

平成 29年度

# SSH 研究開発実施報告書

第3年次



本校公開研究会 公開授業 理数融合授業 “原子の電子構造と空間図形”

奈良女子大学附属中等教育学校

## 目 次

あいさつ

事業風景

SSH 概念図・ポスター資料

I	SSH 研究開発実施報告(要約)	1
II	SSH 研究開発の成果と課題	5
III	SSH 研究開発実施報告書	
	第 1 章 研究開発の概要	8
	第 2 章 研究開発の経緯	14
	第 3 章 研究内容、評価と課題	
	第 1 節 全体の評価と課題	15
	第 2 節 自然科学リテラシーの育成	19
	第 3 節 リベラルアーツ教育	20
	第 4 節 探究活動の一貫カリキュラム	21
	3-4-1 SS 課題研究	21
	3-4-2 課題研究 世界 II	23
	3-4-3 コロキウム	25
	第 5 節 研究ノートの作成	27
	第 6 節 サイエンス・イシューズ	
	3-6-1 授業実践	29
	3-6-2 理数研究会	33
	第 7 節 サイエンス研究会に対する支援と指導	
	3-7-1 サイエンス研究会の指導	35
	3-7-2 イノベーター・キャンプ	39
	3-7-3 サイエンス・ベースキャンプ	41
	3-7-4 サイエンス海の学校	43
	第 8 節 國際交流 ベトナム ISSS	44
	第 9 節 高大接続	
	3-9-1 講演会の記録	46
	3-9-2 奈良女子大学研究室訪問の記録	47
	第 10 節 運営指導委員会記録	48
	第 11 節 事業評価	
	3-10-1 卒業生追跡調査	50
	3-10-2 理数意識調査	51
IV	資料	
	2017 年度(平成 29 年度)教育課程	55

### Ⅲ期SSH研究開発研究実施報告書刊行に当たって

奈良女子大学附属中等教育学校は、平成17年度から平成年26年度まで、2期にわたりスーパーサイエンスハイスクール(SSH)の指定を受けてまいりました。Ⅰ期目のSSHプログラムでは、理数教育のカリキュラム開発や数学的リテラシー・科学的リテラシーの育成を目指した取り組みを中心据えて実施しました。Ⅱ期目では、Ⅰ期目の成果を土台にリベラルアーツの涵養などをさらに加えた実践研究を行ってきました。第5学年(高校2年生)に設定した学校設定科目「コロキウム」における教育実践活動は、Ⅱ期SSH研究の中核に位置する取組の一つでした。これらの成果をもとに、『共創力を備えた科学技術イノベーターを育成するためのカリキュラム開発』を掲げ一昨年度から第Ⅲ期SSHプログラムを開始いたしました。多分野融合研究において、自ら課題やプロジェクトを設定し、多様な他者を組織して、新たな研究領域を切り開いていく能力を持ったリーダーの育成を目指します。同時に、科学的思考力、幅広い視野と高い科学観・自然観を背景に、課題の解決や新たな価値や概念を創りだすために協働とともに、主体的に判断し、主張・行動できる能力、すなわち共創力を育む6年一貫カリキュラムを開発・実施し、自然科学に関する基本的な知識と技能を持ち、科学的根拠に基づいて判断・主張・行動ができる、21世紀に必要とされる教養を備えた市民の育成を目指します。

このSSHのプログラムでは、その一翼を担うサイエンス研究会の生徒達による研究活動が中核となります。平成29年度におきましても、8月に開催されたSSH全国生徒研究発表会で、本校5年の古宮昌典くんが発表した『三角形の垂心とトロコイドー華文様の数学的な創出について』が科学技術振興機構理事長賞を受賞しました。4年連続のポスター発表受賞に加え、口頭発表での受賞となりました。本活動は受賞を目標としたものではありません。しかし、数学分野での発表は少ないうえに受賞は大変難しいうえに、自分の興味からスタートし教員と相談しつつ発展させた古宮くんの研究成果が高い評価を受けたことは、今も頑張って研究を続けている後輩たちの大きな励みになってくれると思います。これらの研究が少しでも花開くことを切に期待しています。本年度も、本報告書刊行に合わせて、サイエンス研究会所属の生徒達による研究成果をまとめた研究論文集が刊行されます。ぜひ『平成29年度SSHサイエンス研究会研究論文集』の方もご一読いただき、生徒たちの日頃の努力の賜物に対して、忌憚のないご意見・アドバイスをいただけたらと希望しております。

最後になりましたが、これまでの13年間、奈良女子大学や文部科学省・科学技術振興機構、その他多くの研究機関から、本校におけるSSHの活動に多大なる御支援をいただきました。また、とくにSSH運営指導委員の皆様には、お忙しい中、実際の活動現場に足をお運びいただき、SSH活動の包括的な方向性や具体的な運営体制などに多数のご助言をいただきました。以上の方々をはじめ、本校のSSH活動にご助言・ご協力いただきましたすべての皆様方に、あらためて深く御礼申し上げます。引き続き本校における第Ⅲ期SSHプログラムにご支援賜りますよう、この場を借りてあらためてお願ひ申し上げ、私からのご挨拶とさせていただきます。

平成30年3月

奈良女子大学附属中等教育学校

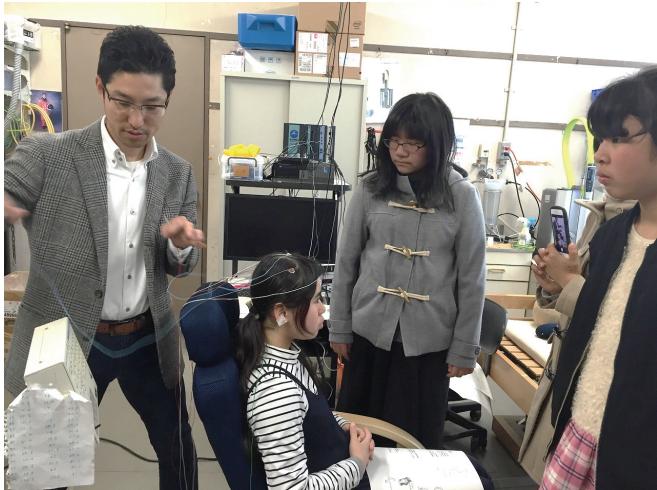
校長 渡邊 利雄



海の学校：磯の生物の採集



海の学校：採集生物の観察・解剖



低学年 奈良女子大学研究室訪問



ベースキャンプ：プログラミング実習





SSH 全国生徒研究発表会：ポスター発表



国際交流：ベトナム研修



SSH 研究成果発表会での公開授業

**①平成29年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）**

<b>① 研究開発課題</b>	「共創力」を備えた科学技術イノベーターを育成するためのカリキュラム開発
<b>② 研究開発の概要</b>	「共創力」を有し、多分野融合研究の遂行能力を備えた人材を育成するための中等教育カリキュラムを研究開発する。1~4年では、自律的に学習する態度を育て、自然科学リテラシーを軸とした科学的思考力を伸長する。3~6年では、リベラルアーツを涵養し、多様な他者を組織して新たな価値を創出できる能力を育成する
<b>③ 平成29年度実施規模</b>	全校生徒を対象に実施する。対象生徒数 730名
<b>④ 研究開発内容</b>	

**○研究計画**

第四年次以降の研究開発計画・評価計画は、重点的に研究・評価する項目についてのみ書き、その年度以前と同様の研究を継続する場合については省略する。

**■第一年次（2015年度）****(1) 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」のための準備と試行**

第1期 SSH 以来の数学的リテラシー研究の成果をふまえ、テクノロジーを利用して、事象を具体的に取り扱うことのできるカリキュラムや指導方法の研究を行う。また、科学的リテラシー研究の成果をふまえて、実験データに基づいて自分の考えを主張する態度の育成をはかる指導方法の研究をすすめる。またグループ学習の導入など、議論・表現の能力を引き出す方法論を探求する。

こうした学習とも関連させつつ、4, 5年での数学科と理科の連携授業について、ワーキンググループを構成し、奈良女子大学教員の指導・助言を受けつつ、構想と試行をおこなう。あわせて、協働して課題解決を図る内容を取り入れた学習方法の研究を開始する。

**(2) 課題研究用の「研究ノート」作成**

本校のサイエンス研究会の指導や日々の授業における課題探究型活動で用いられてきた資料などを整理することにより、「研究ノート」作成をおこなう。

**(3) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の実施**

多分野融合研究を促進し異分野間の議論をする機会として、さらには科学的态度や姿勢を育成する場としての集中型プログラムを、サイエンス研究会の生徒を対象として試験的に実施する。

**(4) 前期・後期のサイエンス国際交流プログラムの実施**

前期課程生については、サイエンス研究会に限らず、海外生徒との交流に関心のある理数に興味のある生徒を対象に、海外の先進校に出向き、実際に議論したり、共同研究や研究交流を行ったりするプログラムを実施する。また後期課程では、サイエンス研究会生徒を対象に、国際交流プログラムを再編実施し、海外生徒との協働・議論の場を通じて「共創力」を育む。

**(5) 「コロキウム」の実践**

5年において、学校設定科目「コロキウム」を引き続き実践し、高い科学観や自然観を涵養する教育の在り方について考察する。奈良女子大学の教員と連携して、学習内容面での高大接続を実現するためのカリキュラム研究を開始する。

**(6) 評価計画**

内部評価：本校生徒の理数に対する意識を調査し、国際データ・日本平均と比較する。これは継

続実施し経年変化を調査する。また、第1期指定以降の研究開発が、科学的な素養・能力・資質を有する人材の育成にどのように寄与してきたのかについて、一部の卒業生を対象にアンケートやインタビューを実施し検証を行う。また、その評価方法について検討する。

外部評価：運営指導委員会を年間2回開催し、委員による評価を受ける。あわせて、保護者・学校評議員による評価を実施しつつ、外部評価のあり方の研究を進める。

## ■第二年次（2016年度）

### (1) 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の体系的な実施計画の作成

4, 5年での数学科と理科の連携授業について、1年次の試行の分析を進め、年間計画内にどのように位置づけるか、試験的な年間カリキュラムの作成を行う。

### (2) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の見直し

第一年次の「イノベーター・キャンプ」の分析を行い、より効果的な企画や運営方法の研究を行う。集中型プログラムを、サイエンス研究会の生徒を対象として、長期休業期間中に実施する。

### (3) 「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」の実施

1, 2年の「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」において、地域を素材とした自然科学に関わる集団的な協働型学習を組み込み実施する。また「地域」学習を通じて、統計に関する基礎知識の活用法、プログラミングの基礎、プレゼンテーションの方法など「学び方を学ぶ」場とする。

### (4) 「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」の試行

3, 4年の「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」において、地域を素材としながら、人類的・世界的な課題を集団で探究する課題研究を試行し、ローカルな視点とグローバルな視点を往還できる力を育成する。

### (5) 「研究ノート」の試行的使用

1年次に作成した「研究ノート」をサイエンス研究会で試行的に使用する。

### (6) 評価計画

内部評価：卒業生への追跡調査の改善と全面実施を行う。また、評価方法について研究する。

## ■第三年次（2017年度）

### (1) 「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」の見直し

第二年次の試行を踏まえ、テーマに対して科学的な視点からアプローチし、個人研究を発展させた、グループによる探究活動を行う。

### (2) 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の本格実施

4, 5年での数学科と理科の連携授業について、年間計画の見直しと再編を進め、本格実施を行う。

### (3) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の本格実施

「イノベーター・キャンプ」への大学教員や多分野融合研究の研究者など外部指導者の積極的関与を組織し、これまでの試行の見直しの上に、本格実施を行う。

### (4) 5年「コロキウム」における大学教員との連携指導の導入

学校設定科目「コロキウム」において、学習面での高大接続を実現するためのカリキュラム研究を、奈良女子大学教員および他大学の教員と連携して行う方式を導入する。

### (5) 6年「SS課題研究」の実施

「SS課題研究」(理系)を開講し、探究活動と少人数によるゼミ形式での議論や考察を行い、「共創力」を伸ばすカリキュラム開発を進める。また、「研究ノート」を使用して研究を進める。

### (6) 評価計画

他のSSH校との研究交流会などを開催することを通じて、人材育成に関わる評価研究や教育実践・カリキュラム研究成果の双方向的な交流活動を組織する。

## ■第四年次（2018年度）

### (1) 「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」の継続実施と分析

第二年次・第三年次の実践を踏まえ、内容を見直しつつ実践とその分析を行う。

## (2) 4, 5 年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の継続実施と分析

三年間の実践を踏まえ、内容を見直しつつ実践とその効果に関する分析を行う。

## (3) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の拡充実施と分析

三年間の実践を踏まえ、より多様な集団を組織するために他校生徒を招聘し、内容の充実を図る。

## (4) 6 年「SS 課題研究」の見直しと分析

6 年では、継続して「SS 課題研究」を開講し、探究活動に取り組み、「共創力」を伸ばすカリキュラム開発を進める。

## (5) 課題研究の「研究ノート」を用いた体系的な指導システムの確立

三年間の実践を踏まえ、課題研究の目的や方法にそった指導システムの確立を目指す。

## (6) 評価計画

コロキウムや「SS 課題研究」において、本校生徒が本学教員やその他の研究者から、指導や助言を受ける指導システムを検証する。大学教員や研究者が、すぐれた研究を進める生徒たちを長期的に指導・観察し、その結果を大学入学者選抜に反映できる人材評価の研究を進める。

## ■第五年次（2019 年度）

5 年間の実践を踏まえ、本研究開発の検証・評価を行いまとめとする。それをもとに、本校の自然科学リテラシー・リベラルアーツの育成、「共創力」育成に関する、カリキュラム・指導方法の提言を行う。また、大学入学者選抜制度のあり方について提言をまとめ、それらを各種の方法を用いて発信し、本研究開発の教育的意義について世に問うとともに、研究内容の活用を促す。

## ○教育課程上の特例等特記すべき事項

①学校設定科目「コロキウム」 履修学年・単位数：5 年の必履修科目として、2 単位を設定する。

②学校設定科目「SS 課題研究」 履修学年・単位数：6 年の理系生徒対象の必履修科目として、1 単位を設定する。

③学校設定科目「テーマ研究」 履修学年・単位数：サイエンス研究会に属する 4, 5 年の生徒を対象とした選択履修科目として、各学年 1 単位を設定する。

## ○平成 29 年度の教育課程の内容

「課題研究 世界 II」の実施(4 年対象・半期)

理科と数学教員が担当し、課題研究の導入・基礎としての授業を行った。

「コロキウム」の実施(5 年対象)

8 講座を開講し、各講座のテーマにもとづき、少人数のゼミ形式で対話を中心とした授業を行った。

「テーマ研究」の実施(4, 5 年対象)

生徒が自らテーマを設定し、教員の指導の下で研究を行い、年度末には論文を提出した。

「SS 課題研究」の実施(6 年理系生徒対象)

6 年間の探究活動の総まとめとして、理数分野における課題研究を行った。

## ○具体的な研究事項・活動内容

### (1) 4, 5 年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の実践と年間計画の作成

本学の理系女性教育開発共同機構の教員(4 名)と本校の理数教員(13 名)で、中等教育理数カリキュラム改革を目的とした、「理数研究会」(月 1 回開催)を引き続き開催し、理科・数学の融合授業を研究テーマに 4 つの領域に分かれて授業研究を行った。その成果の一つとして、研究実践報告会において、公開授業「原子の電子構造と空間図形」(化学と数学の融合授業)を行った。また、生物と数学、物理と数学、地学と数学、情報と科学の融合授業などについて、実践報告を行った。年間計画については、これまでに作った融合授業について、単元分散方式により実際に指導計画を作成することができた。

## (2) 課題研究用の「研究ノート用手引き冊子」の改良

課題研究において、生徒に使用させる研究ノートについて、有効数字の表示に関する手引き、論文の書き方、プレゼンテーションの方法などを含めた手引きへと改良を図った。

## (3) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の実施

多分野融合研究を促進し異分野間の議論をする機会や科学的态度・姿勢を育成する場として、研究会の異学年を集めた集中プログラムを年間 12 回行った。今年度は新たに新入生向けのサイエンス研究会体験講座を実施し、新入生が研究内容を体験する機会となった。その他の内訳は、フィールドワーク・実験観察を中心とし宿泊行事が 1 回、技能講習やプレゼンテーションの指導に関するものが 4 回、生徒同士による議論の場を目的としたものが 4 回、国際交流が 1 回であった。

## (4) サイエンス国際交流プログラムの実施

本年度も、昨年度に引き続き、ベトナム研修のプログラムを実施した。サイエンス研究会数学班の生徒 5 名がベトナム国家大学ハノイ校自然科学院附属英才高校(HSGS)を訪問し、授業体験や数学オリンピックの取り組みに参加した。

## (5) 「SS 課題研究」の試行と評価に関する議論

6 年理系生徒を対象に、学校設定科目「SS 課題研究」を試行した。また、この授業を通して、課題研究の評価に関するルーブリックを作成し、試用した。

## (6) 事業評価

本校の全生徒に対して「理数意識調査」を実施し、実施した 6 年間の結果から教員の指導法について考察を行った。また、昨年度作成したアンケートを、卒業生を対象に実施した。また、運営指導委員会を 10 月と 2 月に開催し、授業観察から本校の理数教育について委員による指導と評価を受けた。

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

- ・昨年度に続き、SSH の運営を校務分掌である研究部の管轄としたことで、学校全体として SSH に深く関わる運営を行うことができた。
- ・理数融合の授業研究について大学と合同で設置した「理数研究会」を中心に取り組み、成果発表会などで成果を出すことができた。また、理系女性教育共同機構との合同成果発表会「理数シンポジウム」を行うなど、大学と充分に連携した教育研究を進めることができた。
- ・研究ノート用手引き冊子は、試用の結果を反映させて、改良を行うことができた。
- ・イノベーター・キャンプでは、年間を通じてカリキュラムを発展させ、入学生に対して集中的に新しい取り組みを実施することができた。特に、今年度はサイエンス研究会の低学年に向けた体験講座を全分野で行うことができた。
- ・サイエンス研究会の指導や各種講演会などを中心に、さまざまな取り組みにおいて、本学や外部の講師との連携を充実させることができた。
- ・国際交流では、生徒の研究交流を中心としたベトナム研修により、相手校とより強い連携関係を構築することができた。今後は数学に留まらず、生物や環境の分野に拡充を図ることを双方で検討している。
- ・理数意識調査を引き続き行うとともに、昨年度作成した卒業生追跡アンケートを実施した。

### ○実施上の課題と今後の取組

- ・「共創力」に関する議論を進め、その育成に有効な活動について、理数融合やイノベーター・キャンプなどの実践例と関連付けた整理を図る。
- ・理数融合をさらに進展させ、学習内容や単元配置の工夫と整理を図りたい。
- ・課題研究の評価に関する議論をさらに進め、客観的指標を確立させたい。
- ・卒業生対象の追跡アンケートについては、回収率を上げて分析を進めていきたい。

奈良女子大学附属中等教育学校	指定第3期目	27～31
----------------	--------	-------

## ②平成29年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

### ① 研究開発の成果

#### 1. 中等教育における自然科学リテラシーの育成

これまでに引き続き、数学科では、2, 3年の「幾何」を中心に作図ツール(Geometer's Sketchpad や Cabri Geometry II)を活用した発見型の幾何学習、3年の「解析」では、グラフ電卓や関数ソフト(Grapes)を活用した実験型の関數学習を実施した。理科では、科学的プロセスを重視した学習内容と指導方法について継続して研究した。また、昨年度より各教室にプロジェクターが設置されたことにより、iPadなどの情報機器を利用して、数学の学習における演示が可能になった。さらに今年度は45分授業から65分授業への転換に伴い、従来の授業スタイルから、実験や観察、議論、演習など一方的な講義型の授業から、生徒が主体的にかつ協働的な学習となるべく授業の改善が検討された。

#### 2. 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の実践

理系女性教育開発共同機構の本学教員(3名)と本校の理数教員(13名)で、中等教育カリキュラム改革を目的とした、理数研究会(月1回開催)を今年度も継続的に開催し、理科・数学の融合授業の研究をテーマに、4つのテーマに分かれて授業研究を行った。その成果として、本年度も共同機構との合同成果発表会「理数シンポジウム」を開催し、理数融合授業の試みに関して、これまでの経緯を説明し、参加者全体で理数融合授業の意義や題材の検討、校内体制の構築などに関する議論を行った。さらに翌日の成果発表会において、「原子の電子構造と空間図形」と題した、化学領域と数学領域を融合させた授業を公開した。研究協議において、理科と数学科の授業においての融合の可能性や課題研究への接続などに関する意見交換を行った。今回のシンポジウムには60名の参加があり、研究成果をさらに広めることができた。

また、年間指導計画策定については昨年度の議論の結果、学習時期に柔軟に対応できるトピック型の教材開発が適しているとし、今年度はこれまで提案してきた授業を実際の授業の中に取り入れていく計画を作成することができた。次年度以降はこの授業計画に従って融合授業を実践していく。

#### 3. 課題研究用の「研究ノート」および手引きの試用と改良

課題研究において、生徒に使用させる研究ノートの導入部として、実験上の注意点、有効数字の表示、論文の書き方、プレゼンテーションの方法などを含めた手引きを昨年度完成させた。今年度、4年の「課題研究 世界II」および6年の「SS課題研究」において、全生徒に配布して授業において利用した。必要に応じて教師が解説し、研究活動やポスター制作、論文執筆などと発表活動の際に生徒は手引きを参考とした。その際、文章が多いため、図式化できる部分を検討し見やすさを向上させたり、ポスター制作に関する記述を増やしたりするなど、実際に使用した生徒や教師の感想や意見から改良を図った。次年度以降も課題研究を中心に、理科や数学の授業にも活用場面を増やしていきたい。

#### 4. サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の実施

多分野融合研究を促進し異分野間の議論をする機会や科学的態度・姿勢を育成する場として、研究会の異学年を集めた集中プログラムを年間 12 回行った。特に今年度は新たに新入生向けのサイエンス研究会体験講座をすべての班が担当し、拡大を図った。その結果 1 年生の加入率が昨年度より高くなかった。イノベーター・キャンプでは 3 年目の取り組みとして、今年度は年間計 12 回のプログラムを計画し、多分野の研究に取り組む生徒たちによる共同研究を重点化し、研修を継続して実施できた。また、本年も数学班が名古屋大学附属中・高等学校と交流を行うことができた。お互いに訪問しながら探究活動を共に行い、同様の活動を地域に広げる計画を作成できた。

これらに参加した研究会の生徒達は、探究活動やものづくり、プログラミングを通して、普段の活動班を超えてアイデアを共有し想像力を働かせる活動を多く見ることができた。特に、ISSS における国外生徒との取り組みにおいては、トップレベルの生徒と共に課題に取り組むことで自身の意識を高めることができたと考える。これらの結果、8 月に神戸で行われた SSH 全国生徒研究発表会において、本校代表のサイエンス研究会数学班「三角形の垂心とトロコイド」の研究が、科学技術振興機構理事長賞を受賞することができた。

今年度は夏季休業期間に行われるサイエンス・ベースキャンプにおいて、外部講師を招き、プログラミングの基本に関するワークショップを実施した。外部機関との連携を密に行い、TA として卒業生を活用するなど、本校だけで実施していた従来よりも、連携範囲を拡大することにより、充実した内容のワークショップを実施することができた。

## 5. サイエンス国際交流プログラムの実施

本年度は、昨年度に引き続き、数学班 5 名がベトナムの HSGS を訪問し、授業体験、科学オリンピック研修会への参加、数学に関する合同での探究活動を実施することができた。本プログラムは共に質の高いものとなり、本事業が目指す世界的な視野で活躍する科学的な人材の育成をめざす取り組みであり、今後も継続できる関係を構築することができた。次年度以降は内容や期間の拡充を相互に検討している。これら、ISSS における国外生徒との取り組みにおいて、参加者がトップレベルの生徒と共に研究を進めることで生徒自身が意識を高めることができた。この成果は数学オリンピック本選に 2 年続けて生徒を送り出すなど、着実に表れ始めている。

## 6. 探究活動の一貫カリキュラムの研究

5 年において、学校設定科目「コロキウム」を実践し、SSH として 3 講座(数学 1、理科 1、技術 1)を行った。2017 年度の開講講座は、以下のとおりである。

講座名	担当教員の専門科目	受講人数
科学を通した人間理解	数学科	18
つながる科学	理科	18
デザインプロセス・コミュニケーション	技術科	12

また今年度も、4 年生を対象とする「課題研究 世界 II」を実践した。昨年度同様、自然科学分野では、仮説の立て方、実験の組み立て方、データのとり方、データの扱い方などの課題研究の基礎手法を共通課題から習得し、後半にグループに分かれ、設定した課題について探究活動を実践させた。その成果をポスターにまとめ、人文科学の生徒たちと合同発表会を行った。加えて、個人での成果レポートを課した。個人による探究活動に必要な基礎手法を身に付けさせ、課題研究の導入とすることができた。

さらに、6 年生理系選択者を対象とした新しい必修科目「SS 課題研究」を開講した。昨年度作

成した授業計画に則って課題研究を進めた。また、優秀な研究については、年度末の刊行している「生徒研究論文集」に論文を掲載した。今年度は新たにループリックを作成したため、生徒に課題研究に必要な姿勢・態度の評価基準を予め示して、ポスター発表や自己評価の際に、ループリックに基づいた評価を行った。試用したループリックについては、理数研究会などにおける議論を経て、改良・改善を図りたい。

## 7. 評価計画

卒業生追跡調査については、昨年度作成したアンケート調査を過去10年の卒業生全員を対象として実施した。回収率が高くなかったため、次年度は同窓会の協力を得て、回答を促進するとともに、分析方法について専門家の助言を得ながら議論を進めていきたい。

また、今年度の運営指導委員会を10月と2月に開催し、授業改善や理数融合授業、課題研究などをテーマに本校の教育内容について委員による評価を受けた。そこでは、課題研究のテーマ設定や評価方法についての助言および理数融合授業の試みについて評価を受けた。また、卒業生追跡調査の分析に関する方向性に関する助言を受けた。

### ② 研究開発の課題

#### 1. サイエンス研究会について

これまでの研究活動やイノベーター・キャンプを継続的に実施する。次年度は低学年の活動にも力点を置き、長いスパンで継続して研究活動に取り組めるような支援の在り方を検討する。また、サイエンス・ベースキャンプや校内発表会などに、近隣のSSH校や交流を行っている学校を招くなどの拡充を検討したい。

#### 2. 理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の授業計画に則った実践について

今年度に、理科および数学科の授業のなかにトピック型で配置した理数融合授業の年間計画に従って、授業を着実に実施する。さらに一步進んで、理科と数学の間で、学習内容や学習時期の整理と適切な配置についての議論を行う。

#### 3. 探究活動の一貫カリキュラムの研究について

今年度完成した「課題研究 世界Ⅱ」、5年「コロキウム」と6年「SS課題研究」という一連の探究活動のカリキュラムについては、4年までの教科教育や総合学習などで身につけた学問的内容や方法論を総合して探究活動を行う場としてさらに実践を重ねる。特に「SS課題研究」については、今年度の試行を受けて、テーマ設定の時期や方法、実験道具の割り振り、発表会の時期や運営方法に関する改良を図る。また、課題研究の評価方法について、ループリックの改良やパフォーマンス評価などについての検討を継続的に行う。

#### 4. 後期のサイエンス国際交流プログラムの実施について

サイエンス研究会の生徒を対象に、研究発表に加えて、研究交流を目的とした海外研修プログラムの開発を行う。次年度はタイとベトナムに生徒を派遣する予定を立てている。内容についても、拡充を計画しており、対象生徒を増やしたり、フィールドワークを取り入れたり、新たな活動を取り入れて発展させたい。また、このような国際交流の成果を他の生徒に広めるための報告会や生徒論文集への寄稿を行う。

#### 5. 「卒業生追跡調査」について

今年度実施したアンケート調査について、同窓会の支援を要請することにより回答の回収を進めるとともに、分析方法の検討を進める。その際、専門家の大学教員などの指導を受けながら行う。

## 第1章 研究開発の概要

### 第1節 学校の概要

#### (1) 学校名、校長名

学校名 奈良女子大学附属中等教育学校  
な ら じ ょ し だいがく ふぞくちゅうとうきょういくがっこう

校長名 渡邊 利雄 (奈良女子大学大学院人間文化研究科 教授)

#### (2) 所在地、電話番号、FAX番号

所在地 奈良県奈良市東紀寺町1-60-1

電話番号 0742-26-2571

FAX番号 0742-20-3660

#### (3) 課程・学科・学年別生徒数、学級数及び教職員数

##### ① 課程・学科・学年別生徒数、学級数

全日制課程・普通科・各学年3クラス (合計18クラス)

	前期課程			後期課程			
	1年	2年	3年	4年	5年	6年	
男	58	58	65	59	56	62	358
女	63	64	58	57	64	64	370
計	121	122	123	116	120	126	728

##### ② 教職員数

校長	副校長	主幹 教諭	教諭	養護 教諭	非常勤 講師	教務 補佐	ALT	スクールカ ウンセラー	事務 職員	司書	計
1	2	3	38	2	15	7	2	1	5	0	76

## 第2節 研究開発の課題

### 1 研究課題

「共創力」を備えた科学技術イノベーターを育成するためのカリキュラム開発

### 2 研究の概略

「共創力」を有し、多分野融合研究の遂行能力を備えた人材を育成するための中等教育カリキュラムを研究開発する。1~4年では、自律的に学習する態度を育て、自然科学リテラシーを軸とした科学的思考力を伸長する。3~6年では、リベラルアーツを涵養し、多様な他者を組織して新たな価値を創出できる能力を育成する。

### 3 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施する。

### 4 研究開発の仮説

#### (1) 自然科学リテラシー

第1期SSHから継続している自然科学リテラシーの概念は、PISAにおける次の概念に基づいて定義したものである。今期SSHにおいても、この概念規定に基づいて研究を進める。

数学的リテラシー：数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力

科学的リテラシー：自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力

数学的リテラシーを数学科が、科学的リテラシーを理科・数学科が主に育成する。またこの2つを統合・活用する力として「問題解決能力」すなわち「問題解決の道筋が瞬時には明白でなく、応用可能と思われるリテラシー領域あるいはカリキュラム領域が数学、科学、または読解のうちの単一の領域だけには存在していない、現実の領域横断的な状況に直面した場合に、認知プロセスを用いて、問題に対処し、解決することができる能力を育成する。

## (2) リベラルアーツ

第2期SSHでは、「21世紀における新しいリベラルアーツ教育」のカリキュラムを研究開発した。この課題設定は、一つには「理系の特定分野の研究には興味を示すが、人文社会科学に対する理解に乏しい生徒を生んでしまっている傾向はないか」という第1期SSHの課題をふまえて設定されたものである。また一方では、現在の全世界的な課題は、ある学問の一領域だけで解決できるものではなくなったという社会的な課題解決の視点から設定されたものである。こうした課題の克服のために、文理の枠組みにとらわれない幅広い視野と深い専門性を持つ理数（自然科学）に強い生徒を育成することが急務であると考え、その実現のために設定したのがリベラルアーツの概念である。

第2期SSHのリベラルアーツに関わる実践研究は、「なぜ学ぶのか」という本質的な問いを、生徒はもちろん教師にも投げかけ、大学での研究姿勢の基盤形成の意味をもつことを明らかにしており、今後の高大接続のあり方を考えたうえで、ますます重要な意味をもっている。今期SSHにおいても「幅広い視野と高い科学観・自然観を有する生徒」を育成するうえでの重要な取組みとして設定し、さらに研究を進める。

## (3) 研究の仮説

1～4年においては、理数に偏らない総合的な考え方のカリキュラムの基で、全生徒に自然科学リテラシーを軸とした科学的思考力の育成を目指す教育を行うことにより、理数（自然科学）に興味や関心を持つ生徒を育成できる。

3～6年においてはリベラルアーツの涵養をめざし、学習面での高大接続を目指したテーマの、少人数の討論型授業を設置することにより、文理に捉われない幅広い視野と専門性を背景に、より高い科学観を持った理数（自然科学）に強い生徒を育成できる。

上記の取組に加えて、中高一貫6年間の探究活動を軸としたカリキュラムを編成することを通じ、課題の解決や新たな価値や概念を創り出すために協働するとともに、主体的に判断し、主張・行動できる能力としての「共創力」を有する生徒を育成でき、その中からイノベーションに寄与する人材が育成できる。

さらに、前期課程生から始めるサイエンス研究会の活動を通じて、多分野融合研究において、自ら課題やプロジェクトを設定し、多様な他者を組織して、新たな研究領域を切り開いていく

## 5 研究開発の内容・実施方法・検証評価

カリキュラムは、基本的に6年間を2年ずつに区切る2-2-2制をとり、それぞれの2年間のSSHに関する目標を、次のように設定する。

- 1, 2年 理数に偏らない基礎・基本の徹底
- 3, 4年 学問への興味・関心と学びへの意欲の育成
- 5, 6年 高大接続を目指す先進的・総合的な視野を持つ理数教育

第1期、第2期のSSH指定を通して、以下のように自然科学リテラシーの育成を図ってきた。

(1) 自然科学リテラシーの育成

①数学的リテラシーの育成

- ・ICTを活用して、数学化サイクルを重視した授業の研究を行う。

②科学的リテラシーの育成

- ・観察・実験を重視した授業を積み重ね、生徒が自ら仮説を立てて探究する課題研究を行う。

③問題解決能力の育成

- ・メディアリテラシーと読解力をもとにして、独創力・論理的思考力・問題発見能力を伸ばす。

(2) リベラルアーツ教育

①学校設定科目「コロキウム」の研究

- ・教科の専門性に基づきながら、深い教養を持った生徒を育成する内容・方法、評価方法について大学教員と高大連携について連携を進めながら研究を行う。

②リベラルアーツの視点を取り入れた授業の研究

- ・数学・理科の授業で「リベラルアーツ」の視点を取り入れた指導法を研究、開発する。

(3) 「共創力」育成を目指した授業研究

①教科横断型・融合型の課題に取り組む授業研究

- ・科学的素養を育成する授業方法の開発
- ・グループ学習において、議論・表現能力の育成に効果的な授業研究を行う。
- ・理科と数学の連携授業「サイエンス・イシューズ（Science Issues）」の研究を行う。

②1～6年生において、協働型学習・協働型探求を位置付け、研究・開発を行う。

- ・1, 2年においては「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」を、3, 4年においては「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」を、全生徒を対象に実施する。
- ・5年では、学校設定科目「コロキウム」において、観を育成する。
- ・6年では、学校設定科目「SS課題研究」において、協働型研究に取り組む。

(4) サイエンス研究会に対する支援と指導

①「サイエンス研究会」の活動推進

- ・数学・自然科学に関する生徒の研究を推進する。
- ・他校生徒との「サイエンス研究交流会」を生徒自身に企画・運営させる。

②多分野融合研究を促進したり、異分野間の議論を設定するイノベーター・キャンプの取り組み

- ・1年～4年の希望者を対象に自然を体験させ、自然科学の方法を専門家から学ばせる。
- ・「共創力」を育成するために、異文化・異分野・異学年の集団を合同で活動させる研究を行う。

(5) 大学・研究所との連携・高大接続の研究

①自然科学の先端的講義の実施

- ・より進んだ内容の講演会または連続講義を、大学教員・研究者を講師として行う。

②大学教員と連携した、高大接続を踏まえたカリキュラム研究

- ・学習面での高大接続を実現するためのカリキュラム研究を、大学教員と連携して行う。

③課題研究の指導に関する連携

- ・SS課題研究において、大学教員・研究者と連携した指導方法の研究を行う。

④評価研究に関する大学との連携・接続

- ・これまでのSSH指定10年間の評価研究を大学の研究者との連携によって行う。

※本研究開発を進めるために、以下の機関と連携を深める。

奈良女子大学、奈良教育大学、京都大学、同志社大学（理工学部）、奈良県立医科大学

ATR（国際電気通信基礎技術研究所）、NAIST（奈良先端科学技術大学院大学）

## （6）国際交流

### ①他国の生徒との共同研究や研究交流の実施

- ・サイエンス研究会対象に国際交流プログラム I S S S<sup>アイトリブルエス</sup>（International Salon of Super Science student）を継続実施する。
- ・英語科との連携を強め、英語で表現したり議論したりできる力を、長期的・段階的に身につけるプログラムを計画する。

## （7）検証・評価

### ①「理数意識調査」の実施

- ・PISAで実施されている項目を参考に調査項目を作成し、本校の全生徒に対して実施する。

### ②卒業生追跡調査の実施

- ・卒業後どのような研究活動を行っているのかについて、質問紙調査やインタビューによる追跡調査を行い、人材育成の効果について実証的に明らかにする。

### ③研究発表会や授業研究会、研究交流の実施

## 6 研究開発組織の概要

### （1）各組織の役割

#### ①奈良女子大学・奈良女子大学事務局

奈良女子大学は、附属中等教育学校SSHを推進するための組織として、「中等教育改革プロジェクト」を設置し、新たな理数教育の開発に取り組む。さらに、高大連携を深化させるために、教育システム研究開発センターが中心となって、評価研究をコーディネイトする体制を構築し、卒業生追跡調査を実施する。また、奈良女子大学事務局（総務・企画課および財務課）が、副校長・研究部SSH主任と連携しながらSSHの経理処理を円滑に行う。

#### ②SSH運営指導委員会

SSH運営指導委員会は、専門的見地からSSH全体について指導、助言、評価を行う。大学教員・研究者・学識経験者・行政機関の職員等で組織する。

#### ③校長・副校長

校長・副校長は、SSH運営指導委員会、奈良女子大学をはじめとする大学・研究機関と連携しながら、SSHの全般的な運営を行う。

#### ④研究部

「リベラルアーツ」「『共創力』育成の探究活動」「サイエンス研究会」「評価研究」「高大接続」等の研究課題を推進するための企画・運営を統括する。

#### ⑤理数研究会

「リベラルアーツ」「『共創力』育成の探究活動」「サイエンス研究会」「評価研究」「高大接続」等の研究課題を推進するための教育、研究を行う。

#### ⑥教育課程委員会

教育課程委員会は、奈良女子大学の「中等教育改革プロジェクト」や教育システム研究開発センターなど関係部署と連携しつつ、特にSSHの研究面・カリキュラム面での全体的な計画・立

案・運営に提言・支援を行う。

⑦ 国際交流委員会

国際交流委員会は、研究部国際と連携しつつ、特にSSHの国際交流事業での全体的な計画・立案・運営に提言・支援を行う。

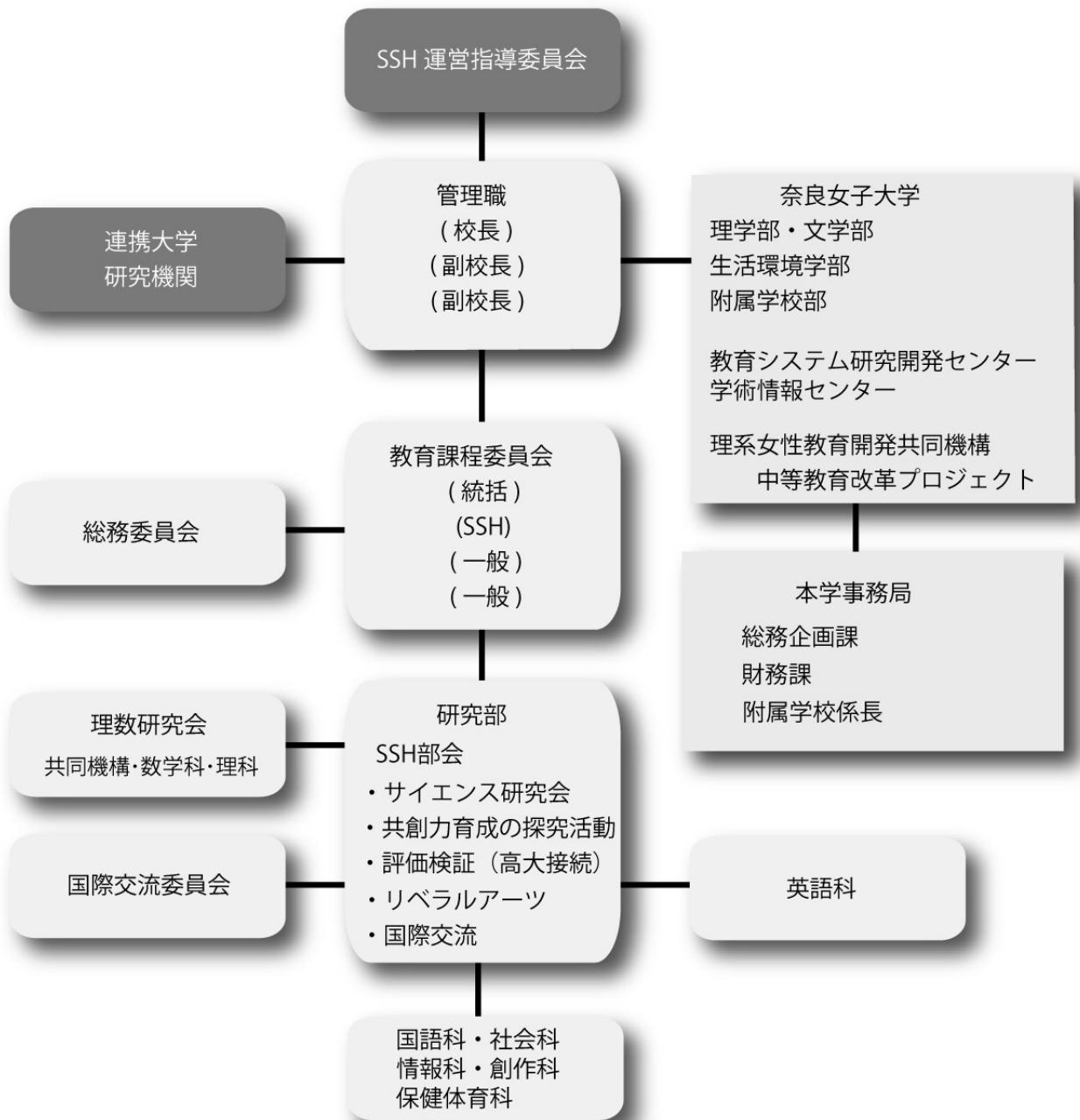
(2) SSH運営指導委員会

氏名	所属	職名
野間 春生	立命館大学	教授
石井 英真	京都大学	准教授
宮川 さとみ	大阪大学	特任講師
郷上 佳孝	佐藤薬品工業株式会社	研究員
長田 真範	奈良県教育委員会事務局	指導主事
西村 拓生 (学内委員)	奈良女子大学	教授
山下 靖 (学内委員)	奈良女子大学	教授
吉田 信也 (学内委員)	奈良女子大学	教授
宮林 謙吉 (学内委員)	奈良女子大学	教授
寺内 かえで (学内委員)	奈良女子大学	特任講師

(3) SSH研究部門と研究担当者

部門	所属	担当責任者
SSH研究主任	附属中等教育学校	川口 慎二 (数学科教諭)
①自然科学リテラシーの育成	附属中等教育学校	横 弥直浩 (数学科教諭)
②リベラルアーツ教育	附属中等教育学校	藤野 智美 (理科教諭)
③探究活動の一貫カリキュラム	附属中等教育学校	松原 俊二 (理科教諭)
④サイエンス・イシューズ	附属中等教育学校	川口 慎二 (数学科教諭)
⑤サイエンス研究会に対する支援と指導	附属中等教育学校	松浦 紀之 (理科教諭)
⑥国際交流	附属中等教育学校	藤野 智美 (理科教諭)
⑦高大接続	附属中等教育学校	川口 慎二 (数学科教諭)
⑧事業評価	附属中等教育学校	河合 士郎 (数学科教諭)

(4) SSH研究組織図



## 第2章 研究開発の経緯

本校は2000年度に中等教育学校となったが、それ以前の1970年代から完全中高6年一貫教育を実践してきた。「自由・自主・自立」の校風のもと、生徒たちは6年間をのびのびと過ごしている。伝統ある学園祭では、中高一貫の特性を活かした6年間の縦のつながりを基軸として生徒が学園祭を自主的に運営し、3クラスの小規模性を生かした学年の横のつながりをもとに、教室展示・演劇・模擬店と活発な活動を展開している。しかし、個人は「個性的」である一方、他人と議論し協働して何かを積み上げていくような集団形成ができない生徒、ルールやマナーといった公共性に乏しい生徒も増えつつある。このような生徒に、どのようにして21世紀の担い手としてふさわしいシティズンシップを身につけさせ、またキャリア形成能力を育成するか、その指導法の研究が必要である。

一方、シティズンシップには自然科学的素養が不可欠である。この意味で、SSH指定（平成17～21年度）を受け「自己学習力と自然科学リテラシーを育成するカリキュラム」をテーマに掲げた本校の研究開発は、一定の成果を収めた。自然科学リテラシー育成を主眼に置いた指導方法・カリキュラムの研究は、様々な知識を組み合わせて問題を解決する力や粘り強く考える力など、応用的な問題や実際に直面する問題への対応力の向上において、成果を上げた。続く、第2期SSH指定（平成22～26年度）においては、研究成果を広く普及するとともに、外部からの評価を受けることを重視した。第1期の分析とその評価をふまえ、自然科学リテラシーを基盤としながら、自然科学・人文社会科学といった枠にとらわれずにそれぞれのものの見方や考え方を身につけることに重きを置く「21世紀における新しいリベラルアーツ教育」のカリキュラムの研究開発を行った。具体的には、理数の通常授業の中でリベラルアーツ涵養を目指した研究授業を行い、全教科の教員が取り組む学校設定科目「コロキウム」の3年間にわたる実践では、生徒自身が自然観や科学観を問い合わせながら大きな教育的意義を持った。またサイエンス研究会においては、「スーパーな生徒」を育てる取り組みを継続しながら、その裾野を広げる取り組みを実施した。

しかし、第1期、第2期のSSH研究では、生徒個人の技能・能力の育成や教養の涵養に重点が置かれたため、多様な他者との協働や「知の共有」という意味での弱さがあることが指摘された。この課題については、今後の科学技術研究において必要である多分野融合研究の分野を創造するうえで重要な点であり、第3期SSHの研究開発課題へと繋がった。

コアSSH、科学技術人材育成重点枠の指定を受け、国際交流事業が大きく進展したことも第2期の大きな特徴である。毎年、夏季に本校・奈良女子大学でサイエンスキャンプを実施し、海外生徒との自然科学を通じての学問交流・研究交流を通じて、「発見する力」、コミュニケーション能力、表現力の向上を図った。その際のワークショップにおいて、大学教員と本校教員がともに協同で教材開発を行ったことで、お互いの教育観が共有され、今後の研究活動での連携や高大接続を見通した入学選抜制度の研究など生かされることとなった。

続いて研究成果の発信や共有をめぐる課題としては、国内外を問わず他校や各種研究施設との双方向的な実践交流をどう実現するかが課題である。現在は、日本カリキュラム学会や日本数学教育学会等の各種学会、学習指導研究会（奈良県教育委員会主催）等の研究会での研究発表、本校公開研究会での授業研究・生徒のポスター発表、また理数教育や学問研究をめぐる講演やシンポジウムなどの発信方法が一般的である。しかしいずれも「一方向」ではないかという批判があり、多くの学校や研究施設などに有効に利用できる形であったかについては課題も残った。第3期SSHにおいては、研究成果を双方向的に共有していくことのできる、より有効な成果発信の方法を構想する。

## 第3章 研究内容、評価と課題

### 第1節 全体の評価と課題

今年度は本SSH指定期間の第3年次に当たるため、中間評価として、この3年間の研究開発についての成果を挙げ自己評価を行うとともに、課題を明確にしたい。

#### (1) これまでの成果

今期SSHは、を研究開発課題として、次の6つの項目を研究の柱として研究開発を実施し、ほぼ研究計画どおりに実施することができている。

- ①自然科学リテラシーの育成      ②リベラルアーツ教育      ③探究活動の一貫カリキュラム
- ④サイエンス・イシューズ      ⑤サイエンス研究会に対する支援と指導
- ⑥国際交流      ⑦高大連携・高大接続      ⑧事業評価

①自然科学リテラシーの育成と②リベラルアーツ教育については、これまでの第1期、第2期SSHにおける成果を継承して、授業研究と実践が継続されており、本校の理数教育の基盤となっている。従来から重視してきた実験や観察を重視することに加え、「共創力」育成の視点から、議論の場面を積極的に取り入れたり、探究的な課題を設定したりするための研究が学校全体で進められている。また、第3期SSHにおいても、学校設定科目「コロキウム」を継続して開講しており、自然観・生命観・科学観・数学観などの「観」の形成を目指した対話型でゼミ形式の授業を実施している。

③探究活動の一貫カリキュラムについては、課題研究を主軸とした6年一貫の探究学習活動を整理し、実践を行っている。第1年次(平成27年度)には、これまで実施してきた1年「情報と科学」(数学科が担当)と2年「情報と表現」(国語科が担当)を整理し、授業内容を統計の基礎、文章表現、プレゼンテーション、フィールドワークなど探究活動の基本スキルを身につけ、奈良の世界遺産や自然環境を題材として協働型学習を行う「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」へと再編した。

同時に、3, 4年生においては、「地域」を素材にESD (Education for Sustainable Development) の理念に通じる課題を発見し、他者と協働して問題解決をはかる協働型探求を行う「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」の設置に向けた準備を行った。特に「世界Ⅱ」については、自然科学の課題研究基礎として位置づけ、基本スキルと研究態度の涵養を行うことに重点を置いた。また、5年には学校設定科目「コロキウム」をおき、4年までの学習活動で身に付けたスキルや知識を活用し、自然科学や人文社会科学を問わず、専門的なものの見方や考え方を身につけることを目指す授業を行った。第2年次(平成28年度)には、「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」を開始した。

さらに、6年理系生徒を対象とした必修の学校設定科目「SS課題研究」を開講し、理数に強い興味を持つ生徒を対象として、現代的課題をふまえた課題を自ら設定し、新たな価値を生み出す協働型研究に取り組むように、授業を設計し、翌年の開講の準備を行った。第3年次(平成29年度)には、「SS課題研究」も開始され、計画通り、課題研究のカリキュラムが完成した。また、ポートフォリオやパフォーマンス評価を中心とした課題研究の評価方法に関する議論も進めている。今後は、実施形態や評価方法を隨時改良しながら進めていきたい。

④サイエンス・イシューズについては、理数融合授業を物理と数学、化学と数学、生物と数学、情報と科学の各分野について設計、実践することができた。今年度には、授業計画に設置する段階まで達成しており、次年度以降はこの年間授業計画に従って理数融合授業を理科・数学の授業に組み込んでいくことになっている。

さらに、理数融合授業については、授業実践や公開授業を通して、外部の先生方や運営指導委員か

ら意見を受け、議論を重ねてきた。これまで開発した題材については、いずれも探究的である課題の設定やグループで検討する形の授業であるという高い評価を得ている。

⑤サイエンス研究会についても、「共創力」育成の観点から、「イノベーター・キャンプ」という年間活動を新たに開始し、研究分野を超えて研究交流や共同探究する機会を設け、順調に進めている。サイエンス研究会には1~6年までの120名を超える生徒が在籍し、昼休み、放課後を中心に数学班、物理班、化学班、生物班、地学班に分かれて積極的に活動している。生徒は研究テーマを自分で設定し、本校の理科・数学科の教員が中心となって指導しているが、より深い部分の探究の必要がある場合は、本学教員や研究所の研究員に指導を仰いで研究を進め、大きな成果をあげている。

近年では、後期課程の生徒が後輩である前期課程の生徒に指導を行ったり、同じ部屋で研究活動を行うことにより、研究活動の進め方を学んだりするなど、教員の指導だけではなく、生徒同士の研究交流が自発的に生じることによって、より意欲的な活動が行われている。国際的な科学コンテストISEFにつながるJSECや日本学生科学賞、および日本数学オリンピック・日本ジュニア数学オリンピックには毎年、積極的に参加しており、数学オリンピックでは、本大会出場者が2年連続で出たり、地区表彰を受けたりしている。

今期SSHにおける生徒の主な成果としては、JSEC2014において「白黒フィルム写真のカラー化」により文部科学大臣賞を受賞した物理班の生徒がISEF2015に出場している。そして、2015年度には、生物班の生徒が京都大学サイエンスフェスタに参加し、口頭発表を行った。その結果、最優秀賞である「京都大学総長賞」を受賞した。さらに、毎年開催される「SSH全国生徒研究発表会」においては、以下のように続けて表彰を受けている。

平成27年度 生物班 「抹茶の科学」 科学技術振興機構理事長賞

平成28年度 生物班 「植物の葉序の規則性」 奨励賞

平成29年度 数学班 「三角形の垂心とトロコイド」 科学技術振興機構理事長賞

加えて、サイエンス研究会に所属する生徒が主体となって、地域の小学生を対象としたオープンスクールや一般公開している学園祭において、各自の研究内容を紹介したり、実験体験や科学クイズなどを行ったりする活動を実施している。どちらも多くの来場者があり、本校のサイエンス研究会の活動や授業の特色を広報する絶好の機会となっている。他校との研究交流も開始し、数学班と名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校との定期的な交流会はすでに6回を数える。また、在校中にサイエンス研究会に所属していた卒業生のうち、大半が高校生時点の研究に近い分野で研究を進め、9名が現在も後輩の指導やワークショップの補助のためにTAとして活躍している。

⑥国際交流については、サイエンスキャンプの実施や海外先進校への訪問・研究交流が確立されており、今後も継続して行う計画である。第2年次(平成28年度)より、JSTの「日本・アジア青少年サイエンス交流計画」(「さくらサイエンスプラン」)の支援を受けて、「SAKURA Science Camp」と称するサイエンスキャンプを実施している。このサイエンスキャンプは、アジア6か国(台湾、インドネシア、ベトナム、韓国、ウズベキスタンと本校)の高校生が共に学ぶ科学技術のワークショップを実施することにより、さまざまな文化的背景を持つ生徒達が協働して、英語で科学の課題を探究し学習し、国際的な場で活躍するために必要な、論理的思考や議論・表現する能力を育成することを目的としている。生徒たちは海外の生徒たちと同じ宿舎に泊まりながら、大学で開講されたワークショップ(遺伝子解析と数理生物学)への参加、NAIST(奈良先端科学技術大学院大学)の見学、ポスターセッション、アイスブレーキング、文化交流などを体験し、非常に有意義な交流を実践している。

また、サイエンス研究会の生徒を中心に、海外の先進校やサイエンスフェアにも積極的に参加して

いる。海外生徒との協働・議論の場を通じて「共創力」を育むことを目指す国際交流プログラム「ISSS (International Salon of Super Science student) : アイトリップルエス」を実施している。第1年次には、タイで開催されたサイエンスフェア「Thailand-Japan Student Science Fair 2015」に生物班と化学班の生徒5名を派遣し、ポスター発表を行い、各種ワークショップやフィールドワークに参加した。第2年次には、ベトナムのHSGS (Hanoi University Attached High School for Gifted Students)に数学班の生徒5名を派遣し、数学オリンピックに向けた強化会に参加したり、研究交流を行ったりした。さらに、KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology)において、韓国内の5つの理科系大学から25の研究室が参加して開催されたワークショップ「Pre-Undergraduate Research Participation Program」に物理班と生物班の生徒10名を派遣した。韓国の高校生とグループを作り、2週間にわたるワークショップにより、深く探究活動を行った。第3年次は、ベトナムに別の生徒5名を新たに派遣し、HSGSとの数学を通じた交流活動を行った。

このように、国際交流については、SAKURA Science Campの実施と国際交流事業ISSSを通して、海外先進校との交流プログラムを確立し、今後も継続的に実施できる交際交流事業を構築できている。これらの交流事業により、コミュニケーションはもとより、課題に対するアプローチの違いや背景にある思考の違いに触れることにより、生徒自身の発想や思考が柔軟になり、協働的探究に生かされていることが生徒の研究実績や、運営指導委員の評価等からも窺える。

⑦高大連携・高大接続については、講演会やキャリア教育から、ワークショップへの出講、研究指導など、より充実した連携がとられている。高大接続については、「共創力」に関する評価方法の研究を通して、大学入学者選抜の在り方を大学と共に考察し、具体化していく方向で進められている。

また、今期より、大学の理系女子教育共同機構と合同で、月に1回程度の「理数研究会」を開催している。この研究会では、「共創力」育成に向けた授業改革や理数融合授業の開発とカリキュラム化、課題研究の評価方法の検討などの重要テーマについて、大学の先生方と本校の理科、数学科教員が議論する機会となっている。

⑧事業評価について、運営指導委員からは、研究の方向性や研究内容について指導を受けるとともに、本校の公開研究会等において、本校のSSH研究の方向性や内容について的確な助言を得ている。公開授業に対する指導助言はもちろん、生徒研究発表会、ポスターセッションでも、生徒の研究や発表について、専門的な見地から具体的な指導・助言を受けている。生徒の活動に対する支援も受けしており、先行研究の調査や専門家の紹介、実験器具に関する助言など多岐にわたる。加えて、課題研究におけるテーマ設定や評価規準の作成、理数融合授業に対する助言なども受けている。例えば、課題研究について、「仮説の立て方に関する指導を丁寧に行うべきである」という指摘や「生徒と教師の評価の観点の違いを明確化してはどうか」という助言などを得ている。このような指摘や助言について、理数研究会において議論を行い、研究内容に反映していることが継続的に行われている。

また本校では、第1期SSH指定期間から、生徒の理数に対する意識を調査するため、国際比較と日本平均との比較が可能な、PISAで実施されている項目を参考に調査項目を作成し、本校の全生徒に対して「理数意識調査」を実施してきた。これにより、SSHの取組と生徒の意識の経年変化を調査することが可能になっている。この結果より、生徒の理科や数学の授業に対する関心が高いことが見て取れる。また、1~4年に対しては自然科学リテラシーが育成され、ねばり強く論理的に思考する力や、考えたことを表現する力、実験結果をもとに考察する力も育成できていると判断できる。これは、SSH研究開発によって、自然科学リテラシーを意図した授業構成や実験・観察を重視してきたことに加え、探究型の課題をグループで協働して解決することを意識的に取り込んできた成果といえ

る。5、6年になると、学習内容の増加や内容の抽象度の上昇に伴い、講義型の授業もある程度行われるため、協働的・探究的学习への意識は低下するが、コロキウムや理数の授業における生徒の感想や記述により、生徒の「観」が形成されていると判断できる。

さらに、卒業後も能力を伸ばしていく人材の育成を目指していることから、大学在学中および大学卒業後も視野に入れた追跡調査を、アンケート形式により、第1期指定時に在籍していた卒業生まで遡って実施している。この卒業生対象の追跡アンケート調査により、本校SSHの目指した能力がどのように生かさせているのか、どのような場面で実感できるのかを捉え、本校SSHのねらいが達成されているかどうかを検証・評価する。

最後に、SSHの運営体制について、第Ⅱ期までは理科と数学科を中心としてSSHを運営してきたが、今期から校務分掌の1つである研究部を運営の中心とすることにより、全校体制が強化された。また、運営の中核を研究部に変更したことにより、授業研究および課題研究の実施、科学クラブの指導については、理科と数学科が中心に担当し、国際交流事業においては、英語科が海外校との交渉、事前指導および事後指導の実施などを担当するなど、研究体制が整理され、組織的に研究を進めることができている。さらには、6年間を見通した探究活動の充実や協働的、探究的な活動を重視した授業改革などは全教員で研修会を設け、議論を行っている。

## (2) 今後の課題

はじめに、「共創力」をどのように理解し、評価するのかについて、細部を検討する必要がある。共創力の育成については、個々の教員の試行を共有する段階から、どのような能力が求められるのかについての議論が進み始めている。サイエンス研究会を対象とした「イノベーター・キャンプ」に関しても、参加生徒の感想から、個人研究では得られない発想や個々の強みを組み合わせることの有用性を実感していることがわかり、一定の成果を上げていると分析する。このような実践と議論をさらに進め、共創力を分節化し、それらの能力を育成するために有効な授業方法などについて整理していきたい。あわせて、大学と連携しながら「共創力」およびその育成方法と評価方法の研究をさらに進めていきたい。

さらに、本校は今年度、従来の45分授業から65分授業への転換を行った。これに伴い、一方的な講義型の授業ではなく、実験、観察や議論、さらには発表を組み込んだ授業形態を積極的に取り入れている。「共創力」育成を意図した協働型、探究型の授業となるよう各教科において授業研究およびカリキュラム研究を進めており、知識の蓄積のみに留まらず、知識や情報を活用して、具体的な課題の解決を目指す課題の設定とその評価方法に関する議論を各教科で行っている。今後も授業改善に向けた議論・検討を進めていきたい。

次に、理数融合授業は単発の授業開発の段階を終え、理科と数学の授業の年間計画に配置することを進めてきた。今後は理科と数学の学習内容の整理を行い、さらなる理数融合授業の導入を検討していきたい。

また、課題研究については、ポートフォリオやループリックを活用した評価研究を行い、高大接続の在り方についても議論を行いたい。同時に、課題研究の適切な実施時期や実施規模に関する検討と改良を図りたい。さらに、事業評価として、在校生対象の理数意識調査の継続的な実施と卒業生へのアンケート調査およびインタビューを計画的・継続的に行うことにより、SSHによる教育効果の検証・評価の精度を高めていきたい。卒業生アンケートについては、回収率を向上させるとともに、専門的見地からの助言を得ながら、分析を進めていきたい。

## 第2節 自然科学リテラシーの育成

### ■研究仮説

自然現象や現実社会を捉えるのに、科学がどのような手段を用い、その際に数学がいかに道具・言語として有用であったかを、中等教育の段階で体験・学習することが非常に大切である。数学・理科のそれぞれの教科における教材で、このようなことはある程度可能かもしれないが、数学と科学の一体性を感じながら、世界を解析する方法を学ぶには、そのための教材が必要であると考える。

本校での数学的リテラシーの捉え方は、PISA の定義を基にして「自分たちの身近な課題を、数学的な活動を通して解決しようとする力」として進めている。身近な事象から課題を見つけ、それを問題解決することが数学的リテラシーの育成となり、それが科学的な能力・態度につながる。

### ■研究の経過

数学的リテラシーの育成については、次のような経緯で研究開発を行ってきた。

#### ①数学の教材開発・授業改革

- ・身近な事象から教材開発をする。
- ・授業の展開では、数学的な見方や考え方を重視する。

#### ②授業での生徒の評価・考查問題としての評価

- ・授業の中では、生徒の数学的活動の評価をする。
- ・定期考查に数学的リテラシーを問う設問をする。

#### ③生徒の宿題やレポートでの数学的リテラシーの観点導入

- ・身近な事象から課題を見つけて問題解決をする。
- ・与えられた問題を解くのではなく、じっくりと考えたり振り返ったりする。

### ■実践

長期休業中（冬休み）に、身近な事象から課題を見つけて、じっくりと考える宿題を出した。課題を作成した後で、その課題の何が面白いのかを考えさせ、振り返らせるようにした。

(1)対象：3年（中学3年）数学 冬休みの課題 生徒123名

(2)内容：冬休みには「クリスマス」や「正月」等、イベントがあります。次の課題を考えなさい。

- ①「クリスマス」や「正月」について、「図形」や「数」に関わることを見つけなさい。
- ②その内容には、どんな数学があるのかを書きなさい。
  - ・見つけたこと(調べた場合は引用先を明記する)
  - ・そこに含まれる数学の内容
  - ・作った課題のおもしろいところ(感想でもよい)

### ■実践の評価

生徒が作成した課題には、次のようなものがあった。「サンタクロースが世界中の子供たちにプレゼントをするとして、どれくらいのスピードで移動するのか」というものである。現実的な時間や距離を設定して移動速度を計算していた。その感想として、「この速さでは、配っているところは見えないのも当然だ」、「サンタクロースは、現実には存在しないものだということを証明してしまった。子どもたちの夢をつぶしてしまった」などがある。このように感想では、数学的根拠からサンタクロースの存在について、意見を述べていた。感想の中には、「これが数式で表されることに驚いた」、「これが数学に関係するとは思ってもいなかった」、「疑問に思っていたことを詳しく知る機会になった」等があった。そして、ほとんどの生徒が、楽しんでこの課題に取り組んでいることがわかった。自分で課題を設定して、問題解決をする課題研究の準備にもなる課題であった。

### 第3節 リベラルアーツ教育

#### ■これまでの研究

II期 SSH（平成22年度～平成26年度指定）では、自然科学の深い専門性を持ち、かつ幅広い視野で社会全体の問題を捉えられる生徒を育成するために、「リベラルアーツの涵養」を目指した研究開発を進めてきた。育成したいリベラルアーツを以下の3つの観点に分類し、学校設定科目「コロキウム」および理科や数学の授業を通じた実践を行ってきた。なお、これら3つの観点の詳細については、本校SSH研究開発実施報告書を参照されたい。

(1) 科学を学ぶを通して、学問の方法を身に付ける。→「**合理的判断力**」の育成

(2) 科学を学ぶを通して、自己を客觀化できる。→「**観**」の形成

(3) 科学を学ぶを通して、自分を取り巻く世界に関わることができる。

→「**地球的視野を持つ市民**」の育成

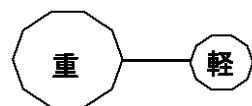
#### ■実践例

テーマ	ガリレオの思考実験
日 時	平成29年11月22日
授業者	藤野 智美（本校理科教諭）
学 級	3年C組
目 標	アリストテレスからガリレオ・ガリレイに至る、物体の落下運動に関する科学的研究の変遷を学ぶ。課題として、ガリレオがアリストテレスの概念に異論を唱えた「物体の落下運動に関する思考実験」を取り上げ、生徒同士で議論を行わせる。（なお、本校では6年一貫のカリキュラムとして、今年度より物理基礎の一部を3年次の理科において先攻的に指導している。）

#### ■研究仮説

以下の課題は、「重い物体は軽い物体よりも速く落ちる」というアリストテレスの仮説に対し、ガリレオが提示した思考実験をアレンジしたものである。他者との議論を通して、この思考実験が示す事実を考察することで、仮説の矛盾点を見いだすことができる合理的判断力が育成される。

重い石と軽い石を、質量が無視できるひもでつないで同時に落下させる実験を考えよう。「重い物体は軽い物体よりも速く落ちる」というアリストテレスの仮説を前提とすると、どのような結果が予想できるだろうか？



#### ■実践（生徒の考え）

- 重い石が速く落ち、軽い石はゆっくり落ちようとするから、2つの石がつながったこの物体は、重い石が落下するよりもゆっくり落ちる。
- この物体の全体の質量は、重い石と軽い石の合計になる。よって、この物体は重い石が落下するよりも速く落ちる。

#### ■考察

生徒同士の議論を通じて、「思考の進め方によって2種類の結論が導かれてしまう」ことが指摘され、設定した仮説に矛盾があることが確認できた。この活動後、ガリレオが提唱した「実験による証明」へと話題を発展させ、物体の質量と落下速度の関係を見いだす実験的な証明を行う際、着目すべき物理的因素は何かを考察させることで、学問の手法を体験することができたと考える。

## 第4節 探究活動の一貫カリキュラム

### 3-4-1 SS 課題研究

#### ■仮説

今期の SSH 研究開発では、有機的に組み合わされた 6 年一貫の探究活動のカリキュラムを作成し、生徒の知識・理解を深め、思考力・判断力・表現力を育て、社会や世界とどのように関わるか考えていく力「共創力」を培わせることを研究開発課題としている。

そこで SS 課題研究は、6 年理系選択者全員を対象とし、「今まで身につけてきた能力をどのように社会や世界と関連付けて考えさせるか」という観点に重きをおき、生徒自らの関心に沿った課題研究に取り組ませることで、「共創力」を育むことができると仮説を立てた。

#### ■実践

SS 課題研究は 2 つの講座、ベーシック講座(講義とグループ研究を合わせた講座)とアドバンス講座(個人研究を行う講座)を用意し、生徒の活動スタイルに合った講座を選択できるようにした。2017 年度は、ベーシック講座を選択した生徒は 48 人、アドバンス講座は 10 人であった。そのため、ベーシック講座を 2 つのクラスに分け、2 人の教師がそれぞれのクラスを担当する形式をとった。アドバンス講座は、物理、生物それぞれを専門とする教師が担当し、生徒のテーマに沿って指導を行った。実際の活動は資料 1 の日程で行った。

#### 【資料1 活動回数と内容】

##### <ベーシック講座>

担当教諭：2 名 (数学教諭)

生徒人数：A 組 (23 人)、C 組 (25 人)

回	月日	内容
1	4/20	オリエンテーション
2	4/27	
3	5/11	講義①
4	5/18	
5	5/25	
6	6/1	講義②
7	6/15	
8	6/22	講義振り返り
9	6/29	テーマ決め
10	7/4	探究活動①
11	7/13	探究活動②
12	9/14	考察・発表準備
13	9/21	発表準備
14	9/28	ポスターセッション
15	10/13	振り返り

##### <アドバンス講座>

担当教諭：2 名 (理科教諭)

生徒人数：10 人

回	月日	内容
1	4/20	オリエンテーション
2	4/27	研究テーマ決定
3	5/11	実験計画①
4	5/18	実験計画②
5	5/25	実験①
6	6/1	実験②
7	6/15	実験③
8	6/22	実験分析・見直し
9	6/29	実験④
10	7/4	実験⑤
11	7/13	考察
12	9/14	発表準備
13	9/21	発表準備・ミニ発表
14	9/28	ポスターセッション
15	10/13	振り返り

ベーシック講座での講義は、SSH ブックレット数学 1(Ⅱ期 SSH 指定時に作成)を使用し、ロジスティック曲線を、差分方程式と微分方程式の二つの視点から学ばせた。これらの講義後、得た知識を

を利用して身の回りの現象を科学的に捉え直したり、未来の事象を予測したりするようなテーマを、生徒自ら探させ、探究活動に取り組ませた。探究活動中は、ポートフォリオを書かせ、担当教諭が活動を支援するために利用した。

アドバンス講座では、サイエンス研究会で以前から研究を行っている生徒(6人)は継続研究を行った。また、自ら関心のある内容の研究がしたいと希望した生徒(4人)に対しては、テーマ設定時に指導教諭と綿密な検討を行ったが、計画立案や実験などはできる限り生徒が主体的に行うようにした。そのため、研究期間中は「研究ノート」を生徒に書かせ、指導教諭はノートをもとに研究進度や方向性の確認を適宜行い、研究をサポートするようにした。

活動期間の最後に、SS 課題研究のまとめとして、2 講座合同のポスターセッションを行った(資料2)。このポスターセッションを行うにあたり、教師と生徒が同じ観点で研究を観ること、そして評価することができるよう、評価シートを作成した。

#### 【資料2 研究テーマ一覧】

アドバンス講座	
マツタケの人工培養を目指して～培地の検討～	アルツハイマー病とScara1
DNAによる雌雄判別	蛍光色素を持つ繊毛中のQubitを用いたセル数計測
ショウジョウバエの交配実験	植物の生育環境
植物の葉序の規則性	角度の推定と姿勢制御
カプレカーチェンジに関する考察	火に強い石膏ボードについて
ベーシック講座	
感染症の患者数推移とSIRモデル	今年のインフルエンザを的中させよう！
微分方程式から見た反応速度	陰葉と陽葉の関係
液体の温まり方	教室で涼しい場所
時計反応	ラブラドールの毛の色の遺伝
ボールの落下運動	トレイレットペーパーと微分方程式
保温に適した素材は何だ？	モンテカルロ法
お湯の冷め方とニュートンの冷却法則	ペットボトルに開いた穴
ゾウリムシの増加曲線	ギターに隠された数学

SS 課題研究の生徒評価は、最後のポスターセッションの発表内容と、ベーシック講座では講義の振り返りレポートを、アドバンス講座では研究活動の取り組みを評価材料とし、10段階で評価した。

#### ■検証・評価

今年度から実施したSS 課題研究であるが、今年度の6年は今までに自然科学における課題研究に体系的に取り組んできた生徒が少なく、ポスターセッションに本格的に取り組むことも初めてという生徒が多かった。そのため、特にベーシック講座の生徒の中には、実験を複数回繰り返す等の基本的な姿勢を有さず、数回の実験結果で結論を導き出すなど、未熟なものが散見された。次年度以降は、4年の「課題研究 世界」において課題研究を体系的に学んでいるため、よりSS 課題研究の内容が深まるのではないかと期待される。一方で、生徒が得た知識をどう自分たちの身の回りに活かせるのか、また未来を予測できないかと主体的に考えたことは、ポスターセッションの生徒が設定したテーマから窺える。そして、SS 課題研究を終えた生徒たちの振り返りからも、「自分たちが得た知識がどのように人のために活かせるのか実感できた」、「身の回りの現象の見え方が変わった」など、社会とのつながりに目を向ける意見が多く聞くことができた。新しいものをディスカッションしながら作りだしていくことや、体験を主体的に生徒に行わせることができたのではないかと思われる。最後に、評価について専門性が高いテーマであればある程、評価すること、比較検討することが難しいことがわかった。評価観点のさらなる検討が必要である。

### 3-4-2 課題研究 世界Ⅱ

#### ■概要

「課題研究 世界Ⅱ」は、4年生の全生徒を対象とした課題研究基礎に相当する授業であり、4人の教員が自然科学的アプローチと人文社会学的アプローチに分かれて実施している。ここでは、自然科学アプローチについて報告する。

- (1) 目標 科学的手法を用いた問題解決能力の習得を体験的に身につける
- (2) 内容 自然科学分野での身近な疑問を、科学的調査法を用いながら探究し、発表する
- (3) 履修学年・単位数 4年の総合学習で、2単位を設定する（週1コマ）
- (4) 形態 グループ（2～4人）での探究活動が中心
- (5) 指導方法 学年（約120人）を2つのグループに分け、I期、II期で入れ替えて指導する。  
各期では、約60人の生徒を20程度の活動班に分け、教員2名で各班を指導する。
- (6) 評価方法 ポートフォリオ評価、ポスターセッションでの相互評価、論文評価

#### ■今年度の実践

2017年度の実施内容一覧は、以下のとおりである。

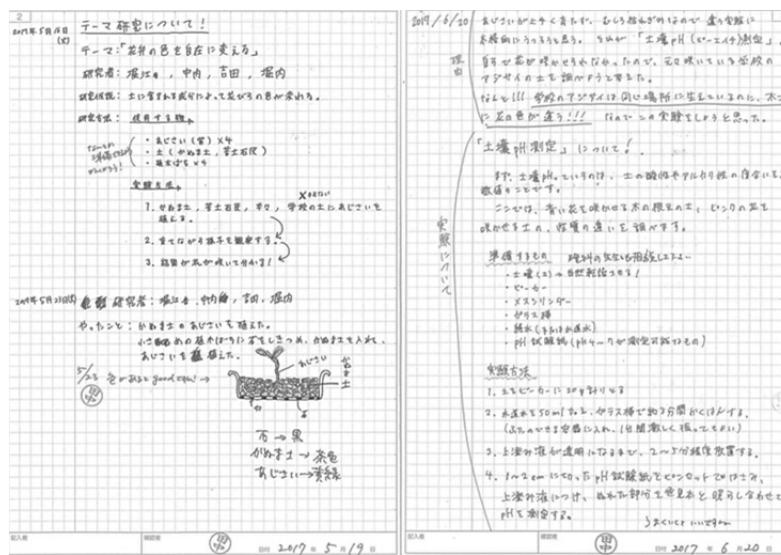
I期(グループ1)		II期(グループ2)	
月日	内容	月日	内容
4/18	オリエンテーション	10/24	オリエンテーション／統計入門
4/25	課題研究入門／統計入門	10/31	課題研究入門／テーマ決め
5/2	統計入門／課題研究入門	11/7	テーマ決め／課題研究入門
5/9	テーマ決め、計画書作成	11/14	研究活動①
5/16	研究活動①	11/21	研究活動②
5/23	研究活動③	12/12	研究活動③
5/30	研究活動④	12/19	研究活動④
6/13	研究活動⑤	1/9	研究活動⑤
6/20	研究活動⑥	1/16	研究活動⑥
6/27	研究活動⑦発表準備	1/30	研究活動⑦発表準備
7/4	研究活動⑧発表準備	2/6	研究活動⑨発表準備
7/11	研究活動⑩発表準備	2/13	研究活動⑪発表準備
9/28	研究活動⑫発表準備	2/20	合同発表会
10/17	合同発表会	2/27	一年間のまとめ

I期のグループは、フックの法則の実験を通して研究ノートの使い方を学ぶ「課題研究入門」と、基本的な統計的手法を学ぶ「統計入門」を行い、課題研究の基本的素養をつかんだうえで、研究活動へと入った。研究テーマは、生徒が身近な場面で感じる疑問や、興味のある事柄をキーワードとして挙げて、その中から研究として取り組める題材を選んだ。決定したテーマ一覧は、次のページの通りである。テーマは、物理や生物に関するものが多かった。4年では物理基礎および生物基礎を学ぶことから、それらに関連する話題が興味をひいたと考えられる。テーマ決定後は、グループごとに研究活動に取り組んだ。グループでの探究活動は、実験やシミュレーション、プログラミングといった内容を中心として進められた。その後、研究の成果をポスターにまとめ、人文科学系分野と合同でプレゼンテーションおよび評価を行った。生徒が行う評価は人文科学系分野と共に感想シートが用いら

れ、教員が行う評価についてはループリックを用いて行われた。最後に、研究したことを論文にまとめ、考察を行った。Ⅱ期についても、研究ノートの使い方や統計といった課題研究入門についてⅠ期と順番を入れ替えたが、基本的な内容は同じである。それ以降の研究活動は、Ⅰ期と同様に進めた。

I期テーマ	II期テーマ
人工知能	対話型AIの製作
モンティ・ホールの問題の調査	アリから学ぶ渋滞緩和のヒント
メダカの体色変化 シミュレーション	与えられた液体によって変わる植物の育ち方
何かしらの物質が生物の見た目に与える影響	「あした天気になあれ」でくもりになる確率
水槽の中に食物連鎖の状態をつくる	くだものの皮で何が一番すべるか
コンパニオンプランツによる野菜の変化	ゲーム心理
犬と猫の比較	ショウジョウバエの研究
自然環境がメダカの生態系に与える影響	光の色、また与える液体の種類は、植物の成長に影響するのか
海の食物連鎖、陸の食物連鎖	「希少性の法則」で人は本当に動かされるのか
花弁の色を自在に変える	氷の結晶
埋め立て地について	マイクロ波によるプラズマ発生の条件
ハムスターによる発電	ガラスの種類、落とし方、温度変化による割れ方の違い
物理で探るマジックのタネ	媒質によって音は変わるか
ハンドスピナーについて	チエロとビオラではどちらが人間の声に似ているか
木造建築物の耐久性について	滑り止めシートの限界
パスタプリッジ	電車の形状による空気抵抗の違い
水力発電について	羽の角度の違いによるブーメランの飛び方の違い
アーチの構造について	心理学関連
音の広がりについて	

今年度の取り組みとしては、研究ノートを活用し、指導を行ったことが挙げられる。生徒は毎回の研究の記録を行い、授業の終わりに提出して担当教員のチェックを受けるというサイクルを経験しながら、ノートの活用方法を学んだ。なお、研究はグループで行っているが、ノートは1人1冊とし、各自が記録をとるよう指示した。



## ■検証・評価

生徒は、身近なところからテーマをみつけ、積極的に取り組む姿がうかがえた。課題としては、研究仮説や結果、考察といった科学的な思考力が問われる部分で、グループ間の差がみられたことである。ループリックにしたがって評価すると、達成が不十分なグループもあった。課題研究に入る前に、簡単なトピックを用いて、課題設定や研究仮説の立て方について修得してから、課題研究に臨むなどの工夫が求められる。

### 3-4-3 コロキウム(開講講座の講義内容)

今年度のコロキウムのうち、数学科と理科の教員が開講した2講座について紹介する。

#### 講座①「科学を通した人間理解」(数学科 川口 慎二)

##### ■実施概要

場 所	本校 5年A組HR教室
学 級	5年選択者18名(男子11名、女子7名)

##### ■ねらい

この講座は、科学の視点から「人間とはどのような存在であるか」を考えることを目標としている。科学のもつさまざまな側面を眺めながら、科学を創造する人間の思考、科学を受容する人間の思考に焦点を当てることにした。この講座を通して、各自が科学を学び、科学に触れる意味を考える機会とし、科学を学び、科学に触れ、科学を進める上で、どのような態度が必要であるかを考えることを意識させた。

##### ■内容

###### 1. 「議論の練習」

自分の考えを伝えたり、相手の考えを理解したり、相手の考えをもとに自分の考えを修正したりすることにより、議論を行うための基礎トレーニングを行った。具体的には、「フェルミ推定」や倫理の問題を題材に議論の練習を行った。また、誤謬に関する講義を行った。

###### 2. 「科学のことば」、「科学とことば」

大衆の科学理解と科学の大衆理解という点で議論を行った。疑似科学の事例やSTAP細胞騒動などを題材に、市民はどの程度の科学的素養をもつ必要があるのか、どのような科学的态度を身につけておくべきなのかという「大衆の科学理解」と、科学界や科学者の側が一般の人々にどの程度の科学的理解を求め、どのような説明を市民が求めているのかを敏感につかむ、いわゆる「科学の大衆理解」の重要性を考えた。

###### 3. 「科学と社会」

人間の集合体としての社会と科学の関係を論じた。はじめに、科学が社会の在り方に影響を与えた例として、遺伝子組み換え技術、クローン技術、延命措置、原発事故、科学技術と戦争の関係などについての是非を論じ、出てきた意見を倫理的な視点と科学的な視点に分けることを行った。

###### 4. 「科学と宗教」

科学はときに、その時代の世界観を大きく転換させる発見や成果を伴い深化してきた。世界観を転換させてきたということは、人間と科学の関わりを論じるにあたり、宗教との衝突や宗教との接近を避けることができないと考え、宗教と科学の関係について、ガリレオと進化論を題材に議論を行った。

###### 5. 「科学を通した人間理解」(2月～3月)

最後に、これまでの議論のまとめとして、「人間とは何か、人間とはどのような存在か」を科学の視点から論じ、各自が科学に触れる意味を考え、最終課題とした。

##### ■検証

人間を理解するには、人間の外的世界と内的世界の両面を考察する必要があり、その両面を「科学」という側面から考え議論することにより、生徒に新たな人間観と科学観の萌芽を見ることができた。生徒の「これほど頭がもやもやする授業はこれまでになかった」という感想が印象深く、この講座を物語っていると思う。

## 講座②「つながる科学」(理科 藤野 智美)

### ■実施概要

場 所	本校 5年A組HR教室
学 級	5年選択者18名(男子11名、女子7名)

### ■ねらい

この講座は、「科学的な知識を実用化する」方法を考えることを目標として、2年目の開講となる講座である。本講座では、映画や暮らしなど、人々の文化に焦点をあて、科学との関連性が目に見える形でわからることを意識し、教科書の理論的な学習を工学的な学びへと発展させることを目標とした。なお、昨年度とは異なる取り組みとして、課題研究を班活動で実施することで議論の深化を目指すこと、加えて、やや高度な数学を用いて解析を行う活動を試みた。

### ■内容

#### 1. 「人々が愛する文化と科学のつながり 映画編」

##### ①無重力状態を撮影する手法の考察と実験的検証(4~5月)

映画「アポロ13」や、音楽プロモーションビデオの無重力状態のシーンを見せ、撮影方法を予想させた。次に、その手法で無重力状態が作り出せるかを示す実験を班ごとに考察させた。

##### ②慣性力の概念の獲得と日常生活への応用例(6月)

円運動を例に慣性力の持つ特徴について実験を通じて学ぶとともに、F1や高速道路の設計や野菜の水切りボールなど、慣性力を考慮した日常生活への応用例について考察する。

##### ③運動方程式を使った慣性力の導出(7月)

発展的な内容として、数学的なアプローチによる慣性力の概念形成を試みた。物体の運動を座標軸上にモデル化し、物体の位置情報を微分することによって、運動方程式から慣性力の存在を理論的に導く手法を学習した。

#### 2. 「安全な暮らしを支える構造」

##### ①トラス構造などの、強度の強い構造に関する探究(9月)

トラス構造などの、耐震構造について学び、校内や校外でのトラス構造の利用例を探究する。

##### ②耐震・制震・免震構造の探究(10~11月)

耐震構造をはじめとする、日本における地震対策を目的とした設計の歴史を学び、現在利用されているこれらの技術について知識を深める。なお、10月に実施された修学旅行では、台北101のダンパー構造の見学を通して、海外での実例についても紹介を行った。

##### ③地震対策の技術に関する課題研究活動および成果発表会(12~3月)

②の活動を参考に、地震対策として実際に適用されている技術をモデル化し、その有用性を検証する課題設定を課した。昨年度は個人研究を推奨していたが、課題に対する協働型の議論を目指し、3~4名による班での研究活動を行わせた。共振などの物理的作用を用いたダンパー装置の検証や、石膏ボードなどの火災予防の物性に関する実験などのテーマが扱われた。

### ■検証

実際に受講した生徒から、「映画の撮影に科学的な知識が役立つことを初めて学んだ」という感想があるように、生徒の意識が及ばない部分での科学と文化のつながりを提示できたと感じている。一方、「実際に学んだ知識を生かして、教室内で映画を撮影してみたかった」という感想も見られ、テーマ設定の工夫が必要であるとも感じた。プログラミングの活用などによって活動の幅を広げることも視野に入れたい。

## 第5節 研究ノートの作成

### ■概要

課題研究における探究活動の記録を残すために、生徒に研究ノートをもたせている。研究ノートを活用するために作成した手引きを、今年度の「課題研究 世界Ⅱ」、「SS 課題研究」において試用した。この試行版には、以下の項目が掲載されている。

1. 研究テーマの探し方
2. 研究の進め方
3. 研究成果の発表
4. 研究成果の評価
5. 実験レポートの書き方（概論と各論）
6. 化学実験を安全に行うために（詳細編）
7. 化学実験を安全に行う際のポイント
8. 有効数字について
9. 生物の飼育法
10. 報告書の書式例

今年度は、課題研究のための生徒用研究ノートの試作版に「研究内容の記録」という項目を追加し、研究ノートの改定を検討した。



### ■研究内容の記録について

#### (1) 研究記録ノートについて

- ・研究記録ノートとは研究した内容を第三者に分かるように記録として残すものである。時間が経過しても、そのときどのような条件で、どういう実験をしたのかをわかるように書かなければならない。
- ・研究ノートは普段の授業ノートのように丁寧に書くことはさほど重要でない。
- ・見栄えよりも情報をもれなく記載するようにして情報量を多くするように心がける。
- ・「再現性」をもたせること。同じ条件、同じ手順を第三者が後に再現できるように詳しく記入する。

#### (2) 実験前に書いておくこと

- ・実験を行う日付、場所
- ・実験した場所の気温、その日の天気や湿度など。
- ・実験のタイトル
- ・実験の目的：何を知りたいのか、何の結果が得たいのかを明確にする。
- ・準備物：実験で使用した道具はすべて書き込むようにする。
- ・実験手順：後に気づいたことや修正を入れられるように、行間を開けて書く。
- ・データシート：実験データをすぐに書き込めるように、あらかじめ表を作つておく。

#### (3) 実験中に書くこと

- ・実験手順の項目ごとに、気づいたこと、変更した点をメモする。
- ・実験における失敗や誤りについても、修正することなく残しておく。

#### (4) 実験後に書くこと

- ・結果の記入：数値データとともに質的変化も記述する。
- ・データの分析：グラフを使用した場合は、グラフをノートに貼る

- ・考察：実験結果から考えられることを記入する。明らかになったことや問題点などを文章で書く。
- ・次回の方針：今回の実験結果をもとに再実験、実験終了、中止などの方針を立て、記入する。

## ■実践

### (1) 4年「課題研究 世界Ⅱ」

4年生「課題研究 世界Ⅱ」では、各自が選んだテーマに関する研究を行う前に、研究記録用ノートの基本的な書式を説明した。その後、全体で共通した課題として「フックの法則」の実験を行い、上記の内容に注意しながら実際に研究ノートに記録させた。

### (2) 6年「SS 課題研究」

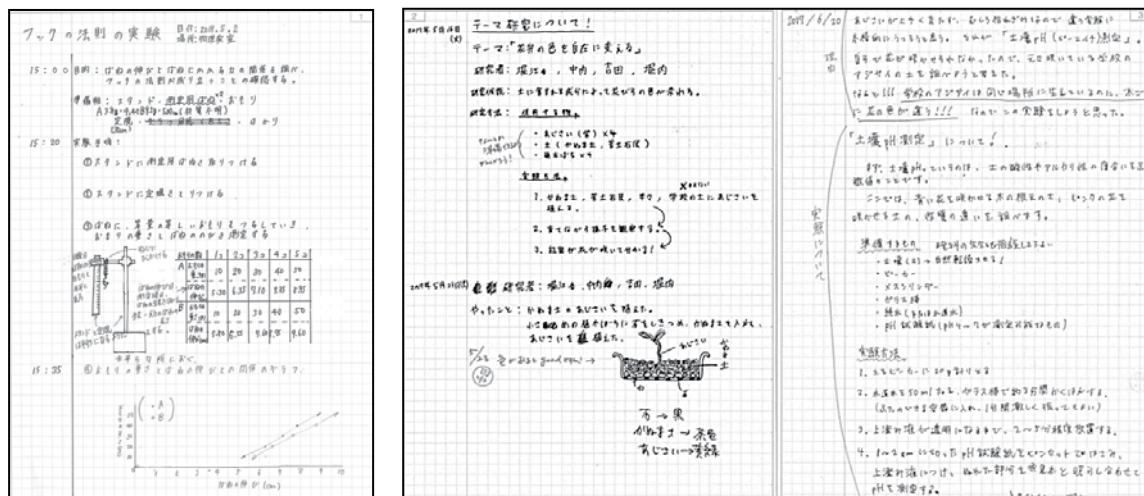
6年の「SS 課題研究」では、アドバンス講座を中心に、研究期間中は「研究ノート」に実験や観察の記録を残させ、指導教諭は適宜ノートをもとに研究進度や方向性の確認を行い、研究をサポートするようにした。

### (3) サイエンス研究会の研究

サイエンス研究会のメンバーにも研究ノートを配布し、日々の研究活動の記録を残すよう指導した。

### (4) 理科の授業における手引きの活用

研究ノートの手引きは、実験上の留意点や安全性に関する事項を含んでいるため、理科の授業における実験においても活用した。



探求世界Ⅱ 研究記録ノート例

## ■研究ノートの改定案

研究ノートの手引きの改定案について理科教員を中心に検討した。地学分野、物理分野の内容が不足しているため、低学年が研究する際に取り組みやすいテーマを選定し、掲載していきたい。また、これまでに本校のサイエンス研究会や課題研究で行われた研究や実験を、必要な実験道具や実行するためのステップなどを記載すると、生徒が研究テーマを選ぶ際の参考となると考えた。データの処理については、数学における統計の授業内容を反映させつつ、適切な統計処理ができるような内容の追加が求められる。研究発表については、ポスター発表の書式例の項目を追加し、「課題研究 世界Ⅱ」や「SS 課題研究」において、研究成果を発表する場面で活用できるようにしたい。ただし、手引きがあまりにも厚い冊子となつては、日常的に利用する際の妨げとなりえるため、それぞれの内容を簡潔かつ明快に紹介するための図式化などの工夫も取り入れていきたい。

## 第6節 サイエンス・イシューズ

### 3-6-1 授業実践

「原子の電子構造と立体図形」 増井 大二（理科・化学） 川口 慎二（数学科）

#### ■研究の目的・動機

本校ではⅢ期 SSH 指定を受けて、2017 年度より次期学習指導要領にて設定される「理数探究」に向け、理科と数学の融合授業の開発に取り組んできた。今年度は、「原子の電子構造と分子の形」を切り口として、化学における電子配置や電子軌道の概念をもとに、数学を用いて分子の形を議論する授業を行った。分子の構造を学習する際に、メタンやアンモニアは多面体構造であることを扱う。例えば、メタン分子は中心にある炭素原子をとり囲む電子対の反発する力が最小になるように配列することから、正四面体構造であると推定できる(原子価殻電子対反発モデル(VSEPR モデル))。メタンの H-C-H 間の角が  $109.5^\circ$  となることをベクトルの計算を通して理解し、幾何学的に考察したうえで、共有電子対、非共有電子対の配置から H-N-H 間、H-O-H 間の結合のようすを把握しようすることにより、分子の形に関する理解が深まると期待できる。

#### ■授業実践

##### 【授業 1】

日 時	平成 30 年 2 月 14 日(水)
場 所	本校 5 年 A 組教室
クラス	5 年代数・幾何選択者 $\alpha$ 講座 32 名(男子 17 名、女子 15 名)
授業者	川口 慎二(本校数学科教諭)

##### 本時の学習指導

正四面体の重心の位置ベクトルを求めることができる。その結果を活用して、四面体の面がなす角や辺のなす角などの計量ができる。さらに、空間ベクトルを利用して四面体をはじめとする空間図形の幾何的特徴を考察する。

##### 本時の展開

	生徒の学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 5 分	<p><u>課題 1</u></p> <p>正四面体 OABC の重心を G とするとき、<math>\angle AGB</math> の大きさはいくらだろうか。</p> <p>• <math>\angle AGB</math> のような角度が現れる例について検討する。</p>	<p>• 正四面体の重心 G に関して、定義や性質、位置ベクトルによる表現などを振り返る。</p>	
展開 1 25 分		<p>• ベクトルを用いて H-C-H 間角度について計算する。一般に、正四面体 O-ABC の重心を G とすると、</p>	<p>• 正四面体の重心を幾何的に理解し、位置ベクトルを正しく</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒が結果を発表する。</li> <li>四面体や四面体の重心の性質を調べることにより、分子についてわかることがないか検討する。</li> </ul>	$\overrightarrow{OG} = \frac{1}{4}(\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OB} + \overrightarrow{OC})$ <p>とかける。このとき、<math>\angle AGB \approx 109.5^\circ</math>と算出することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\overrightarrow{GA} + \overrightarrow{GB} + \overrightarrow{GC} + \overrightarrow{GO} = \vec{0}</math>から、メタンには極性がないことに気づく。</li> </ul>	表現する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>メタンの構造や極性について、ベクトルを用いて考察する。</li> </ul>
展開 2 30 分	<p><u>課題 2</u></p> <p>メタンは正四面体 OABC の構造になり、その重心 G の位置に炭素原子 C があり、各頂点に水素原子 H がある。これに対して、アンモニア <math>NH_3</math> の構造について考えてみよう。</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンモニアの場合の分子野形と極性について確認する。</li> <li>アンモニアのモデルとして、メタン（正四面体）の状態から、<math>GO=GA=GB=GC</math>かつ<math>\angle OGA=\angle OGB=\angle OGC</math>が大きく広がった四面体を考える。</li> <li>アンモニア <math>NH_3</math> の場合の結合角 H-N-H の大きさから、非共有電子対と共有電子対の反発が共有電子対同士の反発に比べて強いことを数値的に確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アンモニアの構造が三角錐になることを化学の知識から説明させる。</li> <li>モデル化の条件について説明する。</li> <li>グループをつくり、探究させる。</li> <li>H-N-H 間が <math>106.7^\circ</math>であると、四面体 O-ABCにおいて、<math>\angle OGA=\angle OGB=\angle OGC=112.15^\circ</math>となる。</li> <li>計算結果から、  <math display="block">\overrightarrow{OG} = 0.88(\overrightarrow{GA} + \overrightarrow{GB} + \overrightarrow{GC})</math> とわかり、<math>\overrightarrow{GA} + \overrightarrow{GB} + \overrightarrow{GC} + \overrightarrow{GO} \neq \vec{0}</math>より、アンモニアには極性があることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位置ベクトルを利用して課題の解決を図ろうとする。</li> <li>グループにおける探究活動に積極的に参加する。</li> <li>内積を駆使して課題を解決する。</li> <li>アンモニアの構造や極性について、ベクトルを用いて考察する。</li> </ul>
まとめ 10 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタン <math>CH_4</math> やアンモニア <math>NH_3</math> と比べて、水 <math>H_2O</math> の構造について考える。</li> <li>空間ベクトルを用いることで、空間図形の性質を捉えることができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタン <math>CH_4</math>（課題 1）やアンモニア <math>NH_3</math>（課題 2）に比べることにより、水 <math>H_2O</math> の場合の結合角 H-O-H の大きさから、非共有電子対同士、非共有電子対と共有電子対、共有電子対同士の反発の大きさを考察する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベクトルを用いると、結合角や極性の議論ができるることを理解する。</li> </ul>

## 【授業 2】

日 時	平成 20 年 2 月 17 日(土)
場 所	本校 多目的ホール
ク ラ ス	5 年化学選択者 α 講座 27 名(男子 13 名、女子 14 名)
授業者	増井 大二(本校理科教諭)

## 本時の学習指導

さまざまな分子について形や極性の有無を予想し、計算と描画を行う。

## 本時の展開（3コマ分、公開授業はその2コマ目）

第1時(前時)			
	生徒の学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 20分	<ul style="list-style-type: none"> <li>共有結合の極性を復習する。</li> <li>電気陰性度の違いから双極子モーメントが生じることを思い出す。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2次元表記(ルイス構造)で3次元構造を表すことを意識させる。</li> <li>原子価殻電子対反発(VSEPR)を理解させる。</li> </ul>	メタンが無極性、アンモニア・水が極性分子であることを理解する。
展開1 15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>C, N, O原子については、最外殻(L殻)において、2s, 2p<sup>3</sup>があり、これらの混成軌道から分子軌道のおおよその形がイメージする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L殻={2p, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub>, 2p<sub>z</sub>}</li> <li>sp<sup>3</sup>混成軌道 <math>=2s \pm 2p_x \pm 2p_y \pm 2p_z</math></li> <li>ベクトル和から正四面体であるとわかる。</li> </ul>	
展開2 20分	<ul style="list-style-type: none"> <li>winmostarを起動し、基本操作を身につける。</li> <li>3次元座標と分子内座標を理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクリーンで操作を確認させる。</li> <li>2次元の図を書いてから入力する。</li> <li>計算結果の全エネルギーを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子の座標をソフトウェアに入力できる。</li> </ul>
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子雲(空間充填モデル)や分子軌道を表示し、ルイス構造との関連を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入出力ファイルをエクスプローラで確認させる。</li> <li>ノーベル賞受賞歴に触れる。</li> </ul>	
第2時(本時)			
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>の形や原子軌道について考察し、PCで確かめる。</li> <li>C原子の周りの電子について考察する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「混成軌道」「σ／π結合」を説明する。sp混成、sp<sup>2</sup>混成軌道について説明し、二重結合、三重結合を整理する。</li> </ul>	
展開1 15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>O<sub>3</sub>について、構造と極性を予想し、PCで描画、計算を実行する。</li> <li>「共鳴構造」について理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子価から考えると間違いになる場合もあることを紹介する。</li> <li>構造式の書き方が複数になることがあることを確認するが、構造の安定性については深入りしない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>以前に学習した原子価の知識と、そこから広がった知識を合わせて、軌道の形を推定する。</li> </ul>
展開2 15分	<ul style="list-style-type: none"> <li>SO<sub>2</sub>について、構造と極性を予想し、PCで描画、計算を実行する。</li> <li>CO<sub>2</sub>とSO<sub>2</sub>の形が異なる理由について考察する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな原子(第3周期以降)に4配位以上の形もあり得ることに触れる。</li> <li>「電子対反発」が成り立つことを導かせる。</li> </ul>	

展開 3 15 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCl<sub>5</sub> および SF<sub>4</sub>について、構造を予想する。</li> <li>• 実際の分子の形（三方両錐形、シーソー形）を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCl<sub>5</sub> は無極性、SF<sub>4</sub> は極性分子であることをヒントにする。</li> <li>• うまく行かない場合は、初期構造の推定をやり直せる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 次元と分子内座標を使い分けて正しく初期構造を入力できる。</li> </ul>
まとめ 10 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子価が 4 までの場合と、それ以上の場合について、ともに「電子対反発則」で予想できることを確認する。</li> <li>• 「極性」、「結合エネルギー」を確認し、計算化学の利用方法に触れる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 「電子対」という概念は、あくまで共有結合をモデル化したものであるが、未知の構造を推定するためには有效であることとする。</li> <li>• 計算化学の可能性に触れておく。</li> </ul>	

### 第 3 時

導入 20 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• さらに多くの応用方法を含め、「多分子の計算」、「分子動力学」、「反応機構」など探究課題を共有する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 個別に興味のあるテーマを挙げさせ、可能な限り具体例を示す。</li> </ul>	
展開 35 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 興味ある分野で、科学計算が応用できるテーマを考え、レポートにまとめる。実行可否は問わない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生徒のリクエストに応じ、教師用 PC でインターネット検索を行い、画面を全体に表示する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 科学的トピックスへの関心を持ち、問題を設定する。</li> </ul>
まとめ 10 分	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 今回学んだことを整理する。</li> <li>• アンケートを実施する。</li> </ul>		

### ■指導助言（奈良女子大学研究院 教授 三方 裕司 先生）

分子の結合エネルギーが最低となる構造で安定することから、初期構造の違いにより、結合エネルギーが変わり、最適解の結果が変わることを体験させることを必要とした。例えば、二酸化炭素の場合において、O—C—O の角度を 10°刻みで変化させて、最適化することにより、落ち着く分子の構造を探させるなどの活動が考えられる。ローカルミニマムについての説明があったら、もっと面白くなつたのではないだろうか。

反応は、安定な方向に流れていくものであり、きわめて自然なことである。メタンの結合角が 109.5° となることを数学的に計算することにより、自然の素晴らしさを実感できる機会となったのではないかだろうか。昨今では、大学生でも空間的な視野の欠落が目立つ。分子模型を触らせるなどの取り組みはとても大切なことである。

### ■考察

今回は化学と数学の融合授業として、分子の形を化学と数学の両面から考察する授業を実施した。公開授業は、数学を活用する場面がやや乏しく感じる展開となってしまったが、前時の授業を映像公開するという新たな試みにより、理数融合のねらいについては、参加者の理解を得たのではないかと考える。

### 3-6-2 理数研究会

#### ■理数研究会について

本校では、第1期SSH以来の科学リテラシー研究の成果をふまえ、テクノロジーを利用して、事象を具体的に取り扱うことのできるカリキュラムや指導方法の研究を行っている。またグループ学習の導入など、議論・表現の能力を引き出す方法論を探求する授業研究を続けている。

昨年度より、附属中等教育学校のSSHと奈良女子大学理系女性教育開発共同機構が中心となって、中等教育における理数カリキュラムの改革を目的とした理数研究会を設置した。

#### ■目的

第Ⅲ期SSHの計画では、「サイエンス・イシューズ」という4,5年生での数学科と理科の連携授業についてカリキュラムを開発し実施する計画である。今年度の理数研究会では、奈良女子大学教員の指導・助言を受けつつ、理科と数学の融合授業の可能性について4つのテーマに分かれて継続的に研究を行った。あわせて、協働して課題解決を図る内容を取り入れた学習方法の研究についても議論を進めている。これまでの理数融合授業の開発を進めることに加えて、これまでに設計した理数融合授業を年間指導計画の中に位置づけ実践することを目指して、各グループが議論を行った。また、今年度より開講した「SS 課題研究」について、進捗状況の共有と、評価のためのループリック作成などについて全体で検討を行った。

#### ■構成メンバー

本校：理科・数学科教員

奈良女子大学理系女性教育開発共同機構：吉田信也 教授、寺内かえで 特任講師、船越紫 特任助教

#### ■成果

本年度も、実践報告会として共同機構との合同成果発表会「理数シンポジウム」(2018年2月16日)を開催することができた。本校のこれまでの理数融合授業の取り組みを報告するとともに、理科と数学科の授業においての融合の可能性や校内体制構築に向けた取り組みなどについて意見交換を行った。また、SSH成果発表会(2018年2月17日)では「原子の電子構造と空間図形」と題した、化学領域と数学領域を融合させた実験授業を公開し、その後研究協議を行った。

また、理数シンポジウムにおいては、これまで3年間に取り組んできた理数融合授業の試みについて報告した。さらに、今年度45分授業から65分授業に移行したことによる、理数の授業の変容や目指す授業像について、理科と数学科が協議した内容について報告した。加えて、参加者に3年間の理数研究会における研究から生まれた理科と数学の融合授業の教材を実施時期の事例とあわせて広く公開するとともに、校内体制の構築や求められる資質・能力を育成するための理数融合授業の在り方などについて議論を行った。最後には、本学理系女性教育開発共同機構の吉田教授から、新しい数学と物理のテキスト開発に関する報告をしていただいた。参加者からは、具体的な教材の提案や本校の校内体制の構築例などに対し、高い評価を受けた。

#### ■研究テーマと班メンバー

班	担当教員	教科	テーマ
1	守本・山上・横	物理・数学	物理と数学の融合授業、地学と数学の融合授業
2	川口・増井・松浦	数学・化学	化学と数学の融合授業
3	河合・櫻井・松原	数学・生物	生物と数学の融合授業
4	佐藤・田中・藤野	数・情・物	情報と科学(プログラミング教育)

## ■理数研究会開催日時と議題

回	開催日	議題
第1回	4/24(月)	1. 研究方針の確認 2. 今年度の研究テーマの設定
第2回	5/22(月)	1. 各班でテーマおよび実施計画について議論 2. 「サイエンス・ベースキャンプ」実施計画に関する協議
第3回	6/12(月)	1. 各班でテーマについて議論 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議
第4回	7/4(火)	1. 各班でテーマについて議論し、進捗状況を発表 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議
第5回	9/25(月)	1. 各班でテーマについて議論し、進捗状況を発表 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議 3. 「SS課題研究」についての報告と検討
第6回	10/30(月)	1. 課題研究の進捗状況の確認と評価に関する議論 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議
第7回	11/27(月)	1. 課題研究の評価に関する議論 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議
第8回	12/11(月)	1. 化学と数学の融合授業に関する討議 2. 今年度理数シンポジウム、公開授業に関する協議
第9回	1/23(火)	1. 化学と数学の融合授業の指導案の検討 2. 理数シンポジウムの確認 3. 公開研究会全体に関する確認
第10回	2/26(月)	1. 理数シンポジウム、公開授業についての総括 2. サイエンス・イシューズのカリキュラム化に関する議論 3. 本年度の総括と次年度の計画



理数研究会のようす

## ■次年度以降の課題

これまでの3年間に、初年度は「生物と数学」、2年目は「物理と数学」、そして今年度は「化学と数学」という形で、理数融合授業の提案を行うことができた。また、今年度の年間計画における理数融合授業の配置により、担当者に依らず継続的に理数融合授業を実施できる状態となつた。今後は、さらに理科と数学のカリキュラム全体を見渡し、効果的な単元の配置や整理・統合を図るとともに、融合授業の効果的な設置を考えていく必要がある。

## 第7節 サイエンス研究会に対する支援と指導

### 3-7-1 サイエンス研究会の指導

#### (1) 数学班の今年度の活動

##### ■主な研究テーマ

- ・「グラフ理論とその応用」(5年生1名)
- ・「隣接4項間漸化式について」(5年生1名)
- ・「魔方陣に関する考察」(5年生1名)
- ・「フェルマーの小定理に関する考察」(5年生1名)
- ・「約数の総和に関する考察」(5年生1名)
- ・「数学オリンピック問題の一般化」(5年生3名)
- ・「三角形の垂心とトロコイド」(5年生1名)
- ・「カブレカ一変換に関する考察」(6年生1名)

##### ■発表活動・交流活動

- ・7月8日(土) 本校オープンスクールにおいて、算数・数学の楽しさを小学生に伝えるためのブース発表を行った。
- ・8月3日(木) 数学選手権の予選に参加した。
- ・8月9日(水)～10日(木) SSH 全国生徒研究発表会に本校代表として、「三角形の垂心とトロコイド」の発表を行い、科学技術振興機構理事長賞を受賞した。
- ・8月27日(土) 大阪府立大手前高等学校主催の「マス・フェスタ」において口頭発表、ポスター発表を行った。
- ・10月14日(土) 名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校数学研究会を招待し、研究交流会を開催した。
- ・11月13日(火)～17日(金) 国際交流事業 ISSS に参加し、ベトナム国家大学ハノイ校自然科学大学附属英才高校(HSGS)を訪問し、研究発表を行った。
- ・1月8日(月) 日本数学オリンピック予選に参加した。
- ・2月17日(土) 本校公開研究会において、口頭発表、ポスター発表を行った。
- ・3月17日(土) 本校数学班12名が名古屋大学文学部附属中学校・高等学校を訪問した。

発表会には積極的に参加し、発表スキルの向上を図るとともに、聴衆からの有意義なコメントを研究内容に反映させるよう努めた。

##### ■日々の活動

今年度の数学班は、5年生が中心となって日々の活動を行っている。また、低学年の参加者が増加している。低学年は、各自の興味・関心に基づいて、数学に関する書籍を読み、基礎知識の習得と問い合わせを見つけ出す練習を行っている。その中から適当な研究テーマを見つけることが課題である。また、ジュニア数学オリンピックにも参加している。

数学班の研究テーマは各自で積極的に研究活動を進めている。また今年度も、オリジナルの問題を作成し、オープンスクールや学園祭、他校との交流会などの機会に披露するなど、数学の問題を考える楽しみを伝える活動に力を注いだ。また、数学オリンピックや数学選手権への参加者も増えており、今年度も数学オリンピック本選出場者を輩出した。

## (2) 物理班の今年度の活動

### ■ 主な研究テーマ

- ・「身近な物を使って時を刻む装置を作る～10秒を刻む仕組みを考える～」(2年生4名)
- ・「画像認識システムの開発」(3年生3名)
- ・「心地よい音作り」(4年生1名)
- ・「あなたの毎日をサポートするヘルスケア腕時計」(5年生1名)
- ・「建造物の強度に関する研究」(5年生2名)
- ・「ドローンの製作」(6年生1名)

### ■ 発表活動

- ・6月17日(土) 本校SSH校内研究発表会において、口頭発表およびポスター発表を実施
- ・7月8日(土) 本校オープンスクールにおいて、電磁誘導を利用したサイエンスショーを実施
- ・10月28日(土)まほろば・けいはんなSSHサイエンスフェスティバルにおいてポスター発表を実施
- ・2月17日(日) 本校公開研究会において、ポスター発表を実施

今年度の発表活動では、3年生の生徒による口頭発表や日本学生科学賞への応募など、前期課程を中心に発表活動の拡大に努めた印象がある。このような機会を目標とすることは、研究活動に一定の緊張感を与え、研究内容の深化を推進する良い動機づけになったと考える。一方、学生科学賞への応募など公の場に提出する論文作成を通して、データの収集精度に改善が必要となる点も見られた。加えて、先行研究について深く探索し、類似点と相違点を細かく検討することの重要性も実感できた。学生科学賞の審査員の方からの講評を通して、校内での活動のみでは得られないより専門的な視点での研究評価を得られた印象があり、次年度以降もこれらの活動を推進したいと考える。

### ■ 日々の活動

今年度の物理班の活動には、以下の2つの特徴が挙げられる。

#### ①低学年の活動へのアプローチ

今年度、物理班には新たに1年生約20名、2年生7名が入部した。特に2年生は、女子生徒が3名入部し、プログラミングの基礎を学んでいる。他の部活動との兼部のため活動の機会は少ないが、定期的な活動を促し、物理班での研究活動を女子生徒に推奨する機会としたい。

1年生の指導においては、新たな取り組みとして、研究活動の基礎スキルの獲得を目指した共通のワークショップを計画し、7月にプログラミングのワークショップ、2月に基礎物理の実験に関するワークショップを開催した。この活動を通して、新入部員増加に伴う指導時間の確保を模索したい。今年度は活動回数がやや少ない印象であったため、次年度以降の運営の課題としたい。

#### ②高学年の活動へのアプローチ

今年度より、6年理系の新設科目「SS課題研究」が開講された。物理班の6年生は、この授業時間を利用して、週に1コマ(65分)の研究時間が保証され、半年間をかけて自身の研究成果をまとめることができた。6年生で課題研究を実施したことでの数学的な知識を用いた考察が可能となり、モーターの回転角の制御の精度が向上していた。授業時間に組み込むことで、定期的な研究時間が確保されること、および指導教員との相談の機会が増えたことが利点であると感じる。

### (3) 化学班の今年度の活動

#### ■ 主な研究テーマ

- ・「大気中の化学汚染物質測定法の研究」(5年生2名)
- ・「ヒドロキシアパタイトへの有機化合物吸着実験」(5年生1名)
- ・「チョークから様々なカルシウム化合物の合成」(4年生1名)
- ・「糖類の判別実験」(3年生1名)
- ・「様々な合成染料による羊毛の染色」(3年生1名)
- ・「デンプンの加水分解」(1年生1名)

#### ■ 発表活動

- ・9月16日(土)、18日(月) 本校学園祭において、化学班活動紹介を行った。
- ・10月28日(土) まほろば・けいはんなサイエンスフェスティバルにおいてポスター発表を行った。
- ・12月25日(月) 第34回高等学校・中学校化学研究発表会(日本化学会近畿支部)において口頭発表を行い、奨励賞を受賞した。
- ・2月17日(土) 本校公開研究会において、ポスター発表を行った。
- ・3月10日(土)、11日(日) 高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業において優秀校に選定され、成果発表会(東京大学)において口頭発表を行い、最優秀賞を受賞した。

#### ■ 日々の活動

現在、1~5年生の計10名が活動しており、今年度着任した化学教諭が研究指導を行った。すべての生徒が今年度より新規の研究テーマに取り組んでいる。年度当初には、新入部員を中心に、化学の基礎知識や実験手法の習得を兼ねた練習実験を行った。

今年度に外部発表を行うことができた研究について、5年生2名が取り組む「大気中の化学汚染物質の開発」は、特定非営利活動法人研究実験施設・環境安全教育研究会の「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」の支援研究に指定されており、模擬大気中のオゾン濃度測定法の検討を行うことができた。3年生1名が取り組む「糖類の判別実験」では、さまざまなお実験をきれいに整理された手法により判別できるものとできないものを明確するなど、論理的に研究を進めることができた。

化学班内での合同ディスカッションを行う機会により、低学年の生徒が高学年の生徒に対して質問する機会や、逆に高学年から低学年へ研究を伝承することができた。これにより、上級生は今までの知識・技能をより深化・発展させ、指導力・発信力を高めることができ、下級生は研究活動を実際に行った先輩から直接、知識・技能を習得でき、理解を深めることができた。

生徒の大半は、運動部や学園祭等校内の諸活動と兼ねているため、充分な研究時間を確保しているとはいえない。しかし、それぞれの生徒が成果を上げており、研究に対する自信を深める一年になった。

#### (4) 生物班の今年度の活動

##### ■主な研究テーマ

- ・「粘菌迷路」(1年生1名)
- ・「カエルの生態」(2年生2名)
- ・「トマトの細胞培養」(2年生3名)
- ・「微生物発電」(2年生1名)
- ・「動物の学習行動」(4年生1名)
- ・「粘菌の走性を利用したがん細胞の発見をめざして」(5年生1名)
- ・「ショウジョウバエの餌の研究」(5年生1名)
- ・「マツタケの人工培養を目指して」(6年生1名、4年生1名)
- ・「植物の生育環境条件の検討」(6年生1名)
- ・「植物の葉序の規則性」(6年生1名)

##### ■発表活動

- ・6月17日(土) 本校SSH研究発表において、口頭発表およびポスター発表を実施した。
- ・7月8日(土) 本校オープンスクールにおいて、ポスター発表を実施した。
- ・2月17日(土) 本校公開研究会において、ポスター発表を実施した。

今年度の発表活動は校内実施のものだけとなってしまった。これは、1、2年生と6年生が多く、1、2年生はまだ発表するまでに研究が至っておらず、また6年生は研究の集大成としてコンテストへ挑戦する方向で研究のまとめに取り組んだためである。発表活動は、研究をまとめるために効果的であり、また他者から新たな研究の見方を得られる機会になるため、研究活動をより活発化させることにつながると考えられる。よって来年度は、精力的に取り組ませたいと考えている。

##### ■日々の活動

今までの生物班は、同じ研究テーマを上級生と下級生が共同で進める研究スタイルが多かった。そのため、実験室の使い方をはじめ、実験操作や研究への取り組み方など、上級生が下級生に教えることが可能であった。しかし今年度は、前期課程生が自らのテーマを打ち出し研究に取り組みたいと希望したため、2人の教師では全ての活動を常に指導することは難しくなった。そこで、大学院生に週2回実験操作のサポートを依頼し、実験活動が安全に行えるような体制をとることにした。具体的には、実験の方法や研究の方針は教師とともに組み立て、実際に教師が実験を一緒に出来ない時には、大学院生にサポートしてもらった。この体制をとることにより、研究材料である生物の飼育・管理を継続的に行うことができ、実験をスムーズに進めることができるようになった。

生物班に所属し研究したいと希望する生徒が、今年度は5年生に見られた。これは、4年生での「課題研究 世界II」の課題研究を継続したいと希望したためである。もともと自分で課題を見つけ探求していくことが好きだった生徒だが、「課題研究 世界II」をきっかけに研究を始めることができたようである。カリキュラムに体系的に課題研究を取り入れた効果であると考えられる。しかし、一方で放課後の生物教室と生物器具室が、サイエンス研究会の生徒、「課題研究 世界II」の生徒そして「SS課題研究」の生徒が常に混ざって実験を行っており、混沌とした状況であった。生物を研究材料とすると、決まった時間に実験が出来るわけではないため、授業として設定された時間内で行うことは難しい。今年度は、TAである大学院生のサポートがあったからこそ、これだけの生徒の対応を行うことが出来たのではないかと感じている。しかし、生徒たちは互いの研究や実験に興味をもち、ディスカッションしながら自らの実験を行っており、良い刺激を得ていたようである。

## (5) 地学班の研究活動

### ■主な研究テーマ

- ・「レンズの収差に関する研究」(3年2名)

### ■発表活動

- ・6月17日(土) 本校SSH校内研究発表会において口頭発表およびポスター発表を実施した。
- ・7月8日(土) 本校オープンスクールにおいて活動報告会を実施した。
- ・10月28日(土)まほろば・けいはんなSSHサイエンスフェスティバルにおいてポスター発表を実施した。
- ・2月17日(日) 本校公開研究会において、ポスター発表を実施した。

校内研究発表会において初めての口頭発表に取り組んだ。口頭発表への準備に向けて、データの収集や測定精度の向上化に意識的に取り組んだ。収集したデータの整理やグラフによる理論値と実験値の検証など、データ解析および発表資料の作成における経験を積むことができたと考える。

### ■日々の活動

今年度の地学班の活動では、昨年度の研究テーマをさらに焦点化し、レンズの収差に注目した研究活動を行った。この研究の動機には、昨年度のレンズの像に関する研究において、レンズを2枚以上重ねるごとに「像のぼやけ」が増大した経験がある。この仕組みを解明すべく、レンズの色収差や球面収差の解明に取り組んだ。レンズに対する入射光をミリ単位で変化させることで一定数のデータを得ることができ、収差の傾向を捉えることはできた。一方、レンズの極率とレーザーの集光の幅の関係から、手作業による測定には限界が見られることも把握できること、さらには、既存の光学機器が利用している組み合わせレンズなどが作成しにくい点をふまえ、テーマの再考を含め検討したい。

## 3-7-2 イノベーター・キャンプ

### ■仮説

サイエンス研究会の活動を通じて、多分野融合研究において、自ら課題やプロジェクトを設定し、多様な他者を組織して、新たな研究領域を切り開く能力を持ったリーダーとしてのイノベーターが育成できるという仮説のもと、第1年次よりサイエンス研究会の生徒を対象とした「イノベーター・キャンプ」を放課後や休業期間に開催してきた。この取り組みでは、多分野融合研究を意識し、異文化・異分野間の議論を行う科学的態度や姿勢を身に付けることを目的とした活動を取り入れている。

### ■実践

今年度は、以下の年間計画に従って、イノベーター・キャンプを実施した。全11回のプログラムを計画し、サイエンス研究会を対象として開催した。昨年度から引き続き新入生対象の体験講座の充実、及び、低学年、高学年の両方で活動の機会を設けた点が特徴である。なお、⑤「サイエンス海の学校」、⑥「サイエンス・ベースキャンプ」、⑨「ベトナムISSS」については後節にて詳細を報告する。

回	内容	実施日	対象
①	新入生体験講座		
	・全体説明、地学班の体験	5/19(金)放課後	1年生 33名
	・物理班・生物班の体験	5/26(金)放課後	1年生 30名
	・数学班・化学班の体験	6/9(金)放課後	1年生 16名

②	校内発表会に向けたプレゼンテーション入門	5/23(火)放課後	3年以上希望者 12名
③	校内発表会	6/17(土)午後	サイエンス研究会全員
④	SSH 生徒研究発表会（全国大会） (神戸国際展示場)	8/9(水)～10(木)	全国大会参加者
	サイエンス海の学校	8/8(火)～10(木)	1, 2年希望者 20名
⑤	(京都大学フィールド科学教育センター附属瀬戸臨海実験所)	<2泊3日>	引率2名、TA 1名
⑥	サイエンス・ベースキャンプ	事前学習 8/25(金) 8/28(月), 29(火)	2～5年希望者 24名
⑦	サクラサイエンスキャンプ	9/1(金)～7(木)	国際交流プログラム参加者
⑧	名古屋大学附属中学校・高等学校数学研究会との交流会	10/14(土)、3/17(土)	数学班
⑨	ベトナム ISSS	11/13(月)～17(金)	4, 5年生 5名、引率2名
⑩	公開研究会でのポスター発表	2/17(土)	2～5年生発表者 20名
⑪	ポスター作成研修会	3月(春季休業中)	2～4年生希望者 20名

新入生向け体験講座では、サイエンス研究会各班（数学・物理・化学・生物・地学班）の部員による研究紹介や器具等を用いた実験、プログラミング実習を行った。これにより、科学に対する興味関心を高めるとともに、幅広い分野に関心を持つ姿勢を育ませることができた。

### ■評価

イノベーター・キャンプ 3年目の取り組みとして、年間計 11回のプログラムを計画・実施した。これらのプログラムを通して、次の 2つの成果が挙げられる。

#### ①低学年層への参加機会の拡大

これまでの課題であった低学年層への参加の拡大については、新入生向け体験講座の複数回実施や各プログラムの対象学年の拡大させることで対応した。また、研究活動を積極的に行う低学年生徒も増え、例えば、10月に開催された「まほろば・けいはんな SSH サイエンスフェスティバル」（奈良、京都の SSH 指定校等が発表）では、2, 3年生が主体となり発表し、他校の生徒とも交流する等、新たな生徒の育成につなげることができた。

#### ②多分野融合の視点の育成と共同研究の機会の拡大

生徒たちによる共同研究を重視し、ベースキャンプなどの研修を行う中で普段の活動班を超えた他分野融合の環境を整えることができた。例えば、ものづくりやプログラミングを通じた生徒間でのアイデアの共有等、幅広い分野に関心をもつ姿勢を身に着けさせることができた。ISSS における海外生徒との共同作業、共同研究の取り組みにおいては、トップレベルの生徒と共に課題に取り組むことで自身の見地を高めることができた。

次年度も、各プログラムの内容や展開の改善を図るとともに、プログラム自体の充実を目指していくたい。また、サイエンス研究会の多分野間の交流をさらに促進する新規プログラムについても検討していきたい。

### 3-7-3 サイエンス・ベースキャンプ

#### ■概要

日時	2017年8月28日(月) 12:00~17:00 2017年8月29日(火) 9:00~17:00 事前学習 8月25日(金) 13:00~15:00
場所	本校物理教室、PC教室
参加者	サイエンス研究会24名 (2年生13名、3年生8名、4年生2名、5年生1名／男子17名、女子7名)
テーマ	プログラミングを使ったサービス内容を考えよう —Amazon ダッシュボタンを使ってできること—
講師	講師：野間 春生（立命館大学情報理工学部メディア情報学科教授） 講師：松村 耕平（立命館大学情報理工学部メディア情報学科助教授） TA：学生8名(卒業生5名 本校サイエンス研究会出身者など) 本校教員：4名
目標	異分野を研究する生徒が協働で課題解決にあたることで、普段とは異なる視点や考え方を見出すことを目指し、次の5つの目標を設定している。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・課題をさまざまな方向から考えようとする。</li> <li>・自分の考えや発想を積極的に提案する。</li> <li>・他者の考えをしっかり聞き、質問や意見ができる。</li> <li>・メンバーそれぞれの強みや得意分野、思考パターンを組み合わせ課題の解決を図る。</li> <li>・プログラミングの基本を身に付ける。</li> </ul>

#### ■日程

8月28日(月)		8月29日(火)	
12:00	物理教室集合	9:00	PC2集合
	開会式、講師、TA紹介		制作①
	アイスブレイク(マシュマロ・チャレンジ)	12:00	昼食(食堂)
	PC2に移動 2グループに分かれて講義 講義① プログラミングに関する内容 講義② センサーの扱い方に関する内容	13:00	制作②
		14:30	発表準備
		16:00	発表
		17:00	閉会式、振り返り
16:00	Amazon ダッシュボタンを用いたサービスの開発に関するアイデアの相談		
17:00	終了、解散		

#### ■活動内容

##### (1) アイスブレイク(マシュマロ・チャレンジ)

乾麺のパスタ、テープ、ひも、マシュマロを使って自立可能なタワーをできる限り高く作る方法を班別に模索した。各班で強度の強い構造に関する議論がなされ、さまざまなアイデアが出された。

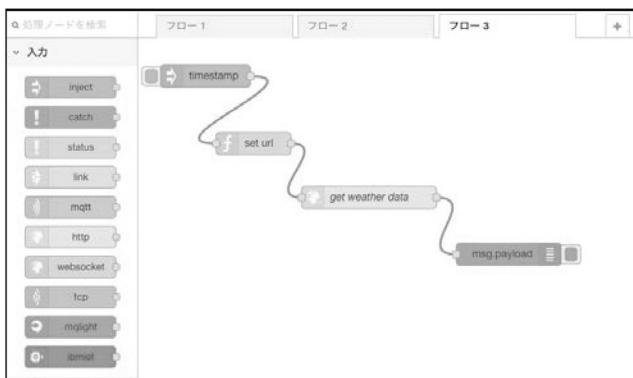
## (2) プログラミング実習

### ① 使用ツール

Amazon ダッシュボタンとよばれる、ボタンを押すと Wi-Fi を経由して Amazon のサーバーに事前設定した商品を注文できる小型端末を用いて実習を行った。プログラミングには、Node-Red とよばれるオープンソースソフトウェアを用い、「Web サイトから情報を取ってくる」、「メールを送信する」などの指示ができる「ノード」を組み合わせることでプログラムを作成した。

### ② 課題

Amazon ダッシュボタンを用いてセンサーや家電を操作することで、日常生活を便利にするシステムの開発を目標とした。ダッシュボタンを押す動作を、「センサーで測定する」、「扇風機を ON にする」などの目的に応じた動きに連動させるためのプログラムを、Node-Red を用いて構築した。



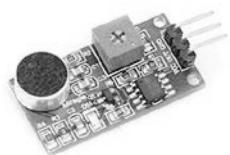
Node-Red

ダッシュボタン



Node-Red

センサー



### ③ 各班のアイデア

各班から出された装置のアイデアを以下に示す。

1 班	動体検知センサーを用いて猫を検出し、ベルを鳴らして追い払う装置
2 班	温度・湿度にセンサーが反応し、自動的に起動する扇風機
3 班	音センサーと水滴センサーを用いて、止めるのに苦労する目覚まし時計
4 班	光センサーで姿勢を感知し、自動的にベルが鳴る椅子
5 班	人感センサーを使って、部屋の前に人が来ると通知されるサービス
6 班	温度センサーを用いて、自動的に植物に水やりができる装置
7 班	ダッシュボタンを押さないと止められない目覚まし時計
8 班	ダッシュボタンを押すと、その部屋が使用可能かどうかメールで確認できるサービス

## ■ アンケート結果と生徒の感想（抜粋）

僕は、今回のプログラミングを通して、プロジェクトや話し合いの進め方を学びました。グループの中で TA の先生の話の進め方や状況の整理を通じて、工夫の仕方や話し合うべきタイミングを知ることができました。また、実際のプログラミングではグループワークを主体とした内容で楽しく進めることができました。最初はどんな機能かも分からぬソフトウェアやハードウェアも、班員と相談していくうちに理解できるようになりました。発表では、他の班の研究の進め方、発表の仕方や自分たちでは思いつかない考え方にもふれることができました。（2年男子 プログラミング初心者）

### 3-7-4 サイエンス海の学校

#### ■実施概要

日 時	2017年8月8日(火)～8月10日(木)
場 所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺(京都大学瀬戸臨海実験所およびその周辺)
講 師	朝倉 彰氏、久保田 信氏 (京都大学フィールド科学教育研究センター瀬戸臨海実験所)
参加人数	生徒20名(1年生6名、2年生14名)、教員2名、TA1名、看護師1名

#### ■講座内容

##### (1) 事前学習

目的意識を高め、実習が充実するように、自然に関するレポートを課した。

##### (2) 現地での実習

1日目は、砂浜での漂着物の調査を行った。講師の久保田先生から漂着物に関する説明を受けた後、砂浜で漂着物を採集し、各班でテーマを決めて調査を行った。

2日目は、午前中は水族館見学と、磯での臨海実習を行った。磯では、ヤドカリ・ウニ・エビ・小魚などを採集した。午後には、採集生物の詳細な観察および解剖等を実験室で行った。

3日目は、ホテルにて実習のまとめとミニ発表会を行った。どの班も協力して実習成果を模造紙にまとめ、発表することができていた。



水族館での説明の様子



磯での臨海実習



採集生物を使っての調査

#### ■各班の研究テーマ

1班「生物の自己防衛」

2班「タカラガイとアメフラシの体の構造」

3班「なぜゴンズイは消えたのか?」

4班「浅瀬に住む生物の実態」

#### ■生徒の感想（原文より引用）

- ・普段生活している中で、海の生物だけについて調べることがなかったので、こういう機会は良かったと思います。(1年男子)
- ・タカラガイ(漂着物)について今回やったので、様々な貝を比較しながら貝の構造を考えられた。名前がどれかと断定することの難しさもわかった。(2年女子)
- ・3日間、この合宿の名でもある「海の学校」通り、海のことについて触れることが出来て良かった。磯散策などで、海辺に生息している生物、また前日の台風の影響で流れついたものなどを拾い、どんな種類なのかを自分たちで図鑑などを使い、調べたりするのがとても楽しかった。(2年男子)

#### ■担当者所見

今年度は、台風の影響で、1日目に予定していた磯散策を急遽2日目に変更しプログラムを行ったため、生物採集から観察・調査・まとめ・発表までが非常にタイトなスケジュールとなってしまったが、参加した生徒は限られた時間の中で集中して取り組むことができていた。

来年度以降は、実施方法や実施時期などを見直し、さらに充実した実習としていきたい。

## 第8節 國際交流 ベトナムISSS

### ■実施概要

日 時	2017年11月13日(月)～11月17日(金)
場 所	ベトナム国家大学ハノイ校自然科学大学附属英才高校 (HSGS)
参加人数	生徒5名(4年生2名、5年生3名／男子4名、女子1名)、教員2名

### ■目的

HSGSは、ベトナム国内でも理数に特化した英才教育を行い、国際科学オリンピックにおいて、多数のメダリストを輩出している。HSGSと交流(授業体験、科学オリンピック研修会への参加、数学に関する合同での探究活動)を行うことで、世界的な視野で活躍する科学的な人材の育成をめざす。

### ■日程

11月13日(月) AM	近鉄奈良駅集合 関西国際空港からベトナム(ノイバイ国際空港)へ
PM	ハノイ市内散策、Welcome party
11月14日(火) AM	解析(三角関数)の授業に参加(Algebra class) HSGSで昼食
PM	数学オリンピックの授業に参加(Olympiad Math's Class) HSGSとの会食
11月15日(水) AM	数学オリンピックの授業に参加(Olympiad Math's Class) HSGSで昼食
PM	ハノイ国立博物館見学 HSGSとの会食
11月16日(木) AM	生徒研究交流(Students' Math's Exploration) 教師学校紹介(Conference for Olympiad Math's Teaching) 数学オリンピックの授業に参加(Olympiad Math's Class) HSGSで昼食
PM	パナソニッククリスピア見学 Farewell party
11月17日(金) AM	ノイバイ国際空港から関西国際空港へ

### ■実施内容

昨年度に引き続き、HSGSとの交流は2回目となる。今回、授業に参加したのは、一般的の生徒を対象とした数学の授業と、国際数学オリンピックのベトナム代表選抜者対象の授業であった。前者の授業は三角関数の導入であったが、いわゆる「講義中心」の授業であった。授業のペースは非常に速く、最後に比較的難易度の高い問題が提示されたが、HSGSの生徒は簡単に解いていたのが印象的であった。

また、オリンピッククラスの授業では、最初に教師が問題（次頁参照）を数問与え、生徒たちはじっくりと解くという内容であった。優しい問題もあったが、ほとんどの問題は日本の高校における学習内容をはるかに超える難度であったため、本校生徒は苦戦していた。

4日目の研究交流では、本校生徒の研究発表を行った。HSGSの生徒たちは大変興味深く聞いており、発表の後に多くの質問が飛び交っていた。言語は異なっても、数学に対する情熱は万国共通であることを実感することができた。

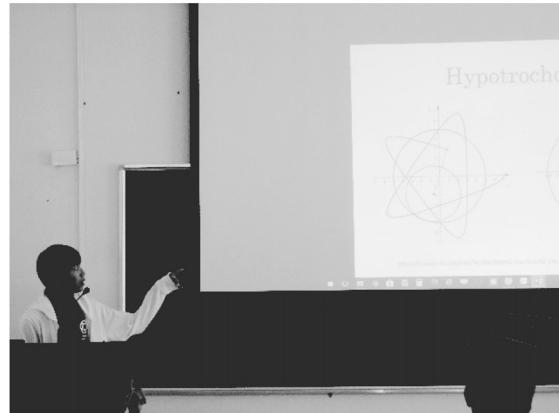
### 数列の問題

**Bài 1.** Let  $k$  is a integer, the sequence  $(a_n)$  defined by  $a_0 = 1$  and  $a_n = kn + (-1)^n a_{n-1}$  for all  $n \geq 1$ .

Find all values of  $k$  such that 2018 belong to this sequence.

**Bài 2.** Let the sequence  $(a_n)$  defined by  $a_0 = a_1 = a_2 = a_3 = 1$  and  $a_n a_{n-4} = a_{n-1} a_{n-3} + a_{n-2}^2$ . Prove that

$a_n$  is integer for all  $n$ .



### ■今後の課題

今回参加した生徒のなかには、昨年度に引き続き参加した生徒があり、その生徒は今年の数学オリンピックで2年連続本選出場を果たすなど、一定の成果は出ている。ただ、オリンピックコースの授業内容があまりにも高度であるため、授業についていけない生徒がいたことも事実である。今後は、一般生徒向けの授業への参加を増やしていくたいと考えている。また、今回の海外研修では、HSGSの滞在期間は3日間であったため、あまり多くの授業に参加できなかった。さまざまな授業を受けることができるよう、期間を延ばすことも検討していきたい。

## 第9節 高大接続

### 3-9-1 講演会の記録

#### ■サイエンス基礎講座

テーマ	スポーツ科学入門
日 時	2017年7月6日(木) 13:35~15:45
場 所	奈良県文化会館 国際ホール
講 師	中田 大貴氏 (奈良女子大学生活環境学部心身健康学科 准教授)
参加人数	生徒 720名(1年生~6年生)、保護者 29名
構 成	講演会・質疑応答



#### 講演概要

一流スポーツ選手と呼ばれる人たちは、幼少の頃から突出した運動パフォーマンスを見せ、レギュラーに選ばれて活躍する機会が多かつたため、様々な練習や試合経験を積むことができ、同時にその経験が自信につながっていた、と考えられる。しかし、その一部の一流選手たちが持つとされる才能は、「相対的年齢効果(生まれ月)」に関係していることが明らかになってきた。また、足が生まれつき遅い人はいない。遅いのは、ただ単に走り方が悪いだけである。走り方を修正するだけで、誰でも足が速くなる。「本当のスポーツの才能」とは何なの

#### ■サイエンス先端講座

テーマ	コンピュータと人間が創る世界
日 時	2017年12月14日(木) 13:35~15:40
場 所	奈良女子大学講堂
講 師	松村 耕平氏 (立命館大学情報理工学部 助教)
参加人数	生徒 720名(1年生~6年生)
構 成	講演会・質疑応答



#### 講演概要

わたしの研究分野はヒューマンコンピュータインタラクションという、コンピュータと人間の関係性について考える分野です。コンピュータに限らず、新しい技術が人間社会にもたらされるときに、それは私たちにとってどういう影響を与えるのか、あるいは、社会にとってはどうか、ということを「新しい道具」や「新しいインターフェース」を実際に作ってみて、それを使う人間や社会を観察・調査することによって調べます。その中でも特にわたしは、状況に埋め込まれている知識を{活用した、活用するため}の「新しい道具」をつくっています。

#### ■サイエンス先端講座

テーマ	ポジティブ錯覚
日 時	2018年3月10日(木) 13:30~16:30
場 所	本校多目的ホール
講 師	山田 真希子氏 (量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所脳機能イメージング研究部)
構 成	講演会・質疑応答

### 3-9-2 奈良女子大学研究室訪問の記録

#### ■実施概要

日 時	2017年12月21日(木) 9:30~12:00
場 所	奈良女子大学 理学部・生活環境学部
参加者	生徒59名(1年生41名、2年生18名)、引率教員4名
構 成	1. 全体(奈良女子大学附属中等教育学校副校長挨拶) 2. 1時間目(50分)の研究室訪問 3. 2時間目(50分)の研究室訪問

#### ■実施内容

前期課程1, 2年対象のプログラムである。各研究室で、さまざまな実験装置や大学にしかない施設・設備を見学し、実際に研究者から研究内容を聞き、理数・生活環境に関する研究の面白さ、素晴らしさを体験する。事前に生徒から訪問したい研究室の希望を調査し、人数調整のうえ、訪問する研究室を決めている。50分の2時間を設定して、2つの研究室を訪問することができる。

学部	対応領域	研究室	実施教室等	10:00~10:50	11:00~11:50
理学部	数学	嶽村研究室	C棟4階数学科 大講義室	10	6
	物理学	放射線研究室(小川・石井)	F501大学院演習室		10
		ハドロン原子核理論研究室(比連崎・永廣)	F501大学院演習室	10	
	化学	生物無機化学研究室(高島)	C227	10	
		理論物理化学研究室(衣川)	新B1208		9
	生物科学	酒井研究室	G208/209	9	
		片野研究室	G208/209		10
生活環境学部	環境科学	瀬戸研究室	G210		4
	食物栄養学科	公衆栄養学研究室(高地)	D204	—	6
	心身健康学科	スポーツ心理学・認知神経科学研究室(中田)	D402	8	6
	情報衣環境学科	ライフコンピューティング研究室(城)	E353	7	4
	住環境学科	都市計画・地域計画学研究室(中山)	E416	5	4

#### ■生徒のアンケート結果 研究室訪問の後、生徒に次の(1)~(3)の質問をした。

(1) 今回この研究室訪問に参加したきっかけは何ですか。		(2) 参加してよかったです	
① 家族にすすめられたから	25名	① よかった	53名
② 先生にすすめられたから	1名	② なんとなくよかった	4名
③ 友達が参加するから	4名	③ 少しつまらなかつた	0名
④ なんとなくおもしろそうだと思ったから	15名	④ つまらなかつた	0名
⑤ ポスターや案内プリント等から興味をもった	9名		
⑥ その他	3名		

(3) 参加してどのような事を考えましたか。感想や意見を書いてください。(一部抜粋)

- これまで大学の研究というと「専門的で趣味の世界」というイメージがあったが、すべてよりよい社会の発展につながっているのだと思った。社会に貢献できる人になるため、じぶんにできること(自分の知識・世界を広めること、社会に興味を持つ)をしっかりしていきたい。
- 数学がおもしろかったので、将来は理系に進みたいと思った。
- 普段当たり前であることが、理論で説明できたりすることがおもしろかった。とても難しくて、なかなか理解できなかったけど、楽しめました。

#### ■考察

ほとんどの参加者が「よかったです」と回答しており、参加生徒の満足度が例年同様大変高い。特に、「難しかったけどおもしろかった」という意見が多く、専門的な知識を学び、学問の世界への興味・関心を高めているように思われる。

## 第10節 運営指導委員会記録

実施日	2017年10月11日(水) 14:00~16:00
対象	第1回運営指導委員会
出席	郷上 佳孝(佐藤薬品工業株式会社) 宮川 さとみ(大阪大学大学院医学系研究科) 野間 春生(立命館大学情報理工学部) 長田 真範(奈良県教育委員会事務局) —学内委員— 山下 靖(奈良女子大学理学部) 吉田 信也(奈良女子大学全学共通・理系女性教育開発共同機構) 寺内 かえで(奈良女子大学理系女性教育開発共同機構)
構成	①今年度のSSHの取り組みについて ②サイエンス研究会活動報告 ③課題研究を中心とした探究活動について

### ■概要説明

今年度は6年理系必修科目として「SS課題研究」を設置し、4年「世界Ⅱ」も課題研究に取り組んでいる。また、ループリックの作成やパフォーマンス評価について検討を行い、課題研究の評価方法について研究している。本会では、作成したループリックについて意見交換を行い、研究ノートの手引きについて、改良点を議論する。さらには、サイエンス研究会の諸活動について報告する。

### ■指導助言

郷上委員：研究ノートについては、全員に書かせるのか、グループで1冊にするのかは、考え方いろいろあると思う。一定のルールはあるが、自由に書けるものもあるから、教員間で書き方を共有してみてはどうか。

宮川委員：SS課題研究は、サイエンス研究会に所属しているかどうかで、ベースラインが異なる。同じカリキュラムで実施することの難しさがあると感じた。評価については、低い点をつけたことによるコメントを書かせており、素晴らしい。

野間委員：コンピュータを道具として使っていることが素晴らしい。文部科学省のプログラミング教育に危機感をおぼえる。コンピュータを活用していくことが、非常に大切である。

長田委員：5年古宮君の発表を聞いたのは、これで3回目。研究が進んでいると感じた。専門外の教員にも、研究内容がわかりやすく伝わるところが素晴らしい。県立高校は、チームで研究していることが多いが、一人でコツコツと研究し、自分の言葉で表現できているところがよかったです。

山下委員：課題研究の評価についての報告が印象的だった。ループリックを作成したことは立派である。生徒の相互評価は、自分よりすごいかどうかという相対的なものになっている。それに対して教員の評価は、科学的な内容を含んでいた。

**吉田委員：** 本会の資料に示されている「発想力」をどのようにして身につけるのかを、明らかにしてほしい。ループリックについては、初回授業で生徒に基準を示しておくことが必要である。また、数学であればループリックはどうなるのか、検討してほしい。

実施日	2018年2月17日(土) 11:50～12:50
対象	第2回運営指導委員会
出席	郷上 佳孝(佐藤薬品工業株式会社) 宮川 さとみ(大阪大学大学院医学系研究科) 石井 英真(京都□学教育学研究科) 野間 春生(立命館大学情報理工学部) －学内委員－ 山下 靖(奈良女子大学理学部) 吉田 信也(奈良女子大学全学共通・理系女性教育開発共同機構) 寺内 かえで(奈良女子大学理系女性教育開発共同機構)
構成	①今年度のSSH成果発表会について ②理数融合授業について

### ■概要説明

今年度のSSH研究成果発表会における理数シンポジウムおよび公開授業についての報告を行う。特に理数融合授業「サイエンス・イシューズ」の取り組みに関して、理数融合授業の意義や融合授業を推進する上の留意点、理数融合授業を通して身につけたい能力などに関する指導助言を受ける。

### ■指導助言

**郷上委員：** 今回の融合授業が、どのように今後につながっていくのかを生徒に示してあげるべきではないか。文理の融合についても、生徒の問い合わせを抽出しながら取り組んでみてほしい。

**野間委員：** 良くも悪くも、手を出さず生徒の主体的な活動を引き出していた。内容的にも、大学とだけではなく、企業との連携を模索してほしい。

**石井委員：** 理数融合などの教科横断型の授業において、各教科の専門性に意味があるか否かを吟味し、展開や内容を区別してみることが大切ではないか。評価についても議論を深めてほしい。

**宮川委員：** 65分授業は少し長く感じたが、実習や実験になると65分が効いてくるようであった。手探りの活動や説明とPCでの確認の流れを整理するとさらに効果的になるのではないか。

**山下委員：** PCを活用した部分は多少ブラックボックスとなつてもよく、そこから何を知ったのかを重視し、後にブラックボックスの部分を理解する形もあり得るのではないか。

**吉田委員：** 理数融合により学習したことを意味づけたり、今後どこに活用できるかを考えたりするような機会を設定することが重要である。

## 第11節 事業評価

### 3-11-1 卒業生追跡調査

#### ■研究目的

第1期 SSH 指定以降行ってきた 10 年間の研究開発が、科学的素養や能力・科学的資質を有する人材の育成にどのように寄与してきたのかについて、卒業生を対象とした追跡調査を行う。本年は、インタビューにおける設問を反映し、昨年度検討した調査方法をもとにアンケートを実施した。3月末までに回収したのち、その評価方法について検討する予定である。

また、本校生徒の理数に対する意識を調査するために、国際平均と日本平均との比較が可能な、PISA で実施されている項目を参考とした調査項目を作成し、本校の全生徒に対して「理数意識調査」を実施している。これにより、SSH の取り組みと生徒の意識の経年変化を調査する(後述)。

#### ■卒業生アンケート項目

アンケートは、過去 10 年間の卒業生全員に対し、サイエンス研究会(SSH 指定時から発足した科学クラブ)に所属した生徒についての質問、およびすべての生徒に向けては本校 SSH の全体に関する質問を、合計 1200 人程度を対象として行う。サイエンス研究会における活動を最後まで続けた生徒は、この 10 年間で 76 名に及んでいる。回収率をあげるため、質問紙の配信・アンケート回収は web による方法をとった。

##### 1. サイエンス研究会について

- ① サイエンス研究会とはどのように関わりましたか
- ② 活動のきっかけは何ですか (以下、該当者)
- ③ 研究課題はどのように決めましたか
- ④ 研究課題はいつごろ決めましたか
- ⑤ グループ研究はしましたか。した場合、どのようにうまく続いたか
- ⑥ 研究が深化した理由、またはうまくいかなかった理由
- ⑦ 苦労したこと、困ったこと
- ⑧ 研究活動と顧問との関わり
- ⑨ プレゼンテーションをどのように学んだか。上達できたか
- ⑩ サイエンス研究会に入って得たもの

##### 2. スーパー・サイエンス・ハイスクール全体について (全員解答してください)

- ① 全校対象の SSH 行事で参加した経験があるものは何ですか。その影響について
- ② あなたの進路は。また、今後の夢があれば教えてください
- ③ SSH で経験したことが、大学で役立ったり、応用されたりすることはありませんか
- ④ SSH の国際交流について、経験や成果があれば教えてください
- ⑤ SSH は、日ごろの授業にどのように反映していると感じますか
- ⑥ SSH を振り返って、特に印象に残っていること
- ⑦ SSH に対して考えること。経験してよかったですかどうか

これらの設問は、2015 年 12 月 30 日および 2016 年 1 月 11 日に行い、2015 年度の研究開発実施報告書に抜粋して掲載した卒業生インタビュー(2 時間程度のかなり長時間におよんだものから、テープ起こしをして参考にした)をもとに、SSH が生徒に与えた影響が具体的にわかるようなものを想定した。サイエンス研究会に所属した生徒と、一般の生徒とで差異が見られるかについても注目したい。

### 3-11-2 理数意識調査

#### ■調査の概要

第Ⅰ期と第Ⅱ期に続いて、数学的リテラシーと科学的リテラシーの育成についての研究成果をみるために、本校生徒の理数に対する意識調査を行った。本調査は2011年度から実施している(今年度は10月実施)。調査項目は、以下のPISAを参考に作成した8つのセクションの質問119項目である。

- |            |                    |
|------------|--------------------|
| ①あなた自身について | ②数学についてのあなたの考えについて |
| ③数学の授業について | ④理科についてのあなたの考えについて |
| ⑤理科の授業について | ⑥環境について            |
| ⑦職業と科学について | ⑧科学を通した国際交流について    |

今回は、例年と比較して違いのある項目について実際の授業方法などをもとに、個別に考察する。以下、グラフの○数字は、上の8つのセクションと対応している。

#### ■理数意識調査の結果と分析

##### □数学

###### [データの特徴]

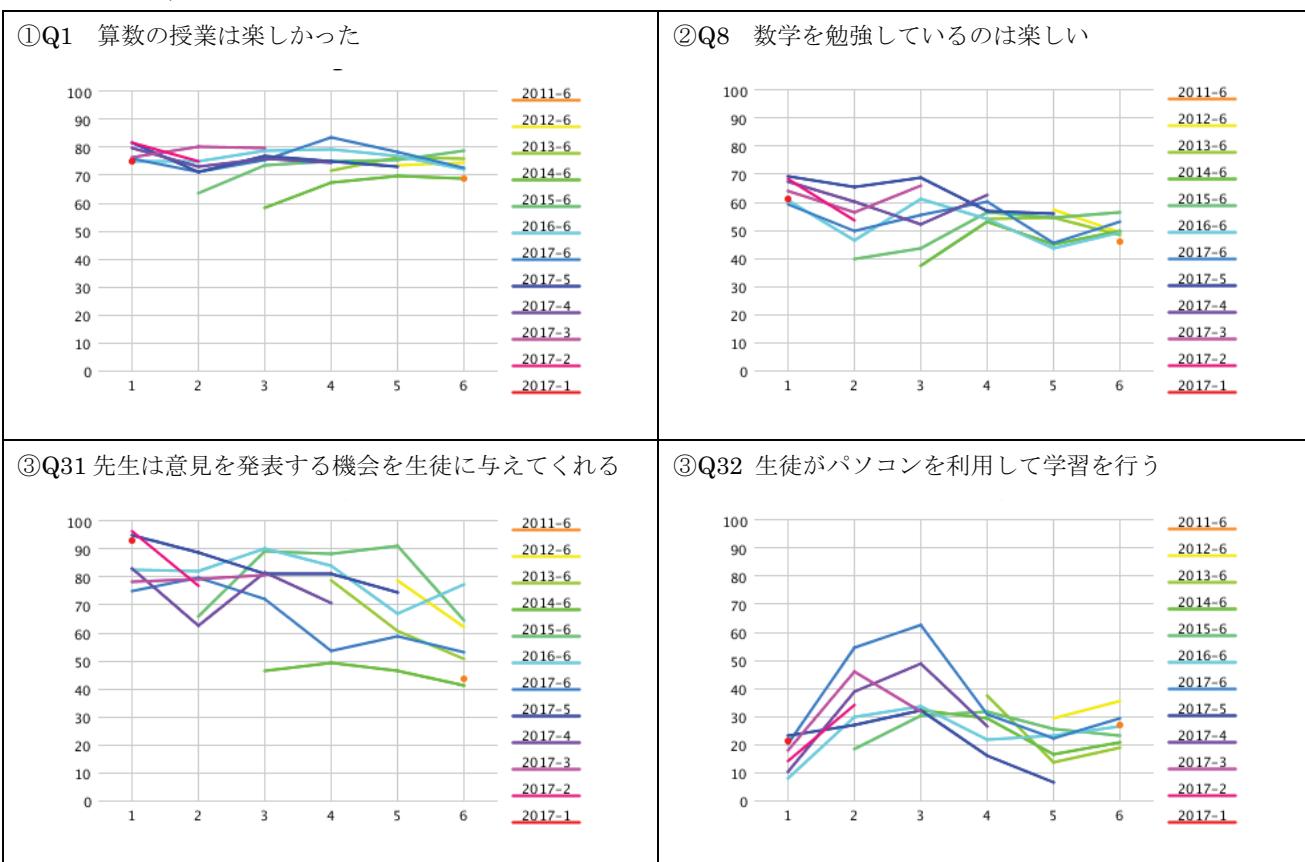
Q1, Q8 小学校までは8割だったが、入学後は減少傾向。

Q31 9割～5割とばらつきが大変大きい。しかし、今年の分をよく見ると、1年から5年で、7割～9割と高く、逆に6年は5割と低い。

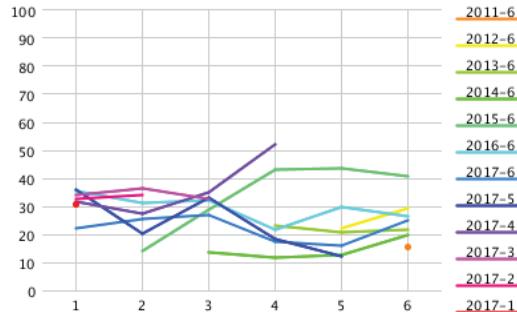
Q32 PC教室の利用が他の年度と比べて低くなっている。

Q33 全体的には3割前後だが、今年の4年で5割(20ポイント上昇)に伸びている。

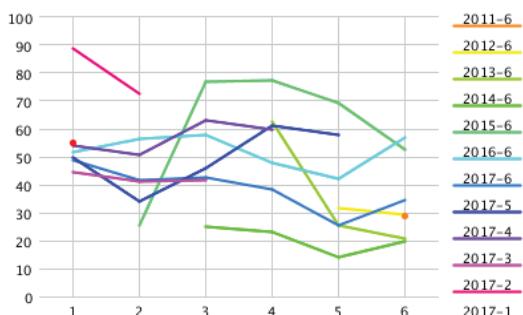
Q36 学年、年度によりばらつきが大変大きい。特に、今年の2年は昨年に引き続き7割と高い。また、4,5年は昨年度同じ6割を保っている。



③Q33 生徒は数学で習った考えを日常の問題に応用する  
ように求められる



③Q36 生徒は例題や問題について話し合いをする



### [分析]

Q1, Q8 入学検査もあり、少なからず算数が得意な生徒が入学していると考えられる。しかし、入学後、数学では公式を使いだけでなく、理由やその証明をしたり、論理的に考えたりする。この授業の質的な変化が影響していると考えられる。理系選択者と全体で比較すると、肯定意見の平均は約 10 ポイント高く、理系の選択に影響を及ぼしていることがわかる。

Q31 65 分授業の実施により、生徒の意見を聞く場面を多くもつことができた。6 年生は演習科目が多く、意見を発表する授業形態になっていないからと考えられる。

Q32 2, 3 年の幾何は、PC 教室で行ってきたが、ホワイトボードが見にくく、図形の性質の証明などは、HR 教室で行った方がやりやすいことから、HR 教室で授業行うことが増えた。このような理由から、PC 教室の利用機会が近年減ってきたためと考えられる。

Q33 今年の 4 年が大きく伸びているのは、学んだ数学を利用して日常生活を考察するポスターを作成に取り組んだからと考えられる(2 次関数の実験のまとめ、三角比を使った考察など)。

Q36 今年の 2 年生は、1 年次よりあらゆる教科でグループ活動を多用している。積極的にグループ活動を取り入れるか否かは、教師の授業スタイルで変わる。学年が上がると、授業のスピードも上がるが、65 分授業のためそれを生かした授業展開を以前より、教師は意識して指導していることがわかる。

### □理科

#### [データの特徴]

Q2, Q39 小学校までは高く、入学後下がっている。今年の 3,4 年で上昇している。

Q41 今年の 1, 3, 4 年が他に比べて 6 割～7 割と高い。

Q50 今年の 3 年が 6 割と突出している。

Q67 学年が上がるにつれて、減少する傾向にあるが、今年の 3 年は昨年と変わらず、7 割と高い。

Q70 4 年までは 8 割前後と高いが、5 年になると減少傾向にある。

Q77 Q70 と同様に、5 年での減少傾向が大きい。

Q90 今年の 3 年が 6 割～7 割へと伸びている。



## [分析]

- Q41 65分になって授業内で課題を解くことが可能になり、解き方を生徒同士、そしてクラス全体で共有できるようになったからと考えられる。
- Q50 3年地学分野で火星の移住計画についてのビデオ学習を行ったためではないか。また、全体的にスコアが伸びているのは、火星と生命体について扱った漫画が最近あるため、生徒自ら情報を得ているためと考えられる。
- Q67 授業展開として1年生ではグループで調べたことを、前に出て発表する形式が多いが、2年生以降は手を挙げて意見を述べたり、口々に自分の考えを周りの人に伝えたりする発表形式が多くなる。生徒が前者の形式のみを発表ととらえたからではないか。
- Q70, 77 5年でスコアが大きく落ち込んだのは、座学が増えること、そして授業で行う実験が結論を導き出すような実験が少ないからと考えられる。
- Q90 理科だけでなく東日本大震災後、他教科でもこの事象については触れるようになり、多面的に意識するようになったからと考えられる。

### 「④理科についてのあなたの考え方」を通して

今年度の顕著な特徴として、3年生が理科の授業や、理科の学習に対して意欲的で肯定的なことがあげられる。これは、今年度は3年に理科教師が担任として2人入っている関係上、科目専門性が最も重視された授業の持ち方が実現できた影響と考えられる。つまり、地学分野、物理分野、化学分野と3つの分野を3人の専門教師が担当できていることにより、丁寧な授業展開と生徒の質問に丁寧に答えることが可能になっているからと考えられる。

例年の傾向としては、5年生で理科の学習に実験が少なくなったり、実生活とのつながりが見えなくなったり、理解するのが困難だという傾向があげられる。これは、文理別クラスとなり、より専門的に、そして定量的に理科を学ぶようになるためと考えられる。理論を学び、知識を得てから考えさせる授業展開が多くなるからであろう。そして、6年生で再び理科に対する意識が肯定的になり、生活の中で理科の考え方方が重要になってくると考える生徒が多くなる。これも例年の傾向である。5年で理科の理論を学び(理学的)、6年でその応用を学ぶ(工学的)流れに理科カリキュラムがなっていることが影響していると考えられる。最後に1年生の理科に対する意識は大変高い。これは、SSHに指定されてから年を追うごとに上昇している。理科好きな生徒が入学してくる率が高くなっているからと考えられる。

## ■今後の課題

担当する学年の特徴や授業担当者の指導方針や扱う内容により、アンケート結果が左右されることがわかった。本校の理想の生徒像を教科で共有することにより、授業方法や内容の改善を図りたい。

2016年度から4年「課題研究 世界Ⅱ」で、実験・調査のための自然科学的アプローチを取り入れた探究活動を実施している。そして、2017年度から「SS課題研究」を6年次で開講し、各自がテーマを設定し、研究・発表を行った。しかし、この調査からはQ31, Q67で大きな伸びがない。このアンケートは、数学や理科の各教科に特化した質問であるため、生徒の意識の中で総合学習やSS課題研究が対象から漏れていると考えられる。したがって、次年度はこれらの理数の普段の教科以外の科目についての質問を調査する必要がある。

# 2017年度(平成29年度) 教育課程

45分換算で表記しているため、実時間数(65分)とは異なる  
点線:評価は区別せずにを行う部分 \*必修選択 △自由選択

学年 時間	1年	2年	3年	4年	5年		6年				
	共通	共通	共通	共通	文系	理系	文系	理系			
1	国語基礎(4)	国語基礎(4)	国語総合(4)	国語総合(4)	現代文B(2)		現代文B(3)				
2					古典B(2)						
3					古典講読(1)						
4					日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) *(3)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)	古典講読(1) 現代文特講(1) △(0)or(1)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)			
5	社会(3) 地理の分野	社会(3) 歴史の分野	現代社会 I (2)	現代社会 II (2)	古典講読(1)		古典B(2)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)			
6					日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) *(3)					
7			現代史 I (2)	現代史 II (2)	解析 I (4)						
8	数学基礎 IA (3)	数学基礎 IA (3)			世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)	代数・幾何(3)					
9		数学探究 I A(3)	数学探究 II A(3)	解析 I (4)		世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) △(0)or(3)	解析 II (6) 数学演習(2) *(6)or(2)				
10				世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) △(0)or(3)	代数・幾何(3)						
11		数学基礎 IB (2)	数学基礎 IB (2)	数学探究 I B(2)	解析 I (4)						
12					自然探究 I (4)	自然探究 II 物理基礎(2) 生物基礎(2) (4)		物理(3) 生物(3) *(3)			
13	理科基礎 I (4)	理科基礎 II (4)	自然探究 I (4)	自然探究 II 物理基礎(2) 生物基礎(2) (4)	代数・幾何(3) △(0)or(3)		(日本史/世界史/ 地理)特講(1)△(0)or(1)	化学(4) 物理(4) 生物(4) *(4)or(8)			
14					解析 I (4)						
15					代数・幾何(3)						
16					物理(3) 生物(3) *(3)						
17	音楽(2)	音楽(1)	美術(2)	音楽 I (2) 書道 I (2) 工芸 I (2) *(2)	数学演習 I ・ II (2) △(0)or(1)or(2)		化学演習(2) 地学演習(2) △(0)or(2)	化学(4) 物理(4) 生物(4) *(4)or(8)			
18					数学演習 II (2)美術 II (2) △(0)or(2)						
19	美術(1)	美術(1)			化学基礎(2)						
20	技術・家庭 (2)	技術・家庭 (2)			化学基礎(2) 化学(2)						
21		体育(3)	体育(2)	物理演習(2) 生物演習(2) △(0)or(2)							
22	体育(3)			体育(2)			大学教養特講(1) 古事記特講(1) △(0)or(1)		SS課題研究(1)		
23							体育(3)		体育(3)		
24				保健(1)	保健(1)		Topic Studies IV(3)				
25	Introductory English I (3)	Introductory English II (3)	Topic Studies I (3) Reading	Topic Studies II (3) Reading	Topic Studies III(3)		Topic Studies IV(3)				
26					Topic Studies IV(3)		Topic Studies IV(3)				
27					Topic Studies IV(3)		Topic Studies IV(3)				
28	BasicEnglish I (1)	BasicEnglish II (1)			Topic Studies IV(3)		Topic Studies IV(3)				
29	Introductory English I (1) Speaking	Introductory English II (1) Speaking	世界 I (2)	Topic Studies II (2) Writing	Topic Studies IV(3)		Reading(3) △(0)or(3)	数学特講(2) △(2)			
30	寧楽 I (1)	寧楽 II (1)			Topic Studies IV(3)						
31	道徳(1)	道徳(1)			Topic Studies IV(3)						
32	HR(1)	HR(1)			Topic Studies IV(3)						
33			世界 II (2)	コロキウム(2)	Reading(1) △(0)or(1)						
34					Writing(1) △(0)or(1)		HR(1)				
短期集中	寧楽 I (1)	寧楽 II (1)	CG I (1)	AG(1)	AG(1)	AG(1)	AG(1) △(0)or(1)				
				テーマ研究(1) △(0)or(1)	テーマ研究(1) △(0)or(1)	テーマ研究(1) △(0)or(1)					

平成 29 年度 スーパーサイエンスハイスクール  
研究開発実施報告書・第 3 年次

2018 年（平成 30 年）3 月 1 日発行

発 行 者：奈良女子大学附属中等教育学校  
校 長 渡 邊 利 雄  
表紙デザイン：教 諭 長 谷 圭 城

〒630-8305 奈良市東紀寺町 1-60-1  
TEL 0742(26)2571  
FAX 0742(20)3660  
<http://www.nara-wu.ac.jp/fuchuko/>

