



滋賀県立膳所高等学校

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1年次

令和4年三月 滋賀県立膳所高等学校

令和3年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 研究開発実施報告書 第1年次



滋賀県立膳所高等学校

本校スーパーサイエンスハイスクール事業のさらなる深化発展を目指して

滋賀県立膳所高等学校

校長 富江 宏

本校のスーパーサイエンスハイスクール事業は、平成18年度に文部科学省から指定を受け、高度で先進的な科学教育を目指した新しいカリキュラムの開発や実践、京都大学・滋賀医科大学等との高大連携事業、科学英語講座の開設や海外研修の実施、探究型・参加型の授業改善、「探究」活動による課題設定能力、問題解決能力、プレゼンテーション・ディスカッション能力の育成、数理協同の授業など先進的で深化した内容の授業モデルの構築、科学論述力の向上に向けたアカデミック・ライティングの導入等、新しい時代に求められる資質・能力の育成や探究活動における評価の在り方等について研究を進めてまいりました。今年度、これまでのこうした3期15年の取組を評価していただき、新たに4期目5年間の指定を受けることとなりました。また、平成30年度から事業に取り組んでまいりました科学技術人材育成重点枠につきましても、今年度から新たな3年間の指定をいただきました。

第4期事業の研究課題は、「変革を起こす力をもった科学技術人材を育成する膳所 STEAM 教育プログラムの開発」とし、次の3つの柱を立てました。

- 1 国際基準を目指したコンピテンス基盤型科学教育の研究
- 2 膳所 STEAM 教育（新たな価値の創造）プログラムの開発
- 3 SSH3期15年の成果をふまえた課題研究モデルの提唱

1につきましては、フィンランドやフランスなどを参考にして6つの Domain of competence を定め、標準ルーブリック作成の取組を各教科へとつなげるコンピテンス基盤型科学教育の取組を滋賀県教育委員会と連携しながら進めております。

2につきましては、従前よりの京都大学や滋賀医科大学との高大連携事業の取組をさらに深化発展させ、大学と連携した学びの中で学問や研究の面白さ等に気づき、課題研究のテーマ設定などに生かすとともに、各教科の学び（「知る」）と探究等での学び（「創る」）を循環させることで学びのSTEAM化を図り、新たな価値の創造を目指しております。

3につきましては、本校の3期15年の取組で得た理数科および普通科の課題研究のノウハウを全国に普及していくことを目指すものです。

一方、重点枠事業の研究課題は、「AI×専門分野のダブルメジャー人材育成を目指した次世代型課題研究プログラムの開発」といたしました。

広域連携での指定を受けましたので、県内だけでなく県外の連携校とともに、リアルとオンラインを融合し、デジタル社会における「読み・書き・そろばん」とも位置付けられる「数理・データサイエンス・AI」の素養を身につけるための新たな教育プログラムの開発を進め、新しい価値を創造する国際競争力をもった科学技術人材の育成を進めてまいりたいと考えております。

最後になりましたが、本事業の推進にあたり、御指導御支援を賜っております文部科学省、国立研究開発法人科学技術振興機構、滋賀県教育委員会、運営指導委員の皆様をはじめ、各大学、企業、地域の皆様方等、多くの方々に心より感謝しますとともに、熱い思いを持って教育にあたっております本校教職員と、何事にも真剣に取り組み、大きな成果を上げた生徒たちに敬意を表します。

目 次

巻頭言	1
第1編 SSH基礎枠	
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）	4
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	7
③実施報告書	
1章 研究開発の課題	12
2章 研究開発の経緯	12
3章 研究開発の内容	14
1節 事業報告	
1. 高大連携事業	
（1）京都大学特別授業	14
（2）滋賀医科大学 基礎医学講座	17
（3）python プログラミング演習	18
（4）理数科1年生AI基礎講座	18
（5）理数科 滋賀大学データサイエンス入門講座	19
（6）アート思考力・デザイン思考力育成講座	20
（7）膳所高校野球部のデータサイエンスの実践（データ野球の実践）	21
（8）サイエンスキャンプ	22
2. 国際化事業	
（1）科学英語講座	23
2節 カリキュラム開発	
1. 「探究」「探究S」	24
2. 課題研究	28
3. 物理・化学・生物	30
4. SS数学・理数SS数学	32
5. 授業研究	33
6. 教材開発	34
7. 数理協同の授業	37
8. アカデミック・ライティング	38
9. 探究型学力の評価	39
3節 探究的取組	
1. 課外活動 自然科学系クラブ	40
2. 科学オリンピック・各種発表会への取組	40
4節 実施の効果とその評価	42
5節 校内におけるSSH組織的推進体制	43
6節 成果の発信・普及	45
7節 研究開発の実施上の課題及び今後の研究開発方向性	45
④関連資料	
1. 令和3年度教育課程表・学校設定科目一覧	46
2. アンケート	48
3. 「探究」関連資料	50
4. 「探究型学力の評価」	52
5. 運営指導委員会の記録	57
6. Is Redundancy necessary for image recognition?	59

第2編 科学技術人材育成重点枠

⑤令和3年度科学技術人材育成重点枠実施報告（要約）	61
⑥令和3年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題	63
⑦科学技術人材育成重点枠実施報告書	
1章 研究開発のテーマ	64
2章 研究の経緯	64
3章 研究開発の内容	65
1節 研究の仮説	65
2節 研究内容・方法・検証	65
（1）Innovative Science Project（サイエンスプロジェクト2021）	65
（2）国際化事業の推進	68
（3）（県内）連携校における科学的探究活動の実践	68
（4）次世代型課題研究プログラムの開発	69
（5）海外研修	73
4章 実践の効果とその評価	75
5章 成果の発信・普及について	75
6章 研究開発の実施上の課題および今後の研究開発の方向性	75
⑧科学技術人材育成重点枠関連資料	
1. サイエンスプロジェクト2021 アンケート	78
2. 運営指導委員会の記録	79
3. 膳所高校陸上競技班400mハードルで飛び越える全国の壁	87
4. Identification of Endemic species Isaza in Lake Biwa by bioinformatics	89

滋賀県立膳所高等学校	指定第 4 期目	03~07
------------	----------	-------

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																																																																									
変革を起こす力をもった科学技術人材を育成する膳所 STEAM 教育プログラムの開発																																																																									
② 研究開発の概要																																																																									
S S H 3 期 15 年間で開発、実践してきたプログラムの深化と拡充を図るとともに、変革を起こす力をもった科学技術人材を育成することを目的とする。ついては、「コンピテンス基盤型科学教育」と「STEAM 教育」に取り組み、次の①～③のプログラムを研究開発する。 ①グローバル化の進展や急速な技術革新の中で、国際基準で定めた 6 つの Domain of Competence（主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性）を育むコンピテンス基盤型科学教育プログラムの開発 ②未来社会への新たな価値を創造できる科学技術人材を育成するための膳所 STEAM 教育プログラムの開発 ③ S S H 3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルのプログラム開発																																																																									
③ 令和 3 年度実施規模																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">学 科</th> <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">計</th> <th rowspan="2">実施規模</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> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>普通</td> <td>321</td> <td>8</td> <td>355</td> <td>9</td> <td>393</td> <td>10</td> <td>1069</td> <td>27</td> <td rowspan="5">生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 3 年 11 月 1 日現在</td> </tr> <tr> <td>(理系)</td> <td></td> <td></td> <td>245</td> <td>6</td> <td>271</td> <td>7</td> <td>516</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>(文系)</td> <td></td> <td></td> <td>110</td> <td>3</td> <td>122</td> <td>3</td> <td>232</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>理数</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>41</td> <td>1</td> <td>37</td> <td>1</td> <td>118</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>361</td> <td>9</td> <td>396</td> <td>10</td> <td>430</td> <td>11</td> <td>1187</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>										学 科	第 1 学年		第 2 学年		第 3 学年		計		実施規模	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	普通	321	8	355	9	393	10	1069	27	生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 3 年 11 月 1 日現在	(理系)			245	6	271	7	516	13	(文系)			110	3	122	3	232	6	理数	40	1	41	1	37	1	118	3	計	361	9	396	10	430	11	1187	30
学 科	第 1 学年		第 2 学年		第 3 学年		計		実施規模																																																																
	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数																																																																	
普通	321	8	355	9	393	10	1069	27	生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 3 年 11 月 1 日現在																																																																
(理系)			245	6	271	7	516	13																																																																	
(文系)			110	3	122	3	232	6																																																																	
理数	40	1	41	1	37	1	118	3																																																																	
計	361	9	396	10	430	11	1187	30																																																																	
④ 研究開発の内容																																																																									
○研究開発計画 S S H 指定第 4 期目 1 年次の本年度は、これまで 15 年かけて行ってきた研究開発内容をさらに深化させるとともに、特に、次の課題に取り組んだ。 ①本校の学校方針や OECD Education2030、フィンランド等の諸外国の取組などから抽出した資質・能力を精選し、6 つの Domain of Competence（主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性）を定めた。また、コンピテンス基盤型科学教育に基づいたカリキュラムや評価方法、6 つの Domain of Competence を向上させる教授法の開発に取り組んだ。 ②6 つの Domain of Competence を向上させるために、高大・産学連携を通じて最先端の科学に対する異なるアプローチを学び、ヒトとのつながりを探究する取組を実施した。また、学びの STEAM 化により、社会参画への動機を高め、Domain of Competence を発揮する機会を設けるとともに、新たな価値を創造する力の育成に取り組んだ。 ③普通科「探究」・理数科「探究 S」「課題研究」、アカデミック・ライティング、探究型学力の教育評価の取組の深化を図り、S S H 3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルを提唱し、全国への発信・普及に取り組んだ。 ○教育課程上の特例 学校設定科目（ ）は単位数 ・1 年生 普通科「探究(1)」、「S S 数学 I (6)」、「S S 物理 I (2)」、「S S 生物 I (3)」 理数科「探究 S (2)」、「理数 S S 数学 I (6)」 ・2 年生 普通科「探究(2)」、「S S 数学 II (6)」、「S S 物理 II (3)」、「S S 化学 I (3)」 「S S 生物 II (3)」 理数科「探究 S (1)」、「理数 S S 数学 II (6)」 ・3 年生 普通科「S S 数学 III (4)」、「S S 物理 II (4)」、「S S 化学 II (5)」、「S S 生物 II (4)」 理数科「理数 S S 数学 III (4)」																																																																									

○令和3年度の教育課程の内容のうち特徴的な事項

- ・総合的な探究の時間と情報を融合し、普通科では「探究」、理数科では「探究S」を実施した。
- ・理科については、「物理基礎」と「物理」を融合した「SS物理Ⅰ、Ⅱ」
「化学基礎」と「化学」を融合した「SS化学Ⅰ、Ⅱ」
「生物基礎」と「生物」を融合した「SS生物Ⅰ、Ⅱ」を実施した。
- ・数学については、数学Ⅰ・Aの内容と数学Ⅱの一部を融合した「SS数学Ⅰ」
数学Ⅱ・Bと数学Ⅲの一部を融合した「SS数学Ⅱ」
数学Ⅲと発展的な内容を扱う「SS数学Ⅲ」
理数数学Ⅰ・Ⅱを再編成した「理数SS数学Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ」を実施した。

○具体的な研究事項・活動内容

【高大連携事業】

- (1) 京都大学特別授業・滋賀医科大学 基礎医学講座 最先端の科学技術に触れ、学習を深化
- (2) 理数科における高大連携事業 実験実習を中心とした先端分野への学びの発見
 - ・理数科1年 pythonによるプログラミング演習、AI 基礎講座、滋賀大学データサイエンス入門講座、アート思考力・デザイン思考力育成講座
 - ・理数科2年 京都大学研究室実習
- (3) サイエンスキャンプ（生物実習旅行）フィールドを活用した体験的な取組
1年生対象 京都大学フィールド科学教育研究センター海域ステーション瀬戸臨海実験所

【国際化事業】

- (4) 科学英語講座 英語で科学を理解し、表現する能力の育成

【カリキュラム開発】

- (5) 探究・探究S・課題研究 全校での探究活動の取組
 - ・「課題設定能力」「問題解決能力」「ディスカッション・プレゼンテーション能力」の育成
 - ・情報リテラシーの確立
 - ・英語による発表活動科学論述力向上
 - ・ループブリック等の作成と活用
- (6) SS物理・SS化学・SS生物、SS数学・理数SS数学
物理・化学・生物・数学に関する高度で先進的な授業
- (7) 授業研究 国語、地理歴史・公民、数学、理科、外国語において2学期に研究授業を行った。
- (8) 教材開発 物理・化学・生物の教材開発事例
- (9) 数理協同の授業 数学と理科を融合させた科学の概念、実践力の育成
 - ・理数科1年生 数学「数列」物理「重力加速度」
数学「データの分析」生物「ゾウリムシの観察」
 - ・1年生 数学「データの分析」生物「ソラマメの体細胞分裂の観察」
 - ・2年生 数学「二次曲線」物理「波の干渉と反射」
- (10) アカデミック・ライティング 科学論述力の向上
 - ・英語表現Ⅱ（3年生）「パラグラフ・ライティング」
 - ・LHR（3年生）「序論・本論・結論の三部構成とパラグラフ・ライティングの構造」
- (11) 「探究」「探究S」「課題研究」の評価 評価指標の作成と評価の実践
 - ・「課題設定能力」「問題解決能力」「ディスカッション・プレゼンテーション能力」を測るループブリック等の作成と活用
 - ・8校会議と「探究型学力高大接続研究会」標準ループブリックと数学ループブリック

【探究的取組】

- (12) 課外活動 自然科学系クラブの活動の充実 生徒の主体的な科学探究活動
物理地学班、化学班、生物班の取組
- (13) 科学オリンピック・各種発表会への取組 自己への挑戦と国際的に活躍できる人材育成
科学の甲子園11年連続出場
数学オリンピック等への参加、化学グランプリ2021 金賞受賞
情報オリンピック 銅賞受賞
- (14) 数学講演会の実施 数学の世界への興味・関心の育成（3月4日に実施）
「圏論的思考から見えてくるのはどんな世界か？」
講師：ドレスト光子研究起点顧問 小嶋 泉 氏

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ①本校SSH事業（2021年度の一部45事業）を本校HPから公開している。
- ②「理数探究」の充実とSTEAM教育について（文部科学省）
「課題研究」と教育課程（SSH指定校における開発事例等）に本校の取組が紹介されている。
- ③SSH実践事例集に本校の探究・課題研究の取組が公開されている。
- ④本校の理数科課題研究「パワーポイントに音声を入れたもの」をHPから公開している。
- ⑤課題研究ルブリック「科学的探究に関する標準ルブリック」「数学的探究に関する標準ルブリック」を公開している。
- ⑥令和元年度SSH情報交換会において「課題設定能力の育成～疑問の気づきから課題設定へ」という演題で本校校長が全体発表を行った。

○実施による成果とその評価

「②研究開発の概要」で記載した研究開発内容（①から③）について、アンケート等からいずれも生徒からは高い割合で肯定的な意見が得られた。

- ①6つのDomain of Competenceを向上させる教授法を開発し、新たな価値を創造する力の育成に取り組んだ。この取組により、今までになかった課題研究のテーマに取り組む生徒が現れた。
- ②数学と理科の協同の授業のみならず、教科横断的な多角的な視点から捉えられるような授業を開発した。イノベーションを生み出すために必要な力（観察力、質問力、実験力、関連づける力、ネットワーク力）を理解しその力を伸ばしようとする生徒の変容が見られた。
- ③生徒の科学的・論理的な思考力の育成を目指して開発した探究型・参加型の授業の展開を全校的に継続し、論理力の向上を図る授業の実践ができた。
- ④生徒の課題設定能力、問題解決能力、プレゼンテーション・ディスカッション能力や思考態度、意識の変容等を測定する評価方法について、これまでの取組の継続とともに「探究」でのルブリック作成、審査用紙の改善等を行った。さらに、課題研究においては昨年度から数学のルブリックを作成し活用している。

○実施上の課題と今後の取組

- ①6つのDomain of Competenceを向上させる教授法の研究とその効果を検証する。
- ②高大・産学連携および学びのSTEAM化によるDomain of Competenceを発揮する機会を設け、新たな価値を創造する力を育成する。
- ③普通科「探究」、理数科「探究S」「課題研究」のモデルの提唱と発信普及を行う。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

【高大連携事業】

- （1）京都大学特別授業は、前期6回、後期6回のすべて実施できた。しかし、多くの講義が、オンラインによる授業と膳所高校での対面授業となり、後期の生命Cコースの生徒は、一度も京都大学を訪問することができなかった。
滋賀医科大学基礎医学講座については、8回すべて実施できたが、一部オンラインによる授業と膳所高校での対面授業に変更になった。
- （2）理数科1年滋賀医科大学医学入門講座、理数科2年京都大学研究室実習が中止になった。
- （3）サイエンスキャンプ（生物実習旅行）は、例年より参加生徒の数を減らしての実施となった。

滋賀県立膳所高等学校	指定第 4 期目	03～07
------------	----------	-------

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	(根拠となるデータ等を「④関係資料」に掲載)
○研究開発の目的 令和 3 年度は、SSH 3 期 15 年間で開発、実践してきたプログラムの深化と拡充を図るとともに、変革を起こす力をもった科学技術人材を育成することを目的とする。ついては、「コンピテンス基盤型科学教育」と「STEAM 教育」に取り組み、次の①～③のプログラムを研究開発する。 ①グローバル化の進展や急速な技術革新の中で、国際基準で定めた 6 つの Domain of Competence (主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性) を育むコンピテンス基盤型科学教育プログラムの開発 ②未来社会への新たな価値を創造できる科学技術人材を育成するための膳所 STEAM 教育プログラムの開発 ③SSH 3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルのプログラム開発 ○研究開発の仮説 こうした、開発課題に基づき、以下のような仮説を設定した。 ①コンピテンス基盤型科学教育に基づいたカリキュラムや教授法、学習評価の開発に取り組むことは、6 つの Domain of Competence の向上に効果や、適切なカリキュラムマネジメントに効果がある。 ②膳所 STEAM 教育に取り組むことは、6 つの Domain of Competence の向上に効果がある。また、学びの STEAM 化により、社会参画への動機を高め、Domain of Competence を発揮する機会を設けるとともに、新たな価値を創造する力の育成に効果がある。 ③SSH 3 期 15 年の成果をふまえ、グループ研究と個人研究の長所を組み合わせた課題研究に取り組むことは、科学的な思考力や科学論述力の深化に効果がある。 ○事業報告 上記の研究開発の目的を達成するため、以下の事業に取り組んだ。 新型コロナウイルス感染拡大に伴い中止した事業については(★)をつけた。 (1) 京都大学特別授業・滋賀医科大学 基礎医学講座 コロナ禍であったため、オンライン講義や本校での対面講義に一部変更はあったものの、全ての予定を実施することができた。京都大学での授業においては、最先端の科学に触れる授業を受講し、自然科学への興味・関心や、将来、自然科学を研究したいとの意欲を高めることができた。また、滋賀医科大学での授業においては、医学系に進学を希望する生徒が、医学や医師という職業に対する理解を深めることができた。SSH 事業の取組に関する学校評価アンケートの結果によると、生徒、保護者、教員がそれぞれ 90.6%、91.7%、95.7% (p.48) の肯定的意見をもち、他の項目と比較して極めて高い。このように、生徒、保護者、教員とも、SSH 事業による教育効果を高く評価しており、全校での取組として充実したものとなってきている。 また、生徒の積極的な大学教員やTAへの質問やディスカッションが盛んになり、大学教員とともに高校生が取り組む発展的な学びのプログラムを開発できた。また、大学の先生方から本校生徒の多くが入学後に大きく伸びるという評価をいただき、大学側にも高大連携のメリットがあるという理解が進んできている。さらに、講義での研究紹介により生徒が将来研究室を希望する契機となっている。 (2) 理数科 高大連携事業 ・理数科 1 年 滋賀医科大学医学入門講座(★) 本年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴い中止となった。例年、実習後のアンケート結果によると、「医師の使命と働きがいについて」の講義で患者に寄り添う医師の使命を深く理解し満足できたと回答した生徒の割合が非常に高い。また、ほ乳動物を用いた心臓拍動に関する講義・実習においても大学の 3 回生で学ぶ内容に満足できたと回答した生徒も非常に高い数値を示している。さらに、医学部に進学を考えている生徒にとっては、進路を考える上で参考になったという回答も高い水準を保っており、その後の進路希望で医学部医学科を希望する生徒が多数いる。このように教育効果の高い事業を中止したことは残念であった。 ・理数科 1 年 python プログラミング演習 大阪電気通信大学 長瀧寛之特任准教授を講師に招き、python プログラミングのスキルアップを目指した演習に取り組んだ。この取組により、プログラミングに興味をもったという生徒が多数を占めた。	

また、探究Sでの3学期ポスター発表会においては、プログラミングを駆使した情報分野の研究発表を行うグループも現れた。

・理数科1年AI基礎講座

滋賀大学 岳野公人教授による「AI時代、あなたは何を学び、どのような能力を身につけるか？」という題の講義を受講した。講義を通して、問題解決のプロセスを理解、実行できることや専門性を持つことの大切さを学んだ。生徒の感想からは、「AIをうまく活用するためにはその専門性を見いだす力が大切になってくるのだとわかった」等、AIをポジティブにとらえる意見が多かった。

・理数科1年 滋賀大学データサイエンス入門講座

竹村彰通教授による「データサイエンスのすすめ」という講義では、データサイエンスとは何か、データサイエンスを学ぶとどのようなことができるのかについて、滋賀大学データサイエンス学部の作成した教材などを用いて説明を受けた。

江崎剛史准教授による講義「データサイエンスによって創薬の加速を目指す」、実習「薬の性質予測」では、創薬にデータサイエンスがどのように関わっているかについて、コンピュータを用いたシミュレーションによる説明を受けた。創薬におけるデータサイエンスの必要性を理解でき、薬学部進学への興味・関心が高まった生徒が多くいた。

・理数科1年 アート思考力・デザイン思考力育成講座

京都芸術大学 芸術学部 吉田大作准教授を講師に招き、「イノベーションを生み出すアート思考×デザイン思考」という題の講義を受講した。講義を通して、アート思考・デザイン思考の思考法と考え方を学び、新たな価値を創造する力の育成へとつなげることができた。

・理数科2年 京都大学研究室実習(★)

本年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴い中止となった。例年、研究室実習に対しては、アンケート結果から、進路選択につながったと肯定的な回答が非常に多い。また、実習を終えての感想から大学での学びや研究を知ることができ、科学に対する知的探究心と意欲・関心が高まったという記述が多く見られる。このように教育効果の高い事業を中止したことは残念であった。

(3) サイエンスキャンプ

今年度は、感染防止対策として参加生徒の人数を例年の24名から8名へと減らして実施した。参加生徒は、わずかな時間を利用して自発的に調べ学習や水族館での観察を行うなど、意欲的に学ぶ姿が見られた。教員にとっては、該当分野の発展的授業展開のための教材研究を深めることができた。

(4) 科学英語講座

科学英語講座では「英語で科学を学ぶ」「英語で科学を表現、発表、議論する」2つの力に特化し、国際的に活躍できる科学技術系人材の育成を図った。

希望者を対象にした科学英語講座では、1stステージは科学に関する様々なテーマについての語彙や表現を学び、英語で科学的事象を説明できる力を身に付けさせることを目指して実施した。

2ndステージは主にプレゼンテーションの手法に重点を置き、英語での研究発表の力を身に付けさせることを目指したプログラムを実施した。

(5) 探究・探究S・課題研究

本校では課題の設定・探究・表現といった一連の学習を実施するプログラムとして、学校設定科目「探究」・「探究S」を実施している。どちらも総合的な探究の時間と情報を融合させた学習プログラムである。本年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴い計画が大幅に変更されたが、1年次にあたる今年度は、①課題設定など初期段階の指導の改善、②生徒が学びあい高めあうための整備、③次年度のプログラミング導入および一人一台端末を踏まえた試行に力点を置き、研究開発を行った。詳細については後述する。

理数科2年生の課題研究については、感染拡大の影響はあったものの、例年行っている段階的な発表会については中止することなく実施した。生徒課題研究発表会については、全校生徒対象の実施から、2年生と1生理数科に限定しての実施に変更した。少数ではあったが、県内外の中学・高校の教員の参加を得て、次世代のSSH事業を支える教員にもSSH課題研究の取組の成果を広く発信した。また、口頭発表の他、ポスターセッションでは日本語版と英語版を作成し、大学の教員や県内の理系のALTにもアドバイザーとして参加してもらい、英語でのディスカッションができた。さらに、本校HPに生徒のパワーポイントによる音声入り動画をアップした。広く発表を聴いてもらえる環境を整備した。

(6) SSH物理・SSH化学・SSH生物、SSH数学・理数SSH数学

理科ではSSH事業の目的である先端的理数教育の実践をすべての本校生徒に対して実施できている。さらに、京都大学等の若手研究者を招き、「ドクター教員」による先端科学の成果に基づいた授業

を各科目で行うことができた。数学では3年間を見通して、高校数学の内容を膳所高校独自に編成し直し、より効果的な履修を可能にしている。さらに、より高度な内容や発展的な内容にも取り組むことができた。

（７）授業研究

今年度は研究授業・公開授業を、学校設定教科「探究」にも拡大した。Teamsなどの教育支援ツールを含んだICTの活用や主体的・対話的で深い学びを追求する授業を公開授業とし、授業改善に取り組んだ。

公開授業については、教室の密を避けるため、①中学校への案内をとりやめ、②参観は一つの学校につき1科目1名までに限定、という条件をつけ、全体の参加者数を抑えての実施となった。参観された教員からは好評で、次年度の一人一台端末や観点別評価等の先行的な授業として自校に持ち帰って参考にしたいとの声もあった。

（８）教材開発

本校では、理科の実験・実習を通じて、科学的な思考力や表現力の育成を目指している。昨年度に引き続き、生徒実験教材の開発を行った。

・物理教材開発

運動量保存則は運動方程式や力学的エネルギー保存則などと同様、物理を学ぶ上で基礎となるものである。「運動量 保存則」に関する実験について一直線上の運動ではなく、ベクトル和の保存を理解するため、平面内の運動を扱った実験装置を用いて、保存則の検証を行った。

・化学教材開発

ICT活用教材の開発と授業展開（演習授業、実験授業）に関する研究を行った。ICTを活用することで、授業参加度の確保、授業時間の使い方の効率化、他生徒（他班）の活動内容が即時に共有できる等の課題を解決することができた。生徒の評価も高く、大きなやりがいを感じながら取り組んでいた。

・生物教材開発

英語で行う「アガロースゲル電気泳動法によるDNAサンプル（大腸菌のラムダ・ファージのDNAを制限酵素によって処理したDNA断片）の分離」実験を行い、授業の公開もした。

教科書で扱う先端的学習実験の一環として本実験に取り組んでいる。生命科学分野は英語での学習がより重要であるため、特に本実験はALTと共に全て英語を用いて実施した。レポートは英語での作成を義務づけた。生徒アンケートによると、英語での実施でも、実験の目的・原理について理解できている。また、生命科学分野を英語で学ぶことを多くの生徒が肯定的にとらえている。

ブタの腎臓を用いた「腎臓の構造と機能」実習も1年生全クラスで行った。

・Zプログラム：土曜日開講の特別講座「発展的生物講座」

対象生徒は希望制である。毎回実験を行い、生物の教材開発としての一面ももっている。

実験の例

- ・「大腸菌の形質転換」実験（2時限連続） アンピシリン耐性遺伝子の発現
- ・「ブタの臓器（心臓、すい臓、肝臓）」の観察
- ・琵琶湖のプランクトンの観察とその種の特定

（９）数理協同の授業

1年生において生物の授業でゾウリムシ(*Paramecium*)を顕微鏡で観察し、その形の大きさや内部の構造を調べている。さらに、収縮胞の大きさの変化を測定し、ゾウリムシの水分排出能力について考察を行っている。この結果をもとに収縮胞の最大直径とゾウリムシの縦（長軸方向の長さ）・横（短軸方向の長さ）との関係、ゾウリムシ縦・横の長さについて相関係数を求める。さらにそれぞれについて無相関検定を行い検証する。さらに、1年生理数科において生徒達は最初に物体の運動について学び重力加速度を実験により求める授業を行い、この授業をうけて重力加速度を数学Bの数列（階差数列）を利用して求める授業を実施した。

また、2年生では物理と数学を融合した授業を行った。数学で2次曲線の単元を学んだ後、物理で扱う波の干渉と反射について数式を用いて数学的に解明する内容を生徒による発表形式で行った。アンケートの記述から概ね生徒は数学を科学の視点から捉え、理科の実験データや結果を数式で表現し、数理横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を育成することができた。

数理協同全般の授業を通して生徒の授業への意欲を高め、アンケートの記述から概ね生徒は数学を科学の視点から捉え、理科の実験データや結果を数式で表現し、数理横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を育成することができたといえる。

(10) アカデミック・ライティング

今年度も本校学校設定科目「探究」「探究S」を軸に、アカデミック・ライティングの授業に取り組んだ。一方で、「3年の締めくくり」としての教材を新たに作成し、実施した。

「20年後の日本」を考えさせる新たな取組では、これまでの探究活動で身に着けたスキルや考え方を生かしてディスカッションし、表現することで、現実の社会やそこに生きる自分をとらえることができた。

(11)「探究」「探究S」「課題研究」の評価

第4期1年次の今年度は、「探究」「探究S」の評価において、「生きたルーブリック」を意識し、上級生の優秀なプレゼンや、苦労や工夫を語ったインタビューを見せ、下級生に目標を示した。また、2年生「探究」においては、中間発表会の前にテーマ発表会を実施し、早い段階で形成的評価を加えることによって探究活動を充実させた。これらの取組により、生徒たちは、テーマ発表会で受けたアドバイスや自分でまとめる中で気づいたことを生かし、最終発表会までに探究活動をブラッシュアップすることができた。

課題研究の評価については探究型学力高大接続研究会において作った科学的探究に関する標準ルーブリックと数学的探究に関する標準ルーブリック、さらに本校で作成した課題研究のルーブリックをもとに審査用紙や課題研究評価者の質問項目を考えている。これらのルーブリックは本校の「探究」「探究S」のルーブリックの基になっている。

(12) 課外活動 自然科学系クラブ

科学系クラブの生徒は、科学についての興味・関心が高く、自身で課題を設定し、研究の計画を立て、取り組んでいる。その結果、全国総合文化祭など各種大会に参加し、成果をあげている。研究活動については、大学主催の行事に参加したり、研究機関での指導・助言を受けたりもしている。さらに生徒はクラブ活動だけでなく、高大連携事業や科学の甲子園、科学オリンピックなどにも積極的に参加している。今後も益々研究活動や交流活動に積極的に参加し、内容のある探究活動を進めることが重要である。

(13) 科学オリンピック・各種発表会等への取組

- ・第11回科学の甲子園全国大会に11年連続で県代表として、出場を決めている。
 - ・各種コンテストでは化学グランプリに出場し、2年生が金賞を受賞した。また、今年度も数学オリンピック学習会を5回実施し、日本数学オリンピックでは1名が予選を通過し、本選に出場した。日本情報オリンピックでは1年生が銅賞を受賞した。これらの結果は、トップ層の育成だけでなく、多くの生徒が影響を受けて各種コンテストにチャレンジしており、国際的に活躍できる科学技術系人材育成のきっかけとなっている。
 - ・オンラインによる連携校との探究的な取組では「近畿サイエンスディ 天王寺高校主催の発表会に参加(令和4年2月12日)」「AI課題研究交流会 石川県立金沢泉丘高等学校、山口県立徳山高等学校と実施(令和4年2月4日)」「福井県立藤島高等学校 研究Ⅲ授業研究会に参加(令和4年1月7日)」など新たな取組を始めることができた。
 - ・UTokyo GSCに参加 グローバルな視点に立って、今後の社会をデザインできる革新的な科学技術人材を育成するプログラムに本校生1名が参加した。
- これらの取組により多くの生徒が影響を受けて、国際的に活躍できる科学技術系人材育成のきっかけとなっている。

(14) 数学講演会(3月4日実施予定のため講義目的と内容、実施規模を記載 本文には掲載しない。)

今年度は、仁科記念賞受賞者で現在ドレスト光子研究起点顧問 小嶋泉氏に講演していただく予定。演題は「圏論的思考から見えてくるのはどんな世界か?」で、本校生徒の数学に対する捉え方の目を開く講演となることを期待している。対象は1、2年生理数科の生徒80名、1、2年生普通科と3年理数科の希望生徒および卒業生で実施予定。

○令和3年度の新規、重点的取組

上述した(1)～(14)は、研究開発の目的を達成するための取組であるが、特に第4期1年目の研究開発として、今年度に重点的に取り組んだものは、(2)、(5)、(11)である。

② 研究開発の課題

○これまでの研究開発内容を深化させるとともに、特に、次の課題に取り組む。

①コンピテンス基盤型科学教育に基づいたカリキュラムや評価方法、6つのDomain of Competence(主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性)を向上させる教授法を開発し、その客観性と妥当性についての検証と発信を行う。

- ② 6つの Domain of Competence を向上させるために、高大・産学連携を通じて最先端の科学に対する異なるアプローチを学び、ヒトとのつながりを探究する取組を実施する。また、学びの STEAM 化により、社会参画への動機を高め、Domain of Competence を発揮する機会を設けるとともに、新たな価値を創造する力の育成を目指す。開発したプログラムについては、有効性を検証する。
- ③ 普通科「探究」・理数科「探究 S」「課題研究」、アカデミック・ライティング、探究型学力の教育評価の取組の深化を図り、SSH 3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルを提唱し、全国に発信・普及する。

○令和 3 年度に重点的に取り組んだこと

（２）理数科 高大連携事業

未来社会への新たな価値を創造できる科学技術人材を育成するための膳所 STEAM 教育プログラムの開発に関連して、「アート思考力・デザイン思考力育成講座」、「AI 基礎講座」、「データサイエンス入門講座」を新たに実施した。これらの取組は、創造力の育成や課題設定能力の強化につながり、これまで膳所高校ではあまり見られなかった AI やデータサイエンスに関するグループ研究に取り組む生徒たちが現れた。今後は取組をさらに進め、グループ研究の深化を目指していく。

（５）探究・探究 S・課題研究

今年度は、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において、生徒投票賞を受賞した。昨年度から、県外の SSH 校との研究交流会を積極的に行うなど、発表機会を多くし、ブラッシュアップしていった成果だと考える。来年度についても、研究交流会を積極的に行うなど発表機会を確保し、研究内容の深化を図るきっかけづくりにも努めていく。

（11）「探究」「探究 S」「課題研究」の評価

- ・「理数探究」の充実と STEAM 教育について（文部科学省）

『「課題研究」と教育課程（SSH 指定校における開発事例等）』および『SSH 実践事例集』に本校の探究課題研究の取組が公開されている。本校が現在までの課題研究の指導で培った研究手法のプロトタイプを作って、各校の生徒に柔軟に当てはまる「課題研究」と「探究」などの探究活動のモデルを作り発信・普及したい。評価についてはループリックをもとに、各発表会の審査用紙を作成している。生徒の研究の進行状況によって課題研究のレベルは当然変化する。よって、評価の観点も変化するため、発表会毎に、生徒の現状に合った観点を審査用紙を作成すべきである。生徒の現状も各校によって異なるため現状に合ったループリック作りが必要である。そのような評価の一連の取組も併せて発信、普及していきたい。

- ・課題研究の英語論文作成について

国際化の取組に絡めて、新たに課題研究の英語論文作成にも取り組んだ。この取組をさらに進め、海外の高校・大学・研究機関との連携について模索していく。

③実施報告書

1章 研究開発の課題

1節 研究開発課題

第3期までのSSH事業の深化と拡充を図るために、変革を起こす力の1つである新たな価値を創造する力の育成に向けたコンピテンス基盤型科学教育に基づく取組とその研究を行う。グローバル化の進展に対応ができるよう、国際基準でコンピテンスを定め、コンピテンス基盤型科学教育を実践するための膳所STEAM教育プログラムを開発する。

2章 研究開発の経緯

1節 研究の内容・方法・検証

1. 現状の分析と研究の仮説

第3期までの取組により、研究大学や医学部への進学率が高く維持され、アカデミック・ライティングの取組により、科学的・論理的に思考し、発信できる能力を育成することができた。また、課題研究に係る標準ルーブリックの作成と普及に取り組んできた。

これまでの3期の取組をより深化させ、拡充させていくためには、以下の3つの課題をふまえて、4期目の事業に取り組む必要があると考えた。

①高大接続を見据えた人材育成の資質・能力の設定

②教科横断型の授業の拡充

③探究型学力や科学論述力の向上に向けたグループ研究における新たな取組

この課題に対して3つの仮説を設定し、SSHの事業研究を進めることとした。

①コンピテンス基盤型科学教育に基づいたカリキュラムや教授法、学習評価の開発に取り組むことは、6つのDomain of Competenceの向上や、適切なカリキュラムマネジメントに効果がある。

②膳所STEAM教育に取り組むことは、6つのDomain of Competenceの向上に効果がある。また、学びのSTEAM化により、社会参画への動機を高め、Domain of Competenceを発揮する機会を設けるとともに、新たな価値を創造する力の育成に効果がある。

③SSH3期15年の成果をふまえ、グループ研究と個人研究の長所を組み合わせた課題研究に取り組むことは、科学的な思考力や科学論述力の深化に効果がある。

2. 研究内容・検証

第4期の仮説を検証するため、次の研究内容を実践してきた。

■コンピテンス基盤型科学教育プログラムの開発

a. 国際基準によるDomain of Competenceの設定と評価方法の開発

b. 倫理観や社会性を育む取組の実践

■膳所STEAM教育（新たな価値の創造）プログラムの開発

c. 「知る」と「創る」が循環する学びを実践する学校設定科目「探究」「探究S」の設置

d. 教科横断型の授業の実践

e. 体験的な学習の場の設定による学習の深化と発展

f. 高大連携事業・産学連携事業の実施

g. 英語で科学を学び、発信する実践

■SSH3期15年の成果をふまえた課題研究モデルのプログラム開発

- h. S S H 3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルの提唱
- i. 新たな価値の創造につながる「課題設定能力」の育成強化

以上の研究内容の実践により、生徒がどのように変容したかを検証するため、アンケートとレポートの記述内容の分析を行う。また「課題研究」、「探究」、「探究 S」の過程ではポートフォリオを活用し、ルーブリックを用いたパフォーマンス評価を行い、年次ごとに生徒の学習到達度について検証をする。さらに、卒業生や卒業生の所属する教官へのインタビューにより事業成果を把握する。これらによって、S S H 事業の取組が変革を起こす力をもった科学技術人材の育成につながっているか、本校 S S H 事業全体の達成度を検証し、評価する。

3. 必要となる教育課程の特例等

以下の学校設定科目を設置する。

適用範囲		設置教科・科目(単位)	代替教科・科目
1 年	普通科	S S 数学 I (6)	数学 I、数学 II、数学 A
		S S 物理 I (2)	物理基礎、物理
		S S 生物 I (3)	生物基礎、生物
		探究 (1)	「総合的な探究の時間」、情報
	理数科	理数 S S 数学 I (6)	理数数学 I、理数数学 II
		探究 S (2)	「総合的な探究の時間」、情報
2 年	普通科	探究 (2)	「総合的な探究の時間」、情報
	普通科 (理系)	S S 数学 II (6)	数学 II、数学 B、数学 III
		S S 化学 I (3)	化学基礎、化学
		S S 物理 II (3)	物理基礎、物理
		S S 生物 II (3)	生物基礎、生物
	理数科	理数 S S 数学 II (6)	理数数学 II、理数数学特論
		探究 S (1)	「総合的な探究の時間」、情報
3 年	普通科	探究 (1)	「総合的な探究の時間」、情報
	普通科 (理系)	S S 数学 III (4)	数学 III、数学 II、数学 B
		S S 物理 II (4)	物理基礎、物理
		S S 化学 II (5)	化学基礎、化学
		S S 生物 II (4)	生物基礎、生物
	理数科	理数 S S 数学 III (4)	理数数学 II、理数数学特論
		探究 S (1)	「総合的な探究の時間」、情報

4. 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

- 1 年生普通科 「世界史 B」 4 単位 → 3 単位
- 2 年生普通科理系・理数科 「日本史 B・地理 B」選択 4 単位 → 3 単位
- 「古典 B」選択 4 単位 → 3 単位
- 理由：理数系科目への時間数増加のため
- 3 年生普通科理系 「数学演習」 2 単位
- 2 年生普通科文系 「数学 II」 4 単位 → 3 単位
- 2 年生普通科・理数科 「コミュニケーション英語 II」 4 単位 → 3 単位
- 3 年生普通科・理数科 「コミュニケーション英語 III」 4 単位 → 3 単位

3章 研究開発の内容

1節 事業報告

1. 高大連携事業

本校の高大連携事業は、19年目を迎えた「京都大学特別授業」と14年目を迎えた「滋賀医科大学特別授業－基礎医学講座」の2つを柱としており、「膳所高校－京都大学 高大連携に関わる協定書」「膳所高校－滋賀医科大学 高大連携に関わる協定書」を両大学と締結し、それに基づき実施している。なお、「膳所高校－京都大学」の協定は、8年前に「滋賀県－京都大学」の協定に発展し、対象11校の中で本校はその京都大学との連携事業の企画・実施のための調整を行う幹事校となった。

両大学の特別授業とも、高等学校での関連する学習を深化させ、最先端の科学技術に触れさせ、学問や研究の面白さを伝える、という点を意識するとともに、引率教員にとっても教材開発や授業改善につながるよう心がけて運営を行っている。そのうえで、生徒が探究の方法を理解し、興味を持った講義については継続的に事後学習に取り組むよう指導している。各回授業終了後の課題として、生徒は感想文・アンケートを提出する。

また、理数科の生徒に対しては、1年生全員を対象に、「医学入門講座」として、滋賀医科大学で一日講義と実習を行い、2年生全員を対象に、「京都大学一日研究室実習」を行っている。なお、本年度は、新型コロナウイルス感染拡大により、「医学入門講座」「京都大学一日研究室実習」は中止となった。

以下に、これら高大連携事業について報告する。

(1) 京都大学特別授業

京都大学特別授業は、SSH指定以前より、京都大学と「高大連携に関わる特別事業協定書」を締結し、実施していた。SSH指定後は、他のプログラムとの有機的結びつきを念頭に検証、改善を進めてきた。実施は、前期（4月～9月上旬：2年・3年対象）生命科学A、生命科学B、総合・人間科学Aの3コース全6回、後期（9月下旬～1月：1年・2年対象）エネルギー科学と社会環境、生命科学C、地球環境学、総合・人間科学Bの4コース全6回の計12回である。

実施日（金曜日）の放課後15：30に本校をバスで出発し、京都大学内の講義室や研究室に行き、16：30～18：00の90分間特別授業を受講する。授業に際しては、生徒達が体験を通して学ぶことを重視し、可能な限りやりとりをしながら進める双方向の授業や、実験・実習、ラボツアーを取り入れていただくよう講師の先生方に依頼している。ただし、本年度は京都大学に訪問できない状況が続き、多くの授業で、講師の先生に本校へ来校いただく、または、オンラインでの遠隔授業という形式に変更することとなった。そのような中でも、講師の先生方のご協力により、オンラインでのラボツアー等も実施していただき、研究室の様子を知ることができた。

生徒達に対しては、自ら疑問をもって積極的に授業に参加する姿勢を求めており、先生方には授業中はもちろん授業後の質問にも丁寧に対応していただいている。



ア. 目的

生徒が、京都大学のキャンパスに赴き、先端の研究に触れ、高校教育の枠を越えた学びを経験することにより、学究的な意欲・関心を喚起し、あわせて大学の教育内容への理解を深め、主体的な進路選択の意識を高める。

イ. 対象生徒

【前期】（２年生・３年生）				
生命科学A	１５名	生命科学B	１５名	総合・人間科学A １５名 計 ４５名
【後期】（１年生・２年生）				
エネルギー科学と社会環境	２５名	生命科学C	２５名	計 １００名
地球環境学	２５名	総合・人間科学B	２５名	

ウ. 内容

前期）生命科学Aコース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名(敬称略)
４月１６日	金	人工衛星から見る地球の大気	生存圏研究所	塩谷 雅人
４月２３日	金	分子の世界・細胞の世界	生命科学研究科	吉村 成弘
５月７日	金	生き物の時間をみる	理学研究科	小山 時隆
６月１１日	金	植物系統分類学	理学研究科	田村 実
９月３日	金	昆虫の適応と種の多様化	理学研究科	曾田 貞滋
９月１０日	金	季節変化を生き延びるしくみ ーナメクジの場合ー	理学研究科	宇高 寛子

前期）生命科学Bコース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名(敬称略)
４月１６日	金	食欲を調節する体のしくみ	農学研究科	佐々木 努
４月２３日	金	ゲノム編集技術の基礎と応用 ー魚類編ー	農学研究科	木下 政人
５月７日	金	くすりの科学	薬学研究科	山下 富義 樋口 ゆり子
６月１１日	金	熱帯農業の知恵と工夫	農学研究科	樋口 浩和
９月３日	金	ようこそ染色体美術館へ	生命科学研究科附属 放射線生物研究センター	松本 智裕
９月１０日	金	社会性昆虫の世界 ：シロアリの社会を知り尽くす	農学研究科	松浦 健二

前期）総合・人間科学Aコース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名(敬称略)
４月１６日	金	経済成長と所得分配:マクロ経済学の視点から 現実の経済社会を読み解く	経済学研究科	佐々木 啓明
４月２３日	金	ひとのこころとからだの行動遺伝学	教育学研究科	高橋 雄介
５月７日	金	考古学の可能性：自然災害編	文学研究科附属 文化遺産学・人文知連携センター	富井 眞
６月１１日	金	チベットとブータンの歴史と文化	こころの未来研究センター	熊谷 誠慈
９月３日	金	国境を越える暮らしと法	法学研究科	中西 康
９月１０日	金	実験心理学が解き明かすヒトのこころ	こころの未来研究センター	上田 祥行

後期）エネルギー科学と社会環境コース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名(敬称略)
９月２４日	金	エネルギー利用と大気環境	エネルギー科学研究科	亀田 貴之
１０月１日	金	自動車とエネルギー・環境	エネルギー科学研究科	川那辺 洋
１１月５日	金	エネルギーシステムへの拡張現実感技術の応用	エネルギー科学研究科	下田 宏
１１月１２日	金	資源リサイクルについて	エネルギー科学研究科	石原 慶一

12月3日	金	The future of energy resources	エネルギー科学研究科	Ben McLellan
1月21日	金	森林とバイオマスエネルギー	エネルギー科学研究科	河本 晴雄 南 英治

後期) 生命科学Cコース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名 (敬称略)
9月24日	金	神経細胞が死ぬ病気はなぜおこるの？	生命科学研究所	垣塚 彰
10月1日	金	葉の香りは自然の中でどのような役割をはたしているのだろうか？	生態学研究センター	高林 純示
11月5日	金	光を感じる植物	理学研究科	長谷 あきら
11月12日	金	人工関節と脊椎手術	医学研究科	奥津弥一郎 清水孝彬
12月3日	金	生命とは何か 一創造性の本質に迫るー	基礎物理学研究所	村瀬 雅俊
1月21日	金	地球を支える光合成	理学研究科	鹿内 利治

後期) 地球環境学コース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名 (敬称略)
9月24日	金	異常気象と地球温暖化	防災研究所	榎本 剛
10月1日	金	触媒・光触媒と環境・エネルギー	人間・環境学研究科	吉田 寿雄
11月5日	金	飲み水の安全と安心	工学研究科	中西 智宏
11月12日	金	開発途上国における水・衛生	アジア・アフリカ地域研究研究科	原田 英典
12月3日	金	量子力学：光と電子の不思議	人間・環境学研究科	渡邊 雅之
1月21日	金	免疫系の進化と発達	国際高等教育院	田中 真介

後期) 総合・人間科学Bコース

日時	曜	講義題	研究科名	担当教官名 (敬称略)
9月24日	金	図書館の歴史と多様性	教育学研究科	福井 佑介
10月1日	金	風土建築から学ぶ持続的人間環境	地球環境学堂	小林 広英
11月5日	金	ゲーム理論で考える世界	経済学研究科	菊谷 達弥
11月12日	金	情報学と社会	情報学研究科	吉川 正俊
12月3日	金	歴史地図と世界観ー「世界史」教科書の研究ー	人間・環境学研究科	辻 正博
1月21日	金	生命倫理と法 一母は誰か、父は誰かー	法学研究科	木村 敦子

エ. 検証 (成果と課題)

アンケート結果は、関係資料2-2に提示した。アンケートでは、「受講してよかった」という項目には受講生の全員が肯定的回答をしており、本事業に満足していることがわかる。「学問の奥の深さを感じ取れた」「進路を考える上で参考になった」という項目にも受講生の9割以上が肯定的回答をしており、京都大学において先端研究の一端に触れ、高校の授業では味わえない刺激を受けることで、生徒の科学に対する興味・関心や進路意識が向上するという効果が確認できた。

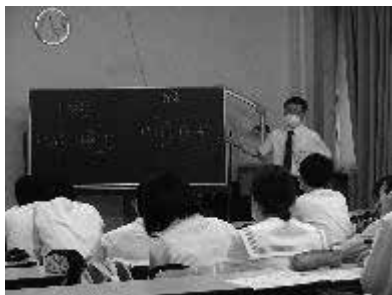
記述文からも、受講前から興味・関心のあった分野について、高校の授業以上の学習内容や最先端の研究成果に触れ、学びを深めることができたことで、さらにその分野に進みたいという意欲を高める効果があることが確認できた。それに加えて、興味・関心の低かった分野の最先端に触れたことで、その分野への興味・関心を喚起でき、新たな視点を得ることができるなど、進路選択の幅を広げることにつながっている。

多くの授業で積極的な受講姿勢が見られ、講義中または後に質問する生徒も多数いた。その質問内容についても授業を担当してくださった先生方から評価いただけることが少なくなかった。

一方で、前述のアンケートでは「特別授業に関連する学問分野の本を読む」ことで、学習を読書によって自ら深化させようとした者は4割未満にとどまっている。今年度も講師から関連図書を紹介していただき、本校図書館で閲覧・貸出できるようにしているが、特別授業で得た刺激をいかに日頃の能動的な学習に結び付けるか、さらに工夫を重ねたい。

（２）滋賀医科大学 基礎医学講座

京都大学との高大連携事業を充実し発展させてきたが、本校生徒の進路志望状況、進路状況を見ると医学系への希望生徒も多く、医科大学との連携特別授業を通じて、生徒の興味・関心を高め、科学を学ぶ意欲を喚起していくと同時に、医学についての理解を深めた確かな進路選択につなげる必要がある。そこで、SSH1期目指定の高大連携新規のプログラム開発として研究を進め、平成20年滋賀医科大学との高大連携事業協定を締結し、2年生の医学科進学希望者を対象に、解剖学・生理学・生化学・社会医学などの基礎医学の特別講義を4月から11月までの年8回、月曜日の放課後を利用して、滋賀医科大学の講義室・研究室等で実施している。こうした地域の医科大学の魅力を生徒に発信し、地域医療を支える有為な人材を育成することは、公立学校としての果たすべき役割の一つであると考えている。



ア. 目的

- ・1年次に学習した生物や保健、家庭の人体科学分野の学習をさらに深化させたい生徒の要望に応え、より高度な知識を習得させる。
- ・生徒の医学部医学科に対する理解を深め、医師の役割・使命について理解させることで、進路選択のミスマッチを避ける。
- ・月に1回程度の医学部特別授業を受講することによって、医学科進学への学習意欲の向上と持続を図り、十分な学力を育成する。
- ・地域の医科大学との連携を深めることにより、生徒たちに県内の医療の実情を認識させ、地域医療の問題解決のために本校としての使命を果たす。

イ. 対象生徒

2年生 医学科進学希望者 37名

ウ. 内容

日時	曜	講義題	講座名	担当教官名（敬称略）
4月19日	月	形から知るからだのしくみ -解剖学・組織学-	基礎看護学講座	相見 良成
5月10日	月	脂肪細胞の細胞生理	生理学講座	尾松 万里子
6月7日	月	医療人に求められる資質	医学・看護学センター	向所 賢一
6月14日	月	ロボット支援腹腔鏡下手術	泌尿器科学講座	成田 充弘
9月6日	月	「疫学」とは何か -病気の原因を探る医学研究-	社会医学講座	三浦 克之
9月27日	月	病原体の世界	病理学講座	旦部 幸博
10月4日	月	「健康」とは	公衆衛生看護学講座	伊藤 美樹子
11月15日	月	大腸癌治療の最前線	臨床看護学講座	遠藤 善裕

エ. 成果と課題

本講座は医学科進学希望者を対象としており、今年度も生徒は熱心に受講していた。アンケート結果（関係資料2-2）から、自分の目標に合致している、医学のダイナミックさ・奥の深さを感じ取ることができた、自分の進路を考える上で参考になった、という項目はほぼ全員が肯定的回答をしている。このことから、プログラムのねらいを参加生徒がしっかりと受け止めていると考えられる。

以前から、肯定的な回答が低く課題となっていた、医学に関連する分野の本などを読むようになった、という項目で肯定的な回答が5割程度となり、例年よりも1～2割増加した。医学への興味を引き出し行動変容につなげるという本講座の機能が高まっていることが分かる。しかし、依然として低水準ではあるため、継続課題である。

(3) python プログラミング演習



ア. 仮説

数理・データサイエンス・AI の素養を身に着けるために python によるプログラミングのスキルアップを図ることで、探究活動をより発展、深化させることができる。

イ. 対象生徒

理数科1年生40名

ウ. 内容

日 時 令和3年5月28日(金)、6月11日(金)、6月25日(金) 14:20～16:10

python プログラミング演習

大阪電気通信大学 長瀧 寛之 特任准教授

エ. 成果と課題

プログラミングに興味を持ったという生徒が多数を占め、探究Sの授業の取組のなかで3学期のポスター発表会においてプログラミングを駆使し、情報分野の研究発表を行う班が現れた。

(4) 理数科1年生AI基礎講座



ア. 仮説

AI について学ぶことで、探究活動において、生徒の研究をより発展させることができる。

イ. 対象生徒

理数科1年生40名

ウ. 内容

日 時 令和3年11月19日(金) 13:20～15:10

AI 時代、あなたは何を学び、どのような能力を身につけるか？

滋賀大学教育学部 岳野 公人 教授

エ. 成果と課題

自由記述欄 (生徒の変容が分かる自由記述を掲載する)

- A. 講義を受ける前は AI に対して、「今後も発展していくもので、将来の生活に欠かせないものである」というようなポジティブな考えを持っていました。今回の講義を受ける中で、AI に対してポジティブな考えを持つ人がいれば、逆にネガティブな考えを持つ人がいて、でもそれは AI の持つ現状、あるいは特徴を主観的にどう判断するかによるもので、AI が一概に良い、悪い定義はつけられていないということが分かりました。AI には作る側、使う側、使われる側などの様々な立場がいて、いずれにしても AI と切り離して過ごす生活というのは考えにくいと思いました。現在でも、農家の方が AI を利用したり、子どもがアプリを作ったりと誰もが AI を作り得る時代になっています。それを作れるようにするには人間がどんなことに AI を利用したいのか、どのような目的があるのかなどを理解する、すなわち問題に対する理解をすることが必要で、それが AI を作るための出発点だと思います。その出発点に立てるようにすることが人間にとって今最も必要なことだと思います。
- B. 私はこれまで AI ができることは全て AI に任せ、自分が自由に使える時間を増やすことによってより生産性を高めていくことが出来たらいいなと思っていた。そこで生じたのが“何を AI はできるのか”という疑問である。今回の講演を通してその答が自分の中で明確になった。現段階の AI は専門性を持たせることによって真価を発揮すると

ということだ。加えて、AI をうまく活用するためにはその専門性を見いだす力が大切になってくるのだと分かった。では、専門性はどのようにして見いだすのか？これは普段からそのような視点を持って生活を送ることが最も確実かつ利益を生み出す方法であると考えます。ただ、この視点を持つためにはAI ができることは何かしっかり把握する必要があると思う。そのため、AI の仕組みや特徴に対する理解を得るための教育は必要不可欠である。よって、それを指導要領に導入することを提案する。また、自分自身も積極的に学んでいきたい。

(5) 理数科 滋賀大学データサイエンス入門講座



ア. 仮説

膨大なデータから有用な知見を引き出し、新たな価値を創造するデータサイエンスに関する最先端の研究に触れることで、自らの研究に応用する力や今後の劇的な社会の変化に柔軟に対応する力を育成できる。

イ. 対象生徒

理数科1年生40名

ウ. 内容

①実施日 令和3年12月16日(木) 10:00～15:30

②場所 滋賀大学 彦根キャンパス

③実施内容・講師

講義Ⅰ	「データサイエンスのすすめ」 滋賀大学 データサイエンス学部 学部長 竹村 彰通 教授
昼食休憩	
講義Ⅱ	「データサイエンスによって創業の加速を目指す」 滋賀大学 データサイエンス学部 江崎 剛史 准教授
実習Ⅱ	「薬の性質予測」 滋賀大学 データサイエンス学部 江崎 剛史 准教授
講義Ⅲ	「身近なデータサイエンスの事例について」 滋賀大学 データサイエンス学部 長澤秀紀(大学院生: SMBC 日興証券所属)

エ. 成果と課題

生徒アンケートの結果 (4段階 肯定的回答: 3以上)

質問項目	肯定的回答
充実した講義でしたか(全ての講義・実習の平均)	100.0%
講義Ⅰ データサイエンスとは何かわかりましたか?	100.0%
講義Ⅰ データサイエンスを学ぶとどのようなことができるようになるかわかりましたか?	100.0%
講義Ⅱ 薬を作るためのどのようなデータ分析を行うのがわかりましたか?	100.0%
実習Ⅱ 薬の性質予測について理解できましたか?	96.6%
講義Ⅲ データサイエンスの活用事例について具体的に理解できましたか?	100.0%
講義Ⅲ データサイエンスを学ぶとどのようなことができるようになるかわかりましたか?	100.0%
将来の進路選択の参考になりましたか(全ての講義の平均)	94.4%

自由記述欄 (生徒の変容が分かる自由記述を掲載する)

A. データサイエンスは文系理系の区別が比較的少なく、社会に直接的に役に立つ素晴らしい学問だと実感した。男女比や文理比も偏りが少なく、学問の多様化が進む現代において、とても時代にあっていとも思った。しかし、数学の知識や能力を幅広く使うというのも驚きだった。問題解決能力だけでなく、現状から問題を見つけたす能力も問われてと思った。コインを使った実験やゴルトンボードの体験は数学を視覚的に学ぶことができたので、楽しみながらデータの分析を学べた。

B. 自分はもともと薬学部を進路先の一つとして検討していたが、今回の講義を聞いてさらに薬学部に興味を持った。また、薬学とデータサイエンスの関わりについても学ぶことができた。これから進路を決定するにあたって、薬学

部のことやその進路先についてもっと調べてみたい。今回の講義は自分の進路決定においてとても有意義な今回の講義では今までは抽象的だったビッグデータの活用方法について製菓を例に説明していただき、実際に製菓するときに副作用が出ずに効能を活かせるようにするために数値を代入してグラフをかくということにより、うまく活用すれば素晴らしい成果を生み出せると分かり、情報を集めるだけではなく、それをいかに使うかという製菓の事例を聞いてビックデータをが人間では処理しきれないに使われているか分かった。薬学には興味があり、どのようにDS（データサイエンス）が薬学に応用されているか気になっていたが今回の講習で創薬におけるDSの必要性を理解できた。また、薬学だけでなく今後の社会を生きていく上でどうDSが役立つのか等、自分の進路についても考える会になりました。

- C. 講義の前は、ビッグデータを活用した経営を行っている企業があると知ってはいたけれど、データはどのようにして集められているのかや、そもそも何のデータを集めているのかが分かりませんでした。しかし、今回の講義を受けて、ビッグデータを集める方法や、問題解決に必要なデータを的確に見極めていることが分かりました。解決したい問題と全く関係ない的外れなデータを集めていれば、いつまでたっても問題は解決しないままであり、そこを見極める能力が、今求められているのだと分かりました。これからそのような力をつけていきたいです。
- D. 講義を聴いて、データサイエンスにおいてはやはり豊富で正確なデータが何よりも大切だということがわかった。その上で、そのデータをいかに客観的に分かりやすく伝えるかが重要になることも理解できた。また、講義前はデータサイエンスは専門的な知識が必要になると思っていたけど、コイントスの実習などを通して、数学が全ての基礎になっていることがわかった。今学んでいることが将来に活かせることを理解しながら勉強に励んでいきたい。
- E. 新薬の開発は人の手で地道に実験を繰り返して開発していくものだと思っていたので、データサイエンスを使用していることに驚きました。データサイエンスを活用することで効率的な新薬開発をできるということから、生物で学んだオーダーメイド医療が、現実的なものだと思います。講義で一番印象に残ったものは、VRを用いた新薬開発技術です。VRを使って、原子レベルを目で見られるということがとても面白いと思いました。

（6）アート思考力・デザイン思考力育成講座



ア. 仮説

イノベーションにつながるアート思考やデザイン思考について学ぶことで、6つのコンピテンス（感性、主体性、メタ認知、思考力、協働、議論）を育成し、探究的な取組を新たな価値の創造に結びつけることができる。

イ. 対象生徒

理数科1年生40名

ウ. 内容

実施日 令和3年12月17日（金）、令和4年1月21日（金）14:20～15:10

実施内容・講師

全体テーマ	「イノベーションを生み出すアート思考×デザイン思考」 京都芸術大学クロスディックデザインコース 吉田 大作 准教授
第1回テーマ	「イノベーションは『観察』から始まる」
第2回テーマ	「社会を変えるアイデアの生み出し方」

エ. 成果と課題

生徒アンケートの結果 （4段階 肯定的回答：3以上）

質問項目	肯定的回答
講義は理解できたか（2回の講義）	100.0%
講義を受けて自分の考え方・物事の捉え方などに変化はあったか？	100.0%

自由記述欄 （生徒の変容が分かる自由記述を掲載する）

A. この講義を受ける前は、アイデアを生み出すことは難しい、高度なことであると考えていたが、講義を受けて、アイデアを生み出すにはいくつかのポイント（特にアート思考やデザイン思考がそれにあたる）を押さえれば決して難しい話ではないということが分かった。また、アイデアは自分で考えないと出てこないものだと思っていたが、周りを見る観察力や相手へ話を聞くことで得る一次情報などを持っていることの方がよっぽど重要であることが分かった。

- B. 講義を受けて、アイデアを生み出すにはセンスではなく観察力やネットワーク力、実験力、関連づける力が必要ことがわかりました。絵を見て何が描いてあったか話す活動で私は瓶の本数など全然細かい所まで見ることができておらず、観察力をもっとつけたいと思いました。また、アイデアを出すだけでなく、届けることが大事で、それには誰に届けたいかを考えて、一生懸命取り組むことが重要だと学びました。身近な所に気づいていないだけで問題はたくさんあると思うので、それに気づき、失敗を恐れずにチャレンジしてより良い社会にしていけるようにこれから頑張りたいと思います。
- C. 今まで、「アート」と聞くと、何か特別なものを持っている人だけが携われるものであると考えていましたが、今回のご講義を通して、「アート思考」とは、物事を客観的に観察して、「問い」を立てる力である、と認識が変わりました。また、アイデアを思いつくのと、実行するのは全くことだと改めて実感しました。やはり、アイデアを実行しなければわからないことは沢山あるし、せっかく思いついたアイデアを頭の中でとどめてしまっただけではもったいないと思いました。

(7) 膳所高校野球部のデータサイエンスの実践（データ野球の実践）



ア. 仮説

データサイエンスの実践的な取組を学び、データを活用することで問題解決に向けた明確な問いが見い出せることを学ぶことによって、6つのコンピテンス（感性、主体性、メタ認知、思考力、協働、議論）を育成し、探究的な取組を新たな価値の創造に結びつけることができる。

イ. 対象生徒

理数科1年生40名

ウ. 内容

実施日 令和3年9月3日（金）

実施内容・講師

テーマ 「データサイエンスの実践と展望」 第90回選抜高校野球大会を例に～
本校教諭 清水 雄介
*この取組は滋賀大学データサイエンス学部より助言を得ている。

エ. 成果と課題

自由記述欄 （生徒の変容が分かる自由記述を掲載する）

- A. 2018年の甲子園での実際の試合の映像の中で、相手チームの打球が膳所のショートの前면에飛んできた場面がとても印象に残った。このようなことがいつも起こるわけではないのだろうが、打球傾向の分析は確かに有利に働いていると感じた。また、野球は好きだけど運動が得意でない人や、そもそも野球が好きではない人でも、スポーツに参加することができ、選手と共に活躍できるところが良いと思った。そのようなデータの活用は強豪校と渡り合う手段であり、スポーツとの新たな関わり方でもあったと考えた。
- B. 野球データ班のデータサイエンスの活用の例を見てみて、選手たちにデータがしっかりと視覚的に認識されることによって、目的や課題解決がとても効率よく行えることが分かった。また、このデータの活用というのは、目的や課題解決に向けて頑張る選手のモチベーションUPができるうえ、それがまたチームの士気を上げることに繋がっていると感じた。データは使い方次第であらゆる面から貢献できるということを実感した。
- C. 「データの活用」ということにより、根拠を持って大胆な行動ができるなど、大きな改革をもたらせるということ、先生の体験を通して学ぶことができ、とても勉強になった。また、固定観念を払拭できるという点で、多くの人がさまざまなものと関われるということに興味を持った。データの活用法をもっと自分なりに考えたい。
- D. データを用いることによって打球が飛んでいく場所が図示されることで客観性が出るので、野球班員も大胆な守備配置につくことができたと思う。データを日常生活に用いることは大切だと思う。
- E. 「データを活用する場面は無限に存在する」という言葉がとても印象に残った。今や大学の学部として取り入れられるデータサイエンスが、実際に野球に活用される場合の詳しいプロセスを聞き、データサイエンスをより身近に感じる事ができた。この講義をきっかけに、日常生活でのデータの在り方を見つめ直していきたいと考える。
- F. たとえ、能力が高くなかったとしても、目標をもって、そのために準備したり、作戦をたてたりすることで、勝利に近づくのだと知りました。データ班はどういう活動をしているのか、初めて詳しく知り、野球班にとっては、欠かせない存在だということが分かりました。データを活用する場面は、確かにたくさんあると思うので、私も活用してみたいと思いました。データを活用するときは、清水先生がおっしゃっていたように、データに依存し続けず、自分の感性も大事にしたいです。

(8) サイエンスキャンプ

ア. 仮説 目的

- ①滋賀県内では見ることでできない海洋生物を観察するとともに、充実した京都大学の附属施設で生命科学の基礎的な実験を体験し、自然科学への興味・関心や学習への意欲を高めるのに効果がある。
- ②豊かな自然の中で環境と人との関わりへの理解を深め、自然を敬愛し大切に作る実践的な態度を身に付ける。

イ. 対象生徒

1年生6名 2年生2名(男子6名 女子2名)

ウ. 内容

- ①実施日 令和3年(2021年)7月29日(木)～31日(土)
- ②場 所 京都大学フィールド科学教育研究センター海域ステーション瀬戸臨海実験所
- ③講 師

京都大学フィールド科学教育研究センター 海域ステーション 瀬戸臨海実験所
下村 通誉 准教授(基礎海洋生物学分野 節足動物甲殻類の分類学)
中野 智之 助教(海洋生物系統分類学)
後藤龍太郎 助教(無脊椎動物の系統分類、寄生、共生の進化生態学)
大学院生(修士課程2名)

④実施内容

7月29日(木)

- | | | |
|-------|-------|------------------------------|
| 14:00 | 実 習① | ウニの発生実験: ウニ卵採取・受精、発生過程の顕微鏡観察 |
| 16:00 | 見学研修① | 京都大学白浜水族館の現地解説 |
| 19:30 | 実 習② | ウニの発生実験: 経過観察 |
| 20:00 | 見学研修② | 夜の水族館見学(夜間の生態など) |
| 21:00 | 実 習③ | ウニの発生実験: 経過観察 |

7月30日(金)

- | | | |
|-------|------|----------------------------|
| 8:30 | 実 習④ | ウニの発生観察: 経過観察 |
| 9:00 | 実 習⑤ | ウニの形態観察・解剖・器官観察 |
| 13:00 | 実 習⑥ | ナマコの形態観察 |
| 14:30 | 演 習① | 番所崎フィールドワーク・磯生物の観察、採集、実地講義 |
| 16:00 | 演 習② | 採集した生物の分類・同定・生態講義 |
| 19:30 | 実 習⑥ | ウニの発生実験: 経過観察 |

7月31日(土)

- | | | |
|-------|-----------------|---------------|
| 8:30 | 講 義 | |
| | ①フクロエビ上目甲殻類の自然史 | |
| | ②カサガイ類の生物地理 | |
| | ③海洋生物の共生関係 | |
| 13:00 | 実 習⑦ | ウニの発生観察: 経過観察 |

エ. 成果と課題

参加生徒は毎年異なるが、当然のことながら意欲の高い生徒が参加している。本年度は、昨年度中止になった関係で例年は募集していないが2年生の生物受講生徒に対しても募集を行った。例年の定員は24名だが、本年度は、新型コロナウイルス感染症対策のため、定員を8名で募集した。この募集に対して10名の生徒が応募した。応募生徒には、サイエンスキャンプの趣旨をしっかりと理解させ、参加理由書等をもとに参加生徒を決定している。生徒は、わずかな空き時間でも野帳を整理したり水族館での観察を行ったりするなど、意欲的に学ぶ姿が見られた。教員側も、生徒の実習をサポートしながら、該当分野の発展的授業展開のための教材研究を深めることができた。

定員に限られるため、意欲が高くても参加できない生徒が出てくる。また、生物を学習している1年生全体への還元を行うために、実習で用いた資料の画像処理や保管法を確立していかなければならない。例年4日間の日程で行っていたが、本年度は3日間で行った。3日間の日程でもウニの発生の観察においても十分に実習や観察ができた。また、本年度は参加人数が少ない関係で一部の実験などで少し空き時間が生じていた。今後、行う実習内容や組合せをより精査したうえで、4日間から3日間に短縮して行うことも考えている。

生徒感想文

自然科学に対する参加生徒の高い意欲が感じられる。下記内容は、各生徒の感想文の抜粋。

- ・自身のその分野における研究の成果や行ったこと、今研究していることなどを聞くことができたのが印象に残った。生物研究者は日本中、世界中を旅してその生物を採集し、観察してスケッチをかいいたり、DNAで系統を調べたり、新種を発見して論文を書いたり、膨大な年月をかけてその生物について突き詰めていくのだとわかりました。その執念や根気に尊敬する気持ちになりました。また、さっと「ほとんど新種でした」や「これは私が立てた科です」などと言っていて素直にびっくりしたしすごいと思いました。
- ・瀬戸臨海実験所にはその分野のバイオニアである方がたくさんいらっしゃって、自分で新しいことを研究してわかっていないことを解明していく楽しさがひしひしと伝わってきた。それを受けて、私自身も新しいことにどんどん挑戦してきたいと感じた。ウニの解剖はどうしたら消化管がよく観察できるのか考えてどこかの文献に水に浸すといいとあったのを思いだして浸透圧による影響がないように海水に浸しました。自身の学習と学校での学習の双方を活用できたのではないかと思います。



2. 国際化事業

(1) 科学英語講座

ア. 仮説

講座を1stステージと2ndステージの二段階に分け、1stステージでは科学に関する様々なテーマについての語彙や表現を学び、英語で科学的現象を説明できる力を身につけることを目的とする。2ndステージでは主にプレゼンテーションの手法に重点を置き、英語で研究発表をする力を身につけることを目的とする。このような講座を通して、科学技術に関する諸問題を英語で議論し、自ら設定した課題について世界に英語で発信する力の基礎を養うことができる。

イ. 対象生徒

1stステージ：2年生3名、1年生29名 計32名（希望者）・・・2講座展開

2ndステージ：3年生1名、2年生15名 計16名（希望者）・・・1講座

ウ. 内容

指導者：ベルリッツ・ジャパン株式会社 英語プログラム講師（各講座1名）

場 所：膳所高校 視聴覚室、会議室、選択教室

	1st ステージ（80分）		2nd ステージ（80分）	
開講式	2021年 9月17日		2021年 4月 9日	
第1回	11月10日	Thinking Like a Scientist	4月14日	Choosing a Topic
第2回	11月17日	Forces	4月21日	Opening a Presentation
第3回	12月 1日	Light 1	5月12日	Presentation Techniques
第4回	12月 8日	Light 2	5月26日	Developing an Outline
第5回	2022年 1月12日	Forms of Energy	6月 9日	Rehearsal
第6回	1月19日	Energy Transformations	6月16日	Presentation

エ. 成果と課題

<1stステージ>

受講者はほとんどが1年生で、物理中心の難しい内容だったが、教材や講師の工夫もあり、理科が得意ではない生徒でも楽しく学べたようだ。講座では単に語彙を覚えるだけでなく、フレーズや文の形で表現できるように構成されており、身の回りの現象と結び付けてペアやグループで議論できた。アンケートでは87.1%の受講者が英語で話すことに慣れたと回答しており、また、83.9%の受講者が講座を通して話す力がついたと回答していることから、科学的現象を英語で説明する力が養われたと考えられる。内容については物理に偏っていたので、生物など他の分野も取り入れ、より多様な科学的現象について英語で表現できるよう改善していく必要がある。

2ndステージと同様、最終講座終了後に外国人講師から励ましの声をかけてもらいながら一人一人に修了証書を授与してもらった。このことが生徒達にとっては刺激になり、更なるモチベーションの高揚につながったと思われる。

<2ndステージ>

様々なプレゼンテーションやスピーチの手法を学ぶことにより、ほとんど全ての受講者が英語を話す力が向上し、英語の力に自信がついたというアンケート結果が出ている。

最終講座では、全員が前でプレゼンテーションをした。それぞれが講座で学んだ手法を意識して工夫した発表をしていた。質疑応答の時間も設けられていたため、即興で対応する力も身についたと思われる。アンケートでは、受講者全員が、「人前で話すことに慣れたか」という質問に肯定的な回答をしている。講座に対する満足度は非常に高い。

<通年>

JSTの支援のない独立した事業として3年目となる。生徒定員減、教員数減も考慮すると、今後の検討課題として次の三点があげられる。①JSTの支援が得られないためSSH事業としての位置付けを再検討し、縮小、中止も視野に入れた対応を考える。②本校における科学英語講座の歴史、位置付け、成果等を鑑み、持続可能な継続の方法を模索する。③その他の方策を探る。

講座内容に関しては、英語の「読む」「書く」「聞く」「話す（発表）」「話す（やりとり）」の五領域については、本講座の主目的となる「聞く」「話す（発表）」「話す（やりとり）」に関しては効果も生徒の実感も一定以上の成果を得たが、2ndステージでは「書く」力がついたと答えた受講者は40%、「読む」力がついたと答えた受講者は26.7%だった。講座を通して向上した意欲をさらなる成果につなげられるよう、講座終了後も、読んだり書いたりする機会も含めて、英語を使う環境を作っていくことが望ましい。その場合、添削、採点、評価に関する検討も必要となる。

受講した生徒たちのアンケートには、例年同様「科学を英語で学びたい」、「もっと話せるようになりたい」、「科学論文の書き方をもっと学びたい」、といった前向きな感想が多く見られた。この講座は、生徒の学習姿勢に好影響を与え、科学に関する現象を英語で議論して発表する活動を通して、自らの考えを発信する力を伸ばすことができた。将来、国際的な場においても英語で発信していける力の基礎を築くのに役立ったと言える。

2節 カリキュラム開発

1. 「探究」「探究S」

ア. 仮説

グループ研究を軸とし、そのための考え方やスキルを身につける授業プログラムを編成した「探究」を実施することによって、生徒は自ら検証可能な課題を設定し、調査活動とその分析によって問題を解決し、それをプレゼンテーション・ディスカッションする能力を身につけ、科学的・論理的な思考力・表現力を高めることができる。

イ. 研究開発の経緯と課題

「探究」は、「一連の探究活動の過程を体験させる学習カリキュラムの研究・実践を充実させたい」という意図で、SSH指定第1期4年次（2009年度）に設置された。第2期には「自ら課題を発見・設定できる力」の育成に力点を置き、「課題設定能力について評価していく方法を研究」するため、その2年次（2012年度）に教育課程を変更した。

第3期では、「課題設定能力、問題解決能力、プレゼンテーション・ディスカッション能力」の育成、「思考態度、意識の変容等を測定する評価方法についての研究」に重心を置き、表-1のと通りの改善を試みた。

第4期においては、さらなる指導・評価法の向上を目指し、「見通しをもって自走できる探究活動」を推進するため、表-2の4つの課題について取り組み、改善を加えたい。

1年次にあたる本年度は、特に以下の3点について改善を試みた。

- (1) 課題設定など初期段階の指導の改善
- (2) 生徒が学びあい高めあうための整備
- (3) 次年度のプログラミング導入および一人一台端末を踏まえた試行

表-1 第3期における主な取り組み

1年次（2016）	教育課程の変更（4単位に拡充）
2年次（2017）	ルーブリックの導入
3年次（2018）	テキスト・副教材の導入
4年次（2019）	質問会、初期指導の強化
5年次（2020）	質問会の拡充、2回の中間発表会、オンラインの活用

表-2 第4期における4つの課題

I	プログラミングの探究活動への導入
II	探究活動の初期指導への支援
III	3年間のまとめの充実
IV	観点別評価を含めた評価法の発展

ウ. 今年度の研究開発実践の概要

1. 今年度の「探究」の概要

＜普通科「探究」の概要（主なもの）＞

★は内容や日程を変更したもの ◎は新設したもの

	1年	2年	3年	
1学期	探究がイダズ4/14(水)★	探究がイダズ4/14(水)★		1学期
	疑問探索シート交流会◎ 5/25(火)-28(金)	グループ研究	小論文演習Ⅰ 6/14(月)	
	CAIがイダズ4/13(火)-14(水)	研究分野の選択 企画書作成	小論文演習Ⅱ 7/14(水)	
	情報活用演習① 6/8(火)-11(金)	探究活動計画 7/14(水)-19(月)	20年後の日本◎ 7/15(木)	
	グループ研究 探究活動計画 7/14(水)-19(月)	質問会 7/15(木)		
2学期	質問会 7/16(金)			2学期
	夏休みの探究活動 まとめ8/30(月)	夏休みの探究活動 まとめ8/31(火)	若手研究者による研究 発表の実演8/31(火)²	
	講演「伝える・伝わる ということ」8/30(月)¹	テーマ発表会★ 9/21(火)-24(金)		
	夏休みの成果報告 会9/14(火)	中間発表会 11/16(火)-19(金)		
	情報活用演習② 10/5(火)-8(金)	スライド修正 発表原稿修正		
3学期	探究活動 ミホスター作成	最終発表会 1/25(火)⁴		3学期
	情報活用演習◎ ③11/1(月)-5(金)	論文作成		
	④11/15(月)-19(金)	論文輪読会 3/17(木)		
	⑤⑥12/6-1/14³			
	2年最終発表会 見学1/25(火)			
3学期	ボスター作成 発表原稿作成			3学期
	最終発表会 3/16(水)			

¹ 京都大学総合博物館准教授 塩瀬隆之氏 による遠隔講義（Zoom）

² 京都大学大学院工学研究科助教 中西智宏氏、京都大学大学院薬学研究科助教 南條毅氏、京都大学大学院農学研究科助教 西村和紗氏、関西大学心理学部 日本学術振興会研究員 田中友香理氏 による遠隔講義（Zoom）

³ 大阪電気通信大学特任准教授 長瀧寛之氏による講義と演習

⁴ 京都大学大学院（エネルギー科学研究科・生命科学研究所・理学研究科・工学研究科・薬学研究科・農学研究科・教育学研究科・地球環境学）・滋賀大学（教育学部）、龍谷大学（農学部）、立命館グローバル・イノベーション研究機構、関西大学（心理学部）より14名を招聘、午前7会場、午後6会場で運営

<理数科「探究S」の概要（主なもの）>

★は内容や日程を変更したもの ◎は新設したもの

	1 年	2 年	3 年	
1 学期	探究Sガイダンス4/14(水) CAIガイダンス4/14(水) 科学の素養 質問会 7/16(金) 個人研究	探究Sガイダンス4/14(水) グループ研究 探究活動	小論文演習Ⅰ 6/14(月) 小論文演習Ⅱ 7/14(水) 20年後の日本◎ 7/15(木)	1 学期
夏休み	SSH生徒研究発表大会 8/4(水)～5(木) 夏休みの探究活動 まとめ 8/30(月) 講演「伝える・伝わるということ」8/30(月) ²	SSH生徒研究発表大会 8/4(水)～5(木) 夏休みの探究活動 まとめ 8/31(火)		夏休み
2 学期	個人研究 グループ研究 電気泳動実験 1/19(水) ⁷ ポスター作成 最終発表会 3/15(火)	探究活動 スライド作成 発表原稿作成 英語発表会 11/15(月) ³ 論文作成		2 学期
3 学期				3 学期

1 大阪電気通信大学特任准教授 長瀧寛之氏による講義と演習 2 普通科と共通 3 別項目で詳細を記載

4 京都大学大学院理学研究科助教 宇高寛子氏、龍谷大学先端理工学部助教 服部陽平氏、京都大学大学院理学研究科講師 常見俊直氏、立命館大学理工学部教授 山末英嗣氏、長浜バイオ大学教授 西郷甲矢人氏、滋賀大学准教授 長谷川武博氏、県内外国語指導助手(ALT)を招聘、5会場で運営

5～7 別項目で詳細を記載

2. 探究活動の初期段階の指導の改善 および 生徒による学びあい・高めあい

昨年度は休校により、初期段階で探究活動のイメージをつかみづらかったという課題が浮かび上がったが、これは休校の有無にかかわらず重要な課題であると認識した。一方、昨年度末のアンケート結果（p. 50 参照）から、普通科全体としては「プロの卓越したプレゼン」よりも高校生の生の声を聴くことや互いに学びあうほうが、効果が大きいのではないかと考えた。そこで、今年度は以下のような取り組みを実践した。

<取組①>「探究」ガイダンスにおける生徒インタビュー動画の配信

（実施日：4/14(水) 対象：普通科1・2年生）

（取組の概要）

- ①スタジオとなる教室にビデオカメラ等を配置し、LAN 回線を利用して各教室へ配信できる準備をする。
 - ②校長、SSH 推進室長、教務課学習指導係によるガイダンスを配信。生徒はHR 教室で受講。
 - ③上級生のインタビューおよびプレゼン実演を編集した動画を配信し、「探究」の苦労・工夫や実際のプレゼンの様子を見て学習する。
- ※なお、今年度のテキストには右の図のように生徒の作成したスライドの一部を取り上げ、「ポイント」を示すようにしている。

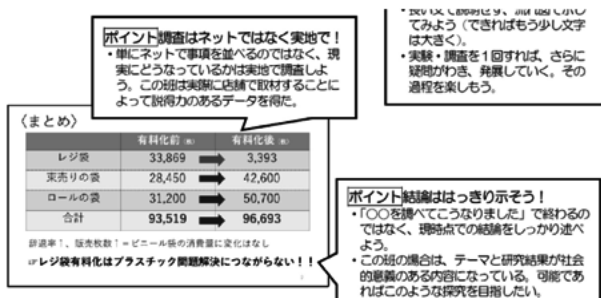


図 テキストに掲載した生徒スライドの例

（成果・課題）

- ①上級生の実際の活動の様子を知ることができ、活動のイメージができた。
- ②同じ言葉でも生徒が語るにより、より身近なこととして能動的にとらえることができた。
- ③配信途中に1クラスだけ HDMI ケーブルが突然断線し、一時中断した。

<取組②>疑問探索シート交流会 (実施日：5/25(火)～28(金) 対象：普通科1年生)

(取組の概要)
①5人ごとにグループを作り、グループ内で自分の疑問探索シートを発表し、質疑応答を行う。
②各グループで出された疑問について、グループでまとめて全体で交流する。
③担任よりまとめと講評を行う。
(導入の経緯)
・昨年度休校期間中にHRを兼ねてZoomによる疑問探索シート交流会を実施したところ、盛り上がるグループがあった。また、年度末のアンケートでも他人の発表を聴くことが探究活動へのモチベーションアップにつながることが示されたことから、今年度は授業時間内に行うこととした。
(成果・課題)
①他人のアイデアや意見を聴くことによりお互いが刺激を受け、また次のグループ研究へのイメージを膨らませるのに効果的であった。
②担任もHRでの様子やレポートを見るなかで生徒の意識を受け止めることができ、グループ研究に向けての指導のイメージがしやすくなった。

<取組③>「探究」質問会 (実施日：7/15(木)・16(金) 対象：普通科1・2年生)

(授業形態) 質問のある班は担当者がいる場所へ移動して質問、他は教室で班ごとに探究の計画を練る。
(取組の概要)
①2年生は事前にFormsを利用して質問を受け付け、質問の数などから3クラスずつに分け、回答する教科担当者も打診して時間割を組む。
②授業開始後、質問がある班は決められた時間・場所で質問をする。
③回答を聞き、探究活動を練り直す。
(成果・課題)
①質問を通じたやり取りの中で生徒が課題に対して考える契機を持ち、探究活動がさらに深まることに役立っている。
②2年生はFormsを利用して事前に調整したことによって、質問時間がしっかり確保できた。
③夏休みにグループ研究を始めることを考えるとこの時期にせざるを得ないが、特に1年生にとっては時期が早い。もう少し後の時期にもフォローが必要かもしれない。

<取組④>2年「探究」テーマ発表会 (実施日：9/21(火)～24(金) 対象：普通科2年生)

(授業形態) クラス別でHR教室で実施。配当時間は2時間(1時間に3～4班が発表)。
(取組の概要)
①事前にテーマ一覧を係でまとめ、できるだけ関連の深い教科の教員に打診して指導助言を割り振って、時間割を組む。
②発表者はスライド(PowerPoint)を用いて、現段階で何を研究しようとして調査活動の進捗状況がどうか、発表する。1班につき発表6分、質疑応答3分、移動2分で1時間に3～4班。
③指導助言にあたり教員は、教科の専門性などを活かしてコメントをする。
④生徒は生徒・教員からの質疑を受けて、探究活動を練り直す。
(導入の経緯)
・昨年度2年生は、休校期間には個人研究しか行えず、個人研究とグループ結成後の2回の中間発表会を行った。その経験から、早期に指導を入れると効果的であったことを活かし、今年度から11月の中間発表会の前段階として「テーマ発表会」を行うこととした。
(成果・課題)
①時期が早かったこともあり、進捗状況が思わしくない班や周りが見えていなかった班が軌道修正をする機会を得ることができた。
②最終発表会まで合わせて4人から異なる助言を得ることで、自分の研究を客観的に見ることができた。
③最終発表会を含めて3回の発表の機会を得たことで、生徒たち自身が他の班の発表を聴き、質問を活発にできるようになった。

<取組⑤>「20年後の日本について」 (実施日：7/15(木) 対象：3年生全員)

(取組の概要)
①資料をもとに、20年後の日本を予想し、どのようにしたいか、具体的な案を掲げ話し合う。
②自分の意見をまとめ、文章にする。
(成果・課題)
①地球温暖化の経年変化の状況、食料自給率や平均寿命の国際比較、女性の労働力率の比較、理想の子どもの数、幸福度の国際比較など、普段の授業では同時に扱わない統計資料を同時に見ることで、20年後の日本の様子を考えることができた。
②データの分析や評価、将来の日本のあり方について、他人の意見を聞いて多様な見方や考え方を持ったうえで、自分の意見をまとめることができた。
③日本のあるべき姿に対して考えを示すことができたものの、それを自分の進路選択や生き方につなげることについては不十分であった。高校段階でどこまで求めるか、課題である。

3. プログラミングおよび一人一台端末に向けた試行

2022 年度には学習指導要領の改訂で情報にプログラミングが入る。また、本県では一人一台端末が導入される。これを生かした探究のあり方について、今年度は試行することにした。

＜取組⑥＞情報活用演習「プログラミング」 (実施日：11/1(月)～1/14(金) 対象：普通科1年生)

(取組の概要)
①本校教員がはじめにガイダンスをして基本的な設定などを学び(1時間×2回)、大阪電気通信大学特任准教授 長瀧寛之氏による講義・演習を行った(2時間連続1回)。
②さらに発展的内容を2年次に実施することを予告し、今年度の授業を終えた。
(成果・課題)
①意欲的に取り組み、授業内容を理解できた生徒が多かった。とはいえ、数回の授業では具体的な場面で使えるかどうかは未知数である。
②今年度は教員がイメージを描くことが難しく、外部講師にお願いした。来年度もお願いしてノウハウを学び、本校独自の授業プログラムに消化していきたい。

エ. 今年度の成果と課題

1. 探究活動の初期段階の指導の改善 および 生徒による学びあい・高めあい について

昨年度末のアンケートから「課題設定に支援が必要」と感じる生徒が多く、「自分の探究活動を通して」よりも「他人の発表を聴くことで」探究活動への意欲を高めた生徒が多かったという結果が得られている。今回はこれを意識して取組を進めた。

＜取組①＞「探究」ガイダンスにおける生徒インタビュー動画の配信では生徒の課題設定時の苦労や工夫した取組を伝えた。ある生徒ははじめ漠然としたテーマを考えていたが、例えば「よい睡眠」の定義を考えるのは難しく、白紙に戻し、「アルコール消毒」に関してのテーマに変更した。このような生の声を伝えることにより、考えるヒントとなったという生徒の声が聴かれた。＜取組②＞疑問探索シート交流会とともに、生徒の活動のウォームアップだけでなく、教員の指導のイメージをつくる上でも効果的であった。

また、今年度2年生最終発表会では以下の2つの顕著な傾向がみられた。

- (1) 9月段階では躓いていたが、最終発表までに修正し、優秀な発表ができた班が少なからずあった。
- (2) 質疑応答の場面で生徒から質問の手がよくあがった。

これらはともに＜取組④＞2年「探究」テーマ発表会を導入したことによるところが大きい。中間発表会と合わせて3回の発表機会があることで、より多くの指導助言に触れ、修正できる機会を持てたこと、また質問の仕方を学んだことは大きな成果であった。＜取組③＞「探究」質問会とともに、「いつでも質問していい」「間違っても直せばいい」という安心感を生徒に与える効果もあるだろう。

また、3年生の締めくくりを実施した＜取組⑤＞「20年後の日本について」に関しては、SSH運営指導委員会では「ぜひ続けてほしい」「100年前の日本との比較もしてみたらどうか」「10年後ならどうなるだろう」など、活発な意見が出された。まだ進路など自分自身の問題に引き寄せて考えられている生徒は少ないかもしれないが、今後も引き続き改善を加えながら実施したい。

2. プログラミングおよび一人一台端末に向けた試行について

プログラミングについてはまだ試行錯誤の段階であるが、講師の先生からは「理解が早い」とほめていただいている。次年度以降、指導体制の構築も含めて検討したい。

一人一台端末については、4月当初は回線等の環境整備ができておらず、試行が進まなかった。しかし徐々に環境が整い教員も慣れてくる中、特に1月以降はコロナ急拡大もあってクラウド上に上げたファイルをグループで共同編集する試行を進めていくこととなった。ファイルの共有・共同編集は一人一台端末の強みでもあり、これを生かした取組をさらに推進していきたい。

3. 自走できるプログラムに向けて

今年度の2年生最終発表会において、指導助言の先生方から探究活動全般に向けて、以下のようなコメントを頂いた。

・実験装置を図示するとともに、値(大きさ)や条件を明確に表示することは大事です。数値データは大切です。定量性・有効桁数・精度をよく検討してください。単位も明示しましょう。
・…方法の対象者・材料・手続き・分析手法が明記されていない発表がいくつかあったので、補足頂けるとよいと思います。…

上記の事項についてはテキストにも明記し、教員が教えているものの、実際に生徒自身が作業する中で抜け落ちてしまうことが多い。例年締切直前にスライドをまとめる班が多く、教員の手が回らず指導しきれっていないのが現状である。今年度はそれでも情報科教員がTTで入れる形を確保したが、来年度は今年度以上にチームで指導できる体制を作りたい。

そのためにも、生徒同士で学びあえる環境が必要である。先輩から後輩へアドバイスを伝えたり、効果的な調査方法についてお互い教えあったりする関係が重要である。次年度、本校はまたクラス数が減り、教員数が減るが、生徒の学びを深め発展させるために何が必要か検討し、実行していきたい。

2. 課題研究

ア. 仮説

問題の解決や探究活動に主体的、創造的、共同的に取り組む態度を育て、自己の在り方や生き方を考える力を養う。また、主体的な探究活動を通し、自ら課題を見つけ、自ら学び自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育成するのに効果がある。また、課題研究の一連の教育活動は本校が提唱するDomain of Competence（主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性）の育成に効果がある。

1年生の探究Sから継続的に数理・データサイエンス・AIなどを含めた情報および情報技術を活用するための知識と技能を習得することは、データに関する科学的な見方や考え方を養うとともに、様々な現象の中にあるデータ（情報）から客観的な事実を導出する能力と態度を育てるのに効果がある。

イ. 対象生徒 理数科2年生 40名

ウ. 内容

理数科2年生は、1年間をかけて4人一組のグループ単位で課題研究に取り組んだ。年間を通して月曜日の6限に課題研究を行い、後期には7限にも行った。研究の時間が不足する場合には、その他の曜日の放課後を利用した。夏休みには12時間の実習時間を設定し、大学等の外部機関での実験・実習に対応した。取組の方法は、まず生徒が取り組みたい分野（物理、化学、生物、地学、数学）を選び、その分野別にグループ分けを行う。その後、自分たちで研究テーマを設定し、研究の方向性を試行錯誤しながら決定していく。そのため1学期をかけて研究テーマの設定を行う。今年度の年間指導計画（概要）は以下のとおりである。なお、課題研究のテーマについては関連資料に掲載する。

学期	身に付けさせたい能力	内容
1学期	課題設定能力 	各班員がテーマを持ち寄り議論しテーマ（問の）設定を行う。 テーマについて先行研究を調査し、自分たちの研究手法を考える。 7月14日課題研究テーマ発表会（プレゼンテーションに挑戦する） テーマ発表会后、今後の研究内容を担当者と話し合い夏休み以降の研究方針を立てる。（2年生が発表、1年、3年理数科生徒が発表会に参加し、発表後、教員ともに質疑応答を行った）
2学期	問題解決能力 プレゼンテーション・ ディスカッション能力  科学を英語で表現する能力 	8月5日のSSH生徒研究発表会において3年生理数科の3名の生徒が2年次に行った研究「真正粘菌の周期記憶行動及びウルトラディアンリズムの同調因子の可能性について」を発表し生徒投票賞を受賞した。 9月21日中間発表会（夏休み以降の研究内容をまとめて発表する） 実験装置の作成行う。（1年理数科が参加） 実験結果を考察し、次の方針や実験条件の設定にフィードバックする このサイクルで研究をすすめる。 11月15日「探究S」発表会（英語による）審査員、指導助言者（大学教員、外国人指導助手、ALT等 計11名） A生物、B化学、C物理(2グループ)、D数学 の5つのグループに分けて発表会を行った。5つのグループに分けることで、発表時間（質疑応答を含む）が1つの班につきA,C班は50分、B班は33分、D班100分と時間をかけて発表することで審査員の先生からじっくり指導してもらい、生徒との議論を行うことで研究の深化に役立った。（聴衆は膳所高校教員）
3学期	プレゼンテーション・ ディスカッション能力 科学を英語で表現する能力 	研究結果をまとめる 1月24日 課題研究審査発表会（口頭発表代表2班を選ぶ） 2月18日 生徒課題研究発表会 （日本語・英語ポスター発表全10班、口頭発表代表2班） 2月12日 近畿サイエンスディ(天王寺高校主催) 1つの班が参加 2月13日 探究的な学習発表会（滋賀県主催）1つの班が参加 3月14日 課題研究論文提出

エ. 成果と課題

本校では班ごとに生徒達でテーマ設定を行うことから1学期に十分時間をとってテーマ設定を行っている。また、理科と数学の教員が各班に一人は付き指導することになっている。さらに、生物、化学、物理、数学の分野ごとに全体を指導する責任者を置き、定期的に面接等を行うことで生徒の評価に役立てていると同時に生徒が課題研究に取り組む意欲向上にもつなげている。研究の各段階に応じた発表会を行い、教員や大学の先生方から意見をいただくことで生徒の研究は進展した。

生徒課題研究発表会に向けて、1月24日(月)に校内で課題研究審査発表会を開催し、ルーブリックに基づいた審査用紙を用い、課題研究担当教員で審査を行い、代表となる2つの班を選出した。

2月18日(金)の生徒課題研究発表会では、大津市民会館において午前中は全10班のポスターセッションブースを設け、日本語と英語(各2枚)でポスター発表を行った。密を避けて10班が一斉に質疑応答を含み10分で発表を10回行った。司会進行は1年生理数科の生徒が務めた。大学教員、県内A L T、若手研究者、他校関係者に審査員として参加いただき、日本語と英語で活発な議論がなされた。また、1年生理数科の生徒も聴衆として審査をしながら参加した。このことで、課題研究の3つの評価の観点を学習する良い機会となった。午後からは大学教員および研究員の方に審査員として参加していただき2年生、1年生理数科、教育関係者、保護者、大津市民を対象に理数科代表2班とサイエンスプロジェクトのA班が口頭発表を行った。研究テーマは「金属粉末を用いたNO₃⁻還元的最適化(Optimization of NO₃⁻ Reduction Using Metal Powder)」「石の回転が水切りに及ぼす影響(The Effect of Rotation of a Stone on Stone Skipping)」「画像認識に冗長性は必要か(Do You Need Redundancy?)」であった。この発表会において、各方面の先生方からの指摘を参考に、今年度の研究成果を論文にまとめる。

さらに、基調講演を産業技術総合研究所 人工知能研究センター長 辻井潤一先生に『人工知能研究の先駆者・長尾眞先生の思い出』でご講演いただいた。生徒達は熱心に聴講し、講演後も多くの質問があり、生徒たちの長尾眞先生の業績と人工知能への興味関心を高める講演であった。

歴代の講演者(敬称略)

2010年度	京都大学総長	松本 紘
2011年度	国立国会図書館長(元京都大学総長)	長尾 真
2012年度	宇宙航空研究開発機構シニアフェロー	川口 淳一郎
2013年度	元 JT 生命誌研究館館長	中村 桂子
2014年度	元京都大学フィールド・科学教育研究センター長	白山 義久
2015年度	東京大学大学院情報学環教授	大島 まり
2016年度	大阪大学栄誉教授 京都大学名誉教授	坂口 志文
2017年度	東京大学生産技術研究所所長	藤井 輝夫
2018年度	京都大学理事 副学長	稲葉 カヨ
2019年度	元国立天文台長 現広島大学特任教授	観山 正見
2020年度	京都大学高等研究院 院長 特別教授	森 重文
2021年度	産業技術総合研究所 人工知能研究センター長	辻井 潤一

【本校の課題研究の特徴】

- ①生徒自らがグループのメンバーと協力しながら課題を設定する。
- ②各班には担当教員が少なくとも1人、各分野の全体の評価指導者1名を設けている。
- ③研究成果よりも研究のプロセスを大切にしている。
- ④研究は粘り強く最後まで諦めずに行うことを基本としている。
- ⑤発表会ごとにルーブリックを用いて評価シート作成し、生徒、教員、外部審査員によって評価を行っている。

オ. ドクター教員

数学の課題研究についてはドクター教員として滋賀大学教育学部 准教授 長谷川武博先生に発表会にご参加いただき指導していただいた。

- ・実施期間 令和3年11月 ～ 令和4年 3月
- ・内容 課題研究テーマ「円分多項式の最小性に基づいた一般化」

(Generalization of Cyclotomic Polynomials Based on Its Minimality) の指導



3. 物理・化学・生物

学校設定科目として「SS物理Ⅰ,Ⅱ」「SS化学Ⅰ,Ⅱ」「SS生物Ⅰ,Ⅱ」、および理数科科目「理数物理」「理数化学」「理数生物」を実施している。いずれも、各科目の基礎と基礎を付さないものの内容を融合し、教材の再構成を行い、本校生徒の学力に即した高度で発展的な内容に踏み込み、効果的な授業展開を行い、加えて実験実習の充実をはかっている。この開発科目により、SSH事業の目的である先端的理数教育の実践をすべての本校生徒に対して実施できている。また、京都大学等の若手研究者を招き、「ドクター教員」による授業を、各科目で行い、先端科学の成果に基づいた授業を行っていただいた。以下に、各科目の実践結果と評価を記述する。

(1) SS物理Ⅰ、SS物理Ⅱ、理数物理

ア. 仮説

自然科学の基礎である物理学について、その基本的な概念や法則、自然現象を探究する方法や考え方を学び、身の回りの自然現象を実験的、理論的に解明する能力を身に付けることができる。

イ. 実践

(i) 対象生徒

- 1年生 普通科全員 321名 (SS物理Ⅰ)
- 2年生 普通科理系 197名 (SS物理Ⅱ)、理数科 41名 (理数物理)
- 3年生 普通科理系 194名 (SS物理Ⅱ)、理数科 31名 (理数物理)

(ii) 内容

1年生では、物理学の基礎となる力学から学習し、その後、「波動」「熱力学」「電磁気」「原子物理」を学習する。「波動」では「物理基礎」の内容に加えて、「物理」の学習内容である回折、反射・屈折、光波について、その現象を学習し、詳しい証明や式、演習は2年生で行う。また「熱力学」「電気」「原子物理」については、エネルギーという観点から学習し、教科書の内容とともに、ドクター教員による授業で核エネルギーや放射線といった内容についても学習する。2年生では、「物理」の「円運動」や「単振動」を学習したのち、「単振動」の考え方をを用いて「波動」を深く学習する。3年生では、「物理」の「電磁気学」「原子物理」を中心に学習する。教材としては、「物理基礎」「物理」の教科書をベースに、適宜、プリント教材などを併用する。

(iii) ドクター教員による授業

①原子核と放射線、宇宙

- ・1講座当たりの時間数、対象生徒 1年普通科 9講座×2＝18時間
2年理数科 1講座×2＝2時間

・担当講師

大阪大学大学院理学研究科	教授	川畑 貴裕 先生
大阪大学大学院理学研究科	助教	古野 達也 先生
大阪大学大学院理学研究科	特任研究員	足立 智 先生
大阪大学核物理研究センター	技術補佐員	村田 求基 先生

・内容

原子の構造 原子核と核エネルギー 放射線の種類 放射線の利用と人体への影響

②原子核とエネルギー、素粒子、宇宙

- ・1講座当たりの時間数、対象生徒 3年普通科5講座×2＝10時間
3年理数科1講座×2＝2時間

・担当講師

大阪大学大学院理学研究科 教授 川畑 貴裕 先生

・内容

原子の構造と核エネルギー、恒星の進化と元素合成

ウ. 評価

本校独自の編成によって、「物理基礎」と「物理」の枠組みを外し、それらを融合させることで、SSHの指定を受けた理工系進学者向けの体系的な物理カリキュラムの研究開発ができた。また、学習にあたり物理現象を具体的にイメージしながら基本的概念や法則を理解できるように、可能な限り生徒実験、演示実験を取り入れ、さらに、数学の学習進度に応じて微分積分を用いた解説を行うことで、大学での学びにスムーズに移行できた。

(2) SS化学Ⅰ、SS化学Ⅱ、理数化学

ア. 仮説

科学的な事物・現象についての観察・実験などを行うことで、自然に対する関心を高め、探究する能力と態度を育てるとともに、基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な自然観を育成することができる。

イ. 実践

(i) 対象生徒

2年生 普通科理系 SS化学Ⅰ 245名、理数科 理数化学 41名

3年生 普通科理系 SS化学Ⅱ 270名、理数科 理数化学 37名

(ii) 内容

2年生では、物質を構成する粒子の概念を確立したのち、物質の変化について、酸・塩基、酸化・還元を学び、定性的および定量的な取り扱い方を基にして、物質の三態、気体の性質、希薄溶液の性質、熱化学、と学習を進める。3年生では、反応速度、化学平衡を学習し、その後、それらの理論を用いて、無機化学物質、有機化学物質の性質について学習する。

(iii) ドクター教員による授業

①担当講師 龍谷大学 理工学部 物質化学科 教授 内田 欣吾 先生

実施時数 2年生普通科理系6クラス・理数科1クラス 各1時間 計8時間

内 容 「生物の機能を模倣した光応答性結晶の開発～分子の光スイッチで、生物の不思議を再現する～」

②担当講師 滋賀県立大学 工学部 材料科学科 教授 金岡 鐘局 先生

実施時数 3年生普通科理系7クラス・理数科1クラス 各1時間 計8時間

内 容 「暮らしを支え未来をつくる高分子材料」

ウ. 評価

従来の化学基礎、化学の内容についてその枠にとらわれない形で進めたことにより、また単元に応じて実験を行ったことで、効果的に学習できた。実際に自分で実験をすることで、基本的な概念や原理・法則を理解することにつながった。

(3) SS生物Ⅰ、SS生物Ⅱ、理数生物

ア. 仮説

- ・生物や生物現象についての授業や実験・観察を通して、自然への関心や探究心を高め、自然や自然現象に対する豊かな感性を培うことができる。
- ・生物や生物現象についての基本的な概念や原理・法則を理解し、それに基づく科学的な自然観を養うことができる。
- ・進学に向けての十分な学力を身に付けることにつながる。

イ. 実践

(i) 対象生徒

1年生 普通科全員 SS生物Ⅰ 321名、理数科 理数生物 40名

2年生 普通科理系 SS生物Ⅱ 47名

3年生 普通科理系 SS生物Ⅱ 76名、理数科 理数生物 6名

(ii) 内容

- ・1年生では、「生物基礎」の内容に生物の「代謝」「遺伝」「進化」を統合させ、発展的な学習を進める。
- ・2年生では、生物の「細胞と分子」「代謝」「遺伝情報の発現」「有性生殖」「動物の発生」「植物の発生」の6分野を学習する。
- ・3年生では、「植物の環境応答」「動物の反応と行動」「個体群と生物群集」「生態系」「生物の進化」「生物の系統」の6分野を学習する。
- ・理数生物では、1年のSS生物Ⅰ、3年のSS生物Ⅱの内容に、さらに最先端の実験実習を取り入れて実施している。

(iii) ドクター教員による授業

担当講師および講義内容

京都大学大学院地球環境学堂 准教授 真常 仁志 先生、助教 紫田 誠 先生

1 年生 9 クラス 各クラス 1 時間 「世界の土壌について」

※真常先生 4 クラス 紫田先生 5 クラス 担当

大阪歯科大学細菌学講座 教授 王 宝禮 先生

2 年生 2 クラス 各クラス 1 時間 「新型コロナウイルス感染症の手洗いへの有効な消毒剤の答え」

3 年生 3 クラス 各クラス 1 時間 「新型コロナウイルス感染症の手洗いへの有効な消毒剤の答え」

※2、3 年生は、テーマは同じだが、各学年に応じた内容で講義が展開された。

ウ. 評価

1、2 年生では発展的な学習に加え、実験実習を通して、生物学的な探究の手法の習得につながった。2 年次からは、化学を履修していることにより、各分野とも、分子レベルまで深く入り込んで学習することができた。

(4) 物理・化学・生物における成果と課題

物理、化学、生物分野の内容を体系的に理解させるために、物理基礎・物理、化学基礎・化学、生物基礎・生物をそれぞれ融合させ、本校生徒の学力実態に即し、体験的でより発展、深化させた授業を展開した。重複している内容は、融合させた学習を行うことで、より深く考えさせる機会となると同時に、その分野に関する連続した実験を行い、その実験結果の積み重ねから論理展開を行うことにより、体験に基づく知識の習得が図れた。また、ドクター教員（博士号取得者等による授業）を実施したことにより、高校での学びが大学での学びにどのようにつながっていくのかを知る機会となり、学習意欲を喚起することに一定の効果があつた。

さらに、英語での実験を取り入れるとともに、アメリカの高校・大学で使用されている物理・化学・生物の教科書を各教室に配本することで、英語の活用と国際化の視点を養うことができた。

今後の課題としては、生徒実験や演示実験をより充実させ、自然現象への興味・関心を高め、学習が単なる知識習得に陥らないような授業展開のあり方の研究を進めるとともに、レポート等を通して、科学を記述で表現する力を養うことが必要である。

4. SS 数学・理数 SS 数学

ア. 仮説

学校設定科目として再編成することで、数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め、事象を数学的に考察し処理する能力を高め、数学的活動を通して創造性の基礎的な考え方を養うことができる。発展的な内容を扱うことや数理協同の授業を行うことで、数学的な見方や考え方の利点を認識し、それらを主体的、能動的に活用し学習に取り組む態度を育てることができる。

イ. 実践

(i) 対象生徒

普通科 1 年生全員 普通科理系 2、3 年生 理数科全員

(ii) 内容

理数科では、クラスを半分の 20 人ずつに分け、少人数で授業を行っている。普通科、理数科とも、生徒が板書した答案を生徒とやり取りをしながら添削する演習形式の授業を取り入れている。

1 年生では秋までに数学Ⅰ、A、Ⅱの内容を柔軟に再編成し、数学Ⅰの三角比に続いて数学Ⅱの三角関数を学ぶといったカリキュラムで実施した。発展的な内容として、2 年生では空間における平面や直線の方程式やテイラー展開、コーシーの平均値の定理、ロピタルの定理を、3 年生では微分方程式、曲線の長さなどを扱った。

5 年前から数学と理科の協同の授業として、ゾウリムシを素材とした統計処理、波の反射・干渉と 2 次曲線の関係について授業を行っている。

ウ. 評価

生徒とのやり取りの中で、生徒は主体的に解説し、生徒間でさらに理解を深めることができた。カリキュラムの再編成により、三角比、三角関数の統一的理解できた。数理協同の授業では、ゾウリムシの性質や観察から、数学の無相関検定につなげて学習することができた。波の干渉と反射を実際に観察したことで、数学的な分析により主体的に取り組むことができた。

進度が速く演習量も多いので、理解しないまま、次に進んでしまう生徒がおり、理解度に差が出てきていることが、今後の課題である。

5. 授業研究

ア. 仮説

各教科・科目において、SSH事業でねらいとしている生徒の能動的な学習態度育成のための探究型・参加型授業を導入・開発することによって、科学的・論理的な思考力・表現力を高め、課題研究や学校設定教科「探究」に相乗効果を与えることができる。

イ. 今年度の研究開発実践

今年度は研究授業・公開授業を、学校設定教科「探究」にも拡大した。実施内容は以下の通りである。

教科	国語	数学	数学
授業者	教諭 川北 裕美	教諭 平井 拓磨	教諭 市川 弥拓
日時	1月12日(水)第3限	10月8日(金)第2限	10月22日(金)第5限
対象	第2学年4組	第3学年5組	第2学年8組
科目	古典B	数学演習	SS数学II
単元	「蜻蛉日記」	三角・指数・対数関数	関数と極限
研究内容	・Formsを用いた事前学習 ・ペア学習による深い読解 ・思考力を高めるための発問	・グループによる事前予習 ・グループによる板書・問題解説 ・生徒の発言を中心とした深める授業展開 ・GeoGebraの活用	・GeoGebraの活用 ・思考の流れを意識させる授業展開
外部参加者	高校教育課指導主事、教員7名	高校教育課主査、教員12名	高校教育課主査、教員5名

教科	地理歴史・公民	理科	英語科
授業者	教諭 湯 真彦	教諭 高田 明悟	教諭 相根 恭子
日時	11月10日(水)第5限	11月2日(火)第6限	11月12日(金)第5限
対象	第2学年6組	第3学年1組	第2学年3組
科目	日本史B	演習生物化学(化学)	英語表現II
単元	鎌倉幕府の成立	物質と濃度	プレゼンテーション時におけるグラフの説明の仕方
研究内容	・幕府の成立年代を資料に基づき考察、その特質を理解 ・グループで議論、全体で交流	・Teams、SharePointを活用した演習授業 ・予習／復習用ホームページの作成	・グラフを説明する表現の紹介 ・ロイノートを用いたペアによるプレゼン実践
外部参加者	高校教育課指導主事、教員7名	高校教育課指導主事、教員3名	高校教育課主査、教員5名

教科	保健体育科	探究
授業者	教諭 中島 優美	教諭 並川洋子 外国語指導助手 Melanie Helms
日時	11月9日(火)第6限	1月19日(水)第5・6限
対象	第2学年6組	第1学年9組
科目	保健	探究S
単元	水質汚濁・土壌汚染	DNAの電気泳動の実験
研究内容	・歴史的背景から現代にいたる問題について考察 ・考察内容を自分で深める	・分子生物学分野の基本的な操作・技術の理解と習熟 ・英語のプロトコルを用いたオールイングリッシュでの授業展開
外部参加者	教員1名	教員7名

今年度は昨年度に引き続き教室の密を避けるため、①中学校への案内をとりやめ、②参観は一つの学校につき1科目1名までに限定、という条件をつけ、全体の参加者数を抑えた。参観された教員からは好評で、次年度の一人一台端末や観点別評価等の先行的な授業として自校に持ち帰って参考にしたいとの声もあった。

ウ. 今年度の成果と今後の課題

上記の通り、Teamsなどの教育支援ツールを含んだICTの活用や主体的・対話的で深い学びを追求する授業については研究が深まっている。また、今年度は「探究S」で教科横断型授業の取組を公開した。次年度以降、教科・科目の垣根を超え深い学びを目指す取組をさらに発展させたい。

6. 教材開発

(1) 物理教材開発

ア. 目的

運動量保存則は運動方程式や力学的エネルギー保存則などと同様、物理を学ぶ上で基礎となるものである。「運動量 保存則」に関する実験について教科書で扱っている内容は、一直線上の運動であり、ベクトル和の保存を理解するには物足りなさがある。平面内の運動を扱っている探究活動があるが、小球の速度を求める際に水平投射を介していることから直接運動量に結びつけるには課題があった。今回、平面内の衝突における保存則の検証について、以下のような実験を試みた。

イ. 対象生徒

第2学年普通科理系物理選択生、第2学年理数科

ウ. 内容

【実験内容】

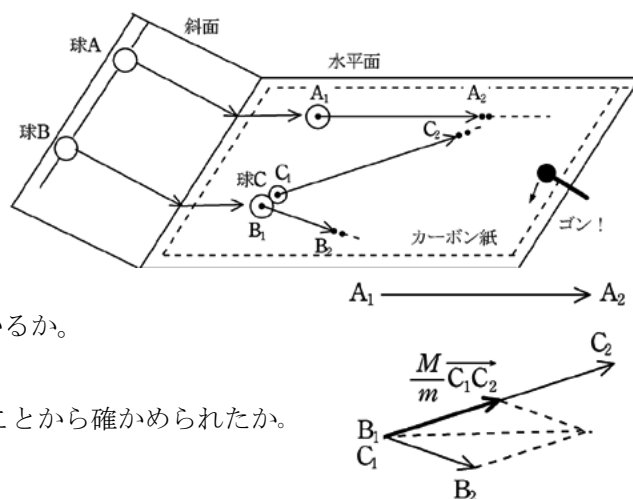
- ① 水平面にカーボン紙を挟んだ記録用紙を置き、斜面と組み合わせ、等しい質量 m の球 A と球 B を斜面の同じ高さから同時にはなす。
- ② 球 A はそのまま水平面上を直進し、球 B は水平面上に置かれた質量 M の球 C と衝突する。
- ③ 衝突後、水平面をたたくと球がわずかにバウンドするので、その瞬間の位置が用紙に記録される。

【処理】

- ① 衝突してから面をたたくまでの間に用紙に記録された各球の軌跡 $\overrightarrow{A_1A_2}$, $\overrightarrow{B_1B_2}$, $\overrightarrow{C_1C_2}$ を同一始点から描く。
- ② $\frac{M}{m}\overrightarrow{C_1C_2}$ を図に記入し、 $\overrightarrow{B_1B_2} + \frac{M}{m}\overrightarrow{C_1C_2}$ を作図する。

【考察】

- ① $\overrightarrow{A_1A_2}$, $\overrightarrow{B_1B_2}$, $\overrightarrow{C_1C_2}$ はそれぞれ何を表しているか。
また、 $\frac{M}{m}\overrightarrow{C_1C_2}$ は何を表しているか。
- ② 運動量が保存されていることは、どのようなことから確かめられたか。



エ. 成果と課題

球の速度ベクトルが目に見える線として記録され、それが衝突前後の各小球の速度ベクトルとして作図に使えることが、生徒にとって理解しやすかった。また、球 C の質量を変える、球 C を置く位置によって衝突後の進行方向を変えるなどが容易で、班の中でお互いに比較しながら考察できた。その考察を通して、運動量ベクトルと速度ベクトルの関係や運動量保存則がベクトル和の保存則であることの理解を深めることができた。

今回の実験のように、物理現象を表す法則などを検証する際に留意することは、実験の原理そのものがわかりやすいこと。生徒にとって測定器具がブラックボックスでは、いくら正確なデータが得られても十分に活用することはできない。物理現象をわかりやすい形で提示するための実験装置の制作も工夫し、その観察や測定データを元に生徒が検証、考察していく授業展開の研究がますます重要になる。

（２）化学教材開発 ICT 活用教材の開発と授業展開の研究を行った。

1. ICT を用いた演習授業のありかた

ア. 目的

演習授業の形態として、生徒が解法を板書し、教員がフィードバックしながら解説する形式がひろくみられるが、以下の２点に課題がある。

＜授業参加度の確保＞

授業に参加している割合に限度があるのではないと思う。生徒側にとって全員が予習し、問題に対する議論を深められる集団であればよいし、実際に可能なかもしれないが、それが難しい。教員にとってそのような協働的で深い学びを実現するには教材研究を含めた十分な授業準備が必要であるが、そのための時間確保は簡単なことではない。

＜授業時間の使い方の効率化＞

板書をさせる時間が授業時間を消費する。また、扱う問題の数と１問当たりの解説時間とのバランスも難しい。また、板書からではクラス全体の理解度を把握することや的を絞った解説をすることは簡単ではない。

以上の課題を、ICT を利用して解決できないかと試みた。

イ. 対象生徒 ３年生普通科文系「化学基礎演習」選択生徒 66 名

ウ. 内容 「物質と濃度（演習）」授業の中心は、小テストの実施である。

①授業前 事前に問題集から範囲を指定しておく。その範囲の中から一人１問を指定し、他生徒への解説を作成させ、宿題として提出させている。これらを回収し、Sharepoint を利用して Teams 内に Site を立ち上げて、前日までに全員が閲覧できる状態にしておく。⇒授業参加度の確保

②授業時 小テストを実施し、Forms で回答させる。集計結果をみて即座に全体の得点率や誤答例を把握し、的を絞って解説する。正答率は、全体に共有する。⇒授業参加度の確保、授業時間の使い方の効率化

エ. 成果と課題

事後アンケートを行った。概ね、生徒の評価は高かった。以下、生徒の声を抜粋する。

●予習は少し重いような気もしますが、実際に勉強にはなっていると感じます。相対的に自分の弱いところがあるので、forms 利用での回答は良いと思います。

●全体の正答率が出ると勘違いしやすい内容が分かるので便利だと思います。

●演習問題を、予習の後にやることによって、自分が本当にわかっていない箇所がはっきりと分かるようになって効率的な復習ができるようになりました。

2. ICT を用いた実験授業のありかた

ア. 目的

ICT 活用の実践事例が各方面から多数発表されている。これらから考えるに、実験時における ICT 活用の利点は次の３点にあるように思う。

A. データの収集・処理が瞬時に行える

B. 他生徒（他班）の活動内容が即時に共有できる

C. 画像・映像の記録や出力が容易にできる

これらは、確かにアナログ（手書き）では達成できないことであるが、たとえばAについては、時間がかかってもあえてアナログでさせることに教育的価値がある場合もある。そこでBとCに注目し、Bについて実践した。

イ. 対象生徒 ３年生理科「理数化学」選択生徒 37 名

ウ. 内容 「定性分析実験」

①授業前 金属陽イオン 2 種 (Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 K^+ のうち 2 種) を含む水溶液（実験班ごとにすべて異なる）を提示し、含まれる金属陽イオンを特定するための実験計画を、判別に立案させる。必要試薬等は、あらかじめ申し出ることで可能な限り事前に準備する。

②授業中 予め立てた計画に基づいて実験を行い、その様子を写真や動画で iPad に記録する。その結果をまとめ、班ごとに発表させる。発表時には、記録した写真や動画を iPad 画面に表示して相手に提示する。

エ. 成果と課題

学んだ知識、習得したスキルを総動員して実験、発表を行わなければならないので、生徒は大きなやりがいを感じながら取り組んだ。実験と ICT とのベストミックスの 1 つとして、十分に応用しうるやりかただと思う。今後の課題として、記録した写真の事後利用が挙げられる。実験後には、さらに考察を深め理解を定着するためにレポートを作成するが、既存レポートはすべて手書きである。化学実験、特に定性的な実験であれば色の変化、様子の変化を観察し、文章にまとめることになるが、生徒が端末を持てば、手書きレポートのかわりに word 等でレポート作成をさせ、実験中に撮影した写真を貼り付けて電子版のまま提出させることもできる。また他にも、ポートフォリオ的に実験データや写真を保存する仕組みを構築することも考えられ、各生徒のオリジナル図録のようなものができればと構想している。

(3) 生物教材開発

生物教材開発 1

英語で行う「アガロースゲル電気泳動法によるDNAサンプル（大腸菌のラムダ・ファージのDNAを制限酵素によって処理したDNA断片）の分離」実験（2時限連続）。



ア. 目的

- ①DNA制限酵素の働き、DNAの電荷、DNA電気泳動実験の原理を知り、マイクロピペット・泳動槽等の生命科学の基本操作法を習熟する。
- ②本実験を英語で行うことにより、科学英語の能力を養う。

イ. 対象生徒 1年生 理数科 生徒 40名

ウ. 内容

分子生物学や生化学に用いられる基本的な操作である電気泳動法の実験操作を学ぶと共に、電気泳動法によるDNA解析を用いた疾病や血縁関係の講義を英語で行う。京都大学大学院生命科学研究科分子情報解析学 柴田昌宏助教の監修の英語のレジュメを元に英語分のプロトコルを作成した。実験は本校配置のALT Melanie Helmsと共にオールイングリッシュで行い、実験後生徒は英語でのレポートの作成をした。

エ. 成果と課題

毎年実施しているが、生徒にとっては初めての英語による実習であり、生命科学分野を英語で学ぶことの大切さを感じ取っている。生徒のレポートでは、英語での実施でも、実験の目的、原理は理解できており、自分の言葉で実験内容を英語で表現することができていた。また、英語で実施することの大切さについても多くの生徒が肯定的にとらえている。今年度ALTが代わり、新たなプロトコルが作成された。今回の指導方法を改善しつつ、次年度以降も継続したい。生命科学分野に限らず、英語が主流となる分野では積極的に英語を活用した授業を展開する必要があると考えている。本実験の前に行った予備実験も英語主体で実施した。また、本授業は公開授業として滋賀県内から7名の教員が授業の様子を見学した。

生物教材開発 2

遺伝子解析ソフトを用いた分子系統樹の作成

ア. 目的

- ①生物の分類体系・学名の付け方を確認する。

- ②分子系統樹のおおまかな原理と作成方法を学ぶ。
- ③分子時計を利用し、分岐年代の推定方法について知る。

イ. 対象生徒

土曜日開講のZプログラム「発展的生物講座」受講者 13名（1年生9名、2年生4名）

ウ. 内容

- ①進化遺伝学解析を行うフリーソフト MEGA 1.1 を用いた。ヘモグロビンの α 鎖のアミノ酸配列を利用して、8種の哺乳類の分子系統樹を作成し、分岐年代の推定など考察した。
- ②実習手順
ア. インターネット上から8種の哺乳類の学名を調べ、その学名を使い、アメリカ国立生物工学分報センター(NCBI)より HBA のアミノ酸配列を検索し、それぞれ抽出した。
イ. 抽出した HBA のアミノ酸配列を MEGA1.1 を使い、分子系統樹を作成した。またこれを用いて、Pairwise Distances により、各哺乳類のアミノ酸配列の違いを求め、分岐年代も推測した。

エ. 成果と課題

生物では、新たな教材開発や今までの教材を深化させる場合、今回のように、土曜日に開講している希望者対象の「発展的生物講座」で教材を開発し、それを授業で展



開していく流れがある。本実習は、生物の進化の分野の進化のしくみに関わる内容である。本開発で用いた手法は大学の研究でも用いられる。生徒らは授業等で「進化のしくみや系統樹の作成などの内容を学習していないが、実習を通じて最新の進化学について知見を深めることができた。実習後の感想の中で、本授業で導出した結果に対する発見があっただけでなく、NCBIなどのデータベースや配列情報の解析による分類方法を今回学んだことを活かして、本校の探究活動や課外活動に使ってみたいと述べる生徒も見られた。

今後はこの実習を実際の生物選択受講生徒に対して、実習できるように改良を重ねていくつもりである。

オ. Zプログラムについて

- 土曜日に開講している特別講座「発展的生物講座」で対象生徒は希望制であり、毎回実験を行っている。
- ・遺伝子解析ソフトを用いた分子系統樹の作成
 - ・「大腸菌の形質転換」アンピシリン耐性遺伝子の発現
 - ・「ブタの臓器（心臓、肝臓、肺）」の観察
 - ・琵琶湖のプランクトンの観察とその種の特定

7. 数理協同の授業（3月に実施予定）

数理協同の授業 1（生物と数学）

ア. 目的と方法

生物の授業でゾウリムシ(*Paramecium*)を顕微鏡で観察し、その形の大きさや内部の構造を調べている。さらに、収縮胞の大きさの変化を測定し、ゾウリムシの水分排出能力について考察を行っている。この結果をもとに収縮胞の最大直径とゾウリムシの縦（長軸方向の長さ）・横（短軸方向の長さ）との関係、ゾウリムシ縦・横の長さについて相関係数を求める。さらにそれぞれについて無相関検定を行い検証する。



イ. 対象生徒

1年生（普通科・理数科） 生物の授業風景

ウ. 内容

生物と数学の協同授業「ゾウリムシの収縮胞の最大直径と体長、縦、横の長さの関係を探る」

ゾウリムシの収縮胞の最大直径と縦、横の相関はあまりないように見えるが、棄却域 5%で無相関検定を行うと帰無仮説（相関がない）が棄却される。データ数を増やして本年度の結果と比較する。

数理協同の授業 2（物理と数学）

1年理数科では物理、数学Bは未習であるが新しい試みとして、探究Sの授業で物理と数学（数列）を融合した数理協同の授業を行っている。生徒達は最初に物体の運動について学び重力加速度を実験により求める。この授業をうけて重力加速度を数学Bの数列（階差数列）を利用して求める授業を実施した。

ア. 目的（仮説）

①物理と数学を関連づけて学ぶことで、2年生になって学ぶ物理や数学Bへの興味・関心を引き出す。また、数学と物理双方の教科を能動的に学ぶ意欲を育てる。

②普段の授業の中から、課題発見につながる研究内容になりうる例を示すことで、日頃の授業を教科横断的な多角的な視点からとらえるようになる。

イ. 対象生徒

1年生（理数科）

ウ. 内容

物理と数学の協同授業「重力加速度を求める」

教材 物理 プリント（実験）

数学 プリント（EXCEL ファイル）

物理の授業を担当する4名の教員が順に1時間ずつ担当し授業を行った。物体の運動から始めて、落下運動をする物体の落下時間と落下距離の関係を調べ、速さの変化から加速度とは何であるかを考える。また、落下運動の $v-t$ グラフより重力加速度を求める。数学の時間では生徒は、コンピュータ室で表計算ソフトを用いて個人のデータを入力し、 $v-t$ グラフの直線の傾きから重力加速度を求める。

数理協同の授業 3（物理と数学）

ア. 目的と方法

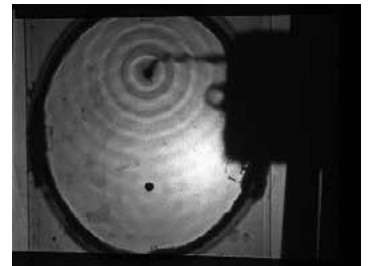
物理では、単元「波動」において、2年生で波の干渉と回折、波の反射と屈折を学習する。

水波投影装置を使い

1. 波の干渉 円形波と円形波、円形波と平面波を起し波の干渉を観察する。
2. 波の反射 平面波を放物面に反射させた水面波、円形波を焦点から楕円面に反射させた水面波をそれぞれ観察する。

物理現象を観察し、数学の授業においてこれらの現象を数学的に証明する。

物理において、数学と協同することにより、物理現象波の干渉・反射の一般化や論理的な思考力の向上を図る。また、数学において



は、物理と協同することで、科学の視点からの学習を提供し、より実践的な力の育成を図る。

イ. 対象生徒

2年生（普通科理系（物理選択生）・理数科）

ウ. 内容

物理と数学の協同授業「水面波の干渉・反射と2次曲線の関係」

同波長の円形波を2点から発生させたとき、干渉模様が現れる。また、円形波と平面波が干渉を起こして強め合う点の様子を観察させる。さらに、放物面に平面波を入射させたとき、放物線の焦点で水面が激しく振動する様子を観察させる。また、楕円面に1つの焦点から円形波を連続して発生させる。

これらの現象を数学的に証明する。証明は生徒に考えさせ、数学の授業で発表させる。

8. アカデミック・ライティング

ア. 仮説

パラグラフ・ライティングやアウトラインを意識した論述等、科学論文の書式を習得することにより、科学的・論理的な思考力・表現力を高め、さらには教科学習にも波及効果を与えることができる。

イ. 今年度の重点課題

- (1) アカデミック・ライティングの教材研究・開発を、多くの教科で、あるいは教科横断的な取組を検討、実施する。
- (2) 「3年間の締めくくり」、「大学への扉」と位置付ける内容を模索し、試行する。

ウ. 今年度の概要

今年度も本校学校設定科目「探究」「探究S」を軸に、アカデミック・ライティングの授業に取り組んだ。一方で、「3年間の締めくくり」としての教材を新たに作成し、実施した。

1. 3年生「探究」「探究S」における小論文演習

今年度の3年生普通科については、昨年度最終発表会が3月にずれ込んだため、自分の班の研究を論文にまとめていない。3年次への持ち越しはクラス替えがあるため現実的に難しく、昨年度に続き実現できなかった。しかし、今年度3年生で実施するプログラムについては、2019年度までの計画に従い、6月に「小論文演習Ⅰ」、7月に「小論文演習Ⅱ」を実施することができた。

2. 2年生「探究」におけるアカデミック・ライティングの学習

昨年度に引き続き、「発表する」前の段階でアカデミック・ライティングの手法を学習した。なお、昨年度末のアンケート（2020年度2年生）では「スライド作成やプレゼンの際に、困難に直面し、支援が必要と感じる時があった」に「何度もあった」「少しあった」と答えた生徒は14.9%であった。この学年は1年次にポスター発表が休校のためできていない学年であったことを踏まえると、この数字はきわめて低く、一定の効果があったといえるだろう。

今年度はさらに研究成果を論文にするプログラムを実施している。

3. アカデミック・ライティングの他教科への応用（英語・国語）

英語科、国語科で昨年と同様のプログラムを企画し、実践した。これについても定着してきたといえよう。

4. 「20年後の日本」の取組

今年度新たに「20年後の日本」を考えさせる取組を行った。アカデミック・ライティングとは直接的に関係するわけではないが、これまでの探究活動で身に着けたスキルや考え方を生かしてディスカッションし、表現するという意味ではその延長上にある取組といえる。具体的な概要については「2節 カリキュラム開発 1. 「探究」「探究S」」（p.26）に記載した。

エ. 今年度の成果と課題

1. 「20年後の日本」について

今回は新たに設けた「20年後の日本」の成果と課題についてのみ、検証したい。生徒が書いたレポートを紹介しながら、成果と課題を考察する。

…世界幸福度ランキング1位、2位、3位のフィンランド、デンマーク、スイスについて、なぜ幸福度が高いのか調べてみた。その結果、この3カ国に共通するのは他人への信頼感、政府への信頼感が高いということであるとわかった。…(生徒A)

生徒Aは明確に「日本を幸福度の高い国にするにはどうすればよいか」という課題を意識し、授業の時間内に示された資料では飽き足らずに自分で調べてレポートを書いている。学び続ける姿勢こそが3年間の探究活動で培われたものであるといえる。

20年後の日本を鑑みるという点で今回深めていきたい話題は「少子高齢化」についてだ。…この問題の更に深い要因を見れば、更なる現行日本の課題が浮き彫りになる。女性の出産・育児に係る公・民双方の支援体制の貧しさ（これは女性の広い社会進出をも阻む）、男女における分業意識の高さ、出産・育児が困難な者への理解の少なさやそういった教育の不徹底さなど、挙げればキリがない。…(生徒B)

生徒Bは教育のあり方に目を向ける。私たちがその上に立っている土台としての教育や、それによる「価値観の醸成」が必要だとこのあとで述べている。与えられた資料を読み解き政策を立案する私たち自身の土台を見つめなければならないという問いかけは重要である。

人間は何のために生まれたのだろうか。最近の環境問題や、過労死のニュースを見るたびに思う。小さいころから将来のために勉強、大きくなったらお金のために就職、訳も分からず働いている内に人生の大半は終わっている。日々利益や便利さを求めて本来の生きる意味などを忘れ、社会のコマに成り下がる。

…(生徒C)

生徒Cの問題提起はさらに根本的である。「何のために生まれ」「何のために生きていくのか」ということを見直すことなしに、問題だけを解決することは難しいことを説いている。

このように、ただ問題をなぞり一般的な解決策を羅列するものではないレポートがみられたのは成果といえるだろう。一方で、自分の進路選択や生き方につなげられないレポートも多かった。次年度はさらに工夫し実践を継続したい。

2. 3年間の「探究」の締めくくり方

第3期は「アカデミック・ライティング」を柱の一つに置き、スキル習得から応用までの教材開発を研究してきた。これは一定の成果を上げ、役目は十分果たしたといえるだろう。第4期は3年間の「探究」の締めくくりとして、現実の社会やそこに生きる自分をとらえる取組に軸足を置きたい。

9. 探究型学力の評価

ア. 仮説

生徒の探究活動にはルーブリックを用いたパフォーマンス評価の有用性が教育評価の観点から指摘されている。ルーブリックを作成・改善し、パフォーマンス評価をしていくことによって、総括的評価として生徒の課題設定、問題解決、プレゼンテーション・ディスカッション能力を適正に評価できるだけでなく、形成的評価として指導と評価の一体化によりその能力を向上させることができる。

イ. 研究開発の経緯と課題

1. この節で示すこと

「探究的学力」を育成する教科としては、普通科・理数科の学校設定教科「探究」（科目「探究」「探究S」）と理数科の課題研究が中心となる。「探究」については「カリキュラム開発『探究』『探究S』」にその経緯を（p. 24～27 参照）、課題研究については「カリキュラム開発『課題研究』」（p. 28・29 参照）にその評価についても詳細を示している。

ここでは学校設定教科「探究」（普通科）の評価の概要と課題について示したい。なお、ルーブリックについては紙面の都合で「関連資料」（p. 52～55）に掲載している。

2. 学校設定教科「探究」の評価における課題

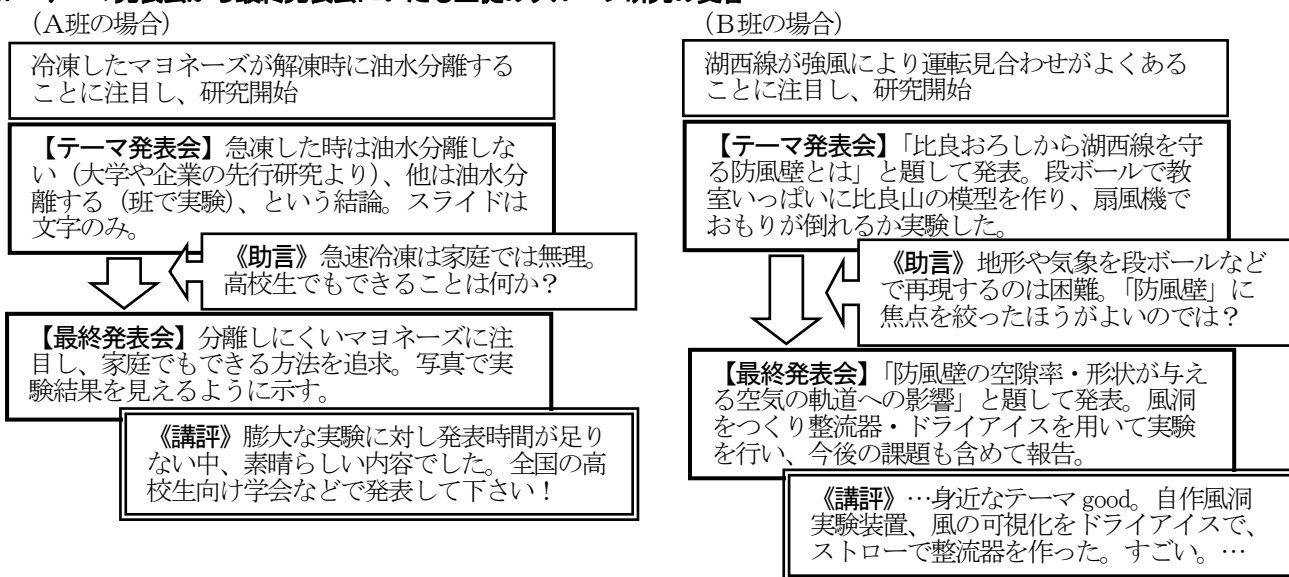
第4期1年次の今年度は、昨年度挙げた「生きたルーブリック」を意識した。主な取組は以下の2点である。

- (1) 上級生の優秀なプレゼンや、苦労や工夫を語ったインタビューを見せることで、下級生に目標を示す。
- (2) 2年生「探究」において、中間発表会の前にテーマ発表会を実施し、早い段階で形成的評価を加えることによって探究活動を充実させる。

両者とも概要については「2節 カリキュラム開発 1. 「探究」「探究S」」（p. 24～27）に掲載している。ここでは(2)の取組についての具体的な効果について、検証したい。

ウ. 今年度の研究開発実践の概要

1. テーマ発表会から最終発表会にいたる生徒のグループ研究の変容



上の2つの班は、テーマ発表会で受けたアドバイスや自分でまとめる中で気づいたことを生かし、最終発表会までに探究活動をブラッシュアップさせた例である。もちろんこのような班ばかりではないが、今回は特に顕著な伸びを示した班が見られたのも事実である。

また、質疑応答で生徒から質問が活発に出されたのも今回の特徴である。これもまた相互評価の一例と言えよう。

2. 形成的評価と到達度評価についての検討

2年生最終発表会で、人文・社会学系の分科会担当の指導助言の先生方から以下のようなコメントをいただいた。

・・・難しいテーマを、具体的な調査計画におとしこんで、がんばって検証されていると感じました。なんとなく「文系的な（文化・言語・歴史）テーマを理系的（数値）にとらえる、という風潮が濃いか、と思いました（たまたまかも）。文化・言語・歴史的な題材を数値にして結果をまとめるのはすごく難しいので、質的研究方法（評価・分析）についても学びを深めていけたらと思いました。・・・

テーマの社会性や意義について重要なものだったり、研究方法を修正しながらより高いものを目指したりした結果、最終発表会に間に合わなかったと思われる班も少なからずあった。途中の気づきが多かったからこそ、発表会に間に合わなかったという班をどのように到達度評価するか。悩ましい。

エ. 今年度の課題と次年度以降の改善に向けて

2年生最終発表会で指導助言に入られた研究者の方々からは「昨年度よりさらによくなっている」と好評であった。アンケートは年度末であるため報告書作成時点では結果が出ていないが、今年度の取組については非常に効果があったと考え、継続したい。一方、次年度に向けてさらに以下の2つを検討したい。

- (1) クラス減に伴い教員減が予想される。形成的評価の重要性を踏まえ、教員がチームで指導できる体制を強化する。
- (2) 社会的意義などの高い研究を志す生徒と社会や研究者とを結びつけるため、相談役・橋渡し役として外部人材の活用を検討する。

3節 探究的取組

1. 課外活動 自然科学系クラブ

ア. 仮説

科学に関心のある生徒たちの活動として、身近なところから課題を発見し、適切な研究テーマを設定させ、探究活動を行い、成果をまとめ、発表を行う。このような活動を通じて、課題設定能力、課題解決能力、論理の構成力、プレゼンテーション力等が育成される。

イ. 実践

(i) 対象生徒

物理地学班、化学班、生物班の3つがあり、課外活動として興味・関心のある生徒が任意に入部し、活動している。

(ii) 内容

①滋賀県高等学校文化連盟自然科学部門春季研究発表大会

令和3年6月4日（金）

滋賀県立男女共同参画センター大ホール

物理地学班「回転する物体上の建築物モデルの振動の様子」（ポスター）

化学班「銅板上の酸化銅(Ⅱ)の還元」（ポスター）

生物班「淡水カイメンのハッチについて」（口頭発表）

②滋賀県高等学校総合文化祭自然科学部門

兼 滋賀県児童生徒科学研究発表大会高等学校の部

令和3年10月29日（金）

滋賀県立男女共同参画センター大ホール

物理地学班「磁力を用いた制震について」

化学班「pHによるコロイド粒子の調整」

生物班「ハッチ率と飼育実験から見る淡水カイメンの生育条件」

ウ. 評価

生徒は科学についての興味・関心を高く持っており、3つの科学系クラブ班では、主体的に課題を設定し、研究の計画を立て、探究活動に取り組んでいる。研究活動には、大学主催の行事への参加や、校外にて学習会を実施したり、研究機関での指導・助言を受けたりすることができた。さらに生徒は班活動だけでなく、高大連携事業やサイエンスプロジェクト、科学の甲子園、科学オリンピックなどにも積極的に参加している。今後も内容のある探究活動を進めるとともに、積極的な生徒の活動を支援していくことが重要である。

①に参加した生物班は11月20日、21日に開かれた近畿大会に出場した。

②に参加した物理地学班は2022年度全国高等学校総合文化祭に出場する。

2. 科学オリンピック・各種発表会への取組

(1) 科学の甲子園

ア. 仮説

「科学好きな高校生が集い、競い合い、活躍できる場」である科学の甲子園に出場することで、全国の高校生と競うことを目的に科学を自ら深く学ぶ姿勢を育成することができる。また、トップ層生徒の育成につながる。

イ. 実践

全校生徒によびかけを行い、2年生チーム1つ、1, 2年生混成チーム2つの計3チーム（18名）が滋賀県予選に参加した。



6月12日（土）に、昨年度全国大会に出場した3年生を講師として学習会を行った。令和3年10月16日（土）の県予選に滋賀県下から7校13チームが参加し、2年生チームが予選を通過した。令和4年3月19日（土）に開催される第11回科学の甲子園全国大会に出場する（11年連続11回目）。チームは2年生6人に1年生2人を加えた8名で出場する。今年度は、新型コロナウイルス感染防止等の観点から、各都道府県の会場で分散実施される。

ウ. 評価

2年生チームは、昨年度1年生で参加したメンバーが中心となり構成されている。本選に向けて出場チームに限らず1, 2年生が協力して準備を進めている。

本年度も昨年科学の甲子園に出場した3年生が中心となり1, 2年生に対して自主的に学習会を2度実施した。3年生の中には、自作の問題を用意するものもあり、昨年度の出場を通して科学的な知識・技能を高めている。科学の甲子園に参加することで学年を越えての学びの場が広がっている。また、トップレベルの理数教育を求めて入学した生徒に対して、有効なコンテンツが提供できている。

過去の主な成績

回	成績
プレ大会	総合成績 第1位
第1回	総合成績 第2位 科学技術振興機構 理事長賞 総合競技② 第1位 パナソニック賞
第3回	総合成績 第3位 兵庫県知事賞 CIEE/TOEFL賞 筆記競技 第1位 講談社賞
第4回	企業特別賞 埼玉県経営者協会賞
第5回	企業特別賞 日立賞
第8回	総合成績 第3位 埼玉県知事賞 埼玉りそな銀行賞 実技競技① 第1位 トヨタ賞

（２）化学グランプリ

ア. 仮説

化学に対する興味関心と高い能力を有する生徒を育成し、全国規模で競わせることでトップ層人材の育成につながる。

イ. 実践

２年生の西村春人さんが応募した。

令和３年７月２２日（木）に一次選考（オンライン試験）が行われ、９月１８日（土）～２０日（月）に二次選考が開催された。

ウ. 評価

西村春人さんは、二次選考で総合成績 金賞（上位 23 名以内）の評価を受けた。

本校では、平成２２年度、２３年度に国際化学オリンピックの日本代表を輩出し銀メダルを獲得し、平成２４年度に国際物理オリンピック日本代表を輩出して銀メダルを獲得、さらに、昨年度も国際生物学オリンピックで日本代表を輩出し銀メダルを獲得している。昨年度は西村春人さんが化学グランプリ二次選考で銅賞を受賞した。

今年度も、各科学オリンピックについては、全校生徒にポスターを掲示するなど呼びかけを行った。

（３）日本数学オリンピック

ア. 仮説

数学的才能に恵まれた生徒を見出し、その才能をより伸ばすことにより、トップ層人材の育成につながる。数学オリンピックへの取組は、未知の問題へ取り組む知的好奇心やチャレンジする意欲を高めるのに効果がある。

イ. 実践

学習会に１、２年生（１年生５名、２年生１１名、計１６名）が参加した。

１６名の生徒が受験した。毎年、卒業生を招いて数学学習会を実施しており、今年は卒業生の板橋隆生さんをお願いした。本年度は５回の実施で、各回約７時間の長時間となった。実施日は令和３年７月１７日（土）、８月２７日（金）、９月１８日（土）、１２月２６日（日）、令和４年１月４日（火）の５回であった。日本数学オリンピック予選は令和４年１月１０日（月）にオンラインで実施された。２年生１名の本選出場が決まった。



ウ. 評価

今年は例年通り７月から学習会を実施した。どの回も生徒とのやり取りを重視して指導していただいた。

数学オリンピックに取り組む生徒は増加しており、講師として招いている卒業生の評判もよい。数学を楽しんで長時間の講義と演習に取り組み、生徒同士での議論も活発である。７点が１名、６点が３名、５点が４名、４点が２名、３点が５名、２点が１名であり、平均点でも本校の４．３８点は全国平均２．１２点を上回っている（偏差値 65.1）。４名が地区別表彰を受けた。例年予選終了後に実施しているアンケートは、今年はリモート開催のため実施できなかった。

課題としては、予選通過者を増やすことと学習会の参加者を県内のSSH校にだけでなく、全県や全国の受験者と学習会を行うことなどが挙げられる。

（４）近畿サイエンスディ

ア. 仮説

近畿圏の各都道府県のSSHで中心的な活動をしている高等学校と課題研究発表会を行なうことにより、課題研究のレベル向上に繋がる。

イ. 実践

（i）対象生徒

２年生課題研究 数学班の生徒４名

（ii）内容

令和４年２月１２日（土）に大阪府立天王寺高等学校のSSH科学技術人材育成重点事業の一環として、実施された発表会に参加した。参加校は大阪府立天王寺高等学校、石川県立金沢泉丘高校、三重県立津高等学校、兵庫県立神戸高等学校、大阪府立北野高等学校と本校の５校がオンラインで研究発表を行った。本校は「円分多項式の最小性に基づいた一般化」をテーマに発表した。

ウ. 評価

発表後、大学の先生方からご指導いただき、特に専門の先生との間で受け答えができたことは貴重な経験になり、研究をさらに深めることにつながった。

他分野の研究発表であっても自分たちの視点を活かして咀嚼し意見を述べられる力を育成することが挙げられる。昨年に比べ、オンライン上でやり取りはスムーズにできた。

（５）UTokyo GSC（グローバルサイエンスキャンパス）への本校性１名が参加

グローバルな視点に立って、今後の社会をデザインできる革新的な科学技術人材を育成するプログラムに参加している。本プログラムは、科学技術に卓越した意欲と能力を持った高校生を発掘し、海外大学や企業と連携して、STEAM型の領域を横断した学際的な視点を養うものである。

生徒１名が、第二段階に進み東京大学の研究室に所属してSTEAM型の課題研究を行う予定であったが、感染拡大の影響で東京大学での実施が中止された。第二段階への参加は辞退した。

4 節 実施の効果とその評価

1. 1 期目・2 期目・3 期目との関連性

3 期目までの取組により、研究大学や医学部への進学率が高く維持され、アカデミック・ライティングの取組により、科学的・論理的に思考し、発信できる能力を育成することができた。また、課題研究に係る標準ルーブリックの作成と普及に取り組んできた。

3 期目までのSSH事業の深化と拡充を図るために、変革を起こす力の1つである新たな価値を創造する力の育成に向けたコンピテンス基盤型科学教育に基づく取組とその研究を行っていく。また、グローバル化の進展に対応ができるよう、国際基準でコンピテンスを定め、コンピテンス基盤型科学教育を実践するための膳所 STEAM 教育プログラムを開発に取り組む。

(1) 高大連携事業

京都大学特別授業・滋賀医科大学（基礎医学講座）について、本校で生徒に対して行ったアンケートの結果、ほとんどの生徒が学問に対する興味関心を高め、進路を考える上で参考となり、日常の学習意欲向上につながり、受講してよかったと回答している。また、関連資料2-2からも、これらの事業は、生徒から概ね高い肯定的な回答を得ており、生徒の応募数や教員の報告によっても非常に効果の高い事業であると判断できる。そのことを考えると、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、理数科京都大学研究室実習、滋賀医科大学医学入門講座一日実習が、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で中止となったことは大変残念であった。

第4期事業の「膳所 STEAM 教育（新たな価値の創造）プログラムの開発」の取組として、理数科1年生では、Python プログラミング演習、AI 基礎講座、滋賀大学データサイエンス入門講座、アート思考力・デザイン思考力育成講座を実施した。探究Sでの3学期ポスター発表会において、プログラミングを駆使した情報分野の研究発表を行うグループが現れる等、グループ研究の取組のテーマにも変化が見られた。

(2) 国際化事業

科学英語講座は、ネイティブスピーカーの講師の下、アンケートによると話す力、聞く力が特に向上したと回答しており、意欲・能力の向上が見られたという自由記述が目立った。また、内容について、期待していた通りと肯定的な回答をしたものは1st ステージは100.0%、2nd ステージは80.0%となっており、例年このような傾向が見られることから、生徒の英語の力を向上させる講座として定着してきたと言える。

(3) 「探究」「探究S」「課題研究」の取組

学校設定科目「探究」「探究S」を実施している。どちらも総合的な探究の時間と情報を融合させた学習プログラムである。普通科「探究」では、探究の指導法をより明確にするため、年次更新しながらテキストを作成している。年間を通しての指導の流れがわかることで、担当者の指導力向上につながっている。理数科「探究S」については、2学年で行う課題研究を見据え、数学と理科の各教員が研究のプロセスを実験やデータ分析の方法を生徒たちに考えさせながら指導している。課題研究については年間を通してバランスよく発表会を設置し、生徒の課題設定、問題解決、プレゼンテーション・ディスカッション能力を段階的に伸ばすことができるように計画した。課題研究の評価については探究型学力高大接続研究会において作成した科学的探究に関する標準ルーブリックと指導方略、さらに本校独自のルーブリックを参考にしながら、発表会ごとに評価シートを作成し、評価を行いながら、検証も行っている。

(4) 授業研究

学校設定科目の開発により、時代を先取りした先進的で高度な数学・理科の展開と実験実習に基づく、高い学力育成プログラムをすべての生徒に実践できた。Teams などの教育支援ツールを含んだ ICT を活用した授業にも取り組み、公開授業を参観した教員からは、次年度の一人一台端末や観点別評価等の先行的な授業として自校に持ち帰って参考にしたいとの声もあった。

(5) 科学オリンピック・各種発表会への取組

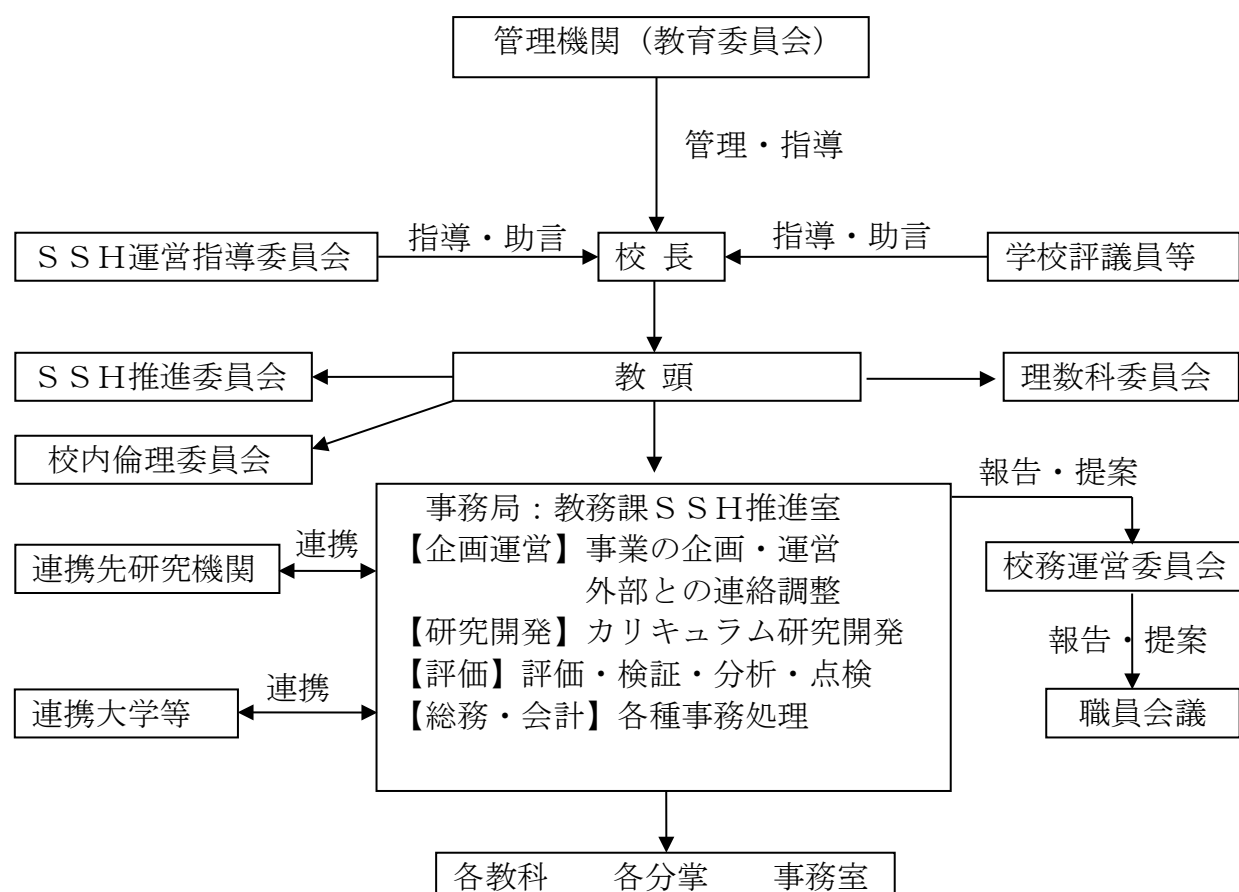
今年度、化学グランプリでは、2年生が金賞を受賞した。日本数学オリンピックでは2年生が予選を通過し本選に出場した。日本情報オリンピックでは1年生が銅賞を受賞した。科学の甲子園については、11年連続で全国大会出場を決めている。ここ数年、上級生から下級生への学習会等を行う流れができており、科学の甲子園に限らず数学オリンピックでも卒業生から在校生への指導へとつながっている。教師が教えるのではなく、自ら学び合うことで、生徒たちは深化した学びを共有している。協同で学び合うことは他の取組、例えば課題研究や探究の授業などにもよい効果を与えている。

5 節 校内におけるSSH組織的推進体制

1. 研究組織

膳所高校SSH推進委員会：教頭・事務長・教務課長・理数科主任・教務課SSH推進室
学習指導係グループリーダー・事務職員

【研究組織図】



2. SSH運営指導委員（五十音順：敬称略）

加納 圭	滋賀大学教育学部教授
川那辺 洋	京都大学大学院エネルギー科学研究科教授
木村 敦子	京都大学大学院法学研究科教授
須戸 幹	滋賀県立大学環境科学部教授
目片 英治	滋賀医科大学医学部総合外科学講座教授
伏木 亨	甲子園大学副学長
星 裕一郎	京都大学数理解析研究所准教授

3. 校内のSSHの組織図や全校体制を作るための具体的な方策や工夫例

〔具体的な実践事例〕

本校は、県下最大のクラス数であり、3学年11クラス、2学年10クラス、1学年9クラスの30クラスで約1200名の生徒が学んでいる。それだけに教員数も多く、教諭が65名、管理職や非常勤講師も含めて教職員は90名を超える。SSH事業の円滑な運営や発展のためには、全校体制での組織的な取組が重要である。4期目の1年目にあたる本校の場合、これまで時間をかけて取組の工夫・改善を行ってきた。以下に事業別に分けてその体制づくりを示す。

ア. SSH推進室の設置

校務分掌においてSSH推進室を設置している。教職員は理数科主任・SSH推進室長など9名で構成されている。この部署が主に事業の企画・運営・経理に中心的に関わる。教員の教科構成は理科・数学・英語に偏らず国語・地歴公民などバランスよく配置し、学級担任も教務課や進路指導課などの分掌に配属される分掌組織をとっており、各学年の学級担任も入っている。さらに事務職員についても担当の正職員の他、時給制事務職員を配置して効率的に行っている。

イ. 教務課の一グループとしての位置づけ

SSH推進室は、教務課の一グループに配置されている。教務課には、他に教務企画係、学習指導係が設置され、校務を進めている。SSH推進室は、校長・教頭からの指導により直接運営できる体制となっていることで、スピーディーで円滑な対応が実現できている。その一方、教務課内で連携をとることにより、全校体制を円滑に進めるすすめるための支援を受けている。

ウ. 「課題研究」・「探究」の体制

「課題研究」「探究S」は、理数科の授業であり、その指導には理科の全員、数学の3名、合計18名が担当している。さらに理数科委員会や倫理委員会が推進・チェックの機能を果たす。

また、「探究」については、対象が普通科の授業であり、教務課学習指導係の企画を中心に、各学年団（HR担任）が主となって取り組んでおり、ほとんど全教員が関わっている。

エ. 高大連携事業

①京都大学特別授業 前期 3コース×6回 後期 4コース×6回

例年、本校教員は全員が少なくとも年1回は生徒を引率し、記録写真や記録書を提出している。
※今年度については、感染症拡大の影響により、ほとんど引率する機会がなかった。

②滋賀医科大学 基礎医学講座

講義を8回実施、京都大学特別授業の生徒引率と併せ、年度初めから引率者の計画を立てている。感染症拡大の影響により、引率する機会がなかった。

③理数科 京都大学研究室実習

例年、5コースに分け実施し、数学・理科・HR担任など13名の教員が引率している。

※昨年度に続き今年度も、新型コロナウイルス感染拡大の影響により中止。

オ. 科学系クラブ・科学の甲子園他

科学系クラブには、物理地学班、化学班、生物班があり、6名の顧問を配置している。科学の甲子園には、県予選に3チーム18名が参加した。今年度で11年連続全国大会出場となっている。本校では、生徒が自主的に考えて対策のための学習活動を行い、特に専門分野の物理・化学・生物・地学・数学について生徒が教員に質問するなど指導を受けている。

カ. 科学英語講座

ネイティブスピーカーの外部講師による本校用特別プログラムを実践している。2期に分かれ、各2クラス×6回を本校の英語教員が分担して担当している。

キ. サイエンスプロジェクト

自然科学をテーマとしたグループ研究を実施。特に普通科については、教科「探究」でのテーマとは別にグループを編成して実施するため、SSH推進室の教員が各グループの担当者となり、指導にあたる仕組みを作っている。

ク. 教員研修など

昨年度から県教育委員会の「学びの変革」発展プロジェクトのモデル校に指定を受けている。そこで、探究活動におけるパフォーマンス評価など評価方法やそれを生かした指導法の研究を全校で取り組んでいる。

6 節. 成果の発信・普及

- ・文部科学省スーパーサイエンスハイスクール実践事例集（令和2年12月28日初等中等教育局、科学技術・学術政策局）の中で、本校の探究活動の取組例が掲載されている。
- ・SSH連携校（石川県立金沢泉ヶ丘高等学校・福井県立藤島高等学校・滋賀県立膳所高等学校・奈良県立奈良高等学校・大阪府立天王寺高等学校・兵庫県立神戸高等学・三重県立津高等学校）が協議し、研究開発した内容を発信していく。
- ・本校ホームページにて、事業内容の発信・普及に努めている。

7 節. 研究開発の実施上の課題及び今後の研究開発方向性

1. 膳所 STEAM 教育プログラムの開発

- | | |
|-----|--|
| 課題1 | 理数科高大連携事業の取組を、普通科にどのように広げていくか。 |
| 改善策 | Python プログラミング演習の時期を早めるなど、理数科での実施時期を検討する。 |
| 課題2 | 教科の授業の進度により、数理協同の授業を実施する時期にずれが生じる。 |
| 改善策 | 教科の進度に余裕を持たせて実施時期を検討する。
必要に応じて数学・理科の教員が互いの教科会議に参加し打合せを行う。 |
| 課題3 | 教科横断的なテーマの新教材の開発が難しい。 |
| 改善策 | 教材開発プロジェクトチームを作り企画立案する。
運営指導委員会や大学などの教育機関からアドバイスを受ける。 |

2. 「探究」の指導と評価

- | | |
|-----|--|
| 課題1 | テキストやルーブリックなどが作られ指導法が確立したが、担当者の指導や評価の技能が十分であるといえない。 |
| 改善策 | 評価方法の講習会、学習会を定期的に行う。 |
| 課題2 | 生徒の探究活動での課題設定や研究方法が不十分である。 |
| 改善策 | 課題研究の指導経験のある教員が、探究活動の場において、探究担当者や生徒に指導する。 |
| 課題3 | HR 担任の負担の軽減（一人の教員がHR 40 名を指導・評価することは難しい） |
| 改善策 | 課題研究の指導経験のある教員が、発表活動の場に出向き指導・評価する。評価については自己評価、グループであれば他己評価を実施する。 |
| 課題4 | ルーブリックの妥当性の検証 |
| 改善策 | 発表会などを通してより良いものに改善していく。
運営指導委員会や大学などの教育機関からアドバイスを受ける。 |

3. 「課題研究」の指導と評価

- | | |
|-----|--|
| 課題1 | 高度な研究に対する指導と評価の難しさ |
| 改善策 | 大学や研究機関のアドバイスを受ける。生徒に説明を求め、ともに考え指導する。 |
| 課題2 | AI やデータサイエンスに関する研究ルーブリックの検討及び数学ルーブリックの活用 |
| 改善策 | 県外 SSH 校との合同勉強会を実施するなど、情報交換に努め検証していく。 |

4. SSH3 期 15 年の成果をふまえた課題研究モデルの提唱

- | | |
|-----|-----------------------|
| 課題 | どのように課題研究モデルを提唱していくか。 |
| 改善策 | 普通科「探究」テキストの公開を検討する。 |

④ 関係資料

1. 令和3年度教育課程表・学校設定科目一覧

関係資料 1-1 令和3年度 教育課程 普通科

教科	科目	必修 科目	標準 単 位数	学校設 定科目	1年 R3入学	2年 R2入学		3年 H31入学	
						文系	理系	文系	理系
国語	国語総合	○	4		5				
	現代文B		4			2	2	2	2
	古典B		4			4	3		
	古典研究			○				4	3
地理 歴史	世界史B	○	4		3				
	世界史探究			○				4	3
	日本史B		4			4	3	2	1
	日本史探究	○		○		1	1	4	3
	地理B		4			4	3	科	科目
公民	現代社会	○	2			2	2	目	
	公民探究			○				4	
数学	数学Ⅱ		4			3			
	数学B		2			2			
	数学演習			○				5	2
	SS数学Ⅰ			○	6				
	SS数学Ⅱ			○			6		
	SS数学Ⅲ			○					4
理科	化学基礎		2			3	1		
	地学基礎		2			3	科		
	SS物理Ⅰ			○	2				
	SS物理Ⅱ			○			3	4	
	SS化学Ⅰ			○			3	1	
	SS化学Ⅱ			○			1	5	1
	SS生物Ⅰ			○	3		科目		科目
	SS生物Ⅱ			○			3	4	
	演習生物化学			○				3	1
	演習生物地学			○				3	科目
保健 体育	体育	○	7-8		2	2	2	3	3
	保健	○	2		1	1	1		
芸術	音楽Ⅰ		2		2				
	音楽Ⅱ		2			1			
	美術Ⅰ	○	2		2	1	1		
	美術Ⅱ		2			1	科目		
	書道Ⅰ		2		2				
	書道Ⅱ		2			1			
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	○	3		3				
	コミュニケーション英語Ⅱ		4			3	3		
	コミュニケーション英語Ⅲ		4					3	3
	英語表現Ⅰ		2		2				
	英語表現Ⅱ		4			3	2	3	2
家庭 探究	家庭基礎	○	2		2				
	探究			○	1	2	2	1	1
小計					32	32	32	32	32
ホームルーム活動					1	1	1	1	1
合計(時間数/週)					(32)	(32)	(32)	(32)	(32)
合計(単位数/年)					32	32	32	32	32
備 考					普通科全員がSSHの対象である。 SSを付した科目は、SSHのカリキュラム開発により、設定した学校設定科目である。 SSHのカリキュラム研究開発の特例措置により、教科「探究」は総合的な探究の時間と教科「情報」を融合した教科であり、科目「探究」は「情報の科学」の内容を含む。 原則として、「SS物理Ⅱ」「SS生物Ⅱ」は、2,3年で継続して履修する。 卒業の条件は「未修得科目が2科目以内」のため、卒業に必要な修得単位数に幅がある。学校設定科目の合計が20単位を超える場合も、SSHの特例により、卒業までに修得させる単位数に含めることができる。				

関係資料 1-2 令和3年度 教育課程 理数科

教科	科目	必修 修科目	標準 単位数	学校 設定 科目	1年 R3入学	2年 R2入学	3年 H31入学
国語	国語総合	○	4		5		
	現代文B		4			2	2
	古典B		4			2	3
地理 歴史	世界史B	○	4		3		
	世界史探究			○			3
	日本史B		4			3	1
	日本史探究	○		○			3
	地理B		4			3	1
	地理探究			○			3
公民	現代社会	○	2			2	
保健 体育	体育	○	7-8		2	2	3
	保健	○	2		1	1	
芸術	音楽Ⅰ		2		2	1	
	美術Ⅰ	○	2		2	1	
	書道Ⅰ				2	1	
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	○	3		3		
	コミュニケーション英語Ⅱ		4			3	
	コミュニケーション英語Ⅲ		4				3
	英語表現Ⅰ		2		2		
	英語表現Ⅱ		4			2	2
家庭	家庭基礎	○	2		2		
理数	理数SS数学Ⅰ			○	6		
	理数SS数学Ⅱ			○		6	
	理数SS数学Ⅲ			○			4
	理数数学演習			○			2
	課題研究	○	1-3			1	
	理数物理	○	4-8			4	1
	理数化学	○	4-8			3	5
	理数生物	○	4-8		4		4
探究	探究S			○	2	1	1
小計					32	32	32
ホームルーム活動					1	1	1
合計(時間数/週)					(32)	(32)	(32)
合計(単位数/年)					32	32	32
備 考					理数科全員がSSHの対象である。 SSを付した科目は、SSHのカリキュラム開発により、設定した学校設定科目である。 SSHのカリキュラム研究開発の特例措置により、教科「探究」は総合的な探究の時間と教科「情報」を融合した教科であり、科目「探究S」は「情報の科学」の内容を含む。 卒業の条件は「未修得科目が2科目以内」のため、卒業に必要な修得単位数に幅がある。学校設定科目の合計が20単位を超える場合も、SSHの特例により、卒業までに修得させる単位数に含めることができる。		

2. アンケート

2-1 本校学校評価アンケートの結果

2学期に本校が実施している学校評価アンケートのうち、学習指導やSSHに関する項目の抜粋を示す。

① 教員に対してのアンケート結果（12月実施）	肯定的な回答（％）
私は教科の到達目標の達成に向けて学習指導の工夫・改善を行っている	95.7(95.7)
私は公開授業や授業アンケート、研究協議を通して、教科指導力や授業力の向上に努めている	88.4(89.7)
私は生徒の学習意欲や興味・関心を喚起するような授業を進めるよう教材研究等に取り組んでいる	89.7(93.8)
学校はSSH事業の取組を通して、学問に対する生徒の意識や関心が高められるように努めている	95.7(95.7)

② 生徒に対してのアンケート結果（11月実施）	肯定的な回答（％）
先生方の授業はねらいが明確にされているので、何を習っているのかがよくわかる	75.2(77.6)
私は学校の授業を通して学力が向上していると思う	80.7(84.2)
先生方は私たちの学習意欲や興味・関心を喚起するように、授業の進め方や教材を工夫している	74.7(77.8)
学校は高大連携などを通じて、私たちの学究的な意欲・関心を喚起し、学習意欲や進路選択の意識が高められるように努めている	90.6(94.0)

③ 保護者に対してのアンケート結果（11月実施）	肯定的な回答（％）
学校は子どもの学力向上のために、教材や教え方に様々な工夫をしている	70.4(82.8)
学校は高大連携などを通じて、子どもの学究的な意欲・関心を喚起し、学習意欲や進路選択の意識が高められるように努めている	91.7(96.4)

2-2 主なSSH事業におけるアンケート結果

① 京都大学特別講座	肯定的な回答（％）	
	前期 45名	後期 97名
あなたは京都大学特別授業を受講してよかったと思いますか	100	100
特別授業全体を通しての難易度はあなたにとって適切でしたか	93.3	93.8
学問のダイナミックさ、奥の深さを感じ取ることができましたか	100	100
特別授業は自分の進路を考える上で参考になりましたか	97.8	96.9
特別授業をうけたことがきっかけで、日常の学習意欲が増した*	80.0(84.4)	91.8
授業中や自分で学習している時に、今までより粘り強く考えるようになった*	62.2(64.4)	80.4
授業や人の話を聴いているときに、論理の組み立てを意識して聴くようになった*	73.3(77.8)	86.6
新聞やテレビ等で、自分の興味ある学問に関わる記事が気になるようになった*	82.2(88.9)	87.6
特別授業の内容に関連する分野の本などを読むようになった*	37.8(44.4)	51.5

②滋賀医科大学 基礎医学講座

	肯定的な回答(%) 37 名
あなたにとって本講座は、自分の目標に合致していましたか	100
本講座を通して、医学のダイナミックさ、奥の深さを感じ取ることができましたか	97.3
本講座は自分の進路を考える上で参考になりましたか	100
本講座を受けたことがきっかけで、日常の学習意欲が増した*	64.9(78.4)
授業中や自分で学習している時に、今までより粘り強く考えるようになった*	64.9(64.9)
授業や人の話を聴いているときに、論理の組み立てを意識して聴くようになった*	56.8(56.8)
新聞やテレビ等で、医学に関わる記事が気になるようになった*	81.1(89.2)
医学に関係ある分野の本などをより読むようになった*	48.6(51.4)

① 科学英語 事後アンケート

【1stステージ 科学用語】(32名)

	とても慣れた	まあまあ慣れた	かわらない	
講座を受講して、人前で英語を話すことに慣れましたか。	12.9%	72.2%	12.9%	
	自信がついた	かわらない	自信を失った	
講座を受講して、自分の英語の力に自信ができましたか。	61.3%	38.7%	0.0%	
講座を受講して、どんな力がついたと思いますか。（複数回答可）				
英語を話す力	英語を聞く力	英語を書く力	英語を読む力	何も
83.9%	71.0%	32.3%	25.8%	0.0%
講座の内容は、期待どおりでしたか。				
期待以上または期待通り	どちらかといえば期待通り	どちらかといえば期待はずれ	全く期待はずれ	
41.9%	58.1%	0.0%	0.0%	

【2ndステージ プレゼンテーション】(16名)

	とても慣れた	まあまあ慣れた	かわらない	
講座を受講して、人前で英語を話すことに慣れましたか。	20. 0%	80. 0%	0. 0%	
	自信がついた	かわらない	自信を失った	
講座を受講して、自分の英語の力に自信ができましたか。	86. 7%	13. 3%	0. 0%	
講座を受講して、どんな力がついたと思いますか。（複数回答可）				
英語を話す力	英語を聞く力	英語を書く力	英語を読む力	何も
100%	86. 7%	40. 0%	26. 7%	0. 0%
講座の内容は、期待どおりでしたか。				
期待以上または期待通り	どちらかといえば期待通り	どちらかといえば期待はずれ	全く期待はずれ	
46. 7%	33. 3%	13. 3%	6. 7%	

アンケート注意点

2-1 本校学校評価アンケートについて

1:そう思う 2:どちらかというと思う 3:どちらかというと思わない 4:思わない 5:わからない
肯定的な回答とは選択肢の1と2に該当するもの。()内の数値は、全回答から5(わからない)を除いて1と2が占める割合を算出した値。

2-2 主なSSH事業におけるアンケートについて

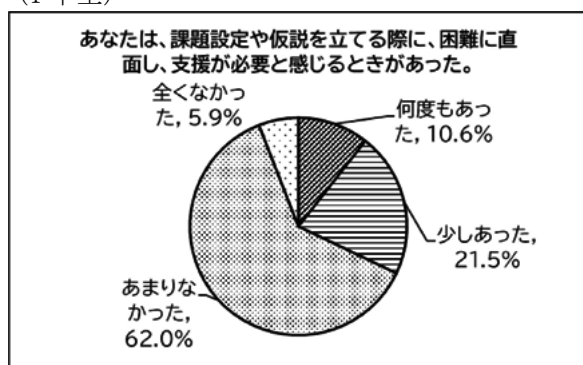
4:あてはまる 3:まああてはまる 2:あまりあてはまらない 1:あてはまらない
の4段階で行い、4と3の回答を肯定的な回答として、4と3を記した人数の割合を%で表した。

3. 「探究」関連資料

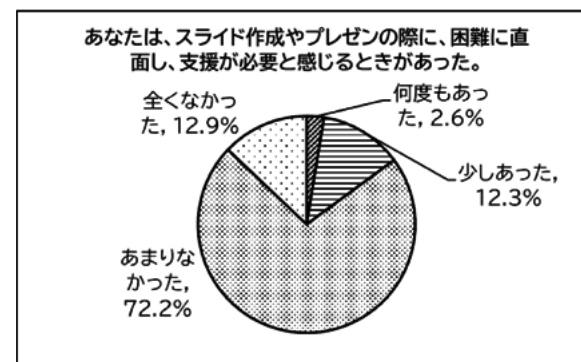
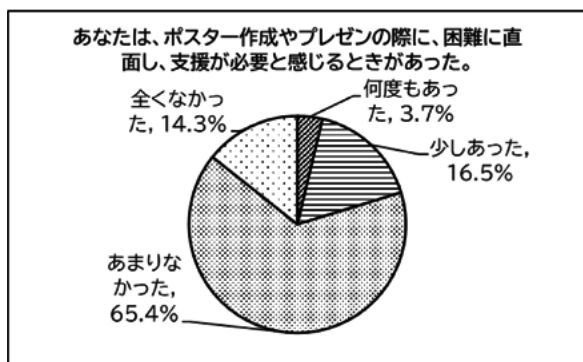
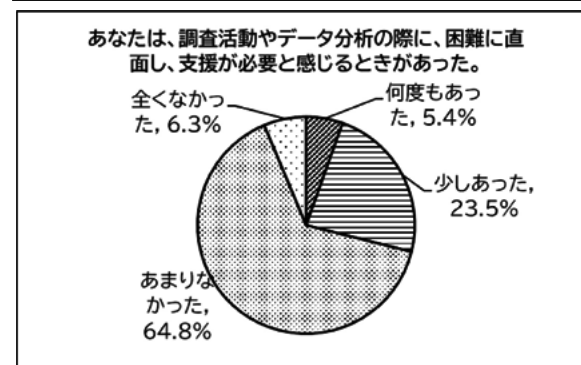
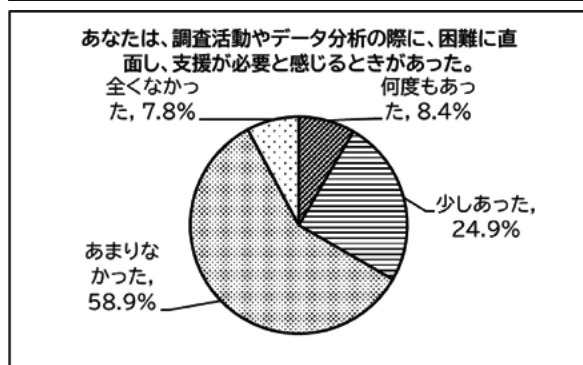
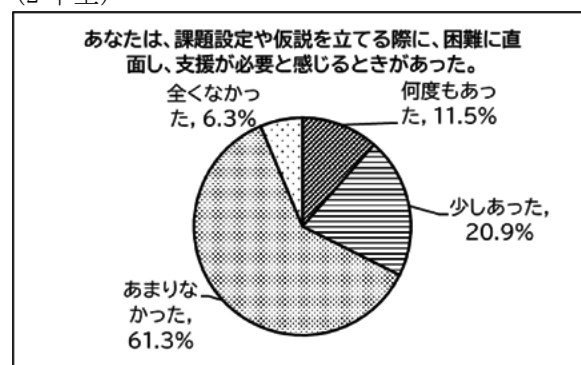
3-1 2020年度「探究」探究活動と発表会についてのアンケートより (2021年3月実施、Formsを使用)

(1年 n=321、2年 n=349)

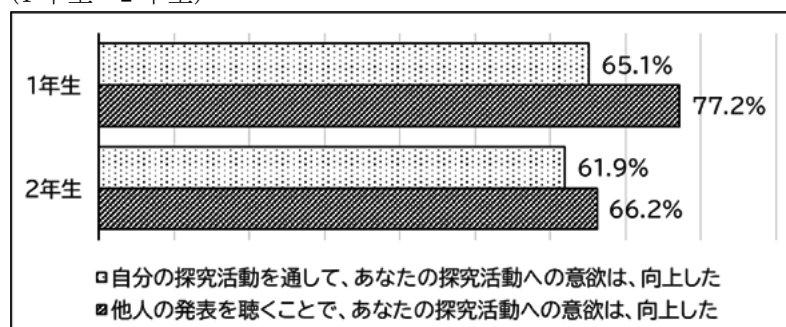
(1年生)



(2年生)



(1年生・2年生)



「夏休み前に質問会を実施しましたが、これについて自由に記述してください」 (自由記述、主なもの)

(1年生) 質問会をすることで、自分達の課題がよく分かり、とても役に立ちました。／課題を見つめ直すきっかけになった／自分の探究テーマに詳しい先生に、具体的にどのようなテーマにしたら探究に相応しいかをご指導いただいた。そのことで、自分の探究テーマの活動内容がより明確になった。／・・・

(2年生) 課題の解決法に悩んでいた時にどんな書籍を調べるといいかのアドバイスを貰えたため、それを最終発表まで指針とすることが出来た／実験方法について新しい視点で教えていただいたので、すごく意味のあるものになりました。／特に質問はなかったが、わからなかったら聞けるという安心感の下、探究活動に勤しむことができたのであってよかったと感じます。／・・・

3-2 2021年度「探究」2年生最終発表会のテーマ一覧(2022年1月25日(火)実施)

午前の部

A1		テーマ
8組	2班	チョコレートの成分とパウンドケーキの膨らみやすさ
6組	6班	マヨネーズを解凍しても分離させない方法
9組	5班	粉の成分から生地膨らみの原因を探る
8組	4班	麺が伸びるのを防ぐ方法
9組	2班	pHと腐りやすさとの関係から菌の増殖について探る

A2		テーマ
4組	4班	平衡感覚と外界の影響
4組	6班	明順応と視力の関係
6組	5班	目覚めをよくする
6組	8班	野球における「流れ」を解明する
9組	3班	記憶の出力における区切りの有効性

A3		テーマ
2組	7班	湖上交通拠点としての大津城
2組	4班	ジェンダー意識の変化とその原因
8組	5班	日本と外国の電子マネーの普及の違い
6組	7班	どのようなゆるキャラが愛されるのか
2組	3班	大型小売店の出店戦略
9組	4班	百貨店の立地と置いている商品の関係から需要の違いを探る

A4		テーマ
2組	2班	家庭でできる食品ロス対策
2組	5班	多孔質材料と水の浄化
4組	2班	琵琶湖の全層循環のメカニズム
4組	3班	レジ袋を紙袋に取りかえることで起こる問題
9組	8班	防風壁の空隙率・形状が与える空気の流れへの影響

A5		テーマ
2組	1班	家庭で作れる応急処置に最も適した冷却物
8組	1班	周りの条件による輪ゴムの切れやすさ
2組	6班	環境にやさしいマスク
6組	3班	水溶液と濃度による屈折率の変化
9組	1班	植物の乳液による生体防御の外来昆虫への有効性

A6		テーマ
4組	1班	シャープペンシルの耐久性
4組	7班	折れにくく消しやすい消しゴムの条件
8組	3班	より風力が大きいうちわの形状
6組	2班	各面の面積が異なるサイコロの確率
8組	7班	太陽から熱を集める方法
9組	7班	速く転がる球の条件

A7		テーマ
4組	5班	膳所高校における椅子の倒れる条件
6組	1班	水の跳ね方を調べる
8組	8班	風車の羽と回転の関係について
8組	6班	空気砲で人を飛ばす方法
6組	4班	ブルーギルに飲み込まれにくい釣り針の検証
9組	6班	糸電話で音が伝わりやすくなる糸の条件の特定

午後の部

P1		テーマ
7組	4班	溶けにくい氷を作る方法
5組	7班	カッテージチーズと温度の関係
5組	1班	リンゴの変色とビタミンCの濃度の関係
5組	5班	バナナの日焼けについて
1組	4班	チョコを溶けにくくする方法

P2		テーマ
1組	2班	恋愛ソングと男女関係の変遷
1組	5班	新語・流行語と社会情勢の関係性
3組	8班	組分けじゃんけんの掛け声の区分
3組	3班	日本の同性婚に関する一提案
3組	5班	マンガにおけるジェスチャーとその傾向

P3		テーマ
1組	3班	源氏物語からみる現代との恋愛観の違い
1組	6班	家庭の古紙回収率を向上させるには
3組	2班	ふるさと納税から見る滋賀県の活性化
3組	4班	災害に対する行政の仕組みから個人が取るべき行動を考える
1組	7班	ごみの分別とリサイクル率の関係
3組	7班	邦楽のクリスマスソングに見る時代の変化

P4		テーマ
3組	6班	自然災害に関する危機探知
5組	4班	効率の良い換気
7組	2班	クロヤマアリの学習能力
7組	3班	バナナの皮の状態による肥料としての効果の違い
7組	5班	水草による浄化作用

P5		テーマ
3組	1班	廃チヨークと卵殻の有効利用
1組	1班	洗濯機だけでいかに簡単に色移りを防げるか
5組	2班	ポケット内の汚れの広がり方
7組	8班	チヨークの再生方法
5組	8班	洗濯で汚れをとるのに有効な物質

P6		テーマ
5組	3班	ウォータークラウンと液体の関係
5組	6班	こんにゃくと物理的現象
7組	1班	滑空に適した傘の形状
7組	7班	輪ゴムの耐久性
7組	6班	身近な食材のダイラタンシー現象を探る

4. 「探究型学力の評価」

4-1 普通科「探究」のルーブリック

(1 年生)

	D	C	B	A	S
課題設定能力	探究活動に十分に参加できなかったレベル	探究活動の質について改善を要するレベル	探究活動の質について満足できるレベル	探究活動の質について十分満足できるレベル	探究活動の質について特筆すべき成果をあげたレベル
問題解決能力	自分の興味や関心から問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけようと努力している。	自分の興味や関心に基づいた問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を参照したうえで、研究の意義を自分なりに考え、具体的な問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を参照したうえで、研究の意義を自分なりに考え、具体的な問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を十分に踏まえたうえで、独創的な切り口で現象をとらえ、学問的(社会的)価値を考えたテーマを検証可能な仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。
ディスカッション・プレゼンテーション能力	グラフ等を用いてポスターを作成する能力を身につけ始めている。 発表の際に受けた質問を聞き、対応しようと努力している。	グラフ等を用いてポスターを作成し、研究の流れを意識しながら伝える能力を身につけている。	グラフ等を用いてポスターを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を身につけている。	適切なグラフ等を用いて分かりやすいポスターを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を身につけている。	適切なグラフ等を用いて分かりやすいポスターを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を身につけている。 発表の際に受けた質問に適切に受け答えする能力を身につけている。

(2 年生)

	D	C	B	A	S
課題設定能力	探究活動に十分に参加できなかったレベル	探究活動の質について改善を要するレベル	探究活動の質について満足できるレベル	探究活動の質について十分満足できるレベル	探究活動の質について特筆すべき成果をあげたレベル
問題解決能力	自分の興味や関心から問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけようと努力している。	自分の興味や関心に基づいた問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を参照したうえで、研究の意義を自分なりに考え、具体的な問いをつくり、仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を十分に踏まえたうえで、独創的な切り口で現象をとらえ、学問的(社会的)価値を考えたテーマを検証可能な仮説を立てて課題設定する能力を身につけている。	過去の研究成果を十分に踏まえたうえで、独創的な切り口で現象をとらえ、学問的(社会的)価値を考えたテーマを検証可能な仮説を立てて課題設定する能力を、十分に身につけている。
ディスカッション・プレゼンテーション能力	グラフ等を用いてスライドを作成する能力を身につけ始めている。 発表の際に受けた質問を聞き、対応しようと努力している。 科学論文の形式を意識して論述しようと努力している。	グラフ等を用いてスライドを作成し、研究の流れを意識しながら伝える能力を身につけている。 発表の際に受けた質問に受け答えする能力を身につけ始めている。 科学論文の形式を意識して論述しようと努力している。	グラフ等を用いてスライドを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を身につけている。 発表の際に受けた質問に受け答えする能力を概ね身につけている。 科学論文の形式を意識して論述する能力を身につけている。	適切なグラフ等を用いて分かりやすいスライドを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を身につけている。 発表の際に受けた質問に適切に受け答えする能力を身につけている。 科学論文の形式に則って論述する能力を身につけている。	適切なグラフ等を用いて分かりやすいスライドを作成し、研究内容を論理的に伝え、議論する能力を十分に身につけている。 発表の際に受けた質問に適切に受け答えするだけでなく、そこから自分の研究を発展させる能力を身につけている。 科学論文の形式に則って論述する能力を十分に身につけている。

(3 年生)

	D	C	B	A	S
アカデミックライティングの技法	科学論文の形式を意識して論述しようと努力している。	科学論文の形式を意識して論述する能力を身につけている。	科学論文の形式に則って論述する能力を身につけている。	科学論文の形式に則って論述する能力を身につけている。	科学論文の形式に則って論述する能力を十分に身につけている。
論旨の明確さ	論理的な文章を記述しようと努力している。	論理的な文章を記述する力を習得している。	論理的な文章を記述する力を習得している。	論理的な文章を記述する力を習得している。	論旨が明解で論理的な文章を記述する力を習得している。

4-2 理数科 課題研究ルーブリック

①評価の方法

到達目標に対してどの程度到達できているかを数値で評価する。教員だけでなく、生徒にも目標を示し、到達目標を意識させるようにした。この基準を用いて、レポートのポートフォリオや実験ノートの評価するとともに、口頭発表やポスター発表をパフォーマンス評価した。

②成果と課題

ルーブリック（下記・関連資料参照）を課題研究の担当者や生徒に示すことで、課題研究の全体像を見据えた指導や取組が明確になった。またこれらを基に、各発表会の審査用紙を作った。「テーマの独創性」「発表に矛盾がないか」「質問を的確に理解し回答しているか」さらに、数学の研究では問題解決能力に「証明方法・発想」というキーワードを取り入れ、「仮説」を設定していない研究には、その代わり研究の「動機・目的」を新たに追加し、審査用紙を作成した。発表後、得られた値は、おおむね妥当なものであった。さらに、4年前から班員内の生徒による自己評価、他己評価を実施し、総合的な多面評価として評価項目に入れている。生徒自身が評価することで課題研究への取組が改善され、さらなる能動的な研究に繋がっている。標準ルーブリックについては指導方略が追加され、生徒が次のレベルに至る指導方法が明確になった。これらの取組は滋賀県総合教育センター等を通じ、県内の高校へと発信普及されている。今後、一連の課題研究の取組については令和4年度から実施される理数探究、理数探究基礎のモデルとして全国へ発信、普及に努めたい。

表 令和3年度 膳所高等学校理数科 課題研究 ルーブリック

目標	項目	A	B	C
協同課題設定能力	様々な現象に疑問・問題意識をもち、課題を見付け出す	興味・疑問をもったことについてよく考え、検証可能な現象を取り出し、適切な課題を設定することができる	興味・疑問をもったことについてよく考えているが、検証可能な現象をうまく取り出し切れていない	過去の課題研究や文献で扱われている現象を自分の課題とする
	文献やデータベースの調査ができる	過去の課題研究や文献、HPだけでなく、個人の論文まで調べている	過去の課題研究だけでなく、文献、HPを調べている	主に過去の課題研究のみを利用している
	仮説を考える。研究方法を考える。	なぜそうなるのか、予備調査の結果も踏まえて、理論的に深く考えて仮説をたて、検証方法を考えている	自分で仮説をたてているが、あまり論理的ではない	過去の課題研究で使われていた仮説を利用している
問題解決能力	実験を計画する。実験装置や実験条件を考えられる。	適切でオリジナルな実験装置、方法を考え、論理的に適切な実験条件で実験できる	実験装置、方法に工夫をして改良し、適切な実験条件で実験できる	過去の課題研究で使われていた実験装置、方法を用い、実験条件だけを変えている
	実験・観察の手法に習熟している。	実験装置の扱い、観察方法に習熟し、正確な測定、観察方法で正確な数値、観察結果が得られる	実験装置の扱い、観察方法が適切で、測定、観察結果が正確に得られている	実験装置の扱い、観察方法を覚えているが、なぜそうになっているかの理解が弱い
	実験結果を考察し分析する。	得られたデータを適切なグラフ、表を用いて表し、そこから言えることを正しく読み取り考察できる	得られたデータをグラフ、表を用いて表し、そこから言えることを読み取り考察できる	得られたデータをグラフ、表を用いて表し、考察できるが、言えないことまでも読み取れたように誤解している
	論理的に考え、結論をまとめる	考察から、言えることを整理し、研究全体を論理的に矛盾なく結論へ導くことができる	考察から、言えることを整理し、論理的に結論へ導くことができる	考察し、考えられることを整理し、結論を導くことができる
プレゼンテーション・コミュニケーション能力	プレゼンテーションの技能（班単位）	スライドを指し、聴衆を見て、原稿を見ずに大きな声で発表できる	スライドを指し、聴衆を見ることを意識しているが、しばしば原稿を見てしまう	ほとんど原稿を見ての発表である
	スライドのわかりやすさ（班単位）	適切で見やすいグラフ、表があり、全体の流れがわかりやすく、枚数も適切なスライドが作成出来ている	グラフ、表は適切であるが、文字のスライドが多いなど、枚数が多く、流れがつかみにくい	グラフ、表はかけているが、文字のスライドが多く、全体として意味がつかみにくい
	要旨（班単位）	簡潔で、全体の流れが論理的にわかりやすい要旨である	全体の流れがわかり、研究の内容が理解できる	全体の流れが整理されておらず、研究の内容は理解できるが、読みづらい
	論文（班単位）	研究の背景がわかり、実験装置や観察手法が正確に記述され、得られたデータから適切に考察し、論理的に矛盾なく結論できている	研究の背景にもふれ、実験装置や観察手法が正確に記述され、得られたデータを考察し、論理的に結論できている	研究の背景や、実験装置や観察手法が記述され、得られたデータを考察し、結論できている

4-3 科学的探究に関する標準ルーブリック

SSH 連絡会主催「探究型学力高大接続シンポジウム」(2019年7月28日, <https://sites.google.com/view/sshsympo/>)

資料2. 科学的探究に関する標準ルーブリックと指導方略

観点(上段)→ 本質的な問い (下段)→ 基準(上段) 微候(下段)↓	課題の設定		調査計画の立案と実施	情報収集と情報の評価	結果からの考察
	研究の意義づけ 研究の意義とはなにか?	課題の具体化 よい研究課題とはなにか?	よい調査計画とはなにか?	情報をどう解釈できるだろうか?	どうすれば妥当な考察 ができるだろうか?
	子どもたちの到達点を判断する主な評価資料: 実験ノート(振り返りノート)・ポートフォリオ・検討会でのやりとり・行動観察・論文・ポスター 等				
5 基準 課題研究の質が特別 優れているレベル	自分の研究課題の学術的 価値や社会的価値、既存の 前提を問う問いを設定して いる	妥当な評価が可能な目標や、環 境的な制約の中で実行可能で 検証可能な問いや仮説を立て ている	実践から教訓を引き出し、必要 な情報や手続きを身につけて、次 の計画に活かせる	情報(実験・観測データ等)を目 的に応じて適切に評価をした上 で、考察に向けた示唆を与える 形で解釈している	得られた結論から、より 発展的な課題を見いだ し、次の探究のプロセス が見据えられている
微候 一連の探究の手続き を理解し、省察をし ながら次の段階を視 野に入れて探究活動 を行っている	○自分の研究課題が社会や 学問の進展に寄与するも のであることを口頭または 文章において説明できる ○研究課題に関連する先行 研究との違いが明確にさ れている	○取りうる手段を踏まえ、実際に 評価可能や検証可能な 仮説を立てられている ○身近な物・実験材料などに注目 し、検証可能な課題を設定した ○先行研究がある場合、それらと 比較できるような課題を設定 できている	○現状で知識・技術不足があったと きに、自ら情報を収集し、習得し ようとする ○実験の都度、自分で振り返りを し、目的に応じて、計画を修正す る	○データを厳密に分析し次の研究 への発展または大きな発見の結 論に至っている ○実験の失敗などから修正点を見 だし実験デザインを直す ○別アプローチで得られた考察の 妥当性を確かめようとしている	○自分が進めてきた探究 の手法や考え方を振り返 り、発展的な新たな課 題を見いだしたり、その 解決に向けたアプ ロッチを考案したりして いる
指導 方略	「大きな目標のうち、今回の 研究ではどこまでできた の?」と問う	・検証方法について、身近なもの を使うように助言する			・多面的に考察し、発展 的な課題に対する研究 プロセスを考案するよう 促す
4 基準 課題研究の質が十分 に満足できるレベル	自分の研究課題の学術的・ 社会的価値に触れて問い の意義を説明している	評価が可能な目標や検証可能 な問いや仮説を立てている	先行研究等を踏まえ、妥当性の ある方法を多角的・多面的に判断し、 計画に取り入れる	情報(実験・観測データ等)を先 行研究や既存の前提(概念枠組 み・パラダイム等)を用いて合理的 に解釈している	論理的な考察ができて おり、得られた結論の妥 当性の評価がなされて いる
微候 探究の手続きや一連 の流れを理解しつ つ、自分の活動を評 価しながら探究活動 を行っている	○研究課題に関連する先行 研究が紹介されている ○自分の研究課題が社会や 学問においてどのような 位置づけにあるか当該分 野の話題を取り上げている △最終目標と、実現可能な 手段とのように区別し 合わせるべきか悩んでいる	○目標や仮説を、曖昧な言葉や草 語を用いずに表現できている ○必要な定義がなされている ○厳密な仮説を立てている ○評価可能な目標や検証可能な 仮説を立てている ○数多くの実験をした上でそれ を踏まえた仮説を立てている △環境的な制約等を念頭に問い や仮説を設定することはでき ない	○先行研究や既存の理論を参考 しつつ、調査方法の妥当性を評価 しつつ、選択できている ○課題解決に必要な条件・精度・具 体性を意識した計画が立てられ る ○既存の複数の方法を評価し、自分 の研究に合った方法を選択した ○既に得られている各種データと、 自らの予想に整合性があること を確認している △考察等をふまえて、発展的な研究 に至るプロセスを提案すること ができる	○データの提示と解釈が正確に行 われている ○有効数字、測定・系統誤差の評 価・再現性の検討ができている ○自分が選択した方法や測定法の 精度を意識している △実験と理論式が結びついてい ない △理論式への代入に終始してい る	○先行研究や既存の理論 との比較の結果、進め てきた探究をふりかえり、 評価(仮説の採択、棄却 や方法の不備等)し、次 の課題を見出している。 ○考察から新たな問題を 解決するための気づき がなされている △課題は見つけられてい るが、発展的な研究の プロセスまでは考えられ ない
指導 方略	・先行研究を意識して、自分 たちの研究の意義を説明 させる ・対象の性質から導き出さ れることなかで、社会的 に価値がありそうなこと を見つけてさせる	・操作上の定義について問う ・身近なもので検証可能なもの を調べさせる	・予想通りなら、どういことが起 こるか、それを確認するには、何 を教えたり、観察したりすればい いか問う	・先行研究や領域(周辺領域)で の論文との整合性を求めるよう に指導する	・「考えうる原因は? 本論 に差があるといえるの か?」と問いかけ、先行 研究の解釈について討 論させる
3 基準 課題研究の質が満足 できるレベル	他者に自分の研究課題の 意義を説明できる	研究の目標を踏まえて、問いや 仮説を設定できている	目的を明確にした計画を立て、見 通しをもって計画となっている	情報(実験・観測データ等)を目 的に合わせてまとめている	論理的な考察がされて いる
微候 個々の探究の手続き を理解して探究活動 を行っている	○どのような社会的課題・ 学術的課題を解決しよう とする研究であるかとい うことが表現されている ○自分自身の研究内容を表 現している ○社会的課題を解決しよう としている △考察の方向と研究課題の 方向が一致していない △個々の課題をこなすこと に終止している	○曖昧な語を含んでいるものの、 研究を通じて明らかにし たいことを目標や仮説といった形 で表現できている ○仮説は立てられている △検証可能な仮説や問いはな い	○使用できる材料・機器・締め切 りなどを考慮できる ○具体的な手法が記載できる ○実験系の作り方を検討している ○目的にあった装置を作る必要 性に基づいて △どうすれば正確な検証が できるかわからない △立式・パラダイム等の意味を 実際の操作と結びつけて捉えて いない △何をjもって期待した結果が得 られたと評価できるのかわら ない	○実験・観測の条件などによ ってデータの整理ができている ○データから、一定の合理的な考 察に結びつけている ○研究における定義について考 えはじめている ○データの見ながら、どこに着目 すべきかを見つけている ○実験方法の記録をとっている ○再現性よく、比較的確率の おさえられたデータを得てい る △グラフ化できても解釈に困 る	○結果から事実に基づく 論理的思考ができてい る(正しい結果が間違 った結果かは問わない) ○データをしっかりとま とめられた △対照実験で差が出た原 因の特定をすることが できない △先行研究の実験内容 との比較に留まっている
指導 方略	・思いつパラメータを挙 げさせ、どこに注目すべ きかを考えさせる ・実験の制御方法などを考 えさせる ・人のやっていないこと をさせる	・対象について知識を得させる ・高校で検証できること(イン フラ、安全面)を考慮させる ・先行研究を調べてみて人の やっていないところをさがす ように指示する	・実際にやることを想定して実験 計画を考えさせる	・自分で条件を決めてデータをと ろうと指示する ・他の条件をそろえるように指導 (例:写真とって、同じ実験装 置を再現するなど)する ・実験の再現性とデータのバラツ キの低減が必要と指摘する	・自分のデータの解釈に ついて討論をさせた
2 基準 課題研究の質がやや 改善を要するレベル	自分の研究に漠然とした 意義づけができている	問いを立てることができている	作業としての計画が立てられ、実 施している	入手した情報(実験・観測データ 等)を示している	論理的な考察が不十分 である
微候 個々の探究の手続き を理解して探究活動 を行っている	○自分の興味や関心に基づ いた問いを立てられている ○防災や環境問題とい った、問題意識から課題 を設定しようとしている △問いから探究すべき方向 が導かれない	○自分自身の疑問や、知りたい ことを表現できている ○対象に関して、自分自身で問 いを立て、目的を定めら れる △抽象的な問いを持てたが、ど うアプローチしてよいかわか らないほど曖昧な問いである △問いが曖昧で具体的に何を したいかわからない	○調査の手順を明確にしている ○研究手法と手続きを示している ○実施しやすい条件での実験・ シミュレーションができる ○着目するパラメータを決める △着目するパラメータ以外が制 御できていない △やりたいことはあるが、先行き 不透明な状況	○記録にとどまり、合理的なま とめができていない ○複数のデータを得ている ○データがとれるようになった △サンプリングの条件が揃って いない △データの「特徴とは何か」でめ めることがある △信用性のあるデータがない	○結果について考察して いるが、多面的でない ○根拠が不十分である ○結果から読みとれて いない複雑な考察がな されていない △解釈されたデータを考 えてどう扱うのか分 からない
指導 方略	・生徒を見守る(待つ) ・生徒同士を話し合わせる ことで共通の興味を引き 出す ・研究者の話を聞かせる	・趣味や部活動の話を聞く ・子供の頃の疑問を聞く ・どんな疑問でもいいのでで きだけ多く書き出させる	・実験内容を口頭で説明させ、教 員が不明瞭な点を質問する ・「先行研究を調べてみよう。それ を読み進めるために必要な知 識も調べよう」と声掛けす ・まずはやってみさせる	・みんな同じ特徴をもっているの か問いつける ・実験道具の使用レベルから の指導(デスターのつなぎ方等)	・なぜ上手くいったのか 問いつける
1 基準 課題研究の質が大幅 な改善を要するレ ベル	自分自身で研究の意義を 見出せない	問いを出せない	抽象的な計画にとどまり、実施が 困難である	入手した情報(実験・観測データ 等)をまとめている	論理的な考察ができて いない
微候 探究の手続きがわか らず、探究を進め られない	○自分自身の研究が、自分 自身の興味と離れている △研究分野は決まったが自分 自身が問題意識をも っていない	○自分自身の疑問や知りたい ことが何なのか表現されて いない △何を対象として良いかわ からない	○実際の行動手順が見えない描 画的な語を多く含む計画を立て る ○すでに知っている手法を利用 して計画を立てている ○最低限の道具を用意し、実験 に力を入れる △行動手順が見えていない	○定量的なデータを得られるに 関わらず、定性的なデータしか とれていない △サンプルを一つしかとら ない △特徴をみだに数え、一般化 できない △実験操作の基礎的な手 法を理解していない	○結果と考察が分離でき ず、結果のみとなる ○予想通りの結果が得 られていない場合に、「失 敗した」で終わる △試しやったら(予備実 験)上手くいったもの の、それで満足する

4-4 数学的探究に関する標準ルーブリック

探究型学力高大接続シンポジウム（2019年7月28日、SSH 連携会）2020年5月29日改訂

資料、数学的探究に関する標準ルーブリック

観点(1段階)→ 本質的な問い (下段)→ 基準(上段) 後段(下段)↓	問の設定の妥当性・ 独創性	情報収集と議論		証明方法の方針の立案と実施	証明の論理性・独創性
		(先行研究あり)	(先行研究なし)		
	よい学問的な問いとは何か？	どこまでが既知でどこからが未知なのか？		証明の核はなにかな？	
	子どもたちの到達点を判断する主な評価資料： 実験ノート（振り返りノート）・ポートフォリオ・検討会でのやりとり・行動観察・論文・ポスター 等				
5 基準 課題研究の質が特別 優れているレベル	専門を納得させる研究の 価値（個人の価値を超えた もの）を説明できる。 見通しがあり、検証できる 絞り込みが問いを立てて られている。	先行研究を理解し、活用する ことで新たな発見を生み出し、大 きな発見に繋がった。 （議論が十分に生まれ、創造 的な発見につながっている。）	熟慮させた研究内容から新たな知 見を生み出し大きな発見に繋が った。 （議論が十分に生まれ、創造 的な発見につながっている。）	証明の取組から必要な知識や手 法を自ら発見し、証明に活か せる。	論理的な証明ができておりかつ 独創的な発想で証明でき ている。
指標 一連の探究の手続きを 理解し、省察をしな がら次の探究を計画 し入れて探究活動 を行っている	○探究結果が社会や学問の 進展に資するものである。 ○研究の予設や経験、これ までの研究成果を踏まえ て再可成な問いを立て られている。 ・検証可能な学術的価値や 社会的価値のある研究で あるかを説明させる。	○先行研究と関連した研究があればその研究との比較、新規性について 常に考えさせ議論させる。 ○先行研究がないことを明らかにし、自分（たち）で考えた研究内容 を分析し発展させ、大きな発見に至 っている（議論している）。	○先行研究がないことを明らかにし、自分（たち）で考えた研究内容 を分析し発展させ、大きな発見に至 っている（議論している）。	○現状で知識や理解不足があった とき、自ら情報を収集し、自らの アイデアで証明できている。 ○取組のなかでこれまでの内容を 振り返り計画に前向きを立てて 証明に至っている。	○示された証明から、前 への法と効果のある新 しい価値への提案が できている。 ・先行研究と比較した うえで、証明の独創性 について説き及ぼさ せる。 ・証明した（定型）内容が 他の資料とどのような 関連し新しい価値を見 出しているかを説明さ せる。 ・有識者による査読
指導 方略					
4 基準 課題研究の質が十分 に満足できるレベル	他者に研究の価値を説明 し立てる。見通しのある問い を立てられる。 研究の動機・目的が明確で ある。	先行研究を調べ、その内容を理 解し、自らの研究に発展的に活 かしている。 議論がよくなされている。	自分（たち）で考え研究を進展さ せている。 議論がよくなされている。	目的を明確にした方針を立て、見 通しをもって証明を計画にデザ インできる。	論理的な証明ができてい る。
指標 探究の手続きや一連 の流れを理解し、つ ぎの探究を計画し ながら探究活動 を行っている	○自分の研究課題が社会や 学問に進展に資する ものかを考える。 ○自分の知識や経験をもと に再可成な問いを立て られている。 ・研究テーマの意義と価値 を説明させる。	○先行研究の内容を理解しこの 内容を目標に活用すること で自らの研究を進展させてい る。 （議論ができており、研究内容 がさらに広げられた。）	○先行研究がないことを明らかに し、自分（たち）で考えた研究内 容を分析し発展させてい る。 議論している。	○証明するために必要な前提や事 実を、道筋をつけて考えている。 ・証明に必要なとらえられ るすべての 事項を整理させる	○結論へと至る論理的な 思考がよくなされてい る。 ○（先行研究や他者の理 論との比較がなされて いる）
指導 方略					
3 基準 課題研究の質が満足 できるレベル	研究の価値を個人レベル で理解している。 研究の動機・目的が明確で ある。	先行研究を調べ、その内容を理 解し、研究に活かしている。 議論ができています。	先行研究がないことを明らかに し、自分（たち）で考え研究を行 っている。議論ができています。	証明の不足な点に自ら気づき、 証明方法を変更できる。	証明に論理的な飛躍があ る。
指標 個々の探究の手続き を理解し、探究活動 を行っている	○自分の研究課題の意義に 自覚的である。 ○問いが具体的である。（研 究の目的・動機がはっきり 示されている。） ・研究テーマから社会的 価値が見出せるかを考 えさせる（議論させる） ・新規性のある問いを 提示させる。 ・研究の目的・動機を 振り返らせる。	○先行研究を調べ、その内容を 理解し、研究に活かしている。 （議論ができており、研究内 容に深まりがある。） ・先行研究とその関連内 容について理解を求 める。 ・先行研究を調べて新規性 があるかを調べるよう に指示する。 ・学術的や学術論文を 読むように指示する	○先行研究がないことを明らかに し、自分（たち）で考え研究を行 う活動の道筋がわかる。 ○立 会 会 書 館、CINII、 Google Scholar などの利用 ・教員、研究者に 尋ねさせる	○自ら証明方法の誤りに気づき改 善に取り組んでいる。 ・証明方法を説明する、不明な点を 質問する。 ・証明に必要なすべてのプロセス を把握させる。 ・証明の大きな道筋を考 えさせる	○結論へと至る論理的な 思考ができています。
指導 方略					
2 基準 課題研究の質がやや 改善を要するレベル	研究の価値は十分に理解 していないが、問いを立て ることができている。	先行研究を調べるとどまっ ている。 （議論が不十分である。）		証明の方針は立てているが、証明方法が不十分なまま取り組 んでいる。	
指標 個々の探究の手続き を意識して探究活動 を行っている	○自分の興味や関心に基づ いた進取の問いを立て られた。 ○具体的問いにどう結果が 得られるか、その問いに 答えることにならな い。 ○研究の目的・動機が示 されていない。 ・生徒を促す（待つ） ・生徒同士で話し合 うことで共通の興味を 引き出す ・どんな疑問でもいい のでできるだけ書き あげさせる ・研究者の話を聞か せる	○先行研究を調べた。 ○先行研究と関 連が見えていない。 （話し合いはできているがそのこと で、内容に深まりが見られない。） ・興味のある内容で文 献や論文を調べさ せる。 ・発表会や発表の研 究からヒントを見 つけさせる ・社会性、話題性 のあるものからキ ーワードを探さ せる		○証明の道筋を十分に考 えていない。 △このことが示され ば良いという確信が ない。 △結論へと至る論 理が、根拠がなく不 十分である。	
指導 方略					
1 基準 課題研究の質が大幅 な改善を要するレ ベル	問いを出せない	先行研究を調べていない。 （議論ができていない。）			
指標 探究の手続きがわか らず、探究を進め られない	○単なるレベルのテーマがあ る。 △問いの対象として良 いかわからない。 △何をしようかわか らない。 △抽象的。 △したいことがない。 △調べる対象が広 すぎる。	△探究の手続きがと れていない。 （議論ができていない ので単なる問いとな っている。）			

4－5 2年理数科課題研究テーマ 1年普通科「探究」テーマ抜粋

班	テ ー マ
1 班	真正粘菌の外部記憶因子について The External Memory Factor of True Slime Molds
2 班	ヤマトシロアリの共喰い行動について Cannibalistic Behavior of Reticulitermes Speratus
3 班	ゼラチンを用いた電池の半固体化について Semi-solidification of Batteries Using Gelatin
4 班	金属粉末を用いた NO_3^- 還元的最適化 Optimization of NO_3^- Reduction Using Metal Powder
5 班	酸化チタン(IV)の光分解を用いた、水の電気分解の効率化 Improving the Efficiency of Water Electrolysis Using Photolysis of Titanium Dioxide (IV)
6 班	障害物が水流に与える影響 Effect of Obstructions on Water Flow
7 班	有孔ボードの水中移動時の揺動について Rocking of the Perforated Board When Moving in Water
8 班	回転系における独楽の回転 Rotation of Spinning Tops in a Rotating System
9 班	石の回転が水切りに及ぼす影響 The Effect of Rotation of a Stone on Stone Skipping
10 班	円分多項式の最小性に基いた一般化 Generalization of Cyclotomic Polynomials Based on Its Minimality

1 年普通科探究テーマ	
予告じゃんけんによる勝率	近年のドラマの移り変わり
時代背景と流行したテレビ番組の関連性	紙飛行機における弾道型と飛行型の長距離飛行の条件の違い
ニホントカゲとヒガシニホントカゲの分布とその詳細	紙飛行機の折り方における性質
昆虫食とは何か	パンにおける小麦粉の絶対性
きのこの山 vs たけのこの里	恋愛ドラマと社会の風潮の関係
長持ちするシャボン玉を作る方法	建築技術を使ったマシュマロチャレンジ
最も頑丈な橋の構造	最もよく飛ぶ竹とんぼとは
花火の着火時間について	売れる漫画大予想
文房具と環境問題	人間が起きる最適な方法
液だれする場合としない場合の違い	コロナ禍における日経平均株価の変動について
色と暗記の関係	黄金比は本当に美しいのか
視覚・嗅覚と味覚の関係について	世界の幸福度ランキングと各国の社会情勢の関係
地震に強い構造とは	近年のヒット曲の歌詞の特徴
洗濯物の効率的な乾かし方	様々な刺激による植物への影響
色の好みと年齢、ジェンダー意識の関係	琵琶湖の水を本当に止めたらどうなるのか
ち水の効果を最大限得る方法	テープによる粘着力の違い
水溶液の濃度変化に伴う氷の融解速度の変化	本屋の工夫がもたらす人の購買意欲への影響
紙飛行機の飛距離と角度の関係性	日本における男女の社会進出に関する法改正
音楽のテンポと体感時間・心拍数	味の認識
パン屋の構造	割れにくいシャボン玉を作ろう
色彩認識と記憶量の変化	無人レジが従業員の方に与える影響について
記憶力とそれを取り巻く環境との関係	運動と記憶の関係について
ホットケーキの材料によるふくらみの変化	消しゴムの消しやすさと紙の種類の関係性

5. 運営指導委員会の記録

第1回 運営指導委員会

期 日 令和3年6月29日(火) 9:00~11:30 会 場 膳所高等学校

内 容 (○は運営指導委員の意見 ⇒は本校教員からの回答など)

①膳所STEAM教育(新たな価値の創造)プログラムの開発について

⇒膳所STEAM教育(新たな価値の創造)では、エンジニアリングやアートの部分に注目し、ものづくりの観点などから新たな価値創造につなげていけるような教育モデルを模索しています。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

○一つの姿として、ものづくりって、アウトプットとしての結果が何かものに残るという意味では良いと思います。アートかもしれないしプログラムかもしれないし機械かもしれないし、何か一つ手を使って動かしてみる、作ってみるというのは、あってもいいかなと思います。我々の工学分野に来る学生さんで、何かを作り上げた事がある人は強いです。現実感があるというか。そういう側面があってもいいと思います。

○何がSTEAM教育か、STEAM教育の先進事例は何だと探しても雲を掴むようなものなので、膳所高校が、何をしたいのか、どんな人材を育成したいのかをしっかりとイメージし、それが既存の教科からはみ出るのであれば、それが膳所STEAM教育ですと言ひ換えることが出来ると思います。自由に何をしたいのか議論することが重要なのではないかと感じています。

○膳所高校がコラボレーションする京都芸術大学は「多様型鑑賞法」という手法を持っているんです。それってサイエンスの観察とすごく似ていて、じっくり見て細かいことに気付いたり、その気付いたことはどういう現象なのかということをディスカッションするんですが、観察と鑑賞が似ているとか、サイエンスとアートの本質にせまるような所でコラボしているというか、写真一枚撮って、「これサイエンスとアートがコラボしているね」とか以上の所で、内なる所でちゃんとコラボしているというものが残るようにしたらより良いのかなと思いました。

○できるだけ新鮮なことにいっぱい触れる機会を作っていく事が大事だと思います。何でも良いのですが、こういう事をやってみたいとか、こういうものに興味があるとか、一見他人にはくだらないことに見えても良いので、何かのモチベーションを持っている生徒を増やしてほしいと思います。

②普通科探究の取組について

⇒テキストは毎年リニューアルしています。また、ループリックの見直しや生徒同士の学び合いの取組を増やすことを考えています。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

○膳所高校が探究のさせ方についての探究を深めているなと思いました。探究のさせ方って全国的に模索しているところで、ずいぶんノウハウが溜まってきているなと感想をもちました。

○生徒間のコミュニケーションを先生方は大事にしようとしているところなので、生徒さんもそれを大事にしようとしているのか、こういう風にしたら良いのか、より良いやり方を生徒さんの方がアイデアを持っているかもしれません。特にこのコロナ禍なので、コロナ禍における生徒さんのコミュニケーションを円滑するやり方については、生徒さんの方が詳しいかもしれません。

第2回 運営指導委員会

期 日 令和3年11月26日(金) 9:00~11:00 会 場 膳所高等学校

内 容 (○は運営指導委員の意見 ⇒は本校教員からの回答など)

①普通科探究の取組について

⇒2年生については、昨年度コロナの影響でグループ研究に馴染めていないため、質問会を7月に実施し、色々考える機会をつくった。また、テーマ発表会については2回行った。普通科探究でのグループ研究の取組について、ご意見をお伺いしたい。

○私が大学に入ったばかりの時に先生に言われた言葉が、「問題設定が出来た時点で研究は終わったのも同然」というものです。良い問題設定が出来れば研究は半分終わったのも同然だと。これは多分、こんがらがった問題を何か解決できるかもしれない、という所まで落とし込むのが大事なんです。だからこの質問会って本当に大切で、生徒さんはこんがらがっているから質問会に来るんですよ。それを上手く解決できるかもしれない姿にして、かつ一般性があるものに落とし込んであげるといことや、そういう方向に導いてあげることが非常に大事だと思います。この質問会って受ける先生はすごく大変でしょうけど、ここを大事にしてほしい。

○テーマ発表会を2回やったのは非常に良かったと思います。質問会があって、9月のテーマ発表会で生徒さんも一回目で早めに目標が決まったり方向性を修正できたりするから。大学院でも2回そういう事をやります。方向性は正しいとか、質問があるとか、チェックポイントを設けます。

○定期的に発表会をするのはとても良い。一つのプロジェクトや思索って、順調に考え続けられるわけでもなく、頭にずっとこびりついたものがある時フツと閃いたり、そういう不連続な繰り返しだと思います。だから定期的に発表会などをやって、考え続けていることを整理してやって、または考えなければならぬ事を示唆してやって、いつかポロっと出てくるのを待つ、というのが良いと思いました。

○グループの中での会話をどれくらい厚く出来るか。上手にやってあげてほしい。自由に考えてね、と放っておくのも良いとは思いますが、コミュニケーションを取り合える環境を上手く作ってやってほしい。

⇒今年度より探究のまとめとして「20年後の日本」について考える取組を新たに始めた。この取組について、ご意見をお伺いしたい。

- 「20 年後の日本」についての取組は面白い。「100 年後の日本」という本を生徒さんに教えてあげると刺激になると思います。エネルギー問題や色々振れ幅の広い寄稿があつて面白いんです。これを読むことで生徒さんも教員側もやりやすくなると思います。
- 「20 年後の日本」について考えるにあたって、今自分にはどんな情報が欠如しているのか、色々考え判断するうえで足りない情報、あるいは考え方は何なのかを考えるだけでも価値があると思います。「20 年後の日本」が正しいか間違っているかなどそんなのは問題じゃなくて、そういう事を考えるだけでも価値がある。生徒さんたちや教員側も立ち位置などがどういう風に変わっていったのか追跡して、5 年とかやり続けると何か見えるものがあると思いますので、体系化してほしいと思います。
- 国際的な、国内的な社会を考えると SDGs が絡んでくるだろうし、生徒さんが上げたテーマが SDGs のどれに当てはまるのかとか、国内外の取組など考えるなど、色々なことを考えるきっかけとなる。今の生徒さんが卒業してもしばらくは SDGs は国際基調となるでしょうから、SDGs をリンクさせると面白いと思います。

第3回 運営指導委員会

期 日 令和4年2月18日(金) 12:20~13:00 会 場 大津市民会館

内 容 (○は運営指導委員の意見 ⇒は本校教員からの回答など)

①第4期事業1年目の取組について

⇒メールで事前に報告した第4期事業1年目の取組について、ご意見・ご助言等をお伺いしたい。

- (コンピテンス基盤型科学教育の取組について) 目指すのはいいけれど、この生徒さんはこの資質・能力が高いとか測ってステイタスを与えるといったようなことは難しいなと思っています。事例として上手だなと思っているのが、国際バカロレア機構がやっている国際バカロレア教育の理想像・目指す姿の話です。例えば、リスクテイク：挑戦する人というような目標がいっぱい載っているの、そういう目標を掲げてやっていくというようなスタイルというのは資質・能力の育成型と相性がいいのではないかと思います。
- 私からは、京都大学特別授業(先月21日実施)で授業をさせていただきましたその感想を述べさせていただきたいと思います。私が扱ったテーマは法学の中でも少し理系の方にも関心を持ってもらえるように「生命倫理と法」という問題で、生殖補助医療と法にまつわる問題を取り上げて授業をさせていただきました。昨年度と同じ内容の授業を行ったのですが、今年はすごい沢山質問があり驚きました。また、今年の授業では、理解してもらうことを優先して、難しい応用的な問題は敢えて扱わない形にしたのですが、「普段からニュースとかでこういった問題があると思っていた。今日聞いた授業の知識と実は繋がっているのではないかなと思うんですけど先生はどうですか。」という風に生徒さんのほうから応用的な問題について提示されました。こちらとしては凄く驚きとともに膳所高校の生徒さんの感性というか日々のアンテナの張り方が凄く鋭いなと思って驚きました。膳所高校が提唱している感性とか主体性という面が育まれているのではないかなあと感じました。その他にも、質問の中でも外国の法律・外国の状況についても詳しく教えてほしいという生徒さんがおられて、かつ感想にも外国の状況も知れてよかったというふうにおっしゃっていて、それはここの中で取り上げられている国際化という面でもしっかり育まれているというふうに思いました。
- ずっと SSH 初期の頃から参加させていただいていて年々レベルも上がっていますし、SSH 事業自体も大きく変わっていつているのでそれに対応されよくやっているなあと思います。ただその中で想定でなかったのがコロナのことで結構色んなやり方が変わっていつってしまったところが大きいと思います。さっきもおっしゃっていたように遠隔で発表する機会も多くなりましたし、うちの大学は昨日が卒論発表会で、一昨日が修論発表会で、やはりコロナで発表会に来ることできない学生もいるので Zoom・Teams で遠隔で発表会を行った。遠隔でやるとうちの学生は原稿を読むんですね。そうすると何といいますかアドリブがきかないというか内容の理解について対面でやって人のほうを見ながら説明していると中身を理解しながらでないとしやべれないのですが原稿を読みっぱなしというのは理解が深まらないということがあると思う。やはりこれからは時間の節約の観点からも対面で情報交換するという機会が多くなると思います。一対一であれば普通にしゃべれる感じでいいのですが大勢にプレゼンテーションをする時には新しい今までにはなかったコロナの後の遠隔時代を向かえてというようなことも少し頭に入れながら生徒さんを指導していったほうがいいかなというふうに思いました。

Is Redundancy necessary for image recognition?

ZEZE high school team A

Abstract

Lightweight image recognition models are now widely investigated. In GhostNet, the redundancy in feature maps is introduced as an important characteristic. In this paper, we investigate the importance of the redundancy and ask: do you need redundancy? By adding cosine similarity loss to vanilla ResNet, we found that reducing redundancy does not affect the recognition performance.

Related Work

GhostNet[1] paper claims that the redundancy is important to achieve high performance for image recognition model. Ghost module, which produces redundant features from cheap operation is proposed.

Motivation

Although GhostNet achieves high performance, the claim of importance of redundancy is irrational because redundant features could be interpreted as needless features. Our inquiry is: is redundancy necessary?

Approach

In this section we introduce cosine similarity loss which is proposed to reduce redundancy. This loss is added to Cross Entropy loss until training epochs exceed the half of set epochs. Details are described below

- extract feature maps from each stages of ResNet
- For each stages, compute cosine similarity matrix and subtract diagonal matrix from it.
- extract top-k% elements from cosine similarity matrix in each stage and compute mean of them.

We extract top k % of the matrix to enhance the power of loss.

Experiment

For experiment, we used vanilla Resnet18 and hyper-parameters from open source code on [2,3].Cifar-100 is used as Dataset. K of top-k cosine similarity loss is set to 10.

As a result, Top 1 accuracy of proposed method was 78.75%, while conventional method was 78.58 %. First 100 batch of test data are used to compute histograms of cosine similarities at each stages. They are described as table 1 and table 2 below.

Table1: cosine similarity percentage distribution of proposed method

	STAGE1	STAGE2	STAGE3	STAGE4
0~0.1	0	0	26	0
0.1~0.2	0	59	67	84
0.2~0.3	48	32	3	12
0.3~0.4	42	4	1	0
0.4~0.5	2	1	0	0
0.5~0.6	4	1	0	0
0.6~0.7	0	0	0	0
0.7~0.8	0	0	0	0
0.8~0.9	0	0	0	1
0.9~1.0	1	0	0	1

Table2: cosine similarity percentage distribution of conventional method

	STAGE1	STAGE2	STAGE3	STAGE4
0~0.1	0	0	0	0
0.1~0.2	0	0	69	5
0.2~0.3	0	0	22	88
0.3~0.4	7	71	4	3
0.4~0.5	79	21	1	0
0.5~0.6	6	3	0	0
0.6~0.7	4	2	0	0
0.7~0.8	0	0	0	0
0.8~0.9	0	0	0	1
0.9~1.0	1	0	0	1

Discussion

From the table, we can say that adding cosine similarity loss affects model to reduce redundancy while does not affect to the performance. Also, features in first and second residual stages has relatively high redundancy while third and fourth are not. We found this characteristic on both proposed and conventional. In GhostNet paper, output of first residual stage is shown to support their claim but other stages were not mentioned.

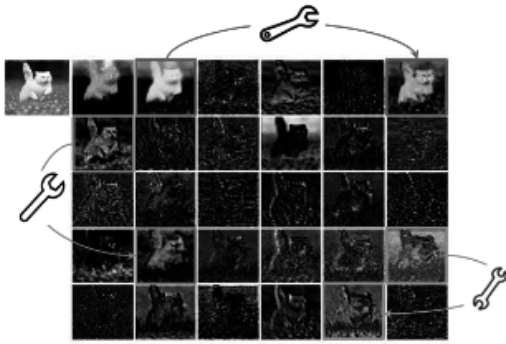


Figure 1. Visualization of some feature maps generated by the first residual group in ResNet-50, where three similar feature map pair examples are annotated with boxes of the same color. One feature map in the pair can be approximately obtained by transforming the other one through cheap operations (denoted by spanners).

Kai Han, Yunhe Wang, Qi Tian, Jianyuan Guo, Chunjing Xu, Chang Xu/GhostNet: More Features from Cheap Operations

Conclusion and future work

We investigated importance of redundancy in image recognition and found that reduction of it does not affect performance of Resnet18 and it is not seen in latter half of the model.

As our future work, we will investigate the same topic with different architecture, dataset and scale.

References

- [1] GhostNet: More Features from Cheap Operations
<https://arxiv.org/abs/1911.11907>
- [2]<https://github.com/kuangliu/pytorch-cifar/blob/master/main.py>
- [3]<https://github.com/kuangliu/pytorch->

⑤令和3年度科学技術人材育成重点枠実施報告（【別表の「重点枠」欄の区分を記入】）（要約）

① 研究開発のテーマ	AI×専門分野のダブルメジャー人材育成を目指した次世代型課題研究プログラムの開発		
② 研究開発の概要	これまでのコアSSH事業・科学技術人材育成重点枠事業で得られたノウハウを生かし、平成30年度から実施している「しがサイエンスコネクション」を発展させた「Innovative Science Project」を実施する。この事業を連携校との「つながり」の拠点とし、滋賀県内外における科学技術人材育成の事業推進を行う。 (1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究 (2) 国際化の取組 (3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究 (4) 次世代型課題研究プログラムの開発（※県外連携校と主に実施）		
③ 令和3年度実施規模	(1) 本校2年生・連携校1年生2年生 合計46名 (2) 土曜日各回の希望生徒（オブザーバー） 県内校より 約15名 県外SSH校より 生徒 約25名 教員 約10名 (3) 本校および連携校での探究活動 約70名 (4) 本校および連携校の教員 約30名		
④ 研究開発の内容	(1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究 a. グループ研究による科学的探究活動の実践 b. 大学教員・企業研究者等による科学講演、科学英語プログラムの実施 c. 教員によるコンピテンス基盤型科学教育の研究 (2) 国際化の取組 d. 科学英語、イギリス海外研修（※県内連携校のみ）の実施 (3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究 e. (県内) 連携校による主体的な科学的探究活動の計画・実践・評価 (4) 次世代型課題研究プログラムの開発（※県外連携校と主に実施） f. 数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるためのプログラム開発 g. 次世代型課題研究プログラムの開発		
⑤ 研究開発の成果と課題	○研究成果の普及について (1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究の発信・普及 グループ研究発表会に、SSH県内外校に（対面・オンライン）参加してもらうことで、発信・普及に取り組んだ。 (3) (県内) 連携校における科学的探究活動の計画・実践・評価の発信・普及 滋賀県総合教育センターが中心となり、グループ研究におけるルーブリックの活用やICTを活用した実践事例についての情報共有を行った。 (4) 次世代型課題研究プログラムの開発の発信・普及 SSH県外校と一緒に、AI課題研究交流会を実施し、それぞれの高校のプログラムの発信・普及に取り組んだ。 ○実施による成果とその評価 (1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究 科学への興味・関心、プレゼンテーションスキル（日本語、英語の両方）等の向上が見られた。 論理的思考に加えて、デザイン思考などの思考力の向上が見られた。 (2) 国際化の取組 海外研修が実施できない中、大学の外国人講師による講座を実施した。		

滋賀県教育委員会の支援により、県内の ALT の協力を得ながら英語のプレゼンテーション能力向上に向けた取組を実施できた。

(3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究

連携校における組織体制の改善や発表の評価技術、指導力の向上につながった。

(4) 次世代型課題研究プログラムの開発 (※県外連携校と主に実施)

AI・データサイエンス基礎講座を実施することで、生徒が数理・データサイエンス・AI の素養を身に付け、AI やデータサイエンスに関する課題研究に取り組むことができた。

○実施上の課題と今後の取組

(1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究

より良いグループ研究にするため、少しでも多くの活動時間を確保するように努める。

(2) 国際化の取組

海外の大学研究者に論文を送付し、研究に関する指導助言をいただけるよう努める。

(3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究

連携校だけでなく県内全体の教員を対象に研修会を実施する等、教員による生徒の評価技術・能力、指導力を向上させる。

(4) 次世代型課題研究プログラムの開発 (※県外連携校と主に実施)

AI やデータサイエンスに関する課題研究の評価基準 (ルーブリック) についても検討する。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

(1) サイエンスプロジェクト 2021 の実施形式の変更

9 月 11 日は京都大学を訪問して実施する予定であったが、膳所高校で実施し、連携校各校は Zoom を利用してのオンライン参加となった。

その時々で、現地参加が難しくなった高校があり、対面講義とオンライン講義のハイブリッド型での実施を余儀なくされた。

(2) イギリス海外研修の中止と国内研修への変更

3 月 6 日～16 日実施予定だったイギリス海外研修を中止し、12 月 24 日の北陸研修と 3 月 11 日、12 日の筑波研修へと変更した。

⑥令和3年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題（【別表の「重点枠」欄の区分を記入】）

① 研究開発の成果	(1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究 デザイン思考についての学びをグループ研究のテーマ設定につなげるなど、課題設定能力の強化に努めることができた。 グループによる研究を通して主体性・対話的な学びを経験することで、探究の方法を理解したり、メンバーで取組を工夫したりすることができた。また、科学への興味・関心が高まったとともに、プレゼンテーションスキル（日本語、英語の両方）も向上した。 (2) 国際化の取組 英語トレーニングや英語による研究発表を通して、英語でのコミュニケーションスキルが向上するとともに、科学的な事柄を英語で表現できるようになった。新型コロナウイルス感染拡大の影響によりイギリス研修を実施することはできないが、国内研修において英語による研究発表の場を確保するなど、国際化に向けた取組をできる範囲で実施することはできた。 (3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究 サイエンスプロジェクト実施日に毎回連携校連絡会議を実施し、連携各校の取組もさらに進展することができた。今後も、各校で指導力や審査評価技術の向上に向けた取組を実践してもらい、連携校全体で探究活動のさらなる推進を目指す。 (4) 次世代型課題研究プログラムの開発（※県外連携校と主に実施） AI・データサイエンス基礎講座を実施することで、生徒が数理・データサイエンス・AIの素養を身に付け、AIやデータサイエンスに関する課題研究に取り組むことができた。 SSH県外校と積極的に交流し、情報交換することにより、データサイエンスやAIに関する課題研究の取組を大幅に進めることができた。その一つとして、新たにAI課題研究交流会を実施することができた。
② 研究開発の課題	(1) 科学的探究活動の計画・実践と評価研究 新型コロナウイルス感染拡大等の影響により、実験に取り組む時間が大幅に減少している。ICTを活用することにより、プレゼンテーション準備等を学校外で行うなどの取組を推進していく必要がある。 (2) 国際化の取組 イギリス海外研修は実施できなかったが、外国人講師によるプレゼンテーションを実施することができた。この取組は、生徒の能力向上に非常に効果的であったと考えられる。今後については、回数、内容等を十分に検討し、計画をさらに修正、発展させていく必要がある。 (3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究 県内連携校各校と活発に情報交換することで、主担当の教員には、ルーブリックによるパフォーマンス評価の実施や、評価方法等について、たくさん学んでもらうことができた。一方、更なる探究活動の推進を図るためにも、連携校教員だけでなく、連携校以外の教員にも、探究活動の実施の方法や評価等を学んでもらう機会をつくる工夫が必要である。 (4) 次世代型課題研究プログラムの開発（※県外連携校と主に実施） AI・データサイエンス基礎講座の実施時期を検討し、データサイエンスやAIに関する課題研究に取り組む時間を確保する。

⑦科学技術人材育成重点枠実施報告書

1章 研究開発のテーマ

AI×専門分野のダブルメジャー人材育成を目指した次世代型課題研究プログラムの開発

2章 研究の経緯

令和4年度からの年次進行での新学習指導要領の実施を控え、各校において探究活動や理数教育の充実に向けて研究が進められており、また多面的な評価の充実が求められている。膳所高校では、フィンランドやフランスなどを参考にして6つの Domain of Competence を定め、課題研究の標準ルーブリック作成の取組を各教科へとつなげるコンピテンス基盤型科学教育の取組を滋賀県教育委員会と連携しながら進めている。

平成30年度から実施した重点枠「しがサイエンス コネクション」では、連携校6校の参加生徒の育成に効果があっただけでなく、連携各校における探究活動を推進することもできた。また、管理機関である滋賀県教育委員会の主導の下、県内全ての県立高等学校で「総合的な探究の時間」の取組が始まり、本事業は滋賀県総合教育センターや連携校とともに県内の科学技術系人材育成の推進に大きく寄与することができた。今後は、連携校だけでなく、県内の高校に探究活動の指導力と評価の方法を広く普及するために、県教育委員会や県総合教育センターと連携し、研修等に協力することが求められている。

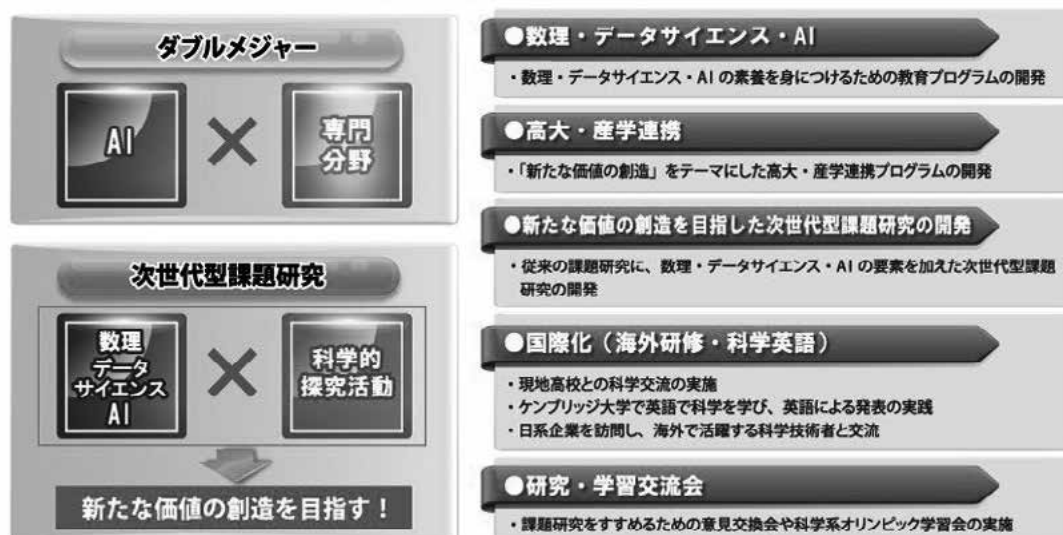
さらに、情報技術の進展に伴って、社会から得られる膨大なデータの利活用は、今後の情報社会の根幹をなすものであり、その積極的な展開のためには、あらゆる分野において数理・データサイエンス・AIを理解し、具体的なデータに対して利活用できる能力をもつ人材の育成が急務であると考えられる。そのため、数理・データサイエンス・AIの素養を身につけ、AI×専門分野のダブルメジャー人材を育成することが必要となる。また、そのことは未来社会への新たな価値を創造する人材の育成にもつながる。

そこで、本校および連携校の生徒が、数理・データサイエンス・AIの学びと科学的探究活動を結びつけた次世代型課題研究プログラムに取り組み、AI×専門分野のダブルメジャー人材となることを目指す。これについても本事業によって、本校が滋賀県内外の広域連携の拠点校として、その役割を果たす。

これまでのコアSSH事業・科学技術人材育成重点枠事業で得られたノウハウを生かし、平成30年度から実施している「しがサイエンス コネクション」を発展させた「Innovative Science Project」を実施する。この事業を連携校との「つながり」の拠点とし、滋賀県内外における科学技術人材育成の事業推進を行うこととした。

AI×専門分野のダブルメジャー人材育成を目指した次世代型課題研究プログラムの開発

●リアルとオンラインを融合し、全国のSSH校と共に、新しい価値を創造する国際競争力をもった科学技術人材の育成を図る。



3章 研究開発の内容

1節 研究の仮説

- ①SSH基礎枠で研究開発したプログラム（カリキュラムや指導法、評価法）を、連携校を含め県内外の他高校に発信・普及し、各校で実践する。また、海外科学研修を実施することにより、本体プログラムの有効性の検証と改善につなげることができる。
- ②SSH基礎枠で実施しているコンピテンス基盤型科学教育の研究開発を、連携校だけでなく滋賀県総合教育センターとも連携し研究を進める。ルーブリックの基準など、評価の信頼性や妥当性が高大接続において重要となる中、連携校にも取り組んでもらうことで、評価の信頼性や妥当性を高めることができる。また、滋賀県総合教育センターの協力を得て、この研究を全県的に拡大していくことができる。
- ③SSH基礎枠では実施できていない「数理・データサイエンス・AI」と科学的探究活動を組み合わせた取組（次世代型課題研究）を先行研究として実施し、その課題と成果を検証することで、本校のカリキュラムにおける新たな視点の開発につなげることができる。

2節 研究内容・方法・検証

これまでのコアSSH事業・科学技術人材育成重点枠事業で得られたノウハウを生かし、平成30年度から実施している「しがサイエンスコネクション」を発展させた「Innovative Science Project」を実施する。この事業を連携校との「つながり」の拠点とし、滋賀県内外における科学技術人材育成の事業推進を行う。

実施にあたっては、管理機関である滋賀県教育委員会事務局高校教育課の指導を受け、SSH運営指導委員会の指導助言・支援、大学の教員や若手研究者の指導助言を受ける。

（1）Innovative Science Project（サイエンスプロジェクト2021）

ア. 目的

本プログラム「Innovative Science Project」は、平成30年度から科学技術人材育成重点枠で実施していたプログラムを発展させたものである。大学教授、大学の若手研究者の支援を受け、生徒の学問への興味・関心を高め、英語活用能力の向上を目指す。あわせてグループ研究に取り組み、その成果を英語で発表することで、主体的な学びを経験するとともに、探究の方法を理解し、国際的視野を持ったトップ層人材の育成を目指す。さらに、本校および連携校の生徒が、数理・データサイエンス・AIの学びと科学的探究活動を結びつけた次世代型課題研究プログラムに取り組み、AI×専門分野のダブルメジャー人材となることを目指す。これらの事業により、本校が滋賀県内外の広域連携の拠点校として、その役割を果たす。

イ. 対象生徒

本校2年生20名と県内連携校6校（石山高校、河瀬高校、高島高校、虎姫高校、彦根東高校、守山高校）の1・2年生26名、合計46名が参加した。北陸研修、筑波研修（※イギリス海外研修の代替）に参加するのは本校20名と県内連携校の12名である。

なお、下記のうち（1）の特別講義は県内外の学校にもオブザーバー参加者を広く募集し、県内から19名、県外から8名の生徒（兵庫県立神戸高等学校、京都市立堀川高等学校）がオブザーバーとして対面で参加した。

※オンライン参加した県外SSH校：三重県立津高等学校、香川県立観音寺第一高等学校、
兵庫県立姫路西高等学校

ウ. 内容

本プロジェクトは、グループ研究および以下の表にあげる事業で構成される。

年間講義・講座一覧表

一学期	6月12日 (土)	第Ⅰ部 開講式 第Ⅱ部 特別講義 講義題：『ニホンザルの稀な行動の観察－野外調査の醍醐味』 講師：京都大学大学院理学研究科 教授 中川尚史先生 第Ⅲ部 課題研究発表演示 発表題：『アシストから見た選手分析によりファイブアローズを強化する』 発表者：香川県立観音寺第一高等学校 卒業生 大塚功太郎氏
	夏休み 随時	※ 各校各研究グループで研究活動 ※ AI・データサイエンス基礎講座（第1回～第5回）

二 学 期	9 月 11 日 (土)	産学連携プログラム①「大学と企業における研究開発」 第Ⅰ部 特別講義（環境とエネルギー） ①講義題：『自動車とエネルギー』 講師：京都大学大学院エネルギー科学研究科 教授 川那辺洋先生 ②講義題：『マツダ SKYACTIV エンジンの環境技術 ～内燃機関の効率向上への挑戦～』※オンライン講義 講師：マツダ株式会社パワートレイン技術開発部長 片岡一司氏 第Ⅱ部 特別講義（宇宙開発） ①講義題：『日本の宇宙開発における解析の役割』※オンライン講義 講師：宇宙航空研究開発機構・研究開発部門 主任研究開発員 大門優氏 ②講義題：『宇宙機の中の反応を観る』 講師：京都大学大学院エネルギー科学研究科 准教授 林潤先生 ※県外より兵庫県立神戸高等学校、香川県立観音寺第一高等学校、三重県立津高等学校がオンラインにて参加
	11 月 6 日 (土)	第Ⅰ部 講義 講義題：『わかりやすい研究発表と見やすい資料の作り方』※対面講義 講師：立命館大学理工学部機械工学科 教授 山末英嗣先生 ※県外より兵庫県立姫路西高等学校、香川県立観音寺第一高等学校、三重県立津高等学校がオンラインにて参加 第Ⅱ部 グループ研究の中間発表（6分）および質疑応答（3分） 第Ⅲ部 指導助言（大学教員、研究員、大学生）
	12 月 4 日 (土)	産学連携プログラム②「デザイン思考を基にした医療機器開発」 第Ⅰ部 特別講義 ①講義題：『医療機器開発と産学連携』 講師：京都大学医学部附属病院 先端医療研究開発機構 先端医療機器開発・臨床研究センター 特任教授 清水公治先生 ②講義題：『デザイン思考（講義と実習）』 講師：京都大学大学院医学研究科「医学領域」産学連携推進機構 特定講師 山口太郎先生 京都大学大学院医学研究科「医学領域」産学連携推進機構 特任教授 山本博一先生 ※県外より兵庫県立神戸高等学校、京都市立堀川高等学校が対面で参加
三 学 期	1 月 15 日 (土)	第Ⅰ部 英語トレーニング① 講義題：『The impact of rural electrification on quality of life ：PV lamps use in the Phillipines』 講師：京都大学エネルギー理工学研究所 特定助教 クラビオット C ジョルディ先生 第Ⅱ部 指導助言（大学教員、研究員、大学生）
	1 月 29 日 (土)	第Ⅰ部 英語トレーニング② 第Ⅱ部 特別講義 講義題：『ヨーロッパで学ぶ、ケンブリッジで学ぶー将来の留学のための特別講義ー』 講師：京都大学名誉教授・佛教大学特任教授 南川高志先生
	2 月 12 日 (土)	グループ研究 本発表会 発表および質疑応答・指導助言
	3 月 6 日 (日)～3 月 16 日 (水)	イギリス海外研修 出発式（京都駅） 解団式（膳所高校） ○科学英語講座 ○現地研究員による講義 ○現地校との交流 ○グループ研究発表 ○博物館研修 ○企業研修 など ※新型コロナウイルス感染症拡大により北陸研修(12月24日(金))および筑波研修(3月11日(金)～12日(土)実施)に変更

全体の計画は上記「年間講義・講座一覧表」の通りで、本校の土曜活用企画の日程に合わせて、年間7回にわたりこの章で以下に述べる（２）～（４）の事業を統合したプログラムを実施した。さらに、本プログラムの総仕上げとして３月に筑波研修（※イギリス海外研修の代替）を行う予定である。

エ. 京都大学などの大学研究者による特別講義

年間講義・講座一覧表の通り、京都大学などの大学研究者による特別講義を行った。参加生徒は受講後の課題として、講義アンケートおよび感想文を提出した。

成果と課題

講義では意欲的な質問も見られ、生徒にとって大変密度の濃い内容であり、学問や最先端研究への興味・関心を高めることにつながった。

それぞれの講義では、専門的な知識を獲得できただけでなく、研究に取り組む姿勢について学ぶことができ、生徒各自のグループ研究に生かそうとする態度がみられた。



オ. グループ研究

2～5名単位のグループで研究を行った。テーマ設定に時間をかけ、各グループが自分たちで仮説をたて、夏から冬にかけて実験を行った。11月には日本語によって中間発表を実施し、研究の内容や方向性、データのまとめ方や提示の方法など詳細にわたって若手研究者からの指導・助言をうけ、それを取り入れたうえでさらに実験を重ね、考察を加えて結果をまとめた。2月の最後の回には、プレゼンテーションソフトを用いて英語で発表し、講評者と英語で質疑応答を行った。



令和3年度グループ研究の題目は以下の通り。

膳所高校	Is Redundancy necessary for image recognition? 画像認識に冗長性は必要か
膳所高校	Identification of Endemic Species Isaza in Lake Biwa by Bioinformatics バイオインフォマティクスによる琵琶湖の固有種イサザの同定
膳所高校	The Factors in Children's Academic Abilities –Multiple Regression Analysis– 子どもの学力に関わる要因 ー重回帰分析ー
膳所高校	Optimization of NO ₃ ⁻ Reduction Using Metal Powder 金属粉末を用いたNO ₃ ⁻ 還元最適化
膳所高校	Efficient of obstructions on water flow 障害物が水流に与える影響
膳所高校	Semi-solidification of Batteries Using Gelatin ゼラチンを用いた電池の半固体化について
膳所高校	The Effect of Rotation of a Stone on Stone Skipping 石の回転が水切りに及ぼす影響
膳所高校	Generalization of Cyclotomic Polynomials Based on Their Minimality 円分多項式の最小性に基いた一般化
彦根東高校	A Study on Methods of Shock Absorption Using the Movement of Liquid in a Ping-Pong Ball 液体の動きを用いた衝撃吸収について
河瀬高校	Characterization of yeast distribution 酵母の分布に特徴はあるかを明らかにする
高島高校	Relationship between the size of sand grain micro plastics on the shore of Lake Biwa in Takashima City 琵琶湖のマイクロプラスチック
虎姫高校	How to prevent the formation of bubbles from water-jet pump ポンプによる泡の発生を防ぐ方法

石山高校	Making Biodegradable Plastics made from gelatin and agar ゼラチン寒天混合の生分解性プラスチックの作成
守山高校	The habits of black bass ブラックバスの習性

成果と課題

グループ研究は、本校の普通科生徒にとって本格的に実験を重ねて取り組む研究であり、理数科の生徒にとっても課題研究を一層深化、発展させることのできるものである。連携校においても大学教員等から直接指導助言が得られ、大変貴重なものになっている。また、プレゼンテーションについてもプレゼンテーションソフトの活用だけでなく、英語による発表、大学教員とのディスカッション等により高度なものにすることができた。

さらにプレゼンテーションについて、評価シートを使ったパフォーマンス評価を行った。本校教員だけでなく、連携校教員も行った。今後、高校教員の評価力向上をはかるため、本校・連携校の教員が協働し、さらに県総合教育センターの支援を得て、評価の観点、基準等を見直し改善していく。



(2) 国際化事業の推進

ア. 英語トレーニング

サイエンスプロジェクトの講座日において、1月に2回の英語トレーニングを実施した。1回目は、外国人研究者による英語でのプレゼンテーションを実施した。2回目は、将来の留学を目指してイギリスの文化、教育制度、科学技術の発展に関する知識を扱った。

イ. 英語でのディスカッション・プレゼンテーション

サイエンスプロジェクトにおけるグループ研究に関して、個別のディスカッションタイムを1月に設けた。1回目は、大学教員や県内ALTとのディスカッションを英語で行った。研究の込み入った内容になると一部日本語を話すこともあったが、生徒は苦心しながらも英語でのやりとりに熱心に取り組んだ。さらに、2月のグループ研究発表は、英語で行った。大学教員との質疑応答や指導助言も全て英語で行った。

ウ. イギリス海外研修

前述の通り、年間を通じて「サイエンスプロジェクト」を実施している。その一環として3月に実施する本研修では、歴史的に科学を牽引してきた、また多数の科学系のノーベル賞受賞者を輩出しているイギリスのケンブリッジ大学に生徒を派遣する。各種講義・実習や、科学英語の研修、英語を用いたグループ研究の成果についての発表等に取り組む。現地の研究者から指導助言を得るなどの活動や交流を通して、1年間の本プログラムで育成された、サイエンスの分野について英語で講義を受け英語で発表する能力を活用する場を設け、生徒たちの英語による表現力・発信力と議論できる力をさらに高めることを目的とする。併せて、現地校、現地企業、大使館職員による講義を通じ、科学、科学技術について、それを取り巻く教育環境、実社会での活用状況、海外における研究活動の環境等を学ぶ機会も設ける。本海外研修によって、より幅広い国際的視野を持った科学技術系人材の育成が期待される。

研修日程 令和4年3月6日(日)～令和4年3月16日(水) 11日間

※新型コロナウイルス感染拡大の影響により、海外研修は中止となった。

(3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践

ア. 本校および連携校の探究活動の計画に関する情報交換

サイエンスプロジェクト実施日に毎回、研究協議会を実施し、そこで各校における探究活動について扱った。これについては、滋賀県総合教育センターの助言を受けて進めることができた。

イ. 連携校における探究活動の取組

「総合的な探究の時間」など各校にて取組を行った。(資料ページp80～)

ウ. 「探究的な学習発表会」

主催：滋賀県教育委員会高校教育課

日時：令和4年2月13日（日）

発表：口頭発表6グループ（6校） オンラインによる発表会

参加：本校生徒は、4名が参加、オンラインによる口頭発表を行った。

参加校 本校、彦根工業高校、瀬田工業高校、甲南高校、石部高校、高島高校

連携校である高島高等学校が参加した。

内容：各校で実施された探究活動の発表および講演。20分程度で発表を行う。

本校の発表テーマ「石の回転が水切りに及ぼす影響」

講演 京都大学名誉教授 坂志朗 先生

滋賀県教育委員会の主導により、すべての県内公立高等学校の1年生を対象に一昨年度から「総合的な探究の時間」が先行実施され、探究活動が全県で実施されることになった。この行事は、『読み解く力』をもとにした探究的に学ぶ力育成プロジェクトの一環として行われた。

本校生徒の発表後に企業研究者の指導助言者から、質問や助言をいただいたことで研究がさらに深まった。さらに、京都大学名誉教授 坂志朗 先生からも最小二乗法を用いて精度の高いデータにするなどの研究のルールに関するご指摘等をいただき研究の細部について見直す良い機会となった。また、後日指導助言者の質問が届き、質問の回答をすることで研究内容を整理することができた。

坂先生の講演は坂先生自身が自宅の池を浄化する研究に取り組まれたもので探究活動の原点ともいえる身近なテーマであったので、興味深く生徒たちは聴講していた。

エ. 「探究する力育成セミナー」

主催：滋賀県教育委員会高校教育課

日時：令和4年1月23日（日）

内容：オンラインによる研究発表の聴講と質疑応答および講演

①特別講義Ⅰ『「探究」でつながる!? 高校の学びと大学や企業の研究～「探究」が学びを深める～』

講師 日産自動車株式会社 MC インフィニティプログラム管理部 主担 今莊 和也 氏

株式会社ゲームフリーク研究開発部 田中 大揮 氏

②参加生徒と大学助教、社会人、研究員、大学院生によるグループディスカッション

③特別講義Ⅱ「脳の窓からみるこころ」

講師 京都大学大学院人間・環境学研究科認知・行動科学講座 教授 月浦 崇 先生

参加：本校からは、生徒1名が参加した。

（４）次世代型課題研究プログラムの開発

新しい価値を創造する国際競争力をもった科学技術人材の育成を図るため、連携校を公募し、リアル（対面）とオンラインを融合し、以下の取組を行う。

ア. 数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるための教育プログラムの実施

イ. 「新たな価値の創造」をテーマにした高大・産学連携プログラムの開発

ウ. 従来の課題研究に、数理・データサイエンス・AIの要素を加えた次世代型課題研究の開発

エ. 課題研究を進めるための意見交換会や科学系オリンピック学習会の実施

ア. 数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるための教育プログラムの実施

基礎枠で実施する「AI基礎講座」と「データサイエンス入門講座」を基に、実習を中心としたプログラムを開発し、実施する。その際、大学と企業とも連携し、生徒に身につけさせたい資質・能力を共有しながら進めていく。

●AI・データサイエンス基礎講座 第1回

（i）テーマ：数理・データサイエンス・AI

（ii）目的：数理・データサイエンス・AIの素養を身につけることにより従来の研究手法を発展させ、より高度な研究を行うことで新たな価値を創造する力の育成を図る。

（iii）内容：コンピュータの歴史や原理、ロボットやAIの実用の現状について講義していただいた。実習、ワークショップでは、Pythonを用いたプログラミングの初歩や感染のシミュレーションについて学んだ。生徒の学習意欲が向上し、問題意識の形成につながったことがわかる。

7月16日(金)実施

①講義：『情報・数理・AIとこれからの社会』

②演習：『大蛇と亀のプログラミング門前』

③ワークショップ：『亀と考える感染症』

講師：京都大学国際高等教育院 教授 喜多一先生



喜多先生による講義



長瀬先生による講義

●AI・データサイエンス基礎講座 第2～4回

(i) テーマ：プログラミングのスキルアップ

(ii) 目的：数理・データサイエンス・AIの素養を身に着けるためにPythonによるプログラミングのスキルアップを図る。

(iii) 内容：Pythonを用いたプログラミング実習をしていただいた。生徒は、実際にプログラミングに取り組み試行錯誤することで、プログラミングを身近に感じ、今後の研究に活用するきっかけとなった。

7月27日(火)～7月29日(木)

実習：『プログラミング入門』

講師：大阪電気通信大学 特任准教授 長瀬寛之先生

●AI・データサイエンス基礎講座 第5回

(i) テーマ：データサイエンスの先端研究

(ii) 目的：膨大なデータから有用な知見を引き出し、新たな価値を創造するデータサイエンスに関する最先端の研究に触れ、自らの研究に応用する力や今後の劇的な社会の変化に柔軟に対応する力の育成を目指す。

(iii) 内容：データサイエンスとはどのようなものか、その目的や特性、扱い方等について講義いただいた。Pythonを用いた統計処理の方法について基礎を学んだ。県外から福井県立藤島高等学校がオンラインで参加した。

8月25日(水)

①講義：『データサイエンス入門(1)(2)』

講師：京都大学国際高等教育院 教授 山本章博先生

※県外より福井県立藤島高等学校がオンラインにて参加

②実習：『データ分析演習』

講師：京都大学国際高等教育院 特定講師 木村真之先生



山本先生による講義



木村先生による演習

AI・データサイエンス基礎講座 アンケート結果

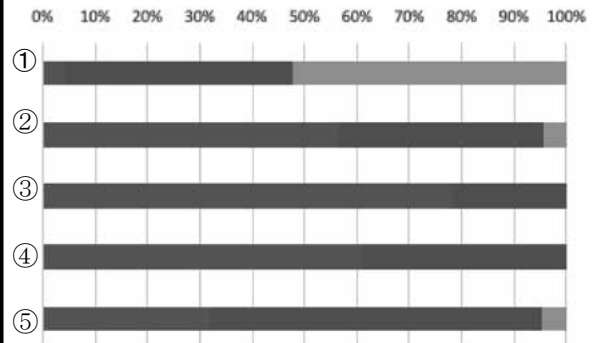
■質問項目■

- ①. 講義内容の難易度はどうだったか
- ②. 講義内容を踏まえて、新たな疑問を見出したり、
自分なりの解釈を深めることができましたか
- ③. AI, データサイエンスに対する興味関心は高まったか
- ④. プログラミングに対する意欲は高まったか
- ⑤. グループ研究のヒントや進め方の参考になったか

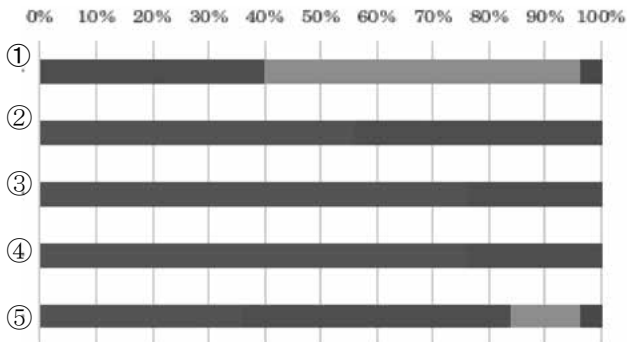
(1. 4難⇔1易 2.~5. 4肯定的⇔1否定的)

■4 ■3 ■2 ■1

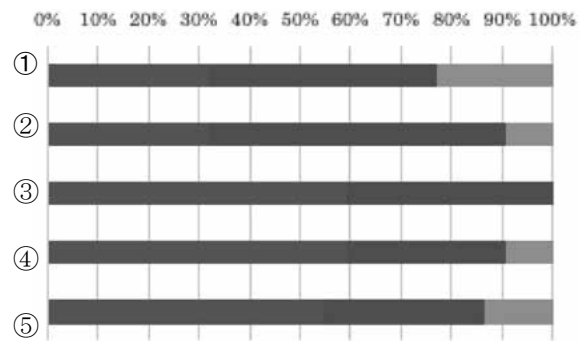
第1回



第2～4回



第5回



イ. 「新たな価値の創造」をテーマにした高大・産学連携プログラムの開発

大学の教員に、共同研究している企業の研究者を紹介してもらい、高大連携を基にした産学連携についても実施する。課題に対する企業と大学の異なる視点（多面的な視点）からのアプローチを知ること、生徒が何かに気付いたり、新たな価値を創造したりすることにつながる。

●産学連携プログラム①

(i) テーマ

大学と企業における研究開発から学ぶ

(ii) 目的

企業や大学の研究者から直接、研究開発でのエピソードや成果に関するプレゼンテーションを聞くことで、企業における研究開発の意義や研究の体制、大学と企業での研究の共通点や相違点等を学ぶ。また、それらの学びや身につけた視点をグループ研究に活かす。

パネル・ディスカッションでは、プレゼンテーションでの話題を質疑応答で深めていき、さらに社会、環境への配慮、貢献についても思考を深める。また、研究を推進する人材、イノベーションを創造する人材の育成についても話題とすることなどを通して理数系人材育成につなげていく。

(iii) 内容

「大学と企業における研究開発」をテーマとし、その中でも、第Ⅰ部では「環境とエネルギー」、第Ⅱ部では「宇宙開発」の分野において、大学の研究者と企業の研究開発それぞれの立場から講義をしてもらった。※9月11日(土)実施（「サイエンスプロジェクト年間講義・講座一覧表」参照）



川那辺 洋先生による講義



質疑応答の様子

●産学連携プログラム②

(i) テーマ

医療機器開発と産学連携

(ii) 目的

産学連携における医療機器開発に焦点をあて、先端医療機器開発の現場と医療従事者である医師とをつなぐ先端医療機器開発・臨床研究センターの果たすべき役割を学ぶ。また、実際に新たなイノベーションを起こすデザイン思考について実習を行うことで、創造力の育成を図る。

(iii) 内容

京都大学構内にあるイノベーションラボ京都を訪問し、大学の研究者や医療機器開発に携わる3名による講義および実習を実施。現場のニーズと技術ニーズをマッチングするという産学連携の意義や、既存の知識を組み合わせる新しい価値を創造するイノベーションについて具体例と共に講義をしてもらった。実習では、ペアワークでパートナーの望む財布をデザインすることに挑戦し、山口先生の講義で紹介された手順で考え、複数のペアがパートナーの望む以上のものをデザインできたという成果をあげた。



講義1「医療機器開発と産学連携」



実習の様子

ウ. 従来の課題研究に、数理・データサイエンス・AIの要素を加えた次世代型課題研究の開発

大学や企業と連携し、AI×専門分野のダブルメジャー人材育成につながる数理・データサイエンス・AIの学びと科学的探究活動を結び付けた次世代型課題研究に取り組む。主に本校で実施し、研究機関等での校外実習も実施した。

1年目の今年度は、夏季休業中を含め3回の研究会を実施した。本校や研究機関での実施だけでなく、オンラインも加えたハイブリッド型の研修とした。また、本年度は香川県立観音寺第一高等学校主催のFESTAT（全国統計探究発表会）に参加し、膳所高校として初となるスポーツの課題研究である「膳所高校陸上競技班 400m ハードルで跳び越える全国の壁」を発表した。その活動の中で、次世代型課題研究を行うための研究・研修活動を行い、2年目の取組につながるような、研究手法の提案を行うこととした。今年度は、AIによる画像認識の手法を用いたテーマ「画像認識に冗長性は必要か」、「バイオインフォマティクスによる琵琶湖の固有種イサザの同定」の課題研究に取り組んだ。

エ. 課題研究を進めるための意見交換会や科学系オリンピック学習会の実施

次世代型課題研究をすすめるための意見交換会や、ダブルメジャー人材育成にもつながる国際オリンピック学習会を実施した。県外の連携校と積極的に連携するために、オンラインも積極的に活用し、今年度は、AI課題研究の交流会を実施した。

●AI 課題研究交流会

実施日：2月4日(金) (オンラインでの実施)

発表内容：金沢泉丘高校1『Twitter エンゲージメント予測モデルを作成する』
膳所高校『画像認識に冗長性は必要か』
徳山高校『視覚弱者を補助する AI スマート白杖の開発』
金沢泉丘高校2『VR による視覚情報の心理的・身体的効果』

指導助言者：金沢大学 理工研究域フロンティア工学系 軸屋一郎先生
金沢大学 理工研究域電子情報通信学系 今村幸祐先生
金沢大学 理工研究域電子情報通信学系 南保英孝先生
金沢大学 理工研究域フロンティア工学系 久保守先生



(5) 海外研修

ア. 仮説

科学技術・理科・数学に興味を持つ創造性豊かな生徒を育成することを目的とし、年間を通じて実施している「サイエンスプロジェクト」の一環として、3月にイギリスのケンブリッジに生徒を派遣することを計画していた。このイギリス研修では、各種講義・実習や科学英語の研修、さらにグループ研究の成果を英語で発表し、現地の研究者から指導助言を得るなどの活動や交流を通して、1年間の本プログラムで育成された、サイエンスの分野について英語で講義を受けて英語で発表する能力を活用する場を設け、生徒たちの英語による表現力・発信力と議論できる力をさらに高められることが期待できる。

しかし、コロナ禍により海外での研修が実施不可能となり、現状で可能な限り上記のような成果を得られるよう、研修先、研修内容を変更し、石川、筑波にある研究施設において施設見学や研究者の講演、グループの研究発表を実施した。

イ. 北陸研修

1. 実施期間

令和3年12月24日(金) (0泊1日)

2. 参加生徒

サイエンスプロジェクト2021受講生

膳所高等学校 20名

連携校 12名 (各校2名)

(石山高等学校、彦根東高等学校、河瀬高等学校、虎姫高等学校、守山高等学校、高島高等学校)

3. 研修先

宇宙科学博物館コスモアイル羽咋 (石川県羽咋市鶴多町免田25)

4. 研修内容

- ・特別講演 (金沢大学理工研究域フロンティア工学系准教授 軸屋一郎先生)

最先端で研究を進めている研究者より、専門的研究について、大学での研究や生活全般について、および高校生活での心構え、取り組みについて講演をしてもらい、講演後、質疑応答、意見交換の時間を持つ。

- ・グループ研究発表会

3、4名単位で進めているグループ研究の中から、代表2グループによる発表を行う。大学の

研究者より指導助言を受けると同時に、グループ同士でも評価し合い、フィードバックを得る。

・宇宙科学博物館コスモアイル羽咋 施設見学

国内でも類を見ない本物の宇宙機材を展示している施設において、アメリカとソビエトが主導した宇宙開発の歴史と成果について、博物館学芸員及び大学の研究者の案内のもと見学する。帰郷後、英文による見学レポートを提出し、添削を受ける。

5. 成果と課題

宇宙船をはじめとする本物の宇宙機材を見ることによって、その技術の高さに圧倒され、宇宙科学、宇宙工学といった分野に関心がなかった生徒達も大いに刺激を受け、関心が高まった。施設見学や大学の研究者による講演を通じて、知らなかったことや教室では学べないことに触れ、様々な経験を重ねることの大切さも実感できたことが見学レポートからうかがえる。見学レポートは、英文を添削し、コメントを書いて返却したが、この研修を通じて向上した意欲、探究心を今後の活動につなげていけるよう、さらに有効な事後指導のあり方を考えていかなければならない。

グループ発表会では、時間が限られていたため、2グループのみの日本語での発表となった。発表したグループは、大学の研究者から指導助言を受けることができ、自分たちの研究や発表のスキルを向上させることができ満足度の高いものとなったが、発表する機会が得られなかったグループもある。イギリスでの研修で予定されていたように全グループが発表する時間を確保するのは困難ではあるが、より多くのグループにこのような機会を与えられるような研修計画を考える必要がある。

ウ. 筑波研修（予定）

1. 実施期間

令和4年3月11日（金）～令和4年3月12日（土）（1泊2日）

2. 参加予定生徒

サイエンスプロジェクト2021受講生

膳所高等学校 20名

連携校 12名（各校2名）

（石山高等学校、彦根東高等学校、河瀬高等学校、虎姫高等学校、守山高等学校、高島高等学校）

3. 研修先

宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター（茨城県つくば市千現2-1-1）

国土地理院 地図の測定の科学館（茨城県つくば市北郷1番）

サイエンス・スクエアつくば（茨城県つくば市東1-1-1）

4. 研修内容

・宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター

宇宙開発の中核を担うセンターで、日本および世界の宇宙開発の現在と目指すものを学ぶ。国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」の運用管制室でリアルタイムの実験装置の監視や様々な作業の様子を見学する。

・グループ研究発表会（宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センター）

3、4名単位で進めているグループ研究の総まとめとして、英語で発表を行う。JAXAの研究者より指導助言を受けると同時にグループ同士でも評価をし合い、フィードバックを得る。

・OB講演会（宿舍会議室）

現在東京大学の博士課程等で研究をしている本校の卒業生より、専門的研究について、大学での研究や生活全般について、および高校生活での心構え、取組について講演をしてもらい、その後、意見交換の時間を持つ。

・国土地理院 地図の測定の科学館

「科学技術の最先端を行く国に相応しい地図に関する博物館（日本学術会議提言）」に基づいて設置され、地図や測量に関する歴史、原理や仕組み、測量やデータ集計に関する最新技術などを総合的に展示している施設で、地図を読む立場からのみではなく、測量し、作る立場からも考察する機会を持つ。

・サイエンス・スクエアつくば

産業技術総合研究所では、日々進歩する科学で、環境と調和しながら、全ての人がより人間らしい生活を送れる未来に向けて研究が行われている。その研究と成果が展示されているショールームを見学し、最先端の科学技術に触れ、科学技術と生活との関わりや近未来の姿について生徒同士で意見を交換する。

4章 実施の効果とその評価

各事業に対する効果と評価については、前述の通りである。ここでは、「Innovative Science Project」(サイエンスプロジェクト)を総合的に評価する。

連携校については公募制とし、管理機関である滋賀県教育委員会事務局高校教育課が主導して募集、決定を行った。土曜日の講座実施日には、連携校連絡会議を実施し、そこでは滋賀県教育委員会事務局高校教育課が会議において管理機関としての役割を果たすとともに、滋賀県総合教育センターの職員も毎回参加し、研究協議会を設けることで、この事業への連携・支援を図ることができた。この体制の確立により、この事業が7校の域に留まらず、本県の高等学校全体に対する探究活動の推進に大きく寄与できることにつながった。

プロジェクト生徒の意識や能力向上についても効果がみられた。サイエンスプロジェクトの事前および事後アンケート(78ページに掲載)を分析すると、科学への興味・関心、プレゼンテーションスキル、英語でのコミュニケーションに対する自信について、プロジェクト実施の事前(6月)と事後(2月)で本校、連携校ともに向上がみられた。イギリス海外研修は実施できなかったが、将来の海外留学を目標にすることで、一層の向上がみられることが期待される。

各連携校の探究活動については、各校で「総合的な探究の時間」(80～86ページに掲載)等を設置して推進することができた。この事業のねらいにあるように、サイエンスプロジェクトという共通したプログラムで生徒が活動し、それに関わる中で教員の指導力向上を図り、それを活かして各校での探究活動を推進していく仕組みづくりは、一定の効果があつたといえる。しかし、校内の組織体制がまだ不十分であつたと報告している連携校もあり、次年度に向けて改善が図れるよう7校での情報共有、連携を進めていくことが重要である。また、探究活動の評価などについても情報共有を図り、情報発信を行っていくことが効果的であると考えられる。例えば近畿北陸のSSH8校での連携による「探究型学力高大接続研究会」での成果についても発信していきたい。

滋賀県教育委員会の主導により、探究活動が全県で推進されることになった。令和4年2月には、県教育委員会高校教育課の主催で第3回「探究的な学習の発表会」が実施され、本校を含め県内から6校が参加した。この行事では、参加生徒が自分の研究を発表したり、他の研究に質問したりして、盛んに生徒同士が交流する場面がみられた。このような取組は、「Innovative Science Project」が本校および連携校だけでなく、それ以外の県内の多くの高等学校の生徒との交流を通じて、生徒が直接探究活動を深め合う機会となっており、本県高等学校における探究活動の一層の発展につながった。また、参加した引率教員にとっても、指導力を高める貴重な研修の場となった。

次世代型課題研究プログラムの開発については、数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるための教育プログラムを実施したり、「新たな価値の創造」をテーマにした高大・産学連携プログラムを開発したりすることで、従来の課題研究に、数理・データサイエンス・AIの要素を加えて発展させることができた。また、次世代型課題研究の取組をすすめるための意見交換をする場を求めて、香川県立観音寺第一高等学校主催のFESTAT(全国統計探究発表会)に参加したり、金沢大学、石川県立金沢泉丘高等学校、山梨県立徳山高等学校と共にAI課題研究交流会を実施したりすることができた。次年度は、これらの取組をさらにすすめる一方で、どのように普及するかについても考えていくことが大切である。県内外の連携校と情報交換を積極的に行い、さらなる事業の推進に努めたい。

5章 成果の発信・普及について

今年度の重点事業の取組については、随時ホームページにて発信している。また、県内連携校においても、生徒のグループ研究発表など、事業の成果の発信に努める。

数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるための教育プログラムや、「新たな価値の創造」をテーマにした高大・産学連携プログラムを実施する際には、県内外の連携校に案内することを心がけ、次世代型課題研究プログラムの普及にも努める。

6章 研究開発の実施上の課題および今後の研究開発の方向性

今年度の取組について、それぞれの課題を検証し、次年度の計画に活かしていく。

1節 課題

(1) サイエンスプロジェクト 2021

今年度より新たに石山高校、彦根東高校が県内の連携校として加わった。新たな連携校との連携体制を確立し、コロナ禍でも柔軟に対応しながら事業を実施したい。

(2) 国際化事業の推進

英語でコミュニケーションを行うこと、海外の大学で学んだり、海外の企業で働いたりすることはもちろんであるが、現在では国内の大学で多くの留学生と研究活動を行ったり、企業において英語を使ったメールのやりとりや会議を行うことが当たり前になってきている。これまで「サイエンスプロジェクト」の活動において英語のトレーニングやグループ研究のディスカッションやプレゼンテーションを英語で行うこと、さらに海外研修を行うことが、科学技術系人材育成において大切な役割を担ってきた。これについては、今後も一層修正、発展させていく必要がある。

特にグループ研究については、その研究内容を深めていくにあたり日本語でコミュニケーションをとっているの、英語による指導をどこまで徹底し、英語としての水準が求められるのか、それをどのように指導していくのか、英語の教員だけでなく、本校および県内のALTの活用についても考えていく必要がある。

(3) (県内) 連携校における科学的探究活動の実践研究

(県内) 連携校各校とは今年度に引き続き、次年度も研究活動を推進していくことになる。各校での探究活動を進めていく中で、各学校の生徒に合わせた指導方法や評価方法を教員間でいかに情報共有し、指導体制を確立させていくかが課題である。今年度の各校での取組を検証し、情報交換をしながら互いによりよい指導法を模索すると共に、よりよい支援ができるよう本校のこれまでの取組に関する資料や体制を整えておく必要がある。

(4) 次世代型課題研究プログラムの開発の開発

今年度は、夏休みにAI・データサイエンス基礎講座を実施することで、生徒が数理・データサイエンス・AIの素養を身に付け、AIやデータサイエンスに関する課題研究に取り組んだ。次年度は、AI・データサイエンス基礎講座の実施時期を早め、研究(活動)時間を確保できるように取組を工夫する必要がある。

数理・データサイエンス・AIの学びと科学的探究活動を結びつけた次世代型課題研究は、これまでに取り組んできた課題研究と比べて研究の目標設定が難しく、今後どのようなアプローチでグループ研究の指導をすすめていくのがよいのか、連携校と共に研究開発を進めていく必要がある。

2節 今後の研究開発の方向

(1) サイエンスプロジェクト2022

ア. プロジェクト生徒の募集等

生徒募集は各校4名を基本とし、各連携校ごとに主担当者を決める。

以下のように準備を進めていく。

- | | |
|----------------------------|---------------|
| ①プロジェクト生徒の募集と選考 | [～5月中旬] |
| ②生徒の登録、主担当教員の登録 → 膳所高校へ | [生徒については5月中旬] |
| ③連携校連絡会議(県教委+管理職+主担当教員)を実施 | |

イ. 実施期間 土曜日の講座等

第1回サイエンスプロジェクト	[6月11日(土)]
第2回サイエンスプロジェクト	[9月10日(土)]
第3回サイエンスプロジェクト	[11月 5日(土)]
第4回サイエンスプロジェクト	[12月10日(土)]
第5回サイエンスプロジェクト	[1月14日(土)]
第6回サイエンスプロジェクト	[1月28日(土)]
第7回サイエンスプロジェクト	[2月11日(土)]
イギリス海外研修	[3月5日(日)～3月15日(水)]

この他、各校でグループ研究を行う。

ウ. グループ研究について

プロジェクト生徒を中心に、各校でグループ研究を行う。各校の実情に合わせ、グループ研究を行う生徒の人数は固定せず、生徒の研究活動が各校での探究活動の推進につながるようにする。

エ. 成果の評価・検証の方法

土曜日の講座については、生徒に対し、毎回アンケートや、感想文、文章による自己評価等を提出させて評価・検証する。教員に対しても、連携校連絡会議で評価し、共有する。大学教員等の特別講義の講師や生徒プレゼンテーションの審査員・アドバイザーに対しては、審査の評価票や講評のこ

ント等による評価をいただく。

グループ研究については、ループブリックに基づき、活動の記録となるポートフォリオ、発表会等のパフォーマンス評価、発表要旨の評価を行う。これにより、課題設定能力、問題解決能力、プレゼンテーション・ディスカッション能力、科学論述力の育成について検証評価する。探究活動における評価方法については、滋賀県総合教育センターの連携協力を得て進めていく。

（２）国際化事業の推進

ア．英語トレーニング

今年度は、本校の英語教員およびALTが講師を務め、土曜日の講座で実施した。次年度についても、今年度と同様の内容で計画を進めるが、連携校の英語教員とのティームティーチングについても模索する。

イ．イギリス海外研修

今年度は、本校生徒20名、連携校生徒12名で令和4年3月6日～16日で実施を計画した（※新型コロナウイルス感染拡大の影響により中止）。次年度についても、ほぼ同様の日程で実施を計画し、コロナ禍前の成果と課題を踏まえて計画を進める。

（３）（県内）連携校における科学的探究活動の実践

ア．各校での取組

県内のすべての高等学校が、「総合的な探究の時間」または「理数探究」の時間を利用し、探究活動に取り組んでいる。探究活動を実施するためには、その目的・実施日の計画、内容の検討など様々な準備を進めていかなければならない。そのためには、教員の組織体制や準備計画を整えていくことが必要である。さらに実施後についても生徒の探究活動の学びを生徒自身にフィードバックさせ、さらに深い学びに発展させていくことが重要であり、ここまでやれば完成というものでもない。探究活動の目的に従って生徒に身につけさせたい能力の育成を見据えて、創意工夫していくことが必要である。

「Innovative Science Project」として、本校および連携校は、今年度の取組を検証し、次年度以降の取組を改善し、実施していくことが重要である。さらにその情報を相互に交換し、他校の取組を参考にしながら自校の特徴を生かした取組ができるように進めていく。さらに、本校および連携校以外の県内高等学校に対しても、管理機関、滋賀県総合教育センターと連携を図りながら推進していく。

具体的には、以下の取組を進めていく。

- ①連携校でループブリックを活用したパフォーマンス評価を実施して評価方法等について研究する。
- ②連携校の教員を対象として、探究活動の実施の方法や評価等の研修会等を行い、円滑な運営や教員の指導力向上を図る。
- ③滋賀県総合教育センターとの連携による指導・支援を受け、本校および連携校で実施する。

（４）次世代型課題研究プログラムの開発

ア．数理・データサイエンス・AIの素養を身につけるためのプログラム開発

今年度は、夏休みにAI・データサイエンス基礎講座を5回実施した。Pythonプログラミング入門や、データ分析などの演習をすることで、AIやデータサイエンスの課題研究へとつなげることができた。次年度も、AI・データサイエンス基礎講座の内容を検討し、AIやデータサイエンスの課題研究につながり発展していくような取組を実施していく。

イ．次世代型課題研究プログラムの開発

従来の課題研究に、数理・データサイエンス・AIの要素を加えた次世代型課題研究の取組をすすめていく。次年度も香川県立観音寺第一高等学校主催のFESTAT（全国統計探究発表会）に参加したり、県外SSH校と共にAI課題研究交流会を実施したりすることで、生徒どうし交流し、意見交換して考えを広げていく。

３節 成果の普及

今年度に取り組んだ成果も含め、事業の成果を発信していく。特に連携校によって成果を発信する機会や生徒が直接探究活動を発表する機会を活かしていく。

⑧ 科学技術人材育成重点枠関係資料

1.サイエンス・プロジェクト2021 アンケート

事前アンケート／最終アンケート 比較	膳所			連携校		
	事前	事後		事前	事後	
1. 自然科学・科学技術に関して興味関心があるか	100.0%	72.2%	↓	100.0%	57.9%	↓
2. 研究の一連の流れを理解しているか	85.0%	61.1%	↓	50.0%	52.6%	↑
3. 科学を研究する視点や手法を理解しているか	60.0%	61.1%	↑	38.5%	42.1%	↑
4. もし友人の研究に対してアドバイスを求められたら、 してあげるか	68.4%	66.7%	↓	53.8%	47.4%	↓
5. 大学での研究を身近に感じているか	55.0%	66.7%	↑	34.6%	42.1%	↑
6. 将来研究者になりたいと思うか	80.0%	66.7%	↓	50.0%	57.9%	↑
7. 研究発表のスライド(パワポ)を作成出来るか	70.0%	61.1%	↓	76.9%	52.6%	↓
8. プレゼンテーションにおいて相手に自分の考えを伝える 自信があるか	85.0%	77.8%	↓	73.1%	42.1%	↓
9. 日頃の授業に意欲的に取り組んでいるか	85.0%	77.8%	↓	96.2%	63.2%	↓
10. 授業や人の話を聞いているとき、論理の組み立てを 意識しているか	90.0%	61.1%	↓	69.2%	42.1%	↓
11. 科学の専門書や関連する分野の本を読んでいるか	55.0%	27.8%	↓	38.5%	31.6%	↓
12. 英語で日常会話をする自信があるか	45.0%	61.1%	↑	26.9%	31.6%	↑
13. 科学的な内容を英語で説明できる自信があるか	40.0%	61.1%	↑	11.5%	21.1%	↑
14. 科学的な内容を英語で議論する自信があるか	30.0%	50.0%	↑	3.8%	26.3%	↑
15. 英語でプレゼンテーション出来る自信はあるか	65.0%	66.7%	↑	38.5%	31.6%	↓
16. 英語で科学を学びたいと思うか	100.0%	66.7%	↓	76.9%	52.6%	↓
17. 将来、海外で研究してみたいか	90.0%	72.2%	↓	69.2%	52.6%	↓
18. 海外で研究する自信はあるか	70.0%	44.4%	↓	30.8%	36.8%	↑

2. 運営指導委員会の記録

第1回 運営指導委員会

期 日 令和3年6月29日(火) 9:00~11:30 会 場 膳所高等学校

内 容 (○は運営指導委員の意見 ⇒は本校教員からの回答など)

①国際化の取組について

⇒コロナ禍でイギリス海外研修が実施できない中、海外の大学の先生と英語の論文交流を考えている。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

○時差のことを考えると、ケンブリッジ大学の先生に講義をしてもらうことよりはハードルが低いかもしれません。

○理屈を申し上げれば、外に価値のあるものを創りだすのが国際化なのだと思います。ですから、英語でしっかりとした論文を作成することに関しては意味があると思います。

○英語でコミュニケーションが取れるということだけが国際化じゃないなと。単純に英語が出来る力は日本でも身に付きますし、日本語でしっかりと論文が書ければ英語でも書けるわけで。その部分が問題じゃなくて、自分と異種のをどれくらい寛容に受け入れられる力があるか、それが国際化といわれるところではないかと思いますね。

○日本国内にも海外からいらしている先生はいっぱいいるわけで、そういう方々とお話するだけでも十分何かは得られるものがあります。今、Ben McLellan 先生という方とお付き合いがあるのですが、彼はナイスガイですので協力をお願いしてみます。

※Ben McLellan 先生には、12月3日の京都大学特別授業で、英語による講義を初めて実施していただきました。

②数理・データサイエンス・AIについて

⇒高大接続の学びを意識する中で、数理・データサイエンス・AIの素養を身に付けるということはどのようなことなのか。ご意見・ご感想をお伺いしたい。

○高校でAIやデータサイエンスを学ぶ意味って何かなって考えると、やっぱりちょっと背伸びして、「面白そう」というモチベーションのきっかけとなることかと。プログラミングを組んで何か動いて、機械学習で何か考えさせたらこんな結果が出てきた、面白そうだ。そういう事があれば学ぶためのモチベーションになる可能性がある。そこが重要なかなと思います。

○プログラムって論理的に書かないと受け付けてくれない。日本語って破綻していても読む側が論理的な思考を持っていたら補正して読んでくれるんですが、プログラムって補正してくれませんか、間違っただけを書いたら答えが間違っちゃう動かないかどっちしかありません。そういう意味では究極の論理言語なので、そういう感覚で学ぶという意味では良いかもしれません。

○滋賀大学データサイエンス学部のカリキュラムの内容は、大きく分けると二つに分かれていて、統計学的にデータサイエンスの手法自体をより良くしていくという方向性のものと、もう一つはツールとして使用する方法で、データサイエンスのツールを使って価値創造していくという形です。高校生と相性が良いのは、こちらの価値創造の方なのかもしれません。いろいろな分析演習マーケティングや生命科学、教育、心理、環境政策や地域文化など、色々な分野にデータサイエンスというものが適用できるので。

○膳所高校でデータサイエンスのことを勉強していくのであれば、データサイエンスの手法自体をより精緻化したいというモチベーションを持っているのか、データサイエンスをツールとして使ってより何か明らかにしたいものがあるのか、二つに分けた方が良いと思います。統計学をより極めていくような人を目指すのか、データサイエンティストを目指すのかの人材育成の方向性を考える必要があると思います。

第2回 運営指導委員会

期 日 令和3年11月26日(金) 9:00~11:00 会 場 膳所高等学校

内 容 (○は運営指導委員の意見 ⇒は本校教員からの回答など)

①次世代型課題研究の開発について

⇒数理・データサイエンス・AIの学びと科学的探究活動を結び付けた次世代型課題研究の開発に取り組んでいる。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

○「画像認識によるゴミの分別」研究と「イサザの同定」研究についてですが、どちらも個性があり、研究としては面白いと思います。僕、大津市民としてゴミの分別のために「分けナビ」というアプリを入れています。自治体と組んでこういうアプリに実装してもらったか、自治体のデータと紐づけてみるとか、最終的に“使ってもらえる”というしつらえをすることでローカルな話にもつながっていくんじゃないかなと思いました。

○現在、マイクロプラスチックの研究なんかもしていて、莫大なマイクロプラスチックが出てきます。手作業で分別をしているのですがとても無理で、共同研究者の方に画像認識をお願いしているのですが、その方がおっしゃるにはすべては親データの質次第という事です。統計でもそうでしょうけど、データの質が十分担保されているか、それを吟味したうえでAIに放り込む必要があります。そういう事を十分理解してもらって、結果データが面白いな、あれに活かせるな、と学んでくれたら良いのですが。ただし、単純に結果だけでなく、正確なプロセスを踏むことが大事です。さじ加減がやっぱり人間で決まってくところが大事かなと思いました。

○データサイエンスに対する最初の取組として、一件複雑な問題でも、こういう手法があつてこういう汎用性があつて、結果面白いことが起こるといふ、そういうきっかけを生徒さんに掴んでいただければいいのかなと思います。

連携校における探究活動の取組 報告書①

学校名	滋賀県立石山高等学校	教科名	総合的な探究の時間
対象学年	高校2年		
対象クラス数	9クラス（333名）		
探究活動の目標	探究の見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、自己の在り方、生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を育成する。		
探究活動における目的	それぞれが目指す進路に必要な知識や情報を得るための方法の習得を目指し、積極的に自らの興味・関心を模索し、探究する態度を養う		
取組の内容	SDGs の掲げる17の課題を理解させるとともに、滋賀県の琵琶湖におけるマイクロプラスチックを例に取り上げ、身近な社会課題について目を向けさせる。また、個々に研究課題を設定し解決策について考える。 7月～8月 ブックレポートの作成 9月 研究テーマ設定、リサーチクエストに対する仮説の設定 10月 事前調査と分析、グループで共有 11月 中間発表 1月 発表用パワーポイントの作成 2月 研究発表特別講義（外部講師） 研究発表大会（予定）		
生徒の変容	探究の手法や具体的なプレゼンテーションの方法を学ぶことにより、単に調べたことを提示するだけでなく、仮説設定、検証計画の立案、観察、実験、調査等、結果の処理など一連の探究過程を踏まえて探究を進める生徒が出てきた。		
取組の指導体制	進路課探究係が中心となって企画し、学年・分掌、教科と連携しながら指導している。		
成果と課題	学校行事が多い高校2学年で進路学習を含めた探究活動を実施しているが、コロナ禍の影響もあり、いくつかの企画が中止になった。また、課題研究にあてる時間も十分とは言えず、今後時間配分について再考する必要がある。		
Innovative Science Project の活用	石山高校は今年度より Innovative Science Project に参加し、他校の取り組みの情報を参考にしながら課題研究を進めてきました。プロジェクト生を核としながら本校の課題研究を進めるまでにはいきませんが、今後 SSH の取り組みを参考に、本校の探究活動も見直しを図っていきたい。 今年度、高校1年、高校2年対象に立命館大学理工学部山末英嗣教授の講演を実施し、課題研究の手法を学べたことは大きな成果といえる。		

連携校における探究活動の取組 報告書②

学校名	滋賀県立河瀬高等学校	教科名	総合的な探究の時間
対象学年 対象クラス数	対象学年、対象クラス、学科、コース、人数などについて書いてください。 高1・高2全生徒		
探究活動の目標	自ら問いを作る力、自らの興味・関心から学問やキャリアへ昇華する力、自ら根拠をもって選択する力など自立・自律に関わるもの		
探究活動における目的	図書館の蔵書となる書籍を作る 高1 図書館の活用等を学び、1つ選んだ問いについて調査し発表する 高2 原則としてグループで問いを深め論文を作成し、図書館の蔵書とする		
取組の内容	高1 1学期 本整理、お試し読書、等 夏休み 読書と本の紹介ポスター作製 2学期 作者への感謝の手紙、紹介ポスタープレゼン 興味関心マインドマップ、アバター作成、問い作りと調査 3学期 発表会、次年度研究グループ作成、先行研究調査、SDGsゲーム 高2 1学期～ 研究活動、フィールドワーク 冬休み～ 論文作成、発表用ポスター作製 3学期 総探発表会、図書館へ配架		
生徒の変容	振り返りアンケートでは4割程度の生徒が進路やキャリアを考えるようになったと答えた。また、民間企業や市役所、東北の漁師さんなどとICTを駆使して繋がる生徒がみられた。研究調査のためにwebアンケートを駆使した生徒が多かった。		
取組の指導体制	全教員（高3学年団除く）がファシリテーターとして関わっている。ファシリテーターであるため教員の専門分野などは加味せず、生徒達と一緒に考えていただくような形をとっている。 実施にあたってはアドバイザーではないため、質問をして生徒達がやりたいことを自分たちで気づくようにしてくださいとお願いしている。		
成果と課題	具体的な目的を「図書館の蔵書となる書籍」を作るとしたため、書籍＝誰かにとって価値があるものという目的が明確化した。よって高校生でも実施可能な内容に落とし込むことができた。		
Innovative Science Projectの活用	発表会などにおいて高校関係者以外の有識者の存在は非常に重要であると感じた。生徒自身が大学などとアポを取り、必要に応じてミーティングをする形は広げていきたい。		

連携校における探究活動の取組 報告書③

学校名	滋賀県立高島高等学校	教科名	総合的な探究の時間
対象学年	1 年文理探究科（1 クラス 40 名）		
対象クラス数	※一部は 1 年普通科 B 類型（1 クラス 42 名）と合同実施		
探究活動の目標	生徒の探究心を高め、知的好奇心を持って自ら課題を発見し、その課題を解決する力を養う。また、探究の成果を分かりやすく他者に情報発信し、ディスカッションする力を養う。		
探究活動における目的	探究の手法およびプレゼンテーションの基礎を身に付ける		
取組の内容	4 月 新書での味見読書の実践 7 月 高島アカデミーオリエンテーション 8 月 高島アカデミー（夏季休業中に集中実施） ・今津を“地図”で探究する（文系の探究の手法を学ぶ） ・長浜バイオ大学訪問（理系の探究の手法を学ぶ） ・普通科 B 類型との学習成果発表会（各々が訪問した大学での学びを共有） 10 月 高島アカデミー成果発表会 ・「今津を“地図”で探究する」の課題に対する結論を発表する 11 月 高島アカデミーフィールドワーク ・「今津を“地図”で探究する」の結論を現地で確認する 12 月 大学教員ビジット授業（京都大学・原田英典先生） 校外学習（石黒浩特別研究所訪問） 3 月 2 年次の「課題探究」オリエンテーション ※上記の取り組みに加え、長期休業中に新書の読書課題を課し、休業明けにクラス内で情報共有のための発表会を実施。		
生徒の変容	大学進学が具体的にイメージできていなかった生徒たちが、大学教員ビジット授業や大学訪問を通して、人生設計の明確なビジョンを抱くことができた。		
取組の指導体制	1 年文理探究科および普通科 B 類型の総合的な探究の時間は、総合探究主担当（兼文理探究科主任）、1 年文理探究科および普通科 B 類型担任（各 1 名）、1 年学年主任、教務課主任の計 5 名である。		
成果と課題	成果は、文献調査の基礎や文献調査以外の探究手法について実践を通して学ぶことで、多角的に探究する態度が身に付いたことと、大学研究者の講義や大学施設見学を通して、生徒が人生設計の明確なビジョンを抱くことができたことである。課題は、指導体制の整備である。		
Innovative Science Project の活用	本プロジェクトの連携校事業として、石黒浩特別研究訪問を実現することができた。また、サイエンスプロジェクトの取り組みを通して、科学探究部の研究や発表の指導はもちろん、本校の取り組みである大学教員ビジット授業や大学施設訪問の企画・運営の仕方についても学びの場になっている。		

連携校における探究活動の取組 報告書④

学校名	滋賀県立虎姫高等学校	教科名	究理Ⅰ、LHR、課外活動
対象学年	第1学年 全クラス (究理Ⅰ・LHR)		
対象クラス数	第2学年 全クラス (課外活動)		
探究活動の目標	自ら課題を見出し、科学的な見方・考え方を働かせながら、よりよく問題を解決する能力、また多角的に情報を収集し、論理的にまとめ発信する能力を育成するとともに、社会と自己の在り方・生き方について考えながら、行動しようとする態度を育成する。		
探究活動における目的	(ミニ課題研究・リモートインタビュー) 実験を計画する力や科学的に探究する方法を身に付け、論理的な思考を育む。またSDGsについて情報収集するとともに、調査結果や事象を比較して多面的に分析し、論理的にまとめ、適切に表現する力を育む。 (LHR・課外活動) 知的好奇心を働かせて自ら情報収集を行い、新たな疑問を見出すとともに、他者との対話などを通じて、自己を省察し、よりよい社会と自己の在り方に向けて行動しようとする態度を育む。		
取組の内容	究理Ⅰ 4人1組の班をつくり、協働して探究活動に取り組む。 5月 ミニ課題研究 4つのテーマに基づいて、探究活動を行い、レポートにまとめ、発表する。 11月 リモートインタビュー 班で相談して決めたテーマに基づいて、大学や企業などにインタビュー調査を行い、まとめ、発表する。 LHR・課外活動 各個人が年間を通して、探究活動に取り組む 1年 知的好奇心を働かせて、自らテーマを定めて、情報収集するなど探究活動を行い、まとめ、発表する。 2年 大学や高校、教育委員会などが主催する探究的な取組に自ら応募し、探究的な取組を進める。3月には、取組内容をまとめ、発表する。		
生徒の変容	相互発表などにより、自己省察が行われるため、問いの作り方や探究の方法に対するメタ認知能が高まった。また、講演会を生徒自ら企画するなど、よりよい社会と自己の在り方に向けて行動しようとする態度が育まれた。		
取組の指導体制	究理Ⅰ (担任5名、数学、理科の教員が5名) LHR・課外活動 (担任5名)		
成果と課題	自己実現に向けて行動しており、学びに向かう力が育まれるなどの成果があった。しかし教員の負担が大きく、今後は副担任など全校体制で取り組む必要がある。		
Innovative Science Project の活用	探究活動や発表する経験、また相互評価する機会が増えることは、探究活動に係る知識・技能を身に付けるとともに、思考を深めることにつながる。今後は、探究活動に取り組む意義を生徒自ら振り返る機会を設けたい。		

連携校における探究活動の取組 報告書⑤

学校名	滋賀県立彦根東高等学校		教科名	科学探究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ	
対象学年 対象クラス数	全学年 SS コースに所属している生徒				
探究活動の目標	課題を設定させて SS 課題研究に取り組ませることで課題設定能力、問題解決能力の育成を目指す。自然科学分野の英文読解力、論文作成による表現力の向上を図る。英語のプレゼンテーション能力を SS 課題研究の進捗に合わせてつける。				
探究活動における目的	科学を学ぶ基礎を身につけること、科学を理解する力を深めること、身についた力を応用・発展させること、協働的な学習活動の中でのリーダーシップを育成すること、グローバル化に対応する実践力を育成する。				
取組の内容		1 年	2 年	3 年	
	4 月	ガイダンス 先端科学研修Ⅰ	ガイダンス グループ決め	彦根東サイエンスフェスⅡ	
	5 月	課題研究	実験ノート作成研修	論文作成	
	6 月	先端科学研修Ⅱ	課題研究	論文作成	
	7 月	論文・論理トレーニング 琵琶湖博物館研修 融合授業Ⅰ	課題研究 リーダーシップ評価 自己評価シート（1 学期振り返り）	論文完成	
	9 月	データサイエンス課題研究 論文・論理トレーニング 中間報告会（参観）	口頭発表研修 課題研究 中間報告会		
	10 月	融合授業Ⅱ 論文・論理トレーニング	課題研究		
	11 月	データサイエンス課題研究 論文・論理トレーニング 校内発表会（参観）	課題研究 校内発表会		
	12 月	データサイエンス課題研究 SS 関西研修	自己評価シート（2 学期振り返り） リーダーシップ評価 ポスター発表研修		
	1 月	データサイエンス課題研究	SSH 研究発表会（郊外）		
	2 月	データサイエンス課題研究	課題研究（英語力）		
	3 月	課題研究説明 LSP 課題研究発表会（校内） 彦根東サイエンス国際フォーラム	自己評価シート（3 学期振り返り） 個人発表評価 LSP 課題研究発表（校内） 彦根東サイエンス国際フォーラム		
	生徒の変容	課題研究への取組開始を1年から始めており、取組期間が長いので課題を設定する時間や仮説をしっかりと立て、実験学習に意欲的に取り組むことができるようになった。また、実験結果に対して考察がしっかりとできるようになった。疑問に対して自主的に、意欲的に解決する姿勢が見られるようになった。			
	取組の指導体制	主に理数の教員で実施し、英語でプレゼンをする際に、英語の教員も携わる。SSH 推進室に所属する教員が主担当を担う。			
成果と課題	課題研究を通して、グループで取り組むことで協働性や研究者に必要なリーダーシップを身につけることができた。課題としてデータ採取や分析の仕方を見直す必要がある。				
Innovative Science Project の活用	学校行事と重なり、参加できないこともあったが、科学探究以外の時間でも課題研究に取り組むことができ、また助言をいただくことができたため、自校での取組で振り返ることができた。				

連携校における探究活動の取組 報告書⑥

学校名	滋賀県立守山高等学校	教科名 総合的な探究の時間
対象学年 対象クラス数	高校1年生 7クラス（276名）	
探究活動の目標	外部講師の講演会や、各自の読書を通じて、読解力や想像力、思考力、表現力等を養い、探究心を磨くことで、自ら問いを立て、より良く課題を解決する能力を身につける。	
探究活動における目的	講演会や読書指導を通して得た新しい気づきを大切にしながら、文章を「読む」「書く」「話す」「聞く」といった総合的な言語運用能力を習得することにより、論理的・科学的な思考力・表現力を高め、より自らの進路選択の幅を広げる。	
取組の内容	「人間探求学Ⅰ」（総合的な探究の時間・1年・1単位） 7月 読書指導の準備（図書館ガイダンス・新書レポートについて説明） 8月～2月 読書期間（新書を読み、「新書レポート」を作成し提出） 9月～12月 グローバルスタディ講演会の実施 9月 ①守山市長講演会（地元・ローカルの視点を知る） 10月 ②外務省高校講座（国際社会で活躍する人の視点を広げる） 11月 ③SDGs 入門講座（インパクトラボスタッフ） 12月 ④滋賀県 SDGs ボードゲーム（あもる代表） 10月&2月 ビブリオ・トークの実施（4人1グループで知的書評会） 1月～3月 小論文学習（自分の考えをまとめる）	
生徒の変容	「新書レポート」や「ビブリオ・トーク」の取り組みを通じて、まだ読んでことのなかったジャンルの本を読むなど、生徒の興味・関心の幅が広がってきた。さらに、昨年度からの「外務省高校生講座」や「SDGs 入門講座」に加え、「守山市長の講演会」や「滋賀県版 SDGs ボードゲーム」を通じて、SDGs や社会課題に対する自発的な関心が高まってきた。	
取組の指導体制	教務部探究課が企画・運営し、学年担任団及び副担任が探究担当となり、1クラス2名体制で20名ずつ指導した。週1回、学年会議で授業の手引きを共有した。	
成果と課題	外部の講師をお迎えすることが複数回あり、アウトサイドインの機会を多く持つことができたが、生徒の興味関心から発するインサイドアウトまで到達できたかどうかは、今後の生徒の振り返りシート、読書レポート、事後アンケートを通じて検証を行う。	
Innovative Science Project の活用	Innovative Science Project のグループ研究の取り組みを通して、本校の「総合的な探究の時間」でのオンライン会議ツールの活用ができた。 また今回参加した生徒たちは、高校生世界湖沼会議にも出席し、海外の高校生とも環境保全活動について意見交換するなど研究成果の普及を積極的に図ることができた。	

連携校における探究活動の取組 報告書⑦

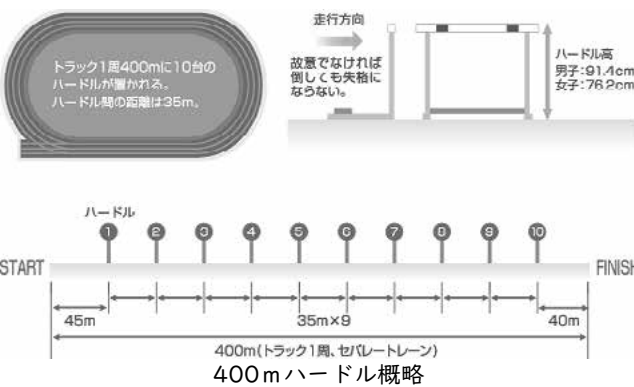
学校名	滋賀県立高島高等学校	「総合的な探究の時間」に係る取組 「大学の研究に触れる」(現地研修)
対象学年 対象クラス数	1 年文理探究科 1 クラス 40 名	
探究活動の目的	・ 大学研究員による講義および実習を通して研究の意義や重要性について学ぶ ・ 既知の学問以外に多種多様な学問が存在することを認識し、自己のキャリア形成の方向性を見出す	
取組の内容	日 時 令和 3 (2021) 年 1 2 月 1 4 日 (火) 1 3 : 0 0 ~ 1 6 : 3 0 場 所 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) 対象生徒 1 年文理探究科 1 クラス 40 名 講 師 大阪大学大学院 基礎工学研究科 石黒 浩 教授 (本校卒業生) 講義演題 「アバターと未来社会」 講義内容 アバター共生社会について、その意義とビジョンを解説する。 人と関わるロボットの歴史やアンドロイドの現状および必要性について解説する。 これらの解説を踏まえ、ロボットや人間に関わる疑問を生徒たちに投げかけ、人間アバターとロボットが共生する未来社会について考える。	
生徒の変容	生徒感想 (抜粋) ・ 今まで、A I が発達すると人間の仕事がどんどん A I に奪われて、最終的に人間が A I に支配されてしまうという悪いイメージを持っていた。しかし、石黒先生は、支配ではなく「共存」であるとおっしゃった。今も技術の発展で作られた車や電車などの乗り物、スマートフォンなどの I C T 機器を私たちは利用している、すなわち「共存」している。A I と共存する明るい社会を実現するために必要な技術や実験についてもっと知りたいと思いました。 ・ 石黒先生の、「アンドロイドと接して、違和感を覚えた点から“人間らしさ”というあいまいな概念が明確化していく、すなわち人間を知ることにつながる」という話は目からうろこだった。アンドロイドの研究をすることで人間の知識・意識・心・生命についての研究が進むという発想はすごいと思った。 ・ 2 0 2 5 年の大阪・関西万博に行って、石黒先生たちが携わっているパビリオンに是非足を運びたいと思った。 ・ 自律対話型アンドロイドの ERICA と喋る体験をさせていただいたことが一番印象に残っている。話す内容や身振りが本物の人間のように感動した。	
成果と課題	アバターやロボットがもっと身近になる未来社会について具体的なイメージを分かりやすく解説してくださったので、生徒たちは各々自分事として考える機会になった。リフレクションシートを読んでいると、講義前は A I やロボットに対してマイナスのイメージを持っていた生徒が少なからずいた。新しい技術を正しく理解することが、これからの社会で活躍する生徒たちにとって重要であると改めて感じた。 また、A I について深く知るきっかけになったので、これから探究活動でも A I の分野にも挑戦していったほしい。	
高島高校 H P 掲載ページ	大阪大学 石黒浩教授(本校卒業生)による 「アバターと未来社会」についての講義を受講しました。 文理探究科の1年生40人が、12月14日(火)に京都府精華町にある国際電気通信基礎技術研究所(ATR)を訪れ、本校卒業生である石黒浩先生による講義を受講しました。アンドロイドの開発・研究で国際的に著名な石黒先生の講義に加え、研究所内部も見学させていただき、開発中のアンドロイドにも触れることができました。 参加した生徒は、「質問をすると、たちどころに鋭い答えが返ってきた。大変刺激的な経験となった」と感想を述べていました。 	

膳所高校陸上競技班 400mハードルで跳び越える全国の壁

滋賀県立膳所高校 3年 倉橋ひかる 黒田夢乃 清水さやか 下口愛葉

1. はじめに

400mハードルは10台のハードルを飛び越えながら400mを走るタイムを競う競技である。400mハードルが110mハードルと異なる特徴としては「後半の速度低下にともなってハードル間の歩数が増えること」、またそれに付随して「前に振り上げる足と後ろで踏み切る足の左右を途中で入れ替えること」というのが挙げられる。オリンピックでも正式な種目のひとつであり、どのようにすれば記録向上が目指せるのか我が校の陸上部に協力を得て調査、データの分析を行った。



まず特性要因図を作り、選手が記録を向上できるような原因を考えた。

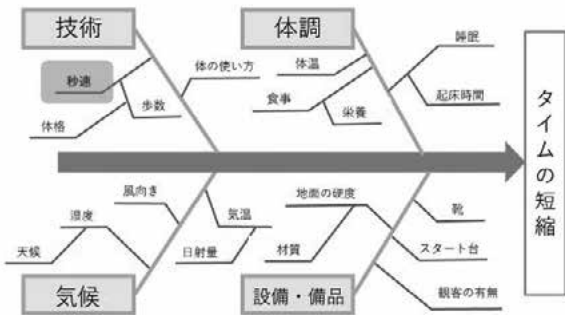


図1 特性要因図

図1より今回はデータから分かるハードル間あたりにかかる時間に注目し加速の仕方を区間毎に比較した。我が校には2人の選手がおり、その2人の傾向をつかむとともに実際に活躍しているアスリートとの比較も実践した。

傾向をつかむために行った分析は、以下の通りである。

- 膳所高校の2人の選手が力を出すのは前半と後半のどちらであるかの調査

- ふたりの選手のデータの比較
- タイムを縮めるためにどんな力が必要かの考察

2.主成分分析

今回複数のデータ項目から新しい合成変数(軸)を生み出し、それを解釈する分析方法のことである。
「統計分析フリーソフトR」を用いて選手Oと選手Tそれぞれに対して分析を行った。

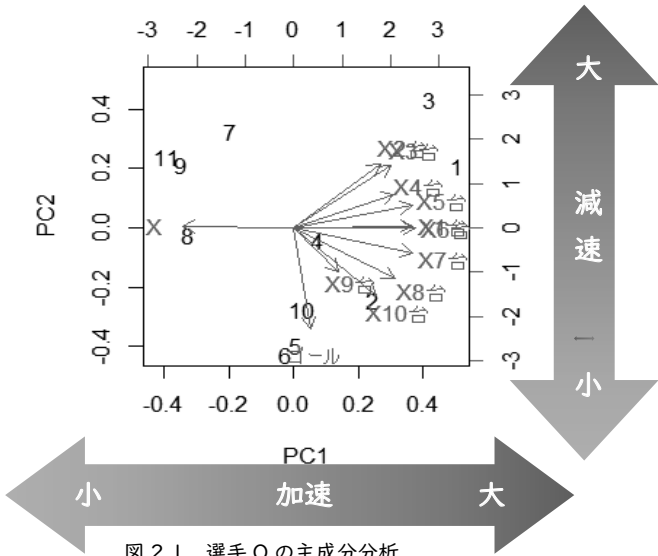


図2.1 選手Oの主成分分析

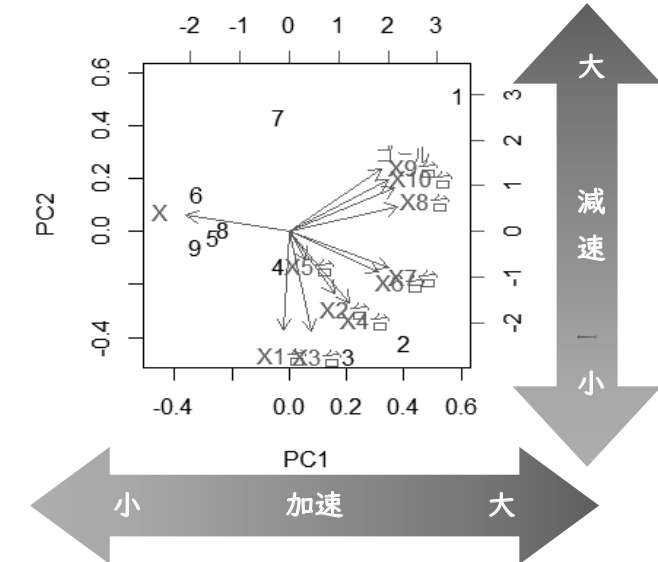


図2.2 選手Tの主成分分析

縦軸：PC2 横軸：PC1
なお、PC1の値が大きいほど加速していて、PC2の値が大きいほど減速している。
〈結果〉図を参照とする
〈考察〉選手Oは後半では加速の要素が強く、前半は減速の要素が強い。選手Tは前半では加速の要素が強く、後半は減速の要素が強い。

3.秒速短縮率の比較

それぞれの選手の区間毎の秒速を比較した。
用いた計算式は以下の通りである

$$\frac{1 - \frac{\text{次の区間の秒速}}{\text{前の区間の秒速}}}{1} \times 100$$

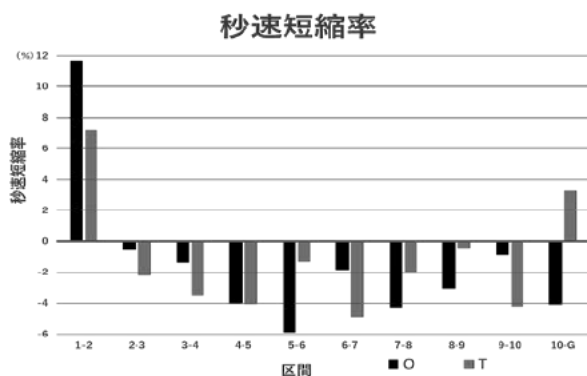


図 3 秒速短縮率

縦軸：短縮率（％） 横軸：区間

〈結果〉図を参照とする。

〈考察〉選手 O は序盤の加速が小さく前半に改善すべきところがある。選手 T は序盤の加速が大きいが後半にかけて短縮率が激減しているため後半に改善すべきところがある。

3. 区間ごとの速さの比較

ここでは選手 O, T と全国レベルの選手の区間ごとの速さを比較した

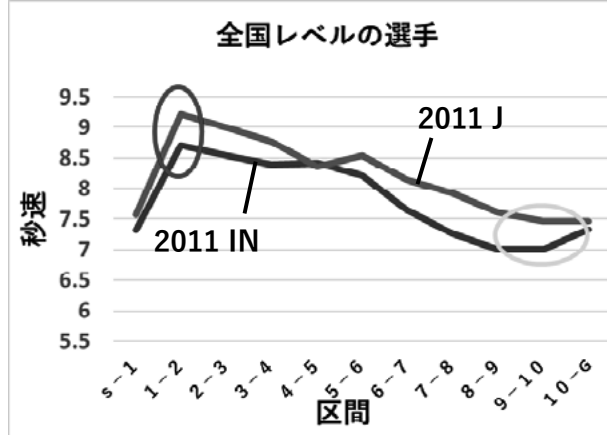


図 4 全国レベルの選手の区間速度

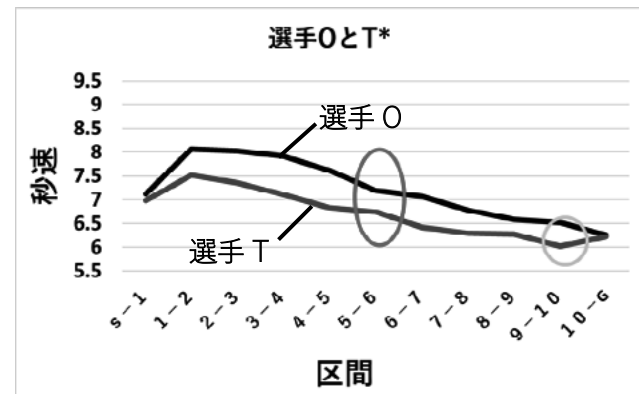


図 5 選手 O, T の区間速度

縦軸：区間速度 横軸：区間

〈結果〉図を参照とする

なお秒速の値が大きいほど選手の速さが速いことを意味する。

〈考察〉全国レベルの選手はハードルを跳ぶまでの速さがスタートから一台目までの速度が大きい。また全国レベルの選手は 5 台目から 7 台目の間に加速している。一方選手 O と T は両者ともその速度の向上が見られない。そのため二人はその区間において改善点がある。

5. まとめ

選手 O		選手 T
前半	問題点	後半
瞬発力	改善点	持久力
・スクワット ・ラダートレーニング	練習項目	・インターバルランニング ・LT 走

図 4, 5 より上記のようにまとめられる。

このように選手ごとに傾向とそれに応じた練習が考えられた。

また、どちらの選手も 5 台目から 7 台目にかけての加速があれば、よりよい結果を出すことにつながるだろう。

6. 展望

今後は、考案した練習を実際に行ってその効果を調査する。また、他のより多くの選手と比較し、選手の傾向をより正確に分析する。加えて、緊張や普段と違うコースの材質といった、競争としての特徴に焦点をあてて研究を進める。記録向上の変化の予測も行いたい。

7. 参考文献

公益財団法人 日本陸上競技連盟 HP

<https://www.jaaf.or.jp/files/upload/201812/jhs-008.pdf>

世界陸上@TDK

[No.2 400m ハードル] 体力とスキルが要求される過酷なトラック競技

<https://www.jp.tdk.com/techmag/athletic/200705u/>

<https://www.jp.tdk.com/tech-mag/athletic/002>

公益財団法人 日本陸上競技連盟 HP

<https://www.jaaf.or.jp/files/upload/202003/jhs-003-005.pdf>

キャスレーコンサルティング 2021/07/26

<https://www.casleyconsulting.co.jp/blog/engineer/119>

統計科学研究所 2021/07/26

https://statistics.co.jp/reference/software_R/staR_9_principial.pdf

基礎からわかる QC 七つ道具 市川亨司 ナツメ社

2017 年 11 月 20 日発行

膳所高校陸上競技班

Science Project 2021

Identification of Endemic species Isaza in Lake Biwa by bioinformatics

~ Image recognition by DNA barcoding and AI ~

Shiga Prefectural Zeze High School

GROUP B Runo Sato • Sora Aoyama

Tomo Hashigaki • Daiki Ogasawara

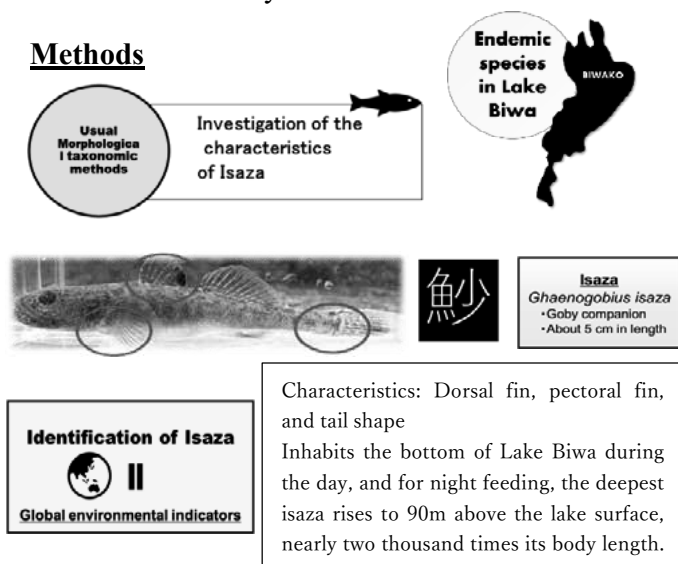
Abstract

In the future, genetic technology, data science and AI are said to be important. Specifically, we used DNA barcoding and AI image recognition to identify the species of Isaza, an endemic species of Lake Biwa. As a result, we were able to find the challenges of bioinformatics: the incompleteness of DNA data and the limitations of AI depending on the subject. However, we also found its effectiveness for our research in terms of finding a direction. The key is to seek validation from a variety of approaches. We have found that, like biodiversity, validation requires diversity.

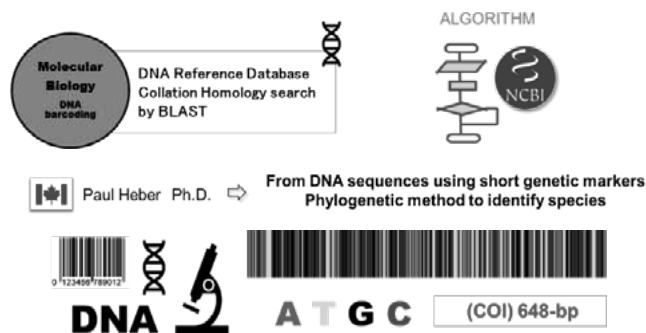
Introduction

Protect biodiversity. That is the target of SDGs goals 14 and 15. However, the destruction of ecosystems is currently in progress, with 40,000 species going extinct every year since 1975. Species identification is necessary to improve this situation. Therefore, improving the skills of species identification and developing new tools is an urgent task. This is because the number of professional taxonomists is decreasing worldwide due to the recent decline of basic research in the natural sciences. In light of this, our research group will explore bioinformatics, a combination of life science and information science, as a new method to assist traditional morphological taxonomy. As a result, the goal of this research is to break the critical status quo in current taxonomy.

Methods



Using conventional morphological taxonomic methods, we studied the isaza and found that it has a distinctive dorsal fin. In addition, Lake Biwa's endemic isaza differs from other fishes in its habitat, but in recent years it has been interbreeding with many other species. The reason for this is thought to be changes in ecology caused by the deterioration of the lake bottom environment, such as global warming. The identification of Isaza is considered to have great significance as an indicator of the global environment.



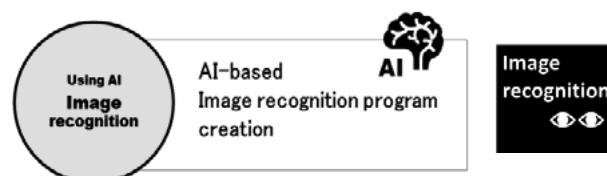
>Gymnogobius uroteana

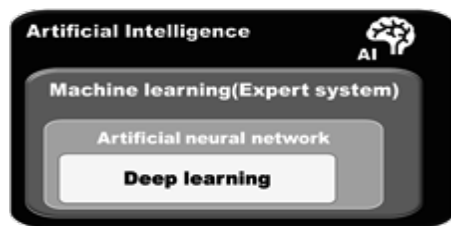
```
1 gtaggtggaa ctctgtcca atgaattga ggaggttct cagtagataa tgctaccctt
61 acacgatttt ttgcattca tttttcttc cctttggga ttcttgccgc taccctcttg
121 catctctttt tcttacatga aactggctca aataaccag caggattaaa ctccgatgac
181 gacaaaatcc cctttaccce ctactttcc tataaagatc ttcttgctt tgcccttata
241 ctctagccc tgctctccc tgacttttt tcccataat accctggaga tcttgacaa
301 ttatccctg caaacccgct tgttactct cccacatta agccagagtg atattctct
361 ttgcatatg ctattcttg ttctacctc aacaagctag gaggagttct agccctctt
421 gcttcattt ttgtactact ccttgccct ctctacata cgtcaaaaca acgtagttt
481 acctccgcc cagtttcca attctcttc tgagccctg tagcagatgt actatttca
541 actgaattg gaggcatacc tgttgaacac ccgtacatta ttattggaca aattgcatcc
601 ttcatctact tctcatttt tcttg
```

>Gymnogobius isaza

```
1 gtaggaggaa ctctgttca atgaattga gggggctct cagtagataa tgccaccctt
61 acacgatttt ttgcattca tttttcttc cctttgtag ttcttgctgc taccctctg
121 catctctttt tcttacatga aactggctca aataaccag caggattaaa ctccgatgac
181 gacaaaatcc cctttaccce ttacttttg tataaagatc ttcttgctt tgcccttata
241 ctctagccc tgctctccc tgacttttt tcccataat accctggaga tcttgacaa
301 ttatccctg caaacccact tgctactcc cccacatta aaccagagtg atattttct
361 ttgcatatg ctattcttg ttctacctc aacaagctag gaggagttct agctctctt
421 gcttctatc tagtactact ccttgccct ctctgcata catcaaaaca acgaagttg
481 acctccgcc cagtttcca attctcttc tgagccctg tagcagatgt actcttca
541 actgaattg gaggtatacc tgttgaacac ccgtacatta ttattggaca aattgcatcc
601 ttcatctact tctcatttt tcttg
```

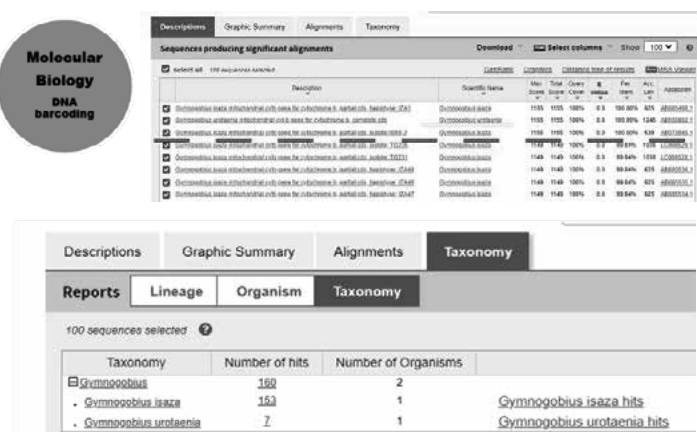
DNA barcoding is a phylogenetic method of identifying species from short genetic markers. Animals and many eukaryotes use the 648-bp region of mitochondrial cytochrome oxidase subunit I. The sequence data shared by INSDC is made available free of charge in recognition of its common human property. Using this, we then used molecular biological methods. We used BLAST, a special algorithm for DNA sequence search developed by NCBI, to determine regions for local alignment and to search for sequences with high homology.



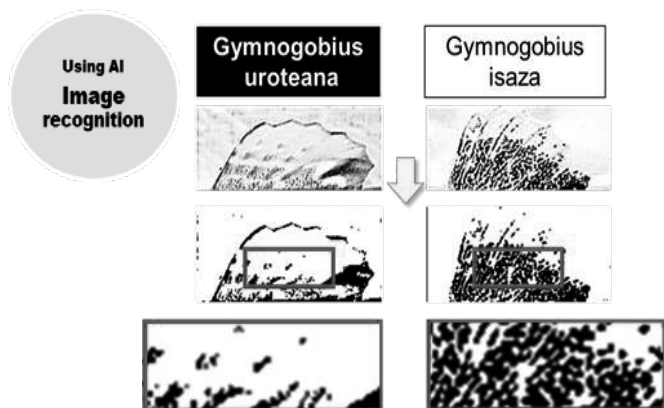


As a new tool to assist in biological classification, we have created an AI-based image recognition program using the Python programming language to recognize the image of Isaza.

Results



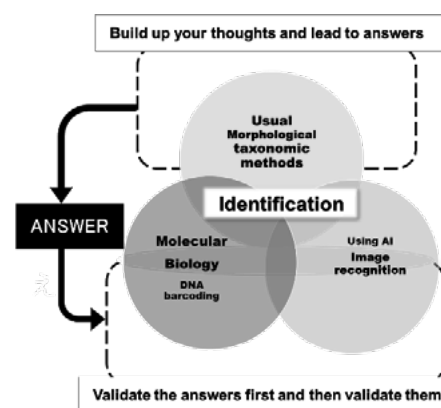
The individuals with the highest DNA homology are shown from the top. Here is something very important to report. As a result of the search, one of the three individuals with a 100% DNA match at the top of the dotted line is Ukigori. The overall results also showed that among the 160 individuals judged to be highly homologous, there were 7 Ukigori in the mix. The cause of this is not known at this stage, but we can speculate that it is due to errors such as contamination during DNA extraction or hybridization with Ukigori.



Deep learning requires tens or hundreds of thousands of training data with a large number of parameters to be optimized during training. We tried unsupervised learning by collecting images from the

Internet and letting the artificial intelligence make decisions. First, we created a Python program to scrape the Internet to collect images of Isaza. However, the number of images of Isaza was quite limited on the Internet, and the results were not satisfactory. Next, the dorsal fin, which is a characteristic of Isaza, was judged by supervised learning. We tried data augmentation to increase the number of data using openCV from an image processing library that is often used in Python, but we couldn't. The reason is that the recognition of the random dorsal fin pattern, which is a feature of the fish, is very sophisticated. Image recognition of Isaza proved to be difficult at this stage.

Discussion



Conventional morphological taxonomy is based on a series of investigations that lead to an answer. In bioinformatics, the answer is obtained first, and then its validity is verified. Although the order of approach to the answer is different, the "directionality" of identifying species based on trait information extracted from specimens is the same for both DNA information and image recognition methods. The challenge is to improve the reliability of the data. In order to do so, it is important to always be skeptical of the data results and to always verify the results by oneself.

Conclusions

Based on our results, we are grateful to Prof. Minami Naojiro (Kyoto University) and Yamanaka Hiroki (Ryukoku University) and Prof. Nagataki Hiroyuki (Osaka Electro-Communication University) for their guidance. In conclusion, bioinformatics still has many challenges. However, we should not be disappointed with the technology, because just being able to find a direction from a huge amount of data is very effective in terms of saving time in research. The important thing is not to blindly trust, but to actually verify for yourself. It is necessary to believe in the potential of data science after verification. The fact that we realized the importance of verifying the results ourselves is the outcome of this research.

令和３年度指定 スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書 第1年次

令和４年３月１５日 発行

発行者 滋賀県立膳所高等学校
〒520-0815 滋賀県大津市膳所二丁目１ １－１
TEL 077-523-2304 FAX 077-526-1086