

## スーパーサイエンスハイスクール事業の取り組み

### Initiatives of Super Science School Project

SSH 委員会

後藤貴裕 高橋広明 鮫島朋美  
成田慎之介 前田陽子 菊地英明

#### 要旨

本校のスーパーサイエンスハイスクールは、「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及び実践」を研究課題に掲げ、中高6年間に於ける系統性を持たせた理数系教科のカリキュラム開発や生徒の課題研究を支援・推進する制度（環境）を整え生徒の主体的な研究推進能力の向上を目指している。指定から3年目を経た各種事業の実施状況の記録およびその成果について報告する。

#### 1. 本校のSSH事業の概要

スーパーサイエンスハイスクール（以降SSHとする）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る。

本校は国際バカロレア機構（IBO）（以降IBとする）が提供するミドルイヤーズプログラム（MYP）を1～4学年の全生徒及5・6学年の一部の生徒に日本語DP（DLDP）を実施するIB認定校として、SSH事業においても、その特長を活かした理数探究教育プログラムの開発を目指している。本校のSSH事業では、IBの趣旨にもとづく教育システムが、さまざまな側面で生徒の理数探究に関わる活動や学びの有効性を例証することをめざして、次のような研究開発課題と仮説を掲げ、IBの趣旨にもとづく教育システムの研究開発を具体化するために、それぞれの仮説に連動した事業計画にもとづいてSSHの研究開発事業を推進している。

**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

〔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

〔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

〔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

◇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

【SS科目】・IBの特徴でもある学習者中心で協働型・双方向型の授業、理数系教科の教科指導を通しての理数探究プログラムの充実を目指す。

【SSIB講座】・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（校内外）で共有することをめざす。

〔仮説1〕に基づき主に理数系の教科による授業改善として実施する。IBの教育理念は全人教育にあり、【SS科目】【SSIB講座】の実施を通じて、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。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。これらの事業は、主に教科（数学

科・理科)が中心となり、IB委員と連携して行う。

◇SS 理数探究の充実による学際的な学びの開発と実践

【SS 理数探究】・国際教養と連携して、課題研究を推進する能力（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など）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理数探究活動

【ISS チャレンジ】・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（旧サイエンスチャレンジ）および研究支援（人的・物的）【SS 理数探究 Extra】を行う。

【セミナー・フィールドワーク】【グローバルサイエンス】・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ためサイエンスカフェなどの各種セミナー・フィールドワークを開発し行う。

〔仮説2〕にもとづき、SSH事業を通して理数探究の充実による学際的な学びに必要な能力を育成していくために、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、6か年体系だった生徒の課題研究の遂行に必要な能力の育成を目指し【SS 理数探究】、また自律的な課題研究を促すしくみとして【ISS チャレンジ】【SS 理数探究 Extra】を開発し実施する。生徒の課題研究（理数探究）活動に関わる多様な生徒のニーズに応え、学際的な学びと促すために【セミナー・フィールドワーク】、国際社会で活躍できる科学技術人材の育成を目指して【グローバルサイエンス】を行う。これらの各事業は国際教養委員会・SGH委員会、これらの組織を統括する特別研究推進委員会と連携して、SSHグループの教員を中心として全校教員で行う。

◇理数探究活動を促すIBの趣旨を生かした評価の開発

【評価開発】・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

- ・実験観察に必要とされるスキルなど科学研究にもとめられる資質・能力の評価と活用（PSOW）
- ・生徒の課題研究を推進する評価の開発と自己評価を促すメタ認知力の育成（課題研究評価）

〔仮説3〕に基づき、評価方法の改善や開発を通してSSH事業・理数探究活動を推進する。学習内容を想起させるこれまでの評価では、各種SSH事業で展開される理数探究活動に関わる諸能力を適切に測ることが難しい。到達目標を明確にした観点別評価の導入し、観点毎の到達度を適時に生徒や教員にフィードバックすることで生徒の学びや活動を支えるIBの考え方をもとに、SS科目の教科指導や課題研究の指導において評価方法の開発（改善）を行う。このことを通して、今日の教育に求められている評価規準・基準の作成や評価法の工夫や改善の方法を示すことができる。この評価法の開発は、教科等の指導を通じた【SS科目】【SSIB講座】や、課題研究の推進を促す【SS 理数探究】（ISS チャレンジや各種セミナー・フィールドワーク）の中で実施され、全校体制で行う。

## 2. 事業の実施状況と成果

### 2. 1. SS科目（授業改善に関わる取り組み）〔仮説1〕

SS科目の研究開発においては、教育課程上にSS科目を数学および理科で開設し、26年度（1年次）及び27年度（2年次）の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、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。

26年度（1年次）：平成26年6月21日第4回公開研究会

	学年	科目名	授業主題
数学	6学年(高3)	SS 数学Ⅲ	数学的モデルとしての微分方程式
理科	6学年(高3)	SS 物理	波動性が有する情報の活かし方（探究活動）

27年度（2年次）：平成28年1月30日第1回授業研究会

	学年	科目名	授業主題
数学	4学年(高1)	SS 数学Ⅰ	数学を使い、生み出す統計授業
理科	5学年(高2)	SS 化学基礎	酸化還元反応を社会に活かそう

28年度（3年次）：平成28年6月18日第5回公開研究会

	学年	科目名	授業主題
数学	6学年(高3)	SS 数学Ⅲ	数学を使い、創る活動の水準を高める授業－微分法－
理科	4学年(高1)	SS 地学基礎	東日本大震災から学ぶ地学

各教科で実施した取り組みおよびその成果の詳細は次の通りである。

**(1) SS 数学**

独自テキストの進捗状況としては、まず単元の区分け（座標幾何/ベクトル/極限と微分積分の考え/複素数平面/三角関数/微分法・積分法/推測統計/初等幾何）を行い、それに基づいて紙面化を進めている。座標幾何/ベクトルは、H28年度完成、印刷予定であり、残りの単元についても、最終年度までに完成させ、全てをまとめて1冊のブックレットに製本する予定である。

また、他校への普及も視野に入れ、独自テキストの指導書も平行して作成している。今年度中に、座標幾何とベクトルの指導書は完成予定であり、H29年度に印刷予定である。残りの単元も最終年度までに製本予定である。

- ・ DP シラバスと学習指導要領との対応関係の整理
- ・ 5・6年用の評価規準、ルーブリックの作成
- ・ 5・6年用の独自テキスト作成に向けた取り組み

**(2) SS 理科**

1年次は、IB と学習指導要領との対応関係の整理、「科学の本質」をベースにした DP 理科における実験デザインの指導方法等の基礎研究を行い、2年次以降に実践的取り組みを行っている。DP 理科に関する基礎研究をもとに、SS 理科科目開発のポイントとして「社会への応用や現実社会の課題を授業設計の軸にする」「科学的な研究の方法を習得することを目的とした実験デザインの重視」「発展的学習の一部導入」の3点を設定し、授業実践に移すことができた。これにより、学習者中心で協働的・双方向型の授業設計へ転換することができた。

基礎研究および実践的取り組みの例を、「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～」として冊子にまとめ、全国の SSH 校に配布し、2年次までの開発研究の成果を普及させるとともに、SS 理科科目に対する第三者からの外部評価および客観的意見を得た。

**2. 2. SSIB 講座（IBDP による授業の普及）[仮説 1]**

SSIB 講座では、東京学芸大学や外部機関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。これまでに実施したのは次表の通りで、IBDP に関わりのある発展的学習内容や高校では扱うことができない実験手法を充分に取り入れた実験講座として開設した。

26年度（1年次）	生命科学実験講座	東京大学（駒場）	8/19, 22, 28
	電磁気学実験講座	東京学芸大学	12/25, 1/6, 7
27年度（2年次）	材料化学講座	東京学芸大学	8/26, 27, 28
28年度（3年次）	材料化学講座	東京学芸大学	8/23, 24, 25
	生物環境講座	東京学芸大学	(8/22), 9/3, 10/29, 11/22

1年次は、SSIB 講座の開発の方向性を検討するための試行と位置付け、一部 DP の学習内容や IB の評価の手法をもとに設計した実験講座を大学の実験施設等において行った。本実施に向けての検討事項として、大学教員との協働体制のあり方、校外の実験施設を使用する際の適正規模や注意点、参加生徒に対する事前事後指導のあり方などの示唆がえられた。

2年次は、準備段階から DP 教員が中心となって SSIB 化学講座を開講した。DP の学習内容の一部として「材料化学」の単元を採用し、DP 教員と外部講師（大学研究者）との連携により、DP の授業を TT 方式で希望生徒に対して実施した。事後の質問紙調査からは、Inquiry Question と実験・講義内容の整合性やグループワークに対する指摘などがあげられており、IB の授業デザインの考え方に則った授業設計の手法に対する共通認識をはかることが重要であることが分かった。

3年次は、講座の内容は、材料化学や生物環境など DP 理科の単元の中でも現実問題により近いテーマで、かつ高校現場では取り扱うことのできない分析や測定技術を伴う専門性の高い講座内容であった。

1年次に試行、2年次に校内だけで実施、3年目に本校の DP 生との共同実施および他校の生徒の参加も可能とし、完成年度における他校の生徒も IBDP の授業が体験できる公開講座化を目指して着実に事業計画を進めている。現在は、一部の単元に限られてしまうが本講座で利用できるように DP 理科の日本語のテキストの作成に取り組んでいる。

### 2. 3. SS 理数探究（課題研究に必要な資質・能力の育成）〔仮説 2〕

【SS 理数探究】の研究開発においては、26年度および27年度の取り組みを整理することによって、6カ年の理数探究活動の体系化の枠組みを下記の通り、設定した。また、「国際教養」の時間に位置づく SS 理数探究の開発および実施にあたっては全校教員で取り組む体制とした。

各学年において課題研究を遂行するために必要な資質・能力を生徒の発達段階に応じた形で仮設定し、それを育成するためのプログラムと評価規準の開発、実践を行った。そして、それらを整理することによって、6カ年の体系化に向けて研究開発を行い、まず各学年（課題研究）での目標を次のように設定することができた。

	目標	資質・能力のキーワード
1 学年 (中 1)	科学的事象に対する疑問や新たな課題を自ら見出し、必要な情報を収集する力を育成し、課題研究に必要なプロセスを経ることができる	[課題発見力] 探究課題を明確に定義する力 [情報収集力] 情報・データ収集力 [コミュニケーション力] 他者に伝える力
2 学年 (中 2)	客観的なデータに基づく研究を遂行することができる力を育成する	[情報収集力] データ収集のためのデザイン力 [分析・評価力] 統計的分析力 [コミュニケーション力] 統計的表現を適切・効果的に使用する力

3 学年 (中 3)	与えられた課題に対して、その解決のための方法を選択、もしくは創り出すことができる力を育成する	[分析・評価力] 選択もしくは創り出した方法を用いて分析する力 [自律的活動力] 必要な方法を選択もしくは創り出す力
Personal Project(PP) (中 3・高 1)	自ら課題を設定し、その解決のための方法を選択、もしくは創り出すことができ、一連の探究プロセスを遂行する力を育成する	[課題発見力] 実現可能性のある課題設定力 [情報収集力] 適切な先行研究の収集・分析 [自律的活動力] 研究の一連のプロセスを遂行する力
課題研究 I・II (高 1 ～ 高 3)	自律的に課題研究を遂行することが出来る力を育成する	[課題発見力] 実現可能性のある課題設定力 [自律的活動力] 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 [コミュニケーション力] 科学的論文作成能力、研究発表力、協働

## 2. 4. ISS チャレンジ、SS 理数探究 Extra (課題研究を推進するしくみ) [仮説 2]

### 【ISS チャレンジ】(SSH 部門)

授業や国際教養・SS 理数探究などの課題研究や、その他生徒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、1 年次に科学研究の課題研究を対象とした校内の課題研究コンテスト「サイエンスチャレンジ」を実施した。2 年次以降は SGH 事業と連携して、課題研究の対象を拡げて「ISS チャレンジ」として実施している。

5 月中旬	募集要項の提示	ポスター提示・HR 等でのアナウンス
5 月 27 日	エントリーオリエンテーション	エントリーとしての研究計画書の書き方についてのオリエンテーション
6 月 15 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。
7 月 10 日	研究オリエンテーション	研究ノートの受け渡しと記入のレクチャー 夏季休業中の研究の進め方(人的支援の要請等) 物品(物的支援)の受け取り
10 月 30 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 8 日	理数探究論文締切 【3 次審査】	評価規準表に基づいて提出論文を評価 ファイナリスト(口頭発表者 4 組)、セミファイナリスト(ポスター発表者 12 組)を選出
1 月 21 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 20 日	公開口頭発表会 【4 次審査】	ファイナリスト 4 組による口頭発表と、セミファイナリスト 12 組のポスター展示
3 月 18 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

### 【SS 理数探究 Extra】

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・助言を行う。1・2 年次は、本校卒業生および東京学芸大学の大学院生に研究支援員として支援をいただいた。

<研究支援員>2年次(2015年度)

	所属	専門分野	1学期	2学期	3学期
A	早稲田大学大学院	ESD・物理・数学・情報・環境	2	14	5
B	本校数学科非常勤講師	数学・課題研究全般	3+8(*)	15	5
C	東京学芸大学 研究生	保健体育・運動・コーチング		10	

■時間帯 15:00~18:00 (ただし(\*)は 12:00~16:00 でオンライン相談を含む)

■場所 物理実験室 (校内を中心として任意の場所)

■業務内容 研究計画書・研究成果論文・ポスターなどの添削やアドバイス。研究調査の内容や方法についての相談やアドバイス。

2.5. セミナー・フィールドワーク、グローバルサイエンス(多様なニーズへの対応)[仮説2]

【セミナー・フィールドワーク】

科学の現代的課題や学際的な課題をテーマとした、専門家による講演会や校外でのフィールドワーク活動を実施した。26年度、27年度に実施したサイエンスカフェは以下の通りである。

26年度 (1年次)	「信頼性・安全性の確保と未然防止」「福島の子供たちの視点で考える生活や食材」「統計によるもの見方」「再生医療とビジネス展開」「宇宙旅行時代がやってくる」「感性工学入門」「問題解決に必要な力について」
27年度 (2年次)	「Spartan を用いた計算化学実験」「もしも地球が立方体だったら」「スポーツを科学する」「感性工学入門」「バイオのはなし」「地球と街を守る『空間情報』ってなんだろう?」

サイエンスフィールドワークは5学年(高2)を対象に、「宇宙科学」「防災科学」「生命科学」「医療臨床」「生命産業」の5コースを設定して実施した。コースの内容は次の通りである。

[1:宇宙科学コース](物理・地学)(定員40名):宇宙の起源にかかわる科学研究を行っている「高エネルギー加速器研究機構」の研究・実験施設の見学と、宇宙開発の中核機関である「JAXA 筑波宇宙センター」の活動について理解をふかめる。

[2:防災科学コース](化学・物理・地学)(定員30名):気象現象や自然界のさまざまなふるまいを研究し防災に应用している「気象研究所」と「国土技術政策総合研究所」の見学を通して、防災に関わる科学研究について理解をふかめる。

[3:生命科学コース](生物・化学)(定員30名):「理化学研究所」のバイオリソースセンターを中心に生物学の先端研究にふれるとともに、生物学研究を農業や畜産分野での応用について「動物衛生研究所」にて理解を深める。

[4:医療臨床コース](医療)(定員20名):「川崎幸病院大動脈センター」の医療現場に接することで医療の現実を理解する。

[5:生命産業コース](生命・産業)(定員10名):「セルバンク工場」にて生命科学の研究の成果を産業に应用して社会に貢献する仕組みを理解する。

なお、2016年度から進路選択の時機の兼合いから4年次の秋に実施する予定である。

これらのセミナー・フィールドワークによって、最先端の科学研究(基礎研究を含む)と日常生活(社会)とつながりや研究成果の社会へ還元への理解を深めた。

【グローバルサイエンス】

国際社会で活躍する科学人材の育成をめざして、それに対応するものとして科学英語のスキルアップを目指すセミナーなどを開設した。また、科学英語を実際に用いて主体的・協働的な学習を体験させるために、海外のSSH校・IB校の授業を体験する機会をつくることにし、以

下の内容を行った。

(i) サイエンス英語イマージョンセミナー

科学英語のスキルを高めることを主な目的とし、口頭発表などで使用するポスターや発表内容をネイティブ講師の指導の受けながら作成した。なお、(iii) 海外 IB 校との交流の事前学習として実施した。

日時：平成 27 年 10 月 31 日 (金) 16:00～18:00	Start Up Orientation
11 月 6 日 (金) 16:00～18:00	Draft Poster
11 月 20 日 (金) 16:00～18:00	First poster check
11 月 27 日 (金) 16:00～18:00	Oral Presentation /Interaction
12 月 14 日 (金) 16:00～18:00	Final check

(ii) ハークネスセミナー

米国の SSH 校に相当する Phillips Exeter Academy (以降 PEA とする) の物理教師によるハークネス法 (英語での対話を通じて主体的・協働的学びを成立させる方法) の宇宙科学に関する授業を、PEA と早稲田大学高等学院の本校の希望者が参加して行った。また、本校教員にとっても最先端の授業法を学ぶ教員研修としても位置付けて実施した。

(iii) 海外 IB 校との交流

中華民国 (台湾) にある IB 校の義大国際高級中学を訪問し、科学の授業交流・研究交流を行った。授業交流では、異なるバックグラウンドを持つ生徒と協働で実験を行うことで、多くの生徒がコミュニケーション能力の重要性を意識するようになった。また、課題研究の相互発表を通して、課題研究に継続して取り組む刺激をうけた生徒が多くみられた。

日時：平成 27 年 12 月 20 日 (日) ～24 日 (木)

場所：義大国際高級中学/義守大学医学部及び医学部附属病院 (中華民国高雄市)

参加者は 3～5 年生の 20 名 (男子 4 名、女子 16 名)

	訪問先等 (発着)	実施内容
12 月 20 日	成田空港発・高雄国際空港着	BR107
12 月 21 日	義大国際高級中学	a) 授業への参加《科学実験》 b) 課題研究プレゼンテーション
12 月 22 日	義大国際高級中学	a) 授業への参加《科学実験》
12 月 23 日	義守大学	c) 義守大学医学部・附属病院訪問
12 月 24 日	高雄国際空港発・成田空港着	BR108

義大国際高級中学の 4 つの科学系授業に、4 班に分かれローテーションで全ての内容に参加した。

- |  |
|--|
| <p>【化学Ⅰ】リモネンによるポリスチレンのリサイクル実験</p> <p>【化学Ⅱ】保湿効果のあるフェイスマスクとメンソレータム軟膏づくり</p> <p>【生物】草花からの葉緑体の抽出実験</p> <p>【情報】スクラッチを活用したロボット制御</p> |
|--|

義大国際高級中学の 9～11 年生を聴衆として、本校から 6 件、義大国際高級中学から 7 件の生徒による課題研究の英語口頭発表が行われた。

義守大学医学部及び医学部附属病院を訪問し、研究室で行われている研究の説明を受け先端

研究に触れた。また、海外の大学や研究施設（病院）の様子について理解を深めた。

## 2. 6. 評価開発（授業改善に資する評価・課題研究を促す評価）[仮説 3]

### (1) 教科指導における評価方法の開発

IB の手法を取り入れたルーブリックを用いた学習評価の実践を行っている。SS 理科では、科目を超えて各実験で求められる科学的探究活動に必要な能力（知識と理解、探究、実験観察の技能、データ処理、評価、科学による影響の振り返り）を、生徒に明確に示すことができる個人シート（実験実施日、実験タイトル、使用した ICT、各評価規準のスコア等が一覧できる）PSOW : Practical Scheme Of Work を導入している。PSOW の導入により、生徒自身が自身の実験観察スキルを振り返るだけでなく、理科全体の中でのバランスの調整や資質・能力の体系的な育成へつなげていきたい。

PSOW シートは次の要素を含むものとする。

- ・ 1～6 年（中 1～高 3）の全学年・全生徒を対象に実施する。
  - 6 年間通じて実験デザインに必要とされる個別のスキルの育成を目指すため
- ・ 全科目の実験を 1 枚のシートにする。
  - 育成したスキル・能力を他科目でも活用できることを意識づけるため。
- ・ 全実験を掲載する。
  - 総括的評価課題でない実験に対しても、形成的評価としての観点を示し、何を目標とした取り組みであったかを生徒にも示すため。
- ・ 各学期に振り返りを実施する。
  - 定期的に自身の実験・観察スキルを振り返り、自分に何が不足していたか、何を改善すれば高レベルに到達できるかなど生徒自身の課題に対するフィードバックに役立てる。
- ・ ICT の活用の種類は以下の 5 つに設定し、1 年間で①～⑤を網羅できるよう目指した。
  - ① Datalogging データの記録
  - ② Graph plotting software グラフ作成用のソフト（Excel など）の使用
  - ③ Spreadsheet 表計算用のシートの使用
  - ④ Database データベース
  - ⑤ Computer model/simulation コンピュータによるモデル化やシミュレーション

1～4 学年（中 1～高 1）までは、MYP を実施しているので IB により定められた評価規準を使用している。それに続く SS 科目（5～6 6 学年）での評価規準を、科学的な研究に必要とされる能力に細分化した評価規準を設定し、PSOW シートに活用することとした。本校理科の評価規準を次表に示す。

1～4 年 (MYP)	規準 A 知識と理解	規準 B 探究とデザイン		規準 C 手法と評価	規準 D 科学による影響の振り返り	
5～6 年 (SS 科目)	規準 A 知識と理解	規準 B 探究	規準 C 実験観察の技能	規準 D データ処理	規準 E 評価	規準 F 科学による 影響の振り返り

### (2) 課題研究を促す評価方法の開発

ISS チャレンジにエントリーした課題研究の進捗にあわせて、研究計画、研究経過報告、研究成果論文の一連の活動に関する評価規準やルーブリックを開発することにより、形成的アセスメントとして生徒の課題研究が促進する評価の手法を提示するようにした。



(i) 研究計画書

ISS チャレンジのエントリー時に研究計画書に合わせて自己評価をもとめた。その評価規準は以下の通りである。

【観点A：研究の目的】 評価対象：「研究の動機・背景」「研究の目的」

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

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

【観点D：実現可能性】 評価対象：「研究方法の妥当性および計画の実行性」

(ii) 研究経過報告書

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

(iii) 研究成果論文のルーブリック

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

規準A：要旨 規準B：序論

規準C：研究の方法（本論の記述から評価します。）

規準D：理路整然とした議論（本論の記述から評価します。）

規準E：適切な分析スキルと評価スキルの適用（本論の記述から評価します。）

規準F：結論 規準G：適切な言葉の使用 規準H：形式・体裁 規準I：総体的評価

自律的な課題研究を促し、形成的アセスメントとしての機能をもつ「研究計画書」「研究経過報告書」は、一定の成果が認められた。一方、「研究論文評価規準」については、より研究の質に焦点があてられるような評価規準の設定が今後の課題である。

### 3. 研究開発課題・仮説ごとの諸活動に対する成果とその評価

本事業では、IBの趣旨に基づく理数探究教育プログラムを開発することを主たる目的として、全校体制で研究開発にあたってきた。研究開発の過程及び生徒の様相の変化から、IBの理念や手法を用いて教育プログラムを開発することで、理数（科学）教育に関わる現代的な教育課題を解決するための有効な手立てをえることができたと確信している。

#### ◇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

（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を実証するための教育プログラムとしてSS科目およびSSIB講座の開発を数学と理科の教科が中心となって行った。段階的な開発成果は実際の授業で実践するとともに、実装の形（表現）として、数学科はオリジナルテキストの作成、理科はユニットプラン及び実験教材（ワークシート）開発などを冊子の形で示した。最終形はことなるが、いずれの教科においてもIBの特徴でもある学習者中心で、協働型・双方向型の授業がデザインできるようになった。このことは数学と理科の教員の授業デザインの考え方の変容から明らかである。例えば、数学科では「身につけさせたい資質・

能力が明らかになり、それを踏まえて授業構成するようになった」「基準を上げるための具体的な手立てから考え実践にいかした」、理科では「単元設計書により、文脈や重要概念の設定から授業設計ができ学習者中心の授業展開ができるようになった」「科目単位で配置してきた実験・観察スキルの育成が、カリキュラムマップにより整理され、科目間の調整も可能になった（理数探究）」にある。これらの成果は、育成したい資質・能力をもとに授業デザインすることが求められる新しい教育課程の実践にむけて教員が有すべき授業実践力に有効であることを示していると考えられる。

SSIB 講座の開発では、管理機関東京学芸大学との連携により講座の中で現代的課題や学術的課題を扱うことができるようになった。IBDP の授業の一部を校内外の高校生に体験させる公開講座とする見通しがえられ、さらに IB の有効性をひろく共有できることが期待された。

#### ◇SS 理数探究の充実による学際的な学びの開発と実践

(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を示すために、生徒の課題研究を推進するための教育プログラムとして課題研究コンテスト (ISS チャレンジ) 及び SS 理数探究の開発をおこなった。このことにより、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の具体的方法を示すことができた。国際教養(全校教員が対象)と連携して課題研究を推進する能力となる課題発見力、情報収集力、分析・評価力、自律的活動力、コミュニケーション力の諸能力を整理し、発達段階における位置づけを検討し、6 年を通して体系的に課題研究に必要な資質・能力を育成するようにした。

これらの生徒の課題研究を促すしくみを運用し実施したところ、コンテスト (ISS チャレンジ) にエントリーする課題研究テーマが増加したことや、各種外部発表会に参加するチーム数が増加したことから、このしくみが有効であると判断できる。また、コンテストにエントリーした生徒を対象にした質問紙調査によると、「1 年間課題研究に取り組んで楽しかったか」という問いに対し、約 75% 超の生徒が肯定的回答を示しており、生徒の課題研究に対する情意面においても効果が高いことがわかった。

#### ◇理数探究活動を促す IB の趣旨を生かした評価方法

(仮説 3) 観点別評価の定着を示すために、教科指導における評価と課題研究を促す評価の 2 点から評価方法の開発をすすめた。

##### ・教科指導における評価方法の開発

理数系教科の学習指導における観点別評価の開発では、教科内容において実験デザインを導入する際の問題点を明らかにし、これらの問題を解決する手立てとして SS 理科において 6 年通した実験観察評価シート (PSOW) の開発及び試験的導入を行った。PSOW 導入初年度であるため、個人や学年の経年変化などを分析するまでには至っていない。しかし、「他科目・他学年での実験の取り組みが分かる」「あつかう実験技能に偏りがあることが分かった」「評価基準の設定を再考する必要性を感じた」等、導入による成果と課題が明らかになった。

##### ・生徒の課題研究を促す評価方法の開発

生徒の課題研究に関わる評価では、評価することで生徒の課題研究を促したり、自己評価を適正に活用できるようにするためのメタ認知力の育成とめざし、「形成的アセスメントに資する研究計画書及びルーブリック」「研究経過報告書」「研究成果論文ルーブリック」の開発及び試行を行った。ルーブリックを提示していない場合と比較することはできないが ISS チャレンジにエントリーした生徒を対象として質問紙調査をおこなったところ、「研究論文の質を向上する

うえで、ルーブリックが役に立ったか」の問いに対して、肯定的な回答が約 70%を占めたことからルーブリックを活用した観点別評価は一定の効果はあると判断できる。

以上、研究開発活動や成果を踏まえ、本 SSH 事業の実施により「IB の趣旨に基づく理数探究教育プログラムを開発し実践する」という研究開発のねらいは、おおむね達成していると考えられる。

Abstract

Our Super Science School has taken up “Development and practice of science and mathematics exploration program on the basis of the purpose of International Baccalaureate” as the research topic, and it aims to develop system (environment) that supports and promotes development of curriculum of science and mathematics subjects having systematics in 6 years of junior high school and high school education, and increase subjective research implementation capabilities of the students. We report the status of implementation and outcome of each project where 3<sup>rd</sup> year has passed after designation.