

平成 27 年度
SSH 研究開発実施報告書
第 1 年次



世界の学び：ベトナム国家大学ハノイ自然科学大学附属英才高校(数学の授業風景)

奈良女子大学附属中等教育学校

目 次

あいさつ

事業風景

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	9
第1章 研究開発の概要	9
第2章 研究開発の経緯	15
第3章 研究内容、評価と課題	16
第1節 自然科学リテラシーの育成	16
第2節 リベラルアーツ教育	19
第3節 探究活動の一貫カリキュラム	21
第4節 研究ノート作成	25
第5節 サイエンス・イシューズ	26
3-5-1 授業実践	26
3-5-2 理数研究会	30
第6節 サイエンス研究会に対する支援と指導	32
3-6-1 サイエンス研究会の指導	32
3-6-2 イノベーター・キャンプ	35
3-6-3 サイエンス・ベースキャンプ	37
3-6-4 サイエンス・海の学校	39
3-6-5 サイエンス・森の学校	41
第7節 国際交流	43
第8節 高大接続	45
3-8-1 講演会の記録	45
3-8-2 特別授業の記録	45
3-8-3 奈良女子大学研究室訪問の記録	46
第9節 運営指導委員会記録	47
第10節 事業評価	51
3-10-1 卒業生追跡調査	51
3-10-2 理数意識調査	54
IV 資料	
1 2015年度(平成27年度)教育課程	56
2 取材記録	57
3 ポスター記録	58

Ⅲ期SSH研究開発実施報告書 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4月から昨年まで、2期10年間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核に据えて実施しました。Ⅱ期目では、Ⅰ期目の成果を土台に、さらにリベラルアーツの涵養などを加えた実践研究を目指してきました。なかでも第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』を掲げ今年度から第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、すなわち共創力をはぐくむ6年一貫カリキュラムを実施し、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27年度におきましても、大阪で行われた「SSH全国生徒研究発表会」では本校5年生の松井絵莉子さんが発表した『抹茶の科学』が「科学技術振興機構理事長賞」を受賞しました。昨年度の上田君に続き、2年連続受賞となりました。本活動は受賞を目標としたものではありませんが、自分の好きな茶道での疑問をサイエンス研究会で科学的な面から研究した成果が高い評価を受けたことは、他のユニークで手ごわいテーマに取り組んで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、本報告書刊行のタイミングに合わせて、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発行されます。この冊子をご覧になっていらっしゃる皆様には、ぜひ、そちらの『平成27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10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い申し上げます、私からのご挨拶とさせていただきます。

平成28年3月
奈良女子大学附属中等教育学校
校長 渡邊 利雄



サイエンス研究会：校内ポスター発表と検討会



海の学校：水族館のバックヤードの見学



海の学校：ウニの採集



森の学校：川での水生昆虫観察



森の学校：実体顕微鏡を用いた同定



全国生徒研究発表会：科学技術振興機構理事長賞受賞



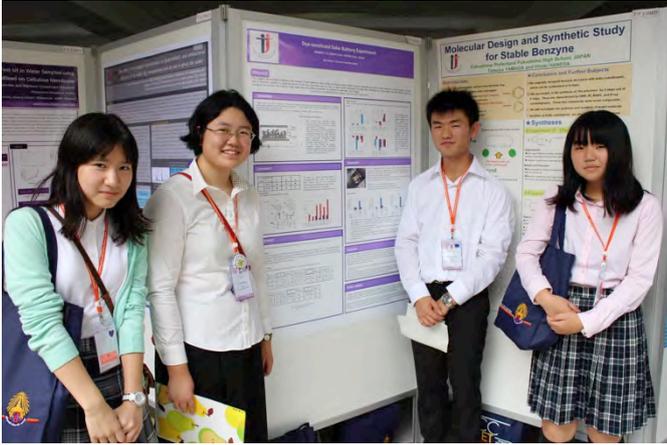
ベースキャンプ(BC)：異学年とのアイスブレイク



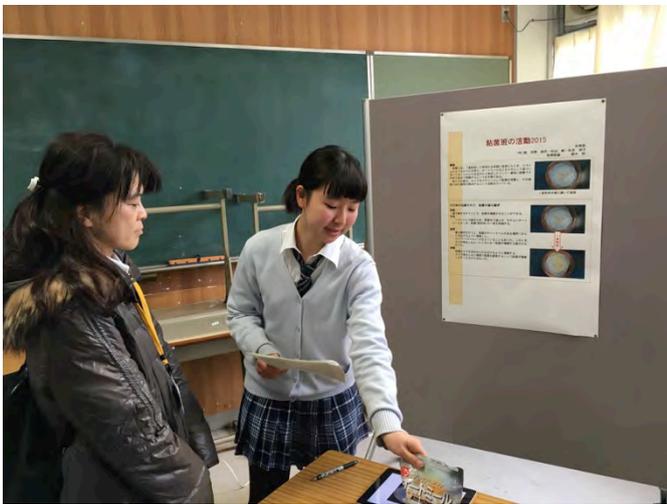
BC：プログラミング実習



BC：フェルミ推定課題の発表会



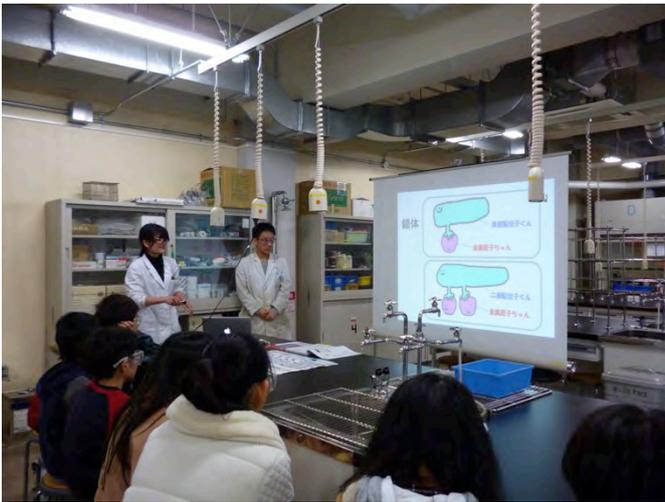
国際交流：タイ政府科学フェア(TJ-SSF2015)への参加



成果発表会：ポスター発表



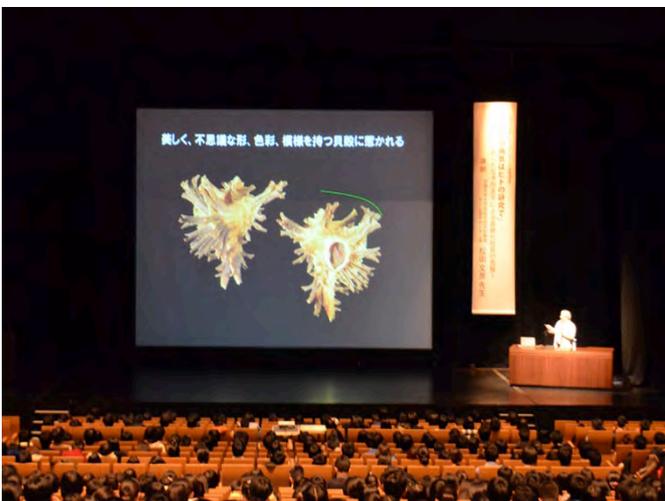
理数シンポジウム：成果発表会での公開授業



奈良女子大学研究室訪問



特別授業&SSH 先端講座 I：肥山 詠美子 氏（理化学研究所仁科加速器研究センター）



SSH 基礎講座：松田 文彦 氏（京都大学）



SSH 先端講座 II：古屋 晋一 氏（上智大学）

①平成 27 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	「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 研究開発の概要	「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 平成 27 年度実施規模	全校生徒を対象に実施する。対象生徒数 730 名
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>第二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。</p> <p>■第一年次（2015年度）</p> <p>(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</p> <p>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究する。</p> <p>そ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。</p> <p>(2)課題研究用の「研究ノート」作成</p> <p>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。</p> <p>(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</p> <p>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、さらには科学的態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。</p> <p>(4)前期・後期のサイエンス国際交流プログラムの実施</p> <p>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。</p> <p>(5)「コロキウム」の実践</p> <p>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。</p> <p>(6)評価計画</p> <p>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</p>

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

成果研究発表会に他のSSH校を積極的に招聘し、研究交流会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導入・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年の選択履修科目として、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4～6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27年度の教育課程の内容

「コロキウム」の実施(5年対象)

8講座を開講した。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(4～6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。

○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」のための準備と試行

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)、SSH担当者(1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)を立ち上げ、理科・数学の融合授業の研究をテーマに6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「個体の増殖を数学的に解き明かす」(生物・数学の融合授業)を行った。

(2)課題研究用の「研究ノート」作成

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分に関する検討をおこなった。その結果、理科の実験手引きだけでなく、数学の統計処理やグラフの表示に関する手引きを含めたものを別冊で作成する方針を決めた。

(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。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3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)前期・後期のサイエンス国際交流プログラムの実施

本年度は、前期課程生については、韓国との国際交流を計画していたが、相手校の事情により実施することができなかった。また後期課程では、サイエンス研究会の生徒5名がTJ-SSF（タイ政府主催科学フェア）に参加し、化学班がポスター発表を行った。

(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」を実践し、SSHとして4講座(数学2、理科1、技術1)を行った。また、教育課程委員会と合同で、「コロキウム」の本校カリキュラムでの位置づけや課題研究との関係について検討を行った。

(6)評価計画

本校の全生徒に対して「理数意識調査」を実施し、その結果について考察を行った。また、サイエンス研究会に所属した卒業生を抽出し、2回にわけて本校教員がインタビュー調査を実施した。また、運営指導委員会を6月と12月に開催し、委員による評価を受けた。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

- ・本年度から、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に深く関わる組織作りができた。
- ・理数融合の授業の研究を行ったことで、中等教育カリキュラムの改革を目的とした「理数研究会」を大学と合同で設置し、理数融合の授業研究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、大学と十分に連携する組織作りができた。
- ・研究ノートの作成については、実験・観察・正確なデータの取り扱いなど、中等での科学リテラシーの重要性について再検討し、理科領域だけではなく数学領域をも含む冊子を計画することができた。
- ・イノベーター・キャンプでは、1年間を通したカリキュラムを作成し、実施することができた。また、宿泊行事では大学の共生科学研究センターだけではなく、下市町役場など地域とも連携した取り組みを行うことができた。
- ・国際交流では、生徒の発表や交流だけにとどまらず、新しく今後の連携が期待できるタイの学校との協力関係を構築することができた。
- ・理数意識調査や卒業生インタビュー調査から次年度に実施する卒業生への調査項目についての検討を行い、質問紙の作成を行うことができた。

○実施上の課題と今後の取組

- ・サイエンス研究会の低学年指導の充実が会の活性化のために必要である。そのためには、指導体制の再検討が必要である。
- ・SSHの組織が教科体制ではなくなったために、教員間での情報の浸透が不足した部分があった。来年度は、時間割内にサイエンス研究会顧問会議を設定し、情報の共有に努める。
- ・今後の課題研究を充実させるために、6年一貫のカリキュラムにおける総合学習と課題研究を一連の探究活動として捉えたカリキュラム内容の検討が必要である。
- ・国際交流において、学校全体の国際交流行事との関係や英語科の指導体制の関わり方などの課題が残ったため、研究部・教育課程委員会が検討し調整を行う。

②平成 27 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

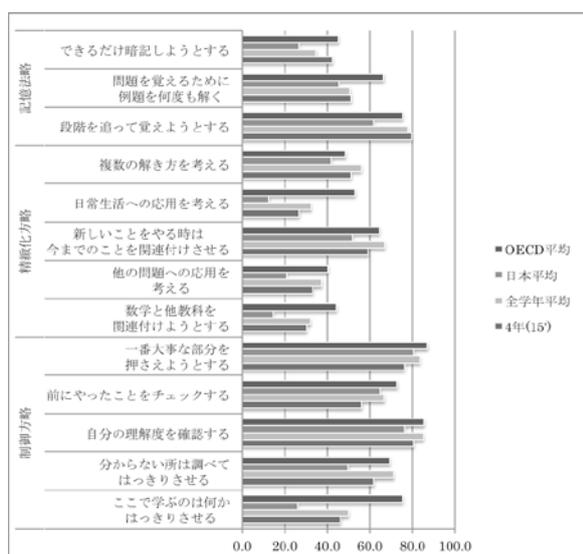
数学科では、2、3 年の「幾何」を中心に作図ツール(Cabri Geometry II)を活用した発見型の幾何学習を実施した。また 3 年の「解析」では、グラフ電卓や関数ソフト(Grapes)を活用した実験型の関数学習を実施した。理科では、科学的プロセスを重視した学習内容と指導方法について研究した。実施した理数意識調査の結果からも本校生徒は、「生徒が実験室で実験を行う」「生徒は実験した事から結論を考えるように求められる」「生徒は、先生の指示通りに実験を行う」「生徒は自分たちで予想し、実験で確かめることを求められる」の 4 項目は OECD 平均値と比較しても、非常に高い値を示しており「実験観察を重視した授業である」という意識が大変高いことがわかる。

「今後の科学的リテラシーには、テクノロジーを活用する能力も包括される」という考えのもと、5、6 年物理や数学で、動的数学ソフトウェア(GeoGebra)を使い、iPadmini を使用しシミュレーションを用いた授業を実施した。また、校内のネットワークに各自のフォルダを作り、実験や考察の経過を蓄積し、毎時の取り組みを評価することができた。

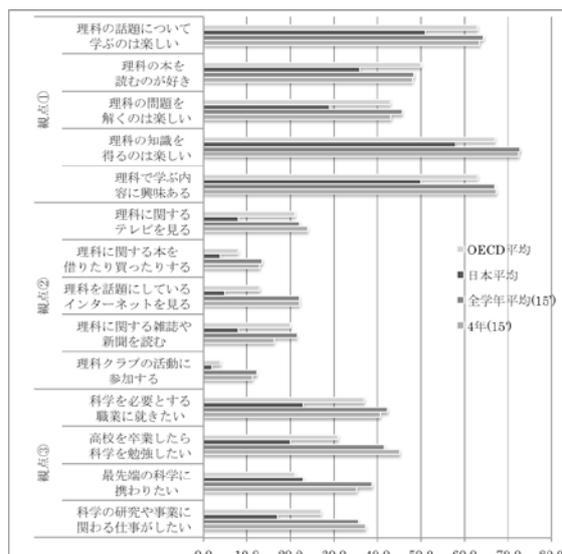
本研究で生徒に身についた力は、理数意識調査の結果から以下であると考えられる。

- ・ 日常の事象を、数学を使って論理的に解明する力
- ・ 日常生活の中の現象に隠れた数式、法則を意識すること
- ・ ICT を用いたデータ解析の力、また、その結果からどう考えるか分析する力
- ・ 自然現象に対してどのように向き合い理解していくのか、といった実践的な思考力

理数意識調査：数学における学習方略



理数意識調査：理科に関する興味・関心



2. 4、5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」のための準備と試行

理系女性教育開発共同機構の本学教員(4名)と本校の理数教員(13名)、SSH 担当者(1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)を立ち上げ、理科・数学の融合授業の研究をテーマに、6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、本年度は、実践報告会において、共同機構との合同成果発表会「理数シンポジウム」を開催することができた。そこでは「個体の増殖を数学的に解き明かす」と題した、生物領域と数学領域を融合させた実験授業を公開し、その後のシンポジウムや各研究班でのラウンドテーブルにおいては、理科と数学科の授業における融合の可能性や次回指導要領の改訂で予想される新教科「数理探究」について、意見交換と情報収集をおこなった。本シンポジウムへの外部からの参加人数は60名を超えて過去最大人数となり、参加地域は、北は宮城県から南は沖縄までの広範囲にわたった。これらのことから理数融合授業をテーマとした授業研究は、必要性が高まっており、本校が全国に先駆けて先導する授業モデルを研究開発することの重要性が証明された。また、今回のシンポジウムで、本校の研究について広く告知することが出来た。

3. 課題研究用の「研究ノート」作成

生徒に研究ノートを使用させる際に使用させたい導入用テキストの検討をおこなった。研究を始める際に必要であろう基礎知識や実験手法、また器具や機器の基本操作や観察方法については、毎年、1年時に授業用に配布している「実験・観察の手引き」を、理科で大きく見直し、まとめていく事とした。その際、取り上げる観点として、自ら探究する活動として必要な事柄に重点をおくことが良いのではないかと考えた。さらに結果を表やグラフのようにデータ化し統計処理をすることも必要であることから、有効数字や平均値の考え方、コンピュータによる統計ソフトの使用法など数学の面からも必要とされる事柄も合わせてまとめていく事とした。

具体的な項目としては次のようなものになるかと想定している。

- ①テーマ選びから計画、実験、結果と考察までの一般的な課題研究の仕方について、
- ②研究ノートの意味や記入の方法
- ③実験・観察のための基礎知識
- ④実験・観察のための基本操作
- ⑤データ処理の方法
- ⑥実験を安全に行うために

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。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3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。

今年度の成果として、次の2つが挙げられる。

- ①サイエンス研究会の研究活動、発表活動における基礎スキルの獲得につながった。

これまで、各班に任されていた研究の基本姿勢やプレゼンテーション指導を統一して行うことにより、今まで以上に系統的かつ効率的なスキル指導を行うことができた。

- ②多分野の視点を研究活動や発表活動に反映させることができた。

ポスター発表を他班の生徒が聞いてコメントする機会を設けるなどの活動により、各自の研究を他の分野を専攻する他者に聞いてもらい、異なる視点から研究内容やプレゼンテーションを捉

えることが可能になった。各自がもらった指摘や意見を反映させて、レベルの高い研究発表を行うことができた。

これらの結果、8月に大阪で行われた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生物班「抹茶の科学」の研究が、昨年につき、科学技術振興機構理事長賞を受賞することができた。

5. 前期・後期のサイエンス国際交流プログラムの実施

本年度は、前期課程生については、韓国との国際交流を計画していたが、相手校の事情もあり実施することができなかった。また後期課程では、5名がサイエンス研究会での研究活動を国際的な場で発表する機会としてTJ-SSF科学フェア(Thailand-Japan Student Science Fair 2015)に参加し、化学班がポスター発表を行った。また参加者が全校集会時に発表し、国際的な研究交流の意義について発表を行うことで、国際的な視野を持つことの意識の向上を全校生徒に図った。

6. 探究活動の一貫カリキュラムの研究と「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」を実践し、SSHとして4講座(数学2、理科1、技術1)を行った。2015年度の開講講座は以下のとおりである。※()内は担当教員の専門科目

- | | |
|-------------|-------------------------|
| ・科学論の展開(数学) | ・数学と“私”(数学) |
| ・物質と社会(理科) | ・デザインプロセス・コミュニケーション(技術) |
| ・人生幸福論(家庭) | ・つながるつなげるについて考える(保体) |
| ・戦争と人間(地歴) | ・メディア表現(公民) |

また、教育課程委員会と合同で、今年度の学校設定教科「コロキウム」の実践を、教科および総合的な学習と比較・分析を行い、以下のように今までの学びの場を超えた位置づけとして考察することができた。

- ①教科教育…客観的に見てこういう定義が成り立つ、公式が使えるということを確認する場
- ②総合的な学習…実験や観察を通して、データを客観的にとらえて考察する。
- ③学校設定科目「コロキウム」…①②により、生徒が学び取ったことをじっくりと形象化し、意味付けること、そして科学的に探究する能力と態度を育て、創造性の基礎を培うもの。

7. 評価計画

本校の全生徒に対して「理数意識調査」を実施し、その結果について考察を行った。また、来年度本格実施する「卒業生追跡調査」について、2回にわけて予備調査を行い、一部のサイエンス研究会に所属した卒業生を対象に、本校教員がインタビュー調査を実施した。いずれのインタビューからも、SSH校としての活動が生徒の未来にも大きな影響を与えていることが伺えた。また、これらの結果から質問紙の調査項目の作成を行うことができた。

今年度は、運営指導委員会を6月と12月に開催し、委員による評価を受けた。そこでは、国際学会への高校生の参加をというアイデアを提案して頂いた。また、シミュレーションを使った授業については「たいへん便利なものであるが、実験系の泥臭さもわからない段階で、理論と合わない」と「自然が間違っている」という考え方をもち危険性について留意をというリテラシーとリベラルアーツの根幹に触れる注意すべき視点を頂いた。

② 研究開発の課題

1. サイエンス研究会・イノベーターキャンプについて

今年度は、統計講座、研究倫理に関する講習会、Mathematica 講座などを計画していたものの、実施することができなかった。次年度はこれらの内容の講座も開講できるような計画を立て、イノベーター・キャンプを充実したものにしていかなければならない。

サイエンス研究会の活動を充実させるには、現在の中・高学年を対象としたプログラム以上に、低学年用のプログラムが必要であり、また、広く全校生徒や他校の生徒を巻き込んだものに発展させることも検討していきたい。

2. 4、5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」のための準備と試行

大学教員と合同で行っている理数研究会について、会議日の日程調整などスムーズな進行を行うために、本校の年間行事予定に組み込み、研究会の日程を学校全体へ周知する。

数理探究(仮)の情報収集を行いながら、教科横断型の融合授業実践の可能性とカリキュラム内での位置付けについて、研究を行う。

3. 課題研究用の「研究ノート」作成

導入部分に理数の実験や統計についての手引きだけではなく、シンキングツールの利用など、総合学習などでも使用できる可能性を探る。

4. 探究活動の一貫カリキュラムの研究と「コロキウム」の実践について

今後、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、また個別的な能力を総合し、学問的な見方・考え方や感性を研ぎすます場として実践・評価を行う。課題研究の集大成となる「SS 課題研究」を新設するための年間計画や評価についての研究を進める。

5. 前期・後期のサイエンス国際交流プログラムの実施

サイエンス研究会の生徒を対象に、研究発表だけではなく、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。

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 な ら じょしだいがくふぞくちゅうとうきょういっくがっこう
奈良女子大学附属 中等 教育 学校

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	65	60	57	62	59	58	361
女	58	60	64	64	65	63	374
計	123	120	121	126	124	121	735

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	4	0	75

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。本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」をとらえ、数学科・理科が中心となってこの力の育成を図る。「問題解決能力」については、「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」と定義している。

したがって、数学的リテラシー・科学的リテラシーを活用して、問題解決が総合的にできる素養・力として自然科学リテラシーを定義している。

(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。本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年間で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。

② 1～6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」に、3、4年においては「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」に全生徒において実施する。
- ・ 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 アイトリプルエス ISSS（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。
- ・JSTの派遣事業や奈良女子大学の教員の授業、大学のE-learningなどに取り組む。

(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ー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学校長・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。

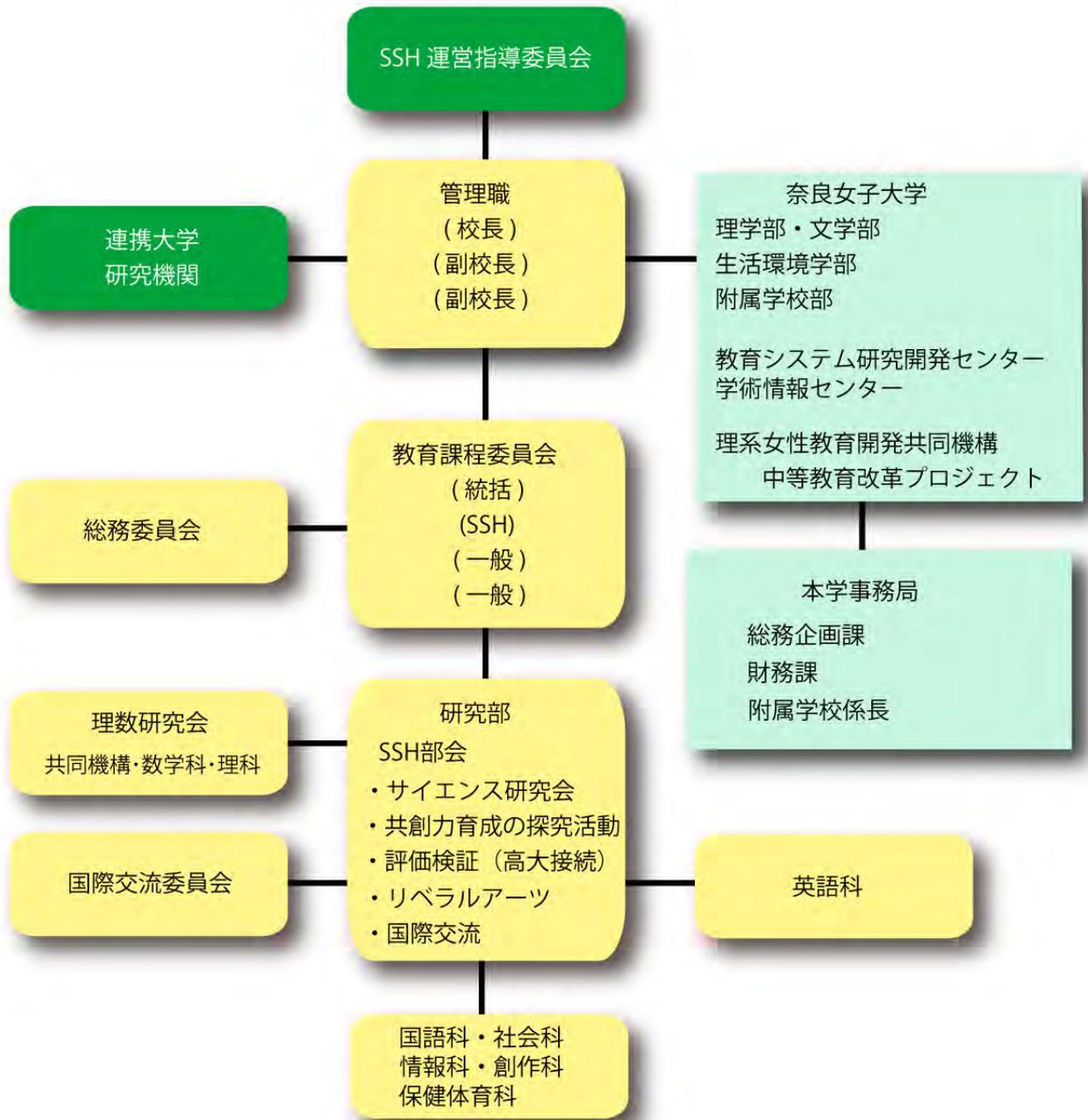
(2) SSH運営指導委員会

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
木村 浩美	奈良県教育委員会	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	准教授
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	長谷 圭城 (創作科教諭)
①自然科学リテラシーの育成	附属中等教育学校	河合 士郎 (数学科教諭)
②リベラルアーツ教育	附属中等教育学校	越野 省三 (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	長谷 圭城 (創作科教諭)
④サイエンス・イシューズ	附属中等教育学校	河合 士郎 (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	川口 慎二 (数学科教諭)
⑥国際交流	附属中等教育学校	長谷 圭城 (創作科教諭)
⑦高大接続	附属中等教育学校	長谷 圭城 (創作科教諭)
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ることで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なおすうえで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、国内国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 自然科学リテラシーの育成

■授業実践

1. 授業背景

われわれは、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と考えた。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はないかと考えている。

本校 SSH では、下記の経済協力開発機構(OECD)の「生徒の学習到達度調査」(PISA)における数学的リテラシーの定義をもとに研究を進め、本校としての数学的リテラシーの考えを確立した。

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

また、本校における「科学的リテラシー」の定義は以下の通りである。

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、意志決定するために、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

さらに本校では、テクノロジーの活用について、

まずは手で計算・描画することで概念を把握し、その後テクノロジーを活用して探究を進めることが重要だと考えている。

この方針の下での最初の課題は、テクノロジー活用能力を如何に育成していくかであるが、本校では必要なときに必要な操作方法を学ぶ「現地調達方式」を基本とし、1つの教材を学習する中で、数学的・科学的な内容はもちろんのこと、テクノロジーの活用方法の一端も学ぶことができるような教材の開発を目指した。

2. 「三角関数」の授業内容から

数学Ⅱ「三角関数」の章において「三角関数の合成」については、2時間程度が配当されている。5年生(高校2年生)の9月、この節の実践に当たり、関数グラフ作成ソフト GRAPES(GRAPH Presentation & Experiment System 大阪教育大学附属高等学校池田校舎 友田勝久教諭 開発)を用いて、音波との関連から三角関数の合成を視覚と聴覚に訴えることで「体験する」授業を考えた。その流れは次の通りである。

- (1) 周期の等しい三角関数の合成について、理論的に学習する。
- (2) 合成を扱う際に関数ソフト”Grapes”を用いて探究する。
- (3) 音波についての知識を扱う。
- (4) 周期の異なる三角関数の合成について考えさせる。
- (5) “Grapes”で描いたグラフから、うなりについて考える。うなりの周期について考える。

(6) “Grapes”のスクリプト機能を用いて、音波を表す関数を入力し、音程・合成・うなりなどの体験をする。

(7) 周期の異なる三角関数の合成について、理論的に学習する。

「三角関数の合成」を、数学Ⅱでは「周期の等しい」関数についてしか扱わないことになっている。しかし、「周期が異なる」関数の場合にどうなるか考えるのは自然な探究の流れであり、“Grapes”を用いて続けて扱っていくのがよいと考えた。この際にテーマとして「音波」を取り上げることで、現実の物理現象との関連も体験でき、理論的な習得に効果が大きいと思われる。

以前、学校設定科目「数理科学」では数式処理システム(Mathematica)を用いて音波の解析を行っていた。Mathematicaでは、音声を録音したり視覚化したりすることができる。また逆に、三角関数の式を与えてサインカーブを描かせ、その音を聞くということも可能である。

“Grapes”では、音声を録音したり視覚化したりすることはできないが、三角関数の式を与えてサインカーブを描かせ、その音を聞くことは可能である。“Grapes”は、Mathematicaより扱いが平易なソフトであり、低学年(前期課程:一次関数、二次関数など)から授業で使えるツールであるので、今回はGrapesで実践を行った。(以下、授業プリントから)

合成の課題 GRAPESを用いて、実験を行う。

スクリプト機能を使って、音を聴く。

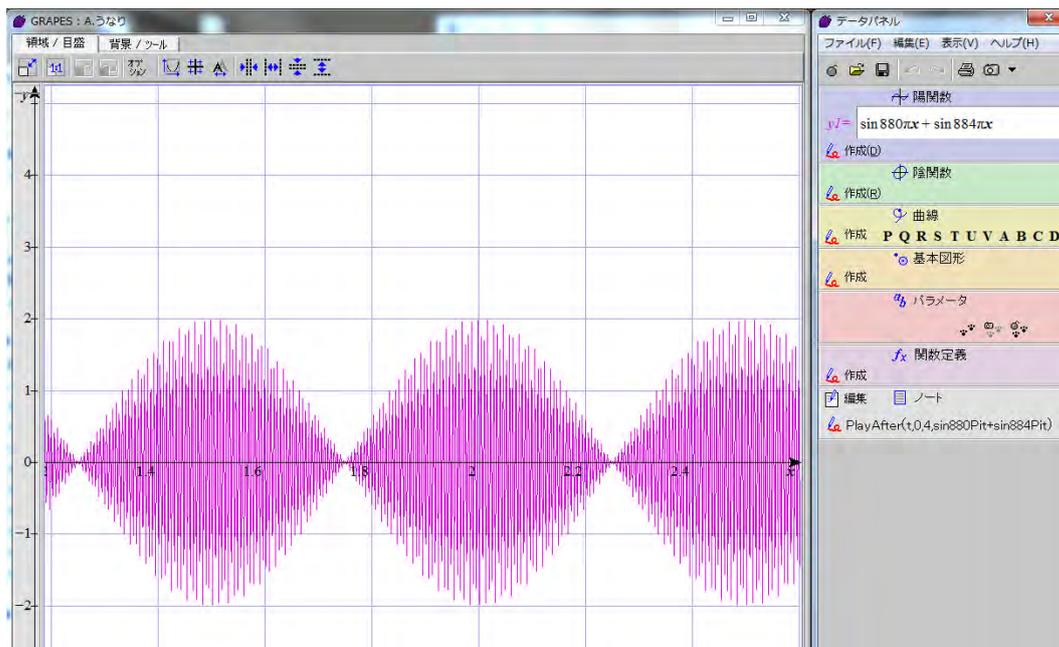
<例> `PlayAfter(t, 0, 2, sin880Pit) ← y = sin 880 π t`

`PlayAfter(t, 0, 2, sin440Pit)`

`Play`

440Hzの正弦波を2秒間、220Hzの正弦波を2秒間、出力します。

1. A(ラ)の音を何種類か出力してみよう。規則性をまとめよ。
2. いろいろな高さの音を出力してみよう。D、G、Cなどの音は何Hzか。
3. 440Hzと442Hzの正弦波を合成し、うなりを確認しなさい。



うなりの周期

振幅の等しい2つの正弦波 $y_1 = a \sin 2\nu_1 \pi t$, $y_2 = a \sin 2\nu_2 \pi t$ を合成すると、

$$y_1 = a \sin\{(v_1 + v_2)\pi t + (v_1 - v_2)\pi t\}$$

$$y_2 = a \sin\{(v_1 + v_2)\pi t - (v_1 - v_2)\pi t\}$$

と書き換えられることから、加法定理を使ってそれぞれ展開し、辺々加えると、

$$y_1 + y_2 =$$

この振動は、振幅が $2a \cos(v_1 - v_2)\pi t$ と変化すると考えて、この振動数は、()

グラフからもわかるように、うなりの数は振幅 $2a \cos(v_1 - v_2)\pi t$ の1周期の中に2つずつあるから、 2ν である。すなわち、うなりの数は()である。

3. 生徒の活動

三角関数の合成は、周期の等しい関数でも式変形をしてからでないとグラフが描きにくいし、まして周期の異なる関数の合成関数は、簡単に描くことが難しい。こういうときには関数グラフ作成ソフトがたいへん役に立つ。生徒たちは、“Grapes”で自在にグラフを描きながら、グラフを合成したときにどんな性質が見られるかについて、様々な発見をしていた。

今回は5年生の理科系の生徒全員に対して授業を行ったが、音波についての基礎知識は物理選択者しか解っていないので、簡単に周波数の説明・紹介をしてから、音波についての実験・考察を行った。周期の異なる三角関数の合成は、三角関数の和の形を積の形に変形することで、周期の短いほうの三角関数の包絡線が、周期の長いほうの三角関数になっているようなグラフになる。

大きな音は振幅が大きく、小さな音は振幅が小さいことから、グラフの節のような部分になっているところで音量が減衰し、うなりを生じる。“Grapes”で描いたグラフからはうなりの周期も読み取れるし、実際に音を聴くことで実体験も可能になる。“Grapes”ではグラフの描図と並べて、音波を表す関数をスクリプト機能に入力することで、合成のようすと音程・うなりが、視覚と聴覚の両方で確かめられるのがたいへん納得しやすかったようである。

また、音程と周波数が対数関係をなしており、「音の高さがオクターブ上がるごとに、周波数は倍々になる」ということも関数の式を入力して聴くことで確かめられるので、Aの音程を基準としてD, G, Cなど他の音程を表す式を探って(計算して)入力し、試行錯誤する生徒たちも多くみられた。

4. 成果のまとめ

校内のネットワークには各自のフォルダを作ってあり、実験や考察の経過が蓄積されているので、毎時の取り組みが評価できる。今回の学習の結果、身についた力とすれば、

- ・ 日常の事象(この実践では音波)を、数学を使って論理的に解明する力
- ・ 日常生活の中の現象に隠れた数式、法則を意識すること
- ・ “Grapes”を用いたデータ解析の力、また、その結果からどう考えるか分析する力
- ・ 音波のような自然現象に対してどのように向き合い理解していくのか、といった実践的な思考力などが考えられ、「自然科学リテラシーを用いて現実世界の問題を解決する力を育成する」という目標にかなう教材であったことが伺える。

第2節 リベラルアーツ教育

■現状の分析と研究

21世紀の社会における課題は、全世界的規模のものであり、かつ、ある学問の一領域で解決できるものではなくなっている。たとえば、ユネスコの提唱する ESD(Education for Sustainable Development : 持続可能な開発のための教育)では、自らの考えを持って、新しい社会秩序を作り上げていく、地球的な視野を持つ市民を育成するための教育が期待されており、その担い手づくりのために、他人や社会、また自然環境との関係性などを認識し、「関わり」、「つながり」を尊重できる個人を育むことが強調されている。

そこで 21 世紀に生きる人にとって大切であることは、自然科学の深い専門性を持ち、なおかつ幅広い視野で社会全体の問題を捉えられるということと考え、そんな生徒を育成するために、「リベラルアーツ教育」を設定した。世界で主導的立場にたち活躍していける資質や能力を育む基礎教育(グローバルリーダー育成のための教育)となることを目指している。

今回、国家的、文化的背景の異なる人々の受容・理解・尊重と自文化への誇り、自然・生命に対する畏敬の念から生まれてくる環境への配慮と地球的視野、平和と正義への意志決定が育成されるよう、国際理解に関する教育を科学的な問題解決能力やコミュニケーション能力を基に行った。

次にその展開について示す。

■実践例<授業「水」をテーマにこれからの国際社会での生き方を考えよう。>

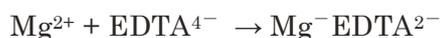
「水」は全ての生命に欠かせないものではあるのだけれど、あまりにも身近にありすぎて、私たちは「水」のことをあまり深く考えたことがない。地球は水の惑星と言われるけれど、世界にはきれいな水を飲めない人がいる。洗濯物を干すと乾くのはどうしてだろうといった身の回りのことから、地球全体での大気や海水の循環について考える。そこから、大気や水には国境は関係なく、地球に住む生命体みんなが共有しているものであるという考え方に気づかせた。

「あなたが普段、飲んでいる水はどんな水ですか？」次に、私たちが飲む水について考えた。どこから供給された水か、干ばつや天災、上水の汚染等による供給に非常事態でも発生しなければ、水がどこから来るのか、どの程度純粋なのか、供給はいつまで続くのかあるいは供給が始まるのかなどを考えることはほとんどない。それは今の私たちはコックさえひねれば、いくらでも水が蛇口から出てくるものだと思っているからである。日本の水の浄化技術、上水道システムは世界のトップといえるが、近年、ペットボトルに入った水を購入し飲んでいる人が増えてきている。これはどういうことなのか、生徒に問いかけながらみんなで考えた。「ボトルドウォーター」を飲む理由に「ボトルドウォーターにはミネラルが入っていて水道水より美味しく、体にも良い。」というのは本当なのかどうか、水の硬度測定の実験をして確かめることにした。

実験 EDTA による水の硬度測定

<原理>

EDTA とはエチレンジアミン四酢酸という分子のことであり、1 分子中に遊離できる水素イオンが 4 つある。すなわち 4 段階電離をする酸と考えられ、カルシウムイオンやマグネシウムイオンはすべての水素イオンが解離した EDTA⁴⁻ と 1:1 の割合で化合物を生成することになる。



カルシウムやマグネシウムのイオンの量を求めるためには、これらのイオンと結合できる EDTA⁴⁻

の量を量ってやればよいことになる。

<準備物>

ビュレット、ビーカー4 個、ろうと、スタンド、マグネティックスターラー、水道水、浄化水、ボトル水(数種)、 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 緩衝溶液(pH10) 0.01mol/L、EDTA 溶液、EBT 指示薬

<方法>

- (1)選んだミネラルウォーターの試料溶液 50cm³ をメスシリンダーを用いてビーカーに計りとる。
- (2)(1)のビーカーへ、駒込ピペットで、 $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ 緩衝溶液 2cm³ と EBT 指示薬 2 滴を加える。
(溶液全体が赤くなる)
- (3)ろうとを用い、0.01mol/L EDTA 溶液をビュレットへ静かに加える。
- (4)(2)のビーカーへビュレットから EDTA 溶液を 1 滴ずつ滴下し、スターラーで攪拌する。
- (5)溶液の色が青く変わるまでに加えた EDTA の体積(cm³)を求める。
- (6)同様の方法で、他のミネラルウォーター、水道水、浄化水などの測定をする。

いくつかの種類の水の硬度の測定結果をまとめ、その結果からわかることや、考えなければならぬことを各自で考察した。日本の水は外国の水より硬度が小さいことやその理由。ミネラルウォーターとって売られているけれど、水道水よりも硬度が小さい(ミネラルが入っていない)ボトル水もあること、ミネラルが入っているから単純においしいという訳ではないことなどの考えをみんなで出し合い共有した。

次に世界の水事情について考えた。日本人の子どもが、発展途上国の子どもの家にホームステイしたときの 4 コマ漫画などを題材に、安全な飲料水を確保できる地域には差があり、世界の人口の約 10 億人(6 人のうち 1 人)が安全な水を手に入れることができない現状や、今でも世界の 14 の地域で水による紛争が起こっていることを伝えた。よく考えれば、そもそも日本は水が豊かな国と言えるのかどうかについても、過去の豪雨等による川の氾濫、都心での床上浸水、干ばつによる断水、水俣病やイタイタイ病などの公害などととも考えた。また年間の降水量に対する人口 1 人当たりの(資源としての)水の使用量は世界平均よりも少なく、インドネシア、フィリピン、タイなどよりも少ない。日本の今の安定した水事情は技術力によって様々な困難を克服してきたことの結果であることを理解した。そしてまとめとして、世界の全ての人が安全な水を手に入れることができ、合わせて下水施設も作るには 10 年の期間と 6 兆 8000 億円ほどの金額があればいいということ。水ビジネスは 1 年で 5 兆円近くの規模であること。「日本が世界に貢献できることはなんだろうか?」「日本が世界の中でリーダーシップをとるとは、どういうことなのだろうか?」「みなさんはこれからどのように行動していけば良いのだろうか?」等を問いかけ、考えさせた。

生徒たちの意見として、「これからはより一層、世界の距離感が小さくなっていき、地球全体を一つのものとして捉える時代になってくるだろう」「自分が住んでいる町で、日本で、という考え方だけでは生きていけない時代なのではないか」「今後、私たちが活躍するのは国際的な場となるはず」「自分のことだけを考えてはいけけない。他者のことを考えることは巡って自分たちの問題について考えるということだということがわかった」など、生徒の意見は、生き方の視野が大きくなり、視点を遠くに置くものが多くなった。この授業がきっかけとなり「大人になったら、世界を見渡して、その中で中心になって活躍しよう」と考えた人が少しは生まれてくるのではないかと考えられる。今後も様々な場面で、リベラルアーツ教育を意識した展開を行っていくことが大切であろう。

第3節 探究活動の一貫カリキュラム

1. 仮説

「課題研究」は、科学に関する課題を設定し、観察、実験などを通じて研究を行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに、創造性の基礎を培うものとされている。

本校においては、現在教育課程表上に「課題研究」と明示された科目設定はなく、各教科(理科、数学等)、総合的な学習、情報、また学校設定科目「コロキウム」において、それぞれ個別に実施されているのが現状である。今期のSSH研究を通じて、これらを有機的に組み合わせた6年一貫の探究活動のカリキュラム(「課題研究の一貫カリキュラム」)を作成することが研究目標である。また、この一貫カリキュラムにおいて、異分野・異教科間や大学との積極的な連携を行うことにより、「共創力」を備えた新しい価値観を生み出すイノベーターの創出が可能になると仮説を立てた。

【資料1 本校の「課題研究」に関連する領域(現状)】

学年	領域	名称	特徴	担当者
1年	世界遺産	探究・奈良Ⅰ	短期集中	クラス担任中心(+社会科1名)
2年	古都奈良の文化財	探究・奈良Ⅱ	短期集中	クラス担任中心(+社会科1名)
1年		情報と科学	分散型	数学科
2年		情報と表現	分散型	国語科
3年	ESD (持続可能な開発のための教育)	探究・世界Ⅰ	統合型 (週2時間)	社会科1・創作科1 保健体育科1・理科1
4年		探究・世界Ⅱ	統合型 (週2時間)	社会科1・英語科1 理科1・数学科1
3年		情報の科学	統合型	情報科担当教員
4年		情報の科学	統合型	情報科担当教員
5年	リベラルアーツ (21世紀型の教養)	コロキウム	統合型 (週2時間)	全教科(希望教員)

【資料2 「課題研究」の一貫カリキュラム(仮説)】※「情報」との関連は、2年次以降に実践・考察

	1年	2年	3年	4年	5年	6年
科目の名称	課題研究 寧楽Ⅰ	課題研究 寧楽Ⅱ	課題研究 世界Ⅰ	課題研究 世界Ⅱ	コロキウム	課題研究
探究活動の段階	基礎期		充実期		発展期	
探究活動の特徴	協働型学習		協働型探求		協働型研究	
	「地域」の素材の中から、自然科学を“学ぶ”		世界的な課題を、地域の視点から“探求”		培われた自然科学観から、現代的課題を“研究”	
指導要領上の位置づけ	「総合的な学習の時間」				学校設定科目	

2. 実践方法の設定

今年度は、特に学校設定科目「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ことを主な研究・実践方法として設定した。

学校設定科目「コロキウム」は、5年の全生徒対象の必修科目であり、文理の枠組みを超え、少人数の対話型の形式をとることで、狭い知識や技能の集合体ではなく、専門的な(自然科学の根底にある)ものの見方や考え方(discipline)を学ぶことをめざしている。以下に、教育課程上の特色を記す。

- (1)設置理由 構想している内容に合致した教科・科目が既存の教科・科目に存在しないため。
- (2)目標 文理の枠に捉われない、専門性に裏付けられた深みや広がりのある様々なテーマについて、討論型授業展開による少人数講座(ゼミ形式)を開設することにより、リベラルアーツを育成する。
- (3)内容 少人数の必修科目として、各教科から専門性を背景に持ちつつ、従来の教科の枠組みにとられない様々なテーマの講座を開講し、事象のとらえ方や考え方など「科学」に対する知見を深める。
- (4)履修学年・単位数 5年の必修科目で、2単位を設定する。(週1回、2時間連続授業)
- (5)形態 文理融合で8講座(1講座受講人数=平均15名)を開講し、生徒の選択を考慮して編成する。
- (6)指導方法 本校教員が中心となり、適宜、大学教員・大学院生・研究者の協力を得る。
- (7)評価方法 実習やディスカッション、ポートフォリオ、表現活動など、「学んだことの意味を考えさせること」を重視する。

2015年度の開講講座は以下のとおりである。※()内は担当教員の専門科目

科学論の展開(数学)、数学と“私”(数学)、物質と社会(理科)、デザインプロセス・コミュニケーション(技術)、人生幸福論(家庭)、つながるつなげるについて考える(保体)、戦争と人間(地歴)、メディア表現(公民)

下線を付しているものが自然科学系の講座であり、その具体的な実践内容について、以下記述する。

A「科学論の展開—科学と呼ばれているものはいったい何なのか—」(数学科 河合士郎)

■ねらい

今日、科学は高い評価を受けている。それは何か特別なものである、と広く信じられている。信頼できる結果に導くといわれる「科学的方法」とは何なのか？ 年間を通して、こうした問いをはっきりさせ、自分なりに答えようとする取り組みをしたい。哲学・論理的考察、科学の歴史や近代の科学理論の分析を通して、現代における科学方法論について考えていきたい。

■実践内容

- (1) 科学に対して素朴な疑問を投げかける。いったい科学・科学的とはどういったことをいっているのか。事例を挙げながら、科学を哲学的に考えていく。そのためには、科学史・科学哲学の歴史について知る必要がある。具体的な題材を例にとりながら、その発展のようすを歴史的にみていった。
- (2) 偉大な科学者の、代表的な業績の例について具体的に調べた。特に、どのような着眼・理論の導き方が画期的であったのか。科学の大きな前進とされたその方法について考えた。
- (3) 世界が実際にはどんなものであるかについて、真の記述を求める探究として、「科学」はどこまで理論を展開できるのか。「科学的説明」に関する一貫した理論は可能なのか。科学理論は何を目指すものなのか、今までの探究を通して考えた。

B「数学と“私”」(数学科 田中友佳子)

■ねらい

数学の授業を行う中で、生徒たちから「なぜ数学を学ぶのか」という問いがよく出てくる。通常の授業では、そのような問いと向き合うことは難しい。また、数学の好き・嫌いや得意・不得意によらず、「なぜ数学を学ぶのか」といった問いについて自分なりの答えを持っている生徒はあまりいない。

この講座では、このような問いと向き合うことで、生徒自身の数学観を磨くことを目的としている。数学がどのような考え方にに基づき、どのように発展してきたのかを辿ることで、数学の根底にある精神を育みたいと考えている。

■実践内容

生徒の状況に応じて単元を構成するため、年度により取り扱う内容が異なる。

(1) 数学の美しさとは

美しいと思う数式や定理などについて意見交換を行う。美しさとは何によって決まるのかについて考えながら、芸術的な美しさとの違いについて深める。

(2) 数学者岡潔の数学観

岡潔の数学観に触れ、数学と情緒について議論を交わす。生徒が普段考える機会の少ない、数学における情緒についてとらえることで、数学観を再構築する。

(3) 古代エジプトの縄張師

グラウンドにて、図形の作図を行う。体を動かしながら、土地の区画や測量などを行い、難しさを感じるとともに幾何学がどのようにして発展してきたのかを考察する。

学習活動は、3~4人のグループでの話し合いや読書会、インタビューなどにより進行する。

C「物質と社会」(理科 越野省三)

■ねらい

化学は物質を究明する学問である。物質が氾濫する 21 世紀に生きる現代人にとっては、物質に関心を持ち、物質を正しく理解することはより良く生きていくために必要なことであろう。我々は物質を我々の都合の良いように形を変え、生活で利用してきた。そして文明の進歩とともに見いだされた素材・材料は、それらの特徴に応じて、より洗練または複合化されて機能材料として更なる文明の進歩を担うことになる。すなわち、金属材料、無機材料、有機材料、炭素材料がもつ電気伝導体、半導体、圧電・誘電体、磁性体、蛍光体、耐腐食・耐熱体などに代表される性質を組み合わせることにより、従来にはない高度な機能をもつ材料が産み出され、同時にその新しい機能を生かした技術が開発されてきた。現代は、人体や地球環境への影響を配慮し、エネルギー効率の高い材料づくりや応用技術が求められている。この講座では、これからの時代に対する物質について、設計、合成方法の研究・開発、機能評価などを目指し展開する。

■実践内容

(1) 文献調査

物質について知るところから始めよう。専門書や論文等から学習する。

(2) 実験・合成

簡単な化合物を題材に、標準的な合成方法を習得する。機能材料となりうる分子設計を行い、身につけたテクニックを用いて、新規化合物の合成をめざす。

(3) 測定・評価

分光学的手法などを用いて、合成された化合物の機能について考える。

(4) まとめ

現代の物質社会での生き方について考える。

D「デザインプロセス・コミュニケーション」(技術科 吉川裕之)

■ねらい

この講座では、デザインプロセス(工学設計)の手法を用いながら、プロジェクト内でのコミュニケーションの進め方や、人生の中の「創る」ことの意味について考える機会になればと考えている。

知識的な学力・技能・技術を活かすためには、豊かな問題意識、想像力、チーム活動能力、他者の考えを理解し、取り込み、自分の主張を持ち、発信できるコミュニケーション能力、社会性といった包括的に「豊かな」力が必要である。これまで作り手側だけで担われていたデザインプロセスは、社会的に開かれたコミュニケーションプロセスへと変化しつつある。デザインプロセスという課程を体

験することによって得られる力は、今後の科学技術社会に生きる者のための新しい科学技術リテラシーとして重要な要素を包括する。

■実践内容

チームを編成し、課題を設定し競技形式で課題解決を目指す。チームは課題ごとに編成を変え、前のチームでの成果・情報を共有し合いながら進めていく。

(1) 機構の理解と創造

＜課題例＞ 3Dプリンターを用い、パーツを製作し、与えられた運動を行う機構を製作せよ

(2) パラメータの設定と創造

＜課題例＞ 動力を使わないで、速く4足歩行する模型を設計せよ

3. 検証・評価

今年度の学校設定科目「コロキウム」の実践を、教科および総合的な学習と比較・分析を行った結果、以下のような考察を行っている。

①教科教育…客観的に見てこういう定義が成り立つ、こういう公式が使えるということを確認する場

②総合学習…実験や観察を通して、データを客観的にとらえて考察する。教科教育からさらに踏み込んだ、発展的な学習という位置づけである。しかし総合学習には、時間的制約があるため、データを収集し、実験を行い、考察をするということで終わってしまい、一人ひとりが考えを深めるところまで到達しづらい。

こうした一人ひとりの生徒が学び取ったことをじっくりと形象化し、意味付けること、そのような学習活動や学習指導を重点化することが、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに、創造性の基礎を培うものとなる。この場が、③学校設定科目「コロキウム」と考えられる。この考察をもとに、指定2年目以降の課題を、以下のように整理しておきたい。

①「探究奈良Ⅰ・Ⅱ」「探究世界Ⅰ・Ⅱ」（「総合的な学習」）の改編（2016～）

環境問題やエネルギー問題などの世界的・人類的課題について、自然科学的な視点からのアプローチをより重視し、個人研究を基盤としたグループ探究活動を行う。課題に対する、仮説の立て方や実験・観察の計画、先行研究の調査、データの処理、考察の組み立て方など、2年間をかけて、「課題研究」の方法を重視して学ぶ場として位置づけ、実践する。

②「コロキウム」における自然観、数学観、科学観の涵養の場をめざす取り組みの深化(継続研究)

今後、4年生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、また個別的な能力を総合し、学問的な見方・考え方や感性を研ぎすます場として、実践・評価を行う。

③課題研究の集大成となる「SSテーマ研究」（6年生理系）を新設し、実践研究(2017～)

6年間の集大成として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。指導は、大学教員・研究者と連携しつつ、理数教員が中心となっていく。

第4節 研究ノート作成

今年度は課題研究において、生徒に使用させる研究ノートの導入部分に関する検討を行った。

ノートの選び方として、長期間保存が可能な劣化しにくい材質のものであるとか、改ざん防止の工夫がなされているもの、連続の通し番号(ページ番号)がついているもの、各ページにおいては記録年月日、記録者の署名、実験日のコンディション等が記入しやすいものなどが良いと考えられる。また、グラフなどが直接記入しやすい形式のものも良い等、研究を行うときに数学、物理や化学、生物および地学分野からみた使用しやすいノートはどういったものか検討した。

それに加え、大事なことはノートの様式よりも研究ノートの意味や記入方法を示したりすることの方ではないかと考え、検討も行った。研究ノートは当然、研究活動を記録するもので、大きな目的は、ある時点において研究者の活動がどこまで進んでいたのかを自身が確認できるように、また他者に証明ができるようにすることである。であるから、後で見返したときに、そのときの状況をできるだけ正確に理解することができる必要があり、長期間保存できるものでなければならない。もし、その記載事項の証拠能力を高めようとするならば定期的に他者(研究指導者など)によって内容の確認がなされるようにしなければならないだろう。これらができていれば、研究者が論文を書く際に、研究ノートから必要な情報を簡単に取り出すことができることになる。これらのことから、上述のようなノートの選び方となるわけで、記載しなければならない事項なども理解できるであろう。また記入の際に用いる筆記具はペンやボールペンなど消えにくいものを使用しなければならないこともわかる。これらのことが、次年度以降に作成する研究ノートには必要であり、記載するのが良いと考えた。

また、ノートの使用方法だけでなく、課題探究活動に必要な実験・観察・測定などの基本操作や、データや統計処理の方法などを記載し、研究ノートとして活用していくことも必要であると考え、その方法について検討した。サイエンス研究会に参加し、研究を始める生徒の多くは、本校は中等教育学校であるので中学1年生ということになる。そのため研究を始める際に必要であろう基礎知識や実験手法、また器具や機器の基本操作や観察方法については、毎年、1年生に授業用に配布している「実験・観察の手引き」を、理科の各科目において大きく見直し、まとめていくこととした。その際、取り上げる観点として、自ら探究する活動にとって必要な事柄に重点を置くことが良いのではないかと考えた。さらに、結果を表やグラフのようにデータ化し、統計処理をすることも必要であるから、有効数字や平均値の考え方、コンピュータによる統計ソフトの使用法など数学の面からも必要とされる事柄も合わせてまとめていくこととした。

具体的な項目としては、次のようなものになるかと想定している。

- ・ テーマ選びから計画、実験、結果と考察までの一般的な課題研究の仕方について
- ・ 研究ノートの意味や記入の方法
- ・ 実験・観察のための基礎知識
- ・ 実験・観察のための基本操作
- ・ データ処理の方法
- ・ 実験を安全に行うために留意点
- ・ その他

サイエンス研究会の生徒たちが使用できるノートであると同時に、第Ⅲ期 SSH 研究指定の3年次から実施する「SS 課題研究」での使用も想定し、研究ノートを作成していくこととした。

第5節 サイエンス・イシューズ

3-5-1 授業実践

数理生物学 一個体の増殖を数学的に解き明かす授業― 河合士郎(数学科)・櫻井 昭(理科)

■研究の目的・動機

理数連携授業として、生物学と数学が合同で開発できる教材・実験を考えていくことにした。一般に数理生物学は、これまで特に生態学や進化生物学、遺伝学といった分野で研究が進められてきた。数理モデルを用いて、現実にある生物的な諸課題を考察するにあたって、まずはその中でも「生態学」において大きな成果をあげているアプローチの、一端にふれられるような授業研究を行った。

本校の学校設定科目として、以前6年生で開講していた科目に「数理科学」がある。ここでは数学の教員が、主に数理的側面から自然科学を探究する授業を展開していた。それらのテーマの一つとして、生物の成長曲線(ロジスティック・カーブ)を理論的・関数的に扱ったものがあつたが、あくまで現象のモデル化・シミュレーションの一つとしてコンピュータ上で計算させるにとどまっていた。

今回、融合授業を開発していくに当たり、今までの展開よりもっと生物学の授業に近づくことを考えた。思考実験ではなく、実際に実験を行い、数理生物学のモデル化が本当に自然現象を説明できているのかまで検証する作業を加えることで、具体的現象と抽象的概念の往還が可能になり、それが科学的探究の本質的な方法であろうと思われるからである。

■研究の方法

「数理科学」は数学の教員だけで通年授業をしてきたが、今回の授業研究では一連の授業に理科と数学科の教員が交互に現れたり、同時に出てT.T.を行ったりといった方法をとっていきたいと考えた。それによって、自然現象の解析には本来さまざまな分野からのアプローチ・協働が必要であることが生徒にも実感されるであろう。一つのテーマについて、実験もして数学的解釈も加え掘り下げていくため、単元の通常の授業よりもかなり時間を使って展開していくことになる。

なお、今回の実践では理系生物選択者の通常講座の授業をベースとして、そこに数学教員が割り込んでいくという方法をとった。自然現象を説明するツールとして数学を用いるという立場から、この方法が妥当なように考えられる。

■今後の方向性・内容

「サイエンス・イシューズ」の実践例として、生物学と数学の融合授業案を複数作成していきたい。数理生態学では個体群モデルの応用として、相互作用する個体群の増減(種間競争)や反応速度論、感染症のダイナミクス等のテーマもあり得るし、遺伝学へのアプローチも十分考えられる。

また、よりミクロなレベルの生物現象、分子生物学・細胞生物学・発生生物学の分野においても数理モデルが使える場面があれば授業開発を行っていきたい。

一方、高等学校の「生物」で扱われ習得されるべき学習内容には当然指導要領があり、範囲も限定されている。限られた時間の枠内で、従来の授業展開をしていくだけでもかなり窮屈なところに、このような探究授業を計画してカリキュラム化することはなかなか困難である。

本班では生物学と数学の合同開発を担っているが、物理学と数学、化学と数学といった、理科の他分野と数学の融合授業も他班においてそれぞれ研究されている。今後理科の「課題研究」の時間においても数学的な思考を取り入れることによって、今までより多様な視点から自然現象を解析していく発想が育成されることを目指していきたい。

■『ゾウリムシの個体群における密度効果の数学的解析』授業案

高等学校「生物」に「個体群と生物群集」という単元がある。個体群における個体数の増加率は、個体群を取り囲む環境要因によって制限を受けてしまう。ここでよく知られているのが、成長曲線という個体群の成長を表すグラフである。これは、横軸に時間、縦軸に個体数をとったときの、個体群の成長のようすを時系列で表したものである。

この一連の授業では、ゾウリムシの個体数を実際にカウントすることにより、成長曲線をグラフ上にプロットする。一方、増加率と個体数の関係に着目させ、グラフを数式モデルで表現できないか考察する。そして、実際の個体数の増加の様子が、数学的解析により予測できるかどうか試みる。

クラス：5年理系生物 16名(男子6名、女子10名)

単元名：生物と環境 ～個体群と生物群集～

教材観：地球上に生息する様々な生物は、地球の物理的環境によって影響を受けている。また、それぞれの生物間にも多彩な関係性が存在している。この生物間の関係性が、地球の物理的環境にも影響を与えることがある。生徒がこの単元を学ぶことを通して、地球という閉じられた空間の中で、生物が生息するためには何が必要なのか、またどんな考え方が大切なのか、具体的に関係性を取り上げながら考えさせたい。

身近な生態系や個体増殖のモデル化を行い、その変化を視覚化するとどうなるか探究する内容で、数学の大きな分野の一つである微分方程式の一端にも触れる。大学で学ぶ展開とは異なり数学的な解法の操作としてではなく、自然や社会現象を解析する手段・変化を捉える見方としての側面が実感でき、「未来を見通す」ことの興味深さに触れられる内容とした。このテーマは「ロジスティック・モデル」という、モデル化の考え方と関係する。

単元の指導計画：

1. 個体群動態 (6時間)	第1時	生物の成長曲線(生物学的意味)	2/15(月)
	第2時	成長曲線の数学的意味	2/16(火)
	第3時	個体数の計測のしかた(カウントの方法、実習)	2/17(水)
	第4時	条件の違いによる結果を予想し、1週間の実験計画を立てる(公開授業)	2/19(金)
	第5時	実験のセッティング	2/23(火)
	第6時	実験結果をもとにした数学的解析、ゾウリムシの成長曲線を実際に描く	2/29(月)
2. 個体群内の相互作用 (1時間)	第7時	動物の社会(群れ)	
3. 個体群間の相互作用 (2時間)	第8時	種間関係(競争と共生)	
	第9時	間接効果	
4. 生物群集 (2時間)	第10時	他種との共存	
	第11時	環境形成作用	

公開授業 条件の違いによる結果予想(仮説設定)と実験計画の立案

本時の目的

数式処理ソフト(GeoGebra)で成長曲線を描き、成長曲線の形体変化とパラメーターの関係を理解させる。
現実のパラメーターの範囲を想定し、実際に実験値と予測値ができるだけ等しくなる条件を考える。

	学習活動 ○予想される生徒の反応	指導上の留意点 ☆教師の発問	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> 成長曲線を思い出す $y(t) = \frac{k}{1 + \left(\frac{k}{a} - 1\right)e^{-rt}}$	<ul style="list-style-type: none"> 教師が予備実験で得た「ゾウリムシの成長曲線(実測値をエクセルでグラフ化)」を生徒に示し、成長曲線の特徴を復習させる 	成長曲線の特徴を説明できる【知】
展開 1	<ul style="list-style-type: none"> 成長曲線の3つのパラメーターを思い出す ○aはyの初期値 ○kはyの環境収容力 ○rはt=0のときの増加率 ・iPad miniのGeoGebraを用い、パラメーターの意味を実感する ・aとkとrの関係性について書き出す ○aの値がkに近ければすぐにグラフは増加しなくなる ○aの値が小さすぎると、最大個体数に至るまでに時間がかかる ○aの値が小さくてもrが大きければ最大個体数に至るまでの時間は短縮できる ○kの値が大きければ、最大個体数に至るまでに時間がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ☆関数の3つのパラメーターは何を意味していましたか? ・1人1台分のiPad miniすべてに、GeoGebraと成長曲線の関数を入れておく ☆グラフのパラメーターを動かして、それぞれの関係性について気が付いたことを書き出してみよう ・パラメーターを自由に動かし、グラフの形態変化を確認させることで、パラメーターがどんな環境要因によって変化するのか考えさせる 	<p>数理生物学的に導いた成長曲線を説明できる【知】</p> <p>GeoGebraを動かして、変化の動きを探索できる【関】</p> <p>1つのパラメーターを動かして、それに伴う2つのパラメーターの動きを見つけ出し、表現できる【思】【数】</p>
展開 2	<p>課題1</p> <p>今、ゾウリムシが11,000cellsいる培養液が200mLある。 この培養液のゾウリムシを新しい培地に植え継いで、2日目に10,000cellsいるフラスコ培養液を作ってほしい。植え継ぐ条件と培養方法を提案しなさい。 ただし予備実験の培養条件は以下の通りである</p> <p>植え継いだ時の総個体数(初期値 a)は、1,600cells 増加しなくなった時の総個体数(環境収容力 k)は、12,000cells 植え継いでから最大個体数に至るまでの日数(t)は、7日間 培養液の総量は、1×レタス培養液 200mL 培養温度は、28C°</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> 課題1について考える ○予備実験の結果に近いグラフを 	<ul style="list-style-type: none"> グループで課題に取り組ませる 	実験の結果を数学的に考察し、適切なパラメー

	<p>GeoGebra で描こうとする</p> <ul style="list-style-type: none"> ○パラメーターを動かして、課題を満たす条件を探す ○グラフの傾きを大きくする ○環境収容力(k)を大きくする ○初期値(a)を増やす 	<ul style="list-style-type: none"> ・適宜生徒へアドバイスを 	<p>ターを決定できる【思】 【数】</p>
展開3	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>課題2 課題1を満たす培養条件(仮説)を、検証するための方法を立案しなさい</p> </div>		
	<ul style="list-style-type: none"> ・関数のパラメーターと環境要因との対応を考える ○初期値(a)を大きくするためには、植え継ぐときのゾウリムシの総個体数を増やす ○環境収容力(k)を大きくするためには、培養液濃度(餌濃度)を高める、もしくは、バクテリア培養容器(物理的環境)を大きくする。 ○増加率(r)を大きくするためには、ゾウリムシの分裂速度を上げる ・環境要因を設定したら、その環境要因を実際に再現するための実験条件を具体的に考える ○a を大きくするためには、高濃度のゾウリムシを事前に用意しておく必要がある ○a を大きくするためには、同じ密度ではあるが培養液の量を多くする必要がある ○k が大きくなるようにするためには、 1) 物理的環境サイズ(培養器の大きさ)を大きくする、もしくは、2) 栄養条件を良くする(培養液の濃度を高める、餌をより多く与える) ○r の値を大きくするためには、培養温度を上げる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ゾウリムシの培養方法を思い出させ、グラフと実験を対応させるようにする ・仮説のグラフに近い結果になるような培養方法を立案させるために、具体的な数値(温度、濃度の倍率、個体数)を考えさせる 	<p>パラメーターを環境要因に変換することができる【思】</p> <p>設定した環境条件を実際の実験へと変換することができる【技】</p>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・実験計画をまとめる ○植え継ぎに必要なゾウリムシの総個体数 ○培養液の量と濃度 ○培養するときの温度 ○植え継ぎに必要な器具類と機器 	<p>☆事前準備に必要な情報は必ず書き込むようにしよう</p>	

評価の観点(理科) : 【関】…関心・意欲・態度、【思】…思考・判断・表現、【技】…観察・実験の技能
【知】…知識・理解

評価の観点(数学) : 【関】…関心・意欲・態度、【数】…数学的な見方や考え方、【表】…数学的な技能
【知】…知識・理解

3-5-2 理数研究会

(1) 理数研究会の設置について

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究する授業研究を続けている。

今回、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、中等教育カリキュラムの改革を目的とした理数研究会を設置することとした。

(2) 主な目的

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6つのテーマに分かれて研究を行った。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開始している。

(3) 構成メンバー

本校：理科・数学科教員、SSH主任

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、増田暢 特任助教、船越紫 特任助教

(4) 主な成果

本年度は、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」(2016年2月19日)を開催することができた。そこでは理数「個体の増殖を数学的に解き明かす」と題した、生物領域と数学領域を融合させた実験授業を公開し、その後のシンポジウムや各研究班でのラウンドテーブルにおいては、理科と数学科の授業における融合の可能性や次回指導要領の改訂で予想される新教科「数理探究」について、充実した意見交換の場となった。本シンポジウムへの外部からの参加人数は60名を超えて過去最大となり、参加地域は、北は宮城県から南は沖縄までの広範囲にわたった。これらのことから理数融合授業をテーマとした研究は、必要性が高まっており、本校が全国に先駆けて先導する授業モデルを研究開発することの重要性が証明された。また、今回のシンポジウムで、本校の研究について広く告知することができた。

(5) 研究テーマと班メンバー

班	担当教員	教科	テーマ
1	河合・櫻井	数学・生物	個体の増殖を数学的に解き明かす授業
2	川口・越野	数学・化学	化学と数学ー物質の構造に潜む数学的性質ー
3	山上・武曾	数学・情報	生徒の思考を助けるプログラミングの授業
4	横・渡部	数学	リベラルアーツ教育を重視した授業への見直し
5	田中・米田・藤野	数学・物理	数理科学、再び
6	矢野・佐藤・中本	数学・生物	理数における数学的概念・数学的ツールの学びの適切な配置を追求する

(6) 理数研究会開催日時と議題

回	開催日	議 題
第 1 回	4/22(火)	1. 研究方針の確認
第 2 回	5/26(火)	1. 物理における微積分(米田) 2. 数学における微積分(山上) 3. 議論 4. 理数のグループ分けとテーマの確認
第 3 回	6/30(火)	1. 各班でテーマについて議論し、研究内容を確定 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認
第 4 回	7/14(火)	1. 各班でテーマについて議論し、研究方向を確定し深め、発表 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認
第 5 回	9/29(火)	1. 各班でテーマについて議論し、研究方向を確定し深め、発表 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認
第 6 回	10/27(火)	1. 1 班、3 班の発表と議論 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認
第 7 回	11/24(火)	1. 4 班、5 班の発表と議論 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認等
第 8 回	12/15(火)	1. 2 班、6 班の発表と議論 2. 共同機構と附属中等教育学校の共催プログラムの連絡・確認等
第 9 回	1/26(火)	1. 理数シンポジウムに向けての授業案の発表 2. 質疑と議論
第 10 回	3/22(火)	1. 理数シンポジウム発表会についての総括 2. 本年度の総括と来年度の計画



理数研究会の様子

第6節 サイエンス研究会に対する支援と指導

3-6-1 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

- ・「フィボナッチ数列の剰余に関する考察」(2年生1名)
- ・「魔方陣について」(3年生1名)
- ・「約数の総和について」(3年生1名)
- ・「モンティホール問題」(3年生1名)
- ・「奈良の歴史と数学」(3年生1名)
- ・「 n 角形の一意性」(3年生1名)
- ・「植物における数学的規則性」(4年生1名※生物班にも所属)
- ・「カプレカー変換に関する考察」(4年生1名)

■発表活動・交流活動

- ・7月11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22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31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。
- ・11月1日(日) 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。
- ・1月11日(月) 日本数学オリンピック予選に参加した。
- ・2月20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12日(土) 本校数学班10名が名古屋大学文学部附属中学校・高等学校を訪問した。
- ・3月13日(日) SSH奈良コンソーシアムにおいて、ポスター発表を行った。

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。さらに、他校の数学研究班との交流を広げることを目的に、本年度は名古屋大学教育学部附属中学校・高等学校との交流を相互に行った。今後も拡大していきたい。

■日々の活動

今年度の数学班は、高学年が不在となり、世代交代を果たしたばかりという状況である。昨年度から継続して研究活動を行っている4年生や3年生が中心となって日々の活動を行っている。また、低学年や3年生の新規参加者が増加し、全体で25名の大所帯となっている。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を見つけ出す練習を行っている。その中から研究テーマを見つけ出していく予定である。

数学班の研究テーマは各自で異なるが、日々の活動では、1つの問いを全員で議論し合うことが多い。相互の得意分野を生かして、研究活動を進めている。また、研究活動に加えて、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も力を注いでいる。これまでの数学の問題を「解く」楽しみだけでなく、数学の問題を「作る」楽しみを共有しているようである。

これからも、数学班は個人として研究を進め発表する活動と、チームとして数学を楽しむ活動の両立を図っていきたい。

(2) 物理班の今年度の活動

■主な研究テーマ

- ・「豆電球の電力と明るさの関係」(2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」(3年生1名)
- ・「ドローンの製作」(4年生1名)
- ・「白黒フィルム写真のカラー化」(6年生1名)

■日々の活動

入学してすぐに物理班に入り、1年生の段階から高度な研究を開始した5人の生徒たちも、いよいよ6年生となった。受験生ではあるが、この1年間、研究を継続しながら、後輩に直接、間接に研究の手ほどきをしてくれた。そのうち1名は、春にIntel ISEFに出場し、「白黒フィルム写真のカラー化」を大舞台で発表し、現在も研究を継続している。

5年生はいないが、4年生はドローンの開発を目指している。3年生も非常にユニークな研究課題を見いだしている。4年生から1年生まで、製作に必要な部品を自ら設計し、3Dプリンタを駆使して試行錯誤をくり返している。2年生は自分の研究テーマを追求すると共に、1年生たちに半田付けの仕方や電子回路の基本を指導してくれている。

6年生が卒業すると、物理班は大きく世代交代をすることになる。

(3) 化学班の今年度の活動

■主な研究テーマ

- ・「錯体の合成」(1年生2名)
- ・「Dye-sensitized solar battery experiment」(5年生2名)

■日々の活動

1年生は、多く来れるときには週に1回程度、自分の時間があるときに化学実験室で活動した。銅板を使った酸化還元反応などを行いながら実験の基本操作を学んだ。また実験方法を読むために必要な濃度や物質量、反応の量的関係などの基本知識についても学習した。夏以降は先行研究されている錯体の合成実験を行いながら、その物性を測定しようとしているところであった。

5年生は、色素増感型太陽光発電電池に関する研究を自分たちの時間があるときに行ってきた。その成果については、2015年12月22日～24日にタイのPrincess Chulabhorn Science High School Phetchaburiで実施されたThailand-Japan Student Science Fair 2015でポスター発表を行った。また3月に行われるNAIST奈良SSHコンソーシアムにおいてポスター発表の予定である。

(4) 生物班の今年度の活動

■主な研究テーマ

- ・「光の波長によるハツカダイコンの成長の違い」(2年生4名)
- ・「ハムスターの学習能力」(2年生3名)
- ・「粘菌の疑問を解決しよう」(3年生3名)
- ・「DNAによる雌雄判別法に向けて」(4年生2名)
- ・「マツタケの人工培養」(2年生1名、4年生1名)
- ・「植物における数学的規則性」(4年生1名)
- ・「シュートでの葉の構造」(4年生1名)

- ・「ミドリゾウリムシの成長曲線」(4年生3名)
- ・「アップルミントの防虫効果」(4年生3名)
- ・「アサリを使った水質浄化」(5年生1名)
- ・「抹茶の科学」(5年生1名)

■日々の活動

2年生から5年生まで、研究を行っている生徒たちが所属している。活動は、研究テーマごとに活動日を決め、その活動日に実験に取り組むスタイルである。これは、他のクラブと兼部している生徒が多いためである。そのため、テーマの異なる生徒同士の交流は、活動日が同じにならないと難しい。しかし、校内生徒発表会など発表する場が近づくと、今までの実験をまとめるなどの作業を連日行うようになるため、この期間は生物班内での交流が自然と持たれている。

4、5年生になると個人研究が多くなる。今年度は、5年生の「抹茶の科学」を研究している生徒が、SSH 全国生徒発表会への校内代表となり、日ごろの研究成果を発表した。もともとは、マツタケの研究をしていたが、茶道同好会での活動からヒントを得て、美味しい抹茶を点てるための科学的検証を行いたいと、4年生になってからテーマを変え、取り組み始めた研究であった。サイエンス研究会に所属しながら、別の活動もしているからこそ生まれたテーマともいえる。SSH 全国生徒発表会では研究成果が認められ、科学技術振興機構理事長賞をいただいた。

1年生も10名ほど生物班に入った。この1年間は、先輩たちの研究に参加し、一緒に実験を行うことで実験を学ぶ期間となった。来年度から自分たちのテーマを考え、実験をしていく予定である。

(5) 地学班の今年度の活動

■主な研究テーマ

- ・「太陽の特徴を調べる」(1年生3名)
- ・「手作り望遠鏡の作成」(2年生5名)

■日々の活動

今年度の地学班では、天文をテーマに研究活動を行っている。1、2年生の部員で構成されているため、教員から地学の様々な分野の基礎研究を提示している。昨年度は鉱物に関する基礎研究を行い、今年度は天文分野に関する基礎研究を行っている。

2年生は、市販の虫眼鏡を使って、望遠鏡の設計を考え、どのようにして観測機器が作られているのかを考えている。レンズの種類を変えると、観測結果にどのような違いが出るかなど、試行錯誤している。1年生は、スマートフォンで拡大できる望遠鏡を使って、天体の観測を行っている。今後は、太陽のスペクトルを分析し、温度と波長の分布について考察する予定である。

運動部と兼部している生徒も多く、週1回程度の活動であるが、サイエンスの活動を少しずつでも進めていきたいという生徒が入部している。今後も地道な研究を期待したい。

3-6-2 イノベーター・キャンプ

■仮説

本校Ⅲ期 SSH の研究課題は、「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である。この課題に対し、

「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。」

という仮説を立てた。そこで、このような生徒を育成するために、

- ・多分野融合研究を進めたり、異文化・分野間の議論を行ったりする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、放課後や休業期間を利用して開催することにした。また、従来のサイエンス研究会の活動を上記の視点から整理し、新たに企画する諸活動と統合する形で、1年を通して行われるプログラムとして、「イノベーター・キャンプ」を立ち上げた。

イノベーター・キャンプのねらいは、以下のように、大きく2つに分けられる。

① イノベーターに必要な姿勢・態度を身に付ける。

- ・知識や技術を現実の社会に応用しようとする姿勢
- ・新たなものを創り出すために必要な発想力
- ・多様なアプローチを試みる姿勢
- ・特定分野に偏らず幅広い分野に関心をもつ姿勢
- ・研究に求められる倫理

② イノベーターに必要なスキルを獲得する。

- ・コミュニケーションスキルー議論できる力、協働できる力
- ・プレゼンテーションスキループレゼンの構成力、話し方、ポスターの作り方
- ・プログラミングスキル ・コンピュータ活用能力 ・統計処理能力

■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12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。また、④「サイエンス海の学校」、⑤「サイエンスベースキャンプ」、⑥「サイエンス森の学校」、⑦「ISSS(TJ-SSF タイ政府主催科学フェア)」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	校内発表会に向けて ・プレゼンテーション入門	5/20(水)	3年以上希望者 16名
②	校内発表会	6/13(土)	サイエンス研究会全員
③	全国研究発表会に向けて ・発表内容の検討 ・プレゼンテーション練習	7/31(金)	3年以上希望者および 全国大会参加者10名
④	サイエンス海の学校 ・京都大学瀬戸臨海実験所での生物採集 と観察	7/30(木)～8/1(土)	1,2年希望者 20名

⑤	サイエンスベースキャンプ ・共通課題の討議 ・討議結果をプレゼンテーション ・第1回プログラミング講座	8/25(火)～25(水)	3年以上希望者 31名
⑥	サイエンス森の学校 ・リケジョプロジェクト関連 ・下市町での地域連携型の科学合宿活動	10/7(水)～9(金)	3,4年希望者 21名
⑦	国際交流プログラムに向けて	12/17(木)	ISSS参加者5名および 希望者10名
⑧	ISSS(TJ-SSF タイ政府主催科学フェア)	12/22(火)～24(木)	4,5年生 5名
⑨	ポスター制作講習会 ・公開研究会にむけてポスター発表に関するワークショップ	2/17(水)	希望者 15名
⑩	プレゼンテーション講座Ⅱ ・スライド作成に関する講習会 ・プレゼンテーションの練習	3/10(木)	発表者 15名
⑪	問題解決講座	春季休業期間	希望者
⑫	第2回プログラミング講座	春季休業期間	希望者

今年度は、統計講座、研究倫理に関する講習会、Mathematica 講座などを計画していたものの、実施することができなかった。次年度はこれらの内容の講座も開講できるように計画を立て、イノベーター・キャンプをより充実したものにしていかなければならない。

■評価

今年度はイノベーター・キャンプの試行として、年間を通して 12 回のプログラムを計画、実施した。12 回のプログラムを通して、次の 3 つの成果が挙げられる。

①サイエンス研究会の研究活動、発表活動における基礎スキルの獲得につながった。

これまで、各班に任されていた研究の基本姿勢やプレゼンテーション指導を統一して行うことにより、今まで以上に系統的かつ効率的なスキル指導を行うことができた。

②多分野の視点を研究活動や発表活動に反映させることができた。

ポスター発表を他班の生徒が聞いてコメントする機会を設けるなどの活動により、各自の研究を他の分野を専攻する他者に聞いてもらい、異なる視点から研究内容やプレゼンテーションを捉えることが可能になった。各自がもらった指摘や意見を反映させて、レベルの高い研究発表を行うことができた。

一方で、サイエンス研究会のうち、中・高学年を対象としたプログラムが多く、低学年を巻き込むことがうまくできなかったという課題が浮かび上がった。

次年度以降は、今年度に得られた成果を維持しながら、課題を克服するために、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きたい。さらには、サイエンス研究会のメンバーだけではなく、広く全校生徒や他校の生徒を巻き込んだものに発展させることも検討していきたい。

3-6-3 サイエンス・ベースキャンプ

■目的

課題を楽しみながら、基礎スキルを身に付ける。同時に、視点や考え方の異なる仲間と協力することを経験し、宿泊を通してサイエンス研究会の仲間との親睦を図る。具体的には、次の5つの目標を設定する。

- ▶ 課題をさまざまな方向から考えようとする。
- ▶ 自分の考えや発想を積極的に提案する。
- ▶ 他者の考えをしっかりと聞き、質問や意見ができる。
- ▶ 班の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ることで課題の解決を図る。
- ▶ プログラミングの基本を身に付ける。

■実施日時 2015年8月25日(火)～8月26日(水)

■参加者 サイエンス研究会 31名

(2年生10名, 3年生16名, 4年生4名, 5年生1名/男子24名, 女子7名)

■講師 井上高志先生(井上兄弟社)

■日程

8/25(火)	8/26(水)
8:45 学校集合	6:30～7:00 起床、荷物整理
9:00～10:00 アイスブレイク (班対抗パズル大会)	7:00～8:00 朝食
10:00～12:00 共通課題①	9:00～12:00 プログラミング講習
12:00～13:00 昼食	12:00～13:00 昼食
13:00～16:30 共通課題② (議論とプレゼン作成)	13:00～16:30 プログラミング実習
18:00～19:00 夕食	16:30～17:00 振り返り、片付け
19:00～21:00 成果発表会	17:00 解散
21:00～23:00 入浴、自由時間	
23:00 就寝	

■活動の様子

○アイスブレイク

学年もサイエンス研究での所属班も入り混じった班の構成なので、はじめに自己紹介を行い、班としての活動をしやすいように、班対抗のパズル大会を行った。やや難易度の高いものを出題したので、個人で考えた後に自然発生的にグループでの議論が起こり、よいアイスブレイクとなった。

○共通課題

下の2つのタイプの共通課題を設定し、各班でテーマを設定して議論し結論をまとめた。その結果を議論の過程がわかるようにプレゼンテーションにまとめ、発表の準備を行った。

①フェルミ推定に挑戦しよう。

フェルミ推定について、事例を紹介しながら説明し、各班でテーマを選んで推定を行う。

【テーマの例】

- ・地球上の海水の体積はいくらであるか。
- ・日本にアリは何匹いるか。
- ・月の重さはどれくらいか。
- ・一人の人が人生に必要な金額はいくらか。
- ・一人の男性が生まれてから死ぬまでに使うトイレットペーパーの長さはいくらか。

② トリーズの 40 の発明原理を使って説明してみよう。

トリーズ(TRIZ)とは、ロシアの特許審査官だったアルトシューラーが特許をベースに作成し、200 万件以上の特許を検証し、分野を超えて利用できる優れた発明と問題解決のための理論である。中でも最初に作られたのが、「40 の発明原理」といわれるものである。この「40 の発明原理」について事例を挙げながら説明し、自分たちの身の回りにあるものの仕組みを説明したり、問題の解決を図ってみたい。

【テーマの例】

- ・高速道路での渋滞を緩和する
- ・コンピューターに用いられる 40 の発明原理

○成果発表会

夕食後に、宿舎で各班の成果を発表し、相互評価を行った。各班ともどのように結論に至ったのかをしっかりと説明していた。また、聴衆の側は仮説を立てた根拠や発表班とは異なる発明原理の提案など発表後の質疑も充実したものであった。少人数で共通の課題設定であったため、議論が活性化したのではないだろうか。

○プログラミング実習

井上高志先生からマイコンの仕組みに関する講義があり、続けて実習を行った。LED ライトが並んだ基盤を回転させることにより、文字や絵を浮かび上がらせるという内容であった。点灯させる LED の指定や時間間隔などをプログラムして点灯させていた。コンピューターやプログラミングに関する知識の差が大きいメンバーだったので、感想にもその差が表れていた。

■ アンケート結果と生徒の感想(抜粋)

生徒の振り返りにおいて、ベースキャンプの感想や意見を記述させた。

- ・発表ではとてもたくさんの質問が出て、自分たちの意見に興味を持っているということが分かるのがとても嬉しく、やりがいがありました。
- ・難しい課題でしたが、みんなで協力すればとても短時間でプレゼンがまとまるということ、身をもって感じました。
- ・あまり普段考えないような問題でわくわくした。さらにまた、考えをわかりやすいように相手に伝えるというプレゼンの機会があってよかった。
- ・日数を長くしてほしい。
- ・普段では体験できないことを体験させてくれ、とても楽しかった。みんなで決まったことをするのではなく、自分で好きな形を考え、実体化できたことがよかった。
- ・プログラミングと聞いてとても難しそうで、不安だったのですが、とても楽しく受けることができました。それに自分でプログラムを設定することができ、オリジナリティーがあってみんなで楽しむことができました。
- ・プログラムの内容は良かったと思います。2 日目の課題はもう少し難しくしてほしいです。
- ・女子の参加者が増えてほしいです。

活動内容については概ね好評であったといえる。部屋割りや食事など、宿泊上の細かい点について改善すべき点が挙がっているので、次回の実施に反映させていきたい。

3-6-4 サイエンス・海の学校

■実施概要

日 時	2015年7月30日(木)～8月1日(土)
場 所	和歌山県西牟婁郡白浜町周辺
講 師	宮崎勝巳(京都大学フィールド科学教育研究センター 瀬戸臨海実験所講師)
参加人数	生徒20名(1年16名、2年4名)、教員3名(養護教諭1名を含む)、TA1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、水族館見学を2班に分かれて行った。バックヤードも見せてもらい、講師の宮崎先生から説明を受けた。その後、各自がまとめたレポートの発表会を実験所の講義室にて行った。

2日目は、午前中は磯へ出て臨海実習を行った。実験所周辺で、ウニを中心に海の生物の採集を行った。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を行った。どの班も協力してまとめる作業を行い、模造紙にまとめることができた。



左上：千畳敷、右上：磯の実習、左下：水族館のバックヤード、右下：実習まとめ

今年度の各班のテーマを以下に示す。

- 1 班「ガンガゼとウニの違い – 棘を調べる –」
- 2 班「磯の生物 – ニセクロナマコとムラサキウニ –」
- 3 班「ナマコの生態」
- 4 班「磯の生き物解剖実験」

(3) 成果の発表

学園祭と公開研究会で、海の学校の成果を発表した。

■ 成果と評価

(1) 生徒の事後アンケートの結果より

① 海の学校に参加したきっかけは何ですか。

1 家族にすすめられたから	2
2 先生にすすめられたから	0
3 友達に参加するから	1
4 なんとなく面白そうだったから	13
5 ポスター等興味を持てたから	1
6 その他	3
合計	20

② 内容は理解できましたか。

4 理解できた	16
3 だいたい理解できた	4
2 あまり理解できなかった	0
1 理解できなかった	0
合計	20

「何となく面白そうだ」が多く、興味関心の高い生徒が集まった。また、「理解できた」生徒も多く、生徒にとって充実した実習であったと思われる。

③ 生徒の感想(原文より引用)

- ・ 磯には様々な生き物があるとわかった。ウニやナマコのように目につきやすいもの以外にも砂と間違ってしまうような「ヒラムシ」なども生息するとわかりました。
- ・ 水族館、磯の観察など他にもさまざまな体験ができたので、これからの SSH の活動を行うヒントを見つけられました。
- ・ 普段ではあまり気にしない生き物の中身などが詳しく知れたし、あまり一緒に活動しないメンバーとやっても目的が同じだと協力してできることがわかった。
- ・ 海にはたくさんの生物がいるけれど、採集した生物は全て図鑑に入っていた。私も未来の役に立てるような研究をしたい。
- ・ 生物は何となく興味を持っていたのですが、具体的に何の生物に興味がある、みたいなものはありませんでした。私はナマコに興味を持つことができました。とても楽しくて面白くて 3 日間毎日が充実していました。

(2) 担当者所見

今年度からⅢ期の SSH が始まり、海の学校も「イノベーターキャンプ」の一つと位置づけられた。そのため、従来の一般の生徒に広く呼び掛ける形から、サイエンス研究会の会員に限って応募するということになり、理科主導の 20 名定員で行うこととした。当初は 54 名の参加希望があったが、「サイエンス研究会の会員であること」、「初めての参加であること」という条件を満たした者について、くじ引きで 20 名を決定した。

参加した生徒は、例年並みに熱心に取り組んでいた。特に一つの班はウニの棘に注目するなど過去にない新しい研究も見られた。

今後、20 名を選ぶ際の優先事項、選抜時期、選抜方法などに改善を加えて、生徒にとってより充実した実習としていきたい。

3-6-5 サイエンス・森の学校

■実施概要

日 時	2015年10月7日(水) 午後～10月9日(金)
場 所	よしの広橋スマイルヴィレッジ(下市町広橋)小学校廃校跡地 本学は吉野郡下市町と包括的連携に関する協定を締結している。
講 師	高田将志(本学共生科学研究センター長) 大石 正(本学名誉教授、共生科学研究センター初代センター長) 前迫ゆり(大阪産業大学大学院教授、本学共生科学研究センター協力研究員)
参加人数	生徒20名(3年生13名、4年生8名)(男子8名、女子13名)、 教員3名(長谷・北尾・林(養護教諭))、TA5名(奈良女子大学大学生、院生)

■目 的 森での体験や講義・実習を通して「自然のありよう」や「自然と人間の共生関係」を体験的に学ぶ。

■実施体制 奈良女子大学(理系女性教育開発機構、共生科学研究センター)および下市町との連携を重視した。

■日程

10月7日 (水)	(期末考査最終日) 本校発 13:00 スマイルビレッジ(着) 15:00 FW①「下市の歴史と文化」地域の歴史と文化を知る 夕食・お風呂【秋津荘・明水館】	丹生川上神社:皆見宮司
夜	講義&実習 FW地点を地図や航空写真で把握する	担当:高田
10月8日 (木)	FW② 地域の森を見よう 植生観察1: 広橋のイチョウ AM 植生観察2: 丹生川上下神社の社叢林	担当:前迫
PM	FW③ 多様な植物の姿を見る 実習1: 立地調査/樹木実習(善城八幡神社) (秋津荘・明水館の座敷で各班のまとめ学習)	担当:前迫
夜	夕食・お風呂【秋津荘・明水館】 学習のまとめ・発表会 ー小グループで学んだことの報告会ー	
10月9日 (金)	FW④ 川と生物 川での水生昆虫観察 (秋野川とその支流) AM 観察: 水生昆虫と魚類	担当:大石
PM	顕微鏡を用いた同定・スケッチ 学習のまとめ・発表会 ー小グループで学んだことの報告会ー	担当:大石
15:00	スマイルビレッジ発	
17:00	奈良駅着【解散】	

■生徒の感想

10月7日 「初日、下市町に着いてすぐに丹生川上神社下社の宮司さんである皆見さんのお話を聞きました。普通はなかなかお話を聞くことの出来ない宮司さんからとても興味深いお話をたくさん聞くことが出来て本当に良かったです。また、あまり奈良県南部には行ったことが無かったのですが、今回3日間下市町で生活してみて奈良には本当にたくさんの自然と歴史がつまっていて日本的にも世界的にも本当に価値のある場所だということに改めて感じました。」(4年女子)

10月8日 「木の種類を識別するのに葉の形などの知識で判断するのではなく、葉の手触りや枝をゆすったときの葉の動きを見ることで木の特徴を捉えて判断しました。これにより知識ではなく身体の記憶として残すことができました。またDBH(胸高直径)というものを測定することで森をどの木が多く占めているのかを調べました。普段こんな測定をする機会はないので良い経験になったと思います。」(3年男子)

「2日目に行った森の調査では、自分が知らなかった木をたくさん知ることができ、どの木も見分けることができるようになりました。毎木調査では、どの種類の木が森に生えている木全体の割合を占めているのかなどが分かり、ヒストグラムに集計することで視覚的に捉えることもできました。」(3年女子)

「2日目は社寺林、3日目は川の中に入り、学校では写真や文章を見るだけで終わってしまう所を実際に見て、触りと五感をフルに使いながら木や川の動植物を間近で観察できたと思います。調査だけではなく結果も全て自分たちでまとめることが出来ました。そのことでよく目にするデータに実感がわき、減少している森林などの問題も全く他人事ではないのだなということを感じました。」(4年女子)

■今後の課題

(1) 実施時期

今年度は前後期の狭間に当たる10月中旬の平日に実施したが、考査終了後すぐの行事であり、生徒・教員ともに最良ではない日程であった。夏季冬季の実施は気候条件から困難であり、春季休業期間を望む声が生徒には多かった。再検討が必要である。

(2) 実施内容

川と森というフィールド調査は、座学中心でなく生徒たちに評判が高く、班毎の調査を組み合わせ全体を構成していくという方法もよかったので、今後できれば継続したい。ただ、指導していただいた大学教員からは、下市町というフィールドに限定せずに、大台ヶ原周辺を対象にすれば、かなり深い活動ができるという意見もいただいた。

また、共生科学センターの特色を生かし、さらに文理融合の今期SSHの理念を念頭に置けば、今後社会科学的なアプローチ(社会調査など)と自然科学的なアプローチを組み合わせ合わせた合宿へと発展させていく方法も検討すべきである。

第7節 国際交流

■TJ-SSF 科学フェア参加

2010年度、本校は新たにコアSSHの指定(2013年度からはコアSSHから「重点枠」の指定)を受け、ASTY Camp(Asia Science and Technology Youth Camp)や韓国ISSS研修などサイエンス研究会の生徒に対する国際連携を通じた指導を積極的に実施してきた。また教員の指導力向上の観点から、台湾、シンガポール、韓国などで教員研修なども行った。Ⅲ期SSH指定1年目の今回は、Ⅱ期までに行ってきた他国間の生徒が集まって行うサイエンスに関するワークショップ形式のプログラムとは異なり、サイエンス研究会イノベーターキャンプの一貫として、サイエンス研究会での研究活動を国際的な場で発表する機会として TJ-SSF 科学フェア(Thailand-Japan Student Science Fair 2015)に参加した。

名称 Thailand-Japan Student Science Fair 2015

“Seeding Innovations through Fostering Thailand-Japan Youth Friendship”

期日 2015年12月20日(日)～24日(金)

場所 Princess Chulabhorn Science High School Phetchaburi, Thailand

参加校 日本25校、タイ41校

本学からの参加者

引率教員 落葉典雄・越野省三

本校生徒 稲石大義(5A)・西本有里(5A)・山田莉彩(4B)・出水明日香(4C)・中谷駿介(4C)

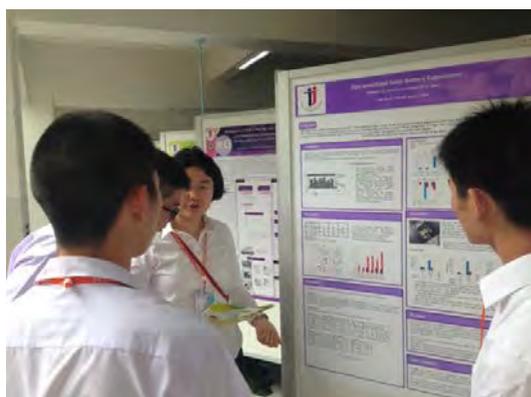
大学 船越紫(理系女性教育開発共同機構教員)・法橋厚美(M2)・佐藤郁(4回生)

研修日程

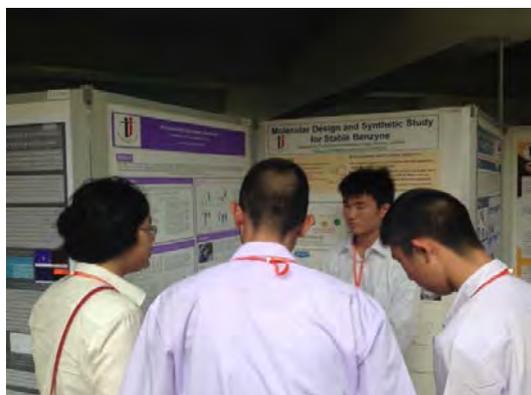
月日 (曜)	訪問先等(発着)	現地時刻	実施内容	宿泊地(都市)
12/20 (日)	近鉄奈良駅前 近鉄奈良駅 関西国際空港	19:30 集合 20:05 発 21:25 着	リムジンバスにて関西空港へ 出国手続き	
12/21 (月)	関西国際空港発 バンコク国際空港着 PCS High School Phetchaburi (以下PCSHS-P)	0:30 発 5:00 着 11:00 発 12:30 頃	TG673 バンコク行き(機内泊) バンコク到着 空港付近ホテルで休憩 先方手配送迎車にて移動 PCS High School到着 文化交流	ペッチャブリー ー県 生徒:学校の寄 宿舎(ドミトリ ー) 教員:ホテル The Asia Cha-am Hotel
12/22 (火)	PCSHS-P	午前 午後	オープニングセレモニー 講演会 ポスタープレゼンテーション	同上
12/23 (水)	PCSHS-P	全日 夜	口頭発表会(グループ別)、 ポスタープレゼンテーション 天体観測	同上

12/24 (木)	環境研究所 PCSHS-P	午前 午後	フィールドトリップ フィールドトリップまとめ・発表	同上
12/25 (金)	PCSHS-P バンコク国際空港発 関西空港着 近鉄奈良駅着	3:40 発 11:00 発 18:10 着 18:40 発 20:05着	先方手配送迎車にて移動 TG672 関西空港行き直行便 入国手続き リムジンバスにて移動 解散	

生徒の発表はポスター形式で行った。これまで放課後や昼休みの時間などを利用し活動してきた成果を英語で発表するために要旨作りから、論文および、発表ポスター作成を行った。また、発表原稿を何度も校正しながら作成し、当日は明確な発表と的確な質疑応答を行い、初めての国際的な場面での科学発表を無事終了した。また、他校の生徒たちと異文化交流も積極的に行われた。



稲石君と西本さんのポスター発表1



稲石君と西本さんのポスター発表2

Invited - Japan Student Science Fair 2015
"Reaching Into our Future Through Experiencing Thailand - Japan Youth Friendship"



NISHIMOTO Yumi
INAIISHI Tomohiko
Instructor MUSEO Tomohiko
Instructor KOSHINO Shozzo

Nara Women's University Secondary School,
Nara, 630-8305, Japan

Abstract

The organic dye-sensitized batteries were studied. These batteries make voltage by titanium oxide's ability to absorb ultraviolet rays which carries electrons to create charges. It is said that it becomes possible to generate power by not only ultraviolet rays but also by light whose wavelength is longer than ultraviolet by mixing organic dye with titanium oxide. By changing how to make the titanium oxide paste and using these properties, we expected to generate more voltage. When we made the sample, we added only Polyethylene glycol into the titanium oxide paste and then heated the mixture, which changed the thickness. To study the relationship between the thickness and electromotive force, we heated them. However, the surface of the paste of the sample which contained only Polyethylene glycol cracked and peeled off from the glass substrate when it absorbed the dye, so it did not work as expected. Then, we had doubts about the methodology of adding only Polyethylene glycol to the paste and continued our research by studying other methods of making the paste. So, we decided that instead of focusing on the old way of making the paste by using Polyethylene glycol, we decided to use acetic acid.

Keywords: dye-sensitized solar battery, titanium oxide, acetic acid

Dye-sensitized solar battery experiment

Introduction

Since the Great East Japan earthquake occurred, nuclear power plants in Japan have been stopped due to safety concerns, causing shortages of power in many regions. These days we have to secure energy sources, and we realized that solar power may be a solution.

Solar batteries can generate semi-permanent power in any location if there are the facilities which are required. Solar power is different from thermal power or nuclear power generation, and it is good for the environment because it does not produce any toxic gas or liquids. On the other hand, current solar batteries are said to be dangerous if the building in which it is located does not meet the earthquake resistance standards, so many wooden buildings are not suitable sites. Furthermore, the colour is dark, so places in which these can be located is limited. So we thought that if we could produce a small, light, clear battery we could position them in different places such as on windows or walls and produce more electricity.

One type of solar battery, that we studied, that can achieve this purpose are dye-sensitized solar batteries. Dye-sensitized solar batteries don't require expensive materials, can be made at low cost, and plastic can be used as a base, so we can make them lighter and smaller. With these advantages we can also place them where we can't place them now. In addition, we can make semi-transparent or change its colour, through altering the porosity, some groups are investigating alternative dyes. For example, with a clear solar battery, they can be placed on windows without impacting the view.

Last year we studied about the relationship between a paste's thickness and the electricity which is generated. This year we changed the materials of the paste, and determined that the best condition is that of using fine crystals of TiO₂ which become a porous structure and the surface area becomes larger which can absorb the pigment better. This time we mixed



校舎外観

第8節 高大接続

3-8-1 講演会の記録

■サイエンス基礎講座

テーマ	目に見えないミクロの世界最前線から ～研究者の世界ってどういうもの?～
日時	2015年7月7日(火)13:40～
場所	女子大学講堂
講師	肥山詠美子氏 (理化学研究所仁科加速器研究 センター准主任研究員)
参加人数	生徒496名(3年生～6年生)、保護者7名
構成	講演会・質疑応答



■サイエンス先端講座Ⅰ

テーマ	「ヒトの病気はヒトの研究で」 ～あらたな予防医学による高齢化社会の克服～
日時	2015年12月14日(月) 13:40～
場所	なら100年会館大ホール
講師	松田文彦氏 (京都大学大学院医学研究科教授、 ゲノム医学センター長)
参加人数	614名(1年生～5年生)、保護者14名
構成	講演会・質疑応答



■サイエンス先端講座Ⅱ

テーマ	音楽と音楽家の脳
日時	2016年2月6日(土)13:30～
場所	本校 多目的ホール
講師	古屋晋一氏 (上智大学准教授 音楽医科学研究 センター長) 神谷之康氏(京都大学大学院)
参加人数	147名(本校生徒・保護者・一般参加者)
構成	レクチャーコンサート・パネルディスカッション



3-8-2 特別授業の記録

テーマ	最先端の研究について	研究者とは ～CALM(タンパク質)の研究～
日時	2015年7月8日(水)10:35～	2015年11月12日(木)13:30～
場所	メディア教室	本校 生物教室
講師	肥山詠美子氏 (理化学研究所仁科加 速器研究センター准主任研究員)	渡邊利雄氏 (奈良女子大学教授)
参加人数	30名(6年生物理選択者)	35名(4年希望者)
構成	授業	講義(CGⅡ)

3-8-3 奈良女子大学研究室訪問の記録

■実施概要

日時	2015年12月21日(月) 9:30~12:00
場所	奈良女子大学 理学部・生活環境学部
参加者	1年生27名、2年生34名、生徒合計61名、引率教員7名
構成	1. 全体会(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(中学校)1、2年対象のプログラムである。各研究室で、様々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	領域(講座)	研究室	1時間目	2時間目
理学部	数学	篠田研究室	7	
		嶽村研究室		6
	物理学	凝縮系物理学研究室(吉岡英生)	6	
		高エネルギー物理学研究室(宮林謙吉)		10
	化学	有機合成化学研究室	9	
		有機金属・錯体化学研究室		10
	生物科学	安田恵子 研究室	9	
		岩口伸一 研究室		10
	環境科学	数理生命システム研究室(高須夫悟)	4	
		生態系環境学研究室(佐藤宏明)		8
生活環境学部	食物栄養学科	中田研究室	5	3
	情報環境学科	城研究室+吉田研究室	7	2
	住環境学科	室崎研究室(住生活学研究室)	5	4
	心身健康学科	藤原研究室	9	8

■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か	
① 家族にすすめられたから	12名	④ よかった	54名
② 先生にすすめられたから	2名	③ なんとなくよかった	7名
④ 友達に参加するから	2名	② 少しつまらなかった	0名
⑤ なんとなくおもしろそうだったから	24名	① つまらなかった	0名
⑥ ポスターや案内プリント等から興味をもった	10名		
⑦ その他	6名		

(3) 参加してどのようなことを考えましたか。感想や意見を書いてください。

- ・一つのことを深く追求していくのはとても面白い。またいろいろな方向から見ることによって新しいことが発見できる楽しさがあると思った。
- ・思わぬ出会いから今の研究をされていたりして、びっくりした。将来、人に役立つことがたくさん研究されていて、自分もやってみたいと思った。

■考察

本プログラムは、参加生徒の満足度が大変高い。特に、「難しくわからないことも多い」が、そのことが逆に学問の世界への興味を高め、学問の社会的な意義にまで言及している生徒も多かった。ホンモノに出会う体験が、高校生段階での興味のベースを形成していくことになると考えている。

第9節 運営指導委員会記録

実施日	2015年6月8日(月) 14:00~17:00
対象	第1回運営指導委員会
出席	石井英真(京都大学大学院教育学研究科) 木村浩美(奈良県教育委員会事務局) 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) —学内委員— 西村拓生(奈良女子大学大学院人間文化研究科) 山下靖 (奈良女子大学理学部) 吉田信也(奈良女子大学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第Ⅲ期 SSH の事業概要と計画 ②課題研究に関わる取り組み ③理数連携授業「サイエンス・イシューズ」について ④サイエンス研究会とイノベーター・キャンプについて

■概要

(1) 第Ⅲ期 SSH の事業概要と計画(長谷)

- ・本校の沿革と概要、これまでの研究開発や SSH 事業のコンセプトや内容について
- ・第Ⅲ期での大きな変更点。第Ⅰ・Ⅱ期は理数の教員中心に SSH を企画運営してきた。第Ⅲ期は学校全体で運営し、研究部が企画・運営の主体、理数の教員は研究活動や学習活動に専念する。
- ・育成向上させる人物像のキーワードは、「共創力」である。
- ・第Ⅲ期では、サイエンス研究会の活動を重要視している。

(2) 課題研究に関わる取り組み(北尾・越野・櫻井)

- ・コロキウムについて
- ・今後の研究のポイント
「コロキウム」での実践研究において、自然観・数学観・科学観の涵養の場を目指す。なお、リベラルアーツとリテラシー、「観」の涵養とスキルや知識の習得を比較して上位、下位と位置付ける意図はない。「SS 課題研究」(6年生理系)を新設する。「研究ノート(仮称)」を製作し、それを使用した探究活動を実施する。「総合学習」の再編と教科教育と関連させた学習を実施する。
- ・越野・櫻井より実践の紹介

(3) 理数連携授業「サイエンス・イシューズ」について(河合・藤野)

- ・理科と数学科の合科的授業でもあり、生徒たちが共同して課題解決にあたる、第Ⅲ期 SSH のキーワード「共創力」の育成・涵養も目指した学習内容や指導内容を開発する。
- ・第Ⅲ期 SSH 1年次は、ワーキンググループ(理数研究会)を構成し、大学教員との連携のもと、授業を構想し試行する。
- ・藤野より実践の紹介

(4) サイエンス研究会とイノベーター・キャンプについて(川口)

- ・サイエンス研究会の紹介
- ・イノベーター・キャンプとは、他分野融合研究を進めたり、異文化・分野間の議論を行ったりする機会として、さらに科学的態度や姿勢を身につけるために、放課後や休業期間を利用して複数回に渡って行う、サイエンス研究会を対象とした活動プログラムの総称である。

■指導助言

- ・次の学習指導要領改訂でのキーワードは、資質能力やコンピテンシーである。能力の汎用性、教科の蝸壺ではなくて、ということが問われている。アプローチとしては2方向。汎用的スキルに焦点化する方法と、そうではない道がある。汎用性スキルはグローバル人材への道。本校のSSHは、教養の現代的な意味を問い直し、学習活動として追及していく。専門にとどまるのではなく、総合的に考え捉えていく能力や態度を育てていくこと。スキル主義に陥らずに、市民的な教養をはぐくんできていくという観点は重要。ポンチ絵のなかのテキストについても、サイエンスのスキルに落とし込むのではなく、市民的教養としての展開がよいのではないか。どう見るのかどう考え、捉えるのかという態度。市民としての数学、市民としての科学という観点からのテキストを作ってほしい。評価についてだが、他律から自律、学び続けることが学びを超えていく、教師からの評価を超えて自律的に評価する方途があるとよい。生徒自身がつまづきを発見して学びを変えていく、そういった探究過程の評価をどうつめていくのか、視野に入れてすすめていくとよい。
- ・これが普通科におけるキャリア教育なのかと感じた。キャリア教育の視点からも各教科の教材の内容や学習活動を考えよと文科省からいわれているが、それに合致すると感じた。理科の中では見えない世界を扱うことが多いが、現代の生徒たちは日常でさまざまなイメージを見せられているからか、イメージをみずから作ることが苦手だと感じている。そのイメージを作ることができているのがたいへん興味深かった。
- ・バランスがたいへん大切と感じた。さまざまなものをバランスよく、あるいは融合的に扱っているのが企業での仕事から展望しても重要である。専門性も重要だが、仕事という観点からさまざまなスキルや考え方などを鍛え身につけていくことは重要である。
- ・コロキウムのように教師が課題をみつけて生徒に提示するような、教師が常に学んでいなければならない状況は素敵である。第Ⅲ期だからといって高度でなければいけないというのは、毎年違う生徒が入学する状況ではそぐわない面もあると危惧する。ただ、今年はサイエンス研究会の強化に注力することなのでそういった方法がよいと思う。協力したい。イノベーター・キャンプは、今まさに大学で行われていることである。大学でもプレゼンテーション入門や異分野融合は大学院生の入門期のプログラムであり、レベルが高い。サイエンスを卒業後も続けたいという気持ちを育てていることは、科学者の基盤でもあり高く評価したい。
- ・卒業生追跡調査などの、評価については気になるのであとで教えてほしい。Ⅱ期の終わりに気になっていたのは、Ⅱ期まで続けてきて学校のどんな財産になっているのか？また理数の教員が疲弊していないか。運営を研究部に移管したのは理数教員の負担減となり喜ばしい。この学校としてのSSHについての自己評価として、Ⅲ期終了時にどんな人間が育ったのかという問いが頭にうかんだ。最終的に15年間SSHをやってきて何が育つのかということ。1つにはどんな生徒が育つのか。スキルと同時にどんな教養をもった生徒が育つのか。もう1つは、この学校がSSHを15年間やってきた学校としてどんな学校に育ったのか育つのか、という問いが必要であろう。その何かには教員がどのように育つのかという問いがある。そういった自己評価の観点も持ってほしい。この学校としてのSSHでこの学校の生徒としてどんな人間が育つのか、ということを学校内で共有し、うまく外に伝えてほしい。
- ・非常によく取り組んでいる。ポンチ絵を見ると、今回重視するサイエンス研究会について、異分野融合・異分野横断ということについては、エネルギーや環境といった大きなものと一緒にはできないものもあるだろう。大きな研究と少人数あるいは個人でやる研究というものがあるが、高校

生で取り組む研究としては身近な課題、たとえば猿沢池の研究といったものが重要ではないか。そういった研究がサイエンスへの入り口として好適と考える。サイエンスの分野では、オールマイティなジェネラリストはいなくて、どこかに専門分野や得意分野があって、そこを生かして協同するというのがふつうの在り方である。リケジョで関心を持っているのは進路選択。生徒がどう進路選択するのかということについて共同研究したい。科学を知っていくサイエンスに取り組むということは、どこかで自分自身の意味づけ意義づけが行われることだと感じる。その意味ではコキウムは重要である。

- love,active,dynamic をキーワードとした文脈のあるサイエンスのテキストを作っていきたいと考えている。ぜひ理科と数学の先生がリベラルアーツという観点から楽しんで一緒に授業をつくってほしい。イノベーターについては、中等教育でのイノベーター、イノベーションについて、どこまでとんがらせるのか考えてほしい。イノベーター、イノベーションは不連続で、ポンと飛んでできることである。その意味をよく考えてほしい。
- 文系芸術系が好きな子もいるわけで、高校はほとんど義務教育になっている状況で、理系に焦点をあてた教育をといたときに、すべての生徒に何らかの形で還元できるといった観点から研究を進めてほしい。

実施日	2015年12月7日(月) 14:00~17:00
対象	第2回運営指導委員会
出席	石井英真(京都大学大学院教育学研究科) 野間春生 (立命館大学情報理工学部) 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) ー学内委員ー 山下靖 (奈良女子大学理学部) 吉田信也 (奈良女子大学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「イノベーター」という人材育成について ②理数融合授業の意義についてー『数理探究』を超えて ③運営指導委員助言

■概要

(1) イノベーター・キャンプの取り組みについて

- 本校 SSH が定義づけしているイノベーターは「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」である。今年度はこの定義に基づき、そうした人材を育成する取り組みとして、実践を積み重ねてきた。その取り組みの内容と考察について報告する。

(2) 理数連携授業「サイエンス・イシューズ」について

- 次期学習指導要領においては、これまでの SSH 校での実践などをふまえて「数理探究」という科目の設置が答申されている。そこでは「(数学、理科)両教科で求められていた資質・能力を統合し、課題に徹底的に向き合い、考え抜いて行動する力の育成を図る」ことが目指されている。さらに SSH 校に対しては、異教科横断・連携を推し進めた高度な実践が要求されているところである。本校 SSH においては「総合的な学習の時間」および総合学習での課題研究の実践と並

行して、理科と数学が教科横断型の課題設定のもと、連携して行う授業「サイエンス・イシューズ(Science Issues)」(仮称)を実施し、教科教育においても生徒自身が協働して課題の解決を図る機会を設定することとした。

- ・今回は、「個体の増殖を数学的に解き明かす授業」(生物+数学)、「シミュレーションの教育的な有用性を考察する授業」(物理+数学)を中心に現在の教材づくりの様子を紹介し、議論の素材を提供する。

■指導助言

- ・プレゼンテーションなど、かなりレベルの高いことをやっておられるのではないかと。TEDなどを観て、自分たちで議論させるのがたいへんよい。毎年継続していくべきだろう。イノベーターは、サイエンス・ベースキャンプで異分野交流する中から生まれる。中での交流を積極的に行うことがよい。人物像を明確化し、子供たちがどこまで消化できているのか、乖離しないように進めていくとよい。1年目としては非常にがんばっているという印象を受けた。
- ・中高生レベルで、よくここまでできるのだと思う。しかし先生や同世代との交流はやっているが、リアルな社会との交流ができていないのではないかと。実際の世の中を見て、世の中にある問題を見つけることが大切。電車に乗って、バスに乗って、いくらでも問題が転がっている。それを見つける能力がある。8、9月は学会シーズン。プロの研究者が何をやっているのかを体験させるのもよい。
- ・「サイエンス・イシューズ」は非常に興味深い。コンピュータは便利だが、ブラックボックスになってしまう。プログラミングの知識が必要かと思われるが、大学でも3年生でやる内容であったりする。全部、理解するのは難しいかもしれないが、協働してみんなで理解が進めばいいのではないかと。測定と見比べてやることも大切だろう。
- ・生物と数学の系統性や出口の問題に興味がある。生物系は、物理とか数学が苦手であったりすることが多い。しかし実際に生物系に進んだ人間が、数理計算ができることもたいへん重要だ。今は全ゲノム解析から大規模シーケンシングとか、自分でプログラムを立てて、自分で情報を取り出せる、という力が必要になっている。生物系と物理・数学との融合はぜひ続けていってほしい。生徒がどう考えたか、フィードバックも重要だろう。そのために卒業生の追跡調査もしてほしい。出口は複数あってよい。どのような進路に進んでいるかは、非常に興味がある。
- ・現代社会との関係では、今やメディア革命期であって、書き言葉(活版印刷)から電脳空間へと基本的にメディアの性質が変わってきている。そのコンテキストの中で統計が必要と考える。数理だけではなく、もっとカリキュラム横断的に追求していくべきかと思う。文理を分けるのではなく、もはや数学と情報との連携は全てに関係する。文理融合という視点もある。逆に、数学における探求という課題研究も考えられ、自然現象を解析するメガネとして数学を捉えるだけではなく、人文学として(イレギュラーなものに対する感度を磨いたり、数学的なおもしろさを見いだしたり)捉える方向性もある。
- ・シミュレーションはたいへん便利なものであるが、実験系の泥臭さもわからない段階でシミュレーションをする際に留意してほしいことは、理論と合わない「自然が間違っている」という考え方。
- ・学会では、生徒でも発表可能なところが多い。専門家から適切なアドバイスを得ることが必要だろう。企業の視点からは、マネジメントのこと。実験は、やったからといって成功できるわけではなく、企業に入ったらスケジュール管理も大切なこと。カリキュラムにもマネジメントが必要だ。チームとしての学校であって、タスクが増えるだけではパンクする。すぐれたプログラムをどうマッピングするか、既存の学習経験をどう組織化するかという観点が必要であろう。

第10節 事業評価

3-10-1 卒業生追跡調査

■研究目的

SSH が生徒にどのように影響を及ぼし、生徒がいかに変容したのかを調査するため、従来からアンケートやリテラシーテストと共に、在校生にインタビューを実施してきた。第Ⅰ・Ⅱ期の10年間の指定を経て、特に今年度からは卒業生を中心としてインタビューによるSSHカリキュラム評価を重点的に研究することにした。

■実施概要

2回、対象者を分けてインタビューを行った。

日時	2015年12月30日(水)10:00~12:00
場所	本校 校長室
対象1	卒業生9名(2008年卒1名、2010年卒6名、2011年卒2名)
聞き手	教員2名(数学科教員1名、副校長1名)

日時	2016年1月11日(月)13:00~14:30
場所	本校 研究部室
対象2	卒業生2名(2013年卒2名)
聞き手	教員2名(数学科教員2名)

長時間に及び、種々の質問項目に関してインタビューを実施した。ヴォイス・レコーダーですべての記録をとり、テープ起こしを行っている。本稿では、少しの部分だが抜粋して紹介したい。

■対象1

○ 2015年12月30日(水) 大文字の学生は男子、小文字の学生は女子である。

卒業生A：京都大学基礎物理学研究所博士課程2回生(2008年卒) 相対論宇宙物理学専攻

卒業生b：奈良県立医科大学6年生(2010年卒) 国家試験を受けて来年から働く

卒業生C：筑波大学一貫制博士課程2年生(修士2年に相当)(2010年卒) デバイスの研究

卒業生D：東京大学物性研究所修士2回生(2010年卒) 光物性物理学専攻 来年から民間企業

卒業生e：奈良女子大学大学院修士2回生(2010年卒) 高分子研究

卒業生f：奈良女子大学卒業(2010年卒) 民間企業で社会人2年目 建設業で設計士として働く

卒業生G：名古屋大学医学部6年生(2010年卒) 来年から民間の医療機関で勤務予定

卒業生H：京都大学法科大学院1年生(2011年卒)

卒業生I：大阪大学工学研究科修士1回生(2011年卒) 土壌と磁性の研究

■実施内容1

Q：「サイエンス研究会でしていたことは、大学・大学院で研究すること、進路を考えるときに関係したり、影響があったりしましたか」

C：僕は中等のころからやっていることは変わらない。テーマも分野も一緒です。

A：もともと中等のころのテーマをやろうと思っていなかったのですが、分野はけっこう変わりました。結果的にはプログラミングとかをしていたから、それはかなり大きいと思う。

D：僕は情報系に行くか物理系に行くか迷っていたのですが、先生の影響もあって、最後の方は物理シミュレーションみたいなことをやっていた。それもあって物理ということになりました。ただ物理でもプログラミングをするので、その辺のスキルは非常に活きていると思います。

b: 高2の3月ぐらいに発表して終わりでした。それを後輩に引き継いだりはしていません。最初神経細胞をすごくやりたくて、でも高校ではそれは無理だと言われて、結局似たような細胞関連を。

f: 私は大学で建築関係なので、SSHでは生物系をやっていたから直接学問分野では関係していませんが、発表とか学会に参加させてもらったことは、大学や社会人になってからでも活かされていると思います。

e: 私は化学なので生物とは違いますけれど、研究という意味では過程とかアプローチの仕方とか役に立っていると思います。

H: 完全に文科系に行ったので、特には無いです。はじめはむしろ理科系にいて、大学に行くまでは全く関係ないと思っていましたが、最近ちょっと関係するところも無くはないです。科学的・理科系的な仮説を立てて検証するというところを、プロセスに関しては一緒なのかなという気がしないでもないです。

G: 日本の文系理系の分け方が本当にこれでいいのか、経済学とか社会科学というところを文系にいきなり置いてしまうと、グローバル・スタンダードという面では若干違うかなと思わなくもない。

I: 今は放射線とか福島の大気汚染の研究です。磁石でやろうという研究なので、SSHでやっていた光合成とは全く分野が違うのですが。僕はSSHで種子島や筑波に連れていってもらったり、JAXAに行っているいろいろ見させてもらったりしたことを覚えている。宇宙系には進まなかったので直接は生きていないのですが、知識を増やすという点ではすごく良かったと思うのと、光合成をやっていたので大学1年生のとき生物の必修授業があって、Sがもらえたのですごく良かったなど。

G: 僕はサイエンス研究会として何か活動していたわけではない。医学部を目指してなったときに、僕自身は野球をやっていたので、もういいかなということ。シュットランドとの数学会議に参加させてもらったぐらいです。それは僕にはすごく面白かったです。

Q: 「サイエンス研究会に入ったことによって、全体的に振り返って得たものやどうだったと思うようなことは」

C: 自分に合う分野が早めに見つかった。大きいアドバンテージだったなと思います。研究のやり方がある程度身についたので、学部の間もそれなりにやって、コンテストとかに出したりできたので良かったです。高校の間に大会でお世話になった審査員の教授のお弟子さんの研究室に今いたり、人とのネットワークを作るのにも結構貢献した気がします。

b: 他の高校と比べてやりたいと言ったらさせてもらえる環境が整っているから、大学と近いところがある。やりたいって言う精神みたいなところがすごく勉強になりました。生物の研究にはすごく時間がかかるのがわかって、もうちょっと前からできたらもっと良かったかなと思いました。

I: 楽しかった気がします。そんなに結果みたいなものを求められてなくて、好き勝手やらせてもらっていたので、遊び感覚でさせてもらえて良かった。僕は逆に理学部の生物的なことは向いていないのだから6年間で思って、工学部に行ったのですが、そこの進路選択にはもしかしたら役に立っているかもしれないです。良い経験だったかなと思いますね。

H: 文系に行くとやっぱりサイエンスをやっていたという人が全然いないのですが、方法論みたいなものをわりと知らない間に理解しているのではないかなと若干思います。そもそも仮説を検証していくプロセスが科学なのだというのを理解していない人が多いのではないかと思います。大学3年生のときに政治学をやっていましたが、どこでいちばん民主主義が発展したかというのを、統計データを用いてやって、ちゃんと仮説を立てて検証するプロセスができない人が多かったから、私は知らない間に方法論を学んでいたんじゃないかって思いますね。法律もそういうイメージは全然ないと思いますが、すべての学問においてその方法論は大事なので、それを学べたのは大きかったと思います。

■対象 2

○ 2016 年 1 月 11 日(月) 男子学生である。

卒業生 J：京都工芸繊維大学工学部 3 回生(2013 年卒) 情報工学課程

卒業生 K：大阪大学理学部数学科 3 回生(2013 年卒)

■実施内容 2

Q：「サイエンス研究会の活動をしていて、何か影響したこととか、つながりとかはありましたか」
J：サイエンス研究会に入って、最初はハードウェア系のロボットとかをずっとやっていたけど、途中からソフトウェアの方にも興味が出てきて、どうやって作るかよりもどうやって動かすかに興味が向き、今は情報工学というソフトウェアを研究する学問に行っている。電気電子工学科のような、ハードウェアを作るほうには行っていないので、実際に SSH でやってみて自分の興味が絞られたというのはありますね。 K：僕は、最後に研究していた「ピタゴラス三角形の辺の長さを制限したときの個数」っていうのが、結局未解決で、ぼっちりとした答が出なかったんです。それを発見してちゃんと答を出すという目標が、いまだにモチベーションにはなっている。講義で新しいことを習ったときに「これ何か使えないかな」とか思い、ただ単に講義を受けるだけじゃなくて、それを解決の方法の何かに使えないかなと、考えながらやるっていうのは、大きなことですね。あとは、実際に研究している中で、図形の話をしているのに、結局最後は全然違うアプローチをしなないと解けないみたいなことになってきて、自分が興味のある分野だけでなく、その周辺の分野もちゃんと勉強しておかないと、どこでどう絡んでいるかわからない。広くいろんなことも知っておかないといけないと考えるようになりました。素数分布に近いので、複素関数論の講義を受けたときに、何かうまいこと因数分解できないか考えてみたり、いろいろなアプローチを試みたりしたけれど、いまだにうまくいっていません。
Q：「サイエンス研究会でプレゼンテーションや論文集など、アウトプットする面で良かったところはありますか」
J：中等ではだいぶ日常的に発表があり、SSH でなくても発表の機会は多いので、僕が今いる情報工学科でプレゼンしたりポスター発表したりするときは「慣れてるなあ」と言われたり、先生が周りの学生の指導をしている内容も、今までに聞いたことがあることが多かったです。学部 1 年生のときに学会に出たことがあって、普通大学 1 年だったら発表の仕方とかわからないと思うのですが、SSH のときにポスター発表の経験があったから、発表できたのはすごく良かった。 K：自分たちがしていたことをどうやったら伝えられるか。特に数学だったので、どうしても式とかばかりになってしまうのをどうやったらわかってもらえるか、かなり考えた経験は、今、数学に関わらず、自分の意見を発表するということにはすごく役立っています。
Q：「サイエンス研究会に入ったことによって、自分の将来が決まったようなことはありますか」
J：大学を決めるときに、周りは学部を迷っている子が多かったんですけど、僕の場合は学部がすんなり決まって、どんな研究をしているのかどういう先生がいて特徴があるのかなど、一歩進んだ目線で大学選びができたこと。その後もインターンに参加したり、研究して学会に出したりする活動をしているので、とても影響しているなと思います。 K：僕はもともと小さい頃からずっと数学が好きで、研究をしたいなと思っていましたが、その気持ちは何も迷うことなく、より強くなりました。

■考察

いずれのインタビューからも、SSH 校としての活動が生徒の未来にも大きな影響を与えていることが伺える。今後、より広い範囲の卒業生を対象にアンケート調査を行い、検証を進めていきたい。

3-10-2 理数意識調査

第Ⅰ、Ⅱ期に引き続き OECD が PISA の調査の方法のために定義した自然科学リテラシーを基盤とした、数学的リテラシーと科学的リテラシーの研究をⅢ期 SSH でも行うことにした。

PISA の調査方法では、リテラシーテストに加え、生徒たちの理数に対する意識調査も行われている。そうすることで、自然科学リテラシーの定着度をより丁寧に見ることができると考えられており、本校においても、カリキュラム評価の方法の1つとして、生徒の理数に対する意識調査を取り入れることにした。

本校生徒の理数に対する意識がどの位のレベルなのか調査するため、PISA を参考に調査項目を検討した。具体的には、「PISA2003 生徒質問紙」と「PISA2006 生徒質問紙」の項目をもとに、調査項目を下記の8つに分け、本校全生徒対象に行なった。

- | | |
|------------------|--------------------|
| ① 本校入学前の理数に対する意識 | ② 数学に関する興味・関心 |
| ③ 数学の授業に対する意識 | ④ 理科に関する興味・関心 |
| ⑤ 理科の授業に対する意識 | ⑥ 環境に関する興味・関心 |
| ⑦ 本校卒業後の理数に対する意識 | ⑧ 科学を通じた国際交流に対する意識 |

今回実施したこの調査から見える本校生徒全体や学年の特徴的なことがらと、本校のカリキュラム評価について述べる。

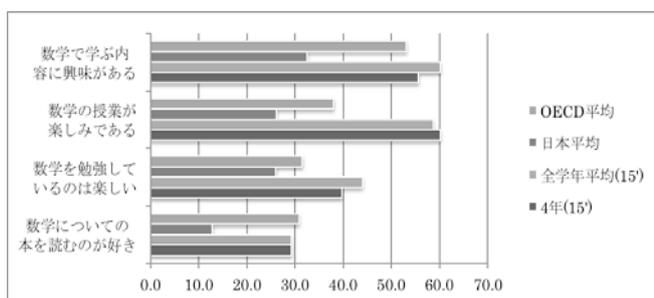
■理数意識調査の結果

理数意識調査は、9月1日に全生徒対象に実施した。集計方法は、質問に対する肯定的な意見の割合(選択肢4つのうち、肯定的と考えられる2つの選択肢を選んだ生徒数の、合計回答数に対する割合(百分率))を求めることで行った。また、OECD が行った調査結果(2003年、2006年実施)の、OECD 平均と日本平均を外部比較の参考データとして用いた。OECD はこの調査の対象学年を高校1年生にしているため、OECD の調査結果と比較するときは本校4年生のデータのみを用いている。

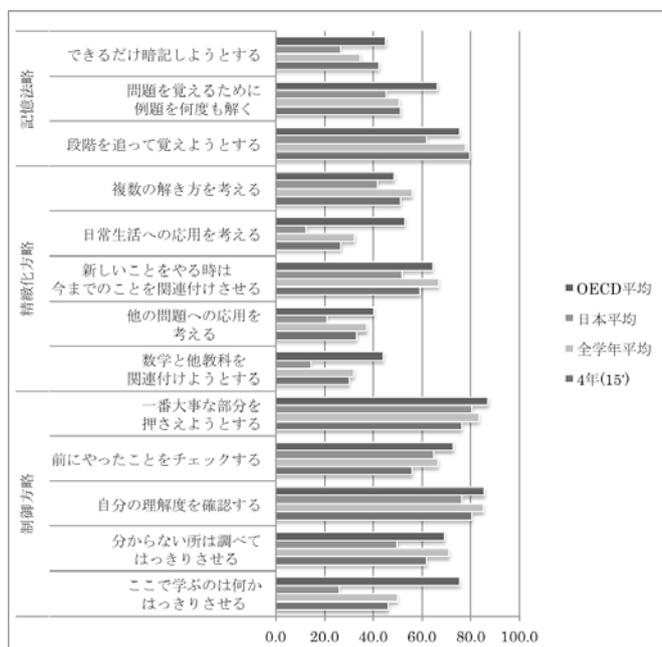
<数学に関する興味・関心>

数学への興味関心を4つの質問によって調査したものである。数学を学ぶことや数学の授業が楽しいと感じている生徒が、半数以上おり、OECD 平均や日本平均より高い値が出ている。数学の本を読むことはOECD 平均を少し下回っており、学校の授業の場面では学習するが、自学についてはやや積極的でないということが読み取れる(グラフ1)。

グラフ1 数学に関する興味・関心



グラフ2 数学における学習方略



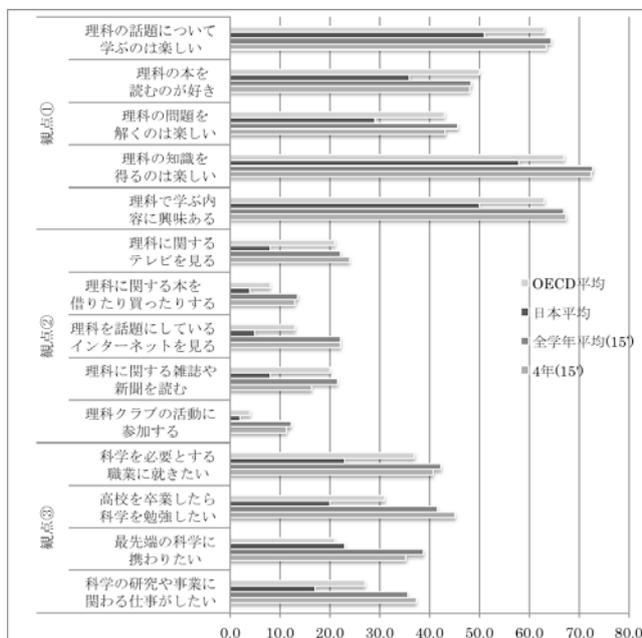
<数学の学習方法について>

数学を学ぶときの意識を調査したのが、次の学習方略である(グラフ 2)。ここでは、学習方略を、記憶方略(知識の表現や記憶に貯められた手続きを含む数学の学習方略)、精緻化方略(新しい材料を以前の学習に結びつけることを含む数学の学習方略)、制御方略(学んだことを調べなおすことやさらに学ぶことが必要なことを考え出すことを含む数学の学習方略)と、3つの観点に分け調査した。記憶方略では暗記によるのではなく段階を追って覚えようとする姿勢が見られる。精緻化方略では、複数の解き方を考えたり、新しいことをやる時は今までのことと関連付けさせることは OECD 平均より高く、強く意識されているが、日常生活への応用を考えたり、数学と他教科との関連付けについては、低い値となっている。制御方略では、5項目のうち4項目では OECD 平均値と良く似た値になっているが、「ここで学ぶのは何かはっきりさせる」という項目だけ特に低い値となっている。これらから授業は楽しみで問題の解法には興味があり積極的であるが、日常生活との関わりや学ぶ理由について考える意識は低いことが伺える。

グラフ 3 理科に関する興味・関心

<理科に関する興味・関心>

全 14 項目のうち「理科の本を読む事が好き」という項目と「理科に関する雑誌や新聞を読む」という項目以外の 12 項目で OECD 平均を上回っている。なかでも、「高校を卒業したら科学を勉強したい」「最先端の科学に携わりたい」「科学の研究や事業に関わる仕事がしたい」の 3 項目は他の項目に比べ OECD 平均を大きく上回っていることがわかる。理科への興味関心は高く、理科の話題や知識を得ることは楽しく好きではあるが、自分自身で本や雑誌などから情報を得て理解をしているのはあまり好んでいないという事がわかる。(グラフ 3)



<理科の授業について>

4つの観点にわけられるような質問を 11 項目行った。そのうち 13 項目において OECD 平均を上回った。なかでも、「生徒が実験室で実験を行う」「生徒は実験したことから結論を考えるように求められる」「生徒は、先生の指示通りに実験を行う」「生徒は自分たちで予想し、実験で確かめることを求められる」の 4 項目は OECD 平均値と比較しても、非常に高い値を示しており、「実験観察を重視した授業である」という意識が大変高いことがわかる。

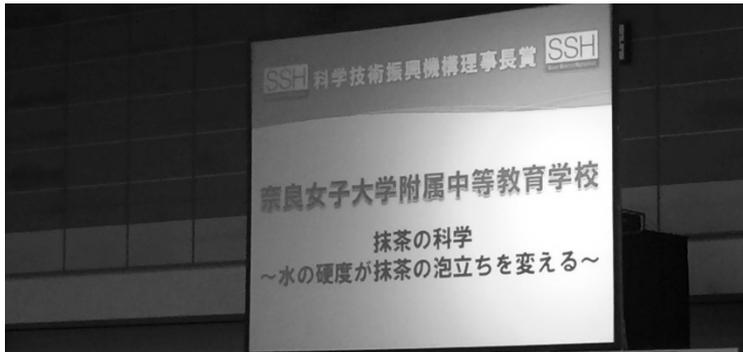
表 1 理科の授業について

問12	問12	4年(15)	全学年平均(15)	日本平均	OECD平均
(10)	観点①: 先生は理科の考えを 実生活に結び付けてくれる	40.6	43.8	19	48
(3)	生徒は、理科で習った考えを 日常に活用するよう求められる	43.9	37.4	11	30
(11)	観点③: 生徒は、自分たちで予想し、実験で確かめることを求められる	75.7	67.3	22	23
(7)	生徒に自分の課題を選ぶ 機会が与えられている	24.6	23.9	8	16
(5)	実験の工程を生徒自身で考える	27.7	28.3	9	17
(9)	観点②: 生徒は、先生の指示通りに 実験を行う	58.3	76.6	40	45
(8)	生徒が実験を実践してくれる	42.3	48.2	17	34
(4)	生徒は実験したことから 結論を考えるように求められる	87.9	76.2	26	51
(2)	生徒が実験室で実験を行う	83.7	71.5	10	22
(6)	観点①: 生徒は課題についての 話し合いをする	54.1	46.6	9	42
(1)	生徒には自分の考えを 発表する 機会が与えられている	52.9	48.4	34	61

■次年度以降も引き続き行い、推移を調査していく予定である。

2015年度(平成27年度) 教育課程

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(3) 情報と表現(1)	国語総合(4)	国語総合(5)	現代文(2)		現代文(2)			
2					古典(2)		古典(2)			
3					古典講読(1)		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)	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)
4					古典講読(1)				古典講読(1)	
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)	世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) * (3)	物理(3) 生物(3) * (3)	世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) △(0)or(3)	化学(4) 物理(4) 生物(4) * (4)or(8)		
6			現代史Ⅰ(2)						現代社会Ⅱ(2)	世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) * (3)
7	数学基礎Ⅰ(4) 代数分野 幾何分野	数学基礎Ⅱ(5) 代数分野 幾何分野		数学探究ⅠA(3)	数学探究ⅡA(3)	化学基礎(2)	化学基礎(2) 化学(2)	日本史特講(2) 世界史特講(2) 地理特講(2) △(0)or(2)		
8			情報と科学(1)	数学探究ⅠB(2)					数学探究ⅡB(2)	地学基礎(2) 音楽Ⅱ(2) 美術Ⅱ(2) △(0)or(2)
9	理科基礎Ⅰ(4)	理科基礎Ⅱ(4)			自然探究Ⅰ(3)	自然探究Ⅱ 物理基礎(2) 生物基礎(2) (4)	解析Ⅰ(4)	解析Ⅰ(4)		
10			音楽(2)	音楽(2)					音楽Ⅰ(2) 美術Ⅰ(2) 書道Ⅰ(2) 工芸Ⅰ(2) * (2)	解析Ⅰ(4)
11	美術(2)	美術(2)			技術総合・ 家庭総合(2)	音楽Ⅰ(2) 美術Ⅰ(2) 書道Ⅰ(2) 工芸Ⅰ(2) * (2)	代数・幾何(3) △(0)or(3)	代数・幾何(3)		
12			工創基礎Ⅰ 生活基礎Ⅰ (2)	工創基礎Ⅱ 生活基礎Ⅱ (2)					体育(3)	家庭総合(2)
13	体育(3)	体育(2)			保健(1)	体育(2)	Reading(2) △(0)or(2)	Reading(2) △(0)or(2)		
14			Introductory EnglishⅠ(3)	Introductory EnglishⅡ(3)					Topic StudiesⅠ(2) Reading	保健(1)
15	BasicEnglishⅢ(1)	Topic StudiesⅡ(3) Reading			Topic StudiesⅢ(3)	Topic StudiesⅣ(3)	Writing(1)	Writing(1)		
16			BasicEnglishⅠ(1)	BasicEnglishⅡ(1)					Topic StudiesⅠ(1) Speaking	Topic StudiesⅡ(1) Writing
17	Introductory EnglishⅠ(1) Speaking	Introductory EnglishⅡ(1) Speaking			情報の科学(1)	Topic StudiesⅡ(1) Speaking	Writing(1)	Writing(1)		
18			道徳(1)	道徳(1)					探究・世界Ⅰ(2)	情報の科学(1)
19	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
20			道徳(1)	道徳(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
21	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
22			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
23	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
24			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
25	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
26			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
27	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
28			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
29	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
30			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
31	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
32			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
33	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)	Writing(1)	Writing(1)		
34			HR(1)	HR(1)					道徳(1)	探究・世界Ⅱ(2)
短期集中	探究・奈良Ⅰ(1)	探究・奈良Ⅱ(1)			CGⅠ(1)	AG(1)	AG(1)	AG(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)	テーマ研究(1) △(0)or(1)			



全国研究発表会 科学技術振興機構理事長賞

平成27年6月22日(月曜日)

文 教 ニ ュ ー ス



ハムスターの迷路実験で説明を受ける大槻所長



大槻所長(中央右)とサイエンス研の生徒達
 「将来はという方向に進みたいと思っているのか」など質問があり、話は弾んだ。
 大槻所長は「生徒の生の声を聞けて、大変興味深い取り組みを見学できた」と感想を述べていた。

Ⅱ 奈良女子大学 Ⅱ
大槻国立教育政策研所長がSSHの取り組みを視察
 6月5日、国立教育政策研究所から大槻所長が石塚総務部長とともに来校し、附属中等教育学校のスーパーサイエンスハイスクール(以下SSH)の取り組みについて視察した。まず、SSH主任の長谷教諭と川口教諭から、過去10年間のSSH事業の取り組み概要と、本年度から新たに指定を受けた第3期5年間の研究内容についての説明がなされた。その後、「サイエンス研究会」の生徒たちが活
 動している教室等を見学し、生徒と懇談した。サイエンス研究会は、10年前にSSH校に指定されるとともに設置された「科学クラブ」であり、現在は130名を超える大所帯となっている。所属生徒は「物理班」「化学班」「生物班」「地学班」「数学班」に分かれて、自ら設定した研究テーマに取り組みしている。昨年8月に横浜で開催された「SSH生徒研究発表会」において「独立行政法人科学技術振興機構理事長賞」を受賞し、その後第12回高校生科学技術チャレンジJSEF2014において文部科学大臣賞・ISEF日本代表に選出された高校3年上田樹君や、その同級生たちにも大槻所長から「どんな研究をしているのか」「将来はという方向に進みたいと思っているのか」など質問があり、話は弾んだ。
 大槻所長は「生徒の生の声を聞けて、大変興味深い取り組みを見学できた」と感想を述べていた。

週間文教ニュース 平成27年6月22日

平成 27 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 1 年次

2016 年（平成 28 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/>

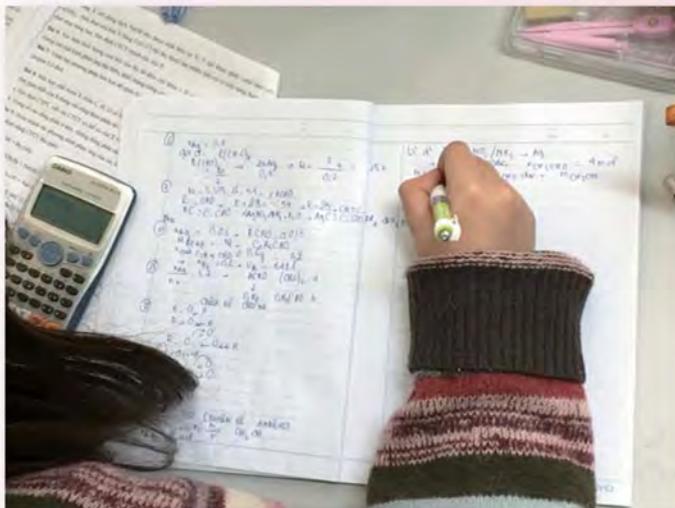
情報



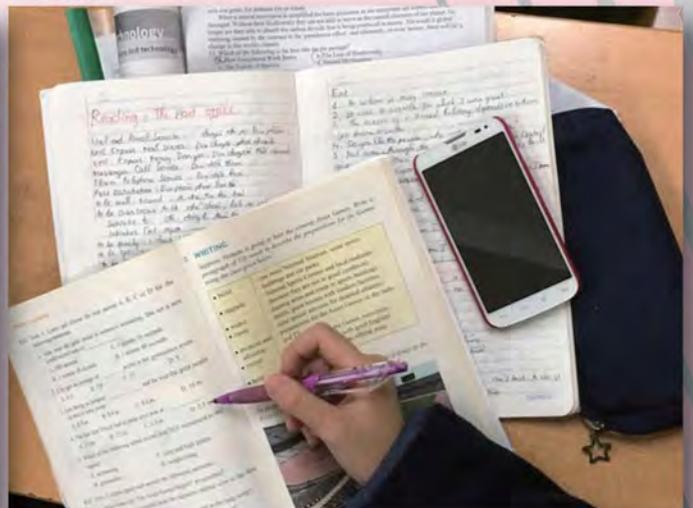
数学



化学



英語



世界の学び:ベトナム国家大学ハノイ自然科学大学附属英才高校(各教科のノート)