

平成30年度
SSH 研究開発実施報告書
第4年次



The Thailand-Japan Student Science Fair 2018

目 次

あいさつ	
事業風景	
SSH 概念図	
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 研究開発の課題	9
第 2 章 研究開発の経緯	11
第 3 章 研究開発の内容	
第 1 節 共創力を育むカリキュラム開発	12
1. 探究活動の深化	14
2. 理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の開発	19
3. 授業内容の改革	22
第 2 節 イノベーターを育てるカリキュラム開発	31
第 3 節 共創力の育成に通底するカリキュラム開発	36
1. 国際交流プログラム	37
2. 高大接続プログラム	40
第 4 章 卒業生追跡調査	43
第 5 章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応	48
第 6 章 校内における SSH の組織的推進体制	49
第 7 章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	50
IV 関係資料	
課題研究テーマ一覧	51
運営指導委員会記録	52
2018 年度(平成 30 年度)教育課程	53

第3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。1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。2期目では、1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、第2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、平成27年度から第3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30年度におきましても、11月に開催された第15回化学グランドコンテストで、本校6年の熊谷充弘くんが「食品鮮度の数値化」について英語での発表を行い、文部科学大臣賞を受賞しました (<http://www.gracon.jp/gc/gracon2018/result/>)。むろん本活動は受賞を目標としたものではありません。しかし、授業中の眠気の数値化という身近な課題解決の試みからスタートし、教員と相談しつつ食品鮮度の数値化へと発展させた熊谷くんの研究成果と英語での発表が高い評価を受けたことは、今も頑張っ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30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14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31年3月

奈良女子大学附属中等教育学校
校長 渡邊 利雄



海外先進校での研修「タイ研修」「ベトナム研修」



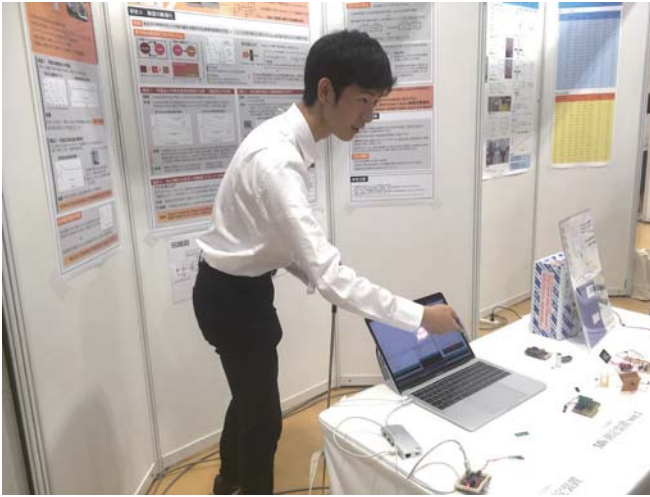
4年「課題研究 世界II」



6年「SS 課題研究」



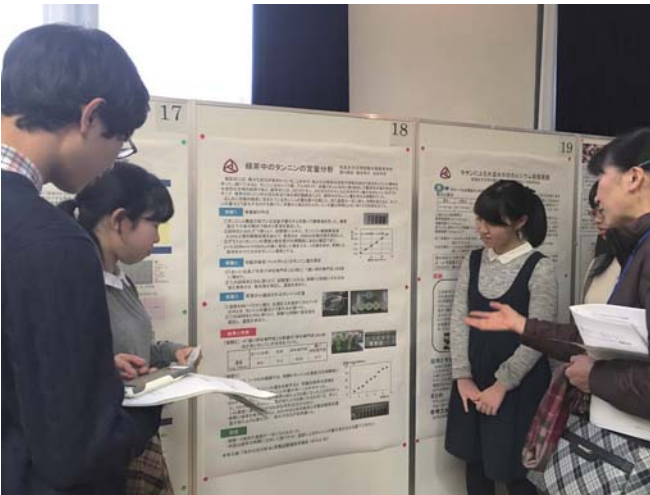
異学年・複数校による多分野融合型課題解決ワークショップ「ベースキャンプ」



SSH 全国生徒研究発表会



国際的な科学コンテストへの参加



課題研究発表会「集まれ！理系女子 関西大会」

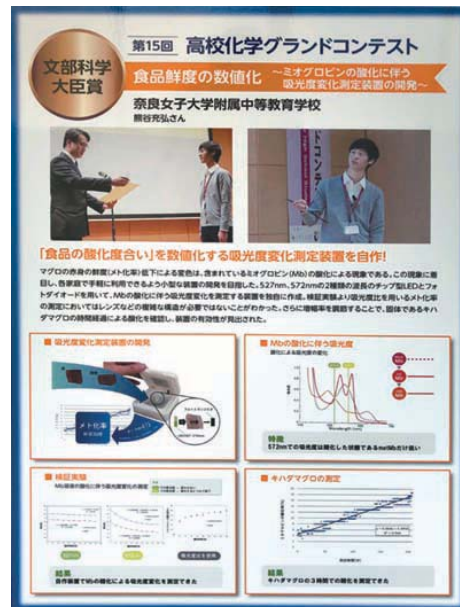


本校教員・他校教員・大学教員による月1回の「理数研究会」

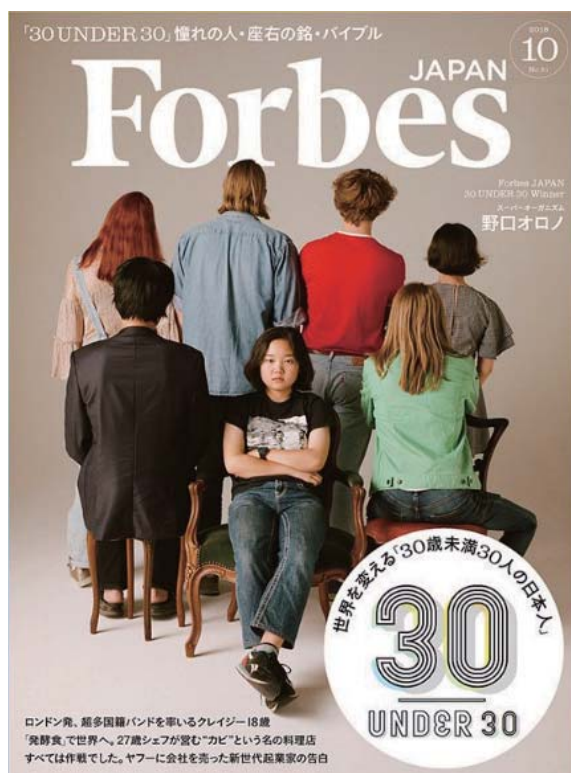
新聞・雑誌の掲載記事

①第15回高校化学グランドコンテストにて文部科学大臣賞を受賞した際の掲載記事と記念パネル

(平成30年度11月10日(月) 読売新聞朝刊)



②雑誌「FORBES 2018年10月号」



第1期 SSH 指定時に本校サイエンス研究会の部員として活動していた生徒の進学後の研究活動が、「30 Under 30 世界を変える30歳未満30人の日本人」に選出された。

[掲載 HP] <https://forbesjapan.com/30under30/>

Measurement of food freshness

-Development of an analyzer FRAN measuring absorbance change accompanying Myoglobin oxidation-

Introduction

OK
Suggestions
Feelings

Food Loss
Food Poisoning

Measuring by one's sense is not accurate.
I want to make a device which can measure the exact freshness.

3 GOAL

- Measurement the food oxidation level
- Compactness
- User-friendliness

Mechanism

deoxy Mb → oxy Mb → met Mb

reductase

Measure the ratio of met myoglobin

Absorbance spectrum of Mb

- 572nm: decrease with oxidation
- 577nm: no change with oxidation

$$A_\lambda = \log_{10} \left(\frac{E_0}{E} \right) = \epsilon \cdot c \cdot d$$

E_0 : incident light
 E : transmitted light
 ϵ : Molar extinction coefficient
 c : Molar concentration
 d : thickness

LED

Photo Transistor

device1

Prototype
Only for liquid sample.

verification

Spectro photometer VS Prototype

1: Concentration Change

1. Add NaCl salt to met Mb and measure the absorbance

2. Add NaCl salt to deoxy Mb and measure the absorbance

3. Add NaCl salt to oxy Mb and measure the absorbance

Result: Both device showed almost same metMb(%) because of using the absorbance ratio.

2: Oxidation Change

1. Measure the absorbance of met Mb

2. Measure the absorbance of deoxy Mb

3. Measure the absorbance of oxy Mb

Result: Both device showed the decrease of absorbance however prototype measured lower absorbance.

Result: Both device showed the same shape.
As same as the theory, absorbance at 577nm didn't change and 572nm decreased.

3: Ratio of metMb

1. Use the data of verification

2. Analyze it to make the equation of metMb(%)

metMb(%) = $\frac{a}{b} \times \frac{\text{metMb}}{\text{deoxyMb}}$

Result: Both device showed almost same metMb(%) because of using the absorbance ratio.

Conclusion: Differences of another complex devices are not necessary for measuring the metMb(%) and prototype is accurate enough.

device2

FRAN
Freshness Analyzer

Measure test

1. Measure the metMb(%) with metMb(%) equation

2. Measure the metMb(%) over time

Result: FRAN showed the increase of metMb(%) over time. This result showed FRAN can measure the oxidation of tuna. Adjusting the amplification ratio was difficult therefore, it should be automated.

Conclusion

Needless complex devices

Measureable solid sample

Compare with K value

Automate the amplification

Measure other sample

Make a reflect type device

References

Determination of the Autoxidation Rate of Myoglobin
Osaka University of agriculture and veterinary medicine Academic research report, vol.113(Hirotsugu Murata, Masahito Kurumoto, Masashi Shiono) (1979)

Method of measuring the ratio of metmyoglobin formation in fish meat
NIPPON SUISAN GAKKAISHI vol.13(Kota Inohara, Yuhiko Onoue, Ikuo Komura) (2015)

Introduction to Electronic Circuits Op-Amps, Comparator Circuit
<https://www.researchgate.net/publication/314881414>

①平成 30 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

① 研究開発課題	
「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 30 年度実施規模	
中等教育学校前期課程を含む全校生徒(1~6 学年)を対象とする。	
④ 研究開発内容	
<p>○研究計画</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> <ul style="list-style-type: none"> ・4, 5 年での理科・数学の連携授業の実施を目指し、奈良女子大学教員と本校の理数の教員による研修会「理数研究会」を組織し、指導方法の構想と試行を行う。 <p>(2)課題研究用の「研究ノート」作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイエンス研究会の指導や授業での課題探究型活動で用いられてきた資料を整理し、作成する。 <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> <ul style="list-style-type: none"> ・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、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実施し、「共創力」を育む。 <p>(4)サイエンス国際交流プログラムの実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・後期課程(高校生)のサイエンス研究会および理数に高い興味・関心を示す生徒を対象に、海外先進校での国際交流プログラムを実施し、海外生徒との協働・議論の場を通じて「共創力」を育む。 <p>(5)「コロキウム」の実践</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5 年学校設定科目「コロキウム」を引き続き実践し、リベラルアーツの涵養を目指すとともに、奈良女子大学の教員と連携し学習内容面での高大接続を目指すカリキュラム研究を開始する。 <p>(6)評価計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本校生徒の理数に対する意識調査(理数意識調査)を実施し、国際データ・日本平均と比較する ・卒業生対象のアンケートについて計画し、第 1 期指定以降の研究開発評価の手法を模索する。 <p>■第二年次(2016 年度)</p> <p>【研究事項】</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」の体系的な実施計画の作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・4, 5 年での理科・数学の連携授業について、第 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。 <p>(2)「課題研究 寧楽 I・II」の実施、「課題研究 世界 I・II」の試行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。統計やプレゼンテーションの方法など「学び方を学ぶ」場とする。 ・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する力を育成する。 	

(3) 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。

(4) サイエンス国際交流プログラムの実施

・ 継続して海外先進校での国際交流プログラムを実施し、海外先進校での議論を通じて、自身の能力の向上や研究視点の拡大の機会を与える。

・ JST 支援事業さくらサイエンスプラン(3年指定)において、これまでの研究開発で培った指導方法を生かした課題解決型のワークショップ等を計画し、国内でのサイエンスキャンプ(1週間)を実施する。

(5) 5年「コロキウム」の実践

・ 5年の学校設定科目「コロキウム」を引き続き実践する。

(6) 「研究ノート」の試行的使用

・ 第一年次に作成した「研究ノート」をサイエンス研究会および3,4年の「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」で試行的に使用する。

(7) 評価計画

・ 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)

【研究事項】

(1) 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の本格実施

・ 4,5年での理科・数学科の連携授業の年間計画の見直し・再編に取り組み、本格実施を行う。

(2) サイエンス研究会対象の「イノベーター・キャンプ」の本格実施

・ 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、本格実施を行う。

(3) 「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」の見直し

・ 第二年次の試行をふまえ、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。

(4) サイエンス国際交流プログラムの実施

・ 継続して国内外でのサイエンス国際交流プログラムを実施する。

(5) 5年「コロキウム」における大学教員との連携指導の具体的立案

・ 奈良女子大学の教員と連携指導するカリキュラムを具体化し、第四年次の実施に向け協議する。

(6) 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。

(7) 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)

【研究事項】

(1) 4, 5年での理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の継続実施と分析

・ 三年間の実践をふまえ、内容を見直しつつ発展的な実践とその効果の分析を行う。

(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。実施後のアンケートにより、育成された資質・能力について評価する。

(3) 「課題研究 寧楽Ⅰ・Ⅱ」、「課題研究 世界Ⅰ・Ⅱ」、「SS 課題研究」の継続実施と分析

・ 第二年次・第三年次の実践をふまえ、内容を見直しつつ発展的な実践とその分析を行う。

(4) サイエンス国際交流プログラムの実施と国際的な科学コンテストへの参加

・継続して国内外でのサイエンス国際交流プログラムを実施すると共に、海外研修の拡大と国際的な科学コンテストへの参加を目指す。

(5) 5年「コロキウム」における大学教員との連携指導

・奈良女子大学の教員が通年を通して1講座を担当し、附属教員と指導方法について協議を行う。

(6) 課題研究の資質・能力表「課題研究ロードマップ」の策定

・自然科学領域における課題研究において、目指すべき探究活動の資質・能力について協議を行い、「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成する。

(7) 評価計画

・各種事業の事後アンケートや問題解決能力を測るための外部試験の結果を活用し、育成された資質・能力について多面的な分析を行う。

・卒業生アンケートや卒業生が進学した大学の教員インタビューの分析から第1期SSH指定以降の事業評価について分析を行う。

・他校と協働で開催する課題研究発表会での評価等を通じて、大学教員や研究者がすぐれた研究を進める生徒たちを指導・観察し、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・評価を行うと共に、「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。

・新しい高大接続型探究活動カリキュラムについて立案・試行を行う。

・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」：5年の必修修科目として、1単位を設定する。

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

③学校設定科目「テーマ研究」：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30年度の教育課程の内容

6年一貫の探究活動カリキュラムの体系化を目指し、各発達段階における目指すべき資質・能力を明確化し、目標に沿ったカリキュラムを実施した。

・「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・基礎としての実践を行う。

・「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、少人数のゼミ形式による探究活動を行う。

・「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、年度末に論文集を刊行する。

・「SS 課題研究」の実施(6年理系対象)

個人の学問的背景を尊重した理数分野における課題研究を行い、年度末に論文集を刊行する。

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 探究活動の資質・能力の目標値を示す「課題研究ロードマップ」の策定と課題研究への反映

自然科学領域の課題研究において、目指すべき探究活動の資質・能力について協議を行い、

「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成し、指導方法に反映させた。また、資質・能力の育成を評価する手法について議論し、ポスター発表のルーブリックを再編・運用した。

(2) 大学教員と本校教員による探究活動の指導方法の検討

校内研究発表会や課題研究発表会「集まれ！理系女子 関西大会」において、本校および他校生の研究成果を大学教員と本校教員がともに評価し、指導方法の向上に向けて情報交換を行った。

(3) サイエンス研究会の生徒が培った資質・能力のその他の生徒への普及

探究活動のロールモデルであるサイエンス研究会の生徒を課題研究のグループに分散的に配置したり、個人研究におけるサポート役として位置づけることで、培った資質・能力をその他の生徒に普及する環境づくりを行った。また、各種コンテスト・学会においてサイエンス研究会の生徒とその他の生徒が協働グループとして参加し、より多くのイノベーターの輩出を目指した。

(4) イノベーターを育成する行事への他校生徒の参加と成果の普及

サイエンス研究会の生徒を中心とした異分野・異学年の生徒によって組織された活動班が課題解決を行う「イノベーター・キャンプ」において、プログラミングによる課題解決ワークショップ「ベース・キャンプ」を実施した。今年度は他校生も交えて活動班を組織するとともに、事後アンケートを活用して育成された資質・能力について評価を行なった。

(5) 国内外でのサイエンス国際交流プログラムの実施と国際的な科学コンテストへの参加

タイおよびベトナムの先進校において海外研修を実施するとともに、JST 支援事業さくらサイエンスプラン(3年指定)による国内でのサイエンスキャンプを実施した。また、国内の科学系コンテストで成果を残し、国際的な科学コンテストへの参加権を獲得した(数学班・物理班)。

(6) 理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」(4,5年)

第三年次までに開発した授業案を各学年の理科・数学科の通常授業に分散型カリキュラムとして配置し、実践を行なった。また、1～3年においても、4,5年生での連携授業の素地作りとして、理科と数学の視点から課題を眺め、2つの視点に関連づけて考える課題を配置した。

(7) 卒業生アンケートの分析および各種事業の数値評価による成果と課題の明確化

卒業生アンケートを実施し、第1期SSH指定以降の事業評価について、質的・量的な側面から分析を行った。また、各種事業の事後アンケートや問題解決能力を測る外部試験「GPS-Academicテスト」の結果を活用し、育成された資質・能力について数値評価し、成果と課題を明確化した。

(8) 他校教員・大学教員との継続的な研修活動の実施

人事交流の制度により本校に赴任した教員(3名)及び奈良女子大学の教員と本校教員が協働で研究開発に携わり、開発した授業案を外部公開した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

- ・6年一貫を重視した探究活動のカリキュラムにおいて、各発達段階に応じた資質・能力の明確化を行い、具体的な指導方法や評価の検討を実施できた。
- ・卒業生アンケートや各種アンケート・外部試験の分析により、多様な他者を組織して課題解決を行ったり、新しい価値・概念を作り出す能力の育成がどの程度達成されたかを測定できた。
- ・サイエンス研究会の生徒に培った探究活動の資質・能力をその他の生徒に普及させる環境づくりを積極的に行うことで、サイエンス研究会への入部や、科学コンテストへの参加が促進された。
- ・他校の生徒と協働で行う課題解決ワークショップや課題研究発表会を通じて、本校の研究開発の成果を普及する活動を実施できた。

○実施上の課題と今後の取組

- ・探究活動の資質・能力表を1～3年でも作成し、6年一貫の探究活動カリキュラムを完成する。
- ・探究活動の評価について、6年SS課題研究においてもポスターループリックを再編する。
- ・奈良女子大学及び本校の教員が目指すべき探究活動を高大接続の視点から協議し、次年度より試行される「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」によるカリキュラム開発や接続入試を検討する。

②平成 30 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果	
<p>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</p> <p>本年度は主に以下の 3 項目を重点化して研究開発を行った(SSH 指定第 3 期四年次)。</p> <p>【1】 探究活動における資質・能力の明確化と評価方法の再考</p> <p>【2】 サイエンス研究会の生徒が培った資質・能力をその他の生徒に普及させる環境づくり</p> <p>【3】 卒業生アンケート及び外部試験の分析による SSH 事業の評価と課題の明確化</p> <p>1. 平成 29 年度までの研究開発の再評価と「共創力」の育成に有効な活動の分析</p> <p>第三年次までの研究開発を「共創力」育成の視点から振り返り、教科活動・理数融合授業・探究活動の 3 領域における取り組みについて、「共創力」に資するどのような資質・能力を育成できたかについて、理科・数学科の教員で協議し、整理を行った。</p> <p>2. カリキュラム開発</p> <p>[1] 理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の実施と分析</p> <p>研究主題である「共創力」の育成を目指し、平成 27 年度より開発を行っている理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」を 4, 5 年生(高校 1, 2 年)を中心として引き続き実施し、複合的な視点から課題を分析する力の育成を目指した。新規授業案の作成に加え、これまでに開発した授業案を年間の理科・数学の授業に分散型カリキュラムとして配置し、実践した。授業アンケートの分析より、目標とする資質・能力の育成に高い効果が認められた。</p> <p>【アンケート結果(抜粋)】5 年理系物理「超音波を用いたうなりの現象と三角関数」について</p> <p>質問: 今回のような理科と数学を融合した授業は教育的意義が高いと感じますか?</p> <p>回答: 教育的意義が高い(95%)</p> <p>理由の例: 理科と数学が融合することによって、各教科の内容理解が一層深まる 今の時代に求められる多分野融合の視点が獲得できる。</p> <p>[2] 「共創力」育成の視点による教科活動の再編成</p> <p>第 1 期および第 2 期 SSH 指定時に研究開発を行った自然科学リテラシーとリベラルアーツの観点に基づき、継続して教科活動の実践を行うとともに、「共創力」育成の視点から指導内容を分析し、「どの課題設定が、共創力に資するどんな能力や態度を育成するか」について協議した。11 月に開催された本校成果発表会において、理科・数学科の議論の結果をふまえた授業実践を公開した。</p> <p>[3] 6 年一貫探究活動カリキュラムの見直しと育成したい資質・能力の明確化</p> <p>研究主題である「共創力」の育成を目指し、6 年一貫の探究活動カリキュラムを継続して実施するとともに、以下の自然科学領域での実践に重点的に取り組んだ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 4 年「課題研究 世界Ⅱ」: グループ(2～4 名)での探究活動を実施(週 1 単位)。 ・ 6 年「SS 課題研究」: ベーシック講座とアドバンス講座の 2 講座より選択。 ベーシック講座・・・数理解析の講義を受講後、グループ(3～4 名)での探究活動を実施。 アドバンス講座・・・個人の学問的背景に基づき、グループまたは個人での探究活動を実施。 サイエンス研究会に所属している生徒は、アドバンス講座を選択。 <p>これらの実践をふまえ、本校の自然科学領域における課題研究において、目指すべき探究活動の資質・能力について協議を行い、「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成した。次ページの目標設定を行うとともに、Expertにあたるサイエンス研究会の生徒を探究活動のロールモデルに据</p>	

え、彼らの資質・能力をより多くの生徒に普及するカリキュラムづくりについて議論した。加えて、ポスター発表用のルーブリックを再編し、評価手法の改善を行った。

【NWUSS 課題研究ロードマップにおける目標設定】

【Stage1】 探究活動の手法を学ぶ(4年「課題研究 世界Ⅱ」)

課題の設定に指導の重点をおき、自身の興味・関心に基づいて設定した課題を検証し、手法を改良しながら探究活動を高めていく姿勢を学ぶ。

【Stage2】 数理的解釈を重視した探究活動を行う(6年「SS 課題研究 ベーシック」)

各教科・科目において培った知識や考え方を生かし、数理的解釈を重視した探究活動を行う。

【Stage3】 高校の学習範囲に捉われない高度な探究活動を行う(6年「SS 課題研究 アドバンス」)

課題を見出す領域を制限せず、各教科・科目における高校の学習範囲に捉われない高度な探究活動を目指す。

【Expert】 自らの学問的背景に基づいた独創的で発展的な研究活動を行う(サイエンス研究会)

長年培った探究活動の姿勢を生かし、独自の着眼点や学問的背景に基づいた研究活動を実施し、既存の枠組みに捉われない新たな価値の創造を目指す。【本校の探究活動のロールモデル】

3. 科学技術イノベーターの育成

[1]サイエンス研究会の活動支援と「共創力」の育成

第1期SSH指定時に設置した科学クラブ「サイエンス研究会」の日常的な活動支援に加え、各自の専門性を生かしながら多分野融合研究の視点を与えたり、異学年・異分野間の議論を促す機会として、専門分野の異なる生徒同士が協働する「イノベーター・キャンプ」を実施した(年10回)。

12月にはプログラミングによる課題解決を目指す「ベース・キャンプ」を県内の他校生も交えて実施し、協働で課題解決を行った。事業アンケートの分析より、創造性の向上など「共創力」の育成が概ね達成されていることがわかった。

【アンケート結果(抜粋)】「ベース・キャンプ」を通じて向上した姿勢・態度(複数選択)

- ・理科・数学の知識・理解や見方・考え方(63.2%)
- ・独自なものを作り出そうとする力(84%)
- ・学んだことを応用することへの興味・関心(89%)
- ・考える力(92%)

[2]科学コンテストに出場する生徒の育成と国際大会出場に向けた支援

サイエンス研究会の生徒を中心に研究活動の功績が評価され、以下のような成果が得られた。

- ・数学オリンピック・化学オリンピックでの本戦出場(数学班・化学班各1名)
- ・化学オリンピック本戦での金賞受賞(化学班1名)
- ・第15回化学グランドコンテストにおける文部科学大臣賞受賞(物理班1名)
- ・テクノアイデアコンテスト“テクノ愛2019”におけるグランプリ受賞(物理班1名)

これらの生徒の一部は、国際大会に招聘され、英語での研究発表を行った。

- ・第33回中国青少年科学技術イノベーションコンテスト(数学班1名)
- ・TISF2019(Taiwan International Science Fair 2019)(物理班1名)

加えて、3月に開催される各種学会において各班が一次審査を通過し、本大会に出場予定である。

- ・第18回日本再生医療学会総会 中高生のためのセッション アドバンストコース(4名)
- ・平成30年度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 成果発表会(3名)
- ・第15回日本物理学会 Jr.セッション(4名)

[3]探究活動のロールモデルとしての位置づけとその他の生徒への成果の普及

サイエンス研究会の研究活動は、本校が目指すべき探究活動のロールモデルであり、このようなイノベーターをより多く輩出するカリキュラム開発を目指している。そこで、これらの生徒が培った探究活動の資質・能力をその他の生徒にも波及すべく、以下に示す環境づくりを行った。

①4年「課題研究 世界Ⅱ」でのグループ研究におけるサイエンス研究会の分散的配置

グループでの探究活動を行う4年「課題研究 世界Ⅱ」において、サイエンス研究会に所属する生

徒を分散的に各グループに配置し、その他の生徒との協働によりグループ全体の探究活動が向上する環境づくりを行なった。

②6年「SS 課題研究」アドバンスコースにおける同空間での探究活動の実施

個人の学問的背景に応じてテーマ設定を行う6年「SS 課題研究」アドバンスコースにおいて、サイエンス研究会の生徒とその他の生徒が同じ空間で探究活動を行うよう工夫し、自身の専門性を生かしてその他の生徒の探究活動のサポートを行うとともに、新しい研究視点を与える役割を担った。

③課題研究ロードマップが目指す具体的事例としての提示

全校生徒向けの校内発表会を実施し、コンテスト等で高い評価を得たサイエンス研究会の生徒が課題設定に至る過程や研究手法について発表した。彼らの研究手法を課題研究ロードマップの具体的事例として示し、研究手法の優れた点や自身の研究に生かせる視点について考察させた。

【成果の分析】

課題研究の授業経験を通じてサイエンス研究会に入部する生徒数が増加した。また、[2]で前述した科学コンテスト(日本再生医療学会、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 成果発表会、日本物理学会 Jr.セッション)にて、サイエンス研究会の生徒とその他の生徒の協働研究により発表するケースがみられ、「共創力」育成に貢献していると考えられる。

[4] 他校への成果の普及

前述した「ベース・キャンプ」でのプログラミング実習において、本年度は県内2校より他校生の参加を募った。事業アンケートの分析より、異分野の生徒と協働することのメリットとして、「自分とは異なる視点からの課題解決の手法を獲得できる」、「互いの経験や得意を生かすことで、豊かなアイデアを生み出すことができる」等の意見が多数得られ、「共創力」が育成されたと考える。

4. サイエンス国際交流における取り組み

[1] 海外先進校での研修(タイ研修、ベトナム研修)の実施

サイエンス研究会の生徒や理数に高い興味・関心を示す生徒を対象として、海外先進校において英語で議論したり、協働での課題解決を行う海外研修を実施した。タイ研修では研究発表や海外生徒との課題解決ワークショップに参加した。ベトナム研修では、研究発表及び数学オリンピックの課題の協働解決、生物分野でのフィールドワークを行った。

[2] 国内での協働型サイエンスキャンプ「NARA SAKURA Science Camp」の開催

より多くの生徒に海外先進校の生徒との課題解決の機会提供を行うことを目的として、5カ国の生徒による1週間のサイエンスキャンプ「NARA SAKURA Science Camp」をJST さくらサイエンスプランの支援を受けて開催した。

5. 大学教員と本校教員による探究活動カリキュラムの開発

[1] 大学での研究活動につながる資質・能力の検討

奈良女子大学の教員と本校教員による研修会を定例開催し、大学教員と本校教員による探究活動カリキュラムの分析を行った。作成した課題研究ロードマップの内容について、大学での研究に通じる資質・能力の育成を中等教育段階でどのように実現するかという視点から協議した。成果普及として、12月に成果発表会「集まれ!理系女子 関西大会」を開催し、大学教員が助言を行った。

[2] 学校設定科目「コロキウム」や短期集中プログラム「アカデミック・ガイダンス(AG)」の実施

リベラルアーツの涵養を目指して設定されたゼミ形式の探究活動5年「コロキウム」の授業において、本校教員との情報交換をもとに、大学教員が8講座の中の1講座を担当した。また、夏季休業期間明けのゼミ形式の短期集中プログラム「アカデミック・ガイダンス(AG)」を継続実施した。

[3] 文理統合型高大接続探究コース(仮称)の運用に向けたカリキュラムづくり

次年度より試行運用される「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」に向けて、大学教員と本校教員が協働で探究活動の指導方法を検討し、年間スケジュールや指導内容を協議した。

6. 事業評価

[1] 各種事業後のアンケート

研究開発の評価を目指し、各種事業後にアンケートを実施し、評価を行った。

[2] 理数意識調査

自然科学リテラシーを中心とした資質・能力の育成について、理数意識調査を継続実施した。

【成果の分析】

分析結果より、理科・数学への興味・関心が OECD 及び日本平均より大きく上回っていることや、数学の日常との関わりを意識した授業及び理科の授業での観察・実験の多さを本校の特色として回答する生徒数が多いことがわかった。

[3] 外部試験による「共創力」育成の多面的評価

ベネッセの思考力判断テスト「GPS-Academic テスト」を4年全生徒を対象に実施し、「批判的思考力」、「協働的思考力」、「創造的思考力」の3観点について全国平均と比較を行った。分析結果より、特に協働的思考力及び創造的思考力において高い評価(S 評価及び A 評価)を獲得した生徒数が多かった。

	批判的思考力		協働的思考力		創造的思考力	
	本校	全国	本校	全国	本校	全国
S	0.83%	0.68%	1.65%	0.40%	0.83%	1.17%
A	39.67%	23.98%	22.31%	15.71%	52.07%	34.16%
B	59.50%	63.81%	70.25%	65.96%	46.28%	57.09%
C	0%	11.21%	5.79%	17.32%	0%	7.07%
D	0%	0.34%	0%	0.60%	0%	0.51%

「GPS-Academic テスト」の全国平均比較

[4] 卒業生アンケート

第1期 SSH 以降の14年間の研究開発の評価を目指し、過去11年間の卒業生に対して「SSH 卒業生アンケート」を実施し、768名(全卒業生の57%)の回答を得た。分析結果を SSH 全国意識調査(平成24年度)の結果と比較したところ、「SSH 事業全体を通して向上したと考える能力」について、以下の能力が特に高い評価を得た。

【アンケート結果】「SSH 事業全体を通して向上したと考える能力」※全国平均より特に高いもの

- ・独自なものを創り出そうとする力(独創性) 本校：77.0% 全国：53.7%
- ・考える力(洞察力・発想力・論理力) 本校：90.0% 全国：77.6%

[5] 探究活動の成果を活用した推薦入試・AO 入試合格者数の増加

探究活動の研究成果等の利用により、推薦入試・AO 入試の合格者数が30%増加した。

【主な合格先】京都大学(特色入試,2名)、大阪大学(世界適塾入試,4名)、筑波大学(AC 入試,1名) 名古屋大学(推薦入試,1名)、京都工芸繊維大学(ダヴィンチ入試,1名)

② 研究開発の課題

1. カリキュラム開発

- ・教科活動、理科・数学連携授業、探究活動の3つのカリキュラムによって育成された資質・能力を「共創力」育成の視点から継続して分析するとともに、各種アンケートや外部試験の結果から向上していない資質・能力を整理し、指導方法の改善を行う。
- ・1～3年の課題研究ロードマップを作成することで、6年一貫探究活動カリキュラムを完成させる。
- ・6年 SS 課題研究におけるポスター評価ルーブリックを作成し、運用及び評価手法の改善を行う。

2. 科学技術イノベーターの育成(サイエンス研究会の活動支援と成果の普及、指導体制の再構築)

- ・探究活動のロールモデルであるサイエンス研究会の活動について、多分野融合の視点や他者との協働を推進するプログラムを継続して開発する(イノベーターキャンプの充実と改善)。
- ・サイエンス研究会の生徒が培った資質・能力をその他の生徒にも育成することを目指し、本年度取り組んだ環境づくりを継続するとともに、課題研究における異学年・異分野間の交流を実現する。
- ・大学と連携した「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」の設置に向け、協議を重ねる。

3. 事業評価

- ・各種事業評価を継続し、「共創力」育成の達成度を多面的に分析する。
- ・卒業生アンケートの研究指定期間別・男女別の集計など、より詳細な事業評価を行う。

Ⅲ 実施報告

第1章 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. 研究の目的

「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、自立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. 実施対象

中等教育学校1～6年の全校生徒(718名)を対象とする。

4. 実践及び実践結果の概要

■カリキュラム開発

(1)「NWUSS 課題研究ロードマップ」の作成

6年一貫の探究活動カリキュラムを継続して実施するとともに、特に自然科学領域に特した課題研究を実践する4年「課題研究 世界Ⅱ」、6年「SS課題研究」で目指すべき探究活動の資質・能力の明確化と共有を目指し、「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成した。その際、探究活動のロールモデルにサイエンス研究会の研究活動を据え、生徒・教員間で優れた実践の事例として共有した。

(2)6年「SS課題研究」の実践

6年理系選択者に対してグループまたは個人での課題研究を実践し、「ベーシック講座」と「アドバンス講座」の2講座の開講により、生徒の探究活動のスキルや学問的背景に応じた探究活動の実践を行った。サイエンス研究会の生徒の資質・能力をその他の生徒に普及することを目的とし、サイエンス研究会の生徒とその他の生徒が同空間で活動する環境づくりを行った。

(3)4年「課題研究 世界Ⅱ」の実践

4年全生徒に対して、課題研究の入門的な手法を学ぶことを目的としたグループでの課題研究を実践した。サイエンス研究会の生徒を各グループに分散的に配置し、その他の生徒との協働によりグループ全体の探究活動が向上する環境づくりを行なった。

(4)5年「コロキウム」の実践

5年全生徒に対して、リベラルアーツの涵養を目指したゼミ形式による探究活動を実践した。

(5)理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の開発

「共創力」の育成を目指し、4,5年生を中心とした理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」の新規開発・継続実施を行い、複合的な視点から課題を分析する力の育成を目指した。

(6)「共創力」育成の視点による教科活動の再編成

自然科学リテラシーとリベラルアーツの観点に基づき、継続して教科活動の実践を行うとともに、「共創力」育成の視点から指導内容を分析し、「どの課題設定が共創力に資するどんな能力や態度を育成するか」について協議した。11月には議論の結果をふまえた授業実践を外部公開した。

■科学技術イノベーターの育成

(1)異分野・異学年の生徒による課題解決ワークショップの実施

第1期SSH指定時に開設した科学クラブ「サイエンス研究会」の日常的な活動支援に加え、各自の専門性を生かしながら多分野融合研究の視点を与えたり、異学年・異分野の生徒同士が協働する「イノベーター・キャンプ」やプログラミング実習を年10回実施し、「共創力」の育成を目指した。

(2)国内外の科学コンテストへの参加数の増加

自身の研究活動に対する客観的視点を獲得する場として、各種コンテストに向けた支援を行った。

(3)より多くの科学技術イノベーターを育成するための実践と他校への成果の普及

サイエンス研究会の生徒が培った資質・能力をより多くの生徒に普及するための活動として、前述した課題研究の授業における協働活動に加え、校内発表会を通じた研究手法の共有により、サイエンス研究会に入部する生徒や科学コンテストに参加する生徒数が増加した。また、上記のプログラミング実習に県内他校からの参加者を募り、「共創力」を育むカリキュラムの普及につとめた。

■サイエンス国際交流における取り組み

(1)海外先進校での研修(タイ研修・ベトナム研修)の実施

サイエンス研究会の生徒や理科・数学に高い興味・関心を示す生徒のさらなる能力向上を目指し、タイ及びベトナムでの研修を実施し、英語での研究発表や海外生徒と協働した課題解決を行った。

(2)国内での協働型サイエンスキャンプ「NARA SAKURA Science Camp」の開催

多くの生徒に海外先進校の生徒との課題解決の機会提供を行うことを目的として、5カ国の生徒による「NARA SAKURA Science Camp」をJSTさくらサイエンスプランの支援を受けて開催した。

■大学教員と本校教員による探究活動カリキュラムの開発

(1)大学での研究活動につながる資質・能力の検討

奈良女子大学の教員と本校教員による研修会を定例開催し、大学教員と本校教員による探究活動カリキュラムの分析を行った。作成した課題研究ロードマップの内容について、大学での研究に通じる資質・能力の育成を中等教育段階でどのように実現するかという視点から協議した。また、12月に開催した「集まれ！理系女子 関西大会」において、協議した資質・能力に基づいてポスター評価を行い、参加者に助言を行った。

(2)5年「コロキウム」や短期集中プログラム(AG)における実践

ゼミ形式の探究活動5年「コロキウム」の授業において、本校教員との情報交換をもとに、大学教員が8講座の中の1講座を担当したり、夏季休業期間明けのゼミ形式の短期集中プログラム「アカデミック・ガイダンス(AG)」を継続実施した。

(3)「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」の運用に向けたカリキュラムづくり

次年度より試行運用される「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」に向けて、大学教員と本校教員が協働で探究活動の指導方法を検討し、年間スケジュールや指導内容を協議した。

■事業評価

研究開発の成果と課題を明確化することを目的とし、各種事業アンケートを実践するとともに、ベネッセの思考力判断テストを4年生において実施し、「共創力」育成の達成について多面的な分析を行った。また、過去11年間の卒業生を対象とした卒業生アンケートを実施・分析した(回答率57%)。

第2章 研究開発の経緯

■カリキュラム開発

課題研究ロードマップ	<ul style="list-style-type: none"> ワーキンググループ立ち上げ(6月) ・ 成果物(ポスター)の特色と課題点の分析(7月) ロードマップの作成(8～10月) ・ 大学教員との資質・能力の検討(10月、1～2月) 生徒への配布(1月) ・ 生徒の成果物の評価と改善点の検討(1～3月)
6年「SS課題研究」 ※第3期SSH指定3年次より開講	<ul style="list-style-type: none"> 基礎セミナーの受講 ・ 課題研究の実践(4月～10月) ポスター発表会(10月) ・ 振り返りとレポート作成(11月) ・ 評価検討(12月)
5年「コロキウム」 ※第2期SSH指定時より開講	<ul style="list-style-type: none"> ゼミ形式での探究活動(4～10月) ・ 個人またはグループでの探究活動(11月～2月) 各講座別の成果発表(2月) ・ 評価検討(3月)
4年「課題研究 世界Ⅱ」 ※第2期SSH指定時の実践後、 第3期SSH指定2年次より開講	<ul style="list-style-type: none"> 半期ごとに生徒を入れ換えて自然科学領域・人文社会領域の探究活動を実践 基礎セミナーの受講 ・ 課題研究の実践(4月～10月) ・ ポスター発表会(10月) 振り返りとレポート作成(10月) ・ 評価検討(10月) ※11月～3月は後半チームの実践
理科・数学連携授業 ※第3期SSH指定1年次より実践	<ul style="list-style-type: none"> 新規授業案の開発(5～11月) ・ 分散型カリキュラムとしての授業での実践(通年) アンケート実施と評価検討(11月～2月)
「共創力」育成の視点 による教科活動	<ul style="list-style-type: none"> これまでの実践を踏まえた「共創力」の育成に資する授業内容と育成が期待される能力・態度の整理(5～7月) ・ 公開授業に向けた授業案の作成(7～10月) 公開授業(11月) ・ 公開授業を受けた振り返り(12月)
評価研究	<ul style="list-style-type: none"> 各課題研究ポスター発表会でのポスタールーブリックによる評価(各発表会開催時) 他校教員(計50名)との評価検討会(11月) ・ ポスタールーブリックの再編(1～2月)

■科学技術イノベーターの育成

第1期SSH指定時に開設した科学クラブ「サイエンス研究会」の生徒の活動支援と成果の普及

各班の活動	<ul style="list-style-type: none"> 放課後を中心にグループまたは個人で研究活動(通年)
多分野融合型ワークショップ 「イノベーター・キャンプ」	<ul style="list-style-type: none"> 低学年向けの体験講座、プレゼンテーション講座、校内発表会による情報交換などを実施(年10回)
協働型プログラミング実習 「ベース・キャンプ」	<ul style="list-style-type: none"> アイスブレイキング活動と事前学習(12月、1回) 課題解決ワークショップ(12月、2回)
科学コンテストへの参加	<ul style="list-style-type: none"> 数学オリンピック・化学オリンピックにて本戦出場(数学班・化学班各1名) 化学オリンピック本戦にて金賞受賞(化学班1名) 第15回高校化学グランドコンテストにて文部科学大臣賞受賞(物理班1名) テクノアイデアコンテスト“テクノ愛2019”にてグランプリ受賞(物理班1名) <p>その他、各種コンテストに参加 (3月、下記「サイエンス研究会以外の生徒への成果の普及」参照)</p>
国際的な科学コンテスト への参加	<ul style="list-style-type: none"> 第33回中国青少年科学技術イノベーションコンテスト(8月) TISF2019(Taiwan International Science Fair 2019) (1月)
サイエンス研究会以外の 生徒への成果の普及	<ul style="list-style-type: none"> 4年「課題研究 世界Ⅱ」、6年「SS課題研究」での協働(4～2月) 全校生徒向けの研究発表会(12月) ・ サイエンス研究会の研究手法の分析(1月) サイエンス研究会以外の生徒との協働による科学コンテスト参加(3月) 第18回日本再生医療学会総会中高生のためのセッション(生物班を含む4名) 平成30年度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 成果発表会(化学班を含む3名) 第15回日本物理学会Jr.セッション(物理班を含む4名)

■サイエンス国際交流における取り組み

海外先進校での研修	<ul style="list-style-type: none"> タイ研修(事前学習(5月)、英語論文・ポスター作成(5月)、現地研修と事後学習(6月)) ベトナム研修(事前学習(9月)、英語発表資料作成(9月)、現地研修と事後学習(10月))
NARA SAKURA Science Camp	<ul style="list-style-type: none"> ワークショップ打合せ(6月) ・ 事前学習(7,8月) ・ キャンプ開催と事後学習(9月)

■大学教員と本校教員による探究活動カリキュラムの開発

探究活動の資質・能力の 検討	<ul style="list-style-type: none"> 大学教員と本校教員によるカリキュラムワーキングの開催(通年、月1,2回) 「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」の試行に向けた協議(通年、月1,2回)
各種事業での連携	<ul style="list-style-type: none"> サイエンス基礎講座(12月(台風のため7月中止)) ・ 5年「コロキウム」担当(通年) アカデミック・ガイダンス(AG)と国際交流でのワークショップの実施(9月) 「集まれ！理系女子 関西大会」の実施(12月)

■事業評価

理数意識調査	<ul style="list-style-type: none"> 調査の実施(12月) ・ 分析(1～2月)
外部試験による評価	<ul style="list-style-type: none"> ベネッセ思考力判断テスト「GPS-Academicテスト」の実施(5月) ・ 分析(10月)
卒業生アンケート	<ul style="list-style-type: none"> 調査項目の再考(7月) ・ アンケート実施(12月) ・ 分析(1月)

第3章 研究開発の内容

第1節 共創力を育むカリキュラム開発

[1]研究開発の課題と経緯

1. 「共創力」を育むカリキュラム

本校では、第3期 SSH の研究開発課題に「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」を据えている。ここで示す共創力とは、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・行動できる能力としての「共創力」を意図している。研究課題の設定当初、このような資質・能力の育成が期待されるカリキュラムとして、以下の3つを構築した。

■理科・数学連携授業「サイエンス・イシューズ」

第3期 SSH の研究開発において、「サイエンス・イシューズ」と称した4,5年生(高校1,2年)を中心とした理科と数学科の融合授業を継続的に開発し、各授業において年間カリキュラム(分散型)として位置づけている。この授業では、教科・科目の枠に捉われない多角的・複合的な視点によって事象を捉えたり、理科や数学の考え方を組み合わせることによって生じる、分野を超えた新たな価値創造を目指す。

■総合的な学習・学校設定科目などの探究活動(課題研究を含む)

共創力の育成を目指すもう1つの研究開発として、総合的な学習や学校設定科目による探究活動を実施している。これらの科目は、課題の設定や必要な情報の収集・分析などの一連の探究活動において、多様な他者との議論を通じて探究の手法を見いだす姿勢が必要となる。そこで、発達段階に応じた主体的な課題設定を推奨し、多様な他者との協働や「知の共有」による課題解決手法の高まりを重視する。

■科学技術イノベーターの育成

本校では、第1期 SSH 指定時に開設したサイエンス研究会の生徒による研究活動が盛んである。サイエンス研究会には1~6年までの生徒が在籍し、自らの設定した課題について研究を行い、優れた研究実績を築いてきた。第3期 SSH の研究開発においては、「共創力」育成の観点から、研究分野を超えた研究交流や協働で探究する機会を設け、「イノベーターキャンプ」という年間活動を新たに開始し、互いの研究活動を共有したり、「プログラミング実習」などを通して互いの強みを生かして協働する機会を提供している。このような生徒を本校が目指す科学技術イノベーターとして捉え、確実に育成すると共に、その他の生徒のロールモデルに据えることで、より多くの生徒のパフォーマンスを高めたいと考える。

2. 科学技術イノベーターに求める「共創力」の議論

以上の重点項目に沿った3年間の研究開発のもと、第3期 SSH 指定の4年目にあたる今年度は、「本校を卒業した生徒に期待したい「科学技術イノベーター」としての姿と発揮してほしい「共創力」とは何か」、加えて「これまでの実践の中で「共創力」の育成につながったと考える取り組みは何か」というテーマで協議を行なった。議論を進める中で、理科・数学連携授業や探究活動で共創力を発揮するためには、下支えとなる科学的素養の獲得や高い科学観の涵養を目指す教科活動が重要であることがわかった。

本校を卒業した学生に求める科学技術イノベーターとしての姿

自らの高い専門性を基盤としながら多様な専門家との協働を行い、既存の枠組みに捉われない新たな研究領域を切り開いていく「共創力」を兼ね備えたリーダー

共創力の育成につながると考えられる取り組み

①教科活動における取り組み

- ・自らの知識を深めて、専門性を深化させていく活動
- ・異なるアイデアを持つ他者との協働により、自らの知見を深める活動
- ・具体から抽象へと誘い、各学問領域における概念形成を促す活動

②理科・数学連携授業における取り組み

- ・異なる領域からの解釈が可能であることを学び、多分野融合の視点を意識化する活動
- ・多分野融合領域への取り組みには、高い専門性が下支えとなることを体感する活動
- ・未知の課題であるが故に、より一層の協働性が求められる状況下で多様な解釈に触れる活動

③探究活動における取り組み

- ・サイエンス研究会の生徒をロールモデルとした、主体的で発展的な課題設定を目指した探究活動を進めていくための手法を学ぶ
- ・教科の授業や理科・数学連携授業と探究活動を往還しながら、質的向上を目指す活動
- ・探究のグループにおける議論のみならず、研究過程における情報交換や発表会での議論を通じて、多様な他者の意見から新たな解釈を獲得する活動

3. 「共創力」に資する教科活動

議論をふまえ、第3期 SSH4 年目となる今年度は、3年目までに開発した②理数融合授業や③探究活動の実践をもとに、理科・数学科の教科活動を共創力の視点から分析し、発展させる手法を模索した。

「共創力」に資する教科活動

- ◆ 多様な解法が存在したり、課題解決への複合的視点が得られる探究的な課題
- ◆ 教科の知識を用いたモデル化や概念形成などの思考力を要する課題



【数学科】

- ・学んだ数学の知識を、日常生活や具体的事例に応用・活用する場面
- ・学んだ数学の知識を、未知の問題や課題に応用・活用する場面
- ・抽象的な概念を理解したり説明したりする場面
- ・実験や探究により数学的な事実を見つけ出す場面
- ・多様な解法が可能な問題に取り組む場面

【理科】

- ・実験手法やデータ解析の手法を生徒自ら考案する場面
- ・抽象度の高い問いや未知の現象について深く考察する場面
- ・理科や数学の複数の領域の視点から課題の解釈を行う場面
- ・多様なアプローチが存在する課題において、他者の考えを共有し、差異を比較・検討する場面

11月に開催されたSSH成果発表会においては、化学と生物の2領域から同じテーマを捉え、生徒の中で複合的な視点が形成されることを目的とした理科の授業開発、および複数の解法が存在する課題に対してその利点や欠点を他者と議論しながら、高い数学観を形成することを目的とした数学科の授業開発実践例を報告した。

[2] 研究開発の内容

1. 探究活動の深化

■全体構想

本校では研究主題である「共創力」の育成を目指し、次に示すような 6 年一貫の探究活動を学校全体で実践している。第 3 期 SSH では課題研究におけるカリキュラム開発に取り組み、自然科学領域においては 4 年「課題研究 世界Ⅱ」、6 年「SS 課題研究」を平成 28 年度より順次開講した。

学年	領域	名称	特徴	担当者
1 年	世界遺産	探究・寧楽Ⅰ	短期集中	クラス担任中心(+社会科 1)
2 年	古都奈良の文化財	探究・寧楽Ⅱ	短期集中	クラス担任中心(+社会科 1)
3 年	ESD(持続可能な開発のための教育)	探究・世界Ⅰ	統合型(65 分×週 1 回)	社会科・創作科・保健体育科・国語
4 年		探究・世界Ⅱ	統合型(65 分×週 1 回)	社会科・国語科・理科 1・数学科 1
5 年	リベラルアーツ	コロキウム	統合型(65 分×週 1 回)	全教科(希望教員)
6 年	自然科学と実社会	SS 課題研究	統合型(65 分×週 1 回)	理科 4・数学科 2

本年度の研究開発では、自然科学領域における課題研究に相当する 4 年「課題研究 世界Ⅱ」及び 6 年「SS 課題研究」について、探究活動で目指すべき資質・能力を記載した「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成し、「共創力」の育成を目指した実践を行った。その際に、第 1 期 SSH 指定時より放課後を中心に活動しているサイエンス研究会の探究活動をロールモデルとして位置づけ、生徒及び教員が具体的に本校の目指す探究活動をイメージできるようにした。加えて、「共創」に関する項目を含めることで、生徒の具体的な活動を促すように工夫した。

■仮説

- ①各探究活動で育成を目指す資質・能力を記した「課題研究ロードマップ」を作成することで、生徒・教員間で達成目標の共通理解が深まり、探究活動の質の向上につなげることができる。
- ②探究活動のロールモデルとして、サイエンス研究会の研究手法を位置づけることで、探究活動の可能性や質の高い具体例を共有でき、より多くの生徒のパフォーマンスを向上させることができる。
- ③「共創」を意識した協働や成果発表会を充実させ、異学年や異分野の探究活動に携わる生徒間の意見交流を促すことで、新たな視点や知識を獲得するための「共創力」を高めることができる。

■方法

(1) 目指すべき資質・能力の明確化と課題研究ロードマップの作成

上記の仮説に基づき、「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成した。項目の決定には、サイエンス研究会及び昨年度の課題研究の授業で作成したポスターを理科・数学科の教員で分析し、「どのような資質・能力が求められるか」について議論を行なった。その後、各教科のカリキュラム代表と大学教員によって構成されるカリキュラムワーキングにおいて検討を行なった。作成したロードマップは、課題研究の授業(後半チームのみ)で生徒に配布し、同時にサイエンス研究会の優れた探究活動の研究発表を聴講させた。後日、研究手法の優れた点や、自身の探究活動に生かせる点をグループで協議することで、生徒が最高到達目標を具体的にイメージしたり、新たな視点を獲得する「共創力」育成の機会とした。

現在の取り組みとして、各発達段階においてどの資質・能力を重点的に評価するか協議を行うとともに、ロードマップに対応したポスター発表評価用ルーブリックを再編している。また、課題研究のポートフォリオなど、各成果物からどの資質・能力を評価できるかを検討している。

【NWUSS 課題研究ロードマップにおける目標設定】

Stage1	探究活動の手法を学ぶ (4年「課題研究 世界Ⅱ」)
	課題の設定に指導の重点をおき、自身の興味・関心に基づいて設定した課題を検証し、手法を改良しながら研究活動を高めていく姿勢を学ぶ。
Stage2	数理解釈を重視した探究活動を行う (6年「SS 課題研究 ベーシック講座」)
	各教科・科目において培った知識や考え方を生かし、実社会や実生活の中から見出した課題を数理的に解釈する姿勢を学ぶ。
Stage3	高校の学習範囲にとらわれない高度な探究活動を行う (6年「SS 課題研究 アドバンス講座」)
	実社会や実生活の中から見出した課題をより広範囲に分析し、各教科・科目において高校の学習範囲に捉われない発展的な内容を対象とした高度な課題研究を目指す。
Expert	自らの学問的背景に基づいた独創的で発展的な研究活動を行う (サイエンス研究会)
	長年培った課題研究の姿勢を生かし、独自の着眼点や実社会との関わりに基づいた発展性の高い課題研究を実施し、既存の枠組みに捉われない新たな価値の創造を目指す。

【NWUSS 課題研究ロードマップ】

「4年課題研究 世界Ⅱ」 「6年SS 課題 ベーシック」 「6年SS 課題 アドバンス」 「サイエンス研究会」

NWUSS 探究活動のアプローチ		Stage1 探究活動の手法を学ぶ	Stage2 数理解釈を重視した探究活動を行う	Stage3 高校の学習範囲に捉われない高度な探究活動を行う	Expert 自らの学問的背景に基づいた独創的で発展的な研究活動を行う
①課題の設定 【PICASO問題の発見】	課題の発見	・興味ある事柄の中から探究活動の対象につながる課題を見いだすことができる			
	課題の吟味	・課題設定において、検証可能な課題を選ぶことができる	・課題設定において、数理解釈を深めることができる課題を選ぶことができる	・課題設定において、高校の学習範囲に捉われない発展的な課題に挑戦できる	・課題設定において、学ぶべき知識や領域を制限せず、高校生のレベルを超えた課題に挑戦できる
	先行研究の調査	・先行研究を調査し、探究活動に必要な情報を見いだすことができる	・先行研究を調査し、既習の学習内容から理論的・実験的な分析が可能な課題を設定できる	・先行研究を調査し、必要な知識を学ぶことで理論的・実験的な分析が可能な課題を設定できる	・先行研究を調査し、未解決になっている課題を見いだしたり、独創的な視点から新たな課題を設定できる
	課題の適切化	・課題の難易度が高い場合、自身の探究スキルに合わせて、適切なレベルの課題を再設定できる	・課題の難易度が高い場合、必要な知識を学習しながら適切なレベルの課題を設定できる	・課題の難易度が高い場合、必要な知識を学習しながら課題に挑戦できる	・課題の難易度が高い場合、より高度な知識や技術の習得につとめ、当初設定した課題の達成を目指すことができる
②研究活動 【PICASO各ステージにおける「方法」の重要性】	手法の構築	・課題の解決に適した調査方法を見いだすことができる	・数学や理科の知識を用いて、分析的な調査方法を見いだすことができる	・必要な調査方法を学びながら、より発展的な調査方法を構築できる	・新たな調査方法を構築したり、既存の方法に独自の視点を加えた調査方法を構築できる
		・初めて使う実験器具や理論への理解を深めることができる	・適切な実験器具を選んだり、論理的解釈を行うことができる	・適切な実験器具を選んだり、論理的解釈を行うことに加え、必要に応じて実験装置や論理の構築に挑戦できる	・研究活動に適した実験装置を自作したり、検証に必要となる論理を独自に構築できる
③データの処理と分析 【PICASOデータや情報の収集】	データ処理	・得られたデータが示す傾向を読み取るために、適切なグラフや表で整理できる	・得られたデータが示す数理的な傾向を読み取るために、適切なグラフや表で整理できる	・得られたデータが示す数理的な傾向を読み取るために、適切なグラフや表で整理できる	・統計的有意性など、データ解析に必要な数学的処理を行うことができる
	分析	・先行研究の結果と比較し、誤差の要因について考察することができる	・先行研究の結果と比較し、誤差の要因を分析的に考察するとともに、それを改善するためのアプローチを行うことができる	・先行研究の結果と比較し、誤差の要因を分析的に考察するとともに、それを改善するためのアプローチを行うことができる	・高校生の知識を超えた論理的分析を行うことができる
④考察と結論	先行研究との比較	・先行研究に近い結果を見いだすことができる	・先行研究をもとに、結果の妥当性を数理解釈を交えて評価できる	・先行研究をもとに、必要な数理解釈を学びながら結果の妥当性を評価できる	・複数の先行研究を参考にしながら、課題の妥当性に独自の解釈を与えることができる
	結論	・得られた結果から、課題に対する結論を見いだすことができる	・得られた結果から、数理解釈を交えて分析的な結論を見いだすことができる	・得られた結果から、高校生の知識を超えた解釈を交えて分析的な結論を見出すことができる	・結論の発展性について、学問的な視点から深く考察することができる
⑤記録と発表	活動の記録	・活動の様子を研究ノートに記録できる	・活動の様子を他者が理解できるように整理しながら研究ノートに記録できる	・活動の様子を整理しながら研究ノートに記録するとともに、次回の活動につながる分析的な振り返りを行うことができる	・研究ノートに限らず、デジタルコンテンツを用いて活動の様子を記録し、発表活動に活用できるように整理できる
	発表	・研究の成果をまとめたポスターを作成することができる	・研究の成果を分析的にまとめたポスターを作成することができる	・難解な研究手法を分かりやすくまとめたポスターを作成することができる	・コンテストや学会での発表が可能レベルでポスターや論文を作成することができる
⑥共創	協働	・指導教員とよく相談しながら各回の課題研究を計画したり、研究内容を振り返ることができる	・グループのメンバーと協働しながら課題研究の計画や振り返りができる	・適切なタイミングで指導教員の助言を求められることができる	・指導教員のみならず、研究者や大学教員など、必要に応じて専門家との意見交換を行うことができる
		・グループ内で必要に応じて役割分担を行いながら課題研究を進めることができる	・グループ内で互いの得意分野を生かしながら役割分担を行い、課題研究を進めることができる	・サイエンス研究会の生徒など、探究活動に長く携わる生徒と議論を行いながら課題研究を向上させることができる	・異分野の課題研究に携わる生徒と議論を行い、多分野と連動した視点を獲得することができる
	観察	・他者の探究活動の手法に興味を持ち、自らの活動との類似点や相異点を見出すことができる	・他者の探究活動の手法を観察し、他者の優れた手法を自身の活動に生かす方法を考えたり、新しい視点を獲得することができる	・発展的な課題に取り組む生徒やサイエンス研究会の生徒の探究活動の手法を観察し、自身の活動を高めるための視点を獲得できる	・教員や異なる分野の探究活動に携わる生徒、研究者などの探究活動の手法を観察し、自らが知らない研究手法の確立につなげることができる

(2)6年「SS 課題研究」

「SS 課題研究」は、6年理系選択者全員を対象とし、「実社会や実生活の中から生徒自らが課題を発見し、今まで身につけてきた能力を関連付けて考える」ことを重視した実践を行っている。ベーシック講座(講義とグループでの課題研究を合わせた講座)とアドバンス講座(個人またはグループで設定した課題研究を行う講座)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工夫している。

▼ベーシック講座 —数理的解釈を重視した探究活動を行う—

ベーシック講座では、「課題研究ロードマップ」の Stage2「数理的解釈を重視した探究活動を行う」ことを目標とし、理科や数学の教科活動で学んだ知識を課題研究の手法に応用し、課題に対する数理的解釈を促すための指導を行っている。講座選択者を2つに分け、理科・数学科の教員を1名ずつ各講座に割り当て、探究活動はグループで行わせた。

本講座では第1～5回の授業を講義にあて、SSHブックレット数学1(2期SSH指定時に作成)を使用してロジスティック曲線を学ばせた。講義後、得た知識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に主体的に設定させ、探究活動に取り組みさせた。評価については、ポートフォリオ、ポスターセッション、レポートなどの成果物をもとに行なった。

▼アドバンス講座 —高校の学習範囲に捉われない高度な探究活動を行う—

アドバンス講座では、長年サイエンス研究会として研究活動に励んできた生徒に加え、発展的な課題設定に高い興味を示す生徒が活動している。本講座では、「課題研究ロードマップ」の Stage3「高校の学習範囲に捉われない高度な探究活動を行う」ことを目標とした発展的な課題に取り組んでいる。サイエンス研究会に所属する生徒については、Expert「自らの学問的背景に基づいた独創的で発展的な研究活動を行う」ことを目標に、独創的な研究活動に粘り強く取り組んでいる。

本講座の活動は、文献調査や論理的考察、実験活動など、その活動内容が多岐にわたる。個々の課題意識も異なるため、多くの生徒が個人研究を行った。これらの生徒間での「共創力」の育成を目指し、異なる研究分野の生徒が同じ活動場所を共有するように工夫した結果、物理分野の生徒がデータ解析の妥当性について数学分野の生徒に意見を求めるなど、互いの強みを生かして協働するなどの姿が見られた。加えて、サイエンス研究会の生徒にその他の生徒の相談役を頼むなど、指導者側で環境づくりを行なった。活動内容は研究ノートやデジタルデータとして記録させ、指導教員が適宜確認し、助言を行なった。評価については、ポートフォリオ、ポスターセッション、論文などの成果物をもとに行なった。

(3)4年「課題研究 世界Ⅱ」

「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入門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。生徒は半年ずつ両方の領域における課題研究の手法を学ぶ。自然科学アプローチにおいては、理科・数学科から各1名の教員が担当し、「課題研究ロードマップ」の Stage1「探究活動の手法を学ぶ」ことを目指し、課題の設定や検証方法の模索など、課題研究の基本的素養を獲得させるための指導を行った。

本講座では、2～4名で構成したグループでの探究活動とし、学年120名を2つのグループに分け、I期、II期で入れ替え、各期では60名の生徒を20程度の活動班に分けて指導した。

生徒が提案するテーマは、数学、理科に加え、スポーツ科学や言語学を科学的に分析する等、多岐に渡っていた。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ものとした。研究グループは、興味の対象やキーワードが類似している生徒同士で組むことを基本としつつ、サイエンス研究会の生徒や数学・理科が得意な生徒がバランスよく配置できるように工夫した。評価については、ポートフォリオ、ポスターセッション、レポートなどの成果物をもとに行なった。

4年生の課題研究においては、仮説の設定について手法を身につけることを目的としている。手法を身につけるために、研究ノートによる継続的な指導を重視した。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指導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、仮説の設定の手法を高めていった。その際、サイエンス研究会の生徒が的確な意見を述べる場面が多く見られた。彼らによって新しい視点がグループ内で共有されるとともに、探究活動の質の高まりが感じられ、探究活動のロールモデルとして、効果的な役割を担うことがわかった。

(4)5年「コロキウム」

「コロキウム」は、「観(考えていることや感じていること)」を磨こうとする活動であると捉える。コロキウム担当者が形成している「観」に、生徒たちの目を向かわせ、学習活動を通じて「客観化」する(複数の考え方を持つことでどのような世界が見えてくるか実感させる)ことによって、自ら考えよう、感じようとする意欲を喚起し、生徒一人ひとりが自らの手で「観」を磨き上げていくように働きかける。

コロキウムでは個性的理解(自分は〇〇〇)を深めていくことを目標とする。差異の認識(個性的理解)は、他者との関わりでしか生じないと考えると、共通なもの(普遍性や共通理解)は、さまざまな差異(特殊性や個性的理解)を貫いていると捉えることができる。よってコロキウムでは、他者との関わりがなかで、自らを「客観化」し、発見し、創り直していき、どのように社会で生きるのかについて考えていく。

【2018年度の開講講座(開設7年目)】

講座1	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?—	(数学科教諭)
講座2	つながる科学	(理科教諭)
講座3	歴史と現代 —歴史を見つめる眼、社会を見つめる眼—	(社会科教諭)
講座4	アドラーを学ぶ「試み」	(国語科教諭)
講座5	デザインプロセス・コミュニケーション	(技術科教諭)
講座6	人間幸福論 —しあわせって何だろう—	(家庭科教諭)
講座7	食べることの哲学と物語と	(英語科教諭)
講座8	不自然なものコトについて	(大学人文科学系教授)

講座の感想については、内容の難しさを感じている生徒が多いにも関わらず、おもしろさ・興味深さを感じている生徒が大多数である。特に、多くの生徒が科学論の必要性・意義について理解できたことは大きな収穫であったと考えている。今回は授業の枠組みに(90分から65分授業へ)大きな変更があったので、少ない時間で論考を深める工夫がいつそう必要になった。今後、全員でのディスカッションの時間を増やすなどして、ゼミ形式講座の良さを追求していきたい。

■探究活動の検証

(1) ロードマップの作成と到達目標の共有化

課題研究ロードマップを作成するにあたり、理科・数学の教員間で各探究活動における指導目標および生徒の活動目標について議論を行った。当初は教員間で認識の違いやずれが少なからずあったものの、話し合いを重ねることで各講座での到達目標が明確になり、教員間で共通理解をもつことができた。また、サイエンス研究会の生徒の活動をロールモデルとして位置付けたことで、生徒の主体性や学問的背景に寄り添う本校の探究活動の強みを改めて共有することができた。

今後の展望として、評価研究を一層進めるとともに、1～3年の探究活動においても育成したい資質・能力を明確化し、6年一貫の新カリキュラムへの反映を目指す。加えて、次年度より試行予定の「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」での探究活動に向けて、本校教員と大学教員が大学での研究活動につながる資質・能力について議論を重ねることを予定している。

(2) 各探究活動の実践と評価研究

4年「課題研究 世界Ⅱ」、6年「SS 課題研究」において、課題研究ロードマップを意識した指導に取り組んだ。特に4年「課題研究 世界Ⅱ」については、課題研究ロードマップの作成過程で、講座担当者を中心に指導方法を再考したり、「共創力」育成の視点から生徒の活動に新たな取り組みを導入してきた。各発達段階での目標が明確化されたことで、指導及び評価項目の重点化を教員間で共有できたことは、カリキュラムの再現性の視点からも大きな成果である。4年での入門的手法の獲得後、5年「コロキウム」での文理に縛られない視野の拡大を経て築かれた学問的背景を生かし、6年での個性豊かな探究活動を展開するカリキュラム設計が本校の6年一貫探究カリキュラムの特色と考える。

今後の展望として、本年度の生徒の探究活動の成果をもとに、PDCA サイクルによる指導方法の検証と評価手法の研究を行い、次年度の指導に反映することを予定している。

(3) ロールモデルの具体的例示と「共創力」の育成

第1期SSHから本校が育成してきたサイエンス研究会は、本校の探究活動の特色を表す存在である。試行錯誤を繰り返し、研究室のメンバーと意見を交わしながら自身の学問的背景を築きあげてきたイノベーターである。第3期SSHにおいては、彼らが培った資質・能力をその他の生徒に普及することが研究開発の主題である「共創力を兼ね備えた科学技術イノベーター」の育成につながる。

そのための環境づくりとして、優秀な研究活動を行なっているサイエンス研究会の生徒2名に全校生徒向けの口頭発表を行わせた。彼らが探究活動のロールモデルとなることで、すでに課題研究を行っている生徒のモチベーション向上や、新たにサイエンス研究会への入部を希望する生徒数の増加がみられた。加えて、4年生の抽出生徒39名を対象に、「2名の研究発表を聞いてどのような点が優れていると感じたか」というアンケートを行った結果、以下のような回答が得られた。多くの生徒が、「テーマ設定」や「検証方法の吟味」の重要性を肌で感じるようになってきていることがわかり、ロールモデルの具体的例示が学校全体の探究活動への取り組みを活性化するうえで効果的であると考えられる。

【アンケート結果】サイエンス研究会の研究手法の中で優れていると感じた点(1つのみ選択)

- | | | |
|-----------------|---------------|----------------|
| ・複数の視点からの検証(9名) | ・研究テーマの設定(9名) | ・疑問の見つけ方(6名) |
| ・応用力(5名) | ・発想力(4名) | ・実験目的の明確さ(3名) |
| | | ・発表のわかりやすさ(3名) |

2. 理科・数学連携授業（サイエンス・イシューズ）の開発

■全体構想

本校では研究主題である「共創力」の育成を目指し、次期学習指導要領にて設定される「理数探究」に向けて「サイエンス・イシューズ」と称した4,5年生(高校1,2年)を中心とした理科・数学連携授業を開発している。この授業では、各教科・科目で培った知識や考え方を横断した課題への取り組みを意識的に行うことで、課題に対する理解の深まりや、複合的な視点の獲得を目指す。

■仮説

- ①理科・数学連携授業により、科学的知識と数学的知識が融合的に学習でき、それぞれの概念に対するより一層深い理解が得られる。
- ②具体的現象と抽象的概念を往還することにより、科学の本質を体得できると共に、現実の諸課題を科学的視点から捉えて考察することが可能になる。

■方法

(1) 開発した理科・数学連携授業案

連携に適した分野について理科・数学科の教員が協議を行い、2015年からの4年間で以下に示す授業案を開発した。これらの授業案は、理科・数学科の授業内に組み込まれた分散型カリキュラムまたは長期休業期間のプログラミング講座として位置づけている。1,2年生の授業においては、理科と数学の視点から課題を眺めることを指導者側から例示し、2つの視点を関連づけて考える体験をさせている。3,4年生の授業においては、定量的な測定と関数によるモデル化など、主に理科の課題解決において、数学的な視点による解釈が有効であることを示す。5,6年生においては、生徒自らが複合的な視点を見いだすことが可能となるような課題設定を意識し、発展的な取り組みを意識している。

【開発した理科・数学連携授業の案】

学年	教科	テーマ	開発年度
1年(中1)	生物・数学	葉の大きさと環境の関係性の統計的分析	2015年度
2年(中2)	化学・数学	結晶の形と多面体としての性質	2015年度
3年(中3)	地学・数学	測定史における数学的手法	2018年度
4年(高1)	生物・数学	細胞の大きさと核の大きさの統計的比較	2016年度
4年(高1)	物理・数学	重力下における落体の運動と2次関数	2018年度
5年(高2)	生物・数学	ゾウリムシの個体群における密度効果の数学的解析	2015年度
5年(高2)	化学・数学	結合角に関する幾何学的な学習	2015年度
5年(高2)	物理・数学	光の屈折とフェルマーの原理	2016年度
5年(高2)	化学・数学	原子の電子構造と立体図形	2017年度
5年(高2)	物理・数学	超音波を用いたうなりの現象と三角関数	2018年度

【プログラミング講座】

教科	テーマ	開発年度
物理・数学・情報	フラクタル図形, 万有引力のシミュレーション	2015年度
物理・美術・情報	Processingによるアニメーションの作成	2016年度
物理・生物・情報	Node-Redを用いたセンサーの制御(外部講師と共催)	2017年度
物理・数学・情報	JavaScriptを用いたobnizの操作(外部講師と共催)	2018年度

(2) 授業実践事例

1. 研究開発の目的

高等学校「物理」の「音と振動」の学習単元において、異なる振動数の音を重ねることによる「うなり」の現象を扱う。学習指導要領においては、2つの波(sin関数)を手動で作図して重ね合わせる方法が導入されており、うなり特有の振幅の変化などのメカニズムが感覚的な理解にとどまりやすい。

一方、高校数学においては、三角関数の合成を既に学習済みであり、2つの sin 関数を足し合わせることが可能である。この数学的解釈を物理のうなりの現象に導入することで、うなりのメカニズムを数理的に解釈できるとともに、数学で学習する内容を具体的な現象と結びつけて理解できると考え、連携授業案を開発した。

2. 授業案

①学級：5年理系物理 45名(男子26名、女子19名)

②科目・単元：物理・波動 ー音と振動ー

③単元の指導計画：

「音と振動」 (5時間)	第1時	【導入】超音波を用いた実験	11/1(木)
	第2時	音の三要素と物体固有の振動(弦)	11/6(火)
	第3時	気柱の固有振動	11/7(水)
	第4時	うなり1(理数融合授業：本時)	11/13(火)
	第5時	うなり2(ガムラン音楽とうなり，建物の騒音とうなり)	11/14(水)

④本時の目標：

現在の指導要領ではうなりの現象は、オシロスコープによる波形の観測から紹介されるが、メカニズムを理論的に理解しにくい上に、作図による重ね合わせの解釈にとどまる。この単元に波の式である正弦曲線の合成による理解が加われば、うなりの現象の「奇妙な振幅変化」が数理的に解釈できる。この授業ではさまざまな波の式をコンピューター上で重ね合わせ、実際にグラフ化することにより、うなりの波形変化の数学的解釈を試みる。加えて、うなりの振幅変化と三角関数の合成の関係性を見出すために、他者との議論を促し、複合的な視点を獲得する「共創力」の育成を目指す。

⑤展開：

今回の教科横断型のテーマでは、物理の「うなり」や数学の「三角関数の合成」について、新たな視点が育成されることを目指し、教材として数学・科学の関わりが実感できるものの一つを取りあげた。波動の数式化を行い、関数をグラフ化するとどうなるかを探究する内容であるが、数学的な解法の操作としてだけでなく、自然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、「さまざまな音波を創造する」ことの興味深さに触れられる内容とした。なお、関数グラフソフト「Grapes」を活用することで、ICTの活用による合成の具体的イメージの構成を目指した。

⑥指導内容：

【授業プリントより抜粋】

○三角関数の合成○

周期(周波数)の異なる三角関数を合成すると、どうなるのだろうか。

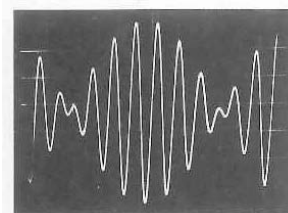
例 $y_1 = \frac{1}{4} \sin 25\pi t$, $y_2 = \frac{1}{4} \sin 23\pi t$ を合成すると、(hint : $25 = 24+1$, $23 = 24-1$)

このグラフの概形をイメージしよう。

$$A = \frac{1}{2} \cos \pi t \quad \dots \textcircled{1} \quad \text{とおくと、} \quad y_1 + y_2 = A \sin 24\pi t \quad \dots \textcircled{2}$$

②の振幅 A は、①によって時間 t の関数だから、 t にもよって変動する。

- ・音の大きさは空気の振動の()に関係している
- ・大きな音は振幅が()く、小さな音は振幅が()い
- ・この現象を、「うなり」という。うなりの数を利用して、ピアノなどの調律が行われる。



○合成の課題1 ○ GRAPES を用いて、実験を行う。

1. $y_1 = \sin x$, $y_2 = \cos x$ のグラフを描こう。次に、同じ画面に $y = y_1 + y_2$ のグラフを描け。
1つのサインカーブになることを確認せよ。

2. 次の場合、 $y = y_1 + y_2$ のグラフはどうなるか。実験し、スケッチせよ。

(1) $y_1 = \sin 3x$, $y_2 = \cos 3x$ (2) $y_1 = \sin x$, $y_2 = \sin 2x$ (3) $y_1 = \sin 2x$, $y_2 = \cos 3x$

○合成の課題2 ○ 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> 440Hzの正弦波を2秒間、220Hzの正弦波を2秒間、出力する場合のスクリプト例

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

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

```
Play
```

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、うなりを確認せよ。

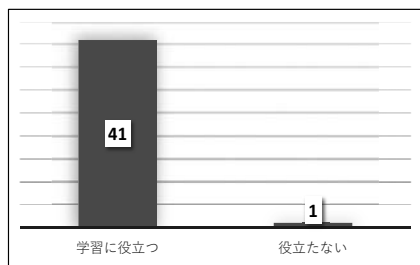
■理科・数学連携授業（サイエンス・イシューズ）の検証

理科・数学連携授業案「超音波を用いたうんりの現象と三角関数」について、授業後に授業参加者42名にアンケートを実施した。分析結果より、仮説の有用性が示され、理科・数学科の知識を往還させることで双方の現象理解が一層深まることが期待される。今後の展望として、分散型カリキュラムとしての定常的な実施を継続するとともに、これまでの実践をふまえた指導方法の改善を目指す。

【アンケート結果】

[質問1] 「うなり」をテーマとした理科と数学を融合した授業は、学習に役立ちますか？(理由も記述)

[質問1の回答] 学習に役立つ(41名)、役立たない(1名)



【複数名が回答した理由】 ○は肯定的、×は否定的意見

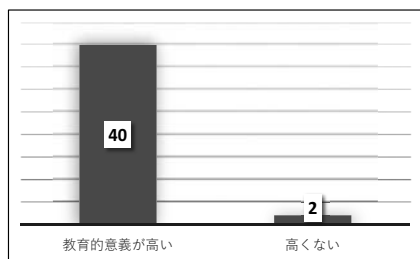
○数学で三角関数の合成を学習した時は、何に使うかイメージしにくかったが、実際の現象と結びついていることが理解できた (18名)

○うんりの波形の振幅変化の理由を数学的に解釈できた(12名) ○数学で学んだ知識を理科で活用できることがすごくいいと感じるし、数学・理科のそれぞれの理解がとても深まった(7名)

○数学は抽象的で物理は数学に比べ具体的な学問のイメージだが、結びつけたことで、数学を具体化、物理を抽象化できた(2名)
×難しい(1名)

[質問2] このような理科と数学の融合授業は教育的意義が高いと感じますか？(理由も記述)

[質問2の回答] 教育的意義が高い(40名)、高くない(2名)



【複数名が回答した理由】 ○は肯定的、×は否定的意見

○理科と数学が融合することによって、各教科の内容理解が一層深まる(19名)

○今の時代に求められる多分野融合の視点育成につながる(3名)

○興味を持てるようになり、印象にも残りやすい(3名)

×難しい(2名)

3. 授業内容の改革

■全体構想

生徒の問題発見能力や問題解決能力、「共創力」の育成は、本校 SSH のねらいであり、その育成を目指した探究型授業「寧楽Ⅰ・Ⅱ」「世界Ⅰ・Ⅱ」「コロキウム」「SS 課題研究」が各学年に設置されている。これらの探究活動を支えるためには、日頃の授業における探究型の授業展開が必要である。そこで、本年度は、第 1 期、第 2 期 SSH で研究開発を行った自然科学リテラシーおよびリベラルアーツを意識した教科活動を「共創力」の観点から再構成し、「共創力」の育成に資する教科活動について教科内で議論し、授業内容の改革に取り組んだ。

■仮説

- ①教科活動のキーワードとして、低学年では自然科学リテラシーの育成、高学年ではリベラルアーツの涵養を重視した授業実践を行っている。これらの観点を重視した教科活動により、探究的活動を促進することができる。
- ②①の授業実践を「共創力」育成の視点から再構成することにより、より探究的で、多様な他者とともに新しい価値・概念を形成するための教科実践が可能となる。

■方法

(1) 自然科学リテラシーの育成

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。この精神のもと、本校では第 1 期 SSH 指定時より数学と理科の一体性を感じながら世界を解析する方法を学ぶことを目指し、特に低学年を中心として数学的リテラシー・科学的リテラシーの育成を目指した授業実践を行っている。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や科学的な能力・態度につながるという考え方をもとに、身近な事象から教材開発を行ったり、数学的な見方や考え方を重視したレポート作成を導入したりしている。

【授業実践例】1 年数学での課題設定

課題 「三角形の形の公園のどこに街灯を立てたらよいか？」(1 年・幾何)

「三角形の形をした公園のどこに街灯を立てたらよいか？」という課題は、均一に明るさを確保するためには三角形の外心の位置に、できるだけ中央付近を強く照らすためには内心の位置という解決に至る。また、三角形の形状や周囲の環境(住宅に隣接しているか、出入口はどこを向いているのかなど)の複数の要因により、結論が異なる。このように、数学化された課題が単純な幾何の問題として解決されるだけでなく、現実の問題解決に再翻訳されることにより、数学的モデルが修正される。さらに、幾何ソフトを援用することにより、テクノロジーを場面に応じて適切に活用する能力の育成も行うことができ、数学的リテラシー育成に適している。

(2) リベラルアーツの涵養

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。本校では理科・数学の授業を通して育てたいリベラルアーツを以下のように整理し、主に高学年を中心にリベラルアーツを意識した授業実践を行っている。

<p>(a) 科学を学ぶことを通して、学問の方法を身に付ける。→「合理的判断力」の育成</p> <p>既存の科学的知識、技能を組み合わせ、事象を科学的かつ批判的に捉えることができる。また、直面する課題の有する歴史的、哲学的、社会的背景などを統合しながら深い科学的思考をすることができる。また、対話や議論を通じて、多様な他者の意見と照らし合わせて、解釈や理解を統合できる。</p> <p>(b) 科学を学ぶことを通して、自己を客観化できる。→「観」の形成</p> <p>獲得した科学的知識の価値や意味を自分のなかに位置付け、表現することができる。また、自分の自然観、科学観、数学観などを認識し表現できるとともに、それらの変容を省察できる。さらには、科学を人間の文化的活動と捉え、その歴史的意義や美的感覚などを認識し、表現できる。</p> <p>(c) 科学を学ぶことを通して、自分を取り巻く世界に関わることができる。</p> <p style="text-align: right;">→「地球的視野を持つ市民」の育成</p> <p>社会状況を見渡し、自分が科学を用いて環境問題やエネルギー問題などの現実問題の解決どのように関与できるかを考察、判断できる。同時に、科学の特質や限界を認識した上で、自然や社会における現実問題の解決に向けて主体的に探究活動を継続することができる。</p>
--

【授業実践例】4年物理基礎での課題設定

課題 「物体の落下運動の加速が「力の作用」によって起こることを示そう」(4年・物理基礎)

この課題では、「重力の作用による加速」という日常概念から生じる解釈を実験的に示すために、「台車をばねばかりやおもりで引く力による加速」等の検証可能な力に置換することが求められる。上記(1)の「合理的判断力」の形成、「力の作用が物体の加速を促す」という「観の形成」を目指す。

(3) 共創力育成に資する授業

以上の研究開発をふまえ、今年度は「共創力」の視点から理科・数学科で授業づくりを行った。その際に、上記(1)、(2)のこれまでの実践を「共創力」育成の視点から振り返り、発展させることを目指した。

【授業実践例1：理科】

日 時	平成30年11月23日(金)
ク ラ ス	6年生物選択者15名(男子3名、女子12名)
授 業 者	小倉 真純(生物)・松浦 紀之(共同研究：化学)

①研究の目的・動機

生態系を循環する窒素は、生物にとって必要不可欠な物質である。生徒が化学の実験を通して理解した窒素や窒素化合物の性質や特徴を、生物の授業を通じて窒素同化や窒素固定、硝化作用の知識を整理して全体を俯瞰することで、生態系内の生物の営みをより深く理解できるように展開したい。現代社会においては、化学肥料の施肥や工業生産物の廃棄等といった活動により、土壌に余剰の窒素が蓄積されている。それらの問題と向き合っていくとき、これまでの知識を基盤に、科学技術が可能にする未来を考え、議論することで、複合的な視点から生態系を眺める姿勢を育成できると考える。生態系をキーワードに、化学・生物それぞれのアプローチから窒素に関わる形式で融合授業を行うことで、生徒の「共創力」を高めることをねらう。

②授業実践(生物)展開

	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	<p>1. 窒素について復習する</p> <ul style="list-style-type: none"> 生物が窒素を摂取する方法を考えよう。 	<ul style="list-style-type: none"> 生物が生きていくには窒素が必要不可欠であり、生産者と消費者の摂取方法には違いがあることに気づかせる。 	<p>「化学」で学習した内容と関連させながら窒素の循環を考える。【関】</p>
展開 1 25分	<p>2. 人の生命をめぐる窒素のシミュレーション【具体化】</p> <ul style="list-style-type: none"> 精白米のみからタンパク質を摂取する場合の、精白米の必要量を考えよう。 その収穫の維持に必要な土壌中の窒素量を考えよう。 土壌中には窒素がどのような化合物やイオンとして含まれ、生物に取り込まれているか。 	<ul style="list-style-type: none"> ヒトが摂取したタンパク質のゆくえを確認する。 タンパク質維持量 60g/日 タンパク質 6.1g/精白米 100g 精白米必要量 $60/6.1 \times 100 \div 984g$ タンパク質中の窒素は 16.8% 資料「食料生産から消費までの窒素フロー」より、土壌中に必要とされる窒素 $60 \times 16.8 / 100 \times 100 / 23 \div 43.9g$ 現代社会では、化学肥料の施肥が土壌の窒素供給を支えていることに気づかせる。 	<p>体内での窒素に関わる物質の変換が分かる。【知】</p> <p>数値を用いて窒素をめぐる物質の関係を把握できる。【技】</p>
展開 2 25分	<p>3. 窒素フローと今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ハーバー・ボッシュ法により窒素肥料が大量生産されることで、世界の人口が急速に増加にした。その恩恵と引き換えに起こった問題とは何か。 完全な循環型社会を実現することが困難であるなら、未来に向けての科学技術をどのように発展させれば窒素の流出を防ぐことができるのか。余剰窒素を減らす方策を考えよう。 	<ul style="list-style-type: none"> 過剰な施肥や土壌からの窒素の流出が引き起こす環境問題に注目させる。 <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> 植物に対する科学技術 ゲノム編集 窒素肥料に関わる工夫 土壌の施肥システムの改良 など 	<p>現状が引き起こす問題を考えることができる。【思】</p> <p>未来に向けた技術を創造することができる。【思】</p>
まとめ 5分	<p>4. 窒素の循環と環境問題</p>	<ul style="list-style-type: none"> 窒素の循環と、循環のバランスが崩れたときに起こる問題をまとめる。 未来に生きていく私たちが、環境に向き合って何ができるのかを考えさせる。 	

【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

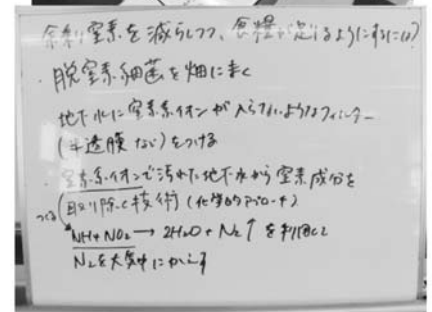
③研究協議・指導助言

「窒素循環」は講義形式に陥りやすい単元である。また、「窒素循環」の理解を深めるためには、生徒がそれぞれに窒素の化合物やイオンに関して化学的な性質や特徴を理解していることが必要である。今回の授業は、展開する分量が多すぎ、話題が飛躍した感が否めない。生徒が自由に議論できる時間をもっと確保し、大きなテーマを生徒に与え、理科を通じて、社会のその先にあるものを示せる展開ができればよい。生徒は、ユニークな発想をもち議論を行っていた。ただ、資料の検索として iPad が準備されており、最初からそれに頼るグループが目立った。独自のアイデアをもち、それを議論して深められる仕掛けが必要である。社会を見据えての探究的活動が、授業においても求められる。



④考察

「窒素循環」には複合的な要素が多く絡んでおり、窒素だけをシンプルに考えることは思った以上に難しい。本授業では、生態系の一員であるヒトの営みをシミュレーションすることから始めた。融合授業の一環として、前週の化学の授業において、肥料に関わる講義や窒素化合物の実験を行ったため、本授業では、生徒は窒素の性質や特徴をよく捉え、思考を進めることができていた。グループで議論する時間が不足したものの、自分の持ちうる知識を総動員しながらアイデアを発展させており、他者との意見交換が活発に行われていた。出されたアイデアをどのようにフィードバックさせるかは、次時の展開に持ち越したが、生徒からは、社会的な問題を切り口に、窒素に関わる新たな視点をもつことが新鮮で、議論したことは大変に有意義であったとの感想を得ている。今後、各生徒がそれぞれの視点から継続的にこの問題に関わっていけるようにと授業を締めくくった。今回の授業より、課題の設定はよりシンプルに、議論はより深く、独自性の高まる仕掛けが必要であることを強く感じる。しかし、生徒たちの議論は、「共創力」の育成につながる一助になったことと考える。



【授業実践例 2：数学】

日 時	平成 30 年 11 月 23 日(金)
ク ラ ス	5 年代数・幾何選択者 α 講座 32 名(男子 16 名、女子 16 名)
授 業 者	石賀 勇樹(数学科)

①研究の目的・動機

本時の授業で取り扱う問題には、大きく分けて「座標を導入する方法」と「幾何的な性質を利用する方法」の二つに分けられる。それぞれの解法にメリットがあり、「なぜそのような軌跡になるのか」について多様な解釈を与えてくれる。それらの解釈を吟味し、一つの問題を多角的に話し合い検討していくことによって共創力に資する態度・能力の育成が期待される。

②授業実践

ベクトルの内積を題材に、内積を利用したベクトル方程式が描く軌跡について、グループで予想、議論することで、内積が示す幾何的な意味について考えていく。例えば、内積の値が 0 であるとき、二つのベクトルは直交していることがわかる。今回は、内積が 0 以外の値を示すときに幾何的に何を表現しているかを考察する。それによって、内積の概念的な理解を促し、ベクトル方程式の導入を図る。

	学習活動 ○発問など	指導上の留意点 ☆生徒の活動	評価の観点
導入	☆内積の定義や成分表示での表現方法、具体例を振り返り内積がどのような量を表すものだったかを復習する。	●今回の授業では、「軌跡」という観点からベクトルを捉え、内積がどのような軌跡を描くのかを考えていくことを伝える。	
展開1	☆ベクトルの描く軌跡の定義について知る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 定義 「始点を固定させたときに、ある条件を満たすベクトルの終点が描く図形」をベクトルの軌跡と呼ぶ。 </div>		ベクトルの軌跡について理解する。【知識・理解】
	☆以下のことを考える。 (1) なぜ、ベクトルの始点を固定させないといけないのか。 (2) なぜ、ベクトルの終点だけに着目するのか。	●ベクトルの軌跡の定義を伝える際には以下のことを留意する。 (1) 始点を固定させなかった場合に、軌跡を一つに定めることができない。 (2) ベクトルの変位を考えるのではなく、ベクトルの終点だけに着目する。	
展開2	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 問題1 \vec{a} を定ベクトルとする。 $\vec{a} \cdot \vec{p} = 0$ を満たす \vec{p} の軌跡を求めよ。 ただし、\vec{p} の始点は \vec{a} の始点と同じであるとする。 </div> ☆各自で問題を解く。 ○内積の値を変化させたときに軌跡はどのようになるだろうか？	●問題1の軌跡は「ベクトル \vec{a} の始点を通り、 \vec{a} と垂直な直線」になる。	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 問題2 \vec{a} を定ベクトルとする。 $\vec{a} \cdot \vec{p} = 1$ を満たす \vec{p} の軌跡を求めよ。 ただし、\vec{p} の始点は \vec{a} の始点と同じであるとする。 </div> ☆各自で問題を解く。 ☆内積の値を変更しても、得られる軌跡はベクトル \vec{a} に直交する直線となることを知る。	●なぜ軌跡が直線になるのかを仕事や射影を用いることによって理解させる。 ●座標を導入した場合でも、ベクトル \vec{a} を基準として軌跡を考えることに気付かせる。	内積の性質を利用することができる。【数学的な技能】

<p>展開 3</p>	<p>○ベクトル \vec{p} だけでなくベクトル \vec{a} も動かしたとき、どのような軌跡を描くだろうか？</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>問題 3 \vec{a} を定ベクトルとする。 $(\vec{p} - \vec{a}) \cdot \vec{p} = 0$ を満たす \vec{p} の軌跡を求めよ。 ただし、\vec{p} の始点は \vec{a} の始点と同じであるとする。</p> </div> <p>☆グループを作り問題を解く。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>課題 問題 3 において、条件を自由に変更しその軌跡を求めよ。 ただし、$\vec{a} \neq \vec{0}$ とする。</p> </div> <p>☆条件を変え、その軌跡を求める。</p>	<p>●二つのベクトルを自由に動かそうとすると、それらの軌跡は平面全体となってしまう。</p> <p>●どの条件が軌跡にどのような影響を与えているのかを考えさせる。</p>	<p>与えられた条件から、軌跡を求めることができる。【技能】</p> <p>軌跡の考え方をういて、様々な条件を与えた内積について考察する。 【見方・考え方】</p>
<p>まとめ</p>	<p>☆内積に与える条件によってどのように軌跡が変化するかを振り返る。</p>	<p>●与える条件によって、ベクトルの「大きさ」と「向き」が変わっていることに気付かせ、ベクトル方程式の導入に繋げる。</p>	<p>ベクトルを用いた図形の表現方法を知る。 【知・理】</p>

③考察

今回の研究授業では、「半直線を、内積を用いて表現するにはどのような条件が必要か」という問いについて議論した。生徒の解答をみると「cos だけでなく sin の条件も必要なのではないか」ということに言及しており、方向ベクトルの概念の萌芽を確認できた。一方で、「様々な解法について比較・検討する」ことは十分に達成されておらず、一つの概念を学ぶにあたって、ただ議論するだけでは共創力を養ううえで不十分であることがわかった。

■授業内容の改革の検証

本年度、研究授業をした理科と数学の 2 つの授業をもとに検証する。2 つの授業ともに、自然科学リテラシーおよびリベラルアーツの涵養をもとにした授業を構成している。それらに加えて、第 3 期 SSH のキーワードである「共創力の育成」をねらいとする授業である。

(1) 融合授業についての生徒の様子

理科の授業においては化学と生物の知識を複合的に活用する姿が、数学ではベクトルと座標平面の軌跡を相互に考えられる発言やノートの記述をみることができた。

(2) 探究型授業についての生徒の様子

与えられた課題について、グループで話し合い、自分の意見をしっかりとと言える態度が見ることができた。また、そこから発展するような考えを発言していた。

(3) 授業を構成するための教員研修

本授業を実施するために理科と数学科の教員が一緒になって、理数融合授業についての内容、方法、評価について、毎月一回の割合で話し合った。また、理科と数学科がそれぞれ 10 時間以上の教材研究及び模擬授業を行い、内容面や生徒の思考過程を検討した。このような教材研究が、日頃の授業の改革に活かされているといえる。

[3]実施の効果とその評価(共創力を育むカリキュラム開発)

「共創力」育成を目指した探究活動、理科数学連携授業、教科活動について事業評価を行うことを目的とし、本校が独自に作成した「理数意識調査」およびベネッセコーポレーション(以下、ベネッセ)の思考力判断テスト「GPS-Academic テスト」の分析を行なった。

(1)理数意識調査

■調査の概要

第1期、第2期SSH指定時に続いて、主に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測るために、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12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 科学を通じた国際交流について

■結果と分析

今回、②～⑤についての、1～5年(回答合計数586名)とOECD平均および日本平均の比較を行った。なお、下表の数値は、肯定的な回答を選んだ割合(%)を表している。

		項目	1年	2年	3年	4年	5年	OECD	日本	グラフ
② 数学 にと ついて の あ な た の 考 え に つ い て	Q6	数学についての本を読むのが好きである	35.3	42.5	28.1	42.9	32.1	30.8	12.8	
	Q7	数学の授業が楽しみである	42.4	43.7	36.7	58.0	42.9	31.5	26.0	
	Q8	数学を勉強しているのは楽しい	55.2	60.2	60.8	70.5	60.7	38.0	26.1	
	Q9	数学で学ぶ内容に興味がある	58.5	57.5	66.4	65.5	57.1	53.1	32.5	
	Q18	数学の試験勉強をする時は、一番大事な部分をおさえておくようになっている	82.2	83.3	89.3	95.6	85.7	87.1	80.6	
	Q19	数学の問題を解く時は、他にも解き方がないか、よく考える	53.8	56.7	58.7	52.6	60.9	48.6	41.7	
	Q20	数学を勉強する時は、前にやったことを覚えているかどうかをチェックしている	66.9	65.8	71.3	79.8	75.0	72.9	64.8	
	Q21	数学を勉強する時は、自分がよくわかっていないのはどの辺りなのかをおさえておこうとする	83.9	85.0	91.0	93.0	93.8	85.6	76.3	
	Q22	学んだ数学を日常生活にどう応用できるかを考えている	28.8	38.3	30.8	41.6	33.3	53.0	12.5	
	Q23	数学の勉強をする時は、できるだけ暗記しようとする	45.3	42.5	31.4	41.4	33.0	45.1	26.5	
	Q24	数学で新しいことをやるときは、今までに習ったことに関連付けて理解しようとしている	61.9	71.7	64.8	77.2	68.8	64.4	51.8	
	Q25	数学の問題の解法を覚えるために、例題を何度も何度も解いている	42.7	56.7	65.6	66.1	45.5	66.4	45.2	
	Q26	数学で理解できないことがあったときは、必ず詳しく調べて分からない所をはっきりさせるようになっている	66.1	76.7	82.6	80.7	81.1	69.2	49.8	
	Q27	数学の問題を解くとき、他の面白そうな問題にも応用できるのではないかと考えることがよくある	45.8	45.4	37.2	42.1	36.6	40.2	20.9	
Q28	数学を勉強する時は、ここで学ぶのは何なのかをはっきりさせることから始める	42.7	57.5	62.8	63.2	65.2	75.4	25.9		
Q29	数学を勉強するときは、段階を追って手順を覚えようとしている	72.0	74.2	86.9	86.0	86.6	75.4	61.8		
Q30	数学を勉強する時は、数学と他の科目で習った事柄を関連付けようとしている	29.7	34.2	27.5	37.7	34.8	44.1	14.5		
③ 数学 の 授 業 に つ い て	Q31	先生は意見を発表する機会を生徒に与えてくれる	83.9	62.5	60.7	76.3	43.8	57.9	46.0	
	Q32	生徒がパソコンを利用して学習を行う	15.7	33.6	26.2	21.2	9.0			
	Q33	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	31.4	33.6	28.1	24.8	17.1			
	Q34	問題の解法や証明を生徒自身で考える	78.6	67.2	81.1	73.5	63.4			
	Q35	生徒に自分の課題を選ぶ機会が与えられている	32.2	33.3	40.2	45.9	32.1			
	Q36	生徒は例題や問題について話し合いをする	61.0	47.9	67.2	40.5	32.1			
	Q37	先生は数学の考えが実生活に密接に関わっていることを解説してくれる	34.7	30.0	18.3	25.9	30.4			
	Q38	生徒は、自分たちが予想したことを証明するように求められる	59.3	63.3	49.2	50.0	31.3			

④ 理科についてのあなたの考えについて	Q39	理科の話題について学んでいる時は、たいてい楽しい	72.9	63.9	62.8	66.4	57.1	63.0	51.0	
	Q40	理科についての本を読むのが好きだ	49.2	51.3	49.2	48.7	38.7	50.0	36.0	
	Q41	理科についての問題を解いている時は楽しい	52.1	57.5	53.3	63.2	45.5	43.0	29.0	
	Q42	理科についての知識を得ることは楽しい	66.1	71.7	77.0	78.8	70.5	67.0	58.0	
	Q43	理科について学ぶことに興味がある	63.6	65.8	64.8	74.3	60.7	63.0	50.0	
	Q52	科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる	86.3	84.0	90.9	94.7	95.5	92.0	87.0	
	Q53	理科は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である	87.3	87.4	90.2	95.6	92.0	93.0	81.0	
	Q54	理科の考え方の中には、他の人々とどう関わるかを知るのに役立つものがある	50.0	65.3	54.9	73.7	59.8	61.0	54.0	
	Q55	科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ	79.5	85.5	88.4	95.6	88.4	80.0	81.0	
	Q56	大人になったら理科を様々な場面で役立てたい	59.3	73.1	59.8	64.0	58.6	64.0	44.0	
	Q57	理科は社会にとって有用なものである	84.6	82.4	83.6	94.7	91.1	87.0	81.0	
	Q58	理科は、私にとって身近なものである	75.4	78.0	77.9	82.5	77.7	57.0	61.0	
	Q59	理科は、自分の身のまわりのことを理解するのに役立つものだと思う	76.3	79.7	85.2	88.6	84.8	75.0	67.0	
	Q60	科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす	75.4	85.7	88.4	89.5	91.1	75.0	76.0	
Q61	学校を卒業したら、理科を利用する機会がたくさんあるだろう	55.6	60.5	48.4	59.6	51.8	59.0	48.0		
⑤ 理科の授業について	Q67	生徒には自分の考えを発表する機会が与えられている	55.9	58.0	45.9	71.1	30.4	61.0	34.0	
	Q68	生徒が実験室で実験を行う	90.7	73.1	59.0	80.7	50.0	22.0	10.0	
	Q69	生徒は、理科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	36.4	44.5	38.8	63.7	36.6	30.0	11.0	
	Q70	生徒は、実験したことからどんな結論が得られたかを考えるよう求められる	88.1	81.5	83.6	84.2	52.7	51.0	26.0	
	Q71	実験の手順を生徒自身で考える	47.5	54.6	24.8	64.6	19.6	17.0	9.0	
	Q72	先生が実験を実演してくれる	70.3	58.8	53.3	69.3	39.3	34.0	17.0	
	Q73	生徒に自分の課題を選ぶ機会が与えられている	41.0	36.4	37.2	43.4	22.5	16.0	8.0	
	Q74	生徒は課題についての話し合いをする	50.0	49.6	56.2	68.1	34.8	42.0	9.0	
	Q75	生徒は、先生の指示通りに実験を行う	82.1	71.4	86.9	64.9	62.5	45.0	40.0	
	Q76	先生は、理科の考えが実生活に密接に関わっていることを解説してくれる	42.4	39.5	35.5	69.0	46.4	46.0	19.0	
	Q77	生徒は、自分たちが予想したことを実験で確かめるよう求められる	80.5	72.3	70.5	82.3	39.3	23.0	22.0	

・Q6～9より、数学に対する興味・関心については、OECD平均および日本平均と比べて30ポイント程度高いことが分かる。また、Q22については日本平均よりかなり高く、普段の日常との関わりを意識して授業を行っている成果が表れていることが分かる。

・数学ほどは顕著ではないが、理科に対する興味・関心についても、OECD平均および日本平均より高い。Q67～Q77の結果から分かるように、理科の授業については、観察・実験を重要視している意見がOECD平均・日本平均より大きく上回っており、自然科学リテラシーの育成が十分に行われていることが分かる。

■今後の課題

今後の課題として、「SS課題研究」や「サイエンス・イシューズ」などの理数融合型カリキュラム評価は難しい。アンケート項目を精査し、これらについても評価・検証できるように改良していきたい。

(2) GPS(Global Proficiency Skills program)-Academic

■調査の概要

今年度4年生を対象に、株式会社ベネッセコーポレーションが提供するGPSとは、Global Proficiency Skills program(グローバル・プロフィシェンシー・スキルズ・プログラム)のことであり、GPS-Academicは、実社会で活躍するための「教科を超えた汎用的な力」を測定・育成することを目的に、開発されたテストである。これからの社会で求められる、答えがわからない問題や、正解が一つではない問題に対して、自分とは価値観の異なる他者と、協働して問題の解決に取り組んでいく力として、批判的思考力・論理的思考力・コミュニケーション力・コラボレーション力を測ることを目的とするものである。

■結果と分析

GPS-Academicでは、選択式問題と記述式問題があり、批判的思考力、協働的思考力、創造的思考力をS,A,B,C,Dの5段階で評価する。今回のGPS-Academicの結果は以下の通りである。

	批判的思考力		協働的思考力		創造的思考力	
	本校	全国	本校	全国	本校	全国
S	0.83%	0.68%	1.65%	0.40%	0.83%	1.17%
A	39.67%	23.98%	22.31%	15.71%	52.07%	34.16%
B	59.50%	63.81%	70.25%	65.96%	46.28%	57.09%
C	0%	11.21%	5.79%	17.32%	0%	7.07%
D	0%	0.34%	0%	0.60%	0%	0.51%

批判的思考力、協働的思考力、創造的思考力とも全国平均を大きく上回り、全般に高い評価を得ていることがわかる。特に、協働的思考力については、S評価を得た生徒の割合が大きい。創造的思考力については、A評価を得た生徒の割合が高い。各思考力について、選択式問題と記述式問題の評価を比較し、本校生徒の傾向を分析する。

	批判的思考力				協働的思考力				創造的思考力			
	選択式問題		記述式問題		選択式問題		記述式問題		選択式問題		記述式問題	
	本校	全国	本校	全国	本校	全国	本校	全国	本校	全国	本校	全国
S	4%	4%	0%	0%	9%	5%	0%	0%	7%	6%	0%	0%
A	32%	19%	11%	10%	17%	15%	13%	5%	40%	26%	17%	13%
B	55%	55%	82%	66%	64%	59%	49%	41%	46%	51%	79%	75%
C	8%	19%	7%	22%	8%	18%	36%	49%	7%	14%	4%	7%
D	0%	4%	0%	2%	1%	2%	2%	5%	0%	3%	1%	4%

上表より、協働的思考力の評価が高いことが改めて確認できる。特に、記述式問題における評価が高く、協働して問題解決に当たるために必要な思考力が一定のレベルで身に付いていることを示しているといえる。批判的思考力や創造的思考力については、選択式問題の評価が高く、やや記述式問題に対する評価との乖離が目立つ。この点については、記述答案の分析が必要である。

■今後の課題

本調査は、今年度初めて外部の思考力測定テストを利用する形で実施した。本校生徒の有する思考力を、従来の学力とは異なる観点から捉えることができた。今回の結果によると、協働的思考力が高いことがわかった。この結果と本校の「共創力」育成のSSHカリキュラムとの因果関係についてより詳細な分析を行うためには、今後も継続して本調査を実施し、4年生での定点観測を行うとともに、5年生または6年生で再度実施することにより個々の変容を捉えることが必要と考えている。

第2節 イノベーターを育てるカリキュラム開発

[1] 研究開発の課題と経緯

1. イノベーターを育むカリキュラム

本校の2005年から始まった第1期SSH事業の1つに、自然科学に興味を有し、探究活動を主体的に行うことができる生徒の育成を行うための、新たな科学クラブ「サイエンス研究会」の創設が挙げられる。1～6年までの生徒が在籍し、数学、物理、化学、生物、地学の5つの班に分かれ、各自が設定した課題について研究を日常的に行い、各種コンテストやコンクールにおける研究発表において高く評価されるなど、優れた研究実績を築いてきた。一方、サイエンス研究会における個々の活動が高度化し、充実するにつれて、生徒たちによる研究活動に特定の分野だけに偏った研究が多くなり、研究内容が細分化される傾向が見られるようになった。そこで、第2期SSHでは、幅広い視野とより高い科学観、自然観を涵養するべく「リベラルアーツ」を涵養するカリキュラム開発を進め、各自の研究テーマをより多様な視点から考えたり、学校設定科目「コロキウム」で磨き上げた科学観や自然観、生命観などを研究の土台としたりする姿勢の涵養に努めてきた。

この2期10年間のSSH事業を通じて、研究活動を進めるための前提となるリベラルアーツの涵養、基本となる問題解決能力としてのリテラシーの育成により、生徒個人の技能・能力の育成や教養の涵養には一定の成果を見たが、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。

また時代の要請として、個々の研究者が個別の課題を研究するだけではなく、地球規模や技術革新といったより大きな問題に対して、複数の研究者がそれぞれの強みを出し合いながら「協働」して問題の解決に当たる必要性が高まると同時に、既存の枠組みを超え、新たな発想や概念、価値を作り出す「イノベーター」の出現が産業界を中心に期待される状況となっている。加えて、研究分野も細分化の潮流の一方で、多分野融合型の研究領域が拡大している。このような背景を受け、適切な科学的根拠と多様な考え方に対する理解をもち合わせ、集団のなかで他者と協働しながら判断・行動し、問題の解決を図ることができる、「共創力」を有した科学技術者の育成を第3期SSHの研究主題とした。

そのために、サイエンス研究会の生徒を対象に、研究分野を超えた研究交流や協働で探究する機会を設け、「イノベーター・キャンプ」やプログラミングによる課題解決ワークショップ「ベースキャンプ」を開始し、互いの研究活動を共有したり、強みを生かして協働し問題解決を図る機会を提供した。

2. 探究活動におけるロールモデル

共創力の育成を目指したカリキュラム開発において、総合的な学習や学校設定科目による探究活動は重要な位置づけにある。発達段階に応じて、グループ研究から個人研究へ発展させていく。グループ研究では、課題の発見・設定や必要な情報の収集・分析、実験の設計・実施、データの分析、仮説の検証などの一連の探究活動において、その都度他者との議論や検討をしながら進めていくことが求められる。個人研究では、他者との協働や「知の共有」により課題解決の手法を高めていくことが必要になる。その際に、低学年の時点から研究活動を行い、「イノベーター・キャンプ」での体験を重ねてきたサイエンス研究会の生徒は、グループ研究と個人研究の両面において、一般生徒のロールモデルであり、同時に集団の中核として他者を組織する存在となることが期待される。この点から、サイエンス研究会の生徒の育成は、「共創力」を備えたリーダー育成につながるものと考えられる。

[2] 研究開発の内容

■ 全体構想

本校では第1期SSH以来、理科・数学に興味・関心のある生徒によるサイエンス研究会を組織し、課外活動において生徒が数学・理科・科学技術に関する特色ある研究を進められるように指導・助言を行ってきた。今期SSHにおいては、従来の活動に加えて、多分野融合研究を促進したり、異分野間の議論を設定したりする機会として、科学的態度や姿勢を育成するための場としてのプログラムを実施している。

■ 仮説

- ①サイエンス研究会の活動においては、中等教育6年間の継続性を生かし、粘り強く長期的な研究を行うことで、科学的思考力を育むことができる。
- ②先輩・後輩に加えて、サイエンス研究会内外の生徒や他校生徒との相互交流や相互批判、本校教員や大学教員、研究者からの指導を通して、問いをたてる力、プレゼンテーション能力や議論する力を養い、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イノベーターを育成することができる。

■ 方法

(1) 各班の研究活動

サイエンス研究会は数学班、物理班、化学班、生物班、地学班に分かれ、研究活動・発表活動を行っている。今年度は、前期課程生90名、後期課程生26名の計116名が所属しており、数学班15名(顧問1名)、物理班45名(顧問2名)、化学班7名(顧問2名)、生物班44名(顧問2名)、地学班5名(顧問1名)が研究活動を行った。いずれの班についても、放課後や土曜日などを利用して研究活動を定期的に行い、得られた成果を本校の学園祭や公開研究会において発表した。さらに、校外の研究発表会、各種学会における高校生発表会、科学コンテストへの参加、科学オリンピックへの参加、他校との研究交流会の実施、国際的な科学キャンプへの参加などの活動にも積極的に参加した。

本校では毎年校内発表会を開催し、サイエンス研究会各班から口頭発表やポスター発表を行う機会を設けている。普段は他班の研究について知る機会のない生徒たちが相互に発表を見合うことにより、自分たちの仲間がどのような研究をしているのか、どのようなアイデアを用いているのかを把握するよい機会となっている。また、複数の班が同一の部屋で研究活動を行っていることにより、班を超えた議論や連携が生まれ、個々の研究内容がより多方面から検討され、深化することにつながっている。

班	研究テーマ
数学班	「地平線までの距離」、「エルデス・シュトラウスの予想」、「6次方陣に関する考察」、「立体の射影について」、「隣接4項間漸化式について」、「折り紙と曲線」、「カオス」、「 Σ 公式の一般化」、「対称11ベン図」
物理班	「鮮度の数値化」、「気体分子の運動に関するシミュレーション」、「光でこの原理による部材のたわみ率測定」、「位置情報に基づく虚音像の作成」、「超音波を用いた非接触型感覚入力モジュールの開発」
化学班	「ハイドロキシアパタイトの合成と色素吸着」、「合成化着色料の食物繊維による吸収阻害」、「銅イオン(II)と糖の酸化還元反応を利用した糖類の判別実験」
生物班	「微生物燃料電池の開発」、「食塩水がピーマンの糖度に及ぼす影響」、「高糖度のピーマンを作る条件」、「粘菌のアルコールへの走性」、「酵母の培養条件」
地学班	「星雲の色から光の起源を探る」

(2) 異学年・異分野の生徒による多分野融合型課題解決ワークショップ

①イノベーター・キャンプ

全 10 回のプログラムを計画し、サイエンス研究会を主対象として開催した。

回	内容	実施日	対象
①	プレゼンテーション入門	5/14(月)	3 年以上希望者 12 名
②	新入生体験講座	5/16(水)、17(木)、18(金)	1 年希望者
③	校内発表会 (全国大会発表者予選)	6/2(土)	全員
⑤	タイ TJ-SSF	6/5(火)～6/11(月)	4, 5 年生 4 名
⑥	SSH 生徒研究発表会 (全国大会)	8/8(水)～9(木)	全国大会参加者
⑦	サイエンス海の学校	8/1(火)～3(木)	1, 2 年 20 名
⑧	さくら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
④	ベトナム ISSS	10/1(月)～5(金)	4, 5 年生 9 名
⑨	公開研究会でのポスター発表	11/23(金)	2～5 年生発表者 20 名
⑩	サイエンス・ベースキャンプ	12/8(土)、16(日)、22(土)	1～5 年希望者 25 名

低学年生徒の参加拡大を図った新入生向け体験講座では、サイエンス研究会各班の部員による研究紹介や器具を用いた実験・実習等を行った。高学年では、各自が持つ研究テーマについてディスカッションや発表会の場を通じて、生徒同士のアイデアの共有や幅広い分野に関心をもつ姿勢を養うことができた。

成果として、参加生徒から「異なる研究分野に携わっているからこそ斬新な指摘や、研究手法のアイデアをもらうことができた。」という意見が多く聞かれ、異分野の研究に携わる生徒同士の情報交換により、新たな研究視点が獲得されるなど、「共創力」の育成に高い効果があると考えられる。

②ベースキャンプ

日時	第 1 回：12 月 8 日(土) 13:00～16:00(アイスブレイク、IoT 講義、ワークショップ)
内容	第 2 回：12 月 16 日(日) 10:30～17:00(アイデア設計、製作) 第 3 回：12 月 22 日(土) 10:00～17:30(製作、作品発表会、振り返り)
参加者	サイエンス研究会 17 名、奈良市立一条高等学校 4 名、奈良教育大学附属中学校 4 名 (1 年 4 名、2 年 6 名、3 年生 7 名、4 年生 8 名／男子 15 名、女子 10 名)
テーマ	obniz でインターネット電子工作！
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講師) 講師：大井 翔(立命館大学情報理工学部メディア情報学科助教) 講師：岩田 健(共立電子産業株式会社) TA：学生 8 名、本校教員：4 名

この取り組みは、前述したイノベーター・キャンプでの取り組みや普段の研究の視点を生かし、プログラミングを通して多分野に応用できるアイデアを創造することを目的としている。昨年度に引き続き、外部講師と本校教諭との連携により計 3 回実施し、本年度の新たな試みとして他校の生徒も加えて実施した。使用した Obniz は、クラウドサービスと専用の組み込みデバイスにより、電子部品をインターネット経由で操作することができる。生徒が作成した作品は、「人を感じて窓が ON/OFF する模型の家」、「洗濯物の自動取り込み」など、プログラミングや Obniz を用いたセンサー操作を行う中で、異分野を研究する生徒が協働で課題解決を行うことができた。

成果として、本キャンプ終了後、自身の研究活動にプログラミングによる分析手法を導入する生徒や、センサーによる観測を取り入れる生徒が見られた。今後も各研究分野への IoT の応用を促す活動内容を検討したい。加えて、他校の教員から「今回のように生徒の自由な課題設定を保障するワークショップは珍しく、大変ありがたい」との意見を得た。附属が担う役割を再認識し、一層の成果普及に努めたい。

[3]実施の効果とその評価(イノベーターを育てるカリキュラム開発)

「共創力」育成を目指した探究活動、理科数学連携授業、教科活動について事業評価を行うことを目的とし、本校が独自に作成した「理数意識調査」およびベネッセコーポレーション(以下、ベネッセ)の思考力判断テスト「GPS・Academic テスト」の分析を行なった。

(1) ベースキャンプ参加者に対するアンケート結果

12月に開催されたベースキャンプの参加者を対象にアンケートを実施した。ここではアンケート結果を示し、ベースキャンプの効果について検証する。なお、記述については複数意見を中心に掲載した。

Q 1. 参加の動機を簡単に記述してください。

- ・プログラミングができるようになりたかったから
- ・プログラミングに興味があったから
- ・友人に誘われて楽しそうだと思ったから

Q 2. 班で取り組んだテーマ(作品の内容、作成目的)について、簡単に記述してください。

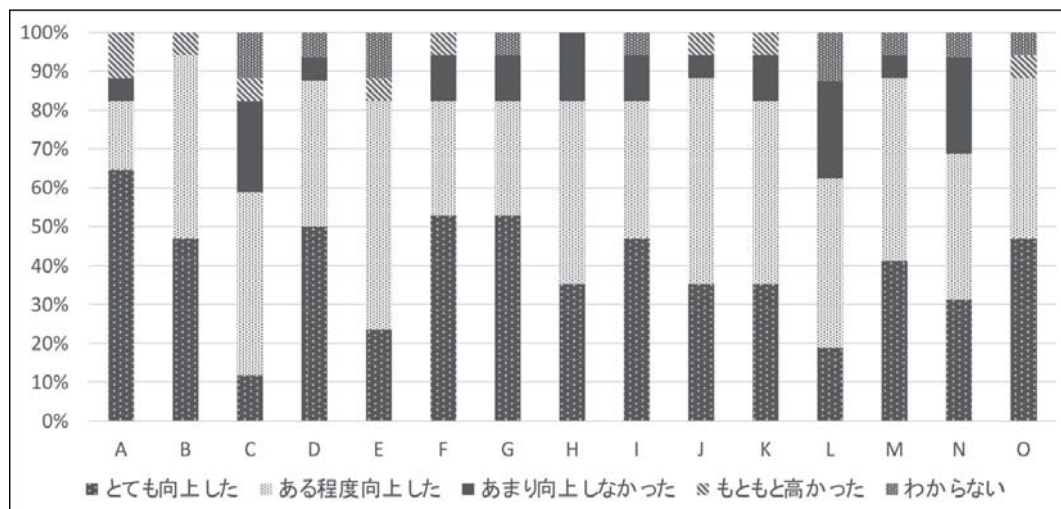
- ・自動スリッパ引き出し機
- ・怒っている人が近づくと反応する装置
- ・就寝に合わせて電気や音楽をつけたりけしたりする
- ・操縦できるゴミ箱
- ・自動撮影用の眼鏡・自動照明
- ・気温や天気合った服装を選んでくれる機械

Q 3. 今回の課題解決において、最も苦労した点について簡単に記述してください。

- ・外が暗くなると自動的に照明がつく装置のプログラミング
- ・雨水センサーの不調の改善
- ・どうやって人の機嫌が悪いと判断するか
- ・進行方向の読み取りとその伝達

Q 4. 今回取り組んだ課題解決において、必要だと感じた姿勢や能力について、以下の選択肢より該当するものをすべて選んでください。

A	プログラミングへの興味・関心	I	独自に創り出そうとする姿勢(独創性)
B	センサーなどを用いるIoTへの興味・関心	J	専門家との意見交換をする姿勢
C	理科・数学の知識・理解や見方・考え方	K	発見する力
D	学んだことを応用することへの興味・関心	L	真実を明らかにしたい気持ち(探究心)
E	社会で科学技術を正しく用いる姿勢	M	考える力(思考力)
F	自分から取り組む姿勢(自主性)	N	成果を発表し伝える力(プレゼン能力)
G	周囲と協力して取り組む姿勢(協働性)	O	未知の事柄への興味(好奇心)
H	粘り強く取り組む姿勢		



Q 5. 今回の課題解決において、他校の生徒と一緒に活動するメリットとして、あなたが感じたことを簡単に記述してください。

- ・学んでいることが違うので、いろいろな考えを知ることができた
- ・協力する力がついた
- ・他の奇抜な考えを知ることができる
- ・意見・考えの広さの幅を広げることができた
- ・多彩な意見を取り入れることができる
- ・異なる方向から物事を見ることができた

Q 6. 今回の課題解決において、異分野の生徒(普段異なる分野の研究を行なっている生徒)と一緒に活動するメリットとして、あなたが感じたことを簡単に記述してください。

- ・自分の持っていない考えを知れた
- ・研究分野の知識や経験を互いに生かすことができる
- ・互いに知っている情報を交換する事で自分の知る視野が広がるメリット
- ・それぞれの得意な分野の目線で意見を聞いたりできる
- ・役割分担がしやすい
- ・自分とはまた違った視点から物事の問題解決を図ることができる。

以上のアンケート結果から、ベースキャンプを通して、生徒たちは好奇心が高まり、協働性や自主性、独創性が身についたと感じていると判断できる。また、記述の内容より、考え方の異なる他者との協働により、多方向から物事を思考すること、議論を重ねてよりよい問題解決につなげること、長所を生かした役割分担が可能であることなどが挙げられ、「共創力」育成に有効であることが確認できた。

(2)サイエンス研究会の成果・受賞記録

今年度もサイエンス研究会の生徒は各種コンテストやコンクール、科学オリンピックにおいて成果を上げ、高い評価を受けた。本年度の特徴として、サイエンス研究会の生徒に加えて、サイエンス研究会の生徒が中核となって進めたグループ研究(※)が成果を上げ始めた。サイエンス研究会の探究活動における姿勢が周囲の生徒を感化させ、グループでの研究がレベルアップしたものと考えられる。

【数学班】・「33rd China Adolescents Science and Technology Innovation Contest (CASTIC)」(中国・重慶で開催)に6年生1名が参加し、「2等賞」を受賞した。

【物理班】・「高校化学グランドコンテスト」に6年生1名が参加し、文部科学大臣賞を受賞した。

・「テクノアイデアコンテスト2019」に6年生1名が参加し、グランプリを受賞した。

・「第15回日本物理学会 Jrセッション」に4年生1名、5年生2名、6年生1名が参加し、最終審査通過後、本大会出場を決めた。※

【化学班】・「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 成果発表会」に4年生3名が参加し、最終審査通過後、本大会出場を決めた。※

【生物班】・「第18回日本再生医療学会総会 中高生のためのセッション・アドバンストコース」に5年生4名が参加し、最終審査通過後、本大会出場を決めた。※

(3)探究活動の成果を活用した推薦入試・AO入試合格生徒数の増加

サイエンス研究会での研究活動や課題研究の授業での成果を活用し、以下の大学の推薦入試・AO入試に合格者を輩出でき、科学技術イノベーターの育成の成果が高く評価されたと考える。

【主な合格先】京都大学(特色入試, 2名)、大阪大学(世界適塾入試, 4名)、筑波大学(AC入試, 1名)、名古屋大学(推薦入試, 1名)、京都工芸繊維大(ダヴィンチ入試, 1名)

第3節 共創力の育成に通底するカリキュラム開発（国際交流カリキュラム・高大接続カリキュラム）

[1] 研究開発の課題と経緯

1. 課題解決能力を重視した国際交流カリキュラムの開発

本校では、第1期SSH指定時よりSSH重点枠指定(平成20・21年度)、コアSSH指定(平成22～24年度)、人材育成重点枠指定(平成25・26年度)において課題解決型ワークショップ(以下、WS)や研究交流を中心とした国際交流を実施してきた。

【第1期、第2期SSH指定における国際交流カリキュラム】

対象生徒・教員	実施時期	訪問先・参加国	参加人数
サイエンス研究会の生徒を中心とした海外研修	平成20年度～26年度	アメリカ・韓国・ベトナム・タイ	4～10名
アジアの中高生によるサイエンスキャンプ(日本開催)	平成22年度～26年度	日本(県内他校生含)・韓国・台湾・シンガポールが参加(夏季休業期間の1週間)	30～40名
教員研修	平成20年度～26年度	フィンランド・韓国・台湾・シンガポール	2～5名

卒業生アンケートの結果にも示されているように、英語で議論する力および課題解決能力が向上したと考え、第3期SSHにおいては、新規参加国の開拓と共に、サイエンス研究会を中心とするイノベーターの育成を目指す海外研修と、イノベーターの候補を拡大するための国内研修を実施している。

【第3期SSH指定における国際交流カリキュラム】

- ・日本・韓国・台湾・ウズベキスタン・インドネシア・タイの高校生が協働する科学技術ワークショップ“NARA SAKURA Science Camp”
(JST さくらサイエンスプラン支援, 日本開催, 7日間, 3年間継続実施, 各年24名参加)
- ・ベトナム国家大学ハノイ校自然科学大学附属英才高校との研修
(ベトナム開催, 7日間, 3年間継続実施, 各年6-8名参加)
- ・KAIST(韓国)における日韓高校生サイエンスキャンプ2016(韓国開催, 7日間, 10名参加)
- ・タイ政府主催“Thailand-Japan Student Science Fair 2018”(タイ開催, 7日間, 4名参加)

上記の国際交流では、互いの究活動に関する情報交換に加え、国内外の生徒が協働して課題解決を行うWSを中心活動に据え、各国の手法の違いを生かした活動を目指している。

2. 高大接続カリキュラム開発

本校では、本学奈良女子大学との連携を中心とし、短期集中型の講座制授業や学校設定科目「コロキウム」での講座担当などの高大接続によるカリキュラム開発を行なっている。

【第1期～第3期SSH指定における高大接続カリキュラム】

内容	対象学年	実施時期
大学教員による先端科学技術に関する講演会	1～6年	第1期SSH指定以降(年1回)
国際サイエンスキャンプにおけるWS他 (課題解決型のWS実施と高大接続入試としての評価検討会)	3～5年	平成23年度～30年度 (夏季休業期間の1週間)
大学教員による大学での研究活動に関する講座制授業 (アカデミック・ガイダンス)	4～6年	第1期SSH指定以降 (夏季休業明けの短期集中期間)
学校設定科目「コロキウム」での講座担当	5年	第2期SSH指定以降(通年)

卒業生アンケートの結果等からもこれらの事業の高い効果が見られる一方で、文理融合の視点の不足や、中等教育学校と大学の教員が共に授業づくりを行い、大学入学後も指導が続くカリキュラムの開発の必要性が見出された。これらの課題をふまえ、平成31年度からの実施を目指し、中等教育学校および本学の教員が協働で授業づくりを行う文理統合型のカリキュラム開発に着手している。

[2] 研究開発の内容

1. 国際交流カリキュラムの開発

■全体構想

本校ではイノベーターの育成を目指し、サイエンスキャンプや海外での研究交流などの国際的な場面で議論する力を育成すべく、国内外での国際交流カリキュラムを実践している。1週間にわたる5カ国の生徒によるサイエンスキャンプや、海外先進校での研修などを通じて、研究交流のみにとどまらず、協働型の課題解決を中心活動としたカリキュラム開発を目指している。加えて、各種コンテストに通過し、海外でのコンテストに参加する生徒の育成を目指し、該当生徒の研究内容の発表会を校内研修に位置づけ、成果の普及とイノベーターの育成に寄与する活動に取り組んでいる。

■仮説

- ①異文化圏の学校との研究交流は、研究内容面での「学びあう関係」の構築にとどまらず、異なる見方や考え方に触れる絶好の機会であり、自分たちの常識を見直すことで「発見する力」の伸長につながる。
- ②協働での課題解決型 WS を実践することにより、海外生徒との協働・議論の場を通じて「共創力」を育むことができる。
- ③国際的な科学コンテストに参加した生徒の研究発表や研修報告を校内研修に位置づけることで、その他の生徒の探究活動への意欲の高まりや活動内容の質的向上が期待される。

■方法

(1) NARA SAKURA Science Camp

本校が主催する NARA SAKURA Science Camp は、JST の日本・アジア青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプラン）の支援を受け、2016 年度から実施している。アジア諸国の高校生が共に学ぶ最先端の科学技術のワークショップを実施し、次世代のリーダーに必要な知見や技術を習得すること、さまざまな文化的背景を持つ生徒たちが協働して、英語で科学の課題を探究することで、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主たる目的としている。

本プログラムには、6 개국・地域から、National Sun Yat-sen University Guoguang Laboratory School (台湾)、SMA Negeri 10 Samarinda (インドネシア)、HUS High School for Gifted Students (ベトナム)、Academic Lyceum under the Tashkent State Technical University (ウズベキスタン)、Princess Chulabhorn Science High School Chonburi (タイ)、KAIST Science Outreach Program (韓国)、Sejong Academy of Science and Arts (韓国) の 7 校が参加した。

各生徒が選択し参加した以下のワークショップは、奈良女子大学の教員が担当した。

- ・“How to distinguish close related RNAs and DNAs” (奈良女子大学 渡邊利雄 教授)
- ・“Mathematics applied to biology” (奈良女子大学 高須夫悟 教授)

実験や実習を含む講義により、高度な内容の議論ができた。本校、海外生徒とも、一部の学術用語に関する言語的な不安があったものの、講師や大学生 TA の対応により、理解を深めることができた。ものづくりを通して、協力して課題解決を行う課題解決型ワークショップでは、「ゴムの弾性力を活用した走行車の作成」を共通課題として、本校と海外の生徒の混合チームにより、互いにアイデアを出し合い課題に挑戦した。なお、発表会を本校生徒に広く公開し、生徒全体に国際交流の面白さや意義の普及を図った。

(2) 海外先進校での研修(タイ研修・ベトナム研修)

①タイ研修(2018年6月5日(火)～6月11日(月))

タイのチュラポーン・サイエンス・スクール(PCSHSP)にて開催されたタイ政府主催による科学フェア TJ-SSF2018(The Thailand-Japan Student Science Fair 2018)に生徒4名(4年生2名、5年生2名/男子3名、女子1名)、教員2名が参加し、ポスター発表を行った。この科学フェアでは、ポスター発表に加えて、タイの大学教員による口頭発表への指導・助言、講義や実習、文化交流会や天体観測会なども行われ、タイをはじめ海外の高校生、教員と科学的な分野に重点をおいた研修を行うことができた。

②ベトナム研修(2018年10月1日(月)～10月5日(金))

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)を生徒9名(4年生4名、5年生5名/男子4名、女子5名)、教員2名が訪問し、授業体験や科学オリンピック研修会への参加、合同でのフィールドワークや研究交流会を行った。

文化的背景や物事の捉え方、思考方法の異なる海外の生徒とともに観察や実験をしたり、問題を検討したりする経験を通して、生徒たちは自分たちの常識が揺さぶられるという状況に陥ったことだろう。自分たちの好奇心や学究心に枠を設けず研究・学習を行っている海外生徒に交じることにより、強く刺激を受けたことが参加生徒の感想から窺うことができる。今回は論文集に寄稿したり、ポスターを掲示したりすることで、国際交流事業の成果の公表にも努めた。

(3) 国際的な科学コンテストへの出場と成果の普及

今年度、サイエンス研究会に所属する2名の生徒が海外での科学コンテストに参加した。中国および台湾で実施されたコンテストは、国内の科学コンテストにおける功績が認められ招聘されたものである。各コンテストにおいて、参加生徒は英語での研究発表及びディスカッションを行った。英語で議論する力の育成に加え、海外の生徒の研究視点について学ぶ機会となった。

活動班	参加したコンテスト	現地での活動	備考
物理班 (2名) 生物班 (2名)	TJ-SSF2018 (The Thailand-Japan Student Science Fair 2018)	研究発表 協働型課題解決 (ポスター発表・ 口頭発表)	・タイ政府主催の科学フェア ・タイの生徒及び日本の招聘校が参加
数学班 (1名)	第33回中国青少年科学技術 イノベーションコンテスト	研究発表 (口頭発表)	・2017年度SSH生徒研究発表会にお ける功績により招聘 ・中国各地の予選を通過した生徒及び日 本の招聘校が参加
物理班 (1名)	TISF2019 (Taiwan International Science Fair 2019)	研究発表 (ポスター発表)	・2018年度第15回化学グランドコンテ ストにおける功績により招聘 ・台湾各地の予選を通過した生徒及び20 カ国の招聘校が参加

成果の普及として、全校生徒向けの研究発表会を実施し、海外のコンテストで発表した研究内容についての報告を行った。その際に、課題の発見方法や、分析手法の特徴、失敗から学んだことについて報告した。聴講した生徒のうち、課題研究の対象学年にはワークシートを配布し、研究が優れていると感じた部分や、自身の探究活動に生かせる手法や視点について考察させた。その後の課題研究の授業において、これらの生徒のポスターを分析し、どのような構成が優れているかを班別に議論させた。

【サイエンス研究会の生徒の研究発表を聴講した生徒の感想より抜粋】

①先輩の研究の中で優れていると感じた部分について

- ・ 課題に対して複数の視点から様々な考察を行なっていること
- ・ 失敗に直面しても、柔軟な視点から新たな課題を発見していること
- ・ 自分の好きな事を探究しつつ、他人にとっても重要となる課題に発展させていく力があること
- ・ 自分の考えを科学的な裏付けとともに実証する方法を見出していること

②自身の探究活動に生かせると感じた部分について

- ・ データを丁寧に分析する手法
- ・ 得られた結果から規則性を見出したり、どのような発展性があるかを深く考えようとする

上記のコンテストに参加した生徒は、本校の探究活動のロールモデルとなる人材である。複数の研究分野の生徒が国内のコンテストで活躍し、国際的なコンテストに招聘され得る探究活動を実施できたことは、研究開発の大きな成果である。加えて、今年度は当該生徒が全校生徒に対して研究活動の報告を行う場面や、課題研究の授業においてこれらの生徒の研究活動の優れた点について検証する場面を設け、サイエンス研究会が培った経験値や研究活動の手法がより多くの生徒に還元することを目指した。

■国際交流カリキュラムの検証

前述した国際交流事業への参加生徒に実施したアンケート分析を行ったところ、特に、以下のような意見が多く得られた。

【成果発表型のプログラム(国際的な科学系コンテスト等)のアンケート結果】

- ・ 「海外の生徒の研究活動には制限がなく、研究施設の活用や医療分野での研究など、高校生のレベルを超えた活動が多くみられ、自身の研究活動の参考となった。」
- ・ 「英語でのポスター作成や発表方法に必要な工夫点や、議論に慣れることの重要性を実感した。」

【課題解決型のプログラム(Nara SAKURA Science Camp 等)のアンケート結果】

- ・ 「他国の生徒の課題解決能力の高さや視点の違いを実感した」
- ・ 「視点の異なる海外の生徒と協働することで、課題に対する新しい視点を獲得できた」
- ・ 「英語での議論の難しさと重要性を感じた」

上記のアンケート結果より、双方のプログラムの良さを生かした能力の育成がなされていると考える。また、参加生徒のその後の探究活動におけるパフォーマンスの向上や、留学数の増加がその他の生徒よりも高いことも判明しており、研究開発当初の目標を達成できていると考える。

2. 高大接続カリキュラムの開発

■全体構想

本校では、奈良女子大学およびその他の大学・研究所と連携した SSH 事業の開発に取り組み、高校と大学が協働して生徒の資質・能力を高めるためのカリキュラム開発とその評価について協議を重ねている。主な取り組みとして、以下の①～④の研究開発があげられる。

- ①大学教員による各種講演会【先端科学技術の紹介】
- ②短期集中講座「アカデミック・ガイダンス(AG)」【ゼミ形式による大学での学びへの誘い】
- ③学校設定科目「5年コロキウム」講座における講座担当【リベラルアーツの涵養】
- ④評価研究（探究活動で目指す資質・能力の検討）【新しい高大接続入試への試行的取組】

本年度は、特に③、④の研究開発を重点化し、本校教員と大学教員や研究者が協働して探究活動を作りあげる活動を行った。④の評価研究においては、次年度より試行予定の「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」に向けて、複数の大学教員と本校の教員がワーキンググループを立ち上げ、探究活動の資質・能力の達成目標について協議するとともに、質の高い探究活動を実現するためのカリキュラムづくりを行った。次年度以降、指導の実践と手法の検証に取り組み、大学での探究活動を含めた高大接続探究カリキュラムの構築により「共創力」育成への多様なアプローチを開発する。

■仮説

- ①附属中等教育学校の教員が大学および研究所の専門家と協働してカリキュラム開発を行うことで、大学での学びにつながる資質・能力の育成が可能となる。
- ②上記で開発されたカリキュラムの評価研究を通じて、高大接続探究カリキュラムの開発が可能となり、接続入試への新しい提言となり得る。

■方法

(1)サイエンス基礎講座

第一線で活躍している研究者等を招き、高度な学識や高い専門性だけでなく、その人となりに基づく人生観や物事に対する情熱に触れることにより、科学に対する興味関心を喚起することを目的とした。

【基礎講座 1】 2018年12月14日(金) 10:00～12:30

「マウスに学ぶ遺伝子の本当の働き」 渡邊 利雄(奈良女子大学教授・本校校長)

対象：1年～5年生、および本校生徒の保護者の希望者

【基礎講座 2】 2019年3月9日(土) 14:00～16:00

「人工知能と脳」 北澤 茂氏(大阪大学大学院教授)

対象：1年～5年生の希望者、本校生徒保護者の希望者、近隣の中学・高校生・一般の希望者

基礎講座 1 では、「遺伝子の本当の働き」と「ヒトの病気と遺伝子との関わり」とを明らかにするための研究活動について、基礎講座 2 では、人工知能と脳の比較について考える講座を予定している。

(2)アカデミック・ガイダンス(AG)

本校が大学附属校である有利性を生かして、生徒に大学の最先端の講義や研究を経験させることを目的に、毎年9月第1週(集中講座、4日間)に4・5・6年生を対象として実施している。生徒は興味ある1講座を選び受講する。この取り組みにより、大学教員による講義、実習、フィールドワーク等を通じて、様々な学問の楽しさを肌で振られて感じ取ることを目指す。今年度の開講講座は次ページの通りである。

「古代の奈良と国際交流」、「大台ヶ原で自然環境を考える」、「仏教説話の流れ」、「司法の役割」、「欧米の言語と文化」、「人間科学の諸相」、「数と図形と論理」、「物理学への道案内」、「考える化学」、「ミトコンドリア DNA を用いた遺伝子識別方法」、「生き物たちの数理」、「食物科学と生活との関わり」、「遺伝子、タンパク質、そしてその未来」、「こころと神経の科学」、「身体・運動・スポーツを科学する」、「社会における医療を考える」、「環境と空間のデザイン」

(3) 課題研究成果発表会「集まれ！理系女子 関西大会」（女子生徒による課題研究発表会）

日時：2018年12月15日(土) 13:00～16:30 場所：奈良女子大学記念館

参加者：本校を含め13校、ポスター発表39件 主催：本校および本学理系女性教育開発機構

共催：ノートルダム清心学園 清心中学校・清心女子高等学校

科学に興味・関心をもつ近畿圏を中心とした女子高校生等が集い、ポスターセッションで日頃の研究成果を発表する大会を今年度初めて開催した。この大会では、理系女子生徒間の親交を深め、理系女子の裾野の拡大およびネットワークの構築を図り、他校の生徒や大学教員等との交流を通じて得たものを今後の学習や研究活動の糧とすることを目標とした。近畿を中心に12校(110名)の外部参加があり、本校生徒(男子も含む)と合わせ、150名規模の大会となった。各校生徒による科学研究のポスター発表時には、奈良女子大学の大学生や大学院生、教員が多数参加し、研究発表を通じて交流、アドバイス等を行った。さらに、愛媛大学宇宙進化研究センターの大西響子氏に講演をしていただいた。

(4) 本校教員と大学教員による探究活動カリキュラムの開発

本校教員と大学教員が協議を行い、以下に示すような探究活動のカリキュラム開発に取り組んだ。

① 学校設定科目「コロキウム」での大学教員による講座担当

リベラルアーツの涵養を目指して、ゼミ形式で探究活動を実施している学校設定科目「コロキウム」において、今年度は大学教員が8講座の中の1講座を担当した。講座開講にあたり、本校教員と情報交換を行い、探究活動の進め方について協議した。

② ワーキング・グループ(WG)の立ち上げと高大接続探究カリキュラムに向けた協議

次年度より試行予定の「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」に向けて複数の大学教員と本校の教員がWGを立ち上げ、探究活動の資質・能力の達成目標とその評価方法について協議した。WGには、上記①の講座担当の大学教員も参加しており、より実質的な体験に基づいた議論を行うことができた。具体的な活動内容として、本校が作成した課題研究ロードマップの検証や、開講される探究コースにおいて、望ましい指導方法など、具体的なテーマ設定について本校教員と協議しながら具体案を練り上げた。

③ サイエンス国際交流における探究型ワークショップ(WS)の実施

9月に本校主催で開催したNARA SAKURA Science Campにおいて、奈良女子大学の教員2名がWSの講座を開講し、国内外の生徒が協働で探究する課題設定を行なった。WS中に、本校教員はTAとして講座を担当し、大学教員と本校教員が協力して指導を行なった。

④ プログラミング講座「ベース・キャンプ」の実施

主にサイエンス研究会の生徒を対象としてプログラミング講座「ベース・キャンプ」において、立命館大学情報理工学部の大学教員と共に共創力を育むための課題設定について企画・運営を行なった。本校教員と協議し、多様で創造的な解決方法が可能となる課題設定を目指した。

■高大接続カリキュラムの検証

大学教員による各種講演会では、講演中の研究内容に加え、研究者自身の人生観や物事に対する情熱に触れることができた。生徒に対するアンケート結果からも、肯定的意見が多数であり、生徒の発達段階に応じた興味・関心を高めるのに有効であった。アカデミック・ガイダンス(AG)では、生徒アンケートの結果「受講した講座の学問について、より興味がわいてきた」「受講した学問の楽しさ・素晴らしさがわかった」に対しての肯定的解答が85%を超えていた。このことから、ゼミ形式による大学での学びへの誘いが有効であることがわかる。また、各講座の講師である大学教員からも「高校生と話をすることで、こちらにも刺激を受ける」「資料を豊かにするとか、議論を上手に誘導するなどの工夫が必要だった」等の意見を頂き、本校生徒を通じた高校と大学とを繋ぐ講義の在り方に手ごたえを感じたようである。

新しい高大接続型入試を見据えた取り組み、すなわち本校教員と大学教員が協議や協働による探究活動のカリキュラム開発については、本校及び大学教員それぞれが考える「探究活動における身に付けさせたい力」「資質や能力」についての意見交換や授業実践による評価等、分析が不十分な点がある。次年度以降も引き続き、指導の実践と手法の検証に取り組み、大学での探究活動を含めた高大接続探究カリキュラムの構築により「共創力」育成への多様なアプローチを開発していきたい。

[3]実施の効果とその評価(共創力の育成に通底するカリキュラム開発(国際交流・高大接続))

(1)国際交流カリキュラムの効果と評価

国際交流においては、研究成果を英語で発表し、互いに議論を行う成果発表型のプログラムと協働で未知の課題に取り組む課題解決型のプログラムの2種類を実施した。

【成果発表型のプログラムの効果とその検証】

効果として、その後の研究活動において、課題の可能性を再考したり、企業と連携したりするなど一層の進展をみた。加えて、授業での探究活動やその他のサイエンス研究会の生徒へのアドバイスを行うなど、その他の生徒のパフォーマンスを引き上げる存在となっている。検証として、上記生徒から探究活動のアドバイスを受けた生徒の探究活動への取り組み状況を分析したところ、サイエンス研究会に入部する生徒や、国内の科学コンテストに参加する生徒数が増加したことがわかった。

【課題解決型のプログラムの効果とその評価】

効果として、海外の生徒と共に協働することの重要性を多くの生徒に体感させることができた。検証として、実施後のアンケート分析により、海外のトップ層の生徒の課題解決力の高さや協働することで得られる新しい発想の重要性を体感していることがわかった。さらに、プログラム参加後、探究活動におけるパフォーマンスの向上や留学傾向がその他の生徒よりも高いことがわかった。

(2)高大接続カリキュラムの効果と評価

効果として、講演会や短期集中型の講座体験プログラム(AG)の実施により、先端の科学技術への興味・関心の高まりがみられた。検証として、講座参加者のアンケート結果の高い満足度に加え、卒業生アンケートの結果から満足度が非常に高いことがわかった。加えて、今年度は「集まれ!理系女子 関西大会」を開催し、大学の教員が本校をはじめとする探究活動の評価やアドバイスを行うとともに、大学につながる探究活動の視点を県内外の高校・大学の教員が共有する機会を設けることができた。今後の展望として、本校教員と大学教員が協議した「課題研究ロードマップ」の資質・能力を実践の中で改善するとともに、試行する「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」の実践等をふまえカリキュラムへの提言を行う。

第4章 卒業生追跡調査

[1] 研究開発の課題と経緯

第1期 SSH 指定以降の14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アンケートを実施した。加えて、本校卒業生数名が進学後、大学で直接指導にあっている教員にインタビューを行った。

[2] 研究開発の内容

■ 仮説

第1期 SSH 指定以降の卒業生にアンケートを実施したり、卒業生と関わりの深い大学の指導教員にインタビューを行うことで、SSH 事業の成果と課題の分析ができる。

■ 方法

(1) 卒業生アンケート

第1回目の調査では、葉書により卒業生に web アンケートへの回答を促した(昨年3月末までに回収)が、回収率が対象卒業生の1割ほどと低かった。本年度は葉書連絡をやめ、卒業した各学年の代表生徒に直接連絡を取り、当該学年に回答を強く促すように求めたうえ、株式会社教育ソフトウェアが全国の卒業生を対象に実践している SSH 意識調査報告との比較・検討を行うことを目指して質問項目を再考し、web アンケートを再実施した。この結果、約57%の回収率が得られた。

アンケートは、サイエンス研究会(SSH 指定時から発足した科学クラブ)に所属した生徒に対しての質問、および本校 SSH 事業全体に対しての質問、卒業後の進路に関する質問を、過去11年間の卒業生全員(合計1345人)を対象として行った。合計では768名から、サイエンス研究会に所属していた生徒については99名から回答が得られた。質問紙の配信・アンケート回収は google forms による方法をとった。質問項目は以下のとおりである。

1. 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 卒業後の進路について
 - ・ 大学・短大・専門学校への進学の有無と専攻分野
 - ・ 大学院修士課程への進学の有無と専攻分野
 - ・ 大学院博士後期課程への進学の有無と専攻分野
 - ② SSH 事業全体を通して能力がどの程度向上したと考えますか
(未知の事柄への興味・理数の理論や原理への興味・理科実験への興味・観測や観察への興味・学んだことを応用することへの興味・社会で科学技術を正しく用いる姿勢・自分から取組む姿勢・協調性やリーダーシップ・粘り強く取組む姿勢・独創性・発見する力・探究心・考える力・成果を発表し伝える力・国際性・上記以外)
 - ③ 全生徒対象の SSH 事業の中から、自身の能力の向上に影響があったと思うものを1つ選んでください
 - ④ ③で選んだ SSH 事業を通して、どのような能力が向上したかを記述してください
2. サイエンス研究会での活動について
 - ① サイエンス研究会とはどのように関わりましたか
 - ② 入会のきっかけは何ですか(以下、該当者)
 - ③ 研究テーマはどのように見つけましたか
 - ④ 研究への顧問の先生の関わりについて
 - ⑤ サイエンス研究会に所属したことで向上したと考える能力を答えてください

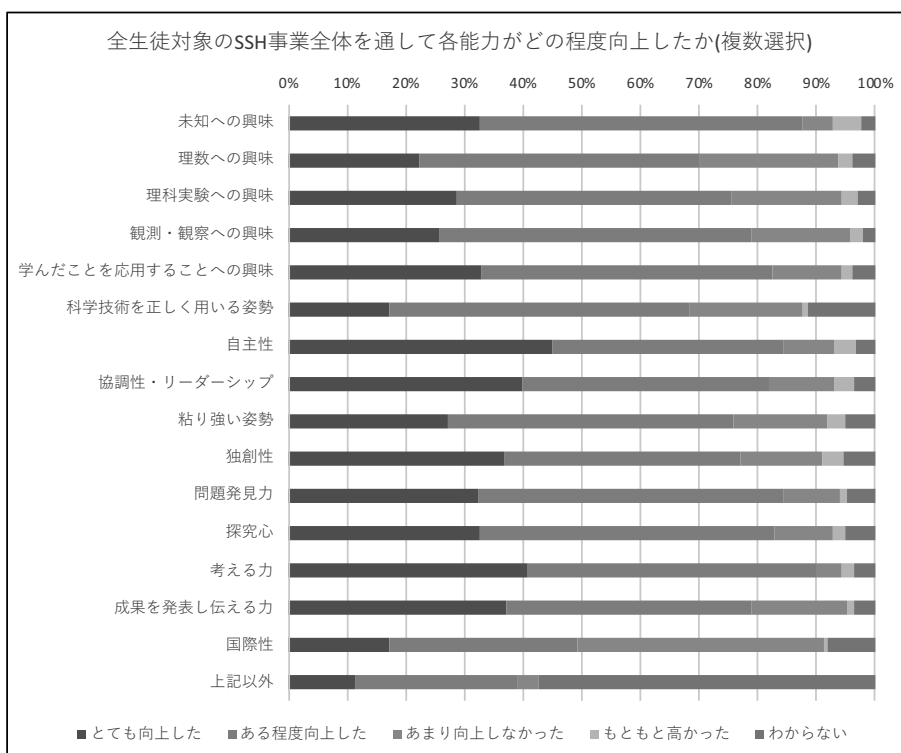
アンケート結果については現在も分析中であり、すでに分析ができている項目について記載する。

(2) アンケートの対象生徒と回答数

対象：2007年度生(1期SSHを3年間経験)～2017年度生(Ⅲ期SSHを3年間経験)まで
 回収率：768名(卒業生総数1345名の57.1%，うち文科系に進んだ生徒からは394名の回答)
 性別：女子 回答者全体の55.6%，男子 44.4%

(3) 分析結果

以下、「SSH事業全体を通して能力がどの程度向上したと考えますか」に対する回答を集計した。



以下の表では、各能力に対する回答の中で、「とても向上した」「ある程度向上した」の回答数を集計し、H24年度SSH意識調査報告(全国調査,株:教育ソフトウェア報告書P89)の卒業生調査と比較する。なお、当該全国調査は卒業生7,166名中の1,121件、回収率15.6%の結果である。

	(1) SSH事業全体を通して以下の各能力がどの程度向上したか。	本校	文系のみ	全国
能力1	未知の事柄への興味(好奇心)	87.6%	85.5%	79.2%
能力2	理科・数学の理論・原理への興味	70.0%	56.5%	72.7%
能力3	理科実験への興味	75.6%	67.9%	77.2%
能力4	観測や観察への興味	78.8%	77.0%	73.2%
能力5	学んだことを応用することへの興味	82.4%	82.3%	69.9%
能力6	社会で科学技術を正しく用いる姿勢	68.1%	65.8%	54.3%
能力7	自分から取組む姿勢(自主性・やる気・挑戦心)	84.4%	86.2%	71.7%
能力8	周囲と協力して取組む姿勢(協調性・リーダーシップ)	81.8%	84.9%	72.7%
能力9	粘り強く取組む姿勢	75.7%	77.0%	68.3%
能力10	独自なものを創り出そうとする姿勢(独創性)	77.0%	77.9%	53.7%
能力11	発見する力(問題発見力・気づく力)	84.2%	86.0%	63.9%
能力12	真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	82.8%	81.3%	71.3%
能力13	考える力(洞察力・発想力・論理力)	90.0%	89.3%	77.6%
能力14	成果を発表し伝える力(レポート作成・プレゼンテーション)	79.0%	82.1%	71.3%
能力15	国際性(英語による表現力・国際感覚)	49.2%	49.2%	34.1%
能力16	上記以外	38.9%	34.1%	12.8%

①SSH 事業を通して向上したと考える能力(全生徒対象)

・能力 1～5(未知への興味, 理数への興味, 理科実験への興味, 観測・観察への興味, 学んだことを応用することへの興味), 7～14(自主性, 協調性・リーダーシップ, 粘り強い姿勢, 独創性, 問題発見能力, 探究心, 考える力, 成果を発表する力)については、7割以上の卒業生が「とても向上した」「ある程度向上した」と答えた。

・本校生の8割以上が肯定的回答をしているのが能力 1(未知への興味), 能力 5(学んだことの応用), 能力 7(自主性), 能力 8(協調性・リーダーシップ), 能力 11(問題発見力), 能力 12(探究心), 能力 13(考える力)であり、本校 SSH の研究開発において特に重点的に取り組んだ項目を卒業生が高く評価している。

・全国平均と比較して特に高い評価を得たものが、「独自なものを創り出そうとする姿勢」「発見する力」「考える力」であり、これらの項目は人文社会系(文系)を選択した生徒からも全国平均を大きく上回る評価を得ている。

・最も評価が低いのが「国際性」の 49.2%であるが、国際キャンプや科学英語の取り組みなど一貫して広く展開してきているものの、希望者対象に限られたことが要因の 1 つとして考えられる。全国平均と比較した場合、国際性においても高い評価であり、コア SSH 等の実践が功を奏したと考えられる。

・SSH の取り組みは、特に自然科学系分野の伸長に効果があると捉えられがちだが、人文社会系に進んだ卒業生に限った分析においても、能力 2,3(理科・数学の文言がある能力)でやや低下したが、他の全ての能力において「向上した」が全国平均を大幅に上回っている。中でも、本校卒業生全体よりもさらに高い結果を示す能力もあり、興味深い。以上により、本校は SSH コースを作らず全校対象に取り組んでいるが、人文社会系に進学する生徒にも大変良い効果が出ていると評価できる。

②能力の向上に効果があったと考える SSH 事業(全生徒対象)

・これまでに実践した各 SSH 事業の評価を行うために、「能力の向上に影響があったと思う SSH 事業」について 1 つのみ選択を求めたところ、評価の高い順に「探究活動を重視した授業(27.5%)」「アカデミックガイダンス(高大接続型の短期集中講座)(23.1%)」「実験・観察を重視した理科の授業(21.4%)」「問題解決型の数学の授業(10.8%)」「サイエンス系の国際交流(8.4%)」となった。

・探究的な学びを重視した本校の授業や、高大接続型の事業、理科・数学の授業に対する評価が順に高いことから、授業をベースとした研究開発の効果が表れていると考える。

③サイエンス研究会に所属していた生徒が向上したと考える能力

「サイエンス研究会に所属したことで向上したと考える能力」に対する回答の集計(複数選択可)について分析する。全校生徒対象の設問とはやや異なり、所属生徒に「能力が向上したと印象に残る項目」を選んでもらった。

・右に示すように、印象に残った順に「未知の事柄への興味」「考える力」「理科実験への興味」等の評価が高く、自らの課題設定に基づいて未知の事柄に取り組む本校サイエンス研究会の精神が反映されている。

サイエンス研究会に所属したことで向上したと考える能力	割合(%)
未知の事柄への興味(好奇心)	66.1
考える力(洞察力、発想力、論理力)	63.5
理科実験への興味	60.9
成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)	59.1
自分から取り組む姿勢(自主性・やる気・挑戦心)	54.8
理科・数学の理論・原理への興味	53.9
周囲と協力して取り組む姿勢(協調性・リーダーシップ)	50.4
発見する力(問題発見力、気づく力)	48.7
真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)	47.0
学んだことを応用することへの興味	46.1
粘り強く取り組む姿勢	46.1
独自なものを創り出そうとする姿勢(独創性)	39.1
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	30.4
国際性(英語による表現力、国際感覚)	26.1

・一方、全校調査では評価の高かった「独創性」の評価が低かったことも興味深い。未知の事柄への興味が高かったにも関わらず、独創性が向上したと感じる生徒が少なかったことは、彼らの課題設定が高度であること、かつ、研究活動の本質である地道な進歩の積み重ねや独創的な研究の難しさを実感して卒業していると分析できる。本校で培った好奇心と考える力を生かした今後の活躍に期待したい。

④卒業生の進路(全生徒対象)

・「大学・短大・専門学校への進学」については多岐にわたったが、回答者のほぼ全員が進学しており、次の「大学院修士課程への進学」については、進学者が回答者の26.0%(多い順に工学・理学分野)、進学希望者が14.7%であり、合計40.7%である。

・「大学院博士後期課程への進学」については、進学者が回答者の4.7%(やはり多い順に工学・理学分野)、進学希望者が6.7%であり、合計11.4%である。全国平均と比較しても高い水準といえる。

・工学分野への進学者が多いことも本校の大きな特色であり、今後も詳細な分析を進めたい。

・調査をした中で第1期SSH指定を経験した3学年については、すでに就職している者がほとんどであるが、ドイツのカッセル大学やカーネギー・メロン大学の博士課程、東京大学宇宙線研究所や博士課程、京都大学・筑波大学等の博士課程、大阪大学微生物病研究所や博士課程で研究を続けている者、奈良女子大学助教、国立国会図書館、農林水産省・経済産業省や警察庁など官庁で働く者など、文科系・理科系を問わず幅広い活躍が見られる。2010年度生からの5年間は中学1年生から一貫して第2期SSH指定を経験している学年であり、社会人と修士課程生がほとんどであるが、JAXA 研究員、東北大学や京都大学・大阪大学博士課程への進学者、オークランド大学に留学している者などをはじめ、企業や公務員の職に就いている者ととともに、多くの卒業生が研究や開発を継続している様子がみられた。

(2)卒業生の指導にあたる大学教員へのインタビュー

本校は、今年でSSH事業を展開してから14年目となる。この間、多くの卒業生を輩出し、理数系の大学に進学し、研究職に就くなど、世界で活躍する研究者を育成してきた。本校で学んだ生徒は、他の生徒と比べてどのような違いがあるのか。本校の卒業生3名の指導にあたるなど、本校と関わりの深い、SSH運営指導委員でもある立命館大学情報理工学部の野間春生教授にインタビューを行った。

■インタビュー内容(抜粋)

①本校の印象は？

- ・「受験だけではない学校」ということを重視している。
- ・生徒の中で教科や学年の壁が無い。理数融合授業など、SSHでの取り組みを見ていると、教員に同様な姿勢が見られるため、生徒の育成につながっていると感じる。

②本校卒業生の強み・弱みは？

- ・奈良女の強みは「好奇心」。他校の生徒よりも強いと感じる。今回のベースキャンプを見ていると、奈良女の生徒は自分で講師にはたらきかけてくる。中学2年生でも、私の研究に興味を示し、Facebookで繋がろうとしてくる。世間一般の中学2年生には考えられない姿勢である。自分が知っている卒業生にも、同様の強みを感じる。
- ・弱みは、知っている生徒数が少なくてわからないが、数少ないサンプルから見るに「成績」に興味がない。また、嫌なこと、興味のないことはしない。ただし、これが弱みなのかはわからない。

③本校卒業生のプロジェクトの進め方の特徴は？

- ・プロジェクトの進め方は、失敗をしないと覚えることができない。「その失敗の1回目を、いつできたか」が効いてくる。奈良女の生徒は、それを附属で体験してきている。
- ・他の生徒は「〇〇すればいいですか？」と確認してくるが、するべきかどうかは、自分で判断すべき問題である。奈良女の生徒は自分で考える印象を持っている。
- ・コミュニケーション能力が異常に高い。食欲に話しかけ、自分に必要な情報を得ようとする。

④これからの学生に求めたい力とは？

- ・「空気が読める」こと。しかし、これは「同調」とは異なる。ここでいう「空気が読める」とは、どこで勝てるかを探せるかどうかということ。
- ・AO入試でも、成績は最低限で良いと考えている。それよりも、「一緒に話をしながら食事をして楽しめようか」と考えている。自分の考えを持って、迫力と論理性の有無は話してみるとよく分かる。

インタビューから、本校生徒は他校生と比べ、自然科学に対する好奇心が旺盛で、何事にも失敗を恐れず、チャレンジしていく姿勢を持っていることが分かる。これは、本校のSSHの研究開発において大変重視した項目であり、その取り組みが大学や職場で活かされている。今後は、第1期から第3期までの各SSH指定期間に本校サイエンス研究会の生徒が自身の研究活動の成果によりAO入試で入学した大学等へのインタビューを進めるとともに、実際に卒業生が働いている企業にもインタビューを行い、卒業生の追跡調査を進めていきたい。

[3]実施の効果とその評価(卒業生追跡調査)

卒業生アンケートおよび卒業生の指導にあたる大学教員へのインタビューの結果から、長年にわたるSSHの研究開発の成果と本校の強みが明確になってきた。卒業生アンケートの結果より、本校の卒業生が「独自なものを創り出そうとする姿勢」「発見する力」「考える力」などの能力がSSH事業を通して向上したと高く評価していることがわかる。これらの能力は本校SSHの研究開発が重視してきた能力そのものであり、本校SSH事業の特色であると考え。アンケートの分析結果から、研究開発のねらいが十分に達成されていると考える。特にサイエンス研究会の生徒においては、「未知の事柄への興味」「考える力」の能力向上が高い一方で、「独創性」が向上したと感じている生徒が少ないことから、所属生徒が未知の現象の探究に向けた地道な努力を重ねていることが伺える。このような本質的な研究活動を経験後、大学院修士課程や博士課程に進学して研究活動を続ける生徒を輩出できていることは、本校SSH事業の大きな成果といえる。

加えて、全校生徒を対象としたSSH事業の効果の表れとして、各能力の向上において進路に人文社会系を選択した生徒からも全国平均を大きく上回る評価を得た。サイエンス研究会を中心とするトップ層の育成から、人文社会系進学者に至るまでの幅広い層について育成できたことは、本校SSH事業の別の側面であり、多分野への興味・関心が求められる未来社会の人材育成に貢献できると考える。

また、卒業生の指導にあたる大学教員へのインタビューにより、本校で培った上記の能力が進学後も高く評価されていることがわかった。今後の展望として、卒業生アンケートのより詳細な分析(指定期間別の分析や男女別の分析など)を実施し、研究開発の成果と課題を明確化するとともに、他校との情報交換を行い、本年度実施した他校との協働型プロジェクトの企画・運営に反映し、成果の普及を目指す。

第5章 SSH 中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応

(1) 6年一貫の課題研究を重視した教育課程における、育てたい生徒像の明確化と6年間を見据えたカリキュラム構築の改善

本年度、4,5年の課題研究を含む探究活動カリキュラムにおいて、育成したい資質・能力について協議を行い、「NWUSS 課題研究ロードマップ」を作成した。作成に際し、これまでの課題研究の成果物(ポスターなど)を用いて本校の成果と課題を分析するとともに、本校が育てたい「科学技術イノベーター」としての生徒像について協議を重ねた。また、6年間の指導を体系的なカリキュラムとして考え、各発達段階で重点的に指導すべき内容を検討し、指導やルーブリックなどの評価に反映した。

本校の探究活動の特色として、課外時間にも探究活動を行うサイエンス研究会の生徒をロールモデルに据えている点、各探究活動においてこれらの生徒がその他の生徒と協働するカリキュラム設計が挙げられる。このような6年一貫の特色に第1期SSH指定以降の研究開発で培ったサイエンス研究会育成の指導方法を生かしたカリキュラム構築により、中間評価の指摘部分への改善がなされたと考える。

(2) 海外研修に参加する生徒数の不足と、海外研修に参加した生徒の成果を他の生徒に普及する取り組みの不足

本年度、海外研修や国際的な科学コンテストの実施を拡大すると共に、その他の生徒への成果普及を目指し、海外研修に参加した生徒の一部が課題設定のプロセスや研究手法の報告を全校生徒向けに行うと共に、課題研究の授業で彼らの研究活動を課題研究ロードマップに照らし合せて分析する時間を設定した。このような環境づくりと前述した(1)の取り組みにより、多くの生徒の探究活動の質の向上や、科学コンテストへの参加者数の増加、課題研究の授業をきっかけとしたサイエンス研究会への入部部員数の増加等の効果が見られた。加えて、平成28年度よりJST さくらサイエンスプランの支援を受けたアジア5ヶ国の生徒による「NARA SAKURA Science Camp」を3年間継続実施している。参加生徒20名に加え、成果発表会には3年生の学年全体が参加しており、国内外の機会を活用して多くの生徒が海外先進校との研修に参加している。以上により、中間評価の指摘部分への対応はなされたと考える。

(3) 多様な他者を組織した課題の解決や、新たな価値・概念を創り出すために協議し、主体的に判断・主張・駆動することのできる能力がどの程度育成されたかを測定する調査方法の不足

多様な他者を組織して新たな価値創造を行う活動の測定として、第3期SSH指定を4年間体験している4年生を対象として、ベネッセの思考力判断テスト「GPS-Academicテスト」を実施した。右図の結果より、「批判的思考力」、「協働的思考力」、「創造的思考力」

	批判的思考力		協働的思考力		創造的思考力	
	本校	全国	本校	全国	本校	全国
S	0.83%	0.68%	1.65%	0.40%	0.83%	1.17%
A	39.67%	23.98%	22.31%	15.71%	52.07%	34.16%
B	59.50%	63.81%	70.25%	65.96%	46.28%	57.09%
C	0%	11.21%	5.79%	17.32%	0%	7.07%
D	0%	0.34%	0%	0.60%	0%	0.51%

の全ての項目において全国平均よりも高い評価が得られた。特に、協働的思考力においては最も高いSランク評価を獲得した生徒が全国平均より多かった点や、創造的思考力においてAランク評価の獲得者数が全国平均を約20%上回っていたことから、多様な他者との協働による創造的思考の促進が期待される。加えて、県内の他校生8名を交えた課題解決型プログラミング実習「ベース・キャンプ」における事後アンケートにおいても、「多様な他者を組織して協働することが新たなアイデアの創造につながる」という回答が多かった。以上により中間評価の指摘部分への改善がなされたと考える。

第6章 校内におけるSSHの組織的推進体制

①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。

②学校経営委員会

校長・副校長の諮問機関である学校経営委員会は、SSHの研究・カリキュラムの両面での全体的な計画・立案・運営に提言を行っている。

③研究部

校内分掌の1つである研究部内にSSH部会を設け、SSH主任を中心に研究課題を推進するための企画・運営・検証評価を担当している。

④カリキュラムWG

学校全体の教育課程の検討・作成および、自然科学系、人文・社会科学系をあわせた本校の探究活動全般のグランドデザインの作成を進めている。

⑤課題研究WG

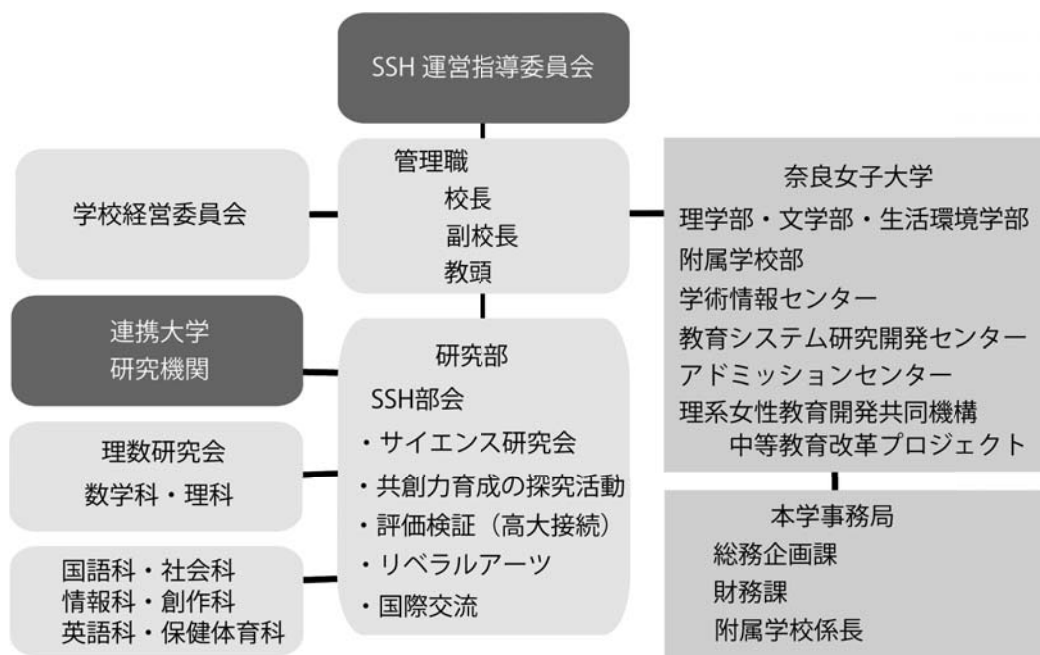
カリキュラムWGと連携を図りながら課題研究におけるロードマップの作成を進め、目指すべき資質・能力の整理、評価の在り方の検討などについて議論を行っている。

⑥理数研究会

本学理系女性教育開発共同機構の先生方の指導を受けながら、課題研究におけるロードマップの検討や「共創力」育成を目指した授業開発などに関する議論や研修を行っている。

⑦奈良女子大学

奈良女子大学は、「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とともに、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について指導助言を行っている。新たな高大接続プログラムを進めるために、本学のアドミッションセンター、高大接続カリキュラム開発プログラム運営企画室、高大連携特別教育プログラム実施部門会議に本校の教員が参加して議論を重ねてきた。その成果として、次年度より「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」を試行予定である。



第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

14年間にわたるSSH指定の研究開発指定を終え、次年度は第3期SSH指定の5年目を迎える。流動的な未来社会において、国際的に活躍する科学技術人材を育成するために「本校が研究開発で培った特色と日本の科学技術イノベーションのために担うべき役割」を一層明確化し、成果の普及に努めることが重要であると考えます。以上の視点から、今後の研究開発の方向性を示す。

①サイエンス研究会による「自らの課題意識を重視した探究活動」のさらなる促進と、その他の生徒へのロールモデルとしての位置付け

本校の探究活動の最大の特色として、「生徒自らの課題意識を重視した探究活動」がある。例年の科学コンテスト等での評価や、卒業生アンケートの結果からも、この特色が柔軟な発想に基づく探究活動を促進するとともに、卒業後の進路においても重要な役割を担っていることがわかる。今後の課題として、サイエンス研究会を中心とした自主的な探究活動を一層促進すると共に、その他の生徒をサポートし、イノベーターとなり得る人材の発掘と育成を行うために効果的な活動を検討することが課題である。他校での実践につながるカリキュラム開発を目指す意味でも、科学技術イノベーターの効果的な育成方法をカリキュラムとして構築し、普及可能な指導方法へと発展させることが重要と考える。

②研究活動の視野を拡大する効果的な支援方法の検証

異分野・異学年の生徒による多分野融合型ワークショップ「イノベーター・キャンプ」や「ベース・キャンプ」について、事後アンケートの分析からこのような活動が「新しい価値・概念の創造につながる」ことが確認された。今後の課題として、有効な活動内容をより柔軟に模索するとともに、本事業を通して普段の研究活動にどのような効果が得られるかを分析する必要がある。加えて、構築した高大接続の関係性を生かすとともに、今回のベースキャンプで新たに企業との連携を行ったように、産学連携により「将来の科学技術イノベーターに求められる素養」について多様な立場から協議を続けていく。

③本校の特色を生かした他校への成果の発信と協働型プロジェクトの促進

本年度、他校との連携事業として、多分野融合型プログラミングワークショップ「ベース・キャンプ」への他校生徒の招聘や、近畿圏を中心とした13校による課題研究発表会「集まれ！理系女子 関西大会」を実施した。前者においては、他校の教員および生徒から、本校らしい「生徒の自由な課題設定をサポートできる環境保障」に強い賛同を得ることができ、柔軟かつ創造的な研究開発を支援する本校の強みを生かして他校に貢献できることが再確認された。後者においては、本校教員が奈良女子大学の教員と協議を重ねた「大学での研究活動につながる探究活動の資質・能力の目標」をベースとして、大学教員が多くの学校の取り組みに指導・助言を行うとともに、高校教員と大学教員が意見交換する環境づくりを実現した。このような本校の特色を生かし、他校との協働型プロジェクトを通して研究開発の成果を発信・普及することは附属学校の責務であると考えます。今後の課題として、取り組みを一層促進するとともに、他校教員との情報交換を通じてカリキュラム改革への提言を行いたい。特に、次年度より試行する「文理統合型高大接続探究コース(仮称)」の実践を通じて、多面的なカリキュラムの提言につなげていく。

④多様な事業評価による効果的な事業検証と取り組みの重点化

本年度、各種事業アンケートおよび外部試験による評価を用いてSSH事業を多方面から分析できた。今後の課題として、各種事業評価の経年変化分析に加え、卒業生アンケートの詳細な分析により、第1期SSH指定以降のどの取り組みが有効であるかを評価し、成果と課題を明確化する。

IV 関係資料

資料 課題研究テーマ一覧

■6年「SS 課題研究」(6年の理系全生徒に実施)

① アドバンス講座(個人研究またはグループ研究)

- ・人の使い方に沿ったキーボードのユーザーインターフェース(UI)を考える
- ・食品鮮度の数値化-吸光度変化測定装置の作成-
- ・光てこの原理による部材のたわみ率測定
- ・超音波を用いた非破壊検査へのアプローチ
- ・フーリエ級数を用いた電子音の作成
- ・ハイドロキシアパタイトの合成と色素吸着実験
- ・アルコールの濃度と粘菌の走性について
- ・粘菌のニンジンへの走性
- ・酵母の培養条件について
- ・星雲の色から光の起源を探る
- ・A New Rose
- ・The First Simple Symmetric 11-Venn Diagram
- ・自己回避歩行に関する考察
- ・カオス
- ・6次方陣に関する考察
- ・隣接4項間漸化式
- ・フェルマーの小定理の別証明について
- ・折り紙と曲線
- ・ Σ 公式の一般化
- ・多面体の正射影の面積

② ベーシック講座(グループ研究)

- ・トリチェリの法則の検証
- ・わたしと軌跡と独楽と
- ・折り紙で作った立体の体積について
- ・「凍らない水」は部屋で作れるか
- ・枠とシャボン玉の膜の関係性
- ・じゃんけんグリコの最善手-3人 version-
- ・落下運動と抵抗の関係を探る
- ・アンモナイトの模様の数学的性質
- ・ミルククラウンの発生条件
- ・ジュースを使って時計反応を調べよう
- ・アントシアニンの色の変化-焼きそばの色変えてみた！-

■4年「課題研究 世界Ⅱ」(4年の全生徒に実施, グループ研究)

- ・紙飛行機の胴の長さとその飛距離
- ・緑茶中のタンニンの定量分析
- ・食紅染色 -染色時間と色の濃さの関係-
- ・日焼け止めクリームには効果があるのか
- ・果物の糖度
- ・デニム生地 of 脱色
- ・ペーパークロマトグラフィーを用いた食品中の合成色素の判別
- ・カラメル化とメイラード反応の違いの観察
- ・プラナリアの耐性はどのくらいか
- ・校内のコケの分布とその働き
- ・食品中のDNAの抽出方法について
- ・物質によって色を変える花
- ・地震の液状化現象について
- ・効率の良いトレーニング方法
- ・自立行動型のドローンの開発
- ・数学と楽器の関係
- ・チェスクロックのスマフォアプリ
- ・文章別にみる品詞の構成
- ・ボールを遠くに飛ばすには
- ・骨の強度、性質の多角的な評価、判定
- ・捕られないドリブル
- ・キチンによる水の軟水化
- ・頭痛薬からシップ薬を作ろう！
- ・染色の数値化
- ・衣料品の素材と保温性の関連
- ・人参でつくる！「透明な紙」
- ・ソモギー変法による糖度の測定実験
- ・食品廃棄物による銅(II)イオンの吸着実験
- ・みかんの糖度
- ・もちのいいリップを探せ！
- ・オゾンによる色素の脱色
- ・染髪料の髪の毛に与えるダメージの研究
- ・釣りのおもりから電池を作る
- ・喉に潜む菌の繁殖を抑制する食品
- ・建物の構造 -筋交いはどこまで耐えられるか-
- ・○×ゲームの解析
- ・ギャンブルを数学的に考える ~丁半と期待値~
- ・tangent の性質についての探究
- ・ランチェスターの法則を用いたトラファルガーの海戦の分析
- ・音の強弱を計る
- ・ペットボトルロケットの軌跡
- ・健康な食生活とは

資料 運営指導委員会記録

第1回運営指導委員会

実施日	2018年7月13日(金) 14:00~16:00
運営指導委員の参加者	郷上佳孝(佐藤薬品工業株式会社) 長田真範(奈良県教育委員会事務局) 才脇直樹(奈良女子大学生生活環境学部) 山下靖(奈良女子大学理学部) 西村拓生(奈良女子大学大学院人間文化研究科)
構成	①今年度 SSH 事業計画(今年度の概要/課題研究ルーブリック/公開授業概要) ②共創力の定義づくりとその方向性(理数研究会での議論の報告・協議) ③SSH 生徒研究発表会代表生徒の研究発表 ④指導助言

■概要説明

理数の研修会において議論した本校が育成したいイノベーターの生徒像と共創力の定義、共創力育成を目指した教科活動を中心に報告した。加えて、6年一貫探究カリキュラムにおける資質・能力の整理およびルーブリック作成の方針について説明した。

■指導助言

本校が育てたい科学技術イノベーターの生徒像について、概ね提案した内容に賛同する意見が多かった。一方、共創力の定義については、定義づくりの主旨は理解できるものの、改めて定義することの難しさ・必要性への疑問が提示された。また、ルーブリック作成においては、発達段階ごとに異なるルーブリックを用意し、各段階で育成したい資質・能力の意図が反映されることが望ましいとの助言を得た。

第2回運営指導委員会

実施日	2018年11月23日(土) 16:00~17:00 ※11月22日午後・23日終日のSSH 成果発表会(本校公開研究会)を運営指導委員が見学後、第2回運営指導委員会を開催
運営指導委員の参加者	長田真範(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(大阪大学院医学系研究科) 山下靖(奈良女子大学理学部) 寺内かえで(奈良女子大学理系女性教育開発共同機構) ※野間春生(立命館大学情報理工学部) 吉田信也(奈良市立一条高等学校校長) 宮林謙吉(奈良女子大学理学部)については、成果発表会参加後、別途意見収集を実施
構成	今年度のSSH 成果発表会への指導・助言(課題研究ワークショップ・公開授業)

■概要説明

11/22(金)・11/23(土)に開催した成果発表会での実践をふまえ、「共創力」育成を目指した教科活動および探究活動の実践について報告を行なった。

■指導助言

教科活動においては、それぞれの趣旨を反映した内容であったが、理科については授業時間に対する生徒の活動内容の多さが指摘されていた。数学においては、内積の新しい指導方法が模索できた一方で、生徒の考えを教員がうまく抽出し、全体での議論の活性化を目指すことができると良い、という指摘があった。課題研究ワークショップについては、サイエンス研究会の研究活動をロールモデル化したことで、6年一貫の探究カリキュラムとの相関が明確化されたとの意見をいただいた。

2018年度(平成30年度) 教育課程

45分換算で表記

点線：評価は区別せずに行う部分 *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								
4								
5	社会(3) 地理的分野	社会(3) 歴史的分野	現代社会 I (2)	現代社会 II (2)	古典講読(1)		古典講読(1) 現代文特講(1) △(0)or(1)	
6			現代史 I (2)	現代史 II (2)	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) 倫理・政経(3) *(3)		
7								
8								
9	数学基礎 I A (3)	数学基礎 II A (3)	数学探究 I A(3)	数学探究 II A(3)	世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)	解析 I (4)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) *(3)	解析 II (6) 数学演習(2) *(6)or(2)
10								
11	数学基礎 I B (2)	数学基礎 II B (2)	数学探究 I B(2)	数学探究 II B(3)	解析 I (4)	代数・幾何(2)	世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) △(0)or(3)	
12								
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)	代数・幾何(2) △(0)or(2)	物理(3) 生物(3) *(3)	数学演習 I・II (2) △(0)or(1)or(2)	化学(4) 物理(4) 生物(4) *(4)or(8)
14								
15								
16								
17	音楽(2)	音楽(1)	音楽(1)	美術(1)	音楽 I (1) 美術 I (1) 書道 I (1) 工芸 I (1) *(1)	化学基礎(2)	化学基礎(2) 化学(2)	化学演習(2) 地学演習(2) △(0)or(2)
18		美術(2)						
19	美術(1)	美術(2)	美術(1)	美術(1)	音楽 I (1) 美術 I (1) 書道 I (1) 工芸 I (1) *(1)	化学基礎(2)	化学基礎(2) 化学(2)	化学演習(2) 地学演習(2) △(0)or(2)
20	技術・家庭 (2)							
21								
22	体育(3)	体育(2)	体育(3)	体育(2)	芸術(1)		大学教養特講(1) 古典特講(1) △(0)or(1)	SS課題研究(1)
23					体育(3)			
24								
25	Introductory English I (3)	Introductory English II (3)	Topic Studies I (3) Reading	Topic Studies II (3) Reading	体育(3)		Topic Studies III(3)	Topic Studies IV(3)
26								
27								
28					BasicEnglish I (1)	BasicEnglish II (1)		
29	Introductory English I (1) Speaking	Introductory English II (1) Speaking	Reading(2) △(0)or(2)					
30				寧楽 I (1)	寧楽 II (1)	情報の科学(1)	情報の科学(2)	Writing(1)
31	道徳(1)	道徳(1)	世界 I (2)	世界 II (2)				
32	HR(1)	HR(1)			道徳(1)	世界 II (2)	Writing(1) △(0)or(1)	Reading(1) △(0)or(1)
33								
34			HR(1)	HR(1)	HR(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 30 年度 スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書・第 4 年次

2019 年(平成 31 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/>

