

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2年次



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、指定第4期の2年目となる今年度、研究課題として「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」を掲げ、次の3つの柱を立てて取り組んでまいりました。

- 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付き、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。

また、同じく指定2年目となりました科学技術人材育成重点校につきましては、研究課題を「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」とし、県内6校および県外（今年度は10校）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ました。

新型コロナウイルス感染症の状況等を鑑みまして、今年度も残念ながらイギリス・ケンブリッジへの海外研修は実施できませんでしたが、代替として2度の国内研修（筑波・東京方面、広島・九州方面）やオンラインによる台湾の高校の理数特別クラス生徒との研究発表交流、オーストラリアの研究者との研究交流などを実施いたしました。また、ハリー・メッセル国際科学学校に選ばれて参加する生徒が出るなど、将来国際的に活躍し得る科学技術系人材等の育成につながるよう、グローバルに活躍するための資質・能力育成の取組にも力を注いでまいったところでございます。

次年度におきましては海外研修が実施できるよう努めてまいるとともに、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引き続き研究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4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4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）理数科 京都大学研究室実習	18
（4）理数科 滋賀医科大学医学入門講座	19
（5）python プログラミング演習	20
（6）理数科 AI 基礎講座	20
（7）理数科 滋賀大学データサイエンス入門講座	21
（8）アート思考力・デザイン思考力育成講座	22
（9）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）	23
（10）理数科1年生 探究S ルーブリック作成	24
（11）サイエンスキャンプ	25
2. 国際化事業	
（1）科学英語講座	26
2節 カリキュラム開発	
1. 「探究」「探究S」	27
2. 課題研究	32
3. 物理・化学・生物	36
4. SS数学・理数SS数学	38
5. 授業研究	39
6. 教材開発	40
7. 数理協同の授業	45
8. 教科「情報」と探究活動	46
9. 探究型学力の評価	49
3節 探究的取組	
1. 課外活動 自然科学系クラブ	51
2. 科学オリンピック・各種発表会への取組	51
4節 実施の効果とその評価	53
5節 校内におけるSSH組織的推進体制	54
6節 成果の発信・普及	56
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	56
④関係資料	
1. 令和4年度教育課程表・学校設定科目一覧	58
2. アンケート結果	60
3. 「探究 最終発表会テーマ一覧」	63
4. 「探究型学力の評価」	64
5. 運営指導委員会の記録	65

6. 令和4年度SSH活動の記録	67
7. Optimization of NO ₃ - reduction Using Metal Powder	70

第2編 科学技術人材育成重点枠

⑤令和4年度科学技術人材育成重点枠実施報告（要約）	81
⑥令和4年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題	83
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	84
2章 研究の経緯	84
3章 研究開発の内容	
1節 研究の仮説	85
2節 研究内容・方法・検証	
（1）Innovative Science Project（サイエンスプロジェクト2021）	85
（2）国際化事業の推進	88
（3）（県内）連携校における科学的探究活動の実践	88
（4）次世代型課題研究プログラムの開発	89
（5）海外研修（東京・筑波研修，広島・九州研修）	93
4章 実践の効果とその評価	95
5章 成果の発信・普及について	95
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	95
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2022 アンケート	98
2. 運営指導委員会の記録	99
3. 連携校における探究活動の取組	100
4. How do we imagine faces?	107
5. A Study in the Effects of Communication Between AI	109

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

①令和 4 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。については、「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 ③S 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 4 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>317</td> <td>8</td> <td>319</td> <td>8</td> <td>348</td> <td>9</td> <td>984</td> <td>25</td> <td rowspan="5">生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 5 年 1 月 1 日現在</td> </tr> <tr> <td>(理系)</td> <td></td> <td></td> <td>214</td> <td>5</td> <td>235</td> <td>6</td> <td>449</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>(文系)</td> <td></td> <td></td> <td>105</td> <td>3</td> <td>113</td> <td>3</td> <td>218</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>理数</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>40</td> <td>1</td> <td>120</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>357</td> <td>9</td> <td>359</td> <td>9</td> <td>388</td> <td>10</td> <td>1104</td> <td>28</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	317	8	319	8	348	9	984	25	生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 5 年 1 月 1 日現在	(理系)			214	5	235	6	449	11	(文系)			105	3	113	3	218	6	理数	40	1	40	1	40	1	120	3	計	357	9	359	9	388	10	1104	28
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	317	8	319	8	348	9	984	25	生徒全員が 実施の対象 *数値は令和 5 年 1 月 1 日現在																																																																
(理系)			214	5	235	6	449	11																																																																	
(文系)			105	3	113	3	218	6																																																																	
理数	40	1	40	1	40	1	120	3																																																																	
計	357	9	359	9	388	10	1104	28																																																																	
④ 研究開発の内容																																																																									
○研究開発計画 S S H 指定第 4 期目 2 年次の本年度は、これまで 16 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)」、「理数 S S 生物 I (4)」 ・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 4 年度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「S S 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と理数数学特論を再編成した「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、滋賀医科大学医学入門講座、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 AI基礎講座（ドローンを使ったプログラミング学習）、アート思考力・デザイン思考力育成講座、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
- (5) 海外とのオンライン交流
 - ・台湾・国立台湾師範大学附属高級中学校（台北市）とオンラインで相互の研究を発表
 - ・ハリー・メッセル国際科学学校への参加
 - ・オーストラリアの大学教授による研究発表への指導助言

【カリキュラム開発】

- (6) 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
- (7) 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
- (8) 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。
- (9) 教材開発 物理・化学・生物の教材開発事例
- (10) 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
 - ・1年生 生物「ゾウリムシ」 数学「統計」、物理「重力加速度」 数学「階差数列」
 - ・2年生 数学「二次曲線」物理「波の干渉と反射」
- (11) 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」
- (12) 「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
 - ・課題研究では6つのDomain of Competence（主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性）それぞれを到達度別に4段階に分け自己評価を行った。また、1年生探究Sでは6つのDomain of Competenceおよび情報収集力、質問力から3つを選択させ、ループブリックを作成した。

【探究的取組】

- (13) 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
- (14) 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12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2022 大賞受賞
情報オリンピック 敢闘賞受賞（2名）、科学地理オリンピック日本選手権出場

(15) 数学講演会の実施 数学の世界への興味・関心の育成 「実例で学ぶ数理モデリング」 講師：滋賀大学データサイエンス・AI イノベーション研究推進センター 助教 今井貴史先生	
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（2022年度の一部60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（初等中等教育 科学技術・学術政策局）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課題研究ルーブリック「科学的探究に関する標準ルーブリック」「数学的探究に関する標準ルーブリック」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。 ⑦2022年度経済同友会教育改革委員会（令和4年6月29日）において、本校校長が「スーパーサイエンスハイスクール 国際的な科学技術人材の育成に向けて」という演題で発表を行った。 ⑧イノベーション教育学会第10回年次大会（令和4年11月12日）において、本校前理数科主任が「探究学習におけるルーブリック評価」という演題で発表を行った。 ⑨第18回京都大学工学部教育シンポジウム（令和4年11月21日）において、本校SSH推進室長が「学びの高大接続を目指した膳所高校SSH事業の取組」という演題で発表を行った。 ⑩滋賀県教育委員会「読み解く力」育成セミナー（令和5年2月22日）において、本校「探究する力」育成主任が、「探究活動における課題設定と読み解く力」という演題で実践発表を行った。 ⑪「THE名門校」（BSテレ東で令和4年4月4日放送）で本校のSSH実践が紹介された。「科学の甲子園…理数系生徒たちの頭脳とは」 ⑫経済同友会教育改革委員会提言「価値創造人材の育成に向けた教育トランスフォーメーション（EX）」（令和5年4月5日）において、本校の探究活動や高大連携の実践が紹介された。	
○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。 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」でのルーブリック作成、審査用紙の改善等を行った。さらに、課題研究においては一昨年度から数学のルー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症の影響	
【高大連携事業】 （1）京都大学特別授業は、一部の講義が、オンラインによる授業と膳所高校での対面授業となったが、前期6回、後期6回のすべてを実施できた。 （2）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 4 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(p. 58)」に掲載)
○研究開発の目的 令和 4 年度、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。 (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 96.1%、96.9%、95.2% (p. 60) 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 実習後のアンケート結果によると、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が 87.5%に達し、医学という学問について理解する有益な機会となったと考えられる。アンケートの記述から医師の使命を深く考えることで、命と向き合い、患者に寄り添うことの大切さを学ぶことができた。 ・理数科 1 年 python プログラミング演習 大阪大学 長瀧寛之教授を講師に招き、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 A I 基礎講座

滋賀大学 岳野公人教授による「A I 時代にどのような能力を身につけ、何をするか？」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、「A I 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、A I 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

今井貴史助教による「データサイエンスと物理学の接点」という講義では、データ分析に必要なスキル、データサイエンスにおける物理学の活用、機械学習を用いたモデルの補正と推定について、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「創薬の支援を目指すデータサイエンス」、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、2 年 アート思考力・デザイン思考力育成講座（基礎編、発展編）

京都芸術大学 芸術学部 吉田大作准教授を講師に招き、1 年生が基礎編を、2 年生が発展編の講義を受講した。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

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回答したものが、95.0%と肯定的な回答が多い。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・関心が高まるという効果があった。また、参加後に理数科生徒は理数系能力の自己肯定感が向上し、学力が大きく伸びるきっかけとなっている。

（３）サイエンスキャンプ

今年度も昨年度同様、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、1 s t 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。

2 n d 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。2 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今年度より始まったプログラミングおよび一人一台端末(BYOD 端末)を踏まえた指導に力を置き、研究開発を行った。詳細については後述する。

理数科 2 年生の生徒課題研究発表会を全校生徒対象に行い、あわせて S S H 事業報告会を実施することにより、県内外の中学・高校の教員の他、滋賀の教師塾や教員採用予定者、地域住民の参加を得て、次世代の S S H を支える教員にも S S H 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 A L T との間で、英語でのディスカッションもできた。

（６）S S 物理・S S 化学・S S 生物、S S 数学・理数 S S 数学

理科では S S H 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

今年度も7名の教員が、研究授業・公開授業を行い、一部の授業では、オンライン配信も行われた。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、中学校への案内をとりやめる等、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、一人一台端末や観点別評価等の先進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。また、理科（地学）との境界領域にある地理においても教材開発を行った。

・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」実験を行った。

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

・地理教材開発

ICT活用教材の開発と授業展開に関する研究を行った。地学との境界領域である「自然環境と防災」について取り扱い、教科間のつながりを意識した取組を行った。

（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2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。

課題研究では6つのDomain of Competence（主体性、協働、議論、思考力、メタ認知、感性）それぞれを到達度別に4段階に分け自己評価を行い、今までの課題研究の様々な取組のプロセスをDomain of Competenceと照らし合わせて、到達度を再確認することができた。その結果、課題研究実施後に高い達成感を得られたことが生徒のアンケートの記述から多く見られた。また、1年生探究Sでは6つのDomain of Competenceおよび情報収集力、質問力から3つを選択させ、それぞれのDomain of Competenceおよび2つの力を5段階に分け、各レベルにおける記述語を班で協働しながら考え、ルーブリックを作成した。

(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12回科学の甲子園全国大会に12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、3年生が大賞を受賞した。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、2年生が敢闘賞を受賞した。科学地理オリンピック日本選手権にも初挑戦し、1名が予選を通過し、本戦に出場した。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。

- ・連携校との探究的な取組では「FESTAT（全国統計探究発表会）香川県立観音寺第一高校主催の発表会に参加（令和4年7月18日、8月20日）」「Virtual Science Fair (VSF) 兵庫県立姫路西高校主催の発表会に参加（令和5年1月27日）」「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5年2月11日）」「Global Science Leadership 福井県立藤島高等学校主催の発表会に参加（令和5年3月18日）」など新たな取組も始めることができた。

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7日実施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、滋賀大学データサイエンス・AIイノベーション研究推進センター助教 今井貴史先生に講演していただく。演題は「事例で学ぶ数理モデリング」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4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2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	(根拠となるデータ等を「④関係資料(p.58)」に掲載)
○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。 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、SSH3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4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」を昨年度より実施した。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、日本植物学会第86回大会（高校生探究ポスター発表）に参加するなど、校外での発表会にたくさん参加した。また、台湾師範大学附属高級中学（台北市）の高校生とのオンラインによる研究発表交流会やオーストラリアの大学の先生相手に英語でのオンラインでの発表会も実施した。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ブリックをもとに、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ブ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 (2)	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
		理数 S S 生物 I (4)	理数生物
		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

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20年目を迎えた「京都大学特別授業」と15年目を迎えた「滋賀医科大学特別授業－基礎医学講座」の2つを柱としている。

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。

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。

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。

参加生徒には受講毎に、授業アンケートおよび感想文を課し、学習の定着、意欲向上を検証した。



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			
地球環境学	25名	総合・人間科学B	25名			計100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15日	金	分子の世界・細胞の世界	生命科学研究科	吉村 成弘 桑田 昌宏
4月22日	金	ゲノム編集の基礎と応用—魚類を例として—	農学研究科	木下 政人
6月10日	金	植物系統分類学	理学研究科	田村 実
6月17日	金	ナメクジの季節適応機構	理学研究科	宇高 寛子
9月2日	金	昆虫の適応と種の多様化	理学研究科	曾田 貞滋
9月9日	金	生き物の時間をみる	理学研究科	小山 時隆

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15日	金	生命とは何か—創造性の本質に迫る—	基礎物理学研究所	村瀬 雅俊
4月22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
6月10日	金	熱帯農業の知恵と工夫—熱帯の環境と人類—	農学研究科	樋口 浩和
6月17日	金	くすりの科学	薬学研究科	山下 富義 樋口 ゆり子
9月2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
9月9日	金	神経系の巧妙な計算	理学研究科	川口 真也

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15日	金	生命とは何か—創造性の本質に迫る—	基礎物理学研究所	村瀬 雅俊
4月22日	金	多様性を理解するための個人差の心理学	教育学研究科	高橋 雄介
6月10日	金	パーソナルデータの保護と利活用	情報学研究科	吉川 正俊
6月17日	金	人口減少と人工知能と経済成長——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
9月2日	金	考古学の可能性：使い手の心理に迫る	文学研究科附属 文化遺産学・人文知連携センター	富井 眞
9月9日	金	平等な社会のかたちとは —政治哲学の視点から—	法学研究科	森川 輝一

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30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4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
11月11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
12月2日	金	The future of energy resources	エネルギー科学研究科	Ben McLellan
12月9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
1月20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30日	金	癌ってどういうもの?	生命科学研究科	垣塚 彰
11月4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11日	金	植物の驚異的な環境適応能力を支える遺伝子発現制御機構	理学研究科	松下 智直
12月2日	金	地球を支える光合成	理学研究科	鹿内 利治
12月9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
1月20日	金	食欲を調節する体のしくみ	農学研究科	佐々木 努

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30日	金	異常気象と地球温暖化	防災研究所	榎本 剛
11月4日	金	アジア・アフリカにおける水・衛生	アジア・アフリカ地域研究研究科	原田 英典
11月11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
12月2日	金	飲み水の安全と安心	工学研究科	中西 智宏
12月9日	金	免疫系の進化と発達	国際高等教育院	田中 真介
1月20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

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30日	金	世界の貧困問題と経済開発	経済学研究科	高野 久紀
11月4日	金	図書館の歴史と多様性	教育学研究科	福井 佑介
11月11日	金	風土建築からグローバル化のなかの地域環境を考える	地球環境学堂	小林 広英
12月2日	金	実験心理学が解き明かすヒトのこころ	人と社会の未来研究院	上田 祥行
12月9日	金	事実は教科書よりも奇なり—本当は何が起っていたのか?	人間・環境学研究科	辻 正博
1月20日	金	家族とは何か——法学の観点から考える	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半分程にとどまっている。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年に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ます。



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18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9日	月	脂肪細胞の細胞生理	生理学講座	尾松 万里子
6月6日	月	医療人に求められる資質	医学・看護学教育センター	向所 賢一
6月13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5日	月	「疫学」とは何か -病気の原因を探る医学研究-	NCD疫学研究センター 予防医学部門	三浦 克之
9月26日	月	病原体の世界	病理学講座	旦部 幸博
10月3日	月	「健康」とは	公衆衛生看護学講座	伊藤 美樹子
11月14日	月	命を守る臓器「心臓」	内科学講座	中川 義久

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割程度となった。京都大学特別授業と同様、講義外での学びの姿勢の変容にまで効果を波及できるかが今後の課題である。

(3) 理数科 京都大学研究室実習

ア. 目的

理数科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。SSH指定当初より取り組んできたこの事業は、事前学習および事後学習、生徒の意識付け、高等学校での学習内容の応用として無理のない展開、先端分野への学びの発展と科学探究の態度育成などの視点を中心に、大学側の担当教官との共同作業で大変バランスの良いプログラムへと改善を加え、理数科カリキュラムの主要な行事となった。今年度は以下の要項で実施した。また、参加教員の教材研究および資質向上、課題研究の指導に関わって研究の指導法や科学発表の方法などへの効果も見られる。

イ. 対象生徒

理数科2年生 生徒40名

ウ. 内容

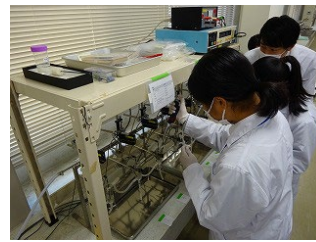
日 時 令和4年9月29日(木) 9:30～17:00

[物理系Ⅰ] 目に見えない放射線を測る 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 原子核ハドロン物理学研究室 永江 知文 教授 堂園 昌伯 助教	
[物理系Ⅱ] 量子液体「超流動ヘリウム」の実験 京都大学低温物質科学研究センター 松原 明 准教授	
[化学] 分子式・構造式・異性体について ～有機化合物の単純な組成と、多様性を学ぶ～ 京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻 機能材料設計学講座 松原 誠二郎 教授	
[生物系Ⅰ] 分子生物実習：アクチニン3遺伝子の一塩基多型の解析 京都大学大学院 生命科学研究科 統合生命科学専攻 分子情報解析学講座 桑田 昌宏 助教	
[生物系Ⅱ] 応用微生物学とは ～小さな微生物の大きな力をいかに引き出すか～ 京都大学大学院 農学研究科 応用生命科学専攻 応用微生物学講座 竹内 道樹 助教	
[数学系] 有理数や実数や平面ベクトルの代数構造に関する復元 京都大学数理解析研究所 星 裕一郎 准教授	

エ. 成果と課題

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回答したものが 95.0 %と肯定的な回答が多い。高度な設備や器具を用いた実験を行うことを通して、先端的な科学研究に触れ、大学教員とゼミ形式で討論を行った。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・関心が高まるという効果があった。また、参加後に理数科生徒は理数系能力の自己肯定感が向上し、学力が大きく伸びるきっかけとなっている。

(4) 理数科 滋賀医科大学医学入門講座



ア. 目的

理数科1年生40名を対象に、「高校生物」の学習を基礎に生理学・社会医学の講義および実習を実施し、医学の手法を知ること、科学的な視野を拓ける。また、医学部についての知見を広め、社会の中での医学・医療の役割について学ぶ。

イ. 対象生徒

理数科1年生 生徒40名

ウ. 内容

日 時 令和4年10月21日(金) 9:15～16:30

講義Ⅰ	「医療人に求められる資質」 医学・看護学教育センター 向所 賢一 教授
講義Ⅱ	「自律神経による恒常性調節の仕組み」 薬理学講座 西 英一郎 教授
実 習	「摘出モルモット腸管を用いた腸管平滑筋収縮弛緩調節に関する実習」 薬理学講座 西 英一郎 教授、大野 美紀子 准教授、西 清人 助教、 日精バイリス株式会社 佐治 大介 氏、大学院生 消化器内科 吉田 晋也 氏 *本実習は滋賀医科大学倫理委員会の承認を受けて実施している。

エ. 成果と課題

実習後のアンケート結果によると、講義Ⅰでは医師という仕事は患者さんの命と向き合うということであり、それゆえ責任の重さと、患者さんに寄り添うことの大切さを生徒たちは感じており、全員が医師についての理解が深まったと回答した。また、進路を考える上で参考になったという回答は 94.3%に達し、医学科への進学希望の有無に関わらず、医学という学問について理解する有益な機会となったと考えられる。

実習では、モルモットの小腸を用い、腸管の長さの変化(収縮弛緩)を敏感に感知できるマグナス管という装置を使って、様々な自律神経作用薬の効果を検討した。また、実験を通して、生体における腸管運動の制御機構について考察した。

実習後のアンケートでは、より深い理解ができたという生徒たちは感じており、全員が充実した実習であったと回答した。

理数科の生徒には自然科学の一分野である医学へ理解を深め、他学部進学後も科学技術の応用として、医学を常に意識する姿勢を持ち学際的に科学に取り組む人材の育成につながっていくと思われる。

(5) 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、普通科 1 年生 319 名

ウ. 内容

日 時 理数科 令和 4 年 5 月 24 日、6 月 7 日、6 月 21 日

普通科 令和 4 年 10 月 4 日～11 月 18 日、12 月 8 日～令和 5 年 1 月 13 日

python プログラミング演習

大阪大学 SLiCS センター 長瀧 寛之 教授

理数科 1 年生に対して、夏休みに python によるプログラミングを用いた作品を作る課題を出した。

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、3 学期の探究 S 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本年度は 1 班増え 2 班となった。理数科 1 年生の夏課題では、プログラミング未経験だった生徒もオリジナルの作品を提出できた。

(6) 理数科 A I 基礎講座 ＜1 年＞



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 4 年 11 月 18 日 (金) 13:20～15:10

AI 時代にどのような能力を身につけ、何をするか？

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. これからの社会では、AI と共存するということが必要になってくることが分かった。私は、AI の普及にネガティブによる意見を持っている。だが、今回の講義を聞いて、農業に AI を用いることで作物の選別がだれでもできるようになったり、眼鏡屋さんで用いることでスタッフ不足を解消したりなど AI の便利な面を知ることができた。また、AI を取り入れる時には、膨大なデータをとって、それを AI に学ばせる必要があることに驚き、大変な作業だと感じた。ネガティブによる意見であることに変わりはないが、これから必ず AI と共存することが必要となるから、AI の強みを知って、AI の適切な取り入れ方を身につけたいと思う。そして、AI にはできない状況から問題点を見つける力をつけたいと思う。

B. 高校の出席記録を、前にカメラを置くなどして自動で記録し、カウントできるシステムを作りたい。AI と結び付けて新たな価値を創造するには、日々の小さな面倒なことに気づき、それを解決しようとする視点が大切なのだと考える。やはり人や環境の助けになるものを作り出すことが新たな価値を創造するということだと思う。

C. AI が農業の分野にも用いられていることに驚きました。農業と AI という二つのことはあまりにもかけ離れているように思っていたからです。AI はどちらかというと先進技術で繊細な動作を要求する部門に用いられていると思っていたので、いい意味で考えが覆されました。

<2年>

ア. 仮説

金沢大学が開発した『計測と制御』を学ぶ体験型プログラミング教材に取り組むことで、AI を体験し、探究活動における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2年生40名

ウ. 内容

日 時 令和4年8月31日(水)

ドローンを題材とする人工知能体験

金沢大学理工研究域フロンティア工学系 軸屋 一郎 准教授



エ. 成果と課題

事前事後アンケートを通じて講義に対する高い関心がうかがえ、事後アンケートでは後輩に勧めたいという点でかなりの高評価で、講義に対する生徒の満足度は全般的に高かったと考えられる。ドローンに関してイメージできるかという問いかけについても講義を通じてイメージできる方向へ変化が見られた。体験型の講義としての効果が明らかに確認できた。

(7) 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4年12月16日(金) 10:00~15:00

②場所 滋賀大学 彦根キャンパス

③実施内容・講師

講義Ⅰ 「データサイエンスと物理学の接点」

滋賀大学 データサイエンス学部 今井 貴史 助教

昼食休憩

講義Ⅱ 「創薬の支援を目指すデータサイエンス」

滋賀大学 データサイエンス学部 江崎 剛史 准教授

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Ⅰ データサイエンスとは何かわかりましたか?	97.3%
講義Ⅰ データサイエンスと結びつくことで、新たな研究が生まれることを理解できましたか?	97.3%
講義Ⅱ 薬を作るためにどのようなデータ分析を行うのかわかりましたか?	100.0%
講義Ⅱ 薬の性質予測について理解できましたか?	94.6%

質問項目	肯定的回答
全 体 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？	97.3%
全 体 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%
全 体 将来の進路選択の参考になりましたか？	91.9%

自由記述欄（生徒の変容が分かる自由記述を掲載する）

- A. データサイエンスが情報の分野にとどまらず、物理や化学に応用されていることを知った。特に、関数化できるのはすばらしいと思う。データをまとめて、さらにそれを視覚化するということは新たな発見、科学技術の発達につながるだろう。一方で私たちはデータやAIを完璧に使いこなすという能力も求められるようになる。
- B. 今までコンピュータに計算させるなど必要ない、人間がやればよいと思っていたが、今日たくさんのデータを扱ったことで、コンピュータに計算させることの現代においての重要性を感じました。データサイエンスを活用することで多大な選択肢から答えは一つとはいかないですが、とても少なくできることに気づきました。
- C. 講義を受ける前は、データサイエンスとは、研究者が行う専門的な技術だと思っていた。しかし、今回の講義を通して、データサイエンスは日常生活から最新の研究まで幅広い分野で活用されている身近な技術であることが分かった。また、データサイエンスは様々な分野で活用することができると分かった。また、薬学の世界では、データサイエンスの技術を用いることで、治験を行わずに済み時間とコストが削減できることから、データサイエンスは物事を効率化できることが分かった。
- D. 「データサイエンス」という複雑そうな分野の中でも自分たちの習っている2次関数などがつかうことができる。工夫しだいでは簡単な問題に落とし込むことができることに感動した。そもそも今回のデータサイエンス学部が企業との連携を主に行っていることが印象に残っている。企業にとってもデータは重要であり、データを持っているだけでなくデータの傾向などを分析することが現代社会に求められていると分かった。

（8）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 理数科2年生40名

ウ. 内容

実施日 2年生 第3回 令和4年7月15日（金）

1年生 第1回 令和4年12月19日（月）、第2回 令和5年1月20日（金）

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ティックデザインコース 吉田 大作 准教授
第1回テーマ	「アート思考とデザイン思考とは何か」
第2回テーマ	「観察と情報収集から生まれる『多角的な視点』の重要性」

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
第1回 アート思考・デザイン思考の思考法と考え方を理解できましたか。	92.3%
第1回 アート思考デザイン思考が求められる社会背景を理解できましたか。	96.2%

第1回 本日の講義を通して6つのDomain of Competenceのうち、特に育成されたと思うものを2つ選びなさい。

主体性	11	協働	1	議論	2	思考力	23	メタ認知	5	感性	20	計	62
-----	----	----	---	----	---	-----	----	------	---	----	----	---	----

自由記述欄 （生徒の変容が分かる自由記述を掲載する）

1年生

A. 一見、必要がなさそうな知識であっても、自分の「引き出し」を増やすことができるため、どんなことも積極的に学ぶようにしたい。また、いろいろな物事を多角的に観察できるようにしたい。

B. 現代の日本の現状（企業の規模や少子高齢化など）について知ることができ、今のように特に社会について深く考えることなく生きていくと、いつか都合の悪いことが起こるのではないかと身近に捉えることができたこと。また、そのために重要となる「観察」の在り方や考え方を学べて良かった。同じ写真を見ても人によって捉え方が大きく異なるということや、私たちはすべてを観察しているような気がしていても実は一部の情報しか得られていないということが分かったときは驚きを感じた。

2年生

A. 自分がどのような職業に就くかは分からないが、仕事をするなかでぶつかる問題に対して、1つの解決策に依存し満足するのではなく、知識や柔軟性をもって何にも縛られずにたくさん意見を出し、その中から現実と向き合いながらより良い解決策を導き出したい。

B. 課題研究でテーマを考えるときに問を立てるのに使えた。また、将来のことを想像したときに何をしていったら目標にたどり着けるのかを考えることに役立った。受験を見据えて自分にとって今何が課題でいつまでに何をどのようにしていったらよいのかを臆気ながら考えられたことで自分の成長につながった。

（9）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4年9月5日（月）

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）

- ・「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に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。
- ・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。
- ・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正面に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ると考えた。
- ・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なと思いました。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。

(10) 理数科1年生 探究S ルーブリック作成

ア. 仮説

3学期の探究活動や2年次の理数探究に向けて、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）に着目して、生徒自身がルーブリックを作成することで、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5年1月13日（金）

実施内容 ルーブリック作成

SSH8校で作った標準ルーブリックをもとに、生徒たち自身にルーブリック作りを体験させた。、6つのコンピテンスおよびそれに加えて課題研究に有用な質問力、情報収集力を加えた8つから3つ選び、5段階のレベルを設定して各レベルにおける記述語を考えさせた。



エ. 成果と課題

生徒の作成したルーブリックの一部を示す。

	協働	思考力	質問力
	協働研究の目的とそれに必要なことを理解できているか。	多角的な視点、発想を持って深く考えることができるか。	議論の内容を理解した上で、議論の発展につながるような質問ができるか。
5 基準 課題研究の質が特別優れているレベル	積極的に全員が参加し、各々の個性を生かしながら、そのグループ独自の考えを創造できている。	あらゆる知識を融合させつつ互いに議論を交わす中で、幅広く柔軟な思考ができている。 物事を様々な角度から捉え分野を横断した、型に捕らわれないような高度な思考が行われている。	内容を理解した上で、質問に対する自分なりに導いた答えとともに問いかけるような、さらに議論が発展していく質問をすることができる。 自分の考えを踏まえた上で、研究との相違点を述べ、研究のさらなる発展を見込める質問ができる。
4 基準 課題研究の質が十分に満足できるレベル	積極的に全員が参加し、新しい考えを創造できる。	先行研究や既知の事柄から発展させた新たな視点で研究を行うことができる。 論理的に物事を捉え、結果を正しく評価・考察できる。	内容を理解した上で、議論の発展につながるような質問ができる。 課題の本質を突くような質問ができる。
3 基準 課題研究の質が満足できるレベル	全員が参加し、各々が役割を持ち、意見交流ができている。	議論などを通して、多面的な思考をしようとしている。	自分で一旦考えてそれでもわからないことを質問する。 自分の問いを解決できる質問ができる。
2 基準 課題研究の質がやや改善を要するレベル	協働の雰囲気はできているが、全員が参加できていない（一部ができている）。	偏った視点からの研究考察が行われており、踏み込んだ議論が不十分である。 実験等で得られた事象の考察が不十分であり、効率的で合理的な判断に欠ける部分が見られる。	公の場で質問ができる。 疑問点は見つけられるが、それを自分で一旦考えずにそのまま質問しており、議論が発展するものではない。
1 基準 課題研究の質が大幅な改善を要するレベル	協働ができていない。	実験などで得られた結果から考察ができておらず、結果のみ述べている。 実験等がうまくいかなかった場合に、その理由を解明しようとせずに関わり、単なる失敗となっている。	そもそも話題に対する理解ができていないが、自分が何が分からないかが分からないため質問が作れない。

生徒は互いに議論し合って作成に取り組んでいた。今後の課題は、すべてのコンピテンスについて記述語を考えることである。生徒が実際の探究活動に取り組む中で、ルーブリックを改善しフィードバックしていくことである。

(11) 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の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する実践的な態度を身に付ける。

イ. 対象生徒

1年生8名(男子3名 女子5名)

ウ. 内容

①実施日 令和4年(2022年)7月23日(土)～25日(月)

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)

山守 瑠奈 助教(ウニの住み込み共生)

大学院生(修士課程1名)

④実施内容

7月23日(土)

- | | | |
|-------|-------|---------------------------|
| 14:00 | 実 習① | ウニの受精および初期発生の観察 |
| 16:00 | 見学研修① | 付属水族館見学1(展示側・バックヤード飼育施設側) |
| 19:30 | 実 習② | ウニの初期発生の観察 |
| 20:00 | 見学研修② | 付属水族館見学2(水族館飼育生物の夜間の生態) |

7月24日(日)

- | | | |
|-------|------|------------------------------|
| 8:00 | 演 習① | 番所の崎フィールドワーク(磯生物の観察、採集、実地講義) |
| 10:00 | 演 習② | 採集した生物の分類・同定・生体講義 |
| 13:00 | 実 習③ | ウニの発生観察(発生過程の顕微鏡観察) |
| 13:30 | 実 習④ | ウニの形態観察および解剖 |
| 15:00 | 実 習⑤ | 貝類の形態観察および解剖 |
| 16:30 | 実 習⑥ | フジツボとフナムシの形態観察および解剖 |
| 19:30 | 実 習⑦ | ウニの発生観察(経過観察) |

7月25日(月)

- | | | |
|-------|------|-------------------|
| 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―分散と分散― |
| | ③ | 海洋底生生物の共生関係 |
| 13:30 | 実 習⑧ | 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。例年の定員は24名だが、本年度は昨年度と同様に、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、本年度も昨年度同様、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。)

・もともと細胞分裂の過程には興味を持っていたが、三日間の観察を通してウニが一つの受精卵からプルテウス幼生四腕期にまで変容していく様はとても興味を持った。二日目の朝に受精卵が孵化後の胞胚期を迎えたとき、昨日まで動くことのなかったものが遊泳する様子を見て生命の誕生を改めて認識し、深い感動を覚えた。これらの貴重な学び・経験は実験所の先生方のご指導と瀬戸臨海実験所という恵まれた環境によるものが大きかったのだろう。

・生物分野を心から愛し、研究している先生方との、サイエンスキャンプの発展的で体験的な学びの中で学問を追究する面白さや楽しさを感じることができた。自分で体験しながら学んだことで、ただ楽しいから、面白いから追究するのだという学問の本質ともいえるところに触れることができ、とても貴重な経験になった。



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2名、1年生32名 計34名（希望者）・・・2講座展開

2ndステージ：2年生16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	2022年 9月16日		2022年 4月12日	
第1回	11月 9日	Thinking Like a Scientist	4月13日	Choosing a Topic
第2回	11月16日	Forces	4月20日	Opening a Presentation
第3回	11月30日	Light 1	5月11日	Presentation Techniques
第4回	12月 7日	Light 2	5月25日	Developing an Outline
第5回	2023年 1月11日	Forms of Energy	6月 8日	Rehearsal
第6回	1月18日	Energy Transformations	6月15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。アンケートでは約9割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、大半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ため、もっと色々なことを学びたかったという感想もあった。化学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一人一人に修了証書を授与してもらった。これ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ると思われる。

<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。1stステージを受講していない生徒も含まれているため、プレゼンテーションの内容を科学に限定していなかったが、科学技術に関する内容を英語で発表できるよう、講座の内容を検討する必要がある。

<通年>

JSTの支援のない独立した事業として4年目となる。生徒数、教員数がさらに減ることを考慮すると、次のような点を検討していく必要がある。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、縮小や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実績、位置付け等を鑑み、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、英語の五領域の中で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、効果も生徒の実感も一定以上の成果があった。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望ましい。受講者アンケートでは、例年と同様「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する活動を通して、自分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でき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、ルーブリックの導入やテキストの作成、質問会の導入などの改善を試みた。

第4期においては「見通しをもって自走できる探究活動」を推進するため、表-1の4つの課題について取り組み、改善を加えたい。

2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) 今年度より始まるプログラミングおよび一人一台端末（BYOD 端末）を踏まえた指導

表-1 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	BYOD が インス 4/12(火)◎			1 学期
	探究が インス 4/14(木)	探究が インス 4/14(木)		
	疑問探索シート交流会◎ 5/24(火)～27(金)	グループ研究		
	CAI が インス 4/14(木)～18(月) 情報社会①②★ 5/10(火)～6/10(金)	研究分野の選択 企画書作成	小論文演習 I 6/13(月)	
	グループ研究	探究活動計画 7/13(水)～19(火)	小論文演習 II 7/13(水)	
	探究活動計画 7/13(水)～19(火)	質問会 7/14(木)	20 年後の日本◎ 7/14(木)	
2 学期	質問会 7/15(金)			2 学期
	夏休みの探究活動 まとめ 8/30(火)★	夏休みの探究活動 まとめ 8/31(水)	若手研究者による研究 発表の実演 8/31(火)²	
	夏休みの成果報告 会 9/13(火)	テーマ発表会★ 9/20(火)～22(木)		
	プログラミング①② 10/4(火)～11/18(金)	中間発表会 11/15(火)～18(金)		
	講演「伝える・伝わる ということ」10/17(月)³	スライド修正 発表原稿修正		
	探究活動 ポスター作成	最終発表会 1/24(火)⁵		
3 学期	中間発表会 12/15(木)	論文作成	ネットワーク/データベース◎ 2/6(月)～24(金)	3 学期
	ポスター作成 発表原稿作成	論文輪読会 3/17(金)		
	最終発表会 3/16(木)			

1 滋賀大学データサイエンス教育研究センター准教授 江崎剛史氏 による講義・演習

2 京都大学大学院工学研究科助教 植村佳大氏、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、京都大学大学院教育学研究科助教 高松礼奈氏 による遠隔講義 (Zoom)

3 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)

4 大阪大学 SLiCS センター教授 長瀧寛之氏による講義と演習

5 京都大学大学院 (エネルギー科学研究科・地球環境学・生命科学・理学研究科・工学研究科・農学研究科・教育学研究科)、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・午後とも 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	BYOD が イマンス 4/12(火)◎	探究S が イマンス 4/14(木)		1 学期
	探究S が イマンス 4/14(木)	探究S が イマンス 4/14(木)		
	CAI が イマンス 4/14(水)	グループ研究	小論文演習 I 6/13(月)	
夏休み	科学の素養	探究活動	小論文演習 II 7/13(水)	夏休み
	質問会 7/15(金)	アート思考デザイン思考 ③7/15(金)◎ ²	20 年後の日本◎ 7/14(木)	
	個人研究	SSH 生徒研究発表大会(全員参加できず)		
2 学期	SSH 生徒研究発表大会(全員参加できず)	SSH 生徒研究発表大会(全員参加できず)		2 学期
	夏休みの探究活動 まとめ 8/30(火)	夏休みの探究活動 まとめ 8/31(水)	AI 基礎講座◎ 8/31(水) ³	
	情報社会①②◎ 8/30(火)	探究活動 スライド作成 発表原稿作成		
3 学期	個人研究	英語発表会 11/14(月) ⁵		3 学期
	グループ研究	論文作成		
	データサイエンスの活用 9/2(金)			
	講演「伝える・伝わる ということ」10/17(月) ⁴			
	AI 基礎講座 11/18(金) ⁶			
	データサイエンス入門講座 12/16(金) ⁷			
	アート思考デザイン思考 ①12/19(月) ②1/20(金) ⁸			
	電気泳動実験 2/1(水)			
	ポスター作成			
	最終発表会 3/14(火)			

1 大阪大学 SLiCS センター教授 長瀧寛之氏による講義と演習 2～3 別項目で詳細を記載 4 普通科と共通

5 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、立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構准教授 光斎翔貴氏、長浜バイオ大学バイオサイエンス学部 教授 西郷甲矢人氏、龍谷大学先端理工学部准教授 植村渉氏、県内外国語指導助手(ALT)を招聘 3 会場で運営

6～8 別項目で詳細を記載

2. 新課程「情報」への対応と探究活動への応用

今年度より 1 年生から新課程になり、教科「情報」の内容が改められた。本校「探究」は総合的な探究の時間と情報の融合教科・科目であるため、今年度は従前のプログラムを新課程の情報に対応した内容へと変更することが急がれた。これは単に教育課程の変更にとどまらず、社会全体の要請でもあることを踏まえ、2 年生にも情報の内容を強化した。詳細は「教科「情報」と探究活動」(p. 46)に挙げたので参照されたい。

3. 一人一台端末 (BYOD 端末) を活かす取り組み

今年度 1 年生より BYOD 端末が導入された。これを生かした取組として、以下の事例が挙げられる。

＜取組 1＞疑問探索シート交流会 (実施日：5/24(火)～5/27(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、質疑応答する。これを今年度は BYOD 端末を用いて実施した。
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。
(成果・課題)
①生徒が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、今後のグループ研究へのイメージを膨らませることに効果的であった。また、担任も生徒の様子を知り、今後の指導に役立てることができた。
②意見交換にロイロノートを用いると、直接生徒にメッセージを送ることができる。ただ、端末を使うと無言になり、対面で授業をしている場合は直接話した方が圧倒的に優れている。「端末ありき」ではなく、その効果を考えて適切な場面で用いるほうがよいだろう。

＜取組 2＞探究活動のまとめとポスター作り （実施日：8/30(火) 対象：普通科 1 年生）

(取組の概要) ①1・2 限に夏休みに実施した探究活動をグループでまとめる。 ②3 限はじめに Teams にあげた雛形を示し、テキストに従って作業内容を説明。3～4 限に生徒は個人で BYOD 端末に向かってポスター作成作業をする。 ③ここで作成できたポスターを用いて、9/13(火)の「夏休みの成果報告会」で夏休みの各グループの探究内容を発表する。
(成果・課題) ①例年締切直前の放課後に CAI 教室が密になる状況があったが、計画的にポスターを作成できた。また、個人端末であったため、全員が PowerPoint を使用したポスター作成に主体的に参加できた。 ②夏休み中の登校日であったため、BYOD 端末を自宅に忘れる、充電を忘れる、アップデートの不具合、バッテリーの不具合、などさまざまな事例が見受けられた。また、生徒はロイロノート等の操作は速いが、Word や Excel、PowerPoint の作業には時間がかかる。画面が小さい上にマウスが使えないことも要因の一つである。こちらの想定外の操作をして止まってしまう生徒もいた。

4. 生徒の学び合いを含めた探究活動の改善

今年度も昨年度と同様、「探究」ガイダンスにおける生徒インタビュー動画の配信（普通科 1・2 年生）や、「質問会」（普通科 1・2 年生）「テーマ発表会」（普通科 2 年生）を実施した。また、締めくくりとして普通科・理数科 3 年生に「20 年後の日本」を昨年度に引き続き実施した。「20 年後の日本」については昨年までは「アカデミックライティング」の項目に挙げていたが、今年度はここで取り扱う。

＜取組 3＞20 年後の日本 （実施日：7/14(木) 6～7 限 対象：普通科・理数科 3 年生）

(取組の概要) ①事前に「20 年後の日本」を生徒に告知し、資料をクラウド上に閲覧できるようにしておく。 ②グループで資料を読み解き、20 年後の日本はどのようなになっているか、意見を出し合い、予測する。 ③予測される 20 年後の日本社会に対し、私たちはどのように日本を変革したいと考えているか、具体的な案を挙げて話し合う。 ④話し合ったことを参考に、意見をまとめてレポートにする（後日提出）。
(成果・課題) ①学園祭直後という日程もあり、考えが深まるまでに時間が終わってしまったグループや生徒もいた。他の行事との兼ね合いでなかなか日程が選べず、難しいところである。 ②一方で、次のようなレポートを仕上げてきた生徒もいた。大学での学びや自分の進路選択にも引き寄せて考えることができる生徒たちがいることは、次の生徒たちの「目標」となる。この「目標」や「憧れ」を大切に指導していきたい。 今の日本は多くの問題を抱えている。少子高齢化や過疎地域・過密地域の存在、食料自給率の低さ、農業従事者の減少・高齢化など。20 年後、これらの問題がこのまま進行していけば危険である。しかし、反対に 20 年後、こういったことが解決に向かえば未来は明るくできるのではないかな。 まず、上記のような問題は、それぞれが複雑に絡み合っている。例えば農地の存在する地方から都市に人口が集中したことで、地方の食料生産は減少し、都市部では過密により子育て支援が不足していく、といった形だ。 では、このように考えたとき、むしろこれらをまとめて快方に向かわせるような動きを展開することも可能なのではないだろうか。まず、少子化対策には子どもを産み育てやすいような支援を充実させる必要がある。このためには、子育て世代が過密でない地域に住み、その地域で支援が受けられるようになるべきだろう。 次に、食料自給率向上には、国内の農業従事者を増やす必要がある。これの達成には、若い世代が農業に参入していかないとはいけない。そして、若い世代が持続的に農業への参入を拡大し続けるには、幼少期から農業に慣れ親しむことが重要になるだろう。 これらを踏まえると、現在から 20 年後にかけて、起こることが望ましい変化が見えてくる。それは、地方で農業を活かした「里山保育」などの子育て支援が充実していくこと。そして、それに伴い、人口が都市部から地方にも移って、子育てがしやすい社会になっていくことだ。そのうえで、農業従事者が育まれ、食料自給率も向上すれば、こんなにいいことはない。 以上はあくまで絵空事だが、絡み合った問題はつなげて解決できると捉えることで、日本の 20 年後そしてその先を明るくして行ける可能性は十分あると私は信じている。

エ. 今年度の成果と課題

1. 新課程「情報」への対応と探究活動への応用について

「プログラミング必修化」が焦点となった今回の新課程であり、今年度も**プログラミングの講義・演習**を実施した。しかし、「情報Ⅰ」の内容はかなり網羅的であり、履修すべき内容が多い。そこで、当初予定では2年次の後半に1年次のプログラミングの続編を入れる予定であったが、変更して他の内容に差し替えることにした（詳細は「教科「情報」と探究活動」(p.46)）。また、探究活動との兼ね合いでは**データサイエンスの講義**を履修することは不可欠であるが、これは情報科だけでなく数学科との関係も深い。

今年度は情報科の教員（2名）の尽力で何とか3年間の指導の見通しを持てたものの、探究活動に対する応用についてはまだその途についたばかりである。今後さらに発展と拡充を目指す。

2. 一人一台端末（BYOD 端末）を活かす取り組みについて

＜取組2＞探究活動のまとめとポスター作りにある通り、まずはペンやノートと同じ手元にあるツールとして使用することは、すでに実施できている。なお、BYOD 端末が導入される以前から滋賀県教育委員会ではMicrosoft のアカウントを生徒に配付し、Teams が使えるようにしているが、これを使用し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、なども定着してきた。

しかし、＜取組1＞疑問探索シート交流会にも挙げた通り、「端末ありき」ではなく、指導に効果的な端末の使い方を考える必要がある。例えばロイロノートでレポートを提出させると、ある程度まとまりをもった文章を書かずに提出しがちで、結局紙ベースの方が生徒にとっても書きやすいという状況であった。

まだそこまで進んでいないが、徐々に自分の端末をカスタマイズしている生徒がいる。今後はPython だけでなく、さまざまなツールを自分の端末に入れて探究に活用してくれることにも期待したい。

3. 生徒の学び合いを含めた探究活動の改善について

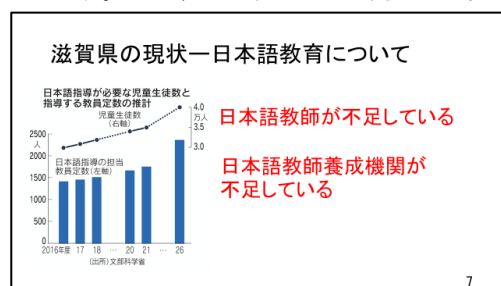
今回の成果と課題をまとめると、次のようになる。

(1) 「やってみたい」「こうなりたい」という目標や憧れを持ち、探究活動を進めることができた。

(2) 2年生において「テーマ発表会」「中間発表会」「最終発表会」の過程を経て、最初躓いていた班が顕著な伸びを見せた、というケースは、今回は少なかった。

(1)に関しては、昨年度と同様、4月の「探究」ガイダンスで前年度2年生の生徒インタビューを配信した。その中で「やってみたい」「こうなりたい」という目標を描けたであろう。また、＜取組3＞20年後の日本で示した通り、出口についても次年度以降、先輩の「遺産」を引き継げるようにしていきたい。

また、本校の探究については生徒がテーマを自分で考えるため、やや「内向き」のテーマが多いことが指摘されてきた。今回も全体としてややその傾向はあるが、今年度の2年生には「**外国人労働者に必要な支援体制**」をテーマに発表した班があった（右はスライドの一部）。予備調査のあと滋賀県国際協会等への聞き取りなどを行ったが、大学の先生方からは次のような助言や提起をいただいた。



大きなテーマですが、皆さんなりの問題意識・分析視点を用いて独自性のある考察・研究ができていたと思います。…(略)…今回の経験から得た研究の力・スキルを今後存分に伸ばしていきましょう。特に質問に対して自分で考えて自分の言葉で答えることができていたので、この部分の成長が楽しみです。

移民と多文化共生をテーマとしていて、まさに若い世代の皆さんにこそ考えて欲しい内容で、興味深く拝聴いたしました。…(略)…

考えて欲しいこと：多文化共生について考えるとき、日本語教育や日本文化への同化(アカルチュエーション; aculturation)はどこまで推進すべきでしょうか。日本社会になじみつつ、自国の文化(ルーツ)を守っていくことを同時に実現させるために、何が出来るか、すべきか、考えてくださると嬉しいです。

まさに探究型学習の醍醐味ともいうべき、学びのスパイラルが得られる事例であった。

一方、(2)の問題は改善が必要だと考える。もちろん失敗に終わったからといって学びがないわけではない。現にある先生からは次のような助言をいただいている。

できなかった実験やテーマから新しいことをみつけよう、という研究者に大切な意識を持った発表が多くみられた。単にできなかった、で終わらなかつた事は大変すばらしい。うまくすすめられなかつた班も、何がよくなかつたのか、どうしたら良かったのかをしっかりと考えていた。…(略)…

しかし、今年度は9月のテーマ発表会で出遅れた班が、そのままテーマを絞り切れないうまま、研究を終えてしまった傾向が強い。また、今回はスライド提出等の期日がかかり押しすぎてしまい、そのために発表準備がぎりぎりになったためにうまく発表できずに損をしている可能性もある。実際、分科会によっては指導助言の先生方から「もっと自信をもってほしい」という趣旨の言葉もいただいている。

この問題について、現時点では次の3つの要因があったのではないかと推察している。

- (ア) 今年度から学校全体の教員減にともない、「探究」の2年生担当が2名から1名に減ることとなった。そのため事務処理が間に合わず、例えば「テーマ発表会」「中間発表会」では指導に入る先生方に事前にスライドを渡せなかった。このため「テーマ発表会」「中間発表会」での指導がやや表面的になってしまった可能性がある。
- (イ) 今年度2年生から「情報」の内容を拡充したため、生徒がそれを活かそうとしてかえってテーマを絞り切れなかった可能性がある。
- (ウ) 「情報」の内容を指導するため情報科の教員が多くの時間に入ったため、指導するHR担当がやや引いてしまった可能性がある。特に課題を絞る場面や、考察の場面、スライドの確認などで、両者が遠慮してしまっただけに最後のスライド作成などに指導の手が弱くなり、発表の仕方でも損をした班も多かった可能性が高い。

上記(ア)(イ)については、次のような具体的な改善案が考えられている。

- ① 「探究」に副担当をつけ、特に事務的な部分でバックアップする。
- ② 委員会を含む校務分掌などで、情報科教員と「探究」担当者が連絡できる体制を高め、情報のどの部分が探究に活かせるか、など生徒にも見えるようにする。また、年間通した情報授業の3学年分の計画をたて、実行する。

ただ、(ウ)について「ではHR担当がしっかりしてください」で収まる問題ではない。HR担当にとっては「一人でない」という多大な安心感を与えたことは間違いないからである。次年度以降もチームで指導できる体制は維持したい。

一方で情報科教員は「探究」の専門家というわけではないため、このままでは上記(ウ)の問題を解消しえない。古くて新しい「HR担当の支援」について、次年度には何らかの「目に見える対策」を打ち出したい。

4. 探究活動への支援体制の拡充に向けて

上記の通り、校内での支援体制も発展・拡充の必要性があるが、今後は外部人材についても活用を検討している。今年度は

- ① 2年生テーマ発表会・2年生最終発表会に京都信用金庫膳所支店の方による参観
- ② 2年生中間発表会・2年生最終発表会に学校評議員の方による参観

を取り入れた。特に京都信用金庫膳所支店とは事前にも打合せをしてきたが、今年度は助言のタイミングが遅かったこともあり、本校の活動を見てもらう程度にとどまった。

助言や紹介をいただくことも生徒への支援となるが、実験スペースや機材の無料提供だけでもプラスになる。理数科の課題研究（理数探究）と異なり、普通科の「探究」については実験実習費としての予算措置がないため、学校の実験室や試料等を使えないことが多いからである。

また、「内向き」のテーマが多い点については、テーマ設定の際、生徒の中に「プロジェクトベースの探究」という視点がないのではないか、という指摘もできる。地域の人を取り込み、活動を支える体制が構築できれば教員も助かる。主導権はあくまで本校で握りながら、いかに外部人材を活用するかも引き続き模索したい。

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、協働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人から6人を一組とする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、情報）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13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3, 4日のSSH生徒研究発表会において理数科3年生の3名の生徒が2年次に行った研究「円分体の部分体の決定」を発表した。 9月20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。（理数科1年生が参加） 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14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9名） A 生物, 化学, B 物理, C 数学, 情報 の3つのグループに分けて発表会を行った。3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, Bは30分、Cは50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23日 課題研究審査発表会（口頭発表代表2班を選ぶ） 2月17日 生徒課題研究発表会 （日本語・英語ポスター発表全8班、口頭発表代表2班） 2月11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12日 探究的な学習発表会（滋賀県主催） 1つの班が参加 3月13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。

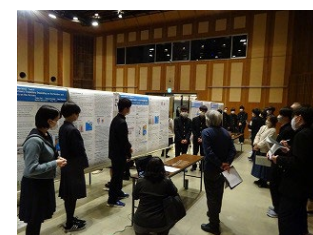
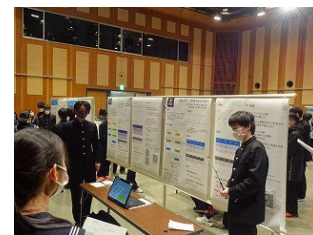
生徒課題研究発表会に向けて、1月23日(月)に校内で課題研究審査発表会を開催し、ループリックに基づいた審査用紙を用い、課題研究担当教員で審査を行い、代表となる2つの班を選出した。

2月17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8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8班が一斉に、質疑応答を含み12分で発表を8回行った。司会進行は理数科1年生の生徒が務めた。大学教員、県内ALT、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、理数科1年生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、究テーマは「矢羽根の枚数や形状による軌道の変化(Change of in an Arrow's Trajectory Depending on the Number and Shape of Feathers on the Arrows)」「AIの2個体間におけるコミュニケーションプロトコルの形成(A Study in the Effects of Communication between AI)」「ヤマトシロアリの認識因子の効果と食性との相関(Correlations between the Effects of Recognition Factors and Feeding Habits of Yamato Termites)」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、基調講演を総合地球環境学研究所 所長 山極 壽一先生に『科学から私たちはどんな気づきを得るのか』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、生徒たちの科学に対する興味を高め、将来の生き方まで考えさせる講演であった。「いい問いを立てる」「みんなで考える」「挫折はチャレンジのチャンス」といった言葉が印象に残ったようであった。

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	大阪大学名誉教授 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(現東京大学総長)	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
2022年度	総合地球環境学研究所 所長(前京都大学総長)	山極 壽一



発表会後、生徒は1年間の活動を通しての成長を6つのDomain of Competenceそれぞれについて4段階で自己評価した。p.35のループリックを用いた。結果を以下に示す。

	主体性	協働	議論	思考力	メタ認知	感性
A	42.1%	39.5%	36.8%	39.5%	44.7%	21.1%
B	36.8%	47.4%	47.4%	42.1%	39.5%	52.6%
C	15.8%	13.2%	15.8%	15.8%	13.2%	15.8%
D	5.3%	0.0%	0.0%	2.6%	2.6%	10.5%

●主体性

- ・普段の勉強では与えられた問題を解くことしかなかったので、自分で問いを設定し深めるという経験はとても新鮮だった。疑問点を探し出す姿勢をこれからも大事にしたい。
- ・すぐに先生等に意見を求めるのではなく、自分で課題解決の方法を考えてから相談できた。実験が失敗してもその要因を複数考察して、次の実験につなげられた。

●協働

- ・部活動でほとんど都合がつかなくても互いにできることに取り組み、上手く役割分担をして行うことができた。
- ・実験をしていく中でお互いの器用さや丁寧さなどにそれぞれ差があったり、あるいは資料作成などにおいてパソコンを使える能力にも差があったりするので、それらを認識して分担することができた。ただし、僕の班ではないけど、他の班（特に情報）などでその分野の性質上どうしても負担が偏らざるを得ないという状況があったので最近になって注目されてきたこうした分野はそのあたりをさらに検討していく必要があると思う。

●議論

- ・ひかえめにならず、自分の意見をしっかり言えた面では、議論する力は伸びたと考える。自分の考えが直接研究の課題の解決につながることもあり、これまでは他人の意見を聞くことしかできていなかった部分があったので、自分の意見に自信を持てた点では良かった。
- ・すぐに先生等に意見を求めるのではなく、自分で課題解決の方法を考えてから相談できた。実験が失敗してもその要因を複数考察して、次の実験につなげられた。

●思考力

- ・はじめは研究テーマが実験方法を全て決めてから実験をしようとして全然アイデアが出ず、困っていたが、今は全て決めてからではなく、一旦実験をしてみて問題点がでたらそのたびに解決方法を考えるようになり、問題点を明確単純にし多くのアイデアを出せるようになりました。
- ・複数の実験から、ある程度筋道だった考察ができたと思う。ただ、明確な結論を導くにはデータが足りず、また考察で「そのような結果がでた理由は何なのか」を考えられなかったので研究し足りないように思える。

●メタ認知

- ・実験の方針を考える上で「フェロモンではないか」というバイアスが僕らの中に根づいているということに気づくことができた。最初に考えついたテーマや仮説にとらわれすぎて研究の方向性が迷走するということは珍しくないので、注意して冷静に捉える必要がある。
- ・自分たちが求めている結果にならなかった際にその失敗を真摯に受け止める姿勢が身に付いた。

●感性

- ・研究テーマを決める時になかなか疑問がでてこなかったのも、もっと周囲を観察し、疑問を抱ける感性を身につけたいです。
- ・研究を始める段階で、どのような研究が社会の役に立つかわかるよう議論することができた。議論をし過ぎてテーマがなかなか決まらなかった。
- ・こうなったいいなという予想の理論をたくさん立てて実際にいくつか証明することができた。

グループ研究に取り組むことで、メンバーで議論したり役割分担を工夫したりして主体的に課題に取り組む力を伸ばすことができた。1年生からの探究Sを通して触れてきたアート思考・デザイン思考等の観点を活かして、どのようにして問いを見つけるか、自分たちの研究と社会との関連は何か等を意識する生徒が出てきた。

【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。

Domain of Competence のルーブリック

○主体性：主体的に課題に取り組む力 ※主体的 ⇒ 課題意識をもつ

- A：自ら課題を発見し、課題解決の方法を複数考え、試行錯誤しながら取り組むことができた。
B：自ら課題を発見し、課題解決の方法を考え、取り組むことができた。
C：自ら課題を発見、解決しようと行動することはできた。
D：仲間が課題を発見、解決しようとする姿を見守ることはできた。

○協働：協働して事象を探究する力

- A：課題発見、課題解決をするために、グループ内での役割を明確にして、行動することができた。
B：課題発見、課題解決をするために、グループの仲間と協力して行動することができた。
C：課題発見、課題解決をするために、グループの仲間と協力しようと模索した。
D：課題発見、課題解決をするために、グループの仲間と協力して行動することができなかった。

○議論：議論する力（言語力、コミュニケーション力）

- A：自らの考え（意見）と他者の考え（意見）を比較し、課題発見、課題解決につながるところまで、議論することができた。
B：自らの考え（意見）と他者の考え（意見）を比較することで、よりよい考えをもつことができた。
C：他者の考え（意見）を聞くことで、よりよい考えをもつことができた。
D：自らの考え（意見）をもつことも、他者の考え（意見）を聞くこともできなかった。

○思考力：高度で学際的な知識と能力に基づく思考力（デザイン思考、アート思考、批判的思考等）

- A：社会問題や観察（実験）結果等に対して、既習事項や生活体験を多角的な視点で結び付けることで、課題を発見し、課題を解決する方法を考えることができた。
B：社会問題や観察（実験）結果等に対して、既習事項や生活体験を基にして、課題を発見し、課題を解決する方法を考えることができた。
C：社会問題や観察（実験）結果等に対して、他人の意見を参考にしながら、課題を発見し、課題を解決する方法を考えることができた。
D：社会問題や観察（実験）結果等に対して、何も考えることができなかった。

○メタ認知：自らを振り返り、制御・フィードバックする力

- A：目標（ねらい）に到達でき、自己の変容がわかるように表現するだけでなく、新たな探究につながる疑問をもつことができた。
B：目標（ねらい）に到達でき、わかったことや気付いたことなど、自己の変容がわかるように表現することができた。
C：わかったことや気付いたこと等については記述できたが、目標（ねらい）に到達することができなかった。
D：わかったことや気付いたこと等について記述できず、目標（ねらい）に到達することができなかった。

○感性：多様な感性を磨く

- A：社会問題（他人の行動、研究、技術）が、周囲（社会）にどのような影響を与えるかを想像し、よりよい方向に進むことを模索しながら、自ら行動（探究）することができる。
B：社会問題（他人の行動、研究、技術）が、周囲（社会）にどのような影響を与えるかを想像し、行動（探究）することができる。
C：社会問題（他人の行動、研究、技術）が、周囲（社会）にどのような影響を与えるかを想像することができる。
D：社会問題（他人の行動、研究、技術）が、周囲（社会）にどのような影響を与えるかを想像することができない。

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龍谷大学先端理工学部 教授 大西俊弘先生に発表会にご参加いただき指導していただいた。3月14日の理数科1年生「探究 S」ポスター発表会でもご指導いただく。

- ・実施期間 令和5年2月 ～ 令和5年3月
- ・内容 課題研究テーマ「オイラらの *chou* 次元拡張」(Oiras' *Chou* Dimiensional Expansion) 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、大学等の研究者を招き、「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 319名 (SS物理Ⅰ)
- 2年生 普通科理系 156名 (SS物理Ⅱ)、理数科 40名 (理数物理)
- 3年生 普通科理系 193名 (SS物理Ⅱ)、理数科 38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 8講座×2＝16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
大阪大学核物理研究センター 技術補佐員 村田 求基 先生
理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研究センター研究員 福地 知則 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な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 216名、理数科 理数化学 40名
3年生 普通科理系 SS化学Ⅱ 237名、理数科 理数化学 40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5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6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SS生物Ⅰ、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 320名、理数科 理数SS生物Ⅰ 40名
2年生 普通科理系 SS生物Ⅱ 60名
3年生 普通科理系 SS生物Ⅱ 44名、理数科 理数生物 2名

(ii) 内容

- ・1年生では、「生物基礎」の内容に生物の「代謝」「遺伝子」「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、准教授 渡邊 哲弘 先生、助教 柴田 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3クラス 渡邊先生3クラス 柴田先生3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 「コロナ禍、診療室でアルコール消毒液がなくなったら？」
3年生 2クラス 各クラス1時間 「コロナ禍、診療室でアルコール消毒液がなくなったら？」
※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、レポート等を通じて、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。

6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、三角関数の統一的な理解ができた。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・公開授業を以下の教科・科目で実施した。実施内容は以下の通りである。

教科	国語	地理歴史・公民	地理歴史・公民
授業者	教諭 小島 孝弘	教諭 山本 茂雄	教諭 饗場 美沙
日時	11月11日(金)第3限	10月5日(水)第5限	2月3日(金)第3限
対象	第1学年6組	第1学年9組	第1学年1組
科目	現代の国語	歴史総合	地理総合
単元	「他者を理解すること」ということ	富国強兵と文明開化	自然環境と防災 ハザードマップ
研究内容	・ロイロノートを用いた生徒の考えの集約 ・ペア学習による深い読解 ・思考力を高めるための発問	・公文書館所蔵資料の活用 ・歴史的思考力を高めるための発問 ・現代的諸課題と歴史の結合を試みる実践	・滋賀県防災情報マップを用いた避難場所・経路等の調査 ・ロイロノートを用いた資料作成 ・グループ内での発表
外部参加者	校長、教員2名 県教委指導主事	県教委5名(教育次長を含む)、 公文書館2名、教員12名	県教委関係5名(教育総務課長を含む)、 教員等12名(オンライン含む)

教科	数学	理科	英語
授業者	教諭 西村 直樹	教諭 林 雅弘	教諭 大橋 美幸
日時	12月6日(火)第6限	10月26日(水)第3限	10月26日(水)第5限
対象	第1学年9組	第3学年7組	第2学年8組
科目	SS数学I	SS化学II	コミュニケーション英語II
単元	データの分析 仮説検定	プラスチック	Lesson4 Life in a Jar
研究内容	・コイン投げシミュレーションによる確率(p値)の決定とその理解 ・有意水準の理解と仮説検定の考え方を深めるグループでの議論	・実生活との関連付け ・動画等の活用	・All Englishによる授業 ・ペアでの対話的学習
外部参加者	教員4名	教員1名	教員6名

教科	保健体育
授業者	教諭 安田 真之助
日時	2月2日(木)第5限
対象	第1学年7組
科目	保健
単元	喫煙と健康
研究内容	・PowerPointを活用したグループ学習 ・表現力を高める発問
外部参加者	県教委指導主事、教員1名

今年度もコロナ禍の対応で、全体の参加者数を抑えた。しかし参観された教員からは好評で、研究協議では質問や意見交換が活発に行われた。

なお、地理歴史については山本教諭の授業は県政150周年記念事業、公文書館所蔵資料活用研究会公開授業を兼ねたため上記以外にも報道関係者など多数の参観者が来られた。饗場教諭の授業はICTコアティーチャー公開授業を兼ねたものであったこともありオンライン配信も行われた。

ウ. 今年度の成果と今後の課題

昨年度と同様、ロイロノート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。一方で、本校独自のものではなく、外部からの公開授業・研究授業の指定が増えてきたこともあり、慌ただしい感が否めない。今年度は教科横断型授業の公開ができなかったが、次年度以降も引き続き研究を続けたい。

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】

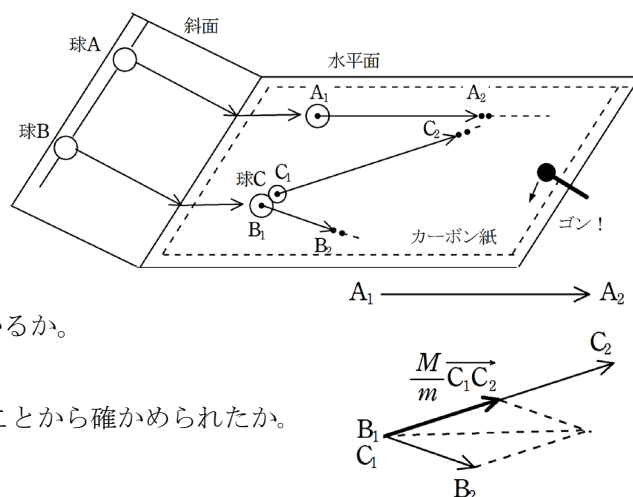
- ① 水平面にカーボン紙を挟んだ記録用紙を置き、斜面と組み合わせ、等しい質量 m の球 A と球 B を斜面の同じ高さから同時にはなす。
- ② 球 A はそのまま水平面上を直進し、球 B は水平面上に置かれた質量 M の球 C と衝突する。
- ③ 衝突後、水平面をたたくと球がわずかにバウンドするので、その瞬間の位置が用紙に記録される。

【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、実際に可能なのかもしれないが、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)の制限酵素処理実験・電気泳動による断片の長さの確認(2 時限連続)。



ア. 目的

① DNA 制限酵素の働き・DNA の電荷・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制限酵素処理や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。実験は本校配置の ALT Emilio Del Rio と共にオールイングリッシュで行った。

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。

今年度は ALT が代わったことや、実験で用いる制限酵素を変更したため、新たなプロトコルが作成された。特に制限酵素で処理した複数の DNA サンプルとコントロールを用いた対照実験を行い、電気泳動の結果から、生徒は切断断片の長さやバンドの太さの考察をすることを体感できた。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。

生物教材開発 2

2 色の BB 弾を用いた遺伝子頻度の変化のモデル実験(2 時間連続)

ア. 目的

① 2 色の BB 弾を 1 対の対立遺伝子に見立てたモデル実験を行って、世代を経ることの遺伝子頻度の変化を調べる。その際に集団の大きさが異なる場合や生存に

影響が異なる場合の遺伝子頻度の変化と比較できるようにする。

② 遺伝子頻度に変化する要因は遺伝的浮動や自然選択であることを確認する。

イ. 対象生徒

3 年生 普通科・理数科 生物選択生 生徒 46 名

ウ. 内容

「生物の進化」の分野では実習等を行わず、スライドや板書等で講義形式の授業がメインであった。理科の学習指導要領解説においても、遺伝子頻度に変化する要因を見出すにはモデル実験が有効であると書かれるようになった。そこで、比較的安価でかつ視認性や操作性に優れる BB 弾を用いて、遺伝子頻度の変化を体験する実験を 2 時間でできるよう実施した。生徒には予めモデル実験の結果を予想させ、結果をグラフで作成させ、考察させた。

エ. 成果と課題

令和 5 年度の 2 年生から新しい学習指導要領に則ったカリキュラムになる。2 年生から学習する生物では「生物の進化」の分野を先に学習する。本実習では、進化の概念を身近で安価に手に入るものを用いた。本実習を通じて生徒らは、進化の重要な概念である、遺伝的浮動や自然選択やびん首効果などを体験的に理解することができ、世代ごとの変化をとらえることができた。感想についても肯定的なものが多く占めた。来年度より生物の導入として「進化」を扱い、「遺伝」や「突然変異」などと結びついて学習していく必要があることから、来年度以降はこのような分野と関連して学習できるようカリキュラムを考える必要がある。

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」は希望制であり、1・2 年生を対象にの生物に関心を持つ生徒が受講している。約 2 時間と長い時間をかけることから、毎回 1 年生の生物の 50 分の授業では行えない実験を行っており、本年度は以下のような実験を行った。

- ・ウミホタルやホタルの発光実験・観察
- ・大腸菌の形質転換 lacZ 遺伝子の発現
- ・ブタ臓器(心臓、肝臓、肺、眼、腎臓)の観察・解剖
- ・琵琶湖のプランクトンの観察とその種の特定
- ・アサリの観察・解剖と水質浄化実験

(4) 地理教材開発 ICT 活用教材の開発と授業展開の研究を行った。

1. 本時の目標（評価規準）

- ① 自然災害に対応したハザードマップをはじめとする各種の地理情報について、その情報を収集し、読み取り、まとめる地理的技能を身に付けている。(知識・技能)
- ② 自然災害への備えや対応などを多面的・多角的に考察し、その内容を表現している。(思考・判断・表現)
- ③ 自然環境と防災を自分事としてとらえ、そこでみられる課題を主体的に追究、解決しようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)

2. 本時の展開

	学習内容・学習活動	教師の指導・支援	評価規準・評価方法
導入 (7分)	前時の復習を簡単に行う。 ハザードマップが抱えている課題について知る。 本日の授業の目的を確認する。		
	【設定】隣に引っ越してきた人に、この地域のハザードマップを渡し、避難場所や避難所、避難経路について教えることになりました。相手は土地勘が全くないとのこと。 「ある災害」が発生したら「どのような被害」が想定され、その場合「どこ」に「どのルートを使って」避難するのか、わかりやすく伝える工夫・準備をしたうえで、説明をしましょう。		
展開 ① (18分)	『滋賀県防災情報マップ』または『ハザードマップポータルサイト』を利用して、自宅から避難する先を確定する。 どの災害を想定して行動するのかを決定し、リスクマップを表示させる。 ロイロノートに地図を保存し、避難経路を考え、地図に書き込む。 説明するために必要な情報の整理や表示の工夫を行う。 時間があれば2つ目の避難場所に取り掛かる。	プリントを配布し、手順や注意点を説明する。 生徒の作業の様子を見て、避難経路を考える際に注意すべきことなど、適宜伝える。 時間は生徒の様子をみて臨機応変に変化させる。	自然災害に対応したハザードマップをはじめとする各種の地理情報について、その情報を収集し、読み取り、まとめる地理的技能を身に付ける。(知識・技能) 自然環境と防災を自分事としてとらえ、そこでみられる課題を主体的に追究、解決しようとしている。(主体的な態度)
展開② (15分)	3～4人のグループを作り、それぞれが自分の作成した地図などを用いて、自分がまとめた地域の避難場所や避難経路について説明をする。	教室を巡回し、発表の様子を確認する。	自然災害への備えや対応などを多面的・多角的に考察し、その内容を表現している。(思考・判断・表現)
まとめ (10分)	本日のふりかえりをする。 作成したカードを提出箱に出す。	ふりかえりはロイロノートのアンケート機能を用いる。 時間に余裕があれば、着眼点のよい意見の紹介や、内容の補足を行う。	



ハザードマップを活用しよう



設定：隣に引っ越してきた人に、この地域のハザードマップを渡し、避難場所や避難所、避難経路について教えることになりました。相手は土地勘が全くないとのこと。

「ある災害」が発生したら「どのような被害」が想定され、その場合「どこ」に「どのルートを使って」避難するのか、わかりやすく伝える工夫・準備をしたうえで、説明をしましょう。

手順１ ロイロノートに「新規作成」し、「自分のハザードマップ」と名付ける。

手順２ ハザードマップを用いて、自宅周辺の避難場所など目的地を設定する。

- ① 今回は『滋賀県防災情報マップ』または『ハザードマップポータルサイト』を使用。
→カードは「資料箱」→「学内共有」→「1年地理総合」→「ハザードマップ作成」フォルダ内。
- ② 自宅を中心に、避難場所・避難所を調べる。 （時間があれば3～4か所は調べたいところだが…）
→災害の種類によっては使えない（適さない）避難場所もあることに注意すること。
→定員に達した避難所は、受け入れ不可になる場合があることも想定しておく。
（本当に避難する際には、受け入れ可能か調べたうえで向かうとよい。）
- ③ 自宅周辺の避難場所などが少ない場合、以下の場所を中心に設定し、追加で調べる。
→「高校生になってから、自分がよく立ち寄るようになった場所」
例：班活動の活動場所、塾、乗換の駅など （ただし膳所高校は除く）

手順３ どの災害を想定して行動するのかを決め、リスクマップを表示させる。

どの災害の時にどのような被害が想定されているのかを凡例から読み取り、根拠として示せるようにメモなどをしておこう。

手順４ 自宅と避難場所などにリスクマップを表示させたハザードマップを「Webカード」にする、またはスクリーンショットを撮って、ロイロノート上にカードとして保存する。

手順５ カードに自宅から避難場所などまでのルートを書き込む。

手順６ 危険個所の説明や、避難所の説明など必要な情報があれば、カードに書き加えるなどする。

- ① 避難するルートに危険な場所がないかどうか確認し、危険な場所は迂回するなど工夫する。
→ひとつの災害で、発生する被害はひとつとは限らない。リスクマップを切り替えて、安全なルートを探すこと。また、自分の日常の経験則も十分に活用しよう。
- ② （時間に余裕があれば、Google mapのストリートビューなどを活用して、危険個所の写真を加えるなど工夫して示してもよい。）

手順７ （時間に余裕があれば、複数の避難場所について、手順２～６をそれぞれ行う。）

手順８ グループのメンバーに作成した地図などを見せながら説明しよう。

自分が設定した条件や、行動の根拠がきちんと伝わるように、説明の仕方も工夫しよう。

◎説明のために作成したカード類は、すべて→でつないで提出箱へ。

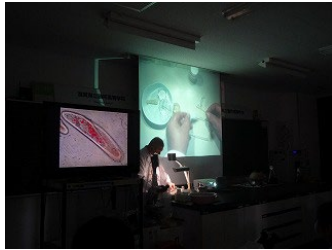
◎授業の最後に、本日のふりかえり・自己評価のアンケートを行います。

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

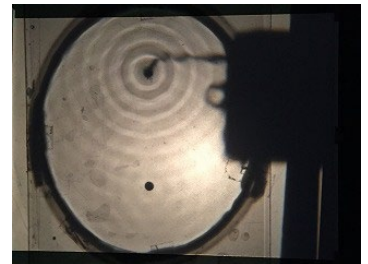
物理では、単元「波動」において、2年生で波の干渉と回折、波の反射と屈折を学習する。

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こ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. 教科「情報」と探究活動

ア. 経緯

本校では「総合的な探究の時間」と教科「情報」の融合した学校設定教科・科目として「探究」を位置付けてきた。2022年度より始まった新学習指導要領で、「社会と情報」「情報の科学」を包括する科目として「情報Ⅰ」が生まれ、プログラミングを必修化することとなった。また、大学入学共通テストにも入ることになり、本校でも「情報」の内容をいかに「探究」のなかに位置付け、発展・拡充していくかが大きな課題となった。そのため、今年度より新たな節を設けて報告する。

イ. 本校「探究」と新課程「情報Ⅰ」

本校の「探究」における「情報Ⅰ」への対応と取組はおよそ以下の通りである。なお、これは単に教育課程の変更にとどまらず、社会全体の要請でもあることを踏まえ、2年生にも情報の内容を強化した。

新課程「情報Ⅰ」の主な内容	本校での取り組み
(1) 情報社会の問題解決 ・ 情報やメディアの特性 ・ 問題の発見・解決のための方法 ・ 情報に関する法規・制度 ・ 情報セキュリティ ・ 情報に関する責任・モラル ・ 情報技術の役割と影響	1年1学期に講義・演習を実施 1・2年の発表の際にポスター・スライドを作成
(2) コミュニケーションと情報デザイン ・ メディアの特性とコミュニケーション手段の特徴 ・ 情報デザインの効果と役割	【プログラミングの講義・演習】 (1年生2学期から3学期にかけて) ★12月～1月に長瀧寛之教授(大阪大)を招聘してPythonによるプログラミング演習を実施
(3) コンピュータとプログラミング ・ コンピュータや外部装置の仕組みや特徴 ・ 目的に応じたアルゴリズムとその表現 ・ 目的に応じたモデル化やシミュレーション ・ モデルの評価と結果の考察	1年～2年のグループ探究活動でモデル化やデータ分析を实践(→学習の不足した部分について、今年度は2年生の3学期に授業で補足)
(4) 情報通信ネットワークとデータの活用 ・ 情報通信ネットワークの仕組みや構成要素 ・ 情報セキュリティ ・ データを蓄積・管理・提供する方法 ・ データを収集・整理・分析する方法	【データサイエンスの講義】(2年生7月) ★江崎剛史准教授(滋賀大)を招聘して講義 →次年度はBYOD端末を使った双方向へ

ウ. 今年度の「情報」の概要

本校は情報科教員が2名(うち1名が非常勤)の中で、以下の表の通りの内容を実施した。そのうち主な取組について詳述する。なお、理数科の取組については別項目が立ててあるため、ここでは普通科の内容を報告する。

＜「探究」における「情報」の内容＞ ※は外部講師による

日程	1年生		2年生	
	普通科	理数科	普通科	理数科
4/12	BYOD ガイダンス	BYOD ガイダンス		
4/14～19	CAI ガイダンス	CAI ガイダンス		
5/10～6/10	情報社会①②			
5/24～6/21		プログラミング①～⑥※		
5/25～6/16			PowerPoint①②	
6/14～10/3	表計算①②③			
7/13～19			データサイエンス講義※	
夏期休業中	課題提出			
8/30		情報社会①②		
8/31				A I 基礎講座※
9/2		データサイエンスの活用		
10/4～11/18	プログラミング①②			
11/18		A I 基礎講座※		
12/8～1/13	プログラミング③④※			
12/16		データサイエンス入門講座※		
冬期休業中	課題提出		課題提出	
2/6～24			ネットワーク/データベース	

1. プログラミングの講義・演習（普通科）（実施日：10/4(火)～1/13(金) 対象：普通科1年生）

（取組の概要）

- ①本校教員によるガイダンス（1時間目）
 - ・プログラミングの意義、Pythonの利用法
- ②本校教員によるプログラミングの基本（2時間目）
 - ・Pythonを用いた順次処理、文字列の扱い、代入、加減乗除等の演算
- ③大阪大学スチューデント・ライフサイクルサポートセンター教授 長瀧寛之氏による講義・演習（3～4時間目）
 - ・Pythonでの反復処理および分岐処理、これらを用いた応用的なプログラミング演習。

（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く、大学教員からは好評であった。とはいえ、数回の授業では具体的な場面で使える生徒はまだまだ限定される。
- ②今年度はあらかじめ新課程「情報Ⅰ」の教科書を送付して、高校と大学との橋渡しを考えた。ただ、実際に本校教員がどこまでの範囲をどこまでの深さで教え、どこまで生徒が身につけているかの共通認識を持つことは難しかった。

2. データサイエンスの講義（普通科）（実施日：7/13(水)～7/19(金) 対象：普通科2年生）

（取組の概要）

- ①滋賀大学データサイエンス教育研究センター准教授 江崎剛史氏による講義・演習（2～3クラス合同、2時間連続1回）
 - ・データサイエンスの意義。データを収集・分析し「価値」を生み出す学問であることの確認。
 - ・ワークショップ形式で身近な課題解決に取り組み、データサイエンスを体験する。

（成果・課題）

- ①今回は視聴覚室で一斉授業の形をとったため、また本校2年生はBYOD端末を持っていないこともあり、講義と演習中心で双方向的な形態をとれなかった。次年度は人数と時間の関係でおそらく視聴覚室で一斉の形は変えられないが、生徒の回答を挙げるなど、双方向の講義になればと考えている。
- ②意欲的な生徒が多く、大学教員からは好評であった。とはいえ、多人数で受講する1回の講義であったため、具体的な探究活動では十分に生かし切れていないのが現状である。

3. 夏期および冬期休業中の課題提出（普通科）（夏期対象：1年生、冬期対象：1・2年生）

（取組の概要）

- ①夏期および冬期休業中に、情報Ⅰの内容に関する課題（テスト形式）を紙で配付する。
- ②生徒は解答を、Formsを使って入力・送信し、正答を確認する。

（成果・課題）

- ①1年生はBYOD端末を持っているため上記取組が容易であった。特に提出のチェック等は効率的であった。
- ②正答をすぐに返すことで生徒が確認しやすくなった。その反面、解答の流出も心配されたが、それよりもまじめに取り組む生徒個人の定着度を優先した。

エ. 今年度の成果と課題

1. 従来のスライド作成指導の見直し

情報科教員が「探究」の授業にT Tで入る形をつくったことで、従来の授業について見直すべき点が見えてきた。

右の図は実験結果を表にする際にありがちな一例である。聴衆としては「○なのか×なのか」という主観的判断より、データを示してもらう方が望ましい。にもかかわらず、発表する側は「見やすい」スライドを意識して「○/×」としてしまった。これだと1段目の「○」の左右の差はわからないし、まして2段目の「△」はどう評価してよいかわからない。指導助言に入られた大学の先生方からも「データをあまり単純化せず、しっかり数値で示せるものは数値で示すと良い」「研究におけるデータのまとめ方を提示する」必要がある、などの指摘があった。

本校で作成したテキストには、以下のような文言がある。（2年生普通科用「探究」テキスト、p.23）

1 3 発表スライドを作成する …（中略）…

（2）文字は 見やすいサイズ フォント 配色 で書く。

①サイズ 24～36pt 程度 ※タイトルは 40～72pt 程度 グラフの軸等は 18pt 程度

②フォント メイリオ MSゴシック Meiryo UI Segoe UI など

※明朝体はスライドに不向き。また、英文は等幅フォントではなく、プロポーションナルフォントを使用。

③配色 色数が多すぎると見づらい。色を使うときはルールを決めておくこと。

視認性はあるが研究発表としては不適

	□□□	■ ■ ■
* * *	○	○
# # #	×	△

また、ユニバーサルデザインに配慮した配色にすること。
 (3) スライドに書く文字数を減らし、流れ図・表・グラフ などを用いて 情報を視覚化 する。
 … (以下略) …

確かにこの文をそのまま読めば「まず視認性」ということになってしまう。スライド作成におけるデータ処理の仕方や示し方について、教科「情報」の観点からの見直しが必要である。

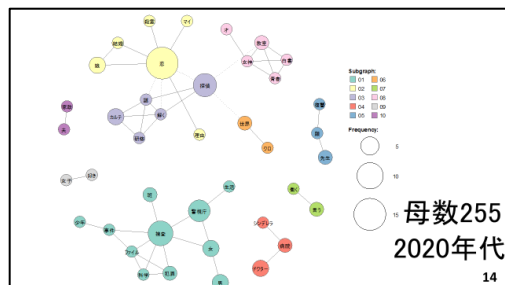
2. 探究活動への応用

今回、これまで普通科生徒はあまり使ってこなかったアプリなどを利用した探究活動をした班が見られた。いくつかの事例を通して検証する。

―事例1「テレビドラマのタイトルと社会の変化」―

この班は KHCoder を利用して共起ネットワーク分析を行った。9月のテーマ発表会において指導にあたった教員からの勧めで利用したものであったが、設定などは班員全員で工夫をして、協力して進めることができた。

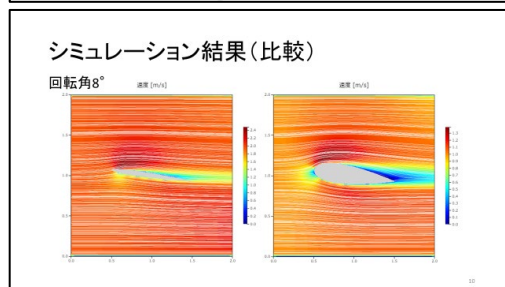
このようにフリーのアプリの場合、学校のセキュリティ設定が可能であれば CAI 教室で可能である。次年度は BYOD 端末をもつ生徒たちになるが、本校では自分の責任でブラウザベースのアプリなどをダウンロードすることが可能であり、十分使用が広がる可能性がある。



―事例2「翼の厚さと剥離現象」―

この班は1年次の探究活動の中で見つけた CAT-CFDzero を利用した。オンラインで流体解析できるツールであるため、中心になった生徒が設定をしたあと、班員で協力して手分けして CAI 教室で解析を行った。

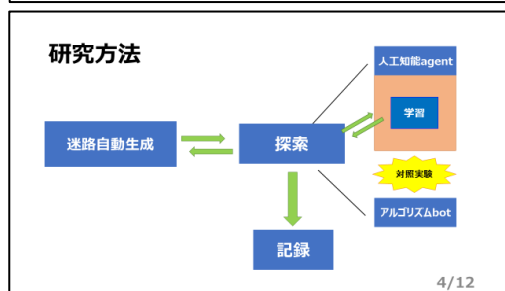
これも事例2と同様に、CAI 教室や BYOD 端末で十分動かすことができるため、活用が広がる可能性がある。



―事例3「迷路探索における AI 推定の有効性の検証」―

この班は授業で Python を利用して機械学習を行った。授業で学んだから Python を利用したのではなく、中心になった生徒が授業以前から Python に興味を持っていて、機械学習で可能なことを個人的に研究していたことでこの探究テーマに結びついた。

この班は時間とコンピュータのスペックの面から自宅 PC で実験せざるを得なかった。次年度から BYOD 端末を持つ生徒たちになるが、このような場合、本校の端末のスペックで本格的な研究に耐えられるかという問題点はあるだろう。



―事例4「野球における「流れ」を解明する」―

この事例は昨年度(2021年度)のものである。この班は実際のプロ野球のデータを拾い上げ、どのような場面で「流れ」が変わるのか追究するという意欲的な試みであった。しかし取り上げるデータが限られていたことや、分析手法や分析の観点を学べていなかったこともあり、やや未完に終わった感があつた。

事例4のように何も手がかりがないと発展性が難しく、その意味で全体指導を今より拡充していくことは必要であろう。ただ、事例1・2ならまだ全体で見せることで効果があるだろうが、事例3のようなケースは、全体指導だけで身につくものではない。授業をすれば応用・実践できるというのはやや楽天的に過ぎるといえよう。「何にそれが使えるか」具体的な場面で助言ができるとよいだろう。

なお、具体的なアプリの適用については、すべて教員ができる必要はない。本校のプログラミングの講師としてお招きした長瀬寛之氏も「学問のベースとなる基本は教える必要はあるが、具体的な使用法は学生がどんどん発見し、教え合えばよい」ということを話された。

3. 今後の展望

今後ますます「情報」は探究活動でも重視される。しかしながら本県では「情報」免許保有者が少なく、「情報」採用の教員も少ない。その中で、次年度の方向性を以下の4点にまとめた。

- (1) 普通科「探究」における情報関係の授業は情報科教員が指導できる体制を維持し、また普段の指導においてもHR担任が孤立しないようチームで指導できる体制をとる。
- (2) 情報の指導の3年間の流れを確立し、少ない情報科教員の中で分担しやすい体制をつくる。また、分掌や委員会等で「探究」の係と情報科教員が連絡を密にできるようにする。
- (3) 「プログラミング」「データサイエンス」については、引き続き外部講師を招き、高大接続も意識した学びを提供する。
- (4) 次年度テキストに教科「情報」の面で見えてきた課題を反映させる。また、次年度「探究」ガイダンスに新しい手法などを生徒の声で紹介させ、刺激を与える。

来年度もクラス数減、教員減という課題はあるが、引き続き取組を強化したい。

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.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.32 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「関係資料」（p.64）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

今年度も生徒が目標や憧れを持つこと、教員の指導・助言や生徒同士の質疑が生徒の探究活動を伸ばす契機になることを軸に、以下の2項目を中心に取り組んだ。

（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.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、2年生普通科「探究」のグループ研究をもとに検証したい。

ウ. 今年度の研究開発実践の概要

1. テーマ発表会から助言を受けた生徒の変容と課題

例年と同じように、最初のテーマでは挫折して途中変更した、という班は少なからずあった。一例を挙げる。

< A班の事例 >

（1学期）除草作業の際にたくさん出る雑草を見て、乾かして茶をつくることができないか、研究を開始。

↓

（テーマ発表会）食品の安全性を確かめる方法が難しく、挫折したことを報告。

いま考えているテーマのいくつかのイメージのみ、提示。

↓

《助言》道路標識が最も発展性がありそう。まずは決めて深めてみては？

↓

（最終発表会）「道路標識の「現在」に対する提案」として発表。

〔質問〕外国人のように日本語がわからない人はどうするのか？

《講評》…他の生徒さんからの質問はとてもよい視点を提供してくれたと思います。

このように他人の意見を聞くことも大切にしていってください。

上にある〔質問〕は生徒からの質問、《助言》は本校教員からのアドバイス、《講評》は大学の先生方からの講評である（以下同じ）。この班は最初の失敗から大きくテーマを変えたのだが、ある程度まとまりのある発表までこぎつけることができた。もしテーマ設定が早ければ、最終発表会で出たような質問はそれまでに聞けたはずである。ただ、最終発表会で成功することが目標ではない。最終発表会でこのような学びを得られたということは肯定的に捉えておきたい。

一方で、毎年生徒が飛びつきやすいテーマの中には、助言を受けてもなかなか伸ばせていない事例があることも事実である。

< B班の事例 >

（1学期）人気キャラクターの顔の特徴と調べたいと研究を開始。

↓

（テーマ発表会）「人気キャラクターの顔面の黄金比」として発表。

↓

〔質問〕年齢や動物によって顔の配置が違うが、どうなのか？

↓

美しいから人気なのか？そうとも言えないのではないかな？

↓

《助言》そもそも「人気」の定義も難しい。

↓

キャラクターも多様であり、何を調べたいのか絞る必要あり。

（最終発表会）「キャラクターの顔の黄金比」として発表。

《講評》…横比や縦比の定義が説明されていない、データの取扱が雑といった問題も多かった。データに対して真面目に向き合って考察し、さらにそれを聞き手に伝える努力を惜しまないでください。

《講評》…「かわいい」（ベビースキーマなど、様々な動物種に共通してみられるかわいい性質）に関する研究は、入戸野先生が研究や論文をたくさん出されています。オープンアクセスの論文もありますのでぜひ読んでみてください。…

この班だけでなく、「キャラクター」「黄金比」以外にも「環境音」「色」と「集中力」、「流行」など、毎年のように出てくるテーマではあるが、これらの研究を進めた班は伸ばせていない班が多いのが実情である。

一つの要因は調査の手法に対する知識・理解の不足であろう。心理学やデータサイエンスは高校の教科・科目にある

わけではない。生徒はそのような知見をもたずに調べ始めてしまうため、「データをどのようにとればよいか」「そのデータからわかることは何か」など、自分たちの班の中で十分に考察できていないまま研究を進めている感がある。

一方で指導する側の教員もまた、自分の専門とは外れるため、うまく指導しきれていない可能性もある。今後は、テーマ発表会や中間発表会に助言で入る教員に対し、指導・助言の「視点」を共有する必要があるかもしれない。このようなテーマの班の研究を新しい知見を生み出せるものに変容させられるアドバイスとは何か、私たち自身も模索する必要があるだろう。

2. 1年次のグループ探究活動からの変容と課題

本校では1年次にもグループ探究活動を行っており、3年間で2回グループ探究活動ができるという特徴を持っているが、それをうまく生かした班があった。詳細は「教科「情報」と探究活動」に掲載した (p. 42) ので省略するが、1年次に自分で調べてみた研究手法を2年次にさらに応用して使えるようになっていることは重要である。

ただ、この班のような事例を生徒や教員に紹介しきれていない。その背景として、普通科1年生の最終発表会が例年3月中旬であり、学期末のなかでなかなかまとめきれていないことが挙げられる。今後は1年生についても注目すべき研究を紹介できるように努めたい。

3. 形成的評価と到達度評価についての検討

今年度もまた、途中で終わってしまったり、思うようにいかなかったりした班もあった。しかし「探究」「探究S」にも掲載した通り「できなかった実験やテーマから新しいことをみつけよう、という研究者に大切な意識を持った発表が多くみられた」(p. 30) という声も頂いている。到達度評価としてそれをどのように表現するかは難しいが、生徒が卒業後もさらなる課題に取り組んでいける力をつけていきたい。

エ. 今年度の課題と次年度以降の改善に向けて

2年生の最終発表会では、ある大学の先生から次のような言葉をいただいた。

…質問者が数名いたが、素晴らしい。興味を持って何か質問すること自体が大事で、質問の中身は二の次でOK。

このように、本校生徒の前向きな姿勢に「探究」は支えられている。引き続き「目標」や「憧れ」を大事にしながら生徒たちを伸ばしていきたい。

一方、次年度検討すべき課題として、以下の3点を挙げておく。

- (1) クラス減に伴い教員減が予想される。生徒ができるだけ多くの教員の助言に触れられるよう、あるいはできるだけ多くの教員で生徒を支えられるよう、担任が一人で抱えず、チームで指導する体制をとる。
- (2) テーマ発表会・中間発表会において、この2年間で蓄積した指導の要所を次の年次につなげていけるように、「指導の視点」などとして共有する。
- (3) 今年度はまだ外部人材を活用しきれなかった。今年度参観いただいた京都信用金庫膳所支店をはじめ、ほどよい距離感で地域の方などの力を活用できる策を探る。

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4年6月3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「回転体によるクレーター形成」（口頭発表）

化学班「どこでもボール射出ベルトの開発」「pHによるコロイド粒子の調整」（ポスター発表）

「ダイラタンシー流体の挙動について」（口頭発表）

生物班「淡水カイメン成体の飼育における有効環境の特定調査」（ポスター発表）

②第46回全国高等学校総合文化祭東京大会自然科学部門

令和4年8月2日（火）～4日（木）東京富士大学
物理地学班「磁力を用いた免震について」（口頭発表）

③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4年10月28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「衝突する球体の回転の様子とクレーターの形状について」

化学班「電子収容数次元理論」（ポスター発表）

⇒ポスター最優秀賞

「ダイラタンシー流体の挙動について」（口頭発表）

⇒深尾賞

生物班「土壌環境とアサガオの成長」（ポスター発表）

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つの自然科学系クラブでは、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。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に参加した物理地学班は11月20日に開かれた近畿大会に出場した。

③に参加した物理地学班は2023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年生チーム、1、2年生混成チームの計3チーム（18名）が滋賀県予選に参加した。

6月19日（日）に、昨年度全国大会に出場

した3年生と卒業生を講師として学習会を行った。令和4年10月15日（土）の県予選に滋賀県下から6校11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17日（金）より開催される第12回科学の甲子園全国大会に出場する（12年連続12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。

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
第11回	化学分野 第1位

（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4年7月18日（月）に一次選考（オンライン試験）が行われ、8月23日（火）～25日（木）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 大賞（上位5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、令和3年度は西村春人さんが化学グランプリ二次選考で金賞を受賞している。

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年生が参加した。

1年生14名、2年生8名、3年生1名の計23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4年7月16日（土）、8月29日（月）、9月17日（土）、12月17日（土）、令和5年1月4日（水）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9日（月）に実施された。3年生1名が本選に出場した。



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。Aランク1名、Bランク14名、Cランク6名、欠席2名、本校の平均点は4.48点であった。3名が地区別表彰を受けた。

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5名

（ii）内容

令和5年2月11日（土）に大阪府立天王寺高等学校のSSH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、兵庫県立神戸高等学校、大阪府立北野高等学校、福井県立藤島高等学校と本校の6校が研究発表を行った。本校は「オイラらの *chou* 次元拡張」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。

（5）情報オリンピック

1年生1名、2年生1名が、第22回日本情報オリンピック敢闘賞（予選Bランク 二次予選進出）を受賞した。

（6）地理オリンピック

2年生1名が、予選を突破し、第17回科学地理オリンピック日本選手権兼第19回国際地理オリンピック選抜大会に出場した。

（7）高校生・高専生科学技術チャレンジ

第20回高校生・高専生科学技術チャレンジにおいて、2年生1名が入選、2年生1名が佳作を受賞した。例年は応募する生徒がいなかったが、今年度は自主的に応募し健闘した。科学系コンテストへの興味が広がり、参加の敷居が下がっている。今後も主体的に取り組む生徒を支援していく。

（8）マifesta

令和4年8月27日（土）に、大阪府立大手前高校が主催する数学分野の研究発表会に参加した。ここ数年参加していなかったが、数学の研究に熱心に取り組む生徒がいることから、専門家からの指導や数学好きの高校生との交流を通して成長することを意図している。3年生1名、2年生1名が発表した。

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、関係資料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。

こうして、高校－大学のワンパッケージで生徒の能力育成を図ると共に、全教員が引率して聴講することにより、授業改善に資することができた。

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 ステージでは94%、2nd ステージでは100%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、一人一台端末や観点別評価等の先進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

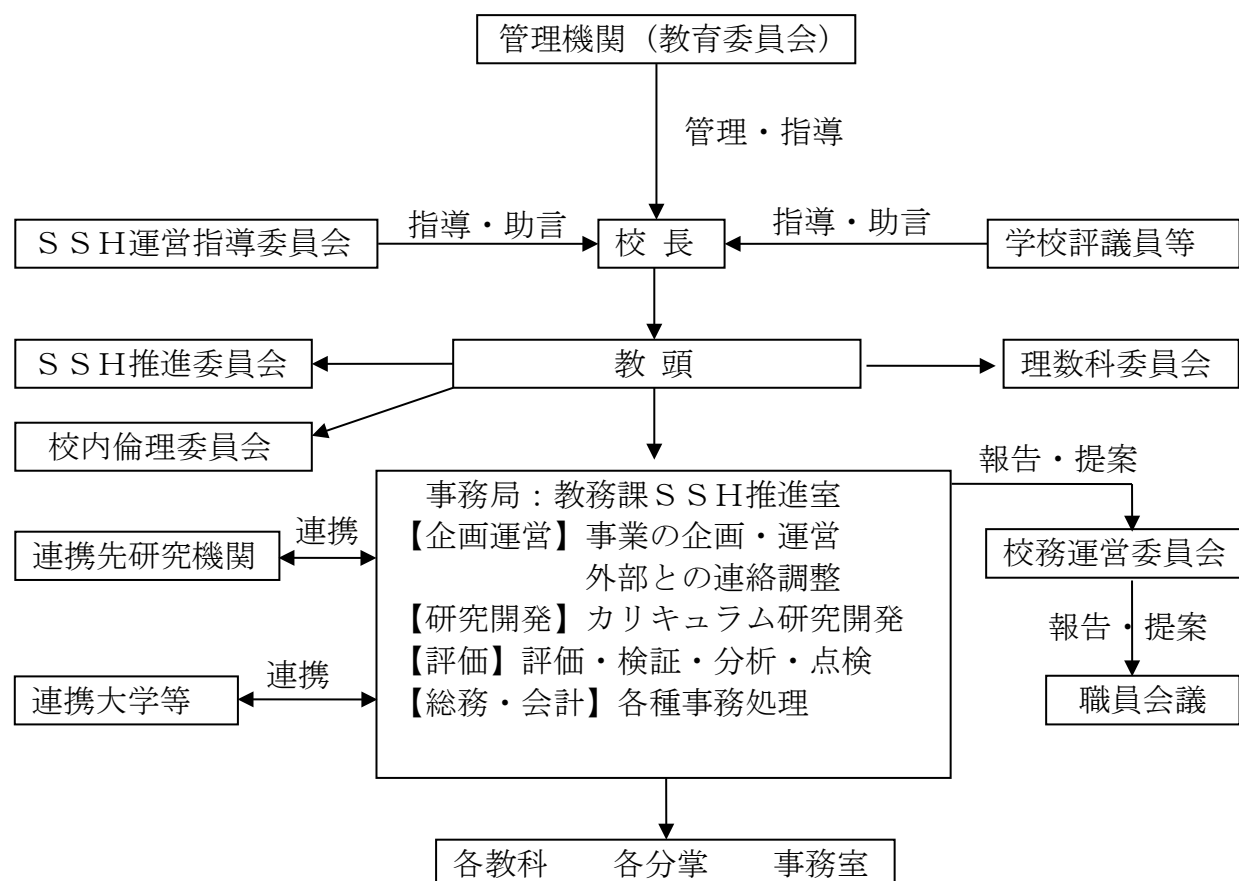
今年度、化学グランプリでは、3年生が大賞を受賞した。日本数学オリンピックでは3年生が予選を通過し本選に出場した。日本情報オリンピックでは1、2年生2名が敢闘賞を受賞した。科学の甲子園については、12年連続で全国大会出場を決めている。ここ数年、上級生から下級生への学習会等を行う流れができており、科学の甲子園に限らず数学オリンピックでも卒業生から在校生への指導へとつながっている。教師が教えるのではなく、自ら学び合うことで、生徒たちは深化した学びを共有している。協同で学ぶことは他の取組、例えば課題研究や探究の授業などにもよい効果を与えている。

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
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
目片 英治	滋賀医科大学医学部総合外科学講座教授

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10クラス、2学年9クラス、1学年9クラスの28クラスで1104名の生徒が学んでいる。それだけに教員数も多く、教諭が64名、管理職や非常勤講師も含めて教職員は80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2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・保健体育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、会計年度の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

実施本校教員の引率者はのべ84名であった。

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。

- 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。本校教員の引率者はのべ27名であった。

- ③理数科 京都大学研究室実習

6コースに分け実施。数学・理科・HR担任など教員引率は14名であった。

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12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

自然科学やAI・データサイエンス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

今年度から県教育委員会の「学びの変革」拡充プロジェクトのモデル校として指定を受けている。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。

ケ. 滋賀県総合教育センターとの連携

滋賀県総合教育センターの研究員から教育活動の支援を受けている。例えば本年度は「効果的なICTの活用による思考の振り返りを重視した高等学校理科の授業づくり」の講義を受け研修した。

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。
- ・本校のSSH事業報告会（令和5年2月17日）には、県外SSH9校20名の教員が参加した。また、年間を通じて県外SSH8校が先進校視察に訪れた。
- ・2022年度経済同友会教育改革委員会（令和4年6月29日）において、本校校長が「スーパーサイエンスハイスクール国際的な科学技術人材の育成に向けて」という演題で発表を行った。
- ・イノベーション教育学会第10回年次大会（令和4年11月12日）において、本校前理数科主任が「探究学習におけるルーブリック評価」という演題で発表を行った。
- ・第18回京都大学工学部教育シンポジウム（令和4年11月21日）において、本校SSH推進室長が「学びの高大接続を目指した膳所高校SSH事業の取組」という演題で発表を行った。
- ・滋賀県教育委員会「読み解く力」育成セミナー（令和5年2月22日）において、本校「探究する力」育成主任が、「探究活動における課題設定と読み解く力」という演題で実践発表を行った。
- ・「THE名門校」（BSテレ東で令和4年4月4日放送）で本校のSSH実践が紹介された。「科学の甲子園…理数系生徒たちの頭脳とは」
- ・経済同友会教育改革委員会提言「価値創造人材の育成に向けた教育トランスフォーメーション（EX）」（令和5年4月5日）において、本校の探究活動や高大連携の実践が紹介された。

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HR40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4年度教育課程表・学校設定科目一覧

関連資料 1-1 令和4年度 教育課程 普通科

教科	科目	標準 単位 数	必修 科目	学校 設定 科目	1年 R4入学	2年 R3入学		3年 R2入学	
						文系	理系	文系	理系
国語	現代の国語	2	○		2				
	言語文化	2	○		3				
	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	地理総合	2	○		2				
	歴史総合	2	○		2				
	世界史探究			○				4	3
	日本史B	4				4	3	2	1
	日本史探究		○	○		1 科目	1 科目	4	3
	地理B	4				4	3	1 科目	3
公民	現代社会	2	○			2	2	4	
	公民探究			○					
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 科目		
	地学基礎	2				3			
	SS物理Ⅰ			○	2				
	SS物理Ⅱ			○			3		4
	SS化学Ⅰ			○			3		1 科目
	SS化学Ⅱ			○					5
	SS生物Ⅰ			○	2				4
	SS生物Ⅱ			○			3	1 科目	4
	演習生物化学 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 科目		
	美術Ⅱ	2							
	書道Ⅰ	2			2	1			
	書道Ⅱ	2							
外国 語	英語コミュニケーション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
	論理・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Ⅰ」または「情報の科学」の内容を含む。「探究」2年次の1単位は週時程外に行う。 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。				

教科	科目	標準 単位数	必修 科目	学校 設定 科目	1年 R4入学	2年 R3入学	3年 R2入学
国語	現代の国語	2	○		2		
	言語文化	2	○		2		
	現代文B	4				2	2
	古典B	4				2	3
地理 歴史	地理総合	2	○		2		
	歴史総合	2	○		2		
	世界史探究			○			3
	日本史B	4	}			3	}
	日本史探究			○		3	
	地理B	4				3	
	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	}	
	美術Ⅰ	2		○	2		
	書道Ⅰ	2			2		
外国 語	英語コミュニケーション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
	論理・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
	理数SS生物Ⅰ	4		○	4	1	
	理数物理	4-8	○			4	}
	理数化学	4-8	○			3	
	理数生物	4-8	○				
	課題研究	1-3	○				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Ⅰ」または「情報の科学」の内容を含む。「探究S」の1年次のうち1単位、2年次、3年次の1単位は週時程外に行う。 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．関係資料 アンケート結果

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、教科の到達目標を明確に示し、その達成に向けて、学習指導の工夫・改善を行っている	93.8(96.8)
私は、公開授業や授業アンケート、研究協議等を通して、教科指導力や授業力の向上に努めている	78.1(86.2)
私は、教材研究等の取り組みを通して、生徒の学習意欲や興味関心を喚起するような授業ができています	84.4(88.5)
学校は、ＳＳＨ事業の取り組みを通して、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	92.2(95.2)

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	78.0(80.6)
私は学校の授業を通して学力が向上していると思う	81.8(85.4)
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	76.5(80.6)
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	94.0(96.1)

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	74.3(86.8)
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	93.0(96.9)

アンケート選択肢

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結果

事業ごとに生徒に対して行った事後アンケート結果を以下に示す。

回答は、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。

①京都大学特別講座

	肯定的な回答 (%)	
	前期 45 名	後期 98 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	100.0	100.0
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	97.8	96.9
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	100.0	100.0
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	99.0
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ましたか	88.9	86.7
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りましたか	93.3	82.7
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りましたか	84.4	86.7
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りましたか	84.4	84.7
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りましたか	60.0	46.9

②滋賀医科大学 基礎医学講座

	肯定的な回答 (%) 35 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	88.6
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	100.0
本講座は自分の進路を考える上で参考になりましたか	94.3
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ましたか	77.1
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りましたか	71.4
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りましたか	74.3
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りましたか	71.4
医学に関係ある分野の本などをより読むようになりましたか	51.4

③ 科学英語 事後アンケート

【1st ステージ 科学英語】（33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。	6. 1%	81. 8%	12. 1%	
	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つけましたか。	63. 6%	27. 3%	9. 1%	
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
69. 7%	78. 8%	54. 5%	33. 3%	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	
42. 4%	51. 5%	3. 0%	3. 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。	22.2%	77.8%	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つけましたか。	88.9%	5.6%	5.6%	
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%	72.2%	38.9%	11.1%	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	
55.6%	44.4%	0.0%	0.0%	

膳所高校 2 年生普通科「探究」最終発表会テーマ一覧

午前の部

A 1	テーマ
	濡れた本の復元方法
	ホラー映画における印象的な場面の条件
	道路標識の「現在」に対する提案
	お菓子のパッケージにおける個数と値段の関係
	流行色の予測

A 2	テーマ
	わさびの状態による抗菌効果の差異
	分厚いパンケーキを焼くための条件
	液体の粘性とミルククラウンの形状
	家庭で簡単に透明な氷をつくるには
	卵が割れない条件

A 3	テーマ
	迷路探索における AI 推定の有効性の検証
	日焼け止めの効力
	情報量と体感時間の関係
	アキレス腱長と跳躍力の相関関係
	視覚と味覚の相関

A 4	テーマ
	アリのフェロモンについて
	ダンゴムシの交替性転向反応の不成立条件
	容器の口の形状の違いによる水の出方の差
	ミミズに与える餌と土壌の成分の関係
	メントスガイザー現象の噴出の高さについて

A 5	テーマ
	醤油と油をふきとるのに適した布の種類
	ダイラント流体の衝撃吸収性
	ペットボトルの保冷方法
	平面充填構造の耐久性
	液状化現象

A 6	テーマ
	エタノール溶液と蒸発熱
	かざぐるまの可能性
	ダイラタンシーの応用法
	ソーラークッカーの形と上昇温度の関係性について
	しゃぼん玉の強度と表面張力

午後の部

P 1	テーマ
	web 漫画と紙漫画の違い
	テレビドラマのタイトルと社会の変化
	外国人労働者に必要な支援体制
	共起ネットワークから見る百人一首
	食料自給率向上戦略の提案

P 2	テーマ
	メレンゲが膨らむ条件
	納豆の粘性
	物体の強度の関係
	油による紫外線遮断効果
	カレーうどんを汁を飛ばさずに食べる方法

P 3	テーマ
	キャラクターの顔の黄金比
	髪が傷む要因とそのケア方法
	紙ナイフの能力
	酸味を用いて甘味を増すための条件
	環境音と集中力の関係

P 4	テーマ
	豆苗の栽培条件
	ショウノウの有機溶媒の溶解度と天候の関係
	服装と衣服内温度の関係
	線香花火の継続時間を延ばす方法
	繊維と汚れ

P 5	テーマ
	液体の性質によるグラスハープの音の違い
	糸電話の可能性
	粘着テープの剥し方について
	コマの重心と回転時間の関係
	水溶液の溶質による屈折率の変化

P 6	テーマ
	水と摩擦の関係
	翼の厚さと剥離現象
	テープの形と粘着力の関係
	媒質の濃度と散乱強度との数学的関係
	回転物体の落下面

関係資料 4 「探究型学力の評価」 普通科「探究」のルーブリック

(1 年生)

	D	C	B	A	S
	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
課題設定能力	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。
問題解決能力	調査活動に参加し、活動する能力を身につけようと努力している。	周辺知識を調べ、調査方法を自分で選択し、計画的に調査活動を行う能力を身につけている。	周辺知識を理解しようと努め、調査活動の過程で問題に直面した時には改善に努める。計画を立て、精度の高い調査方法を意識して実施する能力を身につけている。	周辺知識を理解しようと努め、調査活動の過程で生じた問題点に気づくことができる。目的や見通しを明確にした計画を立て、精度の高い調査方法を意識して実施する能力を身につけている。	周辺知識を理解して教訓を引き出し、調査活動の過程で得た情報を生かしながら修正することができる。目的や見通しを明確にした計画を立て、精度の高い調査方法を工夫して実施する能力を身につけている。
	得られたデータを分析し考察する能力を身につけようと努力している。	得られたデータを分析して考察を加える能力を身につけている。	得られたデータを正確に分析して論理的な考察を加える能力を身につけている。	得られたデータを正確に分析して論理的な考察を加え、次の課題を発見する能力を身につけている。	得られたデータを緻密に分析して論理的な考察を加え、次の課題を発見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。	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を聞き、対応しようと努力している。	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。	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。	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。	発表の際に受けた質問に適切に受け答えだけでなく、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。

(2 年生)

	D	C	B	A	S
	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
課題設定能力	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。
問題解決能力	調査活動に参加し、活動する能力を身につけようと努力している。	周辺知識を調べ、調査方法を自分で選択し、計画的に調査活動を行う能力を身につけている。	周辺知識を理解しようと努め、調査活動の過程で問題に直面した時には改善に努める。計画を立て、精度の高い調査方法を意識して実施する能力を身につけている。	周辺知識を理解しようと努め、調査活動の過程で生じた問題点に気づくことができる。目的や見通しを明確にした計画を立て、精度の高い調査方法を意識して実施する能力を身につけている。	周辺知識を理解して教訓を引き出し、調査活動の過程で得た情報を生かしながら修正することができる。目的や見通しを明確にした計画を立て、精度の高い調査方法を工夫して実施する能力を身につけている。
	得られたデータを分析し考察する能力を身につけようと努力している。	得られたデータを分析して考察を加える能力を身につけている。	得られたデータを正確に分析して論理的な考察を加える能力を身につけている。	得られたデータを正確に分析して論理的な考察を加え、次の課題を発見する能力を身につけている。	得られたデータを緻密に分析して論理的な考察を加え、次の課題を発見し、創造性のある提案を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	グラフ等を用いてスライドを作成する能力を身につけ始めている。	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。	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。	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。	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を聞き、対応しようと努力している。	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。	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。	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。	発表の際に受けた質問に適切に受け答えだけでなく、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十分に身につけている。

(3 年生)

	D	C	B	A	S
	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
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。
	パラグラフライティングを学習し、キーワードを用いて論述しようと努力している。	キーワードを意識して用いて、パラグラフライティングを意識して文を構成する能力を身につけている。	キーワードを効果的に用いて、またはパラグラフライティングを活用して文を構成する能力を身につけている。	キーワードを効果的に用いて、パラグラフライティングを活用して文を構成する能力を身につけている。	キーワードを効果的に用いて、パラグラフライティングを活用して文を構成する能力を身につけている。
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。

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4年6月28日(火) 9:30~11:30 会 場 膳所高等学校

内 容 (〇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

⇒アート思考とデザイン思考に関連してですが、スタートアップやアントレプレナーシップ(起業家)教育が注目されています。これらの教育を膳所高校も期待されているような気がします。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

〇起業というのは金儲けのためだけではなくて、基本的な考え方というのは「自分個人の価値をどう高めるか」という事です。たとえば会社の中で働こうとも、自分で起業して働こうとも、大学の教員であろうとも、結局は、自分は他とは違う何かを持っていることを上手く提示できるからこそ仕事って続けられる。終身雇用制度がなくなった社会で、どうやって自分の価値を高められるかという事を個人が意識するかどうかがすごく大切です。「自分が仕事をしていく上での価値」、「自分にしかない価値とは何か」ということを意識してくださいという意味でのアントレプレナーシップ教育なら賛成します。

※今年度から、膳所高校でもアントレプレナーシップ教育をスタートしました。

〇アントレプレナーシップ教育には反対ではありませんが、SSH 事業の在り方方には注意してほしいと思います。我々は研究する上では社会的要請に基づく“社会的要請駆動型研究”と、単なる自分の興味が対象の“興味駆動型研究”の大きく二つに分かれると思うのですが、すこし“社会的要請駆動型研究”に片寄ってきている気がします。“興味駆動型研究”っていうのは社会的には役に立たない、けれどもいつ役に立つかはわからないものです。生徒さんの中には、もしかしたらすごく少ないでしょうけど、その研究で食べていこうと思っている方もいるわけで、やっぱりそういう方が大切に、そういう生徒さんの芽をつまないように注意してほしいと思います。研究っていうのは、“社会的要請駆動型”だけではないっていうことに注意して、SSH 事業に取り組んでほしいです。

〇「応用研究が好き」とか「基礎研究が好き」という様に、自分自身がどのような研究に興味があるかを知ってから、課題研究に取り組むことも大切になるかもしれません。

〇よくイノベーション研究で経営学の先生が使われている図があつて、社会的要請が強い・弱い軸と、基礎的・応用的軸の二つの要素で構成されています。「基礎的かつ社会的要請が低い」というところを“純粋基礎研究”と呼び、“ボア型”とも言います。

「応用的かつ社会的要請が高い」というところは“純粋応用研究”と呼び、“エジソン型”と言われます。そして、ちょうどハイブリッドというか、基礎研究なんだけど社会的要請に応じていく研究を“利用することにインスパイアされた研究”と呼ばれ“パストツール型”と言われています。英語では「use-inspired basic research」略して「UIBR」ですね。日本ではこの“パストツール型”が非常に少ないと、イノベーション研究者たちの間で批判されているそうです。そういう研究を増やしていくことがイノベーションに繋がるんだという主旨です。膳所高校はずっと基礎研究を大事にしてきたので、ここを意識して“UIER”をやっていくと面白いのかなと思います。

第2回 運営指導委員会

期 日 令和4年11月29日(火) 10:00~12:00 会 場 膳所高等学校

内 容 (〇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

⇒4月から1年生は1人一台端末になり、クラウドやTeamsの使い方も教えている。データサイエンスやプログラミング(phython)の入門的な指導も始めている。まだ模索中だが、生徒と社会を結びつけることを考えている。普通科探究での取組について、ご意見をお伺いしたい。

〇データを集めて分析したというが、データの集め方が気になります。プロ野球の研究に関しては、物理的データを取って結果が出なかったと聞きましたが、メンタルを数値化するか、そういう全く別種のデータを集めようという方向にまで至ったのかどうか確認が必要です。また、測定できるデータだったのか、測定できないものを数値化してそれをデータとして分析に使ったのか、そういう切り口があったのかどうか確認すべきです。

〇1人一台端末だから、データが足りないとか現実的、技術的な問題はないと思います。研究そのものの方法、つまり何を見つけて何を探すのか、そういった視点の技量の問題があると思います。

〇そこが本質ですね。データで色々分析するということは、分析の方法論というよりは、どれをデータとして取得すべきかという観点だと思います。そこがポイントで、プロ野球の研究に関して言えば、スコアボードのデータから本当に“流れ”が推定できるものなのかどうか。研究というものは1回で上手くいくものではなくて、我々も十個くらいアタックして一個ヒットするかどうかです。今回結果が分からなかったとしても、何の部分が欠けていてどこをどうすれば変わる可能性があったかどうか、そういう事を考えてもらうという事が大事です。それがまた次の世代へ繋がるのが考えれば、一代ではなくずっと上手く続けていけるのでは。失敗も立派な土台です。その世代の生徒は失敗して終わっちゃうのか怖いのですが、次代に繋いでいければ良いと思います。

〇続けていくという観点ですけど、学年をまたいで昔の先輩の研究を発展させるというのも、もっとあつて良いんじゃないかと思います。一人一台端末なら、過去の膨大なデータが閲覧できます。過去の先輩の研究やポスターをQRコードを読み取れば参照・ダウンロードできる、そういう事が出来れば良いと思います。Teams内で、動画が見られたり、ダウンロードが出来たりとか、そういうことを

生徒さんにやってもらえば良いと思います。こういうことって生徒さんの方が詳しいかもしれません。皆で手分けして参照できるようなサイトを作ったり、QRコードでダウンロードできるようにしたり、Teamsなら簡単にシェアできます。

○研究テーマですが、全体的に理数的なものが多い中で、同性婚や男女関係に関したものもあります。こういったものは文系思考の生徒は取り組みやすいのかもしれませんが、理数的なものとは比べると何をどう探究したいのかが問題だと思います。データの集め方ですが、ネットに上がっているデータを生徒さんは集めやすいと思うのですが、データサイエンスを使ってどう分析するのか。大学生の例で言うと、文献資料調査、論文資料調査については図書館などに行けば貴重な資料もたくさんあるのですが、そういったものはデジタルデータ化されていません。一方、グーグルなどで検索すると比較的新しい論文や資料がヒットして電子データとして簡単に閲覧できる。この様な中で、学生がどちらを使って研究報告をするかといえば、わざわざ図書館に行くよりも家で見られる電子論文だけで構成するものが多くみられます。こうした中で、情報や資料の取り方自体を高校生の時からしっかりと教えて頂けると、より広い視野で、かつ基礎的な素養を身に付けられ、しっかりとした資料が手に入るのではないかと思います。

○社会的メッセージがあるものを学ぶことは、生徒さんにとっても、知識や理論が何かしら目に見える形に結び付けられて学習意欲にも繋がり良いと思います。他方、目に見える成果や具体的な目標の達成がないと、こういった探究や理論に意味がないと勘違いされたりガッカリされたりしないかが心配です。そうすると、そもそも探究の目的がずれてしまう可能性があります。その点、実践というものをどういった形で活用するのか、メリットとデメリットを踏まえて慎重にやっていただきたいと思います。

第3回 運営指導委員会

期 日 令和5年2月17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2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2年目の取組について、ご意見・ご助言等をお伺いしたい。

○2つ気になることがあります。1つは素朴で身近なテーマの中でこういった研究ツール・技法が思い浮かぶかについては、情報とかの基礎的な学習がしっかりできて初めてできることなので、研究ツールというものを事前にしっかり知識として学んでもらえたら有難いということです。一方で若干危惧しているのは、そういった情報の授業とか研究ツール・手法の面白さが先立ってしまうと、意外と身近な問題とか社会問題についての関心が逆にどんどん薄れていってしまうということです。最近の大学生の傾向として1つあるのは、自分の知っている事柄のフィルターを通じて社会問題を捉えたい、捉えがちになるという傾向が凄くあります。例えば、情報とか手法が面白い、それが使える社会問題にだけ興味を持ってしまうとかになってしまうと、今後特に人文科学とか社会科学に活かすことが厳しい状況になるのかなと思いますので、アート思考力というところで社会問題に対する結果をどのように見るのかとか、その興味をどのように使うのかということもしっかり学習してもらえればと思います。それと関連して、AIが流行ってくると、AIという問題をやりたいので色んな分野の事柄をつまみ食いだけしたいという学生さんが非常に多いです。データサイエンスについてちょっと知る、AIの科学的な事柄を少し知るという形だけの専門家になったつもりになるのではなく、土台となる基礎研究・基礎知識をまず身に付けてもらうということを意識してもらい、高校生の間から学習してもらえればなと思っています。

○科学は、人間の手の届かない方向へいくものと、逆に人とは何かみたいな方向にいくものと両方で発達していくと思います。特にデータサイエンスにしてもハードではなくソフトっぽいところから身の回りのものの中にたくさんのテーマなり不思議なことが多くあることも大事なのではないかと思います。特にアート・デザインとか感性とか、こういう言葉が非常に目立つようになってきたと思います。やはりもうちょっと身の回りに何か色々な？という人もいいと思います。そこからゆくゆくはもっとハードなところへいく人もいだろうし。例えば、私のところの大学では食物から心理など、色んな学部があり、ある人が「服を着た時の心地よさはどのようなふうに評価できるのか」と言い出し皆分からないと言っています。美味しさとか、人それぞれと言われていたものが、これがどのように科学的に説明できるのかについては、データサイエンスをツールとして使えそうな感じがします。ただ先ほどおっしゃったように、データサイエンスのようなものをやりだすと、流行りのややこしいことが好きみたいになってしまふことがあるので、やはり何が知りたいかというのが一番あって、何が知りたいかはその分野でも対等に面白い話だと思います。特に最近の流れからすると、今までにない新しいものを出し、もう少し内側に入ってみるのも一つかなと思いました。

○私の希望としては、関西だからかもしれませんが、とんでもないことを言い出してそれが実を結ぶということが一番美しいなと思います。流行りでやるのはよくないです。「意味とは何か」というところから色々考えていかなくてはいけないと思います。生徒さん達が楽しそうにやっていて、それがいつの間にか実を結ぶというのが理想です。感性は最初の段階、あるいは展開するところに色々試行錯誤できるような研究が面白いのではないかと思います。

令和4年度 SSH活動の記録

(*) はオンラインで実施したもの

	高大連携事業	探究活動	国際化事業 科学技術人材育成重点枠事業 / 会議・協議会等
4月12日	京都大学特別授業 前期開講式		科学英語講座 2nd Stage 開講式
4月13日			科学英語講座 2nd①
4月15日	京都大学特別授業 前期①		
4月18日	滋賀医科大学基礎医学講座①		
4月20日			科学英語講座 2nd②
4月22日	京都大学特別授業 前期②		
4月25日		科学の甲子園表彰式 (*)	グローバルチャレンジキャンプ抽選会
4月26日			サイエンスプロジェクト選考会
5月 2日			数学交流会：大阪府立岸和田高等学校 (*)
5月 9日	滋賀医科大学基礎医学講座②		
5月11日			科学英語講座 2nd③
5月24日		「探究 S」プログラミング講座	
5月25日			科学英語講座 2nd④
6月6日	滋賀医科大学基礎医学講座③		
6月 8日			科学英語講座 2nd⑤
6月10日	京都大学特別授業 前期③		
6月11日			サイエンスプロジェクト第1回 特別講義 (京都大学で県内連携校・山口県立徳山高校と合同で実施)
6月13日	滋賀医科大学基礎医学講座④		
6月15日			科学英語講座 2nd⑥・閉講式
6月17日	京都大学特別授業 前期④		
6月28日			第1回運営指導委員会
6月29日			2022年度 経済同友会教育改革委員会：本校校長発表
7月13日 14日		2年普通科 探究データサイエンス入門講座	
7月15日		2年理数科探究 S アート思考力 ・デザイン思考力育成講座	
7月16日		数学オリンピック学習会①	
7月18日			香川県立観音寺第一高校 FESTAT2022 課題研究発表 (*)
7月19日		2年普通科 探究データサイエンス入門講座	和歌山県立向陽高等学校来校
7月23日～ 25日		サイエンスキャンプ (京都大学フィールド科学教育研究センター：和歌山県西牟婁郡白浜町)	
7月28日			芝浦工業大学柏中学高等学校来校
7月29日			サイエンスプロジェクト AI・データサイエンス基礎講座① (アントレプレナーシップ養成講座)
8月3日 ～4日		SSH 生徒研究発表会 (神戸国際展示場)	
8月20日			香川県立観音寺第一高校 FESTAT 課題研究発表 (*)
8月25日 ・27日			サイエンスプロジェクト AI・データサイエンス基礎講座 ② ③ (京都大学で県外連携校と合同で実施)
8月29日		数学オリンピック学習会②	
8月30日		1年「探究」一斉講義	

8月31日		理数科2年 AI 基礎講座 普通科 「探究」 一斉講義（＊）	
9月 2日	京都大学特別授業 前期⑤	1年「探究S」 「データサイエンスの実践と展望」	
9月 5日	滋賀医科大学基礎医学講座⑤		
9月 9日	京都大学特別授業 前期⑥		
9月10日			サイエンスプロジェクト 第2回 特別講義 (京都大学で県内・県外連携校と合同で実施)
9月12日	京都大学特別授業（後期）抽選 会		
9月16日	京都大学特別授業（後期）開講 式		科学英語講座 1st Stage 開講式
9月17日		数学オリンピック学習会③ 日本植物学会ポスター発表 (京都府立大学)	
9月20日		2年理数科課題研究中間発表会	
9月26日	滋賀医科大学基礎医学講座⑥		
9月29日		2年理数科京都大学研究室実習	
9月30日	京都大学特別授業 後期①		
10月3日	滋賀医科大学基礎医学講座⑦		
10月4日	京都大学特別授業(前期) 修了証書授与式		
10月15日		科学の甲子園滋賀県予選	
10月17日		1年「探究」 一斉講義 （＊）	
10月21日	1年理数科 滋賀医科大学医学 入門講座		
11月 4日	京都大学特別授業 後期②		
11月 5日			サイエンスプロジェクト 第3回 グループ研究中間発表・指導助 言
11月 9日			科学英語講座 1st①
11月10日			
11月11日	京都大学特別授業 後期③		
11月12日			イノベーション教育学会第10回年次大会：本校前理数科主任発表
11月14日	滋賀医科大学基礎医学講座⑧	2年「探究S」 中間発表会	
11月15日			サイエンスプロジェクト連携校 高島高校講演会
11月16日			科学英語講座 1st② 富山県立富山中部高等学校来校
11月18日	理数科1年 AI 基礎講座		
11月21日			第18回京都大学工学部教育シンポジウム（＊） 本校 SSH 推進室長発表
11月29日			第2回運営指導委員会
11月30日			科学英語講座 1st③
12月 2日	京都大学特別授業 後期④		
12月 7日			科学英語講座 1st④

12月9日	京都大学特別授業 後期⑤		
12月10日			サイエンスプロジェクト 第4回 産学連携プログラム②
12月16日	1年理数科滋賀大学データサイエンス入門講座		
12月17日		数学オリンピック学習会④	
12月19日	1年理数科探究 S アート思考力・デザイン思考力育成講座①		
12月21～22日			サイエンスプロジェクト 東京・つくば研修
12月26日			SSH 情報交換会
1月4日		数学オリンピック学習会⑤	
1月6日		数学オリンピック予選	
1月11日			科学英語講座 1st⑤
1月12日			第9回8校連絡会議（福井県立藤島高校）
1月14日			サイエンスプロジェクト 第5回 英語トレーニング① 外国人講師英語講義、グループ研究個別指導
1月18日			科学英語講座 1st⑥・閉講式
1月19日			長野県松本県ヶ丘高等学校来校
1月20日	京都大学特別授業 後期⑥ 1年理数科探究 S アート思考力・デザイン思考力育成講座②		
1月24日		2年「探究」最終発表会	
1月27日	京都大学特別授業（後期）閉講式		兵庫県立姫路西高校 Virtual Science Fair 課題研究英語発表（*）
1月28日			サイエンスプロジェクト 第6回 特別講義
2月1日		アントレプレナーシップ養成講座	
2月2日			
2月11日			サイエンスプロジェクト 第7回 グループ研究 本発表会
2月12日			探究する力成果発表会（県教委主催）で研究発表
2月14日			長野県諏訪清陵高校来校
2月16日			三重県立四日市高校、宮城県立仙台第三高校来校
2月17日		課題研究発表会・基調講演会 ・事業報告会（大津市民会館）	
2月22日			実践発表「探究活動における課題設定と読み解く力」
2月27日			
3月7日		数学講演会	
3月11日			
3月14日		1年「探究S」ポスター発表会	
3月15日	海外大学研究発表会（*）		
3月16日～17日			サイエンスプロジェクト 広島・九州研修
3月18日		科学の甲子園全国大会 滋賀県代表	
3月23日			台湾師範大学附属高級中学校との研究発表交流会（*）

Optimization of NO_3^- reduction Using Metal Powder



4th group Kawaguchi Yui Yoshioka Yuri Nishimura Haruto Sasanuma Ryota

Summary

In recent years, nitrogen (mainly NO_3^-) in various types of wastewater has been causing serious pollution of natural waters. In this study, copper and various kinds of metal powders were used to reduce NO_2^- to NH_4^+ , which can be easily removed. As a result of the experiment, it was found that the larger the difference in potential between the copper and the iron, the higher the reduction efficiency. In addition, we consider that NO_3^- was relatively often reduced to NH_4^+ without passing through NO_2^- when we use Sn and Fe.

Introduction

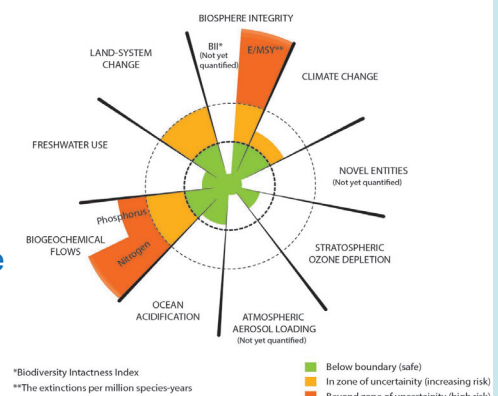
Environmental damage caused by nitrogen become more serious



NO_3^- is contained in household drainage and agricultural drainage



Improved known method of reducing NO_3^- to more easily removable NH_4^+



Preliminary Experiment

Add copper-supported Fe powder (Fe powder with copper attached to its surface) to the aqueous solution containing NO_3^-
 → The reduction of NO_3^- to NH_4^+ in the aqueous solution was confirmed

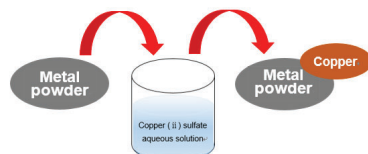


Hypothesis

By changing the Fe powder used in the previous study to a metal powder with a higher ionization tendency, more reduction reactions (more efficient reduction reactions) can be carried out in a shorter time

Main Experiment 1

- 1) Immerse iron powder in 1 mol/L hydrochloric acid for 5 minutes → Remove oxides
- 2) Add 0.75 mol/L copper(II) sulfate solution
 → Precipitating copper on the iron surface
- 3) Filter the powder in 2)
 → Wash with pure water
 → Add to 200 mL of 0.04 mol/L sodium nitrate solution
- 4) Stir and leave 3) for about one day
 → Filter them
 → Measure absorbance
 → Calculate molarity of NO_3^- and NO_2^-
- 5) Measure the molarity of NH_4^+ by indophenol blue absorptiometry



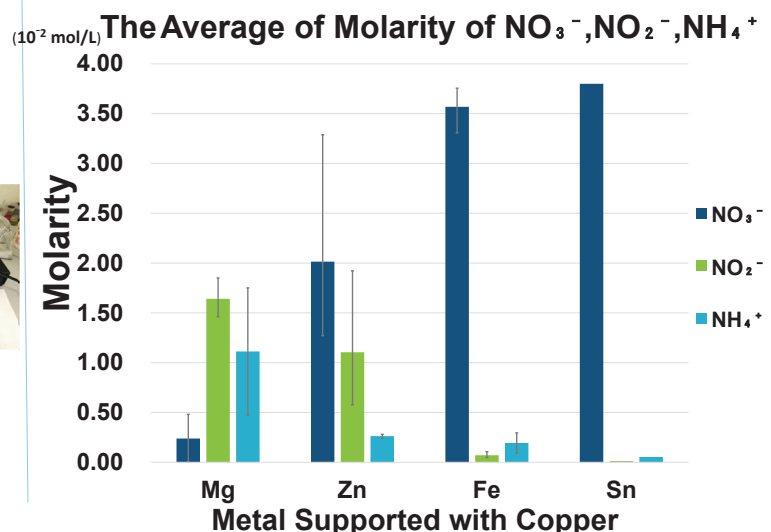
Stir them for one day

Results 1

We did the experiment for three times

First experiment : Sn was not used and NH_4^+ molarity was not measured due to the availability of chemicals

Third experiment : We made a mistake and did not obtain any data for Sn



Consideration 1

Metal with a higher ionization tendency : The reduction rate of NO_3^- to NO_2^- and NH_4^+ in the aqueous solution was high

→ We can reduce NO_3^- more efficiently by metals with higher ionization tendency

Mg or Zn: The amount of NO_2^- , which is considered to be a substance in the process of reduction to NH_4^+ , will also be larger

NO_2^- is more toxic than NO_3^- and is less easily removed as well as NO_3^-

→ It is also important to avoid NO_2^- generation

Fe, Sn : The amount of NO_2^- generated is small

Main Experiment 2

Preliminary Investigation

- Using the data from the experiment 1 , we calculated the rate constants for each reaction
- Reaction rate of NO_3^- to NO_2^- : $k_1[\text{NO}_3^-]$
Reaction rate of NO_2^- to NH_4^+ : $k_2[\text{NO}_2^-]$
- pH is not taken into consideration

Experimental Method

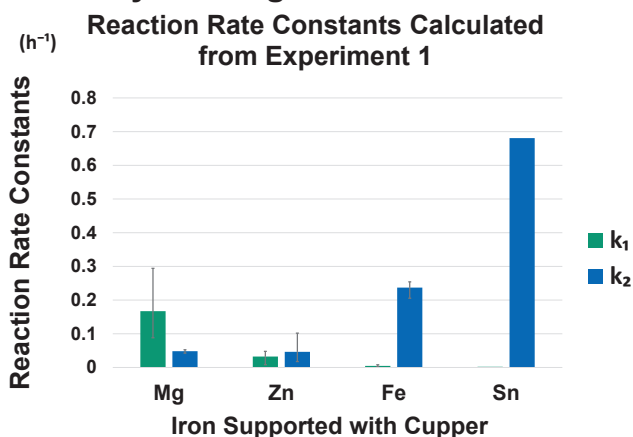
Prepare Fe, Zn, Mg, and Sn powders by the same method as in the previous study and add them into 400×10^{-2} mol/L sodium nitrite solution

Examine the absorbance and calculate the molarity of NO_2^-

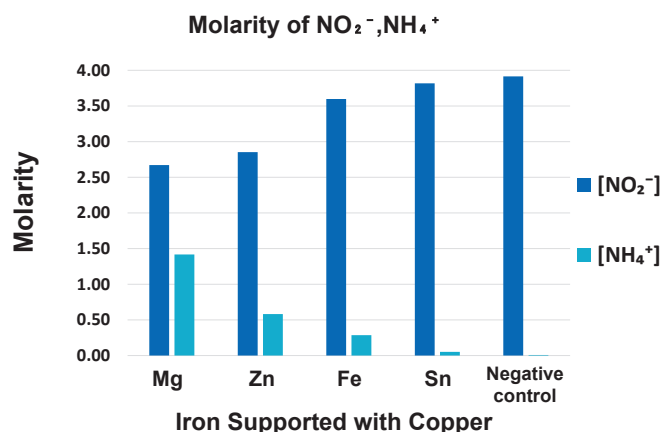
Calculate the molarity of NH_4^+ by Indophenol blue absorption spectrophotometry

Result 2

Preliminary Investigation



Main Experiment 2



Consideration 2

Preliminary Investigation

→ The **smaller** the ionization tendency, the more efficient the reduction of NO_2^- to NH_4^+

Main Experiment 2

→ The **larger** the ionization tendency, the more efficient the reduction of NO_2^- to NH_4^+

In relatively more cases, NO_3^- is reduced to NH_4^+ **without going through NO_2^-**

Conclusion

In terms of reduction efficiency, **Mg** is suitable

In terms of the burden on the environment, **Fe** and **Sn** are suitable

Challenges and Prospects

1. Search for a reduction method with high reduction efficiency and low environmental burden
2. Confirm whether the reduction to NH_4^+ without NO_2^- is really occurred in the reduction using Fe and Sn
3. Consider from more perspective to make this study practical

Reference

- 1) 岡倉慎司、朝倉祝治 ; 「中性溶液中における銅担持鉄粉を用いた NO_3^- の還元」電気化学および工業物理化学62巻 4号 pp354-355 (1994)
- 2) 日本原子力研究所 ; 「硝酸態窒素による地下水汚染とその対策法」JAERI Review 2003-007
- 3) 理化学研究所 : 温和な環境で働く人工脱窒触媒-微生物の仕組みに学ぶ環境浄化技術-、2018-03-29 https://www.wriken.jp/press/2018/20180329_2/
- 4) ト部吉庸 ; 「化学の新研究 ; 改訂版」三省堂 (2019)
- 5) Johan Rockström、Mattias Klum (著) ; 武内和彦、石井菜穂子 (監修) ; 谷淳也、森秀行ほか (訳) ; 「小さな地球の大きな世界 ; プラネタリー・バウンダリーと持続可能な開発」丸善出版 (2019)
- 6) 木下實、大野公一ほか17名 ; 「化学基礎 ; 新訂版」実教出版 (2021)
- 7) 木下實、大野公一ほか18名 ; 「化学 ; 新訂版」実教出版 (2021)
- 8) 数研出版編集部(編) ; 「フォトサイエンス ; 化学図録」数研出版 (2017)
- 9) 山本玲子 ; 「生体為害性金属元素と材料」まてりあ43巻 8号 pp 639-642 (2004)
- 10) 化学実験テキスト研究会 (編) ; 「環境化学」産業図書 (1998)

Optimization of NO_3^- Reduction Using Metal Powder

Kawaguchi Yui Yoshioka Yuri Nishimura Haruto Sasanuma Ryota

ABSTRACT

In recent years, nitrogen (mainly NO_3^-) in various types of wastewater has been causing serious pollution of natural waters. In this study, copper and various kinds of metal powders were used to reduce NO_2^- to NH_4^+ , which can be easily removed. As a result of the experiment, it was found that the larger the difference in potential between the copper and the iron, the higher the reduction efficiency. In addition, we consider that NO_3^- was relatively often reduced to NH_4^+ without passing through NO_2^- when we use Sn and Fe.

Keyword : NO_3^- NO_2^- NH_4^+ copper-supported iron powder reduction

1. Introduction

We focused our research on the pollution of natural water by nitrate ions (hereafter referred to as NO_3^-). The Planetary Boundary (Figure 1), which shows the critical value for each environmental problem, indicates that the environmental destruction caused by nitrogen is critical [4].

Since NO_3^- is abundantly contained in domestic and agricultural wastewater, and this amount is expected to increase with population growth [5] – [7][10], this study aimed to improve the known method of reducing NO_3^- to ammonium ions (NH_4^+), which can be more easily removed.

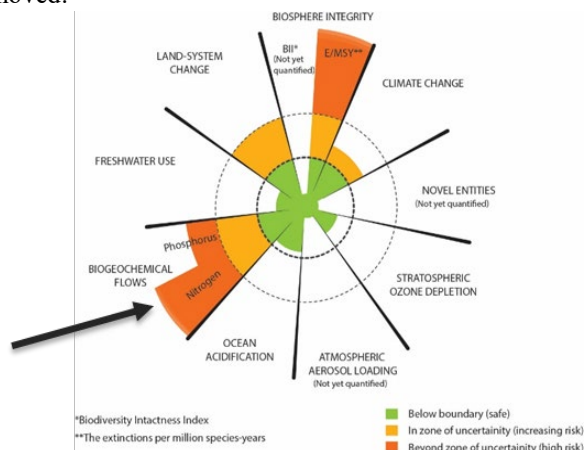


Figure 1. Planetary boundaries 2014

2. Hypothesis

In previous studies, it has been confirmed that NO_3^- in aqueous solution is reduced to NH_4^+ by adding copper-supported iron powder (iron powder with copper attached to its surface) to an aqueous solution containing NO_3^- [1][2]. We hypothesized that by changing the iron powder to a metal powder with a higher ionization tendency, more reduction reactions (hereinafter referred to as "efficient reduction reactions") could be performed in a shorter time than with copper-supported iron powder, and conducted the

following experiments.

3. Experiment 1

3. 1 Preliminary Experiment

3. 1. 1 Method

To confirm the reduction of NO_3^- by copper-supported iron powder, the following procedure was used to reproduce the previous study.

- (1) 4.00 g of iron powder was soaked in 1 mol L⁻¹ hydrochloric acid to remove surface oxides.
- (2) The powder was immersed in 0.75 mol L⁻¹ copper(II) sulfate solution for 5 minutes to support copper on the surface. The surface was then washed several times with deionized water.
- (3) The copper-supported iron powder prepared in step (2) was added to 200 mL of a 0.04 mol L⁻¹ aqueous sodium nitrate solution, and the mixture was left stirring for approximately 8 hours using a magnetic stirrer together with the aqueous sodium nitrate solution of the same concentration.
- (4) The absorbance of the filtered aqueous solution was measured using a spectrophotometer (Hitachi U-1900 Spectrophotometer).

3. 1. 2 Results

The results of the Preliminary Experiment are shown below. (Figure 2)

(Abs)

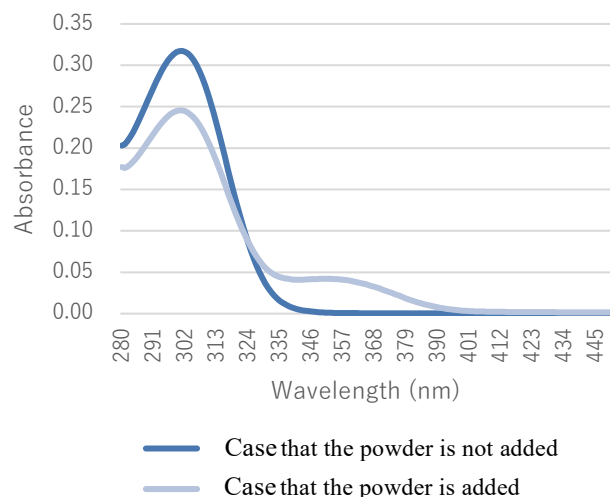


Figure 2. Preliminary survey Absorbance of each solution

3. 1. 3 Consideration

The results showed that the addition of copper-supported iron powder decreased the absorbance around 300 nm and increased the absorbance around 350 nm.

NO_3^- absorbs light with a wavelength around 300 nm and nitrite ion (hereafter NO_2^-), which is thought to be formed in the intermediate step of reduction from NO_3^- to NH_4^+ , absorbs light with a wavelength around 300 nm. This result confirms the reduction of NO_3^- by the copper-supported iron powder.

3. 2 Main Experiment 1

3. 2. 1 Method

The experiment was conducted three times according to the following procedure. In the first experiment, the tin test section and the NH_4^+ concentration measurement described in step (7) were not conducted due to the availability of chemicals. In the third experiment, the procedure was not followed correctly and no data were obtained for the tin experimental area.

- (1) 4.00 g of iron powder was prepared along with 4.68 g of zinc powder, 1.74 g of magnesium powder, and 8.50 g of tin powder to match the amount of substance.
- (2) Each was immersed in 1 mol L^{-1} hydrochloric acid for 5 minutes to remove surface oxides. The surfaces were then washed several times with pure water.
- (3) Each of the samples was immersed in 0.75 mol L^{-1}

copper(II) sulfate solution for 5 min, and copper was supported on the surface. The surfaces were then washed several times with deionized water.

- (4) 1000 mL of 4.00×10^{-2} mol L^{-1} sodium nitrate solution was prepared and divided into five 200 mL portions. The metal powder prepared in step (3) was added to four of the five, and one was used as the control experimental area.
- (5) Each of the five experimental sections was left stirred for approximately one day under the same conditions using a magnetic stirrer.
- (6) The absorbance of the filtered aqueous solution was measured using a spectrophotometer. The concentrations of NO_3^- and NO_2^- were calculated from the measured absorbance. (See 8.2 for detailed measurement method.)
- (7) The concentration of NH_4^+ was measured using indophenol blue absorbance spectrophotometry. (See 8.3 for detailed experimental procedures.)

3. 2. 2 Results

In all experiments, no reaction was observed in the control area.

(Ionization trends were in the order of $\text{Sn} < \text{Fe} < \text{Zn} < \text{Mg}$.)

The results of experiment 1 are shown below (Figure 3-5, Table 1-3). (Figure 3-5, Table 1-3)

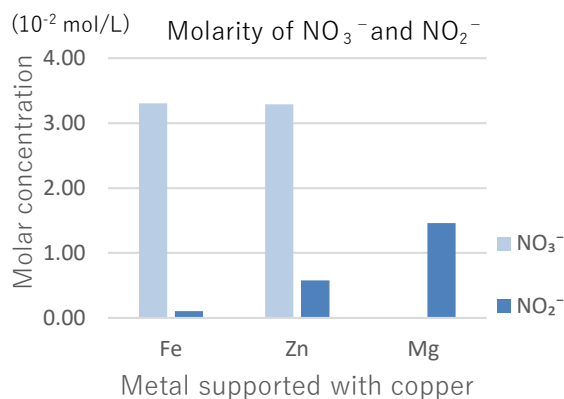


Figure 3. Molarity of NO_3^- and NO_2^- in Exp. 1-1

Table 1. Experiment 1-1 Molarity of NO_3^- , NO_2^- (10^{-2} mol L^{-1})

	NO_3^-	NO_2^-
Fe	3.31	0.11
Zn	3.29	0.58
Mg	0.003	1.46

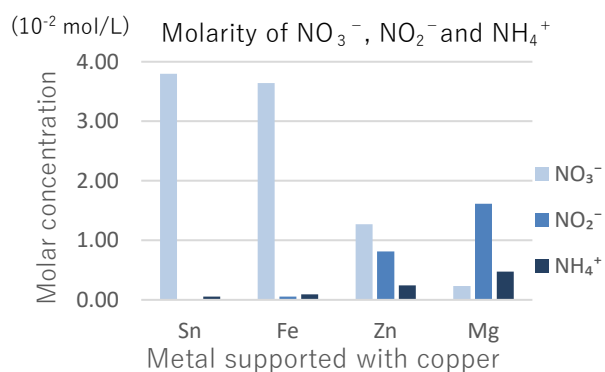


Figure 4. Molarity of NO₃⁻, NO₂⁻ and NH₄⁺ in Exp. 1-2

Table 2. Experiment 1-2 Molarity of NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺ (10⁻² mol L⁻¹)

	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
Sn	3.80	0.01	0.05
Fe	3.64	0.06	0.09
Zn	1.27	0.82	0.24
Mg	0.23	1.61	0.47

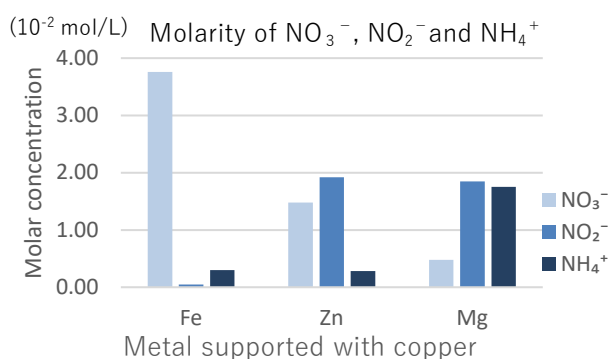


Figure 2. Molarity of NO₃⁻, NO₂⁻ and NH₄⁺ in Exp. 1-3

Table 3. Experiment 1-3 Molarity of NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺ (10⁻² mol L⁻¹)

	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
Fe	3.76	0.05	0.30
Zn	1.48	1.92	0.28
Mg	0.48	1.85	1.75

3. 3 Consideration

The results show that the reduction rate of NO₃⁻ to NO₂⁻ and NH₄⁺ in aqueous solution is higher when a metal with a large ionization tendency is used. This suggests that, as hypothesized, the use of metals with a large ionization tendency allows more efficient reduction reactions to occur.

On the other hand, when magnesium and zinc are used, the amount of NO₂⁻, which is considered to be a substance in the process of reduction to NH₄⁺, is also found to be higher.

Since NO₂⁻ is more toxic than NO₃⁻ and is not as easy to remove as NO₃⁻, we considered it important not only to increase the reduction efficiency but also to prevent the

generation of NO₂⁻. Therefore, we conducted the following experiments to investigate the reason why the amount of NO₂⁻ produced by iron and tin was small compared to that of NH₄⁺.

4. Experiment 2

4. 1 Preliminary Experiment

4. 1. 1 Method

Using the data obtained in experiment 1, the respective reaction rate constants (k_1 , k_2) were determined assuming that the order of each reaction was 1. In this case, pH was assumed to have no effect.

Reaction rate of NO₃⁻ reduction to NO₂⁻ : $k_1[\text{NO}_3^-]$

Reaction rate of NO₂⁻ reduction to NH₄⁺ : $k_2[\text{NO}_2^-]$

4. 1. 2 Results

The results of the Preliminary Experiment are shown below. (Figure 6)

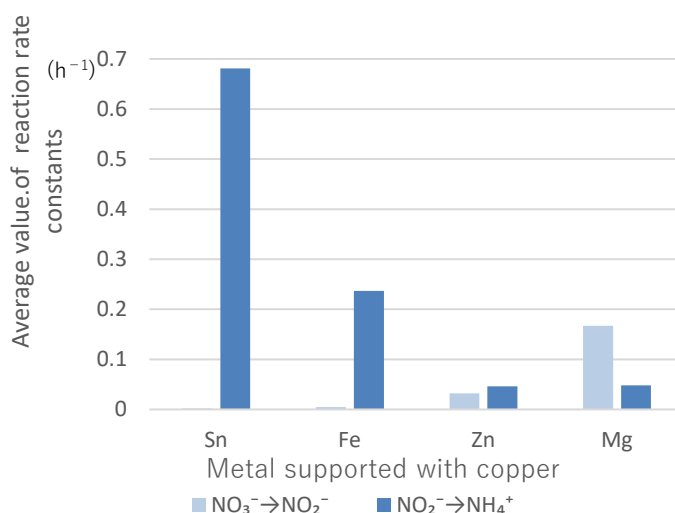


Figure 3. Average Values of Reaction Rate Constants

Table 6 Reaction rate constants (k_1 , k_2) calculated from experiment 1 (h⁻¹)

h ⁻¹	k ₁	k ₂
Mg1st	0.29	0.05
Mg2nd	0.12	0.05
Mg3rd	0.09	0.04
Zn1st	0.01	0.02
Zn2nd	0.05	0.10
Zn3rd	0.04	0.02
Fe1st	0.01	0.25
Fe2nd	0.004	0.25
Fe3rd	0.003	0.21
Sn2nd	0.002	0.68

4. 2 Main Experiment 2

4. 2. 1 Method

The same procedure as in experiment 1 was followed by changing the sodium nitrate solution of $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ to the same concentration of sodium nitrite.

4. 2. 2 Results

The results of experiment 2 are shown below. (Figure 7, Table 4)

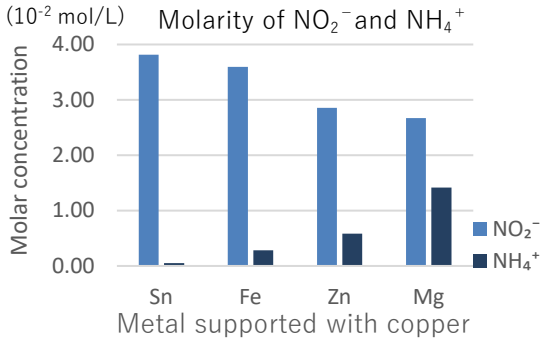


Figure 4. Molarity of NO₂⁻ and NH₄⁺ in Exp. 4

Table 4. Experiment 2 Molarity of NO₂⁻, NH₄⁺ (10⁻² mol L⁻¹)

	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
Sn	3.82	0.05
Fe	3.60	0.29
Zn	2.85	0.58
Mg	2.67	1.41

4. 3 Consideration

The reaction rate constant of NO₂⁻ to NH₄⁺ was obtained from the results of Experiment 1, and the smaller the ionization tendency, the larger the value. On the other hand, in Experiment 2, the reduction efficiency of NO₂⁻ to NH₄⁺ was higher the larger the ionization tendency, a result that is contrary to the Preliminary Experiment.

From these results, we hypothesized that iron and tin may have relatively more reactions in the reduction of NO₃⁻ that directly reduce NO₃⁻ to NH₄⁺ without going through NO₂⁻.

5. Conclusion

From Experiment 1, metals with a large ionization tendency such as magnesium are overwhelmingly superior in terms of reduction efficiency, but from Experiment 2, iron and tin are also considered superior in terms of environmental burden.

6. Future prospective

- We will search for a reduction method with high reduction efficiency and low environmental burden.
- We will check whether reduction to NH₄⁺ without through

NO₂⁻ is actually taking place.

- We will consider more perspectives for practical use.

7. Acknowledgements

I would like to thank Dr. Kitazumi, Dr. Sowa, Dr. Shirai, and many others at Kyoto University for their guidance and assistance in this research. I would like to express my deepest gratitude to them.

8. Reference

8. 1 About the biological harm of the metals

For the metal powder used in this study, the semi-lethal doses for rats administered orally are as follows [3].

Mg²⁺ : 40 mmol kg⁻¹

Sn²⁺ : 14 mmol kg⁻¹

Fe³⁺ : 18 mmol kg⁻¹

Zn²⁺ : 8.1 mmol kg⁻¹

8. 2 About Methods for Measuring Molarity of Nitrate Ion and Nitrite Ion

Let $A_{(X, c_X, a)}$ be the absorbance at a nm of a solution of $c_X \text{ mol L}^{-1}$ concentration of X. where the concentration of X is denoted by c_X .

Let $\varepsilon_{(X, a)}$ be the molar absorption constant of X at a nm and l be the cell length, and from Lambert-Beer's law

$$A_{(X, c_X, a)} = \varepsilon_{(X, a)} l c_X$$

The absorbance of Na⁺, NH₄⁺, and Cl⁻ are assumed to be negligible. Let Mⁿ⁺ be the ion that is considered to be generated from the metal powder used. If the absorbance of the sample at a nm is $A_{(a)}$, the absorbance of the sample can be considered to be the sum of the components

$$\begin{aligned} A_{(a)} &= A_{(NO_3^-, c_{NO_3^-}, a)} + A_{(NO_2^-, c_{NO_2^-}, a)} + A_{(M^{n+}, c_{M^{n+}}, a)} \\ &= \varepsilon_{(NO_3^-, a)} l c_{NO_3^-} + \varepsilon_{(NO_2^-, a)} l c_{NO_2^-} + \varepsilon_{(M^{n+}, a)} l c_{M^{n+}} \quad \dots \textcircled{1} \end{aligned}$$

Here, Mⁿ⁺ corresponds to Fe³⁺ when iron is used, Sn²⁺ when tin is used, and Mg²⁺ when magnesium is used, but when zinc is used, but the following is considered to be true when zinc is used, since it is thought to be mainly Zn²⁺ and [Zn(OH)₄]²⁻.

$$\begin{aligned} A_{(a)} &= \varepsilon_{(NO_3^-, a)} l c_{NO_3^-} + \varepsilon_{(NO_2^-, a)} l c_{NO_2^-} + \varepsilon_{(Zn^{2+}, a)} l c_{Zn^{2+}} \\ &\quad + \varepsilon_{([Zn(OH)_4]^{2-}, a)} l c_{[Zn(OH)_4]^{2-}} \end{aligned}$$

The $A_{(X, c_X, a)}$ for each 1 nm at 280 nm ≤ a nm ≤ 415 nm for X = NaNO₃, NaNO₂, FeCl₃, SnCl₂, MgCl₂, ZnCl₂, Na₂[Zn(OH)₄], $c_X = 0.01 \text{ mol L}^{-1}$ were measured using a

spectrophotometer and the values of $\varepsilon_{(X, a)} l$ were obtained (Note: When tin is used, Sn^{4+} is also considered to occur, but for experimental reasons, the value of $A_{(X, c_X, a)}$ when Sn^{4+} is used could not be measured, so it was not considered in this study).

The value of $A_{(a)}$ was then measured using a spectrophotometer, 1 nm at $280 \text{ nm} \leq a \text{ nm} \leq 415 \text{ nm}$.

Transforming ①

$$A_{(a)} - \varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l c_{\text{NO}_3^-} - \varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l c_{\text{NO}_2^-} - \varepsilon_{(\text{M}^{n+}, a)} l c_{\text{M}^{n+}} = 0$$

$$0 \leq (A_{(a)} - \varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l c_{\text{NO}_3^-} - \varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l c_{\text{NO}_2^-} - \varepsilon_{(\text{M}^{n+}, a)} l c_{\text{M}^{n+}})^2 = 0$$

Therefore

$$0 \leq \sum_{280 \leq a \leq 415} (A_{(a)} - \varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l c_{\text{NO}_3^-} - \varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l c_{\text{NO}_2^-} - \varepsilon_{(\text{M}^{n+}, a)} l c_{\text{M}^{n+}})^2 = 0$$

(Note that the unit for a is nm.)

Therefore, substituting the values of $A_{(a)}$, $\varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l$, $\varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l$, into the above equation and calculating $c_{\text{NO}_3^-}$, $c_{\text{NO}_2^-}$, $c_{\text{M}^{n+}}$ such that the second side approaches zero, we obtain $[\text{NO}_3^-]$ and $[\text{NO}_2^-]$. This calculation was performed using Excel.

However, when zinc is used,

$$\sum_{280 \leq a \leq 415} (A_{(a)} - \varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l c_{\text{NO}_3^-} - \varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l c_{\text{NO}_2^-} - \varepsilon_{(\text{Zn}^{2+}, a)} l c_{\text{Zn}^{2+}} - \varepsilon_{([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}, a)} l c_{[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}})^2 = 0$$

Here, using the calculated $c_{\text{NO}_3^-}$, $c_{\text{NO}_2^-}$, $c_{\text{M}^{n+}}$, the graph represented by a and the function of a $\varepsilon_{(\text{NO}_3^-, a)} l c_{\text{NO}_3^-} + \varepsilon_{(\text{NO}_2^-, a)} l c_{\text{NO}_2^-} + \varepsilon_{(\text{M}^{n+}, a)} l c_{\text{M}^{n+}}$ is the synthesis graph.

Figure 8 shows a comparison of the synthesis graph with the graph measured in Experiment 1-1, the case with magnesium, and it can be seen that they are indeed in good agreement.

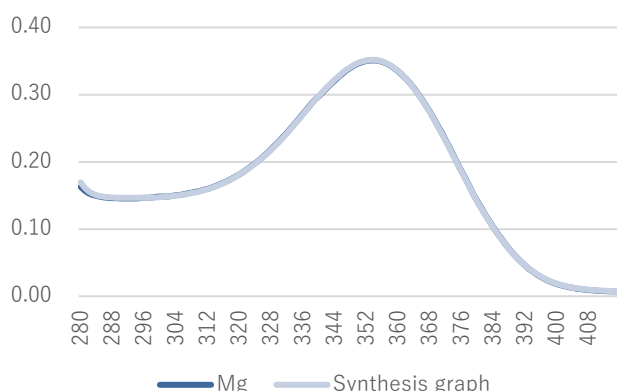
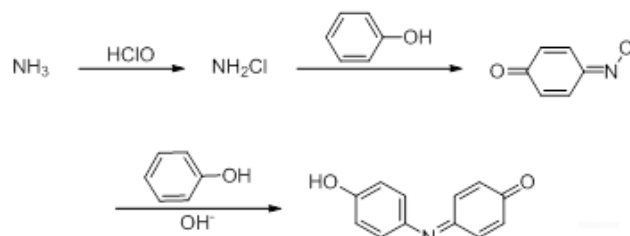


Figure 8. Reconciliation of graphs based on actual measurements and graphs based on calculations

8. 3 About indophenol blue method

Ammonium ions undergo a Berthelot reaction with phenol in the presence of hypochlorite ions to produce indophenol.



(Scheme is quoted from [12])

Since the blue color of the sample depends on the amount of ammonium ions, the concentration can be determined from a calibration curve by measuring the absorbance at 630 nm.



Figure 9 : Liquid treated by reacting Zn, Sn, Mg, and Fe copper-supported powders (from right to left)

The following is a description of the specific procedures used in this experiment. In considering the experimental procedure, JIS K 0102 was used as a reference [9][13].

(1) Preliminary Operations

In the case of liquids with iron, zinc, and tin, 1 mL of ZnSO_4 solution (10 g of zinc sulfate heptahydrate to 100 mL with water) was added to 100 mL of sample, stirred well, and about 0.5 mL of sodium hydroxide sodium carbonate mixed solution (30 g sodium hydroxide and 25 g anhydrous sodium carbonate to 200 mL with water) was added, stirred well again, and left for a while. The supernatant liquid was filtered, about 25 mL of the initial filtrate was discarded, and the remaining 10 mL of filtrate was diluted to 100 mL and used.

In the case of liquid with magnesium, 1.5 mL of the above sodium hydroxide sodium carbonate mixed solution was added to 100 mL of sample, stirred well, and left for a while. About 25 mL of the initial filtrate was discarded, and the remaining 10 mL of filtrate was diluted to 100 mL and used.

(2) Preparation of 1 % Sodium Hypochlorite Solution

Sodium hypochlorite solution used in this study is easily decomposed, so it was prepared as follows each time it was used.

Take 10 mL of sodium hypochlorite solution (effective chlorine 7-12%) in a 250 mL volumetric flask, and add water up to the marked line. The 10 mL was taken to a 300 mL Erlenmeyer flask with a stopper, and approximately 100 mL of water was added.

Potassium iodide 1 g and 6 mL of acetic acid (a mixture of 1 volume of acetic acid and 1 volume of water) were added, tightly stoppered, shaken well and left for about 5 minutes, and then titrated with sodium thiosulfate solution (6.30 g sodium thiosulfate pentahydrate and 0.20 g anhydrous sodium carbonate diluted to 1 L with water using a measuring flask).

When the yellow color of the solution faded, 1 mL of starch solution (10 g L^{-1}) was added as indicator and titrated until the blue color of the resulting iodo-starch disappeared. The effective chlorine content N was calculated by the following equation.

$$N[w/v \text{ \%}] = a \times 0.000887 \times \frac{250}{10} \times \frac{100}{10}$$

a : Titration volume [mL]

0.000887 : Chlorine equivalent of 1 mL of sodium thiosulfate solution [g].

$\frac{250}{10}$: Dilute 10 mL to 25x

$\frac{100}{10}$: 10 mL of sodium hypochlorite solution is converted to 100 mL

Note that 1 w/v % means 1 g in 100 mL.

Then, $\frac{100}{N}$ mL of sodium hypochlorite solution was added to a 100 mL measuring flask, and the solution was filled up to the marked line to prepare a 1 % sodium hypochlorite solution.

(3) Main Operations

Take 25 mL of the sample pretreated in (1) in a 100 mL Erlenmeyer flask, add 1 mL of EDTA solution (5 g of disodium dihydrogen ethylenediaminetetraacetate dihydrate dissolved in water to make 100 mL) and 10 mL of sodium phenoxide solution (11 g sodium hydroxide dissolved in water to 55 mL, 25 g phenol melted on a hot plate, dissolved, allowed to cool, 6 mL acetone added, made up to 200 mL with water) was added and mixed well. Next, 5 mL of the sodium hypochlorite solution adjusted in (2) was added, and water was added to make 50 mL. A portion of these solutions was transferred to an absorption cell, and the absorbance at a wavelength of around 630 nm was measured using a spectrophotometer.

(4) Calibration Curve

The absorbance was measured at a wavelength of around

630 nm using 25 mL of water as an empty test solution. In addition, 10 mL, 5 mL, 2 mL, and 1 mL of NH_4^+ standard solution (2.97 g of ammonium chloride to 1 L with water using a measuring flask; 10 mL of this liquid diluted to 1 L using a measuring flask) were diluted to 25 mL with water, respectively, and the absorbance was measured in the same operations as in the main experiment. (Note: Each mL of NH_4^+ standard solution contains 0.01 mg of NH_4^+ .)

Since the volume of the NH_4^+ standard solution used and the absorbance value at 630 nm show a linear relationship, a regression analysis was performed using Excel to obtain an approximate equation.

(5) Calculation of the concentration of ammonium ions

Using the approximate formula obtained in (4), the amount of NH_4^+ per 2.5 mL of sample was determined from the absorbance of the liquid obtained in this operation, and the molar concentration of NH_4^+ in the sample ($10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$) was calculated using the following formula.

$$\begin{aligned} & \text{NH}_4^+ \text{ ions} [10^{-2} \text{ mol L}^{-1}] \\ &= (\text{NH}_4^+ \text{ quantity obtained from absorbance} [mg]) \times \frac{1000}{2.5} \\ & \quad \times \frac{1}{18.04} \times 10^{-3} \times 10^2 \\ & \frac{1000}{2.5} : \text{Convert 2.5 mL sample to 1 L} \\ & \frac{1}{18.04} : \text{Convert mg to mmol with respect to } \text{NH}_4^+ \\ & 10^{-3} : \text{Convert mmol to mol} \end{aligned}$$

8. 4 Calculation of Reaction Rate Constants

Assuming that NO_3^- is reduced to NO_2^- and NH_4^+ in that order and that the order of reaction of each is first order, using the constants k_1 , k_2 , the reaction rate at which NO_3^- is reduced to NO_2^- can be expressed as $k_1[\text{NO}_3^-]$ and that at which NO_2^- is reduced to NH_4^+ as $k_2[\text{NO}_2^-]$, the concentration changes for each ion can be expressed as follows [6][8][11].

$$\begin{cases} \frac{d[\text{NO}_3^-]}{dt} = -k_1[\text{NO}_3^-] \\ \frac{d[\text{NO}_2^-]}{dt} = k_1[\text{NO}_3^-] - k_2[\text{NO}_2^-] \\ \frac{d[\text{NH}_4^+]}{dt} = k_2[\text{NO}_2^-] \end{cases}$$

Solving the above differential equation and substituting the initial conditions (at $t = 0$, $[\text{NO}_2^-] = [\text{NH}_4^+] = 0$ and $[\text{NO}_3^-] = [\text{NO}_3^-]_0$), we obtain the following.

$$\begin{cases} [NO_3^-] = [NO_3^-]_0 e^{-k_1 t} & \dots \textcircled{2} \\ [NO_2^-] = [NO_3^-]_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) & \dots \textcircled{3} \\ [NH_4^+] = [NO_3^-]_0 \left(1 - \frac{k_2 e^{-k_1 t} - k_1 e^{-k_2 t}}{k_2 - k_1} \right) \end{cases}$$

Equations ② and ③ are transformed to obtain the two equations below.

$$\begin{cases} k_1 = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{[NO_3^-]}{[NO_3^-]_0} \right) & \dots \textcircled{4} \\ \frac{[NO_3^-]}{[NO_3^-]_0} + \left(1 - \frac{k_2}{k_1} \right) \frac{[NO_2^-]}{[NO_3^-]_0} - e^{-k_2 t} = 0 & \dots \textcircled{5} \end{cases}$$

Data from Experiment 1 were substituted into equations ④ and ⑤, respectively, and k_1 , k_2 were obtained by solving the equations. This calculation was performed using Excel.

(Note that $t = 24 \text{ h}$, $[NO_3^-]_0 = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, and $[NO_3^-]$, $[NO_2^-]$ are the concentration of NO_3^- and NO_2^- at $t = 24 \text{ h}$).

8.5 Reaction rate constant when the direct reduction of NO_3^- to NH_4^+ is considered (reference)

Assuming that the reactions in which NO_3^- is reduced to NO_2^- and NH_4^+ in that order and the direct reduction of NO_3^- to NH_4^+ occur in parallel and that the order of reaction of each is first order. Assuming that the order of reaction of each reaction is first order, using the constants k_1 , k_2 , k_3 , the reaction rate of reduction of NO_3^- to NO_2^- is $k_1[NO_3^-]$ and that of reduction of NO_2^- to NH_4^+ is $k_2[NO_2^-]$, and the reaction rate at which NO_3^- is directly reduced to NH_4^+ can be expressed as $k_3[NO_3^-]$. Using the constants k_1 , k_2 , k_3 , the reaction rate at which NO_3^- is reduced to NO_2^- can be expressed as $k_1[NO_3^-]$, the rate at which NO_2^- is reduced to NH_4^+ as $k_2[NO_2^-]$, and the rate at which NO_3^- is reduced directly to NH_4^+ as $k_3[NO_3^-]$. Now calculate k_1 , k_2 , k_3 when k_2 is calculated from the data of Experiment 2. The change in concentration of each ion can be expressed as in the following three equations.

$$\begin{cases} \frac{d[NO_3^-]}{dt} = -(k_1 + k_3) [NO_3^-] \\ \frac{d[NO_2^-]}{dt} = k_1 [NO_3^-] - k_2 [NO_2^-] \\ \frac{d[NH_4^+]}{dt} = k_3 [NO_3^-] + k_2 [NO_2^-] \end{cases}$$

Solving the differential equation above yields.

$$\begin{cases} [NO_3^-] = [NO_3^-]_0 e^{-(k_1+k_3)t} & \dots \textcircled{6} \\ [NO_2^-] = [NO_3^-]_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1 - k_3} (e^{-(k_1+k_3)t} - e^{-k_2 t}) & \dots \textcircled{7} \\ [NH_4^+] = [NO_3^-]_0 \left(1 - \frac{k_2 e^{-(k_1+k_3)t} - (k_1 + k_3) e^{-k_2 t}}{k_2 - k_1 - k_3} \right) \end{cases}$$

Let the NO_2^- concentration in experiment 2 be $[NO_2^-]'$, and since the NO_3^- concentration is 0, the change in $[NO_2^-]'$ can be expressed by the following equation.

$$\frac{d[NO_2^-]'}{dt} = -k_2 [NO_2^-]'$$

Solving the differential equation above yields.

$$[NO_2^-]' = [NO_2^-]_0' e^{-k_2 t} \quad \dots \textcircled{8}$$

In using the data from Experiment 2, we decided that it would be more accurate to use the data on ammonium ion concentration rather than nitrite ion concentration, so we transformed Equation ⑧ into Equation ⑨ using $[NO_2^-]' + [NH_4^+]' = [NO_2^-]_0'$. Note that $[NH_4^+]'$ is the NH_4^+ concentration in Experiment 2.

$$[NO_2^-]_0' - [NH_4^+]' = [NO_2^-]_0' e^{-k_2 t} \quad \dots \textcircled{9}$$

Let $t = 24 \text{ h}$, $[NO_3^-]_0 = [NO_2^-]_0' = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, and first obtain equation ⑩ from equation ⑨.

$$k_2 = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{[NO_3^-]_0 - [NH_4^+]'}{[NO_3^-]_0} \right) \quad \dots \textcircled{10}$$

$[NH_4^+]'$ is the concentration of NH_4^+ at $t = 24 \text{ h}$ in Experiment 2.

Next, equations ⑪ and ⑫ are obtained from equations ⑥ and ⑦.

$$\begin{cases} k_1 + k_3 = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{[NO_3^-]}{[NO_3^-]_0} \right) & \dots \textcircled{11} \\ k_1 = \frac{1}{t} \left(\frac{[NO_2^-]}{[NO_3^-]_0 - [NH_4^+]' - [NO_3^-]} \right) \ln \left(\frac{[NO_3^-]_0 - [NH_4^+]'}{[NO_3^-]} \right) & \dots \textcircled{12} \end{cases}$$

$[NO_3^-]$, $[NO_2^-]$ are the concentrations of NO_3^- and NO_2^- at $t=24 \text{ h}$ in Experiment 1, respectively.

Substituting the data from Experiments 1 and 2 into equations ⑩, ⑪, and ⑫, k_1 , k_2 , k_3 were calculated.

The results are shown below.(Figure 10, Table 6)

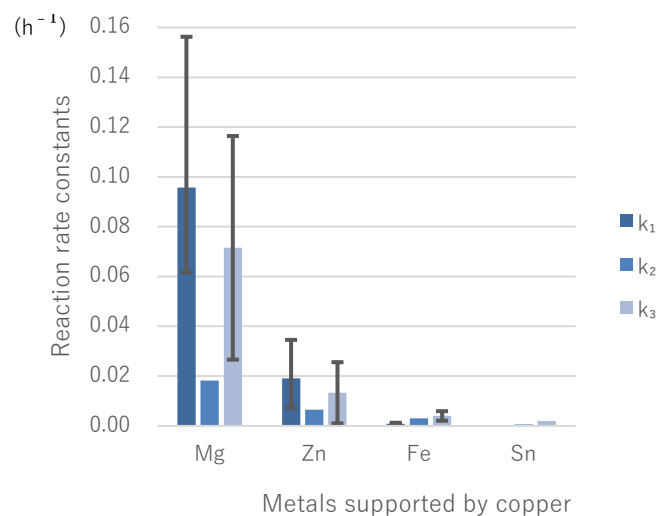


Figure 10. Reaction rate constants (k_1, k_2, k_3) calculated from

Table 6. Reaction rate constants (k_1, k_2, k_3)
calculated from experiment 1, 2 (h^{-1})

h^{-1}	k_1	k_2	k_3
Mg in Exp.1	0.156	0.018	0.138
Mg in Exp.2	0.069	0.018	0.050
Mg in Exp.3	0.062	0.018	0.027
Zn in Exp.1	0.007	0.007	0.001
Zn Exp.2	0.016	0.007	0.032
Zn inExp.3	0.035	0.007	0.007
Fe in Exp.1	0.001	0.003	0.007
Fe in Exp.2	0.001	0.003	0.003
Fe in Exp.3	0.001	0.003	0.002
Sn in Exp.2	0.0001	0.001	0.002

Although the values vary greatly from experiment to experiment, the general trend is that the larger the ionization tendency, the larger the reaction rate constant for all k_1 , k_2 , k_3 . For iron and tin, k_3 is relatively larger than k_1 .

9. Reference

- [1] 岡倉慎司, 朝倉祝治; 「中性溶液中における銅担持鉄粉を用いた NO_3^- の還元」電気化学および工業物理化学62巻 4号 pp.354-355 (1994)
- [2] 日本原子力研究所; 「硝酸態窒素による地下水汚染とその対策法」JAERI-Review-2003-007
- [3] 山本玲子; 「生体為害性金属元素と材料」まてりあ 43 巻 8 号 pp. 639-642 (2004)
- [4] Johan Rockström, Mattias Klum (著); 武内和彦, 石井菜穂子 (監修); 谷淳也, 森秀行ほか

(訳); 「小さな地球の大きな世界; プラネタリー・バウンダリーと持続可能な開発」丸善出版 (2019)

- [5] 木下實, 大野公一ほか17名; 「化学基礎; 新訂版」実教出版 (2021)
- [6] 木下實, 大野公一ほか18名; 「化学; 新訂版」実教出版 (2021)
- [7] 数研出版編集部(編); 「フォトサイエンス; 化学図録」数研出版 (2017)
- [8] ト部吉庸; 「化学の新研究; 改訂版」三省堂 (2019)
- [9] 化学実験テキスト研究会(編); 「環境化学」産業図書 (1998)
- [10] 理化学研究所; 温和な環境で働く人工脱窒触媒ー微生物の仕組みに学ぶ環境浄化技術ー; 2018-03-29; https://www.riken.jp/press/2018/20180329_2/ (参照2021-6-21)
- [11] P. W. Atkins, J. de Paula (著); 千原秀昭, 稲葉章, 鈴木晴 (訳); 「アトキンス 物理化学要論 第7版」東京化学同人 (2020)
- [12] clinisciences; Blood Ammonia Colorimetric Assay Kit; <https://www.clinisciences.com/kit-de-dosage-ammonium-2644/blood-ammonia-colorimetric-assay-174582657.html> (参照2022-3-24)
- [13] JISK0102:2019 工場排水試験方法 - Kikakurui <https://www.kikakurui.com/k0/K0102-2019-01.html> (参照 2021-7-19)

⑤ 令和 4 年度科学技術人材育成重点枠実施報告（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 4 年度実施規模	
(1) 本校 2 年生・県内連携校 1 年生 2 年生 合計 40 名 (2) 土曜日各回の希望生徒 (オブザーバー：延べ人数) 県外 SSH 校より 生徒 約 72 名 教員 約 10 名 (3) 本校および県内連携校での探究活動 約 70 名 (4) 本校および県内連携校の教員 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 県外連携校と一緒に、京都大学で共同学習会を実施したり、AI 課題研究交流会を実施したりすることで、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症の影響

(1) イギリス海外研修の中止と国内研修への変更

3月5日～15日実施予定だったイギリス海外研修を中止し、代替として12月21日、22日の東京・筑波研修と3月16日、17日の広島・九州研修を実施した。

⑥令和4年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題（要約）

① 研究開発の成果	（根拠となるデータ等を「⑧科学技術人材育成重点枠関係資料」に掲載すること。）
（1）科学的探究活動の計画・実践と評価研究 アート思考・デザイン思考やアントレプレナーシップ（課題に対して前向きに向き合う姿勢、自分のもっているリソースにとらわれない思考、失敗を前提に行動し、失敗から学ぶこと）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。また、兵庫県立姫路西高校の Virtual Science Fair (VSF)や福井県立藤島高校の Global Science Leadership にも参加した。 （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） S S H 県外連携校と一緒に、京都大学で共同学習会（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。 S S H 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。具体的な例として、山口県立徳山高校とオンラインで AI 課題研究交流会を実施したり、金沢大学が開発した「『計測と制御』を学ぶ体験型プログラミング教材」に、石川県立金沢泉丘高校と一緒に取り組んだりすることができた。	
② 研究開発の課題	（根拠となるデータ等を「⑧科学技術人材育成重点枠関係資料」に掲載すること。）
（1）科学的探究活動の計画・実践と評価研究 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、実験回数を増やすための工夫を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早められる様に検討し、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2022）

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17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23名、合計40名が参加した。東京・筑波研修、広島・九州研修（※イギリス海外研修の代替）に参加するのは本校17名と県内連携校の12名である。

なお、下記のうち（1）の特別講義は県外連携校から72名の生徒（山口県立徳山高等学校、石川県立金沢泉丘高等学校、奈良県立奈良高等学校、兵庫県立神戸高等学校、福井県立藤島高等学校、香川県立観音寺第一高等学校、兵庫県立姫路西高等学校、京都市立堀川高等学校、三重県立津高等学校、大阪府立天王寺高等学校）が対面で参加した。

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11日 (土)	第Ⅰ部 開講式 第Ⅱ部 産学連携プログラム①「大学と企業における研究開発」 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Ⅲ部 AI基礎講座、AI課題研究発表演示 講師：山口県立徳山高等学校 末谷健志先生、卒業生4名 ※京都大学にて、山口県立徳山高校と合同で実施。
-----	--------------	--

夏 休 み	7月29日 (金)	AI・データサイエンス基礎講座（アントレプレナーシップ養成講座） 講義題：『環境保全を目的としたAI・アプリ開発』 講師：株式会社バイオーム 代表取締役 藤木庄五郎氏	
	8月25日 (木)	AI・データサイエンス基礎講座 講義題：『情報・数理・AIとこれからの社会』 演習題：『大蛇と亀のプログラミング門前』 講師：京都大学国際高等教育院 教授 喜多一先生 ※京都大学にて、石川県立金沢泉丘高校、奈良県立奈良高校、兵庫県立神戸高校、福井県立藤島高校と合同で実施。	
	8月26日 (金)	AI・データサイエンス基礎講座 講義題：『データサイエンス入門』 講師：京都大学国際高等教育院 教授 山本章博先生 演習題：『データサイエンス分析演習』 講師：京都大学国際高等教育院 特定講師 植嶋大晃先生 ※京都大学にて、香川県立観音寺第一高校、兵庫県立姫路西高校と合同で実施。	
二 学 期	9月10日 (土)	第I部 特別講義 講義題：『パタスモンキーとヒトの収れん進化』 講師：京都大学大学院理学研究科 教授 中川尚史先生 ※京都大学にて、京都市立堀川高校、三重県立津高校と合同で実施。	
	11月5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 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10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 ※京都大学にて、大阪府立天王寺高校と合同で実施。	
	12月21日 (水)～12月22日 (木)	東京・筑波 研修	1日目：国土地理院、宇宙航空研究開発機構(JAXA)筑波宇宙センター訪問 研究開発部門第三研究ユニット主任研究開発員大門優氏による特別講義 他 2日目：株式会社ティアフォー、東京大学駒場キャンパス訪問 東京大学生産技術研究所 教授 北澤大輔先生による特別講義 他 ※JAXAと東京大学でグループ研究発表
三 学 期	1月14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28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11日	グループ研究 本発表会 発表および質疑応答・指導助言	

	(土)	
3月5日 (日)～3月15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東京・筑波研修(12月21、22日)および広島・九州研修(3月16、17日実施)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月に広島・九州研修(※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4年度グループ研究の題目は以下の通り。

膳所高校	How do we Imagine Faces? マスクをつけていて無意識に想像する顔の特徴
膳所高校	The Study in Effects of Communication for AI AIの二個体間におけるコミュニケーションプロトコルの形成
膳所高校	Generating Palindrome by Reverse Order Search and Efficiency of Generating Palindrome by Sorting Sentences 文節の並べ替えによる回文の生成と逆順検索による生成の効率化
膳所高校	Changes in an Arrow's Trajectory Depending on the Number and Shape of Feathers on the Arrows 矢羽根の枚数や形状による矢の軌道の変化
膳所高校	Elucidation of the characteristic phenomena manifested by a rainbow screen 虹スクリーンが現す特異現象の解明
膳所高校	Speeding Up Deep Learning System Using Hash Function Hash関数を用いた機械学習の高速化
彦根東高校	Comparison and Analysis of Steps in our City まちの中の段差の比較と分析
河瀬高校	Creating a Simple Soil Diagnosis AI 簡易土壌診断AIの作製
高島高校	The Location of Microplastics in Lake Biwa 琵琶湖におけるマイクロプラスチックの所在

虎姫高校	Validation of how to increase aggregating of metal ions with polyglutamic acid ポリグルタミン酸による金属イオンの凝集効果を高める方法の検証
石山高校	Gelatin Agar Plastic Additives Improve Usability ゼラチンカンテンプラスチックの実用性の向上
守山高校	Research on Medical Sealants Derived from Black Bass :In Order to Utilize Black Bass, An Alien Species in Lake Biwa ブラックバス由来の医療用接着剤の研究

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5年3月5日（日）～令和5年3月15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 p. 100～）

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5年2月12日（日）

場所：滋賀県男女共同参画センター 大ホール

発表：スライドを用いた研究発表7グループ、ポスターセッション2グループ（9校）

参加：本校生徒は4名が参加、スライドを用いた研究発表を行った。

本校、瀬田工業高校、伊香高校、伊吹高校、水口東高校、甲南高校、日野高校に加えて、連携校である高島高校と虎姫高校が参加した。

内容：各校で実施された探究活動の発表。

スライドを用いた研究発表は、発表、質疑応答、準備を含め25分以内

ポスターセッションは、発表、質疑応答を含め10分以内

（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：AI・アプリ開発、アントレプレナーシップ養成

（ii）目的：AI×専門分野のダブルメジャー人材の講義を聴くことで、新たな価値を創造する力の育成やアントレプレナーシップの養成をはかる。

（iii）内容：大学時代の研究や生物種を特定するための画像認識のプログラムの仕組み、環境問題の解決という目標に向けて人々に働きかける工夫や企業としての取組など、環境問題、AI、起業という3つの要素を結びつけた講義であった。

7月29日（金）実施

①講義：『環境保全を目的としたAI・アプリ開発』

講師：株式会社バイオーム 代表取締役 藤木庄五郎氏



第2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。



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』
講師：京都大学国際高等教育院 教授 喜多一先生

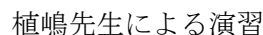
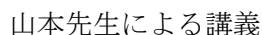
(i) テーマ：データサイエンスの先端研究

(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。

①講義：『データサイエンス入門』
講師：京都大学国際高等教育院 教授 山本章博先生

②演習：『データサイエンス分析演習』
講師：京都大学国際高等教育院 特定講師 植嶋大晃先生



AI・データサイエンス基礎講座 アンケート結果

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

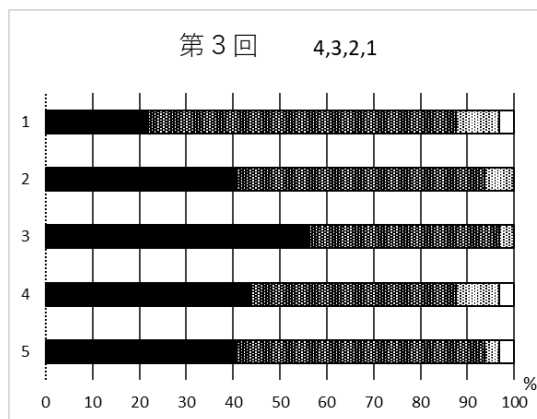
3. AI, データサイエンスに対する興味関心は高まったか

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)

(1. 4難 $\Leftrightarrow$ 1易 2.~5. 4肯定的 $\Leftrightarrow$ 1否定的)



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、環境負荷の軽減に向けたエンジン開発について、大学での研究と企業での研究開発それぞれの立場から講義をしてもらった。※6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んだ。

2年目の今年度は、夏季休業中を含め、複数回の研究会を実施した。昨年度実施できなかった県外SSH校との対面での研修も、京都大学で実施することができた。また、今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、次世代型課題研究の取組の一步となる「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～DNAバーコーディングとAIによる画像認識～」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、3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・データサイエンス課題研究として、「マスクをつけていて無意識に想像する顔の特徴」、「AIの二個体間におけるコミュニケーションプロトコルの形成」、「文節の並べ替えによる回文の生成と逆順検索による生成の効率化」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。山口県立徳山高校とは、6月11日（土）の京都大学での研修会前に、AI課題研究交流会を実施した。また、昨年度に実施したAI課題研究交流会の取組の課題を振り返る中で、体験型プログラミング教材の必要性を共有したところ、金沢大学の協力を得て、『計測と制御』を学ぶ体験型プログラミング教材に、石川県立金沢泉丘高校と一緒に取り組むことができた。



金沢大学軸屋一郎先生の講義



ドローン実習

（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、コロナ禍等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、大学、研究施設、企業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．東京・筑波研修

1. 実施期間

令和４年１２月２１日（水）～令和４年１２月２２日（木）（１泊２日）

2. 参加予定生徒

サイエンスプロジェクト２０２２受講生

膳所高等学校 １７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

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）

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）

株式会社ティアフォー（東京都品川区北品川１丁目１２－１０）

東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区駒場３丁目８－１）

4. 研修内容

- ・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。

- ・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、宇宙飛行士の訓練施設、展示館等を見学する。また、JAXA の研究員による講演を聞き、質疑応答の時間を設ける。英文による見学レポートを提出し、添削を受ける。

- ・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発表を行う。JAXA の研究員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。



- ・株式会社 TIER IV

自動運転のソフトウェア（OS）を開発している企業のエンジニアによる講演を聞き、質疑応答の時間を設ける。また、自動運転車を製造しているガレージを見学する。

- ・東京大学駒場キャンパス

東京大学の研究者による講義を聞き、質疑応答の時間を設ける。

- ・グループ研究発表会（東京大学駒場キャンパス）

3、4名単位で進めているグループ研究の発表を行う。東京大学の研究者、大学院生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。

ウ. 広島・九州研修（予定）

1. 実施期間

令和5年3月16日（木）～3月17日（金）（1泊2日）

2. 参加生徒

サイエンスプロジェクト2022受講生

膳所高等学校 17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

マツダ株式会社広島本社（広島県安芸郡府中町新地3-1）

九州大学伊都キャンパス（福岡県福岡市西区元岡7-4-4）

4. 研修内容

- ・マツダ株式会社広島本社

エンジニアによる講演を聞き、質疑応答の機会を設ける。また、併設されているマツダミュージアムを見学し、車の技術や性能だけでなく、車作りの歴史、ものづくりの精神、環境問題や交通事故などの社会課題への取り組み等にも触れる。帰郷後、英文による見学レポートを提出し、添削を受ける。

- ・OB講演会（宿舍会議室）

国立海洋研究開発機構の研究者（本校、九州大学卒業）による講演を聞き、質疑応答の機会を設ける。

- ・グループ研究発表会（宿舍会議室）

3、4名単位で進めているグループ研究の発表を行い、国立海洋研究開発機構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。

- ・九州大学伊都キャンパス

九州大学の研究者による講義を聞き、質疑応答の時間を設ける。その後、本校卒業生で九州大学在学の学生の案内で施設見学をする。

エ. 成果と課題

東京・筑波研修では、宇宙開発の中心となる施設での見学や研究者の講演を通じて宇宙科学、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。ディープテック・スタートアップ企業でもエンジニアによる講演を聞き、自動運転システムを搭載した自動車を実際に目にして、研究していることが形になることを実感できる体験となった。大学、研究施設、企業、博物館といった複数の施設で多方面から研修することができ、それぞれの研究者の熱意や精神に触れることにより、研究意欲、探究心が向上したことが生徒たちの感想からうかがえ、グループ研究の最終発表に生かすことができたと思われる。

英文の見学レポートについては、添削してから返却したが、アカデミック・ライティングに慣れていないと感じられるものが多かった。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、英語で論文を書く力だけでなく、科学的、論理的な思考力、表現力も高められ、英語でパワーポイントを作成したり口頭発表したりする力の向上にもつながる。よって、研修後に英語でレポートを書く機会を設け、アカデミック・ライティングの基礎を築けるように研究ノートを工夫して作成する必要がある。

グループ発表会では、時間が限られていたため、宇宙航空研究開発機構筑波宇宙センターで2グループ、東京大学で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、大学や研究施設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。3月に予定されている広島・九州研修等、できる限り全てのグループが発表できる機会を設けたい。

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)で本校の生徒に大幅な向上がみられた。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5年2月には、県教育委員会高校教育課の主催で第4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9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、県外連携校(山口県立徳山高等学校 他)と共にAI課題研究に取り組むための学習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

今年度の重点枠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2022

昨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、SSH基礎枠で培ったノウハウを少しでも多く伝えられる様、努力していきたい。

(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2023

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10日(土)]
第2回サイエンスプロジェクト	[9月 9日(土)]
第3回サイエンスプロジェクト	[11月11日(土)]
第4回サイエンスプロジェクト	[12月 9日(土)]
第5回サイエンスプロジェクト	[1月13日(土)]
第6回サイエンスプロジェクト	[1月27日(土)]
第7回サイエンスプロジェクト	[2月10日(土)]
イギリス海外研修	[3月3日(日)～3月13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メモ

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１７名、連携校生徒１２名で令和５年３月５日～１５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等により中止）。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２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課題研究に取り組むための学習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2022 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%	100.0%	→	95.2%	100.0%	↑
2. 研究の一連の流れを理解しているか	41.2%	82.4%	↑	47.6%	66.7%	↑
3. 科学を研究する視点や手法を理解しているか	35.3%	64.7%	↑	42.9%	61.1%	↑
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	29.4%	82.4%	↑	52.4%	72.2%	↑
5. 大学での研究を身近に感じているか	41.2%	82.4%	↑	42.9%	72.2%	↑
6. 将来研究者になりたいと思うか	64.7%	70.6%	↑	61.9%	66.7%	↑
7. 研究発表のスライド(パワポ)を作成出来るか	88.2%	94.1%	↑	57.1%	88.9%	↑
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	82.4%	82.4%	→	76.2%	83.3%	↑
9. 日頃の授業に意欲的に取り組んでいるか	94.1%	100.0%	↑	100.0%	100.0%	→
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	70.6%	76.5%	↑	81.0%	83.3%	↑
11. 科学の専門書や関連する分野の本を読んでいるか	35.3%	41.2%	↑	23.8%	33.3%	↑
12. 英語で日常会話をする自信があるか	64.7%	70.6%	↑	28.6%	50.0%	↑
13. 科学的な内容を英語で説明できる自信があるか	41.2%	41.2%	→	9.5%	33.3%	↑
14. 科学的な内容を英語で議論する自信があるか	41.2%	35.3%	↓	9.5%	44.4%	↑
15. 英語でプレゼンテーション出来る自信はあるか	70.6%	52.9%	↓	38.1%	38.9%	↑
16. 英語で科学を学びたいと思うか	76.5%	82.4%	↑	66.7%	88.9%	↑
17. 将来、海外で研究してみたいか	82.4%	82.4%	→	52.4%	72.2%	↑
18. 海外で研究する自信はあるか	52.9%	52.9%	→	33.3%	44.4%	↑

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4年6月28日(火) 9:30~11:30 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、オンラインでの海外大学研究発表会を企画したり、英語での論文作成に取り組んだりしている。そのことについて、ご意見をお伺いしたい。

○研究は聴くことよりも発表することの方が学ぶことが多いと思います。高校生は毎日授業を受け、入力場は多いのですが、自分からの出力、つまり発表することはレアだと思うし、大事だと思います。特に、英語で発表することの難しさと緊張感の2点は代えがたいものかもしれません。

○国際化を目指すなら間違っても権威を海外や欧米に求めてはいけないと思います。英語を国際的に、公用語に近い意味で使用するなどは意義がありません。英語をつかってフラットに国際交流することにメリットがあることを意識してください。

○英語の論文ですが、以前見せて頂いた生徒さんの数学の論文にはスペルや文法以外にも多くのミス(理解が不可能な箇所、数学の知識がないと分からないミス)がありました。批判ではなく建設的な意見のつもりで言いますし、指導する先生や生徒さんの努力を否定するつもりもないのですが、負担が大きいのなら、私は数学に関しては、英語論文にすることはやめても良いと思います。日本語でも数学の内容で手一杯なら英語にする必要はあるのかなとも思っています。一方で、こういう言い方は失礼ながら、稚拙ながらも英語で文章をつくることは良い経験だと思うなら続けてくださっても良いと思います。結局は何が目的であって、所詮、高校生がやる一課題研究ですから、自己満足でも良いと思うのか。それともキチンとした本格的なものを作るのか。しかしちゃんとした本格的なものを作ろうとすると先生方の負担も大きく、それに向き合う時間も気力も必要です。

第2回 運営指導委員会

期 日 令和4年11月29日(火) 10:00~12:00 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。

○法学や法政策の観点からすると、データサイエンスやAI技術を使って利便性を上げる話と、それらを使うことによって人間の知的活動自体がどう評価されていくのかという側面の両方の観点からデータサイエンスやAI技術の味方を捉えていく必要があると思います。理数系の皆さんが手法を学ばれるという事はとても重要だと思うのですが、一方で、AIの暴走とかいう話もあります。そういったAIやデータサイエンスによって得た知識が、逆に私たちの行動を規制してしまうという側面もあるという事を、何かしら意識したり、そういった問題意識を持ったりしながら学習に励んでいただければと思います。

※今年度から、膳所STEAM教育の中に、Etics(倫理:研究や技術に対する社会的責任を果たす)も取り入れました。

○専門知識を活かすための手法として、AIやデータサイエンスを学ぶのだということを生徒さんに強く意識してもらいたいと思います。AIやデータサイエンスは、スポーツや科学的分野だけでなく、政治の政策決定などの場面でも幅広く使われます。生徒さんには理系・文系にとらわれることなく課題設定をつかんでももらいたいと思います。

○特に高校生の生徒さんには、データを扱う以上はデータの重要性とかデータのいい加減さを知っていただきたいので、できれば自分でデータを取ってほしいです。データを取るっていうのはどういうことか、取ったデータの信頼度はどれくらいのものなのか、そういったことを意識するというのが先にきてほしいと思います。その結果、他の人のデータや論文を見たときに、それがどんな計測法で取られたデータだからこれはどれくらい怪しいという事を自分で判断できるようになってほしいです。そうならないと、闇雲にその辺にある数値データをデータサイエンス的に使われると、それぞれのデータが持っている不確かさというものが積みあがって、結局出てくる結果は全然不確かなものということになりかねません。言葉は悪いですが、小手先で触る前に、そのデータを自分で取得するという大変さとかそういうものを体験するということを出来るだけ意識していただければと思います。

○先日(11月21日)、京都大学工学部教育シンポジウムが開催され、SSH推進室長に「学びの高大接続を目指した膳所高校SSH事業の取組」という演題で発表してもらいました。高校でどのような活動をしている生徒さんが実際に大学に入ってくるのかを知ってもらったり、高校時代にいろいろな活動をした生徒さんが、いざ大学に入ったら一回生は座学ばかりという問題についても考えたりしてもらいたいと思いました。特に、現在高大連携として、高校側が一生懸命大学側に近づこうとしているのに大学は知らん顔しているという現状で、これは本当の連携ではないので、実情を知って、生徒にマッチングした教育を大学もしなくてはいけないということです。今回の企画は、非常にインパクトがあったのではないかと思います。工学部の中から各研究室で必ず1名は参加するというルールになっていますので、工学部の教員250名くらいが聞いていたはずで、出席者は必ず研究室に持ち帰ってフィードバックしなくてはいけないことになっています。ですから、非常に強いインパクトを受けて、各研究室に持って帰ってもらえたのではないかと思います。改めて、どうもありがとうございました。

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 対象クラス数	高校2年 9クラス（346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	総務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・変更になった。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	石山高校は一昨年度より 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、2学期には、高校1年を対象に4回の「探究活動集中講座」として、大学や法人から専門家を招き課題研究の具体的な手法について学べたことは大きな成果といえる。また、3学期には、SSHプロジェクト生による「成果発表会」を実施し、本校の課題研究の更なる充実につなげていきたい。	

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。 高校2年生	
探究活動の目標	本校スクールポリシーに謳われる【志成】の力 [志]…自分をよく知り、未来を描く力 他者・社会・世界をよく知り、異なる価値観を受け入れる力 [成]…他者と関わりながら自律的に行動できる力 先を見通し、論理的に思考できる力	
探究活動における目的	探究活動における取組の目的を書いてください。 ポスター発表ならびに論文作成	
取組の内容	取組のタイトル、時期（月日）、など取組の形態、内容について書いてください。 4/13 班分けガイダンス 5/25 ファシリテーター顔合わせ ~7/06 テーマ・問いをファシリテーターと共に考える 7/19 この時点での一先ずの計画・夏休み活動計画 8/31 夏休み活動報告・テーマや計画の修正 ~11/30 活動、フィールドワーク等計画、依頼の手紙 12/07 フィールドワーク等事前指導 12/14 フィールドワーク標準日 12/19 礼状作成 ~1/25 発表準備 2/15 総合的な探究の時間発表会 ~3/22 論文〆切	
取組の指導体制	指導する教員の組織、体制 どのような分掌、組織で運営しているか。 高3学年団を除く全教員がファシリテーターとして各班に就くことで、生徒と伴走・探究・ファシリテートといったスキルを同時に学んでいただくデザインとして いる。	
成果と課題	取組の内容および取組の指導体制に関して、その成果と課題を書いてください。 物理的時間が足りないが、比較的持続可能な形で実施できる手応えを感じている。	
しがサイエンス コネクションの 活用	サイエンスプロジェクト参加者から、有識者やその分野の専門家の講演を聴いた後などに「聴けて良かった」といった声や、他校の生徒と対話する中で「刺激を受けた」といった声が聞かれている。講演等はコストがかかり難しいが、フィールドワークで大学とアポを取ることや、他校の生徒とweb会議で交流するといったことは可能であるため、今後に取り入れていければと考えている。	

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 対象クラス数	2年普通科B類型（1クラス42名）・文理探究科（1クラス40名）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	学術的または社会的意義のあるテーマを設定し、探究成果について発表を行う	
取組の内容	4月 問いを立てる 5月 テーマを決定する・問いを発展させる 6月 仮説を立てる・研究計画書を作成 7月 研究計画報告書・研究計画を再構築する 8月 調査・実験の実施（夏季休業中に集中実施） 中間報告資料作成・プレゼン練習 9月 中間報告会 10月 研究の再構築 11月 発表に向けての構成作り・役割分担 12月 成果発表会資料作成 1月 成果発表会 2月 模範プレゼンテーション 3月 3年次の「卒業レポート」オリエンテーション	
生徒の変容	協働的に研究をするために、自分の強みを生かしながら貢献している姿が見受けられた。	
取組の指導体制	2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、担任2名と2年学年主任1名に加え、分掌業務にあたっている教員9名の計12名で指導している。教員1名あたり1～2班をゼミ形式で指導し、地域や専門機関への渉外的な業務もすべてゼミ指導担当の教員が行っている。	
成果と課題	成果は、1年次に身につけた探究の手法を十分に活用し、成果物や結論を導き出すことができた点である。課題は、予算の工面と教員負担が増大している点である。	
Innovative Science Project の活用	本校プロジェクト生の発表の姿は、他の生徒たちによい影響を与えている。中間発表会ならびに成果発表会の運営の仕方や評価シート等はサイエンスプロジェクトのスタイルを本校仕様に変更し実施している点からしても、サイエンスプロジェクトでの取組が本校の「総合的な探究の時間」の充実にはなくてはならない存在となっている。学校規模の違いから、教員数が少ない本校で同等の活動を実施するための教員数が確保できない課題はあるが、少しでも近づけるよう今後もサイエンスプロジェクトを通して多くの学びを得ながら、本校の取組の充実に努めたい。	

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
対象学年 対象クラス数	第1学年 全クラス (究理 I)	
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・探求探究) 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。 様々な事象や地域の社会問題に関わる題材を探究する取組を通して、自ら課題を見出し、科学的な見方・考え方を働かせながら、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。また主体的に探究活動に取り組み、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てる。	
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。 9月 探求探究 文献等を多面的・多角的に調べることを通して、その問いと仮説に対する結論を出し、整理して発表する活動を行う。知的好奇心を働かせて、自らテーマを定めて、論証モデルを用いて情報収集するなど探究活動を行い、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。リサーチクエスションに対する根拠と事実・データを集めて主張を示すだけでなく、対立する主張についても同様に調べ、二つの主張について比較・検証できた。	
取組の指導体制	究理 I (担任5名、数学、理科の教員が5名)	
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。1年生の取組から2年生の取組につなげる必要がある。	
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と活用する場面を設けたい。	

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	Advanced Research I、科学探究Ⅱ・Ⅲ																																																
対象学年 対象クラス数	GS コースに所属する 1 年生, SS コースに所属する 2・3 年生																																																		
探究活動の目標	課題を設定させて GS・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 GS・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	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>1 年</th><th>2 年</th><th>3 年</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 月</td><td>ガイダンス</td><td>ガイダンス グループ決め</td><td>彦根東サイエンスフェスⅡ</td></tr> <tr> <td>5 月</td><td>課題研究 グローバルセミナーⅠ</td><td>実験ノート作成研修</td><td>論文作成</td></tr> <tr> <td>6 月</td><td>先端科学研修Ⅰ グローバルセミナーⅡ</td><td>課題研究</td><td>論文作成</td></tr> <tr> <td>7 月</td><td>琵琶湖博物館研修 融合授業Ⅰ イノベーション力講座Ⅰ</td><td>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)</td><td>論文完成</td></tr> <tr> <td>9 月</td><td>データサイエンス課題研究 中間報告会(参観) イノベーション力講座Ⅱ</td><td>口頭発表研修 課題研究 中間報告会</td><td></td></tr> <tr> <td>10 月</td><td>データサイエンス課題研究 グローバルセミナーⅢ</td><td>課題研究</td><td></td></tr> <tr> <td>11 月</td><td>データサイエンス課題研究 イノベーション力講座Ⅲ 校内発表会(参観)</td><td>課題研究 校内発表会</td><td></td></tr> <tr> <td>12 月</td><td>データサイエンス課題研究 GS 関西研修</td><td>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</td><td></td></tr> <tr> <td>1 月</td><td>データサイエンス課題研究</td><td>SSH 研究発表会(郊外)</td><td></td></tr> <tr> <td>2 月</td><td>データサイエンス課題研究 融合授業Ⅱ</td><td>課題研究(英語力)</td><td></td></tr> <tr> <td>3 月</td><td>データサイエンス課題研究 課題研究説明 彦根東サイエンス国際フォーラム</td><td>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</td><td></td></tr> </tbody> </table>				1 年	2 年	3 年	4 月	ガイダンス	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 グローバルセミナーⅠ	実験ノート作成研修	論文作成	6 月	先端科学研修Ⅰ グローバルセミナーⅡ	課題研究	論文作成	7 月	琵琶湖博物館研修 融合授業Ⅰ イノベーション力講座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 中間報告会(参観) イノベーション力講座Ⅱ	口頭発表研修 課題研究 中間報告会		10 月	データサイエンス課題研究 グローバルセミナーⅢ	課題研究		11 月	データサイエンス課題研究 イノベーション力講座Ⅲ 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 GS 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 融合授業Ⅱ	課題研究(英語力)		3 月	データサイエンス課題研究 課題研究説明 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	
	1 年	2 年	3 年																																																
4 月	ガイダンス	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 グローバルセミナーⅠ	実験ノート作成研修	論文作成																																																
6 月	先端科学研修Ⅰ グローバルセミナーⅡ	課題研究	論文作成																																																
7 月	琵琶湖博物館研修 融合授業Ⅰ イノベーション力講座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 中間報告会(参観) イノベーション力講座Ⅱ	口頭発表研修 課題研究 中間報告会																																																	
10 月	データサイエンス課題研究 グローバルセミナーⅢ	課題研究																																																	
11 月	データサイエンス課題研究 イノベーション力講座Ⅲ 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 GS 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 融合授業Ⅱ	課題研究(英語力)																																																	
3 月	データサイエンス課題研究 課題研究説明 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。GSI 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, グループの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再検討する必要がある。																																																		
Innovative Science Project の活用	1 年次より参加することで, 研究に対する意識を高めることが出来た。Advanced Research I 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（278名）	
探究活動の目標	外部講師・団体による講演会やワークショップ、そして読書を通じて、読解力や想像力、思考力、表現力等を養い、自ら問いを立て、自らにとっての「最適解」を編み出す力、及び編み出そうとする意欲を養う。	
探究活動における目的	講演会やワークショップ、そして読書を通じて得た新しい気づきを大切にしながら、自らの意見を正確に相手に伝達する力を育成し、論理的な思考力や表現力を高め、自らの進路選択の幅を拡充する。	
取組の内容	「人間探求学Ⅰ」（総合的な探究の時間・高校1年生・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」を作成し提出する） 9月～12月 各種探究講演会の実施 9月 ①日本の会社の実態について（日本政策金融公庫大津支店 水島美香氏） 11月 ②データサイエンス講演会（大阪成蹊大学准教授 笠居秀一氏） 11月 ③SDGs 入門講座（一般財団法人インパクトラボ） 10月&2月 「ビブリオ・トーク」の実施（4人1グループでの書評会） 1月～3月 小論文学習（ある論題について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、これまで読んだことのなかったジャンルの本を読む等、生徒の興味・関心の幅が広がってきている。 また、現代社会等の教科の学習に加え、外部講師等による「出前授業」を通じて、SDGs や社会課題に対する関心、そして「自分には具体的に何（どのようなこと）ができるか」についての関心が、徐々にではあるが高まってきている。	
取組の指導体制	本校進路指導部探究課が企画・運営し、学年担任及び副担任が担当、1クラス2名体制で20名ずつ指導した。週1回の会議で授業の手順等について情報共有した。	
成果と課題	外部講師を招聘することが複数回あり、「アウトサイドイン」の機会を持つことができていたが、生徒の興味・関心から発する「インサイドアウト」がどの程度、到達できたかについては、今後の生徒たちによる「振り返りシート」、「読書レポート」、「事後アンケート」を通じて検証を行いたい。	
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。今回参加した生徒（1年生）には、昨年来、オンラインにて「高校生世界湖沼会議」や「ユネスコスクール」の中高一貫校との交流に参加した者がおり、海外の高校生と環境保全活動等について意見交換する等、研究成果の普及を積極的に図ることができた。この成果を活かし、来年度は「高校生世界湖沼会議」にてハンガリーの高校生たちとの交流をはじめ、グローバルな交流を通じて、多角的な発想を基にした探究活動を進めたい。	

連携校における探究活動の取組 報告書⑦

	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)
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
場 所	国際電気通信基礎技術研究所 (A T R)
対象生徒	1 年文理探究科 1 クラス 39 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。
生徒感想	・ 万博は未来を考えるきっかけになっているということに気付かされました。人間の力が大きくなるにつれて、未来を自分たちで作り出していく必要があります、また、新しく地球の限界が見えてきたときによる課題をアンドロイドで解決していくべきなのだろうと思う。 ・ アバターを使った仮想空間上での活動は、複数の顔を使い分けることができ、失敗を恐れずに活動できるため、新しいアイデアや技術が生まれる土俵になり、よりよい未来を作ることにつながっていくと思う。 ・ あと数年でアンドロイドが人間と共存し始めるのではないかと思った。今後、アンドロイドが発展していくと、人間存在意義はあるのかが気になった。 ・ 技術が進歩する中で、これからどのような社会が造られていくのか気になりました。アンドロイドが日常生活に登場すると、便利なことも増えるけど、人の仕事が無くなるなど、アンドロイドを利用した犯罪や様々な問題も起きるのではないかと思います。複雑になり、ネットワークが主となるこれからの社会では、自分がしっかりとアンドロイドや仮想化実世界などについて理解し、意見を持てるようになることが大切だと考えました。

How Do We Imagine Faces?

Zeze High School

Kohyama Sora Nishino Yoshiki Hamada Kaho Yamaguchi Nanari

Abstract

We studied the regularity between unmasked and masked faces. We did a survey and collected data to find a tendency. We expected that there might be some regularities or characteristics, but we have not been able to reach a definite conclusion.

Introduction

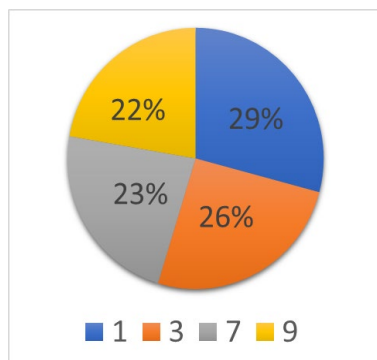
Since we started wearing masks for COVID-19, we have often felt that the face of another person without a mask is different from “image” we had imagined. We wondered what “image” was, and decided to research about it.

Method

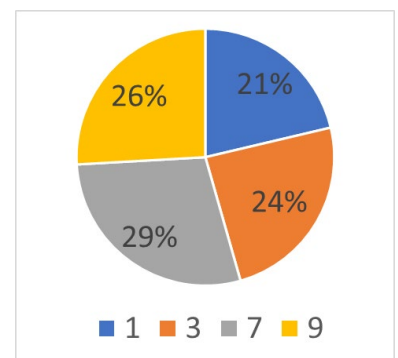
1. Collect photos of 6 faces from “gettyimages.co.jp”
2. Edit them with a photo editing app called “SNOW”
(make their noses and mouths larger and smaller)
3. Survey
Send the survey site of “Google Forms” on “LINE”
 - ☐ subject ☐ more than 300 students at Zeze High School
 - ☐ date ☐ in late November
 - ☐ tool ☐ google forms
 - i) look at a photo of a masked face
 - ii) look at 6 photos of edited faces
 - iii) choose one that is closest to their “image”
4. Analysis
Comparison of length ratios

Result

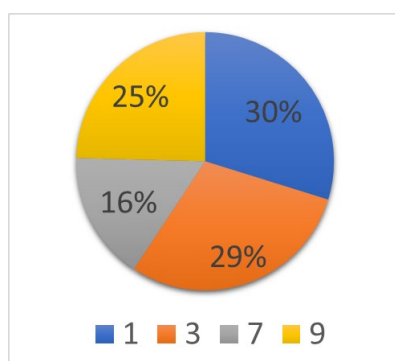
Graph 1



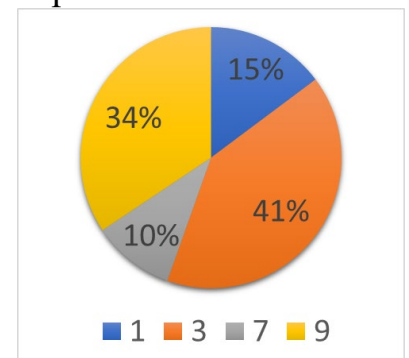
Graph 2



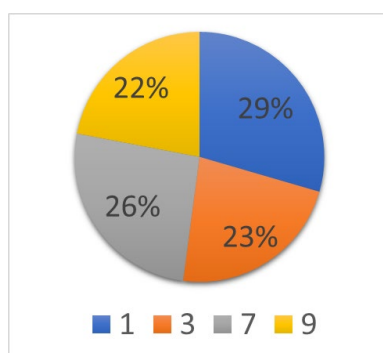
Graph 3



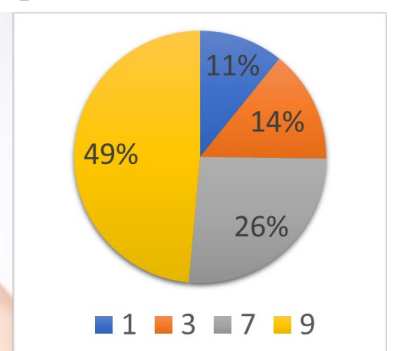
Graph 4



Graph 5



Graph 6



Four graphs (Graphs 1, 2, 3 and 5) showed no tendency. However, the other two graphs (Graphs 4 and 6) showed tendencies.

Consideration

According to the result, we thought that the face under the mask we imagined is based on each person's experience and the people we have met. For Graphs 4 and 6, we analyzed the ratio of face parts, but we couldn't find out why there was a tendency.

A Study in the Effects of Communication Between AI

Yu Hirayama Kennya Kawazoe

Ayano Michiwaki Kagura Miyamoto

Abstract

We studied whether AI acting in a pair that can communicate with each other has any specific effects. We found a model which shows that there somehow was an effect caused by AI acting in a pair. However, we have not confirmed whether the effect comes from communication or not.

Introduction

When an AI solves any problem, it is normal for it to calculate with a single “brain” (which means single AI). However, we thought of the need for “cooperative AI” that can act in human society. Therefore, we aimed to design an AI that cooperates with other AI by communicating.

Method

1. Game Workflow

First, we create a pair of AI. In a 2D field, the pair will carry food to their nest at the corner. Each piece of food is placed randomly in the field, and there could be more (or less) pieces than the amount the AI can hold in each spot. The mission for them is to bring back the determined amount of food to their nest.

2. Reinforcement Learning

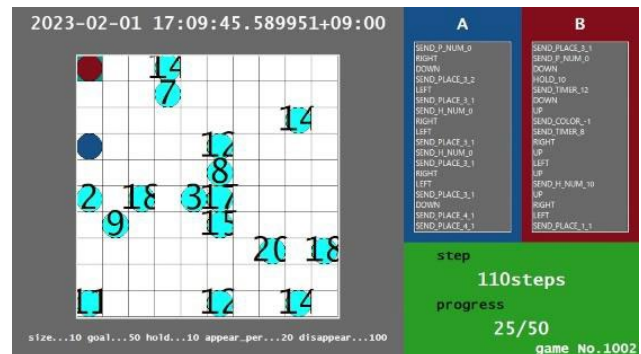
In this game, each AI is given -1 reward (which means penalty) by default at each step. When they bring food to their nest, regardless of the amount, they are given +1 reward. Also, when the amount of food brought meets the quota, the AI which did not bring the last piece also gets +1 reward.

Each AI gets 15 parameters of state¹ to decide in the action. Using Double DQN, the AI estimates the value of each action in the current state. There are 10 types of action² that AI can choose.

Four of them are actions to move 1 square, while the rest of the actions are to send pieces of information to the other AI. Since the AI can choose either type of action at 1 step, it is important for it to choose the optimal way.

1.states	2.actions
PROGRESS	UP
MY_PLACE_ROW	DOWN
MY_PLACE_COL	LEFT
MY_PLACE_FOOD_NUM	RIGHT
MY_HOLD_FOOD_NUM	SEND_PLACE
MY_FOOD_TIMER	SEND_PLACE_FOOD_NUM
MY_FOOD_TASTE	SEND_HOLD_FOOD_NUM
MY_FOOD_COLOR	SEND_FOOD_TIMER
BUD_PLACE_ROW	SEND_FOOD_TASTE
BUD_PLACE_COL	SEND_FOOD_COLOR
BUD_PLACE_FOOD_NUM	
BUD_HOLD_FOOD_NUM	
BUD_FOOD_TIMER	
BUD_FOOD_TASTE	
BUD_FOOD_COLOR	

※Data in colored boxes are dummy data.



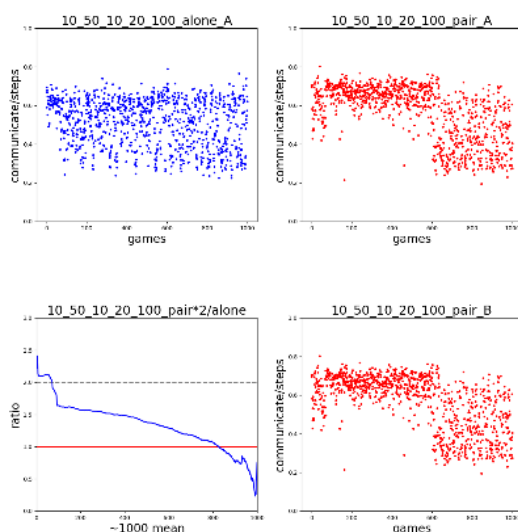
※Image of the game field.

Analysis

To analyze the AI's learning, we used this formula.

$$E = \frac{(\text{Average steps when played in a pair}) \times 2}{(\text{Average steps when played alone})}$$

E comes from “effect”, and when $E < 1$ is true, it means that there somehow was an effect that made the AI bring food more efficiently. This time, we found a model that turned out to be lower than 1. In this case, according to the scatter plot, we guessed that the AI which acted in a pair tended to choose moving and communicating with less randomness. However, this was not true in all models. In some model E was higher than 1.



※Versions of the program

Python 3.10.5

keras 2.9.0

numpy 1.22.4

pandas 1.4.2

tensorflow 2.9.1

pyinstaller 5.7.0

(Using pipenv==2022.12.19 to create exe file)

※Windows 11 Home 64bit

Outlook

In this study, we still have not found a general tendency. Since there are many parameters to adjust, we are thinking of producing more models. Also, we will collect more detailed data to analyze the relationship between each action.

References

[1] 高校数学からはじめるディープラーニング 初歩からわかる人工知能が働くしくみ(金丸 隆志, 講談社, 2020.4.16 発行, ISBN978-4-06-519403-4)

[2] 現場で使える! Python 深層強化学習入門 強化学習と深層学習による探索と制御(伊藤 多一/今津 義充/須藤 広大/仁ノ平 将人/川崎 悠介/酒井 祐企/魏 崇哲, 翔泳社, 2019.08.07 発売, ISBN978-4-7981-5992-8)