

令和3年度
SSH 研究開発実施報告書
第2年次



奈良女子大学附属中等教育学校

目 次

あいさつ	
事業風景	
ポスター発表資料	
第4期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	4
III SSH 研究開発実施報告書	
第1章 研究開発の課題	7
第2章 研究開発の経緯	9
第3章 研究開発の内容	
第1節 「飛躍知」を育成するカリキュラムの開発	10
1. 6年一貫共創型探究活動カリキュラム	11
2. 高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)	23
3. 探究的な教科活動の再構築	30
第2節 「飛躍知」を備えた科学技術イノベーターの育成	36
第3節 「飛躍知」の育成に通底するカリキュラム開発	45
1. 国際連携事業	46
2. 高大接続事業	50
第4節 他校への成果普及	54
第5節 データに基づいた「飛躍知」育成の検証	58
第4章 実施の効果とその評価	67
第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制	68
第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性	69
IV 関係資料	
課題研究テーマ一覧	70
運営指導委員会記録	73
2021年度(令和3年度)教育課程表	75

第4期 SSH 研究開発実施報告書の刊行にあたって

奈良女子大学附属中等教育学校は、平成17年度以来、SSHの指定を受けて17年目となります。第4期目となり、長期間指定を受けている学校には、これまでに蓄積した研究成果の普及・発信が求められています。今期に求められる本校の使命を明確にするためにも、改めて17年間の取組を振り返っておきたいと思えます。

第1期SSHのテーマは、「大学との連携に基づき、中等教育6年間において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研究開発するとともに、高大連携教育を進める」でした。2年目から特別枠研究の指定を受けて、「生活科学」や「科学と技術」の学校設定科目を設置したり、4年目からは重点枠指定を受けて、ISSSの国際交流事業を実施したりしました。

第2期のテーマは、「中等教育6年間において、自然科学リテラシーを基盤とするリベラルアーツの育成のためのカリキュラム開発と、高大接続のあり方についての研究開発」に取り組みました。3年目から「コロキウム」という学校設定科目を設置し、リベラルアーツの育成に取り組みました。5年間の研究を経て、本校の考える「リベラルアーツ」とは、「合理的判断力」の育成であり、「観」の形成であり、「地球的視野を持つ市民」の育成であると整理しました。また、重点枠指定が、コアSSHから人材育成重点枠へと引き継がれていき、国際交流事業は国際的な科学技術人材の育成という点で大きく発展しました。

第3期のテーマは、『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」でした。この5年間で、「理数連携授業」(サイエンス・イシューズ)の実践や、サイエンス研究会の生徒の研究交流を活性化するための「イノベーターキャンプ」の実施、課題研究のための「課題研究ロードマップ」や「研究ノート」の作成などに取り組みました。

本校のSSHは、カリキュラムマネジメントの観点からカリキュラム開発に取り組み、6年一貫共創型探究活動カリキュラムを策定しました。さらに大学附属学校の利点を生かして、高大接続文理統合探究プログラム(PICASOコース)を大学教員と附属学校教員が協働して作り上げました。大学入試改革と高等学校教育の充実に資する挑戦として取組んできたところです。

第4期は、「飛躍知」をキーワードとしてすべての生徒を対象として取組み、SSH指定校のみならず全国の中等教育段階の学校の参考となるよう、これまでの成果とともに発信・普及に努めてまいります。

最後になりましたが、文部科学省をはじめ、科学技術振興機構、その他多くの研究機関の皆様のごさらなるご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。また、奈良女子大学の関係の皆様、SSH運営指導委員の皆様には平素より熱意溢れるご指導をいただき、感謝申し上げます。今後ともご指導のほど、よろしくお願い申し上げます。

令和4年3月

奈良女子大学附属中等学校 校長 吉田隆

事業風景



4年基盤探究



公開研究会・ポスター発表



5年科学探究



6年SS課題



研究風景（化学班）



高等学校中学校化学研究会発表会



運営指導委員会



大阪府立環境農林水産総合研究所訪問

Nara Women's University Secondary School
奈良女子大学附属中等教育学校

植物買素材による水中の重金属イオンの捕集除去

Collecting and Removing Heavy Metal Ions in Water with Vegetable Matters

高井 侑子 小澤 二子 (指導教員 松浦 紀之)

The aim of this study is to assess the capacity of the use of coffee grounds in collecting and removing heavy metal ions. The treatment of coffee grounds with formalin makes water-soluble polyphenols in coffee grounds insoluble so that all the ions adsorbed by not only insoluble polyphenols but also water-soluble ones could be removed from water.

世界で広く使用されているコーヒーに注目
 コーヒー粉に含有される植物性ポリフェノール類は、様々な重金属イオンを吸着する力が高いことが知られている。さらにこのコーヒー粉には、水溶性の植物性ポリフェノール類と不溶性の植物性ポリフェノール類があり、それぞれ、銅、ニッケル、亜鉛、カドミウム、鉛、水銀、セシウム等の重金属イオンを吸着する力が高いことが知られている。また、不溶性の植物性ポリフェノール類は、水溶性の植物性ポリフェノール類よりも、重金属イオンを吸着する力が高いことが知られている。本研究では、コーヒー粉の抽出液を用いて、水中の重金属イオンを捕集除去する効果を確認する。

予備実験：酵母、グアバの葉、精製水で実験
 コーヒー粉に含有される植物性ポリフェノール類は、様々な重金属イオンを吸着する力が高いことが知られている。さらにこのコーヒー粉には、水溶性の植物性ポリフェノール類と不溶性の植物性ポリフェノール類があり、それぞれ、銅、ニッケル、亜鉛、カドミウム、鉛、水銀、セシウム等の重金属イオンを吸着する力が高いことが知られている。本研究では、コーヒー粉の抽出液を用いて、水中の重金属イオンを捕集除去する効果を確認する。

分析の手法
 除去率(%) = (M₀ - M_t) / M₀ × 100
 M₀: 除去前のCu²⁺の物質量(mol)
 M_t: t時間後のCu²⁺の物質量(mol)

結果
 コーヒー粉のCu²⁺の除去効果は52.8%だった。(5回の平均)

ホルマリン処理後のCu²⁺の捕集除去

ホルマリン処理したコーヒー粉を用いた実験結果を示す。ホルマリン処理により、抽出液からのCu²⁺の除去率が向上した。

抽出液: 1.0 mol/L H₂SO₄, 200 mL
 ホルマリン: 37% ホルマリン 50 mL
 2時間攪拌 (60°C 水浴)
 ホルマリン処理後の抽出液 (遠心分離5回以上) を繰り返し使用する。

ホルマリン処理後の抽出液のCu²⁺の捕集除去率は、ホルマリン処理前の抽出液と比較して、顕著に向上した。これは、ホルマリン処理による抽出液中のCu²⁺の除去率の向上を示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。

ホルマリン処理後の抽出液の再利用性:
 ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。これは、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。

ホルマリン処理後の抽出液の再利用性:
 ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。これは、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。

ホルマリン処理-Cu²⁺の吸着能力

ホルマリン処理したコーヒー粉のCu²⁺の除去率を比較する。ホルマリン処理は、Cu²⁺の除去率を向上させる効果がある。

試料	Cu ²⁺ の除去率 (%)
抽出液 (50 mL)	2.9
抽出液 (100 mL)	1.5
抽出液 (200 mL)	0.8
抽出液 (300 mL)	0.5
抽出液 (400 mL)	0.3
抽出液 (500 mL)	0.2
抽出液 (600 mL)	0.1

ホルマリン処理後の抽出液のCu²⁺の除去率は、ホルマリン処理前の抽出液と比較して、顕著に向上した。これは、ホルマリン処理による抽出液中のCu²⁺の除去率の向上を示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。

ホルマリン処理後の抽出液の再利用性:
 ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。これは、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。

ホルマリン処理-Cu²⁺の吸着能力

ホルマリン処理したコーヒー粉のCu²⁺の除去率を比較する。ホルマリン処理は、Cu²⁺の除去率を向上させる効果がある。

試料	Cu ²⁺ の除去率 (%)
抽出液 (50 mL)	2.9
抽出液 (100 mL)	1.5
抽出液 (200 mL)	0.8
抽出液 (300 mL)	0.5
抽出液 (400 mL)	0.3
抽出液 (500 mL)	0.2
抽出液 (600 mL)	0.1

ホルマリン処理後の抽出液のCu²⁺の除去率は、ホルマリン処理前の抽出液と比較して、顕著に向上した。これは、ホルマリン処理による抽出液中のCu²⁺の除去率の向上を示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。

ホルマリン処理後の抽出液の再利用性:
 ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。これは、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。

今後の展望

本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。

今後の展望:
 本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。また、ホルマリン処理後の抽出液の再利用性を向上させるための研究も必要である。

今後の展望:
 本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。また、ホルマリン処理後の抽出液の再利用性を向上させるための研究も必要である。

SDGsの目標とコーヒー

6 清潔な水と衛生

12 持続可能な消費と生産

14 海の豊かさ

17 パートナーシップ

6.3 2030年までに、汚染の減少、経路の断絶と有害な化学物質の削減の取り組み、未処理の排水の削減や半減及び再生利用の促進など、水質を改善する利用技術の世界的展開で大規模な増加を遂げるように、水質を改善する。

12.4 2030年までに、企業等の活動や国際的な協力の推進など、製造業やサービス業を減らし、環境と社会の両面にわたる有害な化学物質の削減を実現、人の健康の維持への影響を最小化する。化学物質や廃棄物の大気、水、土壌への放出を大幅に削減する。

14.1 2025年までに、海洋ごみや高汚染化を含む、特に陸上由来による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する。

コーヒーの成分

生豆の成分: カフェイン (1.2%), カフェオイル (15.2%), 糖類 (12.0%), 灰分 (4.5%), 蛋白質 (11.0%), 繊維質 (23.5%), 抽出率 (7.0%)

抽出液の成分: カフェイン (0.1%), カフェオイル (1.5%), 糖類 (1.0%), 灰分 (0.5%), 蛋白質 (0.5%), 繊維質 (3.0%), 抽出率 (0.5%)

抽出液の成分: カフェイン (0.1%), カフェオイル (1.5%), 糖類 (1.0%), 灰分 (0.5%), 蛋白質 (0.5%), 繊維質 (3.0%), 抽出率 (0.5%)

抽出液の成分: カフェイン (0.1%), カフェオイル (1.5%), 糖類 (1.0%), 灰分 (0.5%), 蛋白質 (0.5%), 繊維質 (3.0%), 抽出率 (0.5%)

化学分析の方法

ヨウ素滴定法: 抽出液中のCu²⁺の濃度を測定するための方法。ヨウ素液を用いて、抽出液中のCu²⁺を酸化し、ヨウ素を消費させることで濃度を測定する。

分光分析法: 抽出液中のCu²⁺の濃度を測定するための方法。分光光度計を用いて、抽出液中のCu²⁺の吸光度を測定し、濃度を測定する。

原子吸光分析法: 抽出液中のCu²⁺の濃度を測定するための方法。原子吸光計を用いて、抽出液中のCu²⁺の吸光度を測定し、濃度を測定する。

抽出液の成分: カフェイン (0.1%), カフェオイル (1.5%), 糖類 (1.0%), 灰分 (0.5%), 蛋白質 (0.5%), 繊維質 (3.0%), 抽出率 (0.5%)

ホルマリン処理-Cu²⁺の吸着能力

ホルマリン処理したコーヒー粉のCu²⁺の除去率を比較する。ホルマリン処理は、Cu²⁺の除去率を向上させる効果がある。

試料	Cu ²⁺ の除去率 (%)
抽出液 (50 mL)	2.9
抽出液 (100 mL)	1.5
抽出液 (200 mL)	0.8
抽出液 (300 mL)	0.5
抽出液 (400 mL)	0.3
抽出液 (500 mL)	0.2
抽出液 (600 mL)	0.1

ホルマリン処理後の抽出液のCu²⁺の除去率は、ホルマリン処理前の抽出液と比較して、顕著に向上した。これは、ホルマリン処理による抽出液中のCu²⁺の除去率の向上を示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。

ホルマリン処理後の抽出液の再利用性:
 ホルマリン処理後の抽出液は、再利用が可能である。これは、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。また、ホルマリン処理後の抽出液は、再利用可能な状態にあることを示している。

今後の展望

本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。

今後の展望:
 本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。また、ホルマリン処理後の抽出液の再利用性を向上させるための研究も必要である。

今後の展望:
 本研究の結果を基に、今後の研究の方向性を示す。特に、ホルマリン処理の最適化と、抽出液の再利用に関する研究が重要である。また、ホルマリン処理後の抽出液の再利用性を向上させるための研究も必要である。

奈良女子大学附属中等教育学校 第4期 SSH 概要図

科学技術イノベーションにより未来社会を創出する 「飛躍知」を育むカリキュラム開発

「飛躍知」を備えた科学技術イノベーターの育成

自然科学の学識と「共創力」を基盤として、高度な多分野知識を駆使し、幅広い人々の双方向的かつ互恵的な協力関係を築き、未来社会を創出する市民リーダー



教科授業の探究化

飛躍知

探究活動の深化

先進的な視野の育成 興味関心意欲の育成 基礎・基本の徹底	教科融合型 多教科融合授業 Science Issues 理科・数学の融合授業 教科横断型の課題 異教科間の連携授業	5・6年 発想の飛躍	実践探究 基盤探究Ⅲ 大学教員の指導のもと個別課題を深く探究する 基盤探究Ⅱ 4つの類型に分かれ、個別探究を深化させる	共創型研究 (飛躍期) 研究指導 活動評価
	統計入門 探究活動に必要な統計に関する授業	3・4年 手法の飛躍	基盤探究Ⅰ 個別課題について、1年間にわたり探究する 探究基礎 共通課題にグループで取り組み探究過程を体得する	共創型探究 (充実期) 高大接続文理統合探究プログラム「PICASO」 異学年合同探究成果発表会
	探究スキル型 理数カリキュラムの構築 教科内探究型授業 教科融合型の導入授業 学習内容の再配置 学習時期の検討 教科探究型	1・2年 視点の飛躍	探究入門Ⅰ・Ⅱ 地域の素材を通じて基礎スキルを身に付ける 資料の読解、文章表現、データ整理、プログラミング、プレゼンテーション	共創型学習 (基礎期) 理系女子育成発表・交流会

①令和3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	科学技術イノベーションにより未来社会を創出する「飛躍知」を育むカリキュラム開発																																																
② 研究開発の概要	15年間のSSH研究開発を通じて輩出した科学技術イノベーターの資質・能力から「飛躍知」を定義し、「飛躍知」を全生徒に育成するための、6年一貫の共創型探究活動を主軸としたカリキュラム開発を行う。「飛躍知」を「視点の飛躍」「手法の飛躍」「発想の飛躍」に分節化し、発達段階に応じて育成するために探究活動を設計する。																																																
③ 令和3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）を主対象とし、課外活動における取組はサイエンス研究会を中心とする希望者を主対象とした。 <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%;"> <thead> <tr> <th colspan="6">前期課程（中学課程）</th> <th colspan="6">後期課程（高校課程）</th> </tr> <tr> <th colspan="2">第1学年</th> <th colspan="2">第2学年</th> <th colspan="2">第3学年</th> <th colspan="2">第4学年</th> <th colspan="2">第5学年</th> <th colspan="2">第6学年</th> </tr> <tr> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> <th>生徒数</th> <th>学級数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>120</td> <td>3</td> <td>126</td> <td>3</td> <td>127</td> <td>3</td> <td>118</td> <td>3</td> <td>120</td> <td>3</td> <td>123</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	前期課程（中学課程）						後期課程（高校課程）						第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		第5学年		第6学年		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	120	3	126	3	127	3	118	3	120	3	123	4
前期課程（中学課程）						後期課程（高校課程）																																											
第1学年		第2学年		第3学年		第4学年		第5学年		第6学年																																							
生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数																																						
120	3	126	3	127	3	118	3	120	3	123	4																																						
④ 研究開発の内容	<p>○研究計画</p> <p>(1) 第一年次</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新設科目として、5, 6年「高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）」, 1, 2年「探究入門Ⅰ・Ⅱ」, 3年「探究基礎」を実施 ・課外活動として、京都大学及び奈良高校と連携した高大接続事業、海外先進校や企業との共同研究、他校連携事業を実施 <p>(2) 第二年次</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新設科目として、4年「基盤探究Ⅰ」, 4年「統計入門」を実施（「基盤探究Ⅱ（5年）」は移行期） ・前年度PICASO受講生の奈良女子大学でのフォローアップゼミの開始 ・教科の探究型授業の充実に向けた理数の学習内容の再配置と試行 ・異学年合同成果発表会の実施 ・ジェネリックスキル測定テスト等によるカリキュラムの評価 <p>(3) 第三年次</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5年「基盤探究Ⅱ」, 6年「基盤探究Ⅲ」, 6年「実践探究」の実施 ・教科の探究型授業の検証と分析 ・在校生インタビューの実施と分析 ・大学、企業等による「飛躍知」育成の達成度評価 <p>(4) 第四年次</p> <ul style="list-style-type: none"> ・校内での各種事業評価及び文部科学省の中間評価を受けた研究の改善 <p>(5) 第五年次</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「飛躍知」育成の観点による5年間の総括及び次期SSHについての構想立案 <p>○教育課程上の特例等特記すべき事項</p> <p>①学校設定科目「コロキウム」：5年の必履修科目として、1単位を設定する。</p> <p>②学校設定科目「SS 課題研究」：6年の理系生徒対象の必履修科目として、1単位を設定する。</p> <p>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。</p> <p>④学校設定科目「基盤探究」「実践探究」：5, 6年の選択科目として、2単位を設定する。</p>																																																

○令和3年度の教育課程の内容

高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）（5, 6年対象） / 「探究入門Ⅰ・Ⅱ」（1, 2年対象）
「探究基礎」（3年対象） / 「基盤探究Ⅰ」（4年対象） / 「基盤探究Ⅱ」（5年対象）
「SS課題研究」（6年対象） / 「統計入門」（4年対象）

○具体的な研究事項・活動内容

第4期SSHが目指す資質・能力として以下に示す「飛躍知」を定義し、研究開発を行った。

飛躍知

- 【視点の飛躍】自分の課題を単元や科目の枠組みに留めずに、複数の観点や考え方と関連付ける
- 【手法の飛躍】学問領域固有の手法に拘泥せず、他分野の手法を拡張したり、外部の専門家と連携する
- 【発想の飛躍】探究活動の過程で困難や停滞に直面したとき、手法や考え方を再考し、新たな発想により障壁を克服する

学びの様相

- 6年一貫共創型探究活動、教科内探究型授業、サイエンス研究会の活動を通じて以下の学びを設定
- 「学習した内容を深く理解し、主体的に発展させる学び（授業からの飛躍）」
- 「専門とする学問領域を超え、多領域にわたる視点から発想・考察をする学び（領域からの飛躍）」
- 「社会の諸問題に根差し、探究活動の社会的意義や応用価値を理解する学び（社会への飛躍）」

第2年次にあたる本年度は、探究活動の新カリキュラム及び探究活動を促進するための新しい授業実践に加え、それらの評価手法の研究に着手した。

(1) 「飛躍知」育成を目指した6年一貫の探究活動カリキュラムの構築

6年一貫の共創型探究活動を主軸としたカリキュラム開発により「飛躍知」を育成した。

①1, 2年「探究入門Ⅰ・Ⅱ」（視点の飛躍）

・探究の対象を「世界遺産」や「地域」とし、単一の教科や科目にとどまらない汎用性の高いスキルの習得による「視点の飛躍」に相当する「飛躍知」を育成した。

②3年「探究基礎」（視点の飛躍, 手法の飛躍）

・探究活動の基礎スキルの習得を目指し、人文社会科学及び自然科学の2領域について探究活動を実施した。グループ研究を推奨し、全グループが共通テーマの探究に取り組み、異なるアプローチ手法を共有することで「視点の飛躍」「手法の飛躍」等の「飛躍知」の育成を促した。

③4年「基盤探究Ⅰ」

・各グループまたは個人での研究（サイエンス研究会）により、年間での探究活動を実施した。
・中間報告会の実施やリフレクションシートの記入、異学年合同での成果発表会の実施により、「視点の飛躍」「手法の飛躍」に相当する「飛躍知」の育成を促した。

④5年「基盤探究Ⅱ」

・コロキウム（ゼミ形式）、科学探究（サイエンス研究会）、PICASO（⑥の高大接続事業）から成る探究活動を実践し、多様な実践を行う人材の共創による「飛躍知」の伸長を目指した。
・コロキウムにおいては、大和ハウス工業株式会社との連携により、講座を一部協働で企画・運営し、多角的視点に基づいた探究活動を実践した。

⑤6年「SS課題研究」

・現行カリキュラムの実施に加え、「基盤探究Ⅲ」への移行に向け成果と課題を分析した。

⑥5, 6年「高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）」（視点の飛躍, 手法の飛躍, 発想の飛躍）

・高大接続や新たな大学入試のあり方の観点から、奈良女子大学教員と本校教員が連携し、異学年混合の講座編成による文理統合型探究活動プログラムを実施し、「飛躍知」の育成に努めた。
・本プログラムによって奈良女子大学に入学した生徒に対するフォローアップゼミを開始した。

(2) 教科内探究型授業の検討と授業開発

①探究活動に資する理科・数学科の授業改革（視点の飛躍, 手法の飛躍）

・探究型に適した学習内容及び指導時期の検討や題材、課題、授業方法に関する議論を行った。

・第3期SSHにおいて課題となった理科・数学科融合授業や探究活動の円滑な実践に向けた学習時期の入れ替えを行った新カリキュラムを年次進行で開始した。

②理数融合授業「サイエンス・イシューズ」（視点の飛躍、手法の飛躍、発想の飛躍）

・第3期SSHにおいて開発した理数融合授業の実施と共に、①に示す理科・数学科の授業改革に向けた課題点の整理と分析を行った。

(3) サイエンス研究会への支援と多様な外部連携

サイエンス研究会や理数に高い興味・関心を示す生徒が学外の多様な専門家と共創した。

①他校連携

- ・化学班が立命館高校が主催する国際フォーラムに、数学班が大阪府立大手前高等学校が主催する「マズフェスタ」に参加し、研究交流を行った。
- ・理系女子による課題研究発表会「サイエンスコロキウム」をオンライン開催した。

②大学連携

- ・生物班が京都大学サイエンス連携探索センターと奈良高校が共催する高大接続事業にモデル校として参加し、学部生と高校生が2年間にわたり共同研究を行う探究活動を終えた。

③企業連携

- ・5年「基盤探究Ⅱ」のコロキウムにおいて、大和ハウス工業株式会社との連携により、講座を一部協働で企画・運営し、多角的視点に基づいた探究活動を実践した。
- ・物理班が「多言語音声翻訳コンテスト」（情報通信研究機構主催）に参加し、企業関係者との情報交換を通じて「手法の飛躍」、「発想の飛躍」等の「飛躍知」を伸長させた。

④国際連携

- ・アジア6ヶ国の生徒による「さくらサイエンスキャンプ」をオンラインにて開催し、コロナウイルス感染症に関するシミュレーションや国別の比較を行う課題解決型ワークショップを実施した。
- ・化学班がカンボジアの Preah Sisowath High School と国際共同研究を行なった。

(4) 成果の普及

- ・生徒の探究活動の作品や指導案をアーカイブ化し、ホームページ上で公開した。
- ・本校の校内発表会をWeb会議システムの活用により外部公開し、全国8校の参加を得た。研究発表動画をホームページ上でアーカイブ化することで、他校生78名の事後試聴が実現した。
- ・高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）への他校参加を目指し、本年度は奈良市と奈良女子大学の包括協定のもと、奈良市立一条高等学校の参画に向けた協議を開始した。

(5) 評価計画

- ・データに基づいたSSH事業の評価に向け、「ジェネリックスキル測定テスト」、本校独自に作成した「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」を実施し、成果と課題を分析した。
- ・探究活動等での生徒の成長過程を把握するため、「リフレクションシート」の記述を導入した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

生徒の成果物のアーカイブ化による手法の共有や、他校と協働での課題研究発表会を実施した。

○実施による成果とその評価

多様な評価活動を実践すると共に、データ分析に基づく評価手法の検討を行なった。

○実施上の課題と今後の取組

探究活動の多様化に伴い、指導体制に工夫が必要であることが予想される。継続的な教員研修や専門部会におけるシステム構築により、持続可能かつ他校の指導モデルの構築を目指す。加えて、外部評価を含めた探究活動の評価方法について引き続き検討を行う。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

他校連携・大学連携・企業連携・国際連携を含む外部との連携はオンラインシステムと対面を併用して実施した。異学年合同成果発表会については、外部参加者はオンライン参加とした。

②令和3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

研究開発課題

科学技術イノベーションにより未来社会を創出する「飛躍知」を育むカリキュラム開発

令和3年度の研究開発

1. 探究活動のカリキュラム開発（視点の飛躍、手法の飛躍、発想の飛躍へのアプローチ）

- [1] 5,6年「高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）」の継続実施と大学入学後のゼミの実施
- [2] 6年一貫共創型探究活動カリキュラムに向けた4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」の新設（大和ハウス工業株式会社との共創講座を含む）
- [3] 探究活動に資する理科・数学科の授業改革に向けた指導単元の再構築と新カリキュラムの実施
- [4] 4年「統計入門」の試行と、探究活動のカリキュラムと連携した指導方法の検討
- [5] 異学年合同成果発表会の実施

2. 科学技術イノベーターの育成（視点の飛躍、手法の飛躍、発想の飛躍へのアプローチ）

- [1] サイエンス研究会の生徒による多様な専門家との連携（企業連携・他校連携・国際連携）
- [2] 京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校、本校による高大接続事業

3. 国際連携事業（視点の飛躍、手法の飛躍へのアプローチ）

- [1] 課題解決型の国際連携事業 NARA SAKURA Science Camp の開催
- [2] 海外理数系先進校との国際共同研究や成果発表会のオンライン実施

4. データ分析に基づいた「飛躍知」育成の評価

- [1] 「ジェネリックスキル測定テスト」、「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」の実施
- [2] 大学の教育評価専門の教員を交えた評価手法に関する教員研修会の実施

5. 成果普及とカリキュラムモデルの構築（「飛躍知」育成のためのカリキュラムの普及）

- [1] 5,6年高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）の他校参加に向けた協議
- [2] 他校と共同実施の課題研究発表会（サイエンスコロキウム）の開催や、校内発表会の外部公開
- [3] 探究活動の成果物のアーカイブ化による指導方法の外部公開と生徒の成長過程の可視化

1. 探究活動のカリキュラム開発

[1] 奈良女子大学と連携した5,6年「高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）」の実施と発展

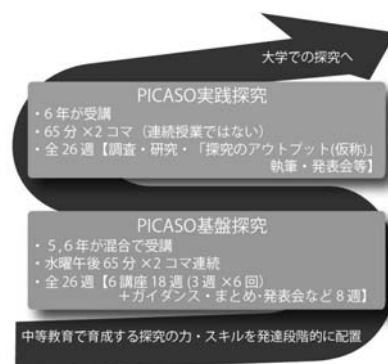
・昨年度に引き続き、高大接続や新たな大学入試のあり方の観点から、奈良女子大学教員と本校教員が連携し、「飛躍知」育成を目指す文理統合型探究活動プログラムを実施した。本プログラムの探究活動の成果を用いて高大接続入試を実施した。

・探究活動の成果を生かした奈良女子大学との高大接続入試を実施した。

・上記の探究活動を含むSSHの探究活動の成果が高く評価され、以下の大学への推薦入試合格者を輩出した。

東北大学 総合型選抜入試（1名）、大阪大学 総合型選抜入試

（1名）、奈良県立医科大学 学校推薦型選抜入試（1名）、京都工芸繊維大学 ダビンチ入試（1名）、高知大学 総合型選抜入試（1名）、千葉大学 総合型選抜入試（1名）、京都府立大学 学校推薦型選抜入試（1名）、慶応義塾大学 総合型選抜入試（1名）、奈良女子大学（9名）



・昨年度の接続入試で奈良女子大学に入学した受講生に対して、大学1年次でのフォローアップゼミを実施し、大学入学後まで続く長期的なカリキュラムを始動した。

[2] 6年一貫共創型探究活動カリキュラムに向けた4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」の新設

・6年一貫共創型探究活動カリキュラムの本格実施に伴い、以下のカリキュラムを新設した。

4年「基盤探究Ⅰ」 昨年度までの4年の探究活動を再編し、自然科学に関する個々の課題について、個人またはグループによる探究活動を通年で実施した。サイエンス研究会の生徒とその他の生徒の共創を実現し、「視点の飛躍」、「手法の飛躍」に相当する「飛躍知」を育成した。

5年「基盤探究Ⅱ」 昨年度までの5年の探究活動を再編・統合し、新たに以下の(i)から(iv)に示す探究活動を実践し、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」に相当する「飛躍知」を育成した。(iii)の一部の講座を大和ハウス工業株式会社と協働で企画・運営し、「飛躍知」の一層の伸長に努めた。

- (i) 奈良女子大学教員との協働、「PICASO」における文理統合型の探究活動
- (ii) 領域や手法の飛躍を伴いながら、自然科学に関する課題を研究する探究活動
- (iii) SDGsに関わる課題を企業や行政、NPO法人などと協働して解決する探究活動
- (iv) 文理を統合して自然観や科学観を涵養することを目指した探究活動

[3] 探究活動に資する理科・数学科の授業改革に向けた指導単元の再構築と新カリキュラムの実施

・第3期SSHの課題となった「理科と数学科の学習時期の差異が与える理数融合授業及び探究活動への影響」をふまえ、再考した理科・数学の新カリキュラムを開始した。

[4] 4年「統計入門」の試行と探究活動のカリキュラムと連携した指導方法の検討

・探究活動に向けた基礎的な統計処理の理解や、様々な場面における有用な諸分布を用いたデータの処理の手法を学ぶことを目的とした新設科目4年「統計入門」を試行した。

[5] 異学年合同成果発表会の実施

・4年「基盤探究Ⅰ」と5年「基盤探究Ⅱ」において、年度末の成果発表会を異学年合同で開催し、個々の探究活動をメタ的に捉え、「視点の飛躍」や「発想の飛躍」につなげる方法を検討した。

2. 科学技術イノベーターの育成

[1] サイエンス研究会の生徒による多様な専門家との共創（企業連携・他校連携・国際連携）

サイエンス研究会の生徒が以下に示す多様な外部連携を展開した。

- ・物理班：情報通信研究機構（NICT）主催の「多言語音声翻訳ハッカソン」に参加し、企業の技術を活用した新しいアイデアを提案。
- ・生物班：株式会社 Pasco が実施する「ゆめちから栽培研究プログラム」に採択。
- ・数学班：大阪府立大手前高等学校が主催する「マスフェスタ」に参加し、研究交流会を実施。
- ・化学班：Preah Sisowath High School（カンボジア）との国際共同研究を実施。

[2] 京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校、本校による高大接続事業

・生物班が京都大学サイエンス連携探索センターと奈良高校が共催する高大接続事業にモデル校として参加し、学部生と高校生が2年間にわたり共同研究を行う探究活動を実施した。

上記の[1]及び[2]に示す多様な専門家との共創により育成された「飛躍知」を生かし、国際学生科学技術フェア（ISEF）での受賞他、以下に示す高い外部評価を得る研究活動を実施した。

国際学生科学技術フェア（ISEF） アメリカ数学会賞2等（大学1回生、昨年度日本代表内定）

未踏IT人材発掘・育成事業 採択（大学1回生、本校在学中の研究により内定）

令和3年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 ポスター発表賞（6年）

テクノアイデアコンテスト2021 グランプリ（4年） 第65回日本学生科学賞奈良県審査 最優秀賞（5年）

3. 国際連携事業

[1] 海外理数系先進校との国際共同研究や成果発表会、NARA SAKURA Science Camp の開催

- ・他校と協働で実施する課題研究発表会や課題解決型の国際連携事業 NARA SAKURA Science Camp を実施し、研究開発の成果を共有した。
- ・サイエンス研究会化学班が Preah Sisowath High School (カンボジア) と共同研究を実施した。

4. データ分析に基づいた「飛躍知」育成の評価

[1] 「飛躍知」の育成とその要因となる効果的なカリキュラムの可視化

- ・「ジェネリックスキル測定テスト」、「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」を実施し、「飛躍知」の育成過程の評価とその手法の研究を実施した。

[2] 大学の専門家を交えた評価研究

- ・大学の教育評価専門の教員を交えた評価手法に関する教員研修会（年 3 回）を実施し、[1]に示す各種データの分析を行い、「飛躍知」育成の達成度及びその評価手法について議論した。

5. 成果普及とカリキュラムモデルの構築

[1] 5, 6 年高大接続文理統合探究プログラム (PICASO) の他校参加に向けた協議

- ・奈良市教育委員会、奈良女子大学と連携し、PICASO への他校参加に向けて議論した。

[2] 他校と共同で実施する課題研究成果発表会（サイエンスコロキウム）の開催や、校内発表会の外部公開、ホームページ等を利用した情報公開

- ・理系女子生徒を中心とした課題研究発表会（サイエンスコロキウム）や本校の探究活動の成果を報告する校内発表会をオンラインにて外部公開した。
- ・生徒の探究活動の深化の過程とその指導方法を共有すべく、探究活動の成果物をアーカイブ化し、本校ホームページで公開した。研究発表動画は約 10 校 100 名の教員や生徒による試聴がなされた。

② 研究開発の課題

1. 探究活動のカリキュラム開発

- ・PICASO を活用した大学進学者の追跡調査を行い、本プログラムの有用性について検証する。
- ・探究活動後に生徒が記述するリフレクションシートを分析し、指導方法の改善に活かす。

2. 科学技術イノベーターの育成

- ・サイエンス研究会の外部連携の成果について調査を行い、育成された「飛躍知」を明らかにする。

3. 国際連携事業

- ・現在実施している国際共同研究を継続し、「飛躍知」伸長の成果と課題を明らかにする。

4. データ分析に基づいた「飛躍知」育成の評価

- ・ジェネリックスキル測定テスト、学習意欲アンケート、飛躍知育成調査の結果を総合的に分析し、探究活動における個々の生徒の「飛躍知」の伸長を評価する。
- ・上記を継続実施し、サイエンス研究会とその他の生徒等、各生徒群の経年変化を比較・分析する。

5. 成果普及とカリキュラムモデルの構築

- ・PICASO における他校参加に向けた、単位認定のあり方や、育成を目指す資質・能力の共有、学校間の生徒の特徴の差異を考慮したカリキュラム設計に関する議論を継続する。
- ・生徒の探究活動の成果物に加え、指導方法を簡潔にまとめたものや評価結果をアーカイブ化し、本校ホームページで順次公開する。閲覧者に対してアンケート調査を行い、効果的な成果普及の手法とそのあり方について検討する。

Ⅲ 実施報告

第1章 研究開発の課題

1. 研究の目的

自然科学に関する学識を深めながら、多様な価値観を有する他者との協働や社会との連携により、従前からの「科学技術」の枠組みに安住しない自由な視点を獲得し、新たな知見や価値、発想の源泉となる「飛躍知」育成のカリキュラムを開発し、責任を持って未来社会を創出する市民リーダーたる科学技術イノベーターを輩出する。

2. 研究開発の仮説

本校が15年間のSSH研究開発で輩出した科学技術人材の特徴を、以下の3つの側面に分節化し、その資質・能力として「飛躍知」を定義し、育成を目指す。

- 【視点の飛躍】自分の課題を単元や科目の枠組みに留めずに、複数の観点や考え方と関連付けて探究することができる
- 【手法の飛躍】学問領域固有の手法に拘泥せず、他分野の手法を拡張させたり、外部の専門家と連携したりするなどできる
- 【発想の飛躍】探究活動の過程において困難や停滞に直面したとき、それまでの手法や考え方を再考し、新たな発想により障壁を克服することができる

「飛躍知」の戦略的育成における有効的な研究開発として、以下の（ア）～（カ）を設定する。

- （ア）6年一貫の共創型探究活動カリキュラムや教科の授業の探究型授業への変革
- （イ）理科と数学の学習内容及び学習時期の再編
- （ウ）サイエンス研究会を科学技術イノベーター育成のモデルケースと位置づけた、大学や企業、海外理数系先進校との共同研究
- （エ）奈良女子大学との高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）の実施と検証
- （オ）理系女子人材の育成を目指した発表会や探究活動の実践
- （カ）質問紙調査やインタビュー調査、特定の生徒の追跡調査などによる、カリキュラムの効果を量的、質的の両面から測定するための評価手法の構築

3. 研究開発の内容

[1]6年一貫共創型探究活動カリキュラムの構築

①1, 2年「探究入門Ⅰ・Ⅱ」および3年「探究基礎」の実践

1, 2年「探究入門Ⅰ・Ⅱ」では、探究活動の基礎となるスキルを身につけるための授業を実践した。3年の「探究基礎」では、自然科学及び人文社会分野のグループ探究と、4年での通年を通じた探究活動（基盤探究Ⅰ）に向けた課題設定に取り組んだ。前半の活動では、共同のテーマをグループ単位で探究

カリキュラムの特徴	理数に偏らない基礎・基本の徹底		学問への興味・関心と学びへの意欲の育成		高大接続を目指す先進的・総合的な視野を持つ理数教育	
	1年	2年	3年	4年	5年	6年
共創型探究活動の段階	基礎期		充実期 飛躍期			
育む資質・能力 (飛躍知)	発想の飛躍	社会への飛躍 社会の諸問題に根差し、探究活動の社会的意義や応用価値を理解する学び				
	手法の飛躍	領域からの飛躍 専門とする学問領域を超え、多領域にわたる視点から発想・考察をする				
	視点の飛躍	授業からの飛躍 学習した内容を深く理解し、主体的に発展させる学				
科目名	探究入門Ⅰ	探究入門Ⅱ	探究基礎	基盤探究Ⅰ	基盤探究Ⅱ	基盤探究Ⅲ 実践探究

し、グループごとの探究過程や成果を比較することで「視点の飛躍」や「発想の飛躍」を目指した。

②4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」の実施

昨年度までの4年の探究活動を再編し、新たに4年「基盤探究Ⅰ」を開講し、3年「探究基礎」で設定した課題について、個人または小集団による探究活動を一年間行なった。加えて、昨年度までの5年の探究活動を再編・統合し、新たに次ページ（i）から（iv）に示す5年「基盤探究Ⅱ」を開講した。

（iii）の一部の講座を大和ハウス工業株式会社と協働で企画・運営し、「飛躍知」の伸長に努めた。

- (i) 奈良女子大学教員との協働, 「PICASO」における文理統合型の探究活動
- (ii) 領域や手法の飛躍を伴いながら, 自然科学に関する課題を研究する探究活動
- (iii) SDGsに関わる課題を企業や行政, NPO法人などと協働して解決する探究活動
- (iv) 文理を統合して自然観や科学観を涵養することを目指した探究活動

③6年「SS課題研究」継続実施と, 次年度以降の新カリキュラムにむけた議論

6年「SS課題研究」の継続実施に加え, 6年「基盤探究Ⅲ」の移行に向けて成果と課題を議論した。

④奈良女子大学と連携した5, 6年「高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)」の実施

異学年での高大接続文理統合探究プログラム (PICASO) の継続実施に加え, 昨年度の接続入試で奈良女子大学に入学した受講生に対して, 大学1年次でのフォローアップゼミを開始した。

⑤4年「統計入門」の実施と探究活動に資する理科・数学科の授業改革

4年「統計入門」の試行によって教材開発を進めるとともに, 4年「基盤探究Ⅰ」と連動しながら年間計画を作成した。また, 第3期SSHの課題となった「理科と数学科の学習時期の差異が与える理数融合授業及び探究活動への影響」をふまえ, 再考した理科・数学の新カリキュラムを順次開始した。

⑥異学年合同成果発表会の実施

4年「基盤探究Ⅰ」と5年「基盤探究Ⅱ」において, 年度末の成果発表会を異学年合同で開催し, 個々の探究活動をメタ的に捉え, 「視点の飛躍」や「発想の飛躍」につなげる方法を検討した。

[2] 科学技術イノベーターの育成と多様な外部専門家との共創

サイエンス研究会の支援として, 「飛躍知」を体現する研究者である大学教員や企業の研究者からの指導・助言を受けたり, 海外理数系先進校との共同研究を実施し, 「手法の飛躍」や「発想の飛躍」などの「飛躍知」の育成を促した。また, 2年間にわたる京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校, 本校による高大接続事業に継続参加し, 大学教員を交えた成果報告会を実施した。

[3] 国際連携事業

課題解決型の国際連携事業NARA SAKURA Science Campや, サイエンス研究会化学班の生徒が Preah Sisowath High School (カンボジア) との国際共同研究を通年にわたり実施した。

[4] データ分析に基づいた「飛躍知」育成の評価

「飛躍知」の育成過程を量的・質的に評価するために, 「ジェネリックスキル測定テスト」による資質・能力の定量化に加え, 新たに作成した「学習意欲アンケート」, 「飛躍知育成調査」, 探究活動の「リフレクションシート」を用いた事業評価及び生徒の成長過程の評価について分析した。

[5] 成果普及とカリキュラムモデルの構築

①5, 6年高大接続文理統合探究プログラム (PICASO) の他校参加に向けた協議

奈良市教育委員会, 奈良女子大学との連携により, PICASOへの参加に向けた協議を継続実施し, 最初のパイロット校として奈良市立一条高等学校の同プログラムへの参加を決定した。

②課題研究成果発表会の開催や, 校内発表会の外部公開, ホームページ等を利用した情報公開の推進

他校と共同で課題研究発表会 (サイエンスコロキウム) を開催し, 各校の成果共有及び奈良女子大学の教員による指導・助言を受ける機会提供を行った。加えて, 生徒の探究活動の深化の過程とその指導方法を共有すべく, 探究活動の成果物をアーカイブ化し, 本校ホームページで公開した。研究発表動画については約10校100名の教員や生徒による試聴がなされ, 成果の普及に繋がった。

第2章 研究開発の経緯

■ 探究活動のカリキュラム開発

高大接続文理統合探究プログラム(PICASO)	<ul style="list-style-type: none"> ・大学教員と本校教員の指導方法の打合わせ(4,5月) ・大学教員の講義の実施(4月～11月) ・探究活動(個人)の実施(9月～2月) ・大学の指導教員との探究活動の相談会(10月～2月) ・6年生向け接続入試成果報告会(4月, 8月)・5年生向け接続入試成果報告会(3月) ・接続入試により入学した大学1回生に対するフォローアップゼミ(年3回)
1,2年「探究入門」	<ul style="list-style-type: none"> ・国語科, 数学科による授業実践(通年) ・短期集中期間を活用した探究活動(10月)
3年「探究基礎」	<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 ・ガイダンスと共通テーマでの探究活動の実践(4月～10月) ・4年「基盤探究Ⅰ」に向けたテーマ決め作成(11月～2月)
4年「基盤探究Ⅰ」	<ul style="list-style-type: none"> ・探究活動の実践(4月～2月) ・中間報告会(10月) ・ポスター作成(1月～2月) ・異学年合同成果発表会(2月) ・リフレクションシートの記入(4月～2月) ・評価検討(7月, 2月)
5年「基盤探究Ⅱ」	<ul style="list-style-type: none"> ・探究活動(4～2月) ・中間報告会(10月) ・ポスター作成(1月～2月) ・異学年合同成果発表会(2月) ・評価検討(7月, 2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(ベーシック講座)と課題研究の実施(4月～11月) ・論文作成(11月) ・評価検討(12月)
理科・数学科の授業改革に向けた協議	<ul style="list-style-type: none"> ・理数研究会(教員研修会)での学習内容及び学習時期の議論(通年) ・各教科での学習内容及び学習時期の整理と新カリキュラムの実施(通年)

■ 科学技術イノベーターの育成(科学クラブ「サイエンス研究会」の生徒の活動支援)

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)
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, 校内発表会による情報交換会の実施(年5回)
多分野融合型課題解決ワークショップ「ベース・キャンプ」	<ul style="list-style-type: none"> ・企画立案(10月) ・連携大学との打ち合わせ(11月) ・ワークショップの実践(3月)
企業連携・他校連携 国際連携・大学連携	<ul style="list-style-type: none"> ・企業の研究資材の活用及び関係者との情報交換会(物理班, 10月～11月) ・企業の研究資材の活用, 小麦栽培ワークショップ(生物班, 通年) ・海外理数系先進校との国際共同研究(化学班, 通年) ・他校との研究会(数学班, 3月) ・京都大学との高大接続事業(通年)
科学コンテストへの参加	<ul style="list-style-type: none"> ・国際学生科学技術フェア(ISEF)にてアメリカ数学会賞2等(数学班卒業生1名) ・未踏IT人材発掘・育成事業に採択(物理班卒業生1名) ・令和3年度SSH生徒研究発表会にてポスター発表賞(化学班1名) ・テクノアイデアコンテスト2021 グランプリ(4年) ・第65回日本学生科学賞奈良県審査 最優秀賞(5年) <p style="text-align: right;">※その他, 各種コンテストに参加</p>
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"> ・3年「探究基礎」, 4年「基盤探究Ⅰ」, 5年「基盤探究Ⅱ」, 6年「SS課題研究」での協働(4月～2月) ・校内研究発表会や異学年合同成果発表会での研究手法の共有(6月, 2月)

■ 国際連携事業

海外理数系先進校との研修	<ul style="list-style-type: none"> ・タイのチト・ラダスクールとの国際共同研究(化学班, 通年)
NARA SAKURA Science Camp	<ul style="list-style-type: none"> ・実施内容打ち合わせ(7月) ・事前学習(8月) ・オンライン開催と事後学習(9月)

■ 評価研究と成果普及

評価研究	<ul style="list-style-type: none"> ・大学教員と本校教員によるPICASOの高大接続入試に伴う評価研究(通年) ・教育課程委員会, 理数研究会での評価研究(11月～2月) ・探究活動後のリフレクションシートの配布と分析(通年) ・ジェネリックスキル測定テスト, 学習意欲アンケート, 飛躍知育成調査の実施(12月) ・大学の教育評価専門家を交えての評価研修会(7月, 10月, 2月)
成果普及	<ul style="list-style-type: none"> ・探究活動の成果物(ポスター, 発表動画)のアーカイブ化(通年) ・SSH情報交換会(12月) ・他校教員を交えたSSH成果報告会(2月) ・課題研究成果発表会「サイエンスコロキウム」の実施(12月) ・校内発表会のオンライン公開(10月)

第3章 研究内容及び評価と課題

第1節 「飛躍知」を育成するカリキュラム開発

[1] 研究開発の課題と経緯

1. 育成を目指す「飛躍知」と必要となる学びの様相

15年間のSSH研究開発を経て輩出した科学技術人材の特徴について、各種アンケートやインタビュー、進路調査により分析し、効果的な教育活動について整理を行った。その結果、以下の3つの能力の育成が重視されることがわかった。第4期では、その資質・能力として「飛躍知」を定義し、その育成を目指す。

本校が育成を目指す「飛躍知」

- 【視点の飛躍】自分の課題を単元や科目の枠組みに留めずに、複数の観点や考え方と関連付けて探究することができる
- 【手法の飛躍】学問領域固有の手法に拘泥せず、他分野の手法を拡張させたり、外部の専門家と連携したりするなどできる
- 【発想の飛躍】探究活動の過程において困難や停滞に直面したとき、それまでの手法や考え方を再考し、新たな発想により障壁を克服することができる

これらの資質・能力が育成され、発揮される学びの様相として、以下の3つを想定する。

「飛躍知」が育成され、発揮される学びの様相

- 「学習した内容を深く理解し、主体的に発展させる学び（授業からの飛躍）」
- 「専門とする学問領域を超え、多領域にわたる視点から発想・考察をする学び（領域からの飛躍）」
- 「社会の諸問題に根差し、探究活動の社会的意義や応用価値を理解する学び（社会への飛躍）」

第4期SSHでは、この資質・能力と学びの様相との双方の観点から「飛躍知」育成のためのカリキュラムを設計する。カリキュラムの軸は、6年一貫の共創型探究活動に置き、課題設定の場面や研究過程において授業内容や教科・分野という領域の枠組みに捉われない姿勢を涵養する。加えて、他者の研究過程に触れ、自分の研究の現状を分析的に振り返ることにより、新たな「視点の飛躍」や「発想の飛躍」をねらう。これらの探究活動の過程には、大学教員や企業の研究者・技術者、NPO法人関係者などとの協働や連携の場면을意図的に設定し、生徒が自分の探究課題や探究過程を別の角度から捉える機会とすることで、「飛躍知」の育成が達せられる。探究活動のロールモデルとして、サイエンス研究会の活動支援を継続して行う。第3期SSHにおいて、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えることで、その他の生徒が目指すべき探究活動のあり方を具体的にイメージできることがわかった。この成果をふまえ、サイエンス研究会の活動支援を継続すると共に、「飛躍知」育成の観点から外部の専門家との共創を意図的に促す。上記に示した仮説を検証方法として、生徒の学習意識の変容を質問紙調査やインタビュー調査により分析したり、特定の生徒の変容を長期間観察したりするなど「飛躍知」の伸長を測定できる評価基準や評価方法の研究を行う。具体的な研究開発内容として、以下を予定している。

- ① 6年一貫共創型探究活動カリキュラムの構築
- ② 5,6年「高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）」の実践
- ③ 探究活動に資する理科・数学科の授業改革
- ④ 理科・数学科融合授業「サイエンス・イシューズ」の実践
- ⑤ サイエンス研究会の多様な外部連携（企業連携・大学連携・国際連携・他校連携）
- ⑥ 京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校、本校による高大接続事業
- ⑦ 海外理数系先進校との国際共同研究や成果発表会、NARA SAKURA Science Campの開催
- ⑧ 成果普及とカリキュラムモデルの構築（PICASOへの他校参加制度、成果の外部公開）

[2]-1 研究開発の内容

1. 6年一貫共創型探究活動カリキュラム

■全体構想

本校 SSH における探究活動カリキュラムは、第 2, 3 期 SSH において本格的に構成された。

この第 3 期 SSH で構成した探究活動カリキュラムにおいて、4 年生で自然科学分野と人文科学分野を半年ずつ入れ替えて探究する「課題研究 世界Ⅱ」を、6 年生に探究活動の総まとめと位置付けた「SS 課題研究」を設置し、5 年はリベラルアーツ涵養を目的とした学校設定科目「コロキウム」を設置した。この探究活動カリキュラムは、4 年で獲得した研究スキルと 5 年で涵養した自然観・科学観を生かして、6 年理系生徒を対象に課題研究を進めるという理念にもとづいて構成されていた。

このカリキュラムは、第 2 期の成果をふまえつつ、6 年まで課題研究の時間を確保する形になっていたが、4 年と 6 年の間に時間的分断があり、研究活動の深化という点で課題があった。

上記をふまえ第 4 期 SSH では、これまでに実践を重ねてきた探究活動カリキュラムを「飛躍知」育成の観点から再構成し、大学・企業との連携を拡充させつつ、探究活動に連続性を確保するためにカリキュラムを 2-4 制に編成し、実質的な研究時間を十分に確保するよう、下表のように改編した。

低学年では探究活動の基盤となる知識やスキルの獲得を徹底するとともに、授業における学習活動と探究活動の共通部分を拡充し、探究活動の常態化を図る。中・高学年 4 年間の探究活動は「共創型探究活動」と定義し、授業で学習する内容や教科・分野を超えた課題設定のもと分析・考察ができる「視点の飛躍」を目指す探究活動や、個々が設定した学問領域に関わる課題や社会に存在する課題を、他者と協働して行う「手法の飛躍」を目指した探究活動を意識的に設定する。特に高学年では、大学や大和ハウス工業株式会社をはじめとする企業の研究者・技術者、NPO 法人関係者などとの協働を積極的に導入することで「発想の飛躍」を引き起こす共創型探究活動を展開する。

カリキュラムの特徴	理数に偏らない基礎 基本の徹底		学問への興味 関心と学びへの意欲の育成		高大接続を目指す先進的 総合的な視野を持つ理数教育	
	1年	2年	3年	4年	5年	6年
共創型探究活動の段階	基礎期		充実期・飛躍期			
育心資質・能力 (飛躍知)	発想の飛躍			社会への飛躍 社会の諸問題に根差し、探究活動の社会的意義や応用価値を理解する学び		
	手法の飛躍	領域からの飛躍 専門とする学問領域を超え、多領域にわたる視点から発想・考察をする学び				
	視点の飛躍	授業からの飛躍 学習した内容を深く理解し、主体的に発展させる学び				
科目名	探究入門Ⅰ	探究入門Ⅱ	探究基礎	基盤探究Ⅰ	基盤探究Ⅱ	基盤探究Ⅲ 実践探究

■仮説

- ①課題設定の場面や研究過程において、授業内容や教科・分野という領域の枠組みに捉われない姿勢を涵養し、他者の研究過程に触れ、自分の研究を分析的に振り返ることにより、新たな視点や発想を獲得することができるようになり、「視点の飛躍」「手法の飛躍」を達成できる。
- ②探究活動の過程に、大学や企業の研究者・技術者、NPO 法人関係者などとの協働や連携の場面を意図的に設定し、生徒が自分の探究課題や探究過程を別の角度から捉える機会とすることで、「発想の飛躍」

が達せられる。特に4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」では異学年合同の成果発表会を開催し、3年「探究基礎」の一環として、3年生が聴衆として参加することにより、発表者の4,5年生には探究活動の内容の面で、3年生には研究計画の面で「視点の飛躍」や「手法の飛躍」が引き起こされる。

③4年「基盤探究Ⅰ」で試行するリフレクションシートにより、自分の研究過程をメタ的に捉え、他者との協働によってもたらされたアイデアや乗り越えるべき問題点を認識することで「発想の飛躍」が引き起こされる。

④③のリフレクションシートを用いて、指導教員が生徒の活動状況や変容を即時的に把握するとともに、生徒の日常的な自己評価および中間報告や成果発表会での相互評価と組み合わせて「飛躍知」の起こりを的確に捉え、探究活動の評価に反映させることができる。

■今年度の探究活動カリキュラム

今年度の6年一貫探究活動カリキュラムは、以下の通りである。

1年 探究入門Ⅰ (1単位)	5年 基盤探究Ⅱ (2単位)
2年 探究入門Ⅱ (1単位)	6年 SS 課題探究 (1単位)
3年 探究基礎 (1単位)	PICASO 基盤探究 (3単位)
4年 基盤探究Ⅰ (2単位)	PICASO 実践探究 (3単位)

4年には新規に「基盤探究Ⅰ」を設置し、昨年度の3年「探究基礎」で設定した探究課題について、個人またはグループによる探究活動を一年間行う。また、5年「基盤探究Ⅱ」の準備として、(i) PICASO 類型、(ii) 自然科学類型、(iii) コロキウム類型に分かれた探究活動を行う。さらに、4年「基盤探究Ⅰ」の全研究テーマおよび5年「基盤探究Ⅱ」の自然科学類型、コロキウム類型の一部が年度末に成果発表会を異学年合同で開催した。また、3年「探究基礎」として、次年度の研究計画を作成している3年生が聴衆として参加し、先輩たちの発表に触れて研究計画を深化・発展させることをねらいとした。

加えて、今年度の探究活動カリキュラムにおいては、以下の3点に重点をおいて研究開発を行う。

- ・3年「探究基礎」の2年間の実践の成果を比較して、「探究基礎」の展開や指導方法が、生徒の「飛躍知」育成にどのような影響を与えているか、分析する。しかし、昨年度は新型コロナウイルスの影響を受けて、十分な授業展開ができなかったため、今年度に初めて行う実践も多かったため、比較のできない部分については、成果を振り返り次年度の課題を明確にする。
- ・昨年度まで開講されていた4年「課題研究 世界Ⅱ」と今年度より開設した4年「基盤探究Ⅰ」は3年の探究活動との連続性という点で大きく異なる。この2つの探究授業の成果や生徒の変容を比較することにより、3年「探究基礎」設置の効果を検証する。
- ・探究活動カリキュラムの改編に伴い、6年「SS 課題研究」を終了するにあたり、成果と課題を明確にするとともに、「SS 課題研究」の成果の新規探究カリキュラムへの反映方法について検討する。

(1) 1, 2年「探究入門Ⅰ・Ⅱ」

昨年度から新たに始まった「探究入門Ⅰ」および「探究入門Ⅱ」は、本校の4期SSHの研究開発課題である「飛躍知」を育成するための6年一貫共創型探究活動カリキュラムのスタートとして位置付けている科目である。これから6年間の探究活動において必要とされる資質・能力として、Word や Excel, PowerPoint のようなソフトウェアの操作スキルだけでなく、データを状況に応じて集計し、グラフ化する

ることで視覚的に表現し、統計的手法をもとに分析を行うなどのデータサイエンスの知識と活用能力を設定している。さらには、ポスターやプレゼンテーションなど、自分の研究成果を文章や図、グラフなどを用いて正確かつ効果的に表現し、いかに他者にうまく伝えられるか、といったプレゼンテーションスキルも必要となってくる。「探究入門」では、プレゼンテーションスキルを国語科教員が、データサイエンスの能力を数学科で育成できるように、国語科と数学科が連携してカリキュラムを組み立てている。

1年「探究入門Ⅰ」では、4期SSHにおける統計分野カリキュラムの再編を見通して、データ分析の基本的な内容を扱った。実際の授業では、度数分布表やヒストグラム、度数分布多角形などのデータ全体の分布のようすを表す手法を学習するとともに、代表値や四分位数、箱ひげ図などのデータの散らばりの度合いに着目して分析する手法を身につけた。

2年「探究入門Ⅱ」においては、統計分野のうち確率と標本調査について場合の数や正規分布などの高度な数学を用いず、具体的な事例を通してその単元の本質を理解することを目的としている。例えば、確率の単元では、実際にサイコロを1人100回投げ、統計的確率を求めることにより、既習の相対度数との関係を理解し数学的確率との違いを理解することを重点的に学習した。また、標本調査の単元では、テレビ番組の視聴率を題材にし、視聴率の求め方や誤差について、さらには区間推定の方法など、標本平均から全体の傾向の説明・考察ができる姿勢を身につけた。

また、この2年間の「探究入門」の成果として、「令和3年度奈良県統計グラフコンクール」に2・3年生が参加した。この統計グラフコンクールへの参加を通じて、自らテーマを設定し、データの集約とデータ処理、グラフの作成、考察という流れを実践することができた。また、出品した作品については、返却され次第、互いの作品について発表・意見交換を行い、「視点の飛躍」、「授業からの飛躍」につなげたい。

(2) 3年「探究基礎」

「探究基礎」は3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、自然科学と人文社会科学の両面から、本格的な探究活動において必要となる基本スキルや態度を育成することに主眼を置いている。また、1,2年の「探究入門Ⅰ・Ⅱ」で身につけた基礎スキルを、一連の探究活動の流れを追いながら、より実践的に磨き上げるとともに、探究活動のプロセスにおける各段階に求められる考え方や姿勢を身につけ、次年度以降の個別探究に向けた準備を行う期間と位置付けている。そして、共通の課題に取り組ませることにより、問いの立て方、仮説の立て方や検証方法の検討を比較させることが可能になり、多様な考え方や観点を関連付けて探究する「視点の飛躍」や、課題を見つけ仮説を立てるうえででの困難を乗り越える「発想の飛躍」を引き起こすことを意図している。

今年度は以下のように学年を4講座に分け、自然科学分野と人文・社会科学分野に分かれて、両方の分野における探究場面を体験させ、2分野の特性を生かしながら、探究活動の各場面において必要と考える技術の習得と飛躍地の育成を目指した。

学期	α 講座	β 講座	γ 講座	δ 講座
1	ガイダンス（研究倫理・文献調査の方法と著作権保護について）			
	自然科学分野 「細菌類・菌類」を実験対象に、仮説立案・実験方法の検討・実験ノートの取り方・データ分析の方法・考察の仕方を体験的に学ぶ。		人文・社会科学分野① 研究テーマを決めるための方法を体験的に学ぶ。	人文・社会科学分野② 効果的なプレゼンテーションについて学ぶ。
			人文・社会科学分野②	人文・社会科学分野①

2	人文・社会科学分野①	人文・社会科学分野②	自然科学分野
	人文・社会科学分野②	人文・社会科学分野①	
	全体発表会（ポスターセッション）		
3	研究グループと研究テーマ決め／先行研究調査・研究計画書作成		

1, 2 学期に行った体験的な学びでは、各講座内で 4 人班をつくり、生徒たちが互いに議論しながら探究を進めていった。2 学期に実施した全体発表会では、4 講座を解体し新たな班を構成し直すことで、1, 2 学期の取り組みを班内で共有させた。そして、今まで自分たちは何を学んできたか、学んできた中でより深めたいことは何か、自分たちが学び取った共通点などを生徒たちに考えさせ、自分たちが体験的に学んできたことの要素をポスターにまとめて発表させた。同じ題材を体験的に学んできた生徒たちだが、班の構成員が異なると題材の捉え方や実験手法も異なることに、自分たちで気が付いたようであった。また、何をテーマとするポスター発表をするのか、自分たちの学びの共通点をつなぎ合わせるができないと悩み、話し合いがなかなか進まない班もあったが、つなぎ合わせるのではない別の方法を自分たちで導き出していた。ここに「発想の飛躍」を垣間見ることができた。そして、ポスターセッションでは、31 枚のポスターが貼り出されたが、同じテーマの発表がなかったことから「視点の飛躍」が見られた。同じ体験をした生徒同士のポスターセッションであったため質疑応答が盛んに行われ、発想の飛躍が大きい班には多くの聴衆が集まっており、生徒たちが互いに学び合う場面が多く見られた。

(3) 4 年「基盤探究 I」

4 年「基盤探究 I」では、「探究入門 I・II」や「探究基礎」で会得した手法と姿勢を生かして、自然科学および人文・社会科学に関する個々の課題について、個人または 2～3 名から成る小集団による探究活動を一年間行う。昨年度の 3 年「探究基礎」の終盤に各自のテーマを発見し、時間をかけて仮説を練り上げ、先行研究の調査を済ませ、研究計画書を作成しておくことにより、4 年での探究活動が 4 月当初からスムーズに始められるよう、3, 4 年生の探究活動には連続性を持たせている。指導については全教科の教員が行う。今年度は国語、社会、数学、英語、保健体育、創作から各 1 名、理科は 3 名の合計 9 名の教員が担当し、研究テーマに基づいて講座の編成を行った。テーマについては巻末の資料を参照されたい。

前年度まで 4 年生は「課題研究 世界 II」と称する探究活動が行なってきた。「課題研究 世界 II」では、課題研究入門に相当する授業として、学年を 2 分割して、自然科学的アプローチと人文社会学的アプローチに分けて実施してきた。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んでいた。特に、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てきた。この授業は課題研究の入門的位置づけとしての役割は果たしてきたが、以下のような課題を抱えていた。

- ・自然科学、人文社会科学を半年ずつ扱うため、各領域での探究活動の時間を十分確保できず、探究活動の基礎的な技能や姿勢の育成が十分にできなかった
- ・各領域において、全員が同じ課題のもとで探究を行うことで、多様性に欠けアプローチが単一的になりやすく、「視点の飛躍」や「手法の飛躍」が起こりにくい

後者については、共通課題を扱うことにより、グループ間を比較しながら探究に必要な資質を共有していけるという利点があり、「探究基礎」に引き継がれた。

これに対して本授業では、個々の課題に取り組みさせることにより、本格的な探究活動を一年間行い、その過程において、多様な研究テーマに取り組みさせることと、他者との協働や指導教員、大学教員、企業の研究者などから助言を得ることで「視点の飛躍」や「手法の飛躍」を引き起こす。同時に一年間の探究活動の中には、失敗や問題が発生し探究活動が滞る場面も起こり得る。そのような場面において、じっくりと自分の仮説や実験の妥当性を検討し直し、新しい方向へ転換したり、状況を改善したりする創意工夫を行うことにより、「発想の飛躍」に至ると考えられる。課題を見つけ仮説を立てるうえでの困難を乗り越える「発想の飛躍」を引き起こすことを意図している。

■中間報告会

探究活動の進捗を確認するとともに、自分たちの研究内容を説明する場面や近い分野を研究する他のグループの発表を聞く場面を設定し、研究内容を共有することを意図して、10月15日（金）の授業時間を利用して、中間報告会を実施した。今回は、自分たちの進捗状況を認識し、他のグループのアイデアや手法を共有し自分たちの研究に応用しやすいよう、比較的近い研究領域の発表を相互に聞くことにして、自然科学系と人文・社会科学系に分かれて報告会を実施した。自然科学と人文・社会科学のそれぞれのなかで講座や研究分野を混ぜて、各グループから研究テーマの説明、仮説および仮説に至る経緯、実験・調査内容、進捗状況、今後の課題について8～10分程度の報告と質疑を行った。各報告に対して、ルーブリックをもとに「課題設定」、「仮説の設定」、「実験・調査の設計」、「共創」に特化して作成した評価シートを用いて、生徒による相互評価と教員による評価を行ない、結果を生徒に還元した。

■成果発表会

年度末には、外部施設にて5年「基盤探究Ⅱ」と異学年合同の成果発表会を行い、全テーマがポスター発表を行った。ここでも、ルーブリックをもとに作成した評価シートを用いて、生徒による相互評価、自己評価および教員による評価を行った。詳細は1.（6）異学年合同成果発表会にて報告する。

■評価

今回の実践では、毎回の活動後にリフレクションシートを記入させている。これにより、生徒の探究活動の状況を把握し、指導に生かすことができた。詳細は後述する。中間報告会での相互評価、自己評価、教員評価および最終の成果発表会での相互評価、自己評価、教員評価に基づいて評価を行う。基本的にはルーブリックに照らした評価を行っている。

■成果と課題

今年度の実践を通して、一年間という長い期間をかけた探究活動を行うことにより、研究の見通しが立てにくい（すぐに結果や成果が出ない）課題に腰を据えて取り組むことができ、仮説の甘さや実験手法・基本知識の不足などによる失敗や停滞に直面する生徒が多かったが、その際に指導教員からの助言や仲間との議論などにより乗り越えようとする努力や試行錯誤が見られた。このような試行錯誤により、「発想の飛躍」が引き起こされた生徒もいることが、リフレクションシートの記述からも読み取れ

た。次年度に向けては、発表準備に思いのほか時間がかかったため、年度計画を立てる際に注意が必要である。また、リフレクションシートの記入をより丁寧にさせて、分析の精度を上げていきたい。

(4)5年「基盤探究Ⅱ」

5年「基盤探究Ⅱ」は、コロキウム類型・科学探究類型・PICASO 類型の3つの類型から構成される。ここではコロキウム類型と科学探究類型について説明し、PICASO 類型については後述する。

(i) コロキウム類型

「コロキウム類型」では、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を学ぶことをめざしている。

●**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。

●**内容** 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われないさまざまなテーマの講座を開講し、学問の根底にある考え方を学び、自己の科学観や生命観の変容を捉える。

●**指導方法** 本校教員が中心となり指導する。適宜、大学教員・大学院生・研究者の協力を得る。

●**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」を重視し、自分の変容を認識する。

【2021年度の開講講座】

講座1	家と住まいを考える【大和ハウス工業との共創講座】	(国語科教諭)
講座2	「生きるということ」についてともに考える	(社会科教諭)
講座3	科学論の展開	(数学科教諭)
講座4	文化人類学的な視点から問いを立てる	(英語科教諭)
講座5	人生幸福論	(家庭科教諭)
講座6	「つながる」「つなげる」について考える 2021	(体育科教諭)
講座7	well-being 実行講座	(養護教諭)

(ii) 科学探究類型

「科学探究類型」では、文理の枠を超え、特定の分野や視点にとらわれない探究活動をめざしている。

●**目標** 1年間の継続した探究活動を行い、「特定の分野や視点にとらわれずに発想・考察する力」や、「探究活動の社会的意義や応用価値を見出す力」などを育成する。

●**内容** 4年「課題研究 世界Ⅱ」から継続した研究テーマまたは自らの興味・関心に基づいて新たに計画した研究テーマに関する探究活動を個人または少人数のグループにより行う。

●**指導方法** 本校理数教員が中心となり指導する。適宜、大学教員・大学院生・研究者の協力を得る。

●**評価方法** 探究活動への取り組み方や態度（仮説・計画・実践・改善等）および成果物（研究ノート、発表用資料、ポートフォリオなど）、成果発表会における他者評価ならびに自己評価など。

今年度は、5年生8名を理科教員2名で担当している。研究テーマは物理、化学、生物、音楽と多岐にわたり、どの研究テーマも今年度新たに計画されたものである。夏休み前後に中間発表会を2回実施し、進捗状況を確認するとともに、異分野の研究を行っている生徒同士で質疑応答や意見交換をさせた。また、指導は授業時間内のできる限り行い、生徒から提出された研究ノートをチェックして適宜アドバイスを与えるように心掛けた。毎授業後には Google Forms を用いて、本時の取り組みとその自己評価およ

び次回するべきことなどを回答させることで、探究活動に取り組む姿勢や進捗状況を把握しやすくなるように工夫し、探究活動における手法・視点・発想の飛躍を可視化することをめざした。

(5) 6年「SS 課題研究」

SS 課題研究アドバンス講座は、低学年から研究を継続してきたサイエンス研究会の生徒が、総まとめの時間に充てたり、3年から受講してきた探究活動を継続したいと希望したりする生徒が洗濯する講座である。第3期より5年間継続されてきたSS 課題研究のアドバンス講座とベーシック講座を選択した生徒の各研究テーマ数の変遷は、以下のとおりである。

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
アドバンス講座	10	20	10	15	10
ベーシック講座	16	11	14		16

※2020年度はコロナ禍のため、ベーシック講座でのグループ研究は実施を見合わせた。

アドバンス講座は主に個人研究が多く、研究テーマ数がほぼ講座選択生徒数として換算することができる。2018年度は特に数学分野の研究が多くみられ、この年のサイエンス研究会数学班の活躍が伺える。また、2020年度以降は、サイエンス研究会に所属しない生徒の選択数も増えている。これは、探究活動を6年一貫カリキュラムとして組み直し、体系的に取り組んできた成果と考えられる。

今年度のサイエンス研究会所属生徒たちは、研究目的が明確になっており、実験計画を立てる力も既に身につけていたため、実験用具の使い方や具体的な手法の説明などを担当教師が指導する程度であった。また、実験仮説通りに進まないときには、先行研究を調査し、新たな論文を見つけ出したり、専門家にコンタクトをとってアドバイスをもらったりして、手法の飛躍が見られた。同じ分野ではあるが、異なるテーマの生徒が1つの部屋に集まって実験・調査を行っていたため、自然と議論が生まれ、実験に行き詰ったときなどには、新たなアイデアを得るなど、発想の飛躍の場面も見られた。個人研究ではあるが、他分野の生徒との語りは視点の飛躍にも有効であることが確認できた。

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、探究活動はグループで行わせた。本講座では第1～5回の授業では、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習させた。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、探究活動に取り組ませた。

以下に今年度の研究テーマを示す。

溶液の粘性と音の振動数	水の冷却
線形の空気抵抗 ～効率の良い先頭形状とは～	日本の少子高齢化問題の数理モデルによる考察
感染症と人口 ～SIRモデルによるシミュレーション～	自由落下するボールの速度変化と加速度変化
SNSにおける情報の拡散力についての考察	水の摩擦熱の可視化
空気抵抗と物体の表面積が運動に及ぼす影響	SIRモデルを用いた感染シミュレーション
生物多様性の変化の数理モデル	感染症数理モデルに基づく考察
色彩と体内時計の関係	メトロノームの同期現象
時間変化による麺の質量変化	生態ピラミッドの個体数変化を紐解く

(6) 異学年合同成果発表会

■ねらい

「飛躍知」を育成するためには、個人の研究内容や研究領域に留まらず、異なる研究分野において探究活動を行う生徒との意見交換を促進することが重要である。そのため、4年「基盤探究Ⅰ」では、すべての研究グループが中間発表会を行い、それぞれの研究内容や研究上のアイデアや技能を共有することにより、個々の後半の探究活動に反映させていく機会を設ける。

さらに、年度末には合同成果発表会を行い、4年「基盤探究Ⅰ」の生徒全員、5年「基盤探究Ⅱ」の大和ハウス工業株式会社との共創講座に参加した生徒、奈良女子大学と連携した5,6年「PICASO」に参加している生徒、サイエンス研究会に所属している生徒が成果発表を行なった。この成果発表会では、本校教員だけではなく、大学教員、研究員、企業関係者などを評価者に加える。これにより、生徒に対して多様な評価者からの助言が与えられ、自分の研究成果を多角的な視点から捉えなおす効果が期待できる。加えて、本校における「飛躍知」の分節化の妥当性をさまざまな角度から検討することができる。

特に、大和ハウスの社員の方々に事前にポスターを見学していただき、コメントや助言などを得る機会を設けていることが特徴的である。研究者や教員とは異なり、実際に製品開発やマーケティングなどに携わる企業の方々から助言を受けることは大変貴重な機会であり、学校教育の枠組みの内側では気づき得ないアイデアや着眼点に触れることとなり、「発想の飛躍」や「視点の飛躍」を獲得することができる。同時に、産業の視点から課題を捉え直すことにより、学問領域に留まらない「社会への飛躍」がもたらされる探究も出現するのではないかと思われる。

この合同成果発表会は「異学年」が合同で行うという特色がある。サイエンス研究会の低学年の生徒から6年生までが互いの探究活動の成果を発表しあうことで、自分たちの研究計画を練り直す「視点の飛躍」や「手法の飛躍」が引き起こされる。また、一部の生徒が参加している3年生においては、「探究基礎」において、年度末にかけて次年度の「基盤探究Ⅰ」にて取り組む探究課題を設定し、研究計画書を作成している段階である。そのような3年生が聴衆として参加することにより、1年後の自分たちの姿を想定できる。また、4年生にとっては、自分たちの探究内容や発表内容に対する後輩からの率直な質問や感想から、不足部分や考慮していなかった点に意識が向き、「発想の飛躍」につながることを期待できる。

■実施日 2022年2月19日(土)

会場 大和ハウス工業株式会社 「みらい価値共創センター コトクリエ」

■実施報告

本校の「公開研究会」および「SSH 成果発表会」の一部として、大和ハウスの研究センターである「みらい価値共創センター コトクリエ」を借り、「基盤探究Ⅰ」の異学年合同成果発表会を行った。全49の研究テーマすべてがA1サイズのポスター1枚に成果をまとめ、ポスター発表を行った。当初の計画では、一般の参会者も会場に招いて、対面形式での発表会を行うことになっていたが、コロナウイルスの感染拡大に伴い、4年生および5年生の一部(発表者のみ)と本校教員のみが会場にて発表会を行い、その他の参会者に向けては、本校のホームページ上に発表グループまたは個人すべてのポスターを掲載し、そちらを見てコメントや質問、感想などを集約する方法が採られた。本来であれば3年生の聴衆としての参加を予定していたが、自身の研究発表を行う生徒以外は、オンラインを活用する形式に変更となった。

(7) 大和ハウス工業との共創講座

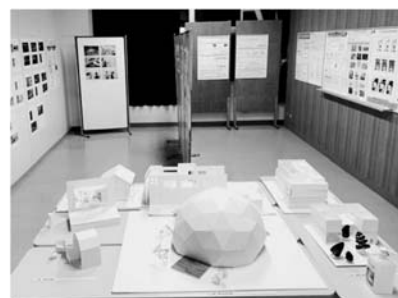
今年度の新規事業として特筆すべきものとして、企業との協働・共創が挙げられる。大和ハウス工業株式会社（以下、「大和ハウス」）と本校の間で「教育学習連携プログラム覚書」を交わし、5年「基盤探究Ⅱ」のコロキウム類型の1つの講座（呼称「Student アゴラ講座」）として「家と住まいを考える」を共同で開講し、年間を通して以下のような授業計画や授業内容、教材を協働して作成し実践した。

[前半] (4月～9月)「理想の家を形にしよう」

①	ワークショップ	照明、気候、風土、材料、家具、バリアフリー、耐震などのテーマについて、専門とする社員によるワークショップを行った。
②	アイデアの構想	「理想の家」をテーマに、グループでアイデアを構想した。
③	作品制作	アイデアを図面に起こし、スチレンボードで模型を作成した。
④	作品発表	完成した作品とポスターやスライドを用いてアイデアを講座内で共有し、作品とポスターを学園祭において展示発表した。

[後半] (10月～2月)「理想の街を構想しよう」

①	アイデアの構築	「理想の街」をテーマに、キーワードやコンセプトについて議論を行い、アイデアを構想した。
②	実地調査	実際に奈良市内の古い町並みなどでフィールドワークを実施した。
③	ワークショップ	実地調査で得たものをもって、街づくりに関するワークショップを行い、アイデアを整理した。
④	作品制作	「理想の街」について、地図とポスターを作製した。途中で中間発表を行い、練り直しを図った。
⑤	作品発表	2/19（土）の成果発表会にてポスター発表を行った。



この事業を通じて、本校教員と大和ハウスの社員間で、テーマや課題設定、教材や授業内容、授業展開などを議論することで、学校側には企業や社会で求められる人材像を把握したり、知識を実社会での課題解決に活用する手法に触れる機会として、企業にとっては人材育成のノウハウを改良する機会としてのメリットが得られた。また、生徒は各回の授業を担当していただいた専門職の社員たちとの対話や質問などを通じて、複数の条件からどれを選び、どのように軽重をつけていくのかという判断基準やコストや規制といった付加条件まで考慮に入れる必要に迫られることによる「手法の飛躍」や、企業と協働して探究することにより、学校教育の枠組みでは教わることのない価値観や考え方に触れる機会となり「発想の飛躍」が引きこされた。さらに、企業で働く専門家との継続的な関与により、生徒のキャリア意識の涵養につながった。今回の企業との共創により生まれた授業を、次年度も改良するとともに、他校にも広く普及していくことを今後の課題としていきたい。

[3]-1 実施の効果とその評価

(1) 4年「基盤探究Ⅰ」における取組

■リフレクションシートの導入

本校では、新たに設計した探究型授業や理数融合授業においてリフレクションシートを作成し、生徒の学びの変容を振り返りの記述と自己評価により把握することを進めている。このリフレクションシートにより、「飛躍知」の育成を適切に捉えるため、特定の生徒を追跡して見取り、どのような場面で資質や能力の「飛躍」が起こったのか、そのときに教員がどのように関与し、どのような指導が行われたのかを把握することをねらいとしている。

今年度の「基盤探究Ⅰ」では、自然科学系、人文・社会科学系の双方において、Google Forms を利用した「基盤探究Ⅰ活動報告」と称するリフレクションシートを生徒に記入させ、それを担当教員と共有してきた。リフレクションシートは、以下の質問項目から構成した。

- Q1. 今回のあなたの役割を説明してください。
- Q2. 今回のあなたの活動の結果（成果あるいは失敗）を説明してください。
- Q3. 仲間との議論や先生からのアドバイスから得た新たな気づきやアイデアを書いてください。
- Q4. (ループリックを掲載したうえで) ループリックのうち、今回評価できると考えるものについて、3段階（A, B, C）で自己評価をしてください。なお、活動全体の自己評価は必ず回答すること。
- ①課題の設定 ②研究活動 ③データの処理と分析 ④考察と結論
⑤記録と発表 ⑥共創 <全体評価>
- Q5. 次回あなたが取り組むべき課題を説明してください。

これらの質問項目の意図として、Q2は成功した内容だけではなく、敢えて失敗を認識させて、問題点の所在や修正の方法を検討させることで「発想の飛躍」の起こりを捉えようとしている。Q3は他者との協働や教員の助言によりどのような思考がもたらされたかを明らかにし、「視点の飛躍」や「手法の飛躍」の起こりを捉えようとするものである。

Q1. 今回のあなたの役割を説明してください。	Q2. 今回のあなたの活動の結果（成果あるいは失敗）を説明してください。	Q3. 仲間との議論や先生からのアドバイスから得た新たな気づきやアイデアを書いてください。	①	②	③	④	⑤	⑥	全体	Q5. 次回あなたが取り組むべき課題を説明してください。
研究のまとめ	発表に向けてスライド製作の続きをしました。	パワーポイントの画像のトリミングの方法を知りました。	B	A	B	B	A	B	B	中級定理のもとになる三平方の定理を次元的、多角的に拡張すること
自分の証明した定理と既に発見された式との互換性を調べる	活動途中です	4等分の場合は互換性がある		A		B	A		A	自分の証明した定理の別証明
四平方の定理について理解すること	四平方の定理については途中である。実習生の方に尋ねられたので自分の過去の研究について説明した	自分が過去に行った研究を見返すことができた		B			B		B	四平方の定理に出てくる3つの直角のうち1つの角を変化させたときを考える
個人	四平方の定理の一般化の証明の写し、イプシロンデルタ論法を使った問題、校内発表会の動画を提出	問題文の条件をよく見て代入する数を決める		A		B	A		A	角度を変化させて四平方の定理を拡張してみる
n等分の定理を積分形式で書くこと	まだ途中ですがまだ上手くいってません	球の体積を求めるように差分などを利用してみようと思う	B	C		B			B	積分形式で表すために、 Δx の計算ベクトルを使った証明を考える
四平方の定理の拡張パラメータを一つ変化させる	角度で指定した面の面積は計算できそう	geogebraを使って、面積の計算の検証をしたいと思う。	A	A		B			A	パラメータを変化させたときの面積を検算する。
四面体の表面積の計算	4つの面のうち3つの面積を計算できた	固定されている \angle を γ と書いて辺の長さを計算する	B	A	B	B	B	B	A	残り1つの面の面積の計算をする
残り1つの三角形の面積を計算する面積の平方について計算する	残り1つの三角形の面積を計算できた面積の平方の式はまだできていない	分子を()で括りだして調整している部分を導出する	A	A		B	B		A	角度を1つ変えたときの面積を計算する

個々の生徒の「探究カルテ」

生徒は毎回振り返りを行い、教員が次の授業までに内容を確認し、生徒の現状把握を行い、苦悩する点や問題点、次時の計画を知ったうえで授業に臨むことができる。また、生徒別に記録を蓄積することで、生徒個々の「探究カルテ」を作成することができる。個々のシートを作成することで、担当教員は生徒の探究活動の状況をより細かく捉えることができた。

生徒による記述には個人差が大きく、詳細に記録を残す生徒と雑駁な感想や短文しか残さない生徒、そもそもシートへの記録自体を忘れてしまう生徒などさまざまであった。しかし、生徒の活動の変遷を知るという点では、たいへん有効であるといえる。

例えば「中線定理の拡張」に関する数学の探究を行う生徒（個人研究）では、授業中に教員から受けた「四面体の面と面のなす角による制御の方法」に関するアドバイスを念頭に置いて自分のこれまでの探究内容を振り返ることにより、一般の四面体を対象とした探究から、2面が直交している四面体や直角三角形を複数含む四面体など制約を課したもので予備調査する方向へ転換し、「手法の飛躍」が引き起こされていることがリフレクションシートから見てとれる。

また、「猿沢池のアオコの原因となるプランクトンを減らす方法」に関する生物の探究グループの生徒のリフレクションシートの記述を見ると、

- ・アオコの量をどう数値化するかが決まらない。班内で出たアイデアは、ろ過をして通らなかった個体の質量を計る案が出た。
- ・アオコの量を、発生した固形のもの量で比較するのか、上澄み液でパックテストなどを用いて比較するのかで意見が割れた。

のように、グループ内でアオコの量の数値化や比較方法に関する意見の相違があり議論が行われたことが窺える。このように異なる意見や考え方に接することにより、生徒は各意見の特徴を考え、最善策の手法を検討し選択することで「手法の飛躍」が起こったものと考えている。

さらに、「いろいろな液体の表面張力」に関する化学の探究グループの生徒のリフレクションシートの記述を見ると、

- ・今使っている表面張力の測定方法がどのくらい正確かを見る。
- ・音波か光波を使う。波が屈折した分と反射のみをした分をどう分けるのか要検討。

のように、検証方法の議論と検討が続き、実験を行ってきたが、担当教員の助言を受けて、

- ・新しい実験方法は結果が出にくいかもしれない。
- ・液体を入れる容器を試験管ではなくシャーレにした方がいい。

と方向転換に必要性に迫られて実験方法を変更したことが読み取れる。ここにも、それまでに行ってきた実験の問題点や課題を認識し修正を図る「発想の飛躍」が見て取れる。

■課題

上述のように、今年度の「基盤探究Ⅰ」ではリフレクションシートを試行的に導入してきた。そして毎回の授業後にしっかりと記載するように指導を行ってきたが、以下の課題について改良が望まれる。

- ・生徒の記載漏れを十分に防ぐことができなかった。紙媒体とオンライン入力のとどちらを選択することが効果的であるか、次年度に向けて検討が必要である。
- ・生徒に記述例を提示することにより、雑駁な記述や短文回答を回避することが必要である。
- ・探究カルテを利用した面談などを行い、小まめな進行状況の確認が必要である。

(2) 6年「SS 課題研究」における取組

■5年間の取組の総括

第3期より、6年理系選択者の必須科目として「SS 課題研究」を開設し、6年間の授業および探究活動の総まとめとして取り組んできた。ここでは、実社会や実生活の中から生徒自らが課題を発見し、6年間で身につけてきた能力と関連付けて考察することを重視している。例年、ベーシック講座（講義とグループでの課題研究を組み合わせた講座）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）とに分かれて活動している。本年度は5年間の実践の最終年度をむかえ、成果と課題について以下のように整理を行なった。

①生徒の探究活動の経験に応じて2講座から選択可能とするカリキュラム設計について

SS 課題研究では、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うベーシック講座と、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探究するアドバンス講座を設けた。2講座での運用を通して、以下の成果と課題が得られた。

- ・生徒の探究活動の経験に応じて講座選択をさせることで、探究するテーマを画一化せず、サイエンス研究会として長年発展的・独創的な内容を探究する生徒においては、一層の「飛躍知」の伸長を保障できた。一方、授業での探究活動の経験がメインの生徒においても、授業で学んだ数学や理科の知識を統合させてテーマを設定することが可能となり、探究手法の段階的な引き上げが可能となった。
- ・上記の多様なテーマの探究により、互いの「飛躍知」の育成が促進され、探究の手法や課題に対する視点について新たな気づきを得るための共創が自然発生的に生じていた。
- ・課題点として、ベーシック講座における班別のテーマ設定後の探究時間の不足があげられる。アドバンス講座の生徒は十分な時間をかけて自身のテーマを掘り下げることが可能であったが、ベーシック講座については、共通テーマを通じての探究活動が一定時間を要するため、時間不足な印象が残った。

②課題研究ロードマップに基づいたルーブリックの作成、およびその実用性の検証について

SS 課題研究では、両講座における探究活動の差異を考慮し、ベーシック講座とアドバンス講座に対して別々のロードマップの目標を設定した。この手法の採用により、以下の成果と課題が得られた。

- ・生徒に活動目標を示す役割としてのロードマップを別個に作成することで、講座の特徴に応じた目標の提示が可能となった。加えて、ベーシック講座の生徒においても、アドバンス講座の発展的な探究活動の目標を示すことで、探究活動の更なる向上のイメージを提示できたと考える。
- ・成果発表会をベーシック講座とアドバンス講座の合同で行うことは、課題研究ロードマップが示す探究活動の具体的事例について体感できる機会として大変有効であった。課題点として、中間発表会についても両講座の合同で実施することが可能であれば、互いの研究手法のブラッシュアップに一層効果的に作用したものと予想される。

次年度からは、5年「基盤探究Ⅱ」が本格実施となり、文系や理系を問わず、全生徒が個人またはグループで探究テーマを設定し、探究活動を行なう探究活動カリキュラムの大筋が完成することになる。上記の3つの成果をさらに発展させつつ、「飛躍知」育成を目指した探究活動を構築していく。

[2]-2 研究開発の内容

2. 高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)

■全体構想

①卒業生追跡調査を生かしたPICASO コースのカリキュラム設計

本校では、第1期SSH指定時より、奈良女子大学およびその他の大学・企業と連携し、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きた。議論の結果を生かし、学内外の生徒を対象とした以下のようなSSH事業を展開してきた。

大学教員による各種SSH講演会(年1~2回) / 短期集中講座「アカデミック・ガイダンス (AG)」
課題解決型国際科学キャンプ (Sakura Science Camp 含) / 学校設定科目「コロキウム」

在校生および卒業生アンケートの結果より、これらのSSH事業が学問に対する興味・関心、進路選択等に大きな影響を与えていることがわかった。特に、人文社会系の生徒にとってのSSH講演会や、自然科学系の生徒にとっての「コロキウム」における人文社会系の講座での学びは、「新たな視点の獲得」や、「分野間での共通項の発見」に繋がっていることがわかった。これは、第4期SSHが目指す「飛躍知」の概念に近い視点である。また、多くのイノベーターを輩出したサイエンス研究会の卒業生においても、同様の意見を述べる生徒が多くみられ、研究者として就職した生徒はこの能力の重要性を強く主張していた。これらの分析結果より、文理統合的視点を意識した長期的なカリキュラム設計や、大学入学後のカリキュラムも含めた高大接続事業を展開することで、イノベーションを行う人材の育成に効果的な新カリキュラムを提案できると考えた。

上記をふまえ、第4期SSHでは既に実施している上記の高大接続事業を「飛躍知」育成の観点から再構成するとともに、文理統合的視点によって探究活動を飛躍させるための「高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)」を新たに開講する。PICASOでは本校教員と大学教員が協働し、大学入学後も剥落しない学力として、“探究する力”の育成を目指したカリキュラム開発を行う。

PICASOコースは、5・6年生が異学年合同で受講する「基盤探究」と6年生が各自の課題研究を進める「実践探究」の2つで構成され、生徒は個人テーマを持って課題研究を行う。「基盤探究」では、奈良女子大学の教員がリレー形式で具体的な研究事例を通して対象把握・問題設定・仮説構成・データ収集・検証という探究プロセスを意識した講義を行い、「実践探究」では、生徒の研究成果である「探究のアウトプット」の作成を通して、将来も剥落することのない真の探究力の醸成および専門家や異分野に携わる生徒との共創による「飛躍知」育成を目指す。

昨年度、PICASOの第1期生が大学進学を果たしたが、本プログラムでの探究活動の成果は、奈良女子大学への接続入試のみならず、他大学への推薦入試においても高い評価を得た。よって、PICASOで育成を目指す探究力が、大学入学後も求められる能力であることがわかった。



(*) AGは「アカデミックガイダンス」の略。本学教員が附属中等の生徒に集中講義を行い、学問の面白さを感受させる。

②大学進学後の「フォローアップゼミ」による長期的な「飛躍知」育成のカリキュラム

本年度の新たな取り組みとして、接続入試によって進学した生徒に対する「フォローアップゼミ」を開始した。このゼミは、自主的な探究活動の発表会として実施しており、学部を超えて学生同士の意見交換を行い、「手法の飛躍」や「発想の飛躍」に相当する「飛躍知」を獲得することを目指している。今年度は「コロナ禍」という状況を鑑み、教員の呼びかけのもと、オンラインで3回実施した。次年度以降は学生の自主運営による開催を予定しており、議論のテーマによっては、一般入試によって入学した学生の参加についても検討する。このような機会の設定により、本校在籍時から「飛躍知」を段階的に高めてきた接続入試の学生を起点として、より多くの学生に「飛躍知」を育むカリキュラムが展開されることを期待している。

③他校でのPICASO実施に向けた入試制度の設計

本プログラムは、本校のみでの実施に止まらず、他校への拡充によって新たな高大接続入試の可能性を提言することを事業目標としている。その第一歩として、本年度は奈良市と奈良女子大学の包括協定のもと、奈良市立一条高等学校の参加に向けた協議を開始した。同校は令和4年度に附属中学校を開校し、中高一貫での探究活動の充実を目指している。そのため、探究をテーマとする本プログラムへの関心が高いこと、および教育課程の編成や教員組織の改革にまで及ぶ本プログラムへの参加に対して柔軟な対応が可能であることから、同校の参加が合意された。

同校の本プログラムへの参加は令和5年度を予定しており、本年度は同校の参加に向けた入試制度の設計に焦点を絞り、本校教員、大学教員、一条高校教員が参加する「PICASO 拡充会議」を定期的実施した（同会議には奈良県教育委員会もオブザーバーとして参加した）。次年度は、単位認定のあり方や、育成を目指す資質・能力の共有、学校間の生徒の特徴の差異を考慮したカリキュラム設計について、具体的な議論を重ねる予定である。同校が公立高校のモデル校として参加し、その成果と課題を検証し、他の公立高校への拡充の可能性についても模索する予定である。

本事業のように、大学のみならず、協力企業の資材も活用した産官学連携型の高大接続事業について、大学附属校の中で長期のSSH指定を受ける本校が中核校として本プログラムを企画・運営し、地域の学校へと展開していくことで、科学技術イノベーターを育成する新たな高大接続事業を構築する。

■仮説

- ①本校教員と大学教員による「高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)」の実践により、探究活動における「視点の飛躍」「手法の飛躍」「発想の飛躍」を促し、「飛躍知」を育成できる。
- ②①のプログラムを利用して奈良女子大学に進学した生徒に対する「フォローアップゼミ」を実施することで、中長期的な「飛躍知」の育成が可能となる。
- ③②に参加した生徒を核として、一般入試で入学した学生の「飛躍知」育成に一定の効果がみられる。
- ④本校教員、大学教員、一条高校教員が参加する「PICASO 拡充会議」の実施により、本プログラムを公立高校にも拡充するための具体的な制度設計が可能となる。また、本校を中核とした「飛躍知」育成のための新たな高大接続入試について提言できる。
- ⑤①～④の評価研究を通じて高大接続入試の新たなモデルを構築できるとともに、他校の参加も視野に入れた産官学連携によるイノベーター育成のための高大接続入試について提言できる。

(1) 授業実践例 (2021 年度)

PICASO の柱の 1 つが、奈良女子大学各学部教員による「基盤探究」の講義である。これは各担当者の専門領域を切り口とした、学問そして探究（研究）への誘いにあたる。

PICASO では「文理統合的視点」の獲得が目指されている。本研究開発の目的に照らせば、文理様々な学問領域を切り口に、複数の観点や考え方を関連付けて探究する視点（「視点の飛躍」）や、自らの探究を隣接分野の手法に拡張して展開する視点（「手法の飛躍」）の獲得として位置づけられる。

2021 年度の「基盤探究」では、以下の 6 講義が行われた（各 2 週。講義 4 のみ 3 週）。各講義担当者は、講義の中で育成したい資質・能力を設定し、シラバスで生徒に明示した。

	講義テーマ	学部・学科・コース	育成したい資質・能力
講義 1	生物の増殖をモデル化・シミュレーションしてみよう	理学部 化学生物環境学科 環境科学コース	論理的思考, 数理生物学, 既存の理科分野の枠組みにとらわれない科学研究
講義 2	ピアノ作品の発展を鍵盤史から考える	文学部 人間科学科 教育学・人間学コース	文献の読解力, 論理的思考力, コミュニケーション能力
講義 3	古典に遊ぶ―「文献を読む」ということ―	文学部 言語文化学科 日本アジア言語文化学コース	文献調査力, 分析力, 複眼的な思考法
講義 4	生活の中の化学 生物をまねてみる	生活環境学部 情報衣環境学科 衣環境学コース	類推・類比 (アナロジー), 論理的思考, 問題解決の手順と技法 (探究のスキル)
講義 5	食品成分の機能と調理加工による変化	生活環境学部 食物栄養学科	食品を科学的に捉える能力
講義 6	現代科学の见えないものを見る工夫	理学部 数物科学科 物理学コース	基本原理から出発して, 探求活動に必要なデータを収集するアイデアを出す力

■「飛躍知」育成との相関

以下、実際の講義展開とそこで育成された「飛躍知」との相関について講義 1 を例に示す。

講義 1 は、生物の増殖過程などをモデル化し解析する数理生物学に関するものであった。第 1 週では、数理生物学の学問的性格とその展開、および様々な個体群の増殖過程をモデル化する手法に関する概説と演習が行われた。また担当者が取り組む最新の研究とその成果に関して紹介された。その後少人数グループに分かれ、個体群のモデル化を応用し得る課題を設定し、第 2 週までにその課題に関わる必要な統計・データを収集し、仮説を設定した。第 2 週では、各グループが設定した課題と仮説について発表し、実際にプログラミングソフト (Wolfram 言語) を用いて解析した。各週の最後には、その講義の中で自分が学んだ内容・視点に関するふりかえりを作成した (Google Forms)。

この講義では、数理生物学を入口に、その内容や視点、手法を学ぶとともに、その視点や手法を応用して様々な課題を設定し協働探究を行った。各グループが設定した課題は、動物の個体群の繁殖に関するものもあれば、新型コロナウイルス感染拡大に伴う人口変動予測やマルチ商法被害の予測など社会科学領域にまたがるものもあった。この講義を通して生徒は、ある学問領域の視点や手法を他領域に応用し、新たな着想を得る「視点の飛躍」「手法の飛躍」「発想の飛躍」などの「飛躍知」を獲得することができた。



(2) 探究活動の様子

2021年度「実践探究」を選択した6年生10名の探究テーマは以下の通りである。

①	シミュレーションで最適な避難経路を導く	⑥	中高生におけるゲーム利用と攻撃性の関係
②	シュートの軌道における物体の数学的解析	⑦	中学生・高校生の平和意識の形成
③	階段にうつす（写す映す）絵の数式化	⑧	学習環境における椅子の快適性
④	「食」行動が心理的ストレスに与える影響に関する研究	⑨	昼寝と音環境
⑤	谷川俊太郎と〈子ども〉	⑩	広告技法から見る企業の販売戦略と効果

ここでは②の生徒（以下、本生徒）を例に、探究活動の「飛躍」と教員の関わりについて示す。

○テーマ設定と本校教員の指導体制

本生徒は数学科への進学を志望し、当初はバスケットボールのフリースローの軌道をベクトルの考え方や表計算ソフトを用いたシミュレーションで再現することを目標としていた。しかし、高校物理の内容を超えた理解が必要となり、数学科と理科の教員が助言しながら研究を進めることとなった。複数の教員が連携して指導に関わり、後に論文を作成する際にも数学科と理科の領域横断的視点から指導した。



○数学的解析に重点を置くための「視点の飛躍」

シュート軌道の物理的解析を進める中で、生徒の中に当初テーマとして設定していた数学的解析の視点が弱まっているのではないかという懸念が生じた。そこで数学科の教員と相談する中で、物体の軌道を曲線（放物線）として捉え、その近似について研究する、という「視点の飛躍」が生まれた。本生徒は後に自身の探究活動を振り返り、「このときの相談が自分の研究の中で一番大きな転機になった。バスケットボール部に所属する自分にとってシュートを現実のスポーツと切り離せていなかったが、軌道を曲線として抽象的に考えるという、自分にはなかった視点を得ることができた」と述べている。この後、生徒の探究は行列や微分、最小二乗法を用いたものへと飛躍していった。

○アドバイザー（大学教員）からの助言

PICASO では、奈良女子大学教員がアドバイザーとして各生徒の探究活動に対する助言を行う。大学教員との関わり・助言について本生徒は、「研究内容についてどのような問題があるかわかりやすく指摘していただき、自分の出した結果から新たな仮説を提示されたこともあった。大学で学ぶ数学を肌で感じて意欲が高まったし、研究テーマをどのように設定するかという学問の一端を知ることができた」と述べている。ここには、大学教員、また学問との関わりが、生徒の探究における「視点の飛躍」「手法の飛躍」「発想の飛躍」と深く繋がっていることが示されている。



生徒の探究ノートより

○生徒の研究姿勢の変容・「飛躍」

当初、本生徒の探究は高校数学や物理の範囲にとどまり、仮説の設定も不十分であった。しかし、探究が進むにつれ、深い知識や技能を身につけるとともに、新たな疑問に気づき仮説を立てる力が伸長し、発表の言葉1つ1つにも自信が見られるようになった。上記の通り、複数の教科の教員による領域横断的な指導、および大学教員による学問的見地からの助言により、生徒の主体的な研究姿勢が醸成され、「飛躍知」が育成されていった。

(3) 高大接続入試、他校との研究発表会

2020年度の5年生は22名がPICASOコースを受講した。そのうち女子10名が6年生で引き続き「実践探究」を受講し、本校教員・大学教員の指導・助言のもと各自の課題研究を進めた。5年生3月と6年生5月にポスター発表会が行われ、それぞれの時点における探究の進捗と深まり（「飛躍」）について大学教員の評価を受けた。ポスター発表会には一学年下のPICASOコース受講生も参加し、先輩の発表から探究の視点や効果的なプレゼンテーションの方法などについて学ぶ機会を設けた。

探究の過程および成果は大学教員により長期的に評価され、2年間を通じた活動内容、研究手法の深まり、研究ノート、ポスターの作成、探究成果に関するプレゼンテーション等を総合的に評価する高大接続カリキュラム開発プログラムに基づく特別入試（高大接続入試）を実施した。

なお、本校ホームページにおいて各生徒の発表ポスターを掲載し、特に「実践探究」受講生については各時点のポスターを並べて掲載し、各生徒の探究の深まり、すなわち「飛躍知」を読み取れるように工夫した。

○他校との研究交流会

2021年3月、PICASOコースを受講する5年生と福井県立若狭高等学校国際探究科2年生との研究交流会を実施した（オンライン）。当日は各自の研究を発表し、互いの探究活動について意見交流を行った。交流会後、同校生徒を対象に本校生徒の発表に対するアンケートを実施した。その分析を通じたPICASOにおける探究の深まり、「飛躍知」の育成に関する検証は後述する。



○探究活動の成果の対外発信

2021年度高大接続入試合格者は以下の研究会・イベントに参加し、自らの探究活動の成果やPICASOで得た学びについて口頭発表を行った。これらは附属の2年間における探究活動のまとめとして位置づけるとともに、高大接続の観点から入学前教育の一環としても位置づけた。

時期	研究会・イベント	内容
2021年11月	集まれ！理系女子第13回女子生徒による科学研究発表Web交流会・全国大会	各自の研究発表
2021年12月	奈良女子大学サイエンス・コロキウム	各自の研究発表
2022年2月	奈良県令和3年度「総合的な探究の時間・奈良TIME」学習研究発表会、「WWLコンソーシアム構築支援事業」課題研究発表会	各自の研究発表
2022年2月	本校公開研究会 ZoneA「社会との共創」をカリキュラムマネジメントの視点から考える	PICASOの取り組みおよび学びについて（教員と共同発表）
2022年2月	本校公開研究会探究成果発表会	各自の研究発表

○PICASOの他校への普及

PICASOのカリキュラムは、当初より他校への拡充を見据えて開発が進められてきた。2023年度からは本校に加え、奈良市立一条高等学校がPICASOに参加する。2019年度より3年間実施してきたPICASOによる新たな高大接続カリキュラムの成果をふまえ、他校への普及を推進していく。

[3]-2 実施の効果とその評価

PICASO コースを受講する 5 年生と福井県立若狭高等学校国際探究科 2 年生との研究交流会の後、同校生徒を対象に本校生徒の発表に対するアンケート(記述式)を実施した。その分析を通し、PICASO における探究の深まりと「飛躍知」の育成に関する検証を行った。

【アンケート結果 (回答者数 12)】

Q1. 発表を聞いて感じたこと (率直な感想)

- ・前向きさや積極性により影響をいただいた。私達の発表が終わると全員から質問が飛んできて驚いた。質問の内容も、私たちが気づかなかった点を突くものであったり、こうすればよりよくなるのではないかというアドバイスを含んだものであったり、圧倒されるくらいだった。
- ・自分達の今行っている探究が大学に行ってから通じる部分があるのだと、認識することができた。
- ・文系の発表も何回も実験をして、データもきっちり取っていたので、私たちもあーいった探究をすればより相手に説得力のある発表ができるのだな、と勉強になった。
- ・理系の知識と文系の知識を掛け合わせて探究をしているところがすごいと思った。

Q2. 発表の中で優れていると感じた点

- ・発表の仕方が、聞いている人の興味をひくもので、私たちの質問に対して丁寧に答えてくださった。
- ・グラフや図表、式などの説明がしっかりしていて、とてもわかりやすかった。
- ・私が交流した奈良女附属の生徒さんは皆さん私達と同じ文系ということだった。しかし発表内容は文系の域を越えていたように感じた。まるで理科のような実験内容とその説明の分かりやすさ、グラフの見やすさに、私達はてっきり生徒の皆さんが理系だと思い込むほどだった。文系理系に関わらず、頭を捻って絞らねばならぬとすれば数値を用いることができる、そしてより分かりやすい発表を作ることができるということに気づかされた。自分たちのボーダーラインを作らない姿勢に、文系理系の垣根を越えて活躍できる秘訣があるのだろうと思った。
- ・アンケートをとり、その結果をととても詳しく分析していた点。まとめ方も分かりやすかった。
- ・分析力が素晴らしいと思った。身近な話題で身近な人たちを巻き込んで沢山実験をして、そこから得られた情報をいろいろな視点から分析できていて、とても説得力のある発表だった。

Q3. 今後の自分の探究活動に生かせると感じた研究視点や手法

- ・自分が興味のある身近なことを探究していけば良いと感じた。型にはまらず、奈良女附属の生徒のようにユニークな探究活動を行っていきたい。
- ・数学を用いて探究を行う方法は今まで思いつきもしなかったので、とても参考になった。
- ・調査したことを丁寧に、比較しやすいように一つ一つグラフにする。
- ・「このテーマは実験できるようなものではない」と思ってすぐに諦めるのではなく、どうにかして実験で証明できないのかと考えてみる姿勢を活かしていきたいと思った。また、様々な観点からグルーピングすることで比較しやすくしてみたり、唾液アミラーゼやプログラミングなどのような、授業で習ったことや自分でも取り組めそうな方法を活用したりといった研究視点を見習いたい。
- ・ある一つのことを確かめるのに、他視点で見られていて、隙のない実験を行えているところが、見習うべきだと思った。
- ・自分の探究でも情報をデータ化することが必要だと思った。

Q4. 探究活動の交流会が自身に与える影響（イベントの意義）

- ・普段から会う同じ人と話していても自分の思考の癖には気づかないし楽しさは少なくなる。だから他校の人とディスカッションできることがとても楽しかった。
- ・自分とは違う学校、地域の方の発表を聞くことで、自分とはまた違った視点・考え方を知ることができる。またコミュニケーション能力も高めることができる。
- ・新しい視点の発見。先輩や専門家からのフィードバック。探究サイクルの学び。
- ・まず、自分たちの探究を、初めて聞く方にどう上手く伝えるか、ということを見直すきっかけになる。次に、相手の方の発表を聞き、その発表方法、調査方法からいいやり方を学ぶこと。
- ・とても良い刺激を受け、新しいアイデアが浮かびやすくなる。
- ・探究のテーマが似ている場合は、情報交換をするなど協力することができる。

Q5. 本日の発表内容について感じられたこと

- ・実際に行けなかったことは残念だが、オンラインが普及して交流会を行うことができた。探究を頑張っている同じ高校生がいる、と分かることが嬉しかったし、これからの活動へのモチベーションにもなった。また交流会ができると嬉しい。
- ・探究というものは過程から結果まで千差万別だとクラスメイトの探究を見て考えていたが、貴校の探究を知ってそれすらある程度の範囲で収まっていたことが知れ、とてもいい経験になった。
- ・奈良女附属の生徒さんは、自分たちの興味というものをとても大切に探究を進めておられるような印象を受けた。それが皆さんの前向きで積極的な姿勢に繋がっているのだろうと思った。
- ・探究の交流では、探究内容はもちろん、お互いの姿勢も大切だな、ととても感じたので、今後またこのような機会があったら、意識して取り組もうと思った。

まず Q1～Q3 からは、PICASO が目指す「文理統合的視点」に対する評価が高いことが読み取れる。特に文系領域のテーマにおいて、実験やアンケート調査の統計化、数式化など理系領域の視点や手法を用いて探究を展開することに対する評価が高い。また、与えられた領域・枠組みにとらわれず、生徒自身の興味・関心に基づく自由な課題設定と探究活動に対しても評価を受けている。これらから、PICASO を通じて、授業内容や教科・分野の枠組みにとらわれず探究姿勢、つまり「視点の飛躍」「手法の飛躍」などの「飛躍知」が着実に育まれていることがうかがえる。

今回の研究交流会は、他校との協働や連携を通して、生徒が自らの探究課題やその過程を別の視点からとらえる機会として設定した。特に Q4、Q5 からは、他者（他校）の探究に触れ、互いの探究内容はもちろん、その視点や手法をめぐって意見を交わすことが、自らの探究を分析的に振り返り、新たな視点や発想を生み出す、つまり「発想の飛躍」を生み出すきっかけとして大きな意味を持つことが読み取れる。PICASO をはじめとする「飛躍知」を育成する探究活動を今後他校に普及していく意味においても、また本校における取り組みにフィードバックしていく意味においても、今回実施したような交流活動は有効であろう。

[2]-3 研究開発の内容

3. 探究的な教科活動の再構築

■全体構想

第3期SSHでは、研究開発課題である「共創力」の育成を目指し、「サイエンス・イシューズ」と称した理科・数学科融合授業を開発した。理科と数学の学習内容から、同時かつ融合的に指導できる内容・単元について検討し、13の融合授業を開発した。授業アンケートの結果より、以下の成果と課題が得られた。

【成果】

- ・理科，数学科の教員共に，融合授業の開発を通して新しい教材の開発ができたり，すでに扱った教材に対する新しい視点を得ており，目指す共創力の育成に一定の効果がある。
- ・生徒の多くは融合授業のねらいを概ね理解し，「理解が深まった」と回答している。また，複合的な領域から考察することの重要性を述べている生徒も多数見られ，目指す共創力が育まれている。
- ・理科と数学の融合授業において，数学で先に単元を学習した後，理科で扱うという流れをとると，「難しい」という回答が大幅に減り，学びの質が向上している。

【課題】

- ・理科，数学間の単元の進み方の差が，理数融合の授業を開発する上でハードルとなる。生徒の理解が進まない理由にも進度の差が影響している（数学的に解釈できない）。
- ・数学的なハードルを下げるため，また，時間不足を補うために本質を省略して式への代入をさせると，教員側には指導不足感が残る。学力上位層の生徒も同様の指摘をしている。
- ・多くの融合授業案は理科の授業における実験データの解析過程で導入されることが多いが，実験スキルや初期条件に依存して誤差が生じやすく，理数融合のねらいとは別の部分でハードルが生じている。

上記の成果と課題をふまえ，以下の視点から探究的な教科活動を再考し，「飛躍知」の育成を目指す。

①理科・数学科の学習時期の入れ替えによる新カリキュラムの実施

理科と数学の学習時期を精査し，学習内容や順序を再考することにより，一段深い探究活動と融合授業を展開し，「視点の飛躍」や「手法の飛躍」などの「飛躍知」の育成をよりスムーズに行う。具体的には，三角比・ベクトルの基礎と力学の基礎，指数・対数と理論化学の基礎，微分概念と物理の基礎などについて，概念獲得を一層促進するための単元の入替えを行い，新カリキュラムを実施する。

②学校設定教科「統計入門」の実施

探究活動に向けた基礎的な統計処理の理解や融合授業での有用なデータ処理方法を身につけることを目的とし，「統計入門」を4年の必修科目として設定する。コンピュータを利用しながら，探究活動で用いることの多い二項分布，ポアソン分布，t分布，F分布，カイ二乗分布などの統計的な解析方法を身につける。後半では，各自の探究活動において得られた実験データを利用して，統計的な分析と誤差の評価，統計処理を用いた分析の妥当性についての討議などを行う。

■仮説

- ① 理科・数学科それぞれの学習内容の関連性を吟味し，両教科の学習時期を揃えることにより，科学的知識と数学的知識が融合的に学習でき，「飛躍知」を育成できる。
- ② ①に加え，統計の学習を進めることで，「理数融合授業」や「探究活動」における教科を超えた課題に対して，より一層の理解の深まりや複合的な視点の獲得が可能となり，「飛躍知」を育成できる。

(1) 理科・数学科融合授業（実施概要）

■今年度の新たな取り組み

1人1台のPCをもつようになり、環境の違いを簡易に吸収できるアプリケーションを使うことで、新たな授業を展開した。

4年「物理基礎」では、波やv-tグラフなどを、Desmos（グラフ計算機と関数電卓を含む無料の数学ソフトウェアツール）を用いて観察する授業を行った。

5年「物理」では、万有引力の法則を用いて軌道のシミュレーションを、Excelを用いて行った。

4, 5年いずれも、初期値を自由に変えたり、アニメーションにしたりすることで、物体の運動の様子をとらえることができた。

■実践内容（6年解析Ⅱ）

6年「解析Ⅱ」では、10月頃から主に入試問題の演習を行う。それに加えて発展的な内容も取り入れる。今年は、プログラミングの要素を加えた理数融合の授業を実践した。1つのテーマはトピック的に扱ったが、全体の流れを考えて次のように構成した。約10時間かけた。

ケプラーの法則（オンライン授業）／三体問題／曲面を描く／一次変換／行列／

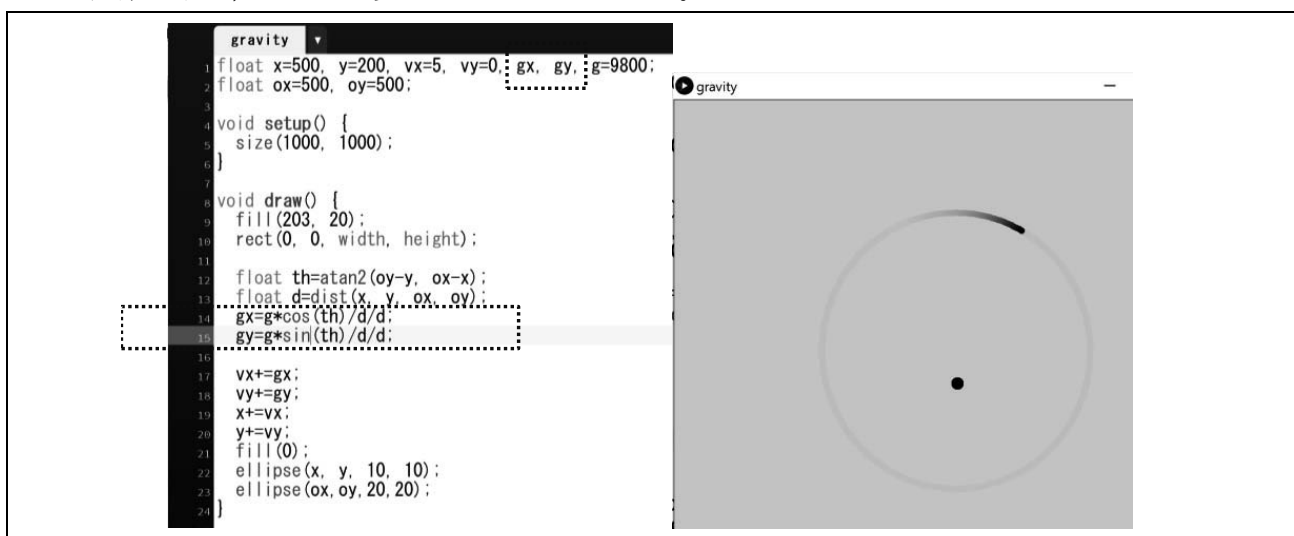
解曲線／微分方程式／非線型／バタフライ効果／マンデルブロ集合（自習課題）

用途に合わせて、簡易に使えるソフトを選択し、次の3つのアプリケーションを使った。

- ・ R（統計処理）
- ・ GeoGebra（数学教育のツール。今回は3Dを使った）
- ・ PROCESSING（Javaベースのグラフィックを簡易に作成できるプログラミング言語）

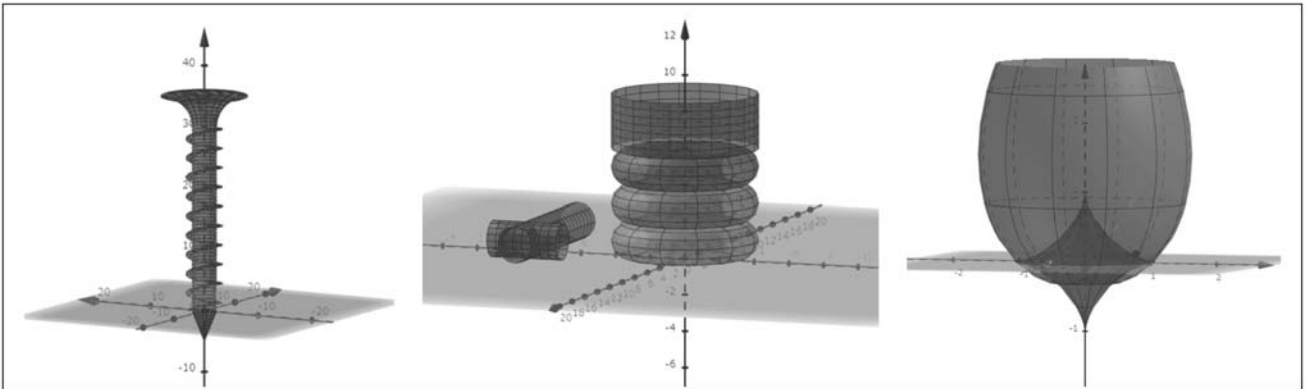
① 三体問題

微積分では、曲線上を動く点の速度や加速度を扱う。形式的な計算だけでは興味がわからないので、天体の動きをシミュレーションした。生徒たちは、プログラミングは未経験なので下のように、ポイントとなる式（点線の部分）だけを入力させ、値を変化させて様々な天体の動きを再現した。さらに、万有引力の法則（ $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ ）を使って、2つの天体が互いに影響を及ぼす様子を再現した。3つの天体では安定的な周期運動は、なかなか現れないことがわかった。



② 曲面を描く

パラメータを用いるとさまざまな曲面を描くことができる。Geogebra を用いて、柱体と錐体の基本の立体を描いたのち、球やドーナツなど曲面を利用して、作品を作った。行列や一次変換を学ぶことで、3次元空間の曲面を意図的に描くことを目指した。下図は生徒の作品である。



③ 微分方程式

変数分離形の微分方程式を解いた後、微分方程式を解かなくても物体の動き（振動）を再現できることを目指した。下図の点線枠で、「=」の右の式を空欄にして生徒自身で考えさせた。これまでの授業を受けて動きを再現できた。

```
float m=1000, a=5, k=10, y=0, v=0;
void setup() {
  size(500, 500);
}
void draw() {
  background(203);
  v+= a;
  y+= v;
  a= -k*y/m;
  ellipse(width/2, height/20+y, 20, 20);
}
```

初期値

■評価

6年の授業終了後に、アンケートを行った。この授業の感想は、難しい69%、興味をもてた67%、もっとやりたい31%、消化不良28%（有効回答51名 複数選択あり）となった。発展的な内容を短時間で行ったので妥当な結果である。入試直前で生徒たちは苦悩する場面もあったが、喜々としてパソコンの前で格闘していた。プログラミング力があれば、もっと早い段階から自己探究できたという意見もあった。

(2) 4年「統計入門」

「統計入門」は4年生を対象として、探究活動において必要となる統計的知識と技能の習得を意図した学校設定科目である。確率分布、標本調査、推定、検定などに関する内容を扱う。統計の基本として、分散や標準偏差、相関、回帰などに関する基本事項を扱うとともに、確率分布、標本調査、推定、検定の意味と手法について実例を通じて扱う。また、コンピュータを利用しながら、探究活動で用いることの多い二項分布、ポアソン分布、t分布、F分布、カイ二乗分布などの統計的な解析方法を身につける。後半では、各自の探究活動において得られた実験データを利用して、統計的な分析と誤差の評価、統計処理を用いた分析の妥当性についての討議などを行う。

今年度は以下の内容を扱った。

	内容	目標
単元1	散布度の基本	分散と標準偏差の意味を理解し、データの散らばりをつかむ。また、標準データの意味を理解し、データ間の比較に応用できる。
単元2	散布度の応用	箱ひげ図や四分位数を導入として、ヒンジやパーセントイルの概念を理解する。また、変数変換による代表値や散布度の変化について理解する。
単元3	相関の理解	共分散や相関係数を理解し、相関の有無を判断できる。同時に相関関係と因果関係の区別について、具体例を挙げながら説明できる。
単元4	回帰の方法	回帰の意味を理解するとともに、線形回帰の方法と最小二乗法のアウトラインを理解する。実際にコンピュータを用いて、線形回帰できる。
単元5	量的データの分析	量的データを分析する方法として、回答の集計（単純集計、クロス集計）の方法を理解し、実際に調査結果を集計することができる。
単元6	質問紙調査	質問紙調査における質問文や解答選択肢を作る際の留意点について理解し探究活動において、質問紙調査を正しく行うことができる。
単元7	事象の独立	確率分布の学習に先立ち、事象の独立について理解する。また、条件付確率を発展させて、ベイズの定理を理解して応用することができる。

本来であれば、確率分布や検定・推定まで話を進める予定であったが、この学年は旧教育課程であるため、数学における確率の学習を終えていなかったため、確率分布の内容に入らない範囲で探究活動に応用できる知識や技能を中心に扱った。

この授業で学んだ内容は「基盤探究Ⅰ」において利用され、質問紙調査を行うグループでは、質問文を検討したり、得られた回答を集計し分析に生かしたりする場面が見られた。また、実験や観察のデータを集めたグループでは、相関係数を求め回帰直線や回帰曲線を調べたり、外れ値がないかを検討したりしながら、データを分析して考察しようとする姿勢が見られた。このように、探究活動に並行して統計的な知識や技能を身につけることには、知識を実践に生かすという面の即効性という点で効果があったと判断できる。

課題としては、5年生で確率分布以降の統計学習を進めることが必要である。次年度以降、新教育課程が実施されるにつれて、データの基本的な処理（分散、標準偏差、箱ひげ図、四分位偏差など）については、3年生までに学習を終えることになる。加えて、確率の学習時期を早めることにより、4年生の後半には、t検定やF検定のような、より実践的な内容まで展開できると考えている。

(3) 理数新カリキュラム

今年度からの新カリキュラムでは、下記の表のように3年（中学3年）次に高等学校の数学の内容である「三角比」の単元を扱っている。「三角比」の学習時期を3年次に移行した理由は、物理基礎で必要とされる数学の学習時期を早めて扱うことで、生徒が物理基礎を学びやすくするためである。本項では、「SSH 飛躍知アンケート」の意見から新カリキュラムの利点を考察する。

	旧カリキュラム		新カリキュラム	
	3年 (中学3年次)	4年 (高校1年次)	3年 (中学3年次)	4年 (高校1年次)
数学	二次関数	三角比	二次関数 三角比	
理科 (物理基礎)	—	力と運動	—	力と運動

2022年1月11日に実施した「SSH 飛躍知アンケート」から、4年生徒の回答から、「三角比」の学習時期を早めたことによる影響と思われるものを抜粋する。

Q1. この1年間の数学や理科の学習活動において、【視点の飛躍】が起こったと考えられる場面と内容について、具体的に挙げてください。思いつかない場合は、「なし」と回答してください。

- ・自由落下運動を座標平面で考えることで数学の問題と捉えることができるようになった。
- ・物理の斜面上でのエネルギー変化において数学の三角関数を用いたとき。
- ・数学の三角比の解き方を物理の解き方に活かすことが出来た。

Q2. この1年間の数学や理科の学習活動において、【手法の飛躍】が起こったと考えられる場面と内容について、具体的に挙げてください。思いつかない場合は、「なし」と回答してください。

- ・物理の問題で力の大きさを考える時、数学の考え方を利用し解くことが出来た。
- ・物理の問題を解く際に物理的な原理から考える解法とグラフなどから数学的に求める解法があった。
- ・物理の公式を導き出すときに数学の知識を用いたこと。

アンケート結果では、上記のように「数学で習ったことを物理で活用する」という記述が多く見られた。旧カリキュラムでは4年次に数学の「三角比」と物理基礎の「力と運動」が並行して扱われていたため両単元の知識の定着が同時期であったが、新カリキュラムでは「三角比」の知識の定着を物理基礎の学習前に行っているため、上記のような記述が多く見られたと考える。物理基礎で必要とされる数学の学習時期を早めて扱うことにより、生徒は物理基礎を学ぶ際に数学の障壁が少なくなったと思われる。

4年「物理基礎」の授業者が生徒に数学と物理基礎の指導順について尋ねたところ、新カリキュラムの指導順では「三角比」の単元を物理基礎で復習することができるので、三角比の知識をより定着させることができるという意見が出た。物理基礎で必要とされる数学の学習時期を早めて扱うことによる利点は物理基礎の学習のしやすさだけでなく、数学の単元の知識の定着にも繋がっていると考える。

[3]-3 実施の効果とその評価

昨年度は、理科と数学科の学習内容の関連性を吟味し、両教科の学習時期や順序を精査することにより、理数の新カリキュラムを完成させ、今年度はこの新カリキュラムを1~4年を中心に実践した。特に、4年については、昨年度3年次に数学で「三角比」を学習した後、今年度理科で「力と運動」を学習した。このことにより、両者の概念獲得を一層促進することができたか、さらに、「視点の飛躍」や「手法の飛躍」などの「飛躍知」の育成を行うことができたかどうかを検証する。さらに、今年度から新規に開講した4年「統計入門」についても考察を行う。

まず、4年の理数新カリキュラムの実践においては、「SSH 飛躍知アンケート」にもあるように、物理基礎の授業のなかで、三角比やグラフなどの数学を利用する学習活動が、「視点の飛躍」が起こる場面であることが分かる。これまでのカリキュラムでは、「三角比」と「力の運動」を並行して学習していたが、生徒のなかで両者がなかなか結び付かず、お互いを活用する場面が少なかった。今回のカリキュラムの組み替えにより、数学で学習した三角比が、理科の力学の分野で活用することができ、数学の有用性を一層認識させることができた。さらには、アンケートの回答に、

・物理の問題を解く際に物理的な原理から考える解法とグラフなどから数学的に求める解法があった。とあるように、物理の問題を物理的視点から考える方法と数学的視点から考える方法の両方を学習することにより、「手法の飛躍」にも繋がっていくと思われる。

また、6年では、新たな理数融合授業として、プログラミングを用いて、ケプラーの法則や三体問題などの物理現象のシミュレーションを実践した。中等教育の微積分の学習は、グラフや面積・体積など数学の世界だけで閉じてしまっている傾向がある。しかし、本来、物理で学習する公式のほとんどは、微積分の概念から生み出されたものである。このような理数融合授業を行うことにより、数学と物理の関連性を知るだけでなく、大学での科学教育への架け橋となるのではないだろうか。

さらに、6年生に対して、「あなたにとって、数学と理科はどんな関係ですか？」というアンケートを行った。その回答を一部抜粋する。

- ・理科は数学なしには成り立たないし、理科の自然的現象から美しい数式が見つかるので相互に支え合うような関係だと思う。
- ・理科は現実の現象を学び、現実に役立てることを目指して応用する。数学はその現象を理解しやすく操作しやすく、応用しやすくするために必要。自然を人間がわかりやすい言語にしているものが数学。

このように、これまで多くの理数融合授業を学習してきた6年生には、科学的知識と数学的知識が融合できており、「飛躍知」を育成できたと考えられる。

次に、4年「統計入門」について考察する。今年度は、旧教育課程との移行期であったため、確率分布まで学習できなかったが、学んだ内容を「基盤探究Ⅰ」で活用する場面が多く見られるなど、基礎的な統計的手法を身に付けることができたと考えられる。

今後の課題としては、以下の2点が挙げられる。

- ・来年度から、4年「解析Ⅰ」で「微積分の基礎」を学習する。これは、数学Ⅱの「微分・積分」に相当するものであるが、4年次に微積分を学習することで、4・5年の物理の学習にどのような相乗効果があるか検証していく。
- ・来年度の「統計入門」については、t検定やF検定のような、実践的な内容まで扱う予定である。「基盤探究Ⅰ」において、どの程度統計的手法を身に付けたかどうか、今年度と比較し、検証する。

第2節 「飛躍知」を備えた科学技術イノベーターの育成

[1]研究開発の課題と経緯

■育成を目指す「飛躍知」と科学技術イノベーターの姿

本校では、第1期SSH以来、理数に興味・関心のある生徒によるサイエンス研究会を組織し、理科・数学や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。サイエンス研究会は1～6年までの生徒が物理班・化学班・生物班・地学班・数学班に分かれて活動しており、自ら設定した研究テーマについて、枠組みを設けることなく高度な次元まで高めることを目指してきた。彼らの研究成果は各種コンテストやコンクールにおける高い評価を獲得するなど、優れた研究実績を築いてきた。一方、生徒の研究活動が進むに従って生じる成果と課題を整理し、以下のように研究開発を進めてきた。

第1期SSHの課題

サイエンス研究会の生徒の活動が高度化するにつれて、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た。

第2期SSHへの発展

幅広い視野とより高い科学観、自然観を獲得させるべく「リベラルアーツ」を涵養するカリキュラム開発を進め、学校設定科目「コロキウム」を開講した。

第2期SSHの課題

リベラルアーツの涵養と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」での弱さが見られた。

第3期SSHへの発展

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、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目指し、研究分野を超えた研究交流を促す「イノベーターキャンプ」や、多分野融合型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、強みを生かして協働して問題解決を図る機会を提供した。

第3期SSHではサイエンス研究会に所属していた卒業生にインタビューを実施し、どのような活動支援が自身の研究活動を促進させたかについて調査を行なった結果、「指導教員との関わり」、「サイエンス研究会に所属する生徒同士の議論」、「校内発表会やコンテスト・ワークショップを通じた専門家との情報交換」の3つの共創が研究を促進する効果的なサポートであることが明らかになった。加えて、サイエンス研究会の生徒と一緒に活動した一般生徒においても、サイエンス研究会の生徒の研究活動や授業等で発揮される発想力の豊さに触発されており、探究活動のロールモデルとして重要な役割を担っていることが明らかとなった。この結果をふまえ、第3期SSH後半では、企業の専門家と連携した研究活動や海外理数系先進校との共同研究など、学外の専門家との共創を意図的に促し、成果と課題を分析した結果、自身の枠組みに捉われない新たな発想を見出す能力の伸長が見られた。特に、専門家との共創の場は、「専門とする学問領域を超え、多領域にわたる視点から発想・考察をする学び（領域からの飛躍）」「社会の諸問題に根差し、探究活動の社会的意義や応用価値を理解する学び（社会への飛躍）」という学びの様相に相当し、生徒の発想力を飛躍的に向上させていることがわかった。

以上の経験を踏まえ、第4期SSHでは、上記の学びの様相によって獲得される能力を「飛躍知」と定義し、生徒の独自性と主体性を尊重しつつ、研究活動において企業・大学・海外理数系先進校との共創を多様な形で展開する。加えて、サイエンス研究会の生徒の「飛躍知」を伸長しつつ、一般の生徒の「飛躍知」育成にどのように寄与するのか、またどのような共創の場がその場面として効果的であるかを生徒の活動の記録や思考力判断テスト等により分析し、他校でも活用できるカリキュラムの提案を行う。

[2] 研究開発の内容

■ 全体構想

第4期SSHでは、生徒の独自性と主体性を尊重しつつ、研究活動において企業・大学・海外理数系先進校等の多様な専門家との知の共有を促し、イノベーターの素養として求められる「飛躍知」を育成する。具体的には、第3期のアンケート分析で効果が確認された海外理数系先進校との中長期的な国際共同研究、大学や企業と連携した研究活動を主軸としてサイエンス研究会の活動を多様化させるとともに、他のSSH校との積極的な研究交流を行う。また、多分野融合型課題解決ワークショップ「イノベーターキャンプ」を引き続き実践し、前述した各班の活動で得られた「飛躍知」を生かした新しいアイデアの創出を促す。サイエンス研究会の生徒の「飛躍知」を伸長しつつ、彼らの成長が一般の生徒の「飛躍知」育成に寄与する過程や、どのような共創の場がその場面として効果的かを、生徒が毎回の探究活動で記述する「リフレクションシート」等により分析する。これらの分析結果に加え、生徒の探究活動の変化を捉えられるように成果物を時系列で整理してホームページ上に公開したり、他校との研究発表会を実施したりすることで、他校の探究活動のカリキュラム設計に寄与する。

■ 仮説

- ①サイエンス研究会を科学技術イノベーター育成のモデルケースと位置づけ、研究活動を活性化させるとともに、大学や企業、国内外の理数系先進校との共同研究により、「飛躍知」を伸長できる。
- ②探究活動のロールモデルであるサイエンス研究会の「飛躍知」が伸長され、彼らが一般生徒と探究活動の場面で共創することにより、より多くの生徒に「飛躍知」を育成するためのカリキュラム作りが可能となる。カリキュラム評価は、生徒が記録する「リフレクションシート」の分析により実施できる。
- ③探究活動の進化の過程や効果的な指導方法をホームページ上に掲載したり、他校との研究発表会を実施したりすることで、他校の探究活動カリキュラムの設計に効果的な情報を提供できる。

(1) 各班の研究活動

サイエンス研究会は数学・物理・化学・生物・地学の各班に分かれ、研究活動・発表活動を行っている。今年度は、前期課程生102名、後期課程生49名の計151名が所属し、全校生徒の約20%に相当する。「飛躍知」を育成するための空間として、サイエンスオープンラボ「理講」を生徒に開放している。理講では、主に数学班と物理班が日常的な研究場所として活用しており、探究活動の授業等、必要に応じて他分野の生徒やサイエンス研究会以外の生徒も利用できる。MITに代表されるイノベーションに強い大学がオープンスペースでの知の飛躍を促しているように、本校の「理講」という環境が生徒の「飛躍知」を促進する重要な要素となっている。

今年度の活動においてもコロナ禍による制限が設けられたが、放課後や土曜日、長期休業中などを利用して研究活動を行った。活動時間が制約される中、得られた成果は校内発表会(6月)、学園祭(11月)、公開研究会(2月)等で発表した。今年度は、発表会、コンテスト等の多くがオンライン開催されたため、これまで遠方の開催などの条件により参加できなかった大会にも、参加できる道ができた。各班は後述する特色ある研究活動を実施しており、企業との連携(物理班、生物班、化学班)、国内の中学・高校とのオンライン研究交流(数学班、化学班)、京都大学との連携事業(生物班)、海外理数系重点校とのオンライン共同課題研究の実施(化学班)、海外オンラインサイエンスフェア参加(化学班)等を通じて「飛躍知」の一層の伸長を目指している。

(2) 企業主催の技術開発プログラムへの参加（物理班）

物理班では、1～6年までの約30名が日常的に研究を行っており、情報分野と物理分野の融合的な研究に取り組んでいる。物理班では、「飛躍知」育成を意識し、研究が一定レベルに到達した生徒に対して企業や大学の専門家との連携を推奨している。本年度は、情報通信研究機構（NICT）が自社の技術を開放し、中高生のアイデアを募る「多言語音声翻訳ハッカソン」に参加した。約2ヶ月の開発期間の中で、企業の技術者とのオンラインミーティングや、他校との中間報告会を実施した。専門家との議論によって自身の研究活動に緊張感が生まれると共に、専門家に自身の研究内容を共有し、意見をいただくことで研究課題に対する「視点の飛躍」や「手法の飛躍」が育まれていた。また、企業が開発したプログラムにオリジナリティを加え、新たな技術へと発展させる「発想の飛躍」への意識も高まっている。次年度以降も継続してこれらの活動を実施し、生徒の変容について検証したい。

【研究テーマの例（物理班）】

- ・「立体音響の開発に向けた基礎研究」（6年生1名）
- ・「深層学習を用いた脳波による視覚情報の予測に向けた基礎研究」（5年生1名）
- ・「spleeterによる音源分離を利用した音声認識及び翻訳機能の実装」（3年生1名）

【発表活動（全てオンラインでの実施）】

- ・9/19（日）情報処理学会 関西支部大会にて口頭発表（ジュニア会員特別賞受賞、3年生）
- ・11/23（火）テクノアイデアコンテスト2021 最終審査会にて口頭発表（グランプリ受賞、4年生）
- ・11/13（土）多言語音声翻訳ハッカソン発表会にて口頭発表（最優秀賞（NICT賞）受賞、3年生）

(3) 海外理数系先進校との連携（化学班：日常の活動含む）

化学班では1～6年の20名の生徒が活動している。化学班内での成果報告や練習実験を行うことで、低学年の生徒が高学年の生徒に対して質問する機会や、逆に高学年から低学年へ研究を伝える機会としている。これにより、班内の活性化を図っている。

化学班では、海外の理数系先進校との共同課題研究にも積極的に取り組んでおり、今年度は、化学班生徒3名（4年生）、カンボジアの Preah Sisowath High School（New Generation School）（4名）及び奈良市立一条高等学校（2名）の計9名の生徒に

化学分野の共同課題研究（日本・カンボジア）の流れ

2021年	各校での取組	両校合同の取組
6月	研究テーマの検討	研究案の相互提案
7月	テーマ決定、文献調査	テレビ会議システム
8～9月	実験・測定・検証	やSNSを利用した
10月	まとめ・発表準備	情報交換・発表準備
11月	サイエンスフェア（JSSF 2021 online）発表	

より、「土壌によるリン酸イオンの吸着率の違い」の研究に取り組んだ。月2～3回のオンラインミーティング（Zoomを使用）により、お互いの研究進捗状況の確認や今後の計画を相談した。新型コロナウイルス感染症拡大のため、カンボジア・プノンペン市内にある学校は長く学校閉鎖となり、また日本側も夏季休業期間後半より9月は、感染対策のため放課後の課外活動の

時間の短縮となったため、化学実験室で行う研究テーマの推進には厳しい状況であった。しかし、オンラインを活用することで、他校との積極的な研究交流ができ、実験室での実験を伴わない活動を充実させることができた。

(4) 京都大学サイエンス連携探索センター、奈良高校との高大接続事業（生物班）

サイエンス研究会生物班の生徒による活動として、京都大学サイエンス連携探索センターが実施している高大連携事業に参加している。本プログラムは、理学部の学部生と高校生が同じ研究者としての立場で連携し、同一の研究課題を対等に追及する高大接続事業であり、活動期間は2年間である。昨年度同様、新型コロナウイルス感染拡大の状況を鑑み、月2回のオンラインミーティングにより協議を重ねながら活動してきた。研究テーマは「マンボウの体表粘液の殺菌作用について」であり、昨年度は身近な菌に対する抗菌作用を確認する実験を繰り返していたが、明瞭な結果が得られないため、今年度は株が明らかでない5種の細菌を扱った抗菌作用の実験を行うこととした。生徒たちの主な活動を下表に示す。

月	京都大学サイエンス連携探索センター主催	実験状況	本校生徒独自の活動
4	↑ ↓	5種の細菌入手	Web 質問会 1*2
5		実験 1	
6		アイゴ・マンボウの 体表粘液凍結乾燥	中間報告会
7			
8		実験 2	日本動物学会近畿支部 高校生オンライン発表会
9		ウナギの体表粘液採取	
10		実験 3	
11		最終報告会	Web 質問会 2*3
12			

*1…定例 Web 会議は月2回 2時間程度実施

構成メンバーは、本校生徒3名（4年生2名、5年生1名）、京都大学理学部学生2名（数学・地学）、京都大学理学部教授2名、奈良高校教諭1名

*2…北里大学海洋生命科学部教授と本校生徒とのミーティング

*3…新潟食糧農業大学教授と本校生徒とのミーティング

2年間の高大接続事業に参加して、科学的事象を明らかにしようとする活動において、計画的に進まない、思い通りの結果が得られないことの方が多いことを知ったようである。そして、生徒たちがその挫折を乗り越えようとするときには、一緒に研究に興味を持ってきている仲間が、新たな先行研究を見つけてくれるなど応援があった。だからこそ、何度も失敗を繰り返しても諦めずに、専門家の方から直接意見を聞きたいという意欲がわき、自分たちから行動を起こしたと思われる。専門家の方と直接話すことで、同じ失敗や経験をしていることを知り、再び力をもらっていたようである。同じ経験をしている仲間の力が「飛躍知」を伸ばす原動力になっていたことが、本活動から見えてきたことである。

この接続事業のシステムについては、定例 Web 会議を月2回実施することは、生徒の研究に対するモチベーションを保つために機能していた。また、この定例 Web 会議の構成メンバーが異分野の学生ということが、研究を客観的視点から再確認してもらえる機会となり、実験方法の改善に機能したと思われる。しかし、実験結果を対面により分析し一緒に考察する機会は、時間的に困難であり、設けることができなかった。自然科学の題材でも特に生物分野は、環境によって生物の性質が異なることがあるため、2年間という時間的制約があるときは、研究テーマを選考する段階でその計画性を丁寧に見る必要がある。2年間の取り組みでは、異分野との連携を通して「表現力」は育成されたが、「飛躍知」の育成にはさらなる可能性があると考えられる。次年度以降も研究活動は継続するため、評価していきたい。

(5) 他校生徒との研究交流会の定期的な開催（数学班）

数学班では、1～6年までの35名が日常的に研究を行っている。生徒の研究テーマは、貴金属比を生み出す数列の性質（代数分野）、中線定理とスチュワートの定理の拡張、三角形の五心の軌跡（幾何分野）、順序数を用いた関数の収束速度の測定（解析・論理分野）と多岐にわたる。また、研究活動に加えて、日本ジュニア数学オリンピックおよび日本数学オリンピックに参加している。

数学班では、今年度大阪府立大手前高等学校が主催する「マスフェスタ（全国数学生徒研究発表会）」に参加した。本校からもポスター発表を行い、他校生徒との研究交流を行った。この活動を通じて、研究内容を発表して、相互に意見や感想を得ることにより、日頃研究活動を共にする仲間とは異なる視点から自分の研究内容について捉え直すことが可能になり、自分では気づき得なかったアイデアや関連事項を知るという「視点の飛躍」を引き起こすことができた。また、数学者から直接助言を受けることにより、新しいアプローチの初端を得るという「発想の飛躍」にもつながったといえる。次年度以降も継続してこれらの活動を実施し、生徒の変容について検証していきたい。

【数学班の研究活動】

主な研究テーマの例は以下の通りである。

- ・「中線定理とスチュワートの定理の拡張」（4年生1名）
- ・「関数の強さ」（4年生1名）
- ・「ルービックキューブの解法と群論」（4年生1名）
- ・「三角形の五心の軌跡」（4年生1名）
- ・「貴金属比を生み出す数列について」（4年生3名）
- ・「無理数を折り紙で表現する」（3年生1名）

(6) 異学年・異分野の生徒によるワークショップ（ベースキャンプ）

日程	2021年12月25日（土）9時～15時
場所	奈良女子大学 PC 教室 (対面により実施, 新型コロナウイルス感染対策には十分配慮する)
参加者	1年12名, 2年3名, 3年1名 (合計16名), 引率教員2名
内容	講座内容「コンピュータと推論」 ①論理学から記号論理学へ ②記号論理学とコンピュータ ③論理プログラミング ④Prolog 言語 ⑤プログラミング体験
方法	講義による説明と実習によるプログラミング体験をする
講師	新出尚之 (奈良女子大学生生活環境学部 准教授)

サイエンス研究会の前期課程生(中学生)を主対象とした課題解決講座「ベースキャンプ」を実施した。自分で考えて問題を解決したり行動したりするコンピュータやロボットを生み出すために、様々な研究が行われてきた。今回は、その重要な一つである計算機による推論の仕組みと、それを生み出した「自律エージェント」(自ら目標を持って動作するコンピュータシステム)の実現のための技術について紹介し、簡単な実習を行った。

ベースキャンプの内容としては、中学1年生には難しいものであったが、プログラミングに興味・関心がある生徒にとっては、刺激的な内容と感じたようであった。全体を通して、課題に対して粘り強い姿勢で取り組む様子が見られ、低学年での飛躍知の刺激に繋がる機会となったと考えられる。なお、アンケートの分析結果は後掲する。

(7) 全校生徒への成果の普及

7月16日に、3年生から6年生までの全校生徒を対象に、「SSH 先端講座」を開催し、前半部分で卒業生の研究発表を実施した。内容は、この春に卒業、本校在学時にサイエンス研究会数学班で活躍、6年生時に第18回JSEC（高校生・高専生科学技術チャレンジ）で行った口頭発表にて、グランドアワード・科学技術振興機構賞を受賞した卒業生（京都大学理学部1年）を招いた、研究発表会の形式で「サイエンス研究会の先輩の研究に学ぶ」としている。その際に、本校で全員が探究活動について本格的に学び始める3年生全員に対してアンケートを採った。以下の観点から振り返りを行い、感じたことを記載させている（全て記述式）。回答から抜粋する。

① 研究発表を聞いて、優れていると感じた点

- ・飛躍知を育んだこと。自分から課題を作り研究を深め、拡張させていくこと。
- ・数学の問題から思考を拡張させ、医療や工学・幾何学につながれるところにすごく発想力があると思った。
- ・今までにない価値を作る。未来を予想する。
- ・経験を具体例として挙げられていて、研究活動が身近なことに感じた。
- ・一人で研究するのではなく、周りの環境を生かして研究しているところ。

② 発表者による研究活動の振り返りを聞いて、参考になったこと

- ・研究、応用の流れや、学校の環境を生かした研究方法について、とても参考になった。
- ・調べたことがどう社会に役立つのか考えること。一つの研究を様々な分野に拡張できる。
- ・人と意見交流をするのはすごく大事だと思った。
- ・「未解決問題を解く」より「新たな問題を自ら作り、それを解く過程で未解決問題が解ける」という考え方が新しいと思った。
- ・英語の重要性をあらためて実感した。

③ 発表を聞いて、自分たちが授業等で行っている探究活動にも生かせると感じたこと

- ・異なるテーマや分野の人とも話すことで新しい視点を得ることができる。
- ・自分で問題を作り拡張させていくという方法はとても生かせると思った。
- ・研究が解決したらそれで終わるのではなく、新たな課題を見つけてまた研究するということ。
- ・現在確立しているものも参考にしながら、新しい問いを立てること。
- ・研究を日常にはめこみ、常に考え続けることが大切だと感じた。

④ 自分たちの探究活動との一番の差異として感じたこと

- ・ある分野をつきつめていくだけではなく、さらに応用して多分野に活かそうとしていること。
- ・自分たちは結果の考察や証明、結果を生かしての課題をまだ深く考えられていないと感じた。
- ・何年もかけて、したいことをし続けること。
- ・解決できるかわからないような、大きなテーマを持っているかどうか。
- ・できることから目標を見つけるのではなく、目標から手段を考えていた。
- ・人と交流して、意見を出し合って高めていくこと。

イノベーターの育成には、優れた発想・視点・手法を獲得した先達の講演に触れることが、大きな影響力を持つことがわかる。後期課程での探究活動の学びに、その精神が活かされることであろう。

[3]実施の効果とその評価

① サイエンス研究会の成果・受賞記録

	年	月	大会名	応募班	成果	発表テーマ
第4期SSH	2021(令和3)年	6	日本環境化学会第16回高校環境化学賞	化学	優秀賞(全国3位)	植物質素材を用いた水中の重金属除去法の開発
	2021(令和3)年	8	第44回全日本中学生水の作文コンクール	化学	佳作	綺麗な水を全ての人に
	2021(令和3)年	8	令和3年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会	化学	ポスター発表賞	植物質素材による水中の重金属イオンの捕集除去
	2021(令和3)年	9	令和3年度 奈良県統計グラフコンクール パソコン統計グラフの部	数学	佳作	有酸素運動で感染症対策
	2021(令和3)年	9	ゆめちから」栽培研究プログラム 第九期成果発表会	生物	プレゼンテーション賞	タイトル(テーマ)ありません
	2021(令和3)年	9	第164回日本獣医学会学術集会サイエンスファーム	生物	奨励賞	納豆から抽出したγPGAを用いた生分解性プラスチックの研究
	2021(令和3)年	9	情報処理学会関西支部大会	物理	ジュニア会員特別賞	JUCEを用いたソフトシンセサイザーの開発
	2021(令和3)年	11	第65回日本学生科学賞奈良県審査	化学	最優秀賞・商工会議所連合会賞	アンモニアの爆発条件に関する研究ー可燃範囲の測定による爆発実験の定量化ー
	2021(令和3)年	12	第38回近畿地区高等学校中学校化学研究発表会	化学	奨励賞	異なる植物由来のデンプンの調理特性
	2021(令和3)年	12	第38回近畿地区高等学校中学校化学研究発表会	化学	奨励賞	アンモニアの爆発条件に関する研究
	2021(令和3)年	12	第38回近畿地区高等学校中学校化学研究発表会	化学	奨励賞	酢酸ナトリウム過飽和溶液中での結晶成長における不純物の影響
	2021(令和3)年	1	第65回日本学生科学賞奈良県審査	化学	優秀賞	香辛料クロロフに含まれるオイゲノールの特異的な性質
	2021(令和3)年	1	第65回日本学生科学賞奈良県審査	化学	優秀賞	溶液中のコロイド粒子は結晶成長を妨げるのかー酢酸ナトリウムの過飽和溶液を用いた結晶化実験ー
	2021(令和3)年	1	第65回日本学生科学賞奈良県審査	生物	優良賞	奈良県生駒市におけるツバメの子育ての研究
	2021(令和3)年	1	2021年度日本動物学会近畿支部主催高校生研究発表会	生物	優秀賞	マンボウ体表粘液の抗菌作用について
	2021(令和3)年	1	集まれ！理系女子第13回女子生徒による科学研究発表会Web交流会(全国大会)	PICASO	奨励賞	バスケットボールのシュードにおける物体の数学的解析
	2021(令和3)年	1	テクノアイデアコンテスト”テクノ愛2021”	物理	グランプリ	簡易に演奏可能なウインドシンセサイザーの開発
2021(令和3)年	1	多言語翻訳ハッカソン	物理	NICT賞(第1位)	speeterによる音源分離を利用した音声認識	
卒業生	2021(令和3)年	7	未踏II人材発掘・育成事業	物理	独立行政法人情報処理推進機構が実施事業に採用	3Dプリンタで創る音の触感
	2021(令和3)年	8	リジェネロン国際学生科学技術フェア Regeneron ISEF)	数学	アメリカ数学会賞(American Mathematical Society Award) 2等	ビュフォンの針の高次元への拡張～図形を用いた確率の計算理論と幾何への応用～

上記の成果は、主に全国大会レベルの受賞者を記録した。今年度の特徴として、昨年度に引き続き企業連携、他校連携、大学連携(PICASO)等での研究は継続的に行われているが、新型コロナウイルス感染の影響で、海外連携が進まなかったことがあげられる。

今回、卒業生の2件の成果も記述しているが、これは昨年度6年生のときにSSH全国生徒研究発表会やJSECで賞をとった生徒が、世界大会(ISEF)につながっていたり、その研究テーマが大学での人材育成事業に採用されたりしたものであるため、特記している。

研究発表会や学会で発表するときに、同じ高校生からで質問を受けたり、大学の先生や研究者から厳しい指摘やアドバイスをいただいたりしたことが生徒の刺激となり、飛躍知の育成につながっていることが、生徒のことでよりわかる。

②ベースキャンプ実施後のアンケート結果

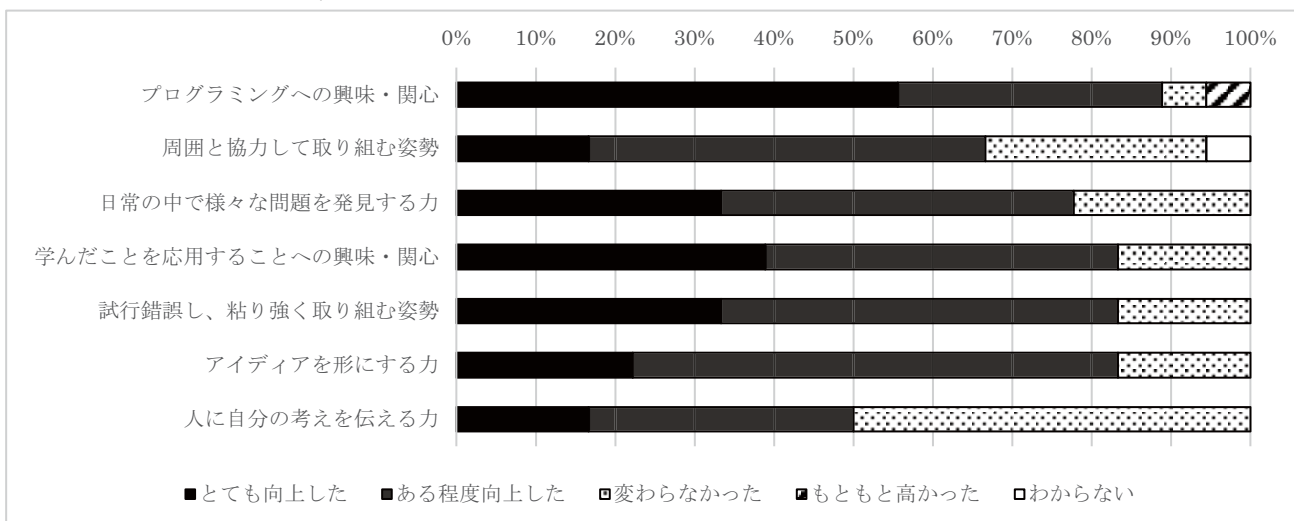
12月に実施したベースキャンプに参加した生徒を対象にアンケートを実施した。以下にアンケート結果を示し、ベースキャンプの効果について検証を行う。

生徒向けアンケート結果（回答者数 18）

Q1. 今回の活動を通して、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選んでください。

自分から取り組むこと（自主性）	12
周囲と協力して取り組むこと（協調性）	2
日常の中の様々な問題を発見する力	0
今持っている知識をどのように応用できるかを考える力（応用力）	1
試行錯誤し、粘り強く取り組むこと	1
アイデアを形にする力	2
人に自分の考えを伝える力	0

Q2. このWSに参加したことで向上したと考える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。



Q3. 今回のベースキャンプを通して、プログラミングについての考え方はどのように変わりましたか？

- ・プログラミングは身近なところにも使われているのを知り、機会があればまたやってみたいと思った。
- ・文字列がただつらつらと書き繋がれているだけのものだと思っていたが、説明を受けると、一つひとつの単語に意味があり、我々が普段使っている言葉と近いものであると感じた。
- ・自分には全く理解できない分野だと思っていましたが、やってみると意外とわかり、楽しくできた。

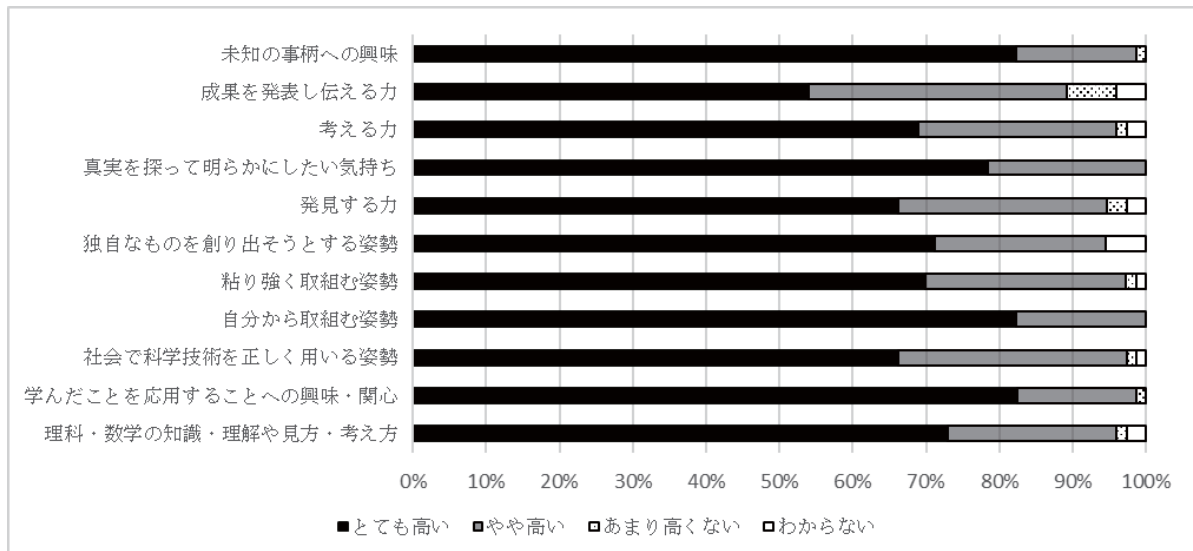
今年度のベースキャンプはコロナ禍であることを考慮して、講義形式でプログラミングについて教え、その後、プログラミングの課題を自らの力で解決するという内容となった。そのため、Q1,2にいずれにおいても「人に自分の考えを伝える力」の項目が低い結果となった。しかし、Q1では「自分から取り組むこと（自主性）」、Q2では「プログラミングへの興味・関心」の項目が非常に高い結果となっている。また、Q3をみると、生徒の中でプログラミングが身近なものへと変化していることや新たな視点を獲得している記述を確認できる。今回のベースキャンプは、自らの意思で粘り強く学ぶことの大切さを知る良い機会となり、視点の飛躍や手法の飛躍の基盤を作ることに繋がったといえるだろう。

③生徒研究発表会アンケート

5月5日に実施した生徒研究発表会に参加した本校生徒、外部の参加者を対象にアンケートを実施した。このページでは、本校生徒が回答した結果を示し、生徒研究発表会の効果について検証を行う。

本校生徒の回答結果（回答数 74）

Q1. 本日の発表会の内容をふまえ、以下の能力についてどのような印象を得たか、選んでください。



Q2. 発表を聞いて感じたこと（率直な感想）を記載してください。

〈発表者の研究姿勢に関する記述〉

- ・身近なことに疑問を持ち、研究することが素晴らしいと感じた。
- ・調査した結果からも新たな疑問・今後の展望を出しており、未知の事柄への探究心が強いと感じた。
- ・どの研究もまず第一印象となる題名の時点で面白そうな研究であることがうかがえて、聞いてみてもやはり面白いものばかりだったので、最初の着眼点がすごいと思った。

〈テーマ設定や研究方法に関する記述〉

- ・皆さん、なんらかの社会課題からテーマを見つけているような気がした。
- ・授業で習っていたり日常生活で耳にしたりしたことがあるなど身近なテーマが多く面白かった。
- ・日常に関することをテーマにしているところや、発表の説明がとても分かりやすかったところがすごいと感じました。

Q3. 発表を聞いて、今後の自分の探究活動（研究活動）に生かせると感じた研究視点や手法など、学んだことを記載してください。

- ・その実験の状況や周りの環境などを細かく記録しながら実験することが大切だと思った。
- ・学校で習ったことなど、身近なところからも、研究テーマがあると分かった。
- ・研究のテーマや目的を社会問題と繋がれるようなものにする。わかっている知識、わかっていない知識をはっきりさせる。

Q2,3の回答では、研究に対する姿勢や研究テーマの見つけ方についての記述が多かった。Q1のアンケート結果をみても、「未知の事例への興味」、「自ら取り組む姿勢」、「学んだことを応用することへの興味・関心」が高いことから、他者の研究発表を聞くことによって、研究への取り組み方や心構えを学びとっていることがわかる。また、アンケートフォームで質疑を集めたため、発表時に加えて多くの質疑が集まった。発表者・参加者の両者にとって視点の飛躍、発想の飛躍の育成につながられた。

第3節 「飛躍知」の育成に通底するカリキュラム開発

[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連携事業の開発

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）及びSSH本体枠の活用（平成27年度以降）によって、課題解決型ワークショップや研究交流を中心とした国際連携事業を実施してきた。

対象生徒・教員	実施時期	訪問先・参加国	参加人数
サイエンス研究会海外研修 (先進校での共同研修)	平成20年度～令和元年度	アメリカ・韓国・ベトナム・タイ	4～10名
サイエンス研究会海外研修 (国際研究発表会)	平成28年度～令和2年度	タイ政府主催“Thailand・Japan Student Science Fair”	5名
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(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
さくらサイエンスキャンプ (JSTさくらサイエンスプラン)	平成28年度～令和3年度	日本・韓国・台湾・ウズベキスタン・インドネシア・タイ・インドが参加	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
海外共同研究	令和元年度～令和3年度	立命館中学校・高等学校のSSH科学技術人材育成重点枠 タイ共同研究研修	2名

卒業生アンケートの結果から、上記の国際連携事業を通じて英語で議論する力や課題解決能力が向上したことがわかり、多くの参加生徒が大学進学後も海外の大学に研究留学を行なっている。また、第3期SSHより開始した海外理数教育先進校との中長期的な国際共同研究においては、文化的背景の異なる生徒同士が多様な視点で研究テーマについて議論し、独創性の高いテーマ設定が行われることがわかった。

2. 文理統合型の高大接続カリキュラムの開発

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カリキュラムを開発してきた。

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の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～令和3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)
高大接続文理統合型探究プログラム(PICASO)の試行	5年	第3期SSH第5年次以降
サイエンス研究会への指導・助言(校内発表会、個別の研究相談)	1～6年	第1期SSH指定以降(年2回以上)

各種アンケート調査の結果から、大学教員の専門性の高さに触れることで自身の研究テーマに対する新たな着眼点を見出し、研究手法が飛躍する傾向が見られた。また、令和元年度より試行している「高大接続文理統合型探究プログラム(PICASO)」では、多様な専門分野の大学教員が講義を行った後に個人での探究活動を行うことで、人文社会系の探究活動に統計の手法を適用するなど、生徒自身が領域を超えた研究手法に到達している。分野の異なる大学教員との意見交換や、他分野に携わる生徒との共創により、探究活動における発想の転換が促されていることがわかった。

[2]-1 研究開発の内容

1. 国際連携事業

■全体構想

15年間のSSH研究開発を経て輩出した、科学コンテスト等の世界大会に出場した生徒たちの一部は、本校卒業後も海外の研究者と共に国際共同研究を実施したり、海外の大学で研究員として勤務していることがわかった。卒業生アンケートでは、本校在学中の国際的な研究交流で育まれた新たな国際感覚の獲得や課題意識の変容、多様な研究手法への興味、英語活用能力の向上が卒業後の研究活動に大きな影響を与えることが明らかとなり、SSHにおける国際連携事業の有用性がみてとれる。

第3期SSHにおいては、サイエンス研究会の生徒の一部が海外の高校生との長期的な国際共同研究を開始した。長期間にわたる共同研究により、「学びあう関係」の構築にとどまらず、異なる見方や価値観、考え方に触れることができ、自分たちの常識を問い直して新たな視点を獲得することにつながっている。これらの環境は、第4期SSHの研究開発テーマである「飛躍知」育成の場として有効であると考えられる。

上記の背景をふまえ、第4期SSHではこれまでの国際連携事業により構築した海外理数系先進校（タイ、ベトナム、台湾など）との協力関係を基盤として、サイエンス研究会を中心とした国際共同研究を行う。また、海外理数系先進校訪問やNARA SAKURA Science Campを通じて、国際共同研究や研究交流を活性化し、国際的に活躍する科学技術人材の育成を目指す。国際的な科学技術コミュニケーションを可能にするために、英語科・国語科との連携を強化し、飛躍知の基礎・基本となる批判的思考能力や言語スキルを習得できるプログラムを計画する。これらの国際連携においては、国内の他校生徒や教員が参加できる環境づくりを目指す。本校は第2期SSHの重点枠指定時より、他校の生徒にもその機会を提供してきた。事業評価の分析により、これらの機会提供が他校参加者の英語を用いて議論する力の向上や、研究手法に対する新たな視点の獲得につながっていることが判明している。第4期SSHにおいては、以下に示す国際連携事業を他校生徒にも提供し、長期SSH指定校として成果の普及と国内外のイノベーター育成に寄与する。実施方法としてはオンラインを併用し、場所の制約を超えてより多くの生徒や教員の参加機会の確保に向けて尽力する。以下に今年度実施した国際連携事業の例を示す。

NARA SAKURA Science Camp の実施

奈良市立一条高等学校・立命館大学附属高等学校との国際サイエンスフェアの共同実施
本校成果発表会、各種学会やコンテストにおける国際共同研究の研究成果報告

■仮説

- ①海外理数系先進校との英語での研究発表を通じて、国際的な場面で議論する力を育成できることに加え、課題意識の違いや研究手法の差異など、新たな視点を獲得ことができ、研究課題に対する「視点の飛躍」や、学問領域を超えた「手法の飛躍」を実現できる。
- ②①の経験を通じて、探究活動の困難を新たな発想により解決するための「発想の飛躍」を実現でき、「飛躍知」を総合的に高めることができる。
- ③サイエンスキャンプに代表される海外生徒との課題解決ワークショップの実践により、「共創力」や「飛躍知」の育成が可能となる。
- ④前述した①～③の活動について、他校生徒や教員の参加機会を確保したり、使用教材の共有や成果の発信を行うことで、国内外のイノベーター育成に寄与できる。
- ⑤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できる。

(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。6 年目となる今年は、コロナウイルス感染拡大に伴い、昨年度に引き続きオンラインで実施した（昨年度は予算を辞退し、今年度はオンライン開催の予算措置を受けた）。日程は、8 月 28 日、8 月 29 日、9 月 4 日、9 月 5 日であり、国立第 10 サマリダ高校（インドネシア）を始め、本校を含めて延べ 6 カ国 6 校 37 名の生徒が参加した。オンライン会議システムは Zoom と Google Meet を併用した。

今年度のテーマは”Mathematics applied to population biology”であり、生物の数の増減を数理的にモデル化するメソッドを学び、それを活用して実世界に存する様々な数の増減をプログラミングしたり、シミュレーションしたりするものである。また奈良女子大学理学部の教員の協力を得ながらおこなった。

この取り組みによって生徒にもたらされる飛躍知について、二つの研究仮説を立てた。

①数学という知の体系を生物学に応用する学びを通して、世に生起する様々な問題を科学的に理解する術を学び取る。そのことを以て「発想の飛躍」を遂げる。

②ジェスチャーなど非言語的な助けが期待できないオンライン環境下での異文化協働学習を通して、言語によるコミュニケーションや国際交流という営みそのものを捉え直す機会とする。そのことを以て「発想の飛躍」を遂げる。

③生物学分野であるウイルスの増殖や社会学分野であるエネルギー消費量という現象に対して、ロジスティックモデルなどの数学的手法を拡大的に活用し分析を試みるという「手法の飛躍」を遂げる

④大学の専門家（奈良女子大学理学部教授）や海外の理数系先進校の生徒との共創により、手持ちの分析手法よりも高度なそれを新たに見出す「手法の飛躍」を遂げる

以上のように、今年度のさくらサイエンスキャンプには、飛躍を可能にする 4 つの局面が存在するという研究仮説のもと動き出し、もろもろのプログラムを終了した。以下、生徒たちの研究テーマを糸口に、本プログラムの成果を略記しておく。

“Prediction of energy consumption relate with population dynamics in the next 100 years in Thailand and Indonesia”のように、エネルギー消費と人口増減の関係性を取り上げる研究や“Trends of COVID-19 spreading in Japan”のように、コロナ・パンデミックを取り上げる研究があり、このことは、数学という知の体系を活用して、コロナウイルス感染者数やエネルギー／人口の増減といった数学以外の分野—それは「いま・この世界で」起きている出来事とも言える—を科学的に理解するきっかけになったと考えられ、「手法の飛躍」と「発想の飛躍」の両方を成し遂げたと言えるだろう（①③に該当）。

また、大学の専門家や海外の生徒との共創によって、事象に対して従来のように個人の資質能力をベースとしたものとは異なるアプローチを見いだす場面が見られた（④に該当）。加えて、オンラインでの異文化交流という特殊な環境下に身を置くことで、コミュニケーションの本質を捉え直そうとする生徒の姿勢を見出した（②に該当）。

令和 3 年度のさくらサイエンスキャンプは、内容に関する学びのみならず、多様な他者とのオンラインによる共創やコミュニケーションによって「発想の飛躍」と「手法の飛躍」の両方を参加者にもたらしたと言えるだろう。

(2) 海外理数系先進校との共同研究（化学班）

日本と海外の高校生が共通の課題に対して対等の立場で科学研究に取り組むことで、単独の研究では得られない成果が期待できる。また、海外の生徒と研究に関しての日常的な意見交換と共同で研究を進める姿勢、異文化間におけるコミュニケーション、リーダーシップ、英語力の伸長が期待できる。

本校では、2019年度より化学班の生徒が中心となって、海外理数系先進校の生徒と共同課題研究（化学分野）に取り組んだ。共同課題研究に参加する生徒は、興味・関心の幅も広い。学校間で共同研究を行う際には、地域差を利用した研究を実施するメリットが大きい。特に国を超えての共同研究ではなおさらである。しかし、化学分野の共同研究を行う際には、実験室の使用、薬品の管理、実験器具や測定装置の有無など、学校間・生徒間で調整しなければならないことも多い。両校の生徒から提案された複数テーマ案より、生徒らは研究手法の容易さや社会的課題に注目し、環境や食品分野を選択した。3年間の研究テーマは以下の通りである。

年度	共同研究校	研究テーマ
2019	・タイ Chitralada School 女子 2 名 ・奈良女子大学附属中等教育学校 女子 2 名 ※8月にタイ訪問，11月にタイ生徒の来日。	茶葉（日本）およびグアバ葉（タイ）を用いた水溶液中の金属イオンの除去
2020	・タイ Chitralada School 男子 3 名 ・奈良女子大学附属中等教育学校 女子 2 名	日本とタイの味噌の違い
2021	・カンボジア Preah Sisowath High School（New Generation School） 男子 2 名・女子 2 名 ・奈良市立一条高等学校 男子 2 名 ・奈良女子大学附属中等教育学校 男子 1 名・女子 2 名	土壌によるリン酸イオンの吸着率の違い

研究活動は、5～6月に研究テーマを決めるオンライン会議を開催することから始め、11月上旬に立命館高校が主催する Japan Super Science Fair（JSSF）において、研究成果を発表することをゴールとした。2019年度は、夏季休業中に Chitralada School を訪問し、共同実験を行った。一方、2020年度、2021年度は、新型コロナウイルス感染症拡大のため、海外校を訪問しての共同実験は行えず、また、毎年対面で実施する JSSF もオンライン開催となったため、共同研究から成果発表までのすべてがオンラインにより行われた。

これらの活動についてアンケートの結果、生徒の達成感是对面の方が高いと思われる。しかし、オンライン交流でも「自立性が高まる場面」や「グループの関係性が成熟する場面」が見受けられた。本校の生徒および指導教員へのインタビューの結果、「自己の考えや判断が発揮できるとき」「自己の判断によりグループの困難を乗り越えるとき」に自立性が高まり、「グループ内で積極的・意欲的・建設的発言が多くなるとき」



「論理的に物ごとを考え、お互いが納得できる答えを見出した（見出そうとする）とき」「グループ内の生徒が協力して課題を解決しようとする姿勢がみられるとき」「教師やメンターの支援の仕方に変化が生じたとき」にグループの関係性が成熟させることができた。

[3]-1 実施の効果とその評価

前述した国際交流事業への参加生徒が書いたレポートや指導教員に対するインタビューにより、以下のような記述が得られた。

1. 参加生徒のレポートより（抜粋）

(1) NARA SAKURA Science Camp参加生徒のレポートより（抜粋）

・今回のさくらサイエンスを通して、数理モデルを用いると数式に裏付けられた数値の変動の予測が可能になることがわかった。数学を用いなければ元来定性的にしか表せなかった事象も、数学の活用によって普遍的な数式として記述することができた。（4年生女子A）

・数理モデルを用いることで、その事象の他の性質を見出したり、他の事象と結び付けたりして思考を拡張することができるということが分かった。今回の体験を通して、モデル化が普遍的な手法であることが実感できた。（5年生男子B）

・他国の生徒がすでに別事象のモデル化を経験しており、その際の関数のアイデアを今回のテーマである人口モデルにも転用できた。また、各国の状況に応じて変数が変化するため、他国の人口に関連する要素について共有し、どのような要素を変数に採用すれば良いかを協議したことがとても貴重だった。他国の生徒との共同作業でなければ、体験できなかったと感じる。（5年生女子C）

(2) 国際共同研究を指導している教員へのインタビューより（抜粋）

・海外の理数先進校との議論により、テーマの設定の視点が大きく変化する様子が見られた。互いの国で比較できるテーマや、分析機器の共通点と相違点を生かした研究が実施できることで、生徒の「手法の飛躍」や「発想の飛躍」が一層伸長される印象を得た。また、海外生徒の議論に対する積極性により、本校生徒のプレゼンテーション能力が高まっていく様子が伺えた。共同研究を実施した海外生徒は、発展的な分析手法についてもすでに学習済みであり、規定の枠組みを超えて文献調査を行うなど、本校生徒が探究に向かう姿勢に対しても大きな効果をもたらした。

2. 成果と課題

生徒および参加校教員のコメントを、飛躍知の育成という観点から考察する。(1)について、生徒Aは「数理モデル」の活用可能性を見ており、数理解析を用いることで課題の捉え方が変容するという、「視点の飛躍」を見出している。生徒Bは、「その事象の他の性質を見出したり、他の事象と結び付けたりして思考を拡張」できるといった具合に、自らの「思考」（＝発想）や「事象」に迫る手法の「拡張」を実感したと述べる。このコメントは、さくらサイエンスキャンプを通して「発想の飛躍」「手法の飛躍」の二つが、参加者にもたらされたことを裏付けている。生徒Cは、海外生徒との連携によって、手法の転用やモデル化に必要な要素の特定に新しい見方・考え方を発見している。このことから、外部との連携により、「視点の飛躍」や「手法の飛躍」という「飛躍知」の伸長に該当すると考えられる。

加えて、(2)についても(1)と同様の「飛躍知」が育成されていることが読み取れる。同時に、海外生徒との長期間にわたる議論を経て、海外生徒の議論に対する積極性や、発展的なことを学ぶ姿勢が本校生徒にも影響を与えることがわかる。

課題として、海外生徒どうしの学習の進度についての調査が不十分で、(1)のキャンプの当初はその差異を埋めるための取り組みが求められた。また、国内外の生徒を問わず、プログラミングやPCの操作に対する経験の差異が取組に影響した点は課題としてあげられる。次年度以降は、このような差異を事前学習においても有効に活用し、共創によって課題への理解度を高められる工夫を行いたい。

[2]-2 研究開発の内容

2. 高大接続事業

■全体構想

第4期SSHが目指す「飛躍知」の育成において、学外の多様な専門家との共創は必須条件であり、その高い有用性は第3期SSHの成果分析からも明らかである。この経緯をふまえ、第4期SSHにおいては大学や企業と連携したカリキュラム構築を一層発展させる。奈良女子大学と本校においては、大学入学後までのカリキュラム設計を含む高大接続文理統合探究プログラム(PICASO)の開講や、課題研究発表会等での指導・助言の機会を確保する。昨年度、PICASOの一期生が卒業し、本プログラムでの探究活動の成果が高く評価され、一部の生徒が以下の大学への推薦入試に合格した(下表)。これにより、本校SSH事業が目指す「飛躍知」が、大学での研究活動に通ずる資質・能力であることが分かった。

東京大学 学校推薦型入試(1名) / 京都大学 特色入試(1名) / 大阪大学 総合型選抜入試(5名)
筑波大学 AC入試(2名) / 名古屋大学 学校推薦型選抜入試(1名) / 奈良女子大学(4名)
京都工芸繊維大学 ダビンチ入試(1名) / 京都府立大学 学校推薦型選抜入試(1名)

PICASOには、令和5年度より奈良市立一条高等学校の参加も予定されており、本校が開発した探究活動カリキュラムを公立高校にも展開する方法を模索する。本年度は公立高校の参加に向けた入試制度の設計に焦点を絞り、本校教員、大学教員、一条高校教員、奈良県教育委員会が参加した「PICASO 拡充会議」を定期的に実施した。次年度は、単位認定のあり方や、育成を目指す資質・能力の共有、学校間の生徒の特徴の差異を考慮したカリキュラム設計について、具体的な議論を重ねる予定である。本事業のように、大学のみならず、周辺企業の協力により企業の資材を活用した産官学連携型の高大接続事業について、大学附属校の中で長期のSSH指定を受ける本校が中核校として本プログラムを企画・運営し、地域の学校へと展開していくことで、科学技術イノベーターを育成する新たな高大接続事業を構築する。

加えて、他大学や企業と連携した高大接続事業を一層活性化させる。京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校との連携により、大学生と高校生による協働型の探究活動をオンラインにて実施する。2年間にわたる長期的な探究活動の最終年度として、大学教員、本校教員、他校教員による成果報告会を実施する。研究成果の学内の探究活動では獲得し得ない「飛躍知」の育成を目指すとともに、京都大学サイエンス連携探索センターと協力して生徒のポートフォリオ分析を実施し、どのような活動内容が生徒の「飛躍知」育成に寄与したかを分析する。企業連携においては、大和ハウス工業株式会社との連携により、5年探究活動の講座を一部協働で企画・運営し、多角的視点に基づいた探究活動を実践する。このような多様な大学・企業連携によるカリキュラム開発により、「飛躍知」の育成を深化させる。

■仮説

- ①奈良女子大学と的高大接続文理統合探究プログラム(PICASO)や協働での課題研究発表会の実践により、探究活動の視点や手法を飛躍させる「飛躍知」を伸長できる。
- ②京都大学サイエンス連携探索センターと連携した大学生と高校生による協働型探究活動の実践により、「飛躍知」の伸長やオンラインを活用した探究活動のカリキュラムモデルを構築できる。
- ③大和ハウス工業株式会社と連携した通年での探究活動により、多角的な視点を交えた「飛躍知」育成のためのカリキュラム開発が可能となる。
- ④①から③への他校参加の促進や積極的な情報発信により、地域の理数教育の促進に寄与できる。

(1) 本校教員と大学教員によるカリキュラム開発

① 高大接続文理統合探究プログラム (PICASO) におけるカリキュラム開発と公立高校への拡充

第3期SSHに引き続き、本年度も授業の共同開発や成果発表会での助言など、本校教員と大学教員が連携したカリキュラム開発を行った。第4期SSHの新たな取り組みとして、文理統合的視点によって探究活動を飛躍させるための「高大接続文理統合探究プログラム (PICASO)」を実施した。プログラムの前半は、奈良女子大学の教員6名がリレー形式で具体的な研究事例を通して対象把握・問題設定・仮説構成・データ収集・検証という探究プロセスを意識した講義を行い、後半は個人での探究活動を行った。本年度の事例として、バスケットボールの軌道に関する研究を行う生徒が、本校の物理教員とのやりとりによって物理学的なアプローチを模索する一方で、本校及び大学の数学教員のアドバイスにより、行列等を用いた数学的な解析を行う様子が見られた。インタビューやポートフォリオの分析により、自身の探究テーマを専門とする大学教員からの助言により、テーマそのものを捉え直す「視点の飛躍」が見られた。加えて、自身のテーマとは異なる大学教員からの助言により、生徒自身では気付き得ない「手法の飛躍」が見られ、大学教員のはたらきかけが「飛躍知」育成に高い効果をもたらすことがわかった。

PICASOにおける本年度の新たな取り組みとして、接続入試によって進学した生徒に対する「フォローアップゼミ」を開始した。このゼミは、自主的な探究活動の発表会としてゼミ形式で実施しており、学部を超えて学生同士の意見交換を行い、「手法の飛躍」や「発想の飛躍」に相当する飛躍知を獲得させることを目指している。次年度以降は学生の自主運営による開催を予定しており、議論のテーマに応じては、一般入試によって入学した学生の参加についても検討する。このような機会の設定により、本校在籍時から「飛躍知」を段階的に高めてきた接続入試の学生を起点として、より多くの学生に「飛躍知」を育むカリキュラムが展開されることを期待している。

加えて、公立高校に対するプログラムの拡充を目指し、奈良市と奈良女子大学の包括協定のもと、奈良市立一条高等学校の参画に向けた協議を開始した。同校生徒の本プログラムへの参加は、令和5年度を予定しており、本年度は公立高校の参加に向けた入試制度の設計に焦点を絞り、本校教員、大学教員、一条高校教員、奈良県教育委員会が参加した「PICASO 拡充会議」を定期的実施した。

② サイエンス研究会や課題研究発表会における指導・助言及び国際サイエンスキャンプでの指導

第3期SSHからの継続事業として、サイエンス研究会の研究活動に指導・助言をいただくと共に、課題解決型国際科学キャンプ（さくらサイエンスキャンプ）での課題設定を本校教員と共に協議した。また、異学年合同での課題研究発表会、理系女子育成を目指す課題研究発表会「サイエンスコロキウム」において指導・助言をいただき、「飛躍知」の育成を促進すると共に、評価のあり方を議論した。

③ 京都大学サイエンス連携探索センター及び奈良高校との高大接続事業

昨年度に引き続いて、京都大学サイエンス連携探索センターが実施している高大接続事業のモデル校として参加した。参加生徒と大学生に加え、本校教員・他校教員・大学教員が参加する形で月2回のオンラインミーティングが行われた。本校生徒は「マンボウの体表粘液の殺菌作用」を研究テーマとしているが、物理分野や、免疫分野を専門とする大学教員がオンラインミーティングに参加しており、「視点の飛躍」や「手法の飛躍」によって研究内容を拡張させることができた。最終成果報告会では、多分野の大学教員から質疑を受け、研究テーマに対する「発想の飛躍」を育成することができた。

(2) サイエンスコロキウム

女子中学・高校生が日頃の科学研究活動の発表を通して理系女子生徒間の友好・仲間意識を深め、理系女子の裾野の拡大およびネットワークの構築を図る大会で、今回で4回目の開催である。コメンテーターとして、奈良女子大学の理系教員が参加し、中学・高校生と議論を交わすことで交流の場をつくる。本大会のテーマは「ともに研究に取り組む」であり、高校生の研究発表を大学教員が教育するのではなく、研究がより良い方向に向かうにはどうすればよいかを中学・高校生と大学教員と一緒に議論することを目的とした。

■概要

日時：2021年12月19日（日）13時～16時30分、Zoomを用いたオンライン開催

主催：奈良女子大学理系女性教育開発共同機構・理学部・附属中等教育学校

協力：ノートルダム清心学園清心中学校・清心女子高等学校

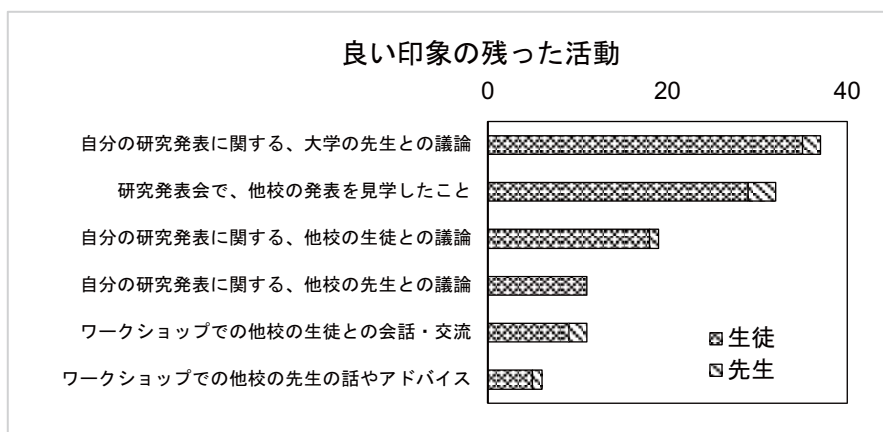
内容：研究発表48件、ワークショップ（大学教員のミニ講義及び座談会）

参加：18校（中学校も含む）、生徒127名、参加校教員29名、奈良女子大学教員（附属中等含む）22名

方法：分野別の8つのグループ（分科会）に5～7発表ごとに分かれ、コメンテーター（奈良女子大学教員）及びファシリテーター（高校教員や大学院生）が担当した。前半の発表（1部）では、7～8分程度の事前提出動画を上映し、その後、質疑応答を行う。また、後半（2部）発表は、分科会ごとに大学教員の専門分野に関するミニ講義及び座談会を行った。

■評価

参加・発表生徒の約8割が女子であり、発表分野別にみると、数学1、物理2、化学17、生物18、地学・天文4、情報3、環境2、その他1であった。大会の評価について、参加者アンケートをもとに分析する（有効回答数61）。参加・発表のきっかけは、「先生に勧められたから」（50名）が最も多く、「他の学校の生徒の発表を聴きたかったから」（27名）も一定数いた。参加者の自身の研究に対する大学教員からのアドバイスで印象に残ったものとして、「研究内容に関する専門的な質問への回答」「今後の研究課題についてのアドバイス」「気づいていなかった問題点の指摘」「発表方法へのアドバイス」などが挙げられる。また、一般的な研究活動に対する姿勢やデータの統計的取り扱いを知るきっかけになったという意見もあった。印象に残った活動について、複数選択する質問では、「自分の研究発表に関する、大学の先生との議論」が高評価であった。大学教員からももらったアドバイスで印象に残ったものは、「研究内容に関する専門的な質問への回答」「今後の研究課題についてのアドバイス」「気づいていなかった問題点の指摘」、「発表方法へのアドバイス」が多かった。また、「一般的な研究活動に対する姿勢やデータの統計的取り扱いを知るきっかけになった」という意見から、参加生徒のモチベーションの向上につながるきっかけとなったことが窺える。このように、大学教員からの有益なアドバイスに対して、肯定的に受け取っていることが分かった。



[3]-2 実施の効果とその評価

ここでは、サイエンスコロキウムに参加・発表した生徒の感想及び指導・助言に当たった奈良女子大学教員の研究発表に対するコメント（記述）を分析する。大学教員は、発表した生徒の研究に関して、「飛躍知」育成の観点から次の4つに分節化し、各発表についてコメントした。

- ①課題の設定 …「課題設定の視点」「先行研究の調査」「課題の適切化（自身の探究スキルに合った内容に適切化できているか）」
- ②研究活動 …「研究手法の妥当性（課題に適切な研究手法を選んでいるか）」「必要事項の学習（必要な専門知識をよく学習しているか）」
- ③データ処理と分析 …「十分な実験データの収集」「適切なデータ処理・分析手法の選択」
- ④考察 …「先行研究のデータとの比較や誤差の考察」「課題に対する適切な結論づけ」

今回の発表内容は、研究期間が長く完成度の高い研究から構想段階の研究まで多岐に及んだ。また、化学・生物分野の発表が多いため研究手法にも偏りがあったが、ここでは、視点②研究活動、及び③データ処理と分析について分析した結果を記載する（下表）。大学教員はコメント（抜粋）のように、中高生の探究活動について、専門的な立場からのアドバイスとともに、研究活動全般に必要な資質を踏まえたコメントが多かった。具体的にコメントした大学教員へのインタビューした結果、「たとえ研究を失敗しても、研究のプロセスをしっかりと経験することが大切」「どこで失敗したのか、なぜ失敗したのか、どうすれば失敗しなかったのか、などをしっかりと検討できていれば、十分生徒の能力向上につながる」「逆に「失敗」を認識しない、もしくは認識していても向き合うことをしなければ、何年取り組んだとしても活動全体が「失敗」に終わると考える」という指摘があった。コメンテーターである8名の大学教員のいずれにも、上記の視点につながるコメントが多数含まれている。一方、参加生徒の感想からは、「他への応用」「異分野との協働」など異なる他者との共創につながる意見が複数あった。課題研究・探究活動を通じた高大接続を意識した取組の中で、サイエンスコロキウム等発表会や交流会を通じて育成されるべき「飛躍知」については、今後さらなる整理が必要である。

項目	飛躍知に係る参加生徒の感想（抜粋）	大学教員のコメント（抜粋）
②研究活動	<ul style="list-style-type: none"> ・他に応用できるものはないか指摘が良かった。 ・自分たちだけでは見つけられなかった問題点を指摘された。 ・1つの分野の知識だけでなく様々な分野の知識を合わせることが大切だというアドバイスをもらった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法や実験結果の説明が丁寧で分かりやすかった。 ・実験装置を自作したり、創意工夫の感じられる発表だった。 ・実際に行ってみるとうまくいかないことが多いと思うので試行錯誤しながら一つずつ問題点を潰して行って欲しい。
③データ処理と分析	<ul style="list-style-type: none"> ・標準誤差について教えて頂いた。 ・100%成功することを考えてしまっていたが、100%ではなくても手作業よりも効率が良ければいいのではという視点をもらった。 ・計算式について丁寧な説明を頂き、式の意味をよく考えることが大事だと痛感した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・何を指標に実験結果を評価するか。 ・再現性の確保のために、同一のサンプルを複数調整し、同じような結果を確認することが大事だと思います。

第4節 他校への成果普及

[1] 研究開発の課題と経緯

■多様な成果普及のあり方と他校参加型のSSH事業の構築

本校では、第1期SSH指定時より他校への成果普及を意図した以下の取組みを展開してきた。

事業名	実施内容
課題解決型国際サイエンスキャンプ (国際連携, 他校連携, 大学連携)	本校が主催するアジアの中高生による課題解決型国際サイエンスキャンプに県内他校生徒(非SSH指定校を含む)を招待
多分野融合型課題解決ワークショップ (企業連携, 他校連携)	SSH交流会支援の指定を受け, 国内4校(非SSH指定校を含む)の生徒及び教員を招待
SSH成果発表会, 教員研修会での実践報告, 学校訪問の受け入れ(教員研修)	本校SSH成果発表会, 各種学会にて研究開発の実践報告, 授業公開, 課題研究の指導方法に関する情報交換会を実施, 学校訪問の実施
課題研究発表会「サイエンスコロキウム」 (成果発表会, 大学連携)	奈良女子大学と本校の共同開催により, 国内18校の理系女子生徒を主対象とした課題研究発表会を開催し, 大学教員による指導・助言を実施
生徒による研究成果の発表 (学会, コンテスト, 本校研究会での発表)	国内外の各種コンテストにおいて, 生徒の課題研究の成果を発表, 本校校内発表会を外部公開(オンライン)
ホームページや研究冊子の作成	作成した授業案のWeb公開, 生徒の課題研究の成果物(論文集)の公開, 各種SSH事業の実践報告

上記の中で、他校の生徒及び教員からの評価が高い活動が「本校生徒の研究発表」及び「本校が主催するサイエンスキャンプや多分野融合型課題解決ワークショップ、課題研究発表会(サイエンスコロキウム)」である。前者については、「独創性の高い課題の発見方法や、研究手法の展開が参考になり、自身の課題研究にフィードバックできる」との意見が多かった。後者については、「海外先進校や企業、大学との連携は自校のみでは実施しにくいと、長期のSSH指定を受ける学校の企画に参加することで、活動内容を大幅に拡大できる」という意見や、「自校の課題研究に対して大学教員から直接アドバイスをもらう場面や、ラウンドテーブル形式の座談会により気軽に大学教員に相談できたことで新しい着想を得た」との意見を多くいただいた。これらの意見から、上記の多様な活動が、他校の生徒にとっても探究活動の「視点の飛躍」や「手法の飛躍」などの「飛躍知」の伸長が可能であることがわかる。

[2] 研究開発の内容

■全体構想

このような成果をふまえ、第4期SSHにおける成果普及活動では、「生徒の探究活動の成長過程と効果的なアドバイスが読み取れる成果物の発信」及び「海外先進校や企業、大学と連携した事業に対する他校の参加」を一層促進させる。具体的には、数年にわたる探究活動に取り組む生徒のポスターや研究論文、発表動画をWeb上で公開し、成長過程と効果的な指導方法を共有する。視聴者にはアンケートを依頼し、成果普及の手法について成果と課題を分析する。各種SSH事業については、高大接続文理統合探究プログラム(PICASO)への公立高校の参加に向けた協議や、課題研究発表会への招待を継続する。

■仮説

- ①探究活動の指導方法や「飛躍知」の観点から生徒の伸長を分析した情報をホームページで公開することを通して、他校の探究活動や生徒の指導方法のアイデア収集に寄与できる。
- ②大学の附属校という環境を生かし、奈良女子大学と連携した高大接続事業(PICASO)や課題解決型国際サイエンスキャンプ等の先端的なカリキュラムを実践すると共に、他校生徒及び教員を招待することで、地域のカリキュラムモデルを提案できる。
- ③①、②を含む一連の探究活動について、「飛躍知」伸長の観点から自校での評価・分析を行うと共に、他校教員や大学・企業の研究者から意見収集を行うことで、成果と課題の明確化が可能となる。

(1) 校内発表会、サイエンスコロキウム

■校内発表会

日時	令和3年6月5日(土) 13:00~15:30
開催方法	Zoomによるオンライン配信(発表者は本校より発表)
公開内容	口頭発表5本程度、本校運営指導委員による講評 ・本年度のSSH生徒研究発表会 本校代表(化学班) ・その他、物理、化学、生物、数学班より代表1チームずつ発表
参加者	・本校サイエンス研究会所属生徒、本校教職員、本校運営指導委員 ・他校からの参加を希望される先生方や生徒
実施方法	第1部 13:00~14:30(配信) 第2部 14:30~15:30(本校の他の生徒の発表、公開なし) 発表者の発表スライドと音声のみをオンラインで共有、各発表後に質疑(本校生徒及び運営指導委員の先生方のみ、他校からはチャット等により質問受付)
発表題目	(発表会終了後に本校Webページにて、発表動画を公開) 「植物質素材を用いた水中の重金属イオン除去法の開発」(化学班6年グループ研究) 「3D地図の自動作成に向けて-RGBD画像の三次元点群への変換-」(物理班5年個人研究) 「香辛料に含まれるオイゲノールの性質」(化学班5年個人研究) 「納豆から抽出した γ -PGAを用いた生分解性プラスチックの研究」(生物班5年個人研究) 「中線定理とスチュワートの定理の拡張について」(数学班4年個人研究)

■奈良女子大学サイエンスコロキウム

日時	令和3年12月19日(日) 13:00~16:30
開催方法	オンライン会議システムを利用した発表と討論会
公開内容	理系の女子生徒をメインとし、ワークショップでは生徒同士および大学の研究者が一緒に研究発表について議論する。研究がより良い方向に向かうにはどうすればよいかを、ともに探って行くことを目的とする。理系の女子生徒同士が研究活動の発表を通して、友好・仲間意識を深め、裾野の拡大とネットワークの構築を図る。
参加者	中学生・高校生(男子生徒を含む)127名、教員・教育関係者・一般の方々50名 ただし発表の場合は、研究メンバー中の女子生徒
実施方法	13:00~13:10 開会式 13:10~14:45 研究発表 14:45~16:15 ワークショップ 16:15~16:30 講評・閉会式
発表題目	「バスケットボールのシュートにおける物体の数学的解析」(6年個人研究) 「コムギの施肥量と収量の関係」(5年個人研究) 「生物発光タンパク質を用いた唾液中グルコースセンサーの開発」(5年個人研究) 「アンモニアの爆発条件に関する研究-可燃範囲の測定による実験の定量化-」(5年グループ研究) 「安全な電子白杖を目指して-距離センサーによる障害物検出システムの開発-」(3年個人研究) 「酢酸ナトリウム過飽和溶液中での結晶成長における不純物の影響」(3年グループ研究)

(2)HP による成果普及

■現状と改善

本校の SSH のホームページ（右 QR コード）には、実施報告書、サイエンス研究会の生徒の研究論文、各コンテストの受賞状況などを随時挙げている。しかし、閲覧のしやすさについては、検討が不十分であった。今年度は特に成果普及の観点から教員 3 名が担当して、わかりにくかった見出しをカテゴリー分けし、生徒の研究論文やポスター動画をできる限り発信することにした。



①混在していた項目を、4つのカテゴリーに分類

◆SSH 活動新着情報

◆4 期 SSH へ (SSH 報告書概要／理数融合授業／課題研究／国際連携／PICASO (文理統合型高大接続事業) を含む企業・高大連携／SSH 実施報告書)

◆サイエンス研究会 (研究動画・ポスター／PICASO 研究発表)

◆受賞歴とアンケート分析

②生徒の研究論文

サイエンス研究会の論文を年度単位ではなく、論文単位で見られるようにした。さらに 2020 年度では、同じ生徒の以前の研究と比較できるようにリンクを張った。研究の深化の様子や、以前は別の研究をしていたことなどがわかる。



③研究発表の動画公開

毎年行っているサイエンス研究会の校内発表会のうち、全国大会出場を目指す研究発表を動画に録画し公開した。HP では視聴後に研究発表に対する評価アンケートもつけた。



■効果

・本校の HP は日々 2000 人に閲覧されている。そのうち SSH のページが 17 位である。閲覧の増減は見られない。

・生徒の発表動画を HP に載せていることを知らせると、学校単位で閲覧して評価アンケートへの回答があったところがある。

・大学受験の推薦入試の際、HP に研究論文や研修活動があるので、引用しやすくなった。

■課題

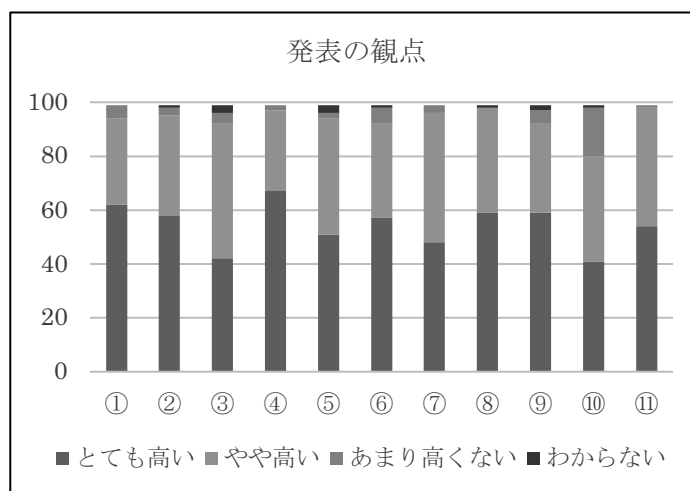
月に 1 回の理数研究会で少しずつ改良に取り組んだ。地道な作業が多い上に HP 作成に慣れていないので、情報職員の協力がなければ進まなかつたろう。よりきめ細やかな情報発信をするには、発信方法の工夫が必要であると考えている。

[3]実施の効果とその評価

2021/6/5 に開催した「SSH 校内発表会」は従来、本校サイエンス研究会内での発表であったが、今年度は外部に Zoom でオンライン配信を行った。このことには、研究成果の普及と、評価をいただく意図があった。ライブ配信に参加し、アンケートに回答があったのは外部の中学生 4 名・高校生 9 名・教員 8 名、計 21 名である。また、オンタイムではないが、動画視聴の形で後日参加しアンケートに回答したのは、高校 2 年生 76 名・教員 2 名の計 78 名であった。アンケート項目は以下のとおりである。

[発表は次の観点について高く感じられたか] (選択式)

- ①理科・数学の知識・理解や見方・考え方
- ②学んだことを応用することへの興味・関心
- ③社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- ④自分から取組む姿勢 (自主性・やる気・挑戦心)
- ⑤粘り強く取組む姿勢
- ⑥独自のものを創り出す姿勢 (獨創性)
- ⑦発見する力 (問題発見力, 気づく力)
- ⑧真実を探って明らかにする気持ち (探究心)
- ⑨考える力 (洞察力, 発想力, 論理力)
- ⑩成果を発表し伝える力 (プレゼンテーション)
- ⑪未知の事柄への興味 (好奇心)



<以下の回答は代表的なものの抜粋>

[本日の発表内容について感じられたことを自由に記述してください] (記述式)

- ・とても刺激的でした。研究のスタイルの普及という点が重要ですね。勉強になりました。
- ・難しかったけれど、グラフなどを使って説明されていてわかりやすかったし、とても面白かった。
- ・高度な内容を研究しているなあと感じた。
- ・生徒の皆さんの視点に驚いた。自分をとりまく様々なことへの興味関心の高さが今回の研究テーマにつながっていると思った。これから沢山のデータをとればかなりしっかりした発表になると思う。
- ・新規の発表も継続発表も確固たる研究動機から始まり、次への研究につながる今後の課題を具体的に捉えていることに感動した。
- ・着眼点や発想力が素晴らしいと思った。

[外部公開することで、御校またはあなたにとってどのようなメリットがあると感じますか] (記述式)

- ・他校の方のレポートの書き方などを学べる点。
- ・いろいろな観点、視点で見ることができて良い。
- ・他校の活動を知り、自分の今後の活動に役立てられると思った。

発表の観点としては、いずれの項目についてもかなり高い評価を得られているが、あえて言えば⑩「伝える力」が、この中では課題があるようである。個別の記述式回答では「発表が上手だった」というものが多い反面、「理解が追いつかない」「難しいことを調べていてよくわからなかった」等というものもいくつかあったので、オンライン形式においてよりわかりやすく伝える工夫はさらに必要と思われる。

全体的に今回校内発表会を外部公開したことは、他校への普及と本校生徒へのフィードバックの両面(双方向の「飛躍知」の伸長)において、たいへん大きな意義があった。

第5節 データに基づいた「飛躍知」育成の検証

[1] 研究開発の課題と経緯

■ SSH 事業における評価手法の変遷

これまでの SSH 研究開発の成果と課題を明らかにすべく、以下に示す事業評価を実施してきた。

指定期間	実施内容
第1期 SSH	<ul style="list-style-type: none">・ PISA 国際調査から問題を抜粋した科学的リテラシー測定テスト・ 学校生活全般に関する意識調査・ 各種 SSH 事業後のアンケート調査 (校内生徒)
第2期 SSH	<ul style="list-style-type: none">・ 本校生徒の能力に合わせて独自に作成した科学的リテラシー測定テスト・ 理数意識調査・ 各種 SSH 事業後のアンケート調査 (校内生徒及び外部生徒)
第3期 SSH	<ul style="list-style-type: none">・ 理数意識調査・ 卒業生アンケート (10年間の主対象生徒に実施, 約57%が回答)・ 卒業生インタビュー・ 本校生が進学した大学の教員に対するインタビュー・ 問題解決能力を測定する外部試験 GPS-Academic テスト (ベネッセ)・ 各種 SSH 事業後のアンケート調査 (校内生徒及び外部生徒)・ インタビュー調査 (校内生徒)

第1期 SSH における自然科学リテラシーの測定では、PISA 国際調査の問題と同様のものを用いた。その結果、本校生徒の平均得点は概して高く、公開されているデータとの比較が難しく、本校生徒のリテラシー育成の課題を明確化することにはつながらなかった。そこで、第2期 SSH においては PISA の出題方針や出題意図を参考にしながら、本校独自の記述式の科学的リテラシー測定テストを作成し実施した。これにより、学年間の比較や、正答率の低い単元の把握が可能となり、カリキュラムの再編に繋がった。また、第1期 SSH における学習状況や学校生活全般に関する意識調査は、第2期 SSH において理数カリキュラムや SSH 事業に関する質問項目を増やし理数意識調査として再編することで、生徒の意欲向上と SSH 事業との相関が見えるように工夫した。

一方、第2期 SSH の終了段階では、長期の SSH 指定の成果および SSH 事業の効果をどのように検証すべきかを考察することが課題として残った。そこで第3期 SSH においては、指定期間を3年以上経験した2007年度卒業生から2017年度卒業生を対象とするアンケート調査を行ない、約57%の卒業生から協力を得た。アンケートの分析結果から、本校 SSH 事業を通して、「独自なものを創り出そうとする力」、「発見する力」、「考える力」が向上したと回答する卒業生が、文部科学省が実施している SSH 意識調査の全国平均を大きく上回っていることがわかった。

また、卒業後も第一線で活躍する卒業生や大学教員へのインタビューにより、イノベーションに繋がる発想力や視点を身につけるための効果的な SSH 事業、教員のどのようなサポートが役立ったかなどの具体的なデータを得ることができた。加えて、育成された能力の定量化を目指し、問題解決力の現状を思考力、姿勢・態度、経験の3つの観点で確認するアセスメントテストである「GPS-Academic テスト」(ベネッセ)を導入した。その分析結果より、サイエンス研究会に所属する生徒はその他の生徒に比べて「創造的思考力」が高いことが明らかとなった。

このように実施してきた評価研究をもとに、イノベティブに活躍する本校卒業生の有する資質や特徴を整理し、第4期 SSH の研究開発主題である「飛躍知」の概念形成へと発展させた。

[2] 研究開発の内容

■ 全体構想

上記をふまえ、第4期SSHにおいては研究開発主題である「飛躍知」の育成を目指し、データに基づいた事業評価を一層多様化させる。具体的には各種SSH事業後の評価に加え、「ジェネリックスキル測定のための外部試験である『学びみらいPASS』」による資質・能力の定量化の継続および新たに作成する「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」を用いた事業評価を予定している。

■ 仮説

- ①外部のジェネリックスキル測定テストを継続実施することで、SSH事業によって育成された資質・能力を定量化すると共に、生徒間の比較を行うことで、「飛躍知」育成の達成度と効果的なSSH事業を分析できる。
- ②新たに作成した「学習意欲アンケート」や「飛躍知育成調査」を全校生徒に実施することで、①との相関や、新カリキュラムの成果と課題が明らかとなり、「飛躍知」育成の達成度を可視化できる。

(1) 「学びみらいPASS」を用いた検証

今年度より、汎用的な能力（ジェネリックスキル）測定のための外部試験である「学びみらいPASS」による資質・能力の測定を行い、本校の理数カリキュラムおよび探究活動によりジェネリックスキルの伸長を捉え、カリキュラム評価に反映させる計画を開始した。

今回用いた「学びみらいPASS」は河合塾の展開するジェネリックスキル測定を目的としたアセスメントテストであり、社会で求められる「新しい学力」を①教科学力、②ジェネリックスキル（リテラシー・コンピテンシー）の3要素から構成し、生徒の特長や特性を多面的に捉えることができるものとして、進路指導などに活用している学校も多い。

このアセスメントにおける「汎用的な能力（ジェネリックスキル）」は、以下のように、4要素から構成されるリテラシーと9要素から構成されるコンピテンシーに分けられる。

リテラシー	情報収集力	課題発見・課題解決に必要な情報を見定め、適切な手段を用いて収集・調査・整理する力	
	情報分析力	収集した個々の情報を多角的に分析し、現状を正確に把握する力	
	課題発見力	現象や事実のなかに隠れている問題点やその要因を発見し、解決すべき課題を設定する力	
	構想力	さまざまな条件・制約を考慮して、解決策を吟味・選択し、具体化する力	
コンピテンシー	対課題基礎力	課題発見力	問題の所在を明らかにし、必要な情報分析を行う力
		計画立案力	問題解決のための効果的な計画を立てる力
		実践力	効果的な計画に沿った実践行動をとる力
	対人基礎力	親和力	円満な人間関係を築く力
		協働力	協力的に仕事を進める力
		統率力	場を読み、目標に向かって組織を動かす力
	対自己基礎力	感情制御力	気持ちの揺れをコントロールする力
		自信創出力	ポジティブな考え方やモチベーションを維持する力
		行動持続力	主体的に動き、良い行動を習慣づける力

上述の資質・能力は教科学習の場面に留まらず、探究活動においても重要となるものである。リテラシーについては、探究活動における課題設定や分析、条件設定の吟味などに直結する資質・能力の測定がで

きるものと考えられる。また、コンピテンシーについて、協働力や統率力、実践力、行動持続力などは「共創力」の要素と重なる部分が多い。これらの要素により、「飛躍知」の基盤となる問題解決能力や共創力を数値的に分析することができ、経年変化や生徒個人の変容を捉えることができる。そのうえで、生徒個人のポートフォリオや記述、教員による観察、インタビュー調査などを組み合わせることにより、「飛躍知」を立体的にかつ多面的に捉えることが可能になると考えている。

そこで、今年度4年生に実施したジェネリックスキルテストの結果を分析したい。まず、今回のアセスメントにおいて、リテラシー全般は7段階、リテラシーの各能力およびコンピテンシーは5段階で評価されており、数値が大きいほどレベルが高いことになる。まずはリテラシーとコンピテンシーの各資質・能力に関する平均スコアを以下に示す。

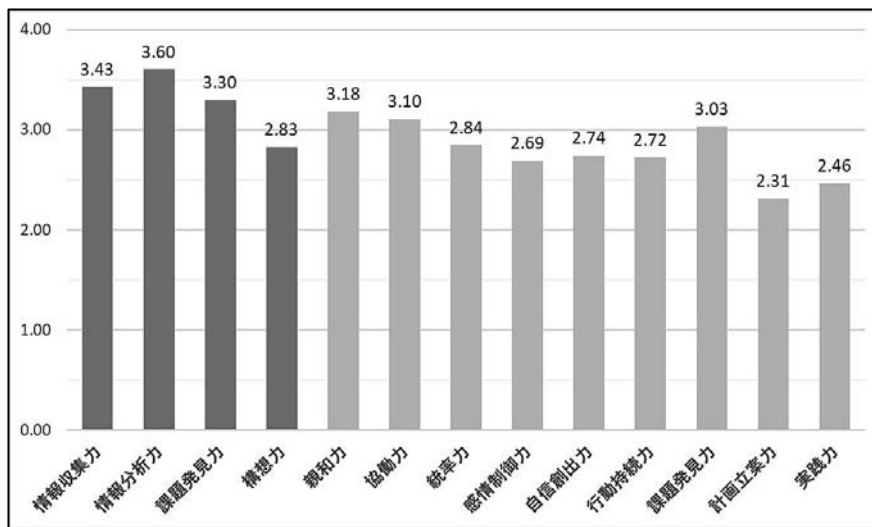


図1 能力別の平均スコア (n=116)

この結果から、対象となる生徒集団はリテラシーの面では、情報収集力、情報分析力、課題発見力が程度を大きく超えているが、構想力がやや低いことが読み取れる。現実の探究活動においても、生徒の発表ポスターに対して、課題や仮説を検証する際の条件や対象の絞り込みが足りず、論点がぼやけてしまっているという運営委指導委員からの指摘があり、このあたりの低さに起因しているのではないかと思われる。一方、コンピテンシーについては、全般に中程度から上の範囲に平均スコアが分布しているが、計画立案力や実践力の低さが目立つ。1年間の研究計画自体に甘さがあり、計画の修正もままならず終了したグループも複数見られたことから、これらの能力の不足が窺われる。

さらに、生徒のジェネリックスキルが本校の教科学習や探究活動とどのような関係にあるのかを明らかにするために、教科学習(授業)の評価、昨年度「探究基礎」の評価との相関を相関図により考察した。表1に「探究基礎」との関連を示す。表内の数値は各箇所に含まれる生徒の割合(%)を示している。

表1 昨年度「探究基礎」の成績との相関

		リテラシー							コンピテンシー				
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
探究 基礎 成績	A+	0.00	0.00	0.87	1.74	0.87	0.00	0.87	0.87	0.00	2.61	0.87	0.00
	A	0.00	2.61	4.35	6.09	8.70	6.96	5.22	5.22	7.83	9.57	8.70	2.61
	B+	1.74	1.74	6.96	6.09	6.09	6.96	2.61	6.09	5.22	10.43	9.57	0.87
	B	0.00	2.61	2.61	4.35	3.48	1.74	1.74	2.61	5.22	6.09	2.61	0.00
	B-	1.74	0.00	0.87	1.74	1.74	0.87	2.61	3.48	0.87	2.61	1.74	0.87
	C	0.00	0.00	0.87	2.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.48	0.00	0.00

表1において、A+評価の生徒がごく少数であることに注意が必要である。この表より、探究基礎にお

ける評価とリテラシーは正の相関が見て取れるが、コンピテンシーについては関連性が薄いように思われる。探究活動の評価が、生徒の活動や成果という見えやすい部分に基づくリテラシーベースの評価になっていることを示している。今後、コンピテンシーを含めた資質・能力をどのように評価するのが課題として浮上した。

また、前期課程より探究活動を継続して行ってきたサイエンス研究会の生徒とそれ以外の生徒について、ジェネリックスキルにどのような差異があるのかを比較した結果が表2である。この表内の数値は、それぞれの集団における各スコアを獲得した生徒の割合(%)を示している。

表2 サイエンス研究会とそれ以外の生徒の比較

	サイエンス研究会以外							サイエンス研究会						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
リテラシー	4.35	7.61	16.30	23.91	18.48	17.39	11.96	0.00	4.35	17.39	17.39	30.43	13.04	17.39
情報収集力	9.78	19.57	19.57	19.57	31.52			13.04	21.74	17.39	8.70	39.13		
情報分析力	5.43	17.39	25.00	22.83	29.35			0.00	8.70	30.43	26.09	34.78		
課題発見力	14.13	15.22	20.65	27.17	22.83			13.04	17.39	26.09	13.04	30.43		
構想力	15.22	31.52	19.57	23.91	9.78			0.00	47.83	26.09	17.39	8.70		

	サイエンス研究会以外					サイエンス研究会				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
コンピテンシー	15.22	20.65	33.70	25.00	5.43	30.43	13.04	43.48	13.04	0.00
親和力	7.61	22.83	26.09	29.35	14.13	8.70	30.43	17.39	26.09	17.39
協働力	6.52	14.13	43.48	28.26	7.61	13.04	17.39	43.48	21.74	4.35
統率力	27.17	13.04	30.43	23.91	5.43	4.35	21.74	17.39	30.43	26.09
感情制御力	22.83	20.65	33.70	15.22	7.61	13.04	21.74	39.13	17.39	8.70
自信創出力	19.57	29.35	25.00	15.22	10.87	13.04	21.74	26.09	34.78	4.35
行動持続力	22.83	16.30	38.04	20.65	2.17	8.70	8.70	47.83	34.78	0.00
課題発見力	18.48	16.30	30.43	29.35	5.43	8.70	4.35	34.78	17.39	34.78
計画立案力	32.61	27.17	30.43	6.52	3.26	13.04	21.74	43.48	21.74	0.00
実践力	26.09	18.48	39.13	11.96	4.35	34.78	17.39	30.43	17.39	0.00

表2より、サイエンス研究会に所属してきた生徒は統率力、自信創出力、行動持続力、課題発見力、計画立案力、実践力等が優れていることがわかる。一方で、コンピテンシー全体や協働力が低く出現しているのは、個人研究が多いことによるものと推察される。

次年度は4,5年生で「学びみらいPASS」を実施し、経年変化を見たり、学年集団の特色を分析したり、あるいは同一生徒の変容を調べて「基盤探究I」の効果を検証したりすることで、共創力や飛躍知を育成できているのか否か、あるいはどのような資質・能力を伸ばさせたのかという点について、カリキュラム評価を進めていきたい。

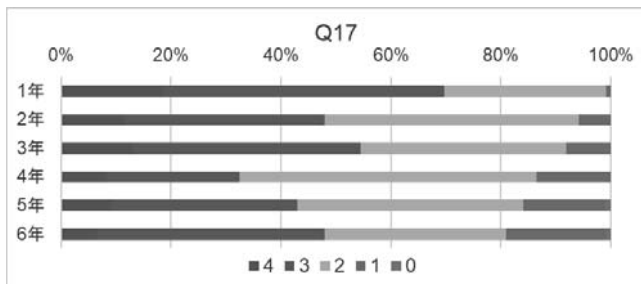
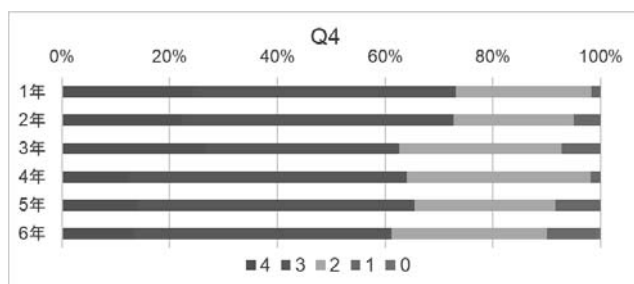
(2)「学習意欲アンケート」を用いた検証

本校生徒の理数に対する学習意欲を調査するため、新たに「学習意欲アンケート」を作成し、授業の内容や手法の変容が生徒の学習意欲や学習態度にどのような影響を与えているのかを調査した。全生徒を対象にGoogle Formsを利用したアンケートを実施した。質問項目は30問あり、学習姿勢や学習方略を問うものである。以下に、回答の傾向が特徴的であった質問について、質問文と結果を示す。

なお、回答は「4:とても当てはまる/3:やや当てはまる/2:あまり当てはまらない/1:まったく当てはまらない」として、0を無回答としている。

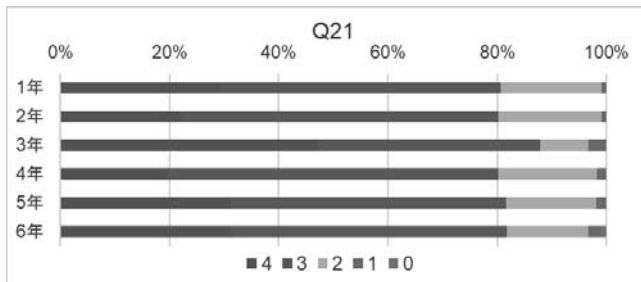
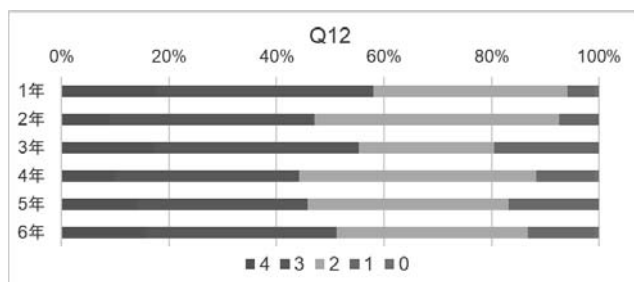
Q4. 勉強をするときは、できるだけ暗記しようとしている

Q17. 自分が予想したことを実験で確かめるよう心がけている



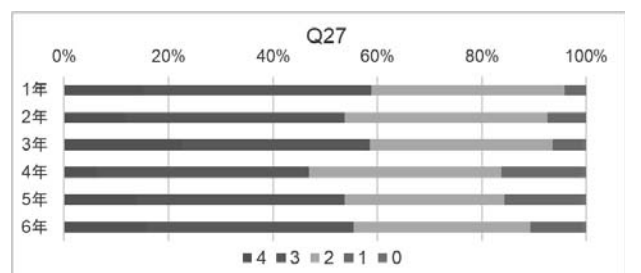
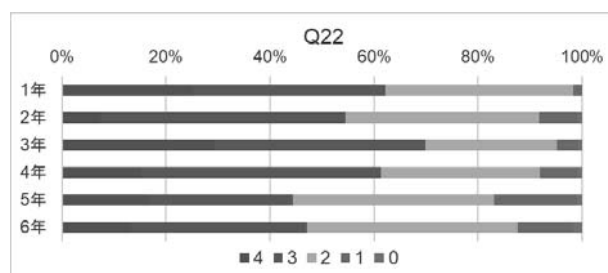
Q12. 学習した内容を日常生活や現実の問題にどう応用できるかを考えている

Q21. インターネットを用いてたくさんの情報を調べるようにしている



Q22. 自分でテーマを決めて探究するようにしている

Q27. 取り組む課題や関心のある分野が異なる人とアイデアを交換したり、意見を求めたりするようにしている



これらの結果を分析する。Q4およびQ17は学年進行とともに、当てはまらない生徒の割合が増大する。Q4については、暗記という小手先の学習ではなく本質を理解しようとする学習観の涵養の結果といえる。Q17については、高学年になるにつれて、抽象的な思考を優先している可能性がある。

また、Q12は中学年で低く、Q21、Q22は中学年が高い。Q12については、学習内容が一段階抽象的になることが原因と考えられる。Q21については、テーマの探索等で最もインターネットを活用する活動が多いことが原因であろう。Q22は、中学年において自分で次年度の探究課題を模索する活動を行うため、自主的にテーマを決定している感じが高まっていると思われる。逆に高学年になると専門性が高くなるため、探究活動の展開がより明確に見通せるテーマ設定がなされることが多く、専門家や教員の助言を受けるため、主体的ではないように感じると考えられる。さらに、Q27については後期課程になると協働性の意識が低くなっている。これは探究活動が本格化するにつれて、自分の目前にある探究課題や探究活動上の諸問題に意識が向き過ぎている可能性が高い。今後、テーマや研究分野の異なる生徒同士の意見交換やアイデア共有の場面をより意図的に設定することが求められる。

上記以外の質問項目についても、新旧カリキュラムの違い、とりわけ探究活動カリキュラムの導入時期による差異などを検討し、専門家の助言を受けつつカリキュラム評価につなげていきたい。

(3) 「飛躍知」育成調査を用いた検証

目指す「飛躍知」の育成とその伸長において、どのようなSSH事業が効果的に作用しているかを分析するため、本年度より新たに全校生徒を対象とした「飛躍知育成調査」を実施した。なお、次年度以降も同様の調査を行い、各生徒の成長過程や変化の様子を分析するため、記述式で実施した。

【質問項目】

①数学や理科の教科の授業、②探究の授業、③自主活動や放課後の活動の3場面について質問

①数学や理科の教科の授業

(1) 本年度受講した数学や理科の授業の印象に近いものを以下より選択してください。(複数選択可)

【数学の授業の印象の選択肢】

- 1.議論・発表する機会が多い／2.PCなどの情報機器を用いる／3.実験や調査を取り入れている
- 4.日常生活と関連した問題を扱う／5.予想して証明する／6.問題演習を行う／7.自分で課題を設定する
- 8.発想を問う・共有する場面がある／9.数学の中での関連性を考える／10.思考力を問う課題を多く扱う

【理科の授業の印象の選択肢】

- 1.議論・発表する機会が多い／2.PCなどの情報機器を用いる／3.実験が多い／4.日常生活と関連した問題を扱う
- 5.自分で実験方法を考える機会が多い／6.問題演習を行う／7.自分で課題を設定する
- 8.発想を問う・共有する場面がある／9.数学との関連性を考える／10.思考力を問う課題を多く扱う

(2) (1)の数学や理科の授業を通じて向上したと感じる能力を選択してください。(複数選択可)

【向上したと感じる能力の選択肢(数学・理科で共通)】

- 1.未知の事柄への興味(好奇心)／2.数学の理論・原理への興味／3.理科の理論・原理への興味
- 4.観測や観察への興味 5.学んだことを応用することへの興味／6.社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- 7.自分から取組む姿勢／8.協調性やリーダーシップ／9.粘り強く取り組む姿勢／10.独創性／11.発見する力
- 12.探究心／13.考える力／14.成果を発表し伝える力

※項目は文部科学省が実施している全国SSH意識調査の項目と同様とした(国際性のみ削除)

(3) 本年度の数学や理科の授業での学習活動を通じて「視点の飛躍」、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」が起こったと考えられる場面と内容について、具体的に挙げてください。

②探究の授業

(1) 本年度受講した探究の授業の印象に近いものを以下より選択してください。(複数選択可)

【探究の授業の印象の選択肢】

- 1.議論・発表する機会が多い／2.PCなどの情報機器を用いる／3.実験や調査を取り入れている／4.日常生活と関連した問題を扱う／5.予想する力が求められる／6.自分で課題を設定する／7.発想を問う・共有する場面がある
- 8.教科書の学習以上の知識が求められる／9.自ら学ぶ力、調べる力が求められる／10.他者(先生や他の生徒)の考えから学ぶことが多い／11.1つの教科の領域のみでなく、複数の教科の領域にまたがった見方・考え方が必要となる／12.自分では思いつかないような他者の発想に出会う

(2) (1)の探究の授業を通じて向上したと感じる能力を選択してください。(複数選択可)

【向上したと感じる能力の選択肢(数学・理科で共通)】

- 1.未知の事柄への興味(好奇心)／2.数学の理論・原理への興味／3.理科の理論・原理への興味
- 4.観測や観察への興味 5.学んだことを応用することへの興味／6.社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- 7.自分から取組む姿勢／8.協調性やリーダーシップ／9.粘り強く取り組む姿勢／10.独創性／11.発見する力
- 12.探究心／13.考える力／14.成果を発表し伝える力

※項目は文部科学省が実施している全国SSH意識調査の項目と同様とした(国際性のみ削除)

(3) 本年度の探究の授業での学習活動を通じて「視点の飛躍」、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」が起こったと考えられる場面と内容について、具体的に挙げてください。

③自主活動や放課後の活動

本年度の自主活動や放課後の活動を通じて「視点の飛躍」、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」が起こったと考えられる場面と内容について、具体的に挙げてください。

次ページに分析結果の概略を示す。本年度の研究開発においては、調査項目の作成と実施に注力した経緯から、詳細な分析や生徒間の比較については次年度の研究開発にて実施する。

分析結果

①数学や理科の授業における「飛躍知」の育成

【質問(1), 質問(2) 数学や理科の授業の印象と向上したと感じる能力】

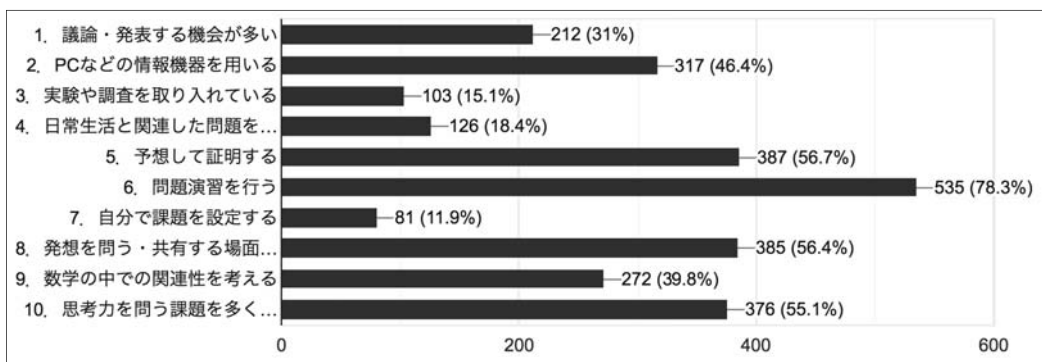


表1 数学の授業の印象

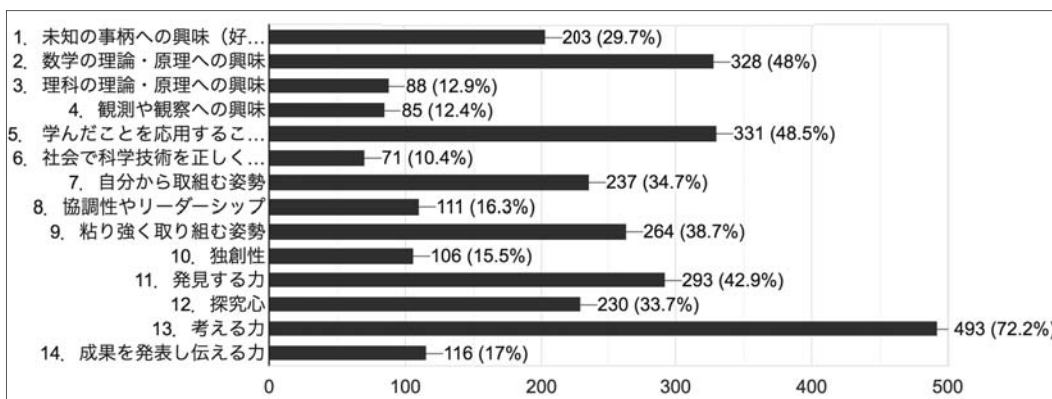


表2 数学の授業を通して向上したと感じる能力

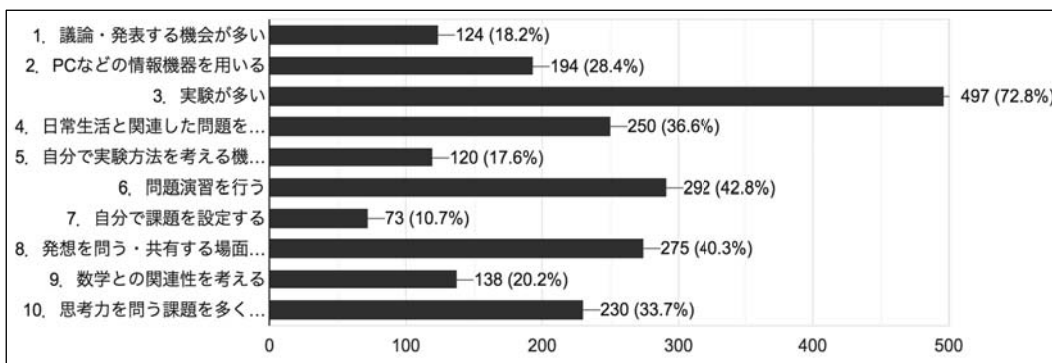


表3 理科の授業の印象

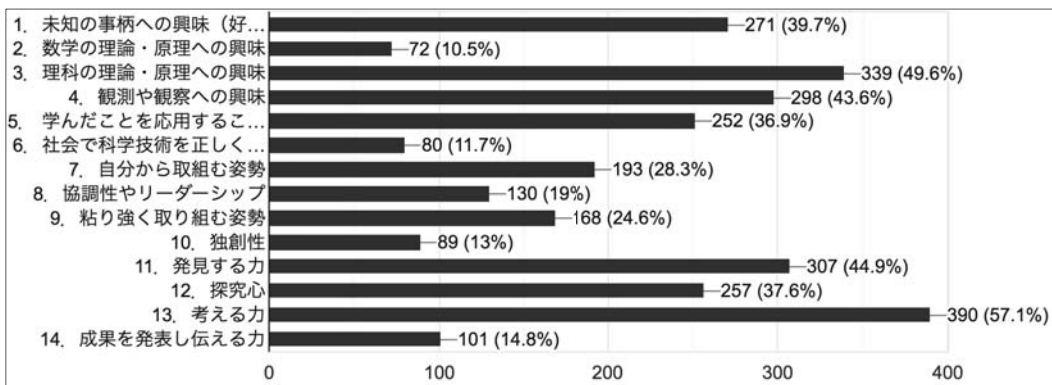


表4 理科の授業を通して向上したと感じる能力

・表 2, 表 4 より, 数学・理科の授業を通して向上した能力として「13.考える力」が最も多く, 続いて「数学や理科の理論や原理への興味」を挙げる生徒が多い。

・前述した能力向上の理由となる学習活動として, 数学の授業では, 表 1 の「6. 問題演習」における「5. 予想して証明する」活動が多いと感じており, これらの活動が「8.発想を問う・共有する」活動, 「10.思考力を問う課題を多く扱う」活動であると回答する生徒が多い。理科の授業では, 表 3 の「3. 実験」活動や, 「6.問題演習」活動が多いと感じており, これらの活動が数学同様に「8.発想を問う・共有する」活動, 「10.思考力を問う課題を多く扱う」活動であると回答する生徒が多い。以上の結果より, SSH の研究開発が目指す「教科活動の探究化」の目的が概ね達成できていることが読み取れる。

・学年別の集計結果では, 高学年の生徒ほど「数学の授業を通して理科の理論や原理への興味が高まった」または「理科の授業を通して数学の理論や原理への興味が高まった」と回答している生徒が多い。

【質問(3) 理科や数学の授業において、「視点の飛躍」、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」が起こった場面と内容】

・3つの「飛躍知」が育成された場面として, 本校 SSH 事業で実施している「理数融合授業」の単元での学習活動を例示する生徒が多かった。加えて, 数学や理科の授業で「別解」を提示したり, 「複数の解き方を考える場面」, 「理科の実験の考察を数学的に解釈する場面」を例示する生徒が多いことから, 領域の交差を意識した学習活動が「飛躍知」の育成に大きく影響していることがわかる。

②探究の授業における「飛躍知」の育成

【質問(1), 質問(2) 探究の授業の印象と向上したと感じる能力】

・表 5 より, 探究の授業の印象として「1.議論や発表する機会が多い」, 「9.自ら学ぶ力や調べる力が求められる」と感じている生徒が多く, SSH 研究開発で目指す自主的な探究活動の実践が読み取れる。

・加えて, 表 5 の結果より, 探究の授業では「10.他者(先生や他の生徒)の考えから学ぶことが多い」, 「12.自分では思いつかないような他者の発想に出会う」という印象を持つ生徒が多いことから, 探究活動が共創の場面として位置づけられていることがわかる。

・探究の授業を通して向上した能力について, 表 6 の結果より「13.考える力」, 「12.探究心」, 「1.未知の事柄への興味」, 「7.自主性」を回答した生徒が多く, 目指す資質・能力の育成が概ね達成されている。

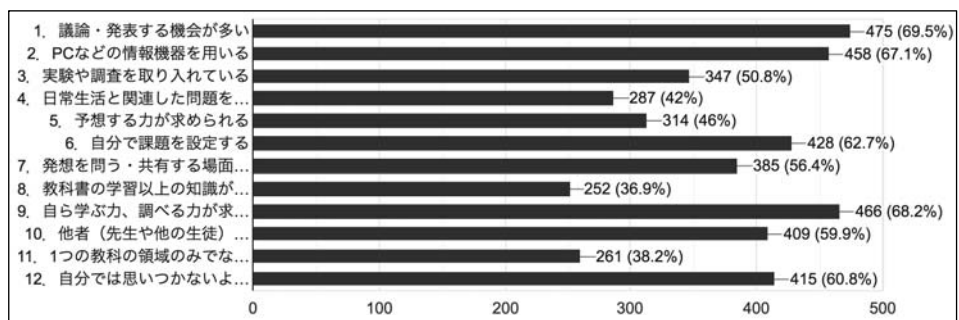


表 5 探究の授業の印象

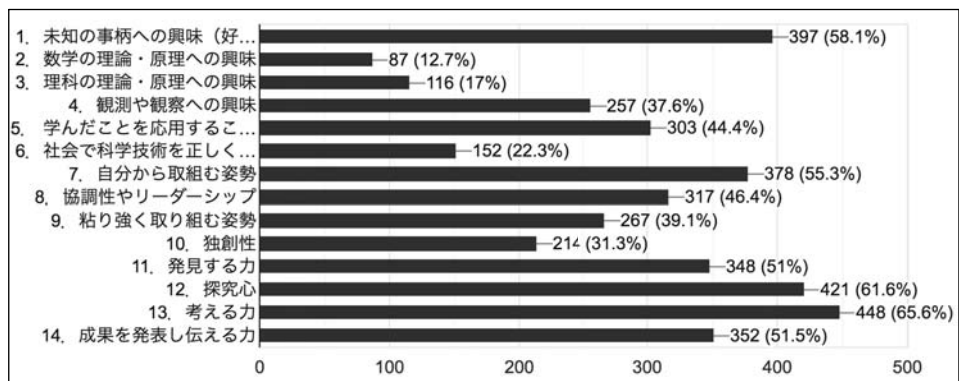


表 6 探究の授業を通して向上したと感じる能力

【質問(3) 探究の授業において、「視点の飛躍」、「手法の飛躍」、「発想の飛躍」が起こった場面と内容】

- ・3つの「飛躍知」が育成された場面として、「自身の探究のテーマについて他の生徒や教員と議論する場面」や「複数の分野にまたがる考察が必要な場面」を例示している生徒が多い。
- ・5,6年生の高大接続事業「PICASO」受講者や5年生の大和ハウスとの共創講座の受講者においては、「大学や企業関係者との意見交換の場面」や「異なるテーマを探究する生徒との発表会や情報交換の場面」を例示している生徒が多い。
- ・上記の結果から、「飛躍知」の育成として本校が想定しているカリキュラムが概ね効果的に作用していることが読み取れ、特に「異なる他者との共創」に生徒自身が重きをおいていることがわかる。

③自主活動や放課後の活動における「飛躍知」の育成

- ・3つの「飛躍知」が育成された場面の記述は、数学や理科の授業、探究の授業に比べて少なかった。
- ・一方、サイエンス研究会に所属している生徒の多くは、同研究会での研究活動を例示しており、放課後等を利用した中長期的な研究活動の中で「飛躍知」の育成を感じていることがわかる。中でも最も記載が多い場面が「同じ研究会のメンバーとの意見交換や研究交流」であり、それぞれが異なる研究テーマを追求する中で日常的な共創が生まれ、「飛躍知」の育成に寄与していることが読み取れる。
- ・京大連携事業や企業の専門家との連携、海外先進校との連携の参加生徒の多くがこれらの活動を例示しており、「外部機関との連携が「飛躍知」の育成において重要な学びの様相である」ことがわかる。
- ・その他の活動場面として、「学園祭」や「外部との交流活動」を例示している生徒が多い。

■教育評価の専門教員を交えたデータ検証

得られたデータの分析方法について、専門的知見に基づいた評価を行うことを目指し、本年度より大学の教育評価専門の教員を交えた教員研修会を実施している。本年度は年3回の研修会を実施し、奈良教育大学准教授 北川剛司氏の協力のもと、前述した「ジェネリックスキル測定テスト」や「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」の分析を行なった。

[3]実施の効果とその評価

第4期の評価活動については、目指す「飛躍知」の育成について継続的かつ体系的な分析ができるよう、経年のデータを蓄積し、カリキュラム改善につながるシステムの構築が必要である。特に、授業の内容や手法の変容が学習意欲や学習態度にどのような影響を与えているのかを明らかにすることが重要であり、本年度はそのための取り組みとしてジェネリックスキルテスト「学び未来 PASS」、「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」を実施できた。今年度は個々の調査の結果を分析するに止まっているが、次年度以降は特徴ごとに分けた生徒群（サイエンス研究会の所属生徒とその他の生徒、など）の比較や、一人の生徒の経年変化について分析を開始する。加えて、本年度より開始した大学の教育評価専門の教員を交えた教員研修会を継続して実施することにより、評価の質的向上及びデータ間の相関関係から生徒の成長過程と研究開発の成果と課題を抽出する手法について研究を続ける。

評価の最終的な目標として、生徒の成長過程を追跡調査することにより、どのような指導方法がどんな成長をもたらすかなど、効果的なカリキュラムについて議論を行うことを想定している。これらの成果を外部に発信し、研究開発の成果の普及に努める所存である。

第4章 実施の効果とその評価

本年度の研究開発では、「飛躍知」の育成とその評価」をキーワードとして、以下に示す研究開発を実施した。具体的な研究開発内容とその評価については各項目の執筆箇所を参照されたい。

(1) 大学と連携した探究活動の実施と大学入学後のフォローアップゼミの実施

- ①奈良女子大学との高大接続文理統合探究プログラム（PICASO）の実施と高大接続入試
- ②昨年度の接続入試で奈良女子大学に入学した学生に対するフォローアップゼミの実施

(2) 6年一貫共創型探究活動カリキュラムの実施と理科・数学科の授業改革

- ①4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」の新設
- ②4年「基盤探究Ⅰ」におけるリフレクションシート（探究活動後の活動の記録）の導入
- ③年度末の異学年合同成果発表会の実施
- ④探究活動に資する理科・数学科の新カリキュラムの実施（単元の指導時期の再構築）

(3) サイエンス研究会の生徒を中心とした多様な専門家や海外理数系先進校との連携

- ①「飛躍知」を育成するための企業や他校、海外理数系先進校との共創
- ②京都大学サイエンス連携探索センター、奈良高校と連携した高大連携事業
- ③カンボジアのPreah Sisowath High Schoolとの通年での国際共同研究
- ④③の探究活動に関する学会やコンテストでの成果報告

(4) データ分析に基づいた「飛躍知」育成の評価

- ①「ジェネリックスキル測定テスト」、「学習意欲アンケート」、「飛躍知育成調査」の実施
- ②大学の教育評価の専門家を交えた「飛躍知」の育成過程の評価手法に関する教員研修

(5) 成果普及とカリキュラムモデルの構築

- ①（1）①の PICASO における奈良市立一条高校の参加に向けた協議
- ②探究活動における奈良教育大学大学生の受け入れと単位認定に向けた協議
- ③他校と共同実施の課題研究成果発表会の開催や、校内発表会の外部公開
- ④探究活動の成果物のアーカイブ化による指導方法の外部公開と生徒の成長過程の可視化

(1) の取組みでは、本プログラムの探究活動の成果に対する昨年度の学校推薦型選抜入試等（東京大学他）における高い評価を生かし、大学・企業との連携のもと「飛躍知」育成を意識した探究活動を継続実施できた。加えて、本校 5 年在籍時から大学専門教育までを接続する探究活動の構築を目指し、昨年度の接続入試入学者に対してフォローアップゼミを実施できた。他校普及に向け、(5) ①の協議が実現したことは、長期 SSH 指定校の成果普及のあり方として著しい進捗と言える。

(2) の取組みでは、毎回の探究活動後に記入するリフレクションシートの導入により、教員や生徒同士のどのようなはたらきかけが「飛躍知」の育成に対して効果的に作用するかを分析できるようになった。

(3) の取組みでは昨年度に引き続いて海外理数系先進校との通年での共同研究を実施できた。アンケート結果から、異なる探究の経験や視点を持ち合わせる海外の生徒との共創によって「視点の飛躍」や「手法の飛躍」等の「飛躍知」の育成がなされていることがわかる。

(4) の取組みでは、「飛躍知」育成の定量的評価に向け、参考となる複数のデータ取得とその分析の観点について議論を開始できた。サイエンス研究会の生徒、授業での探究活動の成果物に対して評価が高い生徒など、特徴を持つ生徒群ごとに分析を行うことを目指す。

(5) の取組みでは、前述した PICASO の協議に加え、次年度より開始される奈良教育大学との探究活動の連携について、教員養成の視点に基づいた協働でのカリキュラム設計が実現した。また、探究活動の成果物のアーカイブ化と公開により、効果的な指導の共有が可能となり、成果普及に繋がった。

第5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っている。

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教育課程委員

学校全体の教育課程の検討・作成および、自然科学系、人文・社会科学系を合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理数研究会

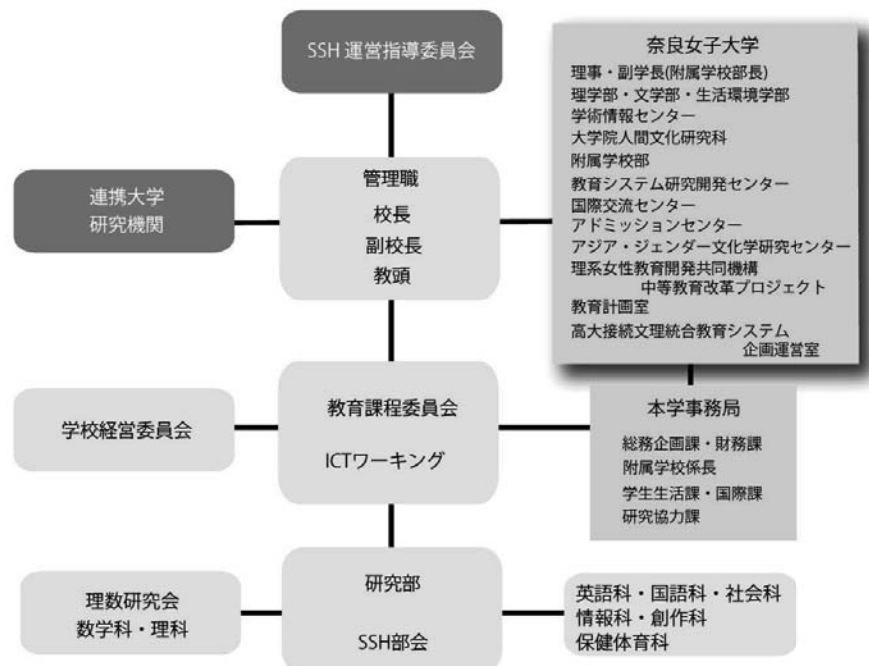
理科・数学科の教員によって組織され、SSHの運営主体として、「飛躍知」育成を目指したカリキュラムの具体的な実践方法に関する議論や研修を行う。

⑥ICTワーキンググループ

GIGAスクール構想の指定校として、主にICTを活用したカリキュラム開発について議論を行っている。SSH研究開発におけるICTの活用や教育実践について、理数研究会と連携した実践を行っている。

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「高大接続文理統合探究プログラム(PICASO)」の実施に伴い、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いる。



第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向性

次年度は、第4期SSHの指定3年目を迎え、探究活動を含めた新カリキュラムの全面実施と、指導方法の改善につなげるための評価研究を目指している。加えて、研究開発によって構築されたカリキュラムに対する他校・他大学の参加や、成果物の外部公開による成果普及のあり方を検証し、校内外の生徒に対してどのような「飛躍知」を育成できたのかについて検証を行う。以下、項目別の展望を記載する。

(1) 高大接続文理統合型探究プログラム（PICASO）への他校参加に向けたカリキュラム設計

本年度は、奈良女子大学との高大接続文理統合型探究プログラム（PICASO）の継続2年目を終えると共に、奈良女子大学に入学した学生に対するフォローアップゼミを開始できた。加えて、本プログラムの他校普及を目指し、奈良市立一条高等学校の参画に向けた協議を開始できた。本年度の研究開発では、参加に向けた合意にとどまったため、次年度は、同校の参加に向けた単位認定のあり方や、育成を目指す資質・能力の共有、学校間の生徒の特徴の差異を考慮したカリキュラム設計について具体的な協議をすすめる。同校をモデル校とし、成果と課題を検証することで、他の公立高校への拡充を模索する。

(2) 企業と連携した6年一貫共創型探究活動カリキュラムの全面実施とその評価

本年度は、(1)のPICASOに加え、4年「基盤探究Ⅰ」、5年「基盤探究Ⅱ」などの6年一貫共創型探究活動カリキュラムを年次進行で実施し、5年「基盤探究Ⅱ」では、大和ハウス工業株式会社との連携により、一部の講座を協働で企画・運営できた。カリキュラムの成果と課題は、生徒の成果物や活動を振り返るリフレクションシートの記述内容から読み取りが可能である。本年度は上記の探究活動の実施初年度であり、データ分析が初期段階にとどまっている。次年度は、新しく蓄積されるデータを活用し、学年を追うごとに多様化する探究活動の受講に伴い、生徒の成果物やリフレクションシートの記述がどのように変容するかを追跡し、「飛躍知」育成の評価として活用する。

(3) 探究活動を促進する理科・数学科の新カリキュラムの実施とその評価

本年度は、(1)の探究活動の促進を目指して理科と数学科の教員が協議した、通常授業における学習内容の再配置を反映した新しい理数カリキュラムを構築・実践した。本年度は実施初年度のため、学習内容の再配置がもたらす効果の評価材料が不足していた。次年度は、ジェネリックスキル測定テスト等のデータ蓄積が2年目となるため、学習内容の再配置がもたらす効果と課題を明らかにする。

(4) 探究活動における奈良教育大学大学生の受け入れと単位認定に向けた協議と外部評価としての活用

本校は、奈良女子大学の学生を中心とした教育実習の受け入れや授業見学、TAとしての活用を通して、SSHで開発した授業を実習の場として提供し、大学生や大学院生の育成に努めてきた。次年度は、(2)、(3)で述べる探究活動の本格化に伴い、奈良教育大学の「学校フィールド演習」と連携し、同大学2回生の通年での受け入れを新たに開始する。年間20～30時間の活動で単位認定が行われ、卒業研究の場としても活用される。本実践を通じて、大学生の感覚を生かした探究活動の支援や教員養成につながることに加え、大学生や大学院生、大学教授による本校SSH活動の外部評価につながると考えている。

(5) 成果普及と他校・他大学を交えたカリキュラムモデルの構築

(1),(4)で述べた他校・他大学を交えた実践により、カリキュラムの普及につながると考える。加えて、(2)や(3)で述べた実践については、本年度の研究開発で行った成果物のアーカイブ化の継続が有効であると考えられる。本年度は、ホームページの部分的な改定にとどまっているため、次年度はアーカイブ化の手法の工夫について検討予定である。その際に、閲覧者のコメントを収集し、効果的な掲載方法を検討する。

資料

資料① 課題研究テーマ一覧

■ 公開研究会 発表

- <4年>「基盤探究Ⅰ」(4年の全生徒に実施) 3名のグループによる研究。
1. 囚人のジレンマと社会問題への応用
 2. ルービックキューブの解法と群論
 3. 賽子の期待値、分散、標準偏差の一般化
 4. 中線定理とスチュワートの定理の拡張
 5. 食品に含まれる栄養素の量の可視化
 6. 文字列によって得られる強い関数
 7. 三角形の特徴的な点とその軌跡
 8. 貴金属比と数列
 9. ドミノ倒しの配置と進行速度の関係
 10. 硝酸銅と硝酸鉄の電気泳動についての研究
 11. 自転車から生み出される電気の計算
 12. 小型無響室における材質と音響の関係
 13. 強力な音波が引き起こす干渉現象
 14. バットの重心位置とキープしやすさの研究
 15. 地震に強い構造に必要な要素とは
 16. 船体内の積荷配置と安定性の研究
 17. 手を触れずに物体移動させることは可能なのか?
 18. 植物由来の消毒液を作る
 19. 音波の振動数と結晶の生成
 20. スマートカートを用いたスティックのりの粘着力の測定について
 21. 日光に勝るのは!? 光が植物に及ぼす影響について
 22. 温度の違いによるタニシの水質浄化能力の変化
 23. 溶液の表面張力の測定
 24. ～天然系防カビ剤の最強を決める～
みんなが使える安心安全の防カビ剤を目指して
 25. バナナの成熟とポリフェノール含有量の関係
 26. 多重塔の心柱はいつできたのか
 27. スポーツブランドのイメージと人気度、認知度
 28. 染色でエコなおしゃれを楽しむ
 29. 居心地の良い理想の部屋とは
 30. より良い部活動にするために
 31. 集中力と環境の関係(効率よく勉強するには)
 32. 兄弟構成と性格の傾向
 33. 化粧品のニキビへの有効性
 34. 冷戦についての考察?過去と現在?
 35. LGBTの未来
 36. コミュニケーションについての考察～コロナ禍にあって～
 37. 食事中的スマホ使用の是非
～食卓の変遷からの考察～
 38. 翻訳の相違の諸相—小説ハリー・ポッター—
英版の比較を通して—
 39. 企業の在り?について?今後の展望?
 40. youtubeの動画におけるより再生されるサムネイル画像の表現の特徴とは
 41. 百人一首の情景を理解するために視覚的イメージが与える影響とは
 42. ジェンダー問題の解決
 43. 漫画が学校で禁止されている理由
 44. セラピードッグの認知度向上
～これからの世代へ～
 45. 学校とは何か
 46. ホバークラフトの作成
 47. 人口の偏向と地域振興のあり方
 48. 幼児が扱いやすい学習アプリケーションの開発

<5年>

1. 深層学習を用いた脳波による視覚情報の予想に向けた基礎研究
2. AM 菌を用いた野菜栽培における最適な施肥量について
3. 国産小麦ゆめちから栽培における収穫量と気象の関係について
4. 春日山原始林で今起こっていること
5. コムギの施肥量と収量の関係
6. 京終都市化計画
7. 自転車と奈良～自転車と駆ける 古都の街と奈良の未来～
8. 人中心の町おこし in 奈良～SDGs を添えて～
9. 奈良の古都の雰囲気を楽しむテンポス without 車
10. 稲作と信仰～多神教との関連性～
11. Asian Youth Forum for Sustainable Future 2021
12. 折り紙を用いた無理数の折り方
13. 安全な電子白杖を目指して～距離センサーによる障害物検出システムの開発～
14. 酢酸ナトリウム過飽和溶液中での結晶成長における不純物の影響

■ 6年「SS 課題研究」(6年理系全生徒に実施)

アドバンスは個人またはグループ研究、ベーシックは3名によるグループ研究を行った。

<アドバンス>

1. 立体音響の開発に向けた基礎研究
2. 二次元的感覚を認識するデバイスの開発
3. 強塩基下でのフェノールフタレインの退色反応の統計力学的考察
4. 植物質素材による水中の重金属イオンの補習除去
5. 植物に含まれるアリシンの抽出による防菌剤の作成を目指して
6. ニワトリ胚を用いた骨の成長促進に関与する物質の分析
7. 簡易微生物燃料電池の改良
8. シカの DNA と性格の関連性
9. 白血球における貪食活性
～ハーブが及ぼす影響～
10. Bot による入退室管理システム

<ベーシック>

11. 溶液の粘性と音の振動数
12. 線形の空気抵抗
～効率の良い先頭形状はどのような形か～
13. 感染症と人口の推移
～SIR モデルによるシミュレーション～
14. SNS における情報の拡散力についての考察
15. 空気抵抗と物体の表面積が運動に及ぼす影響
16. 生物多様性の変化の数理モデル
17. 色彩と体内時計の関係
18. 時間変化による麺の質量変化
19. 水の冷却
20. 水の摩擦熱の可視化
21. SIR モデルを用いた感染シミュレーション
22. 感染症数理モデルに基づく考察
23. 自由落下するボールの速度変化と加速度変化についての考察
24. 日本の少子高齢化問題を数理モデルを用いて、
解決案を考える
～少子高齢化問題の最適解～
25. メトロノームの同期現象
26. 生態ピラミッドの個体数変化を紐解く

■ 文理統合型高大接続探究授業 (PICASO)

5,6 年生での個人研究。

<6 年生>

1. 中学生・高校生の平和意識の形成
2. 谷川俊太郎と〈こども〉
～ 詩集「すき」の分析を通して ～
3. 中高生におけるゲーム依存性と攻撃性の関係
4. 広告技法から見る企業の販売戦略と効果
ーバレンタイン広告を通してー
5. シュートにおける物体の数学的解析
ー差分方程式を用いた落下運動の考察ー
6. 椅子の心地良さと快適性
7. シミュレーションで最適な避難経路を導こう
(II)
8. 「食」行動が心理的ストレスに与える影響に
関する研究
9. 階段にうつす (写す/映す) 絵の数式化
～元の絵そのままの歪みのない絵を映すには
～
10. 昼寝と音環境
～学校におけるシエスタルームの提案～

<5 年生>

11. 異なる植物由来のデンプンの調理特性
12. セッケンと合成洗剤の合成と性質
13. 外国人にとって住みやすい日本を求めて
14. 換気塔が通風機能に及ぼす影響
15. 子育て世代における魅力的なまちとは
～千葉県流山市と埼玉県三郷市の比較から～
16. 小学校国語教科書の物語教材の会話文からみ
る児童が抱くジェンダーイメージ
17. 演劇人の劇評における演技評価の漸増
ー1960 年代から 1970 年代に見られる現象と
してー
18. 第二次世界大戦におけるプロパガンダと現代
のメディア

資料② 運営指導委員会記録

実施日	2021年7月12日(月) 13:00~14:30 オンラインで実施
対 象	第1回運営指導委員会
運営指導委員の参加者	岡本 徳子 (大阪大学大学院生命機能研究科) 野間 春生 (立命館大学情報理工学部) 真井 克子 (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) 小川 伸彦 (奈良女子大学文学部)
構 成	各グループによる研究成果報告と指導助言 ①探究活動カリキュラムの実践 ②サイエンス研究会の支援 ③Webによる成果の公表

■概要説明

今年度の理数研究会では、理数の教員全員が、①探究活動カリキュラムの実践、②サイエンス研究会の支援、③Webによる成果の公表の3つのグループに分かれて、研究を進めている。今回の運営指導委員会では、各グループのこれまでの研究成果、および今後の展望について報告し、それぞれについて運営指導委員に指導助言をいただいた。

■指導助言

①探究活動カリキュラムの実践

野間委員：いずれの過程でも検証が大切ではないか。しかし、統計的なスキルを身につけるのはなかなか難しい。統計についてしっかり理解させた上で検証させさせるようにさせたい。

②サイエンス研究会の支援

小川委員：サイエンス研究会の紹介動画を小学生向けにも作成したのは良いことだと思う。小学生に教えるという立場に立つと自分のことがわかったり、気付いたりすることもある。

岡本委員：面白いと思う。大人にない視点になっているのが良い。国を超えていることも興味深い。

③Webによる成果の公表

真井委員：成果普及方法の検討は県立高校でも取り組んでいるか、同じ悩みがある。その学校の「成果」を他の学校が使いやすいのか？SSH研究開発がどうすれば扱いやすいのか？と考える。ワンペーパーで使用できるものが必要なのだと思う。皆が扱いやすいようにすることが必要。

郷上委員：企業は、どの「キーワード」でHPに入っているのかを解析している。HPに何を求めているのかがわかりやすい。スマホで見てもわかるようになってきているのか？スマホの人が8割ほどいる。そこがしっかりしているのが良い。簡単に見たいところにいけるようになってきているよう、ハードルを下げるのが良い。

小川委員：HPには、「成果の発表」と「成果の出し方の発信」の2つの役割がある。他校のモデルになるよう、どのようにその成果を出させたか。悩んだ点、難しかった点を出すと他校の参考になりやすい。

実施日	2022年2月19日(土) 15:00~16:00 オンラインで実施
対 象	第2回運営指導委員会
出 席	岡本 徳子 (大阪大学大学院生命機能研究科) 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) 小川 伸彦 (奈良女子大学文学部) 山下 靖 (奈良女子大学理学部) 佐藤 克成 (奈良女子大学生生活環境学部)
構 成	公開研究会 (研究成果発表会) に対する指導助言

■概要説明

今回は、大和ハウスみらい価値共創センター「コトクリエ」で実施した4年「基盤探究Ⅰ」のポスター発表、および5年「基盤探究Ⅱ」やサイエンス研究会、PICASOの口頭発表について、指導助言をいただいた。自然科学系以外の研究発表を見ていただくことは初めてであり、主に飛躍知の視点からご指導をいただくことができた。

■指導助言

野間先生：

ポスターはきれいにまとまっていた。これからも発想の自由さを維持してほしい。

小川先生：

飛躍知を起こす要素は4つあると考える。テーマ、方法、変数や観点の導入、結論。例えば、「多重塔」については、信仰の対象としての心柱という飛躍的な変数が入っている。建築系は文系でも理系でもあるので、比較的飛躍しやすい。また、「学校で漫画が禁止されている理由」について研究しているグループがあったが、当たり前のテーマを取り入れていることが一種の飛躍だと考える。階段アートの研究については、下から見上げる建物にも応用されており、応用可能性が広い。

郷上先生：

サイエンス研究会がよい風潮を作っていることがよく見えた。ポスターのデザイン性がすごい。テーマも広がってきて、今後も楽しみ。引き続き頑張してほしい。

岡本先生：

ポスターについて、こんな見方があったのかという驚きや、高校生らしい学校の在り方について考えており、考えるところがあった。高校生ならではの突飛な視点もワクワクした。企業とのコラボは初めて聞かせていただいたが、ローカル建築や街づくりなどの視点での研究も面白いなと思った。なぜ、このような研究に興味をもったかを説明していただけるとありがたい。

佐藤先生：

もう少し仮説に沿った実験やまとめ方を意識するとよい。まとめ切れていないポスターもあった。もう少しテーマを絞ったほうがよいのでは。

山下先生

今回はたくさんの生徒の発表をみることができ、これまでの活動が学校全体に広がっているということを実感できた。数学のポスターもたくさんあり、しっかりと研究していると感じた。どれも発展性があるテーマだと思った。他大学と一緒に研究しているなど、SSHの成果が出ていると感じた。

2021(令和3)年度 教育課程表(45/50分換算)

2021.4.6

後期課程45分、前期課程50分換算で表記

*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	文系 PICASO	理系	理系 PICASO
1	国語(4)	国語(4)	国語(4)	国語総合(4)	現代文B(2)		現代文B(3)	現代文B(3)	現代文B(3)	現代文B(3)
2					古典B(2)	現代文特講(1) △(1)				
3							古典講読(1)	日本史B(3) 世界史B(3) 地理B(3) 倫理・政経(3) *(3)		
4					現代社会Ⅱ(2)	現代史Ⅱ(2)				
5	英語(4)	英語(4)	英語(4)	現代社会Ⅱ(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)	
6					数学(5)	数学(5)				数学(3)
7	理科(4)	理科(4)	理科(3)	数学探究ⅡB (2)			解析Ⅰ(4)	代数・幾何(2)	数学演習(2) △(2)	
8					数学Ⅰ(2)	統計入門(1)				自然探究Ⅱ 物理基礎(2) 生物基礎(2)
9	社会(4)	社会(4)	社会(2)	芸術Ⅰ(1)			化学基礎(2)	化学基礎(2) 化学(2)	物理演習(2) 生物演習(2) △(2)	
10					歴史総合(2)	家庭総合(2)				地学基礎(2) △(2)
11	音楽(1)	音楽(1)	音楽(1)	体育(2)			体育(3)	Reading(1) △(1)		
12					美術(1)	美術(1)			美術(1)	保健(1)
13	技術・家庭(2)	技術・家庭(2)	音楽・美術(1)	Topic StudiesⅡ Reading (3)			Topic StudiesⅢ(3)			
14					保健・体育(3)	保健・体育(3)		保健・体育(3)	Topic StudiesⅡ Writing (2)	Reading(2) △(2)
15	探究入門Ⅰ(1)	探究入門Ⅱ(1)	探究基礎(1)	情報の科学(2)			Writing(1)			
16					自己探究(1)	自己探究(1)		自己探究(1)	基盤探究Ⅰ(2)	芸術Ⅰ/PICASO基盤探究 *(1)
17	HR(1)	HR(1)	HR(1)	基盤探究Ⅰ(2)			基盤探究(科学探究/コロキウム) PICASO基盤探究 *(2)			
18					HR(1)	HR(1)		HR(1)	HR(1)	HR(1)
19	探究入門Ⅰ	探究入門Ⅱ	CG	AG			AG			
20					短期集中					PICASO芸術Ⅰ
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										

令和3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2年次

2022年(令和4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 吉田 隆

〒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/>