描く手法が、2つの円を媒介変数表示して、足すというところが、また、白と黒

図 7

図 7 の「身の回りにあるものを数学的にとらえることで、そこに用いた数学的手法が頭に入りやすいことは中学の時にやりましたが、今回もその方式で楽しみながらできました。」や、図 8 の「媒介変数表示させることで、数学的に動きを確かめてみてフラワーかんらん車の正確な動きを知ることができた。」という振り返りから、本校で 1 学年(中 1)から重視して行っている数学的モデル化の活動を 5 学年(高 2)においても続けることによって、現実の事象の探究を通して概念を獲得する良さや、数学的に表現して考察を行うことの良さを実感させることができていると考えられる。また、今回は Grapes を用いて考察を行ったが、このように ICT を上手く活用することによって、探究の幅が広がることが示唆された。しかし一方で、本探究課題は、二重式観覧車の動きを考察するだけであり、それ以上の探究を行ってはいない。より生徒にとって必要性のある文脈にする、または新たな課題を開発する必要がある。

このフラワーかんらん車を実習して、媒介変数表示について学ぶことができた。媒介変数表示をすることで、2つの円の方程式では表すことのできない物2点で表し、その軌跡を見ることで、フラワーかんらん車の動きを知ることができた。実際の動きを再現して、フラワーかんらん車は複雑に動いていくと思える。機会があればぜひ行ってみたい。私も実際の軌跡を見て動きを早くして、何件かの軌跡を動かして、その軌跡はよく極小化できているが、今日の授業の媒介変数表示させることで、数学的に動きを確かめて、フラワーかんらん車の正確な動きを知ることができた。

図 8

## 5. 1. 2 SS理科

### (1) 研究開発の経緯

本校のSS事業とし、理科においては9科目のSS科目が設置されている。(表1)

SSH事業初年度となる本年度は、年度途中(9月)にIBのMYP Next Chapterの公示(IBワールドスクール認定校である本校にとっては、評価規準の策定など授業設計や教科学習指導計画の立案において指針となるIBにより示された評価規準など)があり、次年度以降の本格実施に向けての準備的段階として位置づけ、科目及び領域(単元)を限定して試験的に実施した。

科目	学年・単位数	実施概要	履修条件
SS生物基礎 (生物基礎)	4学年(高1) 2単位	MYPの評価基準にもとづいた評価を実施した。	必履修科目
SS地学基礎 (地学基礎)	4学年(高1) 2単位	MYPの評価基準にもとづいた評価を実施した。	選択必履修科目
SS物理基礎 (物理基礎)	5学年(高2) 2単位	実験課題においてIBの評価規準を基にした評価を試行した。	必履修科目
SS化学基礎 (化学基礎)	5学年(高2) 2単位	DP化学の教科内容を導入するためのカリキュラム研究をおこなった。	必履修科目
SS物理 SS物理課題研究 (物理)	6学年(高3) (4+1) 5単位	物理(5単位)の一部をSS物理課題研究として探究スキルの修得を目的として探究活動を実施した。単元レベルで開設し試行した。	選択科目(理系)
SS化学 SS化学課題研究 (化学)	6学年(高3) (4+1) 5単位	DP化学の教科内容を導入するためのカリキュラム研究をおこなった。	選択科目(理系)
SS生物 SS生物課題研究 (生物)	6学年(高3) (4+1) 5単位	IBの評価規準を基にした評価を試行した。	選択科目(理系)
SS地学	6学年(高3) 3単位	履修者が不在のため開設せず。	選択科目(理系)

表1 理科のSS科目

SS科目に付設した事業として、校外等において表2の事業を実施した。

事業・科目名	会場など	関連SS科目
ハークネスセミナー	早稲田大学高等学院	SS物理基礎
サイエンスフィールドワーク	筑波研究学園都市・川崎幸病院	SS物理基礎等
附属高校科学ワークショップ①	東京工業大学	SS物理基礎
附属高校科学研究会②	東京学芸大学附属高等学校	SS地学基礎
科学と人間生活 IM	英語イマージョン(4学年2単位)	選択履修科目
物理イマージョン	英語イマージョン(6学年2単位)	選択・学校設定科目

表2 SS理科に付設した事業

### (2) 研究開発の内容

初年度は、これまで実施してきた1学年から4学年(高校1学年)段階のMYPの実践を評価分析し、後期課程(4~6学年)の理科の各科目において観点別評価を中心としたIBの趣旨を取り入れた評価方法を導入したSS科目、SS課題研究を開設する。

学習内容に関しては、基本的に学習指導要領の内容をもとにしながら、2014年夏に発表された新シラバスの分析を行い、学習指導要領との整合性を検討し次年度への導入にむけて研究をすすめる(化学領域)。また、SS課題研究に関しては、実験デザインの重視、数学・理科と他領域と

のつながりへの視点の開発，発展的学習の一部導入の検討を行い，実践可能な領域から試験的に導入を行った（SS 物理課題研究）。

また，SS 科目毎に，必要に応じ校外活動や他学年（他校）との共同授業など付設した事業（ハーネス法・サイエンスフィールドワーク）を設定し，通常の教科内容では実施できない内容を学ぶ機会とした。

#### ○背景

MYP 課程（中等 1 学年～ 4 学年）の理科の科目においては，MYP の評価法に従い観点別評価を実施している。MYP 終了後となる 5・6 学年の理科の科目においても，MYP の趣旨にもとづいた評価方法や授業設計が部分的に行われていた。IB の新カリキュラム Next Chapter が 2014 年夏に発表されるとともに，2016 年度スタートを目指して日本語 DP の導入準備を進めている。

#### ○SS 理科における仮説

（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

理科の各科目に IB の趣旨にもとづいた教育内容や評価方法を導入した SS 科目を開設し，理科の教科においても IB プログラムが有効であることを検証する。

#### ○研究内容・方法・検証

SS 科目（理科）では，仮説 1 にもとづき，IB のカリキュラム（教科内容）を理科の科目（SS 科目として）にスムーズに導入するための研究として「[A] SS 理科科目実施のための基礎研究」と，IB の手法（評価法など）を導入した探究型授業の実践研究として「[B] SS 課題研究のための実践研究」の 2 つの研究開発を実施した。

#### 【A】SS 理科科目実施のための基礎研究

本 SSH 事業においては，IB プログラムの有効性を実証するために SS 科目を設置し，DP で展開される Group4: Experimental Sciences の趣旨を取り入れた授業を設計することとしている。IB では 7 年ごとにガイドの改訂を行っており，DP の最新のガイドが 2014 年 5 月に発表された。そこで，SS 科目にどのように IB の要素を取り入れるかを検討するために，IBDP と学習指導要領との整合性の検証を基礎研究として実施した。本報告では，化学に関する内容を具体例として掲載する。

#### ① 学習指導要領と DP Chemistry の学習内容の対応関係

高等学校学習指導要領と IBDP の Chemistry guide(First assessment 2016)に示される学習内容の対応関係を整理した。DP Chemistry の単元項目を基準にしたものと学習指導要領の単元項目を基準にしたものの双方向で検討できるようにした。

#### ② 学習指導要領と DP Chemistry の相違点

学習指導要領と IB プログラムの目指す方向性は共通している部分が多いが，「化学基礎」「化学」と DP Chemistry の学習内容は完全に一致するものではない。相違点を整理すると，以下の 3 点が挙げられる。

#### ア) 学習内容の構成が異なる

学習指導要領は小学校理科→高等学校理科で学ぶ学習概念をエネルギー・粒子・生命・地球の 4 つの柱を設定し，学習段階に応じて学習内容を積み上げている一方，DP は現実課題・事象の理解や解決を示し，それに必要となる知識をその基礎から学習できるような内容構成になっている。

以下の図 1，2 に理科における学習指導要領の構成と IB の構成を図式化したモデルを示す。図内の点線で囲まれた部分( )は，学習内容が規定されている部分である。

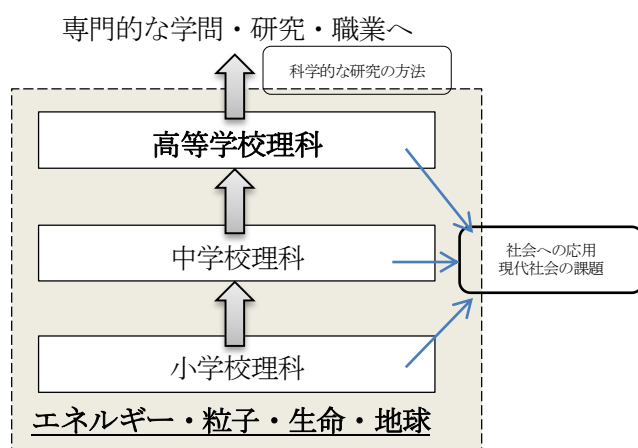


図 1 学習指導要領のモデル

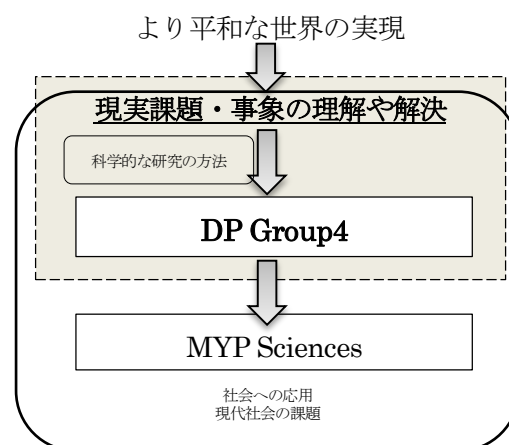


図 2 IB のモデル

### イ) 単元名が同じでも学習内容の扱い方が異なる

学習指導要領や Chemistry guide に示される単元名は同じでも、その内容が異なる単元が散在する。例えば、電池、エネルギー論、熱化学などがその例である。

### ウ) 評価規準の設定が異なる。

DP Chemistry においては、IA(内部評価)の評価規準が厳密に設定されている。そのため、課題研究におけるテーマの設定、仮説の立て方、データ処理・分析等において、その目標が詳細に示されている。一方、学習指導要領解説には、「各探究活動では、情報の収集、仮説の設定、実験の計画、実験による検証、実験データの分析・解釈などの探究の方法を課題の特質に応じて適切に取り上げ、具体的な課題の解決の場面でこれらの方法を用いることができるよう扱う必要がある。」と記載されているが、その扱い方や評価規準等の詳細は示されていない。

例えば、測定データの扱いにおいて、DP では、生データを得るための測定→データ処理(表やグラフに変換する)→分析の一連の作業が必要になる。さらに得られたデータの誤差範囲や精度も生徒自身が考察し、実験方法の改善に活かさなければならない。そのため、定量的な実験においては、再現性の確保や高度な測定機器(IR, NMR, MS など)も用いることもある。また、DP における課題研究(IA や EE)では、生徒は独自の考えをもち、その考えを実行可能な方法に転換することが求められ、それも評価の対象となる。

### ③SS 理科科目への提案

以上の基礎研究を踏まえ、IB の要素を取り入れた SS 理科科目の実施に対して、以下の提案をする。

- 〈1〉 6年一貫したカリキュラム編成の中で、「科学的な研究の方法」を習得させる。
  - ・実験デザインの経験を積み、科学的探究活動に必要なスキルを明示した学習評価を実施する。
  - ・コミュニケーション力の育成のために、報告書(実験レポート)の作成や研究の発表の場・表計算ソフトやデータベースの検索、コンピューターによるシミュレーションなど ICT の活用を積極的に行う。
- 〈2〉「社会への応用、現代社会の課題」を授業設計の軸にする。

理科と他領域とのつながりへの視点を SS 理科科目でも継続するために、DP における TOK(知の理論)や International mindedness の考え方を取り入れた授業設計をする。

〈3〉 学習指導要領における体系的な内容構成を活かし、DP に含まれる発展的な学習内容は必要に応じて扱う程度とする。より専門的な内容は、SSIB 講座で扱うこととする。

## (B) SS 課題研究のための実践的研究

### ○SS 物理課題研究の開設の背景

SS 課題研究では、IB の DP で展開される Group4: Experimental Sciences の趣旨を取り入れた単元設計を行い、協働型、双方向型学習を実現するための単元設計や ICT の活用、現代的・現実的な課題発見から課題解決に至るまでのプロセスを自律的に行う能力の育成を目指している。SS 課題研究では、「個人による実験デザインを可能とするための科学的知識および実験・観察のスキルの定着をはかる」「ディスカッションやグループ実験を通じてチームワーク力を養う」ことを目的とした時間として「SS 物理課題研究」を 6 学年で開設し、試験的に実施した。ただし、時間割運用の都合上「SS 物理課題研究」は 6 学年で 5 単位の選択科目として開設している「物理」の中に位置付け、物理の単元の進捗にあわせて各種課題を実施した。

### ○SS 物理課題研究の目的および概要

SS 物理課題研究では、物理に関する課題を設定し、観察、実験などを通して科学的に探究する能力と態度を育てるとともに、科学の手法にもとづいた創造性を養うことを目的とする。

これまでの物理やその他の科目の学習を通して修得した知識やスキルなどを用いて、課題の明確化（モデル化）し、個人またはグループで実験デザインを行い、実験・観察し、考察した結果をふまえてレポートにまとめ、レポートやプレゼンテーションを対象とした評価や省察をおこなう改善につなげる一連の探究活動を実践する。

SS 物理課題研究の単元は、着目すべき探究の過程（フェーズ）を明らかにし、その探究過程で必要となる探究能力を重点的に育成する。各課題の内容的な連携および生徒の活動の形成的アセスメントを通して、一連の探究活動の全過程において必要とされる探究能力を総合的に育成するとともに、探究活動に対する考え方や意欲を養う。

### ○単元「波動的性質を利用した探究活動」の実践

SSH 事業一年次の今年度の SS 物理課題研究では、関連科目 SS 物理の単元に連携して単元「波動的性質を利用した探究活動」を設け、時間割上 SS 物理の時間枠の中で試験的に実施した。

### ○単元設定の考え方

SS 物理課題研究では探究活動の一連の探究過程を図 3 に示す、「モデル【思考・構想】」「デザイン【設計・計画】」「実験・観察【実行】」「考察・省察【評価】」の 4 つのフェーズに分類し、それぞれのフェーズで必要とされる資質・能力を育成するための探究課題を設定した。ただ単に実験・観察を行うだけでなく、モデル化したり、生徒自ら実験企画（デザイン）を行ったり、探究活動そのものを省察して次の探究活動の改善につなげるなど、課題毎にいずれかのフェーズに焦点を絞り、そこで必要とされる資質・能力を育成に適した課題設定とした。

また、IB の理念や 21 世紀型スキルなど教育改革の潮流の方向性に配慮し、次の 2 つの点を考慮して単元設定をおこなった。

#### 【知識基盤社会に対応する探究課題】

将来生徒が生活することとなる知識基盤社会では、知識を有することよりも知識をいかに利用するかが求められる。学習を通して知識を効率よく獲得するだけでなく、知識をいかに「利用するか」を体験的に学ばせたい。そのために、知識体系に裏付けされた探究活動や、実社会での問

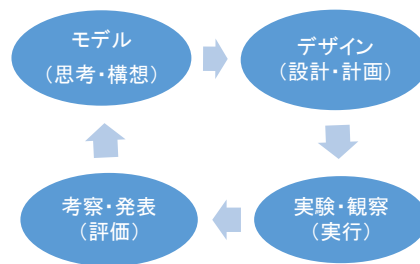


図3 探究活動のサイクル

題解決に親和性の高い実践的な探究課題とした。

#### 【主体的な探究活動を促す形成的アセスメント】

観点別評価は、全ての生徒に確かな学力を身に着けさせることに効果を有するとされている。さらに探究活動において観点別の評価基準を用いた形成的アセスメントを行うことは、探究活動の省察と改善に有効であるだけでなく、個々の生徒の「強み」や潜在的能力に気づかせたり、過去の自分と比較して成長（到達度の伸長）を自覚させるなど、探究意欲（情意面）の向上や、生徒自身の主体的な探究活動を促す効果が期待される。ここでは、探究課題の提示にあわせて、探究活動の到達度を示した評価基準（アセスメントのためのルーブリック）を活動に先だって示すことで、探究活動の到達点を意識させることで主体的な探究活動を促した。

また、これらの形成的アセスメントは、生徒自身が将来にわたって求められるであろう探究活動を推進していくための有効な能力の一つとして位置付け、生徒自身が他の課題の探究活動においても応用できるように、自覚的に修得させる。

#### ○単元「波動的性質を利用した探究活動」の課題構成

振動や光波などの波動の本質を生徒の探究活動を通して理解を深める。また、振動や光の波動的性質が示すさまざまなふるまいや事象を、波動性が有する情報ととらえることで、事象そのものの理解を深めたり、実践的な課題解決に応用することができるようにする。探究活動の評価・省察を通して、探究活動をより深く理解し、他の問題や課題に対しても適切に応用できる。

また、この単元では、光波をはじめとする波動現象を探究活動の対象とし、その波動的性質に潜む情報を活用（利用）することで新たな科学的知識を得たり、人類に役立つ創造性につながることを体験的に学ぶことができる内容で構成した。

#### ① 建築物の地震対策構造の教育用物理モデルの開発

モデルの表現（思考・伝達）および有効性：物体の大きさと固有振動との関係など物理の知識、建築物の地震対策構造の説明に適用して教育用モデルの開発をおこない表現する。

#### ② ホイヘンスの原理を用いたシミュレーション実験（原理を理論（帰納）的に説明する）

コンピュータシミュレーションの活用および有効性：計算機実験を用いてモデル（原理）を帰納的に証明する考え方を理解し利用する。

#### ③ 水の屈折率の測定方法の開発（原理を応用して便利な測定方法を考案する）

実験計画と科学理論の応用、間接的測定方法の考え方（思考の転換・応用）：光の波動的性質を応用して、間接的に水の屈折率を求める方法を考案し実践する。測定精度を高めるなど改善に科学知識を活用する。

#### ④ 微細構造の探究（CD・DVD構造を調べる）

実験計画（デザイン）、基礎研究と応用・社会還元や関係性：科学的知識を応用することで直接測定できない微細構造を間接的に測定できる原理を理解し、その妥当性を評価する。光学研究とその応用が、豊かな社会生活（身近な生活）の進展へとつながっていることを調査結果から理解し、他者へ説明する。

#### ⑤ プレゼンテーション（相互評価）

波動に関する探究活動（①～④）を通して得られ研究成果を評価する。③の開発成果（レポート）について、グループ単位で、査読（ピアレビュー）を行い。形成的評価に基づいて改善した過程を情報共有し、議論をおこなう。

本単元で一連の探究活動の全てのフェーズを網羅するために5つの課題①～⑤で構成し、それぞれの課題が対応するフェーズを表3に示す。



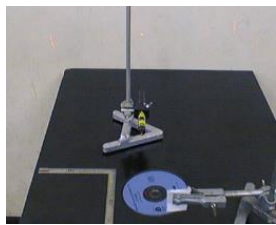
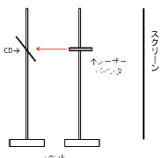
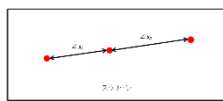
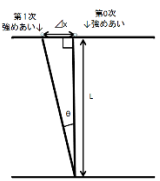
探究過程・フェーズ	【思考・構想】 モデル	【設計・計画】 デザイン	【実行】 実験・観察	【評価】 考察・省察・発表
①振動モデル	◎			○
③ シミュレーション			○	○ (評価)
③屈折率測定開発	△ (一部)	○	◎	○
④ 微細構造の測定		◎	○	◎
⑤査読・発表	△ (改善)	△ (改善)		○ (評価)

表 3：課題と探究のフェーズの関係

### 係 (3) 実施の効果とその評価

実験技能に関するルーブリックを事前に提示するなど、探究活動の中に形成的アセスメントを適宜導入することで、生徒の主体的な探究活動を促す手立てとした。

単元「波動的性質を利用した探究活動」の課題④「微細構造の探究 (CD・DVD構造を調べる)」の生徒のレポートの記述から実験目的を達成するために実験方法の検討や実験デザインの工夫がうかがえる。

課題④ 微細構造の探究 (CD・DVDの構造を調べる)	
<p>光の波動的性質 (回折・干渉) を応用して、微細構造を測定する方法を開発する。CDやDVDなどの光学的記録メディアの記録面を反射型回折格子とみても、その干渉縞から光学的記録メディアのトラックピッチの測定方法を提案し実施するとともに、測定方法の光学的原理を考慮して精度や妥当性の検討し、測定方法の改善をおこなう。あわせて、光学研究と光学的記録メディアの発達の関係調べ、情報密度を高めるためにはどのような開発研究が有効か検討する。</p>	
<p>CDなどの目では見ることのできない細かい溝を、光の性質を利用したこの実験から実感できたことは良かった。また DVD や LD, CD の容量の比較を数値的なデータから考察したことにやりがいを感じた。</p> <p>ただし、実験の中でレーザー光線が CD に移りこんでいるのを何度も直接見てしまった。これは安全上よくないことだと思われるため、実験に臨む前に確認しておくべき点だと思った。</p> <p><b>実験のデザイン</b></p> <p>図のように設置する。スクリーンに反射光を投影し、明点間の距離を測定する。<math>d</math>は <math>L</math> に対して微小な値であるから <math>l_1</math> と <math>l_2</math> をはじめ、反射光を一本の線とみなすと、図 7 のような状況となる。<math>\sin \theta</math> を求めるためには 2 辺の長さが必要であるから、長さ <math>L</math> と <math>\Delta x</math> を求める必要がある。</p> <p>回折格子の実験とは違い、スクリーンと光軸を垂直にすることは困難である。少しでも光軸が傾いてしまうと <math>\Delta x_1 \neq \Delta x_2</math> となるため、<math>\Delta x_1 = \Delta x_2</math> になるように光源を調整し、光軸とスクリーンが垂直になるようにした。</p> <p>回折格子の実験からヒントにしたことは、光源を固定させる、ということである。前は光源を人の手に持ってデータ収集をしたため、データの信憑性が低かった。よって、今回は光源、CD などの記録メディアをスタンドで固定して、さらに精度の高い実験を目指した。</p> <p><math>\Delta x_1</math> と <math>\Delta x_2</math> の測定を正確に行うため、スクリーンにホワイトボードを使い、第 0 次、第 1 次の強めあいの点にマーカーでしるしをつけ、それらの点の距離を計測した。</p> <p><math>\Delta x_1</math> と <math>\Delta x_2</math> をそろえようとしたが、光源を固定するために使用したスタンドの安定性が悪く、結果的には 1 回しか <math>\Delta x_1</math> と <math>\Delta x_2</math> の値をそろえることはできなかった。</p> <p><math>L</math> がかなり大きかったため、<math display="block">\Delta x = \frac{L\lambda}{d}</math> の式で表される <math>\Delta x</math> も大きな値になった。そのことにより、段差のある 2 枚のホワイトボードに、第 0 次、第 1 次の強めあいの点が図のようにまたいでしまうことがあった。これだと距離 <math>L</math> が変化してしまうため、図のように横に強めあいの点が 3 つ並ぶように調整した。</p>	
	  

## 5. 1. 3 SSIB講座

### (1) 研究開発の経緯

本年度は IB の DP 等の理念を取り入れた集中講座の運用方法を探るため分野の異なる2つの SSIB 講座を試験的に実施した。将来的には他校の生徒も IB の理念に則った授業を提供できるように、長期休業中（夏季休業・冬季休業）の集中講座とし、前期課程の生徒も対象とした。また、内容は生徒の自発的な課題研究につながるよう実験講座とした。

講座タイトル	講師	本校担当	月日	会場
SSIB 講座 1 生命科学実験講座	松田良一 教授 (東京大学)	齋藤淳一	8/19, 8/22, 8/28	東京大学 駒場キャンパス
SSIB 講座 2 電磁気学実験講座	鴨川仁 准教授 (東京学芸大学)	後藤貴裕	12/25, 1/6, 1/7	東京学芸大学

### (2) 研究開発の内容

(仮説 1) に対して、DP での学習内容の一部を取り入れた集中講座を試験的に開設する。

今年度は、東京大学と東京学芸大学と連携をとり、夏季休業中に生物分野の生命科学実験講座〔A〕を、冬季休業中に物理分野の電磁気学実験講座〔B〕の 2 講座を試行した。生徒、講師へのアンケートを実施し、開設に向けて実施規模や形態、環境や設備のあり方を検討する。

#### 〔A〕SSIB 講座 1 生命科学実験講座「プラナリアの再生実験と細胞培養」(東京大学)

この実験講座では、初日の午前中にプラナリアの切断実験及び細胞培養の歴史についての講義を受けた。午後はニワトリの胚を解剖するとともに心筋細胞の培養を開始した。3 日後に切断後のプラナリアの再生状態を観察するとともに、培養した筋細胞を位相差顕微鏡で観察した。講師の松田良一教授は骨格筋の幹細胞である筋衛星細胞の活性化に関する研究者であり、筋ジストロフィー治療薬の開発にも関わっている。これらの実験・講義をとおして再生、細胞増殖・分化、発生に関して生命現象の不思議さや社会との関わりを実験を通して体験的に学ぶことができた。

	8月19日(火)	8月22日(金)	8月28日(木)
集合	9:00(東京大学)	10:00(東京大学)	9:00(本校生物実験室)
午前	講義：生き物の再生 実験1：プラナリアの観察と切断	実験1：プラナリアの再生の観察 実験2：培養細胞の染色・観察	ふりかえり ・課題作成 ・レポート作成
午後	実験2：細胞培養 ニワトリ胚の観察と細胞培養		

#### ① プラナリアの切断実験・再生医療の講義

扁形動物のプラナリアは切断されても、それぞれの断片から個体を再生する。両生類のイモリの手足も再生するが、哺乳類は手足を失うと再生できない。これらの再生能力の違いは何に由来するのか？ヒトの心臓や中枢神経系が再生できないことはヒトの寿命に関わっている。

今回の講座ではプラナリアの再生実験を通して、生物の再生の仕組みに関して体験的に学ぶことができた。また生徒たちは実験に使用したプラナリアを持ち帰り、さらに飼育、実験に活用することができた。

#### ②【観察】ニワトリの胚発生(12日目胚, 15日目胚)

- ・見てわかるような体の変化(羽毛の長さ、動き回る、臓器それぞれの大きさ)をわかりやすく比較する。
- ・ヒトにはない臓器(砂嚢)などを注意深く見つけ観察する。

#### ③【講義】細胞培養の歴史と「たまご」の不思議

『細胞培養の歴史』から『モノクローナル抗体を産生中のハイブ



図1 ニワトリの胚発生の観察

リドーマ細胞』や最初のヒト由来不死化細胞株（子宮頸部癌）の『HeLa細胞』などの顕微鏡写真など、現在研究室で行われている細胞培養の実験設備やその内容などについての講義を受けた

#### ④【観察】培養細胞

実際に培養した細胞から筋肉組織の形成（筋細胞）の観察を行った。ニワトリ胚から骨格筋と心筋細胞を分離し、プラスチック培養皿内で培養する。その増殖，分化，拍動の様子および培養皿内で拍動する心筋細胞を顕微鏡で観察した。

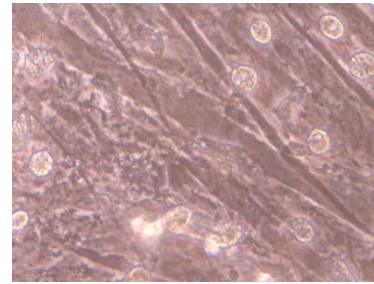


図2 横紋筋(培養9日目)

### 【B】SSIB 講座2 電磁気学実験講座「見て感じる電磁気学」(東京学芸大学)

東京学芸大学の鴨川仁先生のご指導で電場や放射線の利用についての実験や工作および講義を通して電磁気についての理解を深め実験にかかわる技能を育成することを目標とする。

最新のスプライトの観測結果など気象現象としての電磁気現象に関する最先端の研究から、電場を利用した楽器の科学工作まで、電磁気学を中核として電磁気学に関する事象を体験的に学ぶことができる。また、電磁気学の延長にあり人体や人の生活に密接なかかわりをもつ放射線についても取り上げ、正しい知識をもって適切な扱いが必要であることを学ぶ。実験データの扱いについて統計的処理の意味やその処理の方法、あわせてグラフ（エラーバーなど）などの表現処理の方法など科学の手法に必要な技能やその考え方も実践的に学ぶ。

	12月25日(木) 東京学芸大学	1月6日(火) 本校	1月7日(水) 東京学芸大学
午前	オリエンテーション 講義「電場と電磁波」	電場と電磁波のふりかえり	講義「放射線」 自然放射線のフィールド測定
午後	科学工作(静電場計測) バンデグラフ、テルミン	電気回路工作実験 Drawdioを使った工作実験	実験「CTスキャンの原理」 実験「放射線トレーサー」

#### ①電場と電磁気の理論と応用 講義・実験 [大学]

雷，スプライト，地震電磁気学 (Seismo-Electromagnetics)，球電 (Ball Lightning)

#### ②放射線 講義・実験 [大学]

自然放射線のフィールド測定・地下水に含まれるラドンの測定  
放射線を活用した実験「CTスキャンの原理」「放射線トレーサー」  
測定値の処理の仕方：統計的処理とグラフ処理（エラーバーなど）

#### ③科学工作「バンデグラフ・電子楽器テルミンを製作」

#### ④電気工作実験「電気抵抗を利用して音楽を創作する Drawdio」

### (3) 実施の効果とその評価

SSIB 講座の実施規模や方法についての検討材料を得るため、生徒のレポートから生徒のとらえ方を観るとともに、アンケート調査から実施に当たった課題等を考察する。

### 【A】SSIB 講座1 生命科学実験講座「プラナリアの再生実験と細胞培養」(東京大学)

#### ○生徒のレポートの記述からの評価

今回の実験は、プラナリアの再生について体験を通して学べたという視点でとても貴重なものだったと思いますが、単に再生の様子を観察するだけでなく、一人一人が独自のテーマを設定し、それを中心に実験方法を工夫したり、観察を行っていくといった形をとった方が、より実際の研究に近い形で実験を行え、結果や考察もより濃いものになったように感じています。

高度に専門性の高い内容を扱うことにより、個々の研究ニーズに応じた展開を求める意見もある。課題研究との連携も考慮に入れたい。

ES細胞やiPS細胞など、再生医療は近年大きく発展しており、プラナリアなどに見られる再生能力を人間にも見出せないかといった新たなアプローチもなされていますが、ES細胞を作るのにそのまま生まれてくるはずだった受精卵を殺さなければいけない、人間の生命を自在に扱ってしまう可能性があるなど、倫理的問題は多く山積しており、こういったことも考えると、現実的に生命科学の応用には乗り越えなければならない問題が多く存在し、直接的に役立つのはなかなか難しいのではないかと

感じました。

生物の再生能や細胞培養の研究によって、脾臓から細胞を取り出し、シャーレで培養して、首に入れることで、骨髄の損傷で首より下が動かなくなってしまう人を救える可能性があるなど、社会の役に立てる、誰かを救うといった大きな目標・目的を明確に持って、研究を進めていくことが科学者に求められる姿勢だと感じました。

今回の SSIB 講座では、生命科学の最前線について、実際に実験も交えながら学ぶことができ、非常に貴重な体験をできたと感じています。世の中でどのように学問が探究、研究され、どう活かされようとしているのかを学ぶことは、自分の視野を広げていく上でも有意義であり、今後も是非このような機会があればと思います。

自然科学に関わる内容だけでなく、生命科学の研究を進める上で関与する社会的影響（倫理など）についても発展的に考察している。

#### ○講師（TA）アンケートからの評価

〔TA〕中学生～高校生まででしたが、学年など関係なく、みんながやる気に満ち溢れているのを、実験講座を通して実感しました。受け身ではなく、自ら学ぼうとしている姿勢が伝わってきました。興味深くさまざまな実験に取り組む姿勢をみて素晴らしいと思いました。いろいろ質問を受ける場面があったのですが、生徒にわかるように説明するのは難しく、自分の力のなさを実感しました。もっともっと勉強しなければならぬと実感しました。

〔講師〕夏休みを犠牲にしても細胞を見たい、プラナリアの再生を見たい、ニワトリ胚を見たいという気持ちが強く、その分、教え甲斐がある講座だったと思います。これほどの熱心さ、集中力は必修の授業では得られないと思われます。異学年ではあったが、皆、十分に理解してくれたようでした。

異学年の実験講座であったが、実施規模（生徒 20 名前後に講師 1 名・TA 2 名）であれば実施可能である。専門性の高い実験技能を有する TA の確保には、講師（大学教員）の人選に委ねる。

このような中高生むけの講座を受け入れることも、大学の教育任務に含まれるという認識が低いのが残念です。JST でも大型研究費を獲得している大学や研究機関の社会還元の方策として義務化する必要があると思います。現状では、本務先から全く評価されないどころか、本務外活動に熱心であるとして、むしろネガティブに評価されます。また、高大連携活動を何らかの形（研究費補助等）で正当化しないと、ボランティアに頼る現状では持続性を望めません。

大学等の研究者が協力しやすい制度づくりが求められている。

### 〔B〕SSIB 講座 2 電磁気学実験講座「見て感じる電磁気学」（東京学芸大学）

#### ○生徒のレポートの記述からの評価

静電気から始まり、静電気の電場、電流の性質の根本的な学習が行えた。  
電子楽器を交えた学習が体感的な学習に役立ち、電磁気に関する理解が深まった。  
自然現象として発生する巨大なスケールの現象でも、モデル化し、ミニチュア化することによって実験室レベルで再現性でき、基礎知識があることで現象の説明を理解することができるようになった。

物事の一般化を行い、複雑さを減らすことで理解の可能性が高まり、新たな発見の可能性が現れる。雷現象は、大気や雲などの要素を取り払い、まずは電気の性質のみで説明することで実際の自然で発生する詳細なメカニズムを解明することが可能となる。雷現象も、モデル化を行って電気の性質の理解に貢献した。

科学の手法として、自然現象を実験室で再現することの考え方や、自然の理解をするうえでモデル化が有効であることなどの理解が促進された。

放射線は一見電磁気とは関係のない分野だと思っていたが、それらすべては原子や電子レベルで密接に関係している要素であることを理解した。原子やその他の粒子に関する知識は物理のみにとどまるものではなく、自然現象の説明には地学や、物質の変化には化学、記述のための数学など、様々な学問の理解があって初めて全容を把握することができる。

データの取り扱いに関しては、平均値、中央値や最頻値が今までに使用していた主な指標だったが、測定データにおいて偏差値の利便性、及び重要性を知ることができる良い機会であった。今後、データの分析を行う上で習得した知識を活用し、精度の高い分析が行えると思う。

放射線に関わる事象を電磁気学及び他の領域の科学と関連づけて考えることができるようになった。また、データ処理における統計の知識や技能の重要性の理解がはかられた。

#### ○講師（TA）アンケートからの評価

〔講師〕物理のバックグラウンドの大きな違いは、参加者の幅広い学年の違いだけでなく、理系文系も含め、講師がうまく対応すべきだと思っております。ただ実験そのものについては手とり足とりの必要性もあるのでここは TA を潤沢につけることで対応できると思います。セレンディピティの話を最後に少しさせていただいたとき、生徒の反応はレスポンスこそなかったものの表情は明らかに違っており、こういった内容をもっと取り込むべきだと思いました。

〔TA〕実験にも興味を持って取り組んでくれ、特に高校生はこちらが指導せずとも自ら色々試してみるなど、疑問を抱きながら実験してくれたことは非常に良かったと感じております。参加生徒にやや知識差があるため、時間の設定やプレゼンテーションが難しかったような気もしますが、人数が少なかったのではなんとか対応できたのかなと思います。

異学年の実験講座の場合は、5 名あたりに 1 名程度の TA の配置が求められる。

## 5. 2 仮説2に関わる事業

### 5. 2. 1 SS理数探究（サイエンスカフェ・国際教養）

#### （1）研究開発の経緯と内容

SS理数探究では、理数領域のみに偏るということなく、「教科横断的な学び」を通して培った現実社会・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生徒を育成することを目指した。その方策として、国際教養の運用およびサイエンスカフェを実施した。

#### ①サイエンスカフェ

仮説2について、「課題発見力」、「行動・問題解決力」、「協調性・論理的思考力」、「多面的考察力・発信力」の諸能力の育成を目標として「SS理数探究」を設定した。その実現の一助として、外部講師を招聘し、様々な科学的側面について専門的見地からの講義を生徒対象に行うことを目的としたものがサイエンスカフェである。今年度は様々な形態でサイエンスカフェを実施した。以下実施の一覧である。（①日時 ②場所 ③講師 ④テーマ ⑤形態 ⑥参加者 ⑦内容）

①2014年7月16日（水） 16:00～17:00	②総合メディアセンター
③電気通信大学 鈴木和幸 教授	
④信頼性・安全性の確保と未然防止～航空機・新幹線・自動車を例に～	
⑤講義	⑥希望者（約40名）
⑦問題解決の基本的な3つのステップ「1. 現象把握・問題発見」、「2. 因果探究」、「3. 対策・評価」について、具体例を交えながら説明いただいた。また、日本の高度成長を支えた統計的品質管理について、歴史的背景をもとに説明いただいた。	
①2014年9月3日（水） 12:45～14:30	②家庭科室
③NPO法人 吉野裕之 氏	
④福島の子供たちの視点で考える生活や食材	
⑤講義	⑥国際5「放射能に負けない食生活」履修者（7名）
⑦福島における放射能汚染の現状を、放射線量の推移とともに説明いただき、それに伴う生活の変化から福島の子供たちの今を教えていただいた。	
①2014年9月17日（水） 16:00～17:00	②総合メディアセンター
③統計数理研究所 椿広計 教授	
④統計によるものの見方：一に聴いて十を知る	
⑤講義	⑥希望者（約40名）
⑦科学の文法としての統計を、その興り、夏目漱石や寺田寅彦との関わりなどを含め、歴史的な流れや統計科学と日本との関わりをご講義いただいた。さらに実習を通して、数えるという簡単な行為にもばらつきが生じることを理解したうえで、ばらつきを正しくとらえ、それをコントロールすることによって品質管理がなされることをご説明いただいた。	
①2014年10月8日（水） 13:20～15:10	②総合メディアセンター
③株式会社セルバンク 代表取締役 北條元治 氏	
④やってみなさい！たった一度の人生～再生医療とビジネス展開～	
⑤講演	⑥4学年対象
⑦再生医療とは何か、再生医療の現在などについてお話しいただいた。さらに、再生医療の原理について生物学的見地からご講義いただき、iPS細胞の発明により再生医療の可能性が無限に広がったことを実例を交えてお話しいただいた。	
①2014年10月29日（水） 15:15～17:00	②第1体育館
③国際宇宙サービス 代表取締役 山崎大地 氏	
④いよいよ宇宙旅行時代がやってくる！グローバルからユニバーサル時代へ	
⑤講演	⑥全校生徒対象

⑦宇宙開発事業が官から民へ移っていること、コストも大幅に下がっている現状を歴史的流れとともにご講演いただき、今までにない視点で宇宙をとらえる必要性についてお話しいただいた。	
①2015年1月19日(月) 13:20~15:10	②総合実習室
③工学院大学 椎塚久雄 名誉教授	
④感性工学入門～あなたの気持ちを具体的な形で表現する～	
⑤講義	⑥2学年対象
⑦感性工学の意味と必要性についてお話しいただいた。さらに、具体的な事例を数多く紹介いただき、感性を科学的にとらえることの意味や手法についてご説明いただいた。また歴史的な背景とともに、工業文明、情報文明からこれからは感性(emotion)文明へのシフトが起ころうことをご講演いただいた。	
①2015年2月17日(火) 16:20~17:00	②総合メディアセンター
③Paul Crossley 先生(数学科教諭), Geoff Wake 先生(ノッティンガム大学准教授)	
④問題解決に必要な力について～その重要性和評価～	
⑤講義・ワークショップ	⑥希望者(約15名)
⑦すべて英語にて行われた。前半は数理的な問題解決プロセスについての流れと方法を講義していただき、後半はワークショップ形式で、ケーススタディーとして参加者に実際に問題を解決させ、その方法についてディスカッションした。	

## ②国際教養

仮説2について、4学年(高1)では自由なテーマに基づく個人研究としての“パーソナルプロジェクト(PP)”, 5学年(高2)では興味ある学習領域群(人間理解・国際理解・理数探究)から講座を選択し、講座のテーマに沿って個人もしくはグループで探究を深める“国際5”を実施した。国際5において設けられた理数探究領域の講座は以下のとおりである。

講座名	講座内容
自ら問題を発見し、数学的に解決してみよう!	現実場面の課題を数学的に解決したり、数学の問題を発展的に考えて解決したりし、その過程をしっかりとめ、論文の形に仕上げることがを目標とします。
炭素文明論を考える	炭素はデンプン、砂糖、アルコール、ニコチン、カフェイン、石油などに含まれ、人間生活と密接にかかわる元素です。近年では「炭素繊維」も大変注目されています。本講座では、炭素が人類の歴史に果たした役割について考察していきます。
国際生物オリンピックに挑戦しよう!	「知のオリンピック」である「国際生物学オリンピック」への挑戦を通して、日々発展する生物学の面白さを発見しよう。
身近なことを科学的に読み取ってみよう	身近にある便利なもの、不思議なこと、文学のなかの表現など、身の回りの事象を取り上げて、そのしくみを科学的手法を用いて解明していきます。身近なものに科学をみいだす発見力の育成から始めて論文の形に仕上げることがを目標とします。
放射線に負けない食生活	食の安全について考え、安全な食生活について調査を行う。どのような調理法で何をどう食べるのが良いのかを話し合う。協議した調理例を実地演習し、その成果について考える。

## (2) 実施の効果とその評価

### ①サイエンスカフェ

今年度は次の(a)から(d)の形態でサイエンスカフェを実施した。

(a)希望者対象に放課後実施する。 (b)特定の科目履修者対象に授業内で実施する。

(c)特定の学年対象に授業内で実施する。 (d)全校生徒対象に放課後実施する。

(a)タイプは希望者対象のため、生徒は話しを聞きたい分野のサイエンスカフェに参加することができる。したがって、その分野に対して意識の高い生徒が参加することが想定され、自身

の探究心がより高まることが期待できる。このタイプのサイエンスカフェへの参加生徒は、科学に対する興味・関心が高いものが多い。一方、科学に対する関心がそれほど高くない生徒ももちろん存在する。しかし実際に科学に触れてみることで視野が広がり、科学に対する興味を抱くようになる生徒も現れてくるのが期待される。その機会を提供するのが(b)から(d)のタイプのサイエンスカフェである。このような意図の下、いくつかのタイプを設定した。

(a)タイプでの実施は、7/16(水)、9/17(水)、2/17(火)の3回実施し、参加人数はそれぞれ約40名、40名、15名であった。もっと多くの生徒の参加を期待していたが、この数値にとどまってしまう。一方で、主体的に参加した生徒たちであるため、非常に熱心に積極的に講演に臨んでいた。

#### 【生徒のアンケートより】

問題解決の基本3ステップで示されていたStep1で、現状を正しく把握して問題発見を行い、Step2でその現象の本質をデータなど客観的事実に基づいて論理的に分析し、原因を特定する因果探究を行い、Step3で対策案を考えたり実際に対策を講じたりして、活動の振り返りと評価を行うという一連のプロセスは、論理的に問題にアプローチしていくために重要であり、すべての授業に生かすことができると考える。

7/16「信頼性・安全性の確保と未然防止～航空機・新幹線・自動車を例に～」

統計がここまで深いものとは思っていませんでした。統計をとること、統計とはそもそもどういうものなのかということがわかり、質問の質の大切さにも気付かされました。また、質問をする際に定義をどれだけ明確にしておく必要があるのか、具体例を通して説明して下さりとお参考になりました。

9/17「統計によるものの見方：一に聴いて十を知る」

統計学＝問題解決という考え方がとても参考になった。統計は数学の授業に出てくるため数学的で難しいというイメージがあったが、今回の講義を聞いて、サイエンスや国語など身近なところで応用できると知ることができた。

9/17「統計によるものの見方：一に聴いて十を知る」

普段は考えないような問題が突然出されても、どのように考えればよいかということが分かった。問題解決の際は、まず数学的に考えて、それが現実的に可能かということを考えなければいけないと教わったが、自分は今まで数学的に考えて終わっていたと知った。自分が考えた解決策が本当に実現可能かどうかを考えることが大事だと分かった。

2/17「問題解決に必要な力について～その重要性和評価～」

これから大人になっていくにつれて解決しなくてはならない問題にたくさん直面すると思う。特に社会の中では出会ったことのない問題に出会うことが多いと思うので、今回学んだ論理的、数学的に考える方法が活用できると思う。

2/17「問題解決に必要な力について～その重要性和評価～」

(b)タイプは5学年で1回、(c)タイプは2学年および4学年でそれぞれ1回、(d)タイプは1回実施した。それぞれの講師の先生方が専門的分野を映像や画像、具体的事例などを紹介しながらご講演いただいたので、生徒はいずれも興味深く講演を聞いていた。また、講演を聞くことにより、改めて科学に興味を抱くようになった生徒もいる。また、科学には元来興味を持っていたが、講演を聞くことによりますますその興味が高まった生徒もいる。これは生徒のアンケートからもうかがえる。

#### 【生徒のアンケートより】

今まで私は理科や医療についての興味はありませんでした。しかし、今回の講演では、再生医療について深く知ることによって、今後の日本の医療技術についての発展について興味を持ちました。

10/8「やってみなさい！たった一度の人生～再生医療とビジネス展開～」

私はもともと医学には少しも興味はなかったけれど、今回のご講演を聴いて再生医療が面白いと感じました。なぜなら、我々人間にとって失ったものを取り戻すことは大変難しいことなのに、iPS細胞などを使用することによって再生するということが素晴らしいと思ったからです。

10/8「やってみなさい！たった一度の人生～再生医療とビジネス展開～」

元々医療には興味がありましたが、今回のお話で改めて iPS 細胞によって可能になったことを知り、今まで以上にとても興味を持ちました。先生の本をぜひ読ませていただきたいです。

10/8 「やってみなさい！ たった一度の人生～再生医療とビジネス展開～」

これからますますユニバーサルに考える時代、そして宇宙が身近になると思うので、その際に出てくる様々な問題点などを考えるときに、今日得た知識を活用して、自分の意見をしっかり持ち続けていきたい。

10/29 「いよいよ宇宙旅行時代がやってくる！ グローバルからユニバーサル時代へ」

一方で、②から④の形態のサイエンスカフェについては否定的な意見も少なからず存在する。

強制参加は見直してほしい。まったく興味の湧かない話しを強要されるのは正直億劫な時間だった。

全員の生徒が興味を抱くテーマを設定することは困難である。しかし、当初興味がなくても講演会によって興味関心を引き出された生徒も存在する。生徒が科学に触れる機会、知る機会を有効に設定することが大切であろう。今後もより幅広いテーマと様々な形態でのサイエンスカフェの実施を行っていきたい。

## ②国際教養

4 学年（高 1）で行ったパーソナルプロジェクト(PP)にて理数探究的なテーマに基づき探究したものは以下のとおりである。

プログラミングで広がる可能性
電気供給の未来
教育におけるプログラミング
放射性物質のゆくえ
「さいえんすごろく」の商品開発
特定疾患治療研究事業及び難病対策等の在り方
スポーツとゲーム理論
授業用配布資料の最適モデル化
快適な空の旅を～B787 の新しい内部設計の考案～

5 学年（高 2）の国際 5 にて個人もしくはグループで探究したテーマは以下のとおりである。

弦楽器の弦の振動の観察
美文字
ハイスピードカメラを用いたバドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明
刀匠たちの炭素のとらえ方
グローバルな視点でみるじゃんけん必勝法
折り目の法則
プラナリアの DNA 解析
炭素がピアノにもたらした影響
生物模倣技術
サッカーのキックをハイスピードカメラで見る！
ユニット折り紙
二酸化炭素濃度の推移から考える太古と現代の地球環境

4 学年、5 学年の課題研究に位置づく国際教養について、科学的プロセスや手法が生徒の中に十分に確立されていないことが提出されたレポートから浮き彫りになった。また、科学的レポートの書き方についても不十分である。今後は系統的な指導体制を確立し、生徒が自立的かつ適切な科学的プロセスを用いることができ、科学的根拠に基づきながら結果をまとめる力を一層育むことが今後の課題である。



## 5. 2. 2 S S 理数探究 (ISS サイエンスチャレンジ)

### (1) 研究開発の経緯と内容

#### ①目的・目標

ISS サイエンスチャレンジ校内科学コンテスト事業を通して、生徒が個人もしくはグループで独自に実施している科学研究(課題研究)を全校的に取り上げ、その地道な活動を顕在化する。コンテストは3段階(セミファイナリスト>ファイナリスト>賞)で実施し審査の過程において審査講評(校内)や外部評価などにより適宜、研究の改善・推進をおこない、審査をとおして研究を高めることを目的とする。あわせて、授業など学校の既存の制度のもとで教員等の指導を受けていない、生徒の自発的な研究活動に対して研究環境(研究支援員および施設支援)を整え、研究活動を支援するしくみを制度化する。

〈ISS サイエンスチャレンジ(校内科学コンテスト)の目標〉

生徒個人および団体による独自の研究活動の奨励および活性化をめざし、生徒の研究成果(活動)を評価し、優秀な研究を表彰する。また、SSH の生徒研究成果発表会などの校外の研究発表への学校代表者の選考も兼ねて実施し、競争的原理をもとに生徒の優秀な科学研究を促進させる。

〈研究支援の目標〉

生徒が自発的に実施している研究活動を物的・人的に支援をおこない、生徒の発想に基づく独創的な課題研究を活性化させる。

#### ②対象

- ・基本的に科学(サイエンス)に関する研究を対象とする。(社会事象なども統計的手法など方法論的に科学であると判断されるものも含む)
- ・国際教養(PP や国際5 など)などの時間を利用して研究を進めた研究成果
- ・個人研究、部活動による研究成果、授業等での課題研究の成果をもとに発展させたもの

#### ③特色・背景

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がすすめられてきたが、学年により指導担当者が異なるために、生徒の課題研究を持続的に進めることが難しく、また体系的な支援体制が確立されていないため、生徒の課題研究も断続的になりがちであった。その他にも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すすめられている。これらの地道な課題研究は、現状では適切に評価される機会がない状況にある。これらの主体的な課題研究を効果的に支援し、正当な形で評価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。その方法として校内科学コンテスト「ISS サイエンスチャレンジ」を設け、参加した生徒の課題研究を物的・人的両面で支援することを目指す。

#### ④仮説2 との関連

生徒の自律的な理数探究活動を推進する「理数探究プログラム」の開発に際し、探究活動、プロジェクト型学習、協同的学習などを通じて、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を可能とし、グローバル社会に必要な、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、発信力などを育成することができると思う。

ここでは、この「理数探究プログラム」の一つとして生徒の自立的な課題研究の推進を促す手立てとして校内科学コンテスト「ISS サイエンスチャレンジ」および各種研究支援事業を展開することで生徒の学際的な学びに貢献する。

今年度は校内科学コンテスト「ISS サイエンスチャレンジ」及び「研究支援事業」を試験的に実施し、適切で効果的な運用方法を検討するためのデータを得る。

## ⑤研究内容・方法・検証

### (i)「ISS サイエンスチャレンジ」の方法

10月中旬	募集要項の提示	ポスター掲示・配布・HR等でのアナウンス オリエンテーション（研究方法のまとめ方）
12月22日（終業式）	応募締切	提出方法・提出先(未定)
12月24日頃	1次審査	セミファイナリスト(2次審査進出者)を選考する。審査講評を作成する。(分担)
1月8日（始業式）	2次審査進出者セミファイナリストの発表(第3学期始業式)	
	審査講評の配布	セミファイナリストの作品改善活動（PPの作品提出以降に行う）、国際5など指導教員がいる場合は、指導教員と相談の上おこなう。
2月20日頃	2次審査 生徒研究成果報告書の提出	
	研究成果報告書の改善指導	セミファイナリストの研究成果報告書の改善指導を行うとともに、ファイナリストの選出を行う。
3月12日	3次審査 公開審査会（研究成果口頭発表会）	
	研究成果発表 最終(3次)審査	ファイナリストによる研究成果発表会（口頭発表）および、生徒投票による公開審査会を予定、投票結果は最終（3次）審査の参考資料とする。
3月20日（修了式）	表彰(修了式など全校集会)	
		セミファイナリストによるポスター発表

《1次審査》12月23日～1月7日（冬季休業中）

1次審査は生徒が研究の進捗状況をまとめたエントリーシートを対象として、審査委員会（管理職、IB委員長、研究部主任、国際教養委員長、数学科主任、理科主任）が1次審査評価の観点にしたがって評価をおこない、2次審査に進出するセミファイナリストを選考する。

セミファイナリストは、研究支援（経済的支援・人的支援）を受ける権利および生徒作品集（生徒研究成果報告書）に掲載される権利が与えられるとともに、校外コンテストへも優先的に参加することができる。

〈1次審査の観点〉

観点①：研究の動機は明確に記述されているか

観点②：研究の目的、方法は明確に記述されているか

観点③：研究の方法は目的の達成にとってふさわしいか

観点④：研究内容がわかりやすく、具体的に説明されているか

観点⑤：研究成果として実現可能であり、それをまとめる計画が十分になされているか

A（よくできている）、B（ある程度みたしている）、C（不十分）、E（欠落している）

《審査講評》

エントリーした研究には、審査講評（研究アドバイスを含む）を1件ずつ作成して生徒に配

布した。個々の研究について意見やコメントを生徒にフィードバックすることで研究方法の改善や研究意欲の向上を期待する。

#### 《研究成果報告書の提出》

全てのセミファイナリストは研究成果報告書（2月20日締切）の提出がもとめられる。

研究成果報告書を用いて2次審査（ファイナリスト選考）が行われた。

#### 《2次審査》2月24日

ファイナリスト（最終審査進出者）を選考する。

ファイナリストはセミファイナリストの中で研究成果報告書（2/20締切）において研究成果が示せた者の中から優秀なものを選考する。

#### 〈2次審査の評価の観点〉

##### 観点 A：研究のプロセスと質

- ・研究の方法は目的の達成にとってふさわしいものである。
- ・関連する先行研究を十分に踏まえている。
- ・研究の結果が優れており，そこに至る考察が十分である。

##### 観点 B：研究の独創性

- ・研究の内容が独創的である。
- ・研究が学際的である。
- ・研究が専門的である。
- ・研究の内容に新奇性がある。

##### 観点 C：研究の価値

- ・研究成果が実社会へ貢献できること，または専門分野へ寄与できることを主張している。
- ・研究成果に発展性がある。

#### 《最終（3次）審査》

公開審査会：3学期末特別時間割 3月12日（1・2時間目）

- ・ファイナリストによる研究発表会（参加生徒による公開審査）

参加者：2・3・4・5学年生徒 場所：第一体育館

発表者：ファイナリスト 5件

司会進行：セミファイナリスト有志生徒

発表時間：15分（質疑応答なし）

使用機器：プロジェクタ（PPT）

#### 〈ファイナリスト研究タイトル一覧〉

バドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明	1名	5年
二酸化炭素濃度の推移から考える太古と現代の地球環境	1名	5年
折り目の法則	3名	5年
人体に潜む細菌の研究	5名	4年
画像測定と表計算を用いた運動解析ツールの開発	1名	5年

※) 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

#### 《最終3次審査》

公開審査会（研究発表）および研究成果報告書を審査対象として審査をおこない、各賞の授賞対象者を決定する。

《表彰式》：

各賞の表彰をおこなう。

セミファイナリスト以上の研究のポスターを掲示し、研究内容を全校生徒に公知する。

タイトル等	決定時期	条件など
セミファイナリスト	1次審査	ファイナリスト候補者・1次審査で選考する。外部発表（ポスター発表）の学校代表候補・生徒研究支援・生徒作品集の権利を有する。始業式（1月8日）にて口頭で発表する。
生徒研究支援	1次審査後	研究費支援・研究支援助手の支援など
外部発表学校代表	随時	発表希望者は条件に合ったものから選考する。
ファイナリスト	2次審査	2次審査においてセミファイナリストの中から研究レポート（2/20 締切）の審査を経て、概ね5件程を選出する：最終（3次）審査（受賞対象）への進出者
各賞	3次審査	最終（3次）審査によりファイナリストから選考する評価の観点から明らかな賞の名前とする。

## (ii) 研究支援制度

### 【研究支援員制度の目的】

本校 SSH 事業として実施している ISS サイエンス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、ISS サイエンスチャレンジにおけるセミファイナリストの研究活動を支援する支援員制度を設け実施する。

### 【研究支援員】

	所属	専門分野	備考
A	早稲田大学大学院	ESD・物理・数学・情報・環境	附属大泉中学校卒業生
B	東京学芸大学学部3年	物理 など	元教育実習生
C	東京学芸大学学部3年	化学・地学など	元教育実習生

### 【研究支援員のスケジュール】

月 日	研究支援員 A	研究支援員 B	研究支援員 C
1月21日（水）	15：00～18：00	15：00～18：00	
1月28日（水）	15：00～18：00	15：00～18：00	
2月13日（金）	15：00～18：00		15：00～18：00
2月18日（水）	15：00～18：00		
2月25日（水）	15：00～18：00		15：00～18：00

（場所）物理実験室（校内を中心として任意の場所）

（研究支援員の業務）

セミファイナリストの研究活動の相談にのりアドバイスをしたり、必要に応じて実験などの指導をおこなう。あわせて、論文のまとめ方や先行研究の調べ方なども生徒に直接提案をおこなう。

## (2) 実施の効果とその評価

ISS サイエンスチャレンジは校内科学コンテストを通して、生徒の科学研究（課題研究）を競争的原理より活性化させるとともに、学校の制度にもとづいて実施されていない生徒の独自の独創的な発想の研究活動を顕在化させるとともに、研究支援（人的・物的な支援）を行うことを目的としている。初回となる本年度は事業が完了していないため、現段階では効果および成果を精査するだけの材料を持ち合わせていないが、ISS サイエンスチャレンジ（校内科学コンテスト）の経過を記録することでその評価としたい。

（ISS サイエンスチャレンジエントリーセミファイナリスト（1次審査通過）研究テーマ）

1	弦楽器の弦の振動の観察	国際5 (5 学年・個人)
2	美文字	国際5 (5 学年・団体)
3	ハイスピードカメラを用いたバドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明	国際5 (5 学年・個人)
4	二酸化炭素濃度の推移から考える太古と現代の地球環境	部活動 (5 学年・個人)
5	海上食糧生産	有志 (4 学年・団体)
6	グローバルな視点でみるじゃんけん必勝法	国際5 (5 学年・団体)
7	折り目の法則	国際5 (5 学年・団体)
8	人体に潜むバクテリアの研究	部活動 (5 学年・団体)
9	プラナリアの DNA 解析	国際5 (5 学年・団体)
10	木の化石の研究	部活動 (3 学年・団体)
11	生物模倣技術	国際5 (5 学年・個人)
12	あのロボットをおもちゃで動かそう	校外 (3 学年・個人)
13	サッカーのキックをハイスピードカメラで見る！	国際5 (5 学年・個人)
14	快適な空間の創造	有志 (4 学年・団体)
15	大気中の二酸化炭素含有量の削減に向けた、植物を用いた効果的な緑化の方法の確立	P.P.P (3 学年・個人)

※) 研究タイトルは審査の過程 (研究の改善により) において変更されたものもある。

エントリー作品は 21 件あった。全ての作品に対して審査委員会から研究アドバイスを含めた審査講評を示すことで、研究活動の改善・推進をうながした。

エントリーした研究作品は、国際5で実施している課題研究を中心として進めている研究を中心としたものが多くを占めたが、部活動や P.P.P. (プレパーソナルプロジェクト) など学校の制度を利用したものや、まったく生徒の自発的な活動である有志の団体や個人がエントリーしているのが特徴的であった。これらは学校の制度の中では全く表に出ることのない生徒の研究活動であり、そうしたものを顕在化させる効果が得られたことがわかる。

セミファイナリストの研究成果は、他校と合同で実施されている生徒研究成果発表会にてポスター等で研究発表をおこない外部評価を得る機会を提供した。

(校外の研究成果発表会への参加)

①東京都 SSH 研究成果発表会 (2014 年 12 月 23 日: 玉川学園)

ポスター発表 (5 件): 1, 2, 3, 7, 13

②都立戸山高校第 3 回生徒研究成果合同発表会 ((2015 年 2 月 7 日: 都立戸山高等学校)

ポスター発表 (5 件): 5, 8, 9, 11, 13

③サイエンスフェア (2015 年 3 月 13 日: 群馬国際アカデミー) (英語による発表)

口頭発表 (1 件): 9

ポスター発表 (5 件): 3, 6, 10, 13, 14

④関東近県 SSH 研究成果発表会 (2015 年 3 月 22 日: 早稲田大学)

口頭発表 (1 件): 13

ポスター発表 (5 件): 6, 9, 10, 11, 12

(物的研究支援の実施状況)

15 件中 7 件のセミファイナリスト (3, 4, 5, 8, 9, 10, 12) が研究に必要な消耗品などの要求があり支援をおこなった。初年度は 1 次審査を経てからの実施となったため、研究支援のタイミングとしては遅く、実質的に利用しがたいものとなったが、生徒のニーズは高く、次年

度以降は、早い時期に実質的な支援ができるような計画が求められる。

〈人的研究支援の実施状況〉

後期課程の生徒の課題研究の研究相談を行う時間として利用されている国際教養（一部 SS 理数探究に位置づけている）が時間割上設定されている水曜日に研究支援員の配置を行ったが、放課後の時間帯は生徒にとって他にも優先すべき用務がある理由などにより十分に利用される状況には至らなかった。文書による研究アドバイスなど時間を拘束されないかたちでの研究支援など研究支援員の方で柔軟な対応によって効果的に活用した事例もみられた。多様な研究分野をカバーできる高度で多様な専門分野を有する研究支援員を確保するとともに、支援する側・支援を受ける側の双方の時間的な都合等の制約を軽減し、効果的かつ効率よく研究支援ができるように、ICT を活用したオンラインによる研究支援のあり方を検討したい。

これまで学校では認識されることのなかった生徒の自発的な発想にもとづく研究活動を顕在化させ、学校全体でその存在を共有し、研究支援が行えたことは、研究成果として対外的に発表できるレベルまで仕上げることができた研究もあり、生徒の自発的かつ独創的な発想にもとづく研究を推進する上で一定の効果があつたと考えられる。

また、コンテストの選考過程を 3 段階に分けて実施し、段階ごとの評価および研究アドバイスを生徒にフィードバックをかけることで生徒の研究方法の改善や独善的な研究アイデアを取り上げて研究としてまとめさせるなど、生徒のアイデアや発想を生かしつつ研究活動を成立させる見通しや手立てを得ることができた。

2 年次以降は、校内コンテストを年間計画に位置づけ夏季休業など生徒の研究活動が効率よく実施できるように計画するとともに、生徒の多様な発想の研究テーマを効果的に支援できるように研究指導者人材バンク（仮称）を連動させるなど、さらに効果的に生徒の独創的な研究を支援する体制をととのえる。

### 5. 3 仮説3にかかわる事業

#### 5. 3. 1 SS科目, SS課題研究における評価事業

##### (1) SS 数学における研究開発の内容

今年度数学科においては、5・6 学年（高 2・3）について評価の観点の設定および各観点についてのルーブリックの作成を行った。観点の設定に当たっては、本校数学科において大切にしている以下の 4 つの力、すなわち、“確実な数学的根拠にもとづき判断する力”、“数学的な記号や論理、適切なテクノロジーを用いて、数学的な操作を行う力”、“数学を用いて、積極的に、豊かにコミュニケーションする力”、“数学が世界で果たす役割を見つけ、理解する力”の育成の具現化が図れることを重視した。また、数学を使ったり、数学を創ったりする活動を重視している本校数学科では、「数学化」という視点の下、そのプロセスを大切に、評価すべき観点として掲げた。この「数学化」については豊かな数学的活動のもとに育まれると考えられるが、その数学的活動については「現実的事象」からのアプローチと「数学的事象」からのアプローチの方向性が考えられる。したがって、数学を使ったり創ったりするプロセスにおいては、上述した 2 つの方向性について評価の観点を設定した。以上のことから、本校数学科では評価の観点を「A: 知識・技能」、「B: プロセスと振り返り」、「C: 数学的コミュニケーション」として設定した。それぞれの観点における目標は以下のとおりである。なお観点 B については前述のとおり現実的事象での問題解決場面と、数学的事象での問題解決場面とを想定し、それぞれについて B1 および B2 として目標を設定した。

##### 観点 A. 知識・技能

【目標】	数学的概念を理解し、計算などの数学的操作を行うことができる。
------	--------------------------------

##### 観点 B. プロセスと振り返り

【目標】	現実の問題を解決するために、定式化、処理、解釈・評価のプロセスを踏むことができる。
	数学的事象からパターンや性質などを見だし、確かめ、発展させることができる。

##### 観点 C. 数学的コミュニケーション

【目標】	数学的表現を用いて、積極的に、豊かに他者とコミュニケーションすることができる。
------	---

また、各観点について満点を 6 として次のようにルーブリックを定めた。

表 1 観点 A. 知識・技能

0	以下のいずれにも達していない。
1-2	数学的概念をある程度理解しており、計算などの数学的操作を行うことができる。
3-4	数学的概念を概ね理解し、計算などの数学的操作を概ね行うことができる。
5-6	数学的概念を十分に理解し、計算などの数学的操作を十分に行うことができる。

表 2 観点 B. プロセスと振り返り (B1)

0	以下のいずれにも達していない。
1-2	現実の問題を数学の問題に直している。
3-4	現実の問題を数学的に解決可能な問題に直し、適切な数学的処理に基づいて結論を導くことができる。
5-6	現実の問題を数学的に解決可能な問題に直し、適切な数学的処理に基づいて結論を導くことができ解決過程および結論について振り返り、評価することができる。

表 3 観点 B. プロセスと振り返り (B2)

0	以下のいずれにも達していない。
---	-----------------

1-2	数学の事象からパターンや性質などを見いだすことができる。
3-4	数学の事象からパターンや性質などを見だし、それが成り立つことを証明することができる。
5-6	数学の事象からパターンや性質などを見だし、それが成り立つことを証明し、発展させることができる。

表 4 観点 C. 数学的コミュニケーション

0	以下のいずれにも達していない。
1-2	数学的表現や記号を用いている。 推論を行い、自分の考えを説明している。 他者の考えに対して、自分の意見を述べる。
3-4	正確な数学的表現や記号を用いることができる。 適切な推論を行い、自分の考えを説明している。 他者の考えに対して、自分なりの根拠に基づき、自分の意見を述べることができる。
5-6	正確な数学的表現や記号を効果的に用いることができる。 適切な推論を行い、自分の考えをわかりやすく説明することができる。 他者の考えに対して、適切な根拠に基づき、自分の意見を述べることができる。

以上の観点およびルーブリックを用いて実際の評価を行うのは次年度からとなる。

なお、1 学年から 4 学年（中 1 から高 1）までは IB の MYP を実践しているため、評価の観点およびルーブリックは IB で定められており、各観点は、基準 A「知識と理解」、基準 B「パターンの探究」、基準 C「数学におけるコミュニケーション」、基準 D「数学における振り返り」である。

## (2) SS 数学における実施の効果とその評価

SS 数学では、先に示した通り、5・6 学年(高 1・2)のルーブリックを作成したが、その実施は来年度からとなる。SS 数学では、今年度は、4 学年(高 1)において MYP のルーブリックを用いて観点別評価を実施した。そこで、ここではその事例を示す。

今年度、SS 数学 A の単元「整数の性質」において、以下のレポート課題を課した。

RSA 暗号をはじめとして、インターネットや携帯電話でクレジットカードの番号やパスワードを送受信するときなど、現代社会では様々なところに暗号が実際に使われている。

単純な暗号の例では、シーザー暗号というものがある。表 1 と表 2 を見比べてみよう。

表 2 で 1 番目は「C」であり、「C」は表 1 では 3 番目である。

表 2 で 2 番目は「D」であり、「D」は表 1 では 4 番目である。

これを繰り返すと、表 2 は表 1 の文字を 2 つ分ずらしたものになっていることがわかる。このような暗号をシーザー暗号という。

では、シーザー暗号で「OCVJGOCVKEU」と書かれたものを解読してみよう。まず、「O」が元々は何を意味していたのだろうか。表 2 から「O」は 13 番目の文字であることがわかる。そこで表 1 で 13 番目の文字を探すと「M」であることがわかる。残りの文字についても同様の操作をすると、「OCVJGOCVKEU」は「MATHEMATICS」と解読することができる。実際、検索エンジンで「OCVJGOCVKEU」と検索し、検索された中から pdf の web ページを選択し、文字検索で「OCVJGOCVKEU」と検索すると、「mathematics」が選択される。このように、日常の様々なところに暗号は潜んでいるのである。

番目	1	2	3	4	5	6	7
文字	A	B	C	D	E	F	G
	8	9	10	11	12	13	14
	H	I	J	K	L	M	N
	15	16	17	18	19	20	21
	O	P	Q	R	S	T	U
	22	23	24	25	26	27	28
	V	W	X	Y	Z	.	

表 1

番目	1	2	3	4	5	6	7
文字	C	D	E	F	G	H	I
	8	9	10	11	12	13	14
	J	K	L	M	N	O	P
	15	16	17	18	19	20	21
	Q	R	S	T	U	V	W
	22	23	24	25	26	27	28
	X	Y	Z	.		A	B

表 2

しかし、シーザー暗号は単純なため解読が容易である。そこで今回は、別の仕組みの暗号について考えてみよう。

**課題 1** 表 3 は、ある規則に従って、表 1 の文字の並びを変更したものである。

(1) 表 3 の空欄を埋め、この暗号表を完成させよ。また、この暗号表がどのような規則で作られているかを説明せよ。



番目	1	2	3	4	5	6	7
文字	C	I	.	W	K	D	
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
							A

表 3

(2) この規則で作られた暗号「□CFUYCAGCA.C□CWC」(□はスペースの意味)を解読しなさい。  
**課題 2** 課題 1 で見出した規則性で表 3 が暗号表として成立する理由を数学的側面から説明しなさい。(複雑さなどを問題にしているわけではない)  
**課題 3** 本探究課題の取り組みについて振り返りなさい。

本課題において、課題 1 は MYP のルーブリックにおける規準 B、課題 2 は規準 C、課題 3 規準点 D で評価した。ここでは、規準 B の評価の事例を示す。本課題における規準 B のルーブリックは以下の通りである。

表 5 課題に対するルーブリック

	ISS 4 Level Descriptor	Task Specific
0	以下の説明で記述されるいずれの基準にも達しない。	以下の説明で記述されるいずれの基準にも達しない。
1-2	生徒は指導の下で、簡単なパターンを認識するために数学的な問題解決のテクニックを活用することができる。	課題 1 (1) を解決しようとしている。
3-4	生徒はパターンを認識するために数学的な問題解決のテクニックを活用ことができ、関係性や一般的な法則を示唆することができる。	課題 1 (1) の規則性について、仮説をたて、それを説明することができる。
5-6	生徒はパターンを認識するために数学的な問題解決のテクニックを選択して活用ことができ、それらの関係性や一般的な法則を述べる事ができ、見出した事柄を踏まえた結論を導くことができる。	課題 1 (1) について、適切な根拠に基づいて、規則性を見つけることができる。
7-8	生徒はパターンを認識するために数学的な問題解決のテクニックを選択して活用ことができ、それらの関係性や一般的な法則を述べる事ができ、見出した正しい事柄を踏まえた正しい結論を導くことができる。さらにそれらを正当化したり証明したりできる。	課題 1 (1) について、適切な根拠に基づいて規則性を見つけることができ、正確に空欄を埋めることができる。(2) の暗号を解読することができる。

課題 1 に対して、ある生徒はまず、課題の表 3 の「C」、「I」、「.」が課題の表 1 では 3, 9, 27 番目の記号に対応することから、3 の累乗が関係していることを推測している。続く「W」「K」「D」がそれぞれ 23, 11, 4 番目に対応していることから、3 の累乗を何かで割った際の余りに着目し、試行錯誤の末、29 で割った余りではないかという予測に至っている。そして、以下の記述がある。

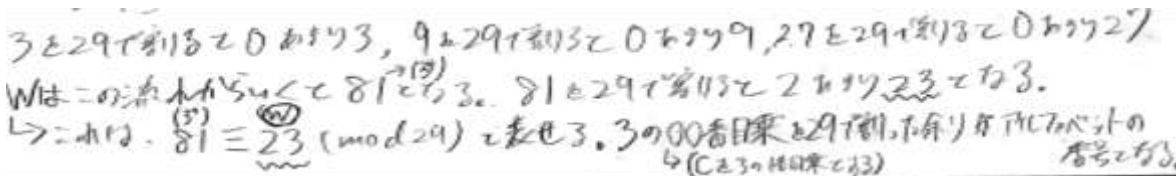


図 1 生徒の記述

さらにこの後、全ての空欄に対して合同式を用いて計算を行い、課題の表 1 の記号が一意的に課題の表 3 の空欄に埋まることを確認している。また、(2) についても解読できている。

課題 1 は、本探究課題の性質上、帰納的に規則性を見つけるしか方法はない。よって、その際の根拠が適切に示しているかが問われることとなる。この生徒は、3 の累乗と余りの関係を見出したプロセスを明確に示した上で、合同式でその規則性を述べている。さらに、空欄を全て埋めることができ、(2) の暗号も読解することができる。よって、評価は「8」となる。

例えば、3 の累乗と余りの関係を見出したプロセスが曖昧な解答の場合は、「5-6」の評価になるだろう。

### (3) SS 理科, SS 課題研究における研究開発の内容

#### ①SS 理科

本校では、MYP の導入により 1～4 学年(中 1～高 1)では各教科において IB に指定された評価規準を示し、課題ごとにルーブリックを作成し、学習評価を行っている。そこで MYP を修了した後の 5・6 学年(高 2・3)でも、IB の趣旨に基づく評価規準を本校独自に設定し、観点別の評価を実施した。下記表 6 に理科における 6 年一貫した評価規準を示す。

表 6 理科における 6 年一貫した評価規準

評価の観点 1～4 学年 (MYP)	内容	
	5, 6 学年	
規準 A 1つの世界 規準 F 科学における態度	規準 A 科学的状況の認識	科学と他領域との関連 科学に対する探究心と好奇心 環境や安全に対する責任感 グループ活動への参加
規準 C 科学の知識および理解	規準 B 科学的概念の理解	科学的知識の定着 概念や理論の活用 科学の歴史への理解
規準 B 科学におけるコミュニケーション	規準 C 科学におけるコミュニケーション	科学における言語活動・表現活動 意見交換や相互評価 情報伝達の効果的手段
規準 D 科学的探究 規準 E データ処理	規準 D 科学的手法	実験操作のスキル 測定の精度や正確さ 信頼性や妥当性の評価 探究活動の計画 変数の理解 データ処理における図式化や傾向の把握

具体例として、規準 A「科学的状況の認識」を評価するための 6 学年(高 3)化学における課題とそのルーブリックを次に示す。

表 7 規準 A「科学的状況の認識」の評価課題およびルーブリック

0	以下の説明で記述されるいずれの規準にも達しない。
1～2	・問 1 において、化学に関連する問題を簡単に説明しているが、化学との関連や問題点が明確でない。 ・問 2 において、化学に関連したテーマにはなっているが、下線部のメッセージが伝わる構成になっていない。また、地球上の生命や私たちの生活にどのように影響があるかについて不明瞭である。
3～4	・問 1 において、化学との関連やその問題点を簡単に説明することができる。 ・問 2 において、下線部のメッセージが明確に伝わり、地球上の生命や私たちの生活にどのように影響があるのかが理解しやすい構成になっている。
5～6	・問 1 において、化学との関連やその問題点を詳細(具体的に)説明することができる。 ・問 2 において、下線部のメッセージが明確に伝わり、地球上の生命や私たちの生活にどのように影響があるのかが理解しやすい構成になっている。さらに、化学と他領域(社会、文化、経済、環境、倫理など)との関連を捉え、今後の方向性を示唆する内容になっている。

(課題)

『科学忍者隊ガッチャマン』という SF アニメを知っていますか？

1972 年に放送されたテレビアニメで、世界征服を企む秘密結社ギャラクターと戦う、5 人の少年・少女で結成された科学忍者隊の活躍を描いた作品です。当初は巨大メカと戦う低年齢向けのアクションものとして開始しましたが、公害・科学・戦争などの現実的でシリアスなテーマ、例えば PCB (ポリ塩化ビフェニル) や原子力船など当時の社会問題を素材に用いたものもあり、子供向けアニメの枠に収まらないエピソードが人気を呼んだと言われています。

高度成長が頂点に達した 1960 年代後半から 1970 年代初期の日本は、まさに「公害大国」そのものであり、PCB による汚染は当時の社会問題の 1 つとして挙げられます。日本で PCB が大きくとりあげられる契機となった事件として、カネミ油症事件があります。この事件は、米

ぬか油（ライスオイル）中に、脱臭工程の熱媒体として用いられた PCB 等が混入したことが原因で、1968年10月、西日本を中心に広域にわたって、米ぬか油による食中毒が発生しました。当時の患者数は約1万3千名に上ったと言われています。PCBは、熱に対して安定で、電気絶縁性が高く、耐薬品性に優れています。加熱や冷却用熱媒体、変圧器やコンデンサといった電気機器の絶縁油、可塑剤、塗料、ノンカーボン紙の溶剤など、非常に幅広い分野に用いられました。一方、生体に対する毒性が高く、脂肪組織に蓄積しやすい物質です。発癌性があり、また皮膚障害、内臓障害、ホルモン異常を引き起こすことが分かっています。現在、日本では化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律を制定し、その製造・輸入・使用を法的に禁止しています。

『科学忍者隊ガッチャマン』のアニメの中で、この PCB 汚染をテーマにしたストーリーを以下に紹介します。

「決死のミニ潜水艦」  
 海が汚染され、魚や鳥などの海洋生物が大量に死んでいるという報告を受けた国際科学技術庁(ISO)<sup>\*1</sup>。南部博士<sup>\*2</sup>が汚染された海水を調べてみると、まったく新しい汚染物質を含んだ液体セルロール PCB であることが判明した。  
 そこへ突如、カツェ<sup>\*3</sup>からの降伏要求が入る。現在は海洋全体の0.01%に過ぎないが、24時間以内に降伏しないと、その汚染海域を広げていくと…。悩む南部博士と科学忍者隊だったが、健<sup>\*4</sup>は南部にゴッドフェニックス<sup>\*5</sup>の出動要請を願う。降伏するふりをして、カツェに近づき、攻撃しようという算段だったのだ！ゴッドフェニックスは指定された海域で潜水艦を発見。すぐさまハードミサイルを発射したが、その潜水艦にカツェの姿はなく、汚染物質が垂れ流されるばかりであった。自分たちの手で海を汚してしまったと嘆く忍者隊。健はミニ潜水艦に乗り込み、別の潜水艦の追尾を開始する。  
 ※1 科学の力で公害やエネルギー危機から人類を救済するために設立された国際機関。  
 ※2 科学忍者隊生みの親で、彼らの親代わりでもある。科学技術庁の中でいち早くギャラクターの存在を察知した人物でもある。オックスフォード大学とケンブリッジ大学の両方で学んだ天才的な科学者で、科学技術庁長官。  
 ※3 ギャラクターの首領で、ギャラクターの実働部隊を指揮する。  
 ※4 科学忍者隊のリーダー  
 ※5 科学忍者隊の所有する戦闘機

科学忍者隊ガッチャマン vs ギャラクターという戦隊ストーリーの中に、公害問題が取り入れられ、「科学は人類の進歩のためには、欠くべからざるものであるが、その利用法を誤れば悪ともなり、果ては人類が支配される結果となる。」という作者のメッセージが込められていますね。科学忍者隊ガッチャマンは30年以上前の作品ですが、現在の科学的状況にも通ずる問題提起をしていると思いませんか。これから生きる私たちは、子どもも大人も今まで以上に、科学は自分たちが住んでいる世界の一部であり、科学技術の開発や発展が人間生活に大きく影響することを理解していなければなりませんね。

ここからが問題です。解答は解答用紙に自由に記述してください。

問1 現在すでに問題になっている、もしくは近い将来問題になるであろう化学に関連する事柄を1つ挙げ、具体的に説明しなさい。環境問題やエネルギー問題など規模の大きな事象でも、個人の生活に関わる身近な事象でも、問題の大小は問いません。化学にどのように関連し、何が問題となるのかが分かるように記述して下さい。

問2 下線部のメッセージを込めて、問1で挙げた事柄をテーマにしたテレビアニメをあなたが作成するとしたら、どのようなストーリー構成にしますか。具体的に説明してください。イラストや図を用いて説明しても構いません。

登場人物や背景等を自由に設定してもよいし、または、現存のテレビアニメの設定を活用し、それをアレンジしたストーリーを提案してもよいです。視聴者に下線部のメッセージを伝えることを目的とするため、非科学的・非現実的な展開や設定が含まれていても構いません。(もちろん減点の対象にもしません。)

## ②SS 課題研究

SS 課題研究は試験的に開設したもので評価規準も独自のものを設けており、理科の各科目（物理・化学・生物・地学）の SS 課題研究を通して次の 5 つの規準を設けて試験的に実施している。

〈規準 A〉 個人的関与

探究活動への積極性、テーマ選びにおける科学的好奇心、実験に対する安全や環境への配慮などの責任

〈規準 B〉 探究

課題(テーマ)設定に至るまでの背景、そのために収集したデータの信頼性、探究の方法の適正など

〈規準 C〉 分析

有効な結論を導くために量・質ともに十分な生データを収集しているか、適切なデータ処理を行っているか、データの正しい解釈ができていないかなど

〈規準 D〉 評価

テーマに対する結論の正当性、今後の課題(科学的手法を含む)や方向性(研究課題と現実社会との関連における展望)の提案ができるかなど

〈規準 E〉 科学におけるコミュニケーション

研究発表やレポートの体裁や構成、ディスカッションや討論の方法、内容の首尾一貫性、科学用語の使い方や表記

学習指導要領の理科の科目である「理科課題研究（標準 1 単位）」の観点毎の評価内容に対応する SS 物理課題研究の評価規準を表 8 に示す。

表 8 SS (物理) 課題研究と理科課題研究の関係

観点	関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
理科課題研究	科学に関する課題を設定し、主体的に探究しようとするとともに、科学的態度をみにつけている。	科学に関する課題を設定し探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現している。	科学に関する課題を設定し探究する過程を通して、観察、実験などの基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理し、自然の事物・現象を科学的に探究する技能を身に付けている。	課題を設定し探究する過程を通して、科学に関する基本的な概念や原理・法則について理解を深め、知識を身に付けている。
評価内容対象	A：探究活動への積極性、テーマ選択における科学的好奇心（情意面）や動機等〔事前レポート〕 D：今後の課題（科学的手法）と方向性（社会と関連づけた展望）の提案〔事後レポート評価〕	B：テーマ（実験）設定の根拠〔仮説の導出〕，そのために収集したデータの信頼性、探究方法の適正、（C：データの質・量の確保、データの処理と解釈の適切さ）〔先行研究・事例調査〕〔仮説生成のための予備実験・調査〕〔実験企画・計画〕 E：研究発表やレポートの体裁や構成、内容の首尾一貫性、科学用語の使い方や表記〔レポート・発表〕	（B：実験データの信頼性、探究方法の適正さ）〔実験方法〕 C：有効な結論を導くために量・質ともに十分なデータを収集しているか、適切なデータ処理を行っているか、データの解釈は正しいか。〔実験レポート〕	D：テーマに対する結論の正当性、今後の課題（科学的手法）や方向性（社会と関連付けた展望）の提案〔レポート・発表〕 E：科学用語の使い方や表記〔レポート・発表〕

### （4）SS 理科、SS 課題研究における実施の効果とその評価

ここでは、SS 課題研究において、先に示した規準の基づいてどのように評価したのか、その実際について示す。SS 物理課題研究において、以下の課題とルーブリックを提示し、レポート課題として生徒に課した。

〔課題③〕単元の概要と評価

③	屈折率測定開発（屈折率の測定方法の開発・原理を応用して測定方法を考案）
概要	<p>光の波動的性質（回折・干渉・屈折）を応用して水の屈折率を求める測定方法を開発し、それを用いて水の屈折率をもとめる。ここでは、開発の根拠〔ヒント〕として測定原理の異なる3つの実験を段階的に実施した。</p> <p>(1)幾何光学によるガラス屈折率測定                  (2)画像による水の屈折率の推測                  (3)干渉縞による液体の屈折率の測定                  (4)屈折率測定法の開発((1)～(3)の活動をもとにして開発をおこなう)                  〈実験処理の記録〉 〈改善〉 〈実験計画〉 〈実験・測定〉 〈レポート〉</p>
<p>評価対象〈レポート等〉                  規準A 個人的関与                  (アイデアの獨創性・実用可能性及びその表現方法からみる積極性や科学的好奇心)                  Q5: これまでの実験(ガラスの屈折率・画像測定)などを参考にして液体の屈折率を求める獨創的な手法を考案しなさい。</p>	
評価	規準A個人的関与(Q5)「関心・意欲・態度」
0	以下のいかなる水準にも達していない。
1	何らかのアイデアが考案されており、その方法が説明されている。
2	
3	これまでの学習経験をもとに獨創的なアイデアが考案されている。具体的な測定方法がしめされている。
4	アイデアの実現可能性やその精度について考察されている。
5	これまでの実験や学習の結果を活用して獨創的なアイデアが考案されており、他の方法に比べて有効な点がアピールされている。図説などを用いて具体的な測定方法がしめされている。科学的知識や考え方を用いてアイデアの実現可能性やその精度について考察されている。
<p>規準D 評価（測定精度など他の方法との比較，社会的意義などの意味づけ）                  Q4（画像測定）の方法で求めた屈折率の値と比較し，その測定精度やそれぞれの測定方法の長所と短所について論じなさい。及び Q5</p>	
評価	規準D評価 (Q4)「知識・理解」(Q5)④⑤「関心・意欲・態度」
0	以下のいかなる水準にも達していない。
1	測定方法の特徴(長所・短所など⑤)について，他の測定方法と比較している。
2	獨創的なアイデアについて，活用方法が述べられている④。
3	測定精度やその特徴(長所・短所など⑤)について，定性的に他の測定方法と比較している。
4	獨創的なアイデアについて社会的な活用の展望について説明されている④。
5	測定精度やその特徴(長所・短所など⑤)について，具体的な測定値などをもとに量的に他の測定方法と比較している。獨創的なアイデアについて社会的な貢献や活用の展望について論じられている④。

図 3 に、「課題③屈折率測定法開発の(4)」の生徒レポートを示す。ここでは、主に探究活動を通して独創的なアイデアを提案する探究活動の創造的アプローチを対象としている。この課題では、事前の探究活動【実行】【評価】を踏まえて、【思考・構想】モデルから【設計・計画】デザインのフェーズを対象とし、規準 A 個人的関与（アイデアの独創性・実用可能性及びその表現方法からみる積極性や科学的な好奇心）および規準 D 評価（測定精度など他の方法との比較、社会的意義などの意味づけ）の評価基準を示している。生徒のレポートからは、新たに探究した成果や過去に探究した課題や既習事項等を活用して、独創的なアイデアに至った探究の過程がうかがえる。また、想定される用途が具体的に示され、測定における長所・短所が適切に示されており、たんなる思いつきのアイデアでなく、科学知識を用いて実現可能性について述べるなど、評価基準で示された要求水準に則って探究している様子が見える。

アイデアの科学的根拠に基づく提案及び独創性と実用性に関する説明も実証をされており関心・意欲が高いので〔規準 A 評価：5 相当〕であるが、社会的な貢献や活用の展望までは述べられていないことや、他の測定方法と量的な比較評価がなされていないこと等から〔規準 D 評価：4 相当〕とした。

これらの課題のように、具体的な一律なゴールを有さない抽象度の高い探究課題を設定しても、生徒は困惑することなく、事前に提示された評価基準を参照して、その探究活動で期待されている到達レベルを認識することで、自分なりのゴールを具体的にイメージし、探究活動の見通しを立てることができていると考えられる

### (5) SS 科目、SS 課題研究の評価事業における課題

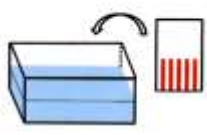
今年度は、SS 数学、SS 理科、SS 課題研究において、ルーブリックを用いた観点別評価を実施した。そこで見出された課題は以下の通りである。

第一に、全ての科目で共通して見出された課題は、ルーブリックの記述の仕方である。課題に即したルーブリックを作成するとき、この記述を具体的に書きすぎると、生徒の解決のヒントとなってしまいう可能性がある。例えば、先の SS 数学の事例でいえば、ルーブリックの中に「合同式を用いて」などという文言を使うことは適切ではない。一方で、抽象的に書きすぎると、ルーブリックの当初の目的である、生徒が目指すべき状態を意識しながら課題に取り組むという点において欠けてしまうことになる。そのバランスをいかにとっていくかということが課題である。

(4) 液体の屈折率を求める独創的な手法の考案

① 測定方法の説明  
画像測定の変更バージョン


1. ストタイプ紙の検査用紙、水槽を用意する  
2. 検査用紙を溶液に半分浸す  
3. 空気中と溶液中の紙の幅の差から屈折率を求める



② 提案の理由  
学校で行った画像測定の実験からおおよその屈折率を求めることができた。しかし、 $n_x$ を正確に測定することが難しかったため結果に誤差が生じた。そこで、  
・ 被写体を縮小像にする  
・ 水槽の外観から撮影し水面の高さから被写体を撮影できるようにする  
という2点を改善することで、回折格子を使うよりも簡単に屈折率を求められるようにした。

③ 期待される測定精度とその妥当性  
回折格子を利用した実験よりは、精度は低いものになると思われる。その理由として、水槽を通すことで、縞模様の変形が見にくくなり、データに誤差が生まれる可能性があるからだ。実際に家でやってみたところ、水槽の壁面が多少歪っていたため、正確なデータを得られなかった。

(参考) 仮実験で得られた水の絶対屈折率：約 1.2



④ 期待される用途  
少量の溶液でも測定が可能であるため、貴重な溶液の屈折率を求めるときに有効イメージとしては、注射器のような細い管に溶液を入れ、メモリの見え方の変化を測定することで屈折率を求めるなど。

⑤ 長所と短所

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ レーザー光線を使った実験は目に対する負担が大きいですが、この実験は安全である</li> <li>・ 水を満たしたとき、満たしていないとき両方のデータを同時にとれる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水槽やカメラによっては、ゆがみが生まれ正確な値を測定できない</li> </ul>

図 2 課題③(4)の生徒レポート例

## 5. 3. 2 形成的評価に関する事業

### (1) 研究開発の経緯

イギリスから講師の先生を招聘し、形成的評価に関する研究授業、教員向けレクチャーを行った。この事業は、「科研費 基盤研究(B) 数理的意志決定力の育成に関するホリスティックアプローチ」と共同で実施したものである。表 1 は、その期間中に本校の SSH 事業に直接関係のあるものだけを抽出した。

表 1 形成的評価に関する事業の経緯

日時	内容
平成 27 年 2 月 16 日(月)	事前授業, 指導案検討
平成 27 年 2 月 17 日(火)	研究授業, 協議会
平成 27 年 2 月 19 日(木)	教員向けレクチャー
平成 27 年 2 月 20 日(金)	研究授業, 協議会

### (2) 研究開発の内容

イギリスより講師として以下の 3 名を招聘し、研究授業、教員向けレクチャーを行った。

- 畠中倅 (Bowland Math.<sup>1</sup> アドバイザー/教育コンサルタント)
- Paul Crossley (イギリス, ノッティンガム Redhill Academy, 数学主任)
- Geoff Wake (ノッティンガム大学, 数学教育准教授)

#### ①研究授業 I, 協議会 I

日時 授業: 平成 27 年 2 月 17 日 (火) 6 校時 (14:05~14:55) W101 教室  
協議会: 同日 7 校時 (15:05~15:55) MAT ルーム

授業名 「POP SODA」

対象 1 年英語 Ad.クラス 16 名

授業者 Paul Crossley 先生

イギリスのプロジェクト研究チーム「Bowland Math.」が開発した形成的評価の授業である「アセスメントレッスン」をポール先生に実践していただいた。用いる教材も Bowland Math. で開発されたものである。

研究授業では、ペアでお互いの解決を相互に評価し、より良い解決に向けて精査していった。協議会では、ペアの組み方、相互評価の方法が妥当であったか、授業観察の記録を基に生徒個人の活動水準をルーブリックで評価したとき、授業前と後で水準が上がったかどうかということなどについて議論を行い、今後の課題を見出した。また、Bowland Math. では、ルーブリックに、水準をあげるための発問が設定されており、その価値や有効性などについても議論をした。

#### ②教員向けレクチャー

日時 平成 27 年 2 月 19 日 (木) 16:20~18:00

場所 MAT ルーム

講師 Paul Crossley 先生, Geoff Wake 先生

<sup>1</sup> Bowland Math. は、プロセス能力を生徒に身に付けさせることを目的に立ち上げられたプロジェクトである。従来の数学のように数学の内容が前面にでるのではなく、背後に数学的内容があり、定式化、分析、解釈・評価のようなプロセス能力が前面にでる授業を構想している。

形成的評価について、イギリスの実情と課題点について、本校教員に向けて話して頂いた。また、日本の現状もお伝えし、相互の情報を共有しながら、形成的評価の課題点やその克服方法、今後の展望などについて、本校教員とともにディスカッションを行った。

### ③研究授業Ⅱ，協議会Ⅱ

日時 授業：平成27年2月20日（金）3・4校時（10：30～12：20）メディアセンター  
協議会： 同日 （12：30～13：30）メディアセンター  
授業名 「問題解決とモデル・シミュレーションの活用『つり銭はいくら用意する？』」  
対象 インフォマティクス 履修者18名  
授業者 後藤貴裕

プロセス能力向上を目的として、本校教員が授業を行った。実際に水準表を作成し、授業では各生徒がどの水準からどの水準に上がったかを観察した。協議会では、水準が上がった生徒、そうでなかった生徒を例にだし、授業者が準備していた手立てが有効であったかどうかなどについて検証した。

### （3）実施の効果とその評価

#### ①研究授業Ⅰ，協議会Ⅰ

研究授業で扱った課題は図1の通りである。

事前授業において、この課題を生徒一人一人に解決してもらった。そのワークシートを基に、まずルーブリック(Bowland Math.では「プログレッショグリッド」とよぶ)で評価した。そのルーブリックが図2である。このルーブリックには、次の水準へ上がるための発問が設定されている。

図1 アセスメントレッスンの課題

PROGRESSION	<b>Formulating</b>	<b>Interpreting</b>	<b>Evaluating</b>
	Method used to come to a conclusion	Quality of reasoning	Improvements suggested for the testing process
	Uses a simple method or makes no attempt to compare the data.	Uses simple statements to compare the groups.	Gives a few ideas for improvements.
	Is there a way you could compare the results? How can you compare them even though the number of people is different?	Have you used any evidence to back up your conclusion?	Can you give some reasons to the CEO why your ideas would improve the tests?
	Recognises the need for proportions as the sample sizes are different.	The data is used to defend their conclusion even if it is incorrect.	Gives some ideas for improvements with reasons.
	Could you calculate something to allow you to compare them? Are your values accurate enough to allow for comparison?	Have you explained your thinking? Are you sure your conclusion is correct?	How can you give a more convincing argument to the CEO that your ideas would help? Are your reasons well explained?
	Attempts to compare the data by finding the same type of proportion.	The data is used to defend a correct conclusion.	Gives well-argued ideas for improvements with clear reasons.
	Is it easy to see which group preferred Fruity from your values? What values could you find that would be easy to compare?	Are there any other points you could make using the data? What other conclusions could you come to?	Have you addressed all the problems from the first tests? Are there any more general things we should think about when carrying our surveys?
Attempts to compare the data by finding proportions that allow for easy comparison.	The data is used appropriately to defend a correct and multi-point conclusion.	Gives good advice for conducting future tests, which covers all the shortfalls of the previous tests.	

図2 課題に対するルーブリック



研究授業では、評価が異なる生徒同士をペアにし、解決の改善を行わせた。生徒はこのルーブリックの存在は知らないまま授業が行われた。その代わりに、授業者がいくつかの発問をスライドで準備し、ワークシート返却時に、その生徒が着目すべき発問の番号を付した状態にしてあった。すなわち、生徒が着目する発問が、次の水準に上がるための発問として設定されているということである。その結果、多くの生徒が次の水準またはさらに上の水準に到達することができた様子であった。

協議会では、ペアの組み方、発問の設定、練り上げの方法、などの妥当性について議論がなされた。また、事前の解決では水準が高い生徒が、ペアで修正を行うと水準が下がってしまうこともあるという事実についても議論された。その結果、諸能力は直線的に上昇するわけではなく、上昇と下降を繰り返しながら徐々に上昇していくことが確認され、よって中・長期的な見通しの必要性があることがわかった。

今回、この一つの研究授業から得られるものは大きかったであろう。まず、アセスメントレッスンとして評価に特化した授業を行うことの重要性、課題点を見出すことができた。また、生徒が自己評価、相互評価を行うことがどれほど難しいことであるか、またそれをメタ認知させる教師の工夫の方法、およびその妥当性について、来年度以降引き続き検討していく必要性が共有された。

## ②教員向けレクチャー

出席した教員からは、「イギリスの形成的評価に関する現状を知ることができたことはもちろん、本校の抱える形成的評価に関する課題についても話すことができ、お互いに共有することができたことは非常に価値のあることであった。」という意見が寄せられた。また、ルーブリックの中に水準を上げるための発問が用意されていたり、相互評価の経験を積ませ他者の活動を評価することを通して、自己の活動をメタ認知することができるようにするための中期的、長期的な見通しの必要性が確認された。さらに、数学という教科と国語や英語といった言語教科における評価の方法の可能性等についても議論することができた。

とはいえ、短時間の議論ということもあり、それぞれの国のもつ背景が十分に共有されていないまま議論が展開された。そのため、相互が主張していることに十分本質まで踏み込めているとは言い難い。今後、さらに情報の共有化をはかり、何度も議論を重ねることによって、形成的評価の在り方や方法についての質を高めていくことが可能になることが期待される。

## ③研究授業Ⅱ，協議会Ⅱ

研究授業で扱った課題は以下の通りである。

### 《課題》

学園祭で模擬店（カフェ）を出店することとなった。カフェで扱うメニューはジュースとクッキーになります。

出店準備金として2万円があります。あなたはこの出店準備金をどのように使って準備をしますか？誰もが納得できる出店準備金の使い方を提案しなさい。また、仲間が納得できるようにその根拠を説明しなさい。

	商品名	売価	原価
A	ジュース	100	90
B	クッキー	300	250

### 《例年の傾向》

傾向 1：想定来客数は 100 名です。

傾向 2：購入パターンは ジュース単品：クッキー単品 = 1 : 1

傾向 3：購買時の支払いは①つり銭がないように 100 円玉でしはらう。②500 円玉でしはらう。  
この発生頻度（①と②）は独自の根拠あるモデルを考案しなさい。

### 《販売の条件》

条件 1：つり銭が足りない場合は、そのお客との販売は成立しません。

条件 2：使用できる硬貨は 100 円玉と 500 円玉のみとします。（紙幣は考えません）

条件 3：仕入数はジュースとクッキーは同じ数となります。

条件 4：売上金はおつりとして使ってもかまいません。

前時までにグループ毎に通りの解決を行い、本時ではその解決を相互評価し、それを受けて改善するという活動を行った。相互評価において用いたルーブリックは以下の通りである。

表 2 相互評価に用いたルーブリック

1	提案はなされているが漠然とした理由で、その根拠もしめされていない。
2	具体的な提案がなされており、それを支持する理由が説明されている。
3	具体的な提案がなされており、具体的な数値（つり銭や購入数）を用いて、提案の説明がなされている。
4	複数の案を説明し比較するなど、提案（結論）の妥当性を説明している。
5	数理的な手法（統計など）を用いて、誰もが納得できる普遍的な根拠をしめしながら提案の説明がされている。

実際の授業では、改善案の作成に留まり、それを全体で共有するところまでは至らなかった。

協議会では、主にルーブリックに焦点が当てられた。Geoff Wake 先生からは、相互評価は非常に高度で難しい活動であることをご指摘頂いた。実際に、授業内での相互評価では、生徒の混乱を招いてしまっている様子が見受けられた。相互評価は高度な活動であるが、生徒がメタ認知を行うという点に関して、非常に価値のある活動である。故に、それを有効に活用する方法について、さらに検討していく必要があることが共有された。

### ④本事業全体を通しての評価

本 SSH 事業で目指す「グローバルな視野と柔軟な科学的思考力を有する科学技術人材の育成に資する」ためには、様々な事業を通して生徒の研究活動に対する内容や手法に対する指導を行うことは必要条件となるだろう。しかしそれだけではなく、「自律的な科学技術人材を育成する」という視点から、自己の活動や他者の活動をメタ認知し、自らより高い水準へ移行する能力の育成も必要不可欠な条件となると考える。そのためには、自己評価や相互評価を授業などの中に「有効に」採り入れていかなければならない。その点に関して、今回の形成的評価に関する事業は示唆に富むものであったと評価することが出来る。例えば、Bowland Math. が用いているルーブリックの中に水準を上げるための発問を設定しておくことや、いかにしてペアを組んだり相互評価をするかという点についてである。このように、自律的な科学技術人材を育成するための教師の役割について、来年度以降より課題を明確にし、その解決に取り組んでいく必要がある。

## 6. 校内における SSH の組織的推進体制

校内における SSH 事業の推進にあたっては、SSH 委員会が事業の推進組織として位置づけられ、学校長の指導のもと SSH 事業の運用にあっている。事業に応じて関連する校務分掌組織が対応することで連携している。

### 6. 0. SSH 委員会

校内の SSH 事業の推進の全般を行う組織、校務分掌では特別委員会として位置づけられ、事業推進の実務にあわせ、事業によっては他の項内組織との連絡調整や、他校との交流や合同研究発表会等をおこなっている。

副校長 赤羽寿夫	理科 後藤貴裕	数学 高橋広明	数学 成田慎之介	地理歴史 前田陽子	事務 足助志野
-------------	------------	------------	-------------	--------------	------------

### 6. 1 仮説1に関わる事業（SS 科目・SSIB 講座）事業の推進に関わる組織

- ・数学科：（数学科主任：指田輝樹・構成員 7 名）

数学に関わる SS 科目の研究開発・企画立案及び運用をおこなう。

オリジナルテキストの作成およびそれにかかわる教材の開発

数学イマージョンクラスの実施

- ・理 科：（理科主任：齋藤淳一・構成員 7 名）

理科にかかわる SS 科目の研究開発・企画立案および運用を行う。

IB のカリキュラムと学習指導要領との関係についての基礎研究

実験課題等におけるルーブリックの作成および実施

物理イマージョンクラスの実施

SSIB 実験講座の企画立案及び運用

サイエンスフィールドワークやハークネスセミナーの企画立案及び実施

### 6. 2 仮説2に関わる事業の推進に関わる組織

- ・国際教養委員会：（委員長：西村諭・構成員 7 名）

SS 理数探究に関わる事業の企画立案及び実施

課題研究に関わる時間（国際 5 5 学年）の運用

SS 理数探究・国際 5 等における課題研究の生徒指導

- ・IB 委員会：（委員長：星野あゆみ・構成員 7 名）

課題研究に関わる時間（PP 4 学年）の運用

- ・ISS サイエンスチャレンジ 審査委員会

構成員：副校長，研究部主任，国際教養委員長，IB 委員長，数学科主任，理科主任

ISS サイエンスチャレンジの研究作品の審査を行い，審査講評を作成する。

### 6. 3 仮説3に関わる事業の推進に関わる組織

- ・数学科：評価基準・ルーブリックの開発及びその実施

- ・理科：評価基準・ルーブリックの開発及びその実施

- ・IB 委員会：評価手法など IB に関わる教育システムの指導

### 6. 4 運営指導委員会

- ・本校 SSH 事業の運営に関する指導および協力

古屋 輝夫 森上 展安 滝澤 修 吉富 芳正 Bruce Stronach	理化学研究所 森上教育研究所 (独) 情報通信研究機構知的財産推進室 明星大学 テンプル大学ジャパン	理事 社長 マネージャー 教授 学長
---	--	--------------------------------

## 6. 5 管理機関

・東京学芸大学附属学校課 (米倉信彦)

## 6. 7 東京学芸大学 研究開発支援

出口学長を筆頭にした、理科・数学に関わる学科および研究室の先生方による支援組織 (13名)

「数理的意思決定力の育成に関するホリスティック・アプローチ研究」(科学研究費補助金・基盤研究 (B): 代表 西村圭一) と連携により、5. 3. 2 形成的評価に関する事業を実施

## 6. 8 校内研究会 (教員会議)

本校の全教員がかかわる研究会で年間行事予定に位置づけ月1回のペースで開催される。

本校 SSH 事業を全教職員レベルで周知する機会、学校全般に影響を与える SSH 事業について意見の聴取および議論の機会を提供する。

月日	校内研	主な内容
5月13日	SSH①	本年度 SSH 事業の全体共有・SS 理数探究 (国際教養) の実施形態の検討
8月29日	SSH②	1 学期+夏季休業中の事業の経過報告と今後の展望： 中間計画の見直しに伴う ISS サイエンスチャレンジの提案と検討
11月17日	SSH③	2 年次構想にむけて「初年次の事業実施状況のふりかえりと問題意識の共有」
12月10日	SSH④	2 年次構想にむけて II 「本校の特色を活かした SSH 事業と国際教養 (SS 理数探究) の改革の検討」

## 7. 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

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。具体的な方法としては「学習者中心の協働型・双方向型の授業」「現代的課題・学際的課題の導入」「生徒の能力を中・長期的に評価する観点別評価」など評価を中心とした授業方法の改善や学習の意欲を醸成するしくみづくりのような学びに対する環境を整えることで、グローバルに活躍できる科学技術人材の育成を目指している。この方法では、生徒に直接的に科学研究の手法を指導し習得させる教育プログラムと比べると、早急に目に見える形で成果を得ることが難しく、その成果も本事業によるものであるか特定するのは難しい。

それに対し SSH 指定校としては、生徒の研究成果発表会への参加など 1 年次より具体的な形で成果を示すことが求められている。SSH 指定校の責務を果たすために、生徒の研究成果が示せるように、年度途中ではあるが、事業計画を見直し、生徒研究支援事業 (ISS サイエンスチャレンジ校内科学コンテスト) など生徒の研究活動に直接的はたらきかける事業を優先的に強化した。

また、本校の SSH 事業 (1 年次) は、研究開発実施計画書の構想をもとに事業化したものであったが、関係教科の教職員就業など構想時には想定されなかった事情もあり、1 年次から見える形での成果が得られることを優先し、年度の途中で事業計画の部分修正を行いながら実施した。

### 7. 1. 仮説 1 に関わる事業 (SS 科目・SSIB 講座) における課題と展望

一部の SS 科目では、担当教員の就業に関わる事情により実施状況を変更して実施した。また、教科・科目の内容および従来の指導方法の違いにより、一律同一レベルの実施は困難であることが分かった。課題の設定など学年や科目の現状に合わせて、柔軟な形で対応することが求められる。

生徒の課題研究の推進を 6 学年の SS 課題研究 (SS 理科) で実施する計画に従い、1 年次は SS 物

理課題研究で実施した。探究活動の段階ごとに必要な技能の明確化や実験デザインの工夫など探究活動に対する生徒の能力向上には一定の成果が認められるものの、課題研究としての成果をまとめるには、最終学年（6 学年）では時期的に遅く、生徒にも負担が大きいことが分かった。課題研究に対する取り組みの改善（実施時期の前倒し・一教科担当から全校での対応など）が求められる。

SSIB 講座では、実施規模などの集中講座の運用方法や条件を検討するために試験的に実施したが、実施時期や準備不足の問題や生徒のニーズとの遊離などから、十分な参加者を得ることができなかった。年間計画に位置づけ講師・実施者ではなく生徒が参加しやすい条件で設定することが求められる。

### 7. 2. 仮説2に関わる事業（SS 理数探究など）における課題と展望

今年度のサイエンスカフェの実施にあたっては、本校の実態に応じた適切な開設方法について検討するために、多様な形態で試験的に実施した。

タイプ	実施回	特徴	課題
開放型	①③⑦	興味ある生徒の自発的参加	後期生の低参加（生徒ニーズ or 時間）
教科型	②	通常授業と連携	一部の生徒のみ
全校型	⑤	著名講師でも可	学校全体に影響を及ぼす（時間・活動）
学年型	④⑥	HR等一斉活動と連携	他学年生徒が参加できない

実施タイプの違いによって、それぞれ特長と課題が明らかになったが、全体を通して参加生徒が少ないこと、特に後期課程の生徒の参加が少ない傾向がみられた。すべての生徒（前期課程生徒を含む）に気軽に最先端の科学に触れる機会を提供するサイエンスカフェの目的からすると十分にその役割を果たしているとはいいがたく、本校の実態に対応した適切な実施形態を引き続き検討していく必要がある。生徒の興味・関心に応じたテーマ設定をするとともに、生徒が参加しやすい時間帯・会場など実施条件を整備し、年間行事計画に位置付けることが求められる。

SS 理数探究は、既設の国際教養の時間の一部に位置付けているため従来の「総合的な学習の時間」との違いを明確に示すことができず、パーソナルプロジェクト（4 学年）および国際5（5 学年）における生徒の課題研究の推進が不十分な状態であった。6 か年を通じた国際教養の目的および運用方法そのものの見直しが求められる。

前期課程の生徒を含む部活動や有志など SS 理数探究以外で自発的に活動している課題研究もふくめて、生徒の課題研究を促進させるために ISS サイエンスチャレンジ（校内科学コンテスト）など研究支援事業を位置付けて自発的な課題研究を促す環境を整備することで対応することとした。生徒の自発的な発想に基づいた多様な課題研究が競う ISS サイエンスチャレンジでは、画一的な審査基準で評価するのではなく、観点ごとに秀逸な研究を褒賞することで、科学研究を多面的にとらえることができるようにする。また、全校生徒がファイナリストの課題研究の評価を行う公開審査制を導入し、評価活動をとおして全校生徒が自ずから課題研究の模範が理解できるようにする。ISS サイエンスチャレンジは、実施時期が学期末などとなり生徒への負担がおおきかった。次年度以降は実施時期を検討し、年間行事予定に位置付け、生徒の自発的な課題研究を効果的に促す工夫が求められる。

### 7. 3. 仮説3に関わる事業（評価開発事業）における課題と展望

SS 科目においては、設定した観点および開発したルーブリックに基づき、年間を通して評価を実施し、その妥当性を検討することが求められる。

形成的評価に関しては、自己評価、相互評価の方法、評価対象や方法などに応じて適切な課題を具体的に示す必要がある。あわせて、本事業により開発した評価による成果（生徒の能力を高めるためにどのように関与したか）を評価する方法についての研究をすすめる。

資料 1 : 教育課程表

国際バカロレア MYP実施									
	1年 (中1)	2年 (中2)	3年 (中3)	4年 (高1)	5年 (高2)	6年 (高3)			
1	国語	国語	国語	国語総合	現代文B	体育			
2					古典B				
3									
4									
5	社会 (基礎地理)	社会 (基礎歴史)	社会 (現代総合社会)	現代社会	日本史A or 地理A	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)			
6									
7				世界史A or IM世界史A			世界史A or IM世界史A		
8	数学1	数学2	数学3	<u>SS数学I (数学4a)</u>	<u>SS数学II (数学5a)</u>	地理歴史 ・世界史B(4) ・日本史B(4) ・地理B(4) ・歴史特講(2) ・地理特講(2)			
9									
10									
11									
12	理科	理科	理科	物理	<u>SS数学A (数学4B)</u> or <u>IM数学4B</u>	SS数学B (数学5B) or IM数学5B or 芸術			
13							化学	物理	
14							生物	生物	
15	音楽	音楽	音楽	化学	<u>SS地学基礎</u> or IM科学と人間生活	<u>SS物理基礎</u>			
16							地学	地学	
17	美術	美術	美術	美術	<u>SS化学基礎</u>	公民 ・倫理(2) ・政治経済(2) ・IM政治経済(2)			
18							音楽	音楽	
19	保健体育	保健体育	保健体育	保健	体育	外国語 ・C英語IIIa ・C英語IIIb(2) ・英語表現IIb(2) ・英語表現IIc(2)			
20							美術	美術	
21	技術・家庭	技術・家庭	技術・家庭	芸術	家庭	芸術 ・音楽・美術・書道(2) ・音楽演習(2)			
22							音楽	音楽	
23	英語	英語	英語	C英語 I	C英語 II	国際 ・国際A(2) ・国際B(1)			
24							技術・家庭	技術・家庭	C英語 II
25									
26							英語	英語	
27	人間理解	人間理解	人間理解	情報	英語表現IIa or IM生物	数学 ・ <u>SS数学III(数学6a)(5)</u> ・ 活用数学a(4) ・ 活用数学b(2) ・ 活用数学c(2) ・ IM数学活用(数学6β)(2)			
28							国際理解	国際理解	国際理解
29	国際理解	国際理解	国際理解	理科 ・ <u>SS物理(4)+SS課題研究(1)</u> ・ <u>SS化学(4)+SS課題研究(1)</u> ・ <u>SS生物(4)+SS課題研究(1)</u> ・ <u>SS地学(3)</u> ・ <u>SS数学基礎(2)</u> ・ 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) ・ IM物理(2)					
30					国際理解	国際理解	国際理解		
31	<u>SS理科探究</u>	<u>SS理科探究</u>	<u>SS理科探究</u>	人間理解 国際理解	人間理解 国際理解	人間理解 国際理解			
32							国際理解	国際理解	国際理解

- 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)を再編したものである。
- ② 国際教養では、「人間理解」、「国際理解」、「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。校外学習やSchool Festival等の活動も含む。
- ③ 4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。

## 資料 2 : SSH 事業にかかわる研究発表会の参加一覧

### ① 2014 年度 SSH 東京都内指定校合同発表会

日時：2014 年 12 月 23 日（火） 10:00～16:15

主催：関東近県 SSH 指定校

会場：玉川学園高等部 中学部

発表者（ポスター発表）

萩野愛	弦楽器の弦の振動の観察～弦をはじいたときと擦ったときの違いに着目して～
下村信行 他 3 名	美文字
冠野柚香	ハイスピードカメラを用いたバドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明
鄭マリア 他 2 名	折り目の法則～紙の折り目の数理的考察～
スコットアトム	サッカーのキックをハイスピードカメラで見る！～動いているボールと静止しているボールでの違い～
徳弘賢人	プログラミング初学者のためのプログラミング言語の開発

### ② 平成 26 年度 第 3 回生徒研究成果合同発表会

日時：2015 年 2 月 7 日（土） 12:30～16:20

主催：東京都立戸山高等学校

会場：東京都立戸山高等学校

発表者（ポスター発表）

稲葉千尋 他 4 名	海上食糧生産～食糧の安定供給のために～
吉田杏子 他 4 名	人体に潜むバクテリアの研究
萩原優衣 他 7 名	プラナリアの DNA 解析～首都圏に生息するプラナリアを DNA 解析を用いて分類する～
高橋司	生物模倣技術～シロアリの空気循環システム～
スコットアトム	サッカーのキックをハイスピードカメラで見る！ ～動いているボールと静止しているボールでの違い～

### ③ 平成 26 年度 Science Fair

日時：2015 年 3 月 13 日（金）

主催：ぐんま国際アカデミー

会場：ぐんま国際アカデミー

発表者（ポスター発表 ※は口頭発表）

冠野柚香 ※	バドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明
斉藤溪, 小野塚祐貴	グローバルな視点からみるじゃんけん
掛谷文音, 太田みのり※	プラナリアの DNA 解析
田千佳, 平野真梨奈	ケイ化木化石の分析による種類解明及び当時の環境再現～東アジア初の研究を～
スコットアトム	エクセルを用いたサッカーキックの解析
中野聡大, 横山拓磨	快適な空間の創造－科学的に「快適」をとらえる－

### ④ 平成 26 年度 関東近県 SSH 校合同発表会

日時：2015 年 3 月 22 日（日）

主催：関東近県 SSH 指定校

会場：早稲田大学理工学術院

発表者（ポスター発表 ※は口頭発表）

斉藤溪 他 4 名	グローバルな視点でみるじゃんけん
萩原優衣 他 4 名	プラナリアの DNA 解析
田千佳 他 2 名	ケイ化木化石の分析による種類解明及び当時の環境再現～東アジア初の研究を～
高橋司	シロアリ塚の空調システムを模倣しよう
田邊魁晟	モーター 1 個で関節をまげて歩く二足歩行の機構
スコットアトム ※	エクセルを用いたサッカーキックの解析

### ⑤ 平成 26 年度 日本物理学会 Jr セッション

日時：2015 年 3 月 22 日（日）

主催：日本物理学会

会場：早稲田大学

冠野柚香	バドミントンシャトルの有する減速メカニズムの解明
------	--------------------------

### 資料 3 : 他校との交流等

#### 資料 3. 1 東京学芸大学附属高等学校との連携

同一管理機関（東京学芸大学）の SSH 指定校である東京学芸大学附属高等学校の SSH 事業に連携することで、生徒の研究交流を促すとともに、SSH 事業の実施に方法についての知見を得る機会とする。

##### ①SSH 東京学芸大学附属高等学校ワークショップ（特別授業）への参加

講師氏名 東京工業大学大学院 教授 岩附 信行先生  
日 時 平成 26 年 10 月 11 日（土） 13:00～15:30  
場 所 東京工業大学大岡山キャンパス：石川台 3 号館 2 F 統合創造工房エリア  
テーマ 飛び出せ機械工学君 実習：リンク機構で歩行ロボットを創る

実施状況：

本校からは前期課程生徒を含む 3 名が参加し、附属高校の生徒と一緒に多足歩行ロボットを製作した。歩行実験では製作した多足歩行ロボットでタイムトライアルを行い、ロボット製作技術を競った。リンク機構の支点の取り方などと歩行の安定性や歩行スピードとの関係性を考慮してアイデアを設計した。機械工学の考え方や応用について体験的に学ぶ機会となった。



##### ②SSH 東京学芸大学附属高等学校（特別授業）への参加

講師氏名 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 田近 英一先生  
日 時 平成 26 年 11 月 8 日（土） 10:00～12:00  
場 所 東京学芸大学附属高等学校  
テーマ 「天体衝突と恐竜絶滅の謎」  
内 容 今から 6500 万年前、直径 10km 程度の小惑星が地球に衝突して、恐竜を含む多数の生物種が絶滅した。そのとき、一体何が起こったのか、天体衝突によってもたらされる地球環境変動の観点から、最新の知見を解説する。



#### 資料 3. 2 早稲田大学高等学院（PEA）との連携

地域的に隣接する SSH 指定校である早稲田大学高等学院との国際交流を兼ねた連携を行うことで、生徒の研究交流と国際交流を推進した。SS 物理基礎・SS 物理および物理イメージョングラス（6 学年 英語で物理の内容を学ぶクラス）のオプションな事業として実施した。

〈SSH ハークネスセミナー〉

概要：米国のフィリップス・エクセター・アカデミーの理科教師（Mr. Blackwell）による英語でのディスカッションを中心とした科学授業（ハークネス法）を早稲田大学高等学院の生徒およびフィリップス・エクセター・アカデミー（Phillips Exeter Academy）の生徒と一緒に体験する。



**補足：**フィリップス・エクセター・アカデミー（Phillips Exeter Academy）はアメリカ合衆国ニューハンプシャー州エクセターにある1781年に設立された、ボーディングスクール。アメリカ合衆国の"The Ten Schools"（10スクール）のボーディングスクールの中でも、世界的に極めて優秀な私立高校として知られる。

**セミナー概要**（本校からは5名の生徒が参加）

日 時 2014年7月27日（日）

場 所 早稲田大学高等学院〔SSH〕 練馬区上石神井3-31-1

講 師 Mr. John Blackwell（Phillips Exeter Academy）

参加条件

- ・授業は全て英語で行われます。英語で授業を受けることができること
- ・科学に興味をもち科学の知識を有すること。

スケジュール

- （1）エクセター生によるエクセター紹介や自己紹介
- （2）教師によるハークネス法の説明
- （3）質疑応答
- （4）日本人学生を交えたハークネスセミナー（英語でのディスカッション形式の授業）  
セミナーのテーマ（宇宙の科学）
  - 1）太陽の動き
  - 2）宇宙での距離の測り方



- （5）交流会

#### 〈実施記録〉

ハークネス法は、米国のボーディングスクールのトップ校であるフィリップス・エクセター・アカデミー（PEA）で開発され、実践されているディスカッションを中心とした授業で、英語を使って行われる。本校から参加した5名（5年2名、4年3名）の生徒は、早稲田大学高等学院の生徒および、理化学研究所に研修に来日しているPEAの生徒2名とともに、PEA物理教師のブラックウェル先生の指導のもと、年周運動による太陽の軌跡の求め方についてディスカッションを通して学ぶとともに、それぞれの学校の学校生活について交流を深めた。

#### 〈生徒の感想〉

- ・私が驚いたのは、教師と生徒が対応な関係で授業を展開したことです。教師の考えを中心に行われる日本の学校にとって、このハークネス法は変革をもたらしてくれる注目すべき存在です。
- ・PEAの生徒はとても良いファシリテーターで僕たちがバランスよくディスカッションに参加できるように配慮してくれた。常にディスカッションをするハークネスメソッドで学んでいるからこそできることなのだと思います。
- ・最も印象に残ったこと、先生が全くと言っていいほどディスカッションに口をはさまなかったにもかかわらず、問題の解が見つかったことです。このことについてPEAの生徒は、普段から本や雑誌などで興味を持ち問題を探究し続けることが大切であると教えてくれました。

## 資料4：サイエンスフィールドワーク

SS 物理基礎および SS 化学基礎に付設する校外学習として 5 学年全生徒を対象とし、研究施設や医療機関を見学や実習を行うサイエンスフィールドワークを実施した。

理科の諸科目で学習した内容がどのように社会に還元されているか最先端の研究の一端に触れることで理解を深め、進路選択の一助としたり、自身の科学研究や課題研究に資する知見を得たり、市民教養として科学研究の必要性を理解する機会とする。

目的：科学の知識や技術が、最先端の研究でどのように活かされているのかを知り、それに関わる関心や探究心を高める。いくつかの施設では観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象について理解を深める。

日時：2015年1月29日（木）

コース概要：筑波学園都市の研究機関・病院（川崎市）

### 【1：宇宙科学コース】（物理・地学）（40名）

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

### 【2：防災科学コース】（化学・物理・地学）（35名）

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

### 【3：生命科学コース】（生物・化学）（29名）

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

### 【4：医療臨床コース】（医療）（22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。

1 コース (宇宙科学)	2 コース (防災科学)	3 コース (生命科学)	4 コース (医療臨床)
8:25 学校集合 バスで移動	8:25 学校集合 バスで移動	8:25 学校集合 バスで移動	10:00 集合 川崎幸病院
10:30 JAXA 宇宙センター	10:30 気象研究所	10:30 理化学研究所	10:30 午前実習開始
12:00 午前実習終了 バス移動・昼食	12:00 午前実習終了 昼食・バス移動	12:00 午前実習終了 昼食・バス移動	12:30 午前実習終了
13:30 高エネ研	13:30 国土技術政策総合研究所	13:30 動物衛生研究所	午後実習開始
15:30 午後実習終了 バスで移動	15:30 午後実習終了 バスで移動	15:30 午後実習終了 バスで移動	15:20 午後実習終了
17:00 学校解散	17:00 学校解散	17:00 学校解散	15:30 解散

## 《サイエンスフィールドワーク 2014 の実習課題》

本サイエンスフィールドワークは全生徒が必修科目である SS 化学基礎, SS 地学基礎, SS 物理基礎, SS 化学基礎の応用課題として位置付け, 科目内容と最先端の研究や身近な生活にどのようなかかわりがあるか, 理解を深めるための振り返りを促す課題設定をおこなった。なお, ここでの課題は評価規準 A:「科学的状況の認識」で評価をおこない, 当該年度で履修している SS 物理基礎の評価に反映させる。

### 【課題】

サイエンスフィールドワーク 2014 (5 学年) での実習成果をレポートにまとめて提出しなさい。 次の 4 つの【テーマ】から一つ選びレポートにまとめること。ただし, 一つ以上の見学先 (研究機関・施設) を選び, 内容は【構成要素】で示された要素を含むものとする。

### 【テーマ】

- A. 進路[進学希望の学部もしくは職業]とのかかわり
- B. 理科 (物理・化学・生物・地学) の学習内容とのかかわり
- C. 科学研究の応用 (身近な生活での応用) とのかかわり
- D. ○○とのかかわり (○○は任意だが, レポートの中で明記すること)

※レポートタイトルの様式は自由であるが, 取り上げた見学先 (研究機関・施設) と選んだテーマが分かるように書くこと。タイトルの末尾に付加してください。

### 【構成要素】

1. 見学先 (研究機関・施設) の概要: 説明一つ以上のお見学先 (研究機関・施設) を選び明示する。そのお見学先のことについてどのようなことがわかったか説明する。
2. 1 でとりあげたお見学先 (研究機関・施設) を選んだ理由
3. それぞれの【テーマ】に関する内容: お見学先の研究内容やお見学で得られた知見などを【テーマ】の視点から自由に述べる。
4. 【テーマ】を選んだ理由
5. サイエンスフィールドワークから得たもの
  - ・サイエンスフィールドワークで得たもので, 自分の考え方や生き方 (将来を含め) に影響 (ポジティブ・ネガティブ) を与えたであろうことを具体的にとりあげ, その理由について説明しなさい。
6. サイエンスフィールドワーク 2014 に関する全体的な感想など

評価	評価規準 A:科学的状況の認識
0	以下のいかなる水準にも達していない。
1~2	お見学施設 (研究所・病院) のお見学でえられたことについて論じられている。科学研究の必要性について漠然と論じられている。サイエンスフィールドワークを通して得られた感想が述べられている。
3	自身の日頃の科学的認識にもとづいて【テーマ】が選択されており, お見学施設 (研究所・病院) のお見学でえられた具体的な内容をとりあげて【テーマ】に沿った内容が論じられている。科学研究について, 社会, 経済, 政治, 環境, 文化, 倫理的要因等のうちの <u>一つ</u> との関わりについて事例を取り上げ論じられている。サイエンスフィールドワークを通して得られた自分の変化 (考え方など) が分かりやすく論じられている。
4	自身の日頃の科学的認識にもとづいて【テーマ】が選択されており, お見学施設 (研究所・病院) のお見学でえられた具体的な内容をとりあげて【テーマ】に沿った内容が論じられている。科学研究の成果について, 社会, 経済, 政治, 環境, 文化, 倫理的要因等のうちの <u>一部</u> との関わりについて具体的な事例を取り上げ論じられており, その裏付けが適切に説明されている。サイエンスフィールドワークを通して得られた自分の変化 (考え方など) が具体的に分かりやすく論じられている。
5	自身の日頃の科学的認識にもとづいて【テーマ】が選択されており, お見学施設 (研究所・病院) のお見学でえられた具体的な内容をとりあげて【テーマ】に沿った内容が論じられている。科学研究の成果について, 社会, 経済, 政治, 環境, 文化, 倫理的要因等のうちの <u>一部</u> との関わりについて具体的な事例を取り上げ論じられており, その裏付けが適切に説明されている。サイエンスフィールドワークを通して得られた自分の変化 (考え方など) が具体的に分かりやすく論じられている。
6	自身の日頃の科学的認識にもとづいて【テーマ】が選択されており, お見学施設 (研究所・病院) のお見学でえられた具体的な内容をとりあげて【テーマ】に沿った内容が論じられている。科学研究の成果について, 社会, 経済, 政治, 環境, 文化, 倫理的要因等のうちの <u>一部</u> との関わりについて具体的な事例を取り上げ論じられており, その裏付けが適切に説明されている。サイエンスフィールドワークを通して得られた自分の変化 (考え方など) が具体的に分かりやすく論じられている。

## 《成果・感想など》

本サイエンスフィールドワークは全生徒が必修科目である SS 化学基礎、SS 地学基礎、SS 物理基礎、SS 化学基礎の応用課題として位置付け、科目内容と最先端の科学研究や身近な場面で  
の活用と結びつけることを求めている。また理科系の進路を考えている生徒にとっては、自身の  
将来の夢や進路と関連付けて考え、自身の将来を具体的にイメージする機会とする。

1 月末日に実施した本事業（サイエンスフィールドワーク）の実習課題の処置の途中であるた  
め、生徒のレポートの記述から成果を評価したい。

### ○1 コース（宇宙科学コース）参加生徒

ぼくは将来航空宇宙産業の分野の中でもエアラインパイロットになりたく、その分野では一番  
研究・開発に時間のかかる宇宙というものについて深くしりたかった。宇宙に行くのは莫大な費  
用と時間がかかるが、逆に、そこまでたどり着けば、様々なことができるようになるという可能  
性も秘めていることが分かった。

### ○1 コース（宇宙科学コース）参加生徒

前に授業中にお話ししてくださった、負の質量を持つ粒子やブラックホールなど、まだまだ人  
間の科学では解明できていないたくさんのもについても、その研究にとっても興味があるため、  
授業で時間が余ったりしたら、ぜひ話を聞きたい。

### ○2 コース（防災科学コース）参加生徒

今回のフィールドワークは何度も重複するが、私に  
新しい分野の引き出しを開けてくれた。それでも大き  
な収穫であったが、個人的には地学の要素があま  
りにも少なすぎる気がした。実際今回防災科学コ  
ースを選んだ理由として地学に関わることがある  
ということだが、地学の分野は楽しむことがで  
きなかった。

### ○3 コース（生命科学コース）参加生徒

バイオリソースで生命科学の発展を助け、これらは  
自分の身近な生活と関わりがあり、健康増進に役立  
ていくと思った。健康に気をつけ、免疫力をつけるこ  
との大切さを改めて生命科学を通して、普段とは異  
なるものの見方から学ぶことができた。

### ○4 コース（医療臨床コース）参加生徒

医療に対する理解が深まったと思う。また、医学部  
に入るための努力をするモチベーションにつながった  
と感じる。



生徒のレポートの自由記述などから、本サイエンスフィールドワークの実施を通して、科学（基  
礎）研究が学問的な真理の追究だけでなく、広く社会に還元されていたり、政策等に生かされて  
いることが実感できたようである。また、自身の進路と関連付けるなど当事者視点でとらえるこ  
とができた。想定した内容でなかった、予備知識が不足していたなどの課題も指摘されている、  
より高い効果を得るために体系的な事前指導の実施が求められる。

## 資料 5 : SSH 事業に関する意識調査

実施：平成 27 年 2 月 18 日（水）配布，2 月 20 日（金）回収，無記名式，回収率 68.4%  
対象：1～5 年生（568 名）

### ◆サイエンスカフェ

#### 【参加した生徒】

#### A) 平成 26 年 7 月 16 日 電気通信大学教授・鈴木和幸氏の講演

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ①講演内容は、良く理解できた …40% | ②講演時間は、とても長かった …30% |
| 理解できた …60%          | 長かった …25%           |
| あまり理解できなかった …0%     | 適当であった …45%         |
| 理解できなかった …0%        | 短かった …0%            |
| どちらともいえない …0%       | とても短かった …0%         |
- ③講演という形態は、とても良かった …0%
- |               |
|---------------|
| 良かった …100%    |
| あまり良くなかった …0% |
| 良くなかった …0%    |
| 別の形態が良かった …0% |

#### B) 平成 26 年 9 月 17 日 統計数理研究所教授・椿広計氏の講演

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| ①講演内容は、良く理解できた …40% | ②講演時間は、とても長かった …20% |
| 理解できた …20%          | 長かった …60%           |
| あまり理解できなかった …40%    | 適当であった …20%         |
| 理解できなかった …0%        | 短かった …0%            |
| どちらともいえない …0%       | とても短かった …0%         |
- ③講演という形態は、とても良かった …20%
- |                |
|----------------|
| 良かった …60%      |
| あまり良くなかった …20% |
| 良くなかった …0%     |
| 別の形態が良かった …0%  |

#### 【参加しなかった生徒の理由】

- |                  |                   |          |
|------------------|-------------------|----------|
| ①日時が合わない …38%    | ②関心のある分野ではない …25% |          |
| ③理系分野に興味がない …16% | ④内容が想像できない …8%    |          |
| ⑤開催を知らなかった …5%   | ⑥その他 …4%          | ⑦無回答 …4% |

### ◆ISS サイエンスチャレンジ

#### A) エントリーした研究を発展させるために必要な支援

- |                 |                 |             |
|-----------------|-----------------|-------------|
| ①実験機器の確保 …25%   | ②研究場所の確保 …24%   | ③研究支援金 …19% |
| ④アドバイザーの紹介 …18% | ⑤研究関連施設の紹介 …10% | ⑥無回答 …3%    |
| ⑦その他 …1%        |                 |             |

B) エントリーしなかった理由

- ①他の活動で忙しく時間がつかれない …48%      ②適当な研究テーマがない …23%  
③理系分野以外に興味がある …13%              ④興味関心が研究につながらない …10%  
⑤その他 …4%    ⑥無回答 …2%

C) 自分の興味関心を発展させるために必要な支援

- ①研究に関する情報 …27%                              ②無回答 …27%  
③様々な理系分野の紹介 …26% ④研究に発展させるアドバイスを受ける機会 …11%  
⑤ISS チャレンジ受賞者の発表 …6%                      ⑥その他 …3%

◆SSIB 講座

【参加生徒】

- SSIB 講座に参加して、とても良かった …58%  
良かった …37%  
どちらともいえない …10%  
あまり良くなかった …0%  
良くなかった …0%

【不参加生徒】

SSIB 講座に参加しなかった理由

- ① 開催を知らなかった …43%                      ②日時が合わない …24%  
② 関心のある分野ではない …15%                      ④内容が想像できない …8%  
⑤無回答 …6%    ⑥その他 …4%

◆現在、定期的にチェックしている理系の情報媒体

- ①特になし …49%                                      ②無回答 …16%  
③雑誌・Online 雑誌 …12%                      ④科学館や博物館などのHP・イベント …10%  
⑤SNS …10%    ⑥ブログ …2%  
⑦その他（ニュース） …1%

〈アンケート分析〉

放課後に実施したサイエンスカフェは、参加生徒からは概ね好評であった。検討事項としては、講演時間と開催日時が挙げられる。

ISS サイエンスチャレンジは、エントリーした生徒への支援とともに、エントリーしなかった生徒の理由②及び④に対する支援の充実・拡充が行えるような体制づくりが次年度以降の検討事項となった。

SSIB 講座については、講座内容の専門性から前期課程の生徒に積極的な告知をしなかったことが、不参加理由の①につながったと考えられる。開催日時・内容等の改善を図り、生徒の参加をより促す仕組みが必要である。

現在の本校の生徒は、理系情報に接する機会が非常に限られているという結果が出た。次年度以降の事業計画では、この点に留意し SSH 事業の実施が求められる。

## 資料6：運営指導委員会報告

### 第1回 運営指導委員会

2014年8月25日（月）13：00から実施

（報告内容）

#### ・実施計画全体の説明

「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」は大きな3つの柱「SS科目・SS課題研究」「SSIB講座」「SS理数探究」を実践とする6年一貫した評価システムの構築を最終目標としている。・・・

#### 質疑応答

研究目標の趣旨は十分理解できる。そのうえで、先生方の公務に加えた研究活動として、過剰になる心配はないか。

→勤務内容が増えることは、十分に予想される。そのため、本研究を進めるにあたり、1年間をかけて教員に説明し理解を得てきた。また、研究の中心にIB教育をおきながら、理数として課題研究を行うことは、本校が進めているもう一つの研究テーマ（IB教育の導入）と十分リンクさせた、特色ある研究ができると確信している。

#### ・各実施内容に関する説明

SS科目）カリキュラムとしての位置づけはできたが、内容や特色ある授業については、始まったばかりということもあり、十分な実践があるとは言えない。

質疑応答：特になし

SSIB講座）夏季休業中に、東京大学の連携による生物講座の実践を報告した。

質疑応答

参加生徒の様子はどのようであったか。

→積極的かつ熱心に参加していた。今後この中から、課題研究を進めるテーマを見つけ出してくれたらと考えている。

SS理数探究）現時点では、様々な先端的研究を紹介する「サイエンスカフェ」と「同じSSH校との交流」が中心になっている。

質疑応答

「サイエンスカフェ」という形であれば、私たち（運営指導委員）も参加できる。

是非参加させてほしいと思っている。

→本校としても、是非講師として生徒に課題研究のテーマを投げかけていただきたい。

### 第2回 運営指導委員会

2015年3月6日（金）17：00から実施予定

（報告内容）

- ・2014年度実施内容報告
- ・課題研究生徒発表及び運営指導委員の諸先生方による指導・講評
- ・今年度の反省
- ・2016年度の実施計画
- ・質疑応答
- ・2015年度に向けての指導・助言